098c142120 附件

「九十五年度地熱發電示範系統探勘補助(金崙)」

—結案報告書—

補助單位：經濟部能源局
執行單位：臺東縣政府

中華民國 98 年 6 月

經 濟 部 能 源 科 技 研 究 發 展 計 畫

「九十五年度地熱發電示範系統探勘補助(金崙)」

－結案報告書－

第一部份 報告成果摘要
第二部份 地熱概念模式建立與發電潛能評估
第三部份 地熱電廠與多目標利用規劃
附錄A.鑽孔地質柱狀剖面圖
附錄B.各階段套管安裝照片
附錄C.施工過程照片
附錄D.審查會議記錄及回覆

中華民國 98 年 6 月

經濟部能源科技研究發展計畫

第一部份 報告成果摘要

目　　錄

頁次

圖　目　錄 ..... **ii**

1. 前言 **1-1**

1.1.　計畫緣起 1-1
1.2.　計畫目標 1-1
1.3.　計畫內容 1-2
1.4.　工作步驟 1-2
1.5.　報告內容 1-4

2. 成果摘要 **2-1**

2.1 初步熱水儲集層概念模式 2-1
2.2 地熱發電潛能評估 2-2
2.3 地熱發電廠建議方案 2-3
2.4 地熱電廠及多目標利用規劃 2-3

圖　目　錄

頁次
圖 1-1、金崙地熱區範圍圖 1-3
圖 1-2、計畫實施流程圖 1-4

1. 前言

1.1. 計畫緣起

全球暖化為地球村居民共同面臨的問題，京都議訂書的簽訂代表世界各國對環保的重視程度。經濟部能源局為響應二氧化碳減量及資源永續利用之目的，將地熱發電列為未來再生能源的重要項目，並於民國94年8月通過地熱發電示範系統探勘補助要點，訂定補助地熱資源探勘及多目標利用規劃之相關辦法，以促進地熱能源有效利用。台東縣政府(以下簡稱：縣府)響應政府發展綠色能源政策，針對金崙地熱潛能區，提出「金崙地熱發電示範系統探勘評估」計畫，並獲經濟部能源局經費補助。本計畫依據上述探勘評估計畫，對金崙地熱區進行地熱資源探勘與評估，做為後續地熱發電系統開發的參考依據。

金崙地熱區位於台東市西南方約35公里，距知本約18公里，區內地熱溫泉資源豐沛，主要分布於金崙溪下游河谷，地熱潛能範圍面積約6.5平方公里(圖 1-1)。本區之探勘工作始於民國70年，工業技術研究院率先進行金崙地熱區探勘，經地質、地球物理、地球化學及鑽探等各種調查與探勘，初步證實本地熱區極賦開發潛能。民國73年中油公司加入探勘行列，並陸續完成二口深地熱井，發現最高溫約攝氏165度。民國91年交通部觀光局及水利署也曾對金崙地熱區進行溫泉資源研究，但調查目標鎖定溫泉使用及淺部資源進行評估，並未對地熱資源再進行相關的探勘與評估。本計畫針對金崙地熱區進行地質、地球物理、鑽井、水質分析及歷史資料分析等研究，期能建立金崙地熱區之熱水儲集層概念模式。本計畫亦透過鑽井產能試驗及分析，以進行本區的地熱發電潛能評估、初步地熱電廠與多目標利用規劃及財務分析等工作，提供後續金崙地區地熱資源開發的參考依據。

1.2. 計畫目標

本計畫前期先進行地熱地質調查、地球物理探勘及歷史地熱資料蒐集與分析，後期則透過地熱探勘井鑽鑿及相關孔內試驗，獲得有關熱水儲集層特性的資訊，評估本區地熱發電潛能，並進行初步的地熱發電與多目標利用規劃。主要目的說明如下：

一、建立金崙地熱區之初步熱水儲集層概念模式。

二、初步評估金崙地熱區之地熱發電潛能。

三、先期規劃金崙地熱區之地熱發電與多目標利用。

1.3. 計畫內容

本計畫分為兩個階段進行，第一階段工作內容包含:歷史資料蒐集與分析、地熱地質調查、航照判釋、地球物理探測等工作成果，透過上述工作成果來初步研判金崙地熱區的熱水儲集層概念模式，並研選合適的探測井位以進行第二階段的探測井鑽鑿工作。第二階段工作包括：地熱探測井鑽鑿、產能測試、初步熱水儲集層概念模式建立、初步地熱潛能評估及金崙地熱發電多目標利用規劃等工作。依據本案合約要求，各工作項目內容如下：

(1)金崙地熱發電探勘資料蒐集與分析。

(2)地質調查與航照判釋。

(3)地球物理探勘。

(4)地熱探勘井位選定。

(5)地熱探勘井鑽鑿及試驗。

(6)初步熱水儲集層概念模式建立。

(7)初步地熱發電潛能評估。

(8)地熱發電初步規劃。

(9)地熱發電及多目標利用規劃。

1.4. 工作步驟

針對金崙地熱發電潛能評估，本計畫採兩階段進行：第一階段工作主要利用新探測技術進行測勘，以獲得較完整的地下資訊，所獲得結果將結合前人研究資料進行分析，以建立金崙地熱區之初步地熱構造概念模式，並選定最佳地熱探勘井位；第二階段工作藉實地鑽鑿地熱探勘井及各項孔內試驗，以評估金崙地熱區的發電潛能及可開發規模，提供地熱多目標利用規劃之參考依據。工作流程如圖 1-2所示，各階段主要工作內容與實施構想說明如下：

(1)第一階段

第一階段工作目的在於瞭解金崙地區地下之地熱構造形貌，架構初步地熱儲集層概念模型(Geothermal reservoir conceptual model)。本階段主要工作包括：(1) 歷史探測資料蒐集與分析；(2) 地熱地質調查與航照判釋；(3) 地球物理探勘；(4) 初步熱水儲集層概念模式建立；(5) 地熱探勘井位選定。綜合前人研究資料分析、地熱地質構造調查與地球物理探

測結果，初步分析可能的熱水儲集層概念模式，並據以研擬下階段新設地熱井位置、深度及鑽探方位等。

(2)第二階段

第二階段工作主要包括：(1) 地熱探測井鑽鑿及試驗；(2) 初步熱水儲集層概念模式建立；(3) 初步熱水儲集層概念模式修訂；(4) 初步地熱潛能評估；(5) 金崙地熱發電多目標利用規劃。目的在於整合地熱井鑽鑿資訊及孔內各項試驗與量測成果，更新第一階段所架構之初步熱水儲集層概念模式，並據以初步分析本區之地熱發電潛能，及先期規劃未來地熱發電及多目標利用。

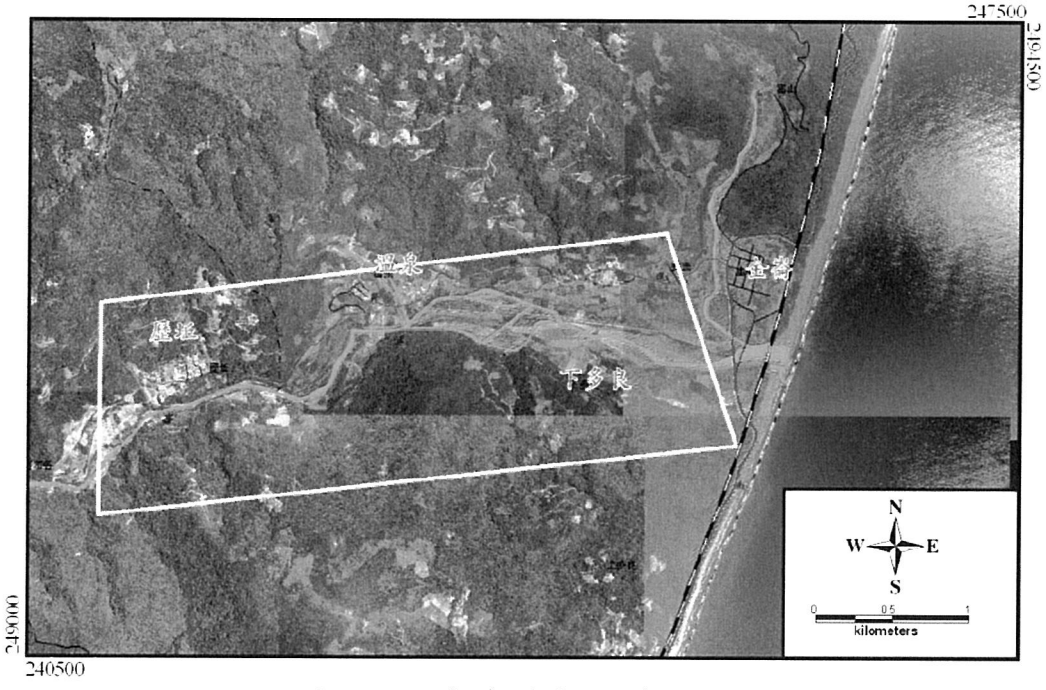


圖 1-1、金崙地熱區範圍圖

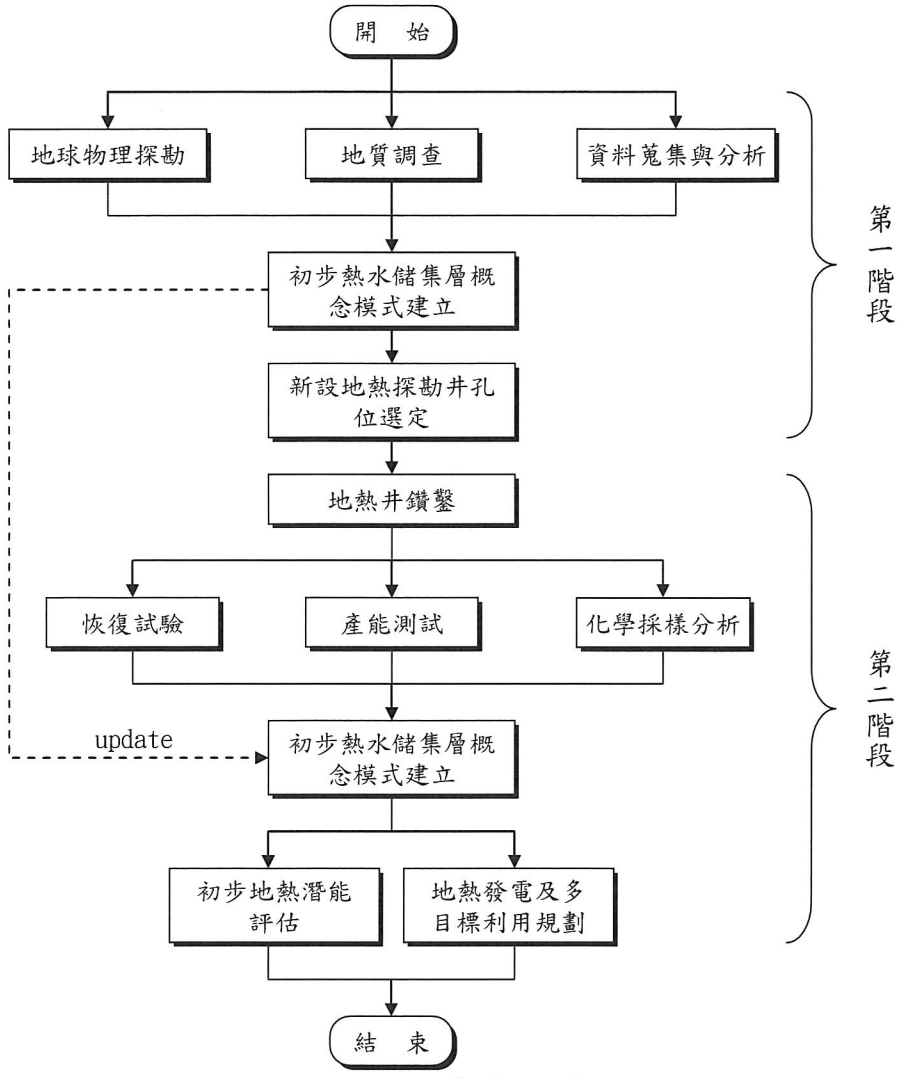


圖 1-2、計畫實施流程圖

1.5. 報告內容

依據計畫工作內容屬性，本報告共分成三部份撰寫，第一部份說明計畫執行概況及主要成果；第二部份為地熱概念模式建立與發電潛能評估，內容包括:地熱資源調查、地熱井鑽鑿、新鑿地熱井施工及試驗結果、初步熱水儲集層概念模式建立、初步地熱發電潛能評估等；第三部份為地熱電廠與多目標利用規劃，內容包括:金崙地熱發電廠建議方案、地熱多目標利用規劃等內容。

2. 成果摘要

2.1 初步熱水儲集層概念模式

形成良好地熱田的因素包括：(1)熱源；(2)水源；(3)溫泉通路；(4)蓋層；(5)熱水儲集層。本節以地熱之五項要素說明如下:

(1)熱源

熱流為地熱區的重要因素之一，世界陸地熱流的平均值為65 mW/m^2或1.5HFU，若一地區熱流值大於此平均值時，即表示此區域存在熱流異常現象(劉佳玫, 2002)。依據Lee and Cheng(1986)、劉佳玫(2002)等人的研究，金崙地區的熱流值達到150 mW/ m^2以上，超過陸地熱流平均值一倍以上，為高地熱異常區。

金崙地熱區地表地質調查並未發現火成岩活動的證據(詹永光等人,1982；黃旭燦, 1984；李錦雲,1985；工研院能礦所, 1984；陸島工程,2002a；Lu et al., 2001；Chang et al., 2007)；Yang et al. (2002) 研究氣體成份的氦同位素顯示，金崙地熱區氣體的氦同位素值(3He/4He)小於0.75RA，說明本區氣體來源是地殼與大氣混合而來，與火成活動所產生的氣體不同；由上述前人研究結果，可排除金崙地區熱源為火山活動所造成。

Yeh(2004) 利用Willet et al.(1993)雙楔形(Doubly-vergent wedge)地體構造模型，說明中央山脈地質區與海岸山脈地質區之間存在一背衝斷層；Chang et al.(2007)對中央山脈南段的地質構造研究說明，金崙地區由一系列呈南北走向之西傾背衝斷層、複背斜與複向斜所組成；本研究大地電磁探測結果顯示，金崙地區地下深處存在一向西傾斜的高電阻率電性基盤，而溫度分布呈現西高東低的特徵，可能是由西向東逆衝作用所造成的結果。Braun et al.(2006)利用簡單的雙楔形地體構造模形，說明在板塊邊界的理論溫度、壓力曲線分布情況，背衝斷層將深部高溫岩體推至近地表，造成近地表溫度異常。綜合上述結果推測，金崙地熱區的熱源可能為深部高溫岩體逆衝至近地表所造成的高溫異常。

(2)水源

陸島工程(2002b)對金崙溫泉水質氫同位素的研究顯示，溫泉水中氫同位素的濃度遠小於0.2TU(Tritium unit)，亦即本區地下水皆無50年內所補注者；工研院能資所(2002)利用碳十四定年法推估地下水的年代在18000年以上，顯示本區溫泉水的補注相當慢或為長時間移動之地下水；劉佳玫(2002)研究台灣南部各溫泉區水質成份分析指出，金崙溫泉自熱水儲集層上升到地表的過程中，沒有地表水混入。本研究針對TCL-9及金崙二號井孔內之地熱水進行^{14}C定年研究推估地熱水的年代在45000年以上。

由前人資料及本研究成果推測，金崙地熱區的溫泉水為深循環的產物，天降水自西側高山區滲入地下深處，順著透水層或裂隙深入地下深處，經地溫梯度所造成高溫加熱，受到熱對流或靜水壓力影響，沿裂隙上升至地表形成溫泉。

(3)通路

本計畫重力梯度資料顯示，沿金崙溪河谷的地層較破碎，是可能的斷層擾動帶；Chang et al. (2007) 之研究指出沿金崙溪河谷為一右移走向斷層(Right Lateral Fault)，此右移斷層向西可延伸至比魯斷層，長度達10公里以上；由上述條件推測右移走向斷層為本區天降水滲入地下深處及熱水流通的主要通道。大地電磁探測結果顯示，低電阻自西向東逐漸上升，受到右移走向斷層的影響，部份熱水上升至地表成為溫泉，一部份與圍岩交互作用形成低電阻層。

(4)蓋層及熱水儲集層

綜合本計畫之地熱地質調查、自然放射能調查、大地電磁探測、重力資料解析、TCL-9溫度隨深度變化情形及鑽探岩屑X光繞射礦物相對含量分析，主要的地熱儲集層應位於蓋層下方的中至高地電阻層中。由於逆衝斷層RF1下方為電阻率高達2000 Ω-m以上的高電阻層，含水的可能性較低，推測主要熱水儲集層位在低電阻層與逆衝斷層(RF1)之間的斷層擾動帶上。

(5)地熱概念模式

本區位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界帶，由於板塊碰撞作用使深層高溫岩體逆衝至近地表，為金崙地區熱流異常的可能原因。中央山脈天降水向下滲入高溫岩體的通路，經深循環在裂隙F1、F2、RF1及RF2所造成的破碎帶提供可能的熱水儲集與流動通路。由地質構造及本計畫探測結果綜合研判，RF1為主要的地下熱水儲存及流動通道，因熱對流或水頭壓力作用使部份熱水沿著逆衝斷層RF2所造成的破碎帶向上湧出地表，形成溫泉，部份熱水與圍岩產生交互作用形成低電阻帶， F2、 F1分別為地熱區的南、北邊界，RF2為地熱異常帶的西側邊界。

2.2 地熱發電潛能評估

本計畫採用紐西蘭地熱發電潛能評估所使用之蘊藏熱能方法(Store Heat method)計算金崙地區之蘊藏熱能，根據調查結果之儲集層面積及溫度分布，分別以保守值、中間值、樂觀值三種假設，計算可發電量潛能評估。獲得之發電潛能中間值為4MWe，樂觀值及保

守值則分別為12.6及0.8Mwe)，每平方公里發電潛能可能中間值為1.65MWe，樂觀值4.20MWe，保守值0.4Mwe。

除發電潛能評估外，本計畫亦使用蒙地卡羅模擬法（Monte Carlo Simulation），將儲集層的面積、厚度與熱水平均溫度、可用溫度界限、儲集層岩石孔隙率及回收率等視為非獨立變數，進行最佳發電廠規模估算。由統計分析結果顯示，本區可能的發電潛能約為3.95 MWe，標準偏差為1.06 MWe。由累計概率曲線推估，95.0 %機率之發電潛能在3.95±2・1.06 MWe，68.0%機率之發電潛能在3.95±1.06 MWe。

2.3 地熱發電廠建議方案

本計畫共規劃A、B及C三種電廠建置方案，各方案說明如下:

(1)方案A

本方案係以金崙地區TCL-9、TCL-8與金崙2號井等三口現有地熱井進行發電廠規劃。開發模式為利用三孔地熱井建構單一機組地熱電廠，電廠位於金崙溪南岸之多目標利用規劃基地內。電廠採裝置容電1.2 Mwe之發電機組，生產井由TCL-8與金崙二號井共同組成，回注井則利用TCL-9。

(2)方案B

方案B利用TCL-8並新鑽一孔生產井提供足夠之熱水及蒸氣，回注井則利用既有TCL-9。電廠位於金崙溪南岸之多目標利用規劃基地內，發電機組裝置容量為1.0 MWe。

(3)方案C

依據蘊藏熱能評估法及蒙地卡羅統計法分析之最可能發電潛能為3.95 MWe為目標進行規劃，發電廠裝置容量為4.2 MWe為電廠開發目標進行規劃。本方案未來需再新增加8孔生產井，方可達到預定的目標。

依據三組電廠開發建議方案之優缺點分析比較，考量對自然景觀之衝擊、建置與維護費用、用地取得等因素，建議以裝置容量1.0 MWe的B方案進行開發規劃較為有利與可行。

2.4 地熱電廠及多目標利用規劃

為求有效且永續的運用地熱資源，地熱發電使用之地熱水除做為發電之使用外，本計畫亦研擬進行發電後尾水地熱多目標利用規劃，並初步評估開發效益，作為後續計畫執行之參考。

透過開發面、資源面、產業面之探討，本計畫定位為結合永續能源展示教育、溫泉產業、養生休閒與溫泉療養概念之「綠能源溫泉園區」。本園區除具備永續綠能源教育展示與綠色產業技術推廣、地熱資源多元應用之示範功能外，亦包含養生休閒遊憩之功能，藉由政府的領導與開發連結，帶動南迴海岸遊憩帶整體休閒市場的多元特色與活絡發展，擺脫以往對於台東溫泉產業與溫泉旅遊的刻板印象。

初步將園區分為入口服務區、溫泉主題園區、溫泉理療養生園區以及地熱發電區，前三區建議由民間投資開發，地熱發電區則建議配合公共設施由政府進行開發。民間投資部分採BOT方式進行，投資開發金額約為132,185萬元，以特許年50年計算投資效益，計畫之淨現值（NPV）為102,881萬元，內部報酬率（IRR）為12.27%，名目回收年期為開發第25年，折現回收年期為開發第16年。

綜合言之，金崙綠能源溫泉園區之建立，不僅具有產業效益的考量，對多年來國內地熱發電研究的努力成果，也具有明確宣示的意義，並使綠能源發展邁向另一個積極性意義的里程碑。

第二部份 地熱概念模式建立與發電潛能評估

目　　錄

頁次

目　　錄 ..... **i**

圖　目　錄 ..... **v**

表　目　錄 ..... **viii**

1. 前言 **1-1**

1.1 計畫目標 1-1
1.2 計畫內容 1-1

2. 區域環境背景 **2-1**

2.1 調查區概況 2-1
2.1.1 位置與轄境 2-1
2.1.2 人文及產業 2-2
2.1.3 交通 2-2
2.2 地形概述 2-2
2.2.1 地文 2-2
2.2.2 水文 2-3
2.3 地質概述 2-5
2.3.1 地層 2-6
2.3.2 地質構造 2-6
2.4 水文地質概況 2-8

3. 航遙測判釋 **3-1**

3.1 概述 3-1
3.2 航遙測影像 3-1
3.2.1 航空照片 3-1
3.2.2 衛星影像 3-2
3.2.3 數值高程模型資料 3-3
3.3 前人研究 3-4
3.3.1 褶皺構造 3-4
3.3.2 斷層 3-5
3.3.3 分析與討論 3-9
3.4 水系分析 3-10
3.4.1 原理說明 3-10
3.4.2 判釋成果分析與討論 3-12
3.5 線型分析 3-13
3.5.1 原理說明 3-13
3.5.2 線型之構成要素與繪製 3-15
3.5.3 判釋成果分析與討論 3-15
3.6 航遙測綜合判釋之結果與討論 3-20

4. 環境地質 **4-1**

4.1 環境敏感區之評估作業規範 4-1
4.1.1 資料蒐集階段 4-1
4.1.2 資料調查階段 4-1
4.2 地質災害敏感評估結果 4-5
4.2.1 邊坡災害敏感 4-5
4.2.2 河流侵蝕災害敏感 4-7
5. 金崙地熱地質調查 5-1
5.1 區域概況 5-1
5.2 前人研究 5-4
5.3 航照地質判釋 5-9
5.3.1 原理說明 5-9
5.3.2 判釋成果 5-10
5.4 地熱地質 5-15
5.4.1 地層 5-15
5.4.2 地質構造 5-18
5.4.3 節理 5-18
5.4.4 地熱溫泉露頭 5-20
5.4.5 水文地質 5-20
6. 歷史探測資料蒐集與分析 6-1
6.1 重力資料 6-1
6.2 溫度資料 6-5
6.3 地球化學資料 6-12
7. 地球物理探勘 7-1
7.1 地電阻譜探測 7-1
7.2 自然放射能譜探勘 7-4
7.3 大地電磁測勘 7-10
7.3.1 概述 7-10
7.3.2 海水效應影響 7-15
7.3.3 大地電磁探測結果 7-18
7.4 地球物理綜合判釋 7-22
8. 地熱井鑽鑿 8-1
8.1 井位建議 8-1
8.2 規劃井位 8-4
8.3 工作內容 8-5
8.3.1 工作項目及內容 8-5
8.3.2 鑽井工作流程 8-6
8.4 鑽井作業概述 8-7
8.4.1 鑽井作業 8-8
8.4.2 套管安裝作業 8-10
8.4.3 水泥灌漿 8-10
8.4.4 井口防噴作業 8-11

8.5 井體基本資料 8-15
8.5.1 鑽進過程說明 8-16
8.5.2 套管使用規格及數量 8-20
8.6 鑽鑿機具設備 8-23
8.7 地層及岩性說明 8-24

9. 地熱井產能測試分析 9-1

9.1 孔內井測設備 9-1
9.2 孔內恢復試驗 9-2
9.3 產能測試 9-4
9.4 化學分析 9-10
9.5 產能測試結果綜合評析 9-23

10. 初步熱水儲集層概念模式建立 10-1

10.1 熱源 10-1
10.2 水源 10-2
10.3 通路 10-2
10.4 蓋層與地熱儲集層 10-3
10.5 地熱概念模式 10-3

11. 潛能評估 11-1

11.1 蘊藏量推估 11-1
11.1.1 地熱分布範圍與深度 11-1
11.1.2 有效孔隙率 11-4
11.1.3 蘊藏量 11-4
11.1.4 蘊藏溫度 11-5
11.2 補注量推估 11-5
11.2.1 有效集水區 11-5
11.2.2 降雨量與蒸發量 11-6
11.2.3 補注量 11-9
11.3 安全開採量評估 11-11
11.4 可開發量評估 11-12
11.5 發電潛能評估 11-12

12. 發電初步規劃 12-1

12.1 地熱發電系統介紹 12-1
12.2 地熱產能 12-3
12.3 發電方式 12-4
12.4 裝置容量 12-4
12.5 電廠設施 12-6
12.6 空間需求 12-6
12.7 金崙地熱電廠開發方案 12-7
12.7.1 費用概估 12-17
12.7.2 發電成本 12-21

13. 結論與討論 13-1
13.1 結論 13-1
13.2 討論與建議 13-1
14. 參考文獻 14-1

圖 目 錄

頁次

圖 2-1、金崙溫泉交通地理位置圖 2-1
圖 2-2、台東縣東南地區大武山列及其東麓高程暈染圖 2-4
圖 2-3、台東沿海河系分布圖 2-5
圖 2-4、台東縣南部區域地質圖 2-7
圖 2-5、台東東南地區水文特性地層分布圖 2-10
圖 3-1、計畫區1/5000航空正攝照片 3-2
圖 3-2、金崙地熱區3D數值高程模型 3-4
圖 3-3、前人地質研究報告涵蓋範圍圖 3-7
圖 3-4、台東縣東南部地質構造描繪圖 3-8
圖 3-5、研究區之地質構造線走向玫瑰圖分析 3-9
圖 3-6、水系及判釋圖 3-13
圖 3-7、知本-大竹地區線形判釋圖 3-16
圖 3-8、知本-大竹地區線形走向玫瑰圖分析 3-17
圖 3-9、知本-大竹地區應變橢圓與構造線之關係圖 3-17
圖 3-10、比魯斷層東側西北-東南向及東北東-西南西線形分布圖 3-18
圖 3-11、比魯斷層東側東北東-西南西線形分佈圖 3-19
圖 4-1、金崙地熱區環境地形及邊坡災害敏感圖 4-27
圖 5-1、金崙地熱區交通地理位置圖 5-2
圖 5-2、金崙溫泉區之地形分區及集水區分區分佈圖 5-3
圖 5-3、台東南部地區集水區分佈圖 5-3
圖 5-4、台東東南地熱區地熱地質調查範圍索引圖 5-6
圖 5-5、台東東南地區地熱地質圖 5-7
圖 5-6、金崙地區地熱地質圖 5-8
圖 5-7、金崙地區航照判釋成果圖 5-13
圖 5-8、金崙地區航照判釋線形之玫瑰分析圖 5-14
圖 5-9、金崙地區航照判釋線形之3D立體展示圖 5-14
圖 5-10、金崙地區地熱地質圖 5-17
圖 5-11、金崙地區節理分析成果圖 5-19
圖 5-12、金崙地區水文地質分類圖 5-21
圖 6-1、知本-金崙地區布蓋重力異常圖 6-3
圖 6-2、數化後之布蓋重力圖 6-3
圖 6-3、經完整布蓋修正後之布蓋重力異常圖 6-4
圖 6-4、經垂直微分後的重力梯度圖 6-4
圖 6-5、金崙地熱區重力線形判釋結果圖 6-5
圖 6-6、金崙地熱溫度剖面 6-10
圖 6-7、海拔-200公尺地層溫度分布圖 6-10
圖 6-8、海拔-400公尺地層溫度分布圖 6-11
圖 6-9、金崙溪北岸溫度剖面圖 6-11
圖 6-10、金崙溪南岸溫度剖面圖 6-12
圖 6-11、文獻資料數據中之離子平衡圖 6-17
圖 6-12、文獻資料數據中之水質菱形圖。 6-19

圖 6-13、文獻資料數據中之Stiff 水質特性圖 6-20
圖 6-14、金崙地區溫泉水水中硫酸根與氯離子濃度關係圖。 6-22
圖 7-1、OYO miniOHM岩心露頭電阻量測儀 7-3
圖 7-2、地電阻譜測點分布圖 7-3
圖 7-3、自然放射能探測示意圖 7-9
圖 7-4、GRM-260自然加馬能譜儀 7-9
圖 7-5、自然放射能探測測點分布及Bi/K比值圖 7-10
圖 7-6、典型的地熱儲集層電阻特性概念模型 7-13
圖 7-7、大地電磁探測主機及感測器 7-13
圖 7-8、遠距參考測站 7-14
圖 7-9、大地電磁測點分布圖 7-14
圖 7-10、計算海水效應之數值模型 7-16
圖 7-11、海水效應對大地電磁產生之影響比較 7-16
圖 7-12、H剖面上大地電磁探測點受海水效應之模擬 7-17
圖 7-13、地層電阻率與溫度關係圖 7-19
圖 7-14、H剖面二維逆推結果圖 7-20
圖 7-15、V剖面二維逆推結果圖 7-20
圖 7-16、不同深度之電阻率變化圖 7-21
圖 7-17、地球物理綜合結果圖 7-22
圖 8-1、金崙地熱建議井位圖 8-2
圖 8-2、建議井位與山坡敏感分析圖 8-3
圖 8-3、建議井位與河川敏感分析圖 8-3
圖 8-4、規劃井位置圖 8-4
圖 8-5、鑽井工作流程圖 8-7
圖 8-6、鑽機主要設備架設示意圖 8-9
圖 8-7、泥漿循環與鑽進示意圖 8-9
圖 8-8、水泥灌漿示意圖 8-11
圖 8-9、防噴器組之節流歧管示意圖 8-12
圖 8-10、TCL-9井孔產能測試設施示意 8-13
圖 8-11、套井與井頭閥門組 8-14
圖 8-12、消音器與流量堰 8-14
圖 8-13、地表產能測試設施現場全景 8-15
圖 8-14、鑽井機全圖 8-24
圖 8-15、TCL-9井下岩屑地質柱狀簡圖 8-26
圖 9-1、地熱井用溫度壓力流速探測棒；PTS Probe 9-2
圖 9-2、孔內溫度恢復曲線 9-3
圖 9-3、孔內壓力恢復曲線 9-4
圖 9-4、2”噴流下之孔內溫度與壓力剖面 9-9
圖 9-5、壓力回升記錄曲線 9-9
圖 9-6、壓力回升Horner plot 分析 9-10
圖 9-7、TCL-9第一次(2008/12)採樣分析結果之離子平衡圖(未即時過濾) 9-19
圖 9-8、TCL-9分析水樣之離子平衡圖 9-20
圖 9-9、TCL-9分析水樣之水質菱形圖 9-21
圖 9-10、TCL-9分析水樣之Stiff水質特性圖 9-22

圖10-1、台灣地區熱流分布圖 10-7
圖10-2、聚合板塊邊界溫度、壓力示意圖 10-8
圖10-3、台灣中央山脈溫泉形成簡單模式 10-8
圖10-4、典型地熱田電性地層構造 10-9
圖10-5、清水地熱區電阻特徵剖面圖 10-10
圖 10-6、金崙地熱區三維電阻、溫度及裂隙分布圖 10-11
圖10-7、金崙地區地熱概念模式 10-12
圖 11-1、地熱潛能區範圍立體示意圖 11-3
圖 11-2、金崙地區井下溫度與深度關係圖 11-3
圖 11-3：金崙地熱有效集水區 11-6
圖 11-4、蒙地卡羅模擬法推估發電廠規模概率分布圖 11-16
圖 11-5、發電潛能機率統計圖 11-16
圖 12-1、地熱發電廠之熱水需求 12-5
圖 12-2、方案A地熱發電廠區位與管線規劃圖 12-13
圖 12-3、南岸(方案A/B)地熱發電廠設施布置圖 12-13
圖 12-4、方案B地熱發電廠區位與管線規劃圖 12-14
圖 12-5、方案B建議井孔深度與裂隙概念模式三維分布圖 12-14
圖 12-6、方案C地熱發電廠區位與管線規劃圖 12-15
圖 12-7、南岸(方案C)地熱發電廠設施布置圖 12-15
圖 12-8、建議生產井孔位置示意圖 12-16
圖 12-9、建議井孔深度與裂隙概念模式三維分布圖 12-16

表 目 錄

頁次

表 2-1、台東東南部地下水地層分類表 2-9
表 3-1、遙測線型之名稱與長度、辨認方法及可能之地質構造說明表 3-14
表 4-1、坡地環境地形類別 4-24
表 4-2、邊坡災害分類表 4-24
表 4-3、河流侵蝕敏感區分類說明表 4-24
表 4-4、河流堆積敏感區分類說明表 4-24
表 4-5、基礎沉陷災害分類說明表 4-25
表 5-1、金崙地區航照線形方位、長度及特性說明表 5-12
表 6-1、金崙地熱區溫泉及地熱井一覽表 6-7
表 6-2、金崙地區地熱井溫度與深度關係表 6-8
表 6-3、金崙地區文獻所載地熱(溫泉)熱液地球化學分析 6-15
表 7-1、地電阻譜量測位置及結果 7-2
表 7-2、自然放射能探測點座標 7-5
表 7-3、自然放射能探測值一覽表 7-7
表 7-4、大地電磁測點座標一覽表 7-12
表 8-1、井孔設施規格表 8-13
表 8-2、井體規格表 8-16
表 8-3、鑽進過程說明表 8-17
表 8-4、13-3/8" API 54.5磅/呎套管安裝長度表 8-20
表 8-5、9-5/8" API 40磅/呎套管安裝長度表 8-20
表 8-6、7" API 26磅/呎套管與生產槽孔管安裝長度表 8-21
表 9-1、 TCL-9第一階段產能測試成果 9-8
表 9-2、 TCL-9第二階段產能測試成果 9-8
表 9-3、金崙地區溫泉水水樣分析結果一覽表 9-16
表 9-4、金崙地區鑽井熱液及地表水地球化學分析表(續) 9-17
表 9-5、金崙地區TCL-09鑽井熱液不凝結氣體成分分析表 9-18
表 10-1、金崙地熱概念模式判釋說明表 10-5
表 11-1 儲集層面積與體積推估 11-2
表 11-2：蘊藏量推估(1500m儲集層厚度) 11-4
表 11-3：金崙地熱探勘井摘要 11-5
表 11-4：台東站降水量(1999~2008) 11-7
表 11-5：台東站蒸發量(1999~2008) 11-7
表 11-6：大武站降水量(1999~2008) 11-8
表 11-7：大武站蒸發量(1999~2008) 11-8
表 11-8：金崙地區降水量與蒸發量(1999~2008) 11-9
表 11-9：金崙地熱區地下水補注量估算 11-11
表 11-10：安全出水量推估 11-12
表 11-11、以蘊藏熱能評估發電潛能結果 11-15
表 12-1、地熱發電系統優缺點比較 12-3
表 12-2：金崙地熱區既有井產能 12-4
表 12-3、裝置容量與熱水量需求推估(假設地熱流體為單相液態) 12-5

表 12-4、金崙地熱區5MWe發電裝置容量設施空間需求概估 12-7
表 12-5：金崙發電開發方案分析 12-11
表 12-6：金崙地熱發電A方案(1.2 MWe)費用概估表 12-18
表 12-7：金崙地熱發電B方案(1.0 MWe)費用概估表 12-19
表 12-8、金崙地熱發電C方案(4.2MWe)費用概估表 12-20
表 12-9：金崙地熱發電成本概估表 12-21

1. 前言

1.1 計畫目標

本計畫前期先進行地熱地質調查、地球物理探勘及歷史地熱資料蒐集與分析，後期則透過地熱探勘井鑽鑿及相關孔內試驗，獲得有關熱水儲集層特性的資訊，評估本區地熱發電潛能，並進行初步的地熱發電與多目標利用規劃。主要目的說明如下：

一、建立金崙地熱區之初步熱水儲集層概念模式。

二、初步評估金崙地熱區之地熱發電潛能。

三、先期規劃金崙地熱區之地熱發電與多目標利用。

1.2 計畫內容

本計畫分為兩個階段進行，第一階段工作內容包含:歷史資料蒐集與分析、地熱地質調查、航照判釋、地球物理探測等工作成果，透過上述工作成果來初步研判金崙地熱區的熱水儲集層概念模式，並研選合適的探測井位以進行第二階段的探測井鑽鑿工作。第二階段工作包括：地熱探測井鑽鑿、產能測試、初步熱水儲集層概念模式建立、初步地熱潛能評估及金崙地熱發電多目標利用規劃等工作。依據本案合約要求，各工作項目內容如下：

(1)金崙地熱發電探勘資料蒐集與分析。

(2)地質調查與航照判釋。

(3)地球物理探勘。

(4)地熱探勘井位選定。

(5)地熱探勘井鑽鑿及試驗。

(6)初步熱水儲集層概念模式建立。

(7)初步地熱潛能評估。

(8)發電初步規劃。

本報告為補助探勘計畫的期末報告，內容包含歷史資料蒐集與分析、地熱地質調查、環境地質調查、航照判釋、地球物理探測等項目，經上述調查結果分析，研選適當井位進行地熱探勘井鑽鑿，並進行相關的地熱發電產能測試研究及地熱發電潛能評估、可發電規模估算、建議電廠開發規模等相關內容。

2. 區域環境背景

2.1 調查區概況

2.1.1 位置與轄境

金崙地熱調查區位於台東縣東南側，太麻里鄉與金峰鄉交界。本區距台東市區約33餘公里，與北方之知本地熱區相距約20公里。金崙地熱區公告範圍位於金崙溪下游地帶金崙至歷坵間，約呈東西走向狹長矩形區域(4.5km×1.5km)，涵蓋金崙溪兩岸平原低地及其接鄰兩岸山坡地，行政轄區包括太麻里鄉金崙村及多良村，及金峰鄉歷坵村。(圖 2-1)。

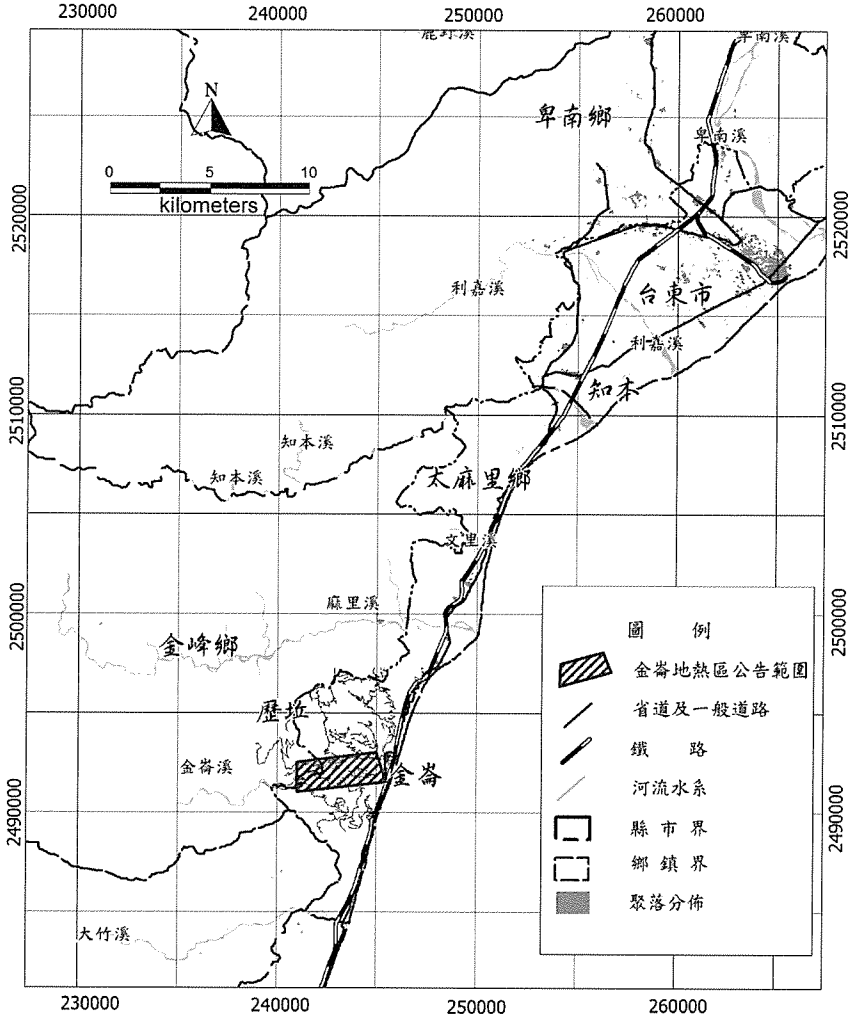


圖 2-1、金崙溫泉交通地理位置圖

2.1.2 人文及產業

太麻里鄉為排灣族居住之平地鄉，呈狹長狀南北延伸，轄有泰和、大王、美和、金崙、多良、華源、三和、北里及香蘭等九村，鄉公所設於泰和村。全境多山，西面大部份為中央山脈所盤據，東鄰太平洋；山坡地約佔總面積百分之七十以上，沿海有狹小平原，耕地僅佔百分九點七，農業人口佔百分之六十。主要農產有鳳梨、生薑、玉米、甘蔗、水稻等，特產有金針及釋迦果等，沿海有小型漁撈業。全境屬於台東地方生活圈，境內主要聚落有太麻里、洞坑、美和、南坑、新興、正興、舊香蘭、新香蘭、金崙、多良、上大溪及下大溪等，以分佈於南迴公路沿線，多為鄉村型聚落(蔡文彩，1997)。

金峰鄉為排灣族之山地鄉，全域分為嘉蘭、正興、歷坵、新興及賓茂等村，鄉公所設於嘉蘭村。全境為中央山脈所盤據，為中央山脈南段稜線之東坡，地勢西高東低，由三千公尺至一千公尺，主要河流太麻里溪、金崙溪、知本溪等皆發源於此；境內多山地少平原，農地面積佔百分之十九，農業人口佔百分之七十三，主產花生、玉米、釋迦、芒果、木瓜、金針等。境內聚落有嘉蘭、八紹路、麻里埔、比魯、斗里斗里、介達、包盛、賓茂、床後、壢坵、近黃等社；嘉蘭、歷坵、正興及賓茂等地，因有縣道及客運通行較為方便，在都市體系上屬台東地方生活圈。

金崙溪沿線蘊藏有豐富之地熱資源，金崙溫泉區內有多處溫泉露頭，目前有幾家業者小規模經營，遊客數量不若知本溫泉(工研院能資所，2002)。

2.1.3 交通

東部公路主要幹線台9號南迴公路及南迴鐵路均呈南北走向通過金崙市區，並設有金崙車站，往北經知本可通往台東、花蓮，往南經南迴可至屏東、高雄等地。東66道路(金崙林道)是金崙溪中下游地區居民主要聯外道路，道路沿金崙溪北岸興築，東端起於金崙市區與南迴公路相接處，向西通過賓茂及壢坵等聚落(圖 2-1)。

2.2 地形概述

2.2.1 地文

台東縣西部沿縣界，為由中央脊樑山脈連峰所盤亙；其北起花蓮縣、高雄縣與本縣交界之三叉山(3494m)、南達馬羅寺山(1471m)，山嶺脊線全長約135公里。本區位在山脈東南端大武山列之東麓；大武山列最高峰為北大武山(3029公尺)，山列北起於知本主山

(2230m)，向西南延伸至霧頭山(2795m)，續轉為南北向經北大武山(3090m)、南大武山(2841m)、茶仁山(2139m)，南迄衣丁山(2068m)(圖 2-2)。

大武山列主要脊線大部份區域皆在2000~3000公尺間，山列東麓斜坡面呈自嶺線往東逐漸下降至海邊；東麓斜坡面受順向發育之水系長期切割作用，形成多列東西向之支脊發育。自北而南有：知本主山—追分山、茶埔岩山—太麻里山、南大武山—金崙山及衣丁山—呀里叭山等(圖 2-2)。

金崙地熱溫泉區位處大武山山列東麓，由南大武山—金崙山及衣丁山—呀里叭山等兩支脊所夾之金崙溪谷地。

2.2.2 水文

台東縣東南部在流域水系分區屬於台東沿海河系，本河系皆發育於中央山脈東麓，呈向東流入太平洋。本河系大小約有十餘條，其中太平溪、利嘉溪、知本溪等為縣境之次要河川，另太麻里溪、金崙溪、大竹溪、大武溪等為普通河川(圖 2-3)。

知本溪源自霧頭山(2795m)，於知本村附近入海，全長39km，流域面積為198km^2。太麻里溪發源於北大武山(3092m)，於香蘭村附近入海，全長約35km，流域面積為220 km^2。金崙溪發源於南大武山(2841)，於金崙村附近入海，全長為26.4km，全流域面積為123,42km^2。

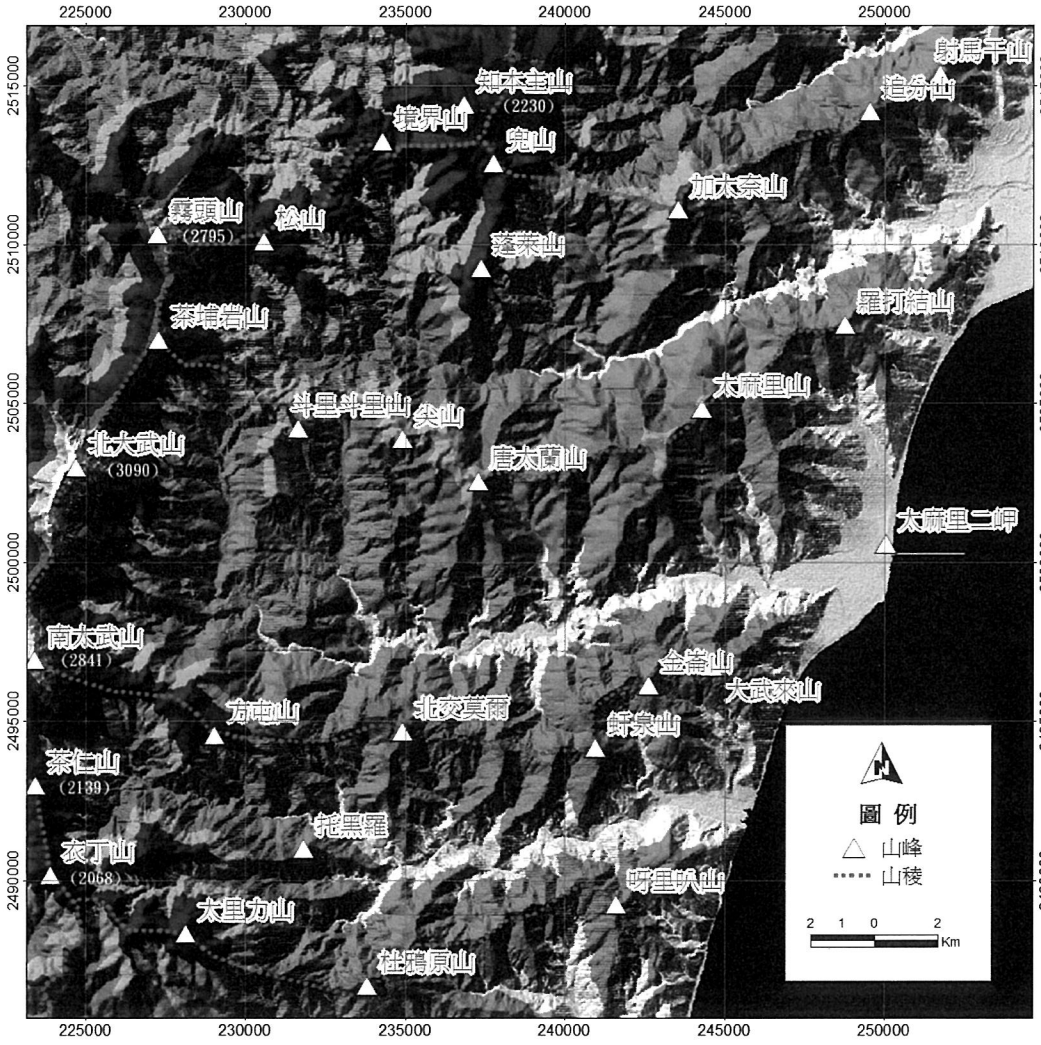


圖 2-2、台東縣東南地區大武山列及其東麓高程暈染圖

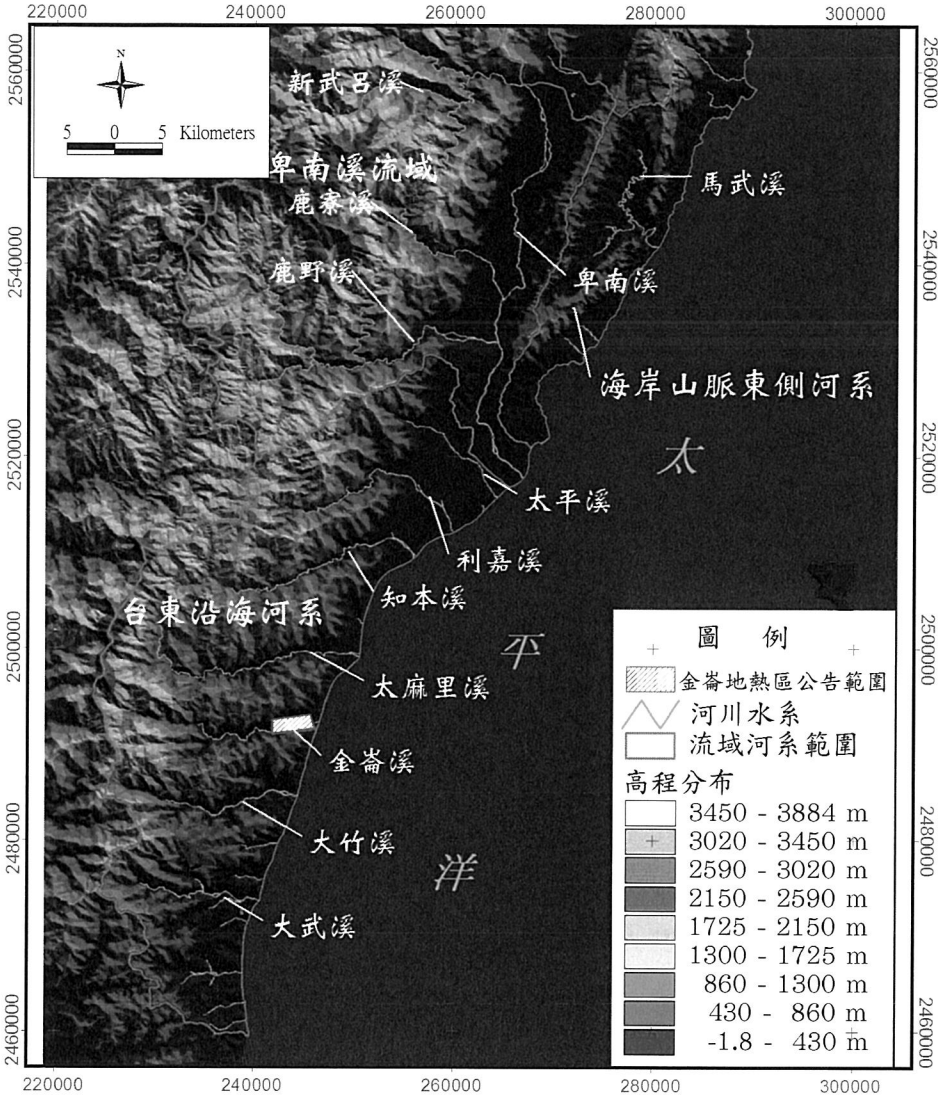


圖 2-3、台東沿海河系分布圖

2.3 地質概述

金崙地熱區位處中央山脈地質區東南隅；依據地理分布情況及變質度又可區分為兩分區；中央山脈東翼地質區，出露地層為先第三紀地層，岩性以中、高度變質岩為主的大南澳片岩為主；中央山脈西翼地質區以第三紀亞變質岩區地層，主要組成為低度變質之板岩。兩地質區分別以比魯斷層及射馬干山斷層在西面及南面相隔；大南澳片岩區位在本區東北側，變質板岩區位在本區西側及南側(圖2.4)。台灣東南部之地熱溫泉露頭(包括知本、太麻里及金崙等)，主要以出露於第三紀亞變質岩區。

2.3.1 地層

(1)中央山脈東翼地質區

中央山脈東翼地質區位於中央山脈東斜面，北起蘇澳、南迄台東，南北長約240公里，最寬部份在北方，約30公里，寬度向南逐漸減少，至台東附近僅10公里左右。

本區為台灣最古老的地質和構造單元，為由古生代晚期或中生代之先第三紀變質雜岩為主；其係由原來的沉積岩和火成岩，經過變質作用造成的各種片岩和石灰岩所組成，其中夾有少量的片麻岩和混成岩，通稱為大南澳片岩。根據岩性，大南澳片岩可以分為：(1)片麻岩及混合岩(PM1)；(2)大理岩(PM2)；(3)黑色片岩、綠色片岩、燧石(PM3)；(4)黑色片岩(PM4)等地質單位。

(2)中央山脈西翼地質區

中央山脈西翼地質區在區位上為構成東翼先第三紀變質雜岩以西的一個地質分區；在地形上，大都為中央山脈最高的脊樑嶺線地帶，因而又稱為脊樑山脈帶。本地質區範圍北自蘇澳，向南可延伸到恆春半島而且包圍了中央山脈東側之大南澳片岩的南端；在中央山脈東南側從台東到玉里的一條狹長板岩和千枚岩也屬於此地質亞區(何春蓀，1994)。脊樑山脈帶西邊以梨山斷層與雪山山脈帶相隔，東面則以不整合方式和斷層方式與中央山脈東翼地質區相隔。

中央山脈西翼地質區出露之岩石，大部份是由堅硬或是經過輕度變質的第三紀泥質沉積岩組成。泥質岩在西邊以板岩為主，向東漸變為變質度稍高之千枚岩，更往東轉變為變質度更高的片岩(何春蓀，1994)。本地質亞區所出露之地層有第三紀始新世之畢祿山層(Ep)及中新世之廬山層(Ml)。畢祿山層以板岩和千枚岩為主要岩性，但是在變質的泥質岩層中夾有較厚的變質砂岩；於板岩中偶夾有綠色至暗紅色的火成岩體為本層一個主要指標(何春蓀，1994)。廬山層大部分由黑色至深灰色的板岩及千枚岩為主，偶夾深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散佈的泥灰岩團塊，它的全部厚度估計當在數千公尺上下。

2.3.2 地質構造

本區主要地質構造有比魯斷層及射馬干山斷層(圖 2-4)。比魯斷層分布於本區西側，露出位置在比魯一帶；斷層走向在北面略呈北北東走向，往南變成轉為南南西走向；斷層上盤大南澳片岩及廬山層。射馬干山斷層，露出位置在台22號公路；斷層走向東北—西南走向，往西南為比魯斷層所截，上盤為廬山層，下盤為大南澳片岩(工研院能資所，1982)。

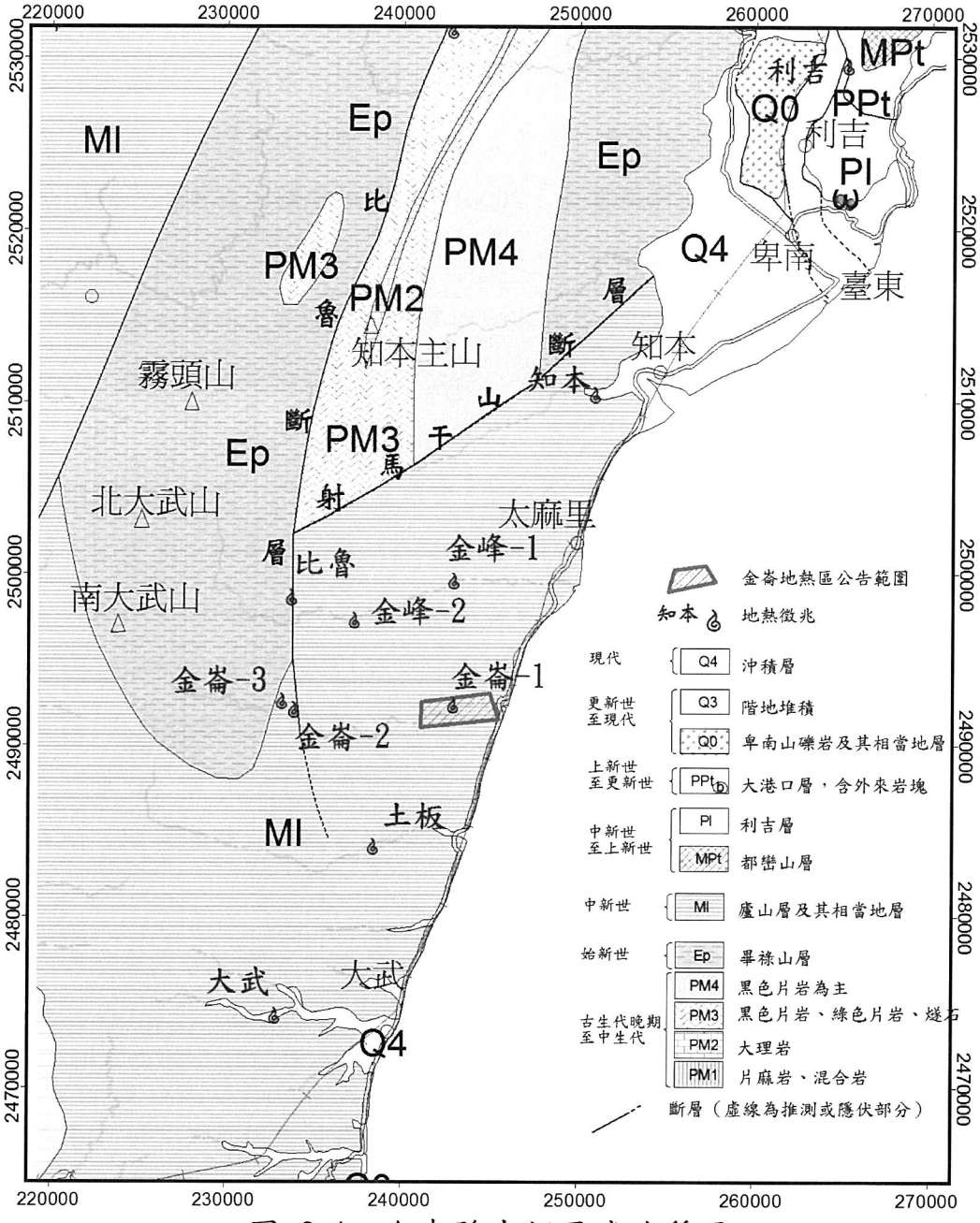


圖 2-4、台東縣南部區域地質圖

(改繪自 陳肇夏等，2000)

2.4 水文地質概況

台東南部地區在台灣水文地質分類上屬於中央山脈分區。依據張秉權、吳建民(1989)之分類準則，參考經濟部水資源統一規劃委員會(1986)所出版台灣地區水文地質圖，台東南部地區地下水地質分類如表 2-1。參考上述準則，並將本區相關之地質區及地層架構納入考量，以新版台灣地質圖(陳肇夏等，2000)為底圖所繪製之台東南部地區水文地質分類圖(圖 2-5)。

中央山脈盤據於台東地區，本區東北端岩層為變質雜岩，西部及南部岩層以粘板岩為主；兩種岩層均極堅緻，難於含水或透水，其出露區多造成極貧乏之地下水區。但粘板岩多裂縫及節理，其中可能含若干地下水，在高山地帶噴出地面之泉水，即為包含於裂縫內之地下水沿地質構造線或岩層裂面上昇所成(何春蓀，1971)。中央山脈區特殊的地形地質特性不易形成區域性地下水流系統，而多為局部性地下水流系統；地質上，本區之岩層透水性差、缺乏有效含水層，而褶皺岩層發達以及岩層斷裂變位的斷層密集區，則造成自高處補注之地下水，於其鄰近低處即流出(流程短)；在地形上，地形崎嶇起伏且坡度大造成侵蝕劇烈，地表面土壤層較薄或局部性分佈，不易涵養降水致水循環較快(楊萬全，1999)。中央山脈因降雨多、集水區大、岩層破碎，易造成風化及侵蝕作用，於豪雨或颱風期所形成之洪水，將中上游之岩塊、礫石帶往下游谷口形成沖積扇，因而造就台東平原廣闊之沖積平原。

依據圖 2-5所示本區之水文地質類別，除區外台東平原或河川下游零星狹小之沖積層外皆屬固結岩類。本區內依水文特性可分為B1、B2及B3等三類。(1)B1類：係由片岩及廬山層板岩所構成，具極少地下水或無地下水之特性，廣泛分佈於本區之中央地帶；在台東南部之各河川上、中、下游皆有溫泉露頭分佈，這些溫泉或因層狀之含水層受河川深切而滲流或區域性斷層或節理之作用而成通路以致略呈線狀集中之趨勢。(2)B2類：由畢祿山層所構成，具局部可得豐富地下水常成泉水存在之特性，本類岩以分佈本區西端之脊嶺地帶及東北端鄰台東平原之坡地，在台東沿海河系之各河川之上游有數處溫泉露頭出露。(3)B3類：由大理岩所構成，以長條形薄層狀間夾於B1類之中段，分佈區內西北端山區。

從岩層含水較差、透水狀況較差與廣佈之溫泉露頭，均證明本區地下水系統為局部性。

表 2-1、台東東南部地下水地層分類表

分類		說明	地下水產狀	中央山脈
固結層	B4	由粗粒多孔岩石組成，含水量極豐，如白砂岩等。	地下水較豐富。	
	B3	由石灰岩、珊瑚礁岩等組成，含水量部份豐富，如中央山脈以東之變質石灰岩。	地下水部份豐富，水源較深。	PM2
	B2	由砂岩組成顆粒不大，但多裂縫，如南港砂岩等。	局部可得豐富地下水，常成泉水存在。	EP
	B1	主由頁岩或板岩組成，含水性較差，包括安山層、火山塊及凝灰岩，全島中央山脈之火山岩及變質岩屬之。	極少地下水或無地下水。	PM3,PM4,Ml
	B0	由泥岩組成，含水性甚差，分佈於台南崗山一帶。	無地下水。	
不固結層	A4	主要由礫及少量粘土所組成之現代沖積層，分佈於西部沿海一帶、蘭陽平原及花東縱谷平原等地。	地下水廣汎，且豐富。	Q4
	A3	主要由砂礫組成，部份半固結，不包括紅土層之台地均屬之，分佈於縱谷平原及西南部沖積平原。	地下水廣汎，部份豐富。	Q3
	A2	主要砂礫層及紅土層組成，分佈於桃園、中壢及大肚山台地等之台地。	地下水部份豐富。	
	A1	主要鬆礫石及砂頁岩組成，分佈於北部及東部沿海地區，如頭嵙山層、都巒山層、觸口山層、火山碎屑岩等。	含水量較差，局部有地下水。	

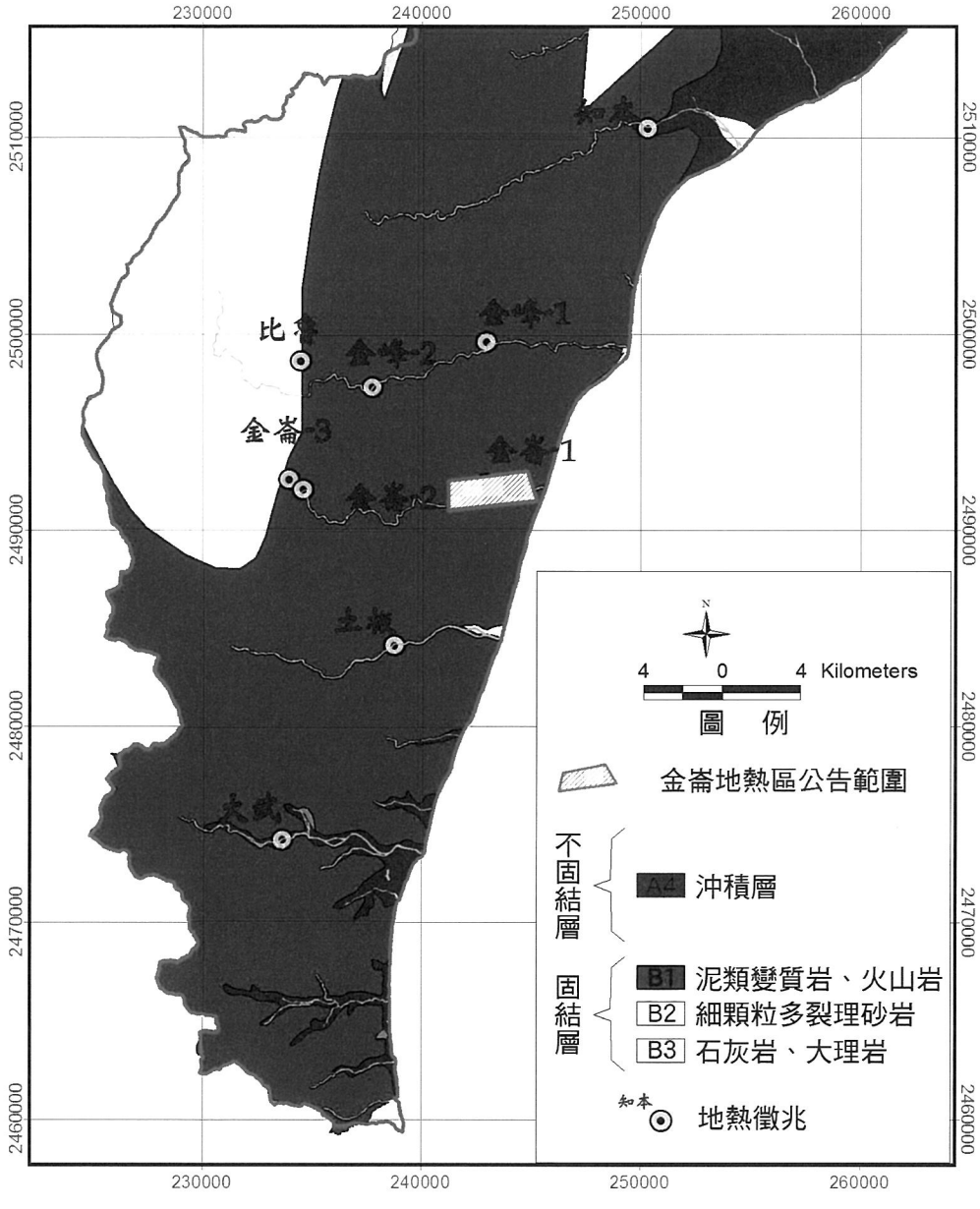


圖 2-5、台東東南地區水文特性地層分布圖

3. 航遙測判釋

3.1 概述

台灣地熱產狀除少數(如大屯山、龜山島)屬於高溫高酸火山型外，其他大部份(包括金崙地熱區)均為分佈於變質岩區之裂隙構造型之地熱。溫泉的形成條件包括：(1)熱源；(2)通路；(3)水源，而裂隙型地熱之循環深度為3000公尺深之深循環(陳肇夏，1975)，其地熱之循環受大地構造之控制，因此在地熱探勘上，此類地熱常以裂隙通路之調查作為首要目標。

野外地質調查方法，受地形及地表植被之限制，難以進行詳細的實地勘察，很難掌握區域性地熱產生之機制。利用衛星影像、航空照片及DTM三維地形模型等航遙測判釋技術，可觀察大區域數千公尺甚至數百公里之範圍，以獲取地質線型構造，分析其意義。在輔以區域地質與地質構造等相關資訊，研判區域地熱之控制機制。

本計畫以利用航遙測技術及其特性，從廣域範圍來研判本區區域地質構造與地熱分佈關係，包括斷層構造、褶皺、破碎帶等分佈及其延伸狀況等。

3.2 航遙測影像

3.2.1 航空照片

航空照片係指將攝影機裝置在航空器上，從事地面攝影，所得之像片即為航空照片。目前國內之航空照片主要為林務局航空測量所負責，提供製作像片基本圖及資源調查判釋，這類航照通常以黑白負片拍攝，比例尺在1/15,000~1/25,000之間。

航空照片之解像力較其他遙測影像系統為高，具有很高的幾何精確度，由地形的立體起伏形貌及特徵，可提供有用的地質資訊，是目前最普及、用途最廣且最經濟的遙測技術之一，也是使用最早的遙測技術。

本計畫為配合金崙地熱計畫之執行，使用本研究區域1/5000數值彩色正射影像檔(圖3-1)，除供計畫進行各類地質資訊判釋與空間分析外，並作為本計畫各項成果展繪之工作底圖流通使用。本批次正攝影像之拍攝期間為91年6月至92年12月。

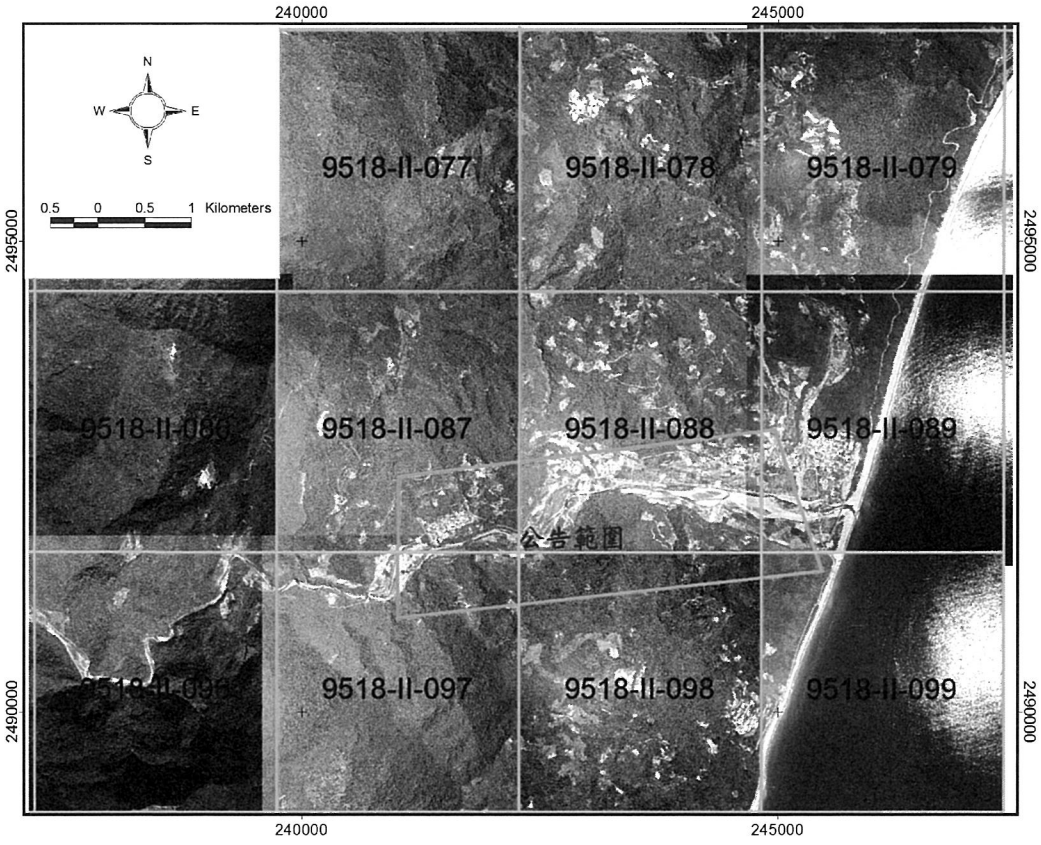


圖 3-1、計畫區1/5000航空正攝照片

3.2.2 衛星影像

衛星影像類型很多，不同類型的衛星具有不同的工作任務；在地質探勘上主要為資源衛星。資源衛星的目的是觀察地形地貌、環境污染、生態環境等現像。一般遙測技術所使用之衛星影像包括：

(1)SPOT衛星

SPOT衛星為法國所發射，屬於太陽同步軌道衛星，衛星在離地球832公里的軌道上運行，每隔26天回到同一地點。在SPOT衛星上裝載著兩種的感測器，一種是黑白的，能夠觀測到地表上超過10公尺大小物體；另一種多波段感測器分別記錄紅、綠及紅外線等三個波段，能夠分辨大小超過20公尺的物體。

(2)LANDSAT衛星

LANDSAT衛星為美國所發射，亦屬於太陽同步衛星，其繞行的軌道是750公里，比SPOT低一點，每隔16~18天就繞回到同一地點。感測器包括7個波段比SPOT的3個為多，但是空間解像力是30公尺比SPOT的20公尺略遜一籌。

(3)IKONOS 衛星

IKONOS 衛星是國際間唯一的商業性高解析度衛星。此衛星屬於太陽同步軌道衛星，距離地球680公里，於1~3日內可通過地表上的同一個地點，具有單波段和包含可見光與近紅外線的多光譜影像掃瞄器。由單波段的IKONOS衛星影像，配合精確的地面控制點和數值高程模型資料，可製作出圖形比例尺高達1/2500的準確圖形。

(4)福爾摩沙衛星二號

福爾摩沙衛星二號為地球遙測運用衛星，屬於太陽同步軌道衛星，距離地球891公里，每日通過台灣上空二次。中華衛星對地解析度(近垂直觀測)：全色態(黑白)影像2公尺，多光譜(彩色)影像8公尺。

3.2.3 數值高程模型資料

地形是地理環境的自然特徵，而等高線是地形圖表現地形最常被使用的方法。自1970年以後，使用電腦離散數位的方式儲存地形高程資料，已成為地理界、工程界及資源調查界普遍運用的技術，這種方法被稱為數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)。國內目前並無公開流通的數值高程模型資料，僅有行政院農委會農林航空測量所生產之數值高程模型，資料平面解析度為40公尺，該資料乃由飛機拍攝航空照片，再以立體製圖儀產生實際地表的高程資料，含有X座標、Y座標及Z高程值，而利用高程值資料可以繪製視覺上3D立體圖，以協助地形、構造坡度、坡向、水系及山脊之萃取與判釋。圖 3-2為金崙地熱區由數值高程模型資料所繪製之3D立體圖。

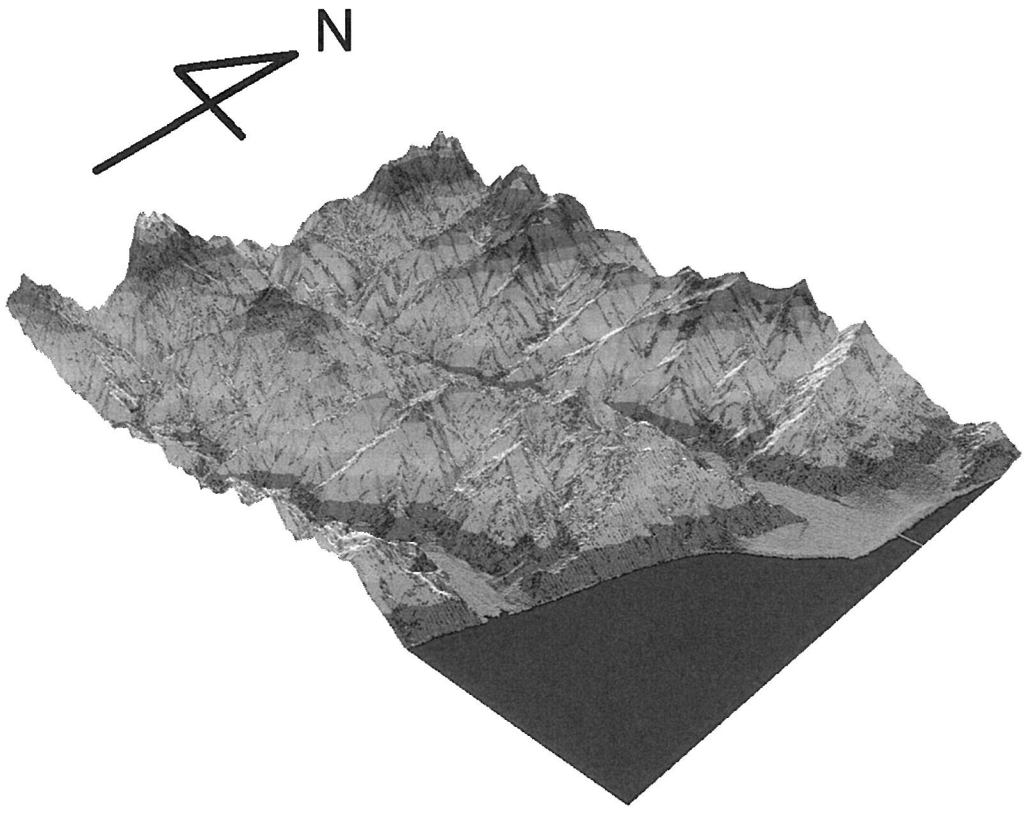


圖 3-2、金崙地熱區3D數值高程模型

3.3 前人研究

前人調查之地質資料可以提供航遙測判釋及分析參考之用。一般衛星影像地質判釋多涵蓋大範圍，以了解大區域地質特性，而小區域部份則以航空照片為主。本研究所蒐集之地質圖範圍涵蓋台灣東南部地熱溫泉區，即自台東市東南側之知本溪至大竹溪間之中央山脈南段地區；本區由於地形陡峭、岩性單調以及變質作用之故，目前尚無較詳細之1/50000比例尺之區域地質圖幅。前人相關地質及構造的研究包括：小比例尺之區域地質圖(如陳肇夏、莊德勇，1989；陳俊宏，1998)、區域性地熱資源調查(工研院礦研所，1979；工研院能礦所，1984；詹永光、吳光宏、李錦雲，1982；羅仕榮、林國安，1984)以及公路選線或鐵路沿線地質調查(胡賢能、詹新甫，1984；工研院能資所，1992)；各地質圖所涵蓋的範圍如圖 3-3，相關斷層及褶皺繪編如圖 3-4。各主要斷層及褶皺構造相關特性摘述如下：

3.3.1 褶皺構造

(1)金針山背斜：位在知本村附近，背斜軸呈一向西凸出之弧形，主要走向為東北，在凸起處過後轉向西北走向，背斜軸心為廬山層之金針山段(工研院能礦所，1984)。

(2)大谷向斜：位在近黃附近，向斜軸呈北北西走向，向斜軸心為廬山層之業那把里山段(工研院能礦所，1984)。

(3)托里背斜：位在比魯村附近，背斜軸呈南北走向，向北傾沒；背斜軸心為畢祿山層之砂岩段(工研院能礦所，1979)。

(4)連續系列褶皺組：本區岩層受多次且劇烈構造活動，部份區域出現由小背斜及小向斜連續出現，包括有台9公路松子澗、金崙溪莫哥布各及大竹溪土坂大竹間(胡賢能、詹新甫，1984)。

3.3.2 斷層

(1)射馬干山斷層：位於本區北部，約呈北東走向，為廬山層板岩及大南澳片岩間之斷層，斷層性質為正斷層(工研院能礦所，1979、1984)。

(2)樂山斷層：位在知本溪下游南北兩岸，此斷層切斷金針山背斜，斷層之性質為左移斷層(工研院能礦所，1984)。

(3)太麻里山斷層：位於知本西方約6公里之知本溪，為一南北走向之高角度斷層，其向南延伸至太麻里溪之入山檢查哨，延伸約10公里；此斷層根據岩性不同、擾動帶及鞍部地形等所推定(陳俊宏，1998；林慶偉等，1999)。

(4)真里武留山斷層：位於嘉蘭溫泉(金峰1號溫泉)西方約250公尺處，呈約N32°W走向，向東北傾斜約80°；係根據兩側地層岩性不同及附近破碎帶而推測其位置，斷距可能不大(工研院能礦所，1979；羅仕榮、林國安，1984)。

(5)介達斷層：位於介達附近，走向約N5°W，向南延伸至金崙溪南邊。斷層係根據太麻里溪北岸大山崩之存在，以及介達附近及金崙溪上游地方之錯動現象連接而成，該斷層兩側地層岩性差別不大(工研院能礦所，1984)。

(6)比魯斷層(又稱業那把里山斷層)：位於比魯溫泉東側，約呈南北走向，傾角向西之逆衝斷層，比魯斷層向南延伸至金崙溪、大竹溪中游，長約20~25公里；為本區之主要區域構造之一，分隔了始新世畢祿山層及中新世廬山層，此斷層由兩側地層岩性及位態不同而測得(工研院能礦所，1979、1984；羅仕榮、林國安，1984)。。

(7)南大武山斷層：位於南大武山西側，約呈北北東走向，分隔始新世畢祿山層及中新世廬山層之一大斷層，斷層性質為逆斷層(陳肇夏等，1989)。

(8)達爾朋斷層：位於太麻里南岸，約呈東西走向，延伸約10公里(林慶偉等，1999)。

(9)金崙斷層：位於金崙溪口，約呈西北走向，為左移斷層；斷層自金崙溪口向西北延伸，經金崙溫泉並延伸至太麻里溪上游之斗里斗里社南方，其延伸長達18公里(陳俊宏，1998；林慶偉等，1999)。

(10)多良斷層：位於金崙南方台9公路，呈西北走向；其延伸約1.9公里(工研院能礦所，1984)。

(11)瀧山斷層：位於壢坵東方約600公尺處，呈約N30°~50°之走向，屬走向斷層，推測斷落差不大，本斷層亦由岩性不同而推測者(詹永光等，1982)。

(12)壢坵斷層：位於壢丘村西北約300公尺處，約呈東北東走向；其延伸約2.1公里(工研院能資所，2002)。

(13)地客崙斷層：位於金崙溪中游，約呈北東走向，高角度右移斷層；延伸約6公里(陳俊宏，1998；林慶偉等，1999)。

(14)加奈美山斷層：位於土坂護管所西側，約呈東西走向，為一高角度左移斷層，向東延伸經加奈美山至富山；依據位態變化差異、砂岩厚度無法對比及崩塌現象等所推定(陳俊宏，1998；林慶偉等，1999)。

(15)土坂溪斷層：位於土坂溪與台坂溪匯流口處東側，約呈北東走向，為一右移走向滑移斷層；斷層向東北經中大溪可延伸至上大溪，向西南則可延伸至紹家，約達11公里(陳俊宏，1998；林慶偉等，1999)。

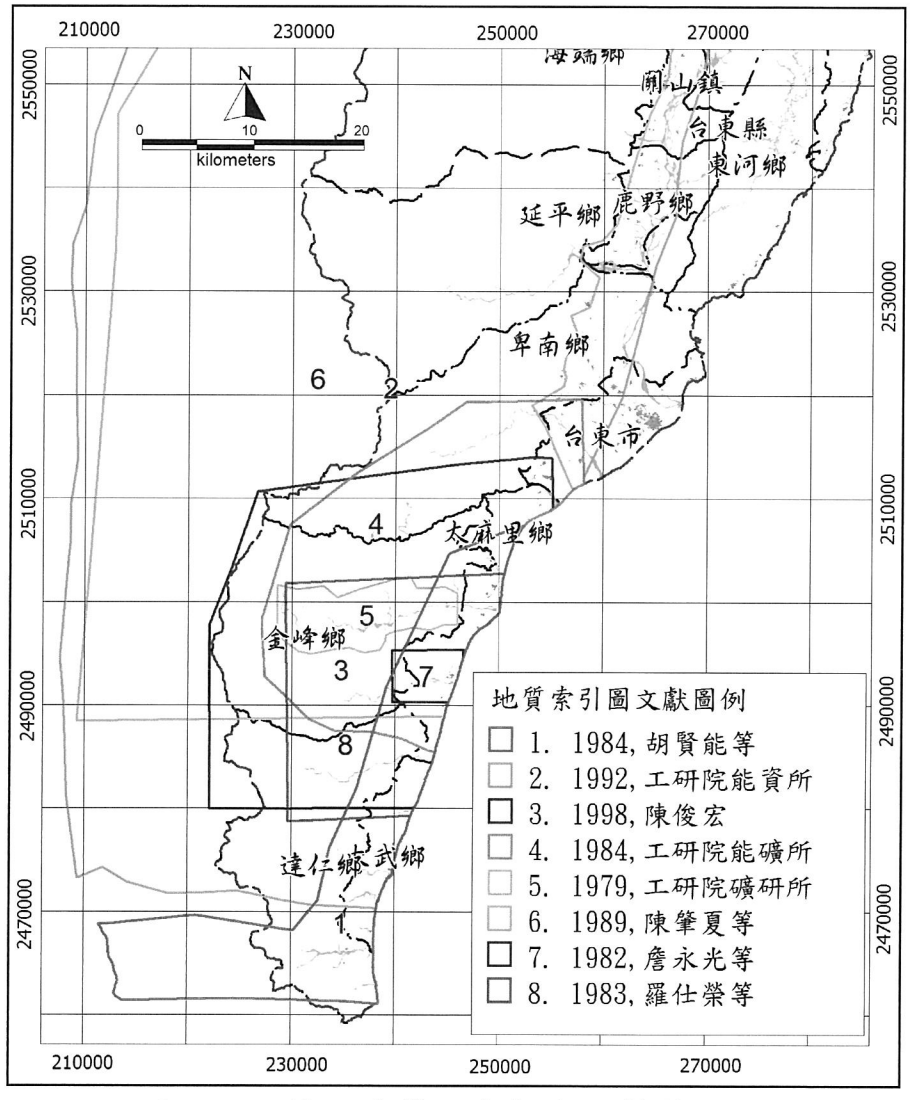


圖 3-3、前人地質研究報告涵蓋範圍圖

圖 3-4、台東縣東南部地質構造描繪圖

3.3.3 分析與討論

為了解本區域之地質構造線的分佈趨勢，將圖 3-4內之各地質構造軸線或斷線，以最趨近之直線表示，進行其走向玫瑰圖分析，相關成果如圖 3-5。本研究區主要地質構造走向以北北東-南南西方向為主，其次為東西走向，再其次為西北-東南至西北西-東南東走向。區域內有兩組或兩組以上的構造方向，推測與本區受到多次地質構造活動有關。胡賢能等(1984)進行南迴鐵路沿線地質調查，依據層面、褶皺及劈理面等分析結果，提出本區岩層曾受到三次構造運動：(1)第一次構造運動：為本區岩層沉積生成後最早期褶曲作用，其主應力方向約為南北向，形成東西之褶皺軸。(2)第二次構造運動；此運動為本區內最劇烈之一次構造運動，不但使本區產生緊密的褶曲，也同時形成區域變質作用。本區主要北北東-南南西構造線走向，均由此構造運動所造成，其主應力方向約為東南東-西北西。此次運動與前次運動在東部區域造成穹頂及窪盆構造。(3)第三次構造運動；此運動在本區表現不甚明顯，只由第二次運動所生成之劈理面位態之變動察覺。

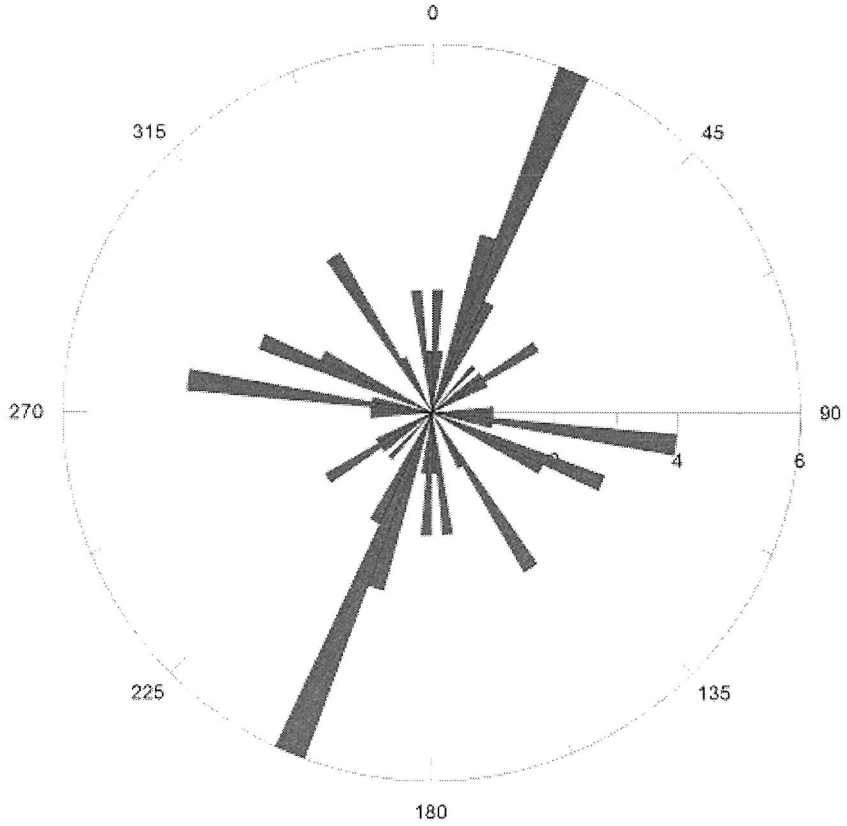


圖 3-5、研究區之地質構造線走向玫瑰圖分析

3.4 水系分析

3.4.1 原理說明

水系分析在遙測地質判釋上為一重要項目。在地熱地質研究上，主要透過水系分析了解：(1)地質上的意義；(2)物質的滲透特性。水系分析之項目有：水系型態之分析、水系之組織與密度分析及河道異常之辨認。

3.4.1.1 水系型態

水系的型態及其連續性是地質判釋的基礎，由於水系的發育和地貌、岩性、地質構造的關係密切，一定的水系形態反映了一定的岩性和地質構造。

每一條河的主流都匯集好多條支流，主流和支流匯合而成的網路，稱為之水系。由於河流受到原始坡面、地形發育、構造變動、岩石軟硬等影響，造成不同類型形狀的水系。水系型態一般分為下列各種(林朝宗，1988；劉進金等，1983)：

(1)樹枝狀水系

樹枝狀水系的支流及次一級支流匯合於主流的方向，已大致近似於銳角交匯，排列的形狀有如樹枝。在岩性較均勻或表層堆積較厚的地區，且地質構造運動影響較小時，水系通常顯示樹枝狀。於均質軟質岩呈細組織，在透水性好之砂岩中呈中組織，在塊體火成岩或變質岩上呈粗組織。

(2)格子狀水系

又稱葡萄棚型。主、支流呈直角或近乎直角交匯；由順向河、順層河、反向河及再順向河等諸類河流組成。常發生於褶皺顯著區，軟硬互層之傾斜沉積岩，或密集並行的斷層區。

(3)矩形水系

主支流常呈近直角相交，狀似矩形，稱為矩形水系。受基岩之節理、葉理或其他碎裂之控制，如河流與斷層或節理等構造弱面相交時會突然轉折而沿著斷層或節理的方向發育，使水系出現線型。

(4)平形狀水系

水流似馬尾主支流近平行，垂直於崖走向；發育於均質陡坡上，坡度約一致，寬廣海岸平原、單斜脊等地區。

(5)放射狀與向心狀水系

多條河由中央高地向四方呈離心狀分流的水系；一般分布在火山錐、孤山、島嶼和穹窿構造地區，水系呈線放射狀。相反地，有時水系呈向心狀，自外向內心集中；此型態發現於盆地或局部沉陷地區，如石灰岩地區的落水洞、火山口、或其他凹地。

(6)環狀水系

環狀水系形成條件與放射性水系形成條件相同，但主要集水河流環繞環起區的坡底通過，故在穹窿構造區較為發育。

3.4.1.2 水系之組織或密度

從事水系型態判釋時，也可以同時注意水系密度，即單位面積的水系長度或水系間隔。一般而言，堅硬、塊狀的岩層，如砂岩、花崗岩等，較容易發育成粗組織水系(即水系密度較疏)；而軟弱易受侵蝕的岩層，如頁岩或泥岩等，較容易發育成細組織水系(即水系密度較密)。此與岩層的透水性有相當的關係。透水性佳者呈低密度水系，透水性差者呈現高密度水系。

水系之組織(或稱密度)，即單位面積的水系長度，或水系間隔。水系密度的分類，以比例尺1:20,000的航照上所描繪出的第一級河道的平均間隔為依據：(1)間隔小於0.5公分者為細組織；表示土壤及岩石之滲透性不良，而地表滲流大的地區。(2)間隔介於0.5公分至5公分者為中度組織；表示土壤及岩石之滲透性介於粗組織及細組織間。(3)該間隔大於5公分為粗組織；表示土壤及岩石之滲透度良，而地表逕流小的地區(劉進金等，1983；龔可珍等，1987)。

3.4.1.3 河道異常之辨認

河道異常辨認重點有(劉進金等，1983)：

(1)線狀水道—斷層、節理、破碎帶、或較軟岩性帶。

(2)弧狀水道—穹窿狀突起或盆地。

(3)水系密度的突然變化—岩性或地形的變化。

(4)河流縱剖面上發展階段的突然變化—基岩或構造的變化，或新近造陸運動。

(5)河流之屈曲與回復—河流之流向在地表上突然屈曲與回復現象；區域內之河系沿一線性界面發生轉折之現象，顯示走向變化斷層存在(潘國樑等，1985)。

(6)許多河川襲奪的現象—新近地殼運動。

(7)氾濫平原上特徵物，如：寬度、河道、河階台地之有無等的變化—其底下構造或岩性的改變。

(8)溫泉、石灰洞、或其他凹陷等成線狀排列—地底下有破裂帶或斷層存在。

(9)河道上有瀑布或急流處—堅硬基岩的出露。

3.4.2 判釋成果分析與討論

水系分析範圍涵蓋知本溪、太麻里溪、金崙溪及大竹溪等集水區；本水系圖之描繪，由比例尺1/25000地形圖取得常流河分佈，並從凹陷之山谷地貌特徵摘出間歇河 (如圖3-6)。從水系型態、水系密度及流向等特徵些微不同，大致可將圖 3-6分出東西兩區，分區界大致北起松山南經尖山、杜鴉原山等山峰連線為界。西側分區為各主要溪流之上游地帶；其水系型態包含有樹枝狀及格子狀水系，水系密度以中度組織為主而細組織為輔，流向以東西向為主而南北向為次。東側分區為各主要溪流之中下游地帶；其水系型態多呈樹枝狀水系，水系密度有較顯著之細組織。流向方面，主流以東西向為主，而支流則多呈南北向 。格子狀水系所代表之意義為傾斜沉積岩構造特徵，樹枝狀水系顯示其岩層或其組成材料較不受構造影響。依據區域地質圖，本區西分區大致在比魯斷層以西，為始新世之畢祿山層，其為含厚層砂層之泥質變質岩，這些厚砂岩抗蝕力較強，於褶皺或斷層作用後，會成單斜構造而顯現出格子狀水系；至於東側則為中新世廬山層板岩，其組成以單調具厚泥質變質岩，較不受構造因素影響而以樹枝狀水系為主。

在圖 3-6中可以看出一些水系線狀錯移徵兆；在西側分區這些錯移徵兆主要以南北向為主，少部份為東北至東北東方向，在東側分區多為東北至東北東方向。在圖 3-6東北側自知本溪至太麻里溪間，經過羅打結山有一呈東北轉向東南向之山脊，形成東西向之分水嶺，從區域地質圖來看其大致為金針山背斜出露地區。

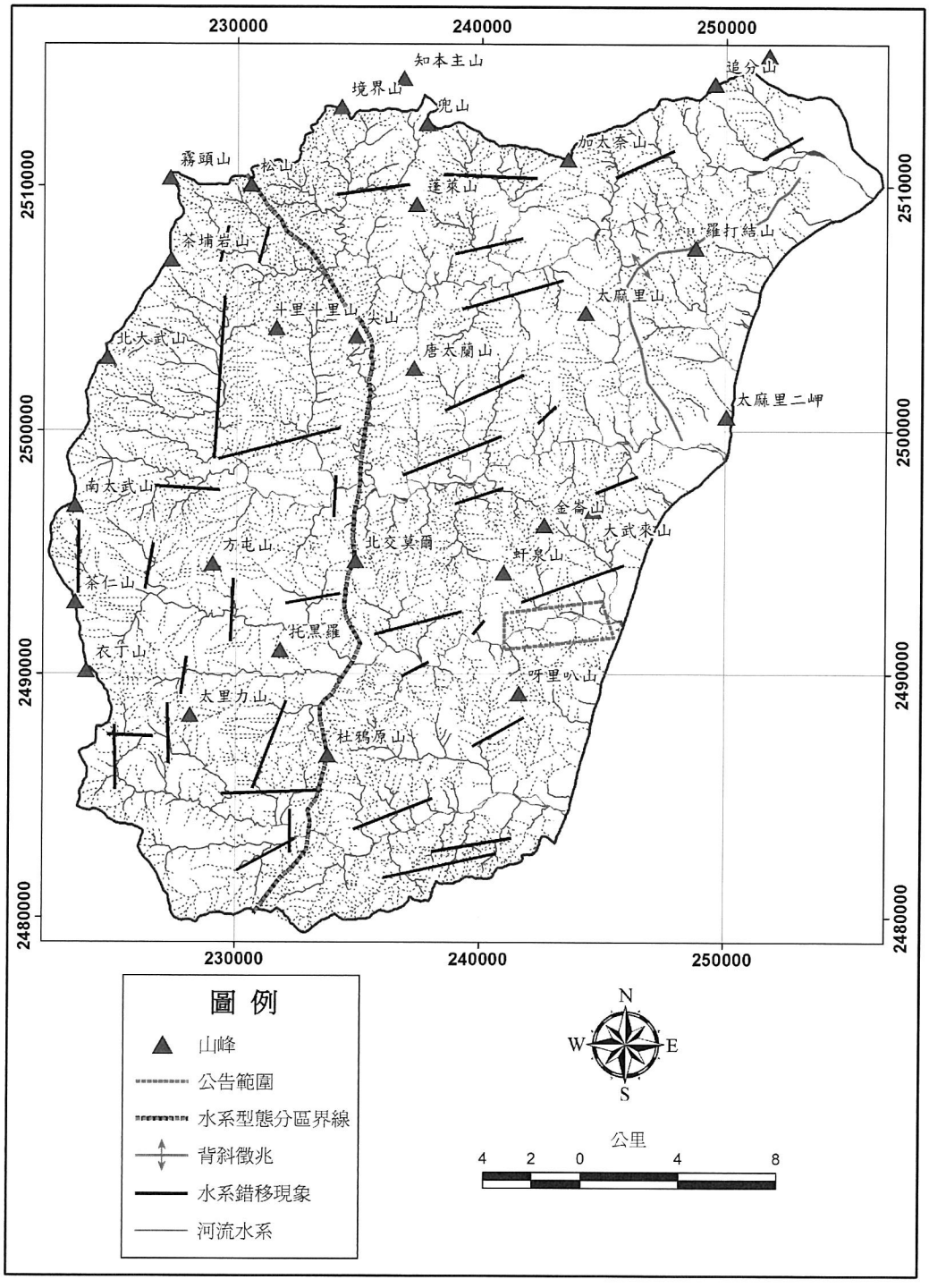


圖 3-6、水系及判釋圖

3.5 線型分析

3.5.1 原理說明

遙測影像所稱之線型必須具備有兩個條件：(1)線狀分布；(2)地質意義。

(1)線狀分佈

遙測影像上會顯露一些線狀現象，無論是由型態或色調所構成之地表現象，其必須具有『線』的性質方可稱為線型；而在地面上觀察並不一定能找到其位移的證據。一般影像上之線型，或單純由一單線組成之直線或微彎曲線，亦可由複雜線狀排列所構成。

(2)地質意義

只有與地質構造有關的成線現象，才稱為線型。影像之線型可能代表地殼內受構造控制之斷裂或地層之界線等。斷裂則包括斷層、節理、剪裂帶、岩脈、褶皺軸、以及其他不連續面。地層之界線包括層面、片理、片麻理、岩石界線及不整合等所呈現者。

地圖或影像上與地質有關之線型，通常反映著其為地殼的弱線或弱帶；其中部分的線型可能為相關於岩體的淺部構造現象，另外部分的線型可能則是與區域性基盤相關的地質弱帶。根據一般的觀察，線型或斷層延展愈長，則它們向下延展愈深。Kowalik and Gold (1976)之線型研究中，將影像上之線跡大致分成兩類：(1)為有明顯位移現象者。(2)為沒有明顯位移現象者。前者因有明顯之位移現象，所以在影像上逕可判釋為斷層，後者則由Gold(1980)依據不同長度建議使用不同的名稱，並述及相關辨認方法與其可能之地質意義，其結果歸納成表 3-1加以說明(潘國樑等，1985)。

表 3-1、遙測線型之名稱與長度、辨認方法及可能之地質構造說明表

線型名稱		地面長度	辨認方法	可能的地質構造
節理跡線 (joint trace)		數公分至數十公尺	大比例航空照片	岩層層面或節理面
斷裂跡線 (fracture trace)		約100公尺至1.6公里	傳統航照、大比例尺地形圖(1/1000~1/10000)	狹而傾斜急陡之節理密集帶，其寬最大可達30公尺
線型構造 (lineament)	短	約1.6至10公里	小比例尺航空照片、地形圖(1/25,000~1/50,000)，地勢模型	寬可達數公里之擾動岩石，其中包括許多斷裂密集帶
	中	約10至100公里	高空航空照片、地形圖(>1/50,000)、地勢模型	
	長	約100至500公里	衛星影像與小比例尺地勢模型	岩相分區、成線之火山口排列(地震帶)、斷裂帶、板塊縫合帶
	巨	>500公里	衛星影像與鑲嵌衛星影像	

3.5.2 線型之構成要素與繪製

遙測影像上的線型可能由色調、組織、空間排列型態、地形、或植生之排列或變化所造成。在影像上成線的現象有四類：(1)地形的成線，如線狀崖；(2)水系成線；(3)土壤或植生之色調變化的成線； (4)以上三者的混合。在遙測影像上之地形與水系線形，可反映地表或地下物質之相對抗蝕強度之變化，通常由於岩性變化或斷裂所造成；色調線型則包括各種由植生或土壤狀態所顯示不連續線與帶，代表地表之異常或各種不連續面。

線型繪製可為下列一項或多項映像之組合：(1)尖銳的地形破裂；如崖坡或地形顯著之遷急點。(2)線狀的水系。(3)突然轉向的水系。(4)成線狀排列之凹地或蝕孔；如通谷地形。(5)呈線狀排列之構造現象所呈之線帶。(6)色調、顏色、或植生所成之線狀斷裂。

3.5.3 判釋成果分析與討論

線形趨向之模式解釋是線形分析過程中最主要的工作；其主要的目的是在於探討線形的性質與成因。模式解釋可先由線形統計圖(柱狀圖或玫瑰圖)著手，由線形圖統計圖找出幾組線形集中方向，每組不同方向的線形可代表性質的地質構造。若假設地體受某一方向之最大主應力作用，則其在地殼上所產生的斷裂會有某些規則性，而這種規則性會在線形統計圖上表現出來，並可經由其應力變橢圓圖加以解析各組線形所代表意義(潘國樑等，1985)。

本研究區線型分析範圍同於水系分析範圍，線型之繪製準則依據3.5.2 節，線型之繪製乃自水系圖、比例尺1/50000等高線圖及4種打光方向之DTM日照陰影圖(45°、135°、225°及315°)等綜合判釋而成，分析成果圖如圖 3-7(以45°日照圖作為底圖)。

依據圖 3-7之線形進行其走向玫瑰圖分析，相關成果如圖 3-8；比對圖 3-5及圖 3-8發現，大部份線型走向趨勢大致相同，較特殊的是圖 3-8內之西北-東南及東北東-西南西兩方向線形顯著增加(如圖上箭號)。如果以北北東-南南西方向代表主要構造，圖4-9為本區域可能之應變橢圓與構造線之關係圖，其主應力軸為東南東—西南西方向，垂直於主應力軸之北北東-南南西方向線形為代表逆斷層與褶皺之地質線形，平行於主應力軸方向之東南東—西南西方向線形為代表正斷層之地質線形，至於斜交主應力軸方向之西北-東南及東北東-西南西兩方向線形為代表剪力斷裂之線形。在地熱探勘上，剪力斷裂或張力斷裂其意義遠大於擠壓斷裂，其常為地熱溫泉之通路；如上述在本區西北-東南及東北東-西南西方向之線形有較顯著之分佈，有進一步加以分析之意義。若以射馬干山、比魯斷層及

沿海岸之線形為界，摘取此兩方向製成圖 3-10線形分佈圖，東北東-西南西方向以分佈於主要河道，西北-東南向則為線狀支流或地文線形所構成。將東北東-西南西方向繪製線形圖如圖 3-11，可見地熱徵兆出露於此線形之中，顯示其為地熱徵兆重要線形。傅式齊(1997)以書架式轉動模式解釋台灣南部陸上及海域之橫移斷層系統，若比魯斷層及沿東部海岸線形為左移斷層，則這些沿主要河系發育之東北東-西南西走向線形，則可能為右移斷層系統。

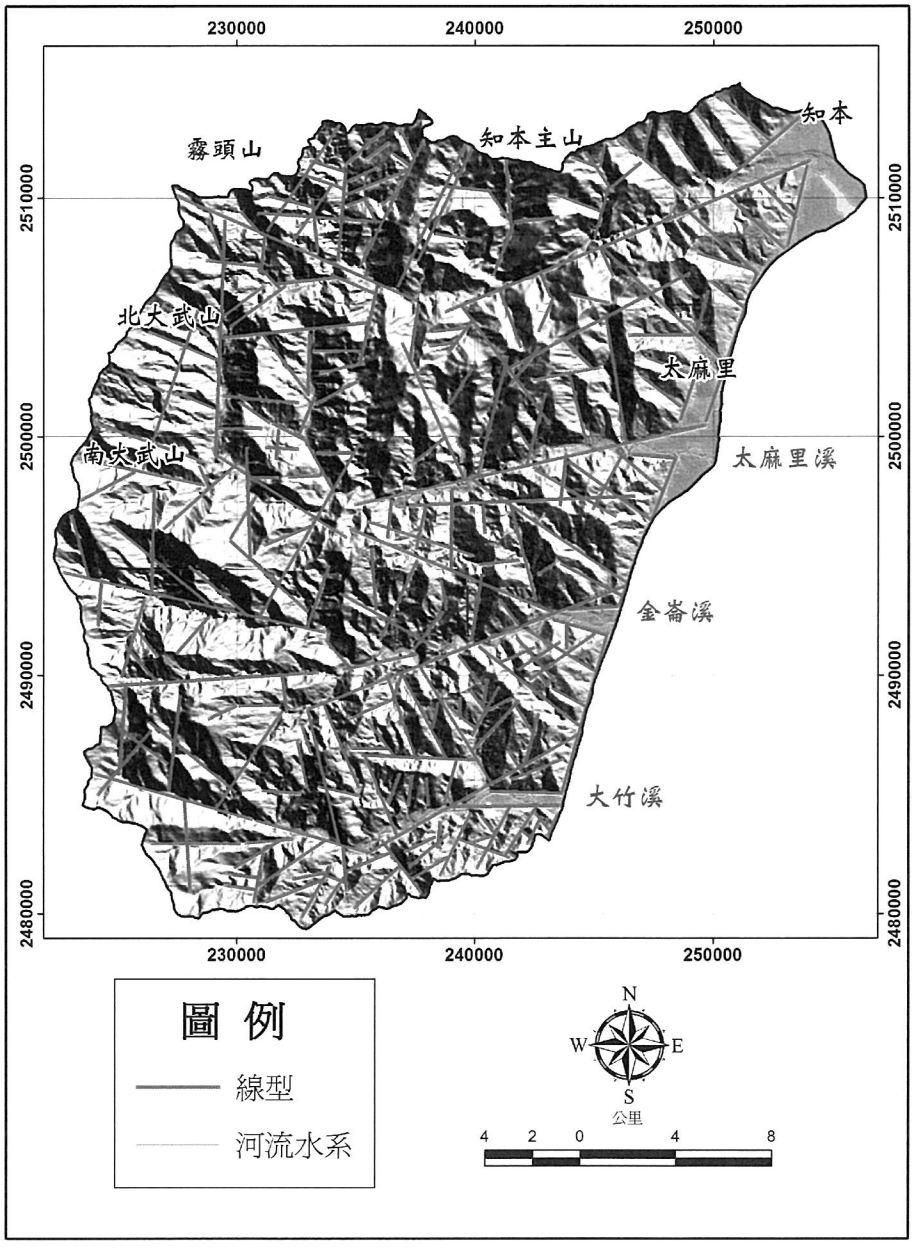


圖 3-7、知本-大竹地區線形判釋圖

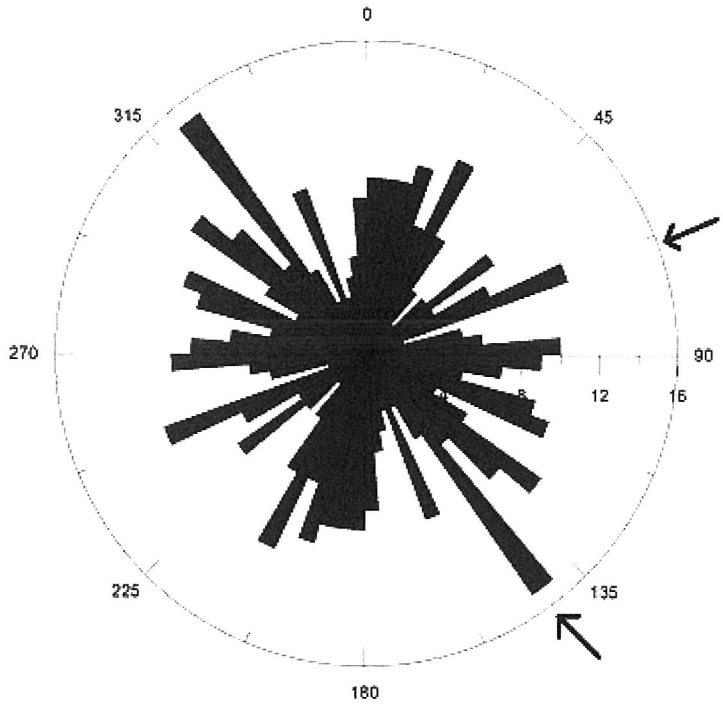


圖 3-8、知本-大竹地區線形走向玫瑰圖分析

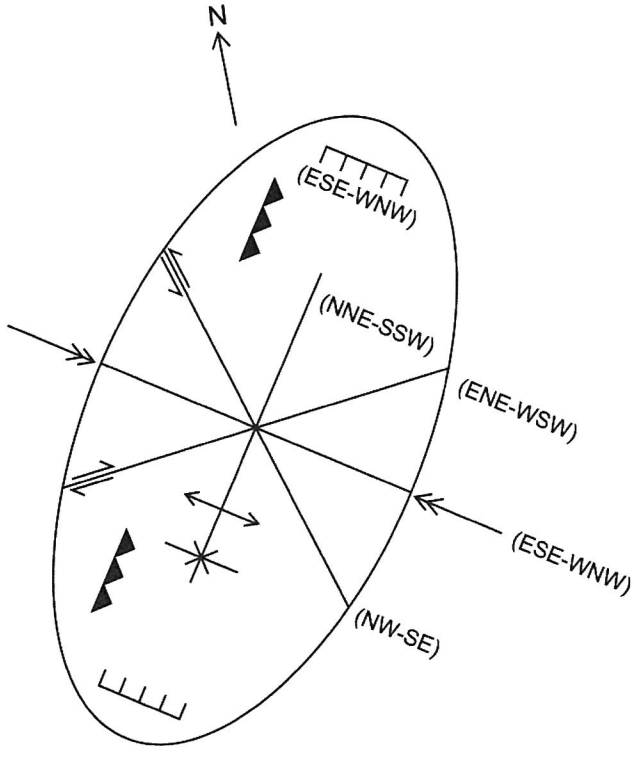


圖 3-9、知本-大竹地區應變橢圓與構造線之關係圖

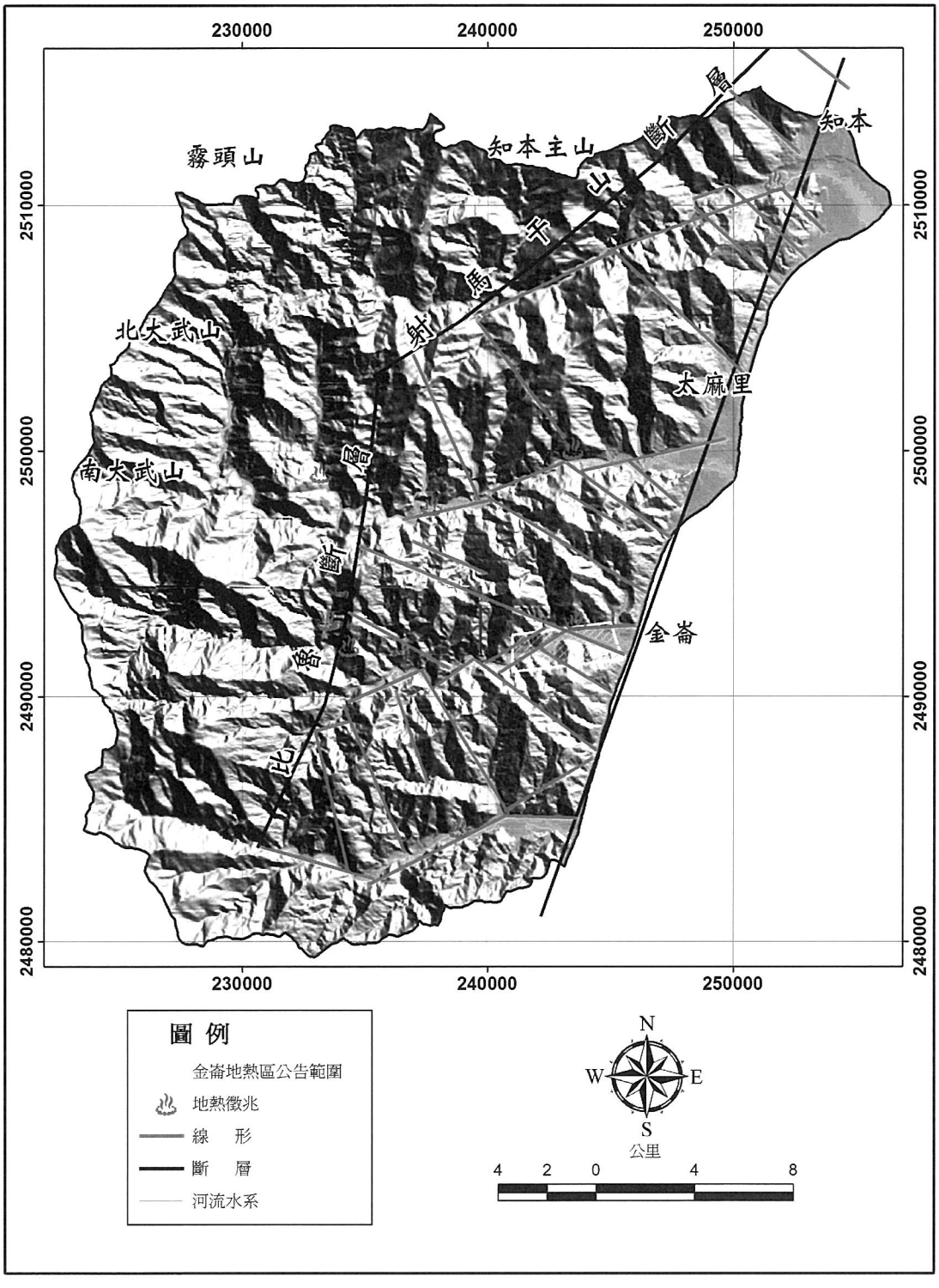


圖 3-10、比魯斷層東側西北-東南向及東北東-西南西線形分布圖

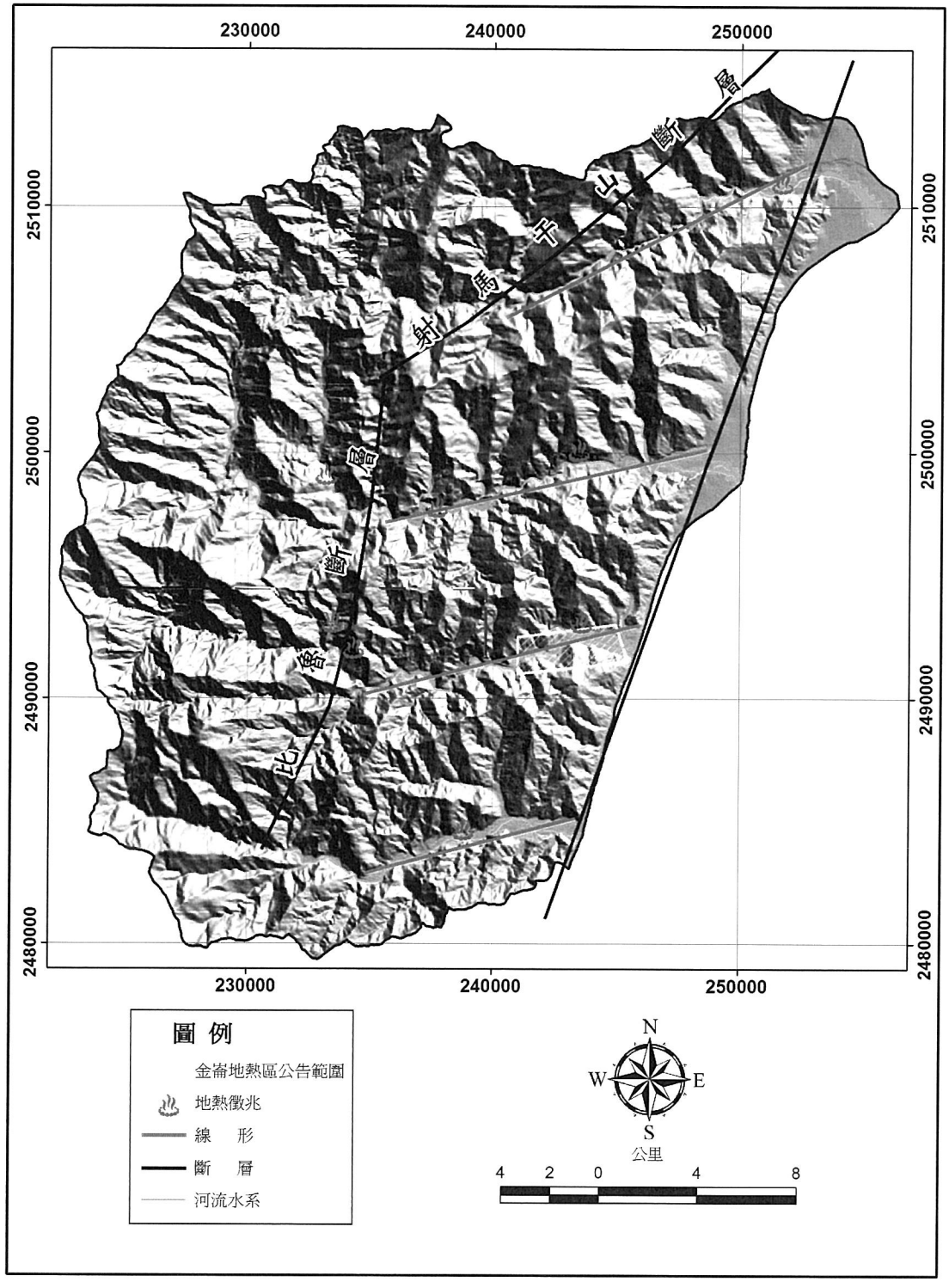


圖 3-11、比魯斷層東側東北東-西南西線形分佈圖

3.6 航遙測綜合判釋之結果與討論

(1)由前述地質及航遙測判釋資料顯示，射馬干斷層以南之中央山脈東南麓地熱溫泉區，大致可再以比魯斷層為界，區分為東西兩區；金崙地熱溫泉位在東分區。

(2)多次之地質構造活動，致使岩層產生變質作用，變質熱可能促使本區有較高地溫梯度或地溫；另所形成穹頂及窪盆等地質構造，對於熱水儲存有所助益。

(3)比魯斷層以東地質區內，東北東-西南西走向線形或水系錯移異常為一重要地質線形，其與本區之地熱溫泉徵兆有相當關連性。

4. 環境地質

山坡地是環境地質敏感地帶，坡地環境地質資料為坡地開發利用之防災及減災重要資訊；地熱溫泉區多處山坡地，其開發利用亦需注意地質環境敏感區之影響。評估環境敏感區所考慮之因子包括有：(1)環境地質敏感區；其主要為探討地質災害發生源區之類別；(2)環境地形；其主要為進行地形地貌之小地形分區，以掌握災害發生之發生源區、運動及影響區；(3)保全對象；保全對象汎指包括人員、建物及道路等，這些脩關人民之生命財產保全。

4.1 環境敏感區之評估作業規範

環境敏感區之評估作業包括有四個階段：(1)資料蒐集階段。(2)資料調查階段(判釋與處理)。(3)分析與評估階段。(4)成果彙編階段。

4.1.1 資料蒐集階段

資料蒐集是認識研究區最佳途徑。本研究所需蒐集之資料包括 (1)地形圖資料：如像片基本圖、航照與遙測影像及數值地形。(2)地質圖資料：地調所之地質圖暨說明書、相關學術或機關之地質圖與文獻。(3)地質災害圖資料：環境地質圖、活動斷層分佈圖、礦坑聯絡圖、土石流及危險溪流分佈圖等圖件及文獻。

4.1.2 資料調查階段

本階段乃將所蒐集資料進行人為的判釋及電腦處理，並以地理資訊系統(GIS)運用軟體為介質，直接從電腦螢幕上進行判釋，同時以繪圖編輯工具圈繪數化處理。本階段主要工作有：(1)保全對像判釋: 從航照遙測影像摘取出聚落、道路及可能開發利用之基地等。(2)環境地形分析: 由地形圖之地貌特徵，劃分出金崙地熱區內各地形單元。(3)地質災害敏感區判釋: 自地形圖及航遙測影像判釋出潛在地質災害之區位與類型。

4.1.2.1 保全對象判釋

保全對像判釋首先需界定研究範圍，研究範圍界定以涵蓋金崙地熱區之公告範圍，另外考量其周邊主要道路及聚落。從內政部二萬五之地形圖及農航所像片基本圖之圖面判釋，可判釋出建物及道路等之分佈。

4.1.2.2 環境地形分區

環境地形包括區位及地貌之研究，以地貌特徵加以劃分地形單元邊界，並配合相關區位探討地形之接鄰性，有助於掌握及評估地質敏感區之發生源、運動及影響區範圍。因此，建立系統性之環境地形資訊，將有助於地質地形安全評估。

本研究對於環境地形劃分原則參考石再添等(1990)、王鑫(1988)及林朝棨(1957)等之相關地形單元分類後，以判釋的可易性分為兩級(如表 4-1；翁勳政等，2007)。第一級為地形分區；以區位為劃分原則；而第二級為小地形區，著重於地貌特徵。

(1)高地地形區

高地地形是指這個地方比周圍的地勢高之地區；從地形地貌特徵可再區分為幾個小地形區：(A)高山平夷面；開闊緩起伏之高地。(B)山丘；高地上突起之小丘。(C)山脊；是一條狹長而兩側陡急之高地，通常為兩小集水區之分水嶺。(D)稜線；是山脊由高向低延伸的地形，具一面上坡而三面下坡之高地；通常分隔兩不同坡面地形。(E)山坳；山脊上兩山之間的低下處，為河水分流的源頭。(F)鞍形地；山脊上兩山丘之間低淺處。

(2)坡面地形區

坡地地形其上銜接高地地形區，而下鄰接低地或階地之斜坡面。從坡的垂直剖面(坡形)來看，有凹坡、平坡及凸坡等三種型態，而水平剖面(等高線的彎曲形狀況)則有直形、嘴形及窪形。本研究對於坡面判釋與分類主要依據等高線水平剖面狀況所分類有：(A)斜坡；斜坡面上等高線大致呈相等間隔。(B)山嘴坡；斜坡面等高線呈向外凸出；山嘴一般又指山脊或稜線由高處往低處凸出低地的部份。(C)谷形坡；斜坡面上等高線呈向內凹入。

(3)低地地形區

低地地形區是指該地比較鄰近低下或平坦之地區。由地形地貌特徵，其可再區分為幾個小地形區：(A)河流；為河道及其行水區所構成之低地，在地圖上將河道標為藍色區域。(B)河谷；自河流上溯伸入周圍高地或坡面之狹長凹狀低地。(C)泛濫平原；分佈於河岸兩側平坦低地，過去為河流溢出河岸所形成者。(D)扇狀地；分佈於谷口或主支流會流處之扇形低地，為河流從山區流至山麓或平地後由堆積作用所形成。(E)山間盆地；周圍被高地或坡面所圍繞，中間盆狀的低地。(F)窪地；包括一切凹狀低地。(G)湖；陸地上積蓄於窪地之水體。

(4)階地地形區

階地地形區指位在河岸或山坡上之窄長平地，以河階面為主；階後緣多緊鄰坡面區，階前緣多呈階崖狀坡面區或河岸。台灣地區造山運動頻繁，故形成高差不等之階地。地理學家一般依據河階面地形面高低及野外觀察，再分為高、低位河階；本研究以從環境地形觀點，以考量其下方階崖鄰接地形分區及河流侵蝕狀況，一般低位河階之階崖與低地地形區相接，且無顯著之蝕溝或向源侵蝕地形；高位河階之階崖鄰接低位河階面或坡面地形

區，通常具蝕溝或向源侵蝕現象。另有發育於稜線上之緩平地，稱為山肩或山額。坡地之建物或道路因開挖整平而形成階狀地形，稱之人工階地。

4.1.2.3 地質環境敏感區

地質災害敏感區之判釋主要依據其色調與形貌特徵，藉以取得發生災害之範圍(存在區位)及類型。判釋之手段涵蓋航遙測影像及地形判釋或兩者之綜合判釋。山地之主要地質災害類型包括：邊坡災害、河流災害及基礎沉陷災害。

(1)邊坡敏感區

邊坡敏感區指易因邊坡之破壞，而損及人類生命或財產安全的區域。邊坡破壞又稱為斜坡運動或崩塌；在台灣對於邊坡破壞的分類主要有兩種：(1)形貌特性；及(2)運動方式。前者以運用於遙測資料圖面判釋作業階段所得之普查成果，後者則是經實地觀察與量測階段所得之精查成果。台灣地區常見邊坡敏感區之類別：有山崩、地滑、陡坡及順向坡，表4-2為邊坡災害之分類表及本研究建議分類準則。

(2)河流侵蝕與堆積敏感區

河水是塑造地形之主要外營力，不論大江或小河溝都有侵蝕、搬運與沉積這三種現象在持續的在進行；前兩者主要造成坡面組成物質之耗失，通常可合併稱之侵蝕作用；而後者以造成下游地帶之堆積作用。

常見之河流侵蝕類別有：河岸侵蝕、向源侵蝕及蝕溝侵蝕等三類。表 4-3為河流侵蝕敏感區之分類表及本研究建議分類準則。

河流堆積敏感區為河流或雨水的搬運及堆積作用所產生危害人類生命及財產之地質災害。表 4-4為河流災害堆積敏感區分類表及本研究建議分類準則。

(3)基礎沉陷敏感區

由填土、採礦廢石堆積、斷層破碎帶或崩積物所組成的物質，多為非均質、顆粒淘選極差、不易壓實、孔隙大、抗剪力低的土石。在這些類型土石上加蓋建築時，一旦建築物重量超過土石的承載力時，此時建築結構就會持續地加速沉陷或傾斜。表 4-5為基礎沉陷敏感區之分類表及本研究建議分類準則。

表 4-1、坡地環境地形類別

地形分區		小地形區
區位	分區	
山頂	高地區(HL)	高山平夷面(EH)、山脊(RG)、稜線(CR)、山丘(KN)、山坳(CL)、鞍形地(SDL)
山腹	坡面區(SL)	斜坡(SL)、谷坡(VSL)、山嘴(SP)
山腳	低地區(LL)	河流(R)、河谷(V)、泛濫平原(FP)、扇狀地(F)、山間盆地(B)、窪地(DP)、湖(L)
山腹—山腳	階地區(T)	高位階地(LT)、低位階地(FT)、山肩地(SD)、人工階地(AT)

表 4-2、邊坡災害分類表

類別		說明	代碼	
			一級	二級
山崩	淺層崩塌	為發生於岩體或土體表層之崩落現象。此類崩塌多發生於風化表土層、崩積層及陡坡等條件之地區。	LS1	LS1A
	落石崩塌	岩體自坡上分離並以自由落體之方式向下掉落之現象，通常會出現在斷崖或幾近垂質之岩石邊坡。		LS1B
地滑	弧型滑動崩塌	岩石或土體沿著上凹的弧型滑動面向下向外滑動的現象。弧型崩塌以發生於軟弱或破碎岩層或土層。	LS2	LS2A
	平面型滑動崩塌	岩石或土體沿著平面或近乎平面之滑動面向下滑動。順向坡滑動是常見之類型，指沿順向坡面產生之岩層或岩塊滑動崩塌。		LS2B
順向坡	確定順向坡	順向坡係指與地層或岩性不連續面之傾斜方向一致的邊坡。圖面判釋具顯著之地貌者，或經實地量測確認者。	DS	DS1
	推估順向坡	經地形計量分析所得，且未能在實地量測位態以供確認者。		DS2
陡坡		經研究山崩多以發生於坡度>40°之坡面，數值地形資料經運算後可得>40°之區域。	SA	

表 4-3、河流侵蝕敏感區分類說明表

類別		說明	代碼
河流侵蝕	河岸侵蝕	河岸侵蝕主要發生在河道彎曲之處，河流擺動的外緣常是河水側蝕最劇烈的地方，稱為攻擊坡或切切割坡。	ER1
	向源侵蝕	在河流的源頭處，河流下切作用會使河溝逐漸向上游延伸，此種自然作用稱為向源侵蝕。	ER2
	蝕溝侵蝕	地表逕流在地表之下切作用會在地表流下指溝或蝕溝等侵蝕溝，稱為溝狀侵蝕。	ER3

表 4-4、河流堆積敏感區分類說明表

類別		說明		代碼
土石流堆積	危險溪流	土石流為溪谷或斜坡上之鬆散土石，與降雨形成之逕流或下滲雨水相伴，形成高濃度之土、石順溝谷流動現象。	依據『農委會』公佈之結果。	DF1
	敏感溪流		航遙測判釋在源頭區有碎屑堆積、具有崩塌與向源侵蝕、中下游河床堆積土石等現象。	DF2

表 4-5、基礎沉陷災害分類說明表

類別		說明	代碼
基礎沉陷	斷層破碎帶	因斷層作用時應力將斷層兩側岩層剪裂、磨碎而形成之破碎帶。	SG1
	土石堆積	包括崩積土或土石流兩類之堆積物質；是由崩塌或土石流作用所形成的破碎土石所組成。	SG2
	煤渣堆積	包括由採礦活動所遺留下來之土石或是選礦剩下之煤渣任意堆積而形成。一般以河岸旁或谷地堆填最為常見。	SG3
	人為棄填土	人為棄填土是人為活動而形成之土石堆積區，可能是廢棄之土石堆積或人工填土區。	SG4

4.2 地質災害敏感評估結果

本區在地質災害敏感區類別包括有：(1)邊坡災害類；包括有山崩、地滑、順向坡及陡坡，其中以地滑及陡坡較值得注意。(2)河川侵蝕災害；包括河岸災害、向源侵蝕及蝕溝侵蝕；金崙溪南岸之河岸侵蝕有較高危害性。(3)土石流堆積災害；有4條農委會所出版危險溪流分佈於金崙溪北岸。

4.2.1 邊坡災害敏感

金崙地熱區環境地質調查屬於邊坡敏感之成果如圖 4-1所示，相關說明如下：

4.2.1.1 山崩敏感區

本區坡地以東北及東南有較顯著之果園之農業開發利用外，其餘多為林地所覆蓋，植生覆蓋情形尚稱良好。經過航照判釋及現地調查結果，本區現有及歷史山崩計有31處，山崩面積在0.004~0.485公頃間，小於0.1公頃山崩計有20處，10處山崩0.1~0.3間。從保全對像來看；有12處以發生於農道之上下邊坡，可能造成路面土石堆積或路面崩失外，其餘18處以發生於自然坡面影響較小，目前在緊鄰建物或部落無顯著山崩發育。從地質環境特性及潛誘因來看；在金崙溪北岸計有10處，主要以分佈於西北端之斜交坡坡面，另21處則以發生於金崙溪西南岸之逆向坡面；陡坡帶之山崩最為顯著計23處，其中有5處並伴隨河岸侵蝕、3處為蝕溝或向源侵蝕作用，可能與人為農道開發有關計有6處，另僅2處與陡坡及人為開發關係較少之山崩。另從環地形分區來看，主要以發生於谷形坡計有16處，其次10處發生於斜坡及3處山嘴坡，僅1處發生於山稜線及1處發生於谷地。

4.2.1.2 地滑敏感區

經過地滑地形之圖面判釋結果，本區現有地滑計有10處，地滑面積在3.9~33公頃間，6處地滑小於10公頃。從保全對像來看；有2處緊鄰建物或部落，一者位在金崙溪北岸賓茂國小北側坡面，一者位在金崙溪南岸下多良部落，有7處有農道穿過地滑區(含賓茂國小及下多良2處地滑)，另有3處無道路及建物等保全對象分佈。從地質環境特性及潛誘因來看；在金崙溪北岸坡面計有6處，金崙溪南岸坡面計有4處；地滑為老期的崩塌，在無外在誘發下其多屬穩定；在自然環境下地滑側翼及趾部之地質作用可降低其穩定度，目前有5處地滑側翼存在蝕溝地形，有2處趾部鄰河岸；在人為誘因方面包括有坡趾道路開挖及坡面超荷載重等兩項因素，目前有7處有農道穿過或盤旋於地滑區。從環地形分區來看，主要以發生於斜坡計有5處，其次3處發生於谷形坡，僅1處發生於山嘴坡；從地滑趾部鄰接之地形面來看，有5處下方鄰接平原或階地，以分佈金崙溪兩岸，其自然環境較為穩定；另5處以鄰河流或河谷，其自然環境略為不穩定，主要以分佈於周圍坡地或上游地帶；7處有農道穿過之地滑地。綜合上述以賓茂國小及下多良等兩處地滑宜注意其敏感性，此兩地滑區分佈斜坡，側翼具蝕溝地形及上下坡面皆有農道分佈，所幸其趾部鄰平原。

4.2.1.3 順向坡敏感區

經過現地調查及圖面判釋結果，推估本區順向坡計有5處，順向坡面積在8.2~79.2公頃間，3處順向坡小於25公頃。從保全對像來看；有5處有農道穿過順向坡區，金崙市區北側坡有一順向坡區分佈。從地質環境特性及潛誘因來看；在區域地質特性來看金崙溪北岸及南側大竹溪北岸為屬順向坡可能分佈區域，然由於本區屬於板岩帶抗風化能力弱，及易受小褶皺、板劈理及節理等地質構造所干擾，在地貌上具順向坡地貌僅有5處，其中在金崙溪北岸有3處，於大竹溪北岸有2處；順向坡雖為地質敏感區，然其趾部若無河流侵蝕及人為之道路切坡，都能保持穩定狀態；區內之順向坡目前皆無河岸侵蝕，不過大多有農道分佈於趾部或坡面。一般而言，板岩區易受風化及地質構造影響，不像砂岩頁岩互層之沉積岩有較顯著之順向坡及地層滑動災害，不過小規模之岩塊或板劈理之順向坡滑動亦能危害到交通安全。

4.2.1.4 陡陂敏感區

經過坡度之地形計量分析，本區有顯著之陡坡分佈(>40°)。從保全對像來看；區內主要部落區無顯著直接接鄰陡坡區，不過區內道路或農道之部份路段皆鄰陡坡區。從地質環

境特性及潛誘因來看；本區屬中央山脈高山地形區，地形高差大及侵蝕強烈，致其坡面陡坡區遠高於台灣西部麓山丘陵地帶；陡坡在地震、豪雨及人為作用下易肇生山崩。從環境地形來看，在斜坡、山嘴坡及谷形坡皆有廣汎分佈，區位上以西側山地及金崙溪南岸坡地較為顯著，金崙溪北岸主要部落分佈區域，則較為不顯著。目前本區開發利用主要以農業利用，因此植生覆蓋情形佳，對於坡面亦有保護作用，另區內農道雖然分佈多但其規模皆不大，因此陡坡區之山崩現像亦不顯著。

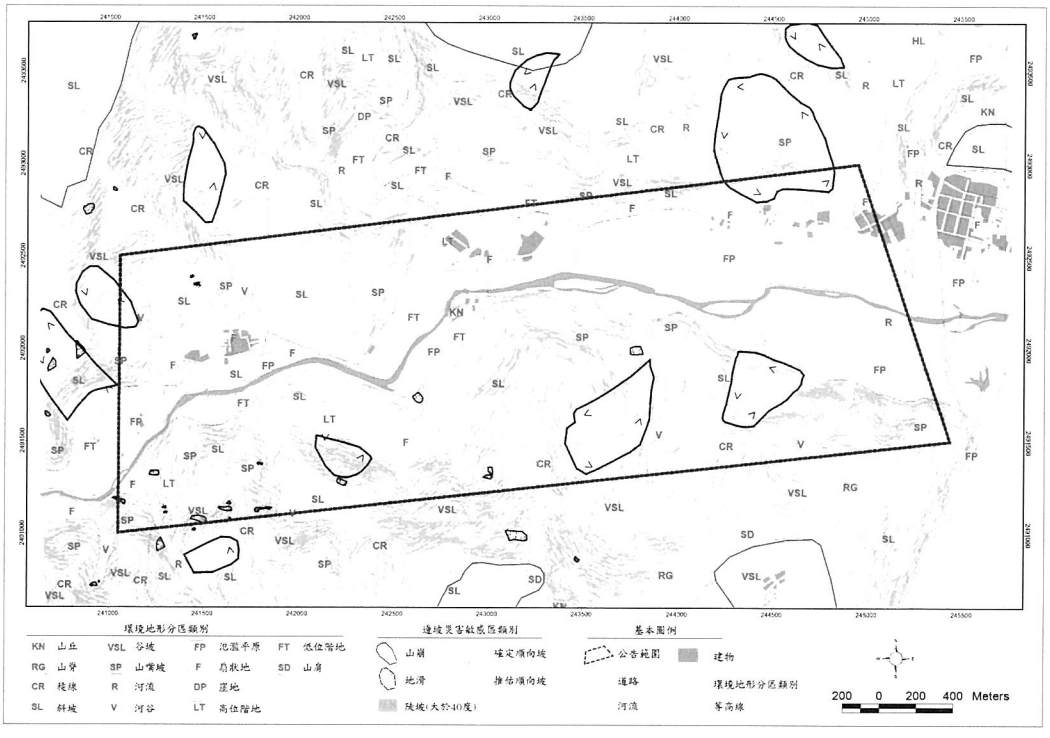


圖 4-1、金崙地熱區環境地形及邊坡災害敏感圖

4.2.2 河流侵蝕災害敏感

金崙地區環境地質調查屬於河川災害敏感之成果如圖6.2所示，相關說明如下：

4.2.2.1 河岸侵蝕敏感區

(1)河岸侵蝕敏感區

經過現地調查及航照判釋結果，本區具有河岸侵蝕之河段具有17處。從保全對像來看；目前道路及部落並無接鄰這些河岸侵蝕敏感區。本區為金崙溪中下游河段，河道呈彎曲流形貌，在彎曲流外側之河岸攻擊坡具有河岸侵蝕。從環境地形來看，金崙溪兩岸接鄰之地形區為低位階地或平原低地，其屬堆積層抗蝕能力較差，洪水所帶來之河流變動也是

值得注意。目前金崙溪北岸大部份河段皆施以護岸保護，然金崙溪南岸部份河段有兩段顯著河岸侵蝕現像；一者位在金崙溫泉吊橋下游河段，從近期航照與第一版像片基本圖來看，原本靠近北岸之行水區，因護岸修築致偏向南岸，特別是下多良北面平原已被侵蝕而成行水區；二者位在壢丘至金崙溫泉間之金崙溪南岸彎曲流河段，可見TCL-2井露出於河岸。

(2)向源侵蝕敏感區

經過圖面判釋，本區具有向源侵蝕地形特徵區有28處。從保全對像來看；目前金崙溪北岸主要部落並無接鄰這些向源侵蝕敏感區，有6處農道穿過這些敏感區。從地質環境特性來看；金崙溪南岸逆向坡地質區計有20處，金崙溪北岸之斜交坡或順向坡有8處分佈。從環境地形來看，向源侵蝕區皆分佈於谷形坡之上游地帶。目前這些向源侵蝕區大多位於上游林地，其中僅有三處鄰接或區內有新山崩發育，顯在植生保護下大部份向源侵蝕區皆呈穩定狀態。

(3)蝕溝侵蝕敏感區

經過圖面判釋，本區具有向源侵蝕地形特徵區有34處。從保全對像來看；目前金崙溪北岸主要部落並無接鄰這些向源侵蝕敏感區，有16處農道穿過這些敏感區。從地理區位來看；金崙溪南岸有19處，金崙溪北岸有15處分佈。從環境地形來看，以谷形坡內26處最多，其次7處位在斜坡，另1處則位在山脊。目前這些蝕溝侵蝕區僅有2處在其鄰接或區內有新山崩發育，顯示其尚稱穩定狀態。

4.2.2.2 河流堆積災害敏感

經過資料蒐集及圖面判釋，本區有河流堆積敏感區形特徵區有8處。從保全對像來看；目前金崙溪北岸主要部落賓茂、金崙溫泉、壢丘等地，計有行政院農委會公佈之台東045、046、A123及A12等4條危險溪流，另由圖面判釋壢丘部落東西兩側之敏感溪流亦可能有所影響。在地理區位上，金崙溪北岸有6處河流堆積敏感區，金崙溪南岸則有2處。在環境地形上；此8處河流堆積敏感區皆有扇狀地分佈；除此之外，有7處其上方坡皆為谷形坡，並以河流及河谷相連接(除台東125危險溪流(壢丘部落)上緣為斜坡外)。目前在區內上游谷型坡無顯著之開發及新山崩發育，且有4處進行溪溝治理，應無立即危害，然由於兩岸低地或階地上緣有谷形坡及扇狀地分佈，代表過去歷史土石流堆積頻繁，亦不容忽視。

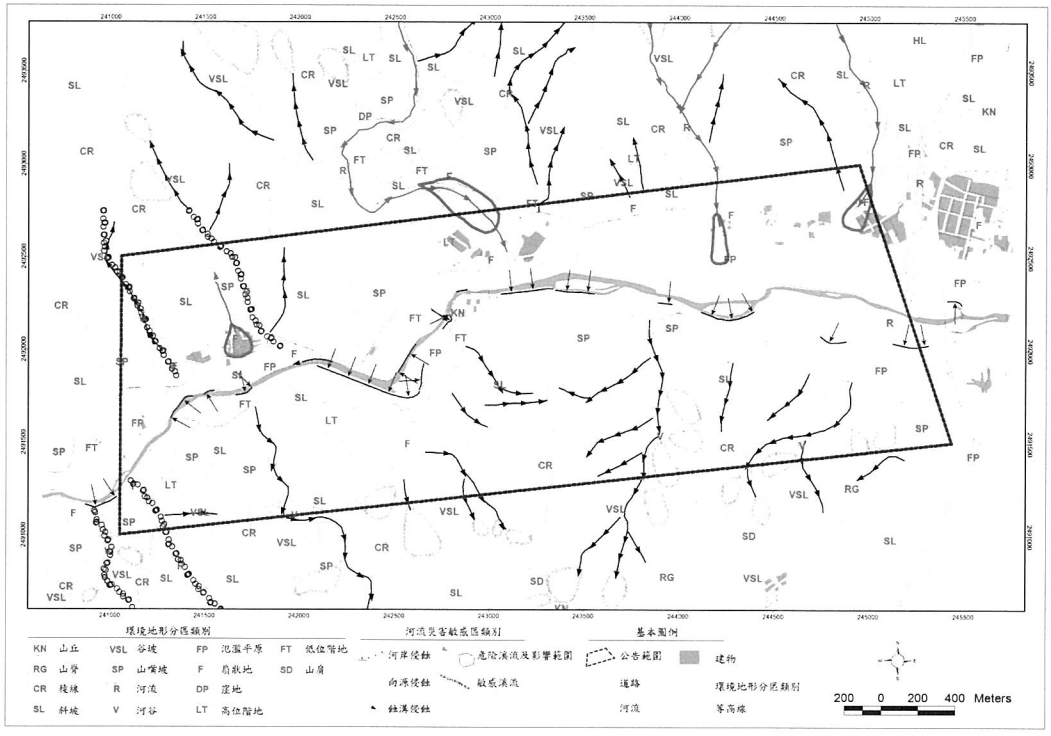


圖6.2 金崙地熱區環境地形及河川災害敏感圖

5. 金崙地熱地質調查

地熱地質調查是地熱探勘最基本的工作之一，主要目的在於瞭解區域地質構造、透水層特性與熱水換質岩層特性等。地熱地質調查與傳統地質調查之目的及目標雖有所差異，然其所使用之方法並無太大之差異，其相關作業程序包含四個步驟：(1) 資料蒐集；(2) 航遙測地質判釋；(3) 現地調查；及(4) 圖幅彙編與報告編撰。

5.1 區域概況

金崙地熱區公告範圍位於金崙溪下游地帶金崙至歷坵間，約呈東西走向狹長矩形區域(4.5km×1.5km)，涵蓋金崙溪兩岸平原低地及其接鄰兩岸山坡地。

東部公路主要幹線台9號南迴公路及南迴鐵路為本區對外交通要道；東66道路(金崙林道)是本區主要連絡要道(如圖 5-1)。

金崙溫泉區及其周圍地區，位處大武山山列東麓鄰海地帶。區內除虷泉山一帶山峰海拔高在1000公尺以上(最高峰為虷泉山海拔高為1054公尺)，餘皆在1,000公尺以下。依據陳培源(2006)之地形分區劃分準則，可將本區的地形再細分為：(1)高山區，或可稱為台灣之中央山系，範圍包括海拔高度超過1000公尺地區，在本區其僅見於虷泉山一帶獨立山峰。(2)中山區，為台灣高山區外圍低於1,000公尺，但高於500公尺的山地；在本區分佈於南北兩側大武山列東向延伸之支脊及其分支稜頂部，構成本河系與北面太麻里溪及南面大竹溪下游地帶分水嶺。(3)低山或丘陵區；為低於500公尺之山坡地；在本區之分布為緊鄰金崙溪兩岸之坡面、平頂山及高位階地等。(4)平地區；海拔高程大都低於200公尺以下之緩平地；主要為金崙溪沖積平原、河岸階地、谷口扇及海岸平原等(圖 5-2)。

金崙溫泉區位處金崙溪下游地帶；本溪發源於南大武山(2,841公尺)東麓，水系呈樹枝狀，全長為26.4km，全流域面積為123,42km^2；本溪上游坡度較大，中、下游較平緩，流至金崙村出海(圖 5-3)。

金崙溫泉公告範皆分佈於金崙溪河系之金崙集水區，為由虷子崙、大武來山、虷泉山、呀里叭山及瀧山等山峰或脊區所圍繞而成之圈谷型集水域，流域面積約為35.17平方公里(圖 5-2)。

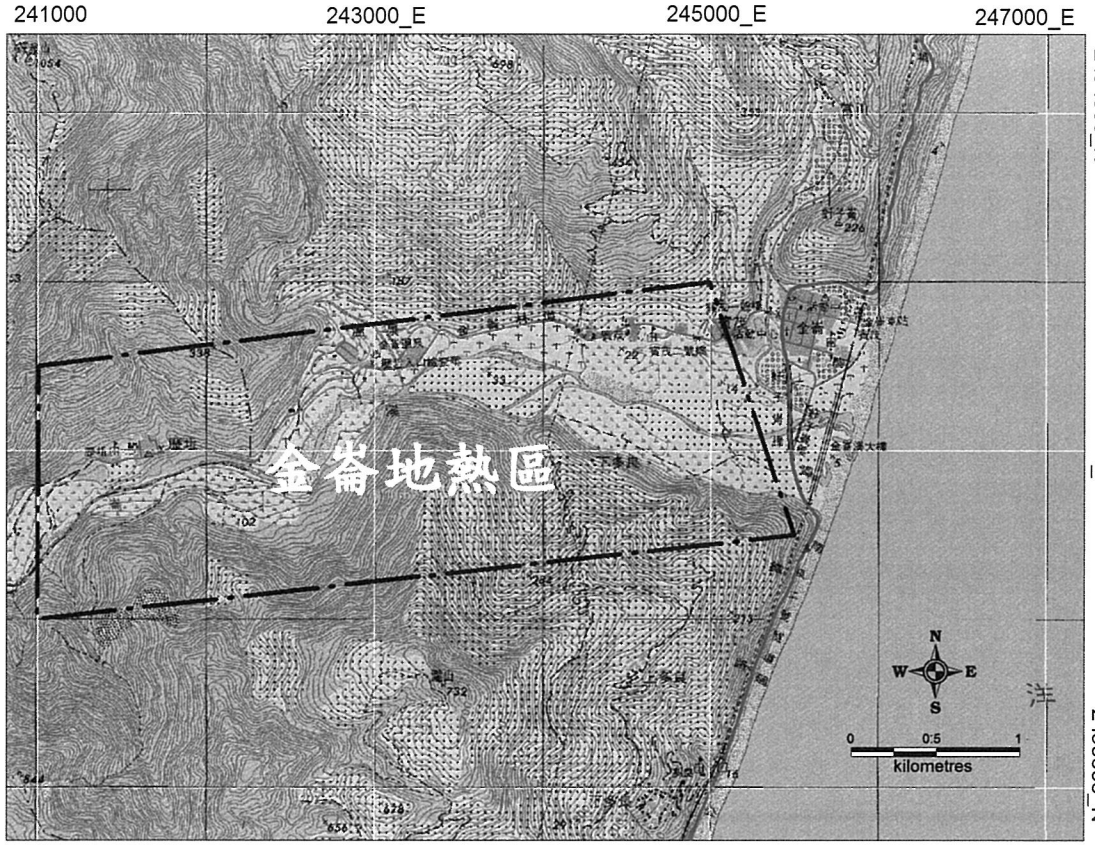


圖 5-1、金崙地熱區交通地理位置圖

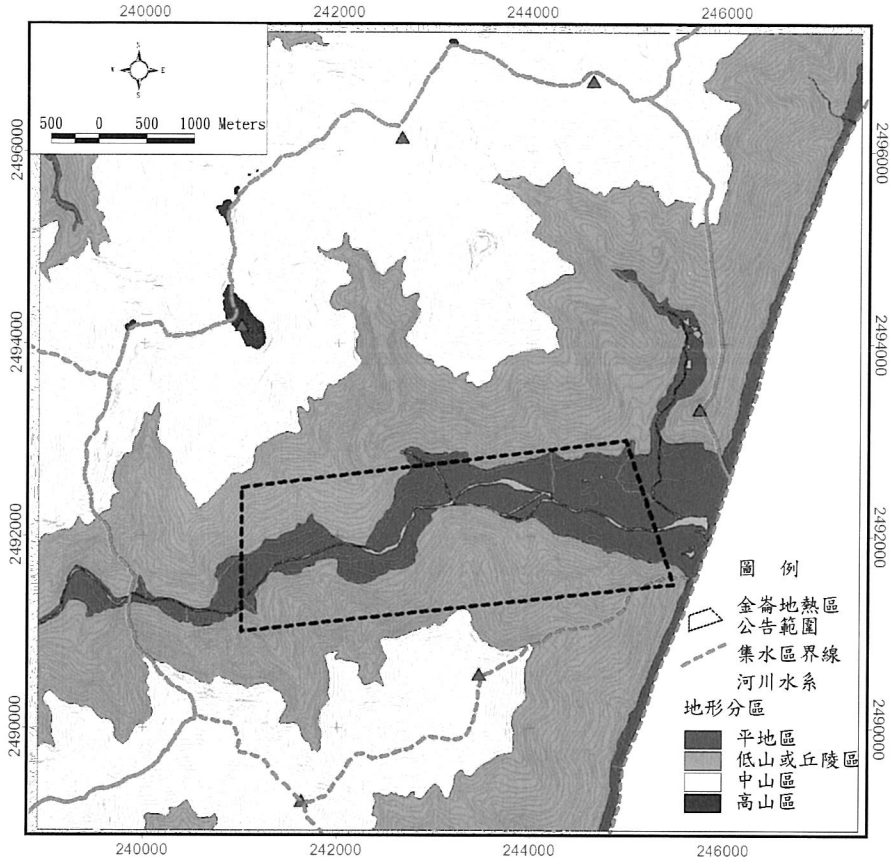


圖 5-2、金崙溫泉區之地形分區及集水區分區分佈圖

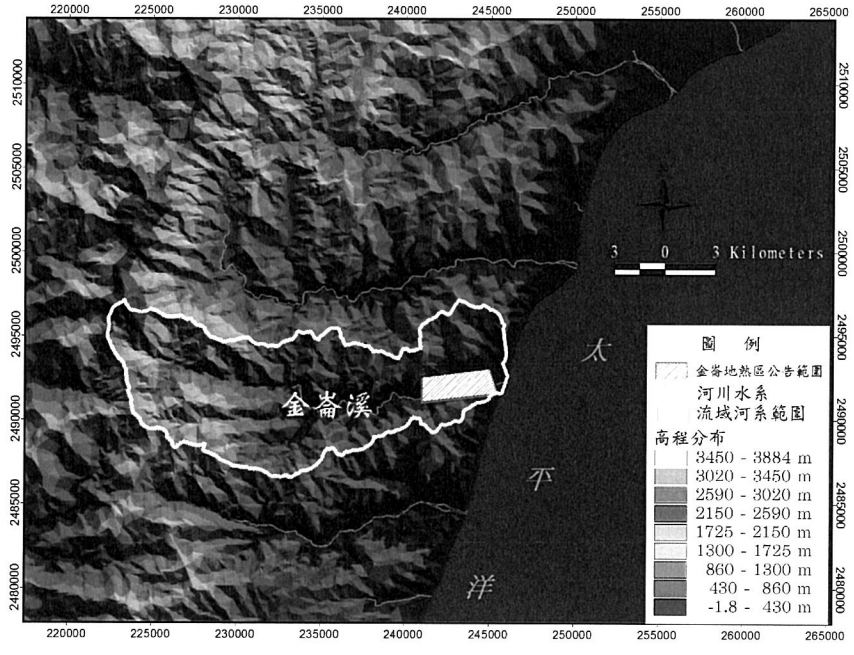


圖 5-3、台東南部地區集水區分佈圖

5.2 前人研究

台灣地區之地熱探勘，始於民國53年，由中油公司於民國53年至59年間，在大屯山地熱區從事地質調查與鑽探的工作。民國62年適逢世界性能源危機，地熱能源開發利用，受到政府之重視與鼓勵。經濟部礦業研究所(工研院能環所前身)負責於民國62年至68年間，展開全省之地熱之基本資料調查研究工作，進行地質、地球化學及地球物理調查等探勘工作，探測區亦包含本研究區域-金崙地熱區，此為金崙地區地熱調查之開端。民國69~73年間，經濟部能源會委託工研院聯合礦業研究所針對金崙進行地熱資源的探勘評估工作，發現內溫泉(金崙溪上游新興附近)之熱水徵兆範圍甚廣，有連續一公里長之徵兆，露頭溫度最高達98℃，外溫泉(歷坵附近)亦有數百公尺之徵兆範圍，溫度約50℃，頗具地熱潛能，並進行地熱試驗井的鑽鑿工作，以測試金崙地區之地熱潛能。

民國72~73年間中油公司進行金崙地熱資源探勘調查，並鑽鑿兩孔深達1601公尺及2015公尺的地熱井並進行地熱潛能評估，依據鑽井溫度測試資料推估本區地下500公尺處地層溫度150℃，地下1000公尺處溫度可達170℃(陸島工程，2002a)。

陸島工程(2002a)針對金崙之溫泉資源進行調查，由地層為第三世紀的沉積岩，且無新火山活動的兆候等特徵研判，地下深部高溫熱水存在可能受局部性異常高溫地層所控制，而侵入岩體可能為高地溫異常之重要因素。林士哲(2003)利用基流資料估計法和消退水曲線位移法分析河川流量資料，求得金崙地區地下水年補注量為92~107百萬噸間，溫泉可用水量約為每年60-70萬噸。

台東東南知本至金崙間之相關地質圖調查範圍分佈如圖 5-4。圖 5-5為工研院能礦所1984年出版之地熱地質圖，圖 5-6為中油公司出版之金崙地區地熱地質圖(詹永光等，1982)。工研院能礦所(1984)出版之地質圖涵蓋範圍較大，以下就其相關地熱地質調查成果摘述如下：

本區出露地層有先第三紀之大南澳片岩、始新世之新高層(畢祿山層)及中新世之知本層(廬山層)。各地層之描述詳見2.3 節，其中知本層(廬山層)在本區依其岩性及層序自下而上再細分為六段(工研院能礦所，1984)：

(1)金針山段(M1)

金針山砂岩段分佈範為北自大南溪口，經知本溪而止於大麻里溪北岸。本段構成本區金針山背斜之軸部部份；主要岩性為淡青灰色塊狀至厚層細粒變質砂岩，厚層砂岩之間夾

有中層至厚層灰黑色板岩。每一層砂岩層厚自數公尺十五公尺，砂岩富於節理且含無數石英脈。

(2)嘉蘭段(M2)

嘉蘭段出露最厚處位在嘉蘭南岸溪頭村，其次在知本溪中游。本岩段分佈於金針山背斜之兩翼；主要岩性為深灰色至灰黑色板劈理發達之板岩及千枚岩狀板岩，偶夾有薄層砂岩。

(3)真里武留段(M3)

真里武留段標準露頭位在真里武留山，另在台9公路松子澗海崖上之出露亦相當完整。本岩段亦構成金針山之兩翼；本岩段下部為厚層灰色細粒砂岩，層厚自20公分至2公尺以上，砂岩間夾有灰黑色板岩，成為互層；中部為厚約100公尺之深灰色岩層；上部由厚層變質砂岩與板岩之互層組成，層厚自1公尺至5公尺。

(4)虷泉山段(M4)

虷泉山段標準剖面在金崙1號溫泉至虷泉山路上，另在金崙村附近之沿海海岸剖面出露的相當完整。本岩段之岩性主要為深灰色板岩，具有完整板劈理，夾有數層變質砂岩(層厚自數公分至1公尺)。

(5)介達段(M5)

介達段標準出露地點在太麻里溪中之介達，在金崙溪河谷之TCL-2地熱井及近黃附近也有良好剖面出露。本岩段構成大谷向斜之兩翼，本岩段之岩性為灰色至較深色堅硬變質砂岩，層厚數十公分至一公尺以上，與灰黑色板岩成緊密互層。

(6)業那把里段(M6)

本岩段標準出露地點在業那把里山。本岩段構成大谷向斜之軸心部份；本岩段之岩性以黑色板岩為主，板劈理頗發達；板岩局部夾薄層砂岩。

金崙地熱區附近出露之褶皺軸有(圖 5-5)：金針山背斜(1)、拖里背斜(2)、大谷向斜(3)；主要斷層有射馬干山斷層(A)、樂山斷層(C)、介達斷層(D)、比魯斷層(E)及瀧山斷層(F)，這些地質構造之分佈及特性詳見3.3 節。

台東縣東南部之溫泉主要出露於知本溪(知本溫泉)、太麻里溪(金峰及比魯溫泉)、金崙溪(金崙及近黃溫溫泉)。

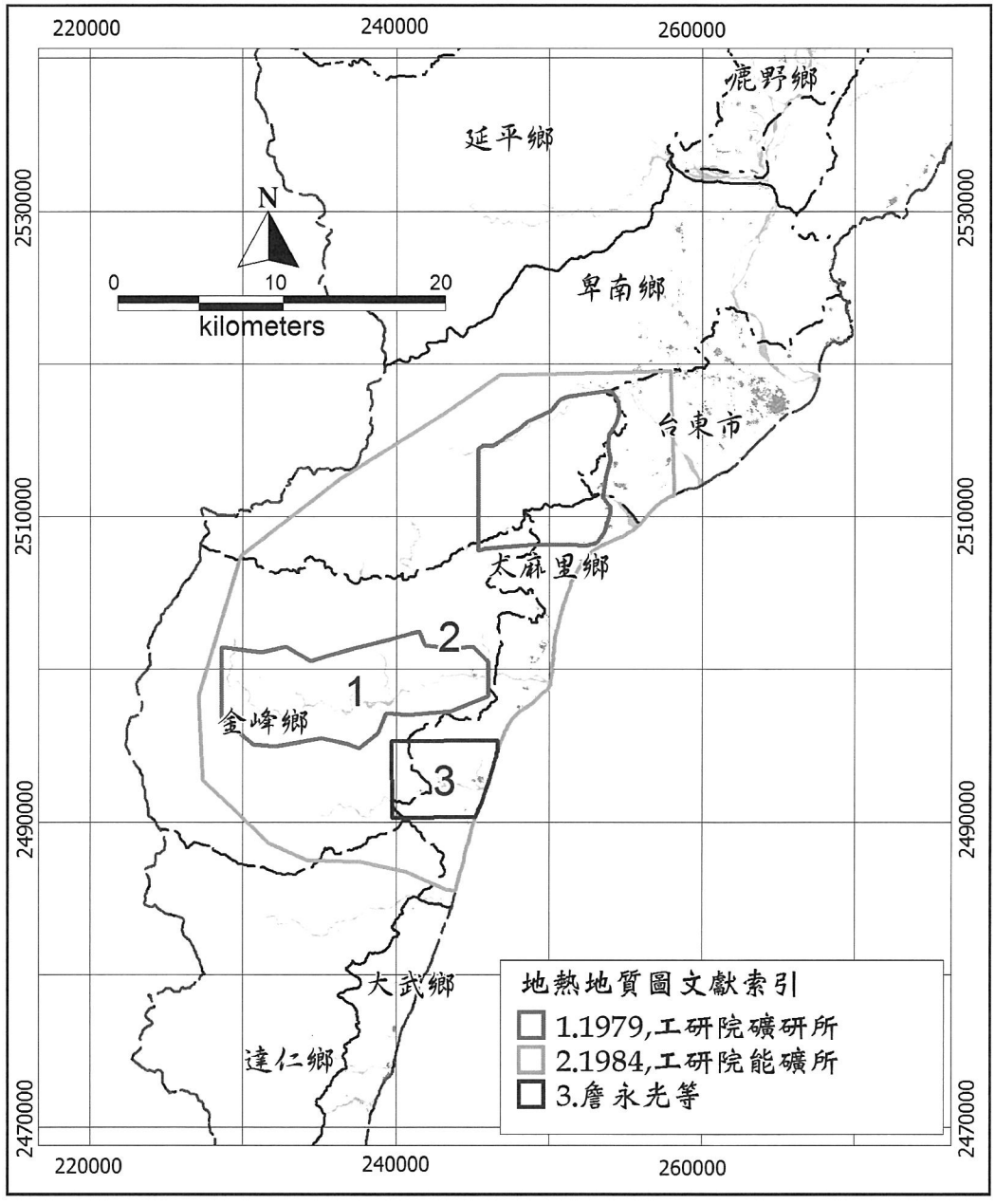


圖 5-4、台東東南地熱區地熱地質調查範圍索引圖

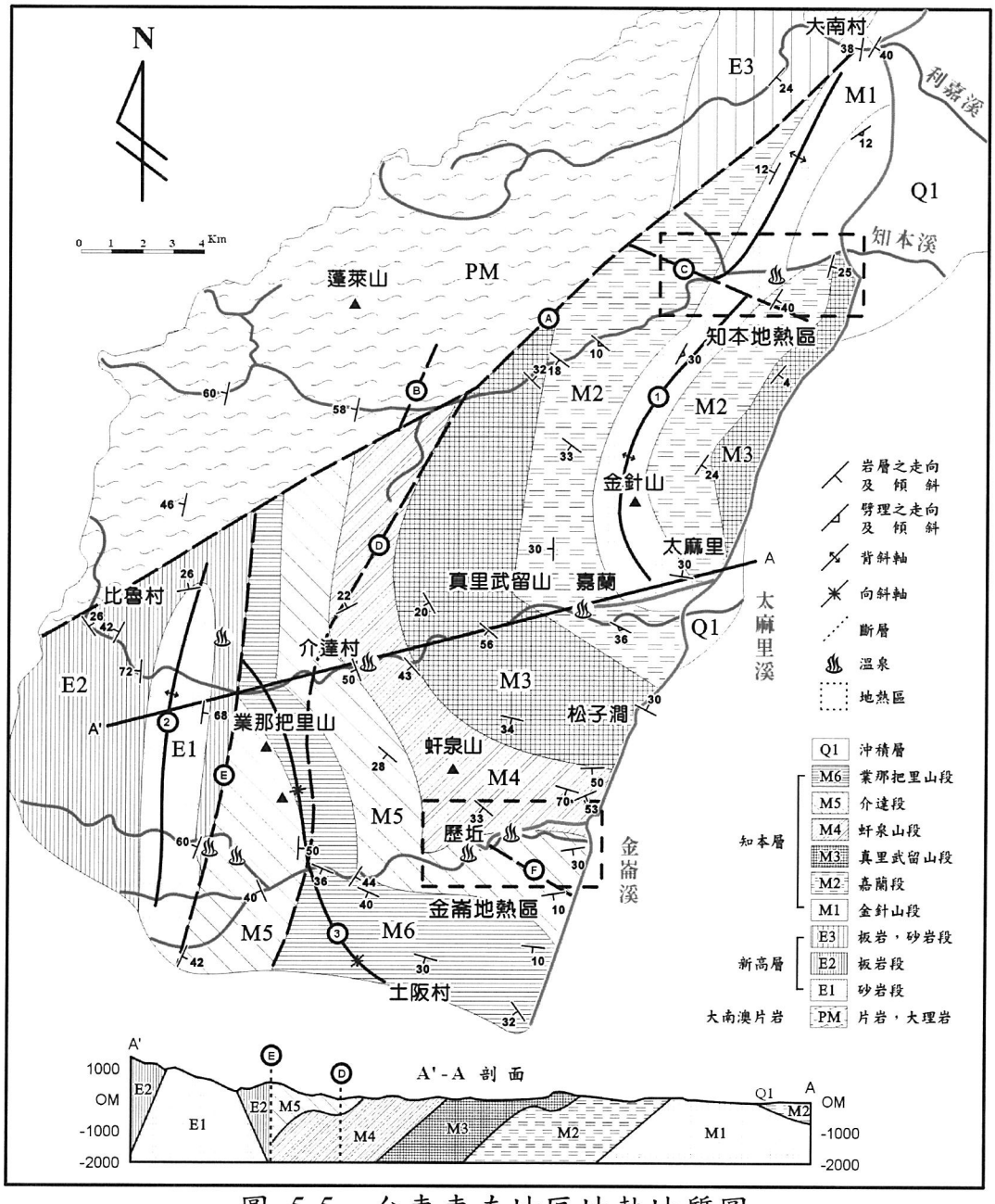


圖 5-5、台東東南地區地熱地質圖

(改繪自 工研院能礦所，1984)

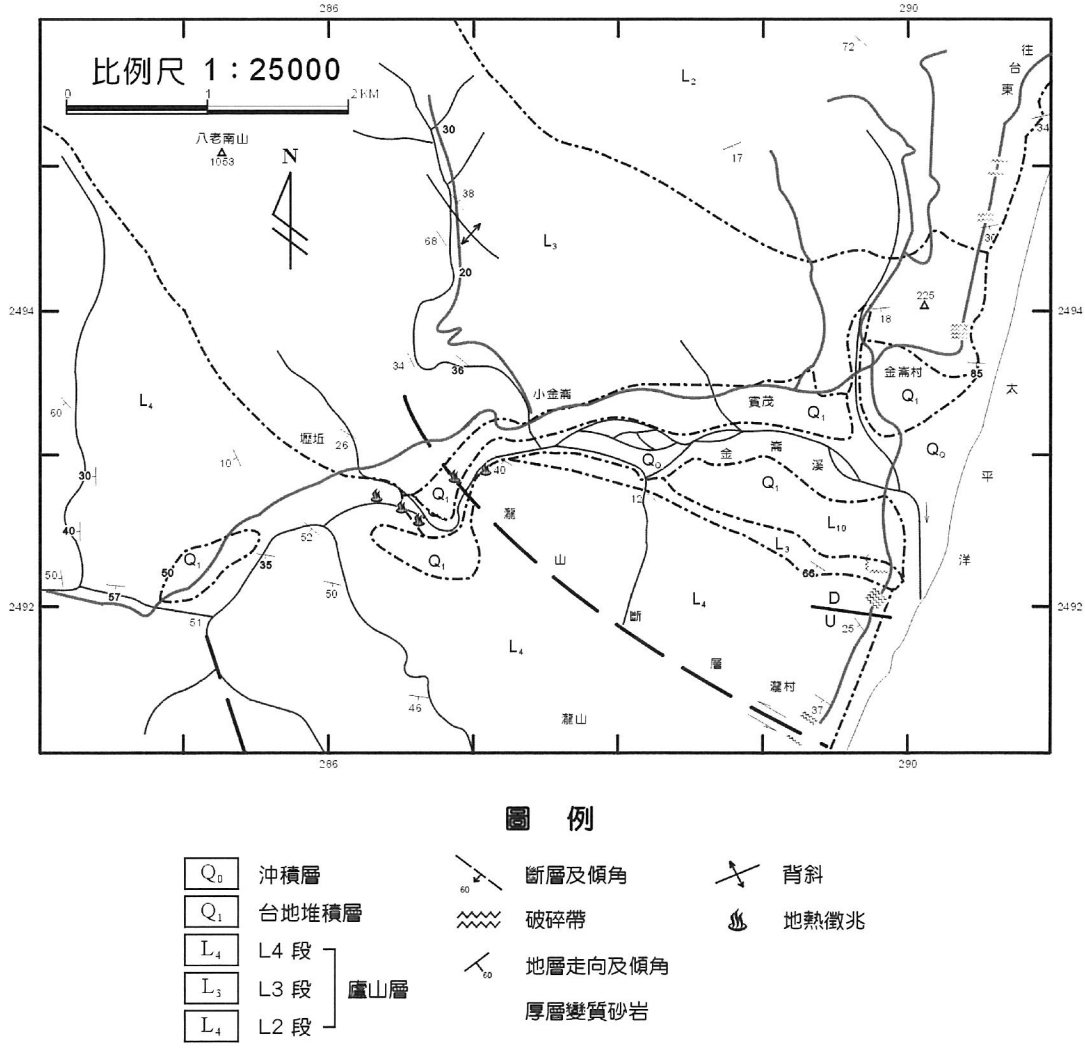


圖 5-6、金崙地區地熱地質圖

(改繪自 詹永光等，1982)

5.3 航照地質判釋

5.3.1 原理說明

航照地質判釋使地質工作者能經由航空照片的判釋及分析而獲得地質資料。航空照片上除岩石的石理、化石有無以及細微之構造不易判定外，其它較廣泛之部份，如岩層及其走向、斷層排列等，實地勘查反而不如像片之一目了然；故航照地質判釋可作為野外地質調查先期作業，其主要判釋要項有：(1)岩石種類之研判；(2)岩層位態之研判；(3)地質構造之研判等。

5.3.1.1 岩石種類之研判

岩石種類之研判可經由如下幾種判釋要素。

(1)地貌形態：地貌形態通常反映了岩性與構造的差異，一些地貌界限往往也是地質界限。

(2)河系型態及排水密度：在航空照片上看到之河系型態及排水密度，能指示出岩石種類。

(3)植生狀況：大區域之植物帶的生長與分佈主要受氣候控制，然而小區域之植物則受制於水份、岩石與土壤的化學成份而有區別。在一已知其氣候的地區中，岩石組成不同可能會形成不同植生型態，從照片上描繪出不同植物的生長型態，可用作岩石種類研判之指導。

5.3.1.2 岩層位態之研判

岩層位態由岩層之走向及傾斜決定之。沉積岩地形受其抗蝕性、層態和節理等之影響極顯著，而顯現出其特殊層階地形，因此在照片上常呈現由不同抗蝕性的岩層、不同的照片色調、或不同的植物生長所構成的條帶狀構造，岩層位態極易決定。沉積岩之露頭線型態顯現於地形起伏、岩層走向與傾斜：(1)水平或近水平岩層：地形上為緩起伏之方山地形；岩層界線通常平行於地形等高線而形成封閉的環狀形態；(2)垂直岩層：平行之走向山脊及平直谷地形；岩層間之接觸線為平行於走向的直線。(3)傾斜岩層：當地形面與岩層面呈一致時，常造成單面山及豚背嶺等地形；當這些地形面受強烈切蝕時，常形成熨斗形地形面，岩層界線延伸狀態及位態(走向及傾角)很容易決定(林朝宗；1988)。

5.3.1.3 褶皺構造

褶皺構造與地形通常有密切關係；褶皺可由岩層傾向及傾角不同且地層重複出現的現象辨認出來；傾沒褶皺於其軸部傾沒彎曲圈合處會形成V字形或U字形的褶皺鼻。

在濃密植生或厚層風化土壤遮蔽了地形特徵之地區，水系型態及水系異常為推斷地質構造另一重要線索。褶皺兩翼的大溪流通常沿著兩堅硬岩層間的低窪部份平行於岩層走向流動，而支流則順著順向坡及逆向坡流下，主流與支流構成格子狀水系型態。圍繞褶皺鼻彎曲的岩層可能由主流的彎曲度反應出來。放射狀及環狀水系型態或此兩種水系的結合型態通常發育於岩丘或背斜構造。此外，局部的曲流、壓縮的曲流、局部化的辮狀河、自然堤脊寬度的變化、及其他的異常都可能為地下構造或活動變形作用的指標(林朝宗；1988)。

5.3.1.4 斷層或線形構造

在航空照片上，斷層常呈一直線或曲線，尤其是高角度斷層更是如此。此種線狀構造在地面有時很難以發現，但可能由航照的全景效果清楚的顯現出來。指示斷層的線狀型態可能是由地形、水系、植生及色調等變化所反應出來；而且沿著同一斷層，不同部份的線理可能由不同的現象所造成的(林朝宗；1988)。斷層之航照判釋以地形辨認最常被運用之技術；一般斷層所造成地形特徵有(黃鑑水等；1991)：(1)斷層鞍部；(2)斷層側丘(山肩地形)；(3)酒瓶狀谷；(4)三角刻面；(5)壓力脊或斷塊脊；(5)平直河道或線型山谷；(6)懸谷。

5.3.2 判釋成果

本研究範圍涵蓋金崙地熱區公告範圍，為一正方形區域(6km×6km)，在於TM二度分帶座標上為：左上E(m)240000，N(m)2495000；右下E(m)246000,N(m)2489000。

本研究蒐集有正攝影像、DTM及像片基本圖水系數值資料，判釋及繪製準則依據3.5節。在本研究區經過航照判釋，所獲得之地質資訊包括有：(1)地質判釋成果；岩石種類、岩層位態及褶皺構造；(2)線形判釋成果；航照判釋成果如表 5-1所示。

由熨斗狀地形面分佈，可知本研究尚保留沉積岩之地形特徵，所顯現之岩層位態特性為：在西側大部份地區以呈現西北-東南走向及向西南傾斜，而在東側靠海部份則略呈東西走向及向南傾斜；推測東側存在一背斜且向南傾沒(圖 5-7)。

本研究區內計有19條線形(圖 5-7)；線形之玫瑰圖分析如圖 5-8，主要線形為北北東-南南西及東西向，大致與區域地質構造之褶皺及逆斷層體系相關；次要線形有東北-西南及西北-東南或與橫移斷層構造有關。圖 5-9為這些線形結合DTM之3D立體展示圖；表 5-1為本區之線形方位、長度及其特性說明表；從區位來看大致可分為三個分區：(1)金崙溪北岸坡地：方位在69~161°之間，以東西至東南東走向為主，或與區域地質構造線較相關；長度在0.9~6.25公里之間，1~3公里較多；地形上以斷層側丘及線狀河道為主，或者兩者

之混合。(2)金崙溪沿岸：方位在20~108°之間，因條數及較易受河流侵蝕作用影響，其方向性代表性較不顯；長度在0.69~2.83公里之間；地形上以三角刻面較為顯著，另本區多處線形接鄰地熱溫泉露頭區。(3)金崙溪南岸坡地：方位在21~157°之間，以東北-西南及西北-東南走向為主並略成交截狀態，或顯示其具橫移斷裂構造特性；地形上混合斷層鞍部、側丘、酒瓶狀谷及線狀河道等地形特徵。

表 5-1、金崙地區航照線形方位、長度及特性說明表

區位	線形			特性說明
	編號	方位(°)	長度(Km)	
金崙溪北岸坡地	1	124	1.61	◆具斷層側丘地形特徵。，往東南或可與線形17相接。
	2	111	2.87	◆混合斷層側丘及線狀河道等地形特徵，往東南或可與線形11相接。 ◆與文獻之金崙斷層部份相符。
	3	161	2.60	◆顯著之線狀河道地形特徵。 ◆南端接鄰地熱溫泉露頭區。
	4	87	0.90	◆具斷層側丘地形特徵，往東或可與線形6相接。
	5	69	6.52	◆為由線狀斷層側丘地形特徵所組成。 ◆西南端部份與文獻之地客崙斷層相接。
	6	90	1.13	◆混合三角刻面及鞍部地形等地形特徵。
金崙溪沿岸	7	37	0.69	◆具三角刻面地形特徵。
	8	27	1.08	◆具三角刻面地形特徵。 ◆周圍鄰接地熱溫泉露頭區。
	9	86	2.65	◆為由線狀三角刻面地形特徵所組成。
	10	20	0.69	◆介於坡面及壓力脊地形特徵間凹地。 ◆周圍鄰接地熱溫泉露頭區。
	11	108	2.83	◆為由線狀三角刻面地形特徵所組成。 ◆西北端接鄰地熱溫泉露頭區。
金崙溪南岸坡地	12	49	3.70	◆混合斷層鞍部、側丘及酒瓶狀谷等地形特徵。
	13	42	3.94	◆混合斷層鞍部、側丘及酒瓶狀谷等地形特徵。
	14	21	2.95	◆為由線狀三角刻面地形特掙所組成。 ◆為台東東南海岸線形海岸之一部份。
	15	146	2.72	◆混合斷層鞍部及線狀河道等等地形特徵。
	16	142	1.94	◆顯著線狀河道地形特徵。 ◆往東南可與線形19相接。
	17	117	3.73	◆為由線狀斷層側丘地形特徵所組成。 ◆大致與文獻之瀧山斷層相符。 ◆西北端及東面接鄰地熱溫泉露頭區。
	18	157	1.15	◆混合斷層鞍部及線狀河道等等地形特徵。
	19	140	1.78	◆混合斷層鞍部及線狀河道等等地形特徵。

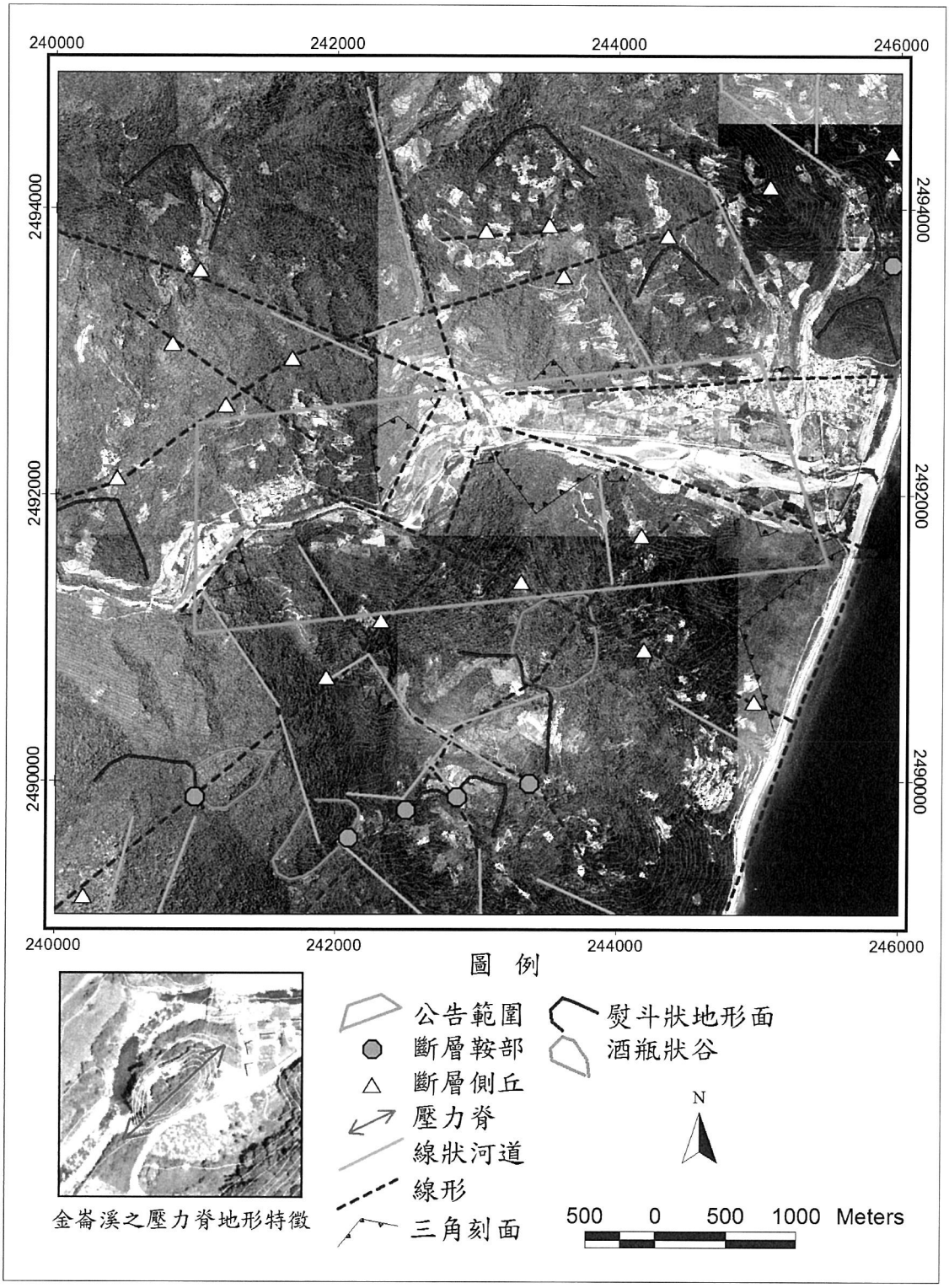


圖 5-7、金崙地區航照判釋成果圖

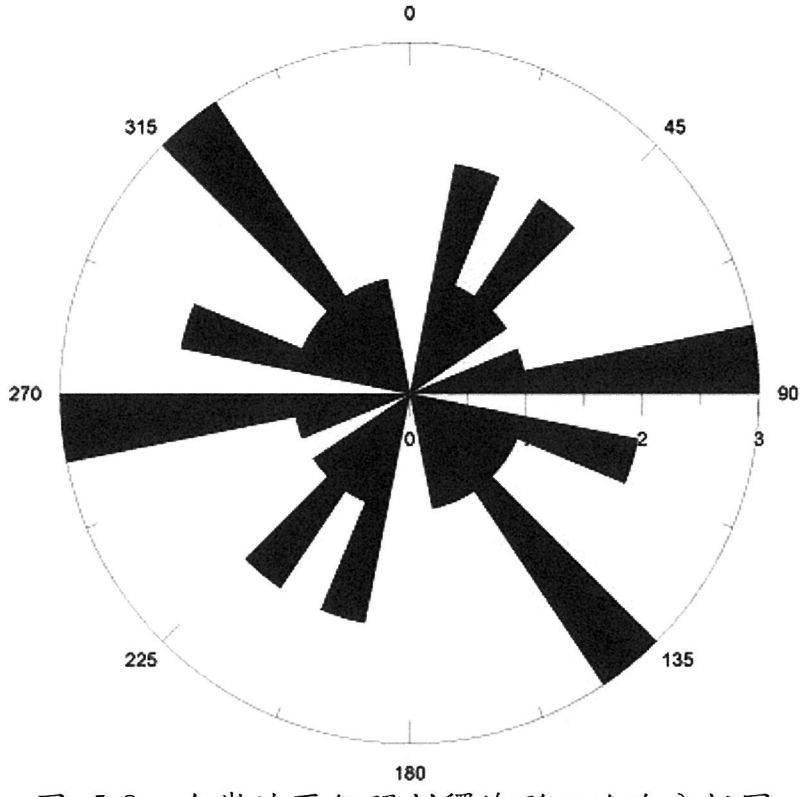


圖 5-8、金崙地區航照判釋線形之玫瑰分析圖

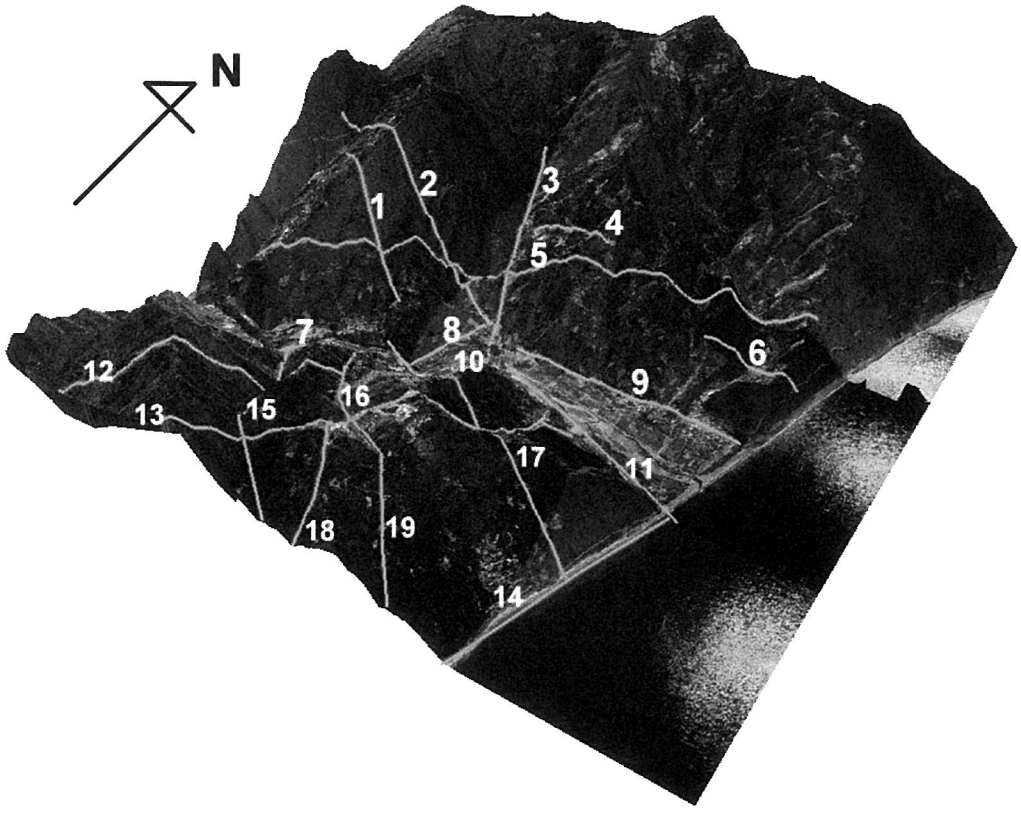


圖 5-9、金崙地區航照判釋線形之3D立體展示圖

5.4 地熱地質

本次研究根據工研院能礦所1984年出版之地熱地質圖、中油公司出版之金崙地區地熱地質圖(詹永光等，1982)及本次調查資料，彙編完成之地質圖如圖 5-10 ，說明如下。

5.4.1 地層

本區位於中央山脈板岩區南段，出露地層以第三紀中新世廬山層，及更新世階地堆積層及現代沖積層與沖積扇層為主。現將本區出露地層順序由老至新說如如后：

(1)中新世

-廬山層

廬山層是中央山脈最年輕且分佈最廣的地層，它的標準地點是南投縣仁愛鄉東面的廬山溫泉。本層大部份由黑色至深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散佈的泥灰岩團塊，它的全部厚度估計當在數千公尺上下。廬山層出露範圍非常廣泛，組成在各地岩性略有不同；工研院能礦所於1979~1984年，調查知本、金峰及金崙地熱將出露於台東東南之廬山層稱為知本層，並依據其岩性及層序分為六段，本區出露有第四段之虷泉山段及第五段之介達段。

(a)虷泉山段(Ls4)

虷泉山段整合出露於真理武留山段之上，岩性主要是由巨厚的深灰色板岩為主，具有完整之板劈理，夾有青灰色至棕灰色變質砂岩數層；砂岩層厚自數公分至1公尺，本段中石英脈已稀少，此為其與較下板岩段不同之處。本段與地面地熱徵兆存在有十分密切之關連。本岩段主要以出露於金崙溪北岸坡地。

(b)介達段(Ls5)

介達段整合出露於虷泉山段之上，岩性主要是由灰色至較深色堅硬變質砂岩，層厚數十公分至一公尺以上，與灰黑色板岩成緊密互層。全段具有強烈之葉理狀岩理，岩層反覆撓曲褶疊，造成無數小型褶曲。本段中砂岩顆粒多在0.2~0.5公厘之間，其主要礦物成份為石英約佔95%，餘含少量之雲母及長石。本岩段主要以出露於金崙溪南岸坡地。

(2)更新世

-階地堆積層

沿河岸形成的平台式階地稱為河階。河階的形成主要因侵蝕基準面下降，河流重新下切，昔日舊河床會突出於今日河面之上，而形成平台狀階面。河階堆積層主要由礫石、砂、粉砂及黏土所組成。本區河階以分佈於金崙溪金崙溫泉河段以西上游地帶。

(3)現代

-沖積層(Qa1及Qa2)

沖積層以分佈於金崙溪或支流，及其兩側高灘地，岩性均為未固結土、砂及礫石等組成。一般來說Qa1以分佈於鄰近坡腳之緩平狀態高灘地，Qa2主要分佈於河床及行水渠道，呈緩平之槽狀。

-沖積扇層(Qaf)

沖積扇堆積多由卵石、礫石及砂所組成。河流由山區進入平地，坡度變緩，流量分散，搬運力隨之急減，所攜帶的砂礫在河口的附近堆積，大量的土石形成寬闊而顯著的傾斜地(扇狀地)，或稱之為沖積扇。沖積扇層主要分佈於金崙溪北岸，為山間谷地之出口或支流下游與平原接壤處；其次位在金崙溪南岸，為山間谷地與河階地接壤處。

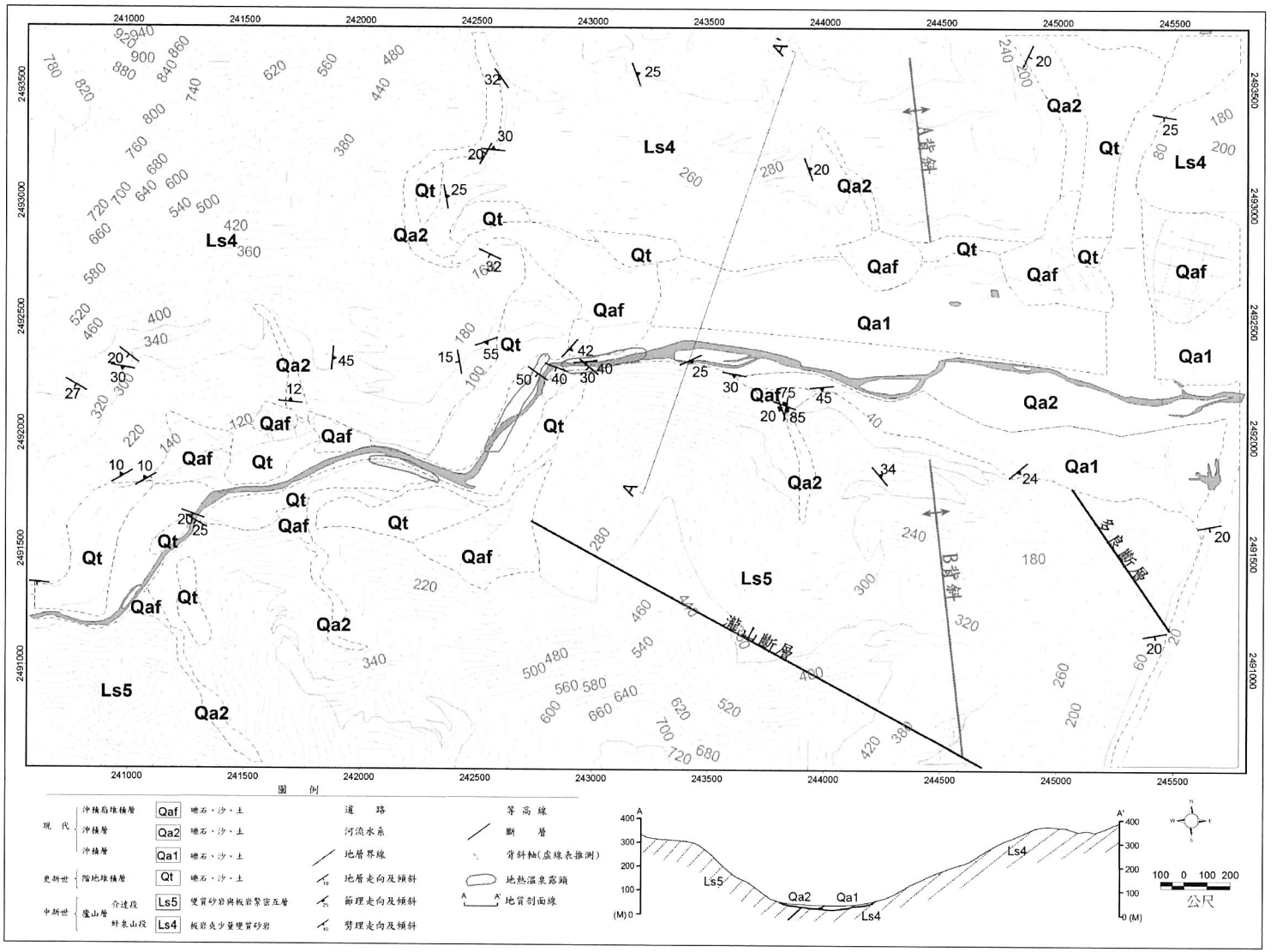


圖 5-10、金崙地區地熱地質圖

5.4.2 地質構造

5.4.2.1 褶皺

從文獻資料本區並無褶皺構造，然從航照判釋及少量地質露頭資料推估，本區在東側似有一略呈南北走向且向南傾沒之背斜，背斜軸部可能較為寬廣，軸部位置不易推定且其延伸情形亦不明顯，故在南北兩岸於可能出露區域分別標示A、B兩背斜。

5.4.2.2 斷層

(1)瀧山斷層

瀧山斷層位於壢丘東方約600公尺處，呈約N30°W~50°之走向，屬走向斷層，推測斷落差不大，本斷層亦由岩性不同而推測者。在地形上呈現線狀斷層側丘地形，斷層西北端鄰接地熱溫泉露頭區。本斷層在地下分佈乃由中油公司的鑽探獲得證實，其深度延伸至地下2000公尺以上，推測地熱溫泉與該斷層有密切關係。

(2)多良斷層

位於金崙南方台9公路，呈西北走向；其延伸約1.9公里。多良斷層在地形上之特徵不顯著，然於南迴鐵路隧道開鑿時，曾鑽到破碎帶。

5.4.3 節理

在金崙溫泉橋一帶包括橋下、西北岸以及北岸三處分別量取計54處節理，各分區及全區走向玫瑰圖及傾角角度直條圖分析成果如圖 5-11。橋下(A區：TM二度分帶座標E242968,N2492324)計20處，走向呈以西北-東南向為主，傾角以71°~90°為主；西北岸(B區：TM二度分帶座標E242728,N2492276)計14處，走向呈以東北-西南向為主，傾角以51°~80°為主；北岸(C區：TM二度分帶座標E242901,N2492381)計20處，走向呈亦以西北-東南向為主，傾角以61°~80°為主；就全區來看，走向亦以西北-東南向為主，傾角階大於50°，以71°~80°最高。西北-東南向可能為一剪應力之破裂作用，高角度節理有利於地下熱水向上湧出。

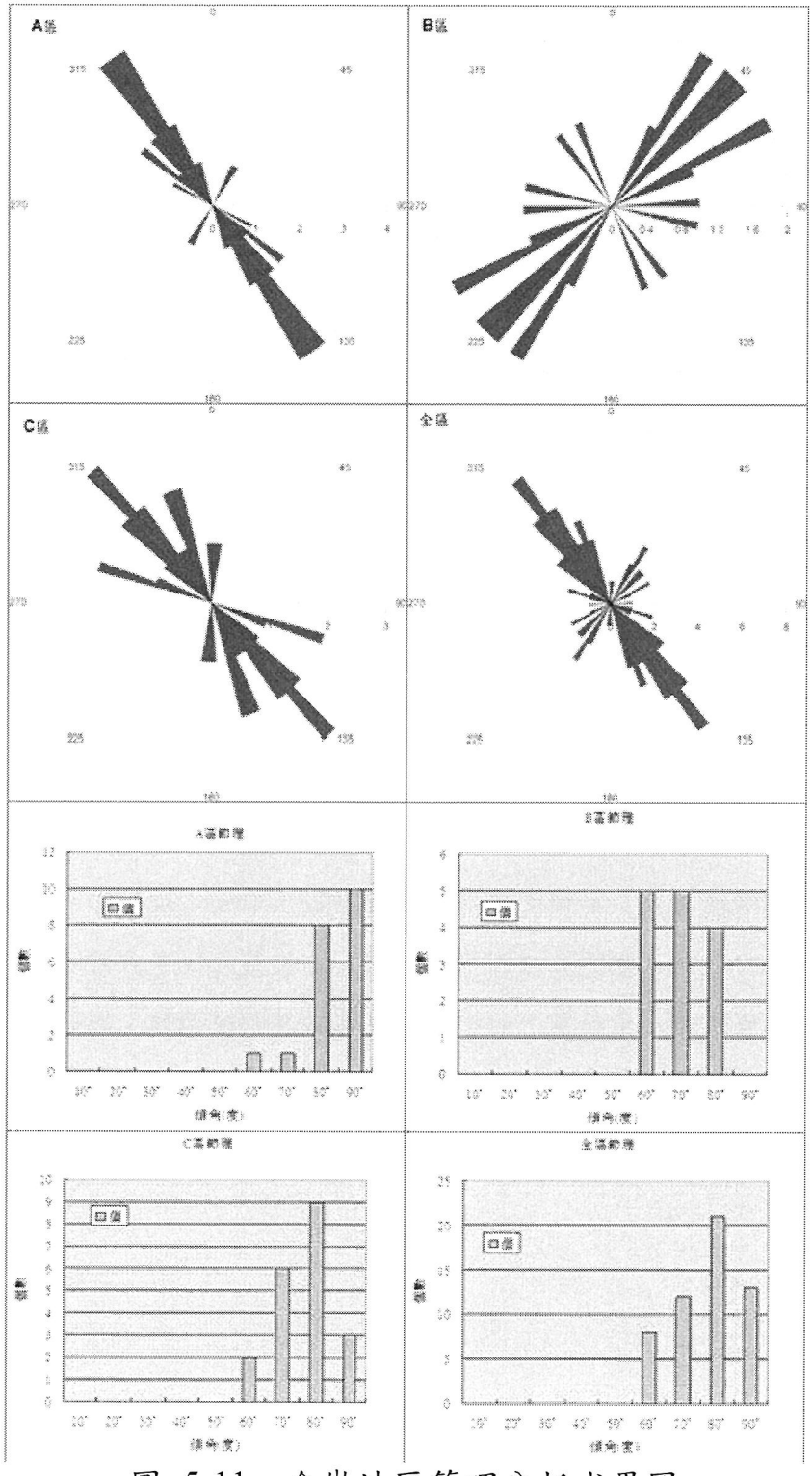


圖 5-11、金崙地區節理分析成果圖

5.4.4 地熱溫泉露頭

溫泉是地熱的地表徵兆，徵兆區之溫度愈高、分佈愈範圍愈廣，其賦存地熱潛能愈大。探勘地熱必先調查溫泉，溫泉露頭調查含括泉溫、產狀等。

地熱溫泉徵兆露頭分佈在金崙溪下游，約自溫泉橋起上溯至壢丘附近，延伸長約1.5公里，露頭有5處，地熱溫泉徵兆區有3區(工研院能資所；2002)；熱水由河床沖積層及岩層裂隙湧出，附近可見熱水換質及河床上礫石銹染現象；在本次調查所量測到之溫度在42.5~57℃。

5.4.5 水文地質

依據張秉權、吳建民(1989)之分類準則，以圖6-10為底圖繪製成本區水文地質分類圖(圖 5-12)。

由圖 5-12可以看出本區水文地質特性可概分為三類：(1)A3及A4類所構成之不固結層；本類主要以分佈於區內之中央部份，為由金崙溪所沖積而成之沖積層及其兩岸之階地堆積層；其皆為未固結之土、砂及礫石所組成，可為良好之地下水層，然由於其厚度在數公尺至十數公尺間，不容易形成富水層，不過應對於區域性之地下補注將有所助益。(2)由泥類變質岩所構成之B1類；本類主要分佈於金崙溪北面坡地，由厚層板岩所組成之廬山層之虷泉山段；泥類變質岩其孔隙率及滲透率極差，因此其地下水為極少或無之狀況。(3)由變質砂岩所構成之B2類；本類主要以分佈於金崙溪以南之坡地，由變質砂岩及板岩互層所組成之廬山層介達段；變質砂岩因變質作用，會使其孔隙率與滲透率變差，然由於其經地質構造作用，使砂岩產生裂隙，而提供地下水之儲存或流動；因此其地下水有局部豐富之情況；在本區東面有瀧山斷層、多良斷層及B背斜等地質構造，或有助於本區地下之地下水層之發展。

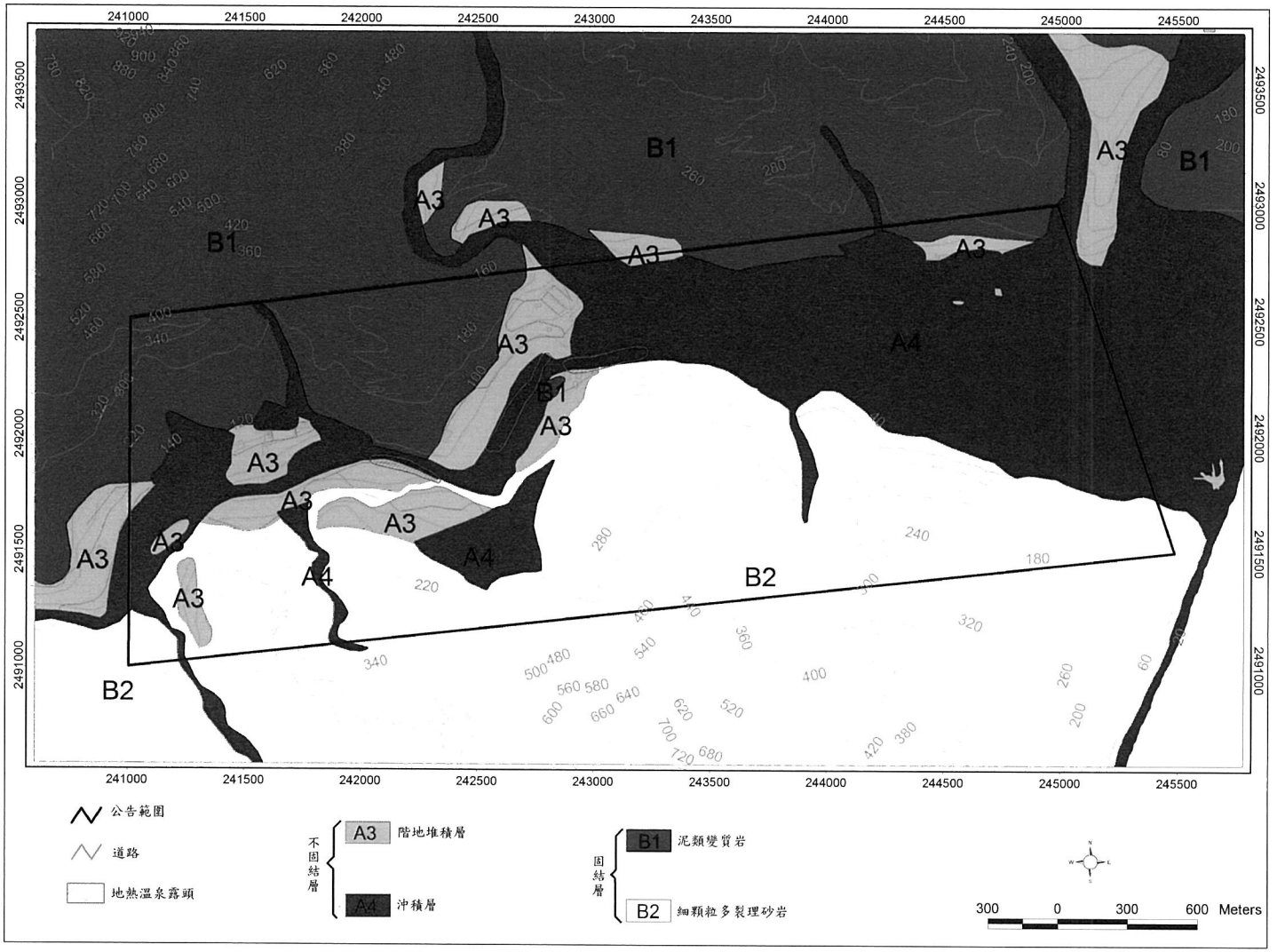


圖 5-12、金崙地區水文地質分類圖

6. 歷史探測資料蒐集與分析

本節將金崙地熱區過去地熱探勘資料，依資料的特性重新彙整分析，期獲得更完整的地熱資訊，提供本計畫地熱發電潛能評估之參考依據，各項資料說明如下：

6.1 重力資料

(1)重力圖數化

工研院能資所(1994)曾於台東縣知本-金崙之間進行重力測勘，並繪製布蓋重力異常圖(圖 6-1)，可惜由於過去電腦計算處理設備的限制及欠缺適當展現工具，僅以等值圖的方式呈現，對資料判釋工作未臻詳盡。為進一步瞭解金崙地區的重力資訊，本計畫將重力圖以掃描方式製作成影像檔，以MapInfo地理資訊系統對圖中的已知點進行座標標訂，使本圖成為有座標的電子檔，以利後續數化及資料處理之進行。

當圖形座標確認後，即開始進行等值圖的數化工作，共數化完成20332個點，數化後的數位資料再透過網格化(Griding)過程，格點間距200公尺，繪製成等值圖(圖 6-2)。

(2)地形修正

本測區位於中央山脈的最南側，區內河谷與山區的高程差異達到500公尺以上，部份地區高差可達1000公尺以上；東邊太平洋在距離海岸10公里處，海水深度達到800公尺；由Tong and Guo (2007)的研究顯示，海底地形會對重力異常造成相當程度的影響。過去由於缺乏數值地形圖且計算機能力較不足，故布蓋重力地形修正僅進行至測點周圍170公尺。

鑑於地形對本區的重力資料將造成一定程度的影響，而過去的重力資料限於計算機能力，並未將此部份納入考量。本研究將數化後的布蓋重力測點位置，利用行政院農業委員會的40公尺網格間距地形圖進行高程取樣，以進行後續的遠地形修正。

進行地形修正時，以40公尺網格間距地形圖做為局部地形修正值的計算依據，區域修正值則使用500公尺網格間距海底地形圖進行修正值計算。經過完整布蓋修正後的重力異常如圖 6-3所示。

(3)微分處理

透過微分處理可以加強地下岩體邊界的對比，可以使地下異常體的邊界更易於辨認；其中，垂直微分(Vertical Derivative; VDR)、水平微分(Total Horizontal Derivative; THDR)、解析訊號解(Analytic Solution; AS)、傾斜微分(Tilt Derivative; TDR)等是較常使用的方法。

垂直微分本身具有類似濾波的功能，它可凸顯短波長(高頻)的訊號，亦即消弱長波長(區域性, Regional)的重力效應，增強局部性(Local)的重力效應。因此重力異常資料經過垂直微分處理後，可強化局部性異常，勾繪出岩體之形貌。

由於重力場的方向為垂直向下，因此微分後的重力異常值可以直接代表測點下方的岩體密度分布，常用於區域的地質構造判釋或儲油構造判釋。本計畫採用垂直微分處理，獲得重力梯度分布圖(圖 6-4)，進行後續的重力線形研究及判釋。

(4)重力線形及判釋

一般而言，重力梯度低者，地下岩石的密度較低；相反地，重力梯度高者，地下岩石的密度較高；由重力梯度大小在空間中的分布情形，可以獲得地下岩石密度的分布情形，配合現地的地質資料，即可獲得地下岩層分布及可能的地質構造分布。由於本計畫探測目標為金崙地熱區，因此重力線形判釋之成果僅針對計畫區範圍內之重力梯度進行研判。

圖 6-5為金崙地熱區之重力梯度分布及判釋結果圖，圖中藍色部份為重力梯度低區，紅色部份為重力梯度高區。整個金崙地區的重力特徵可概分為金崙溪北岸及河谷區兩部份，河谷北岸的特徵為重力梯度較高且連續性良好，重力梯度最高可達0.031 mgal/m；河谷區的重力梯度最低且連續性較差，整體的重力梯度小於-0.004 mgal/m。由此二分區的重力梯度大小及分布特徵研判，河谷北岸地下岩石較完整且密度為較高；河谷區的岩石較破碎故密度較低。沿金崙溪方向有長條形的重力梯度低區，此低重力梯度區可能為斷層的破碎帶造成。

本計畫依據重力梯度在空間的分布情形，進行重力線形研判。 圖 6-5中黃色直線代表由重力梯度分布所研判之線形，由重力線形的方向分布情形，可將本區的重力線形大致分成三組，第一組為西北-東南方向、第二組為東北-西南方向、第三組約呈南-北方向。溫泉徵兆區位於三組線形的交界處，顯示溫泉出露與重力資料所研判的線形關係密切。沿溫泉露頭下游的金崙溪河谷有一帶狀分布的重力梯度低區，方向約略與河谷平行，此重力梯度低區之南、北兩側各有一條與其平行的重力線形，中間有數條南北方向的重力線形穿過，研判此區域為金崙地熱區可能的地熱潛能區所在，由重力資料研判之地熱潛能區域如圖 6-5所示。

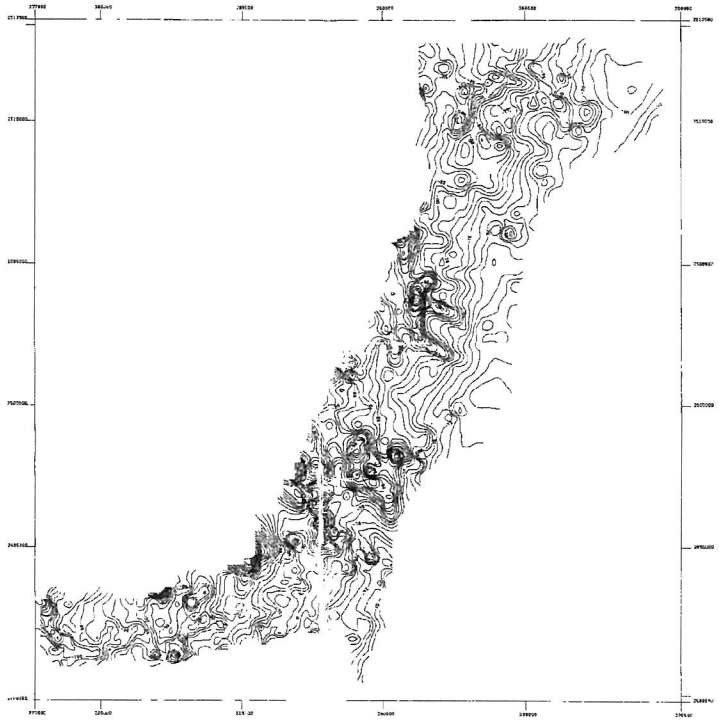


圖 6-1、知本-金崙地區布蓋重力異常圖

(摘自 工研院能資所，1994)

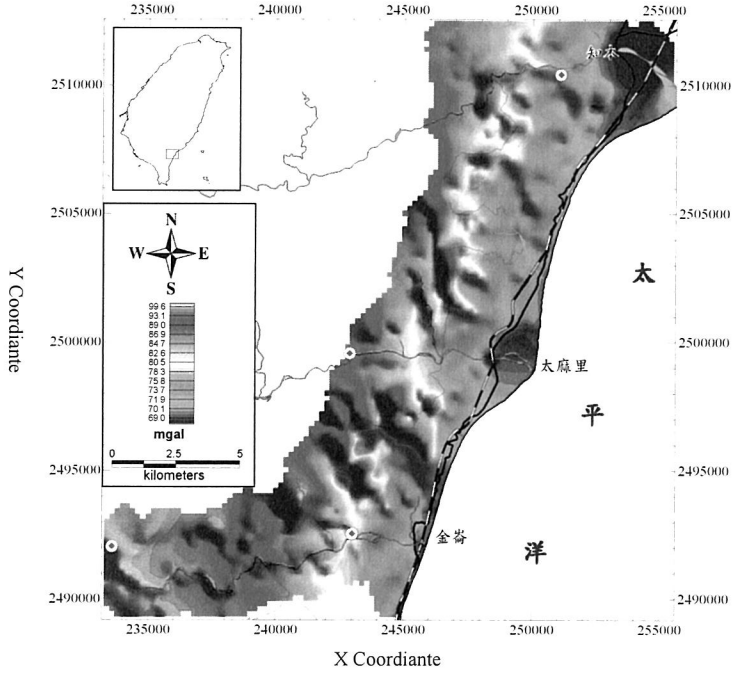


圖 6-2、數化後之布蓋重力圖

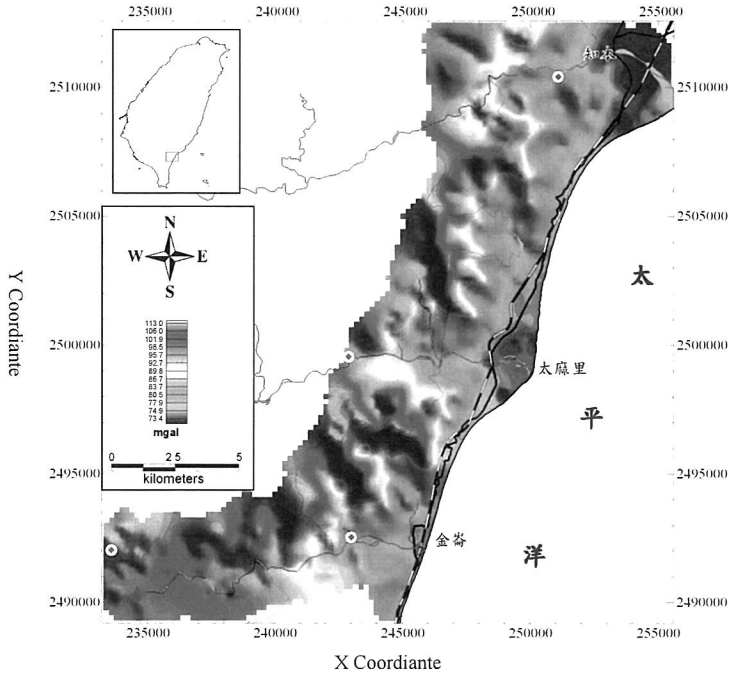


圖 6-3、經完整布蓋修正後之布蓋重力異常圖

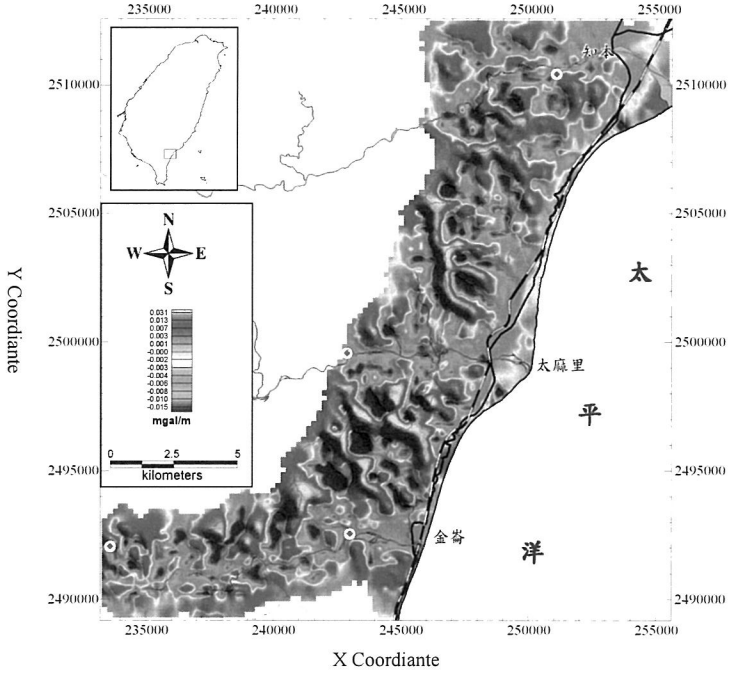


圖 6-4、經垂直微分後的重力梯度圖

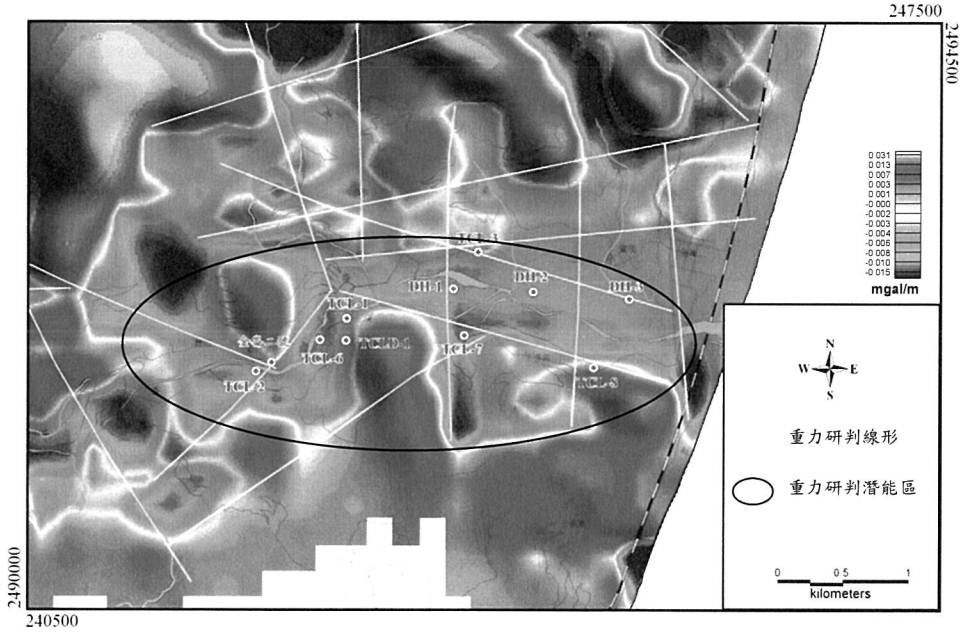


圖 6-5、金崙地熱區重力線形判釋結果圖

6.2 溫度資料

金崙地區已知的地熱井及溫泉井共20孔，其中地熱資源探勘井有9孔，工研院礦業研究所鑽鑿7孔，於民國70年~72年間完成；中油公司鑽鑿之地熱井2孔，於民國72年~73年間完成。交通部觀光局於民國91年完成3孔溫泉鑽探井，金崙地熱區各井孔之座標、深度、最高溫度及產能資料詳如表 6-1。

圖 6-6為工研院能資所(1994)利用地熱探勘井所繪出的金崙地熱區溫度剖面，剖面最東側井孔編號TCL-3的地下溫度溫度與西側井孔下方的地層溫度有明顯差異，此差異是否為地熱儲集層的邊界，值得更深入研究。為進一步瞭解本區地下岩層的溫度分布，本計畫將過去測井資料中，有記錄溫度隨深度變化的地熱探勘井溫度資料重新數化，共計數化完成11孔地熱井及溫泉井的孔內溫度剖面，各井孔溫度隨深度變化情形如

表 6-2所示。

圖 6-7為經過數化處理後，金崙地區高程海拔-200公尺處的溫度分布圖。溫度由東向西可區分為三部份，最高溫度(120℃以上)的範圍分布在井孔編號TCL-2~TCL-1之間(圖中紅色部份)；次高溫(100℃以上)範圍分布在井孔編號DH-1~TCL-7之間(圖中綠色部份)，最低溫(<100℃)範圍則出現再TCL-3~TCL-8以東的區域(圖中藍色部份)。圖 6-8為海拔-400

公尺時之溫度分布圖。最高溫度仍出現在TCL-1~TCL-2之間，DH-1~TCL-8之間的溫度則上升到100℃以上，TCL-3、DH-2及DH-3在此深度的最高溫度約在90℃左右。

圖 6-9及圖 6-10分別為金崙溪北岸及南岸溫度剖面圖，圖中顯示在金崙溪南岸深度約250公尺左右地下溫度即可達到120℃，且此等溫線可向東延伸至TCL-8；而金崙溪北岸的溫度剖面顯示，在TCL-1下方90公尺處即出現120℃的高溫，但溫度向東漸減，由此二溫度剖面的資料顯示，金崙溪南岸的高溫度層延伸較廣，較有利於地熱資源的開發。

表 6-1、金崙地熱區溫泉及地熱井一覽表

井孔編號	X座標 (TWD67)	Y座標 (TWD67)	深度 (公尺)	最高溫度 (℃)	產能 (ton/hr)	生產濾管		井孔屬性	備註
						井徑 (英吋)	深度 (公尺)		
CLD-1	242940	2492060	1000	165	20	4-1/2	537-1000	地熱井	未使用
TCL-1	242949	2492233	500	159	20	5-7/8(裸孔)	176.2-500.5	地熱井	未使用
TCL-2	242249	2491828	500	153	19	4-1/2	200.6-500.5	地熱井	未使用
TCL-3	244068	2492723	501	103	0	5-7/8(裸孔)	202-501	地熱井	未使用
TCL-6	242741	2492071	614	153	20	6-1/2	217-614.3	地熱井	未使用
TCL-7	243869	2492024	341	130	0	4-1/2	30.5-341.2	地熱井	未使用
TCL-8	244841	2491856	542	153	40	4-1/2	202-542.3	地熱井	未使用
金崙一號	242371	2491898	1601	110*	40	ND	ND	地熱井	未使用
金崙二號	243124	2492410	2015	110*	80	7	1166-1989	地熱井	尚可使用
東太陽	244806	2492981	N/A	42	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
DH1	243767	2492459	200	103	6	ND	ND	溫泉井	使用中
DH2	244380	2492435	300	101	6.9	ND	ND	溫泉井	使用中
DH3	245118	2492374	400	93	10	ND	ND	溫泉井	使用中
民宅	245613	2492326	165	46	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
林務局展示館	242966	2492473	N/A	98	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
阿全-1	243667	2492230	10	40	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
阿全-2	243851	2492195	100	90	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
椰璽別莊	243336	2492635	130	107	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
六福山莊	234318	2492635	90	50	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中
閻家歡	244644	2492808	69	0	N/A	ND	ND	溫泉井	使用中

*註:500公尺深度範圍內之量測溫度

表 6-2、金崙地區地熱井溫度與深度關係表

TCL1		TCL2		TCL3		TCL6		TCL7		TCL8	
深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)
0	96.01	0	131.1	0	30.62	103.5	72.8	58.8	52.4	62.8	63.6
30	85.5	40	131.1	10	30.52	131.7	82.8	83.0	60.0	83.1	67.0
60	112.4	60	134.4	20	26.73	145.5	87.9	111.6	70.8	114.1	71.0
90	124.9	80	135.8	30	27.59	171.9	97.5	137.1	81.5	137.5	74.1
120	128	100	136.9	40	29.48	201.1	108.1	163.9	92.1	161.5	77.2
150	128.9	120	139.4	50	33.33	226.5	112.1	190.2	100.1	183.1	81.4
180	128.9	140	138.9	60	43.1	240.6	114.2	216.7	107.4	205.3	86.5
210	130	160	139	70	58.41	253.7	116.0	244.6	113.3	232.0	96.9
240	131.4	180	139.5	80	78.91	266.3	118.0	265.9	117.5	251.8	105.3
270	133.3	200	139.9	90	90.1	305.2	123.8	287.4	121.5	272.4	114.2
300	135.9	220	140.6	100	92.75	316.5	124.7	310.1	126.2	305.5	122.9
330	139.8	240	141.8	110	89.15	338.6	127.3	340.6	135.0	327.4	125.7
360	144.5	260	141.3	120	84.76	364.0	129.9			357.8	129.1
390	145.4	280	141.8	130	78.56	376.2	131.3			389.4	133.0
420	146.2	300	143.9	140	75.39	391.2	132.5			427.1	134.8
450	146.7	320	143.6	150	74.7	418.8	135.2			460.2	137.4
480	151	340	144	160	76.33	432.2	136.2			488.5	140.4
500	152.3	360	144	170	77.97	454.0	137.7			514.3	142.0
		380	142.9	180	79.19	479.7	139.7			541.0	145.4
		400	141	190	80.16	507.2	140.5				
		420	141.1	200	81.29	521.0	141.0				
		440	141.9	210	82.25	544.0	141.7				
		460	142.6	220	83.23	566.9	142.2				
		480	143.9	230	84.26	584.4	144.6				
		500	144.8	240	85.07	591.7	146.9				
				250	85.89	614.4	153.4				
				260	86.67						
				270	87.24						
				280	87.86						
				290	88.63						
				300	89.39						
				310	90.25						
				320	91.23						
				330	92.41						
				340	93.53						

表 6-2、金崙地區地熱井溫度與深度關係表(續)

CLD1		DH1		DH2		DH3		金崙一號*		金崙二號*	
深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)	深度 (m)	溫度 (℃)
0	48.3	0	30.2	0	31	0	33.2	50	85.4	50	85.4
40	48.3	20	49.8	40	52.4	40	35.9	100	109	100	109
80	68.3	40	64.1	60	64.3	60	42.6	150	105.4	150	105.4
120	73.6	60	87.3	100	83.1	100	48.7	200	110	200	110
160	81.0	80	95.1	140	91.2	140	55	300	110	300	110
200	89.1	100	97.1	160	92.5	160	58.3	400	107.3	400	107.3
240	96.5	120	100	200	94.9	200	69.5				
280	102.3	140	103	240	97	240	79.4				
320	107.9	160	102	260	98.3	260	80.3				
360	112.3	180	103	300	101	300	81.3				
400	115.6	200	103			340	92				
440	131.3					360	92.3				
480	131.1					400	93				
520	129.9										
560	130.6										
600	134.9										
640	136.7										
680	139.2										
720	140.7										
760	142.4										
800	144.9										
840	147.3										
880	149.7										
920	151.9										
940	153.0										

*金崙一號井與金崙二號井為實際量測溫度，非推測之最高溫度(摘自 陸島工程，2002a)

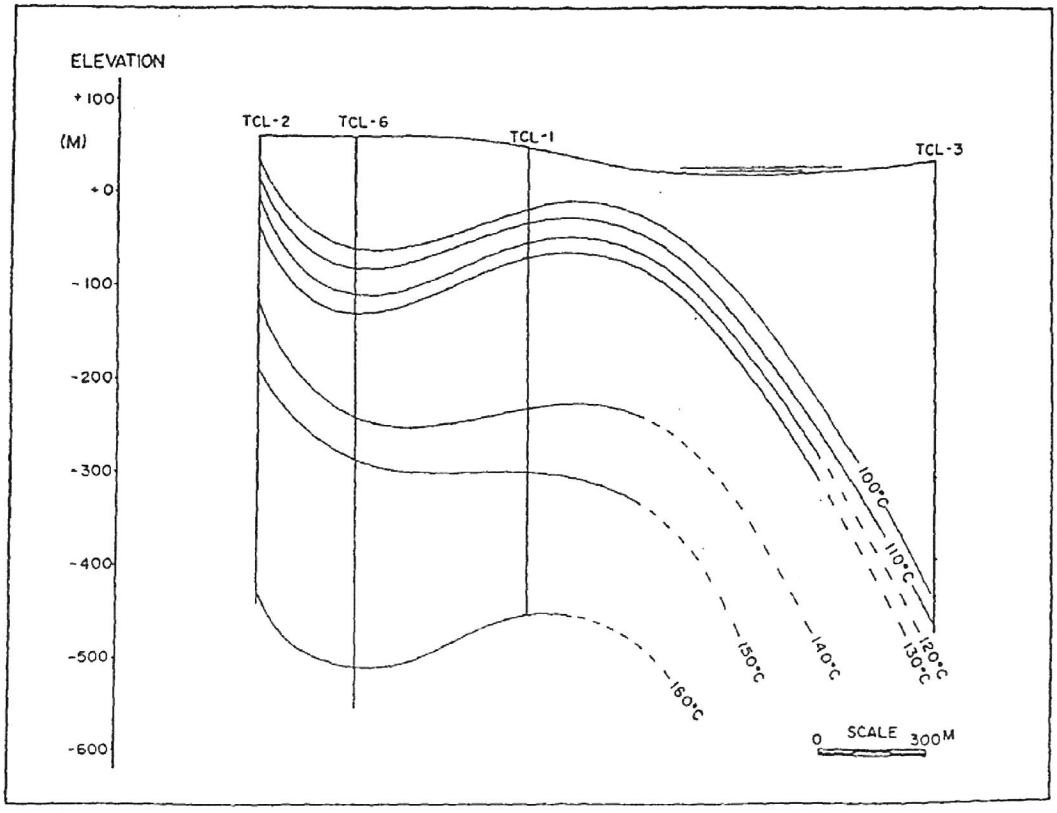


圖 6-6、金崙地熱溫度剖面

(摘自 工研院能資所，1994)

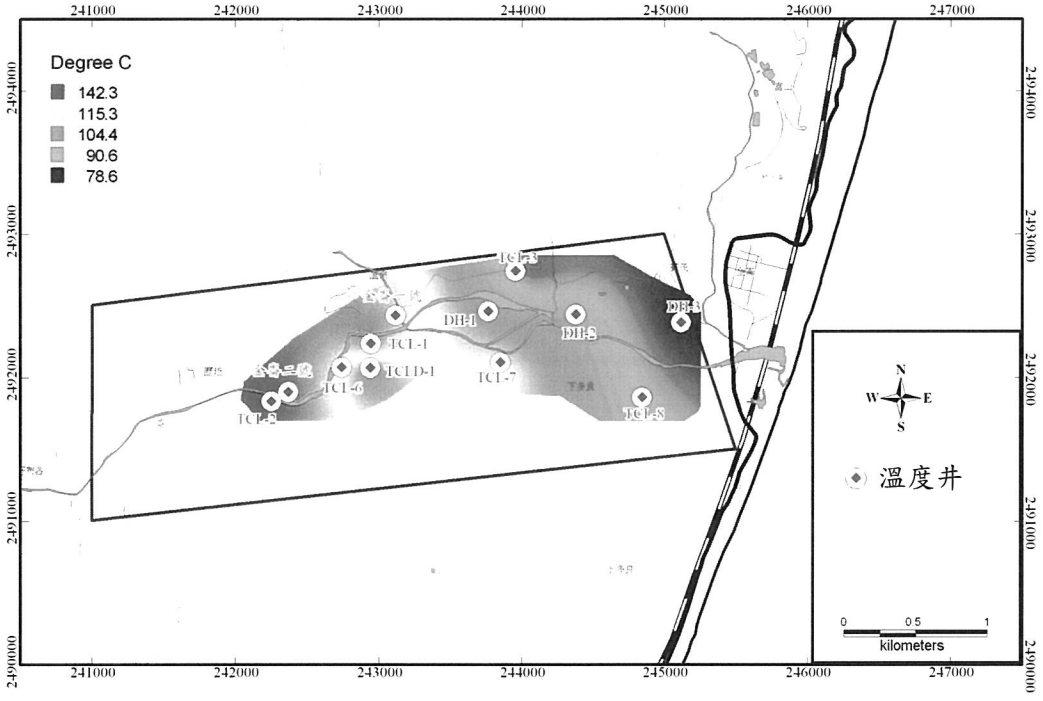


圖 6-7、海拔-200公尺地層溫度分布圖

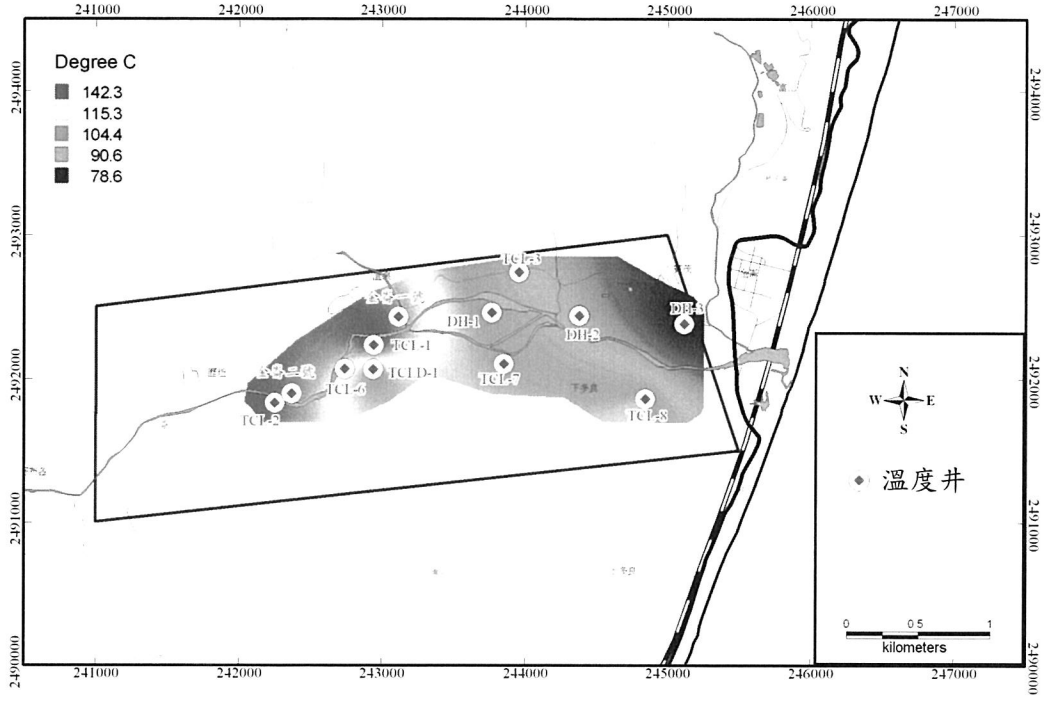


圖 6-8、海拔-400公尺地層溫度分布圖

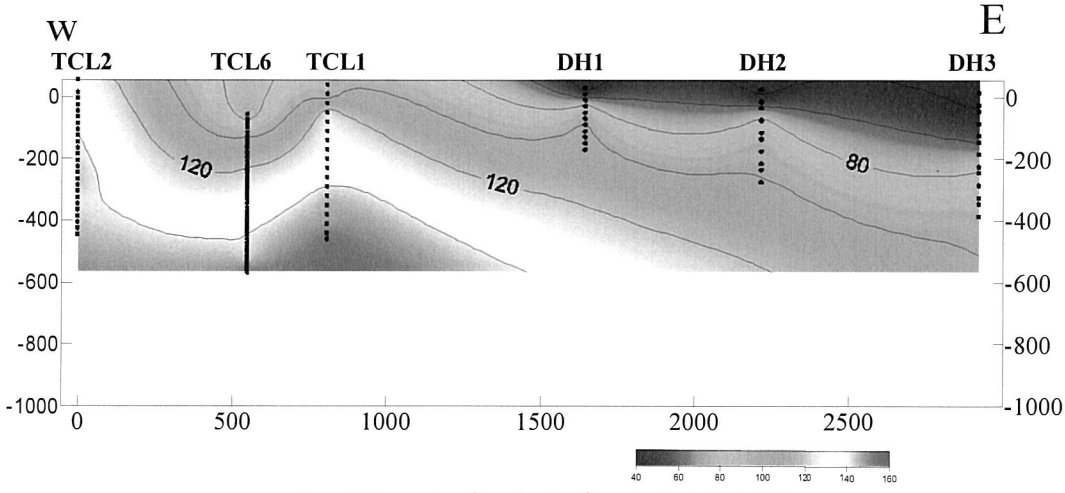


圖 6-9、金崙溪北岸溫度剖面圖

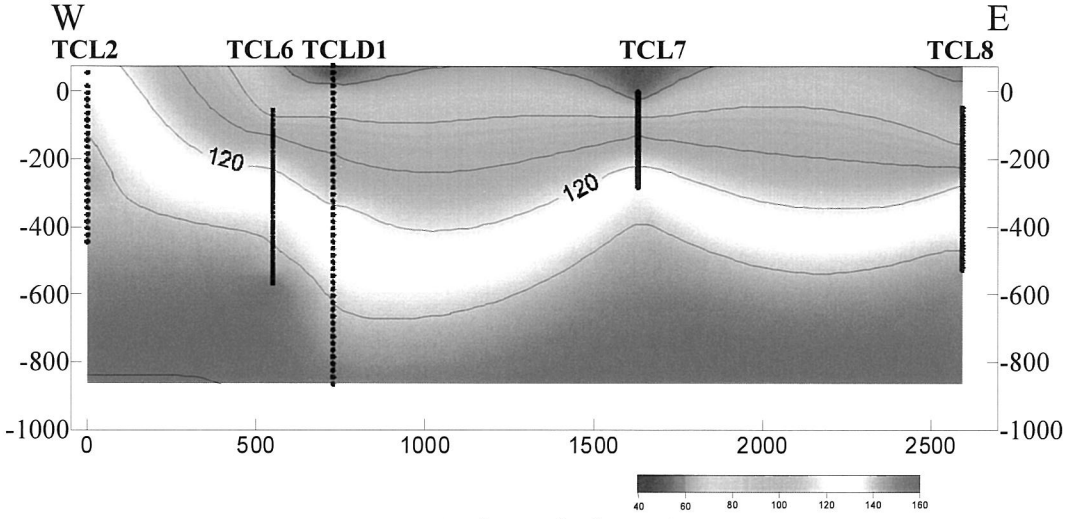


圖 6-10、金崙溪南岸溫度剖面圖

6.3 地球化學資料

17個自文獻中蒐集之溫泉水水質分析結果(表 6-3)，除有五個陰陽離子差異值(Dietary cation-anion difference, DCAD)超過20%(S-1，S-3，TCL2，BG與TTZL-1)外，尚有S-2，TCL-1與TCL_CPC-01(金崙一號井)等三樣品差異值介於15-20%，故僅有一半樣品有較合理的分析數據，若以更嚴格的標準(<5%)則僅有五個樣品可供參酌，基於數據得之不易，故後續仍以離子差異值低於20%的數據為主，進行資料分析以及水質的研析，但所有的水質數據仍繪製為各種圖表以供參酌。合乎離子差異值要求(<5%)的樣品分別為DH-1、DH-2、DH-3、TCL_CPC-02(金崙二號井)、TTLZ-2、TTLZ-3、TTLZ-D1與TTLZ-D2等，推測可能此批樣品屬後期所檢測，數據受較嚴格之檢驗；屬早期檢測之樣品則可能因分析目的不同，僅著重某些分析項目，故使差異值較高 (TTZL-1；79%)，同時，除該樣品的陽離子當量濃度高於陰離子外，其餘則皆為陰離子當量濃度較高(圖 6-11)。

最普遍用來區別水質的方法即是依 Piper's 三角形水質圖解法來判讀水質特性。地下水(及溫泉水)主要陽離子為鹼金屬(Na^+、K^+)以及鹼土金屬(Ca^{2+}、Mg^{2+})；主要陰離子為氯離子(Cl^-)、硫酸根離子(SO_4^{2-})，及碳酸根與重碳酸根(CO_3^{2-}、HCO_3^-)，並以此為水質分類的依據，區分水質為四大類型：

(1)第Ⅰ型

河水、雨水與正常淺層自由地下水(carbonate hardness)。

(2)第Ⅱ型

淡水性深層受壓地下水(carbonate alkali)。

(3)第Ⅲ型

農業活動污染之地下水、古化石水、火山地區之地下水等屬之(non-carbonate hardness)。

(4)第Ⅳ型

與海水有相當密切關係者，如海岸地區地下水或海水污染地下水等(non-carbonate alkali)。

而普遍一般溫泉類型則依此方法將水質依主要陽離子及主要陰離子分為三個類型，及各一個混合型。也就是：鈉質泉、鈣質泉、鎂質泉及混合型；氯化物泉、硫酸鹽泉、碳酸氫鹽泉、混合型泉。水質菱形圖顯示這16個溫泉水樣品中，12個水質屬第IV區之鈉-氯鹽(Sodium-chloride)泉質(圖 6-12)，呈現與海水有關或曾受海水影響的地下水水質特性。而TTZL-2、TTZL-3、TTZL-D1與TTZL-D2等四個樣品則落於菱形圖中的第II區，屬鈉-碳酸氫鹽(Sodium-bicarbonate，圖 6-12)型水質，為淡水性深層受壓地下水。

依繪製水質特性所繪製的Stiff diagram(圖 6-13)中，顯示除TTZL-1樣品外，其他樣品亦呈現同於海水之水質特性，但TTZL-1分析數據之陰陽離子差異值過大，故不予討論。相較於水質菱形圖中TTZL-2、TTZL-3、TTZL-D1與TTZL-D2等四點雖呈現淡水性深層受壓地下水之水質特性，但在Stiff diagram中仍顯著呈現海水水質特徵，推測應受淡水性深層受壓地下水混染所致。在此須特別強調的，雖水質為海水之特徵，但並不代表離子濃度同於海水或是鹽(滷)水，僅代表其組成比例顯示出海水或是鹽(滷)水的水質特徵，並藉以用來推論來源以及水質演化。而水質鹹淡程度亦可以水中總溶解固體(Total dissolved solid, TDS)來區分，淡水(< 7,500 mg/L)、鹹水(7,500 ~ 35,000 mg/L)、海水(≒35,000 mg/L)與鹵水(> 35,000 mg/L)等(陳文福，2005)。

依據這些水質數據所繪製的各種水質圖中，推測海相沈積物經變質作用後之廬山層於高溫下，岩石與地下水間發生水岩交互作用(water-rock interaction)，導致微量礦物溶解而使水質顯現出海水之特性，但基本上亦可稱之為淡水水質。雖近乎所有水質都呈現海水的水質特性，但鈣與鎂離子濃度皆遠低於一般海水([Ca^{2+}]=410 mg/L；[Mg^{2+}]=1,350 mg/L，Langmuir，1997)，極可能因圍岩受熱液蝕變產生的綠泥石對鎂離子進行離子交換作用或是吸附導致水中鎂離子濃度的降低。

此外，部份水樣有硫化氫的出現，顯示長時間的封閉，使地下水呈現還原現象，此現象可由水體中穩定性高的氯離子與易受還原作用而改變的硫酸根之間的關係觀察得之：還

原過程將會使硫酸根經由微生物作用而還原為硫化氫，而硫化氫與水中鐵離子(Fe^{2+})將迅速形成硫化鐵沈澱，因而明顯降低水體中的硫酸根濃度。本研究區域中，除TCL_CPC-01樣品之離子平衡之狀況不佳，與TTZL-D2硫酸根(43.3 mg/L)與氯離子(17.7 mg/L)濃度低外，絕大部份的樣品氯離子與硫酸根濃度皆落於海水稀釋線(端成份為海水與淡水之氯/硫酸根比值)以下，表示水中的硫酸根會因硫酸還原作用(sulfate reduction)而降低濃度(圖6-14)。

同時，為探求地下水的來源與水質演化，亦蒐集水溶氣中的氦同位素值($^3He/^4He$)以及地下水中氚濃度的分析數據(<0.75)。其中，氦同位素值可用以鑑別水溶氣的來源，諸如來自下部地函($^3He/4He > 30$ RA；RA：大氣的$^3He/^4He$比值)、上部地函($^3He/^4He$ 8±1 RA)、地殼($^3He/^4He$ 0.1~0.01 RA)或是大氣 ($^3He/^4He$ 1 RA)。而氚為水分子的一部份，並直接參與水的循環，由於氚與水的氫(氫^1H，氚^2H)氧(^{18}O，^{16}O)同位素於同樣的條件下經歷了同樣的演化過程，因此亦具有與水的氫氧同位素的分布特點，不同之處在於其放射性尚受放射性衰變規律所支配，一旦與來源區脫離接觸，含量變隨時間減少，氚之半衰期為12.43年，測年上限為50年。但因各研究區域的複雜水文條件，需要繁複的修正，導致直接利用氚來計算年齡有相當困難，故現今皆以定性法量測之，亦即是利用地下水是否受到核爆(公元1953年)氚的記號來區分。金崙地區的氦同位素值($^3He/^4He$)為0.42R (Yang et al., 2003)，故其氣體來源都是地殼與大氣混染所來，且DH-1，DH-2，DH-3與TCL_CPC-02的氚示蹤結果顯示該深層溫泉水皆遠小於0.2TU (Tritium unit：即1018個氫原子中有一個氚原子；陸島工程，2002b)，亦即指該地下水皆無50年內所補注者，顯示本區域溫泉水多來自封閉或是半封閉的含水層，而地下水之補注速率稍慢。部份採自深度200公尺以下樣品的碳酸根濃度都超過100mg/L，甚至高者可達1,000mg/L以上，例如TCL_CPC-02(1,738mg/L)、DH-3(1,233mg/L)與DH-2(1,051mg/L)等，可能因深處二氧化碳逸氣溶解於水中所致。

綜上資料，本區域內的水質推測受廬山層溶解微量礦物而呈現出海水的水質特徵，但基本上都屬淡水水質，溫泉水來自補注速率稍慢之封閉或是半封閉的含水層。由於樣品並非同時採樣，分析之儀器與方法不盡相同，雖部份水樣有取水層層位資料，但是起訖位置、是否混層取水，其資料並不詳盡，無法詳細探討本區域溫泉水地球化學演化狀況。

表 6-3、金崙地區文獻所載地熱(溫泉)熱液地球化學分析

樣品編號	採樣地點名稱	行政區	座標		深度	採樣	水溫	產	EC	TDS	pH	Na^{+}	K^{+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}
			X	Y	m	時間	℃	能	ms/cm	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
BG	地表水	台東縣			0	1994	27			242.5	7.7	12	1.2	1	6
DH-1	200m	台東縣	-	-	200	2002				3826.3		1372	6.5	2.3	2.2
DH-2	300m	台東縣	-	-	300	2002				3851.1		1339	4.6	4.2	4.3
DH-3	400m	台東縣	-	-	400	1994				4812		1693	6.2	3.6	9.9
S-1	地表採集	台東縣	-	-	0	1994	55			733	7.6	103	7	5	15
S-2	地表採集	台東縣	-	-	0	1994	45			1050	7.0	208	7	5	65
S-3	地表採集	台東縣	-	-	0	1994	88			1270	7.5	300	20	3	9
S-4	地表採集	台東縣	-	-	0	1994	92			837	8.2	175	10	45	5
TCL-1	500m	台東縣	242949.58	2492232.66	500	1994	159	20		2020	8.6	554	19	1	1
TCL-2	500m	台東縣	242249.22	2491828.45	500	1994	153	19		1693	8.5	447	22	1	1
TTZL-1	金崙東太陽(井)	台東縣	244806	2492981		2002	42			N.D.		6.46	1.35	4.28	16.4
TTZL-2	金崙閔家厭(井)	台東縣	244644	2492808		2002	69			1230		371	7.98	7.14	19.6
TTZL-3	金崙椰墨別莊(井)	台東縣	243328	2492642		2002	107			1840		490	28.9	<1	<1
TTZL-D1	金崙民間井	台東縣	242887	2492137		2002	59			1620		592	13.4	<1	9.08
TTZL-D2	金崙能資所二號井	台東縣	242238	2492137		2002	75			1490		440	21.2	<1	4.58
TCL_CPC-1	1600m	台東縣	242371.39	2491898.23	1601	1984	0	0		2298.9		644	31.3	0	0.6
TCL_CPC-2	2000m	台東縣	243124.28	2492410.28	2015	2002	0	0		7031.2		2543	5.9	2.1	4.2
Sea Water												107700	399	1290	412.1
River												6.3	2.3	4.1	15

a：工研院能資所(1994)；b：陸島工程顧問股份有限公司(2002a,2002b)；c：黃旭燦(1984)；d：工研院能資所(2002)；e：Langmuir (1997)

表 6-3、金崙地區文獻所載地熱(溫泉)熱液地球化學分析 (續)

樣品編號	Si^{4+} mg/L	Fe^{++} mg/L	Li^{+} mg/L	F^{-} mg/L	Cl^{-} mg/L	Br^{-} mg/L	B mg/L	$SO4^{2-}$ mg/L	HCO_3^{-} mg/L	CO_3^{2-} mg/L	CO_2 mg/L	NO^{-} mg/L	$PO4^{3-}$ mg/L	資料來源
BG	15				2	78	0.3	78	127					a
DH-1	110.6				1653	-		37.1	642.6					b
DH-2	128				1292	-		28	1051					b
DH-3	69				1781	-		26.3	1223					b
S-1	56				66	56	5	66	420					a
S-2	36				60	71	6	60	592					a
S-3	79				19	37	6	19	797					a
S-4	81				24	40	4	24	453	63				a
TCL-1	174				138	41	8	138	1084	45				a
TCL-2	103				24	37	12	24	1046					a
TTZL-1	14.6				3.52			13				0.83	5.52	d
TTZL-2	24.8			3.68	139			20.6	806			-	6.37	d
TTZL-3	67.8			4.55	274	1.17		48.9	1064			2.27	4.41	d
TTZL-D1	74.1			5.61	221	3.32		31.7	1172			1.87	7.77	d
TTZL-D2	90.8			9.88	17.7			43.3	1074			1.72	7.77	d
TCL_CPC-1	0				1089	47		284	203					c
TCL_CPC-2	133.4				2565			39.6	1738					c
Sea Water					19354	67.3		2712	60					e
River					7.8			11	142					e

a：工研院能資所(1994)；b：陸島工程顧問股份有限公司(2002a,2002b)；c：黃旭燦(1984)；d：工研院能資所(2002)；e：Langmuir (1997)

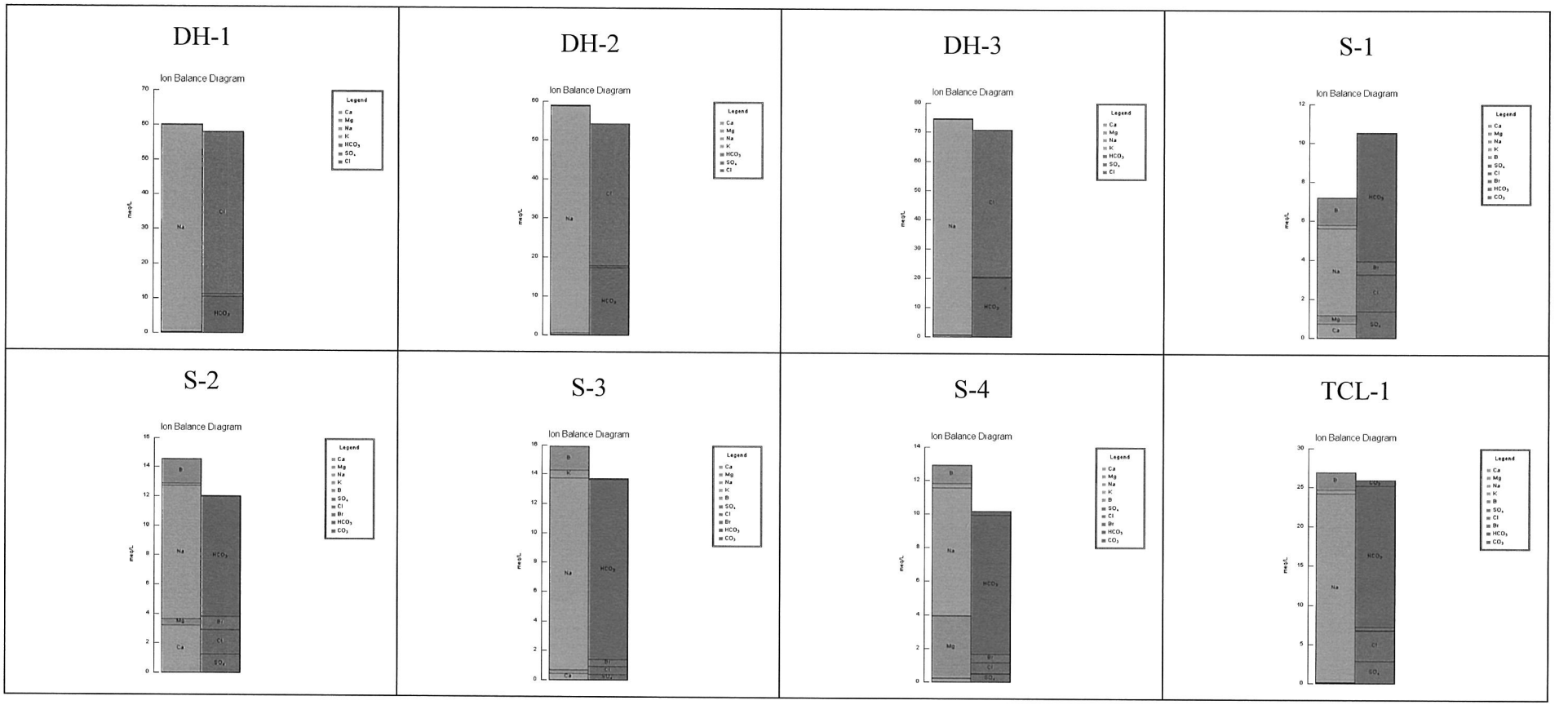


圖 6-11、文獻資料數據中之離子平衡圖

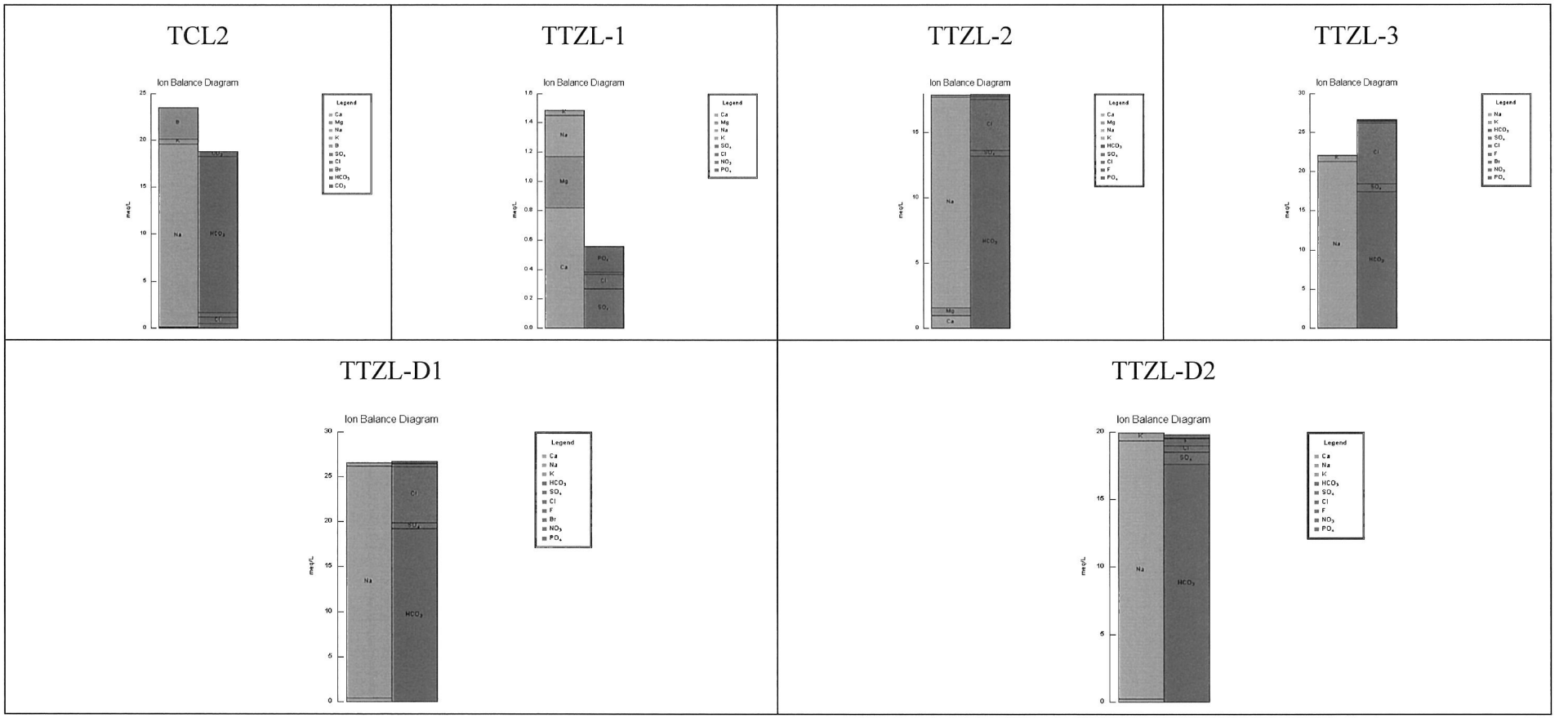


圖 6-11、文獻資料數據中之離子平衡圖 (續)

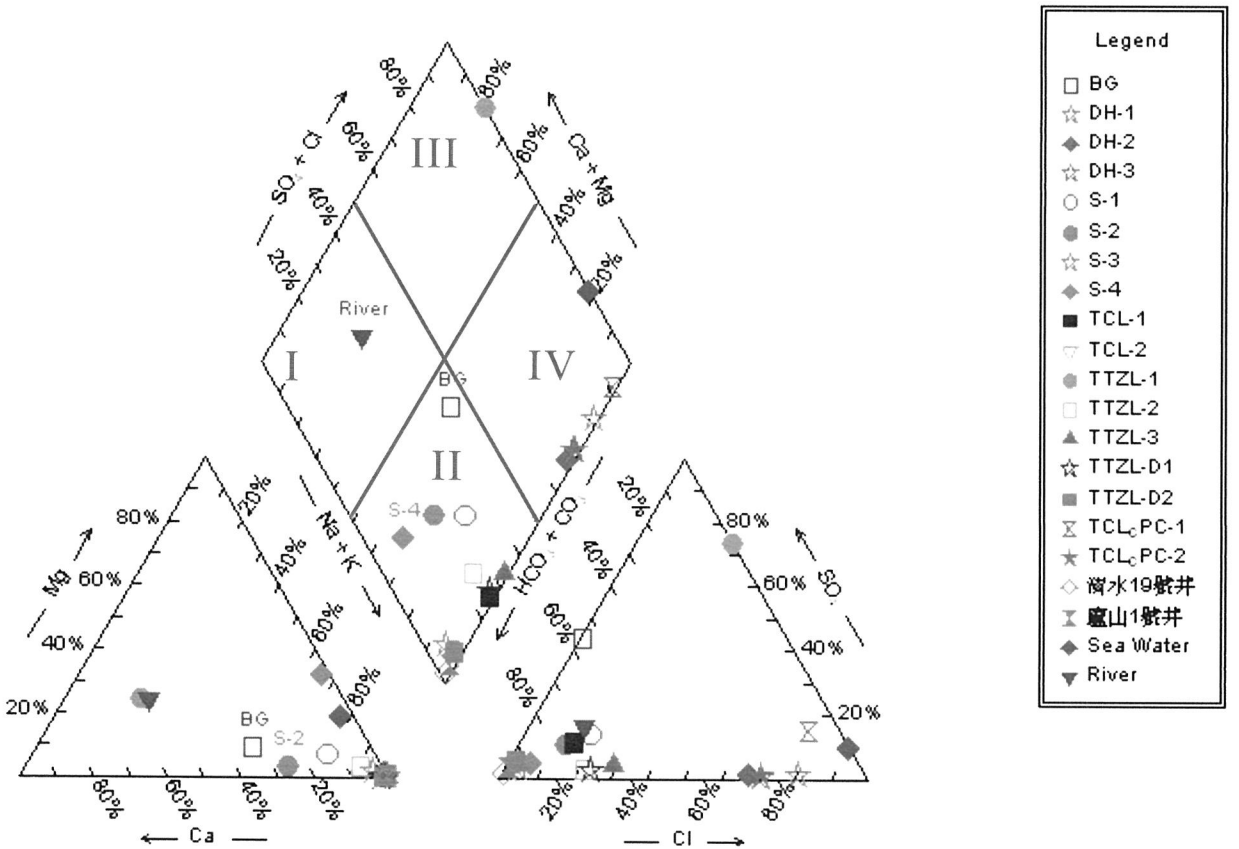


圖 6-12、文獻資料數據中之水質菱形圖

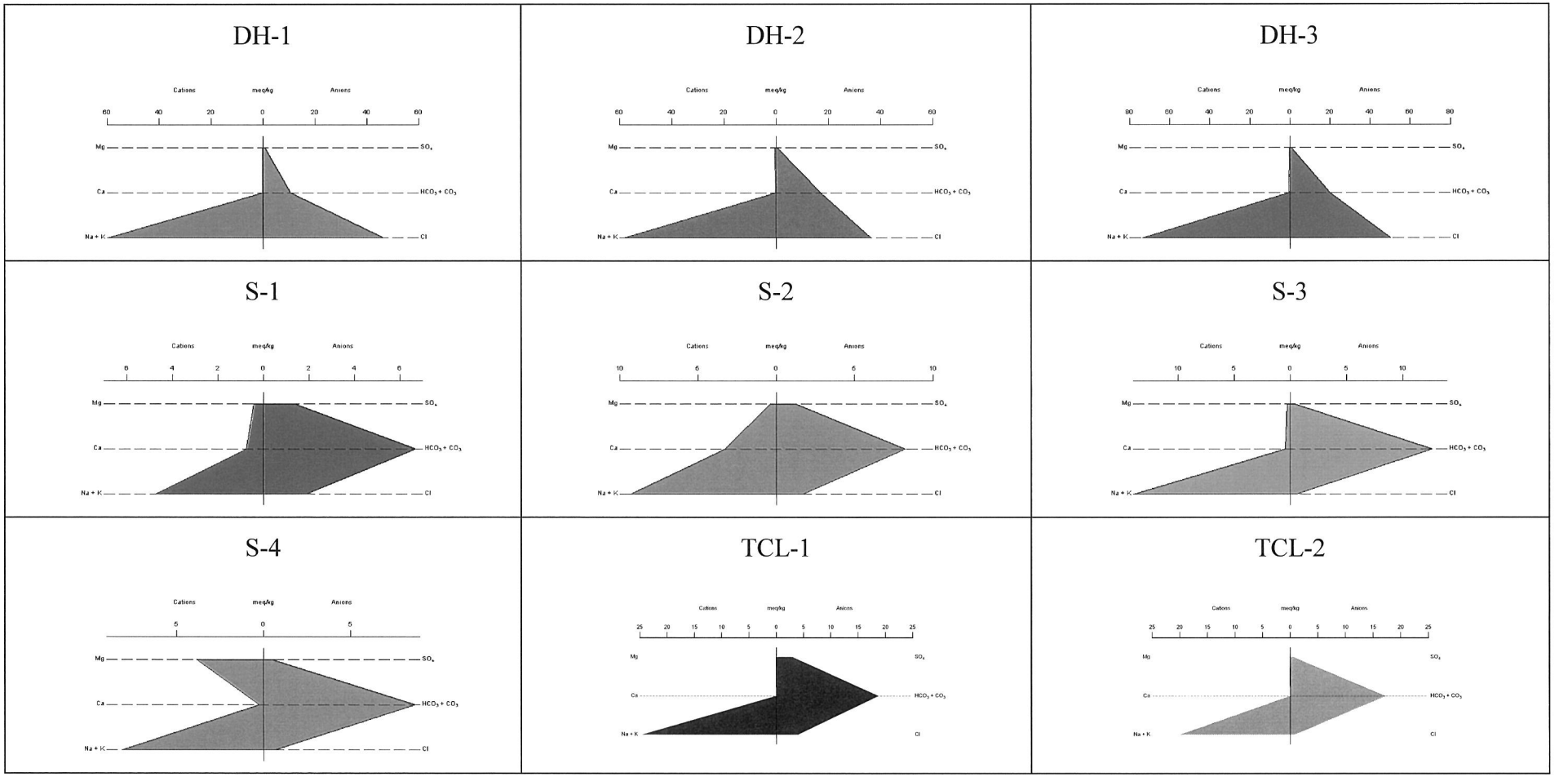


圖 6-13、文獻資料數據中之Stiff 水質特性圖

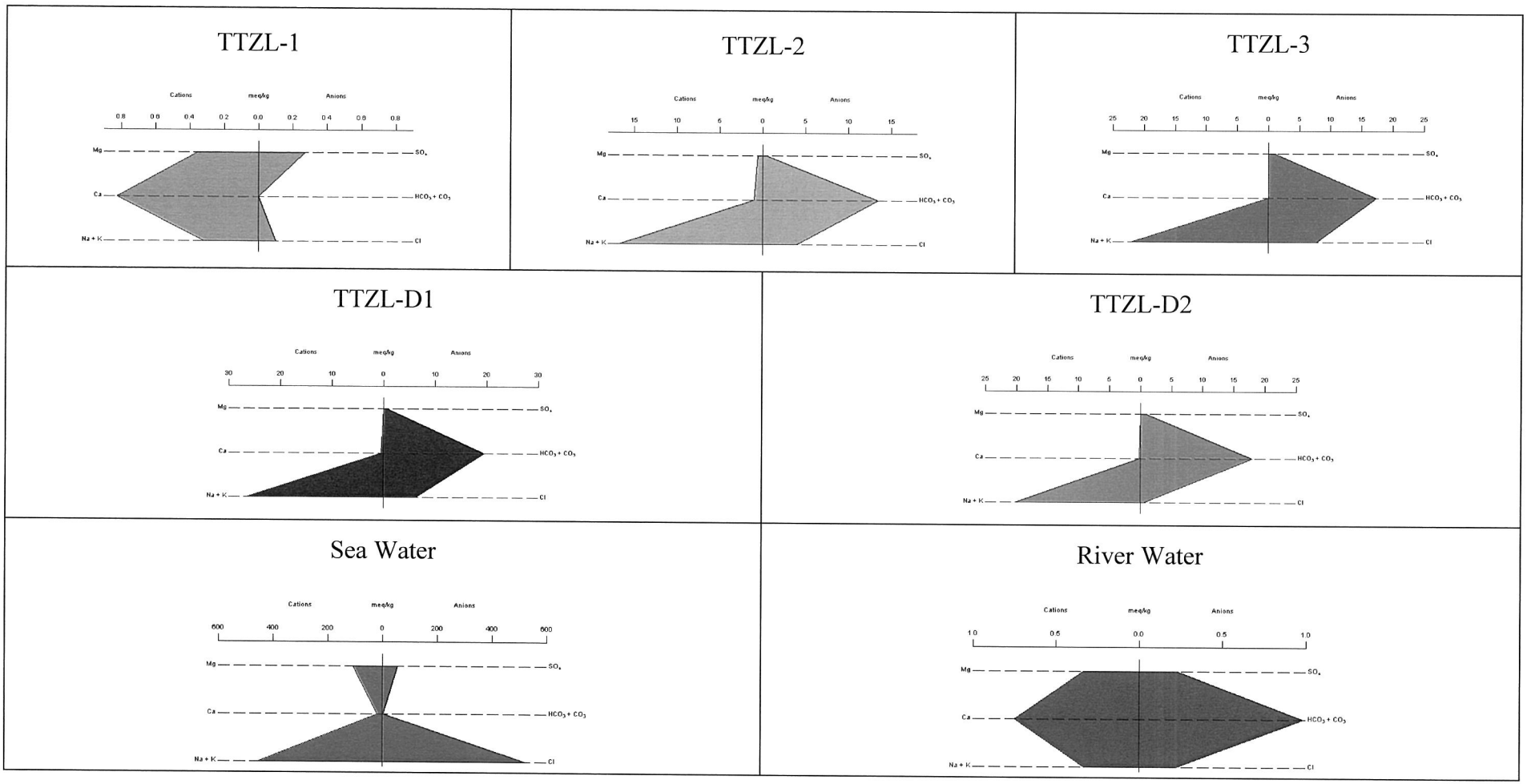


圖 6-13、文獻資料數據中之Stiff 水質特性圖 (續)

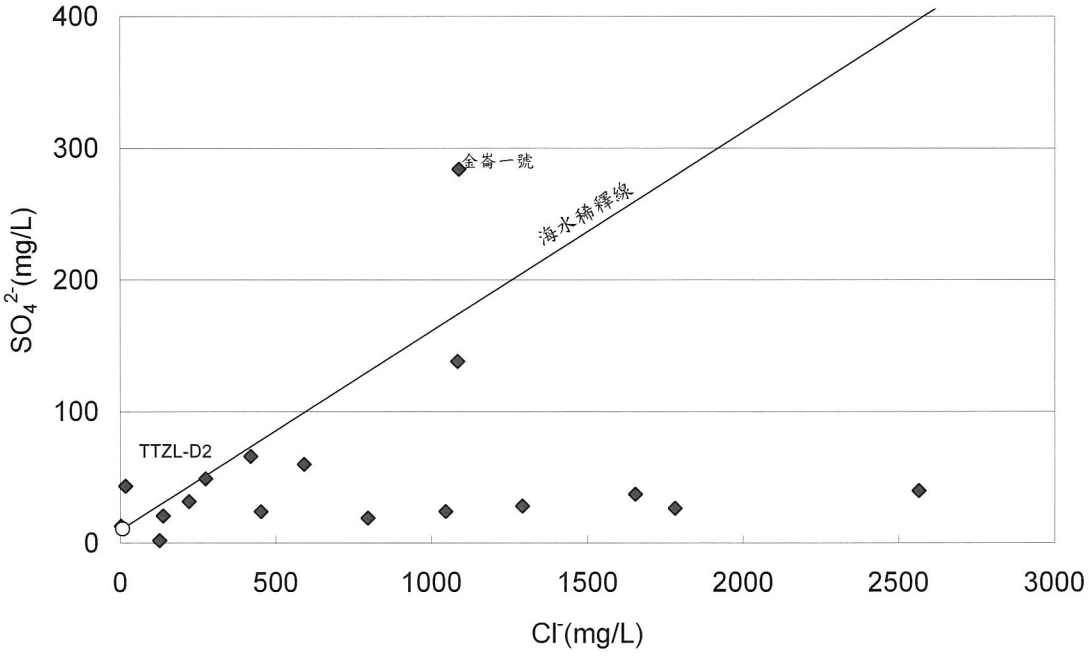


圖 6-14、金崙地區溫泉水水中硫酸根與氯離子濃度關係圖。

海水稀釋線以河水與海水為端成份繪製。河水與海水水質資料摘自Langmuir (1997)。

7. 地球物理探勘

本計畫規劃可探測深度較深的地球物理探勘方法，配合地表的放射性探測資料，以獲得有關區域地質構造、熱源、及熱水儲集層等重要資訊，做為後續新設鑽探井位規劃與熱水儲集層特性分析之參考。工作項目包括：

(1)地電阻譜探測

(2)自然放射能譜探勘

(3)大地電磁探勘

各工作項目方法及成果說明如下:

7.1 地電阻譜探測

地電阻譜探測(Resistivity spectrum investigation)係在岩層露頭處，使用露頭電阻率量測儀(Outcrop resistivity meter)量測岩層的電阻率分佈，是進行大地電磁探勘與地電阻探勘解釋過程中的重要參考依據。本計畫預計於測區範圍內，選取具代表性地質露頭進行地電阻譜量測，以獲得金崙地區岩層的地電阻特性。地電阻譜探測基本內容敘述如下：

(1)儀器設備

本計畫將使用日本OYO公司生產之miniOHM岩心露頭電阻量測儀(圖 7-1)，其交替直流電頻率介於2-10 Hz間，同時顯示並記錄輸出電流強度與電位差，電位差量測之解析度為1 mV。

(2)現場量測

使用溫奈排列(Wenner array)岩層露頭探測器，量測時應特別注意電極與岩層間的接觸狀況，每一相同岩性之露頭，應至少量測30次以上。

(3)資料修正

現場量測之阻抗(Resistance)值需依實際之電極間距及排列情形，換算為電阻率(Resistivity)。

(4)資料處理

計算電阻率算術平均值與標準偏差，以獲得較具代表性的地層電阻率。

(5)探測結果

本調查共完成15組地電阻譜量測，測點分布如圖 7-2所示，座標如表 7-1所示。由電阻譜資料顯示，變質砂岩夾石英脈之岩層電阻率在4276 ~6818 Ω-m之間；變質砂岩之岩

層電阻率在150~1410 Ω-m之間；板岩之岩層電阻率範圍在99~4268 Ω-m之間。地電阻譜測點編號R6變質砂岩受到熱水浸染的影響，電阻率降至16.5 Ω-m，顯示岩層電阻率受到熱水作用影響後明顯降低。

由上述電阻率資料可知，本區岩層電阻率都在100 Ω-m以上，板岩與變質砂岩之間的電阻率差異不大；若岩層受到熱水作用影響時，則地層電阻率明顯降低。因此，推測低電阻層(低於100 Ω-m)為可能的熱水儲集層(Geothermal reservoir)。

表 7-1、地電阻譜量測位置及結果

編號	X座標 (TWD67)	Y座標 (TWD67)	平均電阻率 (Ohm-m)	標準差 (Ohm-m)	岩性	備註
R1	242763	2492992	4276.5	56.0	變質砂岩 夾石英脈	
R2	244241	2491256	6818.0	93.3	變質砂岩 夾石英脈	
R3	241277	2491666	1410.7	100.3	變質砂岩	
R4	242999	2492312	150.5	14.0	變質砂岩	
R5	241257	2491647	1093.0	301.7	變質砂岩	
R6	245640	2491610	16.5	0.9	變質砂岩	潮間帶
R7	242912	2492318	283.5	9.3	變質砂岩	
R8	244845	2491856	741.0	332.8	板岩	
R9	243020	2492329	1132.5	208.4	板岩	
R10	242868	2492323	329.9	99.5	板岩	
R11	243233	2492368	179.9	15.8	板岩	
R12	241262	2491649	99.3	14.9	板岩	
R13	243907	2492211	523.5	6.2	板岩	
R14	242912	2492318	247.7	31.8	板岩	

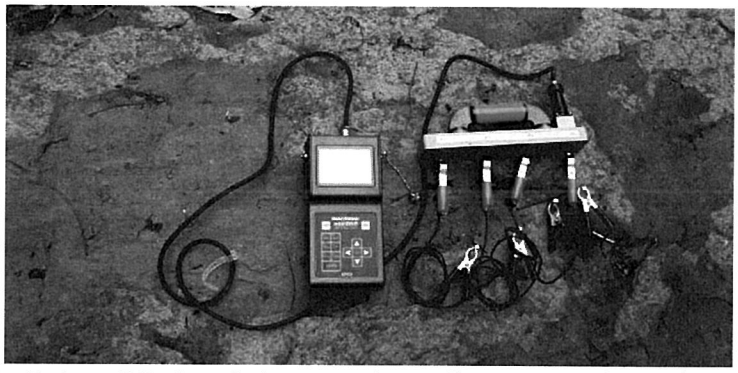


圖 7-1、OYO miniOHM岩心露頭電阻量測儀

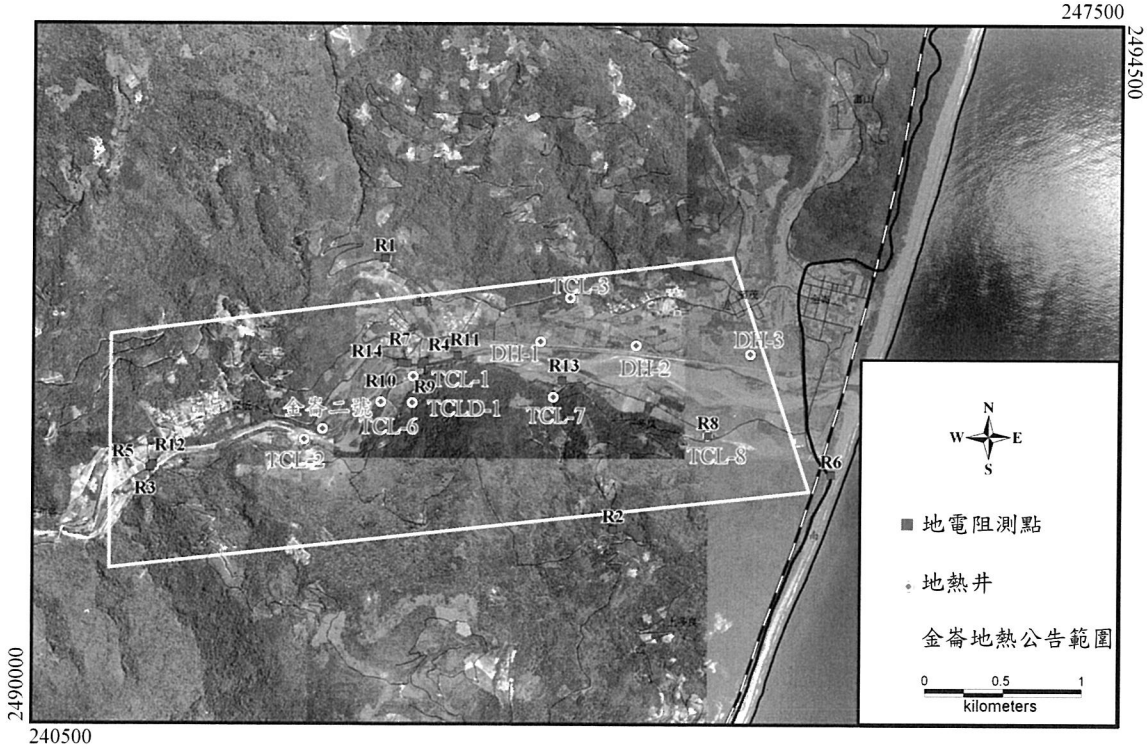


圖 7-2、地電阻譜測點分布圖

7.2 自然放射能譜探勘

(1)探測原理

自然放射線係普遍存在於地球各處，這些放射線是從構成地殼岩石中的放射性同位元素所放射出來，因此地層中放射性物質的含量與岩性有直接的關係。通常地殼深部岩層具有較多量的放射性元素，其中氡氣(^{222}Rn)常沿岩層的破碎帶自地球深部上升至淺地表，造成淺地表氡的子元素如鉍(^{214}Bi)、鉈(^{208}Tl)等放射性元素的濃度增加。因此藉由在地表量測鉍、鉈等放射性強度異常分佈，可用以間接推斷地下破碎帶的位置(圖 7-3)。

(2)探測方法

選擇地表無混凝土、回填土等人造物之自然地表，使用自然加馬能譜儀紀錄鉀(^{40}K)、鉍(^{214}Bi)及鉈(^{208}Tl)等三種放射性元素之放射線強度，其能量分別為1.46 MeV、1.76 MeV及2.62 MeV。

(3)儀器設備

本計畫採用捷克GISCO公司所生產之GRM-260手持式自然加馬能譜儀圖 7-4。

(4)測點配置

本計畫於調查範圍內共完成101組自然放射能探測站，各測站座標如表 7-2所示及測站分布如圖 7-5所示。

(5)資料解析

各岩層之組成礦物不同，造成放射性強度也不同。因此，用自然放射能強度來研判是否為地下深部氡氣所造成的異常時，須考慮岩層本身的背景放射能強度，故使用相同測點^{40}K的放射性強度來做為正規化(Normalize)的因子。由於鉈(^{208}Tl)較易受土壤吸收影響，而本調查主要著重在沖積層區域，因此調查成果主要以Bi/K之等值圖分佈情形，做為研判地下破碎帶分佈的依據。此外，本計畫亦將對所有量測結果，以統計分析方法，計算其平均值與標準偏差，以概略掌握調查區岩盤整體破碎帶狀況。

(6)探測結果

表 7-3為本計畫自然放射探測的量測值，各測點Bi/K的平均值為0.20，標準差為0.026，Bi/K比值超過0.23者視為異常帶。圖 7-5為金崙地區Bi/K強度分布圖，Bi/K的比值越高代表岩層中裂隙越發達或越破碎。推測金崙地區的近地比裂隙較發達的位置在測點編號38~編號90之間，測點編號63~編號65之間及測點編號76~編號95之間。良好地熱田之要素包括熱源、水、裂隙通路、儲集層蓋層等因素，自然放射能探測可以提供裂隙通路在地表出露

的位置，但裂隙通路僅為地熱田形成的條件之一，必須搭配其他資料研判，方可研判是否為地熱活動在地表出露之位置。金崙地區的裂隙較發達的位置在測點編號38~編號90之間，測點編號63~編號65之間及測點編號76~編號95之間。良好地熱田之要素包括熱源、水、裂隙通路、儲集層與蓋層等因素，自然放射能探測可以提供裂隙通路在地表出露的位置，但裂隙通路僅為地熱田形成的條件之一，必須搭配其他資料研判，方可研判是否為地熱活動在地表出露之位置。

表 7-2、自然放射能探測點座標

測點編號	X座標 (TWD67)	Y座標 (TWD67)	測點編號	X座標 (TWD67)	Y座標 (TWD67)
1	240834	2491512	26	243679	2492739
2	240931	2491479	27	243474	2492571
3	244877	2492688	28	243385	2492457
4	241756	2491895	29	243461	2492464
5	241955	2492023	30	243773	2492491
6	242037	2492204	31	241702	2492227
7	241968	2492537	32	241578	2492001
8	242304	2492173	33	241400	2491886
9	242438	2492334	34	241259	2491701
10	242681	2492602	35	241338	2492033
11	242852	2492483	36	242396	2491937
12	242853	2492817	37	242544	2492184
13	240931	2492172	38	242779	2491520
14	241107	2492361	39	242521	2491627
15	241356	2492342	40	242313	2491587
16	241533	2492400	41	242037	2491605
17	241652	2492503	42	241381	2490789
18	241782	2492350	43	241351	2491147
19	242117	2492580	44	241308	2491338
20	243360	2492779	45	241362	2491618
21	243174	2492535	46	241600	2491667
22	242933	2492395	47	241780	2491817
23	242674	2492275	48	241952	2491883
24	243949	2492780	49	242096	2491907
25	243751	2492778	50	242162	2491854

表 7-2、自然放射能探測點座標 (續)

測點編號	X座標 (TWD67)	Y座標 (TWD67)	測點編號	X座標 (TWD67)	Y座標 (TWD67)
51	244819	2491942	77	244532	2492073
52	244991	2491910	78	244293	2492152
53	245145	2491987	79	244053	2492217
54	244878	2492559	80	243637	2492272
55	244995	2492509	81	244575	2492128
56	244680	2492534	82	244992	2492095
57	244151	2492762	83	243605	2492529
58	244901	2492801	84	244293	2492572
59	245049	2492977	85	244463	2492578
60	243472	2492523	86	243995	2492608
61	243705	2492473	87	243123	2492436
62	243896	2492451	88	242866	2492108
63	244150	2492437	89	242600	2491472
64	244357	2492421	90	242693	2491793
65	244627	2492389	91	244469	2492736
66	244946	2492354	92	244253	2491438
67	245158	2492333	93	244203	2491748
68	244619	2492985	94	243333	2491368
69	244343	2492908	95	243413	2491480
70	244822	2492888	96	243596	2491739
71	244889	2493053	97	244145	2491780
72	243873	2492166	98	242732	2491487
73	244679	2491890	99	243914	2491776
74	244455	2491916	100	244597	2911712
75	244096	2491752	101	245302	2491924
76	244298	2491786			

表 7-3、自然放射能探測值一覽表

測點編號	$^{40}K^{*}$	$^{214}Bi^{*}$	$^{208}Tl^{*}$	Bi/K	測點編號	$^{40}K^{*}$	$^{214}Bi^{*}$	$^{208}Tl^{*}$	Bi/K
1	2.42	0.43	0.21	0.18	26	2.8	0.58	0.29	0.21
2	2.53	0.48	0.17	0.19	27	2.4	0.33	0.23	0.14
3	2.59	0.43	0.23	0.17	28	2.84	0.54	0.19	0.19
4	2.85	0.63	0.23	0.22	29	2.32	0.52	0.23	0.22
5	3.32	0.6	0.29	0.18	30	2.54	0.52	0.19	0.20
6	2.35	0.34	0.17	0.14	31	3.27	0.69	0.32	0.21
7	2.62	0.58	0.25	0.22	32	2.57	0.55	0.2	0.21
8	2.61	0.61	0.3	0.23	33	2.5	0.52	0.23	0.21
9	3.24	0.63	0.3	0.19	34	2.6	0.53	0.23	0.20
10	2.55	0.58	0.23	0.23	35	2.42	0.52	0.26	0.21
11	2.4	0.43	0.19	0.18	36	2.39	0.44	0.22	0.18
12	2.45	0.47	0.23	0.19	37	2.48	0.46	0.21	0.19
13	2.9	0.6	0.32	0.21	38	2.29	0.57	0.22	0.25
14	3.59	0.65	0.32	0.18	39	2.72	0.54	0.34	0.20
15	2.83	0.42	0.23	0.15	40	2.22	0.46	0.17	0.21
16	3.08	0.52	0.19	0.17	41	2.91	0.59	0.37	0.20
17	2.81	0.54	0.2	0.19	42	2.87	0.65	0.32	0.23
18	2.49	0.6	0.22	0.24	43	3.71	0.76	0.26	0.20
19	3.01	0.62	0.34	0.21	44	3.14	0.66	0.32	0.21
20	2.71	0.6	0.28	0.22	45	3.11	0.77	0.39	0.25
21	2.53	0.45	0.28	0.18	46	2.66	0.53	0.33	0.20
22	2.41	0.47	0.14	0.20	47	3.1	0.57	0.3	0.18
23	2.58	0.51	0.19	0.20	48	2.71	0.43	0.28	0.16
24	2.56	0.48	0.24	0.19	49	2.77	0.46	0.23	0.17
25	2.5	0.54	0.24	0.22	50	2.66	0.51	0.18	0.19

*:單位MeV

表 7-3、自然放射能探測值一覽表(續)

測點編號	$^{40}K^{*}$	$^{214}Bi^{*}$	$^{208}Tl^{*}$	Bi/K	測點編號	$^{40}K^{*}$	$^{214}Bi^{*}$	$^{208}Tl^{*}$	Bi/K
51	2.83	0.5	0.2	0.18	77	2.75	0.56	0.16	0.20
52	2	0.38	0.14	0.19	78	2.81	0.47	0.24	0.17
53	2.64	0.44	0.12	0.17	79	2.75	0.49	0.24	0.18
54	2.69	0.43	0.23	0.16	80	3.46	0.56	0.41	0.16
55	2.92	0.55	0.19	0.19	81	2.58	0.32	0.23	0.12
56	2.74	0.5	0.21	0.18	82	2.56	0.48	0.24	0.19
57	3.03	0.64	0.28	0.21	83	2.29	0.37	0.22	0.16
58	2.86	0.58	0.21	0.20	84	2.67	0.53	0.24	0.20
59	2.29	0.44	0.22	0.19	85	2.52	0.64	0.21	0.25
60	2.38	0.43	0.17	0.18	86	2.78	0.55	0.22	0.20
61	2.66	0.5	0.19	0.19	87	2.41	0.4	0.25	0.17
62	2.45	0.45	0.2	0.18	88	2.36	0.42	0.22	0.18
63	2.54	0.61	0.2	0.24	89	2.78	0.46	0.24	0.17
64	2.36	0.56	0.29	0.24	90	2.44	0.59	0.18	0.24
65	2.62	0.62	0.29	0.24	91	2.46	0.42	0.21	0.17
66	2.45	0.43	0.18	0.18	92	3.57	0.71	0.32	0.20
67	2.55	0.44	0.17	0.17	93	2.62	0.67	0.25	0.26
68	2.52	0.46	0.17	0.18	94	3.16	0.62	0.27	0.20
69	2.18	0.41	0.17	0.19	95	2.71	0.54	0.26	0.20
70	2.02	0.39	0.24	0.19	96	3.45	0.58	0.35	0.17
71	2.19	0.4	0.17	0.18	97	3.36	0.6	0.34	0.18
72	3.46	0.79	0.31	0.23	98	3.12	0.68	0.3	0.22
73	3.62	0.62	0.37	0.17	99	2.34	0.41	0.2	0.18
74	2.98	0.64	0.32	0.21	100	3.13	0.73	0.27	0.23
75	2.86	0.66	0.29	0.23	101	2.65	0.55	0.24	0.21
76	2.88	0.62	0.37	0.22					

*:單位MeV

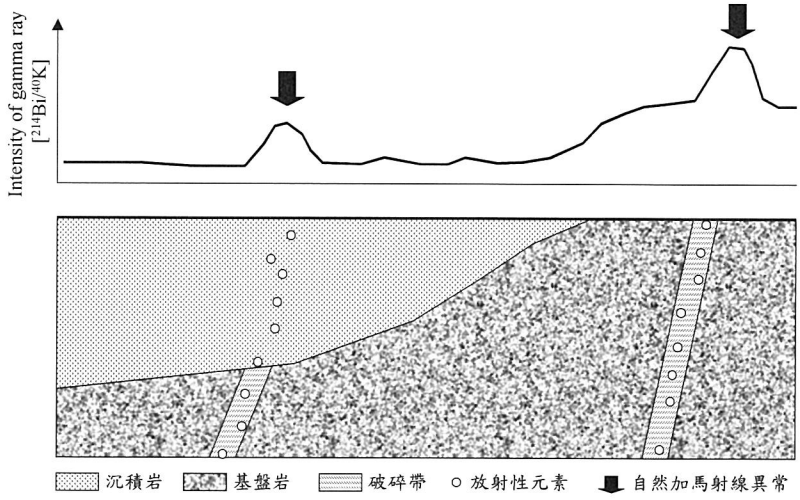


圖 7-3、自然放射能探測示意圖

圖 7-4、GRM-260自然加馬能譜儀

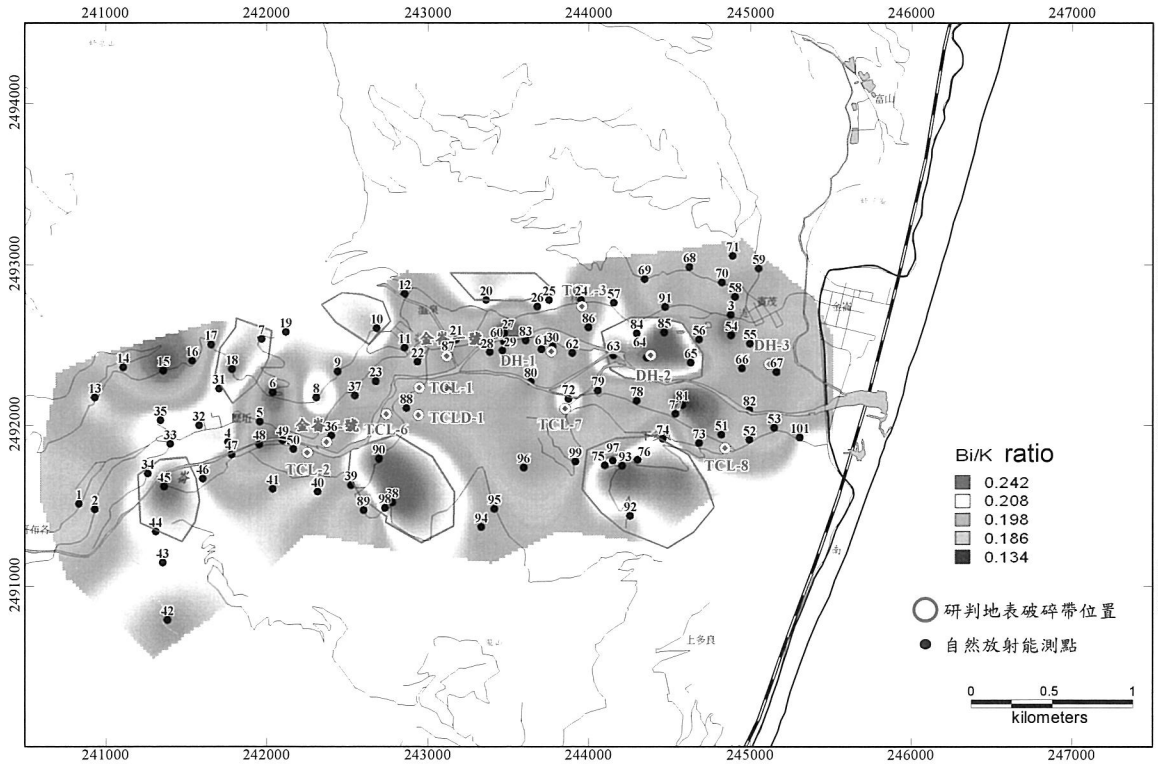


圖 7-5、自然放射能探測測點分布及Bi/K比值圖

7.3 大地電磁測勘

7.3.1 概述

大地電磁法(Magnetotelluric method；簡稱MT法)藉量測地球天然磁場與電場，據以獲得不同深度地層之電阻率，以達到分析地下地質構造之目的。早在1950年代便有學者探討MT法之施測理論(Tikhonov, 1950；Cagniard, 1953)；其中，Tikhonov (1950)提出在低頻(小於>1 Hz)範圍內，水平磁場的微分與垂直方向電場有關，而Cagniard (1953)則進一步將兩者的關係式推導出來。

MT法所量測之電磁波源主要來自太陽風(帶電粒子)及雷電產生之電磁輻射，其中因太陽風產生的電磁波，頻率範圍介於0.001 Hz到1 Hz間(Vozoff, 1991)。而雷電造成的電磁波，其頻率範圍介於1 Hz 至10 kHz間。MT法在地表量測這些天然電場及磁場的振幅、相位與方向，這些量測值之間的關係受地層電阻率分布影響(Vozoff, 1991)，而探測深度則主要受電磁波頻率與地層導電性影響；一般而言，MT法之探測深度可深達數十公里。

天然產生的電磁波訊號具有很寬的頻率範圍，不同頻率的電磁波訊號，在地層內傳播時具有不同的衰減率(稱為集膚效應，Skin Effect)。低頻的電磁波衰減較慢，所以穿透深度較深；相反地，高頻電磁波因衰減較快，故其穿透深度相對較淺。因此，在地表研究不同的頻率的電磁響應，即可分析不同深度地層的電阻率分佈。在地熱探勘方面，大地電磁法主要應用於探測熱水儲集層(Geothermal reservoir)構造，架構熱水儲集層構造概念模式(圖7-6)。以下依儀器設備、現場量測、資料修正及資料處理等項目，說明如下：

(1)儀器設備

本計畫使用加拿大Phoenix公司之MTU-5/A大地電磁探測設備(圖 7-7)，同時量測電場與磁場，以計算地下的電阻率分布情形。儀器量測頻率範圍介於1/1800至1K Hz間，以GPS時間來控制儀器的量測時間，並可透過GPS的時間對比不同儀器的量測訊號，達到資料同步的目的。在相同時間基準下的量測訊號，可透過交互參照方式消除人為或局部雜訊，提高資料訊雜比(S/N ratio)。

(2)現場量測

每組測點同時量測兩組不同方位(東-西與南-北方向)的磁場與電場隨時間變化情形，磁場部份尚需量測垂直方向磁場量測，連續記錄時間達48小時以上，並於澎湖地區設置遠參考站(Remote Reference)，以確保資料品質。本計畫共完成43組大地電磁測點，各測點座標使用儀器內建之GPS測量，測點分布如圖 7-9所示，測點座標如表 7-4所示。

(3)資料修正

將量測的電場與磁場資料，經過傅立業轉換成視電阻(Apparent resistivity)、相角(Phase)與深度相關的垂直測深曲線(Vertical electric sounding curve; VES curve)。在進行定量的逆推資料處理前，使用Phoenixe公司開發的MTEdit軟體，將時域電磁場記錄切割成若干區塊，藉由比較不同區塊經轉換成相位及視電阻率的分佈情形，據以剔除資料品質不良的記錄，最後再以EDI格式輸出，供後續資料處理使用。

(4)資料處理

使用GeoSystem公司開發的WinGLink軟體進行MT資料處理，本計畫主要針對二條貫穿測區之測線，使用Smooth model inversion(Mackie et al., 1993)二維逆推法(2D Inversion method)進行處理，以獲得沿剖面地下地層電阻率分佈情形。

表 7-4、大地電磁測點座標一覽表

編號	X座標	Y座標	高程	編號	X座標	Y座標	高程
1	244480.5	2492132	25	25	242616.9	2492573	104
2	243381.5	2492763	60	26	241933.2	2491857	78
3	241264.4	2491294	176	27	242163.2	2492548	311
4	244682.5	2492468	27	28	240999.9	2491623	90
5	244287.8	2492548	28	29	243757.7	2492505	31
6	241813.2	2492364	215	30	240827.4	2492386	414
7	245177.2	2493424	148	31	243564.9	2492217	16
8	240758.7	2491553	114	32	245263.9	2491791	16
9	242763.8	2492307	43	33	242798.8	2491856	87
10	242116.2	2491583	108	34	241409.7	2491645	78
11	242316.8	2492099	146	35	242500.9	2491638	113
13	244984.4	2492046	16	36	240916.2	2492201	309
14	244804	2491093	358	37	244764.6	2493462	266
15	241717.3	2491936	75	38	240365.4	2492119	423
16	242739.7	2491490	163	39	243123.4	2491395	386
17	241413.9	2492407	275	40	241186.1	2491737	87
18	243950.4	2492821	56	41	243960.9	2491121	379
19	241846.3	2492718	328	42	242453	2492933	148
20	241389.4	2490823	239	43	243286.2	2492440	33
21	242224.3	2491057	239	44	245118.1	2492298	22
22	242955.5	2492779	68	45	244220.1	2491736	223
24	243424.8	2491514	387				

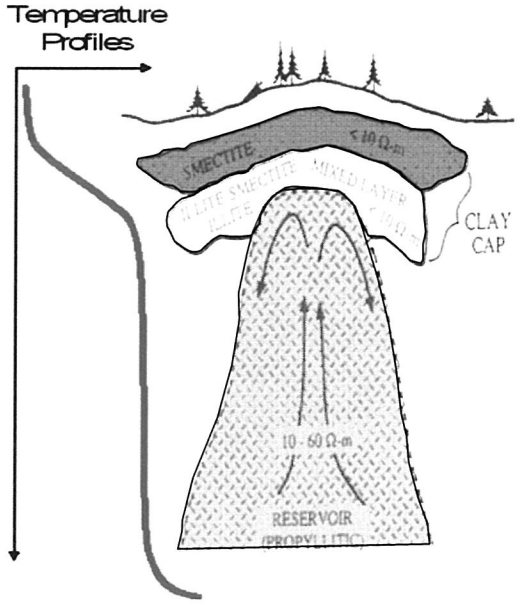


圖 7-6、典型的地熱儲集層電阻特性概念模型

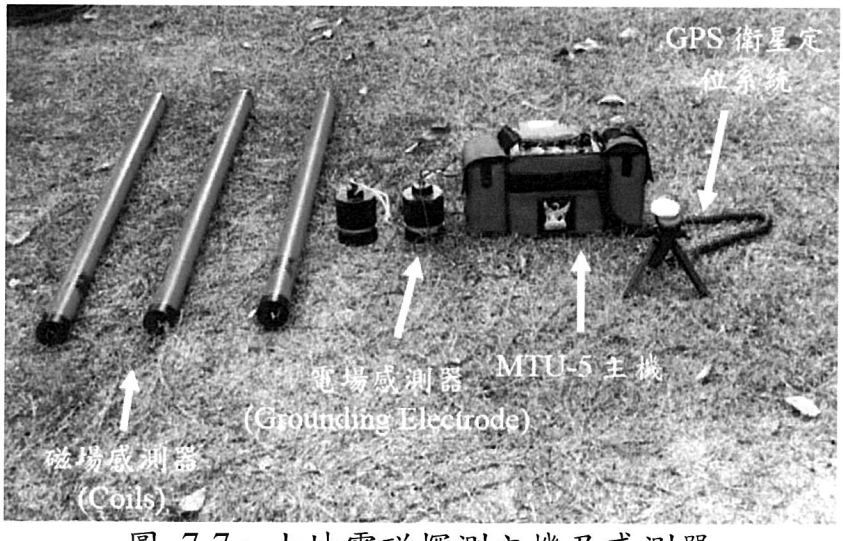


圖 7-7、大地電磁探測主機及感測器

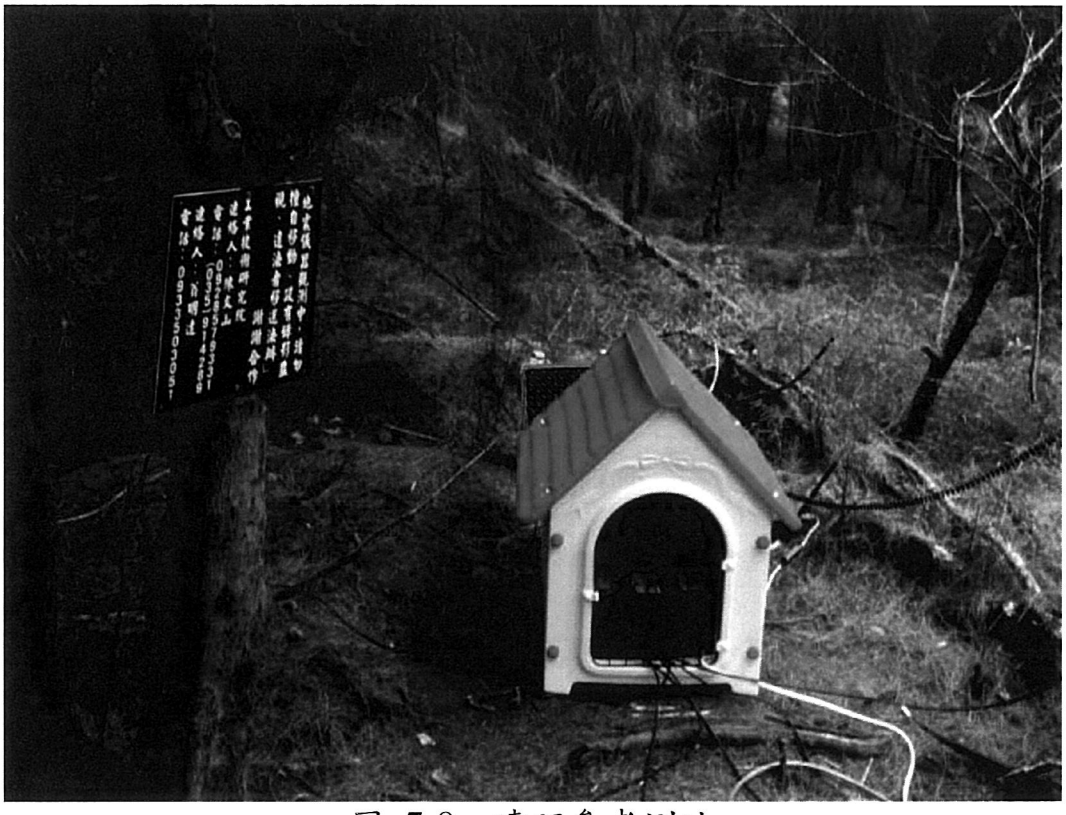


圖 7-8、遠距參考測站

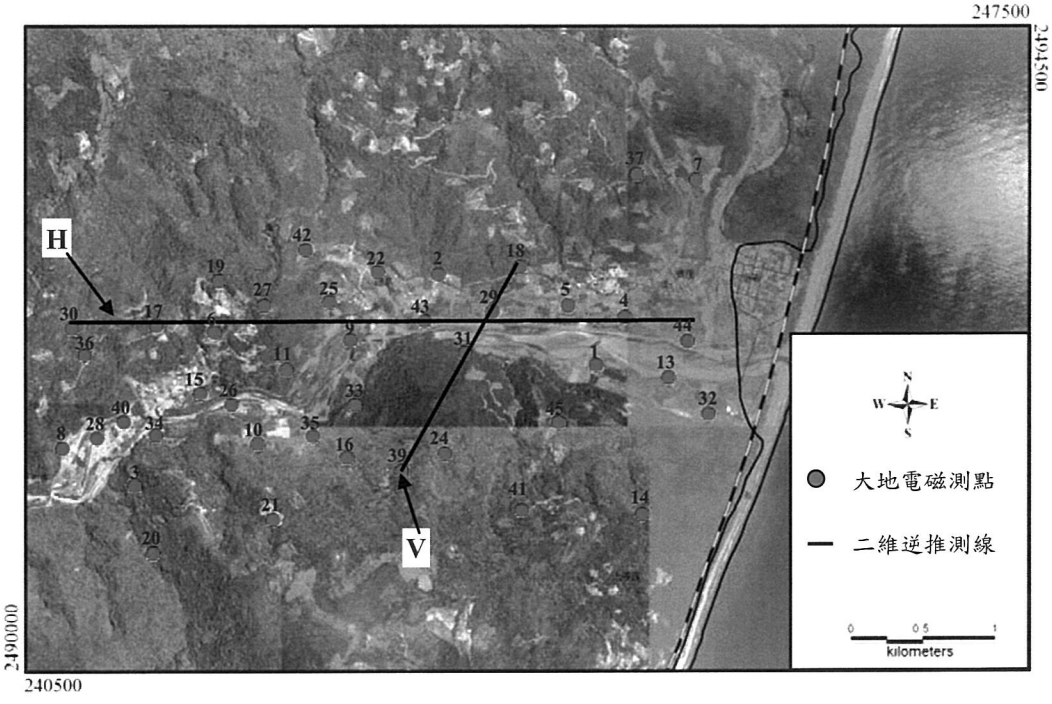


圖 7-9、大地電磁測點分布圖

7.3.2 海水效應影響

由於本測區鄰近海邊，海水可能會對大地電磁之探測值造成不同程度的影響。本測區東西方向的寬度約6公里，南北方向長約3公里，而海岸線在南北方向長達50公里以上，故將其視為二維構造。為瞭解海水對大地電磁測勘可能造成的影響，本計畫使用Winglink的二維順推模擬(Forward Modeling)軟體計算海水在不同測點造成的效應。

二維模擬剖面選擇垂直海岸線的逆推剖面(H)進行，相關位置如圖 7-9。數值模型的岩層電阻率使用1000 Ohm-m，海水的電阻率使用0.3 Ohm-m，陸上測點之高程使用大地電磁探測儀內建GPS所量測之高程，海底地形參考國家海洋科學研究中心的500公尺網格間距地形圖，模型剖面如圖 7-10所示。圖 7-11(a)為測點編號44在測點無海水效應情況下的垂直測深曲線。當測點周圍無低電阻率的海水時，不論ExHy方向或EyHx方向的電阻率都不會隨著探測周期的改變而改變。圖 7-11(b)為將剖面東側之海水效應加入計算時的理論反應曲線，圖中可以發現在周期0.03 秒以上，ExHy方向的電阻率明顯下降而EyHx方向的電阻率明顯上升，周期愈大受海水效應造成的電阻率差異愈大。

圖 7-12為H剖面上不同測站受海水影響之理論垂直測深曲線，兩個方向電阻率差異明顯的位置自測點編號44的0.03秒逐漸變化至測點編號30的2秒，顯示測點距海愈遠，探測值受到海水效應的影響愈小，但長周期信號仍受到海水效應的影響，不可忽略。由於海水效應在不同測站造成不同程度的影響，故在進行逆推處理時均須將海底地形納入考慮，以獲得地下真實的電阻率變化。

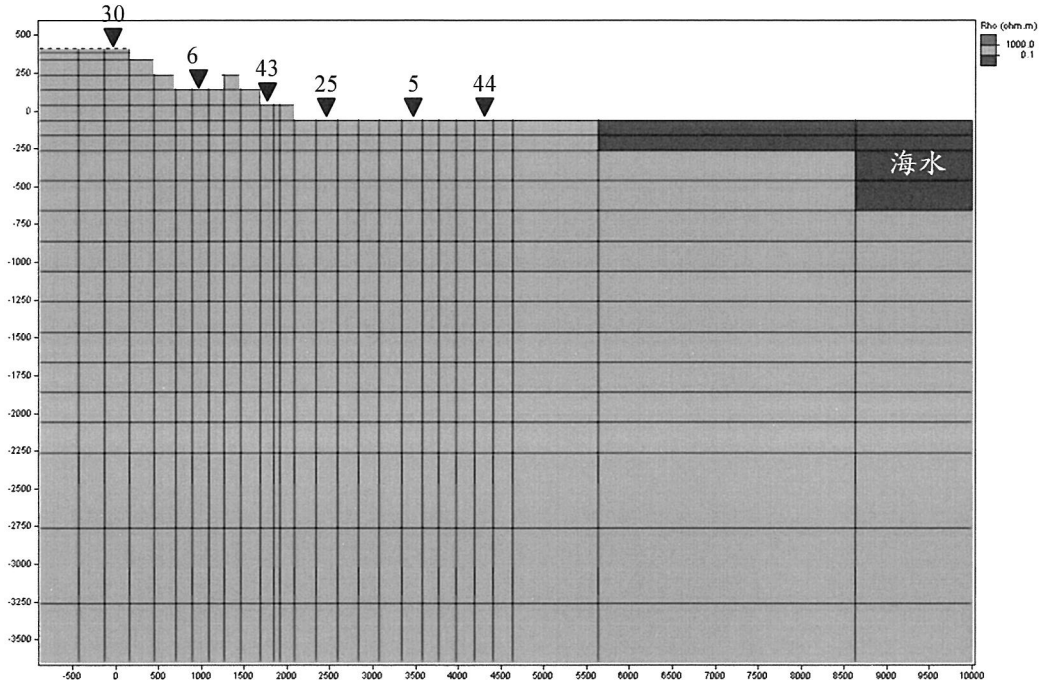
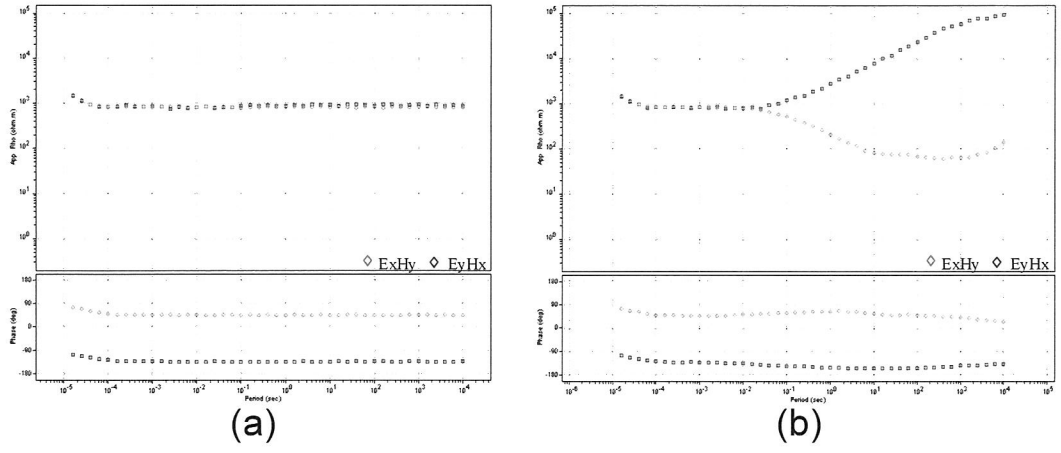


圖 7-10、計算海水效應之數值模型



(a) (b)

圖 7-11、海水效應對大地電磁產生之影響比較

(a)東側無海水時之垂直測深曲線；(b) 東側有海水時之垂直測深曲線。

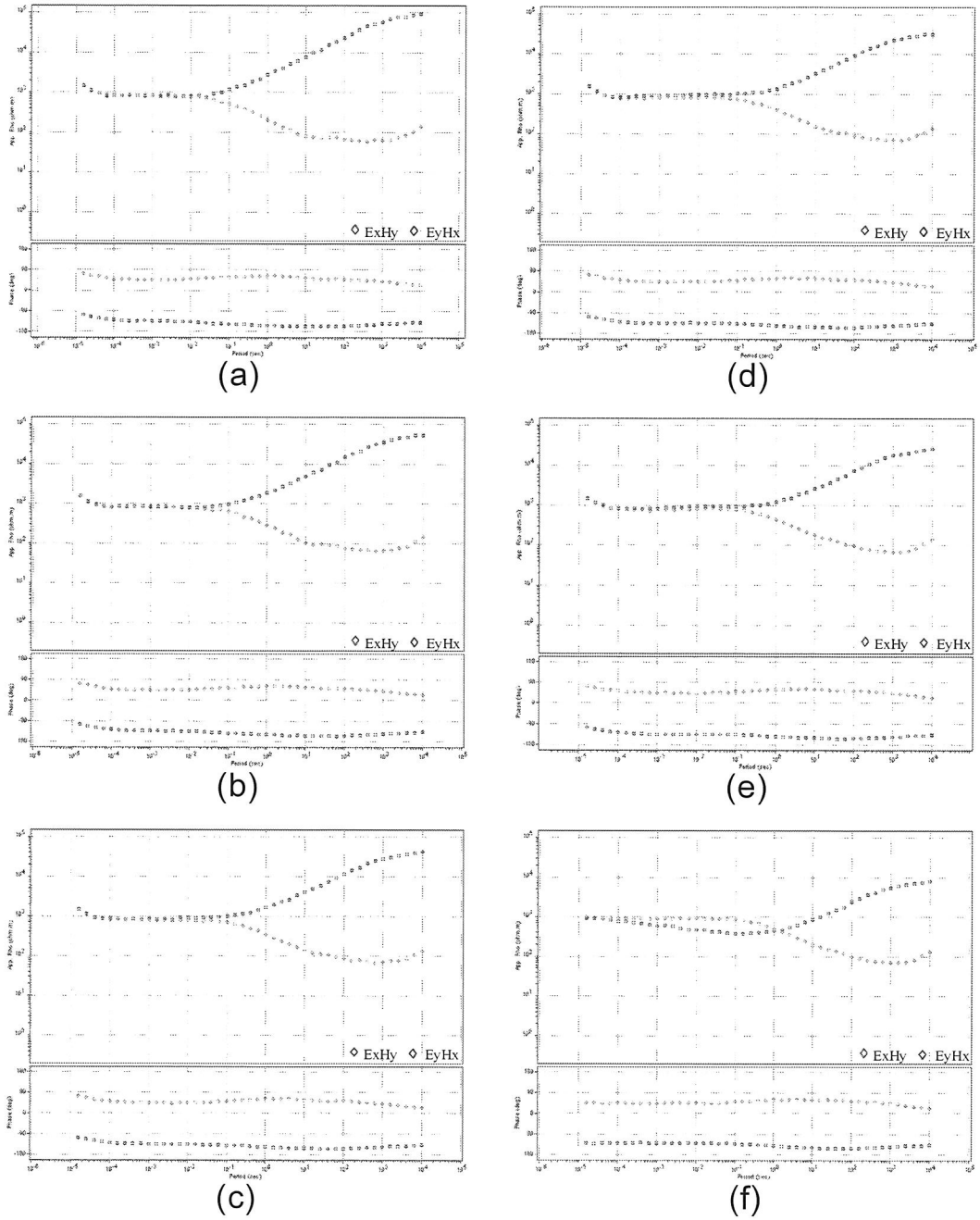


圖 7-12、H剖面上大地電磁探測點受海水效應之模擬

(a)測點編號44；(b) 測點編號5；(c) 測點編號43；(d) 測點編號25；(e) 測點編號6；(f) 測點編號30。

7.3.3 大地電磁探測結果

地層電阻率與溫度關係是研究地熱特性的重要因子。Ussher et al.(2000)研究大地電磁探測(MT)、孔內電阻井測(Resistivity log)、岩心電阻率與溫度的關係時指出，由於熱水、粘土礦物及高溫的交互作用影響，使地熱系統中出現極低電阻率(<10 Ω-m) 的地層特徵，此特徵普遍地存在於地熱系統，為地熱構造調查的重要指標。在地熱系統中，低溫岩層(<70℃)的電阻率最高；中溫岩層(70℃~200℃)的地層電阻率極低，約在1~10 Ω-m之間；高溫岩層(>200℃)的電阻率較中溫地層電阻率顯著增加，但仍不超過100 Ω-m(圖 7-13)。大地電磁法可以獲得深地層電性構造，是目前世界各國地熱資源開發最常使用的方法。

大地電磁選取H及V等二條剖面進行二維逆推處理，測線位置如圖 7-9。進行二維逆推時，將海底地形及海水電阻率(0.3 Ohm-m)均納入初始模型中，以獲得較正確的地層電阻率分布。各剖面逆推結果說明如下:

(1)H剖面

圖 7-14為H剖面之二維電阻分布圖。本剖面位於金崙溪北岸，除極淺層(0~200公尺)的電阻值低於100 Ohm-m外，整體來看，剖面上方為電阻率較低之地層，平均電阻率約400 Ohm-m，下方為高電阻層，電阻率達2000 Ohm-m以上，高、低電阻層的交界由東向西傾斜，此傾斜方向與區域地層一致。在測點編號9 - 編號5之間有一明顯的低電阻層，電阻率低於10 Ohm-m，符合地熱儲集層概念模式的蓋層特徵，故研判此位置為蓋層，熱水儲集層則位於蓋層下方。

將TCL1、DH1、DH2及DH3等四個井孔依其在剖面上的位置及溫度隨深度的變化情形繪成等溫度剖面，並依相關位置套繪於H剖面上。由溫度與電阻率關係圖可以發現，溫度最高的位置在蓋層的正上方，此四孔地熱井尚未鑽穿蓋層的深度，本計畫預計鑽鑿未來1000公尺深井，將有機會鑽至地熱儲集層獲得較佳的產能。

(2)V剖面

圖 7-15為V剖面之地電阻分布圖，本剖面下方的電阻率約400 Ohm-m，剖面中間有低於10 Ohm-m的極低電阻層出現，研判此低電阻為蓋層，熱水儲集層的深度約在1500公尺~2000公尺之間。將經過本剖面的三孔鑽井，依其在剖面出現的位置及溫度隨深度變化曲線套疊於地電阻剖面上，可以發現TCL-3下方的低電阻帶明顯較深，溫度曲線也出現相同的趨勢。

(3)等深度電阻分布

圖 7-16為海拔地下500公尺~3000公尺的地電阻等值圖。為說明方便，本段所指的低電阻區為低於100 Ohm-m的範圍。在深度500公尺時，低電阻率範圍呈東西走向，西自測點編號11，東至測點編號4，北側邊界到測點編號18，南至測點編號31，約自金崙紅色鐵橋上游200公尺至賓茂國小之間的金崙溪河谷。在深度1000公尺時，低電阻範圍向西逐漸縮小，仍為東西方向，在測點編號43與編號29電阻率開始出現低於10 Ohm-m的地熱蓋層特徵。在深度1500公尺時，低電阻範圍持續向西縮小，10 Ohm-m電阻率僅出現在測點編號43處。深度2000公尺時，低電阻率範圍縮小至測點編號9、編號43及編號29等三處。深度超過2500公尺時，不再有低電阻區出現。

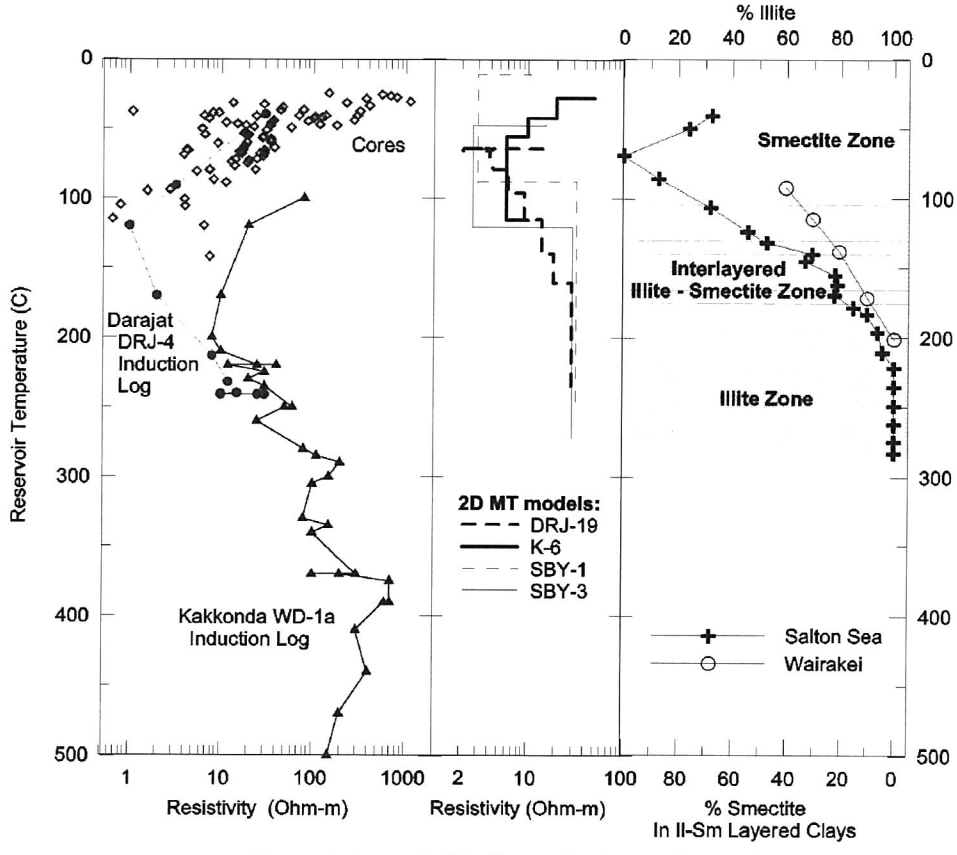


圖 7-13、地層電阻率與溫度關係圖

(摘自Ussher et al., 2000)

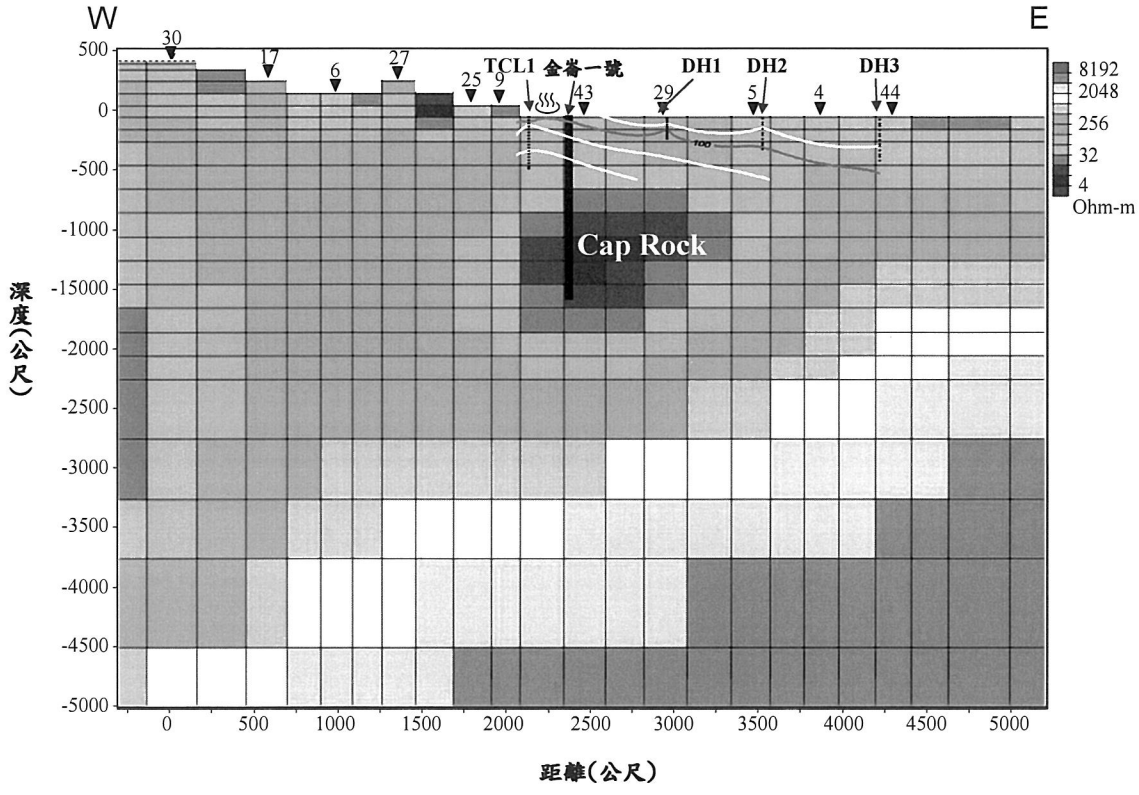


圖 7-14、H剖面二維逆推結果圖

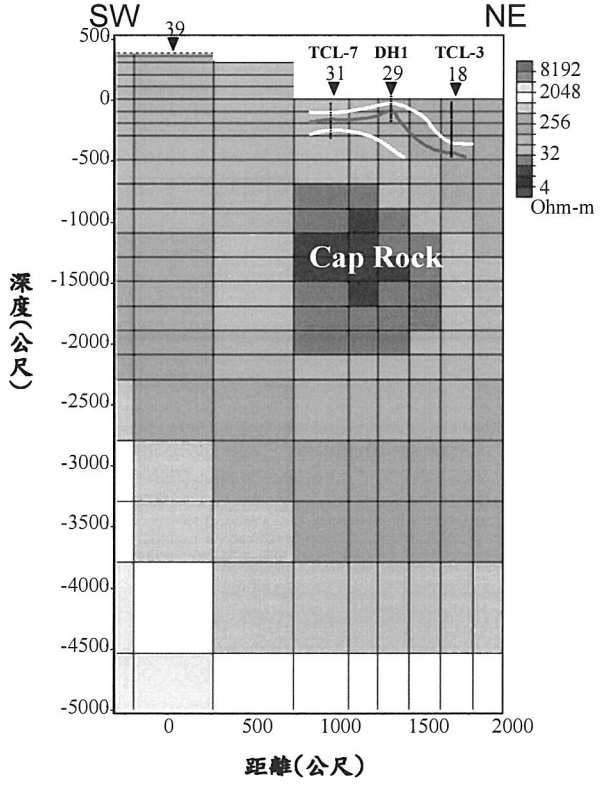
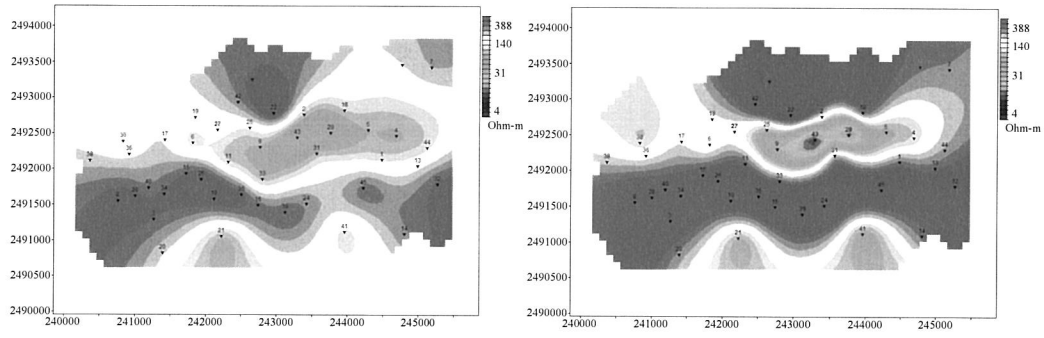
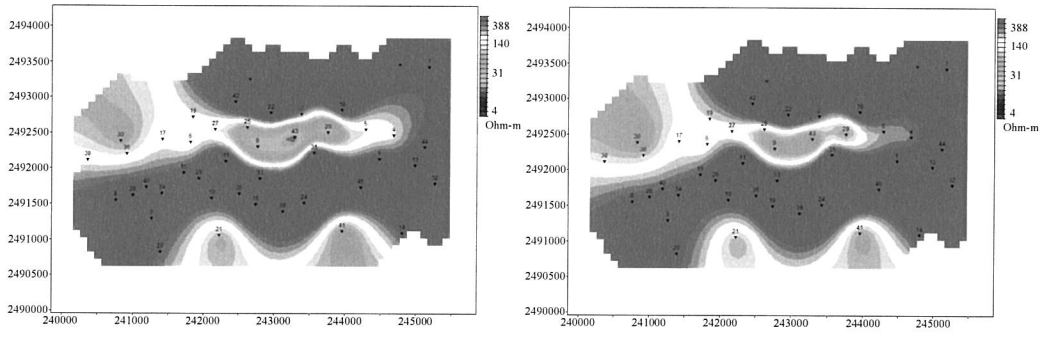


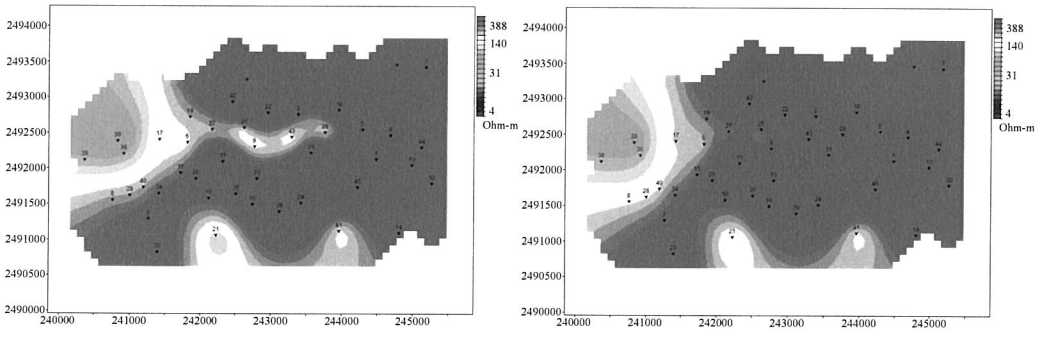
圖 7-15、V剖面二維逆推結果圖



(a)深度-500公尺　(b)深度-1000公尺



(c)深度-1500公尺　(d)深度-2000公尺



(e)深度-2500公尺　(f)深度-3000公尺

圖 7-16、不同深度之電阻率變化圖

7.4 地球物理綜合判釋

本研究地球物理探測結果整合如圖 7-17。由低電阻區、重力梯度低區、自然放射能異常及斷層分布等顯示，低電阻區同時亦為重力梯度低區，低電阻區的北側受到右移走向斷層(RLF2)影響未再向北延伸，西側邊界受到逆衝斷層(RF2)限制未再向西延伸，故RF2與RLF2兩條構造線為控制金崙地熱的主要構造線；自然放射異常出現的區域僅在低電阻區的周圍，顯示熱水僅在低電阻區外圍湧出地表，推測在低電阻區範圍內，熱水與圍岩產生交互作用後，熱水換質所產生的粘土類礦物形成低電阻區，此低電阻區同時也阻斷了熱水向上湧出地表的通路。

綜合音頻大地電磁電阻剖面、不同深度的電阻等值圖、地下溫度剖面等結果研判，沿金崙溪方向為可能的熱水儲集層位置，熱水沿著電性基盤面由西向東自地下深處向淺處流動，受到南北向逆衝斷層(RF2)構造的影響，部份熱水在溫泉附近湧出地表成為溫泉露頭，部份熱水與圍岩產生熱水換質作用，在地下產生電阻率低於10 Ω-m的極低電阻層，極低電阻層與電性基盤(>2000 Ω-m)之間的範圍，可能為金崙地區主要的熱水儲集層。

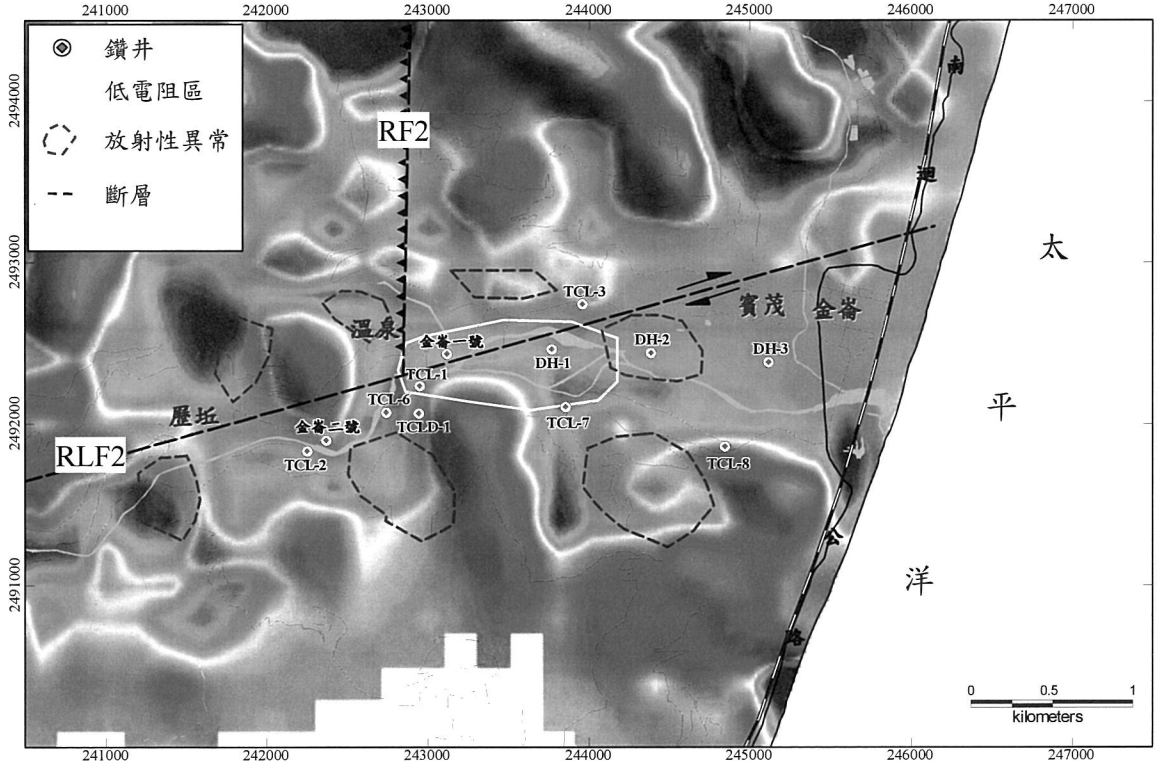


圖 7-17、地球物理綜合結果圖

8. 地熱井鑽鑿

8.1 井位建議

依據本計畫地熱地質調查、航遙測判釋、地球物理調查結果顯示，金崙地熱之熱水儲集層位於金崙渡假村紅色鐵橋金崙溪上、下游，範圍約1500公尺X 1000公尺，蓋層深度約在500~1500公尺，愈往測區東側可能熱水儲集層愈淺(詳見圖 7-14)，最佳鑽鑿深度應在1500公尺~2000公尺之間。依國外地熱探勘經驗，主要地熱儲集層在蓋層下方，由於蓋層厚度達1500公尺以上，本計畫僅編列1000公尺探勘井費用，且無法增列預算，經委辦單位能源局及學者專家討論後，研選兩處位於地熱潛能高區之鑽鑿井位，依照計畫初始設計深度進行地熱探勘井鑽鑿，以建立金崙地區之地熱概念模式為目標，鑽孔井程設計保留後續可加深之規格，以利後續加深為生產井的可行性。建議之井位如圖 8-1所示，各井位相關資訊及優劣說明如下:

(1)建議井位1

A.座標:243,855, 2,492,485

B.地段:太麻里鄉金富段

C.地號: 1038

D.土地所有權人:中華民國

E.管理單位:交通部觀光局

F.優點:1.地形平坦；2.交通便利；3.取水容易；4.井位旁有防波堤，安全性高。

G.缺點:1.距多目標利用規劃區較遠(約1000公尺)；2.熱水管線必須跨越金崙溪，施工成本較高。

(2)建議井位2

A.座標:243,844, 2,492,138

B.地段: 太麻里鄉多良段

C.地號: 75-1

D.土地所有權人: 中華民國

E.管理單位: 財政部國有財產局

F.優點:1. 取水容易；2. 多目標利用規劃區較近； 3. 熱水管線不需跨越金崙溪，施工難度及成本均較低。

G.缺點:1.出入道路狹小，大型車輛進出不易；2. 河岸無防波堤，安全性較低。

鑽井位置之選擇以可能的地熱儲集層為優先考慮重點，其次需考慮施工地點的交通、安全性及腹地大小等因素進行考量。圖 8-2為建議井位與山坡敏感分析圖套繪之結果，建議井位1旁並無陡坡、順向坡、山崩或地滑等潛在災害因子，建議井位2附近有陡坡。圖 8-3為建議井位與河川敏感圖套繪之結果，在建議井位1旁無危險溪流、河岸侵蝕等災害因子，建議井位2旁則有指溝侵蝕之潛在災害因子。

綜合上述條件，以建議井位1為較佳的地熱鑽鑿井位，因此建議優先考慮建議井位1。

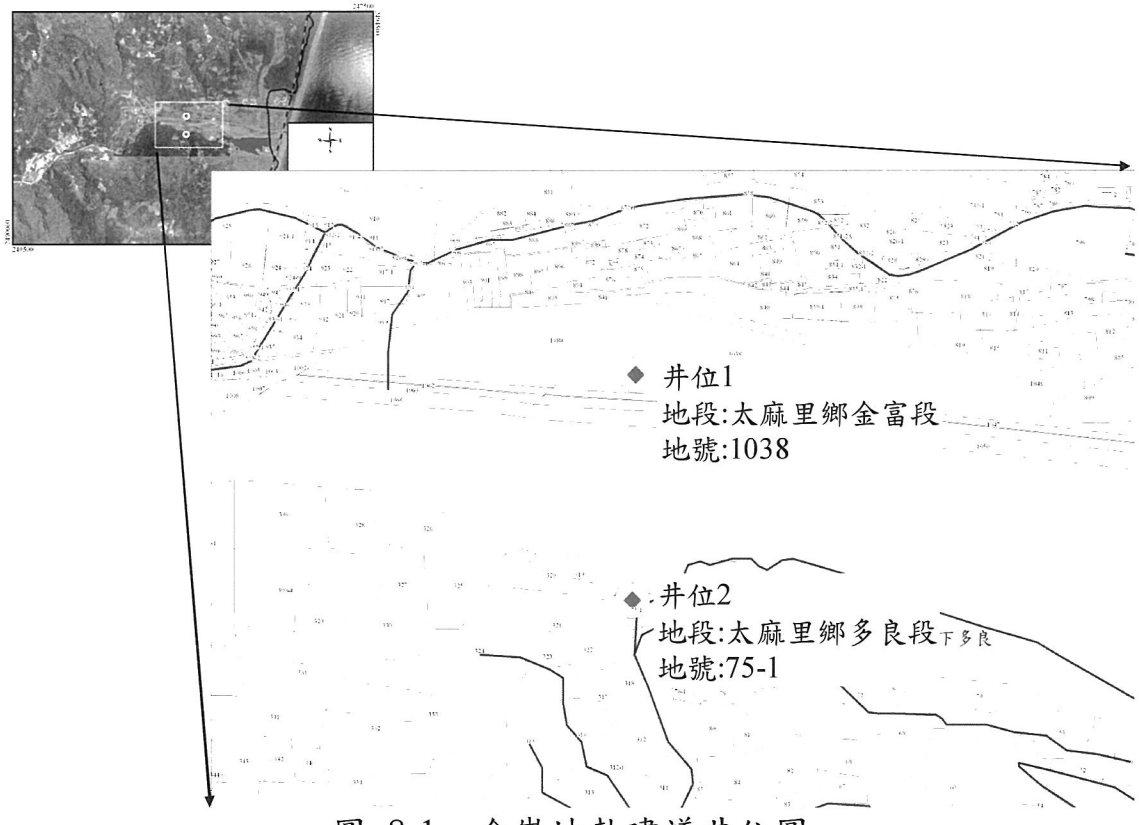


圖 8-1、金崙地熱建議井位圖

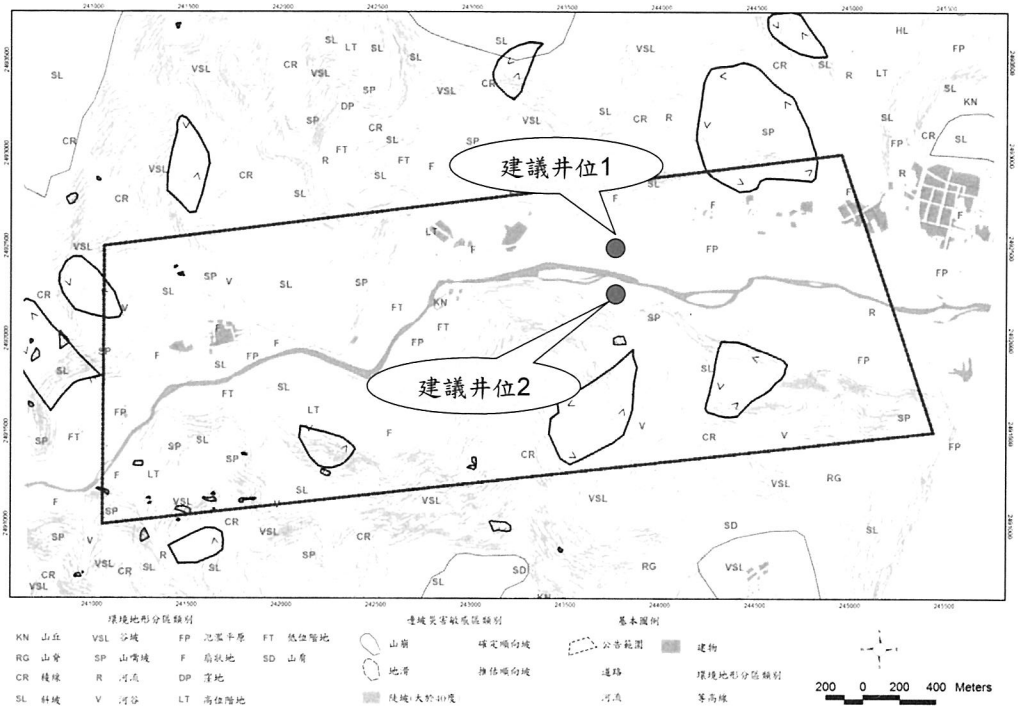


圖 8-2、建議井位與山坡敏感分析圖

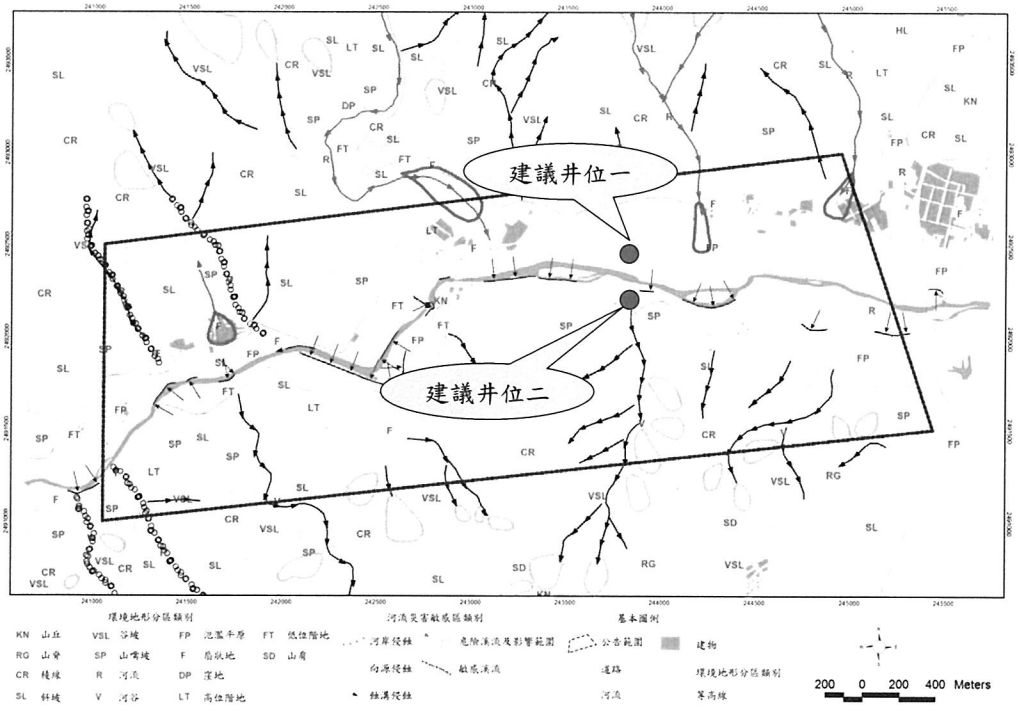


圖 8-3、建議井位與河川敏感分析圖

8.2 規劃井位

依據97年5月2日計畫審查會議記錄，以建議井位1為本計畫地熱鑽鑿井位。建議井位1之土地管理單位為交通部觀光局，為取得土地使用同意權以利計畫進行，台東縣府人員會同本計畫人員於97年5月13日赴交通部觀光局進行用地協調，由於該筆土地刻正辦理BOT招商中，暫不宜使用，故將規劃之地熱鑽鑿井位移至建議井位2。

97年5月27日台東縣府人員會同本計畫人員赴金崙溪南岸踏勘建議井位2，由於建議井位2具有指溝侵蝕潛在區、目前有一民宿業者、大型車輛無法進出等問題，故將地熱鑽鑿井位向東移至河堤旁，位置如圖 8-4所示，座標為244312, 2492135。該地原為水利地，台東縣政府於97年1月完成防波堤後，土地管理單位改為台東縣政府，目前尚未編訂地號。

圖 8-4、規劃井位置圖

8.3 工作內容

依據第一階段工作成果綜合研判之可能熱水儲集層位置，配合具開發潛能區位分布，並經縣府審查、會勘與協調後，新設井(TCL-9)位於金崙溪下游靠右岸堤坊內，進行深度1000公尺之地熱探勘井鑽鑿。地熱井鑽鑿之工作項目及內容說明如下:

8.3.1 工作項目及內容

工作主要分為籌鑽、淺部鑽孔、深部鑽孔、完井四階段。

(1)籌鑽階段

各種開鑽前的準備工作：

A.鑽井現場地形、地物、環境、醫療、消防及物料運輸補給路線勘查。

B.井場整地鋪設。

C.鑽井現場辦公室、鑽井用水、用電等設施配設作業。

D.施工機具設備進場。

E.主機基礎孔及輔助孔鑽掘。

F.鑽井主機及其周邊系統架設與測試運轉。

G.各階段套管訂製及預先加工處理。

H.鑽孔鑽頭預置。

I.泥漿水泥材料準備。

(2)淺部鑽孔

包含0~300m鑽孔及相關工作：

A.0~30m進行17-1/2”鑽孔。

B.0~30m安裝13-3/8” API 54.5磅/呎套管，並用水泥灌漿封固。

C.30~300m進行12-1/4”鑽孔。

D.0~300m安裝9-5/8” API 40磅/呎套管，並用水泥灌漿封固。

E.第二階段井管訂製及預先加工處理。

F.主閥設置及測試。

G.井頭防噴設備設置及測試。

※本階段 9-5/8" API 套管預計組下 300m，最後深度需視實際地質情況決定。

(3)深部鑽孔

包含300~1000m鑽孔及相關工作：

A.300~1000公尺進行8-1/2"鑽孔。

B.290~1000公尺安裝7" API 23磅/呎套管與生產槽孔管安裝並附掛襯管掛。

※本階段 7" API 套管預計組下 710m，最後深度需視實際地質情況決定。

(4)完井階段

鑽孔完成後之後續與復原工作：

A.鑽井主機及其周邊系統拆除。

B.井頭閥門組、生產測試設施及井口保護裝置配設。

C.井場復舊。

D.報告撰寫、修正並送審。

※在深部鑽孔完成後，為使下一步的恢復試驗、產能測試、化學分析等地熱探勘井試驗能順利進行，將保留必需的機具設施，待實驗結束後再行離場。

8.3.2 鑽井工作流程

地熱探勘鑿井工作流程如圖 8-5所示。

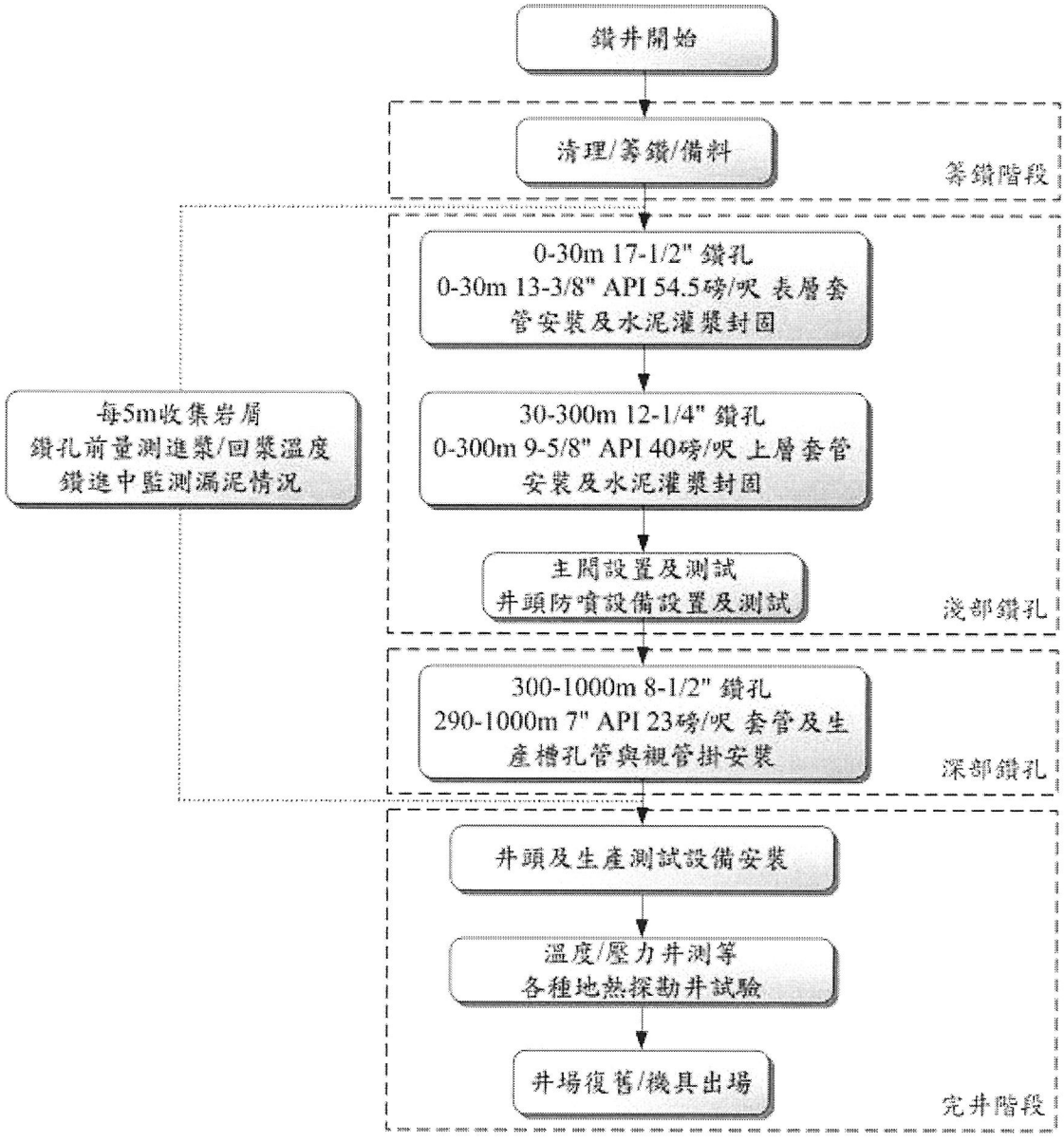


圖 8-5、鑽井工作流程圖

8.4 鑽井作業概述

鑽井為一特殊工程，因工程之主體位於地下，無明顯之地表標的，亦不易瞭解工程內容。本節簡述地熱探勘井鑽鑿之作業方法、技術重點，供爾後地熱井工程之參考。

8.4.1 鑽井作業

鑽井作業採用2000m級油井式鑽機搭配旋轉式泥漿工法，主要設備架設示意圖如圖8-6。

油井式鑽機其主架構為鑽機、鋼質井架(圖 8-6)及底座各一組，周圍搭配有泥漿處理系統、發電機組以及其他附屬設備。

鑽機負責主要機械動力輸出，包括天車懸吊和轉盤動力；發電機組(圖 8-6)則供應其他需要用電之設備。鑽機上裝有絞車，絞車的滾筒捲有鑽繩，鑽繩穿過井架上之天車，天車下吊游動滑車，滑車連接大鉤，大鉤懸吊著具有滾珠軸承的水龍頭，下端連接方鑽桿，方鑽桿穿過具有方孔的轉盤(圖 8-6)，轉盤旋轉帶動方鑽桿與轉盤間之方鑽桿驅動襯套使方鑽桿轉動，方鑽桿之下連接鑽桿、重鑽桿、鑽鋌及穩定器等而形成傳動軸，帶動鑽頭(圖8-6)旋轉，進行鑽進。鑽進過程中，視必要加裝防噴器以防萬一(圖 8-6，詳見8.4.4 節說明)。

泥漿循環的過程為：高壓泥漿泵泵送泥漿，經由高壓泥漿軟管連接水龍頭，泥漿經鑽桿串內往下衝，由井底的鑽頭噴嘴噴出，將岩屑沖浮上昇，再由井孔與鑽桿串間之的環孔排至地表，經回流管接到泥漿循環及處理設備，將泥漿中之岩屑清出。經處理後之泥漿，可再流入泥漿泵之吸入端加壓泵出，鑽進工作就在泥漿不斷的循環下持續進行。泥漿處理系統是鑽進過程是否順利的重要環節(圖 8-6、圖 8-7)，若不經由泥漿將其帶到地表，會發生井底塞住而卡鑽的危險。

泥漿除有沖浮井底鑽屑之功用外，尚有下列幾種主要功用：

(1)冷卻潤滑鑽頭，保持鑽頭清潔。

(2)在井壁表面造成薄泥，可提升井孔穩定。

(3)支持套管或鑽串之一部份重量。

(4)壓制地下高壓氣層、水層，防止噴發及其他意外。

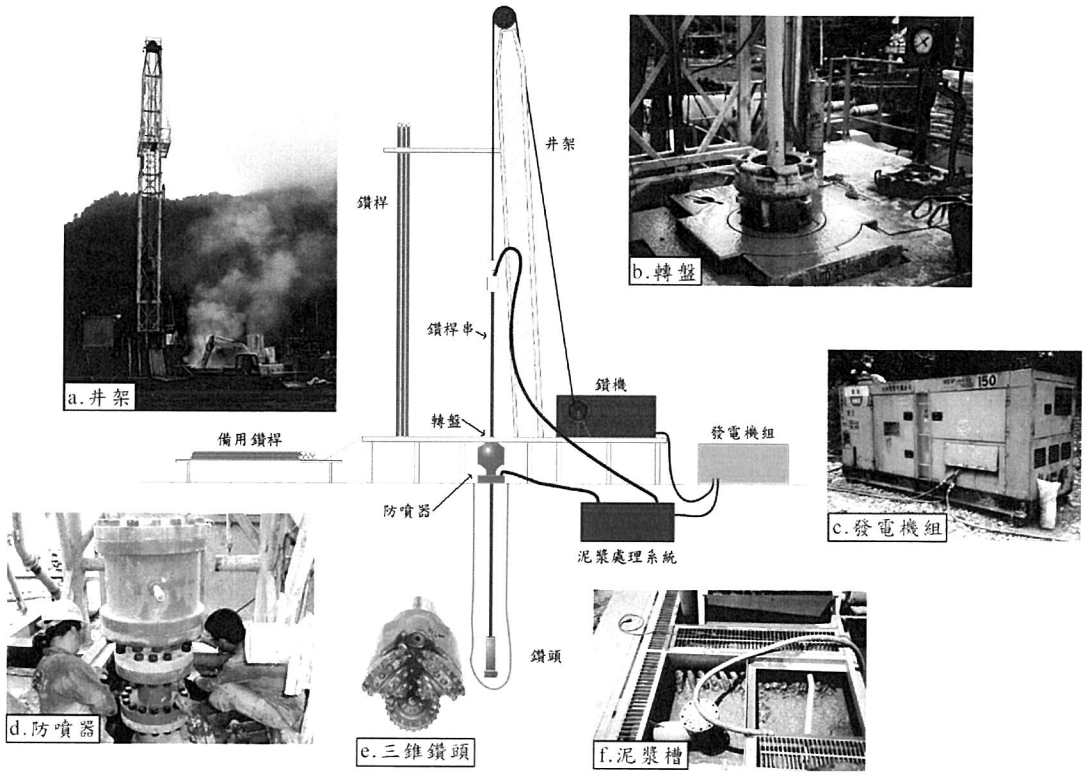


圖 8-6、鑽機主要設備架設示意圖

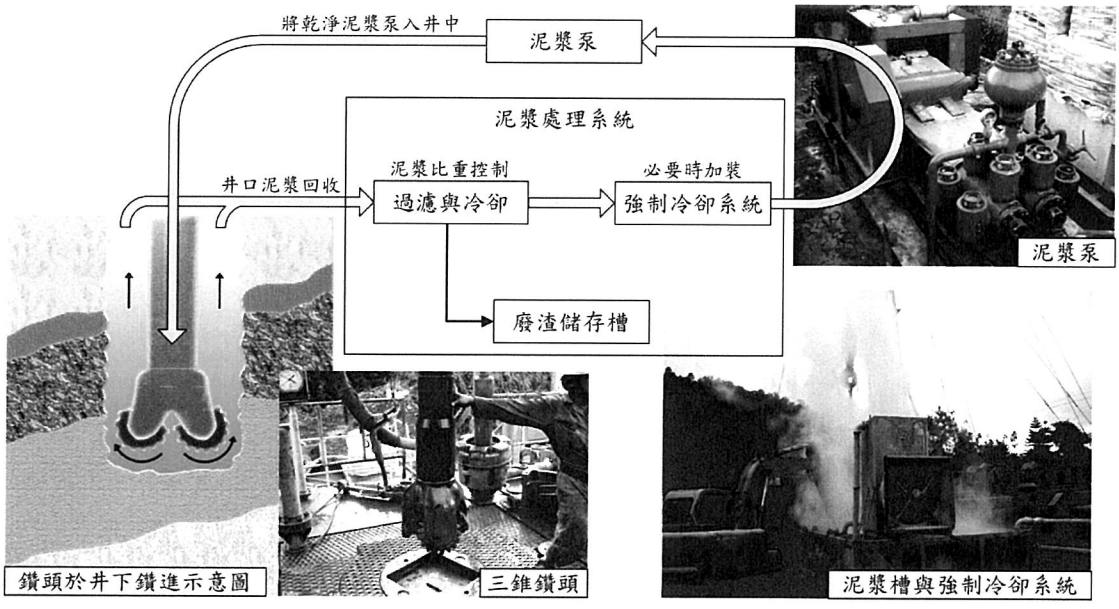


圖 8-7、泥漿循環與鑽進示意圖

8.4.2 套管安裝作業

當鑽掘深度到達預定深度時，即可準備組裝套管串，套管安裝程序如下所述：

(1)依照套管計畫整理各階段所需之套管串。

(2)確認鑽掘深度及起鑽。

(3)鑽機系統、鑽繩強度、動力系統、泥漿循環及防噴系統檢查。

(4)儲存備用清水。

(5)套管安裝工作人員任務編組。

(6)由下而上依序安裝各階段之套管串。

A.將套管由地面吊上至工作平台

B.套管絲扣塗上接頭油，使用油壓動力套管鉗將絲扣接合及旋緊。

C.下放套管串至井中。

D.重複上述步驟，執行套管串安裝。

8.4.3 水泥灌漿

安裝完0~300m 9-5/8” API上層套管後，需使用水泥灌漿，把套管與12-1/4”井孔間的環形空間封阻，以完全阻絕淺層冷水與深部地層熱水之間的交互對流，使深部的水能僅量保持高溫，提高整口井的熱效益。本工程使用API油井式栓塞法，在上層9-5/8”套管底部裝設套管導靴，並於適當長度安裝管串找中器(Centralizer)，保持管串與井孔間的環狀空間，以利爾後水泥灌漿之通順。安裝完套管後，裝上水泥灌漿用井頭設施，再依序置入底栓塞、灌入水泥乳、置入頂栓塞到套管內。此時再泵入泥漿推動頂栓塞，進而壓迫水泥乳衝破底栓塞，均勻地充填入套管與井孔間的環狀空間，工作流程請參閱圖 8-8。待24小時水泥凝固後，進行井頭試壓，待確定無壓力喪失後再進行下一階段的鑽鑿工作。

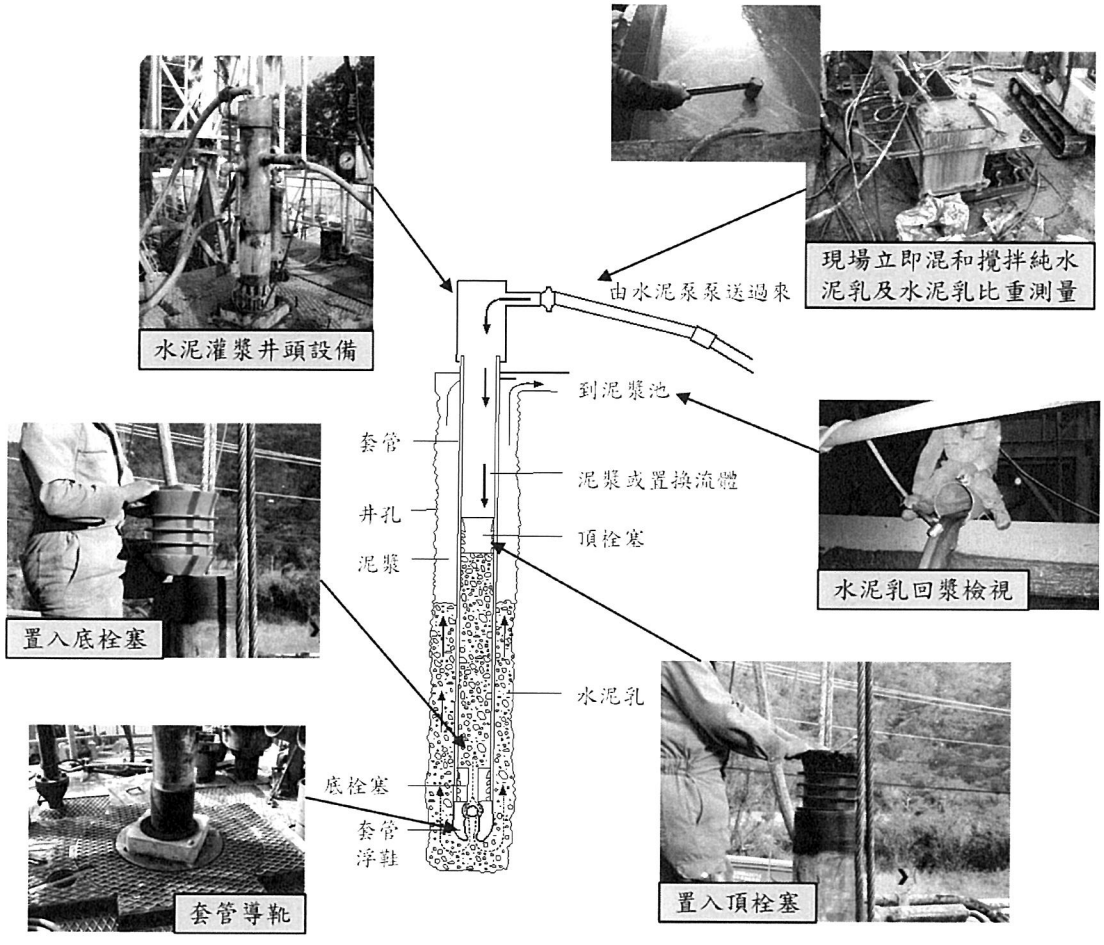


圖 8-8、水泥灌漿示意圖

8.4.4 井口防噴作業

任何鑽井工程於鑽進過程中皆有可能突遇泥漿漏失、湧水、天然氣(瓦斯)、高壓層等潛在地層風險，一不小心即可能造成井噴意外。因此鑽井工程於施工前必須針對預定鑽井井位點附近之實際鑽井歷史資料儘可能預先收集與瞭解，並與實際鑽掘地質層位相互比對，擬定可能遭遇之情況。

為防範於未然，本工程進行時於井口配置鑽井雙法蘭與環式防噴設備(B.O.P)等防噴安全設備，並設置壓井線，以防止於突遇地層壓力不正常時能於最佳時機控制升高的井壓，進而採取適當措施以防止工安事故造成危害。井口防噴裝置於設置時必須考慮地層潛在壓

力、井架底座有效空間、鑽桿及套管尺寸等因素，裝置示意圖請參閱防噴器組之節流歧管示意圖(圖 8-9)。

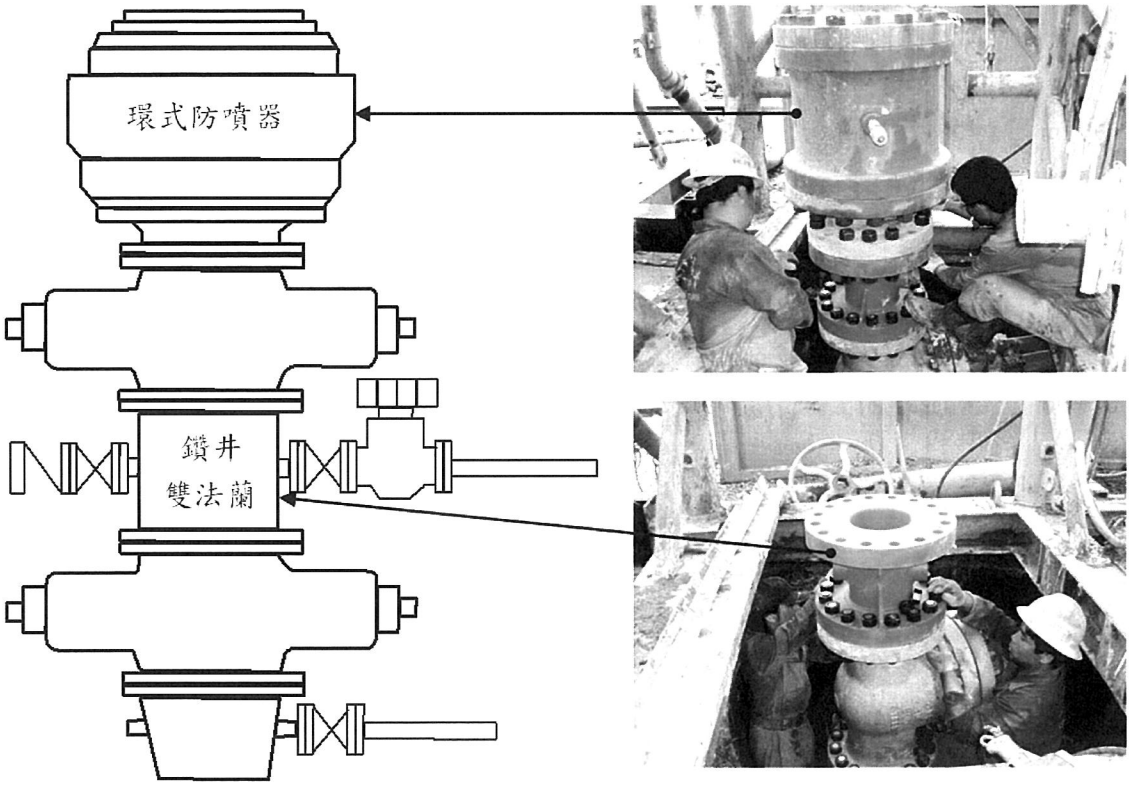


圖 8-9、防噴器組之節流歧管示意圖

8.4.5 井窖及地表設施

鑽探完成後配合產能測試工作，裝置相關井口設施包括井窖、閥門、噴流管、消音器及流量堰等，相關組裝位置如圖 8-10所示，規格如表 8-1所示。

表 8-1、井孔設施規格表

井窖：	310(長)x220(寬)x145(高)cm；厚20cm；鋼筋水泥RC結構。
井頭閥門：	下主閥(10” 600磅) 上主閥(10” 600磅) 測試閥1(8” 300磅) 測試閥2(8” 300磅) 生產閥(8”300磅) 頂閥(6” 300磅) 壓井閥(2”)-裝於井窖內；位於下主閥下方
流量測試設施：	噴流管組-8接4”法蘭，以水平噴管噴流 消音器 U型流量堰-300(長)x100(寬)x80(高)cm；開口30x30 cm

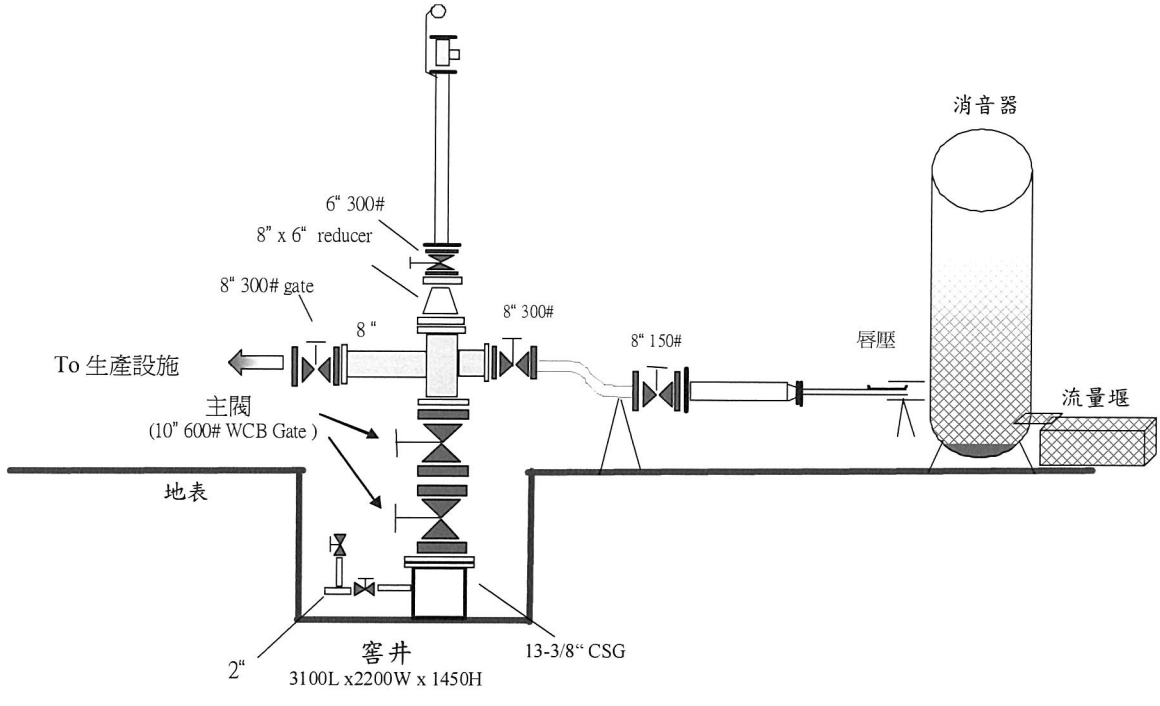


圖 8-10、TCL-9井孔產能測試設施示意

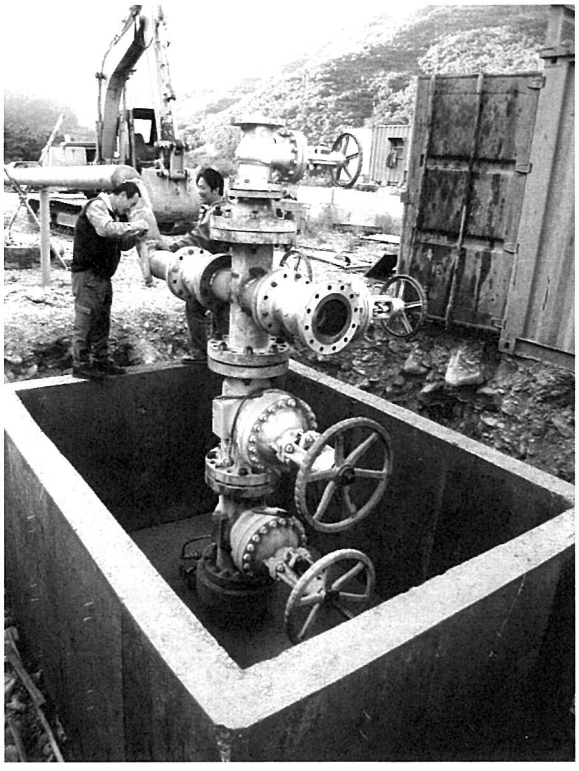


圖 8-11、窖井與井頭閥門組

圖 8-12、消音器與流量堰

圖 8-13、地表產能測試設施現場全景

8.5 井體基本資料

地熱探勘井鑽鑿工程內井體基本資料如下：

(1)座標：244324,2492141(±4)(TWD67)

(2)起鑽日期：97.07.03

(3)完成日期：97.10.02

(4)總深度：1004.82m

井體規格如下表 8-2：

表 8-2、井體規格表

階段別	鑽孔孔徑及深度		套管、生產襯管規格及深度		
	孔徑(吋)	深度(公尺)	口徑(吋)	規格	深度(公尺)
淺部鑽孔	17-1/2	0~39	13-3/8	API 54 磅/呎	0~38.89
	12-1/4	39~303	9-5/8	API 40 磅/呎	0~302
深部鑽孔	8-1/2	303~1004.82	7	API 23 磅/呎	275.4~1004.69[*1]

註 1:7"生產襯管安裝深度請見 8.5.2 節。

8.5.1 鑽進過程說明

TCL-9號井預計鑽深1000m，實際鑽深1004.82m；採用FY-2000-01_2000級油井式旋轉鑽井機。鑽探作業展開主要進程為：

(1)7月2日~7月4日，進駐井區、機具組裝及基地整修；

(2)7月5日~7月10日，進行導孔鑽井作業(孔徑17-1/2")，累計進尺計39m。

(3)7月11~7月30日，進行淺部鑽井先期作業，機具組裝及基地整修等作業，期間因卡玫基及鳳凰颱風來襲致影響進程。

(4)8月1日~8月17日，進行淺部鑽井作業(孔徑12-1/4")，自地下30m起，累計進尺273m。

(5)8月18日~8月21日，進行深部鑽井先期作業，泥漿循環系統、散熱及防噴設施等儀具整備。

(6)8月22日~9月21日，進行深部鑽井作業(孔徑8-1/2")，自地下300m起，累計進尺704.82m。

(7)9月22日，會同縣府人員於現場驗收總深度。

鑽探作業過程及每日鑽進深度詳見表 8-3。

表 8-3、鑽進過程說明表

日期	孔徑尺寸			鑽進起迄深度 (m)	鑽進長度 (m)	備註
	17-1/2"	12-1/4"	8-1/2"			
7月2日~4日	--	--	--	--	--	◆進場、機具組裝及基地整修。
7月5日				0.0~6.0	6.0	◆開鑽。
7月6日				6.0~9.0	3.0	
7月7日				9.0~15.0	6.0	
7月8日				15.0~21.0	6.0	
7月9日				21.0~27.0	6.0	
7月10日				27.0~39.0	12.0	◆完成導孔鑽井作業。
7月11日~16日	--	--	--	--	--	◆機具組裝、基地整修。 ◆7月12日安裝13-3/8"套管。
7月17日~18日	--	--	--	--	--	◆卡枚基颱風來襲進行防颱及復舊。
7月19日~25日	--	--	--	--	--	◆機具組裝及油、電、水等設施整備。
7月25日~29日	--	--	--	--	--	◆鳳凰颱風來襲進行防颱及復舊。
7月30日~31日	--	--	--	--	--	◆主鑽機試車。
8月1日	--		--	30.0~32.0	2.0	◆測試鑽進。
8月2日	--		--	32~52.0	20.0	
8月3日	--		--	52.0~66.0	14.0	
8月4日	--		--	66.0~83.0	39.0	
8月5日	--		--	83.0~93.0	10.0	
8月6日~7日	--	--	--	--	--	◆機具維修及調整泥漿。
8月8日	--		--	93.0~107.0	14.0	
8月9日	--		--	107.0~128.0	21.0	
8月10日	--		--	128.0~154.0	26.0	
8月11日	--		--	154.0~181.0	27.0	
8月12日	--		--	181.0~200.0	19.0	

表 8-3、鑽進過程說明表(續1)

日期	孔徑尺寸			鑽進起迄深度 (m)	鑽進長度 (m)	備註
	17-1/2"	12-1/4"	8-1/2"			
8月13日	--		--	200.0~217.0	17.0	
8月14日	--		--	217.0~239.0	22.0	
8月15日	--		--	239.0~262.0	23.0	
8月16日	--		--	262.0~283.0	21.0	
8月17日	--		--	283.0~303.0	20.0	◆完成淺部鑽井作業。
8月18日~21日	--	---	--	--	--	◆泥漿循環系統、散熱及防噴設施等儀具整備。 ◆8月18日安裝9-5/8"套管。
8月22日	--	--		300.0~309.0	9.0	◆試鑽。
8月23日	--	--		309~327.0	18.0	
8月24日	--	--		327.0~347.0	20.0	
8月25日	--	--		347.0~369.0	22.0	
8月26日	--	--		369.0~387.0	18.0	
8月27日	--	--		387.0~407.0	20.0	
8月28日	--	--	--	--	--	◆修改泥漿循環系統、泥漿及加強冷卻。
8月29日	--	--		407.0~422.0	15.0	
8月30日	--	--		422.0~434.0	12.0	
8月31日	--	--	--			◆修改井口管路、泥漿循環系統、防噴器等。
9月1日	--	--		434.0~460.0	26.0	
9月2日	--	--		460.0~493.0	39.0	
9月3日	--	--		493.0~528.0	35.0	
9月4日	--	--		528.0~559.0	31.0	

表 8-3、鑽進過程說明表(續2)

日期	孔徑尺寸			鑽進起迄深度 (m)	鑽進長度 (m)	備註
	17-1/2"	12-1/4"	8-1/2"			
9月4日	--	--		528.0~559.0	31.0	
9月5日	--	--		559.0~581.0	22.0	
9月6日	--	--		581.0~608.0	27.0	
9月7日	--	--		608.0~634.0	26.0	
9月8日	--	--		634.0~655.0	21.0	
9月9日	--	--		655.0~678.0	23.0	
9月10日	--	--		678.0~701.0	23.0	
9月11日	--	--		701.0~719.0	18.0	
9月12日	--	--		719.0~759.0	40.0	
9月13日	--	--		759.0~786.0	27.0	
9月14日	--	--		786.0~806.0	20.0	
9月15日	--	--		806.0~825.0	19.0	
9月16日	--	--	--	--	--	◆起鑽更換鑽頭。
9月17日	--	--		825.0~846.0	21.0	
9月18日	--	--		846.0~913.0	67.0	
9月19日	--	--		913.0~971.0	58.0	
9月20日	--	--		971.0~979.0	8.0	
9月21日	--	--		979.0~1004.82	25.82	◆完成深度鑽探作業。
9月22日	--	--	--	--	--	◆完成總深度驗收。

8.5.2 套管使用規格及數量

表 8-4及表 8-5分別為13-3/8" API 54.5磅/呎套管及9-5/8" API 40磅/呎套管之安裝長度與數量，表 8-6為7" API 26磅/呎套管及生產槽孔管安裝深度表。

表 8-4、13-3/8" API 54.5磅/呎套管安裝長度表

編號	長度(m)
1	13.03
2	13.16
3	12.70
總計長度	38.89m

表 8-5、9-5/8" API 40磅/呎套管安裝長度表

編號	長度(m)	編號	長度(m)	編號	長度(m)
1	15.54	11	14.45	21	14.48(註)
2	14.76	12	14.32		
3	14.76	13	14.53		
4	14.48	14	14.44		
5	14.48	15	14.36		
6	14.50	16	14.37		
7	14.41	17	14.26		
8	14.37	18	14.55		
9	14.53	19	14.44		
10	14.36	20	14.38	總計長度	302m(註)

註：第21支套管最後切除露出地表的2.77m，總長度為302m。

表 8-6、7” API 26磅/呎套管與生產槽孔管安裝長度表

編號	長度(m)	安裝深度(m)	編號	長度(m)	安裝深度(m)
1	12.19	992.50~1004.69	21	13.38	732.45~745.83
2*	12.80	979.70~992.50	22	13.45	719.00~732.45
3	12.61	967.09~979.70	23*	13.35	705.65~719.00
4	12.76	954.33~967.09	24	12.61	693.04~705.65
5*	13.27	941.06~954.33	25*	13.30	679.74~693.04
6	12.75	928.31~941.06	26	12.35	667.39~679.74
7	12.63	915.68~928.31	27*	13.46	653.93~667.39
8*	13.40	902.28~915.68	28	13.42	640.51~653.93
9	13.55	888.73~902.28	29	13.46	627.05~640.51
10	12.76	875.97~888.73	30*	13.47	613.58~627.05
11*	13.47	862.50~875.97	31	13.46	600.12~613.58
12	12.30	850.20~862.50	32	13.37	586.75600.12
13	13.47	836.73~850.20	33*	13.36	573.39~586.75
14*	12.47	824.26~836.73	34	13.46	559.93~573.39
15	12.75	811.51~824.26	35	12.57	547.36~559.93
16	12.76	798.75~811.51	36*	12.63	534.73~547.36
17	12.72	786.03~798.75	37	13.46	521.27~534.73
18	13.47	772.56~786.03	38	13.45	507.82~521.27
19*	13.30	759.26~772.56	39	13.47	494.35~507.82
20	13.43	745.83~759.26	40	13.18	481.17~494.35

註：編號後的*記號表示其為生產槽孔管。

表 8-6、7” API 26磅/呎套管與生產槽孔管安裝長度表(續)

編號	長度(m)	安裝深度(m)	編號	長度(m)	安裝深度(m)
41*	12.68	468.49~481.17	51	12.43	339.5~351.93
42	12.36	456.13~468.49	52*	13.47	326.03~339.5
43	13.45	442.68~456.13	53	13.02	313.01~326.03
44	12.45	430.23~442.68	54	12.41	300.6~313.01
45	12.70	417.53~430.23	55	12.44	288.16~300.6
46	12.39	405.14~417.53	56	12.76	275.4~288.16
47*	13.48	391.66~405.14			
48	13.47	378.19~391.66			
49	13.49	364.7~378.19			
50	12.77	351.93~364.7			

註：編號後的*記號表示其為生產槽孔管。

8.6 鑽鑿機具設備

地熱探勘井鑽鑿所使用之相關機具設備(圖 8-14)，規格如下：

項目名稱	規格及數量
A.鑽井機編號	FY-2000-01_2000m 級油井式旋轉鑽井機
B.鑽井機動力型式及能量	500HP
C.井架型式高度及能量	TELESCOPING MAST 102 FT / 150 TONS
D. 底座型式尺寸	3.81m 6.10m 2.29m
E. 轉盤規格	MID-CONTINENT S-17-1/2
F. 主襯套規格	17-1/2" 方型分離式
G. 方鑽桿驅動襯套	Baash-Ross 方型
H. 方鑽桿規格	5-1/4" 六角型 40 呎
I. 水龍頭	IDECO TL-120
J. 遊車及大鉤組	IDECO UTB-160-4-30
K. 天車組	30" 1W & 24" 6W
L. 主泵型式及能量	NATIONAL E-500 8 14 泥漿泵，750GPM / 1060PSI_500HP
M. 鑽桿串	
M.1 穩定器	12-1/4" x 2m x 3 支
M.2 穩定器	9-5/8" x 2m x3 支
M.3 穩定器	8-1/2" x 2m x 3 支
M.4 穩定器	6-1/2" x 2m x 4 支
M.5 鑽鋌	8-1/2" x 9m x 12 支
M.6 鑽鋌	6-1/2" x 9m x 15 支
M.7 鑽鋌	6" x 9m x 10 支
M.8 鑽桿	5" x 9m x 150 支
N. 泥漿處理系統	設備編號 SCS-01，壹套
N.1 泥漿自動攪拌器	1 組
N.2 震動篩	1 組
N.3 1000GPM 除砂器	1 組
N.4 960GPM 除泥器	1 組
N.5 1200GPM 離心泵組	2 組
N.6 泥漿處理槽	6 組
O.環式防噴器	1 組
P. 定(導)向鑽具	1 組
Q. 中型水泥灌漿攪拌槽	3 組
R. 設備編號 FY-E-14 發電機組	150KVA ,1 組
S. 設備編號 FY-E-15 發電機組	25KVA, 1 組
T. 設備編號 FY-E-05 挖土機 PC-100	1 台
U. 45 噸大型全吊式吊車	25 噸中型全吊式吊車 1 台
V. 鑽井特殊手工具組及其他週邊附屬設備	1 組

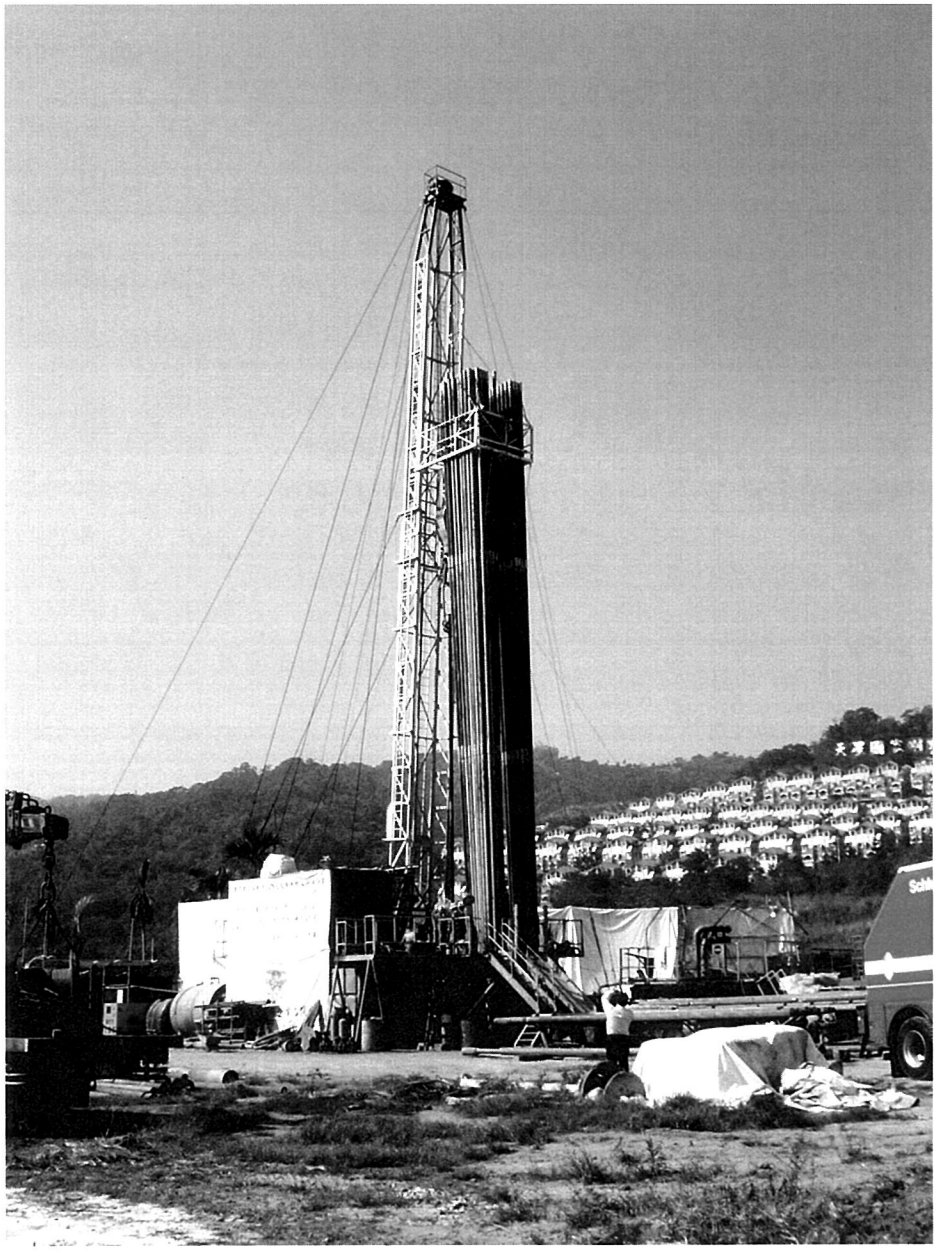


圖 8-14、鑽井機全圖

8.7 地層及岩性說明

一般之地熱井均以三錐鑽頭配合泥漿循環鑽進，不取岩心，地下地質之研判以岩屑進行判釋。經現場踏勘及地質圖判讀結果，本井除表層數米之沖積層外，以下之固結岩盤皆

為中新世廬山層。地下岩屑約5m進行取樣一次，整體來看，本鑽井為深灰黑色板岩與深灰色砂岩(以砂岩為主之砂、板互層)互層，依其層序及其岩石組成可概分為四個岩段：

(1)板岩段：

自地下35m~515m為深灰黑板岩為主，夾砂、板岩互層或砂岩，含石英脈。

(2)砂岩段：

自地下515~735m為深灰色砂岩為主，夾板岩；含石英脈及可見銹染結構，顯示本岩段之裂隙為可能之含水裂隙。

(3)板岩段：

自地下735m~905m為深灰黑色板岩為主，夾砂岩；含石英脈及可見銹染結構。

(4)砂岩段：

自地下905~1004.82m為深灰色砂岩為主，夾板岩；含石英脈及可見銹染結構；因本岩段底部有約14m板岩，以下是否尚有砂岩出露或轉變為板岩未知。

岩性說明與鑽孔地質柱狀圖請參考圖 8-15，詳細之孔內地下地質資料請參閱附錄A。

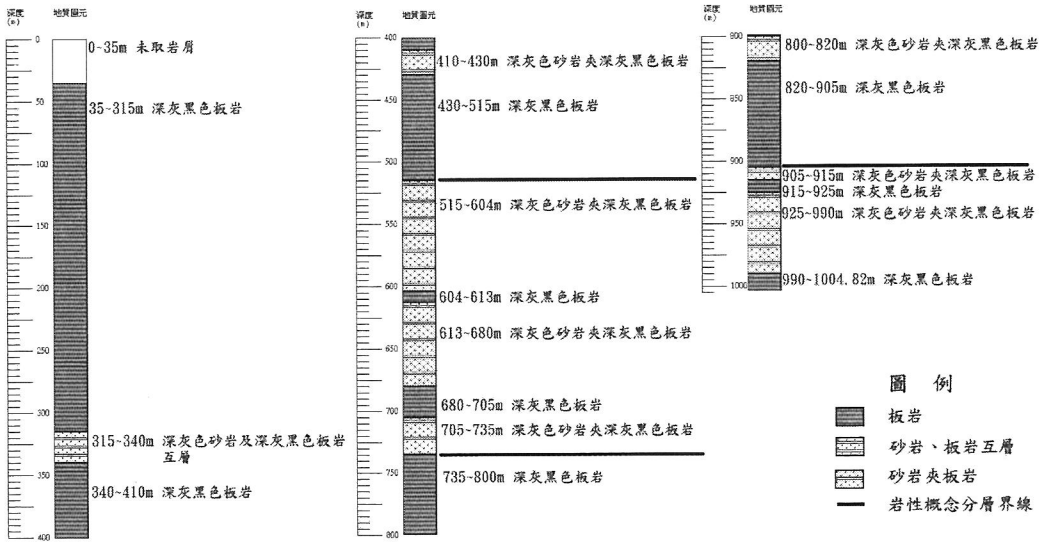


圖 8-15、TCL-9井下岩屑地質柱狀簡圖

9. 地熱井產能測試分析

9.1 孔內井測設備

恢復試驗及噴流期間之孔內井測使用KUSTER PTS探測棒(圖 9-1)，此探測器可耐高溫高壓且精密度極高為地熱井專用之探測器。探測棒為電子式，可在地熱井內量測溫度、壓力、流速等特性參數，並配備記錄器可同時記錄各項探測數據及探測深度。探測棒主要之規格如下：

(1)記錄器單元

可記錄探測數據達1,400,000組(含以上)；探測數據記錄時間間隔最小可達1秒。

(2)溫度、壓力探測單元

A.操作壓力範圍：0至5,000 psi。

B.操作溫度範圍與時間：探測溫度在300℃以內可達六小時。

C.壓力探測解析能力：達全幅(Full Scale)壓力範圍之0.01%。

D.溫度探測解析能力：0.01℃。

E.壓力探測數據精確度：達全幅(Full Scale)探測壓力範圍之±0.1%。

F.溫度探測數據精確度：達全幅(Full Scale)探測溫度範圍之±0.2%。

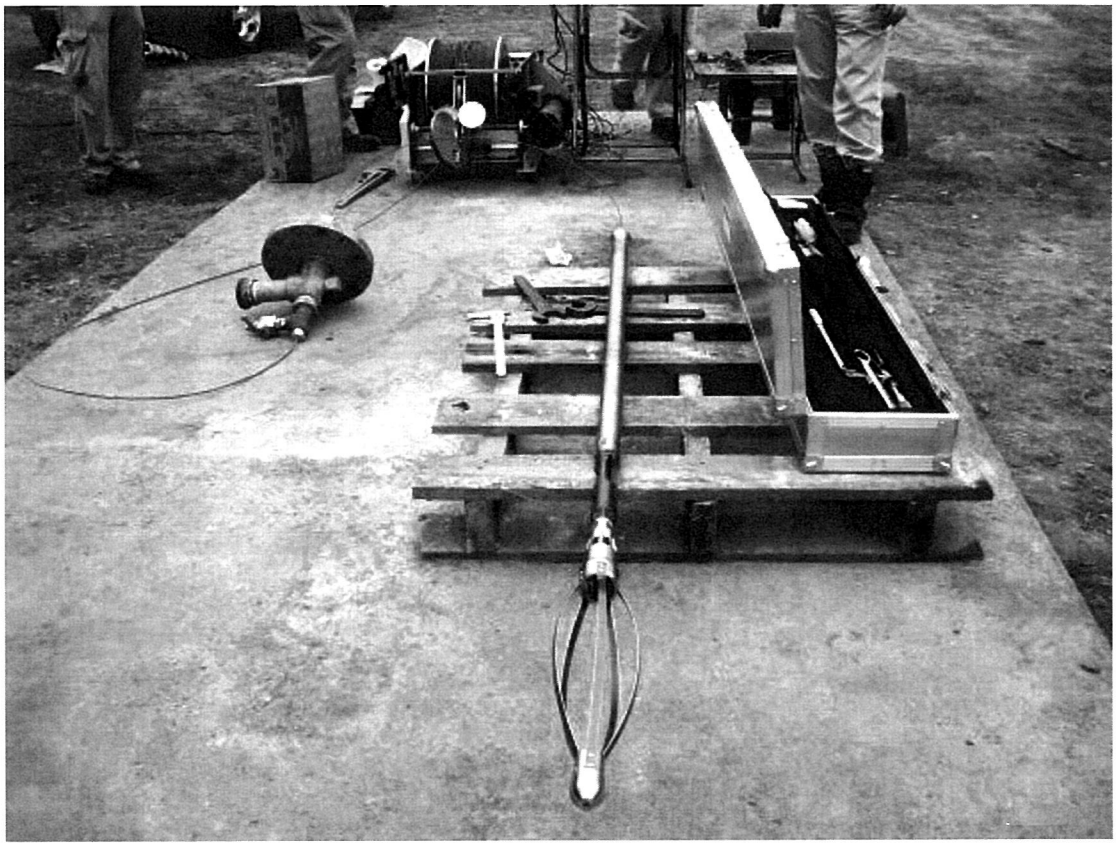


圖 9-1、地熱井用溫度壓力流速探測棒；PTS Probe

9.2 孔內恢復試驗

恢復試驗可用外插方式推估地層最終平衡溫度，亦可由溫度曲線之變化初步推估熱水儲集層(Feed zone)深度範圍。

一般恢復試驗於完井後鑽桿拉起出井口孔內尚未清洗前實施以測定井口至井底之溫度與壓力回升曲線，一般於停泵後至少分三天測定，以獲得較佳的溫度恢復情形，做為地層溫度(Formation temperature)判斷的依據。

TCL-9於97/9/22鑽至預定深度後，於9/23及9/24日分別進行溫度與壓力量測，於9/24日進行第三次溫度壓力量測時，因泥漿受熱硬化，使探測器無法放置至預定深度1000公尺，本次量測記錄未於報告中討論。為獲得完整的恢復試驗資料，本計畫重新下套管，進行泥漿循環12小時，為避免泥漿受熱硬化影響，將停泵後的量測時間縮短，以獲得完整的數據。第二次恢復試驗於9/25、9/26(進行兩

次)共3次進行停泵4、20、28小時之溫度與壓力恢復試驗，9/27於停泵40小時後進行第4組之溫度、壓力量測，因泥漿受熱再度硬化，探測器僅能下放至600公尺處，無法完成通井的溫度、壓力量測，故未將記錄於本報告中討論。本計畫於97/12/4(約停泵後72天)後於閉井無噴流狀況下加測孔內溫度與壓力井測。

圖 9-2為TCL-9之溫度恢復曲線，在停泵28小時後井內最高溫度約為130℃，異常溫度帶出現於560~620m之間。97/12/4距停泵時間已達2個半月，所測之溫度已趨近地層之最終溫度。12/4測得孔內最高溫度達153℃，深度約位於480-560m之間，深度於穿過560m至井底1000m之間，溫度不升反降，呈漸簡趨勢降低至約130℃，推估地層破碎帶估計應在480-560m深度。

圖 9-3為恢復試驗所獲得之壓力恢復曲線圖，由於本試驗在未噴流的情況下施測，壓力曲線呈現與深度正比之孔內靜水壓力，並未出現明顯的壓力異常區。

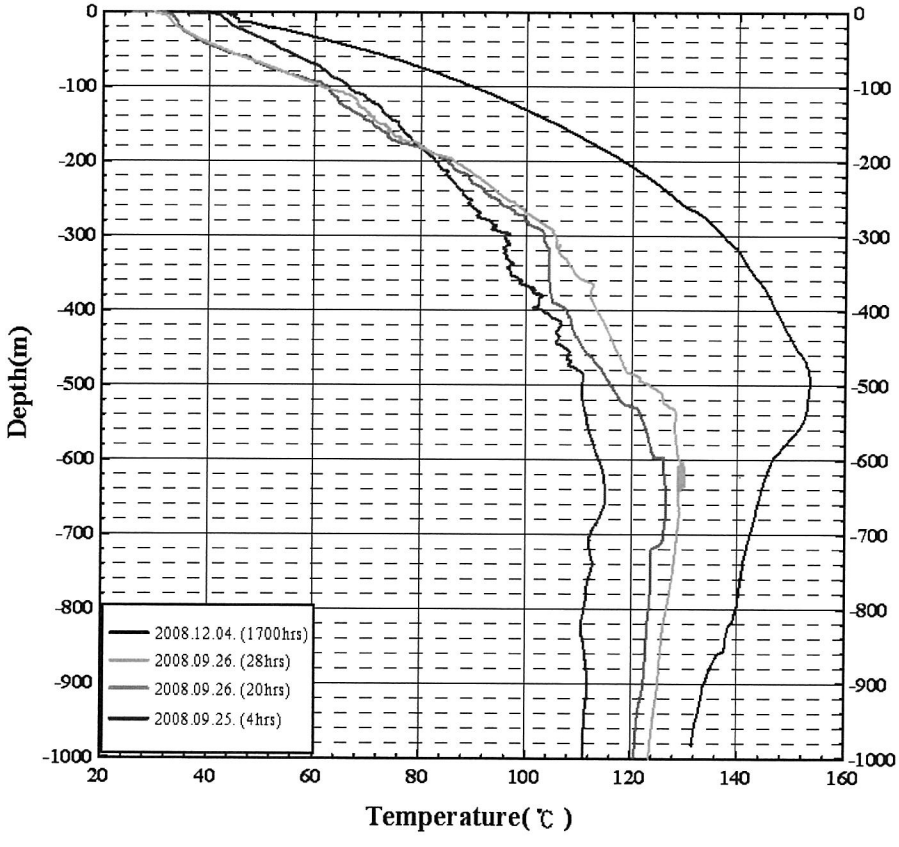


圖 9-2、孔內溫度恢復曲線

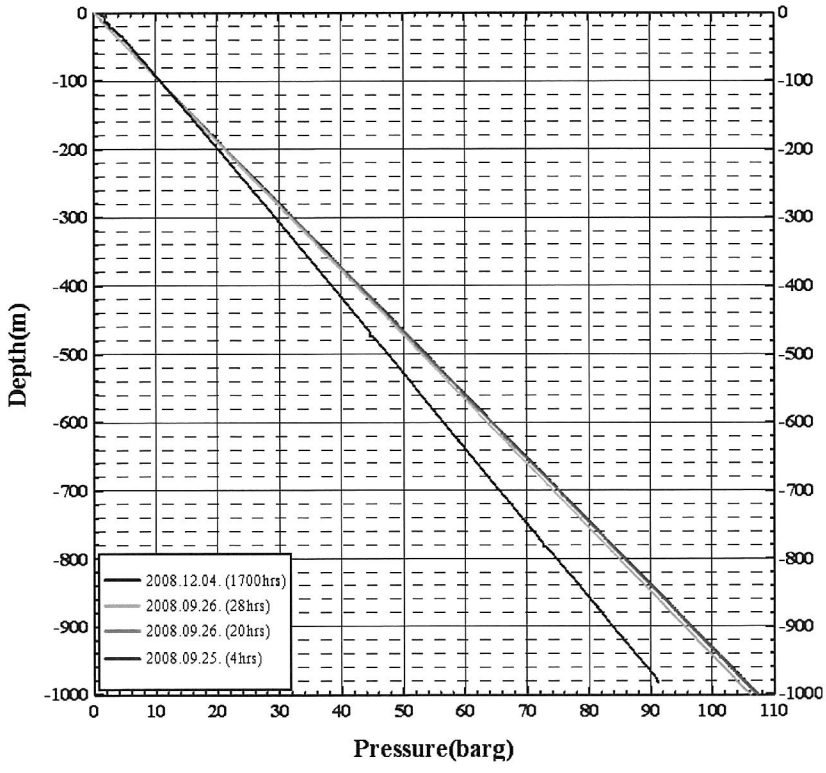


圖 9-3、孔內壓力恢復曲線

9.3 產能測試

(1)噴流測試(Discharge test)

噴流測試主要目的在於獲得生產井在井頭壓力下之流壓、流溫、蒸汽流量、熱水流量與單位重量之流體熱焓；在地熱井鑽鑿完成後，可迅速獲得初步之產能資訊。

TCL-9所使用之測試方法基本上為紐西蘭式水平噴管方式，測試設施如圖8-13所示，測試過程以1”、1-1/2”、2” 、2-1/2”及3” 進行分級噴流。由噴管孔徑管控制井口壓力，進行噴流，以獲得流壓、流溫、蒸汽流量、熱水流量與單位重量之流體熱焓等特性。

噴流時程分兩階段實施。第一階段於2008/12/4~12/8實施，噴管孔徑為2”及3”，以取得初步之數據；第二階段於2009/1/7~1/11實施，噴管孔徑為1”、1-1/2”、2” 、2-1/2”及3” ，以確認TCL-9之產能。

A.第一階段噴流

第一階段噴流測試結果(表 9-1)顯示，2”噴管呈現穩定之連續噴流，3”噴管則顯示間歇性噴流。2”噴流時井口壓力0.5kg/cm^2，井口噴流溫度110 ℃，地熱流量11.7噸/小時(消音器出口之熱水10.2噸/小時，蒸汽1.5噸/小時)，以查表方式推估地熱流體之熱焓約752 kJ/kg。2”噴流期間，於達到穩定噴流後，使用PTS探棒進行孔內溫度與壓力井測。

3”噴管之噴流測試顯示間歇性噴流，噴流之時間週期約為43分鐘(噴流16分鐘，停止噴流27分鐘，週而復始)，因無法達到穩定噴流，僅能紀錄最高值供參考。

B.第二階段噴流測試

第二階段噴流測試結果(

表 9-2)顯示，1”、1-1/2”、2” 皆呈現連續噴流，3”與2-1/2”噴管則顯示間歇性噴流。不同噴管孔徑之試驗結果說明如下：

(a)2”噴管

2”噴流時井口壓力0.6 kg/cm^2，井口噴流溫度113.6 ℃，地熱流量11.7噸/小時(消音器出口之熱水10.2 噸/小時，蒸汽1.5 噸/小時)，地熱流體之熱焓約752kJ/kg。

(b)1-1/2”噴管

1-1/2”噴流時井口壓力0.8 kg/cm^2，井口噴流溫度116.8 ℃，地熱流量8.5噸/小時(消音器出口之熱水7.8 噸/小時，蒸汽0.7 噸/小時)，地熱流體之熱焓約654 kJ/kg。

(c)1”噴管

1”噴流時井口壓力1.1 kg/cm^2，井口噴流溫度121.4 ℃，地熱流量5.2噸/小時(消音器出口之熱水4.9 噸/小時，蒸汽0.3 噸/小時)，地熱流體之熱焓約610 kJ/kg。

(d)2-1/2”噴管及3”噴管

3”與2-1/2”噴管則顯示間歇性噴流。2-1/2”噴流之時間週期約為40分鐘(噴流17分鐘，停止噴流23分鐘)。3”噴管之初期(1/7~1/8)，噴流之時間週期約為42分鐘(噴流17分鐘，停止噴流25分鐘)，第二階段噴流結束前(1/11)之時間週期約為45分鐘(噴流22分鐘，停止噴流23分鐘)。由噴流時間加長及停止噴流時間縮短的現象，推測經較長時間之噴流後，鑽井期間循環泥漿逐漸帶出地表，熱水儲集層之破裂帶之滲透性獲得改善，故噴流時間加長，而停止噴流時間則縮短。

(2)噴流中孔內井測

於噴流中以PTS進行全孔溫度/壓力井測，以協助判釋地層破碎帶位置及噴流狀態下之孔內蒸汽閃發點深度。由2” 噴流之孔內溫度與壓力剖面(圖 9-4)顯示，最高噴流溫度約為143℃，可能之儲集層位置與恢復試驗之結果約略一致(約在500m附近)，蒸汽閃發點則接近地表。

(3)壓力回升試驗(Pressure build up)

壓力回升試驗，目的為獲得地熱井附近儲集層之滲透率厚度乘積(kh)及估算膚表因子(S)判斷井況是否有破壞，作為潛能評估參考。滲透率厚度乘積(kh)和井生產能力正相關，可判斷該儲集層生產能力之大小。膚表因子(S)值越大代表井況或儲集層受到破壞或結垢物堵塞程度越嚴重；負值膚表因子代表生產井有受到激勵改善。

根據Horner方法半對數作圖分析壓力回升(Shen et al., 1979)，估算儲集層滲透率厚度乘積(kh)及膚表效應影響因子(S)。

$$kh = \frac{162.6 q \mu B}{m} \qquad (1)$$

$$S = 1.1513\left[\frac{P_{1hr} - P_{wf}\left(\Delta t = 0\right)}{m} - \log\left(\frac{k}{\phi\mu c_t r_w^{\,2}}\right) + 3.2275\right] \qquad (2)$$

其中：

k: 滲透率，md

q：流速，BBL/D

B：地層體積因子，res.bbl/surface bbl

μ：黏滯度，cp

m：Horner Plot 斜率：psig/cycle

ϕ：孔隙率

h：儲集層厚度，ft

c_t：流體壓縮度，psi^{-1}

P_{1hr}：Horner Plot Δt=1hr 之壓力，psig

P_{wf}：關井前瞬時壓力，psig

r_w：生產井井孔半徑，ft

TCL-9地熱井於2008年12月4日17:12開啟以2吋噴流，2008年12月7日18:06閉井，壓力探棒懸掛於破碎儲集層520m深度，記錄壓力回升曲線。噴流時間72.9小時，2-1/2吋節流管噴流平均總流量11.5 tons/hr(1760 BBL/D)，壓力回升記錄時間13小時。

取壓力回升段之記錄曲線(圖 9-5)，繪製關井後壓力回升對應時間變化之Horner Plot雙對數曲線圖(圖 9-6)，得到斜率值m=5.5 psi/cycle，P1hr =701 psig，最終回升壓力P* = 708 psig。經方程式(1)及(2)式計算得：

滲透率厚度乘積(kh)：3.1 darcy-meter，代表TCL-9號井周圍儲集層水文參數。

膚表因子(S)為+9.9。

表 9-1、 TCL-9第一階段產能測試成果

試汽日期	噴管	噴流時間	井口		產能			熱焓	說明
			壓力	溫度	熱水(流量堰)	蒸汽(消音器)	總流量		
	inch	hrs	kg/cm²	℃	ton/hr	ton/hr	ton/hr	kJ/kg	
2008/12/4-12/7	2	72.8	0.5	110.0	10.2	1.5	11.7	752	連續噴流
2008/12/8	3	8.0	0.8*	115.0*	30.7*	5.0*	35.7*	nd	間歇噴流;噴16分鐘,停27分鐘

*:最高值

nd: 間歇噴流，無法測定

表 9-2、 TCL-9第二階段產能測試成果

試汽日期	噴管	噴流時間	井口		產能			熱焓	說明
			壓力	溫度	熱水(流量堰)	蒸汽(消音器)	總流量		
	inch	hrs	kg/cm²	℃	ton/hr	ton/hr	ton/hr	kJ/kg	
2009/1/10-1/11	1	24.0	1.1	121.4	4.9	0.3	5.2	610	連續噴流
2009/1/9-1/10	1-1/2	24.0	0.8	116.8	7.8	0.7	8.5	654	連續噴流
2009/1/8-1/9	2	22.7	0.6	113.6	10.2	1.5	11.7	752	連續噴流
2009/1/7	2-1/2	5.9	0.9*	117.6*	27.4*	2.0*	29.4*	nd	間歇噴流; 噴17分鐘,停23分鐘
2009/1/7-1/8	3	20.7	1.2*	121.5*	37.7*	4.8*	42.5*	nd	間歇噴流; 噴17分鐘,停25分鐘
2009/1/11	3	3.4	1.5*	125.9*	37.8*	4.8*	42.5*	nd	間歇噴流; 噴22分鐘,停23分鐘

*:最高值

nd: 間歇噴流，無法測定

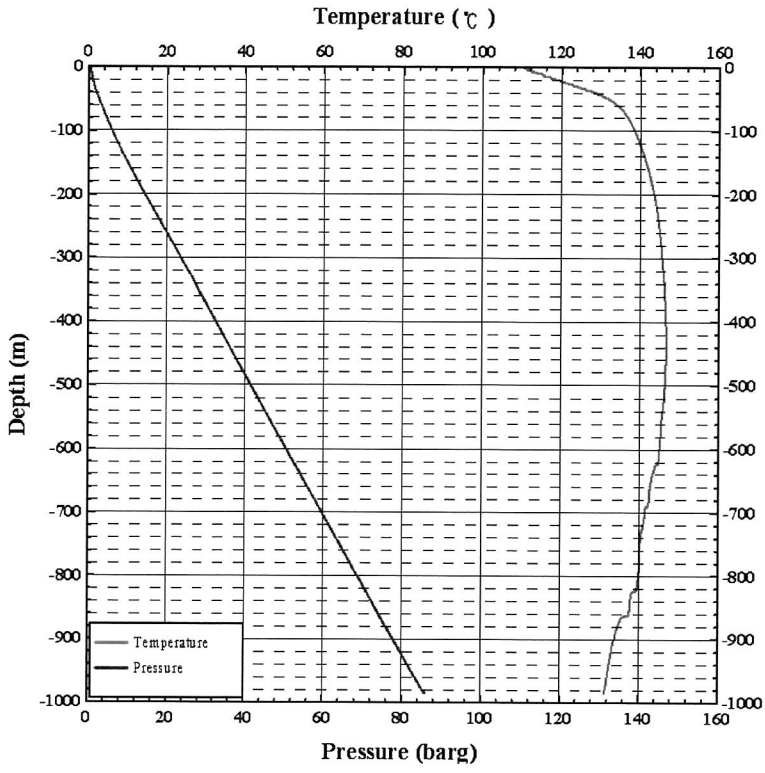


圖 9-4、2"噴流下之孔內溫度與壓力剖面

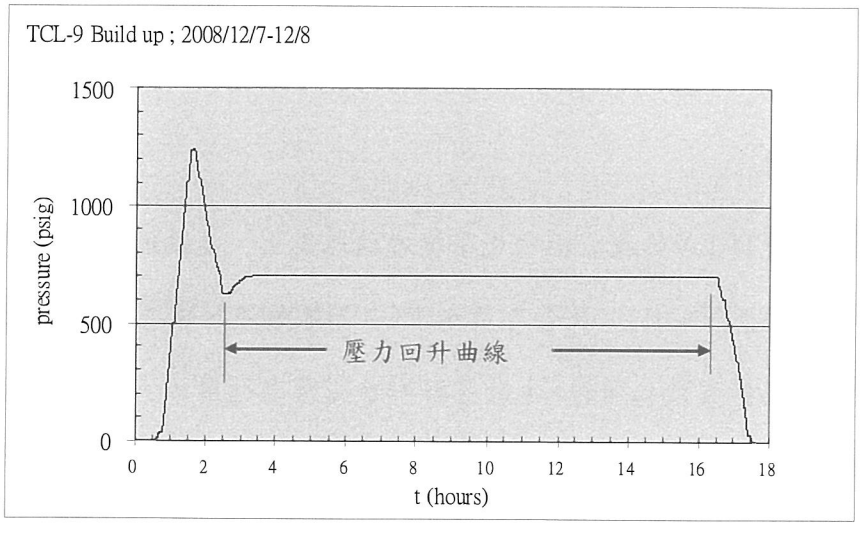
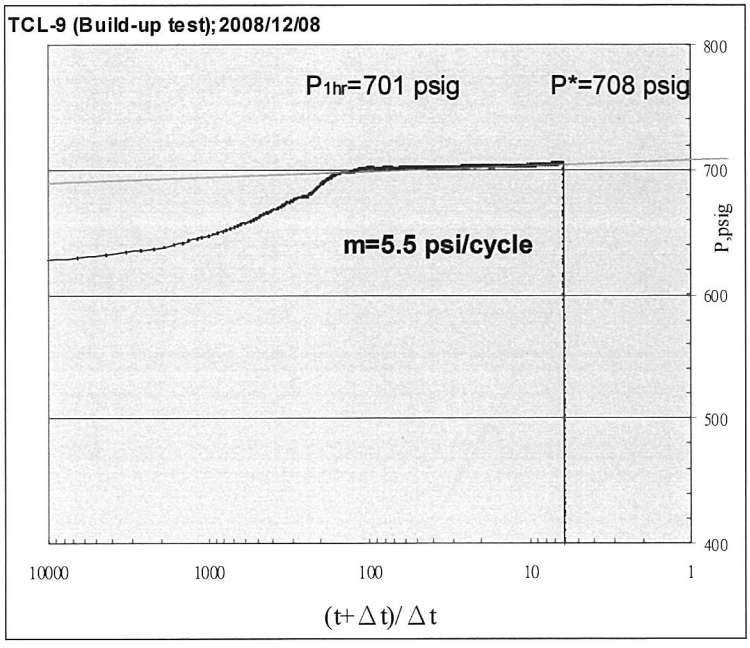


圖 9-5、壓力回升記錄曲線



t=	72.9 hr	關井前噴流時數
Q=	11.5 tph	關井前產率
Pwf=	622.25 psig	關井前流壓 520m
tf=	307.4 °F	生產層溫度
rw=	0.262 ft	7吋生產孔管內徑
ψ=	0.2	生產層孔隙率
C=	0.00001 psi^{-1}	生產層熱水壓縮係數
h=	500 ft	生產層厚度
μ=	0.1812 Cp	流體黏度
β=	1.0888 bbl/STB	流體之地層體積因素

圖 9-6、壓力回升Horner plot 分析

9.4 化學分析

本節以探討TCL-9熱液之地球化學環境環境為主，並汲取金崙二號井、金崙溪野溪溫泉露頭(OHS-01)以及金崙溪水(BG-02)等熱液、地表溫泉或地表逕流水樣品進行地球化學背景之探討。本計畫於97年12月進行第一次熱液暨氣體採樣分析作業，分別採取不同噴流口徑之熱液(TCL-09_D1、TCL-09_D2、TCL-09_D3)，水樣送至實驗室分析(委由上準環境科技股份有限公司分析；表 9-3與表 9-4)，分析結果顯示主要陰、陽離子之平衡未盡理想(圖 9-7)，推測應為採樣後未能儘速進行懸浮顆粒過濾，導致降溫造成懸浮物沈降導致諸多離子沈澱影響離子平衡。為獲得較佳之地下水化學分析結果，本計畫於98年元月10日進行第二次採樣，第二次採樣前先行開啟閥門，於噴流36小時後，以0.45 μm玻璃纖維過濾裝

瓶送至實驗室分析(委由台灣檢驗科技股份公司分析；表 9-3與表 9-4)，結果顯示經現場即時過濾之樣品分析結果顯然優於未經過濾者(圖 9-8)，推測應為降溫降壓過程中，懸浮顆粒對於水中離子產生吸附沈澱或結晶現象將顯著改變水中離子濃度的狀態。為求完整呈現TCL-09熱液暨蒸汽冷凝液之地球化學條件，於98年2月5日進行第三次採樣暨量測工作，計採熱液、不凝結蒸汽與蒸汽冷凝液三者，各項分析結果說明如下:

(1)熱液

A.TCL-09-D4

分析結果顯示本井熱液為鈉—氯鹽之泉質，陰(Anions)、陽離子(Cations)各總和為50.3 meq/L與54.2meq/L，差分值(Difference)為3.793，低於5%，顯示其分析結果相當合理。總溶解固體(Total dissolved solid, TDS)之實測值與計算值分別為3640 mg/L與3501.171mg/L，比值為1.040，顯示兩者極為吻合，信賴度極高。但導電度(Electrical conditivity, EC)之實測值與計算值則分別為6930與3996 μS/cm，比值為1.734，明顯超出合理範圍(0.9 ~ 1.1)，應為量測時之高溫導致校正之誤差所致。

主要離子濃度所繪製之水質菱形圖(Piper diagram)彰顯之水質特性顯示出本熱液屬第IV類受海水特性所影響之水質，此亦印證本地熱區熱源所在之地層為海相地層之結果。但熱液中各離子濃度遠低於海水，如海水中最主要之氯離子濃度為19,000 mg/L，但在此僅為1110 mg/L，相對於原始海水狀態其離子濃度低很多，承前(6.3　節)所述，其總溶解固體僅達3640mg/L，就慣例而言，僅算是淡水之類(< 7,500 mg/L)。雖水質菱形圖中將本熱液歸類為受海水影響之特性，但藉由Stiff diagram中主要離子比例中，則其圖形並非與海水之比例雷同，同時熱液類型之Stiff diagram形狀相當類似(圖6-13) ，此亦顯示熱液應源自海水，受水-岩交互作用而漸改變其水質，並於Stiff diagram之水質地球化學特性中顯示其本區域熱液屬性之相似。

由AquaChem軟體，藉由分析之離子濃度所計算之熱液溫度如下：

矽地溫(Silica Geothermometer)	Quartz	245.23°C
	Quartz (max. steam loss)	220.18°C
	Chalcedony	236.44°C
	α-Cristobalite	199.63°C
	β-Cristobalite	150.12°C
	Amorphous Silica	120.88°C
鈉鉀地溫(Na-K Geothermometer)		178.77°C
鈉鉀鈣地溫(Na-K-Ca Geothermometer)		215.23°C
鈉鉀鈣鎂地溫(Na-K-Ca-Mg Geothermometer)		> 350°C
鎂鋰地溫(Mg-Li Geothermometer)		221.46°C
鈉鋰地溫(Na-Li Geothermometer)		274.38°C

上述之推算地溫極可能因為樣品中離子濃度的極小誤差而導致推算誤差，故上述之溫度僅可作為實際量測井底溫度之參考。

B.TCL-09-D5

現場量測之井口溫度為攝氏114度，嗣熱液水樣降溫(43.8^{O}C)後量測酸鹼度值為8.77，導電度為7.09 ms/cm，蒸汽冷凝液降溫(44.6^{O}C)後，酸鹼度為6.72，導電度為1.41 ms/cm。熱液暨蒸汽冷凝液委由台灣檢驗公司檢測樣品(表 9-3與表 9-4)。其水質菱形圖及Stiff水質圖所顯示之水質特性與TCL-09-D4雷同，但其離子平衡狀況較TCL-09-D4差：陰(anions)、陽離子(cations)各總和為48.7 meq/L與56.6 meq/L，差分值(Difference)為7.425，雖高於5%，但其分析結果仍可接受。總溶解固體(total dissolved solid, TDS)之實測值與計算值分別為4270 mg/L與3346.769mg/L，比值為1.276，兩者比值亦高出1.0~1.2的範圍，但尚可接受。砷含量達33.5μg/L (0.0335 mg/L)，稍高於環保署對於地下水水質之砷濃度標準10μg/L (0.01 mg/L)，若作為飲水用途則須審慎評估。汞濃度則相對低，僅達0.0009mg/L。

C.TCL_CPC-02 地熱井

此地熱井之熱液同於TCL-09之水質，皆為鈉—氯鹽之泉質，總溶解固體達6676.3 mg/kg，約為TCL-09之兩倍，但其計算出之總溶解固體卻達

7388.6 mg/kg，兩者比值並未在1.0-1.2之間。離子平衡為計算中，陽離子114 meq/L，陰離子為107 meq/L，差分值為3.25%(<5)，分析數值之平衡狀況極佳(圖 9-8)。

由菱形圖(圖 9-9)與stiff水質圖(圖 9-10)所彰顯之水質特性皆同於TCL-09，兩者最大的差異僅於離子濃度，由於此地熱井鑽取深度較深且取水層位較廣，致使取得水量大且可取得大部分熱液地層之熱液所致。

其參考井底熱液溫度(藉由AuqaChem計算)如下：

矽地溫(Silica Geothermometer)	Quartz	> 250°C
	Quartz (max. steam loss)	236.83°C
	Chalcedony	> 250°C
	α-Cristobalite	223.26°C
	β-Cristobalite	174.56°C
	Amorphous Silica	143.5°C
鈉鉀地溫(Na-K Geothermometer)		< 150°C
鈉鉀鈣地溫(Na-K-Ca Geothermometer)		180.14°C
鈉鉀鈣鎂地溫(Na-K-Ca-Mg Geothermometer)		> 350°C

由金崙二號井鑽井時之恢復試地層溫度分析數據得知，深度1116~1989公尺之間地層溫度為171.5~185.1 °C，此結果與鈉、鉀、鈣離子所推測之地溫相近。

D.OHS-01 河床溫泉

於金崙溪出露之河床溫泉河水經檢測後知其水質屬鈉—碳酸氫鈉泉，總溶解固體為517.33 mg/kg，其離子計算得之值為647.20 mg/kg，兩者比值為0.799，偏離1.0~1.2的範圍。離子平衡狀態為：陰離子8.12 meq/L，陽離子7.66 meq/L，兩者差分為2.864%，相較於前兩個樣品則較不佳，但仍在5%以內，亦可被接受。

此樣品濃度之落點位於水質菱形圖中的第II類，屬淡水受壓含水層之特性(圖 9-9)，故可推測熱液在向上流竄時混染了上層受壓淡水，導致水質特性的改變，而由Stiff圖(圖 9-10)，其水質性質迥異於前兩者由深井鑽

取所得的熱液特性，其碳酸根濃度已明顯增加。此點由於經過冷之淡水所混染，取得之數據則無益進行地溫之推估。

E.BG-01與BG-02 金崙溪水

此兩個溪水水質地球化學背景值之量估，乃為了解上下游之間是否有熱液輸入所影響。兩者的水質皆屬鈣—碳酸氫根。BG-01與BG-02總溶解固體分別僅達245.68 mg/kg與260.72 mg/kg。離子平衡狀態亦佳，陽離子分別為3.96 meq/L與4.04 meq/L，陰離子則皆為4 meq/L，差分分別為0.444%與0.521%。無論是菱形圖(圖 9-9)或是Stiff圖(圖 9-10)所顯示之水質特性皆屬於一般地表淡水之特性。

(2)氣體組成

金崙地熱井噴氣成分主要以地下水加熱形成之凝結性水蒸氣為主，而不凝結氣體的收集則是待氣體通過採樣裝置中的緩衝錐形瓶時，利用水浴降溫去除大部分凝結性氣體，再收集以進行分析。本次使用之採樣瓶為雙真空閥玻璃瓶，雖然玻璃瓶較不耐高壓，且可收集氣體體積較少，但因其封存性極佳，且可選擇在採集前於實驗室將瓶內抽真空，採氣時就不需等待沖氣(Flush)過程，故決定採用。氣體採樣的方式有兩種：利用真空狀態之玻璃瓶，連接至採樣管線末端開單閥直接採樣；另一方式為將玻璃瓶連接至採樣裝置管線末端，打開雙閥門持續沖氣數分鐘後，關閉閥門採取氣樣。

本計畫之不凝結氣體採樣與成分分析是委託台灣大學楊燦堯教授主持之氣體化學研究室進行，分析儀器為四極桿質譜儀(Quadruple Mass Spectrometers—QMS)，詳細儀器資訊與分析過程見Yang et al. (2006)。本次分析結果顯示（表9-5）：兩種採樣方式（真空吸取與連續沖氣）採集到的氣體組成相當一致，表示這兩種方式皆適用於本地熱井噴氣採樣，且採樣裝置無明顯空氣混入。金崙地熱井噴氣之不凝結氣體主要組成為CO_2(>98 vol%)，另有微量的N_2+CO(<2 vol%)、O_2(<0.5 vol%)及Ar(<0.1 vol%)，而其餘可能出現氣體如CH_4、C_2H_6、H_2S、SO_2、H_2、He等皆未被檢測到或可能含量極微量，已低於本分析儀器之偵測極

限(0.01 vol%)。金崙地熱位處於中央山脈變質岩區，屬中新世廬山層，區域岩性主要為變質砂岩與板岩，根據前述地質背景推測，地熱噴氣主要是以地殼來源的氣體為主，並無深部地函來源的氣體組分加入。

(3)蒸汽冷凝液

蒸汽冷凝液(TCL-09-Co)由蒸汽噴發管線經不鏽鋼冷凝管所凝結，於冷凝液收集達2公升後開始進行採樣作業，為求避免懸浮物質之干擾，收集後之冷凝液經0.45μm玻璃纖維濾紙過濾後方收集送檢。分析結果顯示冷凝液中酸鹼度僅達6.7，近乎中性，性質遠較熱液之微鹼性不同，且汞含量較熱液(TCL-09-D5)高，其相關意義值得後續探討。

(4) 碳十四年代與穩定碳十三同位素測定

TCL-09與TCL_CPC-02樣品碳十四年代與穩定碳同位素之分析工作，首先於野外以50公升水樣添加純化的氫氧化鈉及氯化鋇溶液萃取水體中碳酸根，並將樣品送至國立台灣大學地質科學研究所碳十四實驗室，將地下水中的碳酸轉製為二氧化碳，以真空製苯系統將二氧化碳製備為苯，送入液體閃爍計數器計算碳十四之濃度。測定出之年代分別為≧ 44,500 yBP以及≧ 45,700 yBP (yBP，距今年代)，兩者皆趨近於碳十四年代的極限值(五萬年)，足見其地下水中的碳酸根離子於五萬年前便與大氣隔絕，亦指其地下水自地表入滲後已達至少四萬五千年以上，故推測該熱液應屬地層原生水或是經極長久時間由補注區入滲至現今所處的地層之中。兩樣品中無機碳的穩定碳十三同位素值分別呈現極近似之3.6±0.1 $^{0}/_{00}$與3.6±0.1 $^{0}/_{00}$，數值落於典型的熱液範疇內，顯示熱液與圍岩經長時間反應的結果。

表 9-3、金崙地區溫泉水水樣分析結果一覽表

樣品編號	採樣地點名稱	行政區	座標 X	座標 Y	深度 m	採樣時間	溫度 ℃	EC ms/cm	TDS mg/L	pH	Na^+ mg/L	K^+ mg/L	Mg^{2+} mg/L	Ca^{2+} mg/L
BG-0	河水	台東縣			0	2008/12/8	22.4	0.407	257	7.8	14.1	0.922	4.87	48.3
BG-1	河水	台東縣	241256	2491630	0	2009/1/9	23.0	-	245	-	16.1	1.25	4.4	57.4
BG-2	河水	台東縣	244276	2492267	0	2009/1/9	23.0	-	260	-	18	1.37	4.6	56.9
OHS-01	河床溫泉水	台東縣	242720	2492260	0	2008/12/8	40.5	0.972	531	6.2	90.3	7.96	7.24	46.8
OHS-02	河床溫泉水	台東縣	242720	2492260	0	2009/1/9	40.5	-	516	-	110	7.59	4.9	44.8
TCL_CPC-2	2000m	台東縣	243124	2492410	2015	2009/1/9	99.0	-	6690	-	2570	80.9	1.36	4.65
TCL-09-D1	噴流之地熱水	台東縣	244311	2492142	1000	2008/12/7	98.0	6.93	3600	8.7	936	98.9	1.15	2
TCL-09-D2	噴流之地熱水	台東縣	244311	2492142	1000	2008/12/7	98.0	6.93	3750	8.7	953	98.7	1.12	1.73
TCL-09-D3	噴流之地熱水	台東縣	244311	2492142	1000	2008/12/8	98.0	7.04	3760	8.7	867	92.3	2.49	2.94
TCL-09-D4	噴流之地熱水	台東縣	244311	2492142	1000	2009/1/9	98.0	-	3640	8.7	1200	74	0.73	1.56
TCL-09-D5	噴流之地熱水	台東縣	244311	2492142	1000	2009/2/5	98.0	7.09	4270	8.8	1250	80.4	0.76	1.42
TCL-09-Co	噴流之地熱蒸汽冷凝液	台東縣	244311	2492142	1000	2009/2/5	114.0	-	-	-	-	-	-	-
Sea Water											1E+05	399	1290	412.1
River											6.3	2.3	4.1	15

表 9-4、金崙地區鑽井熱液及地表水地球化學分析表(續)

樣品編號	Si^{4+} mg/L	Fe^{++} mg/L	Li^{+} mg/L	Cl^{-} mg/L	$SO4^{2-}$ mg/L	HCO_3^{-} mg/L	CO_3^{2-} mg/L	CO_2 mg/L	S mg/L	Al mg/L	NH_4^{+} mg/L	As mg/L	Hg mg/L	F mg/L	B mg/L
BG-0	15.9	ND	ND	3.5	66.7	158	ND	4.08	ND	-	-	-	-	-	-
BG-1	16	0.028	-	2.13	72.5	148	-	-	ND	-	-	-	-	-	-
BG-2	16.9	0.046	-	2.6	71.9	148	-	-	ND	-	-	-	-	-	-
OHS-01	65.3	0.46	0.525	5.6	55.1	474	ND	47.8	ND	-	-	-	-	-	-
OHS-02	62.3	1.29	-	5.15	53.8	418	-	-	ND	-	-	-	-	-	-
TCL_CPC-2	273	0.311	-	2460	36.5	2250	-	-	ND	-	-	-	-	-	-
TCL-09-D1	201	ND	9.63	1230	18.1	1250	62.5	5.05	ND	-					
TCL-09-D2	174	ND	10.1	1130	17.8	1120	54.9	5.34	ND	-	-	-	-	-	-
TCL-09-D3	157	0.96	8.22	1260	24.2	960	69.4	5.12	ND	-	-	-	-	-	-
TCL-09-D4	216	0.018	-	1110	13.9	1100	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-
TCL-09-D5	215	0.148	6.9	1280	13.6	718	-	2.44	0.04	0.144	8.66	0.034	9E-04	3.46	20.7
TCL-09-Co	1.28	-	-	1.14	-	-	-	-	-	-	-	6E-04	0.008	-	0.316
Sea Water				19354	2712	60									
River				7.8	11	142									

表 9-5、金崙地區TCL-09鑽井熱液不凝結氣體成分分析表

Sample No.	N_2+CO	O_2	Ar	CO_2	Total
KL-1 (真空玻璃瓶)	1.14%	0.22%	0.065%	98.58%	100.00%
KL-2 (玻璃瓶沖氣)	1.53%	0.08%	0.038%	98.35%	100.00%

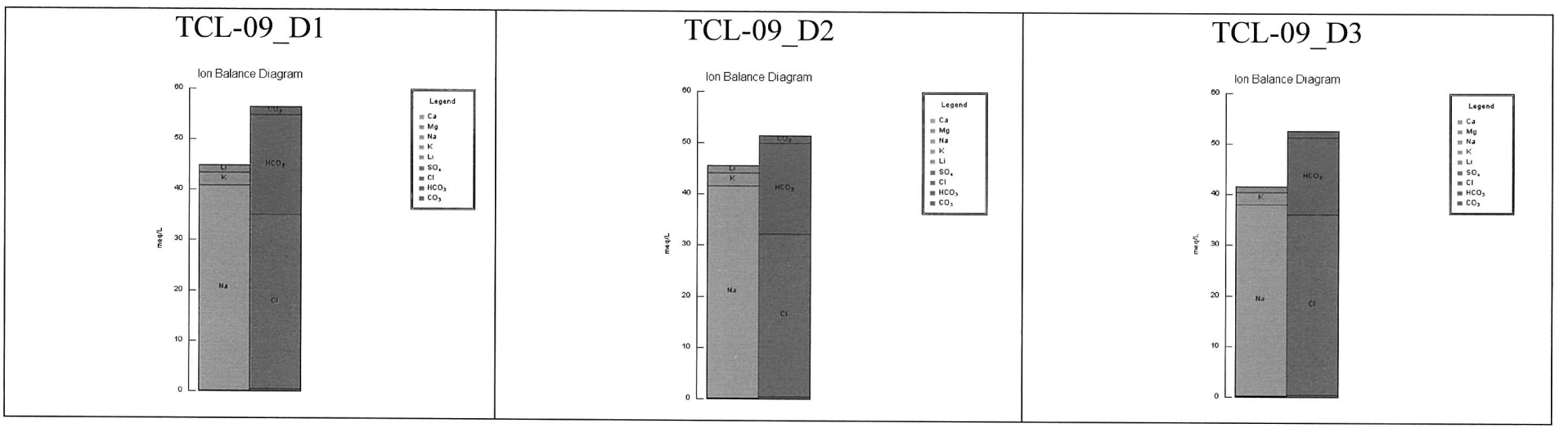


圖 9-7、TCL-9第一次(2008/12)採樣分析結果之離子平衡圖(未即時過濾)

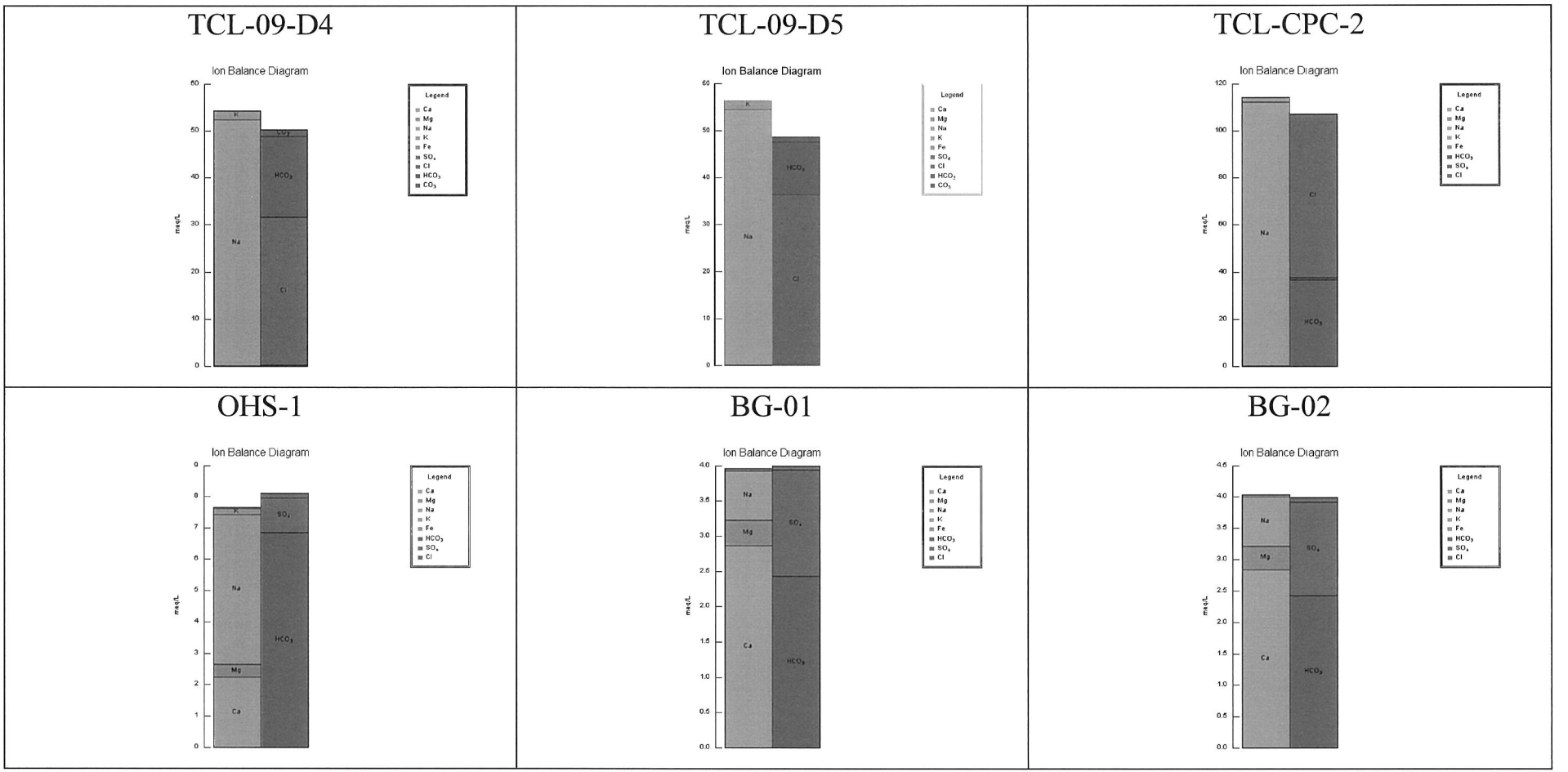


圖 9-8、TCL-9分析水樣之離子平衡圖

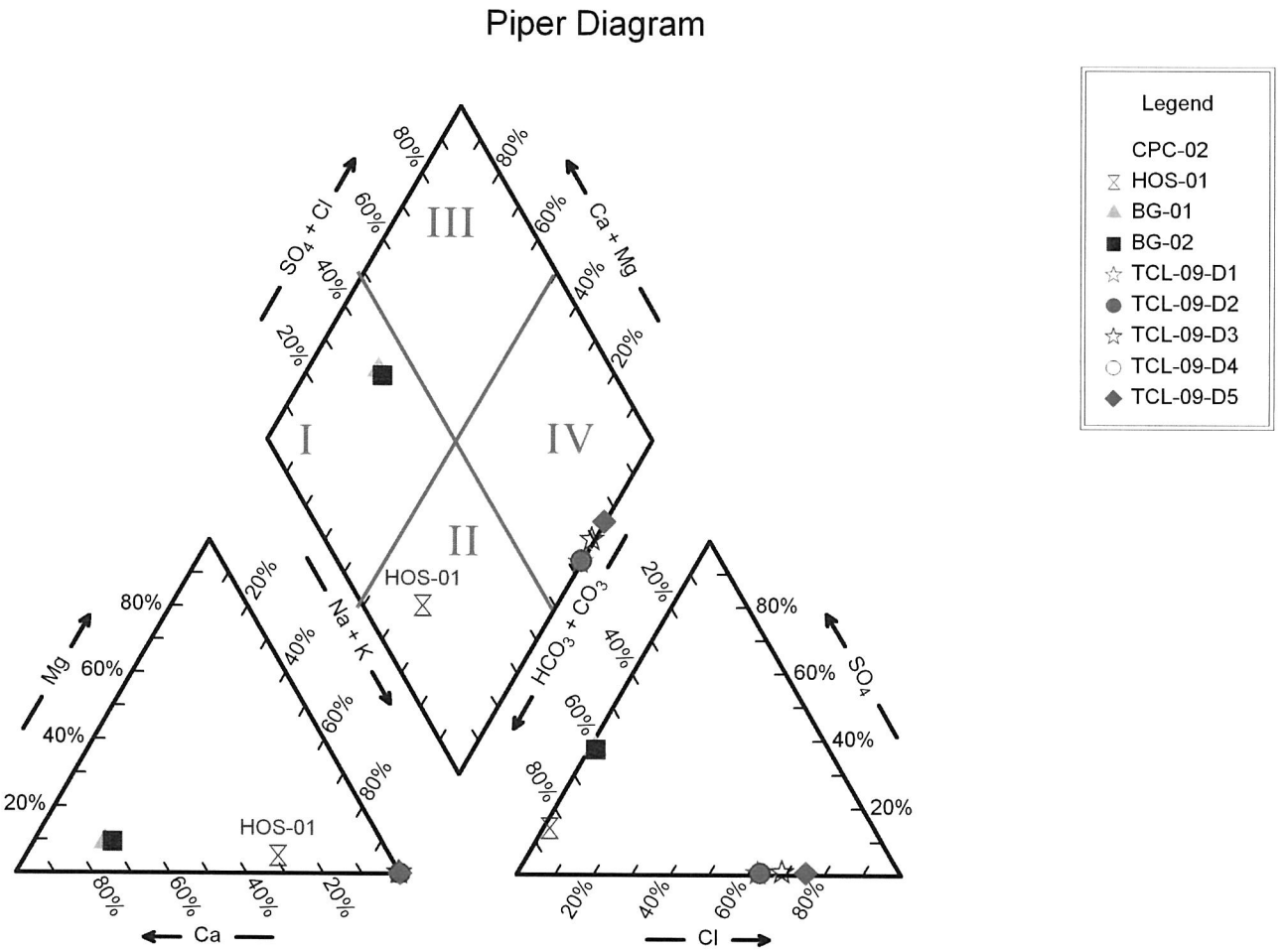


圖 9-9、TCL-9分析水樣之水質菱形圖

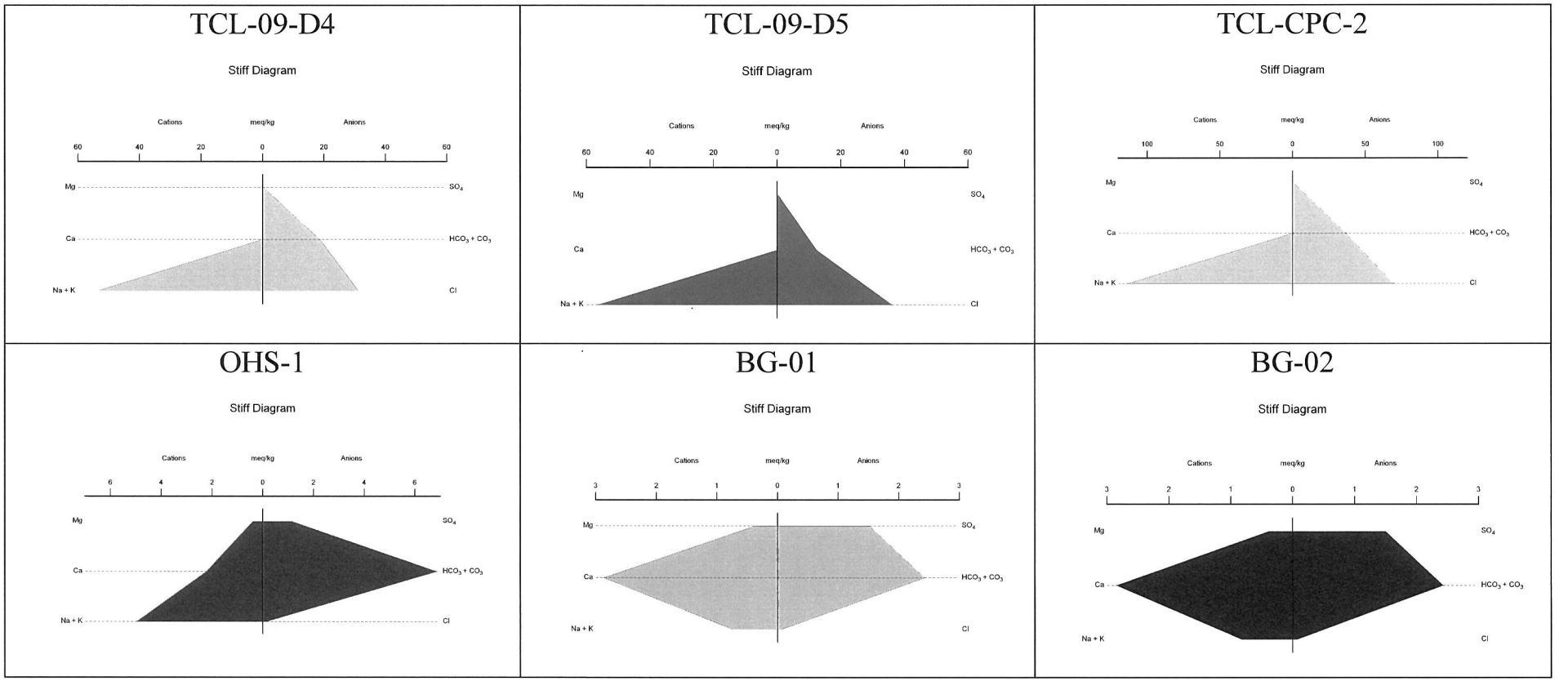


圖 9-10、TCL-9分析水樣之Stiff水質特性圖

9.5 產能測試結果綜合評析

綜合TCL-9之井測與地表產能測試結果，評估於分析如下：

(1)關井期間之閉井壓力達2kg/cm^2，開井後降至0.5kg/cm^2。

(2)在深度1000公尺範圍內，可能之熱水儲集層深度約在480~560m附近。

(3) 1”、1-1/2”、2”皆呈現連續噴流，3”與2-1/2”噴管則顯示間歇性噴流。2”噴流時井口壓力0.6 kg/cm^2，井口噴流溫度113.6 ℃，地熱流量11.7噸/小時。1-1/2”噴流時井口壓力0.8 kg/cm^2，井口噴流溫度116.8 ℃，地熱流量8.5噸/小時。1”噴流時井口壓力1.1 kg/cm^2，井口噴流溫度121.4 ℃，地熱流量5.2噸/小時。將來供應開發設施使用時，井頭以2”管控壓生產較為適合。

(4) 3”與2-1/2”噴管則顯示間歇性噴流。2-1/2”噴流之時間週期約為40分鐘(噴流17分鐘，停止噴流23分鐘)。3”噴管之初期噴流之時間週期約為42分鐘(噴流17分鐘，停止噴流25分鐘)，第二階段噴流結束前之時間週期約為45分鐘(噴流22分鐘，停止噴流23分鐘)，推測經較長時間之噴流後，鑽井期間循環泥漿逐漸帶出地表，熱水儲集層之破裂帶之滲透性獲得改善。

(5)壓力回升試驗結果經Horner分析得到滲透率厚度乘積(kh)為3.1 darcy-meter，代表TCL-9號井周圍儲集層水文參數，膚表因子(S)為+9.9。

(6)不凝結氣體含量百分比測定結果顯示，蒸汽中之不凝結氣體含量與蒸汽之體積百分比約9.8%：90.2%，不凝結氣體含量佔總流量之重量百分比為2.7%。

(7)水樣分析結果顯示，TCL-9之水質呈弱鹼性(pH=8.7)，主成份為HCO_3^-(960~1250ppm)，Na^+(867~953ppm)；Cl^-(1130~1260ppm)。

10. 初步熱水儲集層概念模式建立

形成溫泉之三要素包括：(1)熱源-岩漿活動所造成之高溫火成岩侵入體，或因地溫梯度異常高區所造成之深部岩層高溫熱源。(2)水源-充沛的降雨量以補充地下水之水源，或在地層形成時即已存在的原生水。(3)溫泉通路-地質構造活動作用產生之破碎帶所提供之熱水循環的通路。對於良好的地熱田而言，除上述三要素外，尚須包含:(4)蓋層-隔絕高溫熱源與淺部冷水之重要因素，為良好地熱田之必要構造。(5)熱水儲集層-儲存地下熱能的空間。本章彙整前人調查資料及本計畫完成之成果，以地熱之五項要素說明金崙地熱區的地熱概念模式，相關資料彙整如表 10-1，各項要素說明如下:

10.1 熱源

熱流為地熱區的重要因素之一，世界陸地熱流的平均值為65 mW/m^{2}或1.5HFU，若一地區熱流值大於此平均值時，即表示此區域存在熱流異常現象(劉佳玫, 2002)。Lee and Cheng(1986)利用地溫梯度量測值計算台灣地區熱流分布(圖10-1)的結果顯示，金崙地區的熱流值在160 mW/m2以上；劉佳玫(2002)利用溫泉水的二氧化矽含量推算中央山脈東翼板岩區的熱流值，金崙地區的熱流值達到150 mW/m^{2}以上；上述研究成果顯示，金崙地區的熱流值大於陸地熱流平均值一倍以上，為高地熱異常區。

造成熱流異常分布的可能因素包括:(1)地震；(2)火山活動；(3)變質作用；(4)鹽丘；(5)硫化物礦物的氧化作用；(6)深長裂隙；(7)基盤岩石。金崙地熱區地表地質調查並未發現火成岩活動的證據(詹永光等人,1982；黃旭燦, 1984；李錦雲,1985；工研院能礦所, 1984；陸島工程,2002a；Lu et al., 2001；Chang et al., 2007)；Yang et al. (2002) 研究氣體成份的氦同位素顯示，金崙地熱區氣體的氦同位素值(^{3}He/^{4}He)小於0.75R$_A$，說明本區氣體來源是地殼與大氣混合而來，與火成活動所產生的氣體不同；由上述前人研究結果，可排除金崙地區熱源為火山活動所造成。

Yeh(2004) 利用Willet et al.(1993)雙楔形(Doubly-vergent wedge)地體構造模型，說明中央山脈地質區與海岸山脈地質區之間存在一背衝斷層；Chang et al.(2007)對中央山脈南段的地質構造研究顯示，本區由一系列呈南北走向之西傾背衝斷層、複背斜與複向斜所組成；由大地電磁探測結果顯示，金崙地區地下深處存在一向西傾斜的高電阻率電性基盤，而溫度分布呈現西高東低的特徵，可能是由西向東逆衝作用所造成的結果。Braun et al.(2006)利用簡單的雙楔形地體構造模形，說明在板塊邊界的理論溫度、壓力曲線分布情

況，背衝斷層將深部高溫岩體推至近地表，造成近地表溫度異常(圖10-2)。綜合上述結果推測，金崙地熱區的熱源可能為深部高溫岩體逆衝至近地表所造成的高溫異常。

10.2 水源

陳肇夏(1982)針對台灣地形影響熱水上升的現象進行統計分析，分析結果指出高溫(>90℃)溫泉區周圍有高山圍繞，山嶺主峰與溫泉的距離多數較遠；反之，低溫溫泉區附近的山嶺不論主峰高度或山嶺與溫泉區距離均較高溫區小。針對中央山脈地區溫泉的形成原因，陳肇夏提出一個簡單模式(圖10-3)，天降水自高山區滲下，順著透水層或裂隙深入地下，經自然加熱後再順裂隙上升至地表成為溫泉。其循環深度視山嶺高度及其與溫泉之水平距離而定，一般而言，山嶺愈高、與溫泉距離愈遠，地下水循環的深度也可能愈大。

陸島工程(2002b)對金崙溫泉水質氫同位素的研究顯示，溫泉水中氫同位素的濃度遠小於0.2TU(Tritium unit)，亦即本區地下水皆無50年內所補注者；工研院能資所(2002)利用碳十四定年法推估地下水的年代在18000年以上，顯示本區溫泉水的補注相當慢或為長時間移動之地下水；劉佳玫(2002)研究台灣南部各溫泉區水質成份分析指出，金崙溫泉自熱水儲集層上升到地表的過程中，沒有地表水混入。由上述研究成果推測，金崙地熱區的溫泉水為深循環的產物，天降水自西側高山區滲入地下深處，順著透水層或裂隙深入地下深處，經地溫梯度所造成高溫加熱，受到熱對流或靜水壓力影響，沿裂隙上升至地表形成溫泉。

10.3 通路

裂隙或破碎帶是深層熱水湧出之路徑，亦是地熱資源豐富與否的重要關鍵。當地質作用力破壞以張裂為主時，裂隙張開性佳、沿伸遠，常構成裂隙含水層，為地下水最佳的貯留處 (陳昭旭、李振誥, 2001)。一般而言，地質構造影響地熱活動以存在層面或片理、斷層、褶皺及節理等地區開發潛能較高(林士哲, 2003)。因此，岩層破裂位置調查為地熱資源調查的重要工作。

本計畫重力梯度資料顯示，沿金崙溪河谷的地層較破碎，是可能的斷層擾動帶；Chang et al. (2007) 之研究指出沿金崙溪河谷為一右移走向斷層(Right Lateral Fault)，此右移斷層向西可延伸至比魯斷層，長度達10公里以上；由上述條件推測右移走向斷層為本區天降水

滲入地下深處及熱水流通的主要通道。大地電磁探測結果顯示，低電阻自西向東逐漸上升，受到右移走向斷層的影響，部份熱水上升至地表成為溫泉，一部份與圍岩交互作用形成低電阻層。

10.4 蓋層與地熱儲集層

Ussher et al.(2000)的研究指出，極低電阻率的蓋層特徵普遍地存在於地熱系統中，主要熱水儲集層位於蓋層下方，因此蓋層為地熱構造調查的重要指標，該研究並指出主要地熱儲集層的電阻率介於10 ~100 Ω-m之間；日本八丁原地熱田的電性地層構造(圖10-4)顯示，主要熱水儲集層上方具有明顯的極低電阻率(<10 Ω-m)特徵；Tong et al.(2008)進行清水地熱區的地電阻結果研判，主要地熱儲集層位於極低電阻區下方(圖10-5)。本計畫大地電磁探測及溫度分布結果顯示，地表地熱徵兆區下方出現明顯的極低電阻區，此極低電阻區之溫度達120℃以上。郭泰融(2009) 對TCL-9鑽探岩屑進行X光繞射分析，並計算不同礦物的相對含量分析，依據該研究結果顯示，大地電磁剖面中極低電阻層的綠泥石+高嶺石含量遠高於其地層，故此極低電阻層可能是熱水換質的粘土礦物所造成。金崙地區大地電磁探測結果與世界其它地熱區的蓋層特徵相似(Ussher et al., 2000)，主要的地熱儲集層應位於蓋層下方的中至高地電阻層中。由於逆衝斷層RF1下方為電阻率高達2000 Ω-m以上的高電阻層，含水的可能性較低，推測主要熱水儲集層位在低電阻層與逆衝斷層(RF1)之間的斷層擾動帶上。

10.5 地熱概念模式

圖 10-6(a)、(b)為利用大地電磁探測結果所繪製之地層電阻率三維分布圖，圖中紅色、灰色及藍色部份分別代表電阻率為80 Ohm-m、150 Ohm-m及400 Ohm-m在空間中的分布情形，由圖中可以發現低電阻帶的主要沿著金崙溪河谷分布，西側邊界在溫泉露頭附近、東側的邊界在金崙村附近，此低電阻層的分布與重力資料一致。圖 10-6(c)、(d)為地下的溫度分布圖，由於本區溫泉井在空間上的分布不均(距離在100~1000公尺之間)及深度差異極大(200公尺~2000公尺)，因在，地下溫度在空間中的分布情形僅供參考，但仍可由溫度的趨勢推斷本區地下的可能構造。

圖 10-6(e)、(f)為利用地層電阻率資料為主要的判釋依據，並參考各鑽探井孔的溫度分布輔助所繪出之地下裂隙分布情形。由裂隙分布的結果顯示，金崙地熱區共有5組主要

裂隙，控制金崙地熱區的發展；其中編號F1與F2分別位於金崙溪河谷北、南兩岸，為控制本地熱區發展的主要構造；RF2位於溫泉露頭附近，是造成溫泉湧出地表的重要通路；RF1位於本地熱區地下深處，深度由測區西側的3000公尺左右向東逐漸變淺至1000公尺左右，並未露出地表；裂隙F3以西北-東南的走向斜切本測區。由井孔分布、深度及裂隙分布的相對位置來看，本區地熱井均位於以F2、F1為南北邊界的範圍內；CPC-1、CPC-2及TCL-8為本區產較大之生產井，其深度分別為1601、2015及542公尺，其中CPC-2及TCL-8均鑽穿F2的裂隙面，推測F2為本區相當重要的含水裂隙。

本區位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界帶，由於板塊碰撞作用使深層高溫岩體逆衝至近地表，為金崙地區熱流異常的可能原因。中央山脈天降水向下滲入高溫岩體的通路，經深循環在裂隙F1、F2、RF1及RF2所造成的破碎帶提供可能的熱水儲集與流動通路，低電阻區位於上述裂隙所局限的範圍內。再由地質構造 (圖10-7a)及本計畫探測結果(圖10-7b)綜合研判，RF1為主要的地下熱水儲存及流動通道，由於熱對流或水頭壓力作用使部份熱水沿著逆衝斷層RF2所造成的破碎帶向上湧出地表，形成溫泉，部份熱水與圍岩產生交互作用形成低電阻帶， F2、 F1分別為地熱區的南、北邊界，RF2為地熱異常帶的西側邊界。

表 10-1、金崙地熱概念模式判釋說明表

要素 / 項目	熱源	水源	通路	蓋層	地熱儲集層
航照判釋	無	無	1.知本-大溪間溪流方向一致 2.沿金崙溪之線形可延伸至比魯斷層 3.金崙溪兩岸具明顯線形	無	無
井孔溫度	1.0-500公尺高地溫梯度 2.500公尺以下正常地溫梯度	無	無	0-500公尺間的高地溫異常	0-500公尺間的高地溫異常 500公尺以下地溫梯度減緩
大地電磁	1.低電阻位置由西向東逐漸變淺	1.低電阻位置由西向東逐漸變淺	電阻剖面低電阻區邊界出現溫泉露頭	大地電磁剖面極低電阻區	深度2000附近有明顯電阻率差異，為可能之地熱儲集層位置
自然放射能	無	無	高放射異常位於蓋層周圍	高放射異常位於蓋層周圍	無
重力資料	無	無	沿金崙溪方向的重力梯度低區	無	無
區域地質	1.向西傾的複背斜 2.比魯斷層以東無火成岩	無	1.沿金崙溪方向的走向滑移斷層(Lu et al.,2001)	無	測區深部有一逆衝斷層(Chang et al.,2008)
調查區內地熱地質	1.以板岩為主	無	1.溫泉露頭位於沿河谷方向的走向滑移斷層及逆斷層交界	無	無
氣體分析	1.氦同位素值為0.42R(Yang et al.,2003)，無火山氣體成份	無	無	無	無

表 10-1、金崙地熱概念模式判釋說明表(續)

要素 / 依據	熱源	水源	通路	蓋層	地熱儲集層
水質化學分析	無	1.金崙二號井與TCL-9之化學成份一致 2.碳14定年結果，TCL-9與金崙二號井之年代均超過45000年之定年極限 3.水質成份顯示地熱水為補注速率稍慢之封閉或是半封閉的含水層	無	無	TCL-9與金崙二號井之化學成份相似，推測為相同之地熱儲集層
X光礦物成份分析	無	無	無	TCL-9深度676公尺處之粘土礦物相對含量高於317公尺及937公尺一倍	無
結果說明	岩層受板塊擠壓逆衝作用所形成的地溫異常	天水滲入地下深處受地溫加熱，經熱對流或靜水壓力向上湧出形成	沿金崙溪方向為主要的破碎帶，亦為地表水向下滲入之可能通道	地熱蓋層的位置約在深度500~1500公尺之間	金崙地下深部1500公尺-2000公尺之間為可能逆衝斷層位置，亦為本計畫研判之主要地熱儲集層位置

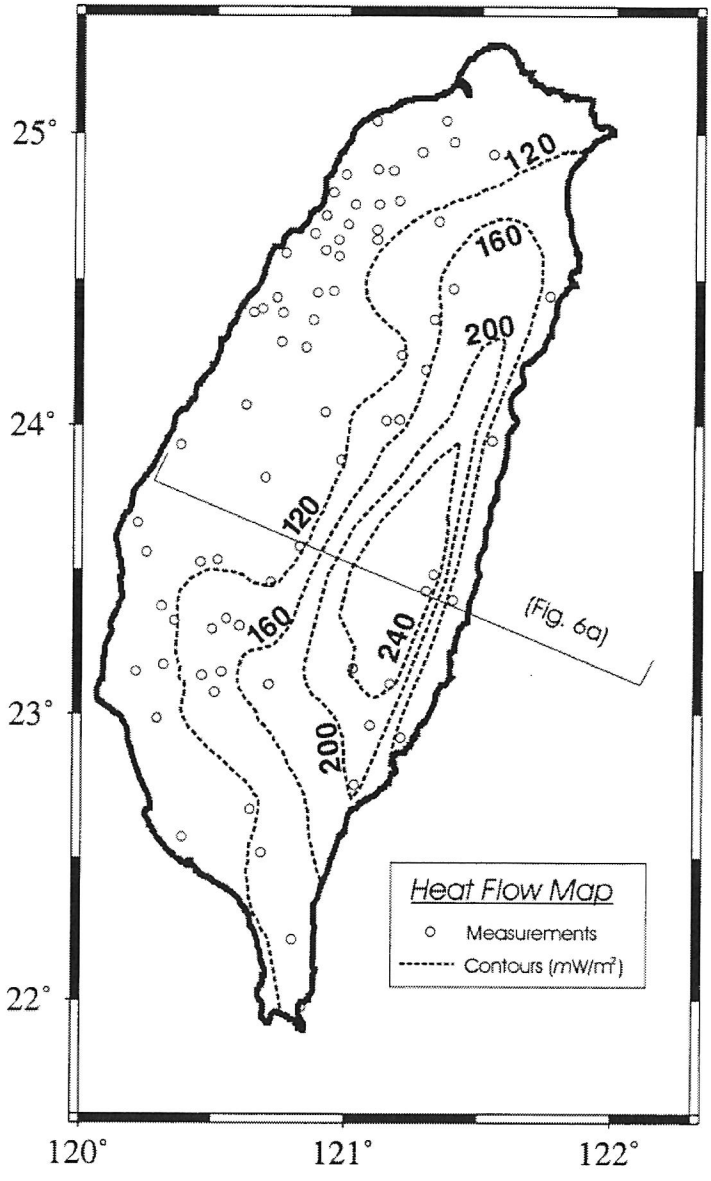


圖10-1、台灣地區熱流分布圖

(Lee and Cheng, 1986；摘自Lin,2000)

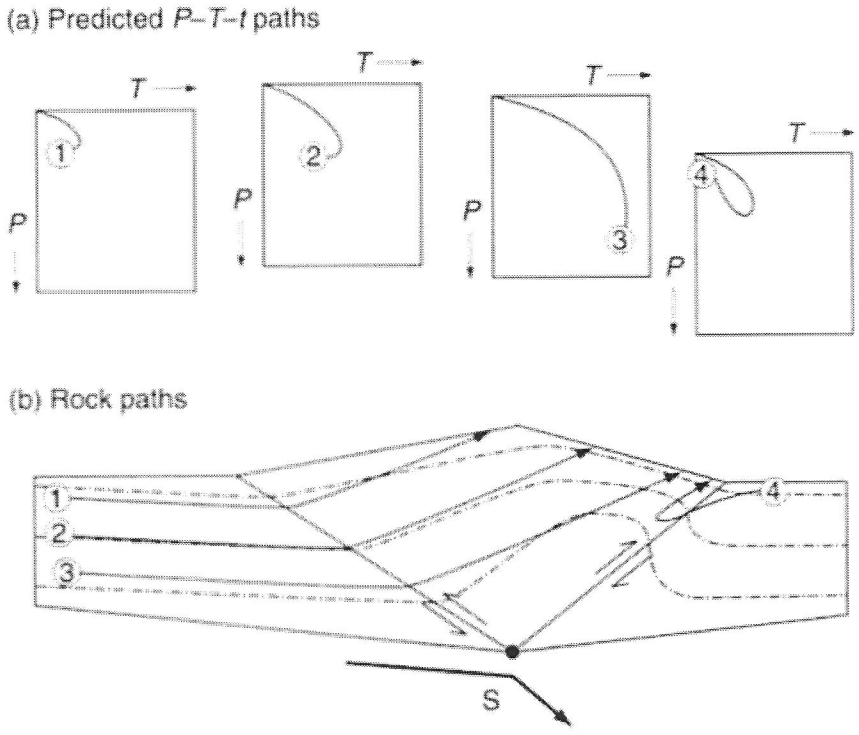


圖10-2、聚合板塊邊界溫度、壓力示意圖

(摘自 Braun et al., 2006)

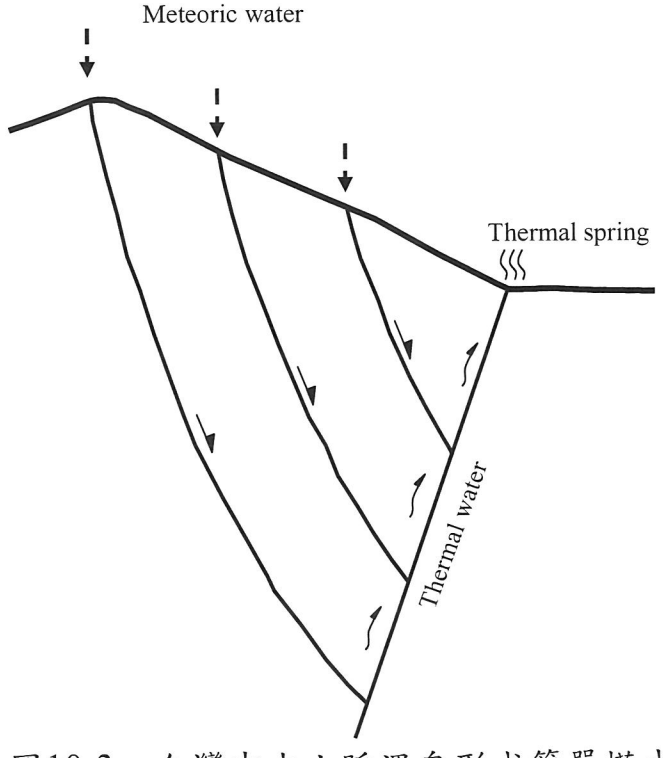


圖10-3、台灣中央山脈溫泉形成簡單模式

(摘自 陳肇夏，1989)

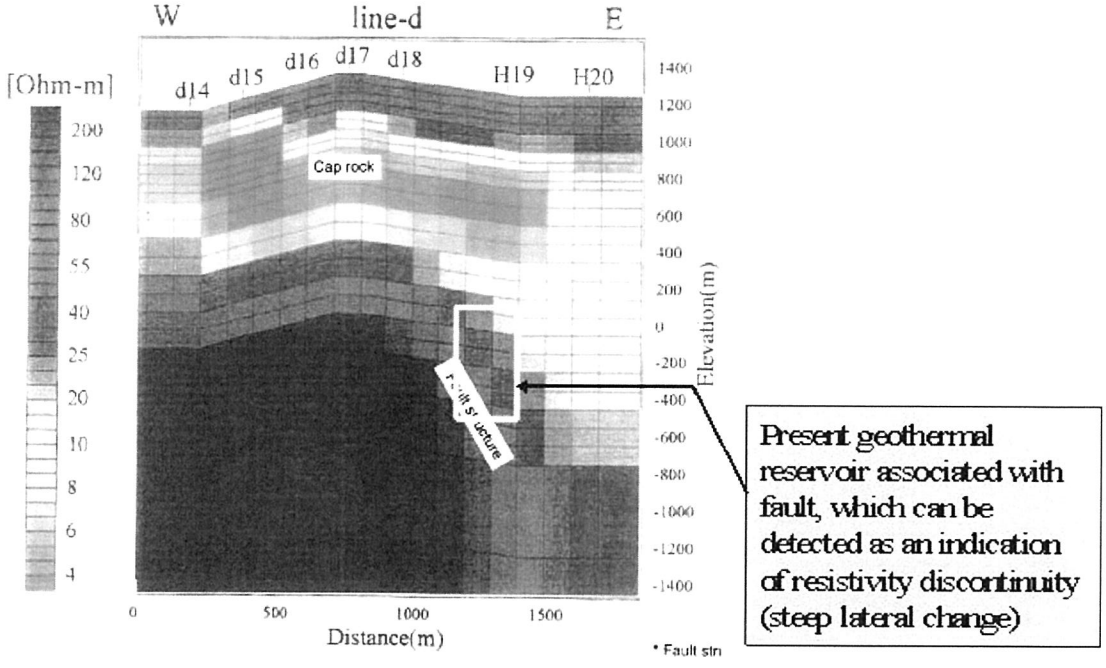


圖10-4、典型地熱田電性地層構造

(日本West JEC公司提供)

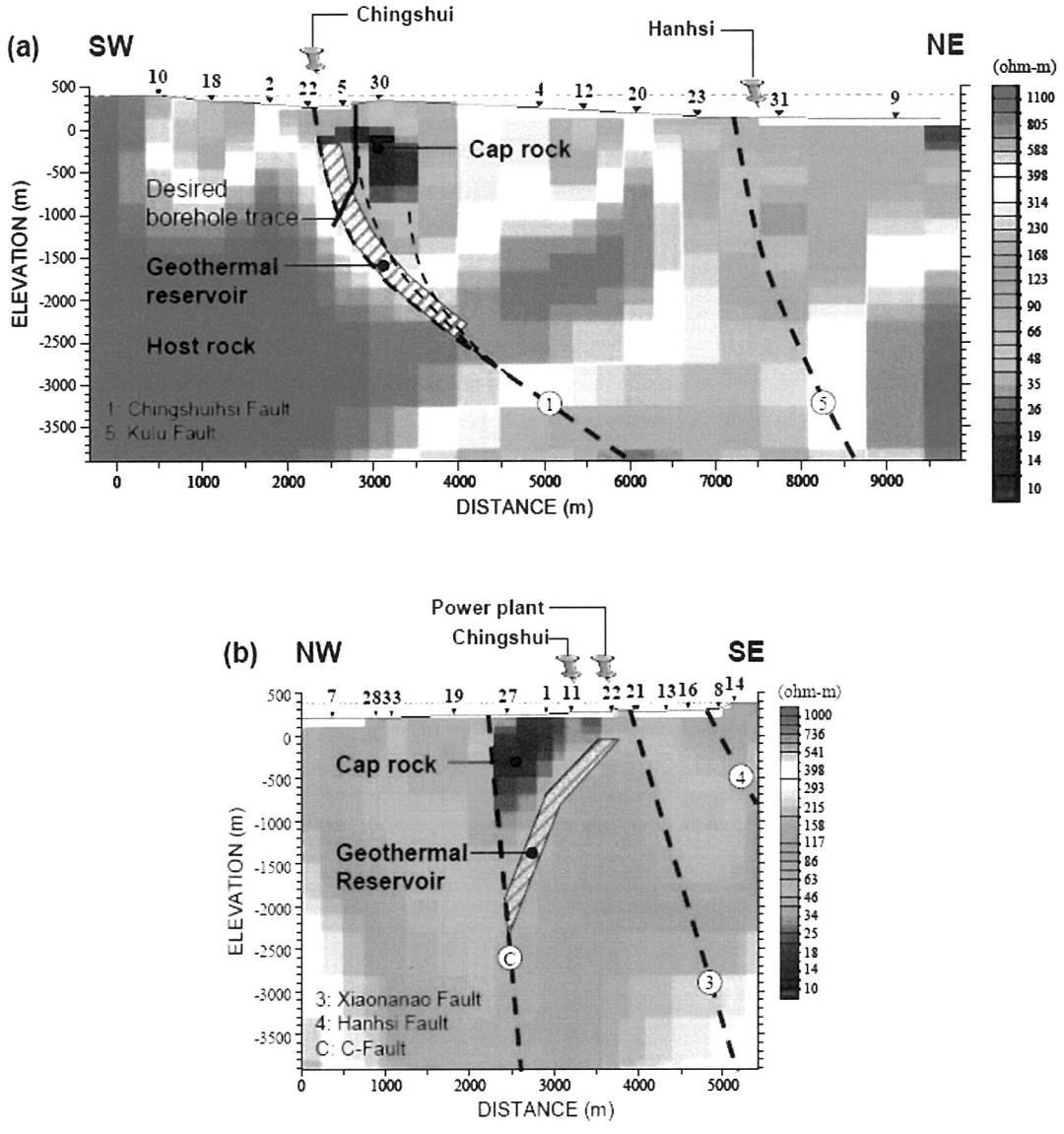
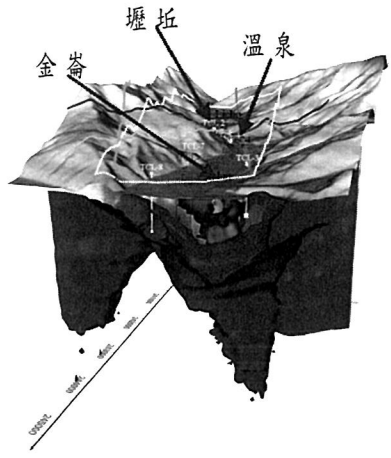
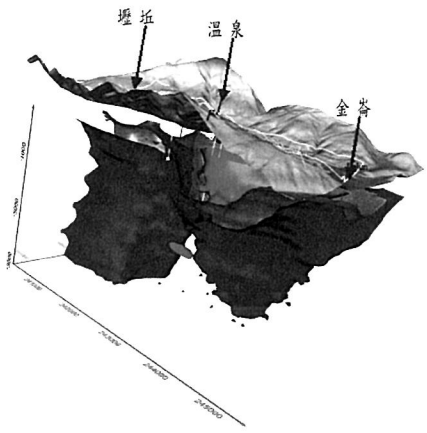


圖10-5、清水地熱區電阻特徵剖面圖

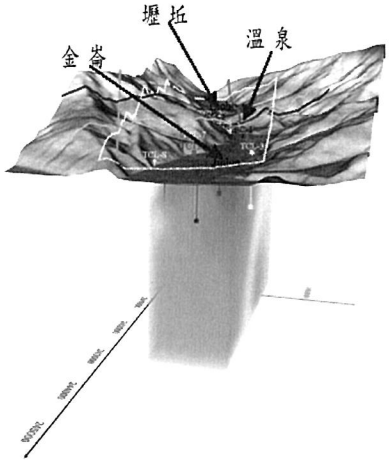
(摘自 Tong et al., 2008)



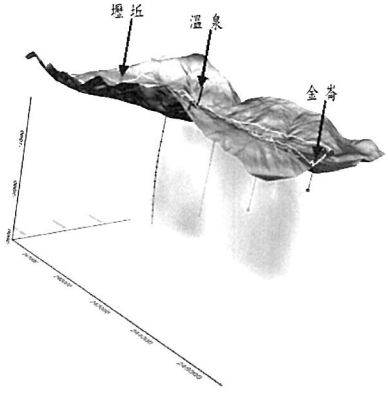
(a)電阻分布(東-西)



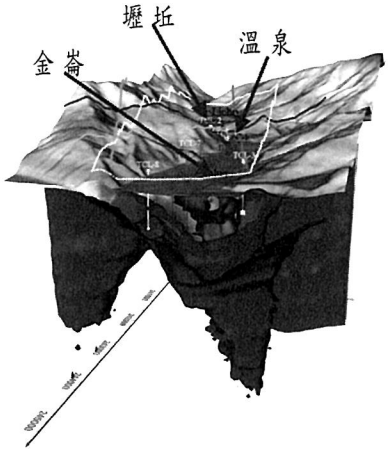
(b)電阻分布(東南-西北)



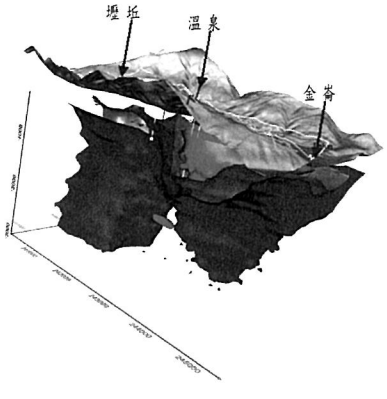
(c)溫度分布(東-西)



(d)溫度分布(東南-西北)



(e)裂隙分布(東-西)



(f)裂隙分布(東南-西北)

圖 10-6、金崙地熱區三維電阻、溫度及裂隙分布圖

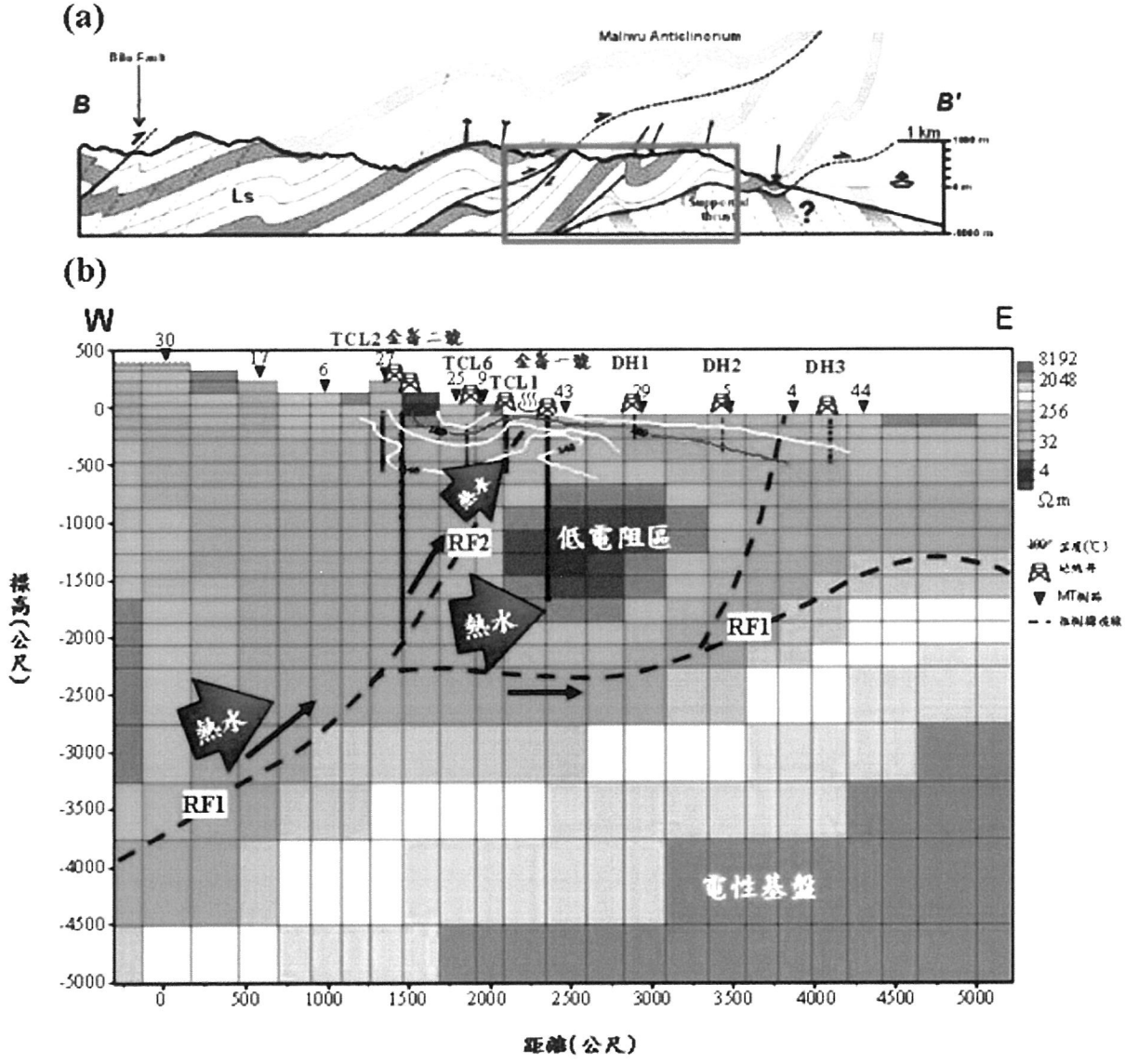


圖10-7、金崙地區地熱概念模式

(a)測區北側約5公里東西向地質構造剖面圖，紅色框代表與本剖面相對應的構造位置。(b)地熱概念模式剖面圖，熱水自測區西側深處沿RF1向上湧出，部份沿RF2湧出地表成溫泉，部份與圍岩產生交互作用，形成低電阻區。

11. 潛能評估

11.1 蘊藏量推估

蘊藏量係指儲存於儲集層內之熱水量，蘊藏量之推估將由蘊藏體積與有效孔隙率乘積得之，蘊藏體積藉由探勘資料推估地熱分佈範圍(面積)與分布深度(厚度)。

$$Q = V \times \varphi \quad \cdots\cdots (1)$$

$$V = A \times h \times \varphi \quad \cdots\cdots (2)$$

Q：地熱蘊藏量(m^3)

V：蘊藏體積(m^3)

A：蘊藏面積(m^2)

h：蘊藏厚度(m)

φ：有效孔隙率(或以破碎率表示)(%)

11.1.1 地熱分布範圍與深度

一般而言，地熱分布之範圍(面積與深度)界定，是潛能評估中最困難工作之一，在整個蘊藏量評估的過程中佔有一定程度的不確定性。

本節依據前述三維裂隙空間分布推測熱水儲集層位於裂隙F1、F2、F3、RF1及RF3所形成的空間中(圖 11-1)，並綜合地下溫度與深度關係圖(圖 11-2)估算金崙地區熱水儲集層的體積。依本模型，主要的熱水儲集層深度在500公尺~2000公尺之間，南北方向以F1及F2兩裂隙為界、西側以RF2為界、東側則到達賓茂村附近，東西方向的長度達2000公尺、南北方向寬約1500公尺，隨著深度的加深熱水儲集層的面積逐漸減少呈倒梯字形分布。為金崙地區地熱井地下溫度與深度關係圖，由圖中可瞭解在深度500公尺處之地下溫度可達140℃，潛能區範圍面積約

4.9km^2；深度1000公尺處地下溫度約160℃，潛能區範圍面積約2.2 km^2；深度1500公尺處之溫度約180℃，潛能區範圍面積約2.0 km^2；深度2000公尺之溫度約180℃，潛能區範圍面積約0.8k km^2。依上述數據估算結果，金崙地熱區之熱水儲集層體積可達4.275 km^3。

表 11-1 儲集層面積與體積推估

深度(公尺)	面積(km^2)	溫度(℃)
500	4.9	140
1000	2.2	160
1500	2.0	180
2000	0.8	180
總蘊藏體積	4.275 (km^3)	

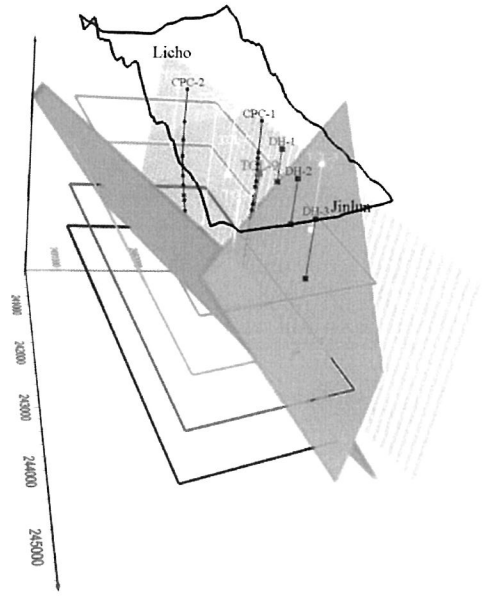


圖 11-1、地熱潛能區範圍立體示意圖

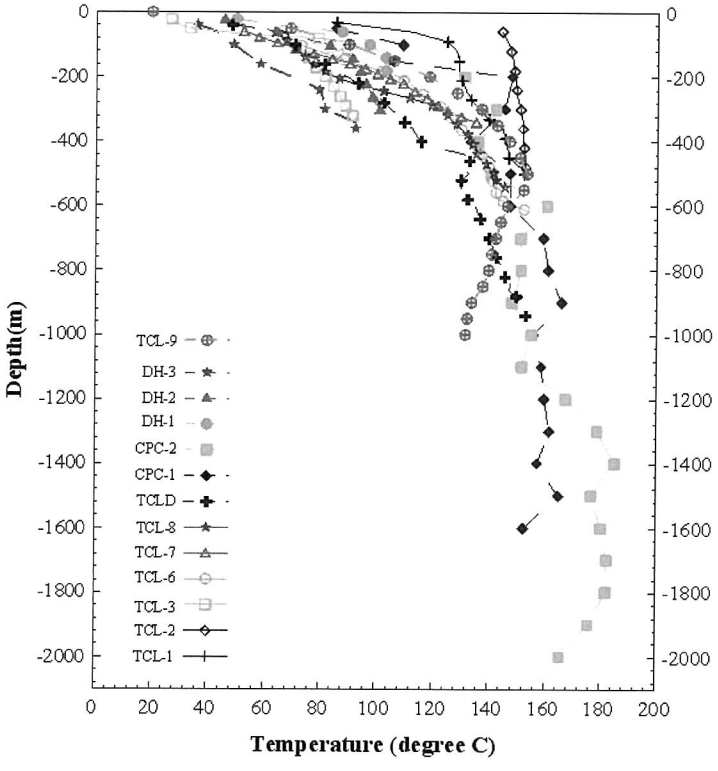


圖 11-2、金崙地區井下溫度與深度關係圖

11.1.2 有效孔隙率

熱水儲集層主要儲存於岩石的顆粒孔隙及裂隙中，孔隙率的大小對熱水儲集量的影響相當大。由於地層形成時的條件不同，其顆粒大小及排列情況亦不相同，因此即使相同岩性的地層，亦可能擁有不同的孔隙率。一般而言，半固結地層的孔隙率約在10~30%之間，砂岩的孔隙率約在0.5~26%之間，而板岩孔隙率約在0.5~2.0%之間。

根據地質調查及鑽井資料顯示，金崙地區之地層以廬山層為主，岩性以板岩為主，偶夾薄層或透鏡狀變質砂岩。一般相信，形成儲集層之主要之破碎帶由次生裂隙構成，而非來自岩層之原生孔隙，雖然硬頁岩、變質砂岩以及板岩之孔隙率皆很低(不高於2~3%)，由於主要之地熱儲集層應為之破碎變質砂岩帶所構成，因此在評估本區有效孔隙率時，尚須考量板塊運動所造成之次生裂縫等因素。紐西蘭SKM推估清水地熱區的熱水儲集層孔隙率在2%~8%之間，本研究區之地質條件及岩性與清水地熱相近，故熱水儲集層亦以2%~8%做為本區之熱水儲集層孔隙率之推估參考。

11.1.3 蘊藏量

由前節所推估之儲集面積、蘊藏厚度、孔隙率等數據，計算蘊藏量的結果介於49.5~198百萬噸之間，可能的蘊藏量約為123.8百萬噸(表 11-2)。

表 11-2：蘊藏量推估(1500m儲集層厚度)

蘊藏面積 (ave)	蘊藏體積 (ave)	蘊藏量		
		低值	可能值	高值
		孔隙率 φ=2%	孔隙率 φ=5%	孔隙率 φ=8%
$\times 10^6\ m^2$	$\times 10^6\ m^3$	$\times 10^6$ ton	$\times 10^6$ ton	$\times 10^6$ ton
2.45	4275	49.5	123.8	198

11.1.4 蘊藏溫度

本區之地熱蘊藏厚度，根據TCL-9之溫度井測及以往早期工研院與中油之鑽井資料研判，淺鑽孔(<500m)所鑽遇之地層溫度約為130~153℃，深鑽孔(2000m)所鑽遇之地層最高溫度約為182℃，推估本區地熱儲集層(500m~2000m)溫度約為130~182℃之間，平均溫度約152℃。

表 11-3：金崙地熱探勘井摘要

井號	深度（m）	孔內最高溫度（℃）
TCL-1	500	159
TCL-2	500	153
TCL-3	500	103
TCL-6	614	153
TCL-7	341	130
TCL-8	542	153
TCL-9	1000	153
CLD-1	1000	165
中油-金崙 1 號井	1601	166
中油-金崙 2 號井	2015	182

11.2 補注量推估

估算地下水補注量主要因子包括有效集水面積之界定、降雨量、入滲率等，分別敘述如下：

11.2.1 有效集水區

本區位處金崙溪下游出海乙帶，所構成之有效集水區，包括金崙南北兩側之分水嶺；西測含蓋金崙溪上游分水嶺，其有效集水區(圖 11-3)面積約為151.4Km^2。

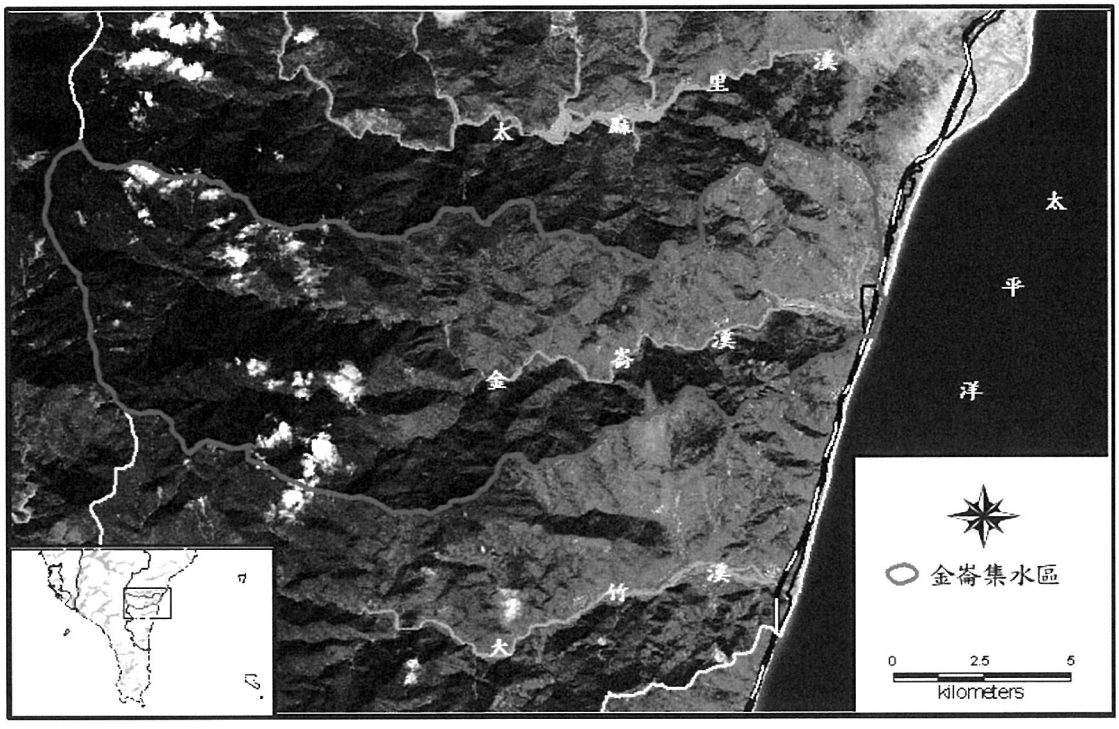


圖 11-3：金崙地熱有效集水區

11.2.2 降雨量與蒸發量

根據本區地熱模式，有效集水區內之降雨量將與補注量有密切之關聯。本區內無氣象站，距本區最近之氣象站北有台東，南有大武。根據中央氣象局之最近10年(1999~2008)之台東與大武氣象資料統計，台東站平均降雨量為1753公釐(表11-4)，年平均蒸發量為1333.1公釐(表 11-5)，大武站平均降雨量為2390公釐(表11-6)，年平均蒸發量為1132.4公釐(表 11-7)。本區位於台東與大武之間，故採兩站之平均值，平均降雨量為2071.公釐，年平均蒸發量為1232.8公釐(表 11-8)。

金崙地熱區之集水區面積並不大，但年平均降雨量資料卻顯示極為偏高，此豐沛的天水將透過前述之有效集水區，經破裂帶所構成之通路補注至地熱儲集層可提供地熱之地下水之水源補充。

表 11-4：台東站降水量(1999~2008)

年/份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	累計
1999	79.2	94.5	105.6	108.2	102	117	124.2	117	97.3	93.5	92.3	87.9	1218.7
2000	91.6	80.8	96.9	91.2	118.4	161.5	140.1	154.3	145	125.5	107.1	84.5	1396.9
2001	80.3	88.9	108.4	94.7	85.7	114.2	140.7	159.2	91.4	124	101.7	95.1	1284.3
2002	97	68.5	106.3	128.3	126.6	148.5	149.1	144.7	115.2	127.4	92.9	85.6	1390.1
2003	63.2	88.1	70.7	107.2	122.8	110.7	184.7	139.9	131.3	118.7	86.1	86.6	1310
2004	85.1	90.5	86.2	110.3	152.2	143.9	135.7	176.2	125.4	151.2	111.5	102	1470.2
2005	73.2	59.2	86.1	121.3	122.4	119	135.3	123	126.2	121.5	105.6	70.1	1262.9
2006	86.1	81.8	84.7	99.9	121.8	129.2	136.1	144.3	110.4	138	101.6	82.2	1316.1
2007	89.4	95.6	101.8	107.5	142.8	139.5	205.7	110.1	116.1	125.4	93.8	81.7	1409.4
2008	69.8	68	98.7	94.4	130	122.2	135.1	139.6	116.1	126.2	95.1	77.5	1272.7

(單位:mm)

註:資料來源:中央氣象局

表 11-5：台東站蒸發量(1999~2008)

年/份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	累計
1999	37	45.4	23.1	84.7	223	309.9	50.3	340.1	507.4	432.8	23.1	30.4	2107.2
2000	11.5	44.4	18.8	25.3	33.8	127.5	631.8	458	69.7	499.8	96.6	88.5	2105.7
2001	44.5	15.6	16.8	52.1	267.1	460.5	240.8	200	582.4	5.7	9.1	38.5	1933.1
2002	25.9	40.7	21.3	21.6	126.7	69.8	169.5	808.4	189.4	3.9	26.8	56.6	1560.6
2003	50.4	7.3	52.1	41	30.5	93.7	116.1	513.2	418.5	125	219.5	6.8	1674.1
2004	14	12.5	28.8	4.6	148.5	128.9	537.5	102.7	195.7	2	0.5	269.9	1445.6
2005	5	41.4	62.7	24.3	64.5	360	227	273.5	304.5	100.4	81.8	32	1577.1
2006	35.7	14.7	37	87.9	224.8	150.7	583.3	279.3	294.6	25.7	23.7	14.9	1772.3
2007	21.2	16	19.1	39.4	113.2	123.2	4	618.9	362.4	95.3	300	19.6	1732.3
2008	32.8	47.1	22.3	109.8	55	327.2	159.1	322.2	308	131.8	99.9	6.6	1621.8

(單位:mm)

註:資料來源:中央氣象局

表 11-6：大武站降水量(1999~2008)

年/份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	累計
1999	57.9	20.1	32.8	122.1	213	280	141.6	669	411.7	407.2	31.2	18.5	1999
2000	15.6	42.2	16.9	45.1	53.4	365.5	693	447.8	78.6	421.8	128.2	117.3	2000
2001	64.3	45.7	20.1	37.6	462.7	524.3	362.4	145.1	462.3	51.7	14.5	23.4	2001
2002	50.6	43.7	30.4	7.7	155.3	209.5	332.2	390.8	331	44.1	22.5	84.3	2002
2003	57.6	19.8	41.6	60.4	15	432.7	172.9	675.3	300.7	94.9	275.1	8.1	2003
2004	17.4	26.4	16.7	32.6	142.3	202.4	903.6	114.1	470.5	18.5	4	217.9	2004
2005	11.1	30	34.5	13	114.6	644.3	1105.8	453.4	872.4	96.5	103.5	51.4	2005
2006	30.1	22	39.1	78.3	281.9	641.4	936.5	154.8	201	54.5	16.2	18	2006
2007	38	37.6	46.8	18.6	156.1	213.9	13	1254.3	478	192.3	292.7	14.1	2007
2008	34.7	39.6	32.7	53.3	74.6	508.7	419.4	236.8	448.2	123.6	66.2	35.7	2008

(單位:mm)

註:資料來源:中央氣象局

表 11-7：大武站蒸發量(1999~2008)

年/份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	累計
1999	78.2	94.7	121.8	110.6	120.2	145.3	155.4	143.7	116.1	124.6	92	92.4	1395
2000	96.5	79.8	110.2	107.5	126.3	142.7	136.9	137.5	128.9	127.1	105	89	1387.4
2001	5.4	5.6	7.7	7.8	8.2	7.5	6.8	7.8	6.9	6.4	6.6	5.9	82.6
2002	4.5	4.7	7.9	7.1	8.3	7	9	8.1	8.3	7	106.3	76.7	254.9
2003	75.3	86.5	93.6	114.6	137.1	120.9	150.5	110.7	134.5	150.6	91.7	106.3	1372.3
2004	77.5	92	92.9	118.5	154.4	150.3	104.9	161.6	108.1	146.6	120.7	85.2	1412.7
2005	67.1	67.8	79.7	115.5	143.3	113.3	142.2	102.7	122.2	140.3	106.7	95.3	1296.1
2006	75.3	92.8	98.2	130.6	143.1	115	119.7	142.3	117.6	135.4	106.7	101.1	1377.8
2007	101	107.1	99.8	109.8	151.6	144.3	201.8	92.4	105	111.8	126.5	86.6	1437.7
2008	74.1	75.6	99.6	112.8	126.5	116	133.8	130.5	120	121.4	106.3	91.1	1307.7

(單位:mm)

註:資料來源:中央氣象局

表 11-8：金崙地區降水量與蒸發量(1999~2008)

	平均年降水量(mm)	平均蒸發量(mm)
台東站	1753.0	1333.1
大武站	2390.0	1132.4
兩站平均值	2071.5	1232.8

資料來源：中央氣象局

11.2.3 補注量

地下水補注量推估方法甚多，國內應用於地下水補注量之相關研究在平原地下水補注者較多，大約可分為土壤水平衡收支法、消退曲線模式(抽水試驗)、基流分離模式、地下水流動之二維/三維模擬等；溫泉地下水之補注，因溫泉區多位處坡地，地層多為地層裂隙，地下水補注方式與平原地區之模擬條件不同，國內之研究包括周順安(2003)、李振誥等(2004)、蔣立為(2004)等人分別提出下列推估模式：

(1)入滲率估計法

依集水區土壤種類及母質推算當地質地與水分當量，並利用經驗公式計算水田垂直入滲率；或直接由土壤性質依經驗值估計入滲率係數值，再以入滲率及降雨量估計地下水補注量。

(2)基流資料估計法

本估計法假設，考慮長期水文歷線，可忽略土壤含水層的貯水變化，可將所估計出之地下水排水量視為有效補注量。因此分離出之基流量可視為地下水補注量。

(3)水文平衡估計法

工研院能資所(2002)臺灣溫泉水資源調查研究報告指出利用(徐年盛等，1991)所提出的經驗公式來估算。

本計畫採水文平衡估計法，藉由集水區之有效降雨量Pe(=P-0.7×E)與地下水的入滲比例係數(C1)相乘而得單位面積的入滲量(qin)，再與有效集水面積(Ae)及對深層地下水的入滲比例係數(C2)相乘後，可獲得年總補注量(Qin)。

$$q_{in} = (P-0.7\times E)\times C_1 \quad (3)$$

$$Q_{in}=q_{in}\times A_e\times C_2 \quad (4)$$

q_{in}：單位面積入滲量(mm)

P：年降雨量(mm)

E：年蒸發量(mm)

Q_{in}：年總補注量(ton)

Ae：有效集水面積(m^2)

C_1：地下水的入滲比例係數

C_2：對深層地下水的入滲比例係數

集水區年降雨量(P)、年蒸發量(E)由附近氣象站水文資料估計；地下水的入滲補注比例係數(C1)根據經濟部水利署(2001)所出版之台灣地下水河川逕流係數數據，金崙及鄰近山區之降雨補助係數約在20~30%之間，因此採用30%作為地下水的入滲補注比例係數；對深層地下水的入滲比例係數(C_2)，地表入滲深層地下水所佔比例一般約在10~20%之間(工研院能資所，2004)，本區則考量地熱區之深循環地質條件以平均數值15%來估算。

經由有效集水面積、集水區之年降雨量、年蒸發量，年有效降雨量等計算，及入滲比例係數修訂後，得到本區之年補注量估算值約8.24 百萬噸/年。(表 11-9)

表 11-9：金崙地熱區地下水補注量估算

有效集水面積 Ae	年平均降雨量 P	年平均蒸發量 E	有效降雨量 Pe	入滲率 C_1	入滲量 q_{in}	補注率修正係數 C_2	年補注量 Qin
$x10^6m^2$	m	m	m	%	m	%	$x10^6$ton
151.4	2.072	1.233	1.209	30	0.363	15	8.24

11.3 安全開採量評估

安全開採量或稱安全出水量乃指在水文平衡情況下，不影響地下水層或溫泉地下水層儲存量的溫泉抽出量，一般以補注量推測法所得乘上安全開採係數推估。

根據工研院能資所(2002)之研究調查報告，深層補注水與地熱水之混合率一般在50%以上，假設入滲補注量與地層熱水至少有65%以上充份混合時，可以補注量之50%作為安全出水量(Lin, N. F. et al., 2001)：

$$Q_{safyil}=Q_{in}\times 50\% \qquad (5)$$

Q_{safyil}：安全量(ton)

Q_{in}：年總入滲補注量(ton)

經安全開採係數修訂後，本區安全開採量值約為4.12百萬噸/年，換算成每日之安全出水量值約為11,283噸/日，每小時之安全出水量值約為470噸/小時。

表 11-10：安全出水量推估

年補注量	安全開採量		
$\times 10^6$ ton/yr	$\times 10^6$ ton/yr	ton/day	ton/hr
8.24	4.12	11283	470

11.4 可開發量評估

依前節所估算之蘊藏量155百萬噸，若以安全出水量每年4.12百萬噸開發，在無地下水補充之情況下，本區之地熱將可供約37年之開發。但由於天水、集水區及地下地質構造所形成之有利條件下，地下水將可獲得源源不斷之補注。因此，理論上只要將可開發量控制於安全出水量之範圍內，地熱使用之水源供應並無匱乏之慮；唯要注意生產供水技術與管理，以降低生產井孔內結垢，並回注地熱發電後之高溫尾水，以減緩生產層溫度因長期開發而逐步下降之趨勢。

基於水文平衡及永續利用之原則，本區之可開發量將以安全出水量每年4.12百萬噸為開發規劃之依據。

11.5 發電潛能評估

本計畫採用紐西蘭地熱發電潛能評估所使用之蘊藏熱能方法計算發電潛能。其估算方法如下：

(1)蘊藏熱能評估(Store Heat method)

岩層之總蘊藏熱為岩石儲存熱、水儲存熱及蒸汽儲存熱之總合，其計算公式為：

Q=Qr+Qw+Qs……..……..……..(5)

式中Q=總蘊藏熱

Qr=岩石儲存熱

Qw=水儲存熱

Qs=蒸汽儲存熱

在熱水型地熱系統中，地熱流體地層壓力下尚未鑽井噴流生產前，一般以液態存在，因此蒸汽儲存熱Qs=0，公式(5)可簡化為：

Q=Qr+Qw……(6)

式(6)可展開如下：

$$Q = A.h.\{[C_r.\rho_r(1-\phi).(T_i - T_f)] + [\rho_{wi}.\phi.S_w.(h_{wi} - h_{wf})$$ .....(7)

Q_r:岩石儲存熱(M_j)

A:儲集層面積(m^2)

h:儲集層平均厚度(m)

Cr:儲集層平均溫度下岩石比熱(kJ/kg/℃)

ρr:岩石平均密度(kg/cm^3)

ϕ:岩石孔隙率(%)

Sw:儲集層之液體體積百分比

Ti: 儲集層之初始溫度(℃)

Tf:基準溫度(℃)

hWi:儲集層溫度下水之熱焓(kJ/kg)

hWf:基準溫度下水之熱焓(kJ/kg)

(2)發電潛能評估方法

由蘊藏熱能轉換，計算式如下：

$$E = \left[\frac{Q \cdot R_f \cdot \eta_c}{F \cdot L}\right]$$ ..... (8)

式中：E:發電潛能(MWe)

Q:蘊藏熱能(Mj)

Rf:熱源回收率

Hc:能源轉換效率

F:電廠運轉率

L:電廠壽命(yr)

(3)可發電量潛能評估

根據前節之儲集層面積及溫度分布，可發電量潛能評估分別以保守值、中間值、樂觀值三種假設數值代入公式計算，各參數說明如下:

A.儲集層面積:分別為2.0、2.45、3km^2。

B.儲集層厚度: 分別為1.0、1.5、2.0km。

C.儲集層初始溫度:140、160、180°C。

D.岩層孔隙率:0.02、0.05、0.08。

依上述假設獲得發電潛能之中間值為4MWe，樂觀值及保守值則分別為12.6及0.8Mwe)，每平方公里發電潛能可能中間值為1.65MWe，樂觀值4.20MWe，保守值0.4Mwe。

(4)蒙地卡羅模擬法最佳發電潛能評估

影響發電潛能與投資成本的因素包括獨立變數（Variable）與非獨立變數（Independent Variable），蒙地卡羅模擬（Monte Carlo Simulation）方法普遍用來分析非獨立變數類型的問題。根據已知資訊對非獨立變數設定適當的變動範圍，以機率分佈（Probability Distribution）的方式來描述非獨立變數，透過電腦隨機亂數產生器，在滿足各非獨力變數機率分佈的前題下，以極大量的數據進行分析計算，最後再由統計的角度程現分析的結果。本報告進行金崙地熱發電潛能分析時，採用蘊藏熱能法計算可發電量，將儲集層的面積、厚度與熱水平均溫度、可用溫度界限、儲集層岩石孔隙率及回收率等視為非獨立變數，並採用三角形機率分佈，以下限（Lower-bound）、上限（Upper-bound）及最可能（Most-likely）

等三個數值描述此三角形機率分佈，所採用之變數如表 11-11所列。圖 11-4為經蒙地卡羅分析所獲得的發電潛能直方圖，樣品數共計100,000筆，由統計結果顯示，本區可能的發電潛能約為3.95 MWe，標準偏差為1.06 MWe。由累計概率曲線推估，95.0 %機率之發電潛能在3.95±2·1.06 MWe，68.0%機率之發電潛能在3.95±1.06 MWe。

表 11-11、以蘊藏熱能評估發電潛能結果

	單位	保守值	中間值	樂觀值
儲集層參數				
儲集層面積(A)	km^2	2.0	2.45	3.0
儲集層平均厚度(h)	km	1.00	1.50	2.00
儲集層初始溫度(Ti)	°C	140	160	180
岩層孔隙率(ϕ)		0.02	0.05	0.08
基準溫度(Tf)	°C	115	115	115
岩石密度(ρ_r)	kg/m^3	2400	2400	2400
岩石比熱(C_r)	kJ/kg/°C	0.8	0.8	0.8
假設參數				
熱源回收率（*Rf*)		0.10	0.15	0.20
能源轉換效率（ηc)		0.07	0.07	0.07
電廠運轉率（*F*)		0.95	0.95	0.95
電廠壽命（*L*)	years	30	30	30
發電潛能	MWe	**0.8**	**4**	**12.6**
每平方公里發電潛能	MWe/km^2	**0.40**	**1.65**	**4.20**

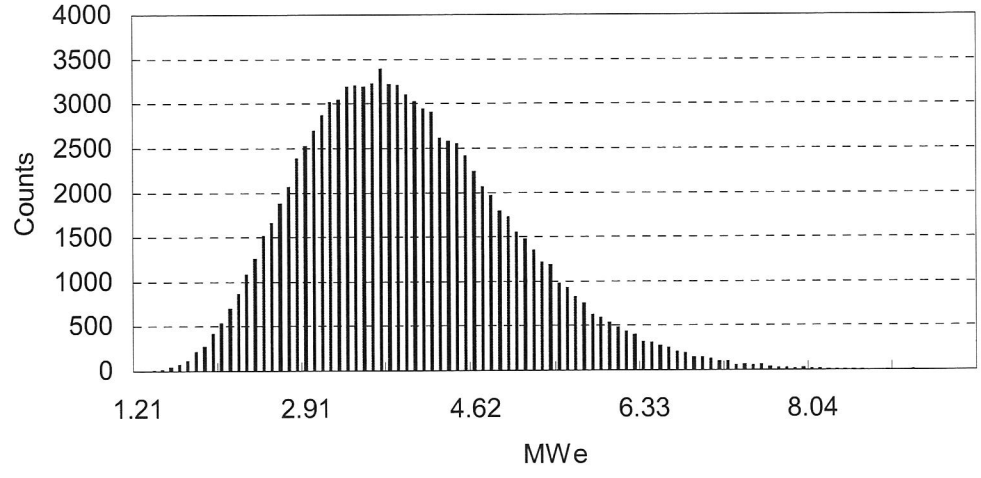


圖 11-4、蒙地卡羅模擬法推估發電廠規模概率分布圖

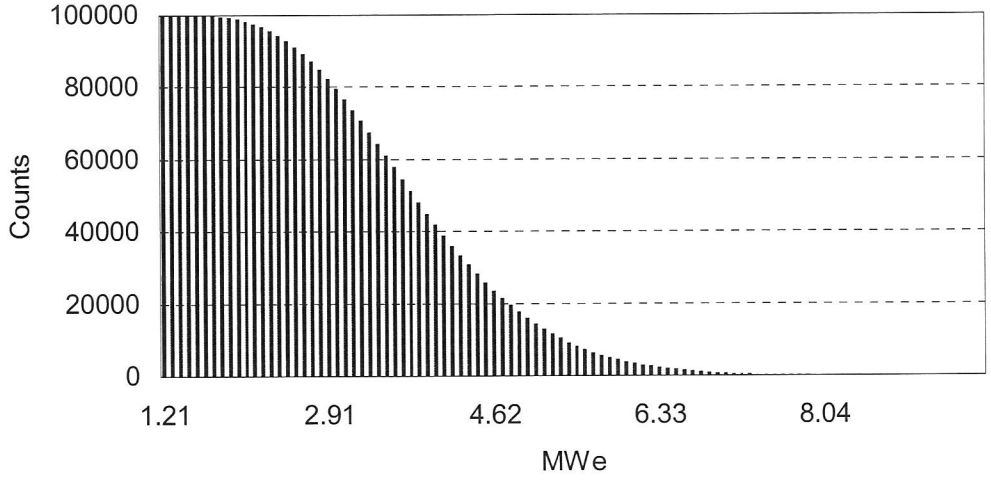


圖 11-5、發電潛能機率統計圖

12. 發電初步規劃

12.1 地熱發電系統介紹

地熱發電方法之選擇與發電廠之設計一般取決於地熱田及地熱流體之特性。基本之商業地熱發電機組其發電方式可歸類為：(1)直接蒸汽(Direct steam)；(2)閃發式(Flash)；(3)雙循環式(Binary)；(4)混合式(Combination or Hybrid)。各發電系統分別敘述如下：

(1)直接蒸汽循環

高溫之乾蒸汽型(Dry steam)地熱田，如美國之Geysers或義大利之Larderello採用直接蒸汽循環，其發電方式與火力發電相當接近。(圖 2 3)

乾蒸汽型地熱田由於溫度高，其發電效率高，但目前為止，地球上此類型之地熱田卻十分稀少。目前為止直接蒸汽發電之機組數目約佔發電總機組之17%，裝置容量佔總裝置容量約之23%，單位機組之裝置容量約為22MWe/unit。

(2)閃發式

由於乾蒸汽型地熱田十分稀少，大多之地熱田為熱水型(Hydrothermal system)，熱水型地熱田中如地熱流體之溫度、壓力、蒸汽品質(含量)較高時，就可採用閃發式發電。閃發式蒸汽循環發電方式與直接蒸汽類似，但由於採蒸汽發電，故須將地熱流體之熱水先予分離排出，將分離後之蒸汽導入渦輪機及可帶動發電機產生電力(圖 2 1)。

閃發式是地熱發電最常見之發電方式，世界上重要之熱水型地熱田，如紐西蘭之Wairakai、日本之八丁原、墨西哥之Cerro Prieto皆利用此發電系統。目前為止閃發式發電機組約佔總發電機組之40%，裝置容量佔總裝置容量約之70%，單位機組之裝置容量約為24 MWe/unit。閃發式系統為了提高發電效率，發電系統亦可由較簡單之單閃發(Single flash)，設計成雙閃發(Double flash)、甚至三閃發(Triple flash)，但無可置疑，較複雜先進之系統，其成本亦隨之變高。

(3)雙循環式

閃發式發電只利用蒸汽部分發電，熱水皆部份並未利用；但對於熱水主導型地熱田，熱水能源佔很大之比例，其地熱流體之溫度與熱焓較低，無法分離出足夠量之蒸汽供發電使用，因此可採取雙循環方式發電，利用沸點較低之工作流體作為介質冷媒，由地熱流體加熱熱交換器中之冷媒，汽化之冷媒再推動渦輪-發電機組產生電力，冷媒經冷凝器冷卻後循環使用(圖 2 2)。目前為止閃發式發電機組約佔總發電機組之40%，裝置容量佔總裝置容量約之4%，單位機組之裝置容量約為2 MWe/unit。

雖然雙循環方式發電之總裝置容量不高，但對於中、低溫度之地熱而言，雙循環發電方式為唯一之選擇，故雙循環式發電機組數目極高與閃發式不相上下，且由於中、低溫度之地熱分布極為普遍，目前模組化之機組從100 kW ~ 6 MW，甚適合小型規模之發電開發，雙循環發電機組將來仍有極大之成長空間。

(4)混合式

為了提高地熱發電之能源使用率與發電系統效率，閃發式與雙循環之多段渦輪組合，或將地熱發電與他類非地熱發電系統(如柴油發電)混合設計，以配合用電達到需求。混合式雖能擴充發電裝置容量，但是系統複雜，造價亦高昂。

各發電系統之優缺點請參考表 12-1。

表 12-1、地熱發電系統優缺點比較

發電方式	優點	缺點
直接蒸汽	● 系統簡單 ● 建廠費用低 ● 發電效率高(約 50~60%) ● 不須汽水分離器 ● 可建大機組	● 地熱流體須為高溫之乾蒸汽(240℃)
閃發式	● 最常見之發電系統 ● 系統簡單 ● 建廠費用較低 ● 發電效率(約 30%)略低於直接蒸汽 ● 可建大機組	● 地熱流體之溫度與蒸汽量要較高 ● 地熱流體之不凝結氣體(如 CO_2、H_2S)影響發電效率，所含礦物質可能造成渦輪葉片之結垢(Scaling)與衝蝕(Corrosion) ● 能源利用率低
雙循環式	● 熱水與蒸汽皆能利用於發電，能源利用率高 ● 適用於中、低溫(150~100℃)地熱流體 ● 結垢不會發生於渦輪機內部 ● 機組可模組化(約1MWe)	● 建廠費用較高 ● 須較多之輔助設備與電力 ● 發電效率較低(6~12%) ● 適用於小機組(0.1~6MWe)
混合循環	● 熱水與蒸汽皆能利用於發電，能源利用率高 ● 可建大機組	● 系統複雜 ● 造價高 ● 地熱流體之溫度與蒸汽量要較高

*參考資料： Lund，2005

12.2 地熱產能

目前能供應地熱發電之地熱井，除了本計畫於新鑽TCL-9地熱井外，尚有早期工研院鑽鑿之TCL-8地熱井及金崙2號井，經整修後應可生產供應地熱電廠之所須。TCL-9之產能為11.8噸/小時(溫度113.6℃)，TCL-8之原產能為40噸/小時(溫度約120℃)，中油金崙2號井之原產能為80噸/小時(溫度148℃)，三口井之產能

合計約130噸/小時，地熱流體混合後之溫度約137℃，混合後之熱焓約843 kJ/kg。(表 12-2)

表 12-2：金崙地熱區既有井產能

井號	完成年代	深度 (m)	流量 (tph)	流壓 (kg/cm^2)	流溫 (℃)	熱焓 (KJ/kg)
TCL-8	1983	542	40	*3.8*	*139*	*800*
TCL-9	2008	1000	10	0.6	113.6	752.0
CPC- 2	1985	2015	80	5.0	148	861.4
合計(混合後)			130		*137*	*843*

12.3 發電方式

由於金崙地熱區之流體屬於中低溫度，三口既有井地熱流體之溫度約為113~148℃之間，其中以中油金崙2號井溫度最高約148℃(熱焓約861.4 kJ/kg)，三口井混合後之溫度約137℃(平均熱焓約843 kJ/kg)，故不論地熱井是否混合或單獨使用，皆屬中低溫度(<150℃)之地熱，其閃發後之蒸汽量(約10%)不適合閃發式發電，利用雙循環式發電為最佳之方式。

12.4 裝置容量

地熱電廠之單位裝置容量之地熱流體量需求，一般取決於地熱電廠之系統循環方式與地熱流體之溫度、壓力、蒸汽品質與熱焓。以雙循環地熱電廠而言，單位裝置容量之熱水需求量關係如圖 12-1(The World Bank Group, 2005)及表12-4。

根據表 12-4，假設地熱流體為單相液態，單位(MWe)裝置容量之熱水之需求量，於130、160、190℃下分別為185、103、63噸/小時。

本區現有之三口地熱井之產出溫度雖皆未達160℃，但由於流體含部份(約5~10%)之蒸汽，故單位重量流體之熱焓約與160℃之熱水相當，建構裝置容量1MWe之地熱發電機組所需熱水量推估約100噸/小時。因此，TCL-8、TCL-9與中油2號井之個別發電潛能分別約為0.4、0.1與0.8 MWe。

表 12-3、裝置容量與熱水量需求推估(假設地熱流體為單相液態)

裝置容量	熱水量需求(噸/小時)			
MWe	100℃	130℃	160℃	190℃
0.3	135	55	31	19
1	450	185	103	63
3	1350	550	310	190
5	2250	925	515	316
10	4500	1850	1030	632

整理自：The World Bank Group, 2005

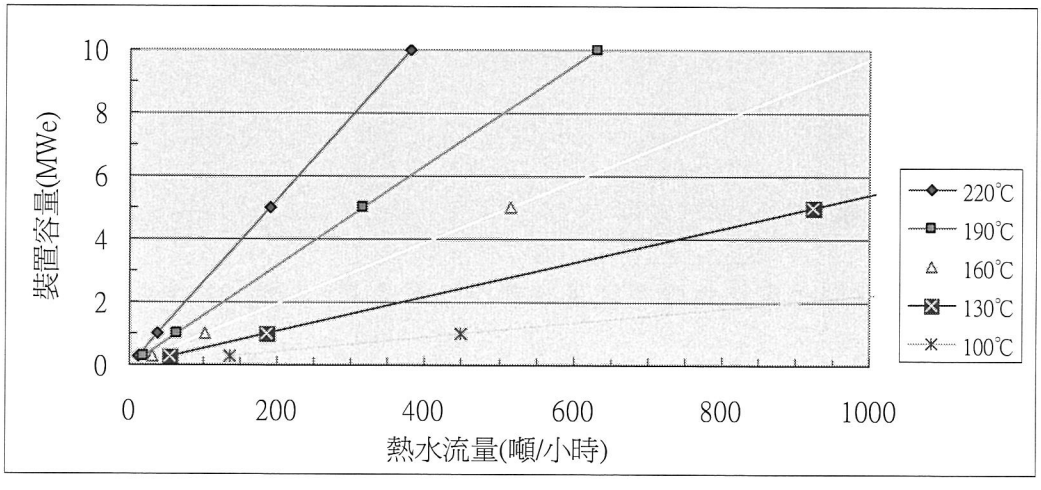


圖 12-1、地熱發電廠之熱水需求

(改繪自：The World Bank Group, 2005)

12.5 電廠設施

發電系統所須之基本設施包括：

(1)地熱生產井

地熱井、結垢防制設施。

(2)生產供水管線與設施

地熱管線(供汽管線、管線保溫、管線控制閥們)、汽水分離器、熱水集水塔。

(3)回注

回注井、回注幫浦、回注管線。

(4)電廠

發電機組(汽輪機、發電機、熱交換器)、廠房、變壓設備、併聯回饋線路、控制系統(控制盤、遠端監視)。

(5)冷卻系統

可採用水冷或氣冷水冷系統發電效率較高由於發電廠離金崙溪很近建議以水冷系統建構。包括:冷卻水塔、冷卻水處理場(視河水濁度之穩定性)、冷卻水集水井、冷卻水管路。

(6)雜項

辦公室、倉庫、警衛室、廠內聯絡道路、停車場、綠地。

12.6 空間需求

各項設施空間之需求視發電裝置容量而略有差異，本報告以5 MWe進行設施空間需求之推估(表 12-4)，依初步估算結果5 MWe之基本空間之需求約為7000m^2 ，配合綠地與緩衝空間，電廠以20000 m^2 (2公頃)之面積，較能提供將來運轉、維護與參觀之需求。本項設施空間之需求為一概估值，於空間規劃時尚須配合基地之形狀作適當之調整。

表 12-4、金崙地熱區5MWe發電裝置容量設施空間需求概估

項目	5.0MWe			備註
	長(m)	寬(m)	面積(m^2)	
地熱井	15	15	225	
發電機組廠房	30	40	1200	2座機組
變壓設備	30	25	750	
汽水分離器/壓力平衡桶	15	10	150	
冷卻水塔	15	10	150	
冷卻水處理場	30	20	600	
地熱管線	2	250	500	發電廠外另計
回注管線	2	200	400	發電廠外另計
冷卻水管路	2	50	100	發電廠外另計
控制室/簡報室	30	20	600	
倉庫	30	20	600	
警衛室	5	5	25	
廠內聯絡道路	5	200	1000	
停車場	10	70	700	
基本需求空間小計			7000	
綠地與緩衝空間			13000	
合計			20000	

12.7 金崙地熱電廠開發方案

(1)方案A

方案A係以本年度新鑽TCL-9地熱井(深度1004m，產能11tph，溫度113.6℃)及早期鑽探之TCL-8(深度542m，產能40tp，溫度139℃)與金崙2號井(深度2015m，產能80tp，溫度148℃) 等三口井進行發電廠規劃。開發模式為利用三孔地熱井建構單一機組地熱電廠，電廠位於金崙溪南岸之多目標利用規劃基地內。

電廠採裝置容電1.2 Mwe之發電機組，生產井由TCL-8與金崙二號井共同組成，回注井則利用TCL-9，管線及廠區位置如圖 12-2所示，發電機組配置及相關設施如圖 12-3所示。

A.優點:

(a)單一機組與廠房管理簡化，同時不需另鑿回注井。

(b)產能確定，降低開發風險。

B.缺點:

(a)生產管線太長(約2.5km)且需跨過金崙溪，對當地自然景觀之衝擊較高。

(b)管線建置與維護費用高。

(c)發電後尾水如需供應北岸之社區與多目標設施使用時需另建構跨河管線。

(d)需再整理TCL-8及金崙二號井的孔口設施。

(2)方案B

方案B預計於多目標利用規劃區內加鑽一孔生產井，規劃井位如圖 12-4所示。圖 12-5為規劃井位與金崙地區裂隙三維空間分布圖，由圖中的相關位置推估本井孔在1500~1700公尺之間可鑽遇主要的破碎帶，獲得較佳的產能。新鑽鑿生產井之深度及條件假設包括:(1)孔深2000公尺；(2)水量及溫度分別為 50 ton/hr及160℃。依上述假設，本區電廠機組裝置容量為:1.0 MWe，廠房位置規劃基地內，生產井由TCL-8及新鑽井供熱水及蒸氣，回注井則利用既有TCL-9。管線及廠區位置如圖 12-4所示，廠區機組及相關設施如圖 12-3所示。本方案之優缺點說明如下:

A.優點:

(a)生產井及電廠用地均位於規劃區內，管理方便。

(b)井頭機組，生產管線較短，減少熱能損耗。

(c)生產管線無需跨過金崙溪。

B.缺點:

· 規劃之井位產能仍具不確定性，未來電廠規模將受到新井產能的影響。

(3)方案C

依據前11.5　節利用蘊藏熱能評估法及蒙地卡羅統計法進行發電潛能評估，金崙地熱區最可能發電潛能為3.95 MWe，目前已有之探勘井產能無法達到此一發電規模。因此，本規劃總發電量4.2 MWe為電廠開發目標進行規劃，依表12-3之裝置容量與熱水量需求推估，4.2 MWe電廠所需熱水量為420 ton/hr，此建議值亦未超過利用補注量推估之安全出水量470 ton/hr(請參閱11.3　節)。假設:(1)新鑿井孔每孔深度2000公尺；(2)產能每孔水量及溫度分別為 50 ton/hr及160℃；(3)新探勘井鑽鑿成功率80%。為達成發電總量為400 ton/hr之供水目標，扣除目前已鑽鑿可用之水量130 ton/hr，建議未來在金崙地區再新增加8孔生產井，各井孔建議位置如圖 12-8、圖 12-9 (圖中紅字標示，編號F1~F8)所示，各規劃井孔應可鑽穿主要的裂隙帶，獲得較充沛熱水供發電使用。

A.優點:

(a)電廠規模較大，較具經濟開發規模。

(b)可分期開發，初期以現有生產井規模設廠，後期可視探勘井實際產能，再評估規劃擴廠之可行性。

(c)電廠位置集中，管理方便。

(d)發電後尾水可一部份回注，一部份可併入現有之溫泉管線供應系統，供應北岸之社區與溫泉業者使用。

(e)發電機組可併聯使用，未來擴充不需更改設計。

B.缺點:

(a)規劃之井位產能未知，對未來電廠規模具一定程度的不確定性。

(b)需耗費龐大的探勘井費用及管路費用。

(4)金崙地熱區電廠開發建議

電廠開發建議方案之優缺點分析請參閱表 12-5。方案A及C之開發模式，熱水生產管線分別約2.5Km及5km且需跨越金崙溪，對自然景觀之衝擊較高，建置與維護費用高昂。方案B之開發模式，雖需新鑽鑿生產井，但生產井及電廠均位於規劃區內管理較方便，無管線跨過金崙溪可降低對自然景觀之衝擊，且生產管線較短可降低熱能損耗，提昇發電效能，建議以B方案進行開發規劃較為有利與可行。

由溫度與深度之分析可知，本地熱潛能區地下之溫度分布約以深度500公尺為界，淺於500公尺之地溫梯度相當高，500公尺以下之地溫梯度則明顯趨緩。以熱水賦存而言，由於本區之岩性以板岩為主且地質構造複雜，熱水之開採不易，主要地熱儲集層應以裂隙帶為主。本區地熱資源之開採以鑽鑿至破碎帶為較有機會，依大地電磁調查結果推測，潛能區下方深約2000公尺為主要構造破碎帶，未來地熱生產井鑽至該裂隙應可獲得較佳之產能，由於地球物理調查資料為間接證據，未來地熱資源開採仍面臨不確定性。

地熱發電需使用大量熱水，以本地區最高溫度150度而言，要產生1MWe的發電量約須100 ton/hr，發電後的尾水溫度尚在100度左右，若直接將尾水排放除浪費熱水資源外，大量地熱水亦容易對當地生態產生影響。因此，世界各先進國家均將發電後之尾水回注至地熱生產層，溫度尚高的發電尾水除可補充地熱水及降低冷水補注造成的降溫效應外，亦可減少地熱水直接排放造成的環境污染問題，達到資源永續利用的目的。

表 12-5：金崙發電開發方案分析

方案	開發模式	優點	缺點
A	電廠機組數:一 裝置容電:1.2 MWe 廠房位置: 規劃基地內 生產井:TCL-8,金崙二號井 回注井:TCL-9	● 依現有探勘井生產，不須探勘經費且無探勘失敗風險 ● 單一電廠,管理簡化 ● 不需另鑿回注井	● 一次投資建廠,期初費用較高 ● 熱水生產管線約 2.5Km 且需跨越金崙溪，對自然景觀之衝擊較高 ● 發電後尾水如需供應北岸之社區與多目標設施使用時需另建構跨河管線
B	電廠機組數:一 裝置容電:1.0 MWe 廠房位置: 規劃基地內 生產井:TCL-8、新鑿井 回注井: TCL-9	● 井頭機組,生產管線較短,減少熱能損耗 ● 生產井及電廠均位於規劃區內，管理方便 ● 生產供應管線無需跨過金崙溪，對自然景觀之衝擊較低	● 需增加新井鑽鑿費用 ● 新井產能無法確實掌握

表 12-5：金崙發電開發方案分析(續)

方案	開發模式	優點	缺點
C	電廠機組數:二 機組 1 裝置容電:1.2 MWe 廠房位置: 規劃基地內 生產井:TCL-8、金崙二號井 回注井: TCL-9 機組 2 裝置容電:3 MWe 廠房位置: 規劃基地內 生產井: 另鑿 8 口 (1500~2000m) 回注井:利用失敗之生產井	● 電廠位置集中，管理方便 ● 電廠規模較大，較具經濟開發規模 ● 可分期開發，初期以現有生產井規模設廠，後期可視探勘井產能規劃再評估擴廠之可行性 ● 發電後尾水可一部份回注，一部份可併入現有之溫泉管線供應系統，供應北岸之社區與溫泉業者使用。 ● 發電機組可併聯使用，未來擴充不需更改設計	● 需再鑽鑿 8 孔地熱生產井，需耗費龐大的生產井費用且產能未知，對未來電廠規模具一定程度的不確定性，投資風險較高 ● 熱水生產管線約 5Km，管路費用高且需跨越金崙溪，對自然景觀之衝擊較高
總評		● 總評: 方案 B 之開發模式，雖需新鑽一孔生產井，但相較於方案 A 及方案 C，具有生產供應管線無需跨過金崙溪，對自然景觀之衝擊較低，生產管線較短、管理方便等優點，故以 B 方案進行開發規劃較為有利與可行,建議以 B 方案進行開發規劃 ● 註:A 方案需針對舊井 TCL-8 與金崙二號井進行必要之整修，B 方案僅需針對 TCL-8 進行整修並鑽鑿一孔新的生產井	

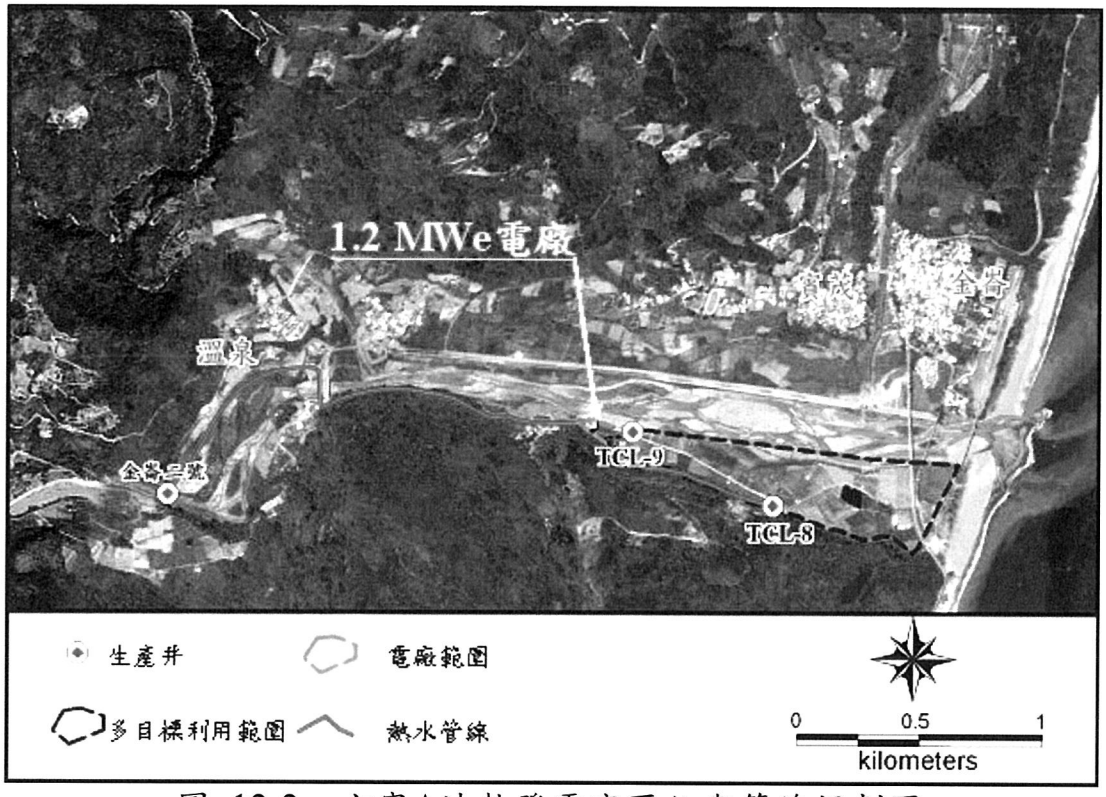


圖 12-2、方案A地熱發電廠區位與管線規劃圖

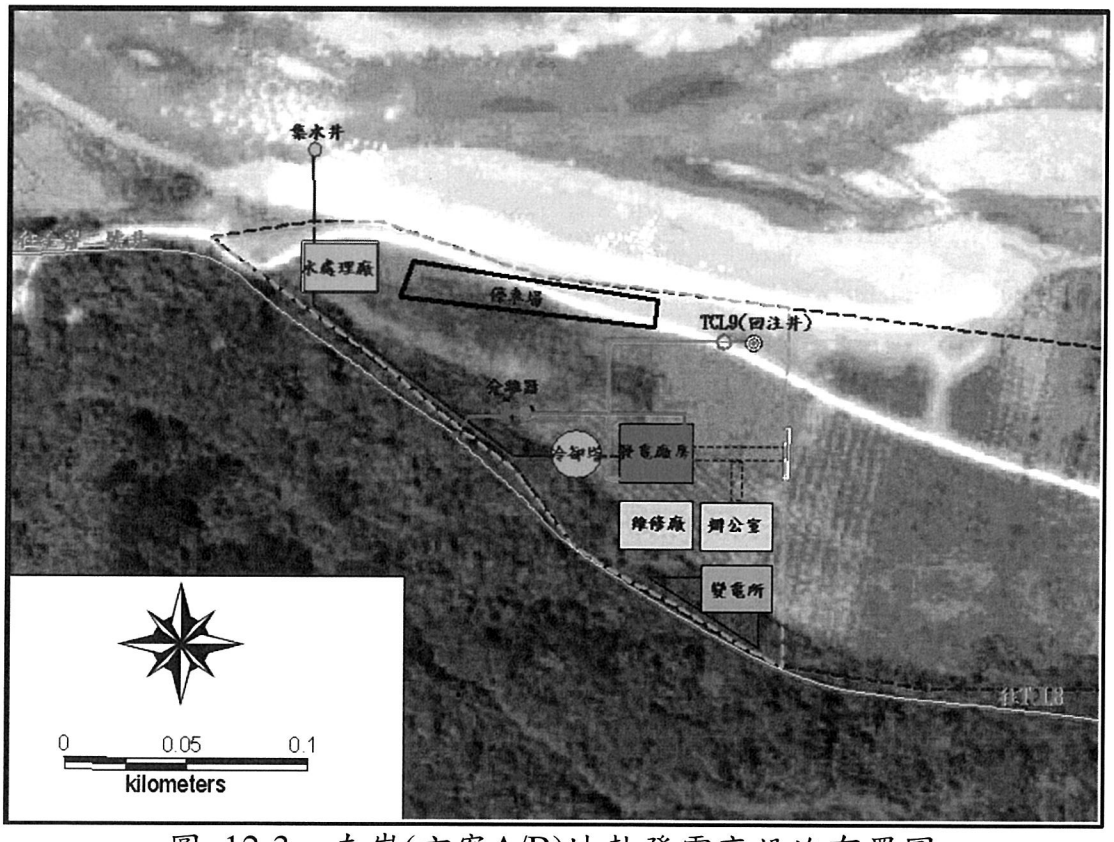


圖 12-3、南岸(方案A/B)地熱發電廠設施布置圖

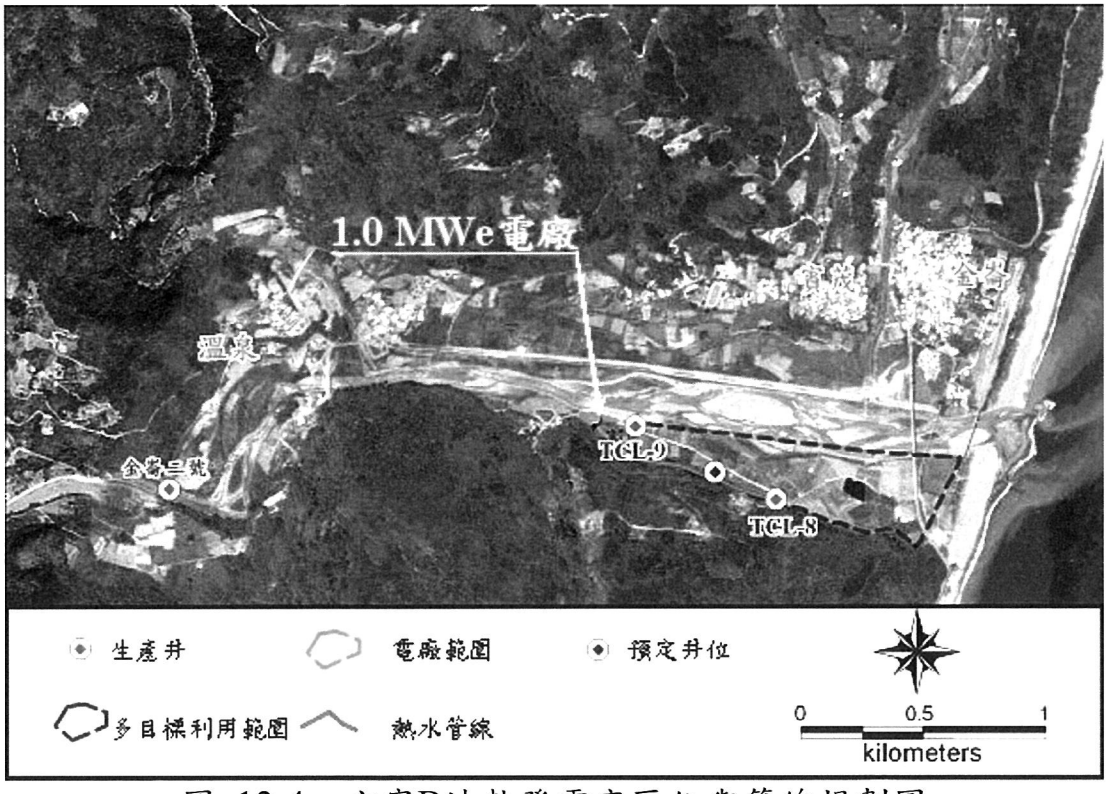


圖 12-4、方案B地熱發電廠區位與管線規劃圖

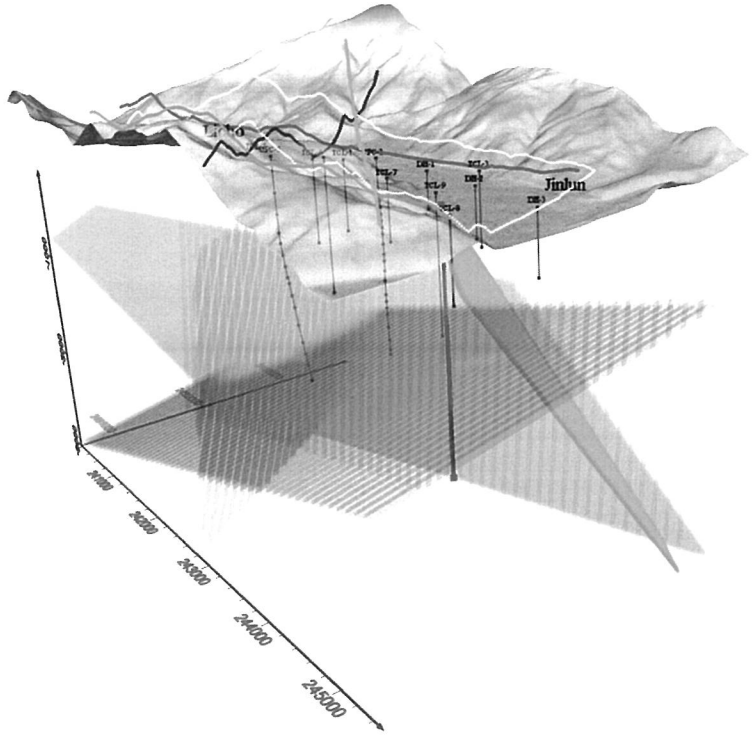


圖 12-5、方案B建議井孔深度與裂隙概念模式三維分布圖

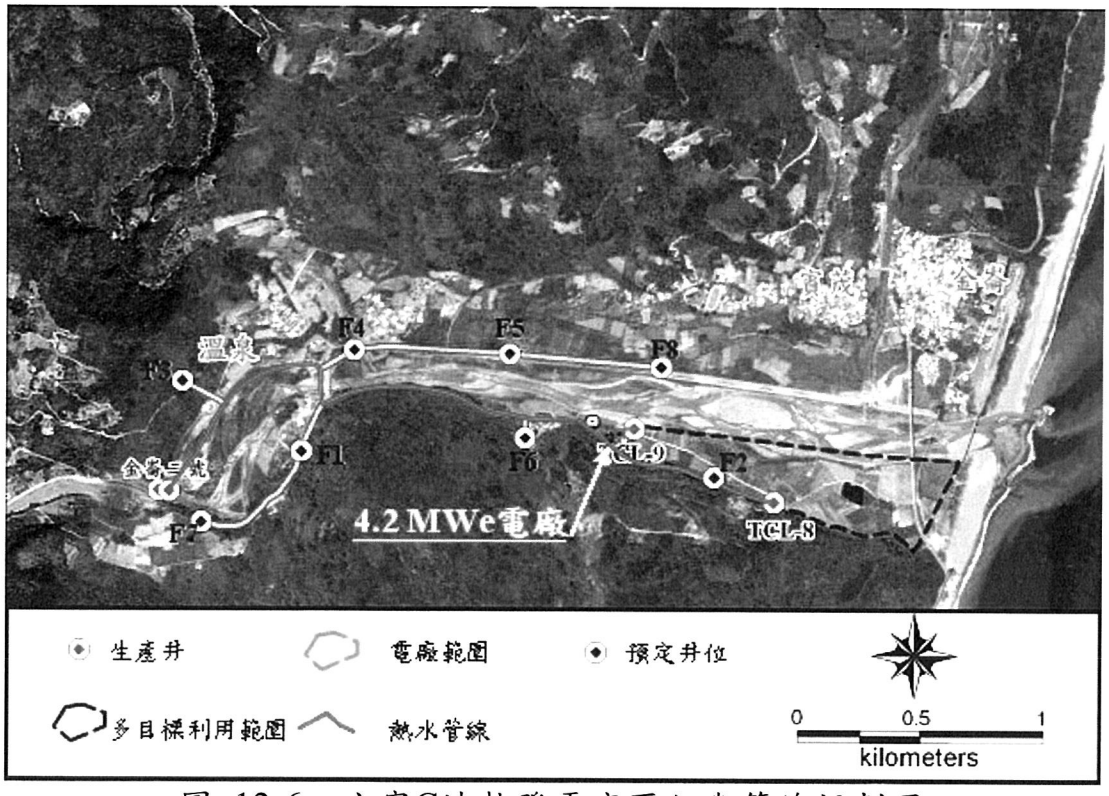


圖 12-6、方案C地熱發電廠區位與管線規劃圖

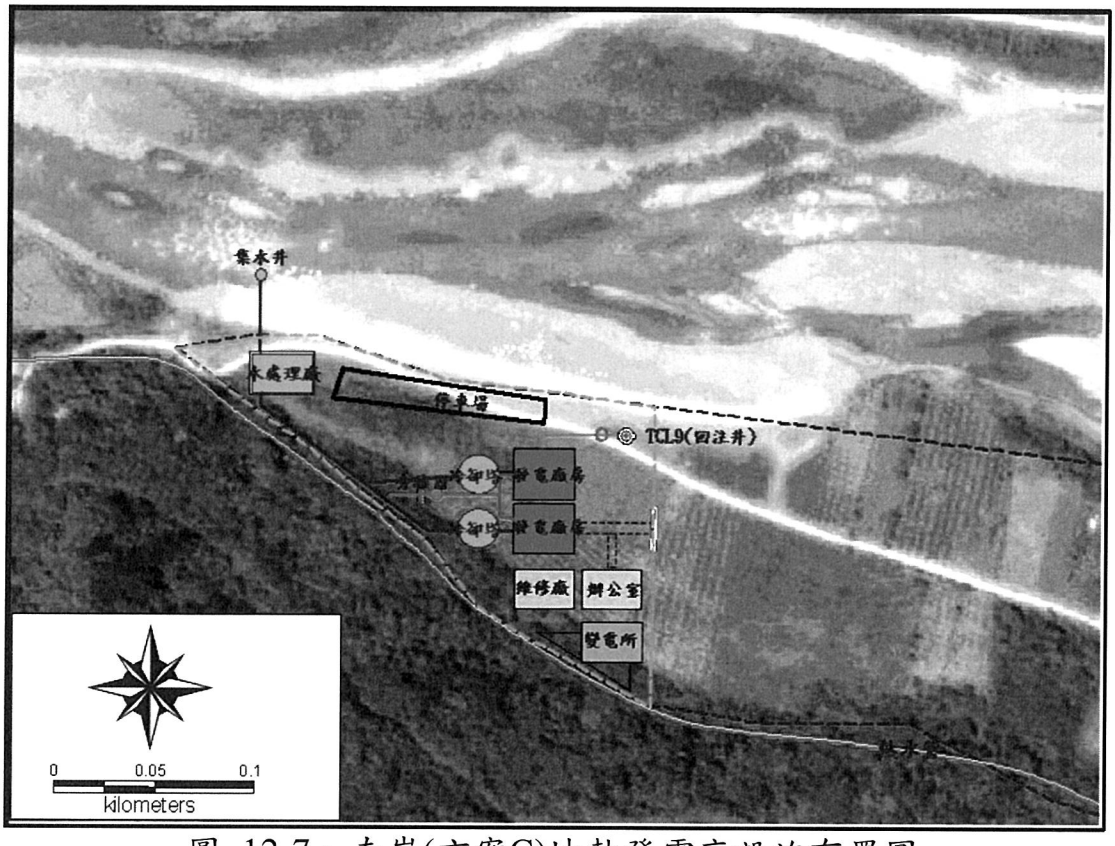


圖 12-7、南岸(方案C)地熱發電廠設施布置圖

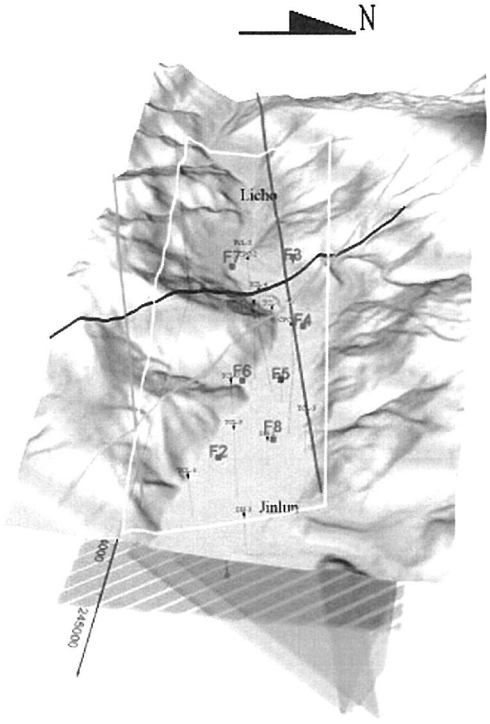


圖 12-8、建議生產井孔位置示意圖

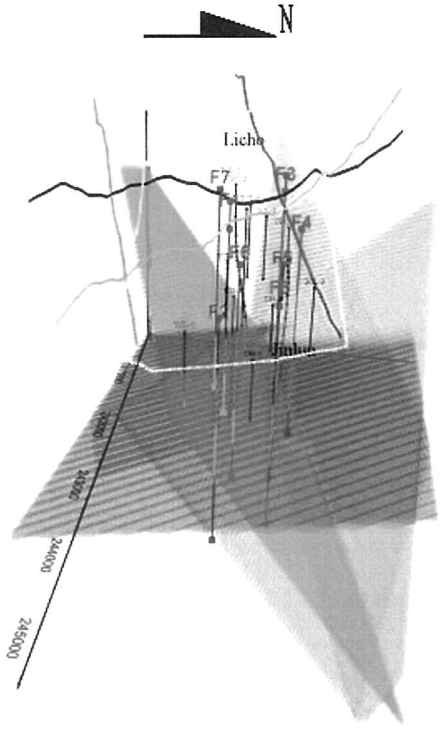


圖 12-9、建議井孔深度與裂隙概念模式三維分布圖

12.7.1 費用概估

建廠費用與電廠型式、裝置容量、生產井產能、回注井建構、井內結垢抑制系統、供汽管線遠近等條件有很大之關聯，本報告就雙循環地熱電廠及前述各節所討論分析之電廠基本需求，包括地熱流體、地熱井、發電廠設施等條件，並假設提供發電之TCL-8與中油2號井產能，由於當時完井後時並無長期之供汽使用，故其孔內應無結垢阻塞影響產能，建廠前只需進行井口閥門組整修與基本產能測試經確認產能後，即可供汽使用，無需進行孔內機械式清井。針對前節所研擬之A、B、C三種方案進行建廠費用初步估算如下:

(1)方案A

單一機組，裝置容電1.2 MWe，生產井由TCL-8與中油2號井共同組成，固定投資成本費用約248,000,000元(表 12-6)，除雙循發電機組外，尚包含供汽管線、井內結垢抑制系統、回注設施、冷卻循環廠房、辦公展示室等設施，中油2號井至發電廠房之熱水生產管線約2.5Km，且需跨越金崙溪，工程難度高，管線費用相對昂貴許多。

(2)方案B

單一機組，裝置容電1.0 MWe，生產井由TCL-8與一孔新生產井共同組成，固定投資成本費用約235,000,000元(表 12-7)，主要費用包括一座雙循發電機組(含廠房)，以及供汽管線、井內結垢抑制系統、回注設施、冷卻循環廠房、辦公展示室等設施。

(3)方案C

依本區之發電潛能規劃，採雙機組，但廠房同位於南岸規劃區內，分兩階段建構。第一階段(沿用方案A)裝置容電1.2 MWe，生產井由TCL-8與中油2號井共同組成。第二階段裝置容電3.0 MWe，需投入探勘費、生產井(8口;深度1500~2000m)、回注井則利用失敗之生產井，總投資成本費用約886,000,000元(表 12-8)。

表 12-6：金崙地熱發電A方案(1.2 MWe)費用概估表

項目	費用(元)	備註
探勘費	-	現有井生產,無需再投入探勘
TCL-8 舊井整修與測試	6,000,000	假設產能與完井時相同,無需進行孔內機械式清井,只需進行井口閥門組整修與更換
中油 2 號井整修與測試	6,000,000	同上
供汽管線(1)	8,000,000	TCL-8 至電廠(800m);保溫與支撐
供汽管線(2)	50,000,000	中油 2 號井至電廠(2500m); 保溫與支撐含跨河特殊施工
回注井鑽鑿費	-	使用 TCL-9 為回注井
回注井設施	7,000,000	
井內結垢抑制系統	14,000,000	2 套
發電機組	100,000,000	
變壓設備	8,000,000	
冷卻水	8,000,000	冷卻塔，冷卻水處理場
廠房	2,000,000	
辦公室	8,000,000	含控制室/展示室
維護倉庫	2,000,000	
雜項設施	4,000,000	停車場/警衛室/道路/路燈/大門/圍籬/綠化植被
土地	-	暫不列入成本
回饋線路	5,000,000	
發電系統組裝與測試	20,000,000	
固定投資成本合計	**248,000,000**	

表 12-7：金崙地熱發電B方案(1.0 MWe)費用概估表

項目	費用(元)	備註
探勘費	50,000,000	新鑽 2000 公尺探勘井
TCL-8 舊井整修與測試*	6,000,000	假設產能與完井時相同，無需進行孔內機械式洗井，只需進行孔口閥門更新整理
供汽管線	10,000,000	TCL-8、新鑽井至電廠
分離器	1,000,000	
回注井設施	7,000,000	
井內結垢抑制系統	14,000,000	2 組
發電機組	90,000,000	
變壓設備	8,000,000	
冷卻水	8,000,000	冷卻塔，冷卻水處理場
廠房	2,000,000	
辦公室	8,000,000	含控制室/展示室
維護倉庫	2,000,000	
雜項設施	4,000,000	停車場/警衛室/道路/路燈/大門/圍籬/綠化植被
土地	-	不列入成本
回饋線路	5,000,000	
發電系統組裝與測試	20,000,000	
固定投資成本合計	**235,000,000**	

*假設TCL-8無需進行孔內機械式清井,只需進行井口閥門組整修與更換

表 12-8、金崙地熱發電C方案(4.2MWe)費用概估表

項目	費用(元)	備註
第一階段建廠(1.2 MWe)		
探勘費	-	現有井生產,無需再投入探勘
TCL-8 舊井整修與測試	6,000,000	假設產能與完井時相同,無需進行孔內機械式清井,只需進行井口閥門組
中油 2 號井整修與測試	6,000,000	同上
供汽管線(1)	8,000,000	TCL-8 至電廠(800m);保溫與支撐
供汽管線(2)	50,000,000	中油 2 號井至電廠(2500m); 保溫與支撐含跨河特殊施工
回注井鑽鑿費	-	使用 TCL-9 為回注井
回注井設施	7,000,000	
井內結垢抑制系統	14,000,000	2 套
發電機組	100,000,000	
變壓設備	8,000,000	
冷卻水	8,000,000	冷卻塔，冷卻水處理場
廠房	2,000,000	
辦公室	8,000,000	含控制室/展示室
維護倉庫	2,000,000	
雜項設施	4,000,000	停車場/警衛室/道路/路燈/大門/圍籬/綠化植被
土地	-	暫不列入成本
回饋線路	5,000,000	
發電系統組裝與測試	20,000,000	
第二階段建廠(3.0MW)		
探勘費	16,000,000	
生產井鑽鑿	280,000,000	8 口新生產井;深度 1500~2000m
回注井	-	利用失敗之生產井作為回注井
供汽管線(3)	25,000,000	部份管線利用第一階段之跨河設施
回注井設施	7,000,000	
井內結垢抑制系統	49,000,000	7 口
發電機組	210,000,000	
變壓設備	15,000,000	
冷卻水	12,000,000	
廠房	4,000,000	
發電系統組裝與測試	20,000,000	
固定投資成本合計	**886,000,000**	

12.7.2 發電成本

假設電廠壽命為30年，運轉率為90%，電廠用電率23%，滿載發電因數69%，年滿發小時數6071小時。A方案之年發電量9,460,800 kwh，年淨發電量為7,284,816 kwh，若年運轉維護費為9,000,000元，則A方案之發電成本分別為4.20元/kwh。B方案之年發電量7,884,000 kwh，年淨發電量為6,070,680 kwh，若年運轉維護費為9,000,000元，則B方案之發電成本分別為4.86 元/kwh。C方案之年發電量33,112,800 kwh，年淨發電量為25,496,856 kwh，若年運轉維護費為24,000,000元，則C方案之發電成本分別為3.97 元/kwh (表 12-9)

表 12-9：金崙地熱發電成本概估表

項目	方案A	方案B	方案C
固定投資成本合計	248,000,000	235,000,000	886,000,000
電廠壽命(yr)	30	30	30
年投資平均攤還率(20年,6%)	8.72%	8.72%	8.72%
年投資平均攤還額	23,064,000	20,492,000	77,259,200
運轉率	90%	90%	90%
電廠用電率	23%	23%	23%
滿載發電因數	69%	69%	69%
年滿發小時數(hrs)	6071	6071	6071
年發電量(Kwh/yr)	9,460,800	7,884,000	33,112,800
年淨發電量(Kwh/yr)	7,284,816	6070680	25,496,856
年運轉維護費(元)	9,000,000	9,000,000	24,000,000
單位發電投資成本(元/kwh)	3.17	3.38	3.03
單位發電運轉成本(元/kwh)	1.24	1.48	0.94
發電成本(元/kwh)	**4.20**	**4.86**	**3.97**

13. 結論與討論

13.1 結論

本計畫對前人調查之地質、地熱等相關資料進行整理分析，並地球物理大地電磁探測、地熱地質調查、航照判釋等工作，建立金崙地區之地熱概念模式，並研選最適井位進行深度達1000公尺之地熱探勘井鑽鑿，透過產能試驗結果評估本區域之發電潛能評估及初步發電廠設計，主要結果與結論說明如下:

(1)本計畫利用大地電磁探測所獲得之地層電阻率分布、鑽井及其下方溫度分布等資訊，建立金崙地區地下三維空間的地熱概念模式，供後續在本地區地熱資源開發之參考。

(2)金崙地區位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界帶，由於板塊碰撞作用使深層高溫岩體逆衝至近地表，為金崙地區熱流異常的可能原因。

(3)中央山脈天降水向下滲入高溫岩體的通路，經深循環在裂隙F1、F2、RF1及RF2所造成的破碎帶提供可能的熱水儲集與流動通路，低電阻區位於上述裂隙所局限的範圍內。

(4)由地質構造及探測結果綜合研判，逆衝斷層RF1為主要的地下熱水儲存及流動通道，由於熱對流或水頭壓力作用使部份熱水沿著逆衝斷層RF2所造成的破碎帶向上湧出地表形成溫泉，部份熱水與圍岩產生交互作用形成低電阻帶，走向斷層F2、 F1分別為地熱區的南、北邊界，逆衝斷層RF2為地熱異常帶的西側邊界。

(5)本計畫新鑽鑿之地熱探勘井深度達1004公尺，最高溫度可達153℃，其深度位置在500~700公尺之間，熱水產能約 11 ton/hr。

(6)本計畫共研提三個地熱發電廠規劃方案，其中A方案之發電廠規模係依目前已鑽鑿完成之地熱井產能進行規劃，發電廠之裝置容量為1.2 Mwe；B方案之發電廠規模係利用TCL-8及規劃基地內再新鑽一孔生產井之地熱水產能，發電廠之裝置容量為1.0 Mwe；C方案係依本區之發電潛能進行評估，規劃之發電廠裝置容量為4.2 Mwe。考量目前基地位址、經費及周遭環境衝擊等因素，本計畫建議以B方案為優先考量。

13.2 討論與建議

本年度鑽鑿之地熱探勘井(TCL-9)深度1004公尺、溫度最高為153℃、產能約 11 ton/hr，以地熱發電建廠的角度而言，TCL-9非良好之地熱生產井。造成此一結果之原因，討論如下:

(1)以地層電阻率的分布來看，極低電阻層分布的深度約在500~1500公尺之間，本井礙於經費限制無法鑽至主要地熱儲集層。Ussher et al.(2000)整理世界主要地熱區地層電阻率與溫度關係時指出，極低電阻層是地熱探勘的重要指標，主要地熱生產層出現在極低電阻層下方，TCL-9的深度尚未鑽穿此極低電阻層。

(2)由金崙地區三維裂隙空間分布與鑽井分布圖指出，本區產能較高的金崙二號井鑽穿本區主要裂隙RF2，而TCL-8鑽穿測區南側的斷層破碎帶F2，TCL-9的深度則尚未鑽穿F2，可能為本井產能未達理想的可能原因。

(3)TCL-9進行鑽鑿時，使用泥漿為循環及冷卻劑，由於泥漿很容易在井孔周圍形成泥壁，在高溫的情況下泥壁形成的速度更快。本計畫在進行TCL-9當泥漿停止循環達24小時後，探測器在深度600公尺左右即不易通過，28小時後完全無法通過，依據9.3　節產能測試結果顯示，TCL-9之膚表效應達9.9，推測可能是泥漿造成熱水產能下降。依紐西蘭SKM的經驗，地熱井鑽鑿以清水做為循環及冷卻劑，地熱井的產能可提昇20%以上。目前國內鑽鑿業者並無使用清水進行地熱井鑽鑿的經驗，建議後續國內應建立以清水為循環及冷卻劑的地熱井鑽鑿技術，以提昇地熱井熱水的產能。

(4)依據TCL-9不同深度岩屑資料XRD礦物相對含量分析結果顯示(郭泰融, 2009)，在深度675.9公尺(本井孔溫度最高區域)的相對粘土礦物含量達40%，較317.1公尺及937.2公尺的粘土礦物相對含量20%左右高出一倍，岩層裂隙受到粘土礦物阻塞亦可能為TCL-9產能不佳的可能原因。

(5)本計畫初步建立金崙地熱概念模式，並建議以裝置容量1 MWe為初步電廠建置規模。未來在電廠運轉期間，仍應進行多井干擾試驗及地球化學同位素定年技術，以充份掌握金崙地熱的自然補注，做為地熱電廠營運及擴廠可行性評估的依據。

14. 參考文獻

Braun, J., Beek, P.V.D. and Batt, G. (2006), Quantitative thermochronology, Cambride University Press, 258p.

Cagniard，L. (1953), Basic theory of the Magnetotelluric method of geophysical prospecting: Geophysics, Vol. 18, 605-635.

Chang, C. P., Angelier, J. and Lu, C. Y. (2007), Polyphase deformation in a newly emerged accretionary prism: Folding, faulting, and rotation in the southern Taiwan mountain range. Tectonophysics (in Press).

Langmuir, D. (1997), Aqueous Environmental Geochemistry, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. M.

Lee, C.R. and Cheng, W.T. (1986), Preliminary heat flow measurements in Taiwan: presented at the Fourth Circum-Pacific Energy and Mineral Resources Conference, Singapore.

Mackie, R.L., Madden, T.R., and Wannamaker, P.E. (1993), Three-dimensional magnetotelluric modeling using difference equations--Theory and comparisons to integral equation solutions, Geophysics, Vol. 58, 215-226.

Tikhonov , A. N. (1950), Determination of the electrical characteristics of the deep strata of the Earth's crust, Doklady, USSR, Vol. 73, No. 2, 295-297.

The World Bank Group, Geothermal Energy (2005), An Assessment, 網址 http://www.worldbank.org/html/fpd/energy/geothermal/assessment.htm,.

Tong, L. T. and Guo, T.R. (2007), Gravity terrain effect of the seafloor topography in Taiwan, Terr. Atmos. Ocean. Sci., Vol. 18, No. 4, 699-713.

Tong, L. T., Ouyang, S., Guo, T.R., Lee, C. R., Hu, K. H., Lee, C. L. and Wang, C. J. (2008), Insight into the Geothermal Structure in Chingshui, Ilan, Taiwan. TAO, Vol. 19, No. 4, 413-424.

Ussher, G., Harvey, C., Johnstone, R. and Anderson, E. (2000) Understanding the resistivities observed in geothermal systems. Proceedings World Geothermal Congress 2000, 1915-1920.

Vozoff, K., (1991), The magnetotelluric method. In: Nabighian, M.N. Ed., Electromagnetic methods in applied geophysics, vol. 2B, Soc.Explor. Geophys., Tulsa, Oklahoma.

Willett, S., Beaumont, C. and Fullsack, P. (1993), Mechanical model for the tectonics of doubly vergent compressional orogens, Geology, 21, 371-374.

Yang, T.F., Chen, C-H., Tien, R.L., Song, S.R. and Liu, T.K. (2003), Remnant magmatic activity in the Coastal Range of East Taiwan after arc-continent collision: fission-track date and 3He/4He ratio evidence, Radiation Measurements, 36, 343-349.

Yang, T.F., Fu, C.C., Walia, V., Chen, C-H., Chyi, L.L., Liu, T.K., Song, S.R., Lee, M., Lin, C.W. and Lin, C.C. (2006) Seismo-geochemical variations in SW Taiwan: multi-parameter automatic gas monitoring results. Pure and Applied Geophysics, 163(4), 693-709.

Yeh, E.C. (2004), Structual evolution of slate belts: example from Taiwan and eastern Pennsylvania. PHD. Thesis, The Pennsylvania State University.

工研院礦研所 (1979)，台灣地熱資源探勘工作報告之四。

工研院能礦所 (1984)，台灣地熱資源探勘評估之二：知本地熱區。

工研院能資所 (1992)，國道南橫公路可行性研究及初步規劃工程地質調查報告，交通部國道新建工程局。

工研院能資所 (1994)，台灣地熱資料探勘彙編，經濟部能源會。

工研院能資所 (1992)，國道南橫公路可行性研究及初步規劃地質調查報告，交通部國道新建工程局。

工研院能資所 (2002)，台灣溫泉水資源調查及開發利用(3/4)，經濟部水利署。

工研院能資所 (2004)，臺灣溫泉水資源之調查與開發利用(4/4)，經濟部水資源局委託。

王鑫 (1988)，地形學，聯經出版社。

石再添、鄧國雄、張瑞津、石朝恩、石慶得、楊貴三、許民陽 (1990)，地學通論，國立空中大學。

何春蓀 (1971)，台灣之地質與地下水資源，台灣水利地下水與鑿井專輯，台灣省水利出版委員會。

何春蓀 (1994)，台灣地質概論，經濟部中央地質調查所。

李振誥、林士哲、馬惠達、林宏奕 (2003)，金崙溫泉資源之調查分析，台灣水利季刊，第五十一卷，第三期，58-68。

李振誥、林士哲、李和祥 (2004)，金崙地區溫泉成因分析及可用水量推估。93年度農業工程研討會論文集，第230-242頁。

李錦雲 (1985)，台東縣金崙地熱區中油金崙二號地熱井地下地熱報告，台灣油礦探勘總處。

林士哲 (2003)，金崙地區溫泉資源調查分析之研究，國立成功大學碩士論文。

林朝宗 (1988)，遙測影像判釋在構造地質研究的運用，中國文化大學出版部。

林朝棨 (1957)，台灣地形，台灣省文獻委員會。

周順安、蔣立為、歐陽湘 (2003)，臺灣溫泉水資源潛能探討。水文地質調查與應用研討會論文集，第136-148頁。

胡賢能、詹新甫 (1984)，臺灣南迴鐵路沿線地區板岩系地層之構造研究，經濟部中央地質調查所特刊，第3號，第25-43頁。

徐年盛、郭振泰、朱文生、王曉中、江崇榮、張德鑫、吳呈懋、傅大章及高尉明 (1991)，放射性廢料設施及其附近地區地下水流及水質傳輸模擬之研究(一)。

陸島工程顧問股份有限公司 (2002a)，金崙溫泉區溫泉資源探測選點暨鑿井工程-第一階段地下溫泉探測調查分析期末果總報告書，交通部觀光局。

陸島工程顧問股份有限公司 (2002b)，金崙溫泉區溫泉資源探測選點暨鑿井工程-第二階段鑽井工程竣工報告書，交通部觀光局。

郭泰融 (2009)，整合地球物理方法研究變質岩區地熱構造-以金崙地熱區為例，國立中央大學博士論文。

翁勳政、黃鎮臺、柳志錫、陳敏祥 (2007)，山地部落區環境地形類型分類系統之探討，2007年台灣地球科學聯合學術研討會。

張秉權、吳建民 (1989)，台灣地區之二十五萬分之一水文地質圖，水文地質研討會論文專集，經濟部中央地質調查所。

張寶堂、李春生 (1984)，台灣變質岩區地熱產狀之地質控制因素，工業技術，第116期。

張寶堂 (1979) 台灣地熱徵兆分佈之特性，能源季刊，第9卷，第4期，第75~85頁。

陳昭旭、李振誥 (2001)，隧道湧水災害之水文地質調查及其防治處理措施，地工技術雜誌，第87期, 81-92。

陳俊宏 (1998)，中央山脈南段大武山東翼之地質構造研究，國立成功大學地球科學碩士論文。

陳培源 (2006)，台灣地質，台灣省運用地質技師公會。

陳肇夏 (1975)，台灣溫泉之成因與地熱探勘之我見，地質，第一卷，第二期，第107-117頁。

陳肇夏、何信昌、謝凱旋、羅偉、林偉雄、張徽正、黃鑑水、林啟文、陳政恆、楊昭南、李元希 (2000)，台灣地質圖(五十萬分之一)，經濟部中央地質調查所。

陳肇夏、莊德勇 (1989)，台灣中央山脈西南翼之地質、兼論中央山脈的一些主要構造，經濟部中央地質調查所彙刊，第5號，第1-18頁。

傅式齊(1997)，台灣南部陸上及海域弧陸斜向碰撞及隱沒構造之演化，國立台灣大學海洋研究所博士論文。

黃旭燦 (1984)，台東縣金崙地熱區中油金崙一號地熱井地下地質報告，台灣油礦探勘總處。

黃鑑水、李錦發、劉桓吉 (1991)，臺灣北部崁腳斷層之地質調查與探勘，經濟部中央地質調查所彙刊，第7號，第23-42頁。

楊萬全 (1999)，從地下水資源探討台灣的水平衡問題，台灣地區水資源史學學術研討會實錄。

經濟部水資源統一規劃委員會 (1986)，台灣地下水地質圖。

詹永光、吳光宏、李錦雲 (1982)，臺東縣金崙一帶地熱區地質調查報告，臺灣油礦探勘總處地熱處。

劉佳玫 (2002)，台灣南部二氧化矽熱流量及熱構造之研究，國立台灣大學碩士論文。

劉進金、袁文忠、鄭文哲、吳啟南、黃明哲 (1983)，台灣地區空中側視雷達探測地質調查計劃，工業技術研究院礦業研究所，能礦所196號報告。

蔣立為、陳文山 (2004)，溫泉泉源探勘與安全出水量評估技術。93年度農業工程研討會論文集，第166-179頁。

潘國樑、胡國興、郭烈銘、許宗慶、朱天民 (1985)，新店線形之地質意義，工業技術研究院礦業研究所，能礦所221號報告。

蔡文彩 (1997)，台灣省通志『住民志聚落篇』，台灣省文獻委員會。

羅仕榮、林國安 (1984)，臺東金崙地熱區微震測勘初步研究，礦冶，第28卷，第3期，第133-138頁。

龔可珍、溫振權、黃清輝、潘國樑 (1987)，遙測影像上岩層辨試方法研究—以新店地區為例，工業技術研究院礦業研究所，能礦所236號報告。

第三部份 地熱電廠與多目標利用規劃

目　　錄

目　　錄 i
圖 目 錄 v
1. 緒論 1-1
1.1 緒論 1-1
1.1.1 計畫目的 1-1
1.1.2 工作項目 1-1
1.1.3 預期成果 1-2
1.2 計畫範圍及位置 1-2
1.3 工作流程 1-5
2. 法令及相關計畫研析 2-1
2.1 相關法規研析 2-1
2.1.1 土地使用 2-1
2.1.2 觀光遊憩 2-8
2.1.3 農林保育 2-10
2.1.4 溫泉使用相關 2-12
2.2 相關計畫研析 2-14
2.2.1 上位計畫 2-14
2.2.2 相關計畫 2-16
3. 環境資源調查分析 3-1
3.1 自然環境 3-1
3.1.1 地文 3-1
3.1.2 水文 3-2
3.1.3 地質 3-2
3.1.4 氣候環境 3-6
3.2 人文資源 3-8
3.2.1 人文及產業環境 3-8
3.2.2 原住民文化 3-10
3.2.3 交通運輸系統 3-13
3.3 遊憩資源 3-15
3.3.1 周邊觀光遊憩景點 3-15
3.4 觀光遊憩活動 3-18
3.4.1 金崙漂舟 3-18
3.4.2 金崙溪口捕魚樂 3-18
3.4.3 洛神花田賞花 3-18
4. 基地現況分析 4-1

4.1 基地環境現況分析 4-1
4.1.1 計畫周邊設施狀況 4-1
4.1.2 現況使用分析 4-2
4.1.3 動線系統分析 4-3
4.1.4 景觀環境分析 4-4
4.2 土地使用權屬編定狀況 4-7
4.2.1 土地使用分區 4-7
4.2.2 土地用地類別及土地權屬調查 4-7
4.3 地熱發展現況 4-10
4.3.1 金崙地熱區基本資料 4-10
4.3.2 溫泉泉質 4-11
4.3.3 熱水潛能及地熱井調查 4-11
5. 現有休閒市場研析 5-1
5.1 遊客特性與基礎建設狀況 5-1
5.1.1 遊客旅遊特性調查 5-1
5.1.2 基礎建設分析 5-4
5.2 台東休閒市場調查 5-5
5.2.1 台東現有旅遊地特質調查 5-6
5.2.2 台東溫泉市場調查 5-9
5.2.3 政策面 5-10
5.2.4 小結 5-12
5.3 市場策略 5-12
5.3.1 市場潛力與計畫服務量界定 5-12
5.3.2 市場區隔構想 5-17
6. 地熱發展及相關主題研析 6-1
6.1 地熱資源多目標發展主題 6-1
6.1.1 溫泉養生休閒 6-1
6.1.2 溫泉醫療 6-2
6.1.3 溫泉農業 6-4
6.1.4 溫泉養殖 6-4
6.1.5 地熱能源利用 6-5
6.2 地熱溫泉發展國內外案例 6-6
6.2.1 溫泉養生休閒案例 6-6
6.2.2 溫泉醫療案例 6-15
6.2.3 溫泉農業案例_礁溪溫泉 6-17
6.2.4 溫泉養殖案例 6-17
6.2.5 地熱能源利用案例 6-20
6.3 國內民間參與休閒事業投資案例 6-21

6.4 自然療法 6-26
7. 開發方向研擬 7-1
7.1 發展條件 SWOT 分析 7-1
7.2 發展定位研析 7-3
8. 整體發展計畫 8-1
8.1 整體發展構想 8-1
8.2 土地使用 8-3
8.2.1 土地使用分區 8-3
8.2.2 整體發展使用分區 8-3
8.3 動線計畫 8-14
8.4 建築量體計畫 8-16
8.5 景觀計畫 8-19
8.6 旅遊服務設施計畫 8-26
8.7 公共設施計畫 8-30
8.8 教育與解說計畫 8-34
9. 開發執行計畫 9-1
9.1 開發營運管理模式分析探討 9-1
9.1.1 土地開發模式分析 9-1
9.1.2 「綠能源溫泉園區」之開發可行模式建議 9-4
9.2 投資效益分析 9-8
9.2.1 政府先期開發成本 9-9
9.2.2 民間參與開發部分 9-11
10. 獎勵民間投資辦法及作業程序 10-1
10.1 獎勵民間投資措施 10-1
10.2 園區開發投資作業程序 10-4
10.3 推動獎勵民間投資作業相關要件 10-12
11. 經營管理 11-1
11.1 經營管理 11-1
11.1.1 永續經營構想 11-1
11.1.2 經營管理體系 11-2
11.2 觀光品質提升 11-4
11.2.1 地區整體風貌形塑 11-4
11.2.2 視覺資源經營管理 11-4
11.2.3 公共設施品質改善與維護 11-5
11.3 觀光遊憩活動 11-6
11.4 地方回饋機制 11-7
12. 結論建議 12-1
12.1 結論 12-1

12.2 後續工作與發展建議 12-2
13. 參考文獻 13-1

圖 目 錄

圖 1-1、金崙地熱區區位圖 1-3
圖 1-2、金崙地熱區潛能區公告範圍圖 1-3
圖 1-3、金崙計畫範圍圖 1-4
圖 2-1、非都市土地使用變更審議程序 2-7
圖 3-1、台東縣東南地區大武山列及其東麓高程暈染圖 3-1
圖 3-2、金崙地區交通現況分析圖 3-14
圖 3-3、計畫範圍周邊遊憩據點示意圖 3-17
圖 4-1、視覺景觀分析圖 4-7
圖 4-2、土地使用分區套繪 4-9
圖 4-3、土地用地類別套繪 4-9
圖 4-4、土地所有權套繪 4-9
圖 4-5、土地編定圖 4-10
圖 5-1、臺東縣主要觀光遊憩區遊客人數發展趨勢圖 5-6
圖 5-2、台東旅遊發展分佈圖 5-7
圖 5-3、東部永續發展五大產業關聯圖 5-11
圖 6-1、地熱資源應用與溫度關係圖 6-2
圖 8-1、整體發展使用分區示意圖 8-10
圖 8-2、空間機能型態示意圖 8-10
圖 8-3、全區規劃配置圖 8-11
圖 8-4、入口服務區配置圖 8-12
圖 8-5、溫泉主題區配置圖 8-12
圖 8-6、溫泉理療養生園區配置圖 8-13
圖 8-7、能源事業區配置圖 8-13
圖 8-8、全區動線計畫圖 8-15
圖 8-9、聯外道路動線圖 8-16
圖 9-1、現金流量淨額圖 9-33
圖 9-2、還本期間圖 9-33
圖 9-3、折現後還本期間圖 9-33
圖 10-1、獎勵民間開發投資流程圖 10-9
圖 10-2、BOT事前準備階段工作流程 10-10
圖 10-3、審查作業程序 10-11
圖 10-4、施工、營運階段流程圖 10-12
圖 10-5、移轉階段流程圖 10-12
圖 11-1、管理中心組織架構圖 11-3

表 目 錄

表 2-1、「非都市土地使用管制規則」整理表 2-2
表 2-2、「非都市土地開發審議規範」整理表 2-4
表 3-1、金崙溪河道規劃河段內跨河橋梁之水理檢討成果表 3-2
表 3-2、大武氣象站氣候資料統計表 3-7
表 4-1、土地清冊 4-8
表 5-1、國內旅遊型態調查表 5-3
表 5-2、國內觀光旅館住宿資訊統整表 5-5
表 5-3、台東自然類型遊憩資源分類表 5-8
表 5-4、台東人文類型遊憩資源分類表 5-9
表 5-5、台東溫泉調查表 5-10
表 5-6、台東旅遊人口與佔全國比例說明表 5-16
表 5-7、台東觀光人口統計表 5-16
表 5-8、知本溫泉風景特定區民國92年至96年遊憩量統計表 5-16
表 8-1、土地使用分區說明表 8-3
表 8-2、綠能源溫泉園區空間分區說明 8-8
表 8-3、溫泉主題園區空間說明表 8-9
表 8-4、溫泉理療養生園區空間說明表 8-9
表 8-5、能源事業區空間說明表 8-9
表 8-6、停車場設施數量估算表 8-15
表 8-7、全區植栽規劃建議表 8-27
表 8-8、服務設施說明表 8-29
表 8-9、計畫區供水估算表 8-36
表 8-10、計畫區污水估算表 8-36
表 8-11、計畫區電力估算表 8-37
表 9-1、土地開發模式比較一覽表 9-3
表 9-2、開發模式比較表 9-8
表 9-3、政府投資公共設施建設經費概估表 9-10
表 9-4、金崙地熱發電B方案(1.0 MWe)費用概估表 9-10
表 9-5、政府先期投資成本概估表 9-11
表 9-6、地熱休閒園區開發工程經費估算表 9-19
表 9-7、地價稅計算公式 9-19
表 9-8、現金流量表 9-20
表 9-9、投資報酬分析表 9-27
表 9-10、敏感度分析表 9-32
表 10-1、B.O.T程序相關法令彙編 10-21

1. 緒論

1.1 緒論

1.1.1 計畫目的

本計畫分兩階段實施，計畫前期先進行地熱地質調查、地球物理探勘及歷史地熱資料蒐集與分析，後期則透過地熱探勘井鑽鑿及相關孔內試驗，獲得有關熱水儲集層特性的資訊，評估本區地熱發電潛能，並進行初步的地熱發電與多目標利用規劃。本部份主要進行金崙地熱發電多目標利用規劃，其規劃主要目的說明如下：

(1)界定本計畫區域市場發展定位

(2)建構多元目標發展之方向

(3)研擬未來開發投資方式

1.1.2 工作項目

本計畫為配合「金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案」進行地熱發電多目標規劃評估，俟「金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案」完成探勘資料蒐集分析、地質調查、地球物理探勘與地熱探勘井位選定確認等第一階段之工作項目後，配合其分析結果進行金崙地熱發電多目標利用規劃工作，分為期初以及期末兩階段進行。

期初之主要項目為1.基地環境調查與分析、2.相關計畫、3.法令及主題研析、4.休閒市場研析、5.發展課題與對策、6.開發方向研擬等基本資料調查與開發方向定位。

期末則依據地熱探勘結果以及配合電廠開發方案，進行1.實質發展計畫、2.執行計畫、3.獎勵民間投資辦法及作業程序等計畫內容擬定。

1.1.3 預期成果

計畫執行完成後之預期成果如下：

(1)系統化蒐集地熱能源、溫泉產業發展相關資料。

(2)具體提供未來地熱能源多元發展重點與方向。

(3)擬訂園區整體架構。

(4)規劃園區整體架構下之相關系統功能。

(5)建立園區整體規劃，分析相關配合措施與事項。

(6)建立政府公共政策與廠商投資效益之參考。

(7)作為後續供水機制、費率設計與營運開發之依據。

(8)擬訂園區營運管理模式。

(9)建議相關配套規劃。

1.2 計畫範圍及位置

金崙地熱調查區位於台東縣東南側，太麻里鄉與金峰鄉交界（圖 1-1），距台東市區約33餘公里，北與知本地熱區相距約20公里。金崙地熱區公告範圍位於金崙溪下游地帶金崙至歷坵間，約呈東西走向狹長矩形區域(4.5km×1.5km) (圖1-2)，涵蓋金崙溪兩岸平原低地及其接鄰兩岸山坡地，行政轄區包括太麻里鄉金崙村及多良村，及金峰鄉歷坵村。

本次計畫範圍位於台東縣太麻里鄉金崙溪南岸，包括約30公頃土地及聯外道路（圖 1-3），基地南端鄰靠金崙山，為一依山傍水的平緩谷地，景色寧靜且優美。

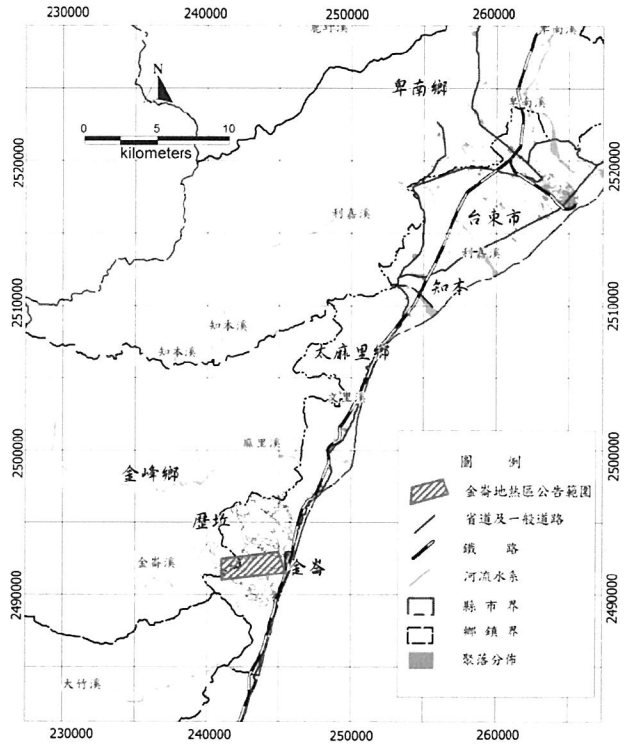


圖 1-1、金崙地熱區區位圖

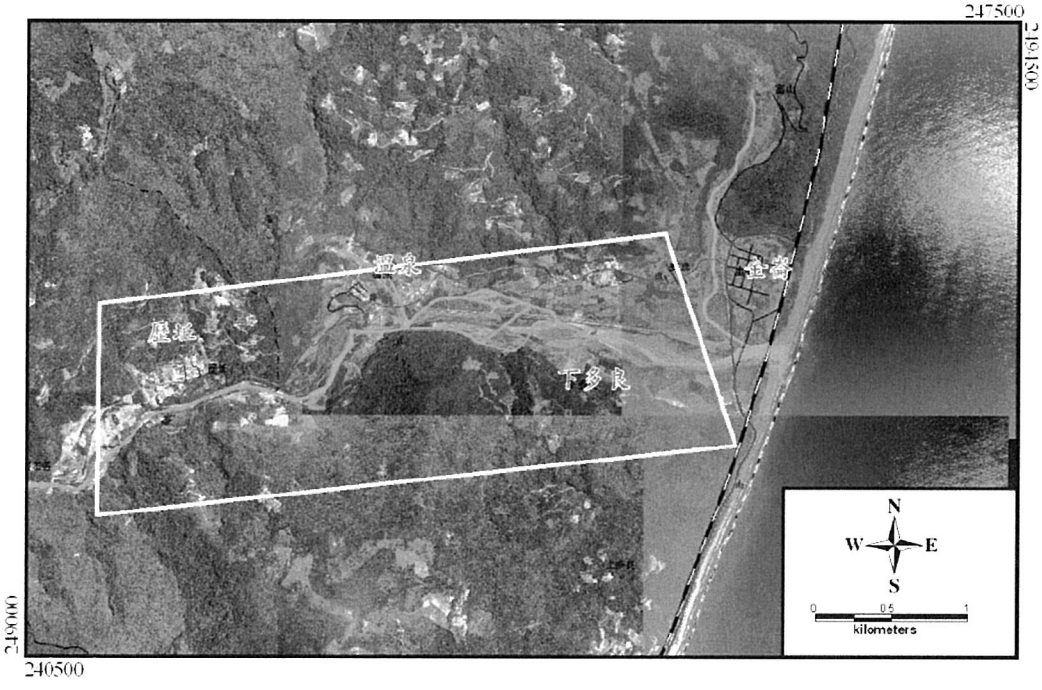
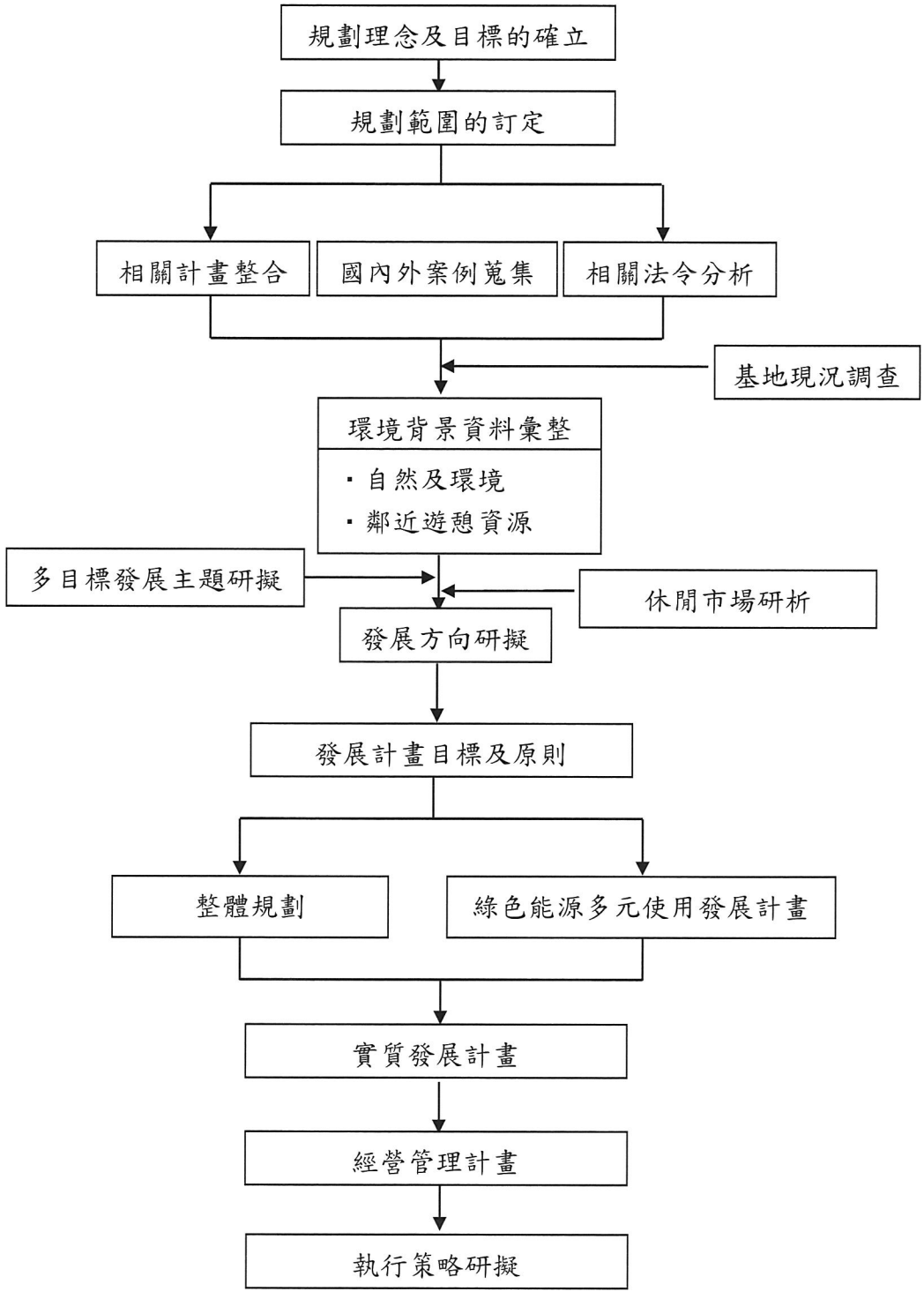


圖 1-2、金崙地熱區潛能區公告範圍圖

圖 1-3、金崙計畫範圍圖

1.3 工作流程


規劃理念及目標的確立
規劃範圍的訂定
相關計畫整合
國內外案例蒐集
相關法令分析
基地現況調查
環境背景資料彙整
・自然及環境
・鄰近遊憩資源
多目標發展主題研擬
休閒市場研析
發展方向研擬
發展計畫目標及原則
整體規劃
綠色能源多元使用發展計畫
實質發展計畫
經營管理計畫
執行策略研擬

2. 法令及相關計畫研析

2.1 相關法規研析

本計畫依據現行法令狀況，將開發營運相關法規分類為土地使用、觀光遊憩、農林保育、溫泉使用等類型。

金崙溫泉於溫泉開發使用中為「溫泉使用事業」，是指自溫泉取供事業獲得溫泉，作為觀光休閒遊憩、農業栽培、地熱利用、生物科技或其他使用目的之事業。

本計畫區域為非都市土地使用中之山坡地保育區，土地權屬多為國有財產局所擁有，用地類型多數為農牧用地，另有多數土地為未登錄地。計畫區域鄰近金崙溪下游處，計畫範圍面積共約30公頃（301,344㎡）。

2.1.1 土地使用

土地使用主題之法規檢討包含：非都市土地使用管制規則、非都市土地使用變更編定執行要點、申請開發遊憩設施區興辦事業計畫審查作業要點、非都市土地開發審議規範、山坡地建築管理辦法等。

2.1.1.1 非都市土地使用管制規則

本計畫區域為非都市土地使用中之山坡地保育區，用地類型皆為未登錄地以及農牧用地，計畫面積約30公頃，可變更做為風景區（本規則第12條）(表 2-1)，其相關用地類別可依其性質變更為交通用地、遊憩用地、特定目的事業用地（本規則第11 條），若開發範圍為非建築開發者則應依據水土保持法擬具水土保持計畫（本規則第48條），並依照相關用地類型進行建蔽率及容積率之規劃（本規則第9條）。

依據本規則44條規定，變更編定為遊憩用地者，申請人應依其事業計畫設置必要之保育綠地及公共設施；其設置之保育綠地不得少於變更編定面積百分之三十。

若興辦事業計畫範圍內土地，為坡度陡峭者、地質結構不良、地層破碎、活動斷層或順向坡有滑動之虞者；現有礦場、廢土堆、坑道，及其周圍有危害安全之虞者；河岸侵蝕或向源侵蝕有危及基地安全者；有崩塌或洪患之虞者等狀況者，不得做為建築用地使用（本規則49-1）。

表 2-1、「非都市土地使用管制規則」整理表

編號	摘要	本計畫相關	備註
第7條	未編定用地類別之土地	山坡地範圍內森林區、山坡地保育區及風景區之土地，在未編定使用地之類別前，適用林業用地之管制。	
第11 條第三項、第七項	用地類別變更	申請開發遊樂設施之面積達五公頃以上，應變更為特定專用區；申請開發為其他特定目的事業使用或不可歸類為工業區、鄉村區及風景區之土地達二公頃以上者，應變更為特定專用區。	
第12條	變更風景區	面積以二十五公頃以上為原則。	
第9條第七項	遊憩用地技術規則	建蔽率百分之四十，容積率百分之一百二十	
第9條第九項	特定目的事業用地技術規則	建蔽率百分之六十，容積率百分之一百八十	
第44條	變更編定為遊憩用地者	其設置之保育綠地不得少於變更編定面積百分之三十	
第48條	相關應擬具之計畫	山坡地範圍內各使用分區土地申請變更編定，其非為開發建築者，屬依水土保持法相關規定應擬具水土保持計畫，應另檢附水土保持機關核發之水土保持完工證明書；其為開發建築者，應另檢附主管建築機關核發之雜項工程完工查驗合格證明文件，依其開發計畫之土地使用性質，申請變更編定為允許之使用地。	
第49-1條	不得規劃作建築使用之用地	一、坡度陡峭者。二、地質結構不良、地層破碎、活動斷層或順向坡有滑動之虞者。三、現有礦場、廢土堆、坑道，及其周圍有危害安全之虞者。四、河岸侵蝕或向源侵蝕有危及基地安全者。五、有崩塌或洪患之虞者。六、依其他法律規定不得建築者。	

2.1.1.2 非都市土地使用變更編定執行要點

本執行要點第四條說明目的事業主管機關核准申請人所擬具之興辦事業計畫，應依非都市土地使用管制規則第三十條第四項規定徵得變更前目的事業主管機關及有關機關同意，並就事業計畫之可行性、必要性（或總量管制）、土地區位或面積規模等予以審查。審查期間應依據申請內容進行，必要時進行實地會勘。

2.1.1.3 申請開發遊憩設施區興辦事業計畫審查作業要點

依據申請開發遊憩設施區興辦事業計畫審查作業要點（以下簡稱本要點）檢核計畫區內相關使用區域之劃設。遊憩設施區內應劃設道路、停車場、生態綠地、污水處理、垃圾處理、水電供給及其他相關必要性服務設施（要點第四條），且規模不得少於五公頃（要點第五條）。

有關遊憩區興辦事業計畫應向交通部觀光局提出申請，申請時應備具申請書、土地登記謄本（以最近三個月內核發者為憑）、地籍圖謄本（土地使用範圍，以著色標明）、土地使用權利證明文件或土地取得方式、公司登記證明文件或其他相關證明文件、興辦事業計畫。興辦事業計畫應包括觀光產業分析（事業需要性、計畫可行性、與相關政府計畫及政策之配合情形、當地產業分析、市場評估及引進產業別之衝擊分析）、計畫構想（計畫位置及範圍、土地適宜性分析、預估開發模式、開發效益、開發預定進度、事業項目及事業內容）、經營管理計畫（經營管理內容、組織架構、經營策略、行銷推廣、活動與設施管理及安全管理等）、財務計畫（資金需求、籌措方式、成本分析）（本要點第六、七條）。

2.1.1.4 非都市土地開發審議規範

非都市土地申請開發區應符合區域計畫保育水土及自然資源、景觀及環境等土地利用方針（總編第六條），流程如圖 2-1。申請開發之基地不得位於森林區、重要水庫集水區；相關主管機關依法劃定應保護之地區（總編第九條）。為了便於整體規劃開發及水土保持計畫，土地應保持其完整性，如位於山坡地該連接部分最小寬度不得少於五十公尺，位於平地不得小於三十公尺（總編第十四條）。

另針對遊憩設施區部分（本規範第三編），有關遊樂設施區中的遊樂區其面積不得超過基地可開發面積百分之三十，旅館設施不得超過基地可開發面積之百分之五十五（第三編第四條）；保育區應以生態綠化方式強化及確保保育功能，高度十公尺以上之樹木及高度五公尺以上、面積三百平方公尺以上之樹林應予保存（第三編第五條）。針對區內必要性服務設施，如基地內停車場，大客車停車

位數依實際需求推估；小客車停車位數不得低於每日單程小客車旅次之二分之一，但經核准設置區外停車場者，不在此限；機車停車位數：不得低於每日單程機車旅次之二分之一，但經核准設置區外停車場者，不在此限（第三編第六條）。若基地之大客車出入口若臨接公共道路，則出入口應以多車道方式規劃，並留設大客車暫停空間，以確保公共交通之順暢（第三編第七條）。

表 2-2、「非都市土地開發審議規範」整理表

法規編號	項目類別	本計畫相關	備註
總編 第十六條	開發限制	平均坡度在百分之四十以上之地區，其面積之百分之八十以上土地應維持原始地形地貌，且為不可開發區，其餘土地得規劃作道路、公園、及綠地等設施使用。平均坡度在百分之三十以上未逾四十之地區，以作為開放性之公共設施或必要性服務設施使用為限，不得建築使用。	
總編 第十七條	保育原則 開發限制	基地開發應保育與利用並重，並應依下列原則，於基地內劃設必要之保育區，以維持基地自然淨化空氣、涵養水源、平衡生態之功能： (一)基地應配合自然地形、地貌及不穩定地區，設置連貫並儘量集中之保育區，以求在功能上及視覺上均能發揮最大之保育效果。除必要之道路、公共設施或必要性服務設施、公用設備等用地無法避免之狀況外，保育區之完整性與連貫性不得為其它道路、公共設施、公用設備用地切割或阻絕。 (二)保育區面積不得小於扣除不可開發區面積後之剩餘基地面積之百分之三十。保育區面積之百分七十以上應維持原始之地形地貌，不得開發。 (三)保育區面積之計算不得包括道路、公共設施或必要性服務設施、公用設備，且不得於保育區內劃設建築基地。	
總編 第十八條	保育原則	開發基地內經調查有下列情形之一，且尚未依相關法規劃定保護者，應優先列為保育區： (一)珍貴稀有之動、植物保護地區。 (二)主要野生動物棲息地。 (三)林相良好之主要林帶。 (四)文化資產之保護地區。 (五)經濟部認定之重要礦區且地下有多條舊坑道通過之地區。 (六)特殊地質地形資源：指基地內特殊之林木、特殊山頭、主要稜線、溪流、湖泊等自然地標及明顯而特殊之地形地貌。 (七)坡度陡峭地區：指坡度在百分之四十以上之地區。	
總編 第十九條	保育原則 開發限制	列為不可開發區及保育區者，應編定為國土保安用地，嗣後不得再申請開發，亦不得列為其它開發申請案件之開發基地。	

總編 第二十條	基地整地	二十、整地應依審查結論維持原有之自然地形、地貌，以減少開發對環境之不利影響，並達到最大的保育功能。其挖填方應求最小及平衡，不得產生對區外棄土或取土。但有特別需求者依其規定。 非屬山坡地之整地排水應依以下原則辦理：(一)挖填方計算應採用方格法，方格每一邊長為二十五公尺，並根據分期分區計畫分別計算挖填土方量。(二)整地應維持原有水路之集、排水功能，有須變更原有水路者，應以對地形、地貌影響最小之方式做合理之規劃，整治計畫並須徵得各該主管機關同意。	
總編 第二十一條	排水計畫	二十一、基地開發不得妨礙上、下游地區原有水路之集、排水功能。基地內凡處於二十五年洪泛區之任何設施皆應遵照水利法行水區之規定。	
總編 第二十二條	排水計畫-暴雨強度考量	基地開發後，包含基地之各級集水區，以二十五年發生一次暴雨產生對外排放逕流量總和，不得超出開發前之逕流量總和。並應以五十年發生一次暴雨強度之計算標準提供滯留設施，以阻絕因基地開發增加之逕流量，有關逕流係數之採用，得參考行政院農業委員會訂頒之水土保持技術規範，並取上限值計算。基地之範圍及形狀，無法自力提供滯留設施者，應取得同一集水區相關地主及居民之同意書，並協議共同提供相關基地之滯留設施。基地經過整地而改變集水區之範圍者，應以改變後之集水區為審議之基本單元，並須經主管水土保持、水利機關之同意。第一項逕流量之計算，應經依法登記開業之相關專業技師簽證。但由政府相關專業機關提供，並由機關內依法取得相當類科技師證書者為之者，不在此限。	
總編 第二十六條	聯絡道路規範	二十六、基地聯絡道路，應至少有獨立二條通往聯外道路，其中一條其路寬至少八公尺以上，另一條可為緊急通路且寬度須能容納消防車之通行。但經區域計畫委員會認定情況特殊且足供需求，並無影響安全之虞者，不在此限。	
第一編 第二十七條	基地外圍交通規範	二十七、基地開發應依下列原則確保基地通往中心都市之縣級（含）以上道路系統的順暢：(一)基地開發完成後，其衍生之尖峰小時交通流量不得超過該道路系統Ｄ級服務水準之最小剩餘容量，且其對鄰近重要路口延滯不得低於Ｄ級服務水準，優先申請者得優先分配剩餘容量。(二)前款道路系統無剩餘容量時，暫停核發開發許可。但有計畫道路或申請人提出交通改善計畫能配合基地開發時程，且徵得該道路主管機關之同意，並符合前款規定者，不在此限。	
總編 第三十二條	基地水土保持	三十二、開發後基地內之透水面積，山坡地不得小於扣除不可開發區及保育區面積後剩餘基地面積的百分之五十，平地不得小於百分之三十。但經區域計畫委員會認定無影響安全之虞者，不在此限。	
總編 第四十條	基地綠化	四十、申請開發案之土地使用與基地外周邊土地使用不相容者，應設置緩衝綠帶。寬度不得小於十公尺，且每單位平方公尺應至少植喬木一株，前述之單位應以所選擇喬木種類之成樹樹冠直徑平方為計算標準。但天然植被茂密經認定具緩衝綠帶功能者，不在此限。前項緩衝綠帶與區外公園、綠地鄰接部分可縮減五公尺。	

總編 第四十四 之一條		四十四之一、申請開發之基地位於河川新生地範圍者，應符合下列規定： (一)開發計畫書應敘明土地使用性質及相關防洪計畫之相容性，開發計畫應符合河流流域之整體規劃，以維持原有河系流向、河岸之平衡及生態系之穩定，將環境影響減至最小為原則。開發區土地利用應採低密度之規劃使用，明確說明其土地需求之計量方式，並依計畫目的及區位環境特性，編定適當土地使用分區及用地，且應視開發區之土地利用方式及鄰近地區需要，適當配置相關排水設施及防汛通路，以供防汛搶險之公共安全使用。 (二)開發計畫中應包含築堤造地計畫以敘明土地利用強度及堤防設計關聯性，並檢附於河川新生地開發築堤造地計畫摘要簡表（如附表六）。有關堤防結構型式之規劃設計應先考慮新生地之土地使用分區，以安全、經濟與河岸景觀、生態保育並重為原則，宜採親水性及生態工法之設計。有關堤防之興建及排水工程設計，並應先報請水利主管機關審核同意，施工前須向水利主管機關申請核准。 (三)開發計畫中應研訂環境維護計畫及土地處理計畫，以分期分區方式辦理開發者，並應說明開發各期與分區之資金來源及資金運用估算方式。因開發致可能影響鄰近地區之安全或對既有設施造成之損害，所採取之河岸防護措施，其防護計畫成本應納入開發申請案財務計畫中。 前項所稱河川新生地開發，係指涉及築堤造地及堤後新生地之開發者。	

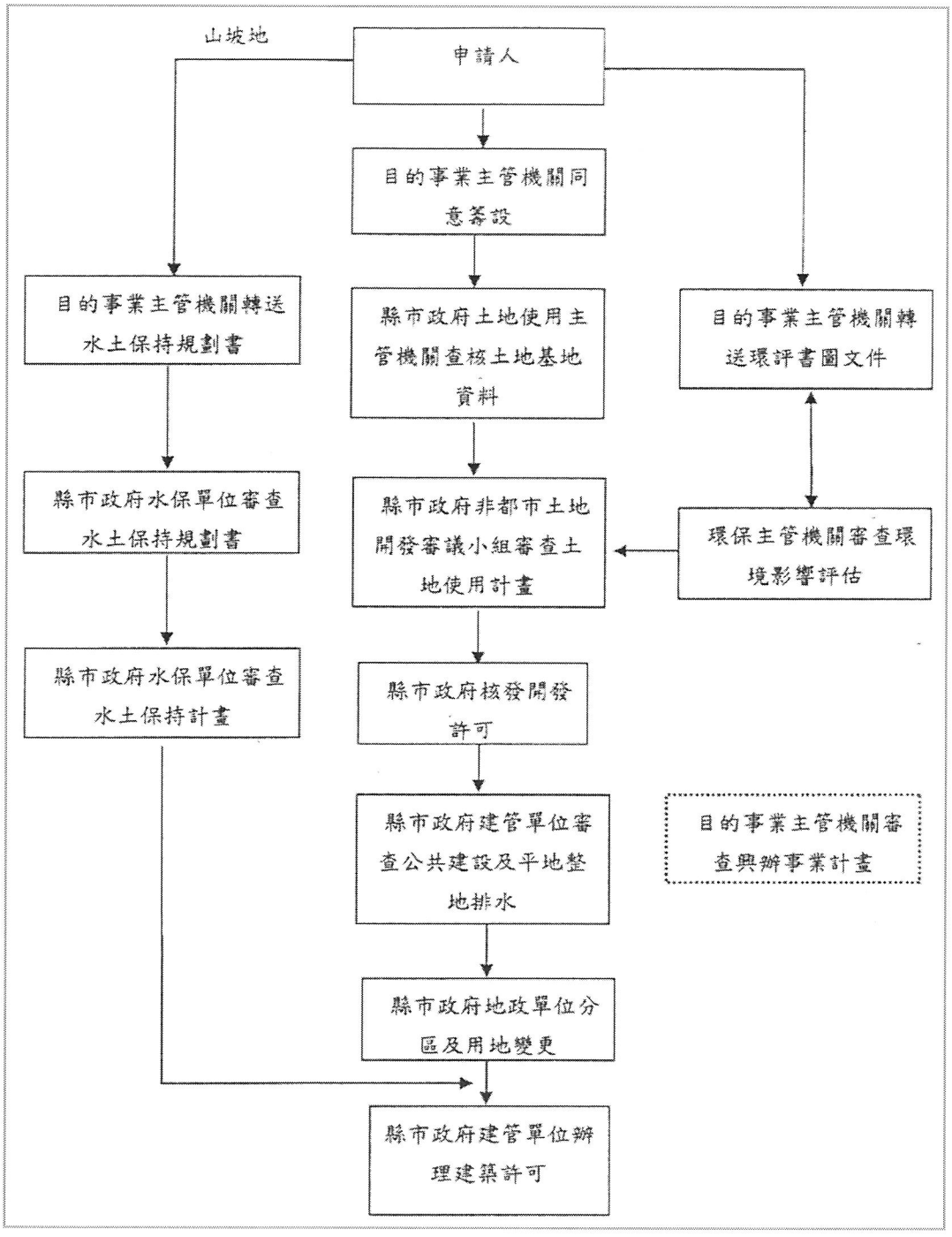


圖 2-1、非都市土地使用變更審議程序

2.1.1.5 山坡地建築管理辦法

依據本辦法第三條規定，山坡地開發建築面積不得少於十公頃。實施區域計畫地區之非都市土地，經依法辦理使用分區編定，依規定容許建築者不在此限。申請開發區域其相關交通、排水、電力、垃圾等公共設施皆應配合辦理（本辦法第六條），且建築基地每宗土地面積不得小於一百八十平方公尺，且應臨接四公尺以上道路，其臨接長度不得小於六公尺（本辦法第十條）。

2.1.2 觀光遊憩

觀光遊憩主題之法規檢討包含：發展觀光條例、風景特定區管理規則、台灣省鼓勵民間投資興辦風景特定區觀光遊樂設施要點。

2.1.2.1 發展觀光條例

本計畫於發展觀光同時應配合遊客需求，強化交通及旅宿之需求，並視實際資源之情形，將重要風景或名勝地區，劃定風景特定區（本條例8、9、10條）。為維持觀光地區及風景特定區之美觀，區內建築物之造形、構造、色彩等及廣告物、攤位之設置，得實施規劃限制（第12條），並應設置專業導覽人員，除提供解說外，也可減少破壞行為發生（第19條）。

在經營管理部分，觀光旅館除提供住宿外，其業務範圍還包括附設餐飲、會議場所、休閒場所及商店之經營（第22條）。因本計畫位於金崙溪之下游，鄰近水域，若未來涉及水域活動之使用，為維護遊客安全，應對水域遊憩活動之種類、範圍、時間及行為限制之，並得視水域環境及資源條件之狀況，公告禁止水域遊憩活動區域（第36條）。

2.1.2.2 風景特定區管理規則

風景特定區之劃設得由交通部委任觀光局組成評鑑小組，劃分為國家級、直轄市級及縣 (市) 級二種等級。為增進風景特定區之美觀，擬訂風景特定區計畫時，有關區內建築物之造形、構造色彩及廣告物、攤位之設置，應依規定實施規

劃限制（本規則第8條）。另本規則第11條亦明訂主管機關為辦理風景特定區內景觀資源、旅遊秩序、遊客安全等事項，得於風景特定區內置駐衛警察或商請警察機關置專業警察。且於區內若未經許可不得進行採伐竹木；探採礦物或挖填土石；捕採魚、貝、珊瑚、藻類；採集標本；水產養殖；使用農藥；引火整地；開挖道路等活動（本規則第14條）。區內相關遊憩設施之建設皆需主管機關偕同其他目的主管機關許可（本規則第9條）。

2.1.2.3 促參法訂定民間機構參與公共建設方式

依促參法第八條之規定，民間機構參與公共建設有下列方式：

(1)由民間機構投資興建並營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。

(2)由民間機構投資興建完成後，政府無償取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(3)由民間機構投資興建完成後，政府一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(4)由政府委託民間機構，或由民間機構向政府租賃現有設施，予以擴建、整建後並為營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(5)由政府投資興建完成後，委託民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

(6)為配合國家政策，由民間機構投資興建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人營運。

(7)其他經主管機關核定之方式。

有關上述民間參與方式分述如下：

(1)BOT（興建—營運—移轉）

依據促參法第八條第一項第一款規定：「由民間機構投資興建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。」

(2)BTO（興建—移轉—營運）

依據促參法第八條第一項第二款規定：「由民間機構投資興建完成後，政府無償取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。」及第三款：「由民間機構投資興建完成後，政府一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。」

(3)ROT（擴建整建—營運—移轉）

依據促參法第八條第一項第四款規定：「由政府委託民間機構，或由民間機構向政府租賃現有設施，予以擴建、整建後並為營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。」

(4)OT（營運—移轉）

依促參法第八條第一項第五款規定：「由政府興建完成後，委託民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府」。

(5)BOO（興建—擁有—營運）

依促參法第八條第一項第六款規定：「為配合國家政策，由民間機構投資興建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人營運」。

2.1.3 農林保育

農林保育主題之法規檢討包含：山坡地保育利用條例、環境影響評估法、水污染防治法、水土保持法、水利法、水利法施行細則、台灣省河川管理規則。

2.1.3.1 山坡地保育利用條例

本計畫區之土地使用為山坡地保育區農牧用地，未來在用地使用上，應按土地自然形勢、地質條件、植生狀況、生態及資源保育、可利用限度及其他有關因素，依照區域計畫法或都市計畫法有關規定，分別劃定各種使用區或編定各種使

用地（第6條）。山坡地作為遊憩用地使用應實施水土保持之處理與維護（第9條）。

2.1.3.2 環境影響評估法

依據本法第六條，進行遊樂區、風景區、高爾夫球場及運動場地之開發，應實施環境影響評估。

2.1.3.3 水土保持法

依據本法第12條第四項水土保持義務人於山坡地或森林區內從事開發遊憩用地時，應先擬具水土保持計畫，送請主管機關核定，如屬依法應進行環境影響評估者，並應檢附環境影響評估審查結果一併送核。

2.1.3.4 水利法

計畫區內涉及地下水之運用，依據水利法（以下簡稱本法）第三條水利事業謂用人為方法控馭，或利用地面水或地下水，需依本法之興辦。水利法主要涉及水利區、水權之申請及水利事業之興辦、水道防護、水之蓄洩等相關項目規定，水權的使用應瞭解用水標的、引用水源、用水範圍、引水地點、退水地點、引用水量、水井深度、用水時間等（本法第三十八條）。

河川區域內，禁止填塞河川水路；毀損或變更河防建造物、設備或供防汛、搶險用之土石料及其他物料；啟閉、移動或毀壞水閘門或其附屬設施；建造工廠或房屋；棄置廢土或其他足以妨礙水流之物；在指定通路外行駛車輛；其他妨礙河川防護之行為（第七十八條）。河川區域內之下列行為應經許可：施設、改建、修復或拆除建造物；排注廢污水或引取用水；採取或堆置土石；種植植物；挖掘、埋填或變更河川區域內原有形態之使用行為；圍築魚塭、插、吊蚵或飼養牲畜；其他經主管機關公告與河川管理有關之使用行為（第七十八條之一）。

堤址至河岸區域內栽種之蘆葦、芟草、楊柳或其他草木，有防止風浪之功效者，無論公有、私有，非在防汛期後，不得任意採伐（第八十條）。水道沙洲灘地，不得圍墾（第八十一條）。

2.1.3.5 水利法施行細則

本法第三十條第二款、第三十五條第三款、第三十八條第四款所定之水權年限，在本法第十八條第一項各用水標的之水權為三年至五年。但引用水源為溫泉水權者，本法第十八條第一項各款用水標的之水權為一年至二年。本法第四十四條之臨時用水執照，其核准臨時使用權年限，每次不得逾二年。

2.1.4 溫泉使用相關

2.1.4.1 溫泉法

本法第五條規定，溫泉取供事業開發溫泉，應附土地同意使用證明，並擬具經水利技師及應用地質技師或礦業技師簽證之溫泉開發及使用計畫書，向直轄市、縣（市）主管機關申請開發許可；變更時，亦同。

國家公園、風景特定區、國有林區、森林遊樂區、水質水量保護區或原住民保留地者，各該管機關亦得辦理溫泉取供事業。

本法第六條規定溫泉露頭及其一定範圍內，不得為開發行為。

(1)溫泉露頭位置：河床或溪谷旁、岩盤或岩壁、沖積層或崩積層、海域、海岸或其他。

(2)禁止開發之一定範圍：影響溫泉水流量之地區(水平距≧10m)、影響溫泉水質之地區(水平距≧10m)、破壞溫泉特別景觀之地區(水平距≧20m) (A)自然噴泉(B)溫泉水或特殊礦物質沉澱或結晶造成之特殊外觀(C)海底溫泉、造成溫泉環境污染之地區(水平距≧10m)

2.1.4.2 溫泉開發許可辦法

溫泉開發及使用計畫書，應載明申請人基本資料、溫泉開發位置基本資料以及影響評估、土地使用相關基本資料、開發範圍之溫泉地質報告、溫泉取用目的、溫泉使用規劃、取用計畫、開發圖說、工程預算、財務計畫等十一項內容（本法

第四條）。溫泉開發及使用計畫書、溫泉使用現況報告書，應經水利技師及應用地質技師或礦業技師之簽證（本法第六條）。

2.1.4.3 溫泉區土地及建築物使用管理辦法

本法第五條規定溫泉區內溫泉設施規劃設置原則如下：1.溫泉儲存塔、溫泉取供設備及溫泉使用廢水處理等設施應在不妨礙溫泉產業發展，並兼顧地區景觀之原則下，於適當地點設置之。2.溫泉管線之設置，應就溫泉使用人口、土地使用、交通、景觀等現況及未來發展趨勢，按使用需求情形適當配置之。

本法第六條規定溫泉區建築物及相關設施之建築基地，受山坡地坡度陡峭不得開發建築之限制者，直轄市、縣（市）政府應考量溫泉區發展特性，依建築技術規則建築設計施工編第二百六十二條第三項但書規定，另定規定審查。

溫泉區建築物及相關設施之建築基地，受應自建築線或基地內通路邊退縮設置人行步道之限制者，直轄市、縣（市）政府應考量溫泉區特殊情形，依建築技術規則建築設計施工編第二百六十三條第二項規定，就退縮距離或免予退縮，訂定認定原則審查。

2.1.4.4 溫泉露頭一定範圍劃定準則

溫泉露頭位置可分為河床或溪谷旁、岩盤或岩壁、沖積層或崩積層、海域或海岸（本法第2條）。溫泉露頭一定範圍是指影響溫泉水流量之地區、影響溫泉水質之地區、破壞溫泉特別景觀之地區、造成溫泉環境污染之地區（本法第3條）。其溫泉露頭一定範圍之劃定，應依實地現況因地制宜劃設，其劃設範圍水平距離至少應有十公尺以上，但具特別景觀者，水平距離至少應有二十公尺以上（本法第4條）。

2.2 相關計畫研析

2.2.1 上位計畫

2.2.1.1 臺灣東部區域計畫第一次通盤檢討（1984.7）

臺灣東部區域計畫於民國七十三年七月由省府公告實施，目前原擬訂機關省住都局依區域計畫法第13 條規定及配合十四項重要建設、國建六年計畫等國家重要建設計畫及臺灣地區綜合開發計畫之修訂，辦理臺灣東部區域計畫（第一次通盤檢討），該案已完成草案之修訂，正循法定程序辦理審核。因此在本案相關計畫中採用住都局已完成之檢討草案。

(1)計畫範圍：

包括花蓮縣與台東縣之全部行政區域，共計29 個市鄉鎮（2 個縣轄市、4 個鎮、15 個平地鄉、8 個山地鄉），面積8143.8 平方公里。

(2)與本計畫之關連：

金崙地區在臺灣東部區域計畫中劃設為地熱礦區，具開發價值。而金崙溫泉在東部區域計畫之遊憩系統中屬台東系統，並將其定位為地方性、目的型的遊憩系統。

2.2.1.2 重要觀光景點建設中程計畫（民國97至100年）（2008.6）

為因應觀光產業逐漸重要之趨勢，及國人因週休二日以及對休閒度假意識逐漸抬頭，而擬定此計畫。國民旅遊人數逐年升高，每年平均出遊次數約4.4次，每次平均停留1.67日，遊憩行為亦逐漸傾向定點、主題、樂活(LOHAS)、養生健康之旅遊風潮。但接待質量提升，發展尊重自然、重視資源之永續觀念。其內容與本計畫相關項目如下：

(1)觀光建設需考量：觀光建設軟硬體並重、交通運輸接駁服務升級、環境整體配套及國際化、觀光設施永續經營、服務設施及服務品質提升。

(2)將「套裝旅遊線」概念，轉換成「遊憩區域」概念，將台灣分為北部地區、中部地區、南部地區、東部地區、離島地區等5大區域，集中資源投資「焦點建設」及其周邊旅遊環境及服務品質提升，以突顯政府投資重點及效益。

2.2.1.3 東部永續發展綱要計畫（96至104年）(2007.3)

為建設東部為具備多元文化特質、自然景觀、優質生活環境與國際級觀光景點之區域永續發展典範，內容包含永續經濟、永續社會及永續環境等三大面向。

(1)東部地區適合發展觀光渡假、有機休閒、優質生活、文化創意及海洋生技等五大利基型產業，並應以觀光產業發展為主軸，形成泛觀光產業群聚。

(2)重要策略為：以發展觀光渡假產業為主軸；善用自然資源與特色，發展觀光渡假、有機農業、文化創意、海洋生技等優質生活產業。在「永續環境」方面在於保護生態資源，維持競爭優勢，其重要策略為建構花東優質景觀廊道。

2.2.1.4 台東縣觀光發展綱要計畫 (1998.07)

台東縣觀光發展綱要計畫仍延續綜合發展計畫永續發展之主軸，並提出下列五項策略：

(1)經由區域地景、產業資源及生活氛圍、區域CIS系統之建構，凸顯各區域旅遊活動之主題特色與空間意象。

(2)強化各系統旅遊帶下的次級旅遊圈之可遊性。

(3)旅遊資訊服務設施之設置應以各區域之特色為依據。

(4)配合各區域之旅遊活動的引入，發展多樣化的區間旅遊運具。

(5)將金崙溪中下游河谷規劃為溫泉風景區，發展溫泉旅遊事業。

2.2.1.5 台灣省溫泉風景區開發建設綱要計畫

對全省各處溫泉遊憩據點作整體性之規劃，以滿足國民旅遊及療養健身之需求。

(1)計畫範圍：台灣省

(2)與本計畫之關連：規劃開發金崙溫泉區為一高品質之遊憩據點，並建議提高交通可行性及與鄰近風景據點之聯繫性。

2.2.1.6 促進東部地區產業發展計畫

為促進東部地區工商發展，依據國土綜合開發計畫，並納入釋出東部地區公有土地，提供民間投資觀光遊憩設施而訂定此項計畫。並以加速公共建設投資，改善東部地區發展環境；協助民間投資，發展相關產業；釋出公有土地，增修訂定相關法令；強化推動組織，加速投資計畫審查流程等為發展策略。

(1)計畫範圍：東部地區

(2)與本計畫之關連：本計畫區已列入促進東部地區產業發展計畫中之發展觀光遊憩產業，規劃金崙溫泉區修養、療養渡假基地並由政府規劃、鼓勵民間投資。

2.2.2 相關計畫

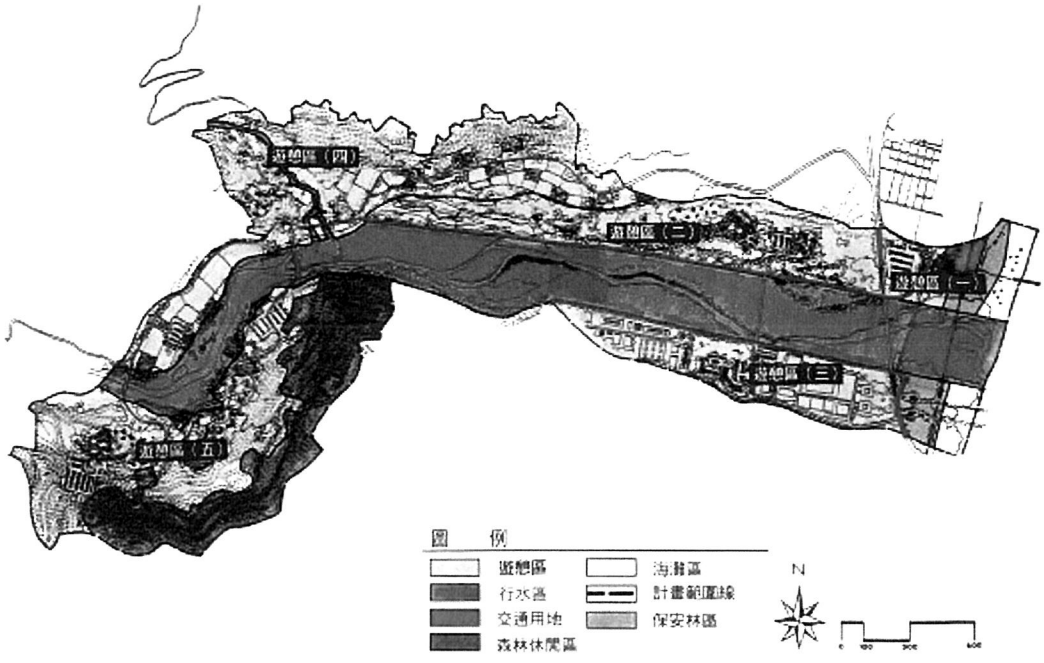
2.2.2.1 溫泉鄉之旅主題觀光發展計畫

此計畫乃針對台東縣境內溫泉區進行整體檢視，主要為軟體之形象設計、遊程設計及旅遊祭行銷活動，重新塑造台東溫泉鄉的旅遊深度，並導入社區參與機制，透過居民之參與及溝通，擬定觀光發展的管理制度，及制訂空間發展準則，以建立後續相關開發建設之依據。

2.2.2.2 金崙溫泉區觀光度假基地開發計畫（台東縣政府，1999.05）

金崙溫泉區全區共計約351公頃，其中包括有五個遊憩區、海灘區、森林休閒區及行水區等，包含觀光旅館、原住民休閒遊樂、產業觀光、海灘遊樂、河濱遊樂、森林浴及旅遊服務區等。

本計畫為金崙溫泉區中的第三遊憩區，其相關規劃如下：



（資料來源：金崙溫泉區觀光度假基地開發計畫）

圖2.2-1 金崙溫泉區規劃土地使用分區計畫圖

表2.2-1 金崙溫泉區規劃構想整理表

分區	使用性質	允許使用項目	開發強度	土地變更方式	開發方式
遊憩區一	資訊提供 遊客服務	1.入口及服務中心 2.交通接駁廣場 3.深海水抽取管線 4.餐飲暨販賣服務區 5.公園　6.停車場 7.其他遊樂區所需之相關設施	1.依非都市土地使用管制規則 2.距離河堤道路保留15公尺退縮綠帶後方可建築 3.建物簷高需低於10.5公尺	依非都市土地使用管制規則開發許可制之精神辦理個案變更，山坡地10公頃以上始可申請變更為遊憩用地其餘保持原土地使用編定	公部門公共建設
遊憩區二	休閒遊樂	1.觀光旅館休閒度假村 2.地熱、溫泉主題等遊樂設施 3.相關醫療、復健養療之休閒設施 4.公園　5.餐飲販賣設施 6.使用溫泉所需之相關設施	1.依非都市土地使用管制規則 2.距離河堤道路保留15公尺退縮綠帶後方可建築 3.建物簷高需低於10.5公尺	依非都市土地使用管制規則開發許可制之精神辦理個案變更，山坡地10公頃以上始可申請變更為遊憩用地其餘保持原土地使用編定	獎勵民間投資
遊憩區三	**休閒遊樂**	**1.休閒度假村 2.地熱、溫泉主題等遊樂設施 3.海洋能利用與研發展示設施 4.農業及養殖相關設施 5.使用溫泉所需之相關設施 6.餐飲販賣設施　7.公園 8.相關醫療、復健養療之休閒設施**	**1.依非都市土地使用管制規則 2.距離河堤道路保留15公尺退縮綠帶後方可建築 3.建物簷高需低於10.5公尺**	**依非都市土地使用管制規則開發許可制之精神辦理個案變更，山坡地10公頃以上始可申請變更為遊憩用地其餘保持原土地使用編定**	**獎勵民間投資 原住民保留地應與行政院原民會研究原住民土地發展政策後，再行開發**
遊憩區四	原住民休閒遊樂及產業觀光	1.地熱、溫泉主題等相關遊樂設施 2.使用溫泉所需之相關設施 3.農牧使用或民宿設施 4.餐飲、販賣設施 5.公園 6.服務站及農特產展售中心 7.原住民文化建設	1.依非都市土地使用管制規則 2.建物簷高需低於10.5公尺	依非都市土地使用管制規則開發許可制之精神辦理個案變更，山坡地10公頃以上始可申請變更為遊憩用地其餘保持原土地使用編定	公部門及私部門各自投資 原住民保留地應與行政院原民會研究原住民土地發展政策後，再行開發
遊憩區五	原住民休閒遊樂及產業觀光	1.休閒度假住宿設施 2.地熱、溫泉主題等相關遊樂設施 3.農牧或民宿設施 4.餐飲販賣設施 5.商店街、公園 6.使用溫泉所需之相關設施 7.服務站及農特產展售中心	1.依非都市土地使用管制規則 2.建物簷高需低於10.5公尺		獎勵民間投資
海灘區	公共使用	1.簡易休憩亭	建議其開發規模限定為建蔽率1%；容積率2%		公部門公共建設
保安林區	環境維護	1.景觀設施　2.親水設施 3.深海水抽取管線	依非都市土地使用管制規則		公部門公共建設
森林休閒區	環境維護公共設施	1.步道 2.簡易休憩亭	不可做建築使用		公部門公共建設
交通用地	公共使用	3.道路及共同管線	依實際需要		公部門公共建設
行水區	環境維護公共設施	1.提防　2.景觀及親水設施 3.管路設施 4.使用溫泉所需其他相關設施	依台灣省河川管理規則		公部門公共建設

（資料來源：金崙溫泉區觀光度假基地開發計畫）

2.2.2.3 金崙溫泉區(第一期)申請書暨開發事業計畫書（2006）

金崙溫泉區第一期開發計畫主要為金崙溫泉區整體計畫中之第二遊憩區，面積約計38.4570 公頃，為區域中之觀光渡假旅館開發基地之一。金崙溫泉區觀光度假基地位於金崙溪下游之左岸，位於本計畫區之對岸。相關開發內容整理如下：

表2.2-2金崙溫泉區第一期開發內容整理表

	專業SPA理療類型	休閒溫泉水療類型	溫泉泡湯類型
活動行程建議	a. 清新健康醫療之旅 b. 旅遊沐浴養生遊程	a. 運動的新樂園 b. 洗浴保健新體驗 c. 明媚風光隨性行	a. 溫泉泡湯之旅
基本設施	健身設施（含美容健身中心、醫學中心、浴療中心等。）、休閒設施（含游泳池、運動設施）、住宿設施、健康休閒餐廳（可同時品嚐西式、中式、山地風味的飲食或藥膳）及其它景觀設施。	溫泉洗浴設施、水療設施（KURHAUS）、休閒設施、運動設施、住宿設施、餐廳及其它景觀設施。	露天風呂、室內洗浴男湯、女湯
專業服務	結合專業醫師、專業護士、專業工作人員，全天候提供渡假者各種休閒性、健身性、諮詢服務的需求。	巴士接駁、遊程安排、溫泉養療專業諮詢	風味料理、溫泉養療專業諮詢
房間總數	850間（含250間獨棟VILLA式旅館、600間集中式旅館）		

資料來源：金崙溫泉區(第一期)申請書暨開發事業計畫書）

3. 環境資源調查分析

3.1 自然環境

3.1.1 地文

台東縣西部沿縣界為由中央脊樑山脈連峰所盤亙；其北起三叉山（3,494m）、南達馬羅寺山（1,471m），山脊線全長約135公里。金崙地熱溫泉區位在山脈東南端大武山列之東麓，由南大武山—金崙山及衣丁山—呀里吼山等兩支脊所夾之金崙溪谷地。區內除虷泉山一帶山峰海拔高在1,000公尺以上(最高峰為虷泉山海拔高為1,054公尺)，餘皆在1,000公尺以下圖 3-1。

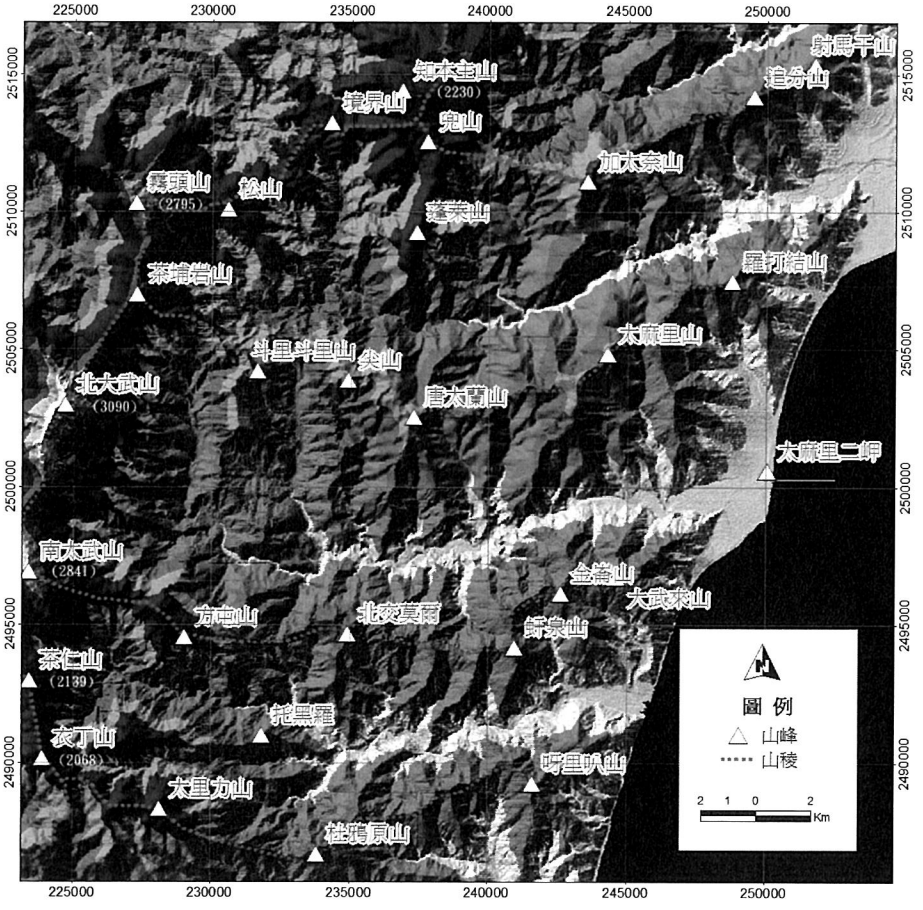


圖 3-1、台東縣東南地區大武山列及其東麓高程暈染圖

3.1.2 水文

3.1.2.1 金崙溪流域

台東縣東南部在流域水系分區屬於台東沿海河系，而金崙溪河系發育於中央山脈東麓，屬於普通河川，發源於南大武山(2,841公尺)，水系呈樹枝狀，全長為29.6公里，全流域面積為135,94平方公里，本溪上游坡度較大，中、下游較平緩，於金崙村附近入海。金崙溫泉公告範圍皆分佈於金崙溪河系之金崙集水區，為由虷子崙、大武來山、虷泉山、呀里叭山及瀧山等山峰或脊區所圍繞而成之圈谷型集水域，流域面積約為35.17平方公里。

在金崙溪的兩側為了便於機動性車輛、非機動性車輛以及行人的通行，建置了多座連接兩岸的跨橋，重要的結構橋梁包含南迴鐵路橋、新、舊阡仔崙橋、虹橋等，相關基本資料請詳表3-1。

表 3-1、金崙溪河道規劃河段內跨河橋梁之水理檢討成果表

橋梁名稱	檢驗高程（M）	計畫河寬（M）	現況橋長（M）	現況梁底高（M）	主管單位
南迴鐵路橋	7.24	564	564	14.78	公路總局
舊阡仔崙橋	7.52	180	180	9.29	公路總局
阡仔崙橋	8.41	452	452	9.85～14.13	公路總局
虹橋	39.61	110	110	45.49	縣政府

資料來源：金崙溪規劃治理規劃報告（2008）

3.1.2.2 地下水

金崙地區之土層含礫夾砂、砂層，厚度在1500公尺以上，其含水及透水性均強，為台東縣地下水廣泛且豐富之蘊藏區，總蘊藏量為3,523.51百萬立方公尺。金崙地區之地下水為甚高，而其東西側則鄰近和到處有數處露頭之湧泉，地下水出水量甚為充足。

3.1.3 地質

金崙地熱區位處中央山脈地質區東南隅，依據地理分布情況及變質度又可區分為兩分區；中央山脈東翼地質區，出露地層為先第三紀地層，岩性以中、高度

變質岩為主的大南澳片岩為主；中央山脈西翼地質區以第三紀亞變質岩區地層，主要組成為低度變質之板岩。兩地質區分別以比魯斷層及射馬干山斷層在西面及南面相隔；大南澳片岩區位在本區東北側，變質板岩區位在本區西側及南側。台灣東南部之地熱溫泉露頭，主要以出露於第三紀亞變質岩區。

3.1.3.1 地層

(1)中央山脈東翼地質區

中央山脈東翼地質區位於中央山脈東斜面，北起蘇澳、南迄台東，南北長約240公里，最寬部份在北方，約30公里，寬度向南逐漸減少，至台東附近僅10公里左右。

本區為台灣最古老的地質和構造單元，為由古生代晚期或中生代之先第三紀變質雜岩為主；其係由原來的沉積岩和火成岩，經過變質作用造成的各種片岩和石灰岩所組成，其中夾有少量的片麻岩和混成岩，通稱為大南澳片岩。根據岩性，大南澳片岩可以分為：（A）片麻岩及混合岩(PM1)；（B）大理岩(PM2)；（C）黑色片岩、綠色片岩、燧石(PM3)；（D）黑色片岩(PM4)等地質單位。

(2)中央山脈西翼地質區

中央山脈西翼地質區在區位上為構成東翼先第三紀變質雜岩以西的一個地質分區；在地形上，大都為中央山脈最高的脊樑嶺線地帶，因而又稱為脊樑山脈帶。本地質區範圍北自蘇澳，向南可延伸到恆春半島而且包圍了中央山脈東側之大南澳片岩的南端；在中央山脈東南側從台東到玉里的一條狹長板岩和千枚岩也屬於此地質亞區(何春蓀，1994)。脊樑山脈帶西邊以梨山斷層與雪山山脈帶相隔，東面則以不整合方式和斷層方式與中央山脈東翼地質區相隔。

中央山脈西翼地質區出露之岩石，大部份是由堅硬或是經過輕度變質的第三紀泥質沉積岩組成。泥質岩在西邊以板岩為主，向東漸變為變質度稍高之千枚岩，更往東轉變為變質度更高的片岩(何春蓀，1994)。本地質亞區所出露之地層有第三紀始新世之畢祿山層(Ep)及中新世之盧山層(Ml)。畢祿山層以板岩和千枚

岩為主要岩性，但是在變質的泥質岩層中夾有較厚的變質砂岩；於板岩中偶夾有綠色至暗紅色的火成岩體為本層一個主要指標(何春蓀，1994)。

盧山層大部分由黑色至深灰色的板岩及千枚岩為主，偶夾深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散佈的泥灰岩團塊，它的全部厚度估計當在數千公尺上下。

3.1.3.2 地質構造

本區主要地質構造有比魯斷層及射馬干山斷層。比魯斷層分布於本區西側，露出位置在比魯一帶；斷層走向在北面略呈北北東走向，往南變成轉為南南西走向；斷層上盤大南澳片岩及盧山層。射馬干山斷層，露出位置在台22號公路；斷層走向東北—西南走向，往西南為比魯斷層所截，上盤為盧山層，下盤為大南澳片岩(工研院能資所，1982)。

本基地之地層為河床堆積材料，基地內地層的主要構成材料以礫石(砂岩、變質岩塊等)、粗砂、細砂及泥為主。這些物質整個覆蓋在基地的地表面，礫石大小不一，礫石間並充填粗砂、細砂及沈泥，彼此呈緊密接觸。

3.1.3.3 動植物生態

以下就規劃範圍內（金崙地區）相關動物、植物生態進行介紹，作為瞭解周邊物種遷移或生長關係之資訊：

(1)動物生態

由於開發較晚，區內林相豐富且完整，有相當多樣化的生態環境。但金崙溪兩岸經墾植後，野生動物中對生態環境較為敏感之動物，大多遷離本區，故本基地自農墾開發後已無生物棲息地，並無須特別保護措施。規劃範圍內各類動物概況分別詳述如下：

(A)鳥類

本區包含20科29種鳥類，資料顯示屬於農委會公告保育類I級野生動物之鳥類有赫氏角鷹、藍腹鷴、朱鸝及黃魚鴞。另外亦屬於保育類動物的分別是珍貴稀有保育種大冠鷲、領角鴞、翠翼鳩、畫眉，以及屬其它應予保育類之烏頭翁。烏

頭翁幾乎隨處可見，屬於台灣特有種。基地內麻雀也隨處可見，數量為鳥類中最多的一種。

(B)哺乳類

哺乳類動物包含刺鼠，為台灣特有之物種。另還有錢鼠。多數為田野中常見之物種。

(C)魚類

數量較高者為臺灣石[illegible]、臺灣馬口魚及日本禿頭鯊，然前兩種為由西部引進入侵者，皆非東部河川之固有魚種，而固有魚種—鯝魚在本流域則極為少見。

(D)兩棲類

當地數量最多的蛙類，是屬於保育類之黑蒙西氏小雨蛙，其次是日本樹蛙及澤蛙。

(E)爬蟲類

本地爬蟲類包含雨傘節、眼鏡蛇、龜殼花、大頭蛇、青蛇及錦蛇，其中雨傘節、眼鏡蛇、龜殼花及錦蛇是保育類蛇種，屬於農委會所公告之珍貴稀有等級。大頭蛇和青蛇則是較常見的爬蟲類。

(F)蝴蝶類

在研究範圍內，以蕉弄蝶、劍鳳蝶、島嶼黃蝶、蚜灰蝶等為特殊蝶類，在金崙溪溪床因長穗木等蜜源植物生長茂盛，蝶類又以黃蝶較為優勢。

(2)植物生態

規劃範圍內植生豐富，以不同植生型態來描述：

(A)喬木

包含白榕、白雞油、茄苳、大葉楠、雀榕、山枇杷、澀葉榕、九芎、幹花榕、血桐、無患子、鵝掌柴、台灣欒樹、山黃麻、蟲屎、菲律賓饅頭果、港口木荷、小西氏楠、大葉柯、厚殼桂、紅楠、山紅柿、烏心石、瓊楠、楊梅等。

(B)小喬木

樹種有軟毛柿、咬人狗、樹杞、三葉山香圓、交力坪鐵色、刺杜密、小梗木薑子、羅氏鹽膚木等

(C)灌木

較常見的包含長穗馬藍、木芙蓉、九節木、台灣杜鵑、山龍眼、圓葉冬青、狹葉莢迷、西施花、銳脈木薑子、山柚及山棕。

(D)地被

包含台灣蘆竹、月桃、甜根子草。

(E)河堤植生

銀合歡為常見之樹種，在河堤邊則以甜根子草、紅毛草、大黍、牛筋草、茵陳蒿、咸豐草等植栽混生，屬於該區優勢族群。草地中還可以見到合萌、黃野百合、鐵掃帚，美洲含羞草、含羞草、田菁等豆科植物。

除銀合歡外仍有不少灌木或小喬木散生於草生地、河堤上，如：椴葉野桐、羅氏鹽膚木，土密樹、血桐、相思樹、香苦草、駁骨丹、冬葵子、山芙蓉、楝樹、構樹，稜果榕、車桑子等。

3.1.4 氣候環境

本計畫區位居台灣本島之東南方，大體而言，屬於熱帶型氣候。因背負中央山脈，受外海之黑潮暖流影響，氣候冬暖夏熱。基地周邊共有台東以及大武兩個氣象測站，其中計畫範圍較鄰近大武測站，因此以下依中央氣象局氣象年報大武測站之基本資料分項說明如下表(表 3-2)：

表 3-2、大武氣象站氣候資料統計表

項目	降雨量	降雨日數	平均氣溫	相對濕度	最高氣溫	最低氣溫
單位	毫米	天	攝氏度	百分比	攝氏度	攝氏度
1月	54.9	14	20.1	72	23.7	17.3
2月	54.0	13	20.6	74	24.3	17.8
3月	48.9	12	22.6	75	26.5	19.4
4月	82.3	12	24.7	76	28.8	21.4
5月	198.2	15	26.5	79	30.6	23.2
6月	367.4	16	28.0	79	32.3	24.6
7月	366.5	13	28.6	78	32.9	25.1
8月	428.3	16	28.1	80	32.2	24.7
9月	338.1	17	27.2	79	31.2	24.0
10月	223.7	15	26.0	74	29.5	23.0
11月	80.8	12	23.7	72	27.1	20.9
12月	46.1	11	21.3	71	24.6	18.5
合計	2289.2	166	24.8	75	28.6	21.7
統計期間	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000

資料來源：中央氣象局

3.1.4.1 風速與風向

金崙地區歷年各月之平均風速為1.7m/sec～3.1m/sec之間，歷年平均風速約2.3m/sec；風向除五至八月吹西風之外，綜觀全年之風向以北北東風為最多。此風速大致溫和，適合發展觀光戶外活動。

3.1.4.2 溫度與濕度

金崙地區歷年之平均溫度約為攝氏24.8度，歷年月平均溫度最高為七月份之28.4度，最低月平均溫度則為一、二月份之20.4度，全年溫暖高溫。歷年各月之平均濕度則介於70～78% 之間，歷年平均相對濕度則約為74% 。整體氣候溫暖潮濕。

3.1.4.3 降水量與蒸發量

金崙地區歷年平均之降水量為 2,288mm，大多集中在六～十月份，全年平均降雨日約156 天；蒸發量大致與日照時數趨勢相同，歷年之年平均蒸發量為

1,546mm，各月份平均蒸發量在87.9mm～167.7mm之間，夏季蒸發量大，冬季則較小。

3.1.4.4 能見度

金崙地區能見度歷年平均約18.5公里，各月份以二至四月份能見度最差，六至八月份能見度最好約可達19公里以上，故海濱視野大致良好。

3.2 人文資源

3.2.1 人文及產業環境

台東地區早年因交通不便，且境內多山，腹地狹小，外來投資意願不高，工商發展緩慢，至今經濟活動仍是以農、林、漁、牧等一級產業為主。主要農產品有稻米、釋迦、金針、香菇等都在國內極富盛名，尤以其不受污染之環境與高品質之農產聞名，唯因交通之阻隔，投資意願低落，也因此使得台東之環境可保存較為良好。近年則因週休二日與休閒生活之提倡，加以交通之改善，使得台東之觀光產業相繼發展。

太麻里以金針之種植及釋迦之種植為其特色，當金針花綻放時，景緻相當迷人，採收季節街道、屋頂處處曝曬金針花之特殊景緻更是吸引頗多的外來遊客。

近來金針花開或野百合花開時往往吸引許多的遊客前往觀賞、駐足，也帶動台東之觀光發展。兩千年的「第一道曙光」活動，太麻里因和全球六十個國家同步迎接，因而聞名世界。

太麻里鄉為排灣族居住之平地鄉，呈狹長狀南北延伸，轄有泰和、大王、美和、金崙、多良、華源、三和、北里及香蘭等九村，鄉公所設於泰和村。全境多山，西面大部份為中央山脈所盤據，東鄰太平洋；山坡地約佔總面積百分之七十以上，沿海有狹小平原，耕地僅佔百分九點七，農業人口佔百分之六十。經濟作物有金針、釋迦、生薑、鳳梨、洛神花、高山茶、火龍果、荔枝、枇杷、茏葉、茏花、波羅蜜等，由於土質良好、陽光充足，釋迦、金針、太峰高山茶享有盛名，

沿海有小型漁撈業。尤其是釋迦果實特別碩大香甜，產期又早，幾乎已成太麻里的代名詞，為果農帶來了不少財富。全境屬於台東地方生活圈，境內主要聚落有太麻里、洞坑、美和、南坑、新興、正興、舊香蘭、新香蘭、金崙、多良、上大溪及下大溪等，以分佈於南迴公路沿線，多為鄉村型聚落（蔡文彩，1997）。

金峰鄉為排灣族之山地鄉，全域分為嘉蘭、正興、歷坵、新興及賓茂等村，鄉公所設於嘉蘭村。全境為中央山脈所盤據，為中央山脈南段稜線之東坡，地勢西高東低，由三千公尺至一千公尺，主要河流太麻里溪、金崙溪、知本溪等皆發源於此；境內多山地少平原，農地面積佔百分之十九，農業人口佔百分之七十三，主產花生、玉米、釋迦、芒果、木瓜、金針等。境內聚落有嘉蘭、八紹路、麻里埔、比魯、斗里斗里、介達、包盛、賓茂、床後、壢坵、近黃等社；嘉蘭、歷坵、正興及賓茂等地，因有縣道及客運通行較為方便，在都市體系上屬台東地方生活圈。

金崙地區之就業人口結構以從事農業耕作佔最大數，土地利用也以農業利用佔絕大部分，其餘則尚有住宅、商業、林地及少數小規模之畜牧、與漁業養殖使用。

以農業而言，金崙地區因大多屬於山坡地地形，其農業種植分佈大約以海拔高度為基準，500 公尺以上種植金針、茶、生薑為主；海拔100--500 公尺間以種植椰子、檳榔、酪梨等作物為主；低海拔河床地區則種植釋迦為主要作物。

整體之農業生產中，生產以果樹為主，尤以釋迦為主要作物，品質在國內也極具知名度。但金崙地區林地多數保持原有植生林相，耕作之坵塊多零碎分佈，且因多數土地為原住民保留地，礙於法規之限制，開發不易。故產業發展以農業為主，工作機會以務農為多。

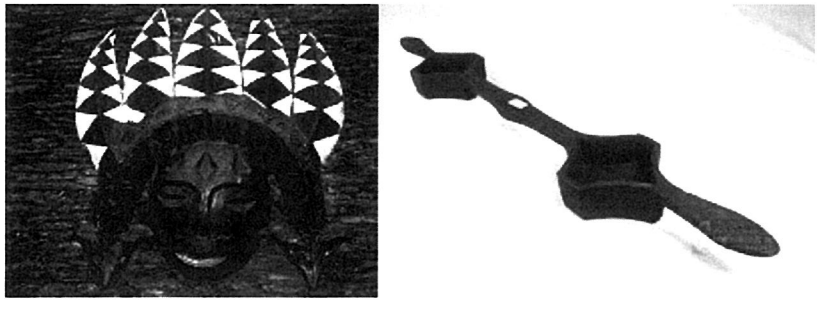
3.2.2 原住民文化

台東縣原住民族主要有阿美族、布農族、卑南族、魯凱族、排灣族與雅美族等。太麻里鄉原住民人口主要為排灣族聚居，賓茂村、金崙村內原住民主要以排灣族為主，另有阿美族與部分魯凱族。

3.2.2.1 排灣族

排灣族為台灣第三大原住民族群，自稱「百步蛇的子民」，以台灣南部為活動區域，北起大武山地，南達恆春，西自隘寮，東到太麻里以南海岸。排灣族人口集中屏東縣，以來義鄉人口最多。

在物質生活方面，排灣族與魯凱族有許多類似，以粗獷雄健的木雕和富於變化的織繡紋樣，為藝術表現之特色，排灣族的基本生計以山地旱田農業為主，漁獵及採集為副，因而將其精力投注於雕刻，刺繡，編織等工藝製作，產生了許多精緻的生活用品。



排灣族連杯(圖片出處:台灣原住民數位博物館)

排灣族的工藝圖案以人像，人頭，蛇紋，鹿紋最為常見。百步蛇紋樣是貴族階級的徽號，具有展示權勢的意義，而原住民身上的刺黥則表現出顯赫世家的榮耀。貴族的傳家之寶有三：青銅刀柄、陶壺、琉璃珠，是排灣貴族權勢、地位與財富的象徵，擁有最多而品級最高的者，即為最有地位的頭目。排灣族的立柱雕刻主題均為祖像，且多屬略式樣化、左右對稱的正面像。大致雙手舉於胸前，兩

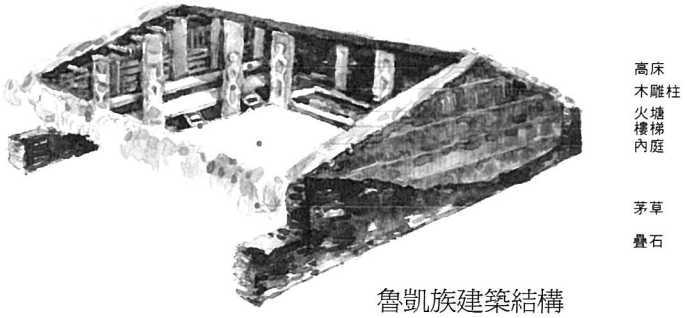
足直立，腕臂有重疊鐲釧紋，腰有束帶，或作三角紋，或作圓紋，最高者有達三公尺，寬四十公分。壁板雕刻與立柱雕刻有顯著的不同，壁板雕刻的雕面較大，雕度較淺，紋樣較寫真，且多為組合紋(com posit，design)或群像。

排灣族之家宅是以板岩石片為主要建材。傳統之色彩中以黑色、深藍為主，代表「神秘、憂鬱」的意象，主要顯現於傳統服飾中，輔以搭配的色彩有綠、灰、橘、紅等顏色。常運用之符號為百步蛇、百合花、幾何三角形等。

本區賓茂村與金崙村原住民雖以排灣族為大宗，但在部落觀念與行政區化中仍屬不同之系統，故賓茂村與金崙村在活動舉辦及社區事物上為各自獨立之狀態，每年七月是兩村舉辦排灣族豐年祭之時節。

3.2.2.2 魯凱族

台灣原住民九族中，魯凱族是居住在海拔最高的一族，魯凱一名即為「較高較冷之地」的意思。魯凱族被稱作雲豹的故鄉，分東西魯凱兩群。魯凱族居住的家屋以圓木為柱樑，石片砌牆，是相當具有山地文化的「石板屋」（Talalibi），其所用的石材，係以當地出產之黑灰板岩和頁岩，地板與屋頂舖石板，整棟房屋成長方形，只有貴族的房屋才能用木雕裝飾。魯凱族和排灣族的始祖傳說都與百步蛇有關，木雕和刺繡的紋飾，也以百步蛇紋為主，另有人形紋、鹿紋、繩紋、豬紋以及菱紋等；門楣、木桶與祖先柱的雕飾最為重視，飲食器具與事務器具、神像、木偶等也常可見到相當傑出的作品。



魯凱族建築結構
（圖片出處：台灣原住民數位博物館）

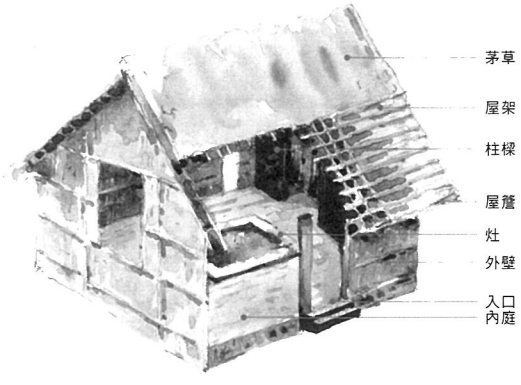
3.2.2.3 阿美族

阿美族古稱" 阿眉族 "，是一個居住在平原和海岸的民族。金崙村十四鄰（賓茂國校附近）大部分為阿美族，民國四、五十年代，由台東馬蘭、都蘭、長濱、關山等地遷至此區定居，屬台東海岸阿美族群。十四鄰阿美族於每年七月十五日會舉行四天三夜之豐年祭，海岸阿美族的另一特色為海祭，在海祭中年輕人會出海捕魚，將收成與族中頭目及年長者分享。

阿美族的服飾在有祭典或慶典時，大都會以紅色為穿著顏色，且男女有別，青年男生衣著是頭戴紅飾物、裸路上身、側被情人帶、頸戴項鍊、下身著類似裙子（南勢阿美族穿著）。少女衣著是頭戴紅飾物或冠帽，頸戴項鍊、側繫紅圍兜、紅色上衣及裙子、腳繞黑白帶，服飾上之圖案常繡有太陽、浪花、花卉等。

阿美族傳統建築以茅草為頂，編築為牆、繞藤為床，住屋十餘年需拆除重建，屋頂茅草則三、四年需換修之。目前在基地上已難看見此類傳統住屋。

活動方面阿美族最重要之節慶是每年七、八月間舉行之豐年祭。



阿美族建築結構
（圖片出處：台灣原住民數位博物館）

3.2.3 交通運輸系統

3.2.3.1 公路

本計畫區內公路主要幹線為台9線南迴公路，對外可連結台20線南部橫貫公路、台11線海岸公路，藉此往返台東花蓮以及北部、南部都會區。若遊客自行開車則可直接由台九線銜接往計畫區內的聯絡道路。

東66道路(金崙林道)是金崙溪中下游地區居民主要聯外道路，道路沿金崙溪北岸興築，東端起於金崙市區與南迴公路相接處，向西通過賓茂及壢坵等聚落。

3.2.3.2 鐵路

計畫範圍內主要鐵路系統為南迴鐵路，呈南北走向通過金崙市區，並設有金崙車站，往北經知本可通往台東、花蓮，往南經南迴可至屏東、高雄等地。遊客於金崙火車站下車，步行約30分鐘即可到達計畫設計範圍。

目前台灣鐵路環島鐵路已連線，無論北部、南部或西部之遊客，皆可經由鐵路運輸，輕鬆的抵達金崙村，將來鐵路運輸在整體旅遊發展中，是重要交通發展的一環。

3.2.3.3 空運

台東主要機場位於台東市區，依據2009年上半年交通統計數據得知，往返台東的班機僅有綠島、蘭嶼以及台北，台北往返台東的班次約10趟，包含立榮航空（每班載客約155人）、華信航空（每班載客約100人），機場平時每日起降來回約可運輸1330人次。就目前空中旅運看來，飛機時間班次選擇性低，航線不完整，遊客僅可由台北搭機進入台東，加上機票單價過高，使得空中交通旅運成為觀光發展上需要克服的課題。

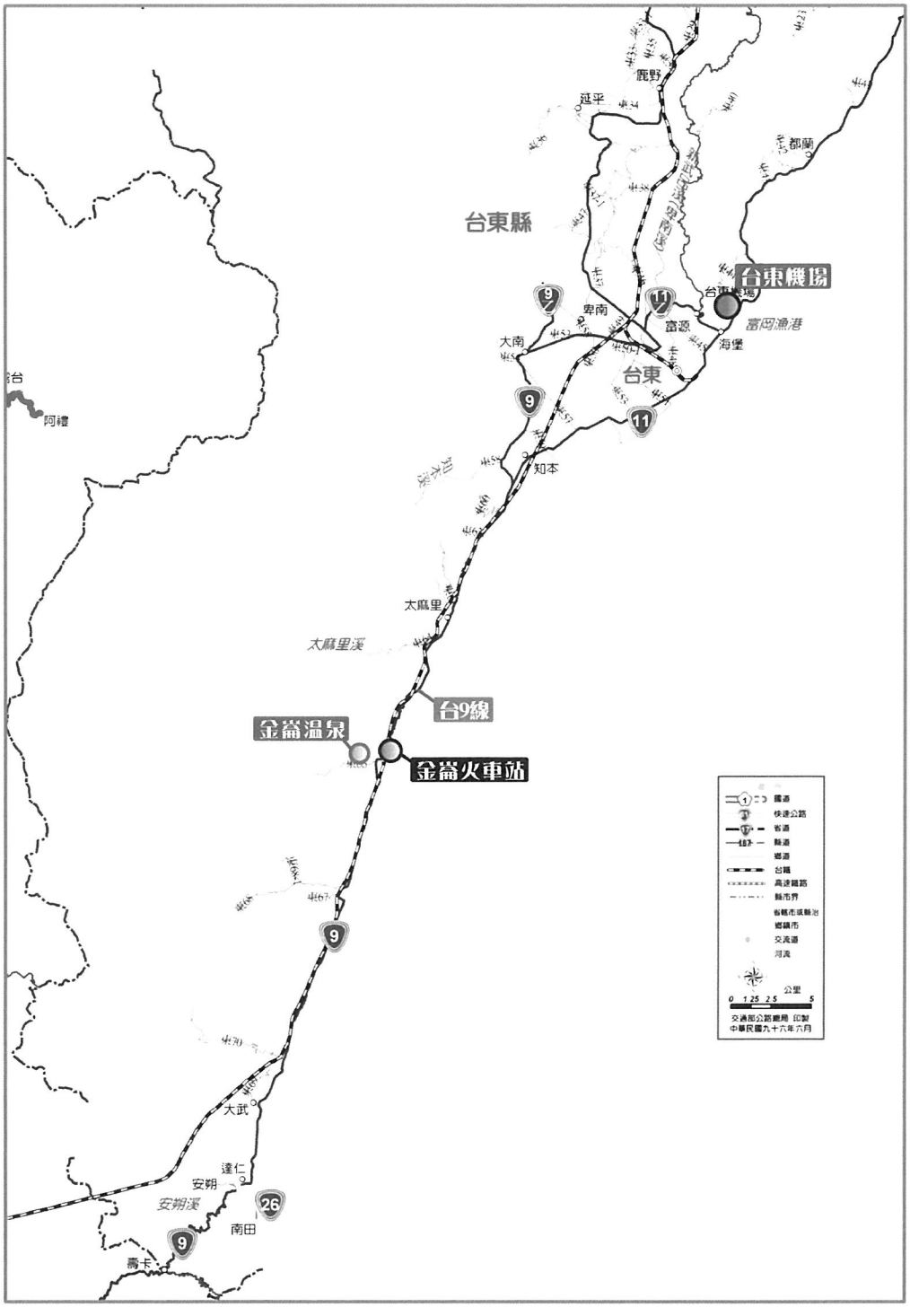


圖 3-2、金崙地區交通現況分析圖

3.3 遊憩資源

3.3.1 周邊觀光遊憩景點

台東地區遊憩資源豐富，諸如知本溫泉、知本森林遊樂區、太麻里金針山、比魯溫泉、金龍湖及南興遊樂區、原住民舊社所在的莫哥布各、都茏恩溪口之溪谷景觀、近黃的溫泉瀑布景觀以及屬於冷水泉且可見鰻魚逆流而上景象的五關瀑布等著名觀光勝地(圖 3-3)，日後本區規劃完成後，當可與之結合為一完整之旅遊系統。

3.3.1.1 知本溫泉

知本為位於台東市西南郊 17公里處，因溫泉而崛起，溫泉水質屬鹼性碳酸泉，無色無味無臭，知本溫泉水溫可高達百度以上，水質極優，對於皮膚病、關節炎、神經痛，促進血液循環、鬆弛肌肉關節皆有改善的效用。知本溫泉內屬於原住民聚集地，有魯凱族、排灣族等族群，溫泉地因多元的文化體驗，讓知本溫泉更具特色。

3.3.1.2 知本森林遊樂區

知本國家森林遊樂區位於台東縣卑南鄉溫泉村知本溪中游附近，佔地面積約為110.08公頃、海拔最高處約650公尺，知本國家森林遊樂區的步道設施是最大的特色，步道共分為景觀步道、好漢坡步道、森林浴步道、榕蔭步道等四段主題。除了步道之外，觀林大橋也是重要景點之一。

3.3.1.3 比魯溫泉

比魯溫泉及都飛魯溫泉位於台東縣金峰鄉境內，傳統上是鄰近排灣族聚集的場所。民國77年大武山區公告為自然保留區後，在「文化資產保存法」之規範及保存下，區內天然林相及周邊自然生態保存的相當完整。目前欲前往者，須於進入本區前15日，檢附「大武山自然保留區比魯溫泉、都飛魯溫泉申請進入許可申

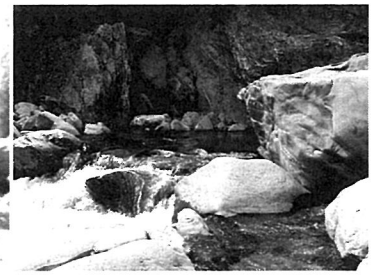
請表」，備函向台東林管處提出申請，每一申請團體以20人為限，現場管制車輛，車輛僅可行駛至麻利都部溪（比魯溫泉）及歷坵派出所（都飛魯溫泉）。

3.3.1.4 都飛魯溫泉

都飛魯溫泉位於台東縣金峰鄉，金崙溪上游，主溫泉在溪左，溫泉峽谷兩側皆有溫泉。沿著金崙溪，會先到近黃溫泉，都飛魯溫泉為一1.5公尺高的扇形溫泉噴柱。

知本森林遊樂區

都飛魯溫泉



近黃溫泉

3.3.1.5 近黃溫泉

前往近黃溫泉途中會先經金崙村，村內已有多家溫泉民宿旅店，皆是引金崙溪的溫泉，經過金崙村之後，莫約15分鐘可抵歷坵村，在此檢查哨辦理入山證隨後即進入總長約15公里的金崙林道前往近黃溫泉。泉質以單純碳酸泉為主，間雜富含氧化鐵的紅色鐵泉。

3.3.1.6 太麻里金針山

台東太麻里鄉最有名的就為金針花，在盛夏季節滿山遍野黃澄澄的金針花，總是吸引大批的遊客前來，台東金針花的主要產地為大武及太麻里太麻里，因盛產金針而得名，每年六～十二月均有金針花供觀賞或採收食用，最佳觀賞期為八～九月份，目前台灣的金針多以食用兼具觀賞品種為主。太麻里金針山位於太麻里山，因盛產金針而得名，在金針山的稜線上，舖設一條長3673公尺的景觀步道。遊客可循著步道，在花叢林木中夾道中漫步，享受大自然的洗禮。

3.3.1.7 大武山的自然教育中心

排灣族及魯凱族的文物、服飾及文化，還有從低海拔至高海拔的生態解說，還能觀賞影片、體驗ＤＩＹ的活動。

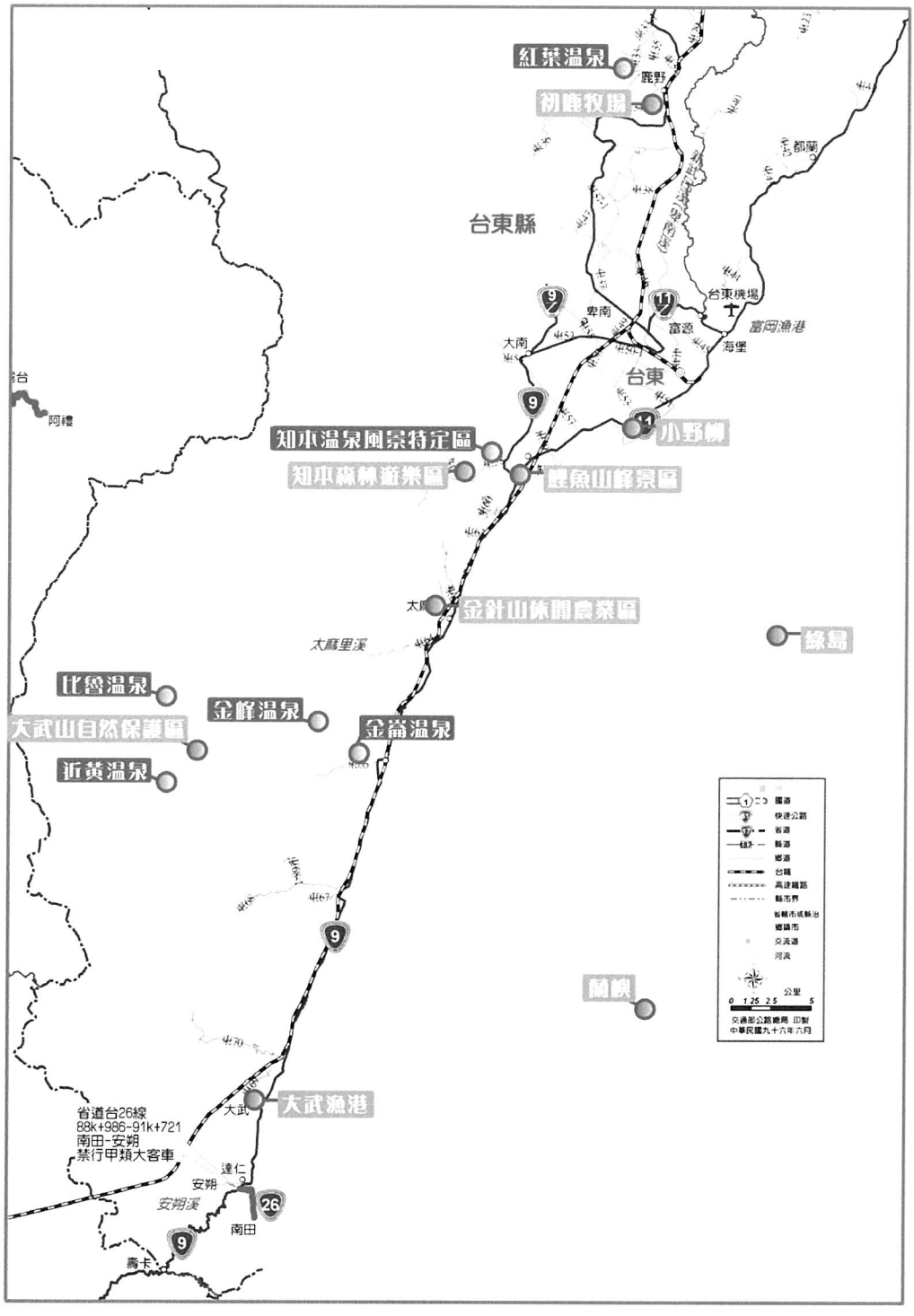


圖 3-3、計畫範圍周邊遊憩據點示意圖

3.4 觀光遊憩活動

3.4.1 金崙漂舟

金崙溪在夏季受到颱風影響，溪水會暴漲，因此在冬季枯水時期時，河水穩定，成為當地原住民漂舟的主要路線，從溪間的啟程點巴拉奧峽谷到終點金崙虹橋，約莫7.5公里，漂舟時間約4小時。漂舟行程中會經過多處野溪溫泉點、具特色的休憩點、大瀑布，搭配生態觀察，成為有別於泛舟而獨具特色的漂舟活動。

3.4.2 金崙溪口捕魚樂

夏天在金崙的海邊可欣賞淡水與海水交界處特有的「司馬寧魚」蹤跡，也是鯷仔罾（定置漁場），有些漁民或民眾也會在海邊撈鰻魚苗，透過活動的設計以及當地民眾的帶領，不僅可以提供民眾工作機會，也是提供遊客體驗漁村生活的一種管道。

3.4.3 洛神花田賞花

洛神花為為金崙的重要產業之一，每年十一月起，為洛神花採收期，洛神花又名洛神葵。花季期間除了可體驗採擷經驗，並可觀賞排灣族的精采民俗演出。洛神花屬錦葵科，花瓣狀似白色芙蓉，十分淡雅，花謝後一個半月即可採收萼果。

漂舟

金崙溪口捕魚

洛神花

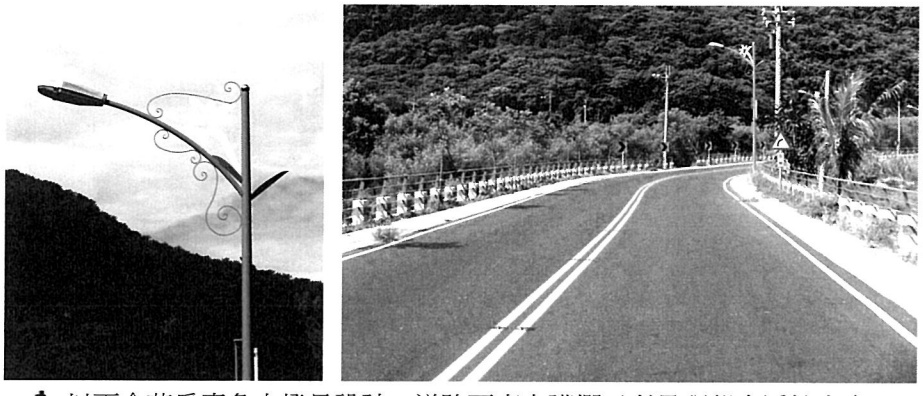
4. 基地現況分析

4.1 基地環境現況分析

本計畫基地位於金崙溪之右岸，北臨金崙溪右岸堤防，基地東西狹長。針對基地內之現況進行下列調查分析：

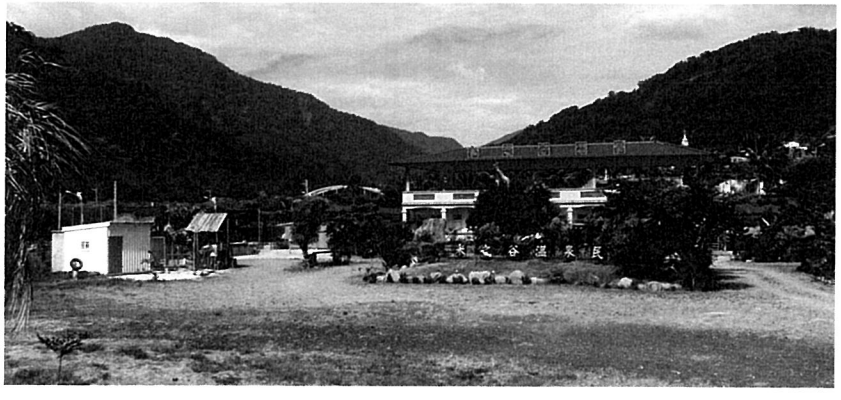
4.1.1 計畫周邊設施狀況

鄰近金崙地區東66線上，設施物賦予了原住民文化之設計，如燈具結合排灣族百合花意象，道路兩旁之護欄也一改以往紐澤西護欄型態，以鐵欄杆加上混凝土墩柱，柱上以洗石子貼附之設計，提供了視覺的穿透性。



以百合花爲意象之燈具設計，道路兩旁之護欄已考量視覺穿透性之處理

進入金崙溫泉地區後，道路兩旁陸續有以溫泉為主題的民宿，提供住宿、泡湯、親子同樂等空間。



計畫周邊有多處溫泉民宿，照片中爲米之谷溫泉民宿

4.1.2 現況使用分析

4.1.2.1 區內現有設施物

區域內除小型臨時型農舍外，於台九線進入計畫區域的入口處有一座建築是屬於違章的三寶休閒民宿，民宿由鐵皮屋所搭建而成，設施簡易，似乎鮮少人使用。另外靠近計畫區西側處有一小徑通往另一座民宿，亦屬違章建築，但已於計畫區外。

三寶民宿

4.1.2.2 農田

目前基地範圍內以農作為主，多種植釋迦，部分未開發區域則為雜草輪生。金崙溪兩側由於開發較晚，早期動植物生態豐富，但基地目前經墾植後，對生態環境較為敏感之動物，大多遷離本區，故本基地自農墾開發後已無生物棲息地。

基地內整齊有序的釋迦田

4.1.2.3 堤防

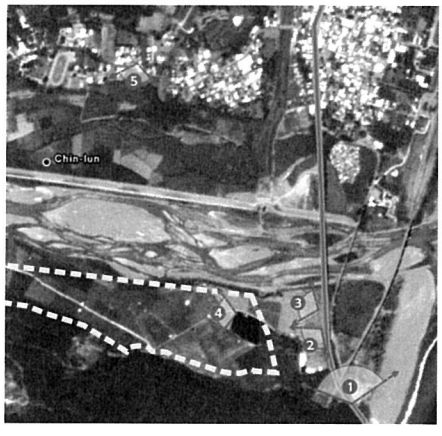
金崙溪左岸也就是基地對岸的堤防已經修建完成，目前計畫範圍內之金崙溪右側堤防已改建完成，堤防的修建成為基地與金崙溪兩者間的屏障。

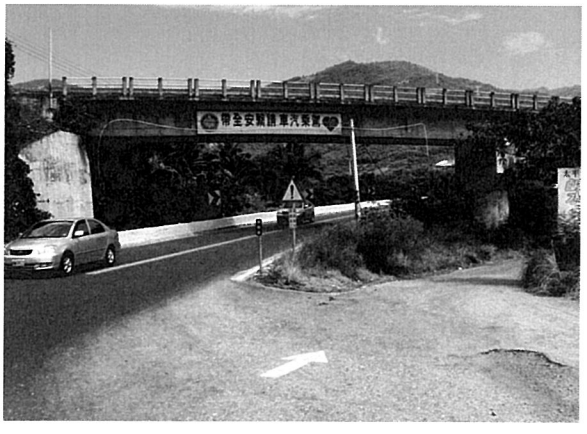
堤防設施（記錄點 3）

4.1.3 動線系統分析

4.1.3.1 聯外出入口

進入計畫範圍內主要之出入口，針對台九線北上之民眾，需由台九線旁之產業道路轉入，若由台九線北下之民眾則需跨越對向車道迴轉，相當危險，且經常有錯過入口的狀況發生，一旦錯過入口要在由台九線返回也相當麻煩。未來若基地開發完成，此入口勢必成為交通頻繁的入口，容易造成交通阻塞或交通意外。

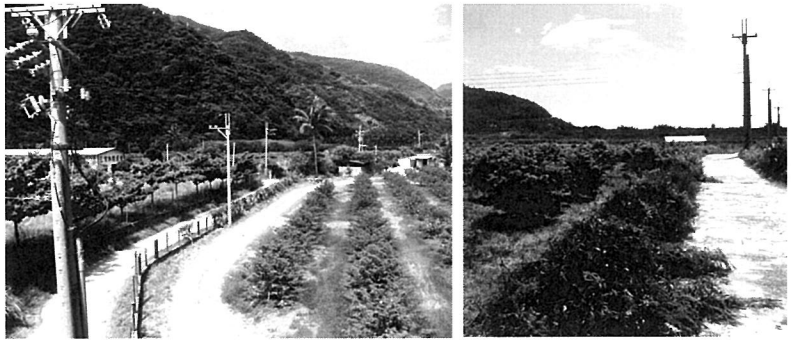




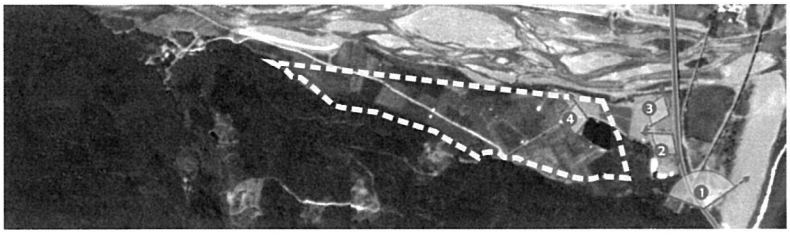
新舊阡仔崙橋與台鐵跨橋交會處（記錄點 1）

4.1.3.2 區內動線系統

目前區內並無主要之道路，而是以2米左右的產業道路為主。



基地範圍內道路設施狀況（紀錄點2、4）



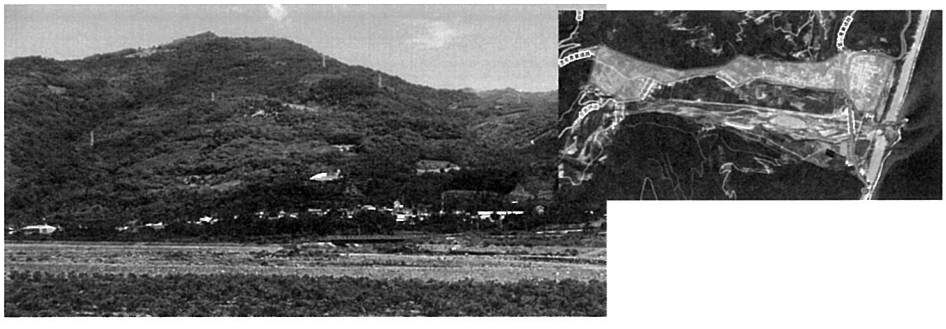
4.1.4 景觀環境分析

計畫周邊地形變化豐富，加上鄰近金崙溪出口處，具備有多種視覺景觀條件。

4.1.4.1 景觀類型分析

(1)聚落景觀

由本次基地往北方眺望，可以望見賓茂村錯落的民宅。多數建築以改為現代化建築外觀，僅少部分仍保有原住民建築特色。



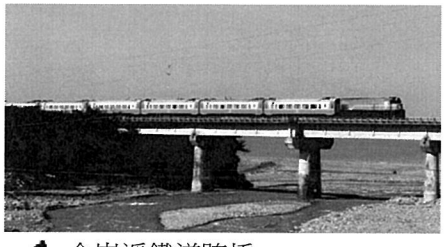
計畫區對岸賓茂村聚落景觀

(2)金崙溪跨橋地標景觀

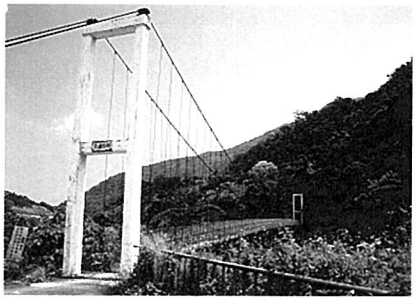
為連結金崙溪兩岸搭設了多座人工跨橋，包含簡便的鋼索便橋、RC結構橋梁，其中最為特別及著名的為歷坵吊橋、金崙觀光大橋、鐵道跨橋等。

而位於台九線上的新阡仔崙橋是連結金崙溪兩岸的重要通道，目前為RC結構的橋梁，舊阡仔崙橋則位於新橋北上方向的右下方，橋體寬度不及新橋，但未來應可加以整修，做為民眾步行或騎乘非機動交通工具的通道，亦可賦予地方元素，成為景觀便橋。

金崙溪鋼索吊橋



金崙溪鐵道跨橋



歷坵吊橋

金崙觀光大橋

(3)河口、河岸景觀

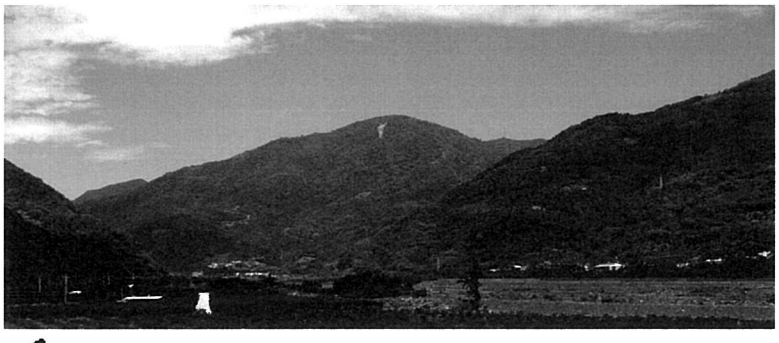
金崙溪屬於典型東部河川，枯水期與豐水期水量落差大，故河道寬。而計畫基地位於金崙溪之右岸，緊鄰金崙河岸，於區內至高處可見到寬闊的河道，冬季河道多為佈滿石頭的河床。又此處鄰近金崙溪出海口，遠遠可以望見出海口之景觀。

金崙溪景致

金崙溪出海口景致

(4)山林景觀

金崙溪兩側皆為山坡地形，山坡上之林相完整，僅金崙溪左岸有少部分開發，其餘皆為顏色翠綠之林木。



金崙溪兩側之山系

(5)溫泉地熱景觀

金崙地熱蘊藏量極為豐富，區內露頭多位於金崙溪畔，溫泉水自溪畔石堆中冒出，冬季時裊裊白煙構成金崙溪景的一大特色，但夏季時，因溪水暴漲，露頭往往被溪水覆蓋，不易見到此一景象。

4.1.4.2 視覺景觀分析

計畫區內因受到地形所影響，景觀形式多屬於軸線形河谷景觀，以山系、金崙溪、台九線道路構成主要的空間軸線，基地地勢平緩，周圍由河川及兩岸山麓所造成之廊道景觀，前後較開闊，分別可以觀賞出海口、河川以及山系等景色，但兩旁因山系所阻擋則顯得較為封閉，基地北向因受到新興建堤防所影響，視覺

景觀更受到阻隔而顯封閉，使得景觀品質受到影響，水平眺望視線不佳。若由堤防上向外眺望，則可一覽河谷景觀(圖 4-1)。

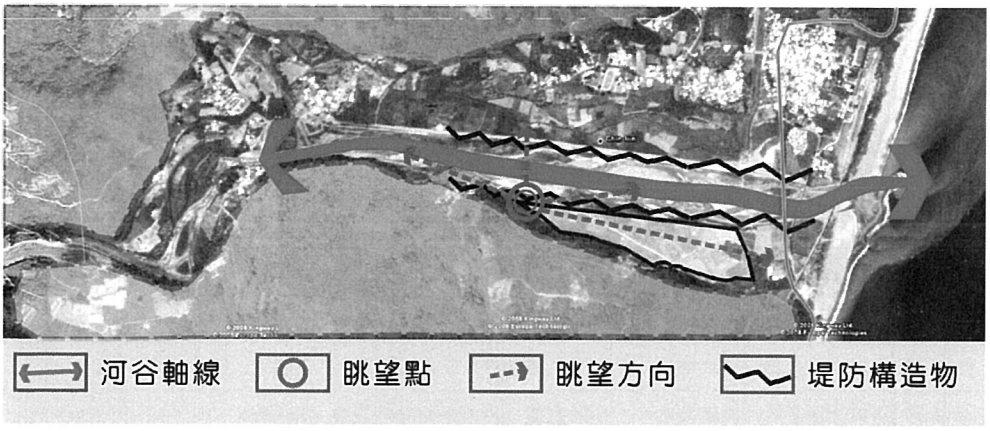


圖 4-1、視覺景觀分析圖

4.2 土地使用權屬編定狀況

4.2.1 土地使用分區

計畫區內土地皆為非都市計畫山坡地保育區(圖 4-2)，目前金崙溪兩側已劃有堤防，並修築完成，堤防外為水利用地，本計畫線即沿著金崙溪南岸治理計畫線劃設。

4.2.2 土地用地類別及土地權屬調查

計畫區內已登錄土地共34筆，約有40%的土地未登錄，土地使用分區除未登錄地外，其餘土地用地類別包含農牧用地，佔55%；交通用地佔5%(表 4-1、圖 4-3)。在用地權屬部分，除交通用地外，其餘皆為財政部國有財產局所管理(圖 4-4)，交通用地則為交通部公路總局所管理。目前土地多作為出租，提供民眾種植農作。

表 4-1、土地清冊

筆數	地段	地號	使用分區	使用地類別	所有權人	管理者	面積（公頃）	公告現值	地價	地　目	備註
1	多良段	1-2	山坡地保育區	交通用地	中華民國	交通部公路總局	(1)4130	70	14	道	
2	多良段	1-25	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.2342	70	14	旱	
3	多良段	1-32	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	(1)3101	70	14	(空白)	
4	多良段	1-33	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.2668	70	14	(空白)	
5	多良段	1-34	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.1998	70	14	(空白)	
6	多良段	1-35	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.3297	70	14	(空白)	
7	多良段	1-36	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.4626	70	14	(空白)	
8	多良段	1-37	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.5925	70	14	(空白)	
9	多良段	1-38	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.5765	70	14	(空白)	
10	多良段	1-39	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.6126	70	14	(空白)	
11	多良段	1-40	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.5098	70	14	(空白)	
12	多良段	1-41	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.4427	70	14	(空白)	
13	多良段	1-42	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.3404	70	14	(空白)	
14	多良段	1-44	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.4374	70	14	(空白)	
15	多良段	1-45	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.5091	70	14	(空白)	
16	多良段	1-46	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.6150	70	14	(空白)	
17	多良段	1-47	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.12	70	14	(空白)	
18	多良段	1-48	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.2808	70	14	旱	
19	多良段	1-49	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	(1)9482	70	14	(空白)	
20	多良段	1-50	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	(1)6450	70	14	(空白)	
21	多良段	1-51	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.4737	70	14	(空白)	
22	多良段	1-52	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.7430	70	14	(空白)	
23	多良段	1-53	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.3630	70	14	(空白)	
24	多良段	1-54	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.0418	70	14	(空白)	
25	多良段	1-55	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.1573	70	14	(空白)	
26	多良段	1-56	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.5148	70	14	(空白)	
27	多良段	1-57	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.2163	70	14	(空白)	
28	多良段	1-58	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.3998	70	14	(空白)	
29	多良段	1-59	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	(1)5614	70	14	旱	
30	多良段	1-60	山坡地保育區	暫未編定用地	中華民國	財政部國有財產局	0.0482	70	14	旱	
31	多良段	1-61	山坡地保育區	暫未編定用地	中華民國	財政部國有財產局	0.0583	70	14	(空白)	
32	多良段	1-62	山坡地保育區	暫未編定用地	中華民國	財政部國有財產局	0.7382	70	14	(空白)	
33	多良段	1-63	山坡地保育區	暫未編定用地	中華民國	財政部國有財產局	0.8872	70	14	(空白)	
34	多良段	42-1	山坡地保育區	農牧用地	中華民國	財政部國有財產局	0.0718	70	14	旱	

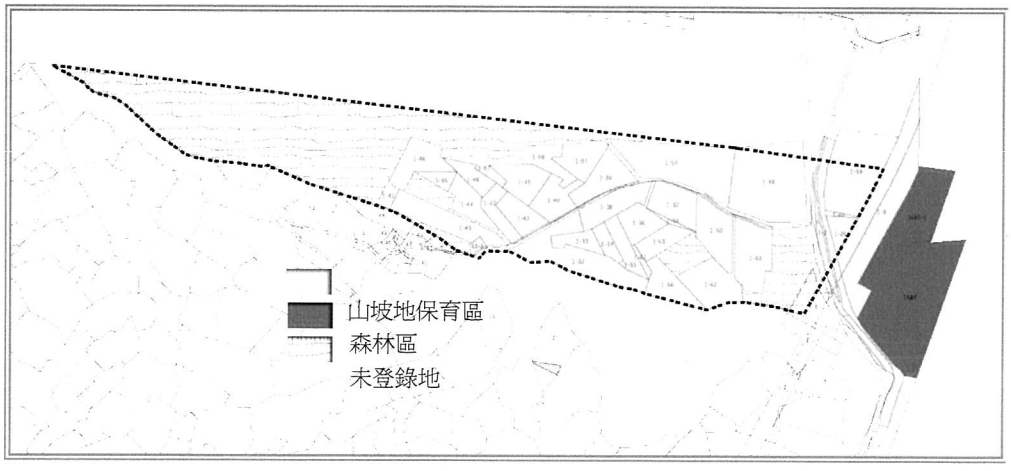


圖 4-2、土地使用分區套繪

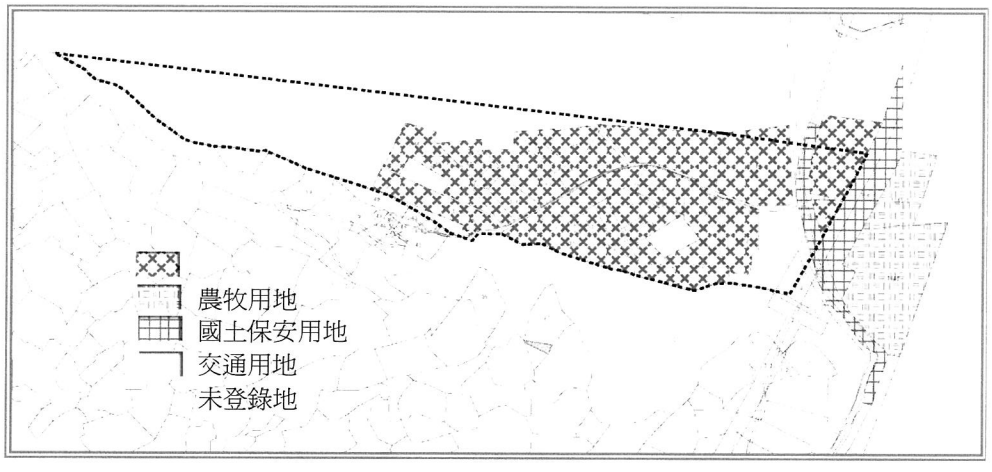


圖 4-3、土地用地類別套繪

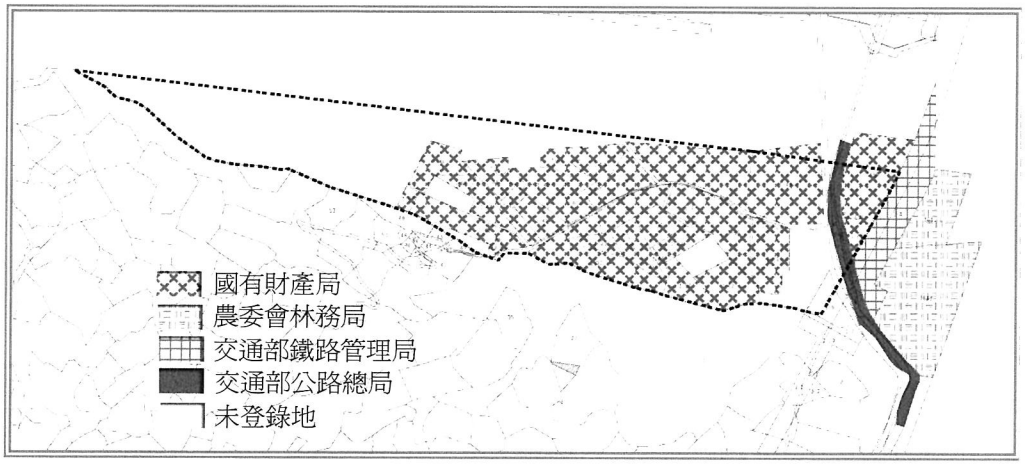


圖 4-4、土地所有權套繪

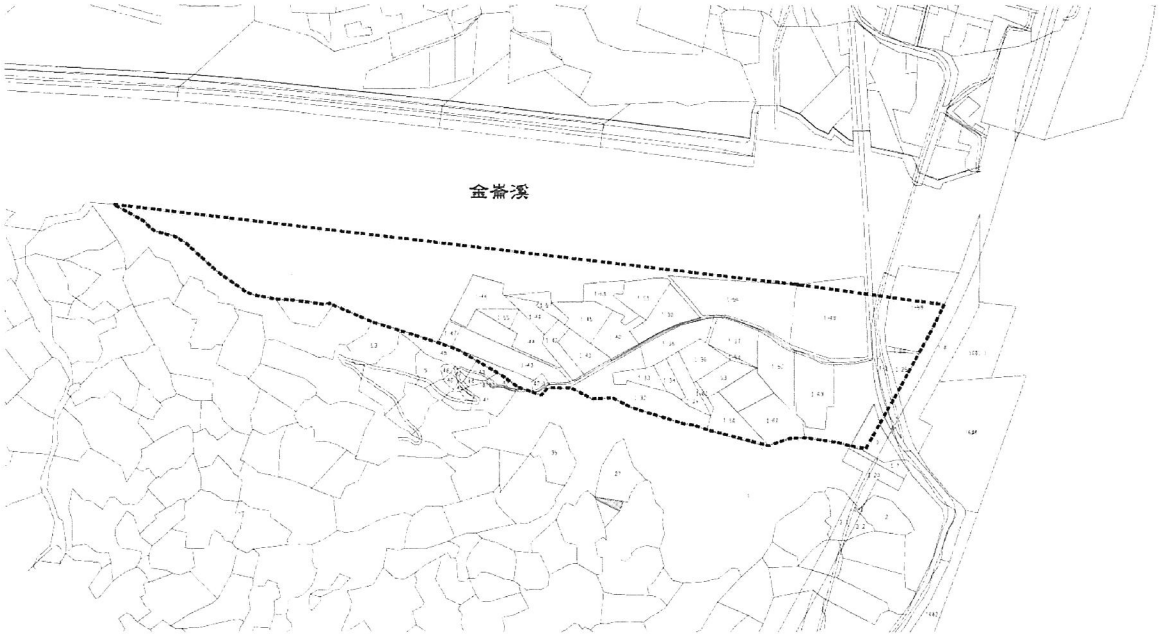


圖 4-5、土地編定圖

4.3 地熱發展現況

台灣地熱之分佈，可分為火山性與非火山性兩大類，火山性之地熱，溫度多在攝氏200℃～300℃之間，呈弱酸至酸性，產在安山岩及砂岩之裂隙內，以火山區之大屯山、龜山島為代表；非火山性之地熱，溫度則在攝氏100℃～230℃之間，在台灣之地熱與溫泉地質分區上，屬於變質岩區地熱溫泉區，呈弱酸性，產在變質岩或砂岩之裂隙內，以變質岩之清水、廬山及台灣東部等地為代表。

金崙地熱區公告範圍位於金崙溪下游地帶金崙至歷坵間，約呈東西走向狹長矩形區域(4.5 km×1.5 km)，涵蓋金崙溪兩岸平原低地及其接鄰兩岸山坡地。金崙溪沿線蘊藏有豐富之地熱資源，金崙溫泉區內有多處溫泉露頭，目前有幾家業者小規模經營，遊客數量不如知本溫泉(工研院能資所，2002)。

4.3.1 金崙地熱區基本資料

金崙地熱區內有數層廬山層之砂岩段分佈，有利於熱水之儲蓄。充份的地表水補注，才能使熱水源源不斷的供應，由區域之地質構造推測本區地表水補注途

徑有二；一者由西面之金崙溪上游集水區，由天水經由介達段下滲，後沿大谷向斜往下游補注；二者由北面之太麻里溪中下游集水區，由天水或太麻里溪之金針山段或真里武留山段下滲往南移動，後沿金崙溪之推估斷層上昇至地面。

在地質上，本區位屬台灣東南板岩亞變質岩區，區內500m左右之探勘井溫度可達150℃左右；由地球化學分析資料推算深部之熱水儲集層溫度約170℃(工研院能礦所，1984)、區內並無火山活動徵兆等現象，推斷本區屬於非火山性之變質岩地熱區。

4.3.2 溫泉泉質

金崙地區溫泉為變質岩地區之碳酸氫鈉—氯化物泉質(Na^+, $Cl^- > HCO_3^-$)，泉質中偏微鹼(pH=6.2~8.8)，由於水質含微量砷，因此不建議飲用。泉質偏鹼性，故沐浴後皮膚會感到滑膩，故亦可謂「美人湯」。位於溪床之溫泉露頭在湧出過程中與地表水混合，使氯離子濃度降低，而轉變成氯化物碳酸鹽泉(Na^+, $HCO_3^- > Cl^-$)，沐浴浸泡對皮膚之養護極佳(但皮膚過敏或其他特殊體質者除外)。溫泉水中含硫的濃度極低略具硫磺味道，坊間認為具有治療腸胃病和皮膚病、神經痛等療效，且水質普遍偏弱鹼性，故對調整酸性體質有幫助。值得注意的是，由於水中含有鈣、鎂等離子，於降溫後容易產生沈澱，故沐浴遊憩時，應小心溫泉水進入眼睛內，造成輕微腐蝕或是結晶沈澱之現象，對人體造成危害。

4.3.3 熱水潛能及地熱井調查

依據本計畫調查成果顯示(本報告第二部份)，金崙地區主要熱水儲集層深度在500公尺～2000公尺之間。目前區內地熱探勘井深度為500～2,000公尺之間，平均溫度約152℃，安全開採量值約為4.12百萬噸/年，每日安全出水量約為11,283噸/日，每小時安全出水量約為470噸/小時，區內總蘊藏量為155百萬噸。推估可發電量潛能保守值為0.8 MWe、中間值為4MWe、樂觀值為12.6 MWe，每公里發電潛能保守值為0.4 MWe、中間值為1.65 MWe、樂觀值為4.2 MWe(詳參閱本報告第二部份11.5節)。

由以上數據可以得知金崙地熱確實具備地熱發電之潛能，但需要在永續、多元利用的方式下進行開發，後續章節將透過相關案例討論、多元目標利用的評估、電廠方案套製、成本效益分析等方式，建議開發方式以及評估相關效益。

5. 現有休閒市場研析

旅遊市場的活絡通常決定在供給面與需求面的平衡，需求面指的是遊客的旅遊需求，包含民眾的旅遊特性、消費能力；而供給面則涵蓋旅遊地的基礎建設、遊憩品質、旅遊特色等多項因素。除了供需間的瞭解之外，在台東旅遊市場裡，溫泉旅遊的資源特色都相當接近，因此未來在本計畫的旅遊發展上，市場區隔的操作也是重要的課題之一。

以下就目前的遊客特性、現地的基礎建設來探討「需求面」的執行；依據台東旅遊地資源以及台東政策面的決策內容來探討「供給面」的狀況，並作為市場區隔之依據。最後進行遊客量的預估，作為後續成本效益評估之數量依據。

5.1 遊客特性與基礎建設狀況

5.1.1 遊客旅遊特性調查

5.1.1.1 國人旅遊特性

依據交通部觀光局針對民國91年至96年國內旅客特性調查(表 5-1)發現，台灣每年都將近有九成的民眾會在國內旅遊，遊客旅遊規劃多以自行規劃出遊為多，而旅遊資訊多以透過親朋好友介紹及電腦網路蒐尋等方式為主。

旅遊時段以假日出遊機率較高，平均到訪1.6個遊憩點，通常進行1～2日的旅遊，平均約1.67日，再深入瞭解則發現遊客大多數以一日遊為主，較少過夜，盡量都採取當天往返的方式。

遊客在選擇遊憩據點的影響因素包括距離遠近、假期長短、景觀優美，近年來探訪親友則為影響重要因素之一。

整體遊客喜好的遊憩活動則偏好逛街購物、親近自然性的活動，如登山、露營或健行。而東部地區的遊客則偏好進行觀賞海岸地質景觀、溼地生態、泡溫泉、做Spa、觀賞動、植物、觀賞日出、雪景等自然景觀及節慶活動及表演節目欣賞。

在旅遊花費上，以餐飲、購物及交通為主要的消費項目。平均每次消費金額約2000～2300台幣左右。

5.1.1.2 台東地區旅遊特性

根據台東統計要覽，台東目前居住人口數約23萬人，平均每年花費在娛樂支出上的消費約五千多台幣。在觀光人口部分，台東在民國85年至民國91年間，遊客量成長幅度為93%。在民國91年後，92年時台東觀光人口統計將綠島人次為機票加乘船人次，且新增「知本溫泉風景特定區」，並受到週休二日的影響，旅遊人次突破100萬人，於民國92至95年間台東觀光人口平均每年以1.15%的幅度增加。

因此可以瞭解在週休二日以及台東縣逐年推廣旅遊的政策下，台東旅遊觀光仍有競爭且成長的趨勢。

表 5-1、國內旅遊型態調查表

項目\年度（民國）		91	92	93	94	95	96
假日旅遊比率			74.1	67.5	73.5	74.5	75.5
旅遊目的	純觀光旅遊	60.5	61.4	60.3	55.5	60.6	60.8
	健身度假運動	4.0	7.5	12.1	9.3	7.0	7.2
	生態旅遊	5.9	2.9	3.9	2.4	2.9	2.7
	會議或學習型度假	1.3	1.0	1.8	0.5	0.6	0.8
	宗教性旅行	6.0	5.3	3.4	3.5	5.2	6.8
	商(公)務兼旅行	1.5	1.0	1.1	1.4	1.1	1.1
	探訪親友	18.7	19.3	11.7	23.0	22.0	19.7
每年平均旅遊次數			5.4	5.7	4.78	5.5	5.6
到訪據點			1.7	1.5	1.56	1.66	1.6
平均旅遊天數			1.7	1.7	1.64	1.67	1.52
喜歡遊憩活動	自然賞景活動 (露營、登山、森林步道健行、觀賞海岸地質景觀、溼地生態、觀賞動、植物)			19.6	83.2	72.4	72
	文化體驗活動 (觀賞文化古蹟、節慶活動、參觀古蹟、原住民文化體驗、宗教活動)				20.9	20.5	24.3
	運動型活動 (游泳、潛水、衝浪、划船、泛舟、釣魚、各項球類運動、攀岩、溯溪)				13.2	9.3	6.5
	遊樂園活動 (機械遊樂活動、一般遊樂園活動)				3.3	3.0	3.0
	其他娛樂活動 (泡溫泉、做SPA、品嚐美食、逛街、購物、觀光果、茶園參活動)			15.3	40.6	22.5	37.1
國人每人每次平均旅遊花費			2130	2266	2080	2086	1989
台東觀光遊客人次		101,178	1,312,500	4,280,600	4,005,200	5,496,500	6,615,000

5.1.2 基礎建設分析

5.1.2.1 住宿設施調查

根據交通部觀光局於民國88年的調查，台東地區現有約104家合法登記旅館，共計6,152房間數，大部份旅館規模仍屬於傳統的小型旅社或家庭式的國民旅舍，僅提供簡單的住宿服務，未提供餐飲服務及其他附屬設施服務，房價約為一千多元左右，而國內的觀光旅館房價約維持在二千元至三千元左右（詳表5-2），而這些傳統小型旅館也因設備老舊、服務設施不足，正面臨住用率下降、市場淘汰之壓力。台東市及知本是台東地區旅館主要分佈區，台東市屬商務旅客或一般東部遊客選擇住宿地點，市區內約有48家旅館，有2,067房間量。

知本溫泉地區每年吸引數十萬的遊客來此渡假泡溫泉，前往洗溫泉的旅客絡繹不絕，因此，興起許多溫泉型的休閒旅館，以溫泉浴為其主要附屬設施，有些規模大一點的旅館則還提供游泳池、餐飲服務。知本地區現有29家旅館，一共有3,649間房間，而地區建商看好當地休閒套房市場，大量興建套房出售，在四年內就增加約2,400個套房房間數，但是在業者一蜂窩搶建之下，產品未經妥善規劃，其銷售情形並不理想，業者將未銷售之部份及售出回租的套房組合，就當做旅館經營，造成其區域內激烈競爭，只能採取低價競爭策略，甚至在街頭招攬遊客現象，影響知本地區整體居住服務水準，全區僅知本老爺酒店採高價、高品質的路線，反而能有效吸引重視居住品質的國內外遊客，從開始營運就獲得良好經營績效，維持在七成左右住用率。

在計畫範圍內之住宿設施多為溫泉休閒與住宿複合之度假村或民宿，部分為原住民所經營，而現有的公共浴池已無使用，因缺乏管理而成為雜物堆放的地方。

計畫區內已設置多座溫泉度假村，雖然有部分為合法業者，但仍有多數違章的溫泉民宿。

米之谷溫泉民宿

違章的三寶民宿

表 5-2、國內觀光旅館住宿資訊統整表

年度\項目	觀光旅館 住房率	平均實收房價 （元）	團體旅客	個別旅客
85/1996	63.39%	2,832		
86/1997	63.74%	2,988	38.55%	61.45%
87/1998	62.88%	3,057	40.26%	59.74%
88/1999	61.62%	3,066	39.20%	60.80%
89/2000	65.06%	3,109	35.54%	64.46%
90/2001	62.37%	3,084		
91/2002	62.27%	2,911	38.05%	61.95%
93/2004	66.41%	3,042		
94/2005	73.54%	3,063	38.55%	61.45%
95/2006	70.21%	3,294	39.13%	60.87%

資料來源：交通部觀光局，本計畫整理

5.2 台東休閒市場調查

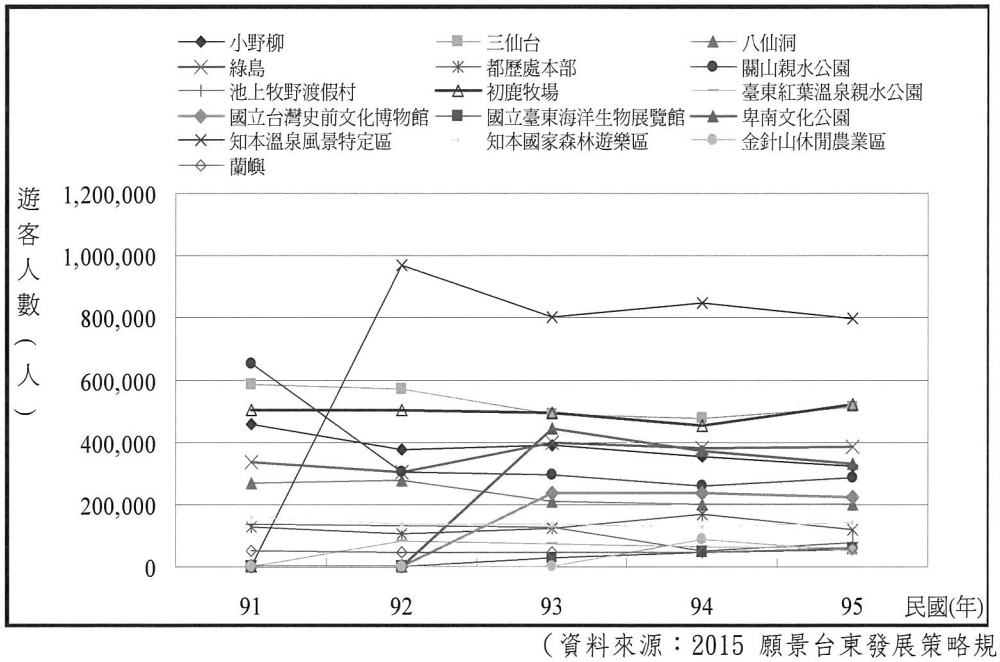
目前東部旅遊市場佔有率偏低，而台東地區國民旅遊客層與花蓮有差別，係以中南部為主，其旅遊型態以自然攬勝為主，人文景觀淪為陪襯，同時重點式的旅遊模式也已經造成地方負面衝擊。而台東縣內休閒市場自給率低，公共運輸不發達，遊客係以交通費為主要支出，且多偏重於短假期型態活動，參加旅遊活動比率降低。

這些種種跡象都將影響台東旅遊之發展，因此確立未來計畫區內發展之定位並符合台東未來發展模式，成為重要之課題。以下藉由前章節資源面資訊之蒐集，以及政策面之探討，作為探究台東休閒市場發展趨勢之依據。

5.2.1 台東現有旅遊地特質調查

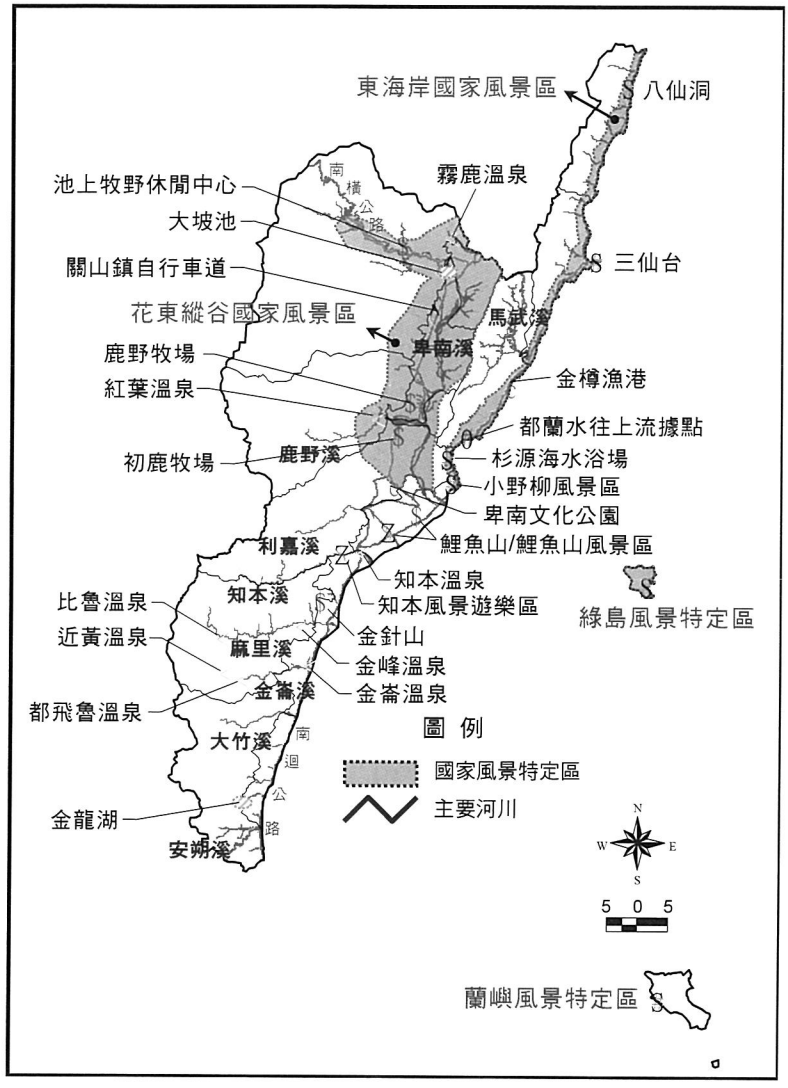
台東縣觀光遊憩資源相當豐富（詳圖 5-2、表 5-3、表 5-4），包括自然生態資源、文化地景資源、產業地景資源等，其中以自然景觀以及溫泉產業最為觀光旅遊所偏好，活動則以「自然賞景活動」、「溫泉養生」及「運動型活動」為優勢。

整體而言，臺東縣的觀光遊憩資源雖然豐富，然其潛力尚未充分發揮及包裝行銷，未能創造高附加價值，加上聯外交通條件與基礎設施不佳，導致觀光發展受限，有多數著名的風景區，逐年在沒有進行園區更新的狀況下，遊客量的成長幅度不盡理想，而少數新興的風景區或遊樂區，遊客的接受度則相對來的高（詳圖5-1）。



（資料來源：2015 願景台東發展策略規劃）

圖 5-1、臺東縣主要觀光遊憩區遊客人數發展趨勢圖



（資料來源：2015 願景台東發展策略規劃）

圖 5-2、台東旅遊發展分佈圖

表 5-3、台東自然類型遊憩資源分類表

項目	內容	遊憩據點
自然地形景觀	峽谷、溪谷地形景觀	頂岩灣小黃山
	海岸地形景觀	綠島/三仙台/蘭嶼/小野柳
	特殊地形景觀	利吉月世界
自然生態	溪流生態觀察	太麻里溪/金崙溪/水往上流
	賞鳥	八仙洞、樟原/泰源幽谷/池上大坡池
	賞蝶	海岸山脈
	海洋生態觀察	杉原海水浴場南北側/三仙台/綠島/蘭嶼
海域活動	海濱沙灘活動	磯崎海水浴場/杉原海水浴場
	海濱垂釣（灘釣、磯釣）	金樽磯崎/都蘭/小野柳/石門/成功/綠島、蘭嶼/太麻里溪口/金崙溪口
	船釣	成功港/富崗/綠島、蘭嶼
休閒溫泉區		台東紅葉溫泉/金峰溫泉/霧鹿溫泉/比魯溫泉/知本溫泉/綠島旭日溫泉/金崙溫泉/近黃溫泉/都飛魯溫泉
河域活動	溯溪	大崙溪/太麻里溪/金崙溪
	戲水	多數溪谷
	漂舟	金崙溪
	泛舟	卑南溪
空域活動	拖曳傘、飛行傘	鹿野高台
其他陸域活動	登高越嶺	中央山脈/海岸山脈/瓦拉米步道/八通關古道
	乘車賞景	高山景觀道路（中橫、南橫）/縱谷景觀道路（台九線）/南橫公路東段/武陵綠色隧道
	自行車道	關山環鎮自行車道/東海岸

表 5-4、台東人文類型遊憩資源分類表

項目	內容	遊憩據點
參與慶典競賽	慶典活動	東台灣族群文化嘉年華/台東元宵廟會/東海岸夏豔旅遊季（都蘭灣）
	競賽活動	統一盃鐵人三項國際邀請賽
宗教朝聖		台東天后宮/台東海山寺/成廣澳天后宮
教育展示		國立台灣史前文化博物館/
古蹟考察		八仙洞遺址/都蘭遺址/卑南遺址/富世遺址/八通關古道/公埔遺址/嘉蘭陳家石板屋/卑南王家三合院
原住民生活文化體驗		利稻民宿村/泰巴塑、馬泰鞍/蘭嶼/奇美民宿村/莫哥布各
傳統聚落參觀		蘭嶼/長良客家村
參觀原住民慶典、表演	阿美族慶典	豐年祭/捕魚祭/成年祭/相撲大賽
	卑南族慶典	猴祭-卑南鄉/卑南族聯合年祭-卑南文化園區
	排灣族慶典	竹竿祭-達仁鄉
	布農族慶典	打耳祭-延平鄉/海瑞鄉
	魯凱族慶典	豐年祭-卑南鄉
	雅美族慶典	飛魚祭-蘭嶼/新船祭-蘭嶼/新屋祭-蘭嶼/小米祭-蘭嶼
休閒農業觀光	農場體驗	池上牧野休閒中心/東河農場/池上桑蠶場/太麻里金針山/台東農場觀光蘭園/青山休閒農場/成功鎮柑橘觀光果園/賓朗蝴蝶蘭觀光農園
	茶園體驗	鹿野高台茶園
林業參觀		知本森林遊樂區
漁港品嚐		成功漁港/富岡漁港
牧場體驗		初鹿牧場
主題遊樂園		布農部落/關山環保親水公園

資料來源：本計畫整理

5.2.2 台東溫泉市場調查

台東縣目前則有12個溫泉區，24處溫泉露頭(詳表 5-5)，除鹿野溪有兩處硫酸鹽碳酸氫鈉泉、知本溫泉區為碳酸氫鈣鈉泉、綠島溫泉為硫磺泉外，其餘溫泉類型多為碳酸氫鈉泉。目前以霧鹿溫泉、碧山溫泉、知本溫泉為較熱門之溫泉觀光景點。

表 5-5、台東溫泉調查表

泉脈分區	溫泉露頭名稱	泉質類型
新武呂溪嘉寶溫泉區	彩霞溫泉	碳酸氫鈉泉
	暇未溫泉	碳酸氫鈉泉
新武呂溪霧鹿溫泉區	下馬溫泉	碳酸氫鈉泉
	霧鹿溫泉	碳酸氫鈉泉
	碧山溫泉	碳酸氫鈉泉
	摩刻南溫泉	碳酸氫鈉泉
新武呂溪利稻溪溫泉區	栗松溫泉	碳酸氫鈉泉
大崙溪溫泉區	轆轤溫泉	碳酸氫鈉泉
鹿野溪溫泉區	紅葉谷溫泉	碳酸氫鈉泉
	上里溫泉	碳酸氫鈉泉
	桃林1號溫泉	硫酸鹽碳酸氫鈉泉
	桃林2號溫泉	硫酸鹽碳酸氫鈉泉
台東利吉溫泉區	利吉溫泉	碳酸氫鈉泉
知本溫泉區	知本內溫泉	碳酸氫鈣鈉泉
	知本外溫泉	碳酸氫鈣鈉泉
金峰溫泉區	金峰溫泉1	碳酸氫鈉泉
	金峰溫泉2（達爾朋溫泉）	碳酸氫鈉泉
	比魯溫泉	碳酸氫鈉泉
金崙溫泉區	金崙溫泉	碳酸氫鈉泉
	都飛魯溫泉	碳酸氫鈉泉
	近黃溫泉	碳酸氫鈉泉
土　溫泉區	土　溫泉	碳酸氫鈉泉
姑仔崙溫泉區	普沙羽場溫泉	碳酸氫鈉泉
綠島溫泉區	綠島溫泉（朝日溫泉）	硫磺泉

5.2.3 政策面

5.2.3.1 2015 願景台東發展策略規劃

(1)累積「綠色資產」、創造共生產業。

(2)深化與西部發展模式之區隔，以「生活」為發展導向。

(3)發展「新莊園經濟」，組構「無接縫」的經濟社會體系。

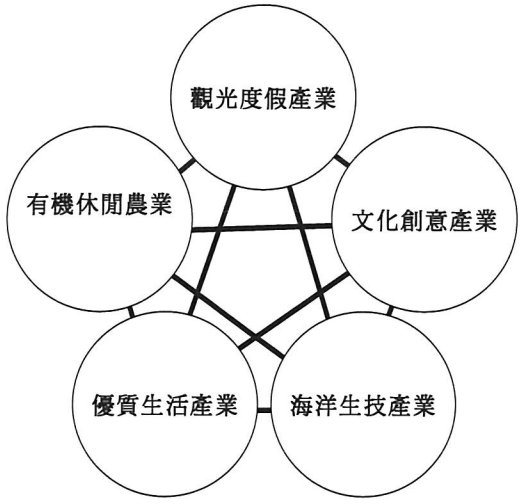


圖 5-3、東部永續發展五大產業關聯圖

5.2.3.2 太麻里2015年發展

(1)發展潛力

溫原度假休閒活動、金針花休閒農業發展、後山特殊漁業文化－鯉仔罾（定置漁場）、藍天碧海的曙光園區海岸線及海灘、深層海水產業開發。

(2)發展願景定位

日昇之鄉、金針花之鄉、藍金之鄉。

(3)重要開發項目

太麻里金針山觀光纜車系統整體開發與建置計畫、原住民部落環境改善與特色營造計畫、曙光園區整體開發再利用計畫、金崙溫泉休閒渡假村產業發展計畫、金針山有機休閒農業觀光發展計畫。

5.2.3.3 金峰鄉2015年發展

(1)特色

金峰鄉開發緩慢，以山林土地為主調，其閒靜部落色彩濃厚，加上特殊的山林溫泉資源，深具發展中小型溫泉度假環境之可能性。

(2)發展願景

野溪溫泉之鄉、山野度假勝地、山林越野活動基地。

(3)重要開發項目

野溪溫泉設施建置與開發、部落文化精緻化發展與開發觀光體驗、山林健康旅遊活動開發。

5.2.4 小結

在旅遊產業空間發展趨勢之一為走向休閒產業室內化及娛樂主題化，故未來亦應朝向室內空間發展，諸如多元化的休閒健康俱樂部、SPA水療養生中心等，以及推廣國際級的複合型、主題式、娛樂性的休閒渡假飯店，這部份目前為台東發展觀光城市所缺乏的。

(1)台東環境資源豐富且保存完整，具備有發展休閒旅遊之利基，唯台東旅遊常因交通不便，而使交通費用成為主要開銷，且遊憩據點間同質性過高，且缺乏市場區隔之考量。未來規劃設計發展上應考量本計畫區之定位，應與台東相關溫泉產業發展作區別。

(2)公私夥伴發展，有助於提高民間投資之意願，創造公共投資與政府財政的永續平衡。也藉由鼓勵民間參與投資，讓產業發展能更多元化並具有效益。

(3)目前計畫區域之發展符合台東整體發展計畫，朝向綠色資產、養生產業之發展目標。

5.3 市場策略

5.3.1 市場潛力與計畫服務量界定

5.3.1.1 市場潛力

(1)永續能源的世界觀

在強調再生能源的永續能源潮流中，多數先進國家已開始落實太陽能、地熱能、風能…等綠能源之使用，配合都市開發、社區建設，實際落實於民生使用之中。而台灣由於地形以及緯度的關係，擁有發展多種綠能源之潛力，但在地熱發

電上仍無法有新的突破。在金崙地熱發電探勘研究中，已證實金崙具有發展地熱發電之潛力，若能實際開發，配合當地的整體發展，必定可以成為地熱發電的示範區，而作為地熱能源研究的典範。

(2)健康養生的旅遊潮流

在地熱發電多目標利用中溫泉利用是其中的主項之一，溫泉除了是一種遊憩活動型態外，溫泉的療效以及對於醫療的貢獻也逐漸被認同並開始實際運用於慢性病的治療，因此溫泉理療也可以成為園區發展的重要吸引力之一。溫泉理療搭配自然療養，讓區內的休閒更加多元，也可以與其他溫泉休閒市場做一明顯的區隔，而成為金崙溫泉的主要特色。

3)舒適優美的自然環境

金崙因開發較晚，仍保有完整的自然環境，而本計畫區除緊鄰金崙山外，金崙溪以及出海口的景觀都令人流連忘返，搭配四季變化，金崙地區的景觀風貌儼然成為重要的旅遊特色。

(4)濃厚純樸的住民文化

金崙村、歷坵村雖然定期還有一些原住民活動的舉辦，但早期的聚落風貌已不復存，未來風貌營造應加強文化元素，形塑地方自明性，作為旅遊發展的特色之一。

5.3.1.2 計畫區遊客量推估

依據交通部觀光局每年所進行的國人旅遊狀況調查(

表 5-6)，台灣每年都將近有九成的民眾會在國內旅遊，平均到訪1.6個遊憩點，大多以一日遊為主，較少過夜，旅遊時段通常集中在假日，所進行的花費約2000～2300之間。

根據台東統計要覽(表 5-7)，台東目前居住人口數約23萬人，平均每年花費在娛樂支出上的消費約五千多台幣。在觀光人口部分，台東在民國85年至民國91年間，遊客量成長幅度為93%。在民國91年後，92年之台東觀光人口統計將綠島人次為機票加乘船人次，且新增「知本溫泉風景特定區」，並受到週休二日的影響，旅遊人次突破100萬人，於民國92至95年間台東觀光人口平均每年以1.15%的幅度增加。

因此可以瞭解在週休二日以及台東縣逐年推廣旅遊的政策下，台東旅遊觀光仍有競爭且成長的趨勢。

目前台東推廣溫泉旅遊的遊憩點眾多，包含知本溫泉、紅葉溫泉、霧鹿溫泉、綠島旭日溫泉等知名的溫泉點，其中以知本溫泉最為著名，知本溫泉風景特定區之遊客量自民國92年起有逐漸下滑之趨勢（表 5-8），93年至96年間，平均每年下滑10%。風景區內之主要住宿點，除知本老爺飯店外，其餘飯店或民宿皆有住宿率下降之問題，其主要原因是知本溫泉為早期開發之觀光景點，多數遊樂設施為簡單的泡湯設備，且有年久失修的問題，因此設備老舊、遊憩吸引力不具多樣性、遊憩主題缺乏新意等因素導致知本溫泉之遊客量逐年下降。雖然如此知本溫泉仍是台東主要的觀光遊憩點之一，平均約佔台東旅遊人次12%。

本計畫為區別與知本以及其他以溫泉遊憩為主題之溫泉休憩點，採取以溫泉理療、自然療養為發展主題之綠能源文化發展方式，且本計畫區位於南台灣進入台東南迴旅遊線之起點，是進入台東的必經之地，因此假設金崙溫泉旅遊之遊客量可以達到一定的數量，但仍須考量環境承載量、設施承載量等因素，因此期望本園區之旅遊人數則可以達到台東旅遊人數3.9%。故遊客量之預估，參考交通部觀光局國人旅遊狀況調查資料以及台東統計要覽，依據統計資料依據統計資料

較完整的年度（92年～97年）之數據，尤以下算式推估營運年民國102年時，其台東遊客量為15,300,90人，每年遊客成長率為2%。

PN＝A*3.9%

PN＝民國N年金崙溫泉旅客人數推估

A＝台東於民國N年之遊客量

表 5-6、台東旅遊人口與佔全國比例說明表

年度 / 項目	92	93	94	95	96
全國國內旅遊人次	102,400,000	109,340,000	92,610,000	107,540,000	110,250,000
外國旅客人次					
台東旅遊人次	1,312,500	4,280,600	4,005,200	5,496,500	6,615,000
台東佔全國旅遊人次之比率	1.3%	3.9%	4.3%	5.1%	6%

表 5-7、台東觀光人口統計表

項目\年度 年、月別		遊客人次	增 減 數	成長率 (%)	備註
85年	1996	577,364	—	—	
86年	1997	160,268	(417,096)	(27.76)	
87年	1998	120,522	(39,746)	(75.2)	
88年	1999	107,305	(13,217)	(89.03)	
89年	2000	132,667	25,362	123.64	
90年	2001	137,805	5,138	103.87	
91年	2002	101,178	(36,627)	(73.42)	
92年	2003	1,312,543	1,211,365	1297.26	
93年	2004	4,280,623	2,968,080	326.13	
94年	2005	4,005,203	(275,420)	(93.57)	
95年	2006	5,496,545	1,491,342	137.24	

資料來源：台東統計要覽

表 5-8、知本溫泉風景特定區民國92年至96年遊憩量統計表

年度 / 項目	92	93	94	95	96
知本溫泉風景特定區-旅遊人次	970,200	800,600	848,300	795,300	647,800
台東-旅遊人次	1,312,500	4,280,600	4,005,200	5,496,500	6,615,000
知本佔台東旅遊人次之比率	73.9%	18.7%	21%	14.5%	9.8%

5.3.2 市場區隔構想

透過台東旅遊地類型分析、溫泉遊憩調查可以發現台東擁有多項旅遊發展的資產，包含濃厚的原住民文化、完整的自然資源、豐富的生態系統，具備發展多元旅遊型態的潛力，但缺乏妥善的遊憩規劃以及推廣，再加上旅遊基礎設施的缺乏，遊客難以安排行程。且多數早期開發的風景區或溫泉區，因缺乏市場區隔以及定位，遊憩活動型態大多雷同，造成地方發展自明性不高，知本雖然以溫泉泡湯著名，但單一的活動型態以及老舊的設施，近年的遊客量已逐漸下降。

本計畫區的發展定位除朝向地熱資源的多目標利用以及成為台灣地熱發展的示範區之外，應融合當地地景資源、自然風貌、人文特色，連結周邊旅遊資源，以便提供更多樣化的遊憩活動。在園區的設計需有別於一般溫泉區，在園區外則希望可以形塑更具地方特色，且具備不可取代的旅遊產業特質。

基於上述理念建議本計畫之市場區隔策略方向如下：

(1)地熱示範區的推廣

搭配地熱研究、地熱解說、地熱教學等活動的舉辦，推廣地熱發電以及多元利用的觀念，在先期可先配合周邊的國中小學進行戶外教學的活動，並可搭配寒暑期學生研習營的舉辦，藉此宣傳園區的地熱資源，並建立研究機制，成為國內地熱能源利用的先驅範例。

(2)溫泉理療養生區的建構

配合地熱發電的多目標利用附帶發展溫泉文化，以台東的健康養生發展理念為軸心，提供溫泉遊憩、溫泉養生、溫泉養殖、溫泉農業以及溫泉相關周邊商品之發展外，亦期望可以結合溫泉醫療、自然療養等元素，以Longstay的觀念，開拓新興的溫泉市場。

(3)當地自然、文化資源的結合

本計畫區之發展特色除地熱資源外，計畫區緊鄰金崙溪，周邊為一山谷的地勢，靠山面海的優美景觀，是身心靈調養的最佳良藥，搭配原住民文化的人文色彩、台鐵的鐵道文化、農漁業的產業文化，更增添了當地旅遊活動的豐富性。

6. 地熱發展及相關主題研析

6.1 地熱資源多目標發展主題

地熱資源的運用非常廣泛，Stefansson & Fridleifsson在1998年對地熱資源所產生的溫度和應用共可以歸類為發電、工業、農業、暖氣及休閒等面向(圖 6-1)。

本節針對國內適用之運用方式，包含養生舒壓、醫療保健、觀光遊憩、地熱發電、農產養殖等內容，作為後續多元目標發展之參考，並於第二節進行國內外地熱資源運用案例以及後續民間參與之案例等進行研究。

6.1.1 溫泉養生休閒

隨著生活水平的提升，一般大眾對於養生保健的觀念漸漸重視，生機飲食、運動保健、接觸自然漸漸成為現代人保健的重要因素，而溫泉沐浴也成為現代養生的代名詞，許多溫泉業者更結合多種舒壓元素，讓溫泉養生文化更加多元。一般來說，溫泉養生的方法包括吸入療法、飲泉療法、溫泉浴療法、氣體浴、泡沫浴、灌水浴、泥土浴、碳酸浴、藥浴等。

溫泉住宅就是以溫泉養生為招牌的住宅建案，強調在家就可以養生，日本近年研究顯示，透過溫泉保健的調養有效的降低日本國人每年的醫療費用。

台灣由於人口逐漸老化，老人人口的增加，以及現代人生活壓力緊張，以溫泉為主題的養生保健型態普遍為國人所接受與喜好。

(1)養生村、溫泉主題集合住宅

養生村的概念行之有年，養生村屬於商業醫療體系的一環，主要服務對象非單就老人人口，而是指需要長期受到醫療照顧的民眾，主要目標在建構一座具有獨立運作體系的醫療城市。

(2)溫泉SPA

近年來隨著溫泉產業的多角化經營，產生了許多以溫泉為主的複合式經營型態，如時興的SPA 即吸引喜愛多元化活動的消費群眾；此外，專業的水療館以

及以健身為主的運動型溫泉主題館，均是目前溫泉市場的主力。以時興的SPA來說，即利用泉水治療疾病及改善健康狀況，在進行各項療程時結合輕鬆的大自然音樂，空氣中瀰漫著淡淡的花草香；在SPA的空間，療程室、水療按摩池、蒸氣浴室、沖浴室、泡浴室為最佳的減壓空間。

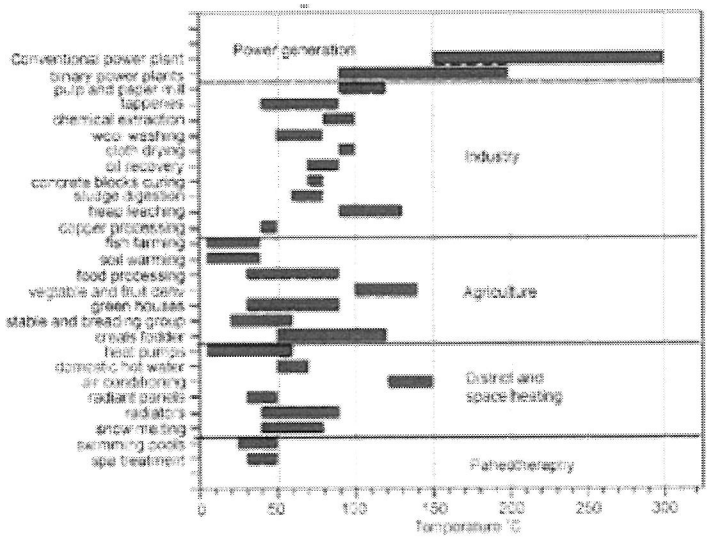


圖 6-1、地熱資源應用與溫度關係圖

（Stefansson & Fridleifsson, 1998）

6.1.2 溫泉醫療

溫泉醫療是一種利用天然溫泉或是溫泉產品從事醫療行為的治療方法，若能善加利用可以促進健康及治療疾病，但使用不當時也會造成溫泉的併發症。

溫泉依泉質各有不同之溫度、酸鹼值，對於皮膚較乾燥的人特別敏感，而乾性皮膚者要特別注意的是不要浸泡酸性溫泉，以免造成皮膚的不適與惡化，而一般的中性碳酸或鹼性泉較無妨，溫度以38℃至41℃較為一般人所能接受。

根據研究，溫泉中含有許多的礦物成分，對於外傷、神經衰弱、風濕、腸胃道消化系統、香港腳、溼疹、貧血、皮膚、關節炎等皆有療效，溫泉的療效受到

其本身溫度、酸鹼值、流量、成分之影響。因此，溫泉的療效取決於溫泉之水質等化學成份如酸鹼度、電導度、陰陽離子等化學成份。另外硬度及細菌數等水質成份則關係可否作為飲用水。

(1)溫泉醫療於人體之作用

溫泉對於人體的作用主要分為4個部分：

A.物理作用：靜水壓、浮力及粘性與磨擦抵抗

B.溫熱作用

C.泉質中化學成分作用

D.非特異的變調作用

而溫泉所發揮的療效則大致上是以上4種作用的整體效應（陳家勉）。

(2)運用方法

溫泉在醫療上的應用大致可分為浴用法、飲用法、含漱法、蒸氣吸入法及洗滌法等方法，浴用法已被使用在醫院復健科的水療及溫泉旅館的SPA之中，是較普遍化的溫泉醫療方式。不同礦物成分的礦泉水也被商品化來供人們生活上的飲用；此外，治療牙疾的漱口藥水、幫助氣喘病患咳痰的蒸氣吸入法及便秘所使用的灌腸等方法，都是將以往溫泉醫療的模式沿用在近代的醫療上。台灣目前在養生保健觀念漸漸抬頭的局勢下，目前多處私人溫泉養生會館，也逐漸重視溫泉養生，並配合藥浴、香草等多元體驗，但在溫泉療養的主題部分仍缺乏。溫泉的治療可以搭配水柱衝擊、超音波按摩、泉水浮力等物理作用促進功效，並設置專業溫泉理療師從旁指導，達到真正的療效。

(3)計畫區內溫泉特性

本計畫區域之溫泉屬於碳酸氫鈉泉，其水質以碳酸離子為主，多屬中性到鹼性，可供洗浴，一般也可飲用，飲用溫泉時一次量以100～200g最適宜。對濃度較高者宜加以稀釋或減量，飲用時最好經過醫生的診斷許可。但本園區內之溫泉因含汞量超過安全標準，不建議以飲用進行溫泉療養。

碳酸氫鈉泉無色、無臭，若以洗浴方式進行療養，具有美化表皮與肌膚、加速組織修復、促進新陳代謝與血液迴圈等療效，並且可以改善腸胃病、膽囊炎、神經痛、關節炎、外傷、肝臟病、過敏性疾病、慢性皮膚病、麻疹等。而根據日本磺泉誌記載：一般單純碳酸泉對於神經衰弱、心臟神經症、慢性胃病、慢性膀胱炎等病症有理療效果，但對於胃潰瘍、胃酸過多、下痢之病症則有不良之反應。

6.1.3 溫泉農業

農業利用的溫泉水為剩餘的廢水（浴池水經過淨化或溢流水之再使用）。溫泉的熱溫，可應用於省能或熱帶溫室，如定時以溫泉小噴灌，可提高土壤溫度及溼度，加速土壤粒子的化學反應，藉著分離出大量可被吸收的離子，可栽培高經濟的蔬菜、花卉等，其中豐富的礦物質亦可栽培藥用植物。利用溫泉資源不僅讓溫泉農作可增添泉區景觀特色，地熱栽培蔬果亦可增加泉區的產業特色，供養皆取之於溫泉，更提高了溫泉利用型態的多樣性。

6.1.4 溫泉養殖

除溫泉農作之外，溫泉水尚可利用於溫泉養殖。臺灣屬亞熱帶，冬天的水溫很冷，尤其近幾年來氣候變異甚大，冬天寒流來襲時，常造成漁民重大損失，此時農民用溫泉水來維持水溫，可大幅降低農民的損失。

亦可利用溫泉水所溶解的礦物質，來增加魚蝦繁殖所需之養料，並利用溫泉調解養殖池之溫度，增加魚蝦生長速度。由此可知，將溫泉水應生產成本，用在漁業上，可產生極大的經濟效益。

(1)溫泉養殖成功之物種

A.甲魚

甲魚屬變溫動物，其生長發育速度受水溫影響，其最適水溫為24～28℃，18℃以下停止攝食，15℃以下即潛入水底和泥中進行冬眠。故利用溫泉養殖，不但降低而且縮短收成時間在一年以上。

B. 蝦類

目前蝦類的繁殖有草蝦，每年的三、四月放養，到七、八月即可收獲；另還有斑節蝦，每年八、九月放養，翌年一、二月即可收穫，肉質結實。

C.觀賞魚

寒冬來襲，利用溫泉水調節水溫，省去冬眠、生長快速，品質佳；熱帶魚亦能大量繁殖，色彩豔麗。目前觀賞魚養殖成功的品種相當多，約有數十品種，包括血鸚鵡、金剛鸚鵡、非洲王子、阿裏等。

6.1.5 地熱能源利用

台灣目前地熱區共有26處，目前有以發展溫泉地熱能源為主題的包含清水以及金崙等地。

地熱是存在於地球內部的熱能，使得地溫隨深度而增加，而熱能也會經由地球內部傳送至地表消散。若鑽井鑽到儲集層，會有大量的熱水及蒸氣噴出。工程人員根據流體的溫度及壓力將其做不同用途，溫度高的用於發電，低的則直接用於暖房及工業用途等（郭明錦，2004）。

地熱系統大致可分成熱水型和蒸氣型兩種。攝氏200度以上的地熱系統，因為熱水到達地面後，可有10～30%轉變為蒸氣，故比較有發電價值。地熱資源的利用有發電及直接利用兩大類。傳統式蒸氣發電所需地熱流體溫度在攝氏150度以上。如果使用雙循環熱交換式發電所需地熱流體溫度可顯著降低至攝氏100度左右。又暖房及溫室用途所需溫度約攝氏80度，溫水游泳池則約攝氏30度。

溫泉地熱能源的利用有助於節約能源並創造區域特色，冰島之地熱除供應90%建物的暖氣以外，全國56%的能源也都由地熱所供應；2002年全世界24個國家利用地熱發電的總發電量高達8000MW，國內為了發展替代能源的目的，也訂定了2010、2020 年地熱發電的目標值。此外，日本草津溫泉則利用熱交換處理提供家用熱水，均為資源利用的最好例證。

6.2 地熱溫泉發展國內外案例

6.2.1 溫泉養生休閒案例

(1)養生村案例-台塑養生村

A.背景

台塑集團認為養生村屬於商業醫療體系的一環，主要服務對象非單就老人人口，而是指需要長期受到醫療照顧的民眾，主要目標在建構一座具有獨立運作體系的醫療城市。因此在台灣桃園縣龜山鄉建構了台塑養生文化村。社區中共4000戶，可居住6000名。主要服務60歲以上，具有行動力且不具法定傳染病之老人。

B.特色

(a)開發34公頃，17公頃為綠地，提供14坪、22坪兩種居住單位。

(b)建立「養生照護金」機制，入住者先行繳付一筆一定金額款項，後續於養生村內之開銷則由款項之利息支付，本金隨時可取回。

(c)空間設計皆以老人行動方便及安全為考量，使用寬走道，每戶皆有緊急通報鈴，直通社區監控中心。每棟住宅皆設有護理站。

(d)交通便利，養生文化村內配有直達台北之交通車。

(e)周邊醫療系統完善，鄰近護理之家、慢性病醫院、長庚林口醫學中心，構成養生村綿密的醫學照顧網。

(f)提供多種「銀髮學園」及田地，讓老人有自主、活動的機會。

C.值得學習的特色

(a)大片的綠地保留，讓活動空間更加具有品質及健康。

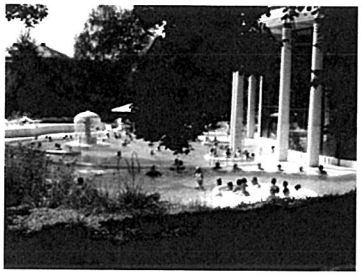
(b)舒適無壓迫的生活空間，針對特殊族群的空間設計，讓養生村的生活更加舒適且貼心。

(c)鄰近健全的醫療系統，讓養生村的醫療體系更加完善，這是目前金崙溫泉周邊所缺乏的。

(2)德國－符騰堡州巴登巴登（Baden Baden）

A.背景

巴登巴登（Baden Baden）位於德國黑森林西北部邊緣的奧斯河谷中。巴登巴登的歷史可以追溯到西元二世紀，古羅馬人在這裡發現了高達69℃的礦泉，於是開始建造大型沐浴場所，做為軍人治病療傷之用，為羅馬人的重要療養基地，因此留下很多古蹟和文物。



溫泉戶外浴池

德語裡「巴登」（Baden）是沐浴或游泳的意思，即這個城市有很多浴室。輝煌的宮殿、別墅、街道、公園等元素，使整個城市開始有了今天的規模，逐漸成為歐洲的療養勝地與重要的夏都。

B.特色

巴登巴登因為有優質的天然溫泉與自然環境，是歐洲典型的溫泉療養渡假區，這裡的溫泉可以透過浸泡的方式達到舒筋爽骨和去除風濕、腸胃不適等疾病，溫泉除了浸泡外還可以飲用，據傳可以治療心臟動脈疾病、風濕病、婦女病和呼吸道疾病，功效廣泛。此外，巴登地區亦為葡萄產區（Rebland），加上氣候環境的外在優勢，故成為德國重要的健康休閒區。

C.休閒遊憩設施

一般而言，歐洲的旅遊型態，遊客大多會規劃2至3週的休閒時間，因此較著名的溫泉療養渡假區，為了使遊客不感到厭倦，同時考量重遊的吸引力，療養渡假區都具有完善的娛樂設施，如劇場、音樂廳、美術館以及賭場等。

巴登巴登除有著名的溫泉浴池與溫泉旅館外，還有劇院、賭場、美術館、博物館、購物街等，提供遊客多樣化的休閒遊憩活動，巴登巴登則可說是德國設施最完善的療養渡假區，其著名的景點包括：(a)城堡溫泉療養館（Kurhaus）又稱休閒宮、(b)卡拉卡勒溫泉浴池（Caracalla Therme）、(c)腓特烈大浴池（Friedrichsbad）、(d)羅馬浴池遺跡（Romischer Baeder）、(e)飲泉大廳（Neue Trinkhalle）、(f)歌劇院（Festspielhaus）、(g)布拉姆斯故居（Brahmshaus）、(h)藝術展覽館（Staatliche Kunsthalle）、(i)溫泉療養博物館(Stadtmuseum im Baldreit)、(j)主要購物大道。(k)李斯特塔林蔭大道。

歌劇院

老城區露天餐廳

D.值得參考的經驗

巴登巴登雖然擁有豐富的自然與歷史文化資源，但實際上中間沈寂了數百年，直到19世紀初才開始發展成今日的規模。其發展的原因，除了充分發揮與宣傳溫泉休閒外，並結合養生與療養的體驗，從環境營造、歷史文化展示介紹、休閒遊憩活動、養生飲食研發等整體配套，將巴登巴登打造為德國最重要也最著名的溫泉療養勝地，其重要的作法分析如下：

(a)交通方面

提供便利的大眾交通系統，並鼓勵遊客搭乘，透過區間快車及公車，可以快速到達。而因為自用轎車的減少，使城內的休閒環境品質更好。

(b)公共設施方面

規劃多條林蔭休閒步道，連結旅館與各遊憩據點，同時透過節點廣場的整建與景觀改善，讓遊客悠閒的散步、逛街、購物、用餐。

精品街

(c)建築與空間風格方面

維持古典建築的語彙與色彩，配合巴洛克式的庭園景觀，使城區呈現古典精緻的空間氛圍。

(d)泡湯結合療養設施

以特色療效為發展主題，飯店業者以結合水療、各種養生、美容和健體等設計出不同的SPA療程之外，也結合溫泉餐飲設計與葡萄酒配套料理的療養組合，且經常變化，提供遊客不同的選擇與溫泉休閒體驗。

(e)多樣的遊憩活動

除了泡湯之外，城區充分應用其豐富的歷史與文化資源，白天可以參觀古蹟、文化展覽、休閒購物與自然步道體驗活動，晚間則有各式音樂會、歌劇與表演活動，讓溫泉療養，從身、心、靈三方面獲得滿足。

(f)與周邊遊憩活動結合

每年春、秋兩季在巴登巴登附近的小鎮（Iffezheim）舉行的賽馬會以及葡萄酒節，也為巴登巴登帶來眾多的遊客。

(3)捷克－卡羅維瓦利（Karlovy Vary）

A.背景

卡羅維瓦利（Karlovy Vary）位於捷克首都布拉格以西233公里，靠近德國，這裏的溫泉是捷克甚至歐洲最著名的溫泉勝地之一。最早發現這裏有溫泉是在14世紀，此後逐漸成為周邊城市的溫泉渡假基地。18世紀時當地醫生大衛貝赫，提出飲用溫泉水輔以散步來治療疾病的觀念，並加以科學分析，因溫泉具有醫療效果，使此地成為東歐名盛一時的療養渡假聖地。至今卡羅維瓦利溫泉區共計有12座大型溫泉和將近300座小型溫泉，沿街各式的休憩迴廊，穿梭在溫泉街道上，配合不同造型的溫泉飲泉與休憩設施，成為市區主要的景觀意象。流經市中心的泰普拉河（Tepla River），則是罕見的溫水河流，街道沿著河岸發展，兩側建築大多是精緻的維多利亞風格，加上規劃完善的購物與賞景動線，使卡羅維瓦利成為歐洲重要的養生休閒城市。

B.特色

卡羅維瓦利的溫泉大多可直接飲用，且每一個溫泉出水口均有明確的溫度標示，配合形式幽雅的迴廊設計，讓遊客一邊飲用養生，一邊散步賞景，可說是卡羅維瓦利最大的特色。這裡的遊客通常是手執「溫泉杯」，在不同的溫泉龍頭下盛水，然後慢慢地品評不同溫度及礦物成份的溫泉水，一面悠閒的散步逛街。除了獨有的溫泉杯外，圓形如威化餅乾的溫泉餅、墨綠色瓶身的溫泉酒、再加上各種水晶手工製品，都是富有當地特色的商品。

由於卡羅維瓦利完善且充足的休閒旅館設施與優美的環境景觀，也讓市政府爭取到成為國際影展的舉辦地，目前卡羅維瓦利國際電影節，已是國際

電影聯合會（FIAPF）確定的國際五大電影節之一，每年6、7月間舉辦為期2週的電影節，也已成為東歐最具影響力的電影盛事。

C.休閒遊憩設施

市區各式的休憩迴廊，配合不同造型的溫泉飲泉與休憩設施，是卡羅維瓦利最主要的景觀特色，如具新文藝復興風格的磨坊溫泉迴廊(Mlynska Colonnade)，是出自布拉格國家劇場建築師Josef Zitek之手，此外純白色瑞士建築設計的市場迴廊（Market colonnade），造型古典的公園迴廊、具現代感的斯普魯特溫泉迴廊(Sprudel Colonnade)都是極具特色的溫泉迴廊，搭配不同設計與療效的溫泉飲泉，遊客可以免費享用，使休閒養生成為最大眾化服務。

D.值得參考的經驗

卡羅維瓦利這個東歐著名的溫泉小鎮，以溫泉療養主題特色的建立，使這個離布拉格兩百多公里外的鄉間小鎮，克服了交通與天候的不便，成為東歐最著名的溫泉養生與休閒重地，其開放空間與溫泉主題的整體配套設計，卻實值得知本來參考與學習的：

溫泉迴廊

(a)建立獨特的溫泉休閒主題特色

以公共設施與開放空間營造的方式，運用公共「飲泉」結合「迴廊」的建置，充分發揮「溫泉飲用」結合「散步休息」的療養主題特色。尤其是城區的迴廊，除了本身各具不同的造型特色之外，也巧妙的將區內各景觀點連結成完整的休閒遊憩面，不受天候不良的影響。

溫泉迴廊入口

(b)創造特色商品

應用飲用溫泉養生的主題特色，研發配套的主題商品 --「溫泉杯」，各色各樣的造型溫泉杯，不但成為遊客必買的體驗器具與紀念品，也間接帶動地方的瓷器與玻璃產業發展。

(c)開發溫泉副食品

以不同泉質與療效的溫泉水，所研發的「溫泉餅」與「溫泉酒」，強化了溫泉養生主題的內容，也成為卡羅維瓦利的主要商品之一。

溫泉相關產品

飲用溫泉水

溫泉杯

購物街

(d)休閒環境的營造

市區的建築維持精緻的維多利亞風格，同時配合暖色調的外觀，搭配迴廊與植栽，營造如畫一般的城市景觀，在配合夜晚的燈光設計，使遊客在視覺上也感受到休閒的氣氛。

(e)活動的配套

除了步道養生體驗之外，市政府應用泰普拉河（Tepla River）溫水的特色，發展河上觀光與獨木舟活動。此外，每年的電影節不但是卡羅維瓦利最好的宣傳，也為當地帶來許多的商機。

(4)日本－草津溫泉

A.背景

草津溫泉位於日本群馬縣，主要的源泉屬於「酸性低張性高溫泉」，約PH2之強酸性，靠近湯畑源泉處可聞到濃厚的硫磺味；草津溫泉計有萬代源泉、湯畑源泉、白旗源泉、地蔵源泉、西之河原源泉、煮川源泉等6個源泉。草津的每個浴場都是昔日當地人士配合溫泉的功效及湧出地點所築的。

溫泉的高溫還可以用來做暖房、溫水游泳池、道路融雪等。溫泉廢水形成了「湯川」，因酸度過高，不適合生物生存，也被稱為「死亡之川」。

B.特色

草津溫泉附近的群馬大學醫學部附屬醫院草津分院，即是利用溫泉治療高血壓、氣喘等的醫療施設，醫學研究結合溫泉養生的旅遊模式，是草津溫泉吸引大批人潮來此的原因之一。另外有三種較具特色之溫泉泡湯方式：

(a)揉水（Yumomi）

本區泉水最高可達攝氏九十五度，不可作入浴之用，加入冷水則會稀釋了其成分及醫療作用，所以古時就想到一個聰明的方法，就是揉水（Yumomi），用木板攪拌泉水將之降溫，現在已演變成一項傳統舞蹈表演，讓大家欣賞之餘亦可體驗這種特別的揉水方式。

(b)內湯探險

湯畑周邊有12家從江戶、大正時期就開始營業的和風老旅館，還有個「內湯探險」的活動，只要在任一家掛有內湯探險招牌的旅館內花日幣1000圓購得「巡湯手冊」，就可在中午到下午3點之間憑冊展開草津內湯探險之旅，每泡完一家的湯，就可蓋上戳印，集5個印章就可獲得紀念品和獲頒為榮譽村民。

(c)湯花

湯畑裡一排排的湯槽是為了沈澱這些溫泉裡俗稱「湯花」的珍貴溫泉粉，湯畑裡採收的湯花在溫泉街上都有販賣。另外還有用草津溫泉的泉源所特製的香皂、化妝水、美容液等美膚用品也特別受歡迎。

(d)時間湯

傳統入浴法一「時間湯」。所謂時間湯就是短時間(3分鐘)浸泡在高溫(47℃左右)的溫泉裡。

C.休閒遊憩設施

草津溫泉的湧泉量及水質為全日本最佳，且溫泉湧出口數量非常多，下至河床即可看到溫泉泉源，因此其利用此優勢，在自然環境中創造許多戶外露天溫泉、足浴及手浴等溫泉設施，且大多為開放不收費的溫泉浴池，以公共資產的經營模式，創造草津溫泉多樣的休閒遊憩設施。另草津溫泉資料館(Kusatsu Hot-Spring Museum)為三層建築物，陳列主題為草津溫泉的效能及歷史，包括溫泉祭、江戶時代浴場型態、溫泉解說模型等。

揉水表演

河原公園

河原公園

溫泉水降溫處「湯畑」

D.值得參考的經驗

草津溫泉成為日本三大名湯之一，除了溫泉泉質優良之外，其周邊的相關配套接相當完善，包含交通運輸、多樣化的泡湯選擇、溫泉相關設施展現與解說、周邊附屬公共服務設施、溫泉鄉環境氛圍的形塑及活動配套等，如此多面向的發展，造就日本三大名湯。

(a)完備交通運輸

草津溫泉距離東京開車雖需要四小時，但若搭乘其專屬直達列車至此，僅需約1小時車程。至車站後還有免費精緻復古的溫泉巴士可轉駁至市區，因此交通的便利性可說是吸引東京許多遊客至此泡溫泉的原因之一。

(b)多樣化的泡湯選擇

草津溫泉湧出量為全日本最多，因此利用其豐沛的溫泉發展出許多公共浴池，總共有18個公共浴池，每個浴池皆為24小時營業的，隨時隨地都可以泡湯。

(c)溫泉相關設施展現與解說

草津溫泉最令人印象深刻的莫過於「湯畑」，此為市中心溫泉湧出口，地表湧出溫泉水水溫高達攝氏95℃左右，為使溫泉水溫降低而設置冷卻管，溫泉水經由通過7條冷卻管後，經由木製溫泉溫泉管送至各溫泉旅館，此些設施皆是直接呈現於遊客面前，以此為特色直接進行解說與展現，其震撼力與印象深刻即為最大賣點。

(d)周邊附屬公共服務設施

草津溫泉除了具有高知名度的溫泉之外，其周邊發展也間接吸引了許多遊客至此，包含「音樂森林-國家音樂廳」及「片岡鶴太郎美術館」等藝文設施，利用其周邊附屬之設施，間接吸引旅客至此消費及泡湯，多樣化的遊憩選擇亦是草津溫泉成功之處。

(e)溫泉鄉環境氛圍的形塑

一進入草津溫泉濃厚的硫磺刺鼻味，溫暖的白色濕氣迎面而來，你就知道草津溫泉到了，不需要過多的入口意象或指標設施，溫泉的特色就是最直接的招牌，再加上具有歷史風味的溫泉旅館，滿街穿著浴衣及木屐的遊客，如此利用在地環境特色及地方商家的經營策略，成功營造出草津溫泉鄉的風貌。

(f)多元活動配套之舉辦

草津溫泉發展歷史悠久，從過去傳統降溫方法的「揉水」，以便至今成為地方特色，周邊音樂廳的每年夏天會聘請著名的音樂家指導學生或是開演奏會，美術館更是定期展出知名藝術家之作品，而其醫療結合溫泉養生的發展模式，更是吸引每年約1萬人至此治病療養，豐富多元的活動，成功的吸引許多遊客。

(5)日本-長島溫泉遊樂園

長島溫泉樂園是以水鄉之中湧出的溫泉為中心規劃而成，屬於海水溫泉，園區內規模龐大的溫泉休閒中心能同時容納約2000人入浴。園區內共有8個浴池，室內1個戶外7個，戶外女湯是來自於「奧入瀨溪流」的溫泉，男湯則是屬於「黑部峽谷」，戶外的溫泉景色都別具特色，「木立的湯」就是在樹林中開闢出來的溫泉池；「溪谷的湯」則是圍繞著溪流及樹林。戶外露天溫泉是配合著天然的地勢而建，部分的溫泉需要沿著步道往上爬才可抵達。

6.2.2 溫泉醫療案例

溫泉養療是國人趨之若鶩的重要觀光休閒活動，在國際上，溫泉養療發展更已有健全的配套制度，比如與健保制度結合的法國Vichy溫泉、德國Baden-Baden溫泉；將溫泉與醫療研究結合的紐西蘭北島Rotorua溫泉與伊麗莎白皇后醫院；匈牙利設有國立風濕與物理療法中心，從事研究並提供水療療程。這些將溫泉醫療與休閒觀光產業結合的案例，可以提供我國國內休閒養療保健市場一個新的發展方向。

(1)法國Vichy溫泉

法國溫泉療法起源很早，於16世紀文藝復興時期，即蔚為風尚，王公貴族還籌措基金探討溫泉特性；17世紀時法國國王路易13等均在Vichy渡假與進行溫泉養療，有關於水的研究也紛紛興起；拿破崙三世時，每年約有10萬名養療者來此；第一次世界大戰時間，溫泉站還成為傷患收容所。

1873年一份有關Lucas的醫學研究報告，證實Vichy的水質對於皮膚有鎮定、舒緩、調理的功能，而正式定名為Lucas溫泉，並揚名於歐洲。

1947年法國通過認可溫泉治療的法令，Vichy成為政府認定為「特殊患者或老年人福利保障條款」的特定休養地點，Vichy的Lucas溫泉富含鈣、鎂及17種礦物鹽和13種微量元素。在此進行溫泉養療健保給付部份為65%，特殊者可達100%的補助

(2)德國Baden-Baden溫泉

德國Baden-Baden溫泉位於黑森林邊緣，距離法國7.5公里，自古以來就是著名的溫泉養療區，也是重要的葡萄產地。西元211年至217年羅馬皇帝Caracalla曾經多次前往Baden-Baden溫泉治療 其風濕病；12世紀神聖羅馬帝國將Baden-Baden溫泉收歸屬地；14世紀此區的泉水曾被用來對抗鼠疫；16世紀此地開始有了配藥及製藥業配合溫泉治療。

歐洲人認為水療渡假區必須在遠離城市的自然風景區，才能放鬆身心有助於病人的休養，而今Baden-Baden地區反而有更多的人專為會議或渡假而來。根據

德國的健保制度，只要取得醫師診斷書就可到水療渡假區享受免費或便宜的水療服務，專供醫療的Kurhaus又稱為Kur-klinik，該類醫院多位於渡假區內，休閒設施也會多於醫療設備，且不限定病人使用，所以Baden-Baden有很多專業水療的高級旅館，也會冠上Klinik的名稱。

(3)北投軍醫院

A.設施

北投溫泉盛名遠揚國外，國軍北投醫院佔地利之便，院內日前已修建起溫泉館，讓患者可以在醫院中享受泡湯。目前北投醫院已是北台灣唯一一家可以泡湯的精神醫療院所。北投醫院副院長王家駿表示，溫泉對某些呼吸、皮膚疾病的醫療效果已獲證實，而它對精神疾病是否有療效，雖仍待進一步驗證，不過溫泉有紓解緊張情緒的效果，而國外文獻也肯定水療有助於放鬆壓力，因此院方對於利用北投的天然資源溫泉，加入醫療系統中成為輔助醫療的工具，抱持樂觀積極的態度。

溫泉館現今不對民間開放，而當日後研究有比較明確的結果，北投醫院甚至計畫興建大型溫泉游泳池，方便進行集體治療。

B.值得參考的經驗

(a)醫療在溫泉的運用上國內使用仍然有限，但溫泉對於抒解壓力、呼吸、皮膚等慢性疾病的效果，國內外都有成果證實，未來計畫區內期望可以提供這類需求之民眾長期修養之住宿調養空間。

(b)溫泉調養空間應能提供相關小型簡易之溫泉設備。

(c)溫泉是一種自然療法亦是輔助性療法，其具有熱療效應(thermic effect)，機械力學效應(mechanical effect)，化學物質成份含有氯化鈉、碳酸鹽、硫磺鹽及放射能如鐳、氡等，及非特定性刺激效應;可刺激自律神經，內分泌及免疫系統。

6.2.3 溫泉農業案例_礁溪溫泉

(1)背景

位於台灣宜蘭的礁溪溫泉，除了可供洗浴之外，鄉民還依據溫泉水的特質，研究發展出礁溪獨特的「溫泉蔬菜」。其中以空心菜、絲瓜和茭白筍最為成功。溫泉空心菜最大的特色，便是全年都可採收，每半個月即可採摘一次，莖愈粗愈清甜。

(2)特色

用溫泉水栽植空心菜，夏天水溫控制在三十度左右，冬天則控制在四十五度左右，這樣栽培出來的空心菜，不但生長快速，而且莖粗葉大，熱炒後青脆爽口，葉莖不易變黑，吃得出溫泉水的清甜滋潤。

(3)產品內容

溫泉蔬菜：包含空心菜（也稱蕹菜)、溫泉米、絲瓜、茭白筍

溫泉加工食品：溫泉麻糬

(4)值得參考的經驗

A.礁溪溫泉除推廣溫泉旅遊文化外，藉由溫泉利用的多元發展，解決了僅有冬季才有營收的問題，溫泉養殖產業造就了四季溫泉文化。

B.配合溫泉養殖的推廣，更加強了溫泉養生文化的根基，遊客除了泡湯、踏青外，還可以享受溫泉美食。亦有遊客是專門購買溫泉蔬果而來。

C.溫泉養殖的成功解決了農業受到季節變化生產的問題，讓礁溪農產品成功的轉型。

6.2.4 溫泉養殖案例

(1)宜蘭礁溪溫泉

A.背景

位於台灣宜蘭的礁溪溫泉，除了種植溫泉蔬果外，另外也透過溫泉水的特性，進行溫泉養殖。一般魚蝦到了冬季產量就會減少，許多動物到了這時候會進入冬眠期，礁溪養殖業者則透過溫泉來養殖魚蝦，除了可食用的種類外，也養殖熱帶魚類供賞。

B.產品內容

(a)甲魚

甲魚屬變溫動物，其生長發育速度受水溫影響，其最適水溫為24~28℃，18℃以下停止攝食，15 ℃以下即潛入水底和泥中進行冬眠。故利用溫泉養殖，不但降低而且縮短收成時間在一年以上。

(b)蝦類

目前蝦類的繁殖有草蝦，每年的三、四月放養，到七、八月即可收獲；另還有斑節蝦，每年八、九月放養，翌年一、二月即可收穫，肉質結實。

(c)觀賞魚

寒冬來襲，利用溫泉水調節水溫，省去冬眠、生長快速，品質佳；熱帶魚亦能大量繁殖，色彩豔麗。目前觀賞魚養殖成功的品種相當多，約有數十品種，包括血鸚鵡、金剛鸚鵡、非洲王子、阿裏等。

C.值得參考的經驗

(a)礁溪溫泉除推廣溫泉旅遊文化外，藉由溫泉利用的多元發展，解決了僅有冬季才有營收的問題，溫泉養殖產業造就了四季溫泉文化。

(b)草蝦、甲魚、熱帶觀賞魚是國內目前運用溫泉養殖所培育成功之物種，未來可以考量不同空間特色，搭配觀賞、教育參觀、培育、食用等不同機能，讓溫泉養殖也可多元發展。

(2)養蝦公園 (Prawn Park)

A.背景

養蝦公園位於陶波湖懷卡托河，其為世界上唯一利用地熱資源養殖淡水蝦的養殖場。

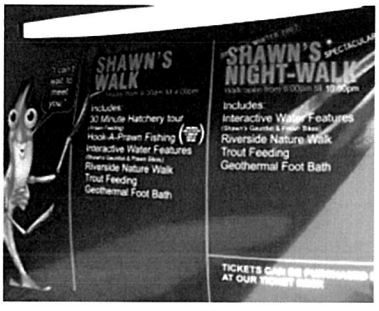
陶波湖是紐西蘭北島中部火山群的北端，後火山活動讓陶波湖周遭成為著名的溫泉勝地，這股溫泉能量，也被當地業者用來養明蝦，並開家餐廳供應鮮美明蝦，現在已經成為當地一大特色。

紐西蘭的緯度高，陶波湖又在山區，按常理來看並無法養殖長得又大、又肥的明蝦，溫泉養蝦場所養殖的，正是來自熱帶馬來西亞河明蝦，天然

養殖場是將溫泉從地底下抽出後，再與懷卡托河冷洌河水調和溫度，如此熱帶明蝦才可以在紐西蘭這樣的溫帶島嶼養殖成功。

明蝦

戶外空間



明蝦生態之旅

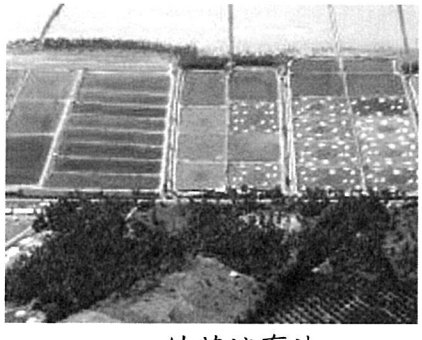
B.特色

(a)透過溫泉與當地冷洌河水調和，孕育出適合熱帶明蝦所適合的生活環境，克服了環境上養殖的困難。

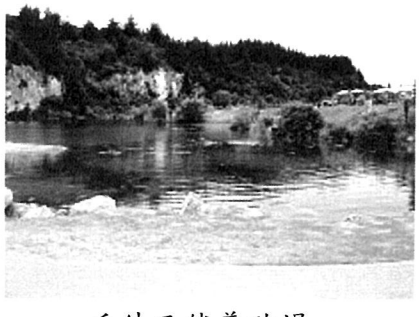
(b)業者在飼養場內養蝦苗，蝦苗依年齡分開養殖。透明的小蝦苗隨著年齡增加，體積增加及體色變深，到快到成年時，業者才會將蝦子放在戶外的天然養殖場。

(c)每日從上午11時至下午4時每隔一小時有孵化場參觀行程。

(d)推出溫泉明蝦生態之旅，30分鐘的解說行程，讓遊客了解其中奧妙。



幼苗培育池



戶外天然養殖場

戶外座椅

C.產品內容

(a)業者除了養殖蝦苗及培育成蝦，也開設明蝦餐廳，提供新鮮食材所烹煮出的美食。

(b)開辦明蝦生態之旅。

D.值得參考的經驗

(a)溫泉資源不僅可以提供養殖業者克服先天氣候條件，更可以透過養殖，結合旅遊及餐飲，開啟產業發展的另一天地。

(b)透過溫泉養殖技術解說可以讓遊客瞭解溫泉多元發展的利用方式，不再只是侷限於泡湯養生，而溫泉中的礦物質也對於養殖培育相當具有益處。

(c)未來在計畫區內養殖池之設計應考量幼苗以及不同時期成體之分隔。

6.2.5 地熱能源利用案例

(1)清水地熱公園

地熱區的溫泉水井，以及鑽探新的溫泉水井，恢復且擴大清水地熱發電的能力，並利用發電後端的熱尾水，提供觀光以及農業栽植方面的再利用。清水地熱公園共規劃為三階段，第一階段須完成5,000瓩的地熱電廠；第二階段為上述電廠開始熱尾水利用的營運；第三階段預計將設置45,000瓩的地熱電廠，以及熱尾水利用。

A.多元發展的前景成形

(a)保持著純樸的山林面貌，未遭污染以及破壞的環境。

(b)豐富的地熱資源可用於發電。

(c)推動地方的電車、纜車、電動巴士等再生能源運輸系統的發展。

(d)食品加工、溫室栽培、溫泉農作物培養、釀造蒸餾、野外烹飪、紡織洗染等產業的推廣。

(e)泉浴池、親水設施等地熱戲水活動規劃

B.地熱再生能源推廣教育

(a)清水地熱區非常接近台電蘭陽水力電廠，未來待地熱發電廠興建完成，即可形成一個再生能源的示範地區

(b)設置「再生能源博物館群」，將能讓民眾更加的瞭解再生能源的意涵與重要性，並且實地親近再生能源設施。

(2)日本杉乃井飯店

A.杉乃井旅館的用電有60%由地熱發電供應。

B.地熱在杉乃井還有用在冷暖氣，暖氣是用熱水循環。

C.共有5口井，每口深度約在200～300公尺（深度是經調查後採200～300公尺的流量較大）。流量總共20tph，溫度130℃，產出電力1200kW。

D.政府對井與量有管制，半徑150m之內只能有1口井。

E.建置過程為先期進行飯店建設，後蓋電廠，電廠的成本在3年後回本（不考慮設施更新、產量減少等因素）。

F.電廠的成本約10億日幣，包括鑽井、探勘等所有項目。一般維修項目包含洗井。

G.沒有設置回注井，發電尾水賣給附近的商家或居民。

H.目前飯店電廠除供地熱發電外，還供冷暖氣使用，另外還有溫泉池、水上樂園、溫室。

6.3 國內民間參與休閒事業投資案例

國內土地若為私人擁有，一般均以買賣方式取得土地開發興建，設定地上權之案例則較少見。但近年來，國人對地上權開發方式之觀念漸能接受，因此擬針對與本案較類似且已正式簽約開始開發之國內民間參與投資案例作探討，以作為本案未來開發方式及財務分析之參考。

(1)台東知本溫泉渡假專用區開發案

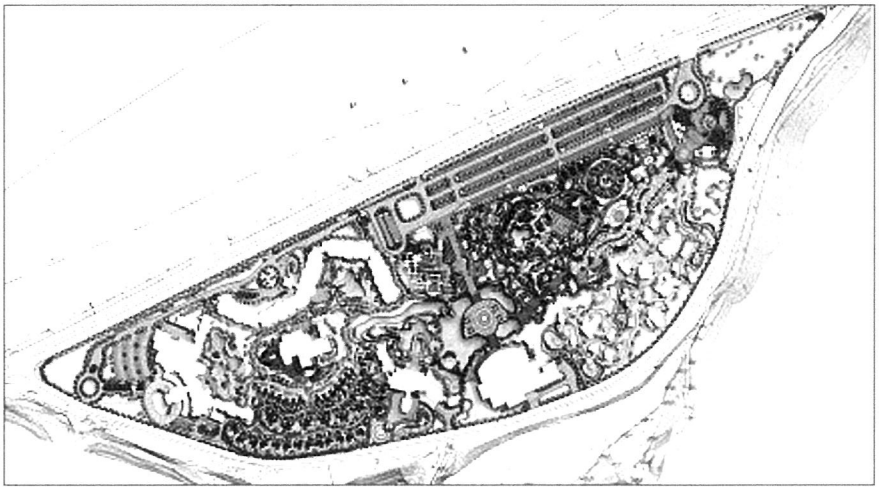
A.計畫背景

內政部營建署新生地配合行政院「投資台灣優先」和「觀光客倍增計畫」政策，優先推動之ＢＯＴ案。

B.開發單位

自民國九十年五月二十八日奉行政院核定該案之促進民間參與公共建設先期計畫後，隨即完成相關招商準備作業，並積極辦理國內外招商。經歷兩次招商程序，終於在九十二年九月評選劍湖山世界股份有限公司為最優申請人，並籌組成立「東台灣知本溫泉世界股份有限公司」進行後續開

發經營等作業。本案業於95年3月17日與東台灣知本溫泉世界股份有限公司簽訂為期50年開發許可權之投資契約。全案進行迄今仍在環評及水保審查階段。



東台灣知本溫泉世界全區配置構想圖

C.開發內容

該案位於全國聞名之知本溫泉風景特定區之入口，緊鄰台九號省道，為進入知本溫泉區必經之地，區位甚佳；本開發案面積三〇．八公頃，基地完整且三背環山、正面臨河，環境優美。該公司規劃未來在渡假園區中央規劃一條約1.2公里長之「生命之河」的藍帶水域開放空間，提供當地良好的遊憩及活動環境，並配合該公司之旅遊事業專業，開發經營為大型之溫泉主題樂園、溫泉渡假別館、農產品購物中心、多國風情主題飯店、表演劇場、台灣溫泉專業ＳＰＡ館、溫泉渡假會議中心、觀光產業實習育成中心、溫泉健康養生村、會員專屬溫泉會館等設施；以配合當地所需之溫泉遊憩設施需要與地方發展特色，發展成綜合型之溫泉度假中心。全區預計分四期開發，十二年內開發完成，將可提供每年約130萬人次以上之觀光遊憩服務。另有鑑於知本地區溫泉旅館林立，除「泡湯」及「森林浴」活動外，其他遊憩活動相對欠缺，且周邊公共設施明顯不足，致使遊憩活動深度及廣度受限。每逢假日大量人潮，更加突顯公共設施不足的窘境，該

案投資公司未來將替政府興闢20公尺及12公尺都市計畫道路，除可提供目前台九線省道與知本溫泉區主要聯絡道路交通需要，改善當地交通外，可節省政府2.5億元支出；且該投資公司須闢建公園、綠地、廣場、兒童遊樂場等公共設施及提供的2.5公頃停車場用地，以改善知本溫泉區現有停車場不足的部份問題，並承諾以美化方式，改善堤防景觀，並認養道路及社區公共設施，達成改善環境品質；亦將配合社區安全單位的進駐，維護地區安全，以提升遊憩活動之深度及廣度。另未來亦將成立觀光產業實習育成中心，除提供當地居民、知本地區飯店及旅館員工職前及在職訓練的場所，亦應當地區居需求，不定期開辦各種學習教室甚至社區大學，提供終生學習及多樣化課程，並給予原住民及當地居民優惠並優惠，以提升當地教育水準及學習機會。

D.開發效益

本案預估將可引進民間新台幣25至50億元之投資金額，並為當地創造二千多個就業機會，且將可帶動每年約1200萬元之農特產品營業額，創造每年20億餘元之消費及增加地方數千萬之稅收。此外政府可向投資公司收取開發權利金約5130餘萬元及每年之固定權利金，合計50許可年期間約可收億170餘億元，另於開發經營期間預估每年可收取約5至770萬元之土地租金，51至400萬元之房屋稅，43至7000多萬之營利事業所得稅，且該投資公司每年將會提撥年營業額之1%，再加上年稅後淨利1%的金額與台東縣政府共同成立財團法人基金會，以回饋地方，對地方發展助益甚大。

(2)南澳養生休閒農場BOT開發案

A.計畫背景

南澳農場位於南澳鄉的南澳養生休閒度假園區，面積96公頃，扣除保留區域，可使用面積約41.5公頃，興建及營業許可年限約33年，分別為土地變更及興建3年，營業時間30年。

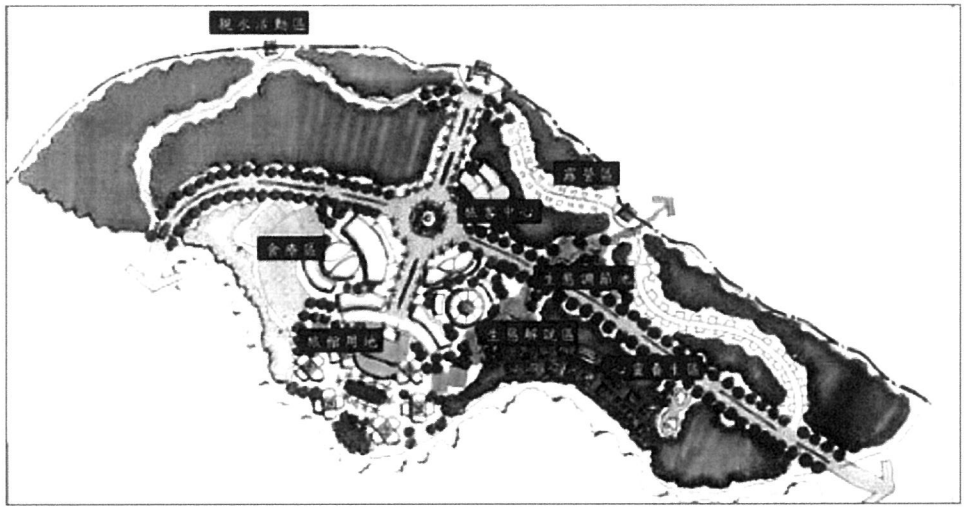
B.開發單位

南澳養生休閒農場BOT開發案，94年10月由仰德集團所屬的國賓大飯店股份有限公司持股90%、嘉德開發股份有限公司持股5%及士林開發股份有限公司持股5%，共同組成「南澳土地開發股份有限公司」與縣府簽約。投資金額約10億元。

C.開發內容

整座基地將「引水入景」，也就是在基地中心開鑿一座人工湖，以湖景為中心，主要建築物、活動設施及綠地沿著湖畔興建而成。

目前南澳農場約有35公頃土地，由永豐餘紙業有限公司經營有機農場。國賓集團表示，永豐餘與縣政府的契約至97年底，屆時該集團將接手有機農場，供應住宿遊客食用有機蔬菜。



南澳休閒農場全區配置構想圖

(3)漁翁島休閒渡假區BOT+ROT開發案

A.計畫背景

為落實「促進民間參與公共建設法」及其施行細則之執行，以民間產業動力開發觀光遊憩設施，帶動地區產業繁榮，加速經濟蓬勃發展，進而拓展海洋觀光遊憩市場，提供渡假型海域遊憩新據點，交通部觀光局澎湖國家風景區管理處將位於西嶼鄉的漁翁島地區陸域面積共計5.5782公頃土地，及其周邊約3.366公頃海域經營管理區，以建立漁翁島成為停留型之區

域級休閒渡假勝地為目標，採BOT＋ROT方式委由民間進行投資開發。興建及營業許可年限約50年。

B.開發單位

由宏騰投資股份有限公司決標後另成立特許公司鼎勝開發股份有限公司，於95年6月15日正式與澎管處簽約，採BOT＋ROT方式開發營運，特許期間50年後移轉政府，初期預計投資金額約達新台幣12億元。

C.開發內容

本計畫整體規劃配置為3大活動區域，主建物休閒旅館渡假區為一次開發250間客房，包含國際級的五星級主題渡假旅館150間客房、頂級SPA會館100間養生客房及大型會議中心，另現有碼頭及海灣區規劃1處海水溫泉世界區，創造1處「頂級渡假休閒平台」與澎湖當地的觀光旅遊資源共生共榮的休閒渡假育樂世界。

D.開發效益

本案將打造1處具有海洋風味之多功能複合式主題渡假養生遊樂園，建造全台灣第1座戶外天然海水溫泉SPA娛樂世界、全澎第1處結合深度人文、生態體驗、教育的場所，形塑漁翁島休閒渡假區「五星級」的整體服務水準，將可帶動澎湖地區產業繁榮，進而拓展海洋觀光遊憩市場，提供渡假型海域遊憩新據點，滿足國內外旅客高品質觀光休閒渡假設施之需求，並創造吸引國際觀光客之遊憩服務條件，平衡淡旺季之旅遊人次，提高澎湖冬季旅館營運效率，帶動澎湖整體觀光產業服務水準，活絡澎湖地方產業發展並增加就業機會。

(4)嘉義農場生態渡假玩國ＲOT開發案

A.計畫背景

嘉義農場成立於40年代，早期為安置榮民從事農業生產而設立，後因曾文水庫的興建，因而轉型發展觀光，嘉義農場風光明媚，民國63年蔣中正總統在此設立行館，此行館為全國唯一設立在水庫旁的總統行館。面積超過40公頃。

前總統經國先生與李登輝先生先後均蒞臨此總統行館，對嘉義農場清幽的整體環境極為讚揚；其後，退輔會並配合政府推動「促進民間參與公共建設方案」，將嘉義農場ROT公開招標，經營年期為10年。

B.開發單位

由劍湖山世界取得最優申請人，並於93年1月28日完成簽約，2月1日起正式交由劍湖山世界經營管理，遂將嘉義農場更名為「嘉義農場生態渡假玩國」。投資金額約2億8千多萬元。

C.開發內容

其緊臨曾文水庫風景區，有著得天獨厚的秀麗景致，農場內的自然生態資源有大冠鷲、澳洲胡桃林、馬拉加西巨竹、五色鳥、百年黃玉蘭、星蘋果、巴氏小雨蛙…等，其中不乏許多國內罕見稀有的珍貴物種。整體開發分為三個發展階段，硬體設施、整體服務、附加價值，並將發展重點分為六大主題，自然生態、美食、露營、住宿、親水，依據以上發展階段與主題設定，打造國家級的休閒渡假農場。期以更多元的經營方向，提供遊客更多樣的休閒渡假生活。

6.4 自然療法

當身體不適再進行治療的想法在目前的社會中已不再適用，西方許多國家嘗試藉由「自然療法」來治療疾病或預防疾病，在東方則是利用草藥治療來調理身體，而這些特質都可與溫泉療養核心思想相輔相成，更可以藉由本計畫範圍內得天獨厚的自然環境，達到更好的療養效果。以下說明自然療養定義以及運用的方式。

(1)自然療法定義

「自然療法」的範圍很廣，很難有一個明確的定義，為了本文討論上的方便，擬將「自然療法」的討論範疇主要鎖定在預防醫學的理念上:大凡使用天然的方法，如飲食和生活的改善、營養的補充、或透過天然藥草、其他天然物質的幫忙、來達到疾病預防和治療的目的，這種與生活結合在一起的療法，就稱為「自然療法」。通常「自然療法」是通過排除造成身體負擔的毒素；補充所需要的營養；恢復身體自我的修復能力等來達到疾病預防的目的。一般而言，對於很多慢性疾病都能採用「自然療法」得到有效的治療效果，然而其他急性或某些嚴重疾病，就必須遵循傳統治療法來醫治，若再配合「自然療法」，雙管齊下更能彰顯疾病治療的效果。

(2)運用實例

A.園藝治療

廣義的園藝治療包含景觀治療、芳香治療，藉由營造舒適的景觀環境，以及與自然、花草的接觸，搭配大自然自然的花香、芬多精、土氣等元素，可以達到降低血壓、放鬆肌肉，恐懼感也較為減低。植物的顏色與氣味亦有其療效：不同的顏色會造成人有不同的生理、心理感受，如紅色令人心跳加快、藍色使人放鬆等等。一些香氣植物如薰衣草可舒緩頭痛、失眠的情況，天竺葵可減緩焦慮及疲勞的狀態等。

B.芳香療法

芳香療法(Aromatherapy)為合併芳香（Aroma）與療法（Therapy）的造詞。有研究證實了植物精油因其極佳的滲透性，而能達到肌膚的真皮層，進而被毛細血管所吸收，最後經由血液循環，到達被治療的器官。

芳香療法起初多用在提神或宗教冥想方面，後來逐漸演變為現今利用蒸餾與萃取技術從芳香植物有效成分的精油，來達到舒緩精神壓力與增進身體健康的自然療法。其運用精油（單方或複方），依照不同的使用方式（按摩、沐浴、吸入、蒸氣吸入、噴霧、皮膚保養、護髮等）搭配使用劑量、使用部位與手法來調理身體，以及平衡精神、情緒或養生保健。

C.藥草治療

善用感官回到大自然的懷抱、傾聽大自然的聲音，可安撫我們不安的心靈，如同時應用一些藥草，更可促進身體的健康。藥草治療包含以藥草熬煮、擦拭或使用藥草的再製品。以植物精油按摩身體，能促進心靈及身體之間的整合；芝麻油、核桃油、可可油、橄欖油、太陽油、茉莉花、樟腦或薑等皆具有舒緩及活化功能。自然界的香味有對心靈及生理上有不可思議且深遠的影響：薰衣草、玫瑰、小白菊、肉荳蔻及乳香濃縮液，具有鎮靜和安寧的作用；薑、肉桂、迷迭香、小荳蔻、芳香精油等有刺激及恢復活力、生氣的功能。

D.其他

(a)花精療法、森林浴

(b)養生運動：瑜珈、氣功、體操

7. 開發方向研擬

7.1 發展條件SWOT分析

本計畫期望利用發電後所排放的餘水進行多元應用，由於計畫基地位於風景秀麗的金崙溫泉風景區，且為南迴公路台東段的重要風景點之一交通可及性高，再加上基 地面積廣大的優勢，應審慎探討基地的發展條件，適當的運用溫泉資源，使其產生最大的效益。故希望藉由SWOT分析，界定研究範圍之發展條件與未來之發展定位。

(1)內部優勢（Strength）分析

A.金崙地區之地熱資源豐富，水質為無色透明之鹼性碳酸泉，發電後的餘水，水量穩定且溫度高達98℃，經不同程度的降溫後可以作多元之開發利用。

B.研究範圍內的土地主要為公有土地與部分未登錄地，土地權屬單純，且地產成本較低，易於推動後續之開發利用。

C.計畫區之區位獨立完整，與鄰近地區的干擾性低。

D.計畫區之腹地大且地勢平緩，可以發展多樣之遊憩與休閒型態與活動，且鄰近地區近幾年縣府與觀光局東部海岸國家風景區管理處已陸續進行多項公共投資，有助於吸引中大型開發業者進入。

E.計畫區緊鄰台九省道（南迴公路），此外南迴鐵路於賓茂聚落亦設有金崙車站，交通可及性高。

(2)內部劣勢（Weakness）分析

A.計畫基地位於瀧山與金崙溪右岸間之狹長空間，因受山勢之影響，其後續發展之延伸腹地有限。

B.計畫基地緊鄰金崙溪，依據金崙溪整治計畫，臨岸區域堤防設置已興建完成，以確保河岸之安全，但堤防的興建，阻隔了臨岸溪流的美麗景色，造成視覺景觀品質的衝擊。

C.溫泉資源的開發利用與多目標使用中具自償性之開發項目，需吸引外部資金投入，並引進經營管理之開發模式，然台東縣政府與民間之資金不足，亦將影響開發利用之內容。

(3)外部機會(Opportunity)分析

A.計畫區鄰近之遊憩據點眾多，包括都飛魯溫泉、近黃溫泉、太麻里金針山、知本森林遊樂區等，為南迴海岸遊憩帶之重要中繼點。

B.計畫基地背靠瀧山、面臨金崙溪，周邊環境自然度高，四季之山水景緻各具特色。此外，金崙溪畔時而冒出的溫泉，在冬季時更形成強烈的視覺景觀特色，有助於整體規劃與意象之塑造。

C.基地所在之太麻里鄉以排灣族原住民聚落為多數，金崙溪左岸之賓茂部落其原住民文化特色鮮明，有助於休閒觀光發展之吸引力。

(4)外部威脅(Threat)分析

A.太麻里鄉由於溫泉資源豐富，附近已有許多知名之溫泉區，尤以計畫區北側的知本溫泉知名度最高，且各溫泉據點之發展形式大多類似，故本計畫未來之內容規劃應審慎考量，避免相互間的同質性過高而影響後續之發展。

B.計畫基地左岸為目前金崙主要聚落區，已有眾多溫泉旅館與民宿設施之開發，此外另有五星級觀光旅館正在籌備設立，儼然已形成溫泉觀光聚落。對於本計畫之開發與休閒設施之導入，均具有相當之影響。

C.台東濱海鄉鎮之公共建設經費長年不足，因此計畫區域周邊相關之公共建設與服務設施均十分缺乏，其將影響後續之開發時程與民間企業之投資意願。

(5)綜合分析

經由前述計畫基地發展條件之SWOT分析，探討本計畫區所具有的特色及條件如下：

A.就開發面來說

計畫基地目前為一具有溫泉資源之河岸素地，是一處發展溫泉休閒度假的理想基地，然而由於金崙溪左岸已計畫開發為國際觀光度假飯店，且鄰近地區之溫泉遊憩與休閒住宿據點已有相當之數量，且同質性亦高，未來如果仍

以溫泉度假休閒基地的模式進行開發，將造成相鄰近觀光產業的互間的競爭與觀光衝擊。

此外，「金崙溫泉區觀光渡假基地開發計畫」將本計畫區定位為能源應用暨展示公園，以本基地豐沛與穩定的溫泉地熱資源，可從能源應用與展示的角度，結合產業應用與示範展示、知性旅遊與溫泉休閒之複合式休閒基地，達到永續能源發展與休閒遊憩功能之寓教於樂的目標。

B.就環境資源面來說

金崙溫泉經探勘調查之結果，其泉水水質富含礦物質與微量元素，水量亦十分充沛，未來可運用此資源發展地熱發電，並結合綠能源教育展示及宣導，提供環境保護的機會教育，傳達人類與環境資源的永續共生，不僅僅是運用資源，更應與資源和平共處，以發揮最大的效益。

C.就產業發展面來說

地熱資源發電後所排放的餘水雖高達攝氏90度，但經過降溫處理可供多樣使用，除了可以提升休閒遊憩機會之外，對於產業加值的部分，近年國內外均有許多成功的案例，如高經濟溫室農作、精緻溫室養殖業…等產業，與溫泉休閒養生活動。而本計畫將利用發電後的餘水加以利用，朝向產業活動、休閒觀光、養生文化、及原住民民俗文化發展，以期產生複數倍的附加效益。

以台東縣之整體發展目標來看，推動精緻生技農業與發展養生度假觀光休閒為縣府重要的政策目標，而計畫基地內豐沛的地熱發電餘水，將可落實溫泉養生之休閒產業。在精緻農業的部分，亦可結合溫泉特色發展溫控精緻農業，作為精緻農業示範與種源培育之基地，達到產業加值之目標。

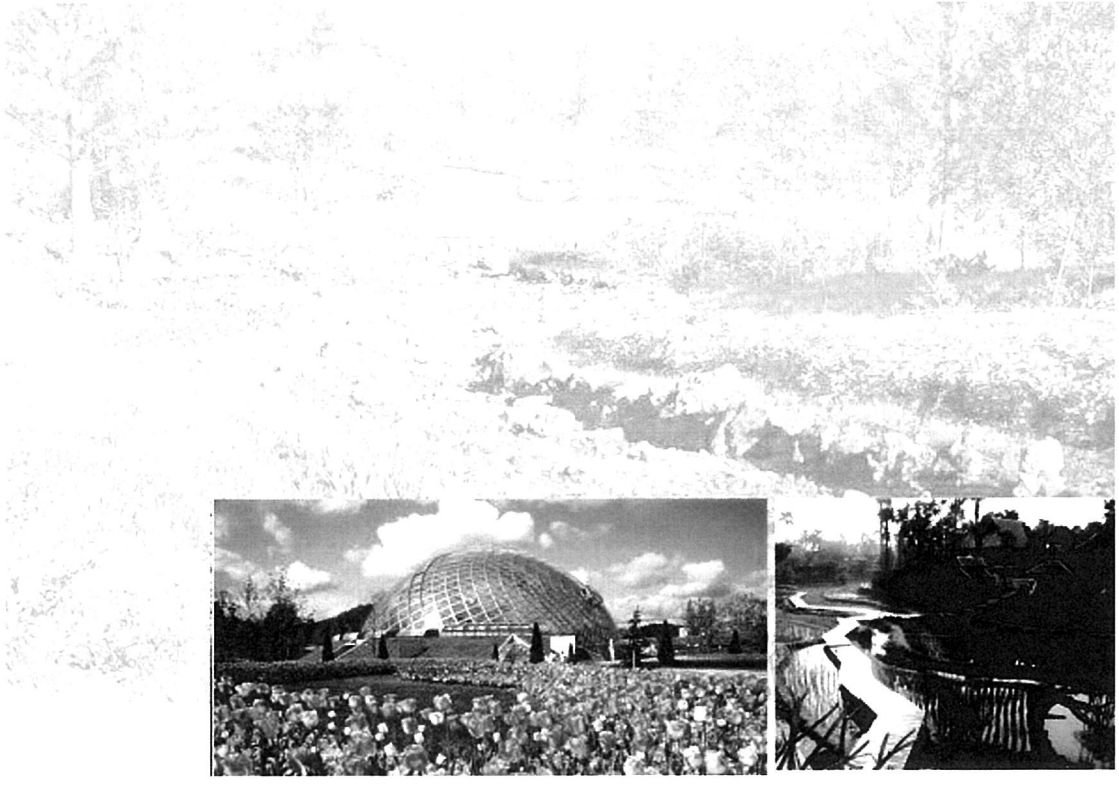
7.2 發展定位研析

由前述的分析可知，從開發、資源、產業面探討中，本計畫基地將擔任起永續綠能源教育展示與綠色產業技術推廣等，地熱資源多元應用之示範，同時，以其所在之區位特色，亦應肩負養生休閒遊憩之功能，藉由政府的領導與開發，帶

動南迴海岸遊憩帶整體休閒市場的多元特色與活絡發展，擺脫以往對於台東溫泉產業與溫泉旅遊的刻板印象。因應這有形無形的角色，將本計畫之發展定位為：

結合永續能源展示教育、溫泉產業、養生休閒與溫泉療養概念之

「綠能源溫泉園區」



8. 整體發展計畫

8.1 整體發展構想

近年來世界各國競相發展可替代、乾淨、且不虞匱乏之能源，以取代污染性高且產量有限的能源，於是風、陽光、水力、熱能…等存在於我們生活周邊的元素開始發展轉換能源的輸出。同時，在轉換的過程中，所運用的能源轉換工具也形成不同的地景特色。而發展地熱綠色能源之際，所應用的機組與環境的協調，以及衍生出的排放物再利用都將是需要考量的課題。

而地熱資源的多目標利用包含溫泉的多元發展，溫泉利用範圍包括作為觀光休閒遊憩、農業栽培、地熱利用、生物科技。而本計畫所追求的不僅僅是在休閒遊憩上的發展，而是希望可以延伸到溫泉醫療的使用型態，發展Long Stay，包含具水療與藥浴的溫泉洗浴空間、調養慢性病的溫泉理療中心、具塑身與美容的溫泉保養、原住民的傳統利用法，以及以溫泉為主題所發展出的相關產品，包含濃縮泡湯粉、溫泉食品、溫泉養生酒。

多元遊憩機會的主要精神不只在於活動設施與活動項目的設計，也在於活動的性質與活動的內涵如何觸動人心。因此具備溫泉文化、原住民文化的金崙溫泉區，再加上得天獨厚的自然環境，是具備發展有別於其他溫泉區的優厚條件。以下就規劃理念及相關實質計畫進行說明：

(1)規劃理念與目標

A.規劃理念

(a)以「質」為基底，發展特有主題。

(b)結合自然環境資源。

(c)低密度建築開發。

B.規劃目標

(a)建構綠色能源、永續、富文化氣息的主題園區意象，提供高品質、多樣化的休閒遊憩體驗。

(b)整體規劃周邊據點，以突顯地方資源特色。

(c)善用鄰近瀧山、金崙山、金崙溪景觀等自然景觀，塑造空間成為一地景式休閒溫泉園區。

(d)強調資源永續的概念，發展綠色能源科技，並將環保之概念融入各項建設中，以建立養生、休閒、文化村。

(e)建構一兼備遊憩、展示教育、養生、靜養、綠能發電、溫泉農業養殖、溫泉餐飲等多元目標利用之綠能源溫泉園區。

(2)整體發展構想

A.Sustainabile energy（永續能源）

(a)發展永續能源運用。

(b)結合地熱發電、太陽能發電等方式，成為綠能源示範區。

B.Natural Pattern（自然紋理）

(a)連結水與綠資源，形塑自然地貌。

(b)運用大自然元素、語彙、圖騰，創造藝術地景，形成三度空間的視覺感受。

C.Recreational Diversification（多元遊憩）

(a)提供多元化的遊憩類型

(b)滿足年輕族群與家庭式旅遊

D.Spring Convalescence（溫泉理療）

(a)發展Long Stay及銀髮族溫泉養生園地。

(b)結合溫泉食療、理療，達到身、心靈之調理。

E.Natural Healing（自然療癒）

(a)提供優美的花卉地景、林蔭步道等自然空間，可作為觀賞或瑜珈、打做等活動的冥想空間。

(b)結合溫泉園藝、農藝治療等方式，讓遊客在植栽操作中學習並放鬆。

8.2 土地使用

8.2.1 土地使用分區

本計畫區原為山坡地保育區之農牧用地，在用地變更後變更為特定專用區，依據空間性質、使用功能將區內劃分為三種用地類別，包含特定目的事業用地、遊憩用地、國土保安用地，其用地面積分別為特定目的事業用地2.33公頃，佔全區面積比例7.2%；遊憩用地20.2公頃，佔全區面積比例62.8%；國土保安用地9.65公頃，佔全區面積比例30%(表 8-1)。

表 8-1、土地使用分區說明表

土地使用分區	土地使用編定	土地使用項目說明	規範規定	計畫值（㎡）	百分比（%）
特定專用區	特定目的事業用地	溫泉露頭、地熱發電廠房、專用停車場	建蔽率：60% 容積率：180%	23,284	7.2
	遊憩用地	入口服務區、展示解說服務中心暨行政中心、園區停車場、住宿區、人行步道、照明設施、溫室、研究中心	建蔽率：40% 容積率：120%	201,797	62.8
	國土保安用地	綠地保留	基地面積之30%	96,500	30
總面積				301,344	100

8.2.2 整體發展使用分區

本計畫基地主要設施為地熱發電之相關機組設備，同時發展溫泉養生、溫泉療養、自然療癒、溫泉遊憩，並因應地熱發電及溫泉相關產業開發的技術研究，及相關管理與服務需求，本計畫區（綠能源溫泉園區）可分為地熱發電事業區以及地熱休閒事業區。依據空間主題性，地熱休閒事業區又可分為入口服務區、溫

泉主題區、溫泉理療養生區(圖 8-1、圖 8-2)（表8.2-2），其分區活動使用強度及各區設施內容分別說明如下。全區規劃配置構想圖請參見圖 8-3。

(1)土地分區使用強度

考量使用者的特性及預期活動強度狀況，將上述分區依據對外來遊客接受的程度分為三個等級：

A.封閉型：能源事業區

考量機組設備的安全性及降低機組運轉作業期間的外在干擾，規劃配置於基地的最西側，以提供獨立且不影響外圍活動的空間。

B.半開放型：溫泉理療養生園區

提供溫泉理療設施、住宿、SPA區、自然舒壓等空間。此區域適度開放遊客參觀、提供實地體驗之可能，並配合地形環境，與基地南側山脈景觀融合，故規劃配置於基地的中央偏西南區塊，提供空間管理之便利並適度區分公共空間以及私人空間，並以綠帶作為緩衝電廠設備以及休閒設施之空間。

C.開放型：溫泉主題園區、入口服務區

開放型空間主要以綠色能源教育解說、遊客服務、溫泉娛樂設施等服務為主，包含溫泉主題區以及入口服務區，因此將此一類型多為服務遊客為主的空間設定為開放型，配置於基地中央偏東區塊，為遊客容易抵達及首先接觸之位置。溫泉主題區包含溫泉泡湯SPA及溫泉休閒遊憩空間等動靜態活動區，並與原住民生活體驗、色彩、圖騰等原住民相關特色結合；而人文教育及行政區配置於基地東側入口處，以提供園區相關資訊、教育解說訊息、及行政人員辦公與管理空間。

(2)入口服務區

入口服務區面積共計2公頃，相關設施配置如圖 8-4，各設施說明如下:

A.入口迎賓廣場

入口廣場連結林意休憩廣場以及服務中心廣場，流線型的廣場設計作為全區自然語彙之起點，主要提供遊客上下車、停車等候之空間，也是入口空間意象之主要焦點。

B.綠能源展示及體驗中心

提供關於綠色能源科技展示教育、地熱能源展示教育專區、資源多元利用教育、以及環境保育等相關展示教學設施及空間，讓遊客可藉由實體運作了解資源於轉換能源的方法、應用的方式及運載的範圍。並設有園區行政及管理空間，提供相關人員住宿設施。

C.停車場

停車場區分為停車場一、停車場二兩區，停車場一主要提供大客車、小客車以及機車停放，為進入綠能源溫泉園區前第一個進入的停車場，大客車可以先於入口廣場先讓遊客下車，在至停車場停放車輛，或遊客可由第一停車場綠堤道連結進入園區中。停車場二主要提供小客車停放，鄰近園區的設計，讓旅客更容易進到園區內。

(3)溫泉主題園區

溫泉主題園區面積共8公頃，此區域提供之溫泉體驗類型包括溫泉驛站（SPA體驗區）、露天溫泉、溫泉河、溫泉遊樂園、兒童育樂園、餐飲區等，提供多元遊憩活動選擇，相關配置及面積請參閱圖 8-5及表 8-3。各設施功能說明如下:

A.溫泉驛站

以舒適的南島小屋設計座落於露天溫泉以及四季水花園旁，建築映於水面的倒影更增添悠閒的空間氛圍。

共6座SPA屋，提供不同主題型態的舒壓療程，搭配不同風格的內裝，溫泉SPA驛站不僅提供遊客做短時間停留按摩、推拿，還提供桑拿浴室、美容室、休息室、廁所等空間。

B.溫泉購物街

商店街鄰近綠能源休閒園區之出入口處，讓遊客在完整的溫泉休閒體驗以及地熱知識之旅後，可以購買溫泉相關產品，如溫泉粉、溫泉景觀小盆栽。

C.餐廳

餐廳的設置共兩處，一處於理療中心，另一處則位於整個園區中央。理療中心的餐廳提供簡餐等便利性的餐點。而園區中央的餐廳則搭配花棚、藝文花園、觀星廣場等戶外空間，讓用餐的空間感受更加多元。

藝文花園結合芳香花卉區、藥用植物區、四季花卉區等主題花園之設計，是個觀賞、停留、放鬆絕佳的空間，也作為提供溫泉花藝展示之空間。

D.露天溫泉區

露天溫泉療養池位在溫泉SPA驛站及理療中心之間，戶外的露天泉搭配周邊的芳香花卉，發展出不同主題特色之泉湯。理療中心1樓提供室內湯屋（各式主題溫泉湯屋，如玫瑰浴、杭菊香草浴….）、男女更衣室、廁所、飲料服務吧等空間。

E.溫泉遊樂園、兒童育樂園

以溫泉為主題的遊樂園搭配溫和有趣的親水設施，成為符合不同年齡層的娛樂空間。溫泉遊樂園位於園區之中央，以溫泉河為主軸，延伸出漂漂船、SPA衝衝瀑。溫泉育樂園則是提供稚齡兒童玩水的空間。

F.溫泉河

以溫泉河作為計畫區內東西主軸線，河深平均為30 CM ，最淺15CM，最深處可達50CM，並導入野溪式溫泉足浴等休憩設施設計。河岸兩側搭配木平台、南國特色涼亭、原石淺灘、原木製山訓體驗區等設施。原木製山訓體驗區為融合原住民求生訓練與生活文化應用之遊憩空間。本區包含休憩設施等空間共計約25,000㎡。

(4)溫泉理療養生園區

本區面積共計10公頃，包含住溫泉理療設施、住宿、SPA區、自然舒壓等空間。住宿類則包括提供短期渡假休閒住宿，以及提供中、長期銀髮族或進行景觀園藝療者住宿，藉由園區環境特色及園藝活動特性，以寧靜、穩定的園區環境提供退休銀髮族安養晚年或慢性病病患修養的生活空間，相關配置及面積請參閱表8-4及圖 8-6。

A.理療大樓

分為主樓以及理療大樓。主樓為三層樓高之建築，屬計畫區內之地標建築，一樓包含接洽大廳、管理室、餐廳等設施，二、三樓為客房區，合計50間客房，主樓地下室設置有一座溫泉泳池及盥洗設備，泳池區包含兒童遊戲

池、SPA區、溫泉泳池。理療大樓為兩樓半之建築，頂樓為會議室，二樓包含瑜珈教室、健身房、舒壓理療館，一樓包含服務處、室內主題湯屋、飲料吧等空間。

B.獨棟木屋

獨棟木屋分為養生木屋及觀景木屋，每棟木屋應提供小型廚房設施、溫泉。小木屋均以租賃之方式經營，租賃時間包含一天至一個月，甚至至一年的居住。木屋單元與單元之間以複層式植栽區隔，戶外空間以小型私密庭園之方式營造。

C.溫室操作區

本區結合溫室蔬菜園、溫室花園、溫室咖啡館、農產中心、戶外農藝園區等空間，提供溫泉產業發展展示、園藝DIY操作、園藝舒壓治療、溫泉咖啡產業體驗。

D.舒壓（自然療養）教室

於溫泉栽植區以及住宿區之間設置自然療養教室，配合表演廣場、溫室咖啡屋、養生教室（瑜珈課、有養課、插花課…。）、香藥草庭園等空間。

(5)能源事業區

能源事業區面積共2公頃，主要為發展地熱能源發電、相關研究設施、以及提供工作與研究人員的住宿空間等。為考量發電機組的安全性，整體空間將獨立於其他分區，並藉由寬厚的綠籬圍塑成較封閉的空間，以確保電廠安全，並做為與其它分區之間的緩衝，相關配置及面積請參閱表 8-5及圖 8-7。

依據本報告第二部份第12.7節建議，目前地熱方案依現有井況規劃電廠開發的方案，包含A、B方案；若依可開發電廠容量規劃則為C方案，藉由可行性及成本等因素之考量，目前建議以B方案執行。

表 8-2、綠能源溫泉園區空間分區說明

分區名稱	總面積	設施內容	備註
入口服務區	約 2 公頃	綠能源展示及體驗中心	
		停車場一	
		停車場二	
		警衛室	
		污水處理廠	
溫泉主題園區	約8公頃	溫泉驛站（SPA體驗區）	
		溫泉購物街	
		露天溫泉區	
		餐飲區	
		溫泉河	
		兒童育樂區	
		溫泉遊樂園	
溫泉理療養生園區	約10公頃	理療大樓（含住宿服務中心）	
		舒壓教室	共三棟
		溫室操作區	共三區
		獨棟養生木屋（湯屋）	
		景觀度假木屋（湯屋）	
		香草舒壓園	
		住宿區停車場	
地熱能源發展區	2.3公頃	地熱電廠（含發電相關設施）	
		公務停車場	
國土保安林區	9.6公頃		
總面積	約30公頃		

表 8-3、溫泉主題園區空間說明表

項目	面積	備註
溫泉驛站	佔地780㎡ (235.95坪)	不含戶外設施
溫泉購物街	佔地1220㎡(369.05坪)	不含戶外設施
露天溫泉區	1,600㎡	含池邊設施、療養池面積
溫泉遊樂園	30,000㎡	含遊樂園設備、溫泉河、河邊休憩設施、造景面積
兒童育樂園	1,300㎡	包含戲水設備、造景面積
餐飲區	佔地390㎡（121坪）	不含戶外設施

表 8-4、溫泉理療養生園區空間說明表

項目	面積	備註
理療大樓	佔地4,100㎡	總樓板面積9,800㎡
獨棟養生木屋	佔地1,950㎡ （50㎡*39）	總樓板面積1,950㎡ （50㎡*39）
獨棟觀景木屋	佔地1,100㎡ （100㎡*11）	總樓板面積1,760㎡ 〔（100+60）㎡*11〕
舒壓教室	佔地300㎡	總樓板面積300㎡ （300㎡*1）
溫室操作區	佔地500㎡	總樓板面積500㎡ （500㎡*1）

表 8-5、能源事業區空間說明表

項目	面積	備註
變電設備	750 ㎡	
冷卻水	750 ㎡	
廠房	1,200 ㎡	
辦公樓	600 ㎡	
維護倉庫	600 ㎡	
警衛室	25 ㎡	

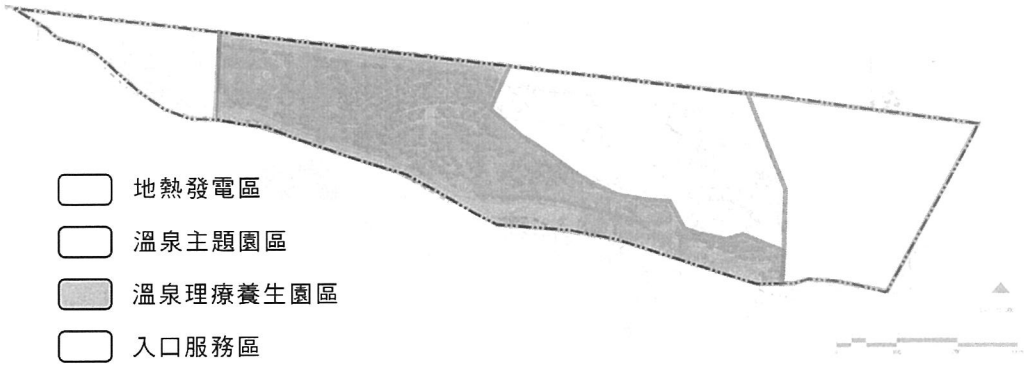


圖 8-1、整體發展使用分區示意圖

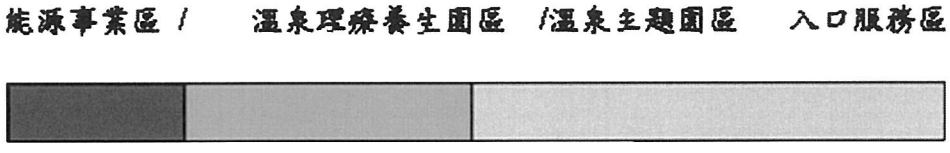


圖 8-2、空間機能型態示意圖

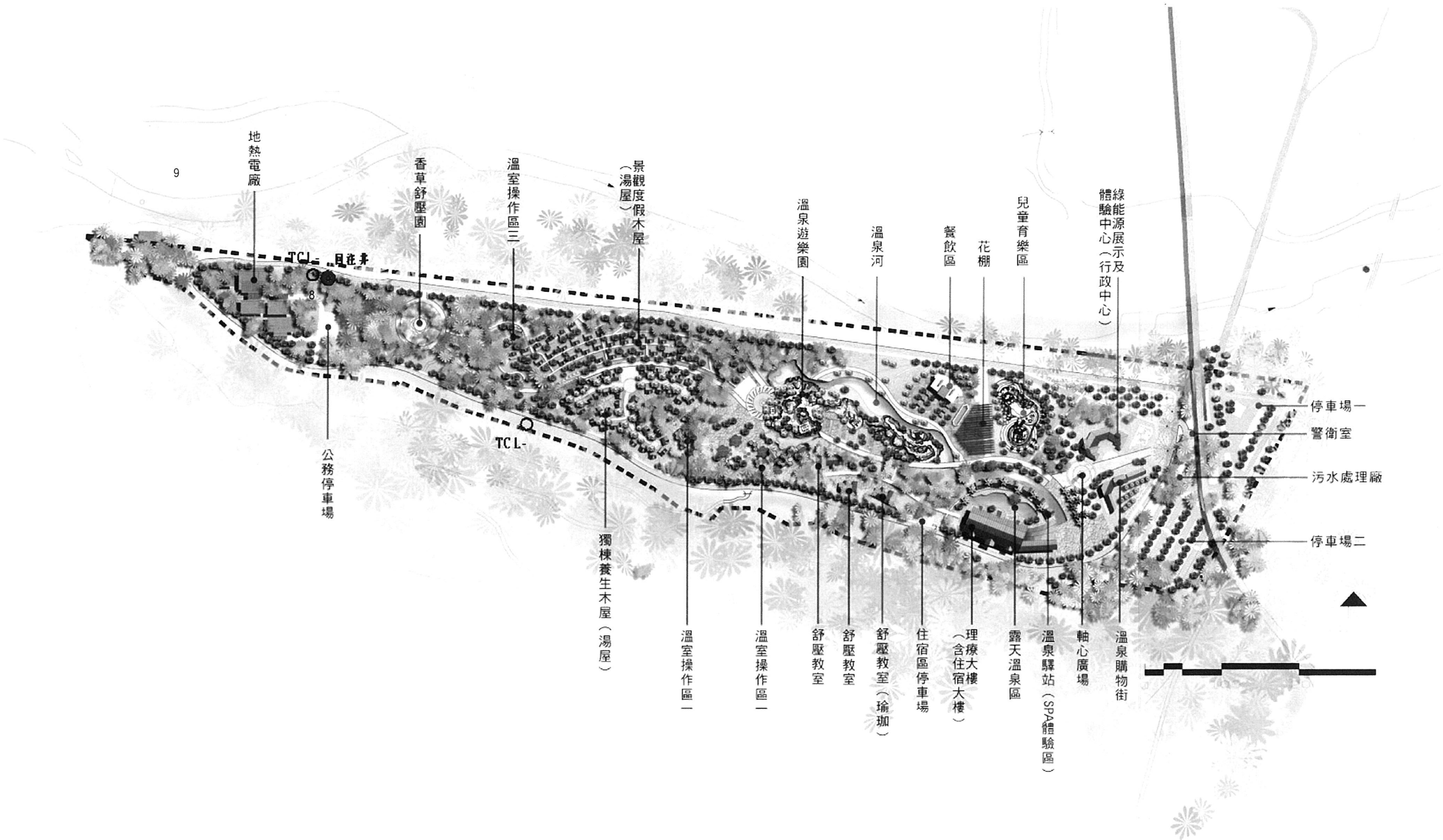

9
8
地熱電廠
香草舒壓園
溫室操作區三
景觀度假木屋（湯屋）
溫泉遊樂園
溫泉河
餐飲區
花棚
兒童育樂區
綠能源展示及體驗中心（行政中心）
停車場一
警衛室
污水處理廠
停車場二
溫泉購物街
軸心廣場
溫泉驛站（SPA體驗區）
露天溫泉區
理療大樓（含住宿大樓）
住宿區停車場
舒壓教室（瑜珈）
舒壓教室
舒壓教室
溫室操作區一
溫室操作區一
獨棟養生木屋（湯屋）
公務停車場

圖 8-3、全區規劃配置圖

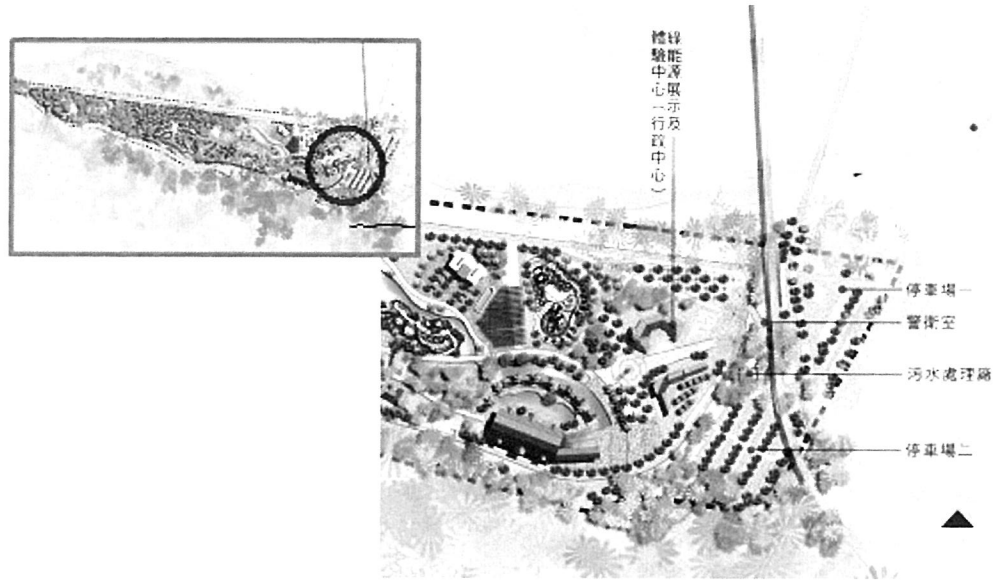


圖 8-4、入口服務區配置圖

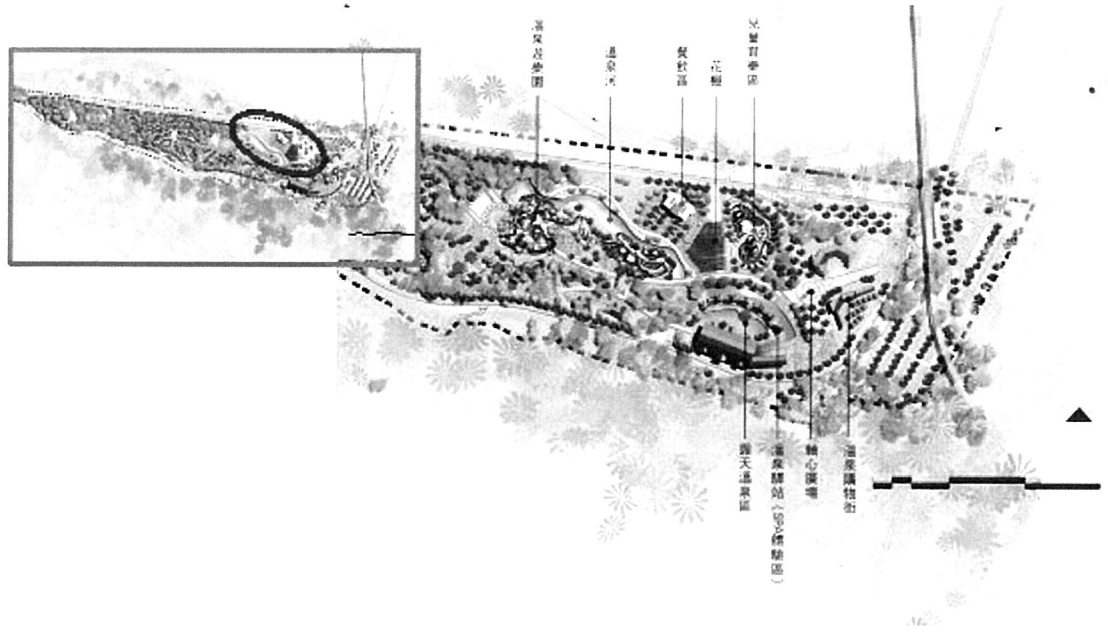


圖 8-5、溫泉主題區配置圖

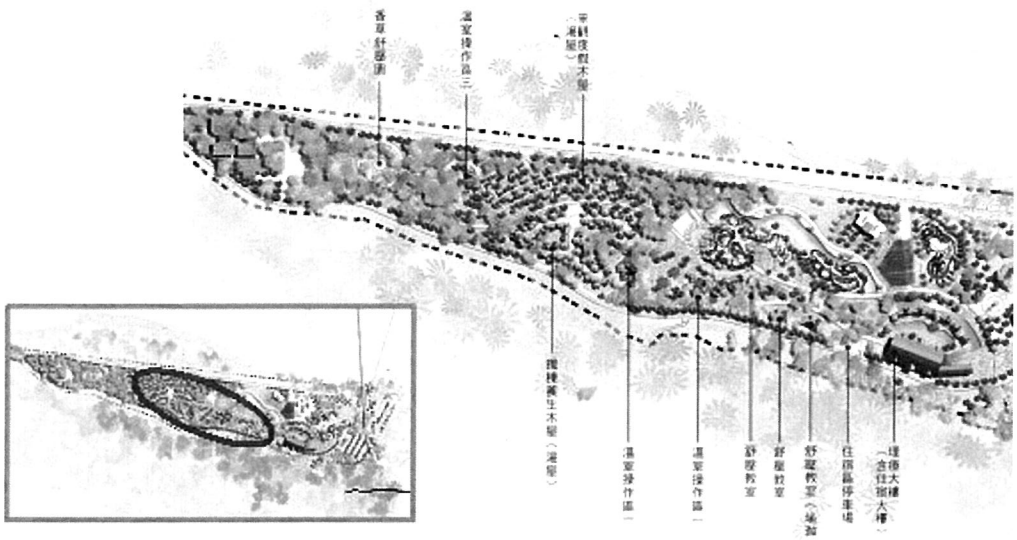


圖 8-6、溫泉理療養生園區配置圖

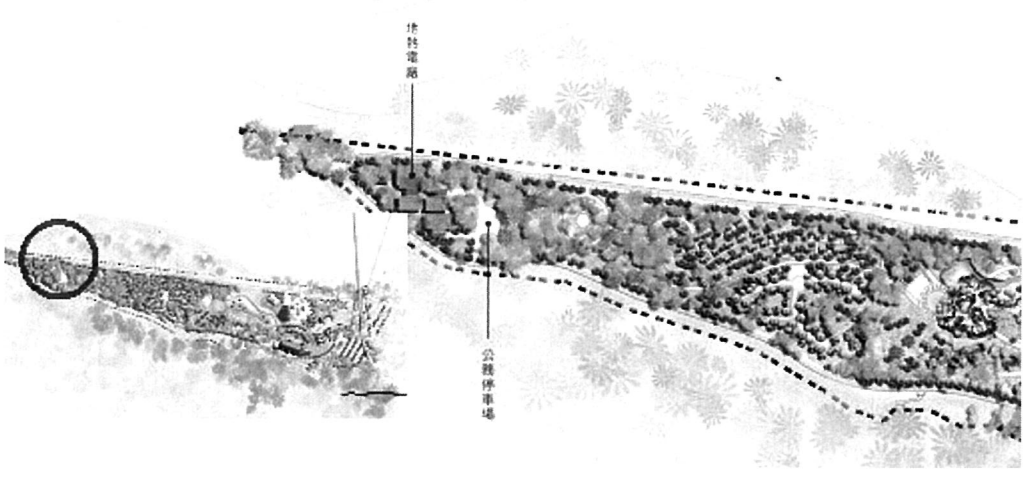


圖 8-7、能源事業區配置圖

8.3 動線計畫

區內動線將採內、外環道動線系統(圖 8-8)，並以人車分道方式，將車流控制在園區的外圍，降低對園區活動的干擾，同時也串聯各個分區，達到迅速疏散人員、防災救援的目的。而內部園道系道也銜接每個區域，提供遊客及行政、管理、研究人員的移動便利性。

(1)聯外動線

目前現有主要聯外動線為北上台9線道路旁之叉路進入計畫區，未來計畫預期開闢三處交流道，兩處為提供南下遊客進出(圖 8-9)。北上遊客可利用現有之岔路進入，再藉由交流道或藉由舊有阡仔崙橋之道路回到台九線。

(2)計畫區入口

入口廣場在區內整體動線上主要提供大客車或遊客下客之空間，可以便於遊客停留、等候。

(3)區內動線

區內主要動線分為園區主動線、綠堤動線、園區次要動線以及環狀人行道動線。園區主要動線為6-7M道路，除連結區內各節點空間以及遊憩空間外，在緊急狀況時，還可作為緊急聯絡道路。次要動線為3-5M道路，為連結空間至主要動線之路線，亦可作為緊急聯絡動線。綠堤動線為一東西走向之道路，與區內主要動線形成一環狀路線，為園區內之至高點，寬度為8M道路。

(4)停車場

停車場之設置可分為三種型態，主要入口區停車場、住宿區停車場、公務停車場（詳表 8-6）。

A.主要入口區停車場

主要入口區之停車場分為兩區，一為一般小客車、機車騎乘者使用，另一區則主要提供大型遊覽車、區內交通接駁車停放。依照93～96年國民旅遊交通工具使用百分比例平均，自用車為66.1%（含出租車0.33%）、遊覽車11.4%、機車9.9%、自行車1.1%、旅遊專車0.6%。

◎停車位單元數＝（峰時段遊客量x交通工具使用比）/
（該交通工具單位平均容納人數）
◎停車場空間量體＝停車場空間單元數x該交通工具亭車空間單位值

B.住宿區停車場

住宿區停車場設置於理療住宿大樓旁，主要提供住宿遊客使用，共提供大客車兩處，小客車40處。

C.公務停車場

設置於電廠廠區內，主要提供公務使用，共計規劃有10個小客車停車位。

表 8-6、停車場設施數量估算表

設施類別	停車位數量	單位停車空間（㎡）	停車場總面積（㎡）	備註
大客車停車位	20	48	960	
接駁專車停車位	10	24	240	
小客車停車位	290	15	4350	
機車停車位	164	1	164	

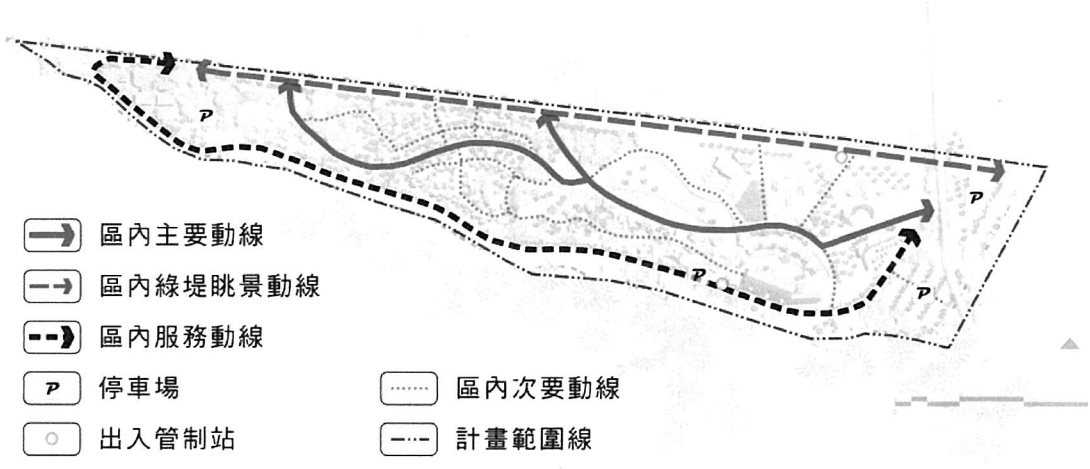


圖 8-8、全區動線計畫圖

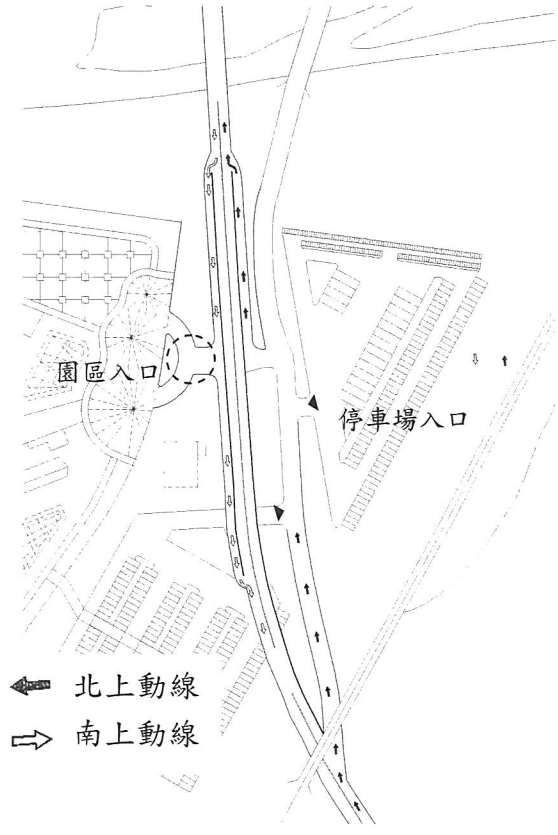


圖 8-9、聯外道路動線圖

8.4 建築量體計畫

為呼應周邊環境特色並與環境協調，全區將以低密度開發，建築量體以電廠、服務中心、理療大樓等建物空間需求最大，其餘建築則轉換成小尺度具有南洋風情之構造物。

建築配置的同時，以呈現大地倫理、謙遜的設計理念為主，結合周邊原住民文化，加入南島風土民情建築設計語彙，以自然風格為設計原則，搭配木石等天然材料，以塑造區內寧靜優適之環境，呈現南島悠閒卻又具人情味、關懷大地的人文精神。

本計畫之建築型態建物色彩以深淺色系相互搭配之原木色、白色及其他低彩度之色彩計畫為主，強調材料之原始色彩及質感。

(1)建築管制原則

A.配置原則

(a)依現有地形設計配置，避免大規模整地，以不改變現有地形地貌為原則。

(b)設施配置需考量周邊地區景觀、自然地貌、山林景色等要素，加強整體視覺上的效果，並避免與周邊景觀形成太過強烈之對比，而造成景觀衝擊。

(c)建築色彩基本上以天然素材的顏色為主。

(d)建築物高程除理療大樓、等主要建築物可達3～4層樓，其餘皆為1～2層之高度，降低建築量體對整體景觀之衝擊。

(e)所有建築都應秉持綠建築規劃設計準則，並符合綠建築生態、節能、減碳、健康四個面向，達到環境共生的目標。

(f)建物座向建議座北朝南，爭取更多的自然光源，讓建築機能符合永續綠能源之運用。

B.使用材質

(a)在建築材料的使用上應盡可能符合綠建築指標，避免耗能高或易產生污染之材料，不可使用簡陋或未修飾之鐵皮、石綿板或夾板等，色澤方面則需考量鐵平石、天然石塊、大理石等石材之獨特色彩。

(b)建築物面向道路及開放空間之立面外觀鼓勵採用自然材質，或考量以融合自然色系的棕、褐、灰藍、深綠等色系為主之材質。

(c)外牆飾之自然材質，以具原住民文化特色之木、竹、版岩、溪石或其他具自然風貌材質為主，且自然材質應用之面積至少需佔該立面面積60%以上。

(d)建築物裝修採用之木料以具永續林業經營之木業材料及可循環再利用之建材為主，其採用量至少達15%以上為標準。

(e)使用低逸散性或低污染之建材為室內裝修材，宜以低VOC（揮發性有機化合物）合板或化學性逸散氣體之板材，維持健康之室內環境，採用量需達15%以上。

(f)戶外休憩設施之建材使用以天然石材或木料為主。

(g)停車場、廣場應增加其鋪面之透水性，採多孔隙之建材為之。

原住民屋頂之石瓦片是具地方特色的素材之一

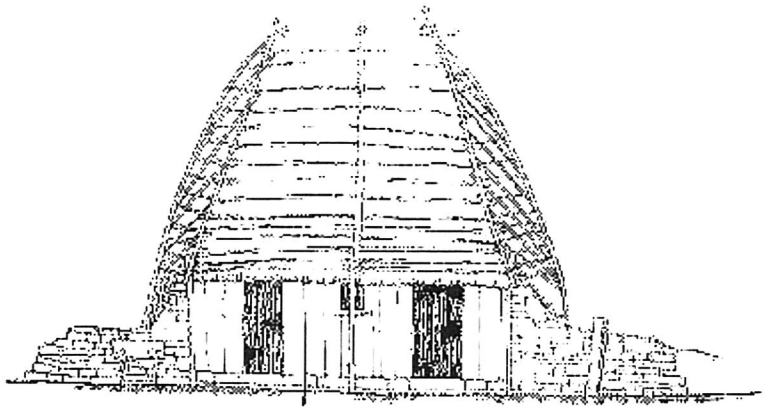
(2)建築造型建議

通常建築給予人的印象不如自然環境一般有明確與強烈的視覺體驗，而是比較偏向空間體驗的感受，但建築群落及其附屬設施所構成的結構量體與質感，對於整體視覺景觀品質與空間感受仍具有決定性的影響力。因此在整體建築風貌的部分，除應搭配周邊山林溪流環境，融合地方原住民文化藝術特色、南島建築風格，形塑出金崙綠能源溫泉園區之特有風貌特色。

A.南島風格

B.原住民風格

簡約、粗獷、大自然色調是台灣原住民部落裡特有的建築風格，其建築依環境而建，取其所需，沒有多餘的外觀修飾，完全以尊重自然的型態而存在。如魯凱族或排灣族的家屋多以當地石材灰黑色板岩或頁岩堆疊而成，石板間的細小縫隙可通風，夏涼冬暖，是絕佳的節能建築概念。



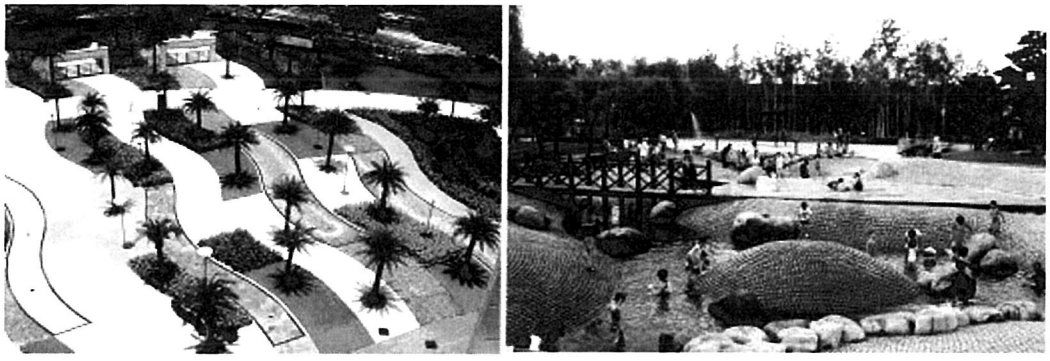
8.5 景觀計畫

計畫區為一塊臨金崙溪之河灘地，現地溪流、山系形成了優美的自然景觀，因此在區內景觀的配置上，需考量園區整體天際線、設施色彩、以及植栽之配設。

(1)景觀塑造

A.整體景觀

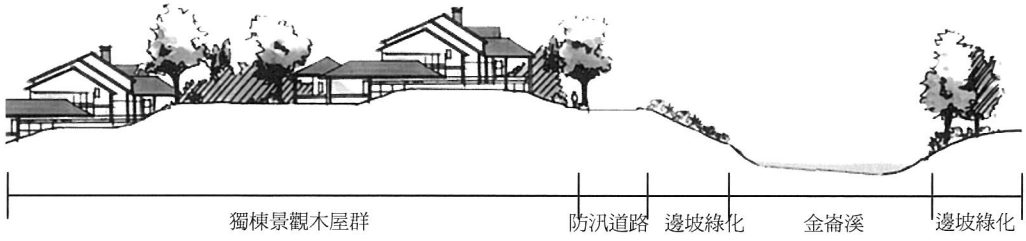
為配合周邊環境特色，將以原生、自然、有機的方式作為全區的景觀設計理念，運用台灣東部原生與適宜的樹種納入植栽設計，以強化基地整體生態環境特性與永續發展。並以厚重的綠籬緩衝電廠對外在環境所造成的衝擊與壓迫感。此外，溫泉水道以峽谷的方式再現東部溪流環境的特色，藉由不同空間的層次轉換體驗不同的親水、戲水活動，並可適度區隔短期住宿與中長期住宿者的活動空間。



B.河堤景觀

將堤防與區內空間以綠堤草坡堤防方式連結，不僅降低區內因堤防所造成的阻隔感，也可作為連結金崙溪堤防與高灘地賞景的休閒空間，重新將遊客的活動空間拉回草皮，成為區內眺景的絕佳綠堤。至高點的位置讓於綠堤散步的遊客，可以一覽金崙溪以及園區內的景觀。

於計畫區內北側預計設置金崙溪南岸堤防，為避免生硬的堤防設施，建議堤防可朝向超級堤防方式構築，將土堤面堤外一側之斜坡儘可能延長，使其坡度更平緩，作為建物及設施使用地，改善堤防遮蔽區內之視野。



(2)植栽計畫

A.規劃原則

(a)植栽之選取以適地、適性之種類為優先考量。

(b)以不同之樹種搭配，營造各區域之景觀，塑造空間自明性與景觀意象。

(c)主要風貌區之植栽，應加強觀賞性或地區性意義，以融入整體環境。

(d)人行道或節點空間以低層植栽綠化，配合四季花卉豐富景觀。

(e)搭配季節性植栽，以強化景觀豐富度並可成為本計畫區之形象以及行銷之宣傳賣點。

B.植栽生態設計原則

(a)複層及多樣性之植栽種植

(b)誘蝶、誘鳥植物之栽植

(c)符合規劃目標、適地適種原則

C.植栽選種原則

(a)車道兩側以及主要散步道宜選用伸展型之喬木，以提供適度之遮蔭。

(b)應選用深根性、枝幹強韌且根系垂直延伸之植物。

(c)避免選擇樹木根系易破壞路面之水平根系發達之淺根性樹種。

(d)休憩空間宜選用無毒性、耐攀爬且再生能力強之植栽。

(e)考量季節氣候因子，配置具特色之觀葉、觀花、觀果之樹種。

(f)配合溫泉意象塑造，選擇觀賞為主之植栽。

(g)選擇耐風、防噪音、防炫光、耐落塵、具抗污染力或空氣淨化能力強之樹種。

(h)灌木部份減少使用四季草花配置，可以多年生木本植物、草本植物、地被植物或蔓性植物替代，可降低維護成本。

(i)開發時依據植栽之保存價值，盡量將現有植栽移植再利用。

(j)主體植栽儘量選用當地鄉土樹種，提高植栽之生存率。

(k)植栽種植儘量選用複層植栽設計，增加視覺豐富以及現地生態。

(l)景觀焦點以及大型坡面的綠化則可考量以溫泉水可培植的植栽為主體，可達到溫泉相關產業開發之宣傳。

D.植栽形塑意象：

主景樹：

灌木：

地被：

全區詳細植栽物種如表 8-7所示。

(3)照明計畫

目前計畫區內包含住宿區以及露營區，因此夜間照明及活動提供亦為本計畫之重點。夜間的照明設計也提供了遊客另一種遊憩空間感受。照明計畫除提供主要活動道路之照明外，也應考量夜間燈光對環境生態之影響，並且在燈具設計方面融入地方文化與環境特色，例如溫泉、原住民文化，或加入南島文化之設計，使照明設施在白天與夜晚為本計畫區景觀帶來更多且不同之景觀效果。

A.規劃原則

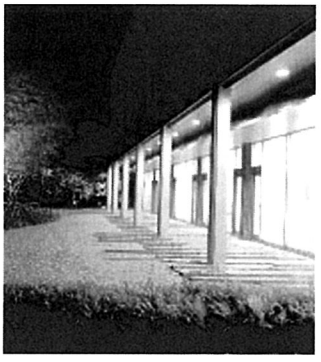
(a)與景觀風貌配合，以營造地方環境特色。

(b)配合夜間主要活動區段及高度自然區的位置，規劃不同區段之明區與暗區的空間區塊，營造不同環境體驗之照明設置，亦兼顧生態永續之考量，避免能源之浪費。

(c)於主要活動空間營造舒適的「光」環境，搭配使用者（車行或人行）提供所需的燈光照度設計。

(d)因應不同區域的景觀營造，強化節點照明規劃。

(e)考量空間需求，設置適當量體與照度大小之照明設施。



B.園區照明設施規劃

依據使用者之需求以及空間機能需求進行照明設施規劃。

(a)車行動線：

●燈具形式：

車行空間之照明主要為機能性照明，應選用符合節能標準之燈具，燈具造型可結合溫泉區之意象，運用造型、顏色等設計語彙，避免過多零件組合的燈具造型。

●設施位置

包含園區內外環道路、園區聯外道路、停車場等空間。於道路線性空間中，照明設施應設置於人行道測的空間，與綠帶及相關公共設施並行，並維持人行道通行淨寬空間，與行道樹保持一定的設置距離，並避免與喬木互相干擾，影響照明設施應有之功能，建議燈具位置間距為12～15M設置一座。

●設施高度

建議燈具高度應在4～6M之間。

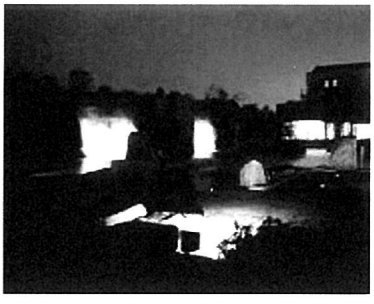
●設施材料

應採用具防腐及防塵防水等功能之燈具及燈桿的設計，燈具部分如鑄鋁合金或不鏽鋼鋼材的應用或燈桿部分採耐酸鹼之途料及氟碳烤漆之使用，其燈具IP值應達IP.6.6.，並採用高壓鈉燈或複金屬燈泡為主。

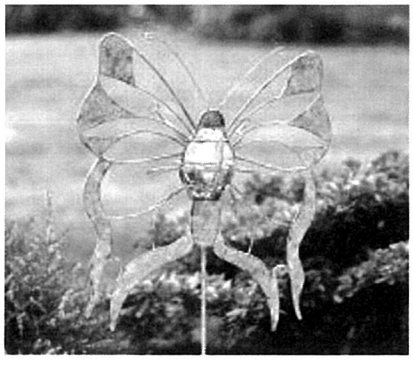
(b)行人動線

●燈具型式

人行道之照明型式，建議採自明性高且多樣化之燈具為主，以突顯使用空間之景觀環境，並配合空間氛圍營造，增加點綴型照明，創造不同情境之使用空間。人行空間之照明設計應注重安全性照明，以利夜間活動之進行，設置點集中於路徑、活動節點，運用投光燈、壁燈、矮墩式、崁地式或搭配欄杆、座椅嵌燈等照明方式呈現，具有照明、引導、活化夜間空間等效果。

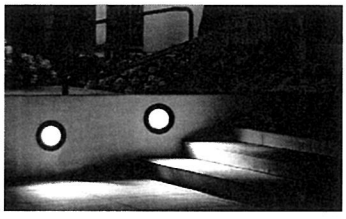


燈具造型可以搭配空間特性，賦予自然元素或風格之主題。



●設置位置

照明設施應設置於人行道兩側、活動頻繁之場所、具有安全疑慮之空間。若為高燈型式建議燈具位置間距為8～10M一盞。



●設施高度

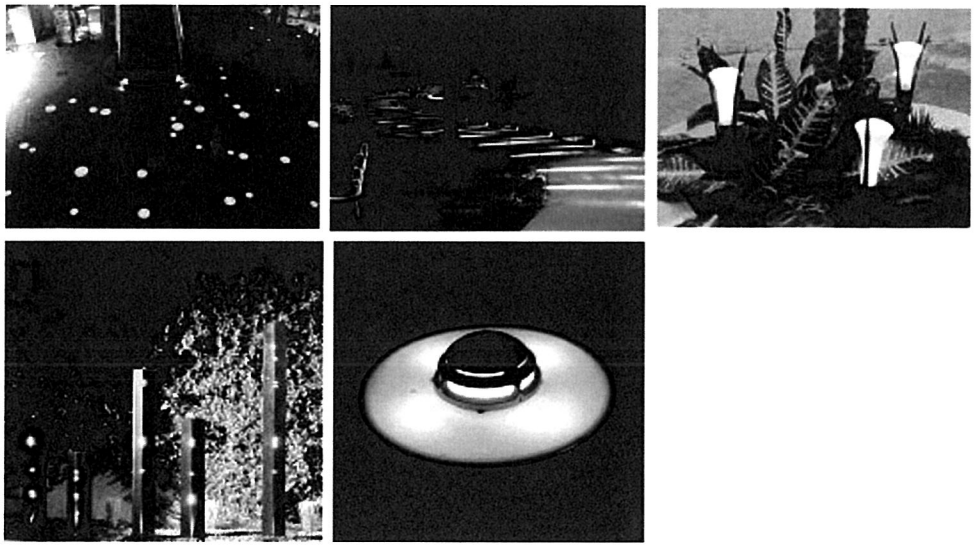
高燈燈具高度應在4～6M之間，矮燈燈具高度應以0.5～1M為原則，壁燈設置高度應在2～2.5M之間。

●設施材料

應採用具防腐及防塵防水等功能之燈具及燈桿的設計，燈具部分如鑄鋁合金或不鏽鋼鋼材的應用或燈桿部分採耐酸鹼之途料及氟碳烤漆之使用，其燈具IP值應達IP.6.6.，並採用高壓鈉燈或複金屬燈泡為主。

C.節點及公共空間：

以光雕手法，運用「線」與「面」，營造空間主題及焦點。除了兼備夜間照明之機能外，透過微弱、聚光性或具圖案性之光線來形塑空間氛圍。可運用於步道主題空間、節點廣場、理療大樓前廣場、露天浴池等空間。如以柱狀景觀燈或矮墩式照明，圍塑廣場空間，再配合地嵌燈塑造廣場的空間層次。亦可運用間接光源，結合座椅、解說牌等服務性設施，成為情境式照明。



8.6 旅遊服務設施計畫

(1)住宿設施

本計畫區內住宿方式共規劃有一般住宿客房共50間、獨棟溫泉木屋共40棟、眺景溫泉木屋共27棟，共計可提供368人。為提供推廣多日的休閒舒壓旅遊，在計畫區內設置了50間溫泉套房，提供一般遊客進住。針對養生療養之民眾，則規劃住宅區型態之獨棟湯屋。

(2)餐飲設施

計畫區內餐飲設施依據設置型態、服務規模分為溫泉餐廳、理療餐飲中心、溫室咖啡屋、溫泉農業產銷中心等。

(3)旅遊服務設施

本計畫區內提供之旅遊服務包含露營區設備租借、旅遊諮詢、住宿訂房、自行車租借、DIY活動登記等，其配合之建築空間如表 8-8。

表 8-7、全區植栽規劃建議表

植栽項目		植栽名稱		備註
		原生樹種	適生樹種	
喬木	棕櫚樹	筆筒樹、南洋山蘇花、山棕、台灣海棗、檳榔、台灣二葉松、蘭嶼芭蕉、山蘇、刺竹等...	蒲葵、台灣海棗、羅比親王海棗、叢立檳榔、黃椰子、大王椰子、可可椰子、酒瓶椰子、露兜樹等...	
	主景樹	欒樹、楓香、台灣欒樹、苦楝等...	水黃皮、大葉山欖、鳳凰木、阿勃勒等...	落葉樹
	常綠樹	台灣杉、黃杞、長尾尖葉櫧、青剛櫟、台東石櫟、山黃麻、大冇榕、台灣烏心石、大葉楠、厚皮香、茄苳、樟葉槭、鐵冬青、早田氏冬青、杜英、台灣赤楠、江某、軟毛柿、黃楊、樟、台灣肉桂、樹杞、稜果榕、麵包樹、蘭嶼赤楠等...	羅望子、山欖、福木、蘭嶼肉豆蔻、豬腳楠、台灣蘇鐵、象牙樹、印度紫檀、台灣肖楠、鴨腳木等...	
		珊瑚樹、黃槿、菲律賓火筒樹、山黃梔、台東火刺木等...	流蘇、第倫桃、大花紫葳、白玉蘭等...	開花樹種
	落葉樹	欒木、楓香、賊仔樹、食茱萸、無患子、九芎、光臘樹、烏皮九芎、雲南石梓、欖仁舅、山芙蓉等...	雨豆樹、印度黃檀、水黃皮、大葉山欖、美人樹等...	
		台灣欒樹、刺桐、苦楝等...	緬梔、阿勃勒、鳳凰木、羊蹄甲、黃槐等...	開花樹種
	濕生	水柳、九芎、筆筒樹、樟、榔榆、楝樹、烏心石、楓香、烏臼、落羽松等...		
灌木		菊花木、小葉赤楠、鵝掌藤、金毛杜鵑、小葉木樨、九節木、川上氏月桃、林投、朱槿、月桃、姑婆芋、五節芒、生薑、落花生、蘭嶼羅漢松等...	福祿桐、春不老、易生木、立鶴花、重瓣朱槿、山芙蓉、茉莉、細葉雪茄花、麒麟花、九重葛、玫瑰、仙丹花、仙人掌、紅葉鐵莧、變葉木、粉萼花、聖誕紅、錫蘭葉下珠、桃金孃、紫金牛、番茉莉、月橘、海桐、草海桐、野牡丹、梔子花、繁星花、大王仙丹、玉葉金花、石榴、風鈴花、含笑、矮性仙丹、宮粉仙丹、觀音棕竹、榔榆、桂花、南天竹、鑲邊爵床、洋凌宵、洋繡球、金葉木、斑葉尖鳳尾、黃金露花等..	
	藤本	疏花魚藤、山刈葉	紫藤、蒜香藤、軟枝黃蟬、炮杖花、龍吐珠等..	

表 8-7、全區植栽規劃建議表(續)

植栽項目		植栽名稱		備註
		原生樹種	適生樹種	
地被		石菖蒲、馬齒莧、腎蕨	天堂鳥、月桃、文珠蘭、粗肋草、彩葉芋、黛粉葉、合果芋、蔓綠絨、白斑水竹草、鴉拓草、沿階草、射干、鳶尾、武竹、使君子、黃金葛、紅莧草、綠莧草、白莧草、松葉牡丹、蜘蛛抱蛋、白緣龍舌蘭、萬年麻、刺葉王蘭、朱蕉、紅邊竹蕉、虎尾蘭、虎斑木、山蘇花、蜘蛛百合、蔥蘭、香殊蘭、斑葉月桃、旅人蕉、美人蕉、小蚌蘭、景天吊竹草、白紋草、麥門冬、竹芋、萱草、火紅赫蕉、紅鳥蕉、黃麗鳥蕉、金鳥赫蕉、紅斑旅蕉、白鶴芋、海芋等、薜荔、草皮等...	
草花		野薑花、酢醬草、台灣野百合	羽裂美女櫻、非洲鳳仙花、黃蝦花等...	
濕生植物	挺水	莎草	輪傘草、水蠟燭、菖蒲、白蝴蝶花、野薑花等...	
	沉水		蓮花、荷花、睡蓮、王蓮浮萍、水金英、田字草、水丁香等...	

表 8-8、服務設施說明表

服務空間名稱	服務內容	備註
服務中心	1. 旅遊諮詢 2. 園區導覽 3. 緊急聯絡應變 4. 自行車租借 5. 區內相關活動預訂	1. 自行車租借提供之數量為20輛。
餐廳	1. 露營設備租借 2. 餐飲供應 3. 野餐盒訂購	
農產推廣中心	1. 溫室操作區諮詢 2. 操作區DIY課程報名	
自然療養教室	1. 相關舒壓課程報名 2. 遊客諮詢	
購物商街	1. 商品預購 2. 商品宅配或郵寄	
理療中心及溫泉驛站	1. 溫泉SPA課程諮詢報名 2. 溫泉旅館住宿登記 3. 獨棟湯屋住宿登記	

8.7 公共設施計畫

依據遊客量預測的計畫區人口資料結果，本計畫區預測區尖峰遊客量為1,600人次。

(1)給水計畫

A.計畫區自來水供水量

計畫區內供水主要提供遊客使用以及作為服務性用水，以提供1775人次使用量約為1475.5（T/日），詳細如表 8-9。

B.計畫區內溫泉水供水量

區內會使用溫泉水之區域包含理療中心、溫泉驛站、溫泉木屋、溫泉泳池、溫泉餐廳、咖啡廳、溫室、溫泉河等，預估佔自來水用水量20%，預估溫泉水用水量為295.1 T/日（最大用水量1475.5T*20%）

C.供水來源

(a)自來水來源：自來水的供應可考慮抽取地下水、溪水過濾以及海水的使用。

(b)溫泉水來源：目前計畫區內之溫泉水使用來源，擬利用地熱發電之尾水10%～15%進行降溫後做多目標之使用。

(2)污排水計畫

A.雨水排水計畫

雨水排水考量以重力為主，於道路、停車場及主要步道旁設置排水溝。排水系統與污水收集系統應分開設置，收集後的地表逕流應再藉由初步沈砂池、滯留池沈澱再排入溪中，亦可部分回收作為灌溉用水。

B.污水排水計畫

本區污水產生源包含生活、生產以及遊憩用水。生活、生產污水包含計畫區內餐廳、商店街、住宿區等區域，遊憩污水包含遊憩活動所產生之廢水。其中溫泉泳池為溫泉水與自來水混合，建議使用後以放流方式處理。其數量估算如下：

(a)污水量估算

污水量依據使用空間使用人數及面積大小推估（表 8-10），預計最大污水量約為400 T/日（259T*1.5）。

(b)污水處理廠設置

污水處理廠以處理500T～600T廢水之規模大小，建議以戶外地下埋入式（場鑄）興建，建議建於服務中心之下方。

污水處理廠廠房面積為15M*25M*3.5M深。

(3)電力與電信計畫

A.電力計畫

本區之電力計畫較其他觀光遊憩區不同的是園區的開發涵蓋地熱發電廠之運作，因此在考量整體電力計畫發展完備的情況下，本計畫施行前，應與台灣電力公司規劃及設計單位協調溝通，並配合地熱發電廠相關機制進行區內電力配置設計。以下就相關項目進行說明：

(a)電力引進

本區擬由台電變電所經由各區提供之台電配電場或台電配電室引進至管理站內，以供應安全可靠之用電。配置原則如下：

●線路應採地下電纜方式設置，地上供電設施則選擇於隱蔽處或角落處設置，並配合四周景物及植栽計畫予以美化，以免破壞周遭環境。

●於高壓電區除景觀美化外，應設安全距離及明顯之警告標誌，以確保遊客安全及防止意外事件發生。

(b)自備變電設施

管理站未來需提供台電配電場或配電室，將電力公司供給之電源轉變為各負載所能使用之電源。

(c)自備發電設備

各區視防災避難以及實際需要設置發電機設備，作為停電、故障時之緊急用電源。或可視地熱發電廠之運作狀況，將地熱發電廠之發電作為緊急供電之電源。當電力公司停電時，發電機則提供給以下負載使用：

●消防各類泵及設備

●給、排水泵

●保安燈具

●防災主機

●其他不可停電之設備

(d)最大用電量及最小供電量估算

依據計畫區內照明、電氣、空調等用電量估算，區內最大需要電量約為1,486kw/日，而區內最小供電量為1,858 kw/日，詳如表 8-11。

B.電信計畫

園區以發展長期療養為目標之一，因此區內電信系統的健全，將可提升療養住宿者生活之便利。電信系統包括電訊及郵訊兩個服務系統，相關配置設計原則如下：

(a)電訊系統

●全區採用地下管道配置電信管線。

●管道分佈於主要幹道與次要道路，設置人孔配置PVC管。

●全區需按分期計畫與電信局規劃及設計單位協調，方可設計施工。

●於遊客中心或其他室內服務性空間提供一般所需之公用電信服務，包含公共電話、網路收發站等。

(b)郵訊系統

●於各獨棟木屋前或各住宿區之節點設置收發郵箱。

●於遊客中心、住宿客服中心提供代寄或代收郵件之服務。

(4)垃圾處理計畫

A.垃圾量估算

(a)施工階段

施工期間之廢棄物包括表土、地表覆蓋及施工作業人員產生之一般廢物。對於表土整理，將予分類處理，非屬適當回填之材料將予以集中貯存至定點達一定量後，委由鄉公所處理，或由廠商自行清運。地表覆蓋則以移植、掩埋等處理方式，滾壓夯實並覆以處理過後之表土加以綠化。因施工人員產生之一般廢棄物較小，擬先集中貯存於定點達一定量後，再定期

由鄉公所加以處理，另由施工所產生之事業廢棄物，如材料包裝等，則委由廠商加以處理。

(b)營運階段

依環保署統計資料顯示，家居生活日產量約為每人1公斤，而遊憩活動所產生之垃圾量較少，約為家居生活產量的10～30%，以其平均數20%推算；另本區長期住宿者或短期住宿之遊客其停留時間較長，垃圾產量也因此增加，因此以每人每日1公斤計算。以區內可提供最大設施承載量之遊客量1183人（包含住宿368人）估算，所產生的遊憩垃圾量為1.02公噸。

B.收集點與清運路徑計畫

未來應考量地區垃圾分類之特性，設置一垃圾集中場作為垃圾集中暫儲場，並考量垃圾清運動線及清運時間，應與遊客活動空間及時間有所區隔，可利用區內外環動線作為主要收集清運之動線。而垃圾營運管理單位可由鄉公所及管理單位協調共同派員定期維護管理與清運，亦可委由民間單位代為處理，或統一由投資廠商自行處理，其工作項目應包含垃圾收集、清運與處理。

(5)消防計畫

本園區之消防系統配置原則，以參考各類場所消防安全設備設置標準與建築技術規則第三章消防設備而擬定。基本上在規劃階段將著重於全區的消防配置，以設置室外消防栓與消防貯池為主，並預先規劃室內消防栓、滅火器、自動撒水、自動水霧滅火與自動泡沫滅火設備。

A.遊客中心、管理站、獨棟木屋、理療大樓等建物

以室內消防栓、滅火器與自動撒水設備為主，並配置室外消防栓，獨棟木屋則於適當範圍內配置消防栓。

B.垃圾集中場、發電廠

採用室內外消防栓並重，並配備滅火器、自動撒水、自動水霧滅火與自動泡沫滅火設備。

C.戶外遊憩區

以消防栓為主，在必要的地方設置自動撒水設備。

8.8 教育與解說計畫

導覽解說計畫的施行往往在區域開發中扮演著重要的角色，其目的兼具遊憩引導及環境教育兩面向。遊憩引導方面，主要以系統性的資訊介紹自然與人文景觀資源，以增加遊客的體驗，同時保護遊客安全。環境教育的推動對本區資源保育極為重要，解說系統促進由瞭解環境自然、人文、生態的脆弱性，提升其認知，進而使其愛護環境。

本計畫區整體教育與解說系統，包括綠能源科技與地熱開發主題之教育展示、環境特性解說、生態保護解說、精緻休閒農漁特色與活動解說、養生休閒設施與活動解說、環境空間之方向性指標、遊客服務中心等項目，並結合動線規劃教育解說之內容與相關設施。

依據解說導覽設施之層級，說明應考量注意事項如下：

(1)室內展示解說

提供室內展示解說之主要空間包含服務中心、農產推廣中心以及電廠辦公室。另於商業空間，如購物商街、餐廳、溫室以及溫室咖啡館等，也可搭配販賣商品之主題進行解說，將有助於遊客加深印象，如溫泉相關產品製造過程或溫泉商品的益處等內容。

(2)戶外導覽解說

戶外導覽解說主要以各種不同形式之解說牌，配合導覽解說內容、空間需求進行設計配置，主要運用在資源介紹、方向指引、安全及管制警示方面，說明如下：

A.方位指示牌

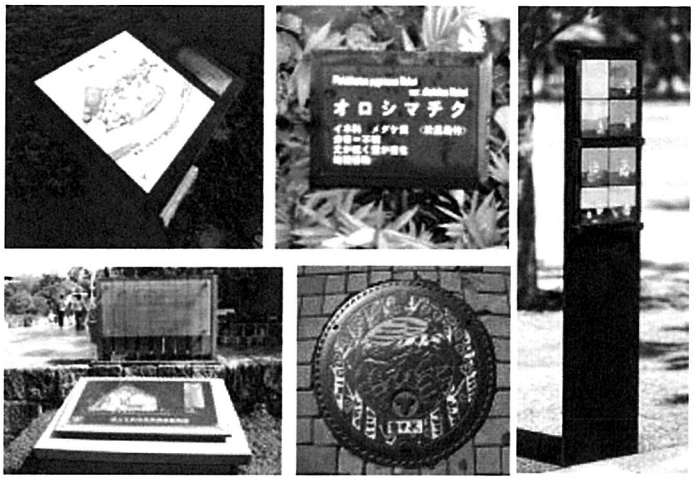
功能為指示或遊客行進之方向，例如：現在位置、出入口指引、移動或設施方向指引，同時可結合燈具共構設計。

B.資源解說牌

功能為說明公共設施之位置、注意事項、區內具有特殊性之文化歷史或遊憩資源。

C.警示牌

以人員或動植物之安全為警示牌之設置動機，當某些地區可能影響遊客之安全則立以警告標誌使提高警覺，或以禁止標誌而對其活動範圍或行動加以限制，或以維護良好環境為出發點，禁止遊客作出危險及破壞環境之行為。



D.配置位置

解說牌的設置要點以簡潔、明瞭為原則，全區的解說牌、指示牌、警示牌應各有其統一格式。資源解說牌的位置應在遊客對被解說主體的知覺範圍內，以被解說主體之前方、左右兩旁最為適合。對於可運用的材質、型式計畫應配合全區標示及意象規劃設計辦理。

(3)出版物

解說摺頁、導覽圖的運用能涵蓋其他解說媒體的資訊，舉凡資源、設施介紹、全區遊憩系統介紹、大眾運輸資訊…等，皆能由摺頁中提供。

表 8-9、計畫區供水估算表

項目	規格	給水量（T/日）	備註
服務中心	1400㎡，服務126人	26	
理療中心	6000㎡，服務200人	55	
溫泉泳池	25M*15M*1.5M	750	
溫泉木屋	約220人*60%	80	
溫泉餐廳	800㎡，服務286人	38	
溫泉咖啡廳	服務146人	6	
農產中心	500㎡，服務75人	8	
溫室	180㎡，服務30人	5	
商店街	1200㎡，服務100人	15	
合計	1183人	983	

保守估計最高服務人口：1183*1.5＝1774.5≒1775（人）
保守估計最大用水量：983（T/日）*1.5＝1475.5（T/日）

表 8-10、計畫區污水估算表

項目	規格	污水量（T/日）
服務中心	1400㎡，服務126人	18
理療中心	6000㎡，服務200人	45
溫泉泳池	25M*15M*1.5M	750
溫泉木屋	約220人*60%	120
溫泉餐廳	800㎡，服務286人	35
溫泉咖啡廳	服務146人	12
農產中心	500㎡，服務75人	8
溫室	180㎡，服務30人	3
商店街	1200㎡，服務100人	18
合計		259

表 8-11、計畫區電力估算表

項目	規格 (kw/日)	照明 (kw/日)	電氣 (kw/日)	空調 (kw/日)	小計 (kw/日)
服務中心	1400㎡	28	75	84	187
理療中心	6000㎡	120	300	180	600
溫泉木屋	3710㎡	44	32	220	288
溫泉餐廳	800㎡	16	20	44	80
溫泉咖啡廳	300㎡	6	8	16	30
農產中心	500㎡	15	34	26	75
溫室	180㎡	5.4	16.6	14	36
商店街	1200㎡	36	24	60	120
戶外景觀照明	—	70	—	—	70
				合計	1486
				最小供電量＝用電量/80%	1858

9. 開發執行計畫

9.1 開發營運管理模式分析探討

9.1.1 土地開發模式分析

(1)公部門直接開發

由政府部門編列預算進行開發，作業方式一般採傳統發包或統包模式進行。傳統發包辦理方式需先甄選規劃設計廠商、進行規劃設計、再行分標發包施工等，即工程之設計與施工分開辦理；統包則是將工程之施工與設計兩大部分以單一契約模式交由同一廠商負責，藉由垂直整合、減少介面、提高工程品質並縮短工期。

(2)民間參與投資興建公共建設可行方式說明

民間參與公共建設開發營運模式相當多，包括BOT、BOO、OT、ROT、有償BTO及無償BTO，其中BOO模式雖可減輕政府徵收公共建設用地之負擔，民間則可永久擁有公共建設所有權，且須由民間機自行解決私有地的問題，均會影響到民間參與公共建設的意願，本計畫之土地與開發屬性不適宜採用此開發方式，目前國內有採用BOO開發模式之產品仍以焚化爐為主。ROT之開發方式，根據第二章法令分析所述，ROT為已有建築物再租賃予民間開發商，而本計畫目前並無建築物可供修建，因此也不適用此項方案。

OT模式為政府新建完成後，以特許方式委由民間機構經營，除可減輕政府經營公共建設之人事負擔，吸引民間經營管理技術外，更可提升政府公共建設之使用率，惟主要關鍵因素在於政府仍須負擔公共建設費用。

BTO模式除可減緩政府在公共建設財務負擔外，因民間可回收工程費用，增加民間參與投資公共建設的誘因，政府則可獲取民間初期的經營成果，且可確保公共建設之順利興建與營運作業之正常進行。但政府仍須逐年編列預算支付工程費用，且BTO模式初期經營利潤較小，會影響民間參與經營的意願。

因此，經上述分析，本計畫建議可採全案BOT，或部分OT、部分BOT方式進行。

(3)民間參與投資興建公共建設可行營運模式之優劣比較

為解決政府財政困難或提高土地利用效率等需求，可藉引進民間資金及技術經驗進行公部門之公共工程投資計畫。依促進民間參與公共建設法(簡稱促參法)之規定，民間參與公共建設方式計分為BOT（興建-營運-移轉）、無償BTO（興建-移轉-委託經營）、有償BTO（興建-移轉-委託經營）、ROT（更新-委託經營-移轉）、OT（委託經營-移轉）及BOO（興建-營運-擁有）等六種，其又可因計畫開發屬性概分為三大類：

A.開發建設類：包括BOT、有償BTO、及無償BTO等三種。

B.經營管理類：包括OT、ROT等二種。

C.產權私有類：BOO。

其中，又以BOT及BOO二種方式於導入民間經營管理技術提高公共建設效率之際，最能減低公部門財政及人事之負擔。

茲將各種開發方式之性質及案例說明彙整於表 9-1。

表 9-1、土地開發模式比較一覽表

開發方式			性質	案例
公部門直接開發		傳統發包	由政府主導全程，規劃、設計委由工程顧問公司辦理，興建則委由包商辦理；惟工程之發包須於工程數量、工期、施工方法確定後，才能編列預算辦理。	・交通部觀光局日月潭國家風景區管理處「名勝街遊客服務中心整修工程」 ・交通部觀光局茂林國家風景區管理處「茗濃溪畔眺景公園工程」 ・交通部觀光局阿里山國家風景區管理處工務課「鄒族自然與文化中心工程」
		統包	在完成規劃確定工程需求或完成基本設計後，將細部設計與興建均委由同一包商辦理。	・交通部觀光局北海岸及觀音山國家風景區管理處「三芝遊客中心采風館統包工程」 ・高雄市風景區管理所「蓮池潭暨金獅湖風景區環境綠美化統包工程」 ・花蓮縣政府觀光旅遊局「重點風景區整建公共設施計畫—七星潭漁村再造統包工程」
民間參與投資	開發建設類型	BOT	BOT模式適用於合約及處理程序複雜之公共建設，其規劃設計、營建技術、經營know-how及用地取得等技術門檻高，開發投資負擔風險與利潤亦較大。	・民間參與花蓮縣鳳林休閒渡假園區觀光遊憩開發計畫（BOT） ・民間參與大鵬灣國家風景區建設案（BOT） ・台東縣知本溫泉渡假專用區徵求民間參與公共建設案（BOT） ・民間參與興建暨營運阿里山賓館案（BOT+ROT ）
		BTO	BTO嚴格來講屬BOT模式之簡化類型。由民間機構投資新建完成後，政府無償（或有償）取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。 通常運用於主題單純、地用與開發目的一致、技術門檻較低之公共建設。	
	經營管理類型	OT	政府新建完成後，以特許方式委由民間機構經營，除可減輕政府經營公共建設之人事負擔，吸引民間經營管理技術外，更可提升政府公共建設之使用率。 OT模式主要優點在於借助民間之經營效率，避免政府經營不善、產生虧損或效率低落的狀況。	・台南縣勞工育樂中心委託民間經營案 ・清境農場遊客休閒中心委託經營案 ・武陵農場第二賓館委託經營案
民間參與投資	經營管理類型	ROT	由政府委託民間機構，或由民間機構向政府租賃現有設施，予以擴建、整建後並為營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。 具完整空間或設備，但市場競爭力不足，需藉由吸引知名廠商進駐營運帶動。	・民間機構參與興建暨營運富源森林遊樂區案 ・民間參與梨山賓館投資整建營運計畫
	產權私有類型	BOO	由民間機構投資新建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人營	・民間自行規劃參與興建暨營運日月潭-九族文化村纜車系統

開發方式			性質	案例
			運。 從規劃、細部設計、施工新建、營運、資產所有及資金籌措均由民間參與，近於完全民營之狀況。	・宜蘭天外天國際渡假旅館 ・民間參與花東縣界池上休息區營運案

9.1.2 「綠能源溫泉園區」之開發可行模式建議

(1)評估考量要素

A.整體計畫投資回收年期、開發經費

由於本次計畫內容包含地熱發電廠、溫泉體驗園區、溫泉理療住宿、綠能源教育解說、溫泉水上遊樂園等空間之規劃，開發面積龐大，所需經費較高，雖然整體開發具備自償性條件，但因先期投資以及開發經費過於龐大，建設成本與收入無法在短時間內平衡，回收年期可能達20年。

另外在規劃專業上，因涉及地熱開發、溫泉開發等專業項目，政府在整體開發上需要提供相關專業的諮詢以及協助。

B.政府出資興建之可行性

本計畫在整體開發成本經費相當龐大，若由政府獨立出資，勢必造成政府經費上相當大的負擔，且政府必須承擔開發、後續招商營運等風險，若計畫委託民間辦理，除能夠引入民間有效率之興建、經營能力，又可提升投資效益。

另外政府若能先就基礎建設、周邊交通、周邊商業機能進行投資建設，則將更有助於本計畫區之開發。

C.國內目前BOT案例之開發策略

綜觀目前國內已成功簽約之BOT案例，有些個案為不具自償性或自償性低之個案，但有其興建之必要性，因此為增加投資誘因，因此乃增加附屬商業設施（如本計畫中的溫泉主題遊樂園、餐飲區、溫泉理療大樓等設施），以提高財務效益以吸引投資開發商，達到三贏之局面。

D.政府開發與民間開發之開發效益

若本計畫採由政府自行開發興建及營運，則政府除須編列龐大預算外，尚需背負開發興建及後續營運之風險，此外也需有足夠人力負責此案之各項開發及營運之工作，但又未必能確保本計畫能創造高利潤與正常營運。若希望委託民間開發，則需有較大收益以及自償率高，才較具投資的吸引力。因此茲將本計畫由政府開發或由民間開發經營之優缺點說明如表 9-2。

(2)「綠能源溫泉園區」開發模式建議

A.基礎公共建設

基於公共利益需由政府部門統籌規劃建設，且公共設施、旅遊服務設施、景觀環境維護及生態保育設施等，均非營利性質，缺乏吸引民間參與投資之誘因，故建議由管理處直接投資興建，且基礎建設之完善，將有助於提升民間參與投資之意願，以及降低民間參與投資之風險。基礎建設包含本計畫園區內之水電系統、河堤、區內環狀道路等設施，以及區外交通設施、公共設施等。

B.地熱能源事業園區

地熱能源事業區因屬專業領域之項目，目前民間投資者多缺乏此項技術，建議由政府單位先行建設，並進行技術培訓以及技術轉移，透過公私合作，將來除可提供園區內用電，另可達到永續能源示範之效果，並可作為國內地熱研究及運用之表率。後續委託民間企業進行營運時，應建立起監督、定期檢驗之制度，確保地熱發電系統的永續利用。

C.地熱休閒事業園區

地熱休閒園區包含遊憩設施、溫泉理療、溫泉休閒、餐廳以及住宿設施等項目，預期於週邊遊憩系統整體發展計畫建設完成後，以及基礎設施條件的完備，對於辦理BOT招商應具備充足之投資誘因（利潤）。故基於釋放民間活力、增進經濟效益、提高經營效率，及促進公有土地有效利用的考量，建議可鼓勵以民間參與的方式進行開發，以公私合作方式帶動觀光休閒產業的發展。

惟遊客服務中心部份可視政府主管機關經營管理需求，評估委由民間機構參與經營之可行性，配合民間經營的高效率以及政府遊憩資源，整合金崙溫泉區觀光活動之行銷推廣。

(3)執行組織及推動機制之建議

本計畫未來之發展希望配合縣府政策，藉由地熱發電之供取事業，應用地熱資源發展觀光休閒遊憩之相關產業。依據第八章整體發展構想，未來本計畫區之使用將分為二個主要事業區，其分別為地熱發電廠區及地熱休閒事業區，整體合稱綠能源溫泉園區，。其中地熱發電廠區，為執行再生能源之地熱發電示範區；地熱休閒事業區為利用發電尾水之溫泉地熱規劃設置之休閒遊憩區。本計畫區為南迴公路進入台東的重要休憩節點，故為求計畫區之順利開發，需仰賴縣政府、經濟部能源局與民間企業共同投資興建，因此在投資建設與開發模式上，建議辦理之方式如下：

A.台東縣政府部分

(a)土地取得

本計畫中主要基地為金崙溪南岸、金崙山以及台九線所包圍之空間，面積約30公頃，均為公有土地，其中約55%為農牧用地，另45%土地尚未登錄，未來本計畫如要開發利用，縣府應先完成土地取得與整合的工作。其中未登錄之土地，應由縣政府提出登錄申請，由財政部國有財產局會商台東縣地政機關先辦理地籍測量，完成囑託國有登記後，整合其餘公有土地，由縣府依據國有財產法第38條規定，辦理土地撥用。

(b)用地變更編定

由政府單位進行分區變更書圖（含水土保持評估、環境影響評估說明），並完成申請變更程序。

由於本計畫金崙溪南岸基地之土地使用編定為山坡地保育區之農牧用地，依據「非都市土地使用管制規則」，可以變更為特定目的事業用地及遊憩用地。由於本計畫區「地熱發電廠區」及「地熱休閒事業區」之面積分別超過2公頃及5公頃，依據非都市土地管制規則地三章第11條之規定，

除辦理用地變更編定外，應同時辦理土地使用分區變更。相關之土地使用依整體規劃方案各分區使用性質，作為地熱發電廠區之土地建議變更為「特定目的事業用地」；作為地熱休閒事業區之土地，則建議變更為「遊憩用地」，使用分區則建議全部變更為「特定專用區」。此外，由於本計畫區之土地使用編定為山坡地保育地，依據水土保持法第8條規定，於辦理用地變更時，應先辦理水土保持計畫。

在變更作業之執行上，應由縣政府檢具開發計畫之相關書圖文件，轉送區域計畫原擬定機關內政部營建署及相關主管機關，並由區域計畫委員會審議。

關於環境影響評估，應依據環境影響評估法第5條規定，第6款：遊樂、風景區、高爾夫球場及運動場地之開發、第10款：核能及其他能源之開發興建，應實施環境影響評估。本計畫區二大使用分區，均需辦理環境影響評估。

(c)公共設施之建設

在性質上凡屬公共服務機能、公共安全維護等性質之設施。在本計畫區中所應由政府完成之公共建設包含聯絡計畫區內外之聯外匝道、區內地上農作清除、雨水回收系統、下水道系統、自來水系統、電力系統及變電所、垃圾處理廠及污水處理廠、國土保安用地之種植等。

(d)服務設施之建設

為提供較好的觀光投資機會，計畫區內之遊客服務區包括遊客服務中心、停車場、相關之解說設施等，建議可由縣政府先行開發建設，以創造地熱遊憩公共空間與話題，提升民間參與地熱休閒事業區之投資意願。為求「地熱休閒事業區」可做整體性發展之考量，以上項目亦可納入民間開發項目中，由政府扮演監督之角色。

B.經濟部能源局部分

地熱發電廠為政府執行再生能源之重要示範，且涉及地熱發電之專業技術，在本案「金崙地熱發電示範系統探勘評估」案完成，並確認可行後，建

議縣府應積極爭取由經濟部能源局編列經費補助興建，其所產生之電力可提供計畫區內「地熱休閒事業區」之用電需求，落實再生能源結合地區發展之示範。然以目前政府之財政壓力，且地熱發電廠同時兼具自償效益，未來地熱電廠亦可朝向由民間參與投資開發之方向評估。若由民間參與投資開發，考量整體性規劃營運，則需與地熱休閒園區一起招標開發。

C.民間投資部分

民間投資主要以BOT方式獎勵投資開發，為提高民間企業之投資意願，民間廠商可參酌本規劃之相關內容，在不影響地熱多元休閒遊憩應用之原則下，提出更適合企業經營與地方發展之事業項目。

表 9-2、開發模式比較表

開發營運型態	優　點	缺　點
開發與營運均由政府負責	開發內容與項目較能掌握，有利於整體資源整合之建立。 可藉此學習此方面之經驗。	政府行政效率較為緩慢，在經營管理部份較無實務經驗，難免有不符社會期待的情形。 需編列龐大預算。 需編列大量人力。 資源分配與作業效率均較為不足。 增加政府資金預算壓力。
開發與營運均由民間負責	政府不需負擔開發及營運成本與風險。 政府可收取一定之權利金。 政府可享有開發後之實質開發效益。	開發初期投資成本龐大，回收期間長，投資風險高。 由於財務效益低，恐不易招商成功。 若要增加較具商業價值之附屬事業，需涉及土地變更之議題，增加本計畫之不確定性。

9.2 投資效益分析

本節之成本分析乃依據「金崙地熱發電示範系統探勘評估 — 初步熱水儲集層概念模式建立及初步地熱潛能評估報告」中方案B配合本計畫之範圍進行分析，電廠規模為1MWe，設置位置位於原計畫區內，共佔地2.3公頃。以下進行開發成本以及自償收益等項目之分析。

9.2.1 政府先期開發成本

A.土地成本

本計畫區之土地均為國有土地，在完成未登錄地囑託國有登記，並解除現有土地租賃契約後，依據國有財產法第三十八條規定，可以申請撥用，而其撥用方式依據「各級政府機關互相撥用公有不動產之有償與無償劃分原則」第八款規定，應辦理有償撥用，縣政府於取得土地所有權後，方可辦理地上權的設定及後續之招商開發。

本計畫面積依據「金崙地熱發電示範系統探勘評估 — 初步熱水儲集層概念模式建立及初步地熱潛能評估報告」方案B擬定地熱發電廠區及地熱休閒事業區之土地取得費用，其面積共計300,000平方公尺，以97年公告現值70元／m^2計算，土地取得費用共計21,000,000元。

B.用地變更編定

有關土地取得及用地變更，並同時進行水土保持以及環境影響評估，相關費用如下：

(a)用地變更：預估約250萬元

(b)水土保持計畫書：預估約150萬元

(c)環境影響評估說明書：預估約200萬元

C.公共設施建設

公共設施建設所需經費約新台幣78,000,000元，項目及預估費用如表 9-3所示。

D.電廠建置成本

依據「金崙地熱發電示範系統探勘評估 — 初步熱水儲集層概念模式建立及初步地熱潛能評估報告」建議採行方案B（詳細內容可照本報告第二部份13.7節）之開發模式，在不包含土地成本之情況下，建廠費用為23,500萬元（詳表 9-4）。

E.政府先期總投資成本

政府先期總投資成本預估約新台幣362,000,000元，詳表9.2-3所示。

表 9-3、政府投資公共設施建設經費概估表

項目	預估費用（萬元）	備註
聯外匝道	5,000	
聯內環道	800	
雨水、下水道系統、自來水系統、電力系統及變電所、垃圾處理廠及污水處理廠	1,500	
區內地上農作清除、國土保安用地之種植	500	

表 9-4、金崙地熱發電B方案(1.0 MWe)費用概估表

項目	費用(元)	備註
探勘費	50,000,000	新鑽2000公尺探勘井
TCL-8舊井整修與測試*	6,000,000	假設產能與完井時相同，無需進行孔內機械式洗井，只需進行孔口閥門更新整理
供汽管線	10,000,000	TCL-8、新鑽井至電廠
分離器	1,000,000	
回注井設施	7,000,000	
井內結垢抑制系統	14,000,000	2組
發電機組	90,000,000	
變壓設備	8,000,000	
冷卻水	8,000,000	冷卻塔，冷卻水處理場
廠房	2,000,000	
辦公室	8,000,000	含控制室/展示室
維護倉庫	2,000,000	
雜項設施	4,000,000	停車場/警衛室/道路/路燈/大門/圍籬/綠化植被
土地	-	不列入成本
回饋線路	5,000,000	
發電系統組裝與測試	20,000,000	
固定投資成本合計	**235,000,000**	

*假設TCL-8無需進行孔內機械式清井,只需進行井口閥門組整修與更換

表 9-5、政府先期投資成本概估表

項目	投資成本（萬元）
土地取得	2, 100
土地用地變更	250
水土保持評估	150
環境影響評估	200
聯外匝道	6, 000
聯內環道	800
雨水、下水道系統、自來水系統、電力系統及變電所、垃圾處理廠及污水處理廠	2, 500
區內地上農作清除、國土保安用地之種植	700
電廠建置	23, 500
總計	36, 200

9.2.2 民間參與開發部分

民間參與部分主要以綠能源溫泉園區計畫區中的「地熱休閒事業區」為主要之招商項目，建議應容許民間廠商就市場暨廠商本身經營條件，擬訂不同之溫泉休閒遊憩相關事業開發構想與設施，以發揮市場機制與提昇休閒產業發展效益，亦其開發建設經費亦將有所不同。以下就本計畫所提出之構想估算民間參與之效益。

9.2.2.1 建設成本概估

依據本計畫所擬規劃構想之開發規模與設施項目，則地熱休閒園區開發工程經費概估約132,185萬元（表 9-6）。

9.2.2.2 投資效益評估

本計畫雖然目前僅以地熱休閒園區作為主要民間投資項目之考量，但地熱發電園區與地熱休閒園區的開發，為一結合再生能源利用發展觀光休閒之整合性產

業，未來地熱發電廠應朝向配合園區休閒事業之電力與溫泉需求，以互利共生之方向開發。

因本計畫民間開發營運之模式基本假設參數先設定以BOT特許公司方式規劃，亦即地熱休閒園區之設計、興建、施工與取水設施之設計、施工等，均以特許公司為開發主體之考量。若往後政策確定將採行OT或整合地熱發發電事業區整體以BOT方式招商，則在興建成本、現金流量中有關折舊與利息部分有所不同，本案財務預估性分析結果仍可作為重要之參考。

(1)基本假設

A.資本結構

(a)建設期2年，營運由第3年開始。

(b)營建資本完全由民間支出，其中50%為金融機構貸款。

B.貸款條件

(a)年利率以目前銀行年利率4%計。

(b)還款計畫，預計分20年本利償還。

C.折現率：8%。

D.相關租稅

(a)房屋稅

依「台東縣促進民間機構參與重大公共建設減免地價稅房屋稅及契稅自治條例」第四條規定：民間機構參與促參法第三條第二項之重大公共建設，經主辦機關核定供直接使用之房屋，自供使用之日起三年內，減徵應納房屋稅額50%。房屋稅徵收稅率依台東縣房屋稅徵收率：營業用房屋按其現值課徵3%。

(b)地價稅

依據「台東縣促進民間機構參與重大公共建設減免地價稅房屋稅及契稅自治條例」第三條第2項規定：供自來水設施、社會及勞工福利設施、觀光遊憩重大設施、電業設施、運動設施、重大工業設施、重大商業設施及農業設施之用地，免徵地價稅十年。

台東地區97年度累進起點地價為387,000元，公有土地申報地價以公告地價計算，由於計畫區土地面積與公告地價之乘積超過累進起點地價之10倍未達15倍，故選擇第四級計算公式計算地價稅（表 9-7）。

(c)營利事業所得稅

依據促參法第36條規定，民間機構得自所參與重大公共建設開始營運後有課稅所得之年度起，最長以5年為限，免納營利事業所得稅；因此，本計畫自營運第6年起徵繳營利事業所得稅，稅率以25%計算。

(d)土地租金

依「促進民間參與公共建設公有土地出租及地上權租金優惠辦法」第2條規定辦理，興建期土地租金，按簽約當年公告地價年息1%計收（依據土地稅法第16條），第一階段園區建設如以97年度之公告地價14元計算（未登錄地則依據周邊鄰近土地公告地價為準），本基地面積約300,000㎡，故興建期土地租金為4.2萬元，每年地租依3%調漲，興建期二年土地租金合計為16.8萬元。營運期按國有出租基地租金計收標準六折計收（依據國有財產局訂定之國有出租基地租金規定，以公告地價之5%計收）。

E.權利金

(a)開發權利金

開發權利金係指開發本計畫之「商業價值」，其計算是以總投資興建成本（包括公、私部門投入興建成本）及土地價值共同計算之商業價值。其中土地價值依土地公告現值加四成計算；另外配合公部門最低投資報酬率2%計算。

開發權利金底價＝公部門預計投資報酬率（2%）×（總投資興建金額之現值＋營運土地價值之現值）。

(b)經營權利金

經營權利金指開發本計畫之「授權價值」及「經營風險準備金」。「授權價值」係為台東縣政府因此一開發計畫需增加之作業成本；「經營風險

準備金」則為合理評估本項投資之經營風險，避免於營運期間經營中斷之風險準備金。以設定地上權契約期間（五十年）營運收支之損益計算，其經營權利金計算方式如下：

經營權利金 ＝年營業收入x2%

F.人數預估

由於本計畫區未來以溫泉休閒療養園區之形式發展，有別於知本溫泉區溫泉遊憩型態，目前知本溫泉的遊客量約佔台東旅遊發展的10%左右，而金崙之區位上位於南迴旅遊線上，為南台灣進入台東之起點，也是進入台東的必經之地，因此假設金崙溫泉旅遊之遊客量可以達到一定的數量，但仍須考量環境承載量、設施承載量等因素，因此若台東旅遊人數7%，而本園區之旅遊人數則期望可以達到台東旅遊人數3.9%。故遊客量之預估，參考交通部觀光局國人旅遊狀況調查資料以及台東統計要覽，依據統計資料依據統計資料較完整的年度（92年～97年）之數據，推估假設營運年民國102年時，其遊客量為296,683人，每年遊客成長率為2%。

G.保險費用

以建設成本之0.7%計算。

H.折舊費用

年折舊費用以建設成本之4%計算。

(2)興建與營運支出說明

A.興建期各項經費支出

(a)營造成本與利息

(一)建設成本

本計畫建設成本依據本研究所擬地熱休閒園區開發設施之規劃內容，建設成本初步估算約為132,185萬元。

(二)利息支出

由於50%資本來自貸款，因此需負擔興建成本利息約為2,644萬元，總投資建設成本為132,185萬元。

(b)開辦費

主要為支付興建期間之各項隱藏性支出費用，初步假設本案開辦費為總營建成本之10%，以興建期二年分別攤銷。

B.營運期之營業成本、營業費用與其他成本

(a)營業成本

為餐飲、SPA周邊物品、商品等售貨服務之進料成本、運雜費支出及其他雜項成本，假設其佔營業收入之15%。

(b)營業費用

含員工薪資及退休金、福利金等相關人事費用、推廣費、維護修繕費及其他管理費等雜項支出（本計畫營運所需之電力，因部分可由地熱電廠所發電力直接供應，故不納入本費用中，而以特殊項目另計說明），假設其佔營業收入35%。

(c)電廠運轉維護費用

依據「金崙地熱發電示範系統探勘評估 — 初步熱水儲集層概念模式建立及初步地熱潛能評估報告」，方案B電廠年運轉維護費用約900萬元。

(d)營業用電

由第八章電力概估得知，本園區營運以及公共用電共需要1858kw，而由地熱發電可得1 MWe，尚不足858kw。依據台灣電力公司高壓、特高壓供電電價表來估算不足的電價，其估算方式採二段式時間電價，分為基本電費/流動電費、夏月/非夏月，以其平均電費每月200元/瓩，得出一年的額外電費為2,059,200元。

(e)其他成本

以營業收入3%做為其他成本估計。

C.營運收入項目

由於本計畫區採取以設施使用計費，因此，不另外收取門票費用，僅就相關之營利設施所衍生之費用，作為營運之收入，包括住宿費、餐飲費、溫泉健身設施使用費、DIY遊憩活動費、商品購物費及停車費等。

(a)住宿收入：

（本計畫住宿主要強調溫泉理療長期修養，除了具備一般住宿機能外，更希望可以打造出適合Long Stay的環境）

(一)溫泉旅館

客房數70間，初期住房率40%，每年成長5%，住房率上限70%，每晚平均租金5,000元，租金二年成長率2%，營業天數每年365天。

(二)溫泉小木屋

客房數130間，初期住房率30%，每年成長5%，住房率上限60%，每晚平均租金6,500元，租金每二年成長2%，營業天數每年365天。

(三)露營帳

露營帳共50帳，初期租借率20%，每晚平均租金500元，包含場地、裝備之租借，租金每年成長5%，營業天數每年365天。

(b)育樂設施收入

(一)溫泉理療（桑拿、美容、推拿等）

平均消費（400元／人次）*遊客人數*參與率（30%），價格每年調整2%。

(二)泡湯活動（主題溫泉湯屋）

平均消費（200元／人次）*遊客人數*參與率（40%），價格每年調整2%。

(三)農藝操作體驗

平均消費（150元／人次）*遊客人數*參與率（25%），價格每年調整2%。

(四)養生教室

平均消費（250元／人次）*遊客人數*參與率（25%），價格每年調整2%。

(五)電廠解說導覽

參觀費用（100元／人次）*遊客人數*參與率（25%）。

(六)溫泉水上遊樂園

平均消費（200元／人次）*遊客人數*參與率（30%）。

(c)餐飲收入

(一)溫泉旅館內餐飲

平均消費（450元／人次）*遊客人數*使用率（40%），價格每年調整2%。

(二)溫泉驛站簡易餐飲

平均消費（200元／人次）*遊客人數*使用率（20%），價格每年調整2%。

(d)商店收入

溫泉驛站之商店，以溫泉周邊商品、溫泉農藝與農產加工食品為主。收入的計算，以平均消費（350元／人）x遊客數x購買率（40%），價格每年調整2%。

(3)效益評估結果

由上述各項假設條件下之損益分析可知，在地熱休閒園區以BOT方式進行民間招商投資時，配合電廠等設施由政府先期建設，若以特許年50年計算投資效益，本計畫之淨現值（NPV）為102,881萬元，內部報酬率（IRR）為12.27%，高於年平均預期投資報酬率約4.27%（即8%折現率），代表在預期投資報酬率12.27%之情況下，待50年經營權歸還政府後，有約102,881萬元之投資可回收。

在回收年期部分，圖 9-1為淨利回收狀況，計畫之名目回收年期為開發第25年，即營運期第23年（詳圖 9-2、表 9-8），折現回收年期為開發第16年，即營運期第14年（詳圖 9-3、表 9-9）。

(4)敏感度分析

由於影響財物收益因素甚多，因此針對建設成本、遊客量、特許經營年期、住房率、經營權利金、重置成本等變因之變化情形進行敏感度分析（詳表9.2-8），藉以瞭解各項因子對本財務結構之影響程度。

由試算結果可以發現，建設成本、遊客到訪率以及住宿率對於整體投資效益而言最具有影響力，特許經營年期則次之。以下就各因子進行分析：

A.建設成本

由建設成本之敏感度分析可知，在其他基本假設條件不變之情況下，增加建造成本兩成的情況下，仍有投資效益。

B.遊客量

遊客量的成長對於營運收入以及營運支出上具有影響力，在其他基本假設條件不變之情況下，由敏感度分析可知，當遊客量之每年成長率下降1%時，自償率仍有1.38，影響還在容許範圍內。

C.特許經營年期

依據財物試算的結果，在特許經營年期減少20年時，仍有獲利空間，其IRR值仍達11.44。

D.住房率

在住房率的降低10%的情況下，仍保有投資效益。

E.重置成本

影響重置成本之變因較多亦難準確估算，因此將其納入敏感度分析加以考量，以提供後續執行工作之參考。由試算結果得知，若重置成本為前年營業收入6%，仍都具有投資效益。

表 9-6、地熱休閒園區開發工程經費估算表

成本項目		數量	單位	單價（萬元）	複價（萬元）
營建成本	服務中心	424	坪	6	2541
	理療大樓	2965	坪	8	23716
	溫泉驛站	240	坪	5	1200
	溫泉特色商店	369	坪	5	1845
	三房溫泉木屋	532	坪	5	2662
	二房溫泉木屋	590	坪	5	2949
	餐廳	121	坪	6.5	787
	溫室咖啡館	91	坪	6	545
	產業中心	151	坪	6	908
	溫室	54	坪	3	163
	小計				37315
裝潢成本	服務中心	424	坪	4	1694
	溫泉理療中心	1815	坪	6	10890
	溫泉驛站	240	坪	3	720
	溫泉特色商店	369	坪	3	1107
	溫泉木屋A	532	坪	2	1065
	溫泉木屋B	590	坪	2	1180
	餐廳	121	坪	3	363
	溫室咖啡館	91	坪	2	182
	產業中心	151	坪	1.5	227
	小計				17427
展示規劃成本	服務中心	200	坪	6	1200
	產業中心	61	坪	4	242
	小計				1442
溫泉遊憩區		12000	M2	4	48000
景觀綠美化工程		140000	M2	0.2	28000
合計（萬元）					132185

表 9-7、地價稅計算公式

稅	計算公式
第一級	應徵稅額＝課稅地價（未超過累進起點地價者）×稅率（10/1000）
第二級	應徵稅額＝課稅地價（超過累進起點地價未達五倍者）×稅率（15/1000）－累進差額（累進起點地價x0.005）
第三級	應徵稅額＝課稅地價(超過累進起點地價五倍至十倍者)x稅率(25/1000)－累進差額（累進起點地價x0.065）
第四級	應徵稅額＝課稅地價（超過累進起點地價十倍至十五倍者）×稅率（35/1000）－累進差額（累進起點地價x0.175）
第五級	應徵稅額＝課稅地價（超過累進起點地價十五倍至二十倍者）×稅率（45/1000）－累進差額（累進起點地價x0.335）
第六級	應徵稅額＝課稅地價（超過累進起點地價二十倍者）×稅率（55/1000）－累進差額（累進起點地價x0.545）

表 9-8、現金流量表

	興建期		營運期					
	第1年	第2年	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年
年別	100	101	102	103	104	105	106	107
一、投資活動								
1.建設成本	66,095	66,095						
2.開發權利金	2,044							
3.開辦費	6,609	6,609						
投資活動現金流量合計	(75,345)	(72,702)						
二、融資活動								
1.銀行融資流入		66,095						
2.貸款利息支付			2,644	2,568	2,490	2,407	2,321	2,231
3.本金償還			1,882	1,963	2,063	2,152	2,263	2,361
4.本金剩餘金額			64,211	62,248	60,184	58,032	55,769	53,407
融資活動現金流量合計		66,095	(4,526)	(4,531)	(4,553)	(4,559)	(4,584)	(4,592)
三、營運收入								
1.溫泉遊樂園			1,965	2,005	2,045	2,086	2,127	2,170
2.育樂設施			11,301	11,716	12,146	12,594	13,058	13,540
3.餐飲區			7,206	7,497	7,800	8,116	8,443	8,784
4.住宿收入			14,545	15,273	16,357	17,175	18,394	19,314
5.商店街			4,586	4,771	4,964	5,164	5,373	5,590
營運收入現金流量合計			37,638	39,257	41,268	43,048	45,269	47,229
四、營運支出								
1.營業費用			13,173	13,740	14,444	15,067	15,844	16,530
2.營業成本			5,646	5,889	6,190	6,457	6,790	7,084
3.電梯運轉維護費用			900	900	900	900	900	900
4.其他成本			1,120	1,178	1,238	1,291	1,358	1,417
5.保險成本			925	925	925	925	925	925
6.折舊費用			5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287
7.經營權利金			941	981	1,032	1,076	1,132	1,181
8.土地租金	4	4	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(4)	(4)	(28,015)	(28,913)	(30,029)	(31,017)	(32,240)	(33,337)
五、稅捐支出								
1.房屋稅			94	93	92	182	180	178
2.地價稅	0	0	0	0	0	0	0	0
3.營利事業所得稅			0	0	0	0	0	2,325
淨現金流量	(75,350)	(6,613)	5,004	5,720	6,594	7,290	8,255	6,797
累積淨現金流量	(75,350)	(81,963)	(76,959)	(71,238)	(64,645)	(57,355)	(49,100)	(42,303)

單位:萬元

表 9-8、現金流量表(續)

	第7年	第8年	第9年	第10年	第11年	第12年	第13年
年別	108	109	110	111	112	113	114
一、投資活動							
1.建設成本							
2.開發權利金							
3.開辦費							
投資活動現金流量合計							
二、融資活動							
1.銀行融資流入							
2.貸款利息支付	2,136	2,037	1,953	1,824	1,710	1,590	1,465
3.本金償還	2,484	2,592	2,728	2,846	2,996	3,127	3,293
4.本金剩餘金額	50,923	48,331	45,603	42,757	39,761	36,633	33,340
融資活動現金流量合計	(4,620)	(4,629)	(4,661)	(4,670)	(4,706)	(4,717)	(4,758)
三、營運收入							
1.溫泉遊樂園	2,313	2,258	2,303	2,349	2,396	2,444	2,493
2.育樂設施	14,041	14,562	15,102	15,663	16,246	16,851	17,480
3.餐飲區	9,139	9,509	9,893	10,292	10,708	11,141	11,591
4.住宿收入	20,685	21,719	23,261	24,424	26,157	27,465	29,415
5.商店街	5,816	6,051	6,295	6,550	6,814	7,090	7,376
營運收入現金流量合計	49,682	51,840	54,551	56,929	59,925	62,546	65,862
四、營運支出							
1.營業費用	17,389	18,144	19,093	19,925	20,974	21,891	23,052
2.營業成本	7,452	7,776	8,183	8,539	8,989	9,382	9,879
3.重嚴運轉維護費用	900	900	900	900	900	900	900
4.其他成本	1,490	1,555	1,637	1,708	1,798	1,876	1,976
5.保險成本	925	925	925	925	925	925	925
6.折舊費用	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287
7.經營權利金	1,242	1,296	1,364	1,423	1,498	1,564	1,647
8.土地租金	13	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(34,699)	(35,897)	(37,401)	(38,721)	(40,384)	(41,839)	(43,679)
五、稅捐支出							
1.房屋稅	176	174	172	170	168	166	164
2.地價稅	0	0	8	8	8	8	8
3.營利事業所得稅	2,591	2,829	3,122	3,384	3,709	3,908	4,356
淨現金流量	7,596	8,312	9,187	9,975	10,950	11,819	12,897
累積淨現金流量	(34,707)	(26,395)	(17,208)	(7,233)	3,718	15,536	28,433

單位:萬元

表 9-8、現金流量表(續)

	第14年	第15年	第16年	第17年	第18年	第19年	第20年
年別	115	116	117	118	119	120	121
一、投資活動							
1.建設成本							
2.開發權利金							
3.開辦費							
投資活動現金流量合計							
二、融資活動							
1.銀行融資流入							
2.貸款利息支付	1,334	1,198	1,056	908	758	604	446
3.本金償還	3,399	3,554	3,684	3,755	3,839	3,959	4,050
4.本金剩餘金額	29,942	26,388	22,704	18,949	15,110	11,151	7,101
融資活動現金流量合計	(4,733)	(4,752)	(4,740)	(4,663)	(4,597)	(4,563)	(4,496)
三、營運收入							
1.溫泉遊憩園	2,542	2,593	2,645	2,698	2,752	2,807	2,863
2.育樂設施	18,134	18,812	19,517	20,249	21,010	21,800	22,621
3.餐飲區	12,059	12,546	13,053	13,581	14,129	14,700	15,294
4.住宿收入	30,105	31,729	32,801	32,625	32,648	33,325	33,351
5.商店街	7,674	7,984	8,307	8,642	8,991	9,355	9,733
營運收入現金流量合計	67,972	71,071	73,678	75,097	76,779	79,180	80,999
四、營運支出							
1.營業費用	23,790	24,875	25,787	26,284	26,873	27,713	28,350
2.營業成本	10,196	10,661	11,052	11,265	11,517	11,877	12,150
3.電廠運轉維護費用	900	900	900	900	900	900	900
4.其他成本	2,039	2,132	2,210	2,253	2,303	2,375	2,430
5.保險成本	925	925	925	925	925	925	925
6.折舊費用	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287
7.經營權利金	1,699	1,777	1,842	1,877	1,919	1,980	2,025
8.土地租金	13	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(44,850)	(46,570)	(48,017)	(48,804)	(49,738)	(51,070)	(52,080)
五、稅捐支出							
1.房屋稅	162	161	159	157	155	153	151
2.地價稅	8	8	8	8	8	8	8
3.營利事業所得稅	4,597	4,937	5,230	5,408	5,611	5,887	6,106
淨現金流量	13,622	14,644	15,525	16,058	16,670	17,499	18,159
累積淨現金流量	42,055	56,698	72,223	88,281	104,951	122,451	140,609

單位:萬元

表 9-8、現金流量表(續)

	第21年	第22年	第23年	第24年	第25年	第26年	第27年
年別	122	123	124	125	126	127	128
一、投資活動							
1.建設成本							
2.開發權利金							
3.開辦費							
投資活動現金流量合計							
二、融資活動							
1.銀行融資流入							
2.貸款利息支付	284	117	0	0	0	0	0
3.本金償還	4,176	2,923	0	0	0	0	0
4.本金剩餘金額	2,923	0	0	0	0	0	0
融資活動現金流量合計	(4,462)	(3,040)	0	0	0	0	0
三、營運收入							
1.溫泉遊樂園	2,920	2,979	3,038	3,099	3,161	3,224	3,289
2.育樂設施	23,474	24,361	25,282	26,238	26,173	27,164	28,192
3.餐飲區	15,912	16,555	17,224	17,919	18,643	19,397	20,180
4.住宿收入	34,047	34,076	34,790	34,823	35,556	35,593	36,346
5.商店街	10,126	10,535	10,960	11,403	11,864	12,343	12,842
營運收入現金流量合計	83,559	85,526	88,255	90,384	92,237	94,497	97,561
四、營運支出							
1.營業費用	29,246	29,934	30,889	31,634	32,283	33,074	34,146
2.營業成本	12,534	12,829	13,238	13,558	13,835	14,174	14,634
3.家廠運轉維護費用	900	900	900	900	900	900	900
4.其他成本	2,507	2,566	2,648	2,712	2,767	2,835	2,927
5.保險成本	925	925	925	925	925	925	925
6.折舊費用	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287
7.經營權利金	2,089	2,138	2,206	2,260	2,306	2,362	2,439
8.土地租金	13	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(53,500)	(54,592)	(56,107)	(57,288)	(58,317)	(59,571)	(61,271)
五、稅捐支出							
1.房屋稅	149	147	145	143	141	140	138
2.地價稅	8	8	8	8	8	8	8
3.營利事業所得稅	6,399	6,973	8,037	8,274	8,480	8,731	9,072
淨現金流量	19,040	20,765	23,958	24,070	25,291	26,047	27,071
累積淨現金流量	159,649	180,414	204,372	229,043	254,333	280,380	307,451

單位:萬元

表 9-8、現金流量表(續)

	第28年	第29年	第30年	第31年	第32年	第33年	第34年
年別	129	130	131	132	133	134	135
一、投資活動							
1.建設成本							
2.開發權利金							
3.開辦費							
投資活動現金流量合計							
二、融資活動							
1.銀行融資流入							
2.貸款利息支付	0	0	0	0	0	0	0
3.本金償還	0	0	0	0	0	0	0
4.本金剩餘金額	0	0	0	0	0	0	0
融資活動現金流量合計	0	0	0	0	0	0	0
三、營運收入							
1.溫泉遊樂園	3,355	3,422	3,490	3,560	3,631	3,704	3,778
2.育樂設施	29,262	30,372	31,527	32,726	33,973	35,268	36,614
3.餐飲區	20,995	21,844	22,726	23,644	24,599	25,593	26,627
4.住宿收入	36,388	37,162	37,309	38,004	38,057	38,874	38,934
5.精品街	13,361	13,900	14,462	15,046	15,654	16,287	16,945
營運收入現金流量合計	100,006	103,278	105,924	109,421	112,283	116,022	119,120
四、營運支出							
1.營業費用	35,002	36,147	37,073	38,297	39,299	40,608	41,692
2.營業成本	15,001	15,492	15,889	16,413	16,843	17,403	17,868
3.電廠運轉維護費用	900	900	900	900	900	900	900
4.其他成本	3,000	3,098	3,178	3,283	3,369	3,481	3,574
5.保險成本	925	925	925	925	925	925	925
6.折舊費用	5,387	5,387	5,387	5,387	5,387	5,387	5,387
7.經營權利金	2,500	2,582	2,648	2,736	2,807	2,901	2,978
8.土地租金	13	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(62,629)	(64,445)	(65,913)	(67,854)	(69,443)	(71,518)	(73,237)
五、稅捐支出							
1.房屋稅	136	134	132	130	128	126	124
2.地價稅	8	8	8	8	8	8	8
3.營利事業所得稅	9,344	9,708	10,003	10,392	10,710	11,126	11,471
淨現金流量	27,889	28,983	29,868	31,037	31,995	33,244	34,280
累積淨現金流量	335,341	364,324	394,192	425,229	457,224	490,468	524,749

單位:萬元

表 9-8、現金流量表(續)

	第35年	第36年	第37年	第38年	第39年	第40年	第41年
年別	136	137	138	139	140	141	142
一、投資活動							
1.建設成本							
2.開發權利金							
3.開辦費							
投資活動現金流量合計							
二、融資活動							
1.銀行融資流入							
2.貸款利息支付	0	0	0	0	0	0	0
3.本金償還	0	0	0	0	0	0	0
4.本金剩餘金額	0	0	0	0	0	0	0
融資活動現金流量合計	0	0	0	0	0	0	0
三、營運收入							
1.溫泉遊樂園	3,853	3,931	4,009	4,089	4,171	4,255	4,340
2.育樂設施	38,013	38,467	40,978	42,548	44,180	45,877	47,640
3.餐飲區	27,703	28,822	29,987	31,198	32,459	33,770	35,134
4.住宿收入	39,713	39,713	40,507	40,507	41,318	41,318	42,144
5.商區街	17,629	18,341	19,082	19,853	20,655	21,490	22,358
營運收入現金流量合計	123,059	126,344	130,554	134,107	138,613	142,455	147,276
四、營運支出							
1.營業費用	43,071	44,220	45,694	46,937	48,514	49,859	51,546
2.營業成本	18,459	18,952	19,583	20,116	20,792	21,368	22,091
3.電廠運轉維護費用	900	900	900	900	900	900	900
4.其他成本	3,692	3,790	3,917	4,023	4,158	4,274	4,418
5.保險成本	925	925	925	925	925	925	925
6.折舊費用	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287
7.經營權利金	3,076	3,159	3,264	3,353	3,465	3,561	3,682
8.土地租金	13	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(75,423)	(77,246)	(79,583)	(81,555)	(84,055)	(86,188)	(88,863)
五、稅捐支出							
1.房屋稅	122	120	119	117	115	113	111
2.地價稅	8	8	8	8	8	8	8
3.營利事業所得稅	11,909	12,274	12,743	13,138	13,639	14,067	14,603
淨現金流量	35,597	36,695	38,102	39,290	40,795	42,080	43,690
累積淨現金流量	560,345	597,040	635,142	674,432	715,227	757,307	800,997

單位:萬元

表 9-8、現金流量表(續)

	第42年	第43年	第44年	第45年	第46年	第47年	第48年
年別	143	144	145	146	147	148	149
一、投資活動							
1.建設成本							
2.開發權利金							
3.開辦費							
投資活動現金流量合計							
二、融資活動							
1.銀行融資流入							
2.貸款利息支付	0	0	0	0	0	0	0
3.本金償還	0	0	0	0	0	0	0
4.本金利息金額	0	0	0	0	0	0	0
融資活動現金流量合計	0	0	0	0	0	0	0
三、營運收入							
1.溫泉遊樂園	4,426	4,515	4,605	4,697	4,791	4,887	4,985
2.育樂設施	49,472	51,377	53,356	55,414	57,553	59,776	62,087
3.餐飲區	36,554	38,030	39,567	41,165	42,828	44,559	46,359
4.住宿收入	42,144	42,986	42,986	43,845	43,845	44,722	44,722
5.商店街	23,261	24,201	25,179	26,196	27,254	28,356	29,501
營運收入現金流量合計	151,431	156,594	161,088	166,621	171,481	177,412	182,669
四、營運支出							
1.營業費用	53,001	54,808	56,381	58,317	60,018	62,094	63,954
2.營業成本	22,715	23,489	24,163	24,993	25,722	26,612	27,400
3.電梯運轉維護費用	900	900	900	900	900	900	900
4.其他成本	4,543	4,698	4,853	4,999	5,144	5,322	5,480
5.保險成本	925	925	925	925	925	925	925
6.折舊費用	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287	5,287
7.經營權利金	3,786	3,915	4,027	4,166	4,287	4,435	4,567
8.土地租金	13	13	13	13	13	13	13
營運支出現金流量合計	(91,169)	(94,035)	(96,529)	(99,600)	(102,297)	(105,589)	(108,507)
五、稅捐支出							
1.房屋稅	109	107	105	103	101	99	97
2.地價稅	8	8	8	8	8	8	8
3.營利事業所得稅	15,065	15,640	16,140	16,755	17,296	17,956	18,541
淨現金流量	45,079	46,804	48,306	50,155	51,779	53,760	55,516
累積淨現金流量	846,076	892,880	941,187	991,341	1,043,120	1,096,880	1,152,396

單位:萬元

表 9-9、投資報酬分析表

	興建期		營運期							
	第1年	第2年	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年
年別	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
一、現金流入										
1.營業收入			37,638	39,257	41,268	43,048	45,269	47,229	49,682	51,840
現金流入合計			37,638	39,257	41,268	43,048	45,269	47,229	49,682	51,840
現金流入(折現後)合計			37,638	36,349	35,380	34,173	33,274	32,143	31,308	30,248
二、現金流出										
1.資本支出	75,345	72,702	0	0	0	1,651	0	0	1,889	0
2.營運支出(不含折舊費)			22,727	23,625	24,741	25,730	26,962	28,050	29,411	30,609
3.租稅支出	0	0	94	93	92	182	180	2,503	2,767	3,003
4.週轉金			75	79	83	86	91	94	99	104
5.興建期土地租金	4	4								
現金流出合計	75,350	72,706	22,896	23,797	24,916	27,648	27,232	30,647	34,166	33,716
現金流出(折現後)合計	81,378	72,706	22,896	22,034	21,361	21,948	20,016	20,858	21,531	19,673
現金流量淨額	(75,350)	(72,706)	14,742	15,460	16,352	15,400	18,036	16,582	15,515	18,125
現金流量(折現後)淨額	(81,378)	(72,706)	14,742	14,315	14,019	12,225	13,257	11,285	9,777	10,576
現金流量(折現後)淨額累計	(81,378)	(154,084)	(139,341)	(125,026)	(111,007)	(98,782)	(85,525)	(74,239)	(64,462)	(53,886)
	NPV=	102,881								
	IRR=	12.2728%								

單位:萬元

表 9-9、投資報酬分析表(續)

	第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年	第16年	第17年	第18年
年次	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
一、現金流入										
1.營業收入	54,551	56,929	59,925	62,546	65,862	67,972	71,071	73,678	75,097	76,779
現金流入合計	54,551	56,929	59,925	62,546	65,862	67,972	71,071	73,678	75,097	76,779
現金流入(折現後)合計	29,472	28,479	27,757	26,825	26,155	24,993	24,197	23,226	21,920	20,751
二、現金流出										
1.資本支出	0	2,182	0	0	2,502	0	0	2,843	0	0
2.營運支出(不含折舊費)	32,114	33,434	35,096	36,551	38,392	39,562	41,282	42,729	43,517	44,450
3.稅捐支出	3,302	3,563	3,885	4,172	4,529	4,768	5,106	5,397	5,572	5,774
4.週轉金	109	114	120	125	132	136	142	147	150	154
5.興建期土地租金										
現金流出合計	35,525	39,292	39,101	40,848	45,554	44,466	46,531	51,117	49,239	50,378
現金流出(折現後)合計	19,193	19,656	18,111	17,519	18,090	16,350	15,842	16,114	14,372	13,616
現金流量淨額	19,026	17,637	20,824	21,698	20,309	23,506	24,541	22,562	25,858	26,401
現金流量(折現後)淨額	10,279	8,823	9,646	9,306	8,065	8,643	8,355	7,112	7,548	7,135
現金流量(折現後)淨額累計	(43,607)	(34,785)	(25,139)	(15,833)	(7,768)	875	9,230	16,342	23,890	31,025

單位:萬元

表 9-9、投資報酬分析表(續)

	第19年	第20年	第21年	第22年	第23年	第24年	第25年	第26年	第27年	第28年
年別	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129
一、現金流入										
1.營業收入	79,180	80,999	83,559	85,526	88,255	90,384	92,237	94,497	97,561	100,006
現金流入合計	79,180	80,999	83,559	85,526	88,255	90,384	92,237	94,497	97,561	100,006
現金流入(折現後)合計	19,815	18,769	17,927	16,990	16,234	15,394	14,546	13,798	13,190	12,519
二、現金流出										
1.資本支出	3,071	0	0	3,342	0	0	3,615	0	0	3,902
2.營運支出(不含折舊費)	45,783	46,793	48,213	49,305	50,820	52,001	53,029	54,284	55,984	57,341
3.稅捐支出	6,048	6,265	6,556	7,129	8,190	8,425	8,629	8,879	9,218	9,488
4.週轉金	158	162	167	171	177	181	184	189	195	200
5.興建期土地租金										
現金流出合計	55,060	53,219	54,936	59,947	59,187	60,607	65,458	63,351	65,397	70,932
現金流出(折現後)合計	13,779	12,332	11,786	11,909	10,887	10,322	10,323	9,250	8,842	8,880
現金流量淨額	24,120	27,780	28,622	25,579	29,069	29,777	26,778	31,145	32,164	29,074
現金流量(折現後)淨額	6,036	6,437	6,141	5,082	5,347	5,071	4,223	4,548	4,349	3,640
現金流量(折現後)淨額累計	37,062	43,498	49,639	54,721	60,068	65,139	69,362	73,910	78,259	81,898

單位:萬元

表 9-9、投資報酬分析表(續)

	第29年	第30年	第31年	第32年	第33年	第34年	第35年	第36年	第37年	第38年
年別	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139
一、現金流入										
1.營業收入	103,278	105,924	109,421	112,283	116,022	119,120	123,059	126,344	130,554	134,107
現金流入合計	103,278	105,924	109,421	112,283	116,022	119,120	123,059	126,344	130,554	134,107
現金流入(折現後)合計	11,971	11,369	10,874	10,332	9,885	9,397	8,989	8,545	8,176	7,776
二、現金流出										
1.資本支出	0	0	4,237	0	0	4,641	0	0	5,054	0
2.營運支出(不含折舊費)	59,157	60,626	62,566	64,155	66,230	67,950	70,135	71,959	74,296	76,267
3.稅捐支出	9,859	10,143	10,530	10,846	11,260	11,603	12,039	12,403	12,869	13,263
4.週轉金	207	212	219	225	232	238	246	253	261	268
5.興建期土地租金										
現金流出合計	69,214	70,980	77,552	75,226	77,723	84,432	82,421	84,614	92,480	89,798
現金流出(折現後)合計	8,023	7,618	7,707	6,922	6,622	6,661	6,020	5,723	5,792	5,207
現金流量淨額	34,064	34,944	31,869	37,057	38,300	34,688	40,638	41,730	38,075	44,309
現金流量(折現後)淨額	3,949	3,750	3,167	3,410	3,263	2,737	2,968	2,822	2,384	2,569
現金流量(折現後)淨額累計	85,847	89,597	92,764	96,174	99,437	102,174	105,142	107,965	110,349	112,918

單位:萬元

表 9-9、投資報酬分析表(續)

	第39年	第40年	第41年	第42年	第43年	第44年	第45年	第46年	第47年	第48年
年別	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
一、現金流入										
1.營業收入	138,613	142,455	147,276	151,431	156,594	161,088	166,621	171,481	177,412	182,669
現金流入合計	138,613	142,455	147,276	151,431	156,594	161,088	166,621	171,481	177,412	182,669
現金流入(折現後)合計	7,442	7,082	6,779	6,454	6,180	5,886	5,637	5,372	5,146	4,906
二、現金流出										
1.資本支出	0	5,545	0	0	6,057	0	0	6,665	0	0
2.營運支出(不含折舊費)	78,768	80,900	83,576	85,882	88,748	91,242	94,313	97,010	100,302	103,219
3.稅捐支出	13,762	14,188	14,722	15,182	15,755	16,253	16,866	17,405	18,063	18,646
4.週轉金	277	285	295	303	313	322	333	343	355	365
5.興建期土地租金										
現金流出合計	92,807	100,917	98,592	101,367	110,873	107,817	111,512	121,423	118,720	122,231
現金流出(折現後)合計	4,983	5,017	4,538	4,320	4,376	3,940	3,773	3,804	3,444	3,283
現金流量淨額	45,806	41,538	48,683	50,064	45,721	53,271	55,109	50,058	58,693	60,438
現金流量(折現後)淨額	2,459	2,065	2,241	2,134	1,804	1,947	1,865	1,568	1,703	1,623
現金流量(折現後)淨額累計	115,378	117,443	119,683	121,817	123,622	125,568	127,433	129,001	130,703	132,327

單位:萬元

表 9-10、敏感度分析表

一、建設成本				
建設成本變動	自償率	IRR（%）	NPV（萬元）	備註
+20%	1.29	10.7	75,906	
+10%	1.4	11.42	89,401	
原計畫成本	***1.54***	***12.27***	***102,881***	原設定值
-10%	1.7	13.29	116,345	
-20%	1.91	14.55	129,789	
二、遊客量				
遊客到訪成長率	自償率	IRR（%）	NPV（萬元）	備註
3%	1.74	13.71	137,503	
2%	***1.54***	***12.27***	***102,881***	原設定值
1%	1.38	11.44	76,435	
三、特許經營年期				
特許經營年期	自償率	IRR（%）	NPV（萬元）	備註
30年	1.29	11.44	59,646	
40年	1.44	12.05	86,241	
50年	***1.54***	***12.27***	***102,881***	原設定值
四、住房率				
旅館住房率/小木屋住房率	自償率	IRR（%）	NPV（萬元）	備註
30% /20%	1.41	11.39	84,048	
40% / 30%	***1.54***	***12.27***	***102,881***	原設定值
50% /40%	1.63	13.04	116,832	
五、重置成本				
前年營業總收入百分比	自償率	IRR（%）	NPV（萬元）	備註
4%	***1.54***	***12.27***	***102,881***	原設定值
5%	1.52	12.2	100,780	
6%	1.51	12.12	98,680	

備註：1.IRR，內部報酬率

2.NPV，淨現值

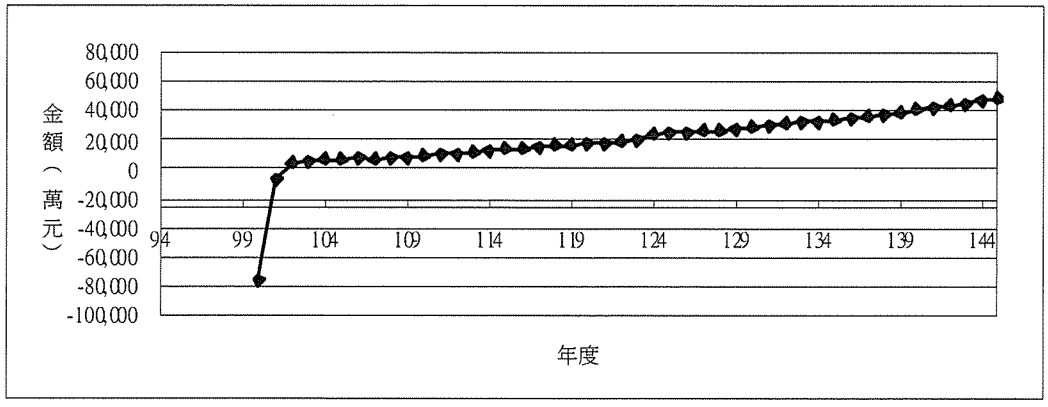


圖 9-1、現金流量淨額圖

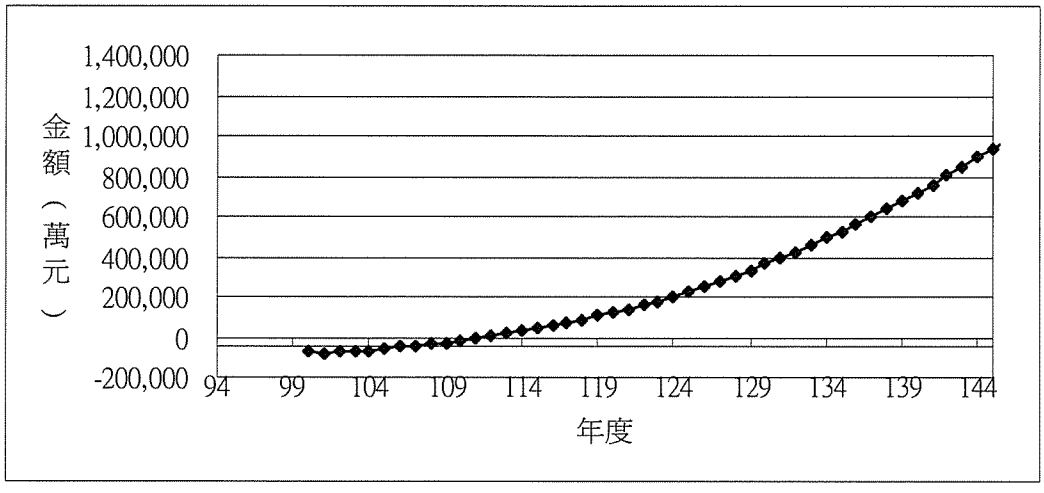


圖 9-2、還本期間圖

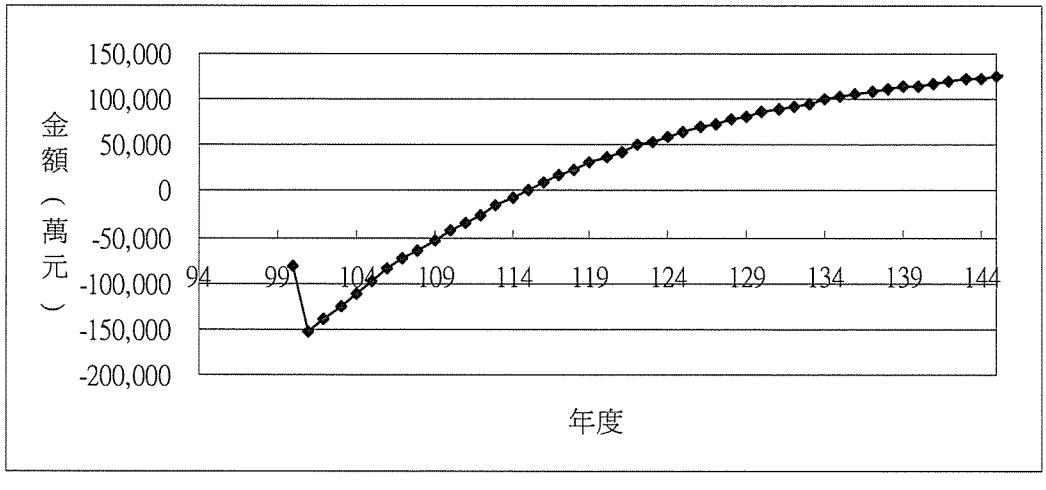


圖 9-3、折現後還本期間圖

10. 獎勵民間投資辦法及作業程序

10.1 獎勵民間投資措施

政府為獎勵民間投資公共建設，引進民間資金及借重民間企業經營效率，以達到加速公共建設之興建並減輕政府財政負擔，因此於民國83年起陸續通過施行「獎勵民間參與交通建設條例」、「開放發電業作業要點」、「獎勵公民營機構興建營運垃圾焚化廠推動方案」等法令。

民國89年為求獎勵民間投資辦法更加完善，經總統公布施行「促進民間參與公共建設法」，此法包含公共建設之範圍，除原「獎勵民間參與交通建設條例」所規範之鐵路、公路、航空站、大眾捷運系統、停車場、橋樑、隧道等公共交通建設外，另包括交通建設及共同管道、環境污染防治設施、污水下水道、自來水及水利設施、衛生醫療設施、社會及勞工福利設施、文教設施、觀光遊憩重大設施、電業設施及公用氣體燃料設施、運動設施、公園綠地設施、重大工業、商業及科技設施、新市鎮開發、農業設施等項目，而相關具體範圍，則在「促進民間參與公共建設法施行細則」中規範。

本計畫在民間投資意願、民間可操作之項目、經濟投資之最大效益等項目之考量下，計畫以B.O.T.之方式進行「地熱休閒事業區」之招商，而「地熱能源事業區」則由政府出資興建，再轉由民間單位營運，期間政府仍須進行地熱能源專業項目之輔導以及研究交流。

在此投資模式之下，為獎勵民間機構進行投資，提高投資意願，應改善投資環境、增加投資誘因、建立回饋機制，並在輔導與獎勵並重的情況下進行招商的相關程序。本節配合現行相關獎勵規定，以「促進民間參與公共建設法」為主軸，提出「租金優惠」、「賦稅優惠」、「投資抵減優惠」、「融資優惠」、「免徵及分期繳納優惠」、「特許權作業」等項目，簡略說明獎勵內容。

(1)租金優惠

依促進民間參與公共建設公有土地出租及設定地上權租金優惠辦法第二條規定「公有土地租金之計算，在興建期間按該土地依法應繳納之地價稅及其他費用計收租金，營運期間按國有出租基地租金計收標準60%計收，同一宗土地，一部屬興建期間，一部已開始營運者，其租金按二者實際占用土地比例或地上建築物樓地面積比例計收」。但在營運期間或同一宗土地一部屬興建期間一部已開始營運者，若計收之租金不足支付土地依法應繳納之地價稅及其他費用者，應改按所應繳納之稅費計收租金。惟公共建設興建、營運期間，其所需用地當年之申報地價與原財務計畫預估之當年地價漲幅逾50%時，主辦機關得予酌減收應繳之租金。且經主辦機關評估財務計畫，確有造成公共建設自償能力不足情事者，得酌予減收租金。

(2)賦稅優惠

租稅減免或優惠可根據「促進民間公共參與建設法」之規定營利事業所得稅抵減（第三十七條）、營利事業所得稅免徵（第三十六條）、國內尚未製造供應之機器、設備、零件等免徵進口關稅（第三十八條）、地價稅、房屋稅及契稅之減免（第三十九條）。

(3)投資抵減優惠

依經濟部工業局所公佈的92年度適用資源貧瘠或發展遲緩地區在台東縣部份包括「大武鄉、海端鄉、金峰鄉、鹿野鄉、太麻里鄉、達仁鄉、池上鄉、東河鄉、延平鄉、長濱鄉、卑南鄉、綠島鄉、蘭嶼鄉、關山鎮、成功鎮」，本計畫園區位址座落太麻里鄉，因此適用此辦法。

A.公司投資於資源貧瘠或發展遲緩地區適用投資抵減辦法

公司投資於本辦法第二條所規定地區並符合前條規定者，得按其投資計畫購置全新供生產用之機器、設備及建築物總金額20%範圍內，抵減投資計畫完成當年度應納營利事業所得稅額，當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之（第四條）。

B.營利事業所得稅抵減

C.重要科技、投資事業營所稅或綜所稅減免（第八條及第九條）

D.股票價款之抵減營利事業所得稅（第四十條）

(4)融資優惠

融資方面之優惠相關之辦法或法案包括前述「促進民間參與公共建設法」以及較特殊之「促進東部地區產業發展優惠貸款準則」。

A.促進東部地區產業發展優惠貸款準則

此貸款為行政院經濟建設委員會與核貸銀行合資辦理「促進東部地區產業發展優惠貸款」，每筆貸款由經建會（中美基金）與核貸銀行按1比2之比例共同出資辦理。本計畫為東部地區觀光遊憩產業投資符合其貸款申請條件，貸款只可支用於投資計畫所需之器材設備、土木及建築工程暨其相關費用等資本性支出項目，不得用於購置土地及移作他用。

以地熱休閒事業區整體建造費用13億元為例，本計畫最高可貸金額為9.1億元（申貸額度不得超過該計畫所需資金70%）各核貸銀行每年度核撥金額最高為新台幣4億元。貸款期限(含寬限期)最長20年。

B.促進民間參與公共建設法

(a)非自償部份貸款利息之補貼（第二十九條）。

(b)中長期貸款之協助取得（第三十條）。

(c)公開發行新股限制之排除（第三十三條）。

(d)公司債發行限制之排除（第三十四條）。

(e)重大天災後舊貸款之提供（第三十五條）。

(5)免徵及分期繳納優惠

免徵及分期繳納優惠相關之規定可分為「營利事業所得稅之減免」、「進口關稅之免徵及分期繳納」以及「地價稅、房屋稅及契稅之減免」。

A.營利事業所得稅之減免：促參法第三十六條。

B.進口關稅之免徵及分期繳納：促參法第三十八條。

C.地價稅、房屋稅及契稅之減免：促參法第三十九條。

(6)特許權作業

特許權作業主要為特許權的許可範圍及許可期限。

A.許可範圍

本案容許民間參與投資之許可範圍，分別就投資興建範圍及營運範圍等二部份予以規劃。

B.許可期限

特許經營年期可訂定在40～50年之間。

10.2 園區開發投資作業程序

設定本計畫民間參與投資之項目為「地熱休閒事業區」，在B.O.T.的營運模式下，研擬相關徵選作業程序。並依照「促進民間參與公共建設法（以下簡稱促參法）」辦理相關審核事項及流程。本計畫中獎勵民間投資開發之公部門單位及民間機構投資者應辦的工作項目包含事前準備、招標審查、開發營運、期滿轉移等四個階段，程序如圖 10-1所示，各階段內容說明如後：

(1)事前準備階段

事前準備階段的工作內容包括：初步土地規劃、進行民間投資可行性評估、研擬招標文件、辦理招標公告、組成甄審委員會及確立評決辦法等，分別說明、探討如下，其作業流程請參照圖 10-2。

A.民間投資可行性分析

對民間投資者而言，獲利的多少影響投資者參與投資之意願，因此事先進行可行性評估，可以瞭解計畫施行之可行性，也可做為後續招標之依據。相關可行性分析計畫應依據「民間參與公共建設甄審委員會及評審辦法」中明訂內容需含括：1.興辦目的、2.計畫替選方案評估、3.市場可行性、4.工程技術可行性、5.財務可行性、6.法律可行性、7.土地取得可行性、8.環境影響、9.民間參與可行性綜合評估、10.後續辦理方式評析。其中財務計畫除評估該項建設之自償性外，應就投資報酬率、融資能力等因素，審慎評估民間投資之可行性。

B.先期規劃

先期規劃應依據可行性評估成果、公共建設特性、民間參與方式，審慎撰擬先期計畫書，其內容包括：1.公共建設目的、2.特許範圍與年限、3.興建規劃、4.營運規劃、5.土地取得規劃、6.環境影響評估辦理方式及時程、7.財務規劃、8.風險規劃（含超額利潤之回饋機制等）、9.政府承諾與配合事項之項目、完成程度及時程、10.容許民間投資附屬事業之範圍、11.履約管理規劃、12.移轉規劃、13.後續作業事項及期程、14.其他事項。

履約管理規劃應含進度及品質管理機制、控管及查核項目及時點、營運績效評估指標、施工或經營不善之處置及關係人介入、接管規劃等。

C.研擬招商文件

招商文件主要是向投資人說明本案的發展背景與招標作業的相關規定，其內容主要為投標須知、標單及參考資料。其中投標文件包括：計畫說明、通訊方式、特許權與民間投資之範圍、對興建、營運、移轉之要求、投標文件內容、投標文件之提出與收件、審查程序、議約興簽約方式、違約處置及其他項目。

D.辦理招標公告

透過各種管道向大眾公開招商計畫，並辦理招商文件之申購與招標文件之收件。

E.組成甄審委員會

依據「民間參與公共建設甄選委員會組織及評選辦法」規定，組織甄審委員負責評審辦法的審核與投標案件的審查，甄審會委員由主辦機關首長就具有與申請案件專業知識（包括案件相關工程、財務、法律、營運等專業）或經驗之人員派兼或聘兼之，其中外聘專家、學者人數不得少於二分之一。

機關辦理促參案件評審作業，應成立工作小組，工作小組成員至少一人應全程出席甄審會議。

F.研擬審查辦法

依據「民間投資公共建設甄審委員會組織及評審辦法」第三十一點、三十二點規定，由主辦機關初步研擬評決方法及評審時程草案，待審查委員會

組成後，送交甄審委員會審議確立。該評決方法應配合計畫初步規劃結果，及其訂定之開發按軟硬體設置準則之要求。

(2)招標及審查與簽約階段

為求慎重及明確，依據「民間參與公共建設申請與審核作業注意事項」，建議將甄審作業分三階段進行，第一階段為資格審查，就申請人之能力及其所提之資格文件進行審查。第二階段為初步評選，由第一階段合格申請人推行投資計畫協商、擬訂投資計畫書等，由甄選委員擇優選擇三家以上入圍。第三階段則為綜合評選，在入圍案件中以綜合審查並評選出最優申請人，再由政府與最優申請人簽訂相關契約，從而完成甄審招商工作，相關流程如圖 10-3。

A.評審方式

(a)第一階段—資格預審階段

(一)辦理公開招商說明會。由主辦單位邀集相關業者並說明計畫性質及開放投資之各分區項目，由有意願參與投資之業者領取標單。

(二)申請人領取標單。申請人領取標單後，給予一段合理作業時間，供業者準備標單上所列之申請文件，備齊後送交主辦單位進行第一階段甄審。

(三)成立甄審委員會評審。由主辦單位依「促參條例」第37條規定成立甄審委員會，辦理第一階段甄審作業，評審合格申請人，並通知其準備第二階段申請文件，繼續參加甄審。

(b)第二階段—綜合評選階段

(一)待第一階段合格申請人備齊第二階段申請文件送主辦單位後。

(二)由甄審委員會按審查標準進行評審，針對申請人所提出之投資計畫書、主要融資機構之評估意見，併同資格審查文件評比，評選較優申請人，主辦單位準備辦理簽約相關文件與準備工作。

(三)主辦單位與最優申請人簽訂契約。若雙方議約不成，則可由所評審之第二階段次佳申請人遞承，繼續與政府主辦單位議約，簽訂開發經營相關契約，以完成甄審工作。

(四)待最優申請人與主辦單位簽訂開發經營相關契約後，即成功完成甄審招商工作。

B.評選原則

主辦機關及甄審委員辦理審查及評審應參酌主管機關編訂之「民間參與公共建設甄審作業參考手冊」，依據申請人所提投資計畫書及相關文件，就以下列項目作為評選考量原則：

(a)廠商之相關經驗、履約能力及投資公司組織之健全性。

(b)土地使用計畫及興建計畫。

(c)營運計畫、移轉及返還計畫。

(d)財務管理計畫、資金籌措計畫及風險管理計畫

(e)回饋計畫：對於睦鄰計畫、地方之回饋效益、帶動地方發展之貢獻及其他。

(f)經營權利金報價。

C.議約與簽約

經評審評定為第一名者有優先議約權，若議約不成則由第二名替補，若第二名仍無法完成議約則公告廢標。

甄審的最後一個綜合評選階段裡，主辦單位與廠商協商時，融資機構亦必須參與協商，在最優申請人與主辦單位簽約後一定時間內，必須提出融資機構的「融資承諾書」，否則亦將取消其資格。為確保公司雙方之權利，所有權利義務關係均需以契約載明，契約內容可由主辦單位先行規範之外；仍可由主辦單位與通過評選之開發商經由協商方式共同修改或另行訂定。

另最優申請人於簽約成功後需成立專責開發營運之特許公司，營運期間應設籍於台東縣，並以最優申請人之成員做為履約之連帶保證人。

(3)開發營運

本階段就工程興建、營運等二部份分別說明，其作業流程請參見圖 10-4。

A.工程興建

在興建階段，常由開發商另行發包給營造廠商從事建造，若開發商對承包之營造廠商未做好完善管理與充分的溝通協高，極易引起衝突或爭執，甚

至引發仲裁、訴訟等問題。如此不但需要花費更多的成本與時間，工程品質亦大受影響，而建物的功能與使用期限亦會相對降低，故主辦機關及開發商應共同負起工程監工與完工的驗收手續，其中的相關細節需於開發契約內明訂。

如於過程中有重大違約或發生原契約規定之情事，則依契約相關處理，或由雙方共同協議修改契約或另定契約。

B.營運

在特許期間內，開發商或經營者擁有設施的安全經營權利，故主管機關僅能以督導的角色對其經營方式提出建議，而無權干涉。若合約規定之權利金收取乃採取營業收入固定比例為權利代價者，則主管機關應監督開發商或經營者的現金流量狀況。

(4)期滿轉移階段

A.財物清算、管理事物移交

由於獎勵民間投資觀光遊憩設施計畫的特許期間多半相當長，故於特許期末設施發生問題的頻率亦必定增多。主管機關可於特許期滿前之若干時日內，介入其經營或另行招商參與經營，以確保基地能順利接收並繼續經營。

B.期滿移轉

依據促參法之規定，經營期限屆滿時，應將現存所有全部營運資產，依原許可條件有償或無償概括移轉於管機關,而其有償或無償之移轉條件，即有償之價金決定方式與給付時間，雙方應於相關契約訂定之。民間機構移轉資產時，對以出租或設定負擔之資產，應終止租約或塗銷他項權利登記。相關流程請參考圖 10-5。

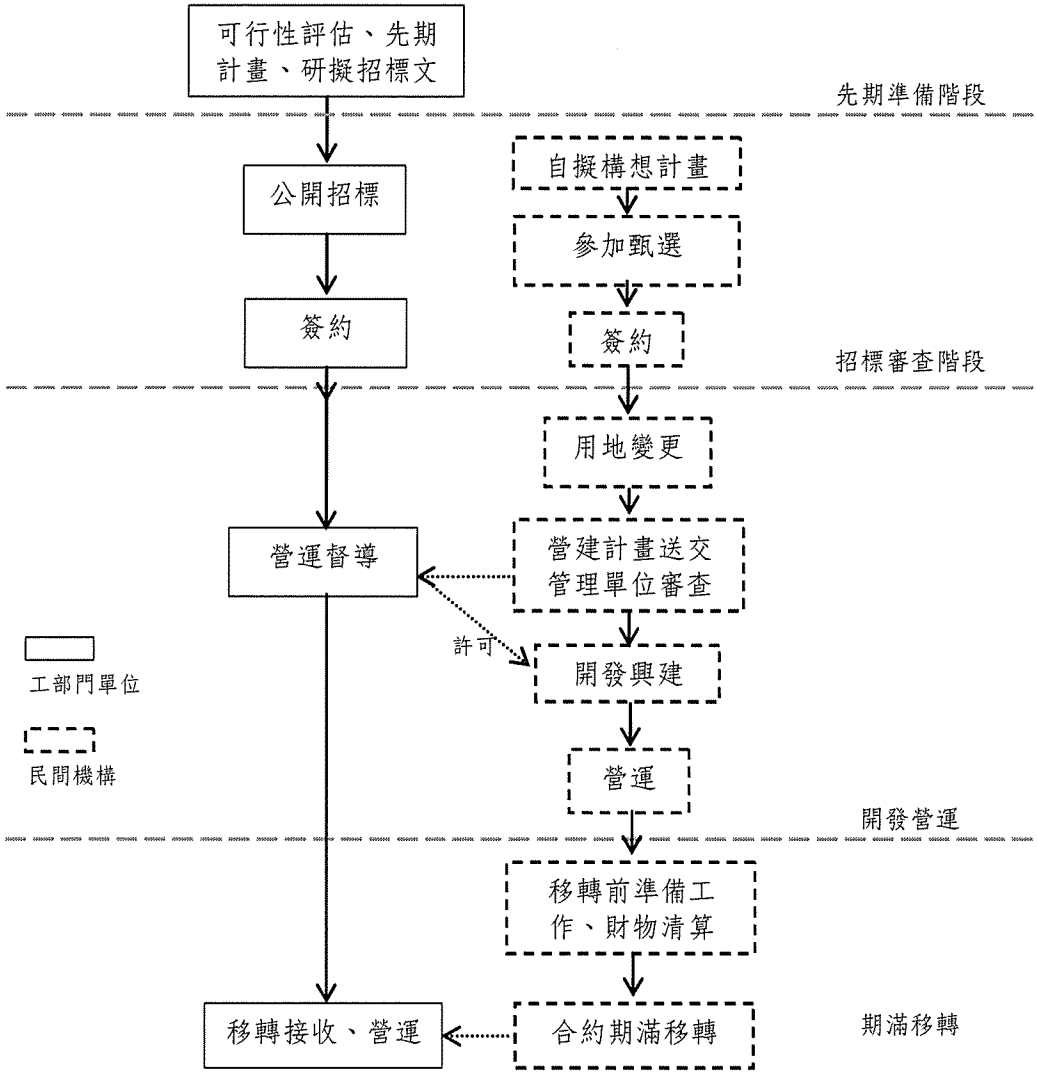


圖 10-1、獎勵民間開發投資流程圖

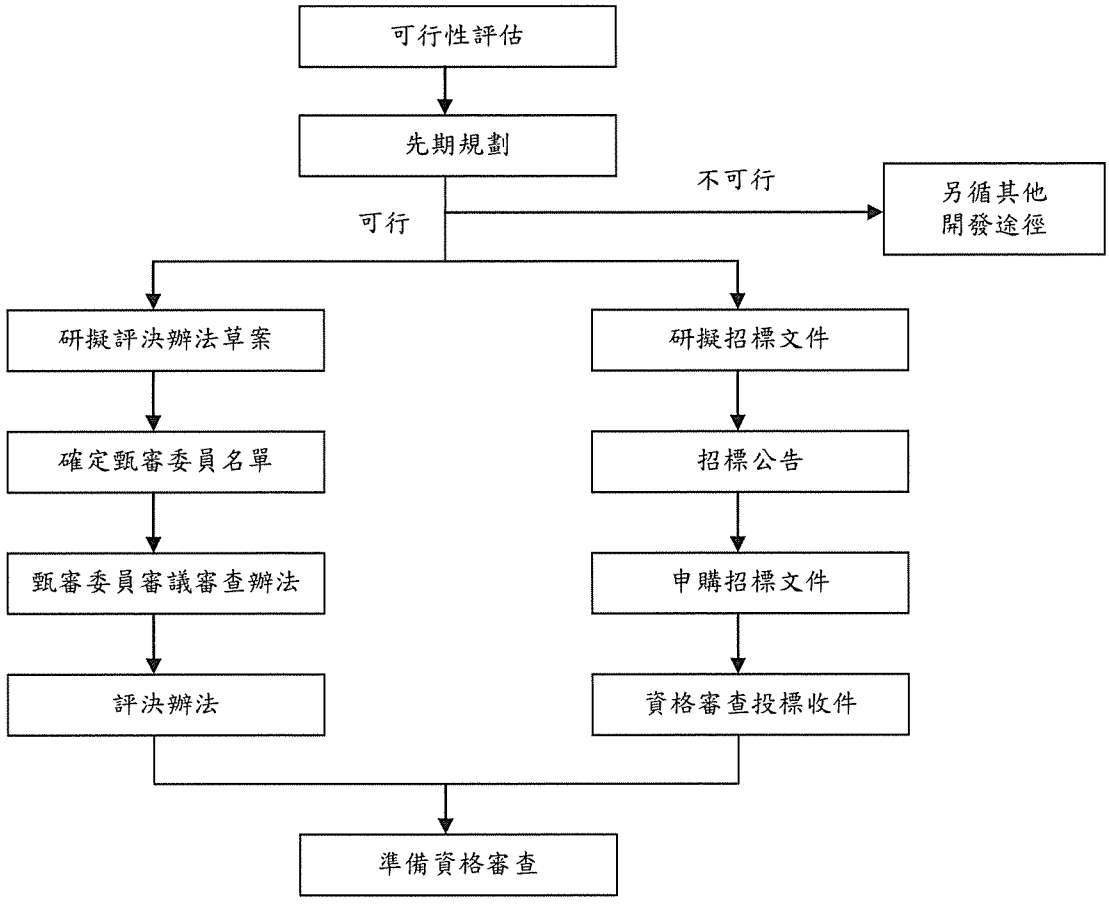


圖 10-2、BOT事前準備階段工作流程

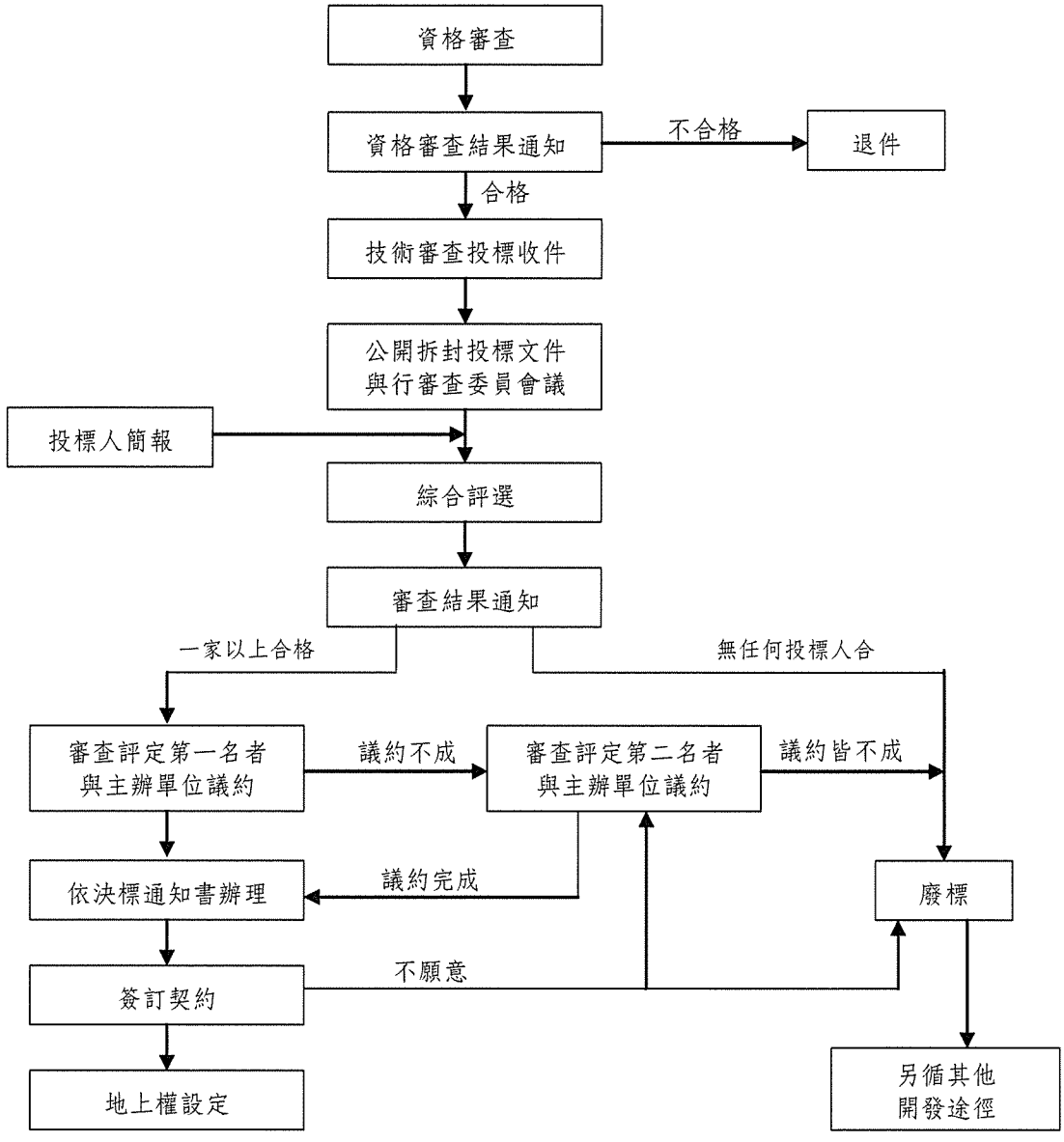

資格審查
資格審查結果通知
不合格
退件
合格
技術審查投標收件
公開拆封投標文件
與行審查委員會議
投標人簡報
綜合評選
審查結果通知
一家以上合格
無任何投標人合
審查評定第一名者
與主辦單位議約
議約不成
審查評定第二名者
與主辦單位議約
議約皆不成
依決標通知書辦理
議約完成
廢標
不願意
簽訂契約
地上權設定
另循其他
開發途徑

圖 10-3、審查作業程序

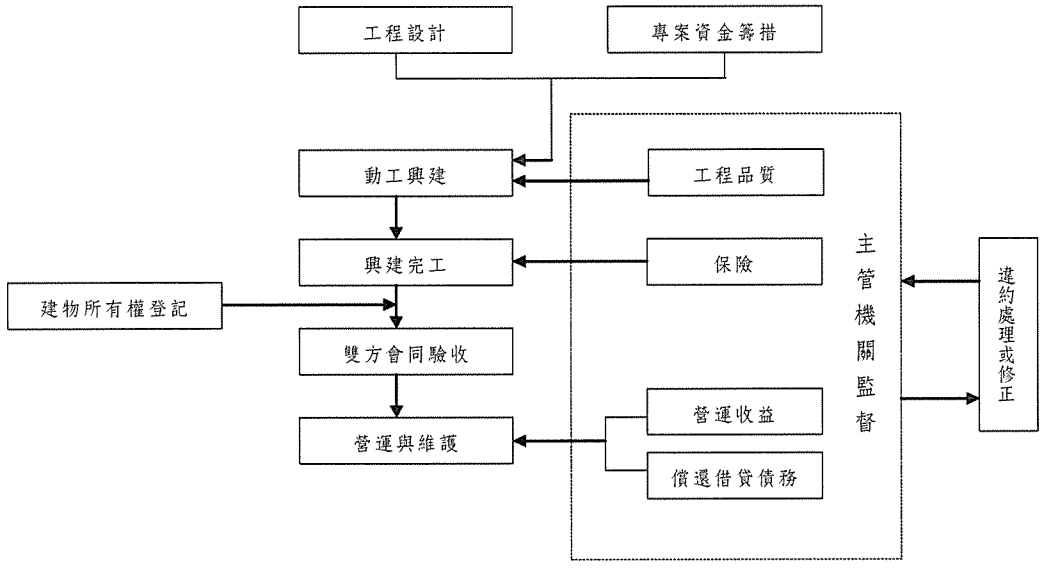


圖 10-4、施工、營運階段流程圖

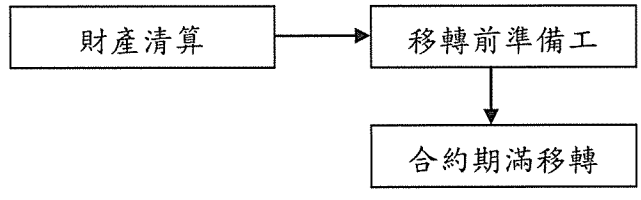


圖 10-5、移轉階段流程圖

10.3 推動獎勵民間投資作業相關要件

推動獎勵民間投資的過程異常繁瑣；需考慮之要素眾多，以下就有關推動民間投資作業要件分為：「訂約主體」、「投標與審查」、「特許權範圍」、「用地提供」、「融資條款」、「興建時期」、「營運期間」、「轉移作業」及「違約處理」等九個項目探討相關法令規定與本案處理原則：

(1)相關法令彙集

辦理與本案B.O.T.各階段之相關法規整理如表 10-1所示。

(2)本案研議處理原則

A.訂約主體

(a)目的事業主管機關

(b)投標人資格

主要審查投資申請人之能力與資格，並查驗其是否依招標文件及投標須知之規定提出申請，依本計畫所擬招標文件，其所應提出之證明文件計有四項：

(a)公司資格證明文件

申請人應檢具合法登記證照影本乙份，需註明與原件相符並經公司負責人及公司印鑑用印。若為多家公司合組投資時，則各成員亦應檢具上述之公司資格證明文件。

(b)財力證明文件

應具備足夠之財力以執行投資計畫，且其最近三年之財務狀況必須符合標準以上，若為多家公司合組時，則各家公司皆應齊備財力證明文件。

(一)最近一期申請人公司繳稅證明及最近三年內經合格會計師或經銀行證明之公司財務報告。

(二)申請人公司之實收資本額、存款證明或資產證明文件。

(三)申請人應提出自備資本最低應作投資總額一定百分比之存款或資產證明文件。

(c)技術能力證明文件

申請人應具備相關技術資格與經驗,並有執行計畫之能力。

(一)若申請人為單一公司時，應具備至少5年以上之相關技術資格與經驗。若其不具備足夠之技術條件時，結合技術合作對象參加投標申請，而技術合作對象之資格限制，則為應具備5年以上之相關技術資格與經驗，此時申請人應另行備齊與技術合作對象簽署之合作協議書及技術合作對象之公司資格證明文件。

(二)若申請人為多家合組成立開發公司時，則其成員中至少一家公司具備至少5年以上之相關技術資格經驗。

(三)上述相關技術資格及經驗之證明文件包括下列各項：

●過去十年內投資開發某項目之證明文件

●現有仍繼續經營某項目之證明文件

●計畫主持人之投資開發經驗

●執行計畫之主要成員架構與資歷

(四)多家公司聯合投資協議書

●若申請人為單一公司時，則免附此項文件。

●若申請人為多家公司合組成立開發公司進行申請參與計畫時，則須提出各成員公司簽署之聯合投資協議書，及各公司個別擔負之責任。

B.投標與審查

(a)資格審查階段

(一)有一家公司以上(含一家)於資格審查投標受理期間內投標時，即由主辦單位召開甄選會議。

(二)得委託徵信公司對各投標人所有資格證明文件提供徵信結果。

(三)表格文件有不備齊或不符合主辦機關要求，得經審查委員會同意後由主辦位通知投標者補件或修正，但以一次為限。

(b)正式審查文件

(一)開發公司籌組計畫：

●申請人(開發公司)之組織與成員架構、資歷及公司之企業形象與信譽。

●若單一開發公司結合有技術合作對象時，則其技術合作對象之企業形象與信譽，亦列入評比項目。

●若為多家公司合組開發公司時，須具備其合組公司工作成員之架構、資歷與其個別擔負之任務分派之公司籌組計畫書。

(二)財務計畫

主要就申請人對參與計畫之整體財務規劃，其投資金額、財務結構、計畫之自償率、風險管理、保險計畫等項目進行瞭解其合理性與可行性。主要審查項目如下：

●計畫之投資金額，含總投資額與分期投資額。

●除公司自備資金外，另具其餘資金來源籌措說明書。

●貸款償還計畫書。

●預估計畫之營收支出與自償能力。

●計畫若採分期分區開發，其第一期投資金額至少需達8億元以上。

●風險管理與保險計畫

申請人須先行與銀行溝通協議，由此融資機構獨立於投資計畫書中提出財務可行性評估，並取得銀行之「融資意願書」或「融資委託接受函」，證明一旦申請人通過甄審，成為最優申請人時，銀行同意融資貸款，協助其進行投資開發，其內容應述明提借貸款之前提條件與貸款內容(包括貸款期限、利率、金額、費用及還款方式等)。

(三)權利金給付計畫書

主要評比申請人就其財務計畫進行考量，可給付政府權利金之多寡。

(四)投資項目與規劃設計內容

因應各分區之設施項目不同，申請人應就其設施性質提出投資項目之規劃構想，與計畫之整體規劃設計內容，評估其可行性與合理性。主要內容如下：

●擬基地開發之主題及發展方向。

●擬投資之設施項目與組合與整體配置規劃內容。

●反應地方文化及資源特色之實質構想(如地熱溫泉、原住民文化等)。

●設施之基本設計。

●該分區之土地開發強度。

●附屬設施之規劃設計。

●該分區之交通動線規劃與其他分區及公共設施之配合等。

(五)開發興建計畫

●該分區之開發預定進度與全區配合之規劃。

●該分區之分期分區開發計畫。

●土木建物與機電等各種設施之配合計畫。

●施工計畫。

(六)營運維修計畫

評估計畫進入營運期時，其各設施項目之營運、維修及重置等規劃之合理性與可行性。主要內容項目如下：

●預定開園時間

●營運項目規劃

●收入來源規劃擬訂

●整體之安全維護措施

●營運管理人員之組織架構

●當地人員(含原住民)雇用計畫

●當地農產之運用計畫

●設施之維修保養

●資產之增置與汰換

●整體之保險計畫

●風險管理計畫

(七)移轉計畫

(八)要求政府協助或投資事項

擬參與投資之申請人可就其興建、營運與執行計畫上，提出需政府協助之事項，評審委員將就其提出事項進行評估其合理性與可行性。

(c)議約與簽約

縣政府與最優入選投標者對其計畫與權利金給付進行議約，若自審查結果通知書寄達後六十日內無法達成協議，則議約不成，主辦單位得依序與次優入選投標者議約。

(d)押標金與履約保證金

(一)押標金

押標金採固定金額，新台幣一千萬元(以投資經費10%計收)。

(二)履約保證金

得標人原繳之押標金將不予退還，由主辦單位依規定作業程序轉為履約保證金,若不足其預估之投資資金的5%，則補繳其差額。

C.特許權範圍、特許期間及權利金

(a)特許權範圍

投資興建並經營本計畫所允許相關之開發經營事業及其附屬設施。

(b)特許時間

自地上權設定日起計算為期五十年。但本案「開發經營契約」期滿或終止時，地上權存續期間立即視為期滿。

(c)權利金

分為開發權利金及經營權利金。

(一)開發權利金

開發權利金係指開發本計畫之「商業價值」，其計算是以總投資興建成本（包括公、私部門投入興建成本）及土地價值共同計算之商業價值。其中土地價值依土地公告現值加四成計算；另外配合公部門最低投資報酬率2%計算。

開發權利金底價＝公部門預計投資報酬率（2%）×（總投資興建金額之現值＋營運土地價值之現值）。

(二)經營權利金

經營權利金指開發本計畫之「授權價值」及「經營風險準備金」。「授權價值」係為台東縣政府因此一開發計畫需增加之作業成本（作

業費率設定為0.5%）；「經營風險準備金」則為合理評估本項投資之經營風險，避免於營運期間經營中斷之風險準備金（經營風險準備金比例設定為2%）。並以設定地上權契約期間（五十年）營運收支之損益計算，其計算方式說明如下：

經營權利金 ＝年營業收入x2%

D.用地提供

(a)土地提供範圍、面積與時程

(一)土地範圍：以金崙溪南岸、南迴鐵路、瀧山所圍塑之土地。

(二)土地面積：金崙溪南岸之面積約30公頃。

(三)開發時程

●得標者需依其投標時所擬「投資開發計畫」中之進度執行。

●雙方應於基地完成土地使用變更後三十日內簽訂「設定地上權契約」，縣政府應於地上權設定日起七天內點交設定地上權完好狀況之土地與得標者。

●如因不可歸責雙方或可歸責於甲方之事由，至基地於簽約後三年內無法完成遊憩用地變更使用，得標人得終止契約；主辦單位應悉數無息返還得標者依契約已付與主辦單位之開發權利金與租金。

(四)土地使用限制與土地使用管制：得標者需依雙方議約內容進行開發。

(五)土地租金：

●土地變更與興建期間：土地變更期間不收租金；興建期間租金依「促進民間參與公共建設公有土地出租及地上權租金優惠辦法」第2條規定辦理，按簽約當年公告地價年息1%計收（依據土地稅法第16條），每年地租依3%調漲。

●營運期：以變更後第一次調整之公告地價為基礎，租金以土地公告地價1%計算，每年調整固定比例。

每年租金 = 固定金額 x1%x(1+固定成長比率)

固定成長率為3%

固定金額：指變更成遊憩用地後第一次政府重新公告之地價時，按設定地上權之實際開發範圍計算地價總額，依土地稅法施行細則第五條之地價稅計算公式所應繳稅額，即為本契約之固定金額。

E.融資條款

(a)融資協助

得標者得要求主辦單位協助取得中長期優惠貸款。

(b)貸款標的與額度

(一)未經主辦單位書面同意，不得以基地上建物（含附屬設施）或地上權設定抵押。

(二)基地上建物（含附屬設施）設定地上權抵押或其他負擔所取得資金，限用於投資本計畫，設定年限應在特許年期內。

(三)不得將地上權轉移。

(四)貸款額度以不超過投資額50%為限。

F.興建時期要求

(a)開發計畫需依雙方簽訂內容進行開發，其投資總額應不低於新台幣十億元（不含土地成本）。

(b)興建計畫與時程需依據「投資開發計畫」所載開發事項與進度執行。

(c)得標人需按政府相關規定與一般工程規定設置工程安全設施與工程標示。

G.營運時期要求

(a)契約期間全部營運費用均由得標人支付並採用一般會計處理原則。

(b)得標人應維持基地內及其他附屬設施與相關設施均在良好狀況下，並對基地內設施與其附屬設施做必須之裝修、置換與改善。

H.違約處理

(a)改善通知

如有違約情事，由甲方以書面通知方式限期乙方改善。

(b)違約定義

乙方未能遵守或履行「開發經營契約」或「設定地上權契約」或相關契約附件之任一規定情事。

(c)違約處理

(一)地租延遲繳款處理：每逾一日應按該期款項加計千分之一的滯納金。積欠地租達兩年之總額時，或受破產之宣告時，主辦單位得撤銷本地上權。

(二)得標者依規定應履行之義務而未履行時，主辦單位得以書面通知得標者履行，若書面通知起六十日內仍未履行，主辦單位得採下列任一或全部方式處理：

- 得沒收10%
- 終止一切契約，沒收全部履約保證金及其他一切的約定，協議有償收回土地與接管地上物。
- 終止一切契約，沒收全部履約保證金及其他一切約定，無償收回土地與接管地上物。

(三)得標者未經主辦單位事先書面同意而有拋棄地上權、未依規定使用土地、以契約或基地供違反法令使用等情形，主辦單位得以書面通知得標者於指定期限內改政，如逾期仍未改正，則主辦單位可立即終止一切合約外，並得無償接管土地與地上物一切權利及本計畫開發經營權利。

若為營建施工期間，主辦單位得立即無條件沒數履約保證金，其正在施工之設施主辦單位得代為拆除或逕為無償沒收，其所需費用概由得標者或契約連帶保證人負擔，主辦單位若有其他損害得請求得標人賠償。

表 10-1、B.O.T程序相關法令彙編

B.O.T模式要件 相關法令	訂約 主體	投標與 審查	用地取得 與開發	融資優惠	興建營 運時期	移轉 作業	違約 處理
1.促進民間參與公共建設法	4,5,8	42,43,44	15,16	29,30,31,33,34,36,40	49,51,52	54	52,53
2.促進民間參與公共建設法施行細則	11,12,17,22	40	25	26,32	39,47,48,51	59,60	
3.民間參與公共建設甄選委員會及評選辦法	2	17,18,19,20,22,24,25			46	54	51,52,53,57,58
4.民間機構參與交通建設長期優惠貸款辦法				3,5,6,7,8			
5.觀光主管機關受理民間機構投資興建營運觀光遊憩重大設施審核要點	5	6,7,8,9,11	4				
6.公司投資於資源貧瘠或發展遲緩鄉鎮地區適用投資抵減辦法	3,6			4			
7.促進東部地區產業發展優惠貸款要點	11,3,4,5			7,8,9			
8.交通部民間投資交通建設案件甄審委員會組統及評審辦法		2,3,4,5,6,7,8,10,11,12					
9.國有非公用土地設定地上權實施要點		5,18,19	9,10,11	13,14		14	16
10.經濟部所屬國營事業提供土地出租及設定地上權辦法			7,8				
11.國有財產法			43				
12.國有財產計價方式			2,3,7				
13.國有財產估價作業程序			15,20				

11. 經營管理

11.1 經營管理

11.1.1 永續經營構想

地熱資源的開發，除了需有明確的發展定位、極具吸引力的發展主題與規劃設計之外，其是否能持續運用並進一步促進周邊地區的發展，才是一個事業體能否永續發展的關鍵。本計畫開發之影響除了涉及計畫區內溫泉水的補注量、水質、水溫、溫泉區主題特色外，交通便利性、周邊區域的公共設施、溫泉區的景色、鄰近旅遊景點之距離、服務人口範圍等（游政彥, 2005；王華、彭華, 2004；胡仲義、夏中勝, 2003；黃遠水、劉克祥、池進, 1997），亦會影響本計畫區之經營與發展。因此，本計畫的經營管理，應從配合區域整體之協調、經營管理策略，提升周邊地區之公共設施與景觀品質，及行銷推廣等方面來進行，期望透過本計畫之開發，協助周邊地區之產業發展，並進一步強化台東縣之休閒產業內涵。

(1)點線面永續經營模式概念

園區的永續經營發展不僅是在園區整體的營運上，而是建構在環境整體的生態面、經濟面、社會面等多元面向的平衡。在大環境的永續經營概念下，才可以確保綠能源溫泉園區的永續發展，而大環境的永續發展則可以透過園區作為核心，以點的概念出發，串連金崙地區各社區中心，構成線的連結，最終成就區域大環境面的多元發展。在點線面網絡機制之下，資訊將更容易被整合與利用，亦便於地方活動推廣，綠能源溫泉園區除帶動地方產業擴散性質外，更有結合區域經濟，平衡城鄉的產業發展，達到產業結構轉型與創造就業機會的效益。

(2)經營管理原則

本計畫之開發結合地熱發電與休閒遊憩，為一相輔相成的綠資源型態休憩園區，然而由於地熱資源與景觀環境常受自然條件的影響，且遊客旅遊特性也不斷的在改變，因此本計畫區各事業專區的管理也必須配合各項變因做調整，所以綠

能源溫泉園區之經營管理應採用動態經營管理之方式，定期檢視經營成效更新計畫，其經營管理原則說明如下：

A.以達成開發計畫之永續經營為目標：以企業永續發展觀點發展經營管理體系，追求園區長遠發展大於重視短期利益。

B.培養專業經營管理人才：應訂定專業人才的培養計畫，達到適才適用，使園區各事業之發展得以順利進行。

C.事業體系相互配合：因本園區包含二個事業體，即地熱發電事業區以及地熱休閒事業區，兩園區為相輔相成之運作方式，透過管理中心作為連結的媒介，相互配合發展。

11.1.2 經營管理體系

(1)組織系統

為建立地熱能源與地熱休閒兩事業體之溝通，成立「綠能源溫泉園區管理中心」，負責區內計畫之執行、協調、推廣及相關事業之管理監督工作。管理中心主要功能如下：

A.協調與聯繫各事業體

B.全園區形象之推廣與維護

C.全園共同區包括道路、景觀、公共設施等之維護及運作

D.協助交通疏導與交通管理

E.其他相關事宜

各單位執掌說明如下（組織架構詳圖 11-1）：

A.管理單位：包含區內各項設施維護管理、區內款項收付、非遊憩性質之設備租借。

B.景觀環境維護單位：區內景觀植栽維護、環境清潔維護、公共空間環境維護。

C.遊客服務單位：各事業區活動安排預訂、導覽解說人員培訓、旅遊資訊公告、醫護服務、遊憩設備租借。

D.企畫宣傳單位：園區內活動宣傳企畫、產品行銷、形象行銷、區內商品企畫、園區網頁維護。

E.園區安全單位：包含園區遊客安全管理、園區安全演練、緊急應變措施、園區交通管制、區外交通維護。

(2)經營管理策略

A.配合觀光熱潮季節，尤其是附近重要慶典活動，如原住民豐年祭活動等，企劃行銷推廣活動，以吸引遊客，建立本區休閒渡假之遊憩意象。

B.建立國際性行銷網路，推動經營效益。

C.於管理中心、遊客服務中心、住宿地點及附近交通轉運站，提供解說資料及活動資訊，協助遊客安排遊憩活動之參考。

D.對於學術團體及組團參與之遊客，提供解說員解說服務，並接受團體預約。

E.定期檢討遊憩計畫，以提供多樣且適時之遊憩活動。

F.定期檢查、維護遊憩設施，以維護遊憩品質，提高重遊意願。

G.注重人員職前訓練，培養良好服務態度與瞭解園區經營管理目標及理念。

H.積極培訓員工，定期舉辦在職進修、觀摩考察與研習等訓練，以培養園區專業工作人員。

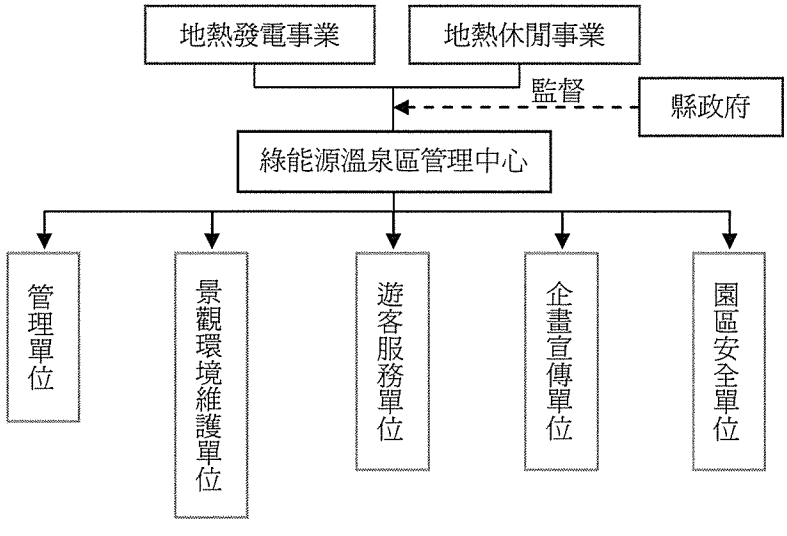


圖 11-1、管理中心組織架構圖

11.2 觀光品質提升

觀光遊憩體驗除了環境景觀的感官體驗外，更包括遊憩活動及遊憩過程中所經歷的相關必要服務設施品質與服務品質等。所以本計畫綠能源溫泉園區之永續發展，除了園區自身之主題特色與設施強化之外，更應從周邊視覺資源經營管理、與鄰近遊憩據點之連結、交通運輸之便利、及遊憩策劃等方面加以整合強化，方能全面提升金崙地區的觀光遊憩品質與整體經濟效益。

11.2.1 地區整體風貌形塑

(1)建構金崙風貌發展機制

整體規劃金崙溫泉地區，以避免面臨開發壓力下，造成地區過渡開發與不當之建設，而破壞溫泉之觀光市場競爭力。建立未來建築發展、基礎設施物、公共建設等量體設施之發展條件及發展限制。包含總量管制計畫、溫泉整體開發計畫、溫泉產業整合與行銷計畫、原住民文化推廣計畫等。避免不當開發，而使環境遭受破壞，並可妥善利用溫泉、原住民文化之意象，營造特有的旅遊地品牌，成為溫泉區永續經營的最佳示範。

在產業發展面向上，建立各社區獨特的特產，強調地方特色，減少重複性，為地方上的基礎產業帶來更大的機會，故藉由行銷網的建置，引進更多的觀光人潮，提昇地方基礎產業。

(2)改善金崙溫泉區內巷道街廓

為持續推動與整合當地溫泉相關產業，在硬體方面對舊社區街廓進行更新，輔以原住民、溫泉文化的環境意象，強化地方特色。

(3)產業合作與聯盟

建立溫泉觀光經營資源共享體系，如輔導旅館連鎖體系，推動產業合作發展理念，以解決產業因組織規模過小所產生的低效率。

11.2.2 視覺資源經營管理

(1)道路沿線視覺資源經營管理

金崙是一個山明水秀的地方，然近年來民間業者為因應金崙溫泉休閒旅遊的興起，主要道路廣告招牌林立，沿路攤販散置，造成垃圾的污染與視覺環境的破壞。故應建請相關單位協助全面整治金崙地區的非法招牌廣告，將南迴公路（台9線）及東66線劃設為景觀道路，配合景觀道路設計規範，結合金崙村落及社區組織共同維護，並以分區分段編列預算執行或向中央相關單位申請補助，例如中央的形象商圈、社區總體營造以及城鄉新風貌等預算均可申請支應。

(2)溪流景觀經營管理

金崙溪不論在自然度或景觀品質上，均為金崙地區發展觀光休閒的重要資源與特色。故台東縣政府應積極訂定溪流保育與開發綱要計畫，以整體性的策略，有效利用河川生態與景觀資源，避免以點狀各自開發方式造成資源的浪費或過渡開發。同時對於河川沿線的景觀與土地利用等，應配套設置管制規範，有效管理河川視覺品質。在台東縣政府尚未訂定相關管制計畫之前，金崙地區應透過社區組織與各溫泉事業體共同研擬金崙溪之經營管理公約，以確保溪流環境品質。

11.2.3 公共設施品質改善與維護

公共設施之服務品質，直接影響遊客的遊憩體驗與滿意度，因此維持良好的設施品質，對於觀光品質的提升有絕對的關係。

(1)設置完善的標示系統

本園區及金崙溫泉區最普遍的遊憩運輸方式以遊覽巴士及小客車為主，部分則利用鐵路至金崙站，然目前的指標僅以台九省道為主，且標示設施雜亂，缺乏親切感與吸引力。因此，設置金崙地區統一且簡單明確之道路標誌，連結區域內各遊憩據點，為引導遊客並強化遊客停留與遊憩的重要項目之一。

(2)建立區域之休閒資訊系統

本開發計畫除了各事業體之宣傳與行銷之外，未來應結合金崙地區各餐飲與休閒業者，整合區域內旅遊資源，如住宿、消費、遊憩、溫泉養生等服務與資訊，在重要旅遊節點、餐廳、旅館及各村活動中心等處共同提供溫泉與休閒資訊，建立觀光資訊普及化之意象，提升當地旅遊市場之競爭力，並推廣當地特有原住民

文化、溫泉養療之特色與參與體驗資訊。此外，並可透過網際網路作更深入且即時之介紹與咨詢服務，全面提升遊憩品質。

(3)改善公共運輸系統

目前金崙地區一般遊客利用公共運輸工具進行旅遊活動之比例較低，究其原因主要為行車時間較長、候車時間難以掌握、鐵路系統與公路客運未能充分配合等，因此，加強改善金崙區域公共運輸系統，以提高遊客搭乘之意願，可以相對提高使用公共交通工具之遊客的遊憩意願。

A.協調區域溫泉與休閒業者與運輸業主，規劃辦理定點遊憩據點間來往之小型旅遊巴士(tour bus或shuttle bus)。

B.結合區域內之主要遊憩業者，聯合規劃接駁巴士，連結金崙火車站、客運停靠站，甚至機場及台東市區，以強化金崙溫泉區之交通服務，增加遊客的到訪意願。

11.3 觀光遊憩活動

金崙擁有東部海岸地區溫泉特色的好山好水，透過本計畫之開發營運，結合鄰近之商家業者，共同推廣區域特有之景觀、農產、溫泉、原住民文化藝術等，以自然資源、文化傳承、觀光產業等主題，以系列性活動之設計與規劃，結合宣傳與觀光產品促銷，共同促進金崙地區之經濟發展。

(1)籌劃地方活動節日

遊憩活動的舉辦與推廣，可以有效帶動區域的觀光遊憩發展，吸引遊客停留與消費。未來本計畫之開發經營主體應積極結合金崙溫泉區各業者、觀光事業團體與社區組織等，並爭取政府相關單位之協助，規劃設計並舉辦具代表性之區域觀光遊憩活動，如金崙溫泉祭、百果節、綠色農產花卉節、金崙藝術彩花季等，發揮金崙環境資源、產業特色、溫泉文化、綠能源發展、原住民文化等多元發展特色，透過農產品促銷與節慶的方式，提昇金崙基礎產業地位與形象。

(2)發展地熱知性旅遊

建立各級學校之校外教學網絡，於學期時間配合學校教學題材，舉辦「綠能源地熱資源之旅」，或體配合各社團組織舉辦「綠能源地熱體驗營」，同時連結周邊溫泉產業與休閒觀光活動，藉由本開發計畫之主題特色，帶動區域之遊憩機會與商機。

(3)協助縣府觀光行銷

配合台東縣政府之觀光行銷，研擬本園區各季節之系列性地熱主題活動，強化台東縣觀光遊憩之內涵。

(4)觀光路網計畫

配合溫泉之旅接駁專車之建立，以及台九線景觀道路改善，結合野溪溫泉生態之旅、泛舟自然之旅、農漁產業生活體驗、自行車步道系統、以及當地的農特產中心及民俗工藝中心等等，建立完整的觀光路網，讓外來享受大自然洗禮的旅客，能有更多樣的選擇。

11.4 地方回饋機制

在地方與園區發展共生的觀念下，透過地方回饋機制的建立，可以兼顧綠能源溫泉園區發展以及地方利益兩者間的平衡，並提供地方發展更多的可能性，更可以拉近居民與投資者間的距離，

(1)基本回饋

A.用人在地化及技能訓練

應優先提供工作機會於當地居民，除餐飲、住宿服務外，亦提供專業訓練，協助當地居民提昇職業技能。雇用員工應有50%以上的在地率，落實用人當地化的政策。

B.採購在地化

優先採購當地的農、漁特產品及民生補給用品，使餐飲食材有穩定來源，並促進產業行銷。遠程方案可朝向當地農漁產品產銷推廣中心，以及溫泉地品牌的建立，透過多方的產銷管道，協助當地產業的發展。

C.產業技術轉移

除提供基本工作的職缺給附近的居民外，也應適時的巡訪當地的農漁業者，協助其發展特有的產業特色，強化溫泉地產品品牌，並透過多種產業合作方案，提升當地的經濟競爭能力，建立一個溫泉多元發展技術交流的管道。

D.公司設籍台東縣

開園前將公司遷入台東縣，按園區經營之部分娛樂設施收益，繳交地方娛樂稅予台東縣政府，以具體回饋地方。

(2)敦親睦鄰

為建立良好的社區互動關係，業者應創造良好的睦鄰關係，尋求當地居民對於其之充分支持。

A.居民優惠專案

為回饋地方之支持，應於園區之遊樂及活動參與設施之使用方面，採優惠專案提供鄰近社區居民如溫泉理療、溫泉產品等使用。

B.贊助或舉辦社區活動

廠商應每年提撥固定比例之地方回饋金，用以協助地區居民舉辦地區性活動或是舉辦以地區居民為主之相關活動，加強地方居民之認同感。回饋金建議提撥金額為當年淨利潤之2～3%。

12. 結論建議

12.1 結論

地熱能源開發利用被列為國家重點計畫之一，地熱能用途廣泛，除作為發電利用外，尾水降溫亦可作為溫泉使用，若規劃完善，則可帶來永續利用之效果，且不受到原物料價格之影響，以及不會有環境污染之疑慮，是值得發展的永續綠能源。在全球永續發展意識抬頭之下，地熱能的開發已在多個先進國家被廣泛的開發利用，在台灣金崙地熱的發展不僅是永續能源發展的潮流，也是作為地熱能源發展的首例以及優良示範，提供民眾地熱發電教育的實例，並可帶動地方經濟成長、促進風貌營造。

而地熱能源開發所帶來的多元效益還包含地熱發電尾水的利用，即溫泉開發。近年來溫泉休閒在台灣的發展逐漸受到重視，民眾愈來愈肯定溫泉休閒所帶來舒壓、解勞的效果，並也相信溫泉對於身體機能帶來的益處，因此「溫泉療養」將是未來溫泉發展重要的課題。而本計畫「綠能源溫泉園區」不僅結合溫泉理療，也含括了溫泉栽植、溫泉養殖、溫泉休閒，並結合自然療養、多元行銷等概念，期望可以成為全方位的溫泉理療中心，提供短期度假休閒放鬆的空間，以及長期修養調息的環境。

總括以上金崙發展地熱能源效益統整如下：

(1)豎立地熱能源發展示範區之重要典範，相關資源可作為教育、研究、發電、產業等多元使用。

(2)帶動整體風貌營造計畫，形塑出溫泉區之形象，改善現地交通、生活品質。

(3)行銷推動地方產業之發展，促進地方產業之轉型，帶動地方經濟發展。

(4)建立地區性旅遊資源系統、溫泉資源系統、產業資源系統等網絡，讓地方朝向永續性之發展。

綜合來說，金崙綠能源溫泉園區之建立，不僅具有產業效益的考量，對多年來整個地熱發電研究的努力，也具有明確宣示，並使綠能源發展邁向另一個積極性意義的里程碑。

12.2 後續工作與發展建議

(1)有限度的區域開發

為兼顧產業利基、科技策略、產業結構、區域經濟及生態保育之發展，應在質的考量之下，有限度的發展「綠能源溫泉園區」。養生理療之事業原本就建構在高品質的遊憩體驗之下，過渡的開發以及過多的遊憩人口，都將影響遊憩體驗以及理療之品質，因此堅定整體園區開發承載量，是未來永續發展的不二法則。

(2)溫泉管理制度之建立

為確保開發區周邊景觀的品質以及地熱資源永續開發，溫泉使用管理的議題對於計畫區或整個金崙地區而言，勢必是不容忽視。具制度的溫泉使用管理將有效控管資源的使用，並保障合法業者，更可以提升地區整體休閒遊憩開發品質，因此在溫泉管理制度裡，應建立溫泉水使用申請機制、溫泉水開發容許量之監控、溫泉水使用付費機制等面向。

(3)地熱綠能、溫泉形象之宣傳行銷

台灣溫泉發展行之有年，且有多處旅遊區皆以溫泉旅遊作為主題，因此在金崙地熱綠能源溫泉園區之行銷上，最重要的是如何進行市場區隔以及建立品牌，在本計畫之規劃發展上已將整體園區之發展建立在地熱能源示範、溫泉療養之主題上，強化兩者之特色為主要重點，加上靠山面海的特色，相信可以創立更具吸引力的溫泉。

(4)增加海洋能、海洋文化特色等相關主題

在金崙溫泉區先期計畫中，本計畫區之定位包含海洋能之利用與研究，但礙於園區整體建設的經費負擔之龐大以及周邊風貌營造的執行，於先期並未將海洋

能等項目列入考量，未來建議於區內發展具效益回收時，可考量加入海洋能之研究，亦可延伸發展海洋理療、深層海水等項目，讓園區發展更具特色。

(5)招商前進行可行性評估、促進民間參與計畫

本計畫主要為輔助地熱能源發展之多目標計畫評估，旨在確定地方資源、計畫發展初步潛力以及地熱發電可進行之多元發展規劃，未來擬以民間參與投資開發之「地熱休閒事業區」部分，建議台東縣政府應先研提本案「可行性評估及先期規劃」，經評估其自償性高並具有民間投資之可行性後，在辦理公告招商前之前置作業。依上述土地使用之辦理方式，「金崙地熱休閒事業區（名稱暫訂）民間參與投資開發計畫先期計畫書既可行性評估」經縣府核定適用促參法後，依本計畫設施實際開發之土地，辦理土地取得作業。

13. 參考文獻

Stefansson, V. & Fridleifsson, I.B. (1998),"Assessments and prospects for geothermal energy in Europe",The framework of sub-committee on technology policy and energy of the parliamentary assembly of the council of Europe.

王華、彭華（2004），溫泉旅遊開發的主要影響因素綜合分析，旅遊學刊第19卷第5期，P51-55。

太乙工程顧問股份有限公司（1999），金崙溫泉區觀光度假基地開發計畫，台東縣政府。

太乙工程顧問股份有限公司，金崙溫泉區(第一期)申請書暨開發事業計畫書，台東縣政府。

戴永禔（1997），金崙溪河川生態調查，台東縣政府，P25。

金崙溪規劃治理規劃報告

金崙溪溫泉區周邊生態旅遊環境建構計畫（2003），交通部觀光局。

林士哲（2003），金崙地區溫泉資源調查分析之研究，國立成功大學資源工程研究所碩士論文。

吳文希（2003），觀光休閒產業 海峽兩岸溫泉學術研討會論文集／溫泉篇，海峽兩岸溫泉學術研討會會議記錄。

胡仲義、夏中勝（2003），浙江南溪溫泉森林公園旅遊資源的開發和利用，中南林業調查規劃第22卷第3期，P55-56。

宣保工程顧問股份有限公司（2007），清水地區溫泉開發及觀光遊憩利用BOT案前置作業規劃 可及性評估暨先期計畫書，宜蘭縣政府。

財團法人工業技術研究院能源與資源研究所（1991），宜蘭土場地熱多目標利用示範運轉，經濟部能源委員會。

財團法人工業技術研究院（2005），清水地區地熱發電示範系統探勘評估及利用規劃工作 地熱發電及多目標利用規劃，宜蘭縣政府。

財團法人長庚紀念醫（2007），「整合休閒、健康、養生及醫療之區域規劃及發展機制」委託研究案，行政院經濟建設委員會。

財團法人成大研究發展基金會（2007），2015 願景台東發展策略規劃，臺東縣政府。

晨鑫工程顧問有限公司（2003），金崙溫泉(第一期)分區及用地變更計畫案環境影響說明書，交通部觀光局。

陳美芬，從養生潮流談台灣休閒農業的發展，國立台東大學。

陳家勉（2007），溫泉醫療，溫泉醫療研討會。

郭明錦（2004），再生能源專題報導-地熱能源，科學發展383期。

翟建富，自然療法:身心健康的自然法則，陽明大學生化所。

陸島工程顧問股份有限公司(2001)，金崙溫泉區溫泉資源探測選點暨鑿井工程，交通部觀光局。

陸島工程顧問股份有限公司（2002），金崙溫泉區溫泉資源探測選點暨鑿井工程-第一階段地下溫泉探測調查分析-期末報告，交通部觀光局。

游政彥（2005），天然溫泉開發潛力評估模式之研究，國立成功大學資源工程研究所碩士論文。

黃遠水、劉克祥、池進（1997），永安市熱水口溫泉旅遊資源開發探討，福建地理第12卷第1期，P64-67。

楊麗芳（2000），談優質的泡湯文化，全國溫泉觀光會議專刊。

台東縣設置深層海水生物技術園區可行性及BOT前置作業規劃報告（2004），台東縣政府。

中華民國招商網，網址：http://investintaiwan.nat.gov.tw。

台灣原住民數位博物館，網址：http://www.dmtip.gov.tw/。

附錄 A.鑽孔地質柱狀剖面圖

鑽井地層斷面圖

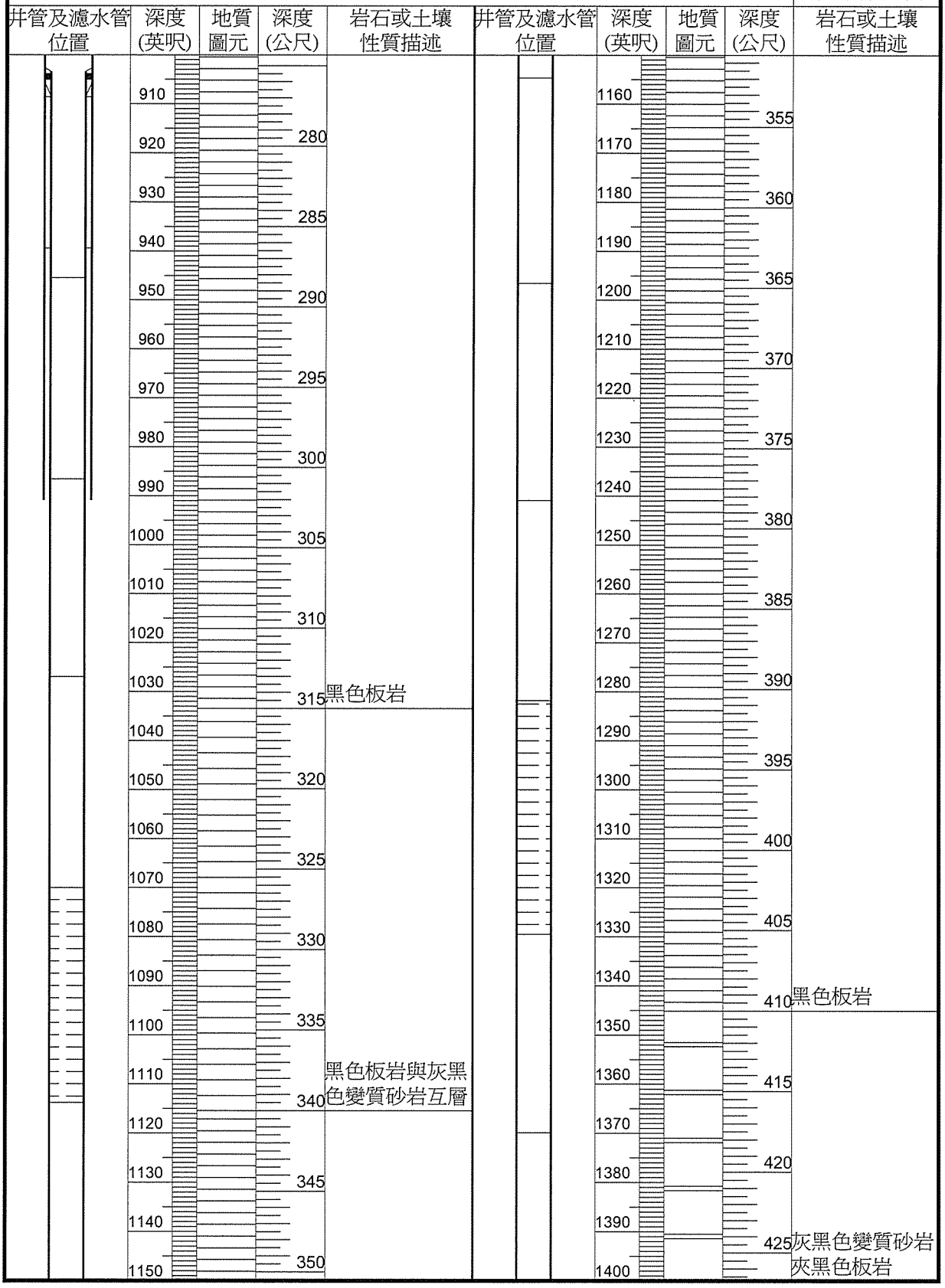
業　　主	台東縣政府			鑿井公司	豐宇鑽井工程股份有限公司	
工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘技術委託服務案			鑽機型式	美製 FRED E.COOPER 油井鑽機	
工程地點	台東縣金崙鄉金崙溪下游右岸			鑽鑿方式	正循環回轉式	
水井座標(TWD67)	244324	2492141		靜水位	自噴	
施工日期	97.07.03			動水位	自噴	
竣工日期	97.10.02			出水量	GPM	噸/小時
井孔口徑及深度	17-1/2"	12-1/4"	8-1/2"	抽水機型式及馬力		
	39m	303m	1004.82m	抽水機安裝深度		
井管口徑及深度	13-3/8"	9-5/8"	7"			
	0~38.89m	0~302m	275.4~1004.69m			

井管及濾水管位置	深度(英呎)	地質圖元	深度(公尺)	岩石或土壤性質描述
	10		5	
	20			
	30		10	
	40			
	50		15	
	60			
	70		20	
	80			
	90		25	
	100			
	110		30	
	120			
	130		35	
	140			
	150		40	
	160			
	170		45	
	180			
	190		50	
	200			
	210		55	
	220			
	230		60	
	240			
	250		65	
	260			
	270		70	
	280			
	290		75	
	300			
	310		80	
	320			
	330		85	
	340			
	350		90	
	360			
	370		95	
	380			
	390		100	
	400			
			105	
			110	
			115	
			120	黑色板岩

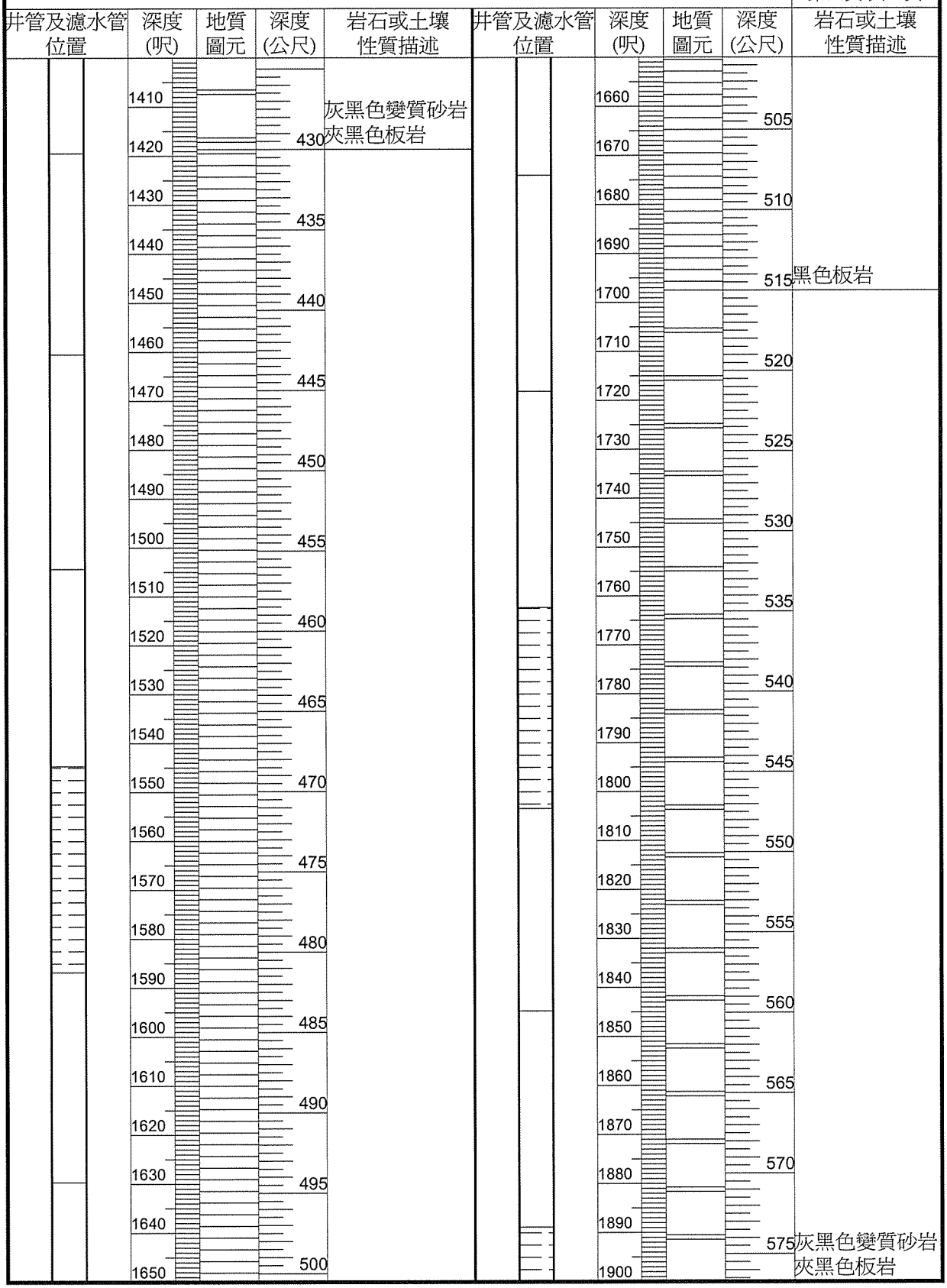
鑽井地層斷面圖

井管及濾水管位置	深度(英呎)	地質圖元	深度(公尺)	岩石或土壤性質描述
	410		125	
	420			
	430		130	
	440			
	450		135	
	460			
	470		140	
	480			
	490		145	
	500			
	510		150	
	520			
	530		155	
	540			
	550		160	
	560			
	570		165	
	580			
	590		170	
	600			
	610		175	
	620			
	630		180	
	640			
	650		185	
	660			
	670		190	
	680			
	690		195	
	700			
	710		200	
	720			
	730		205	
	740			
	750		210	
	760			
	770		215	
	780			
	790		220	
	800			
	810		225	
	820			
	830		230	
	840			
	850		235	
	860			
	870		240	
	880			
	890		245	
	900			黑色板岩

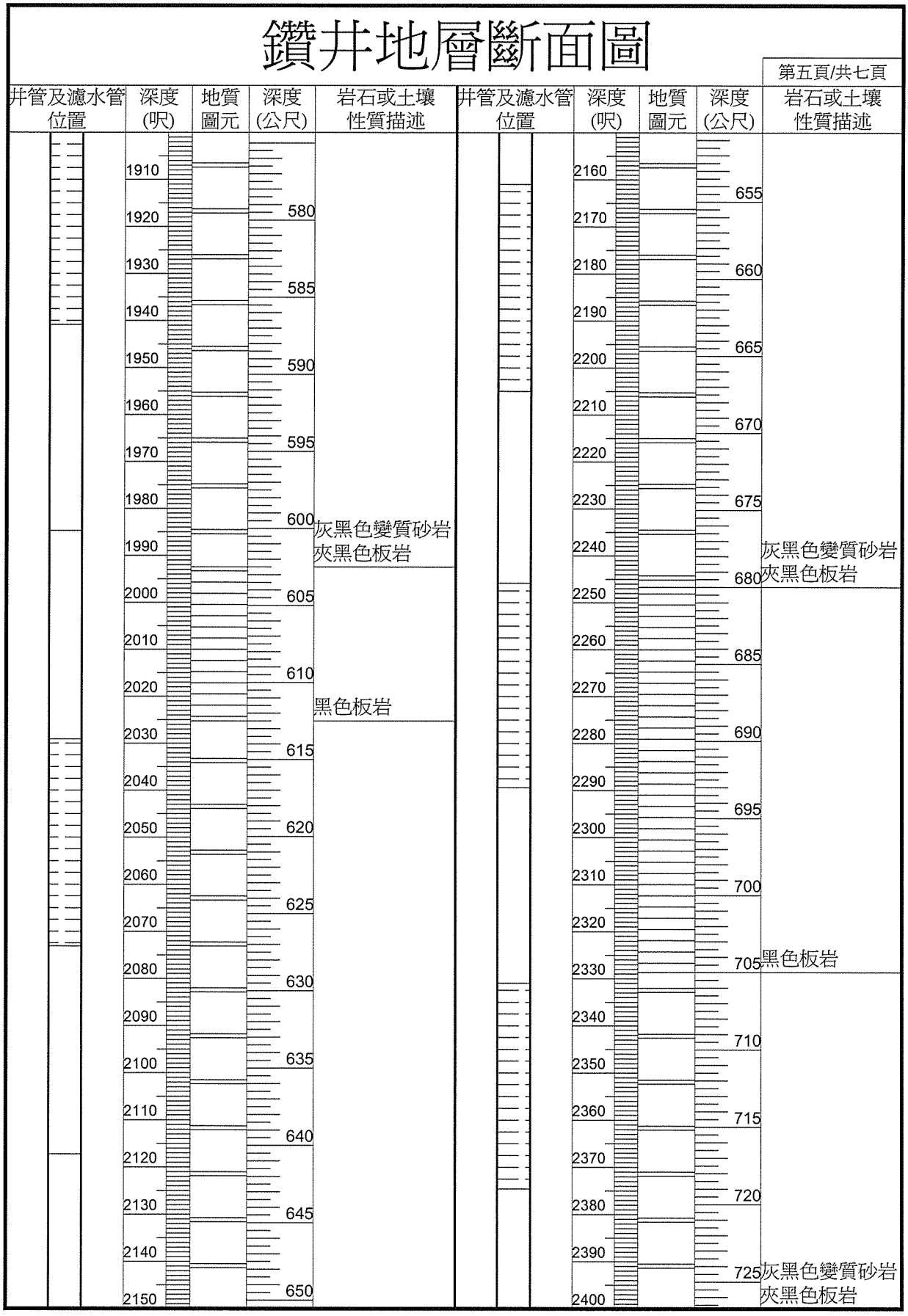
鑽井地層斷面圖


井管及濾水管位置
深度(英呎)
地質圖元
深度(公尺)
岩石或土壤性質描述
910
920
930
940
950
960
970
980
990
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070
1080
1090
1100
1110
1120
1130
1140
1150
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
黑色板岩
黑色板岩與灰黑色變質砂岩互層
井管及濾水管位置
深度(英呎)
地質圖元
深度(公尺)
岩石或土壤性質描述
1160
1170
1180
1190
1200
1210
1220
1230
1240
1250
1260
1270
1280
1290
1300
1310
1320
1330
1340
1350
1360
1370
1380
1390
1400
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
黑色板岩
灰黑色變質砂岩夾黑色板岩

鑽井地層斷面圖


井管及濾水管位置
深度(呎)
地質圖元
深度(公尺)
岩石或土壤性質描述
1410
1420
1430
1440
1450
1460
1470
1480
1490
1500
1510
1520
1530
1540
1550
1560
1570
1580
1590
1600
1610
1620
1630
1640
1650
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩
1660
1670
1680
1690
1700
1710
1720
1730
1740
1750
1760
1770
1780
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
黑色板岩
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩

鑽井地層斷面圖

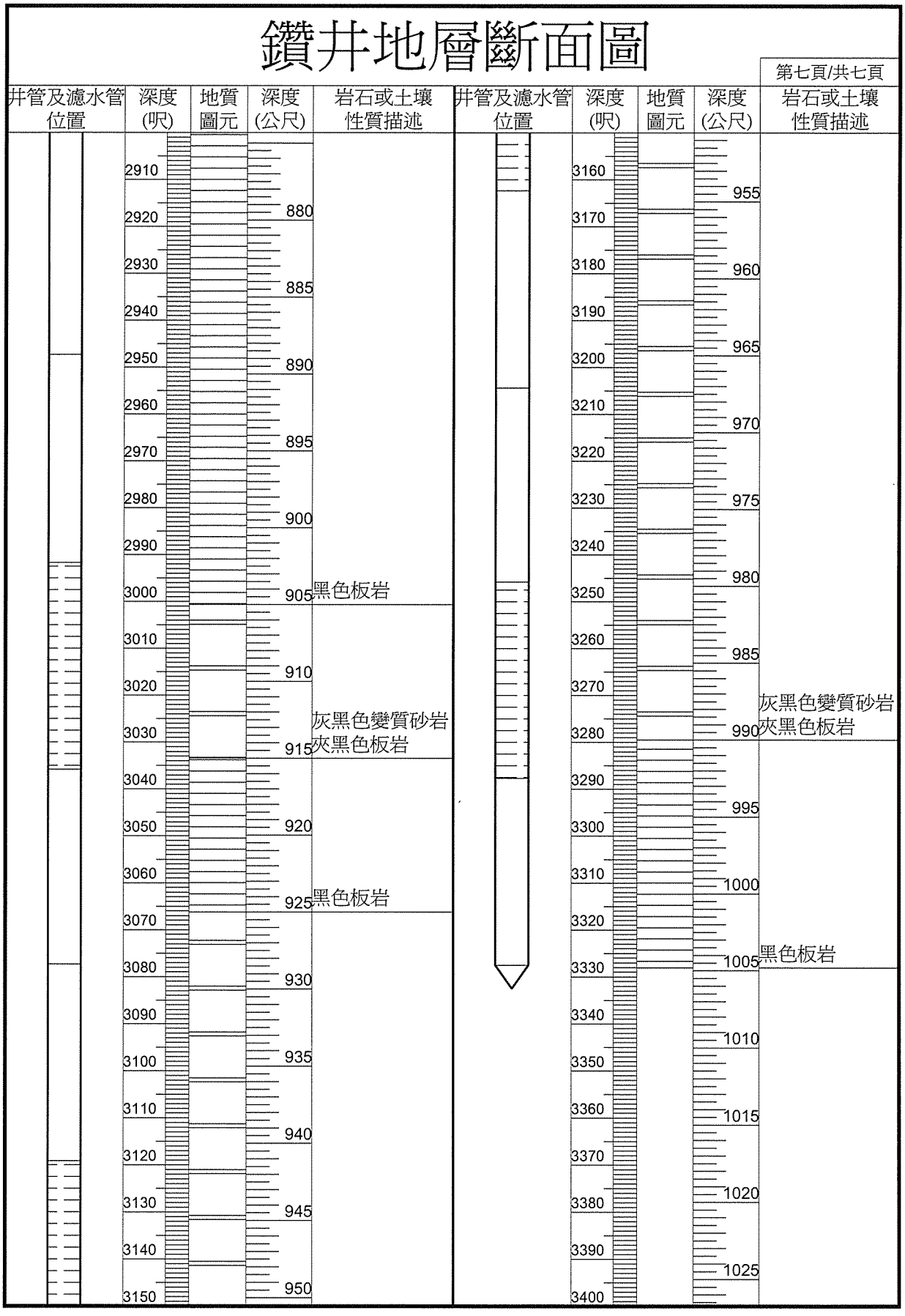

井管及濾水管位置
深度(呎)
地質圖元
深度(公尺)
岩石或土壤性質描述
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
2110
2120
2130
2140
2150
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩
黑色板岩
2160
2170
2180
2190
2200
2210
2220
2230
2240
2250
2260
2270
2280
2290
2300
2310
2320
2330
2340
2350
2360
2370
2380
2390
2400
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩
黑色板岩
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩

鑽井地層斷面圖

井管及濾水管位置	深度(呎)	地質圖元	深度(公尺)	岩石或土壤性質描述
	2410			
	2420		730	
	2430			灰黑色變質砂岩夾黑色板岩
	2440		735	
	2450		740	
	2460			
	2470		745	
	2480			
	2490		750	
	2500			
	2510		755	
	2520			
	2530		760	
	2540			
	2550		765	
	2560			
	2570		770	
	2580			
	2590		775	
	2600			
	2610		780	
	2620			
	2630		785	
	2640			
	2650		790	
			795	
			800	黑色板岩

井管及濾水管位置	深度(呎)	地質圖元	深度(公尺)	岩石或土壤性質描述
	2660			
	2670		805	
	2680			
	2690		810	
	2700			
	2710		815	
	2720			灰黑色變質砂岩夾黑色板岩
	2730		820	
	2740			
	2750		825	
	2760			
	2770		830	
	2780			
	2790		835	
	2800			
	2810		840	
	2820			
	2830		845	
	2840			
	2850		850	
	2860			
	2870		855	
	2880			
	2890		860	
	2900			黑色板岩
			865	
			870	
			875	

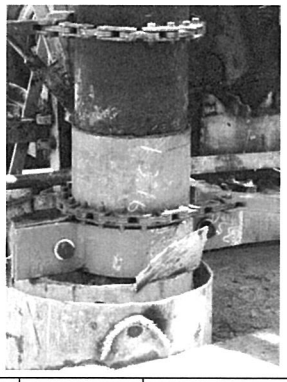
鑽井地層斷面圖


井管及濾水管位置
深度(呎)
地質圖元
深度(公尺)
岩石或土壤性質描述
2910
2920
2930
2940
2950
2960
2970
2980
2990
3000
3010
3020
3030
3040
3050
3060
3070
3080
3090
3100
3110
3120
3130
3140
3150
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
黑色板岩
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩
黑色板岩
井管及濾水管位置
深度(呎)
地質圖元
深度(公尺)
岩石或土壤性質描述
3160
3170
3180
3190
3200
3210
3220
3230
3240
3250
3260
3270
3280
3290
3300
3310
3320
3330
3340
3350
3360
3370
3380
3390
3400
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000
1005
1010
1015
1020
1025
灰黑色變質砂岩
夾黑色板岩
黑色板岩

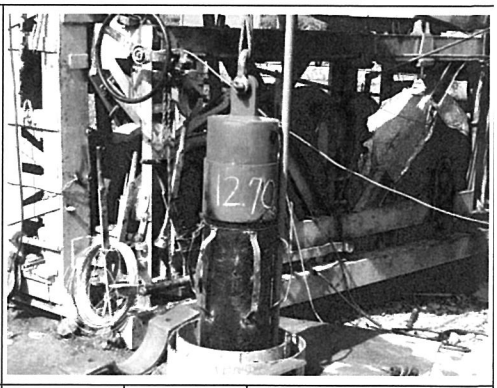
附錄 B.各階段套管安裝照片

工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿 13-3/8" API表層套管安裝及水泥灌漿封固施工彩照(1/1)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

編號:	#1	累計長度:
長度:	13.03m	13.03m



編號:	#2	累計長度:
長度:	13.16m	26.19m

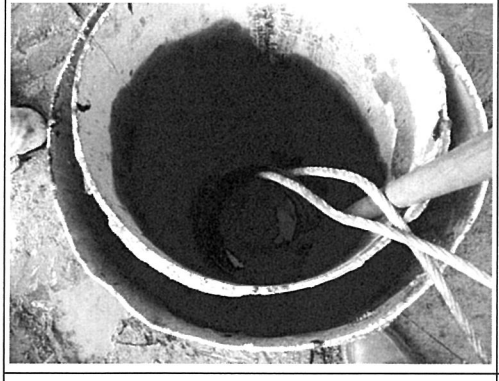


編號:	#3	累計長度:
長度:	12.70m	38.89m

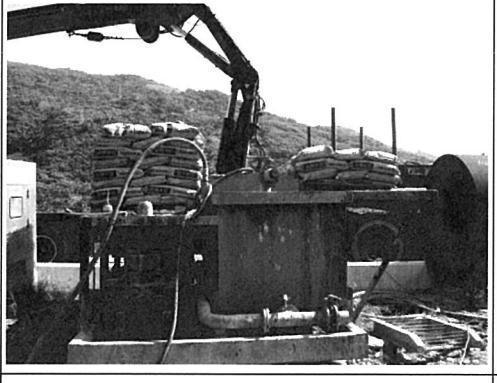
API 13-3/8” 54.5磅/呎 套管(1)

API 13-3/8” 54.5磅/呎 套管(2)

API 13-3/8” 54.5磅/呎 套管安裝(1)



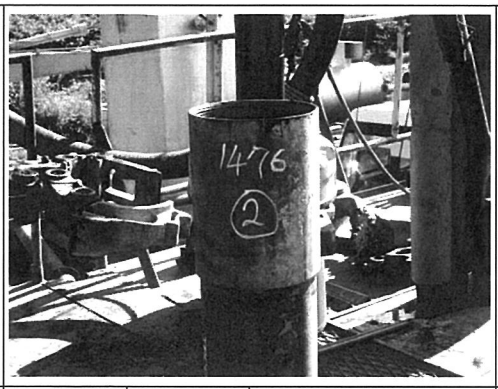
API 13-3/8” 54.5磅/呎 套管安裝(2)



水泥灌漿封固-水泥攪拌

工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　9-5/8" API上層套管安裝及水泥灌漿封固施工彩照(1/3)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

編號:	#1	累計長度:
長度:	15.54m	15.54m

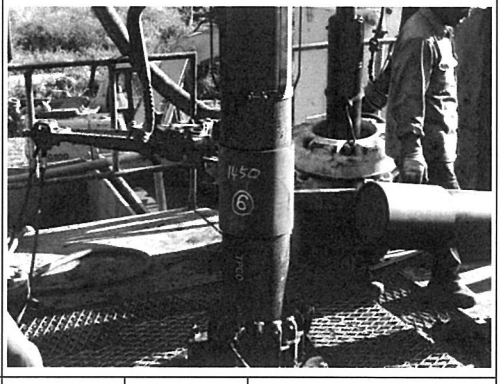


編號:	#2	累計長度:
長度:	14.76m	30.30m

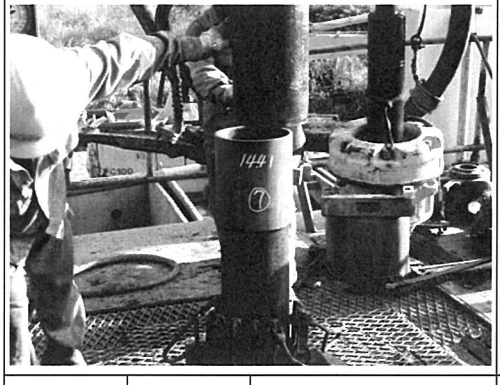
編號:	#3	累計長度:
長度:	14.76m	45.06m

編號:	#4	累計長度:
長度:	14.48m	59.54m

編號:	#5	累計長度:
長度:	14.48m	74.02m

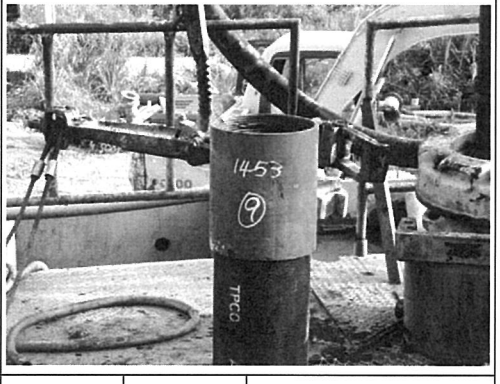


編號:	#6	累計長度:
長度:	14.50m	88.52m

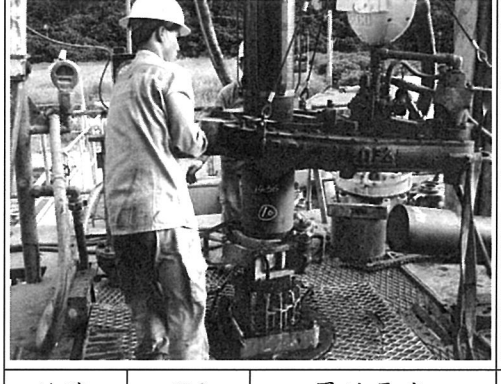


編號:	#7	累計長度:
長度:	14.41m	102.93m

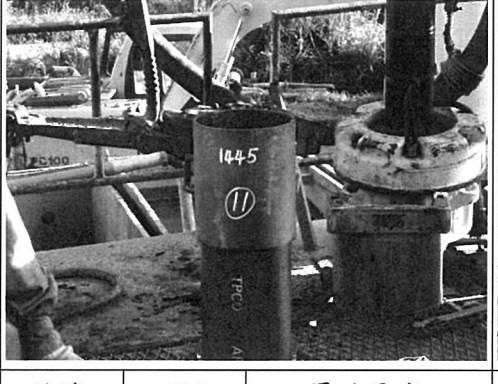
編號:	#8	累計長度:
長度:	14.37m	117.30m



編號:	#9	累計長度:
長度:	14.53m	131.83m



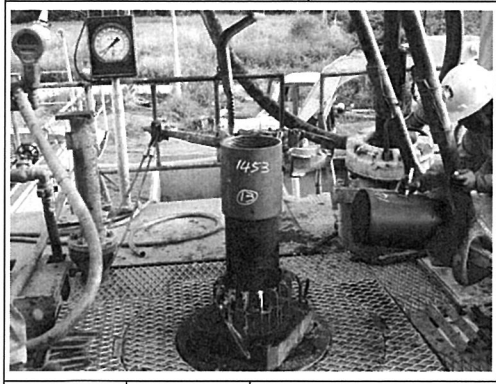
編號:	#10	累計長度:
長度:	14.36m	146.19m



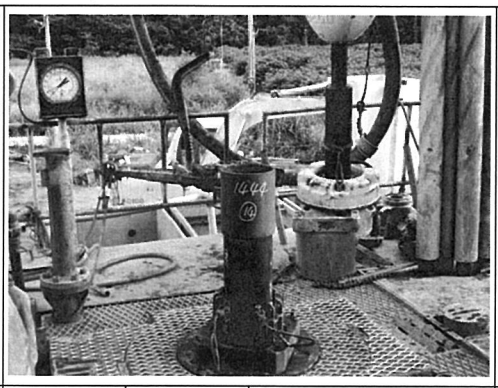
編號:	#11	累計長度:
長度:	14.45m	160.64m

編號:	#12	累計長度:
長度:	14.32m	174.96m

工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　9-5/8" API上層套管安裝及水泥灌漿封固施工彩照(2/3)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司



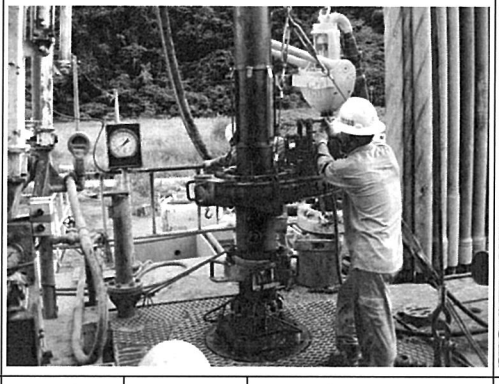
編號:	#13	累計長度:
長度:	14.53m	189.49m



編號:	#14	累計長度:
長度:	14.44m	203.93m

編號:	#15	累計長度:
長度:	14.36m	218.29m

編號:	#16	累計長度:
長度:	14.37m	232.66m

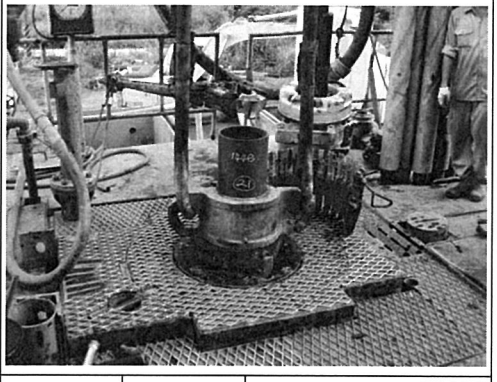


編號:	#17	累計長度:
長度:	14.26m	246.92m

編號:	#18	累計長度:
長度:	14.55m	261.47m

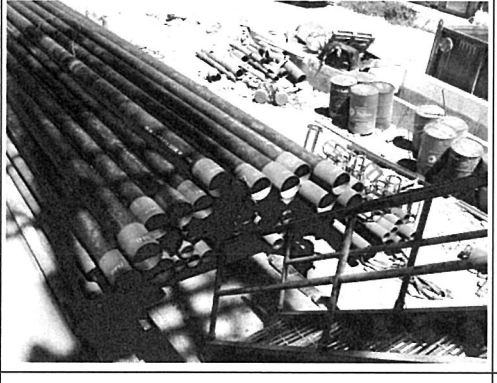
編號:	#19	累計長度:
長度:	14.44m	275.91m

編號:	#20	累計長度:
長度:	14.38m	290.29m



編號:	#21	累計長度:
長度:	14.48m	304.77m

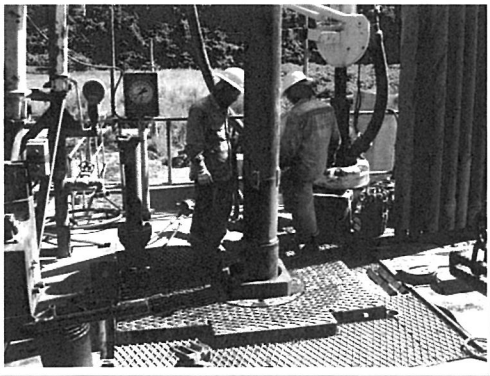
API 9-5/8” 40磅/呎 套管(1)



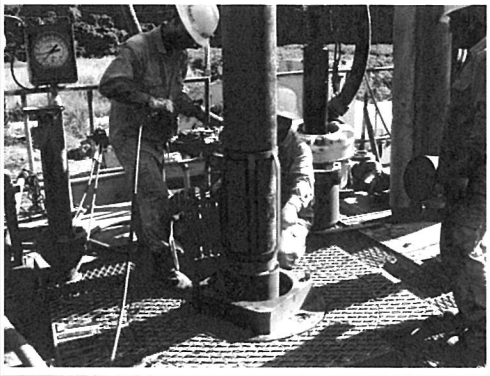
API 9-5/8” 40磅/呎 套管(2)

API 9-5/8” 40磅/呎 套管(3)

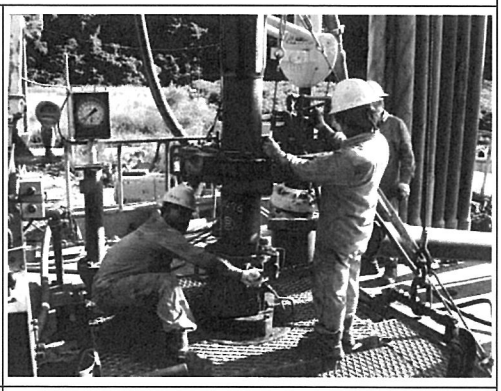
工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　9-5/8" API上層套管安裝及水泥灌漿封固施工彩照(3/3)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司



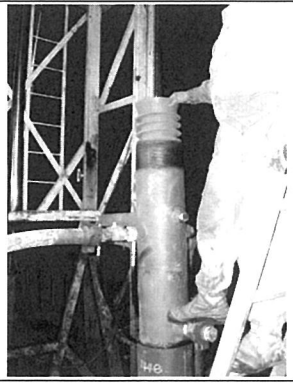
API 9-5/8” 40磅/呎 套管安裝(1)



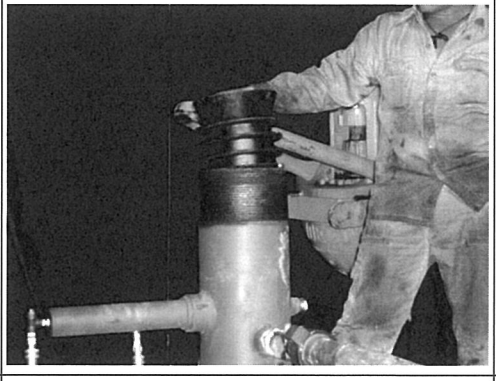
API 9-5/8” 40磅/呎 套管安裝(2)



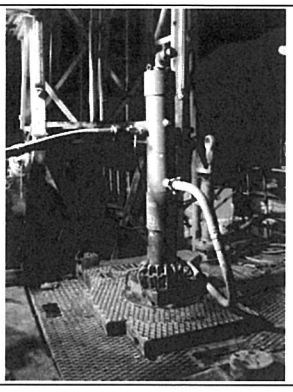
API 9-5/8” 40磅/呎 套管安裝(3)



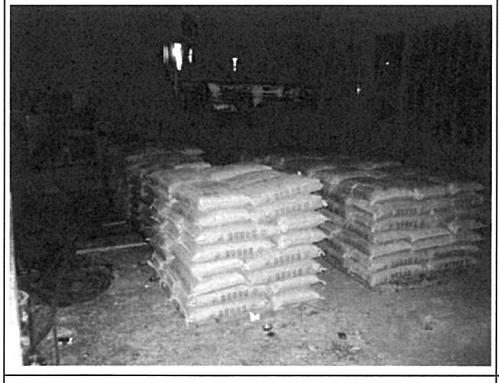
水泥灌漿封固-置入底塞



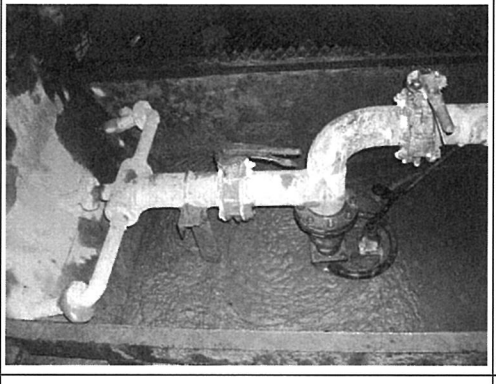
水泥灌漿封固-置入頂塞



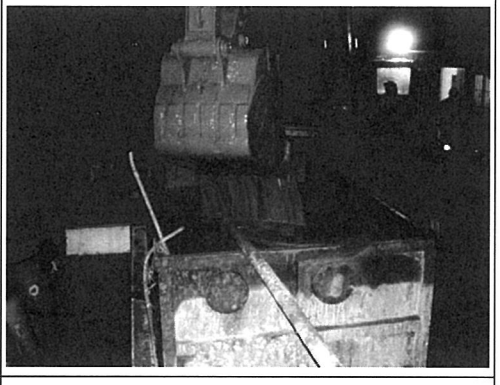
水泥灌漿封固-水泥頭設置



水泥灌漿封固-水泥

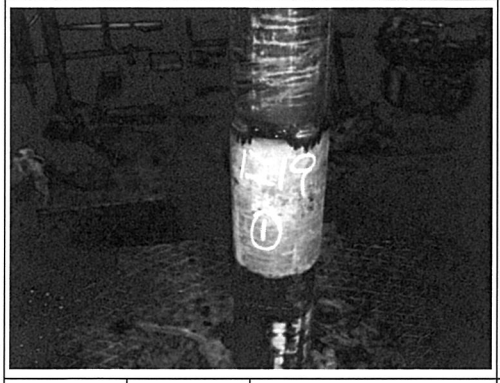


水泥灌漿封固-水泥攪拌(1)



水泥灌漿封固-水泥攪拌(2)

工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　7" API下層套管及生產槽孔管安裝施工彩照(1/5)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司



編號:	#1	累計長度:
長度:	12.19m	12.19m

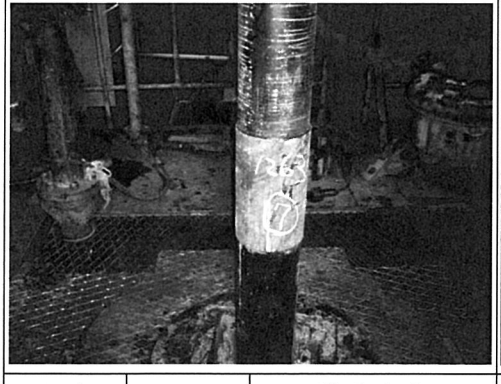
編號:	#2	累計長度:
長度:	12.80m	24.99m

編號:	#3	累計長度:
長度:	12.61m	37.60m

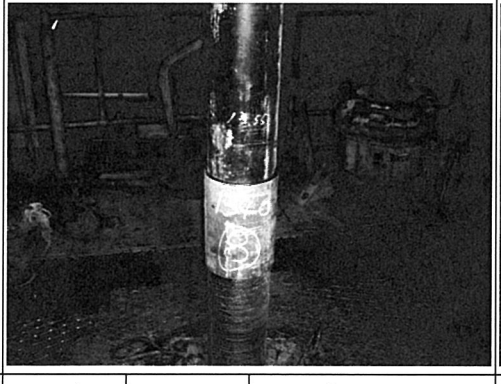
編號:	#4	累計長度:
長度:	12.76m	50.36m

編號:	#5	累計長度:
長度:	13.27m	63.63m

編號:	#6	累計長度:
長度:	12.75m	76.38m



編號:	#7	累計長度:
長度:	12.63m	89.01m



編號:	#8	累計長度:
長度:	13.40m	102.41m

編號:	#9	累計長度:
長度:	13.55m	115.96m

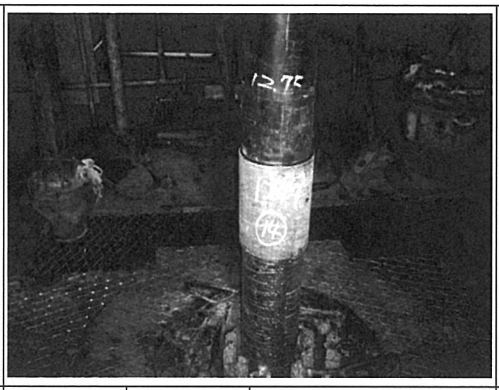
編號:	#10	累計長度:
長度:	12.76m	128.72m

編號:	#11	累計長度:
長度:	13.47m	142.19m

編號:	#12	累計長度:
長度:	12.30m	154.49m

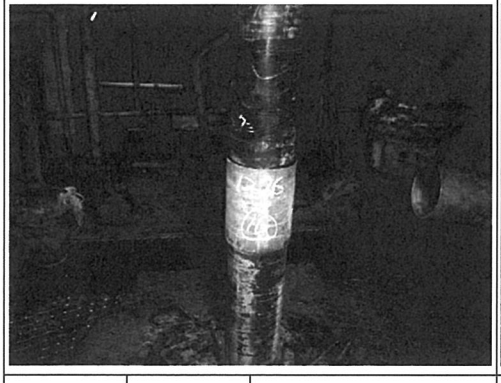
工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　7" API下層套管及生產槽孔管安裝施工彩照(2/5)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

編號:	#13	累計長度:
長度:	13.47m	167.96m

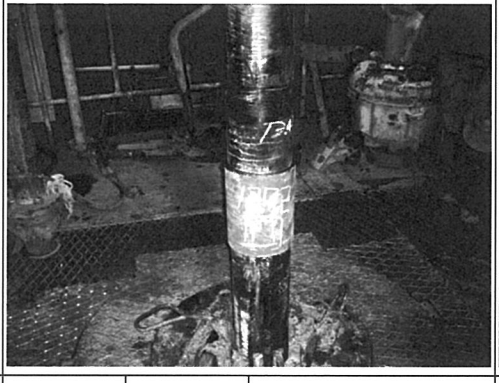


編號:	#14	累計長度:
長度:	12.47m	180.43m

編號:	#15	累計長度:
長度:	12.75m	193.18m

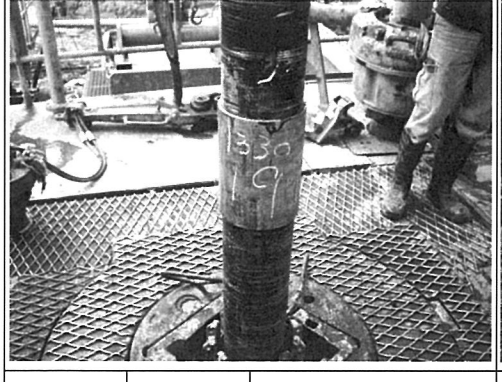


編號:	#16	累計長度:
長度:	12.76m	205.94m

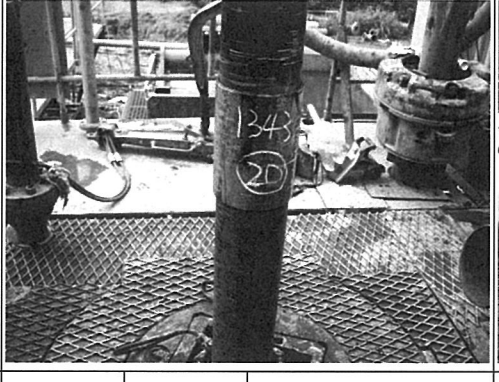


編號:	#17	累計長度:
長度:	12.72m	218.66m

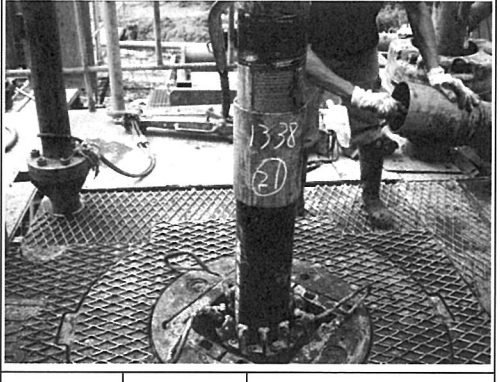
編號:	#18	累計長度:
長度:	13.47m	232.13m



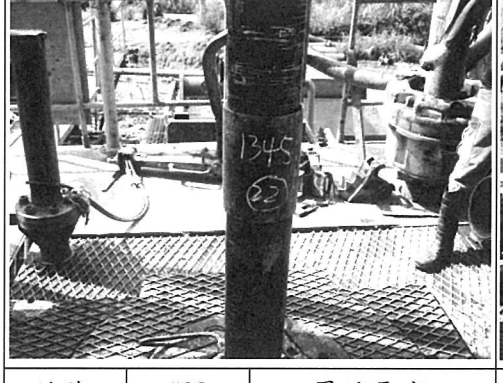
編號:	#19	累計長度:
長度:	13.30m	245.43m



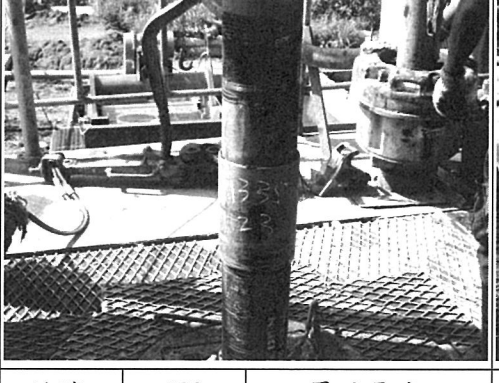
編號:	#20	累計長度:
長度:	13.43m	258.86m



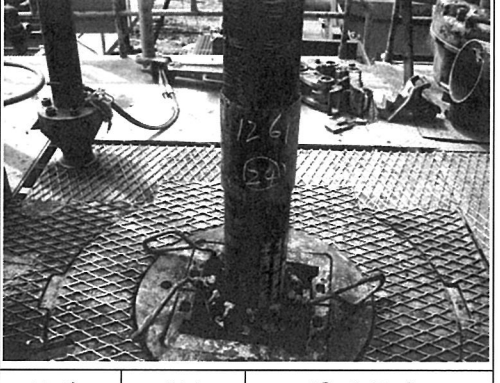
編號:	#21	累計長度:
長度:	13.38m	272.24m



編號:	#22	累計長度:
長度:	13.45m	285.69m

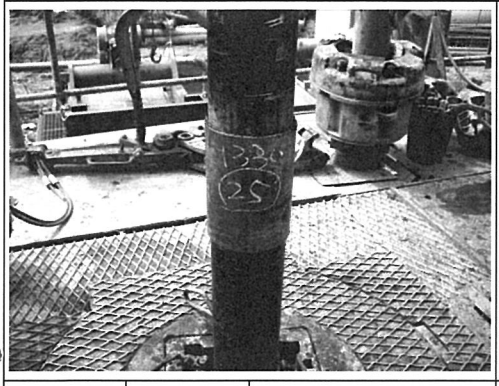


編號:	#23	累計長度:
長度:	13.35m	299.04m

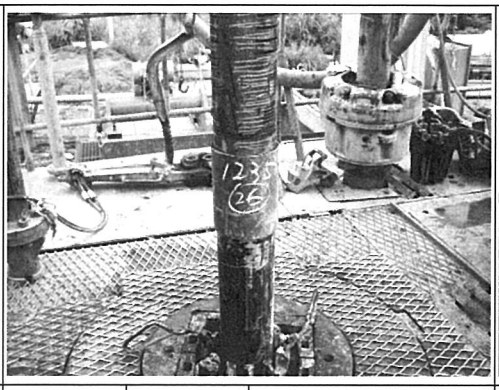


編號:	#24	累計長度:
長度:	12.61m	311.65m

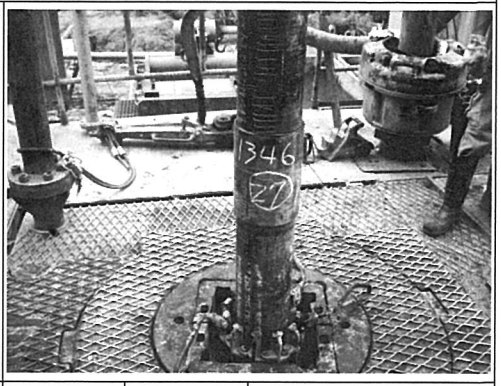
工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　7" API下層套管及生產槽孔管安裝施工彩照(3/5)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司



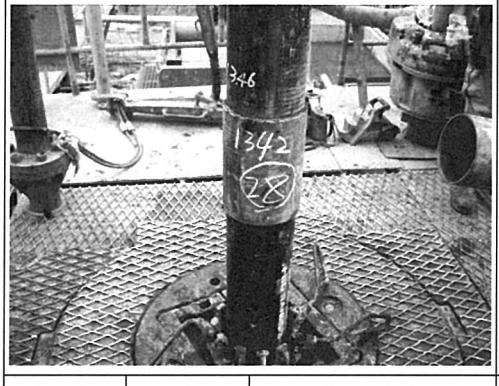
編號:	#25	累計長度:
長度:	13.30m	324.95m



編號:	#26	累計長度:
長度:	12.35m	337.30m



編號:	#27	累計長度:
長度:	13.46m	350.76m

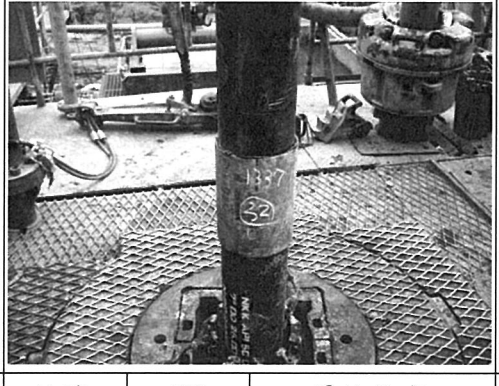


編號:	#28	累計長度:
長度:	13.42m	364.18m

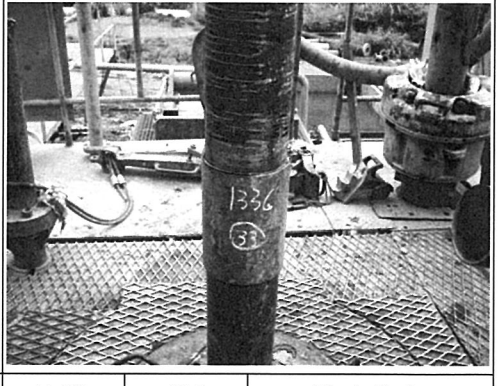
編號:	#29	累計長度:
長度:	13.46m	377.64m

編號:	#30	累計長度:
長度:	13.47m	391.11m

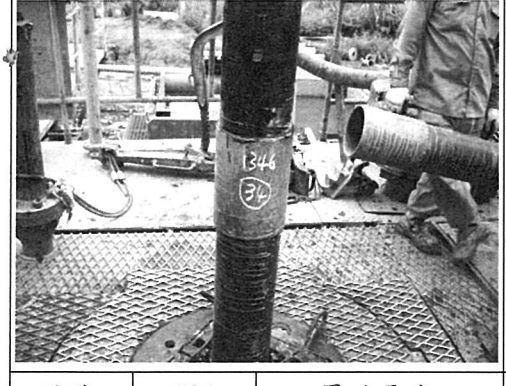
編號:	#31	累計長度:
長度:	13.46m	404.57m



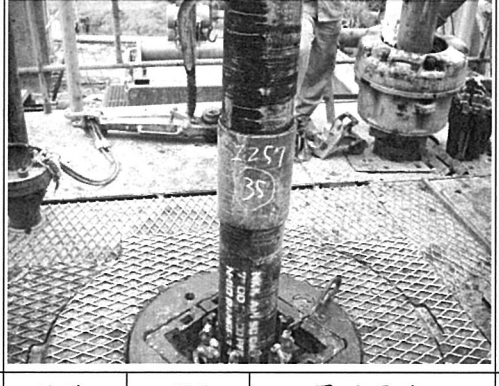
編號:	#32	累計長度:
長度:	13.37m	417.94m



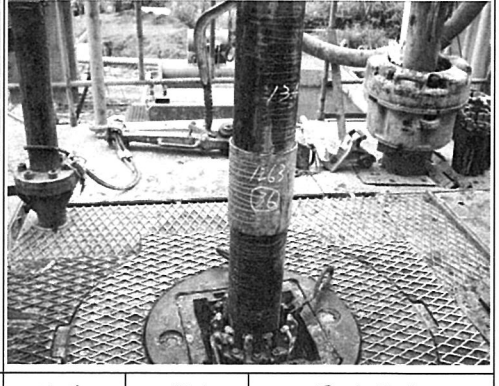
編號:	#33	累計長度:
長度:	13.36m	431.30m



編號:	#34	累計長度:
長度:	13.46m	444.76m



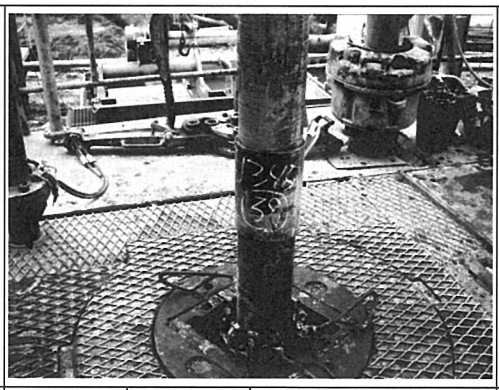
編號:	#35	累計長度:
長度:	12.57m	457.33m



編號:	#36	累計長度:
長度:	12.63m	469.96m

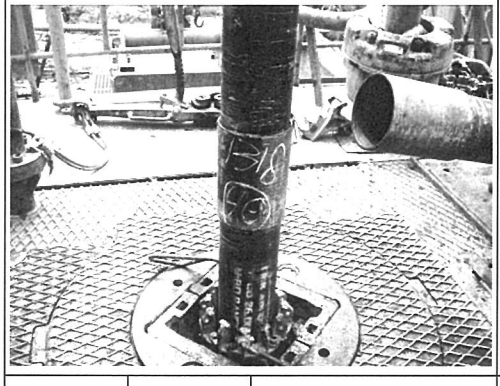
工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　7" API下層套管及生產槽孔管安裝施工彩照(4/5)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

編號:	#37	累計長度:
長度:	13.46m	483.42m

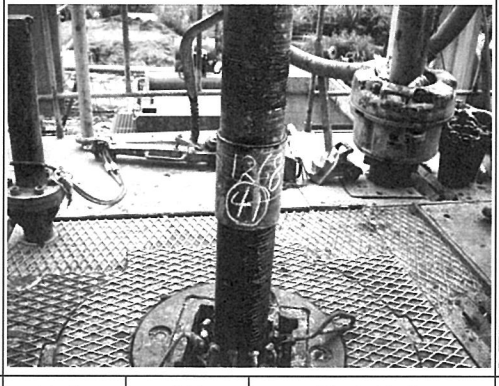


編號:	#38	累計長度:
長度:	13.45m	496.87m

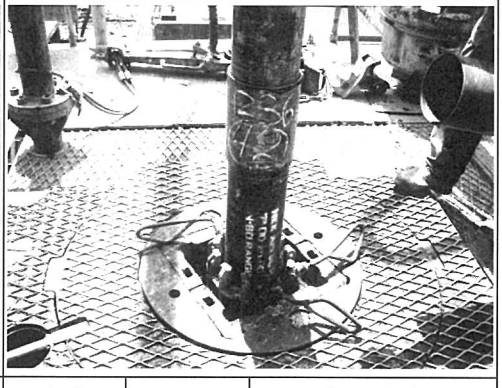
編號:	#39	累計長度:
長度:	13.47m	510.34m



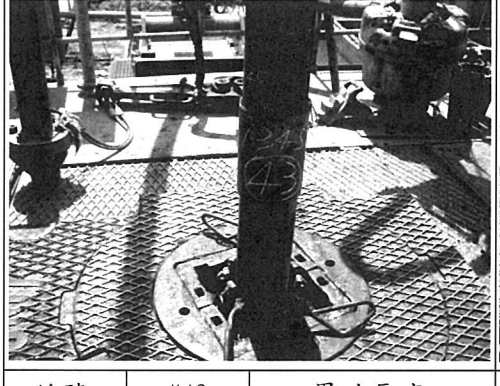
編號:	#40	累計長度:
長度:	13.18m	523.52m



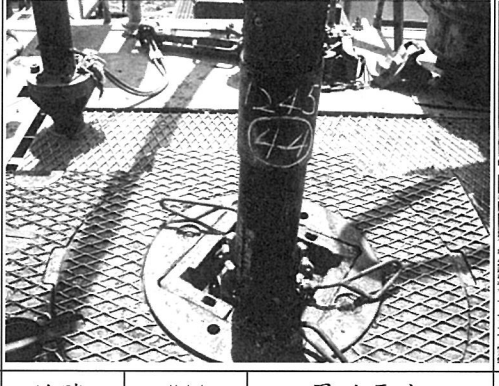
編號:	#41	累計長度:
長度:	12.68m	536.20m



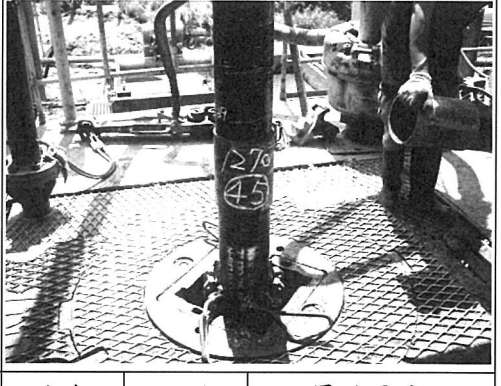
編號:	#42	累計長度:
長度:	12.36m	548.56m



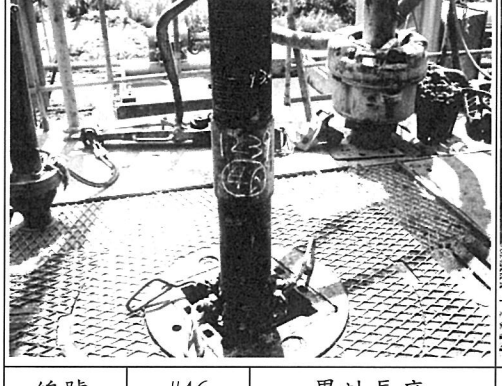
編號:	#43	累計長度:
長度:	13.45m	562.01m



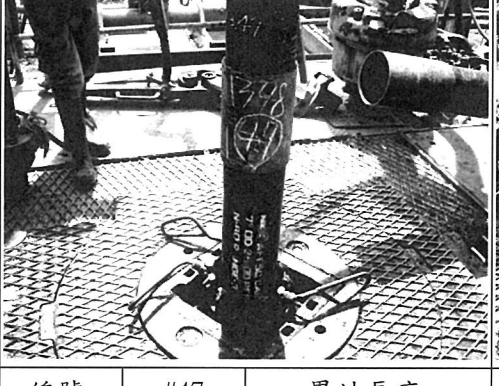
編號:	#44	累計長度:
長度:	12.45m	574.46m



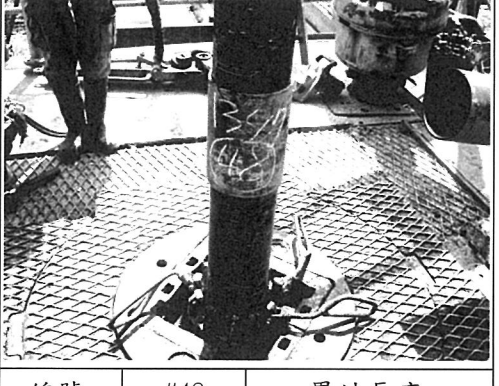
編號:	#45	累計長度:
長度:	12.70m	587.16m



編號:	#46	累計長度:
長度:	12.39m	599.55m



編號:	#47	累計長度:
長度:	13.48m	613.03m

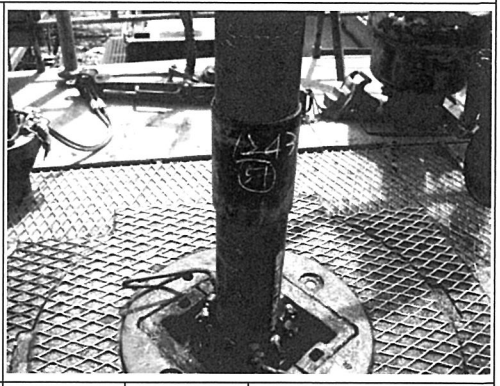


編號:	#48	累計長度:
長度:	13.47m	626.50m

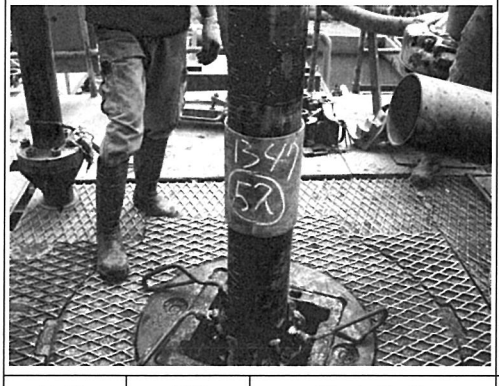
工程名稱	金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿　7" API下層套管及生產槽孔管安裝施工彩照(5/5)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

編號:	#49	累計長度:
長度:	13.49m	639.99m

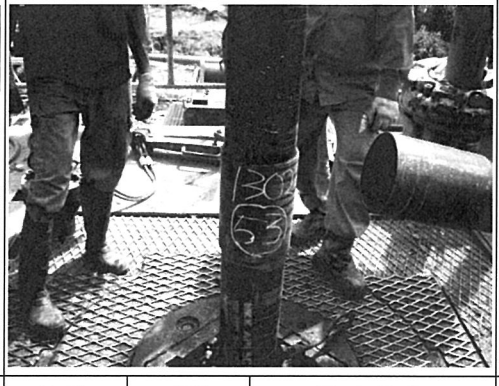
編號:	#50	累計長度:
長度:	12.77m	652.76m



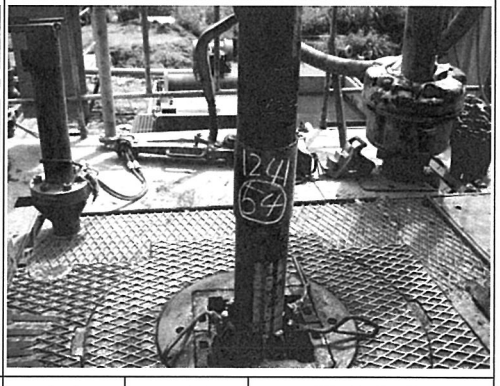
編號:	#51	累計長度:
長度:	12.43m	655.19m



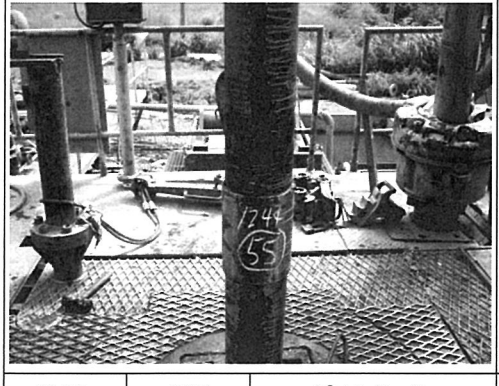
編號:	#52	累計長度:
長度:	13.47m	678.66m



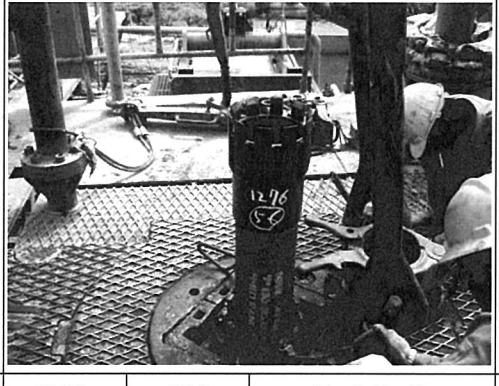
編號:	#53	累計長度:
長度:	13.02m	691.68m



編號:	#54	累計長度:
長度:	12.41m	704.09



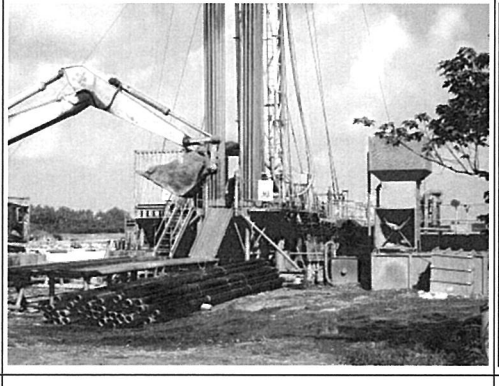
編號:	#55	累計長度:
長度:	12.44m	716.53m



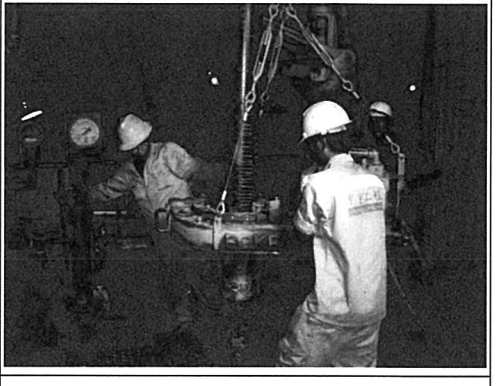
編號:	#56	累計長度:
長度:	12.76m	729.29m

API 7” 26磅/呎 套管(1)

API 7” 26磅/呎 套管(2)



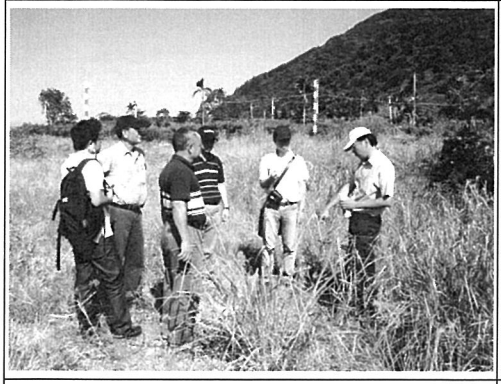
API 7” 26磅/呎 套管(3)



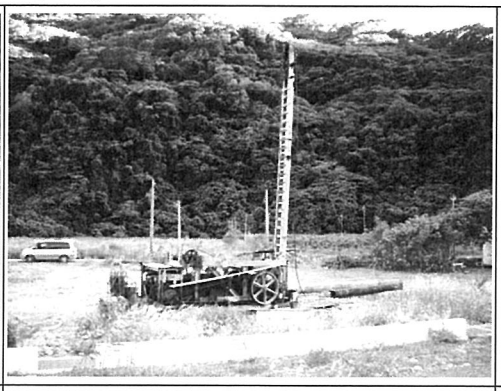
API 7” 26磅/呎 套管安裝(1)

附錄 C.施工過程照片

工程名稱	**金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案**
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿 施工過程彩照(1/3)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

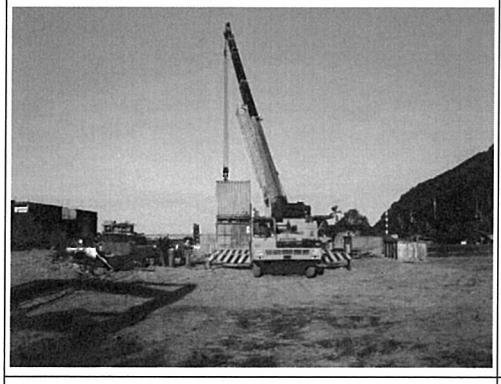


確認現場井位

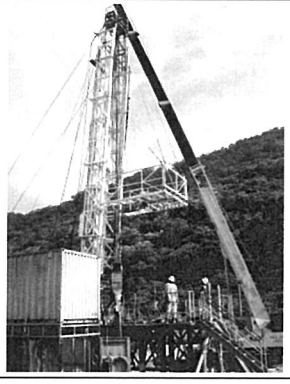


小型鑽機設置

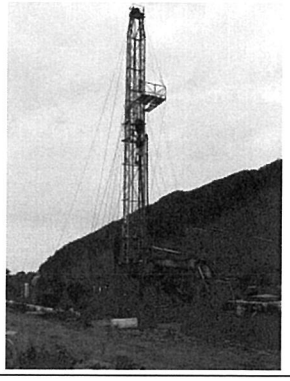
小型鑽機施作表層17-1/2”井孔



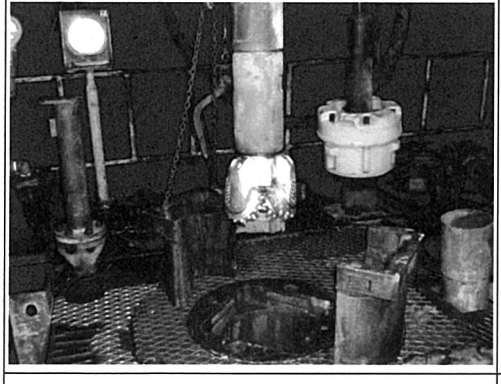
主鑽機設置(1)



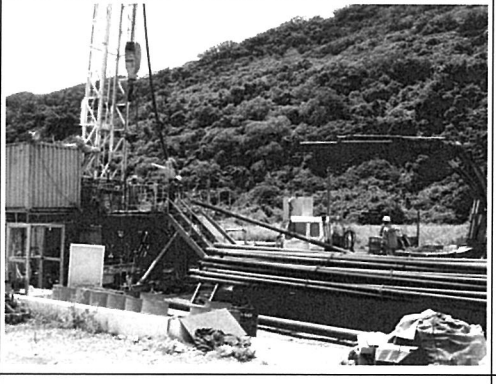
主鑽機設置(2)



主鑽機設置(3)

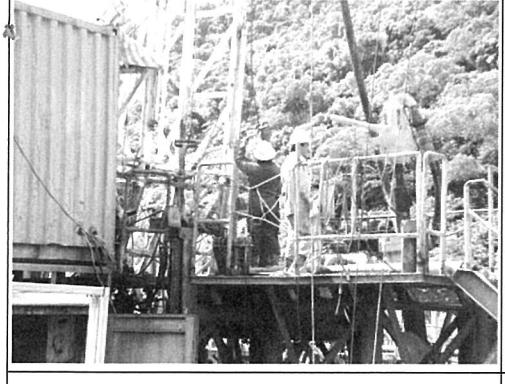


12-1/4”井孔鑽鑿

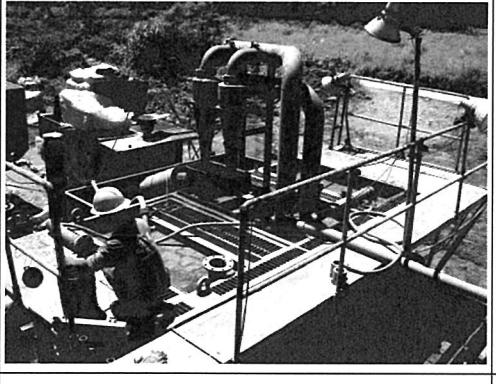


鑽鑿過程(1)

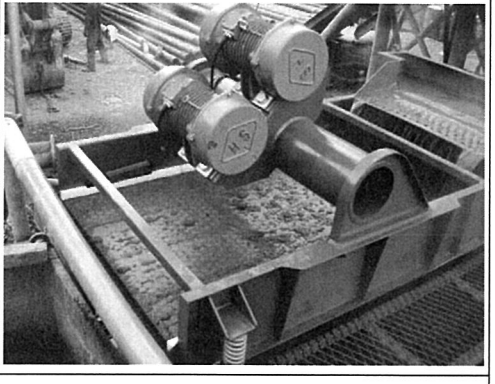
鑽鑿過程(2)



鑽鑿過程(3)

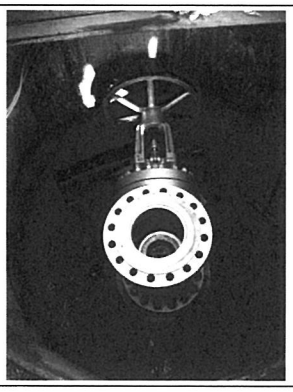
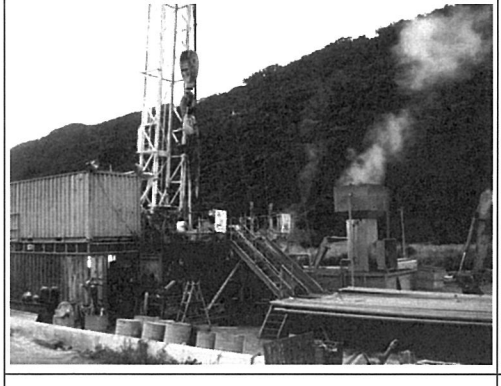
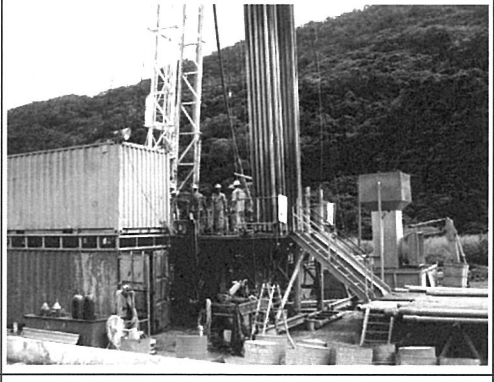
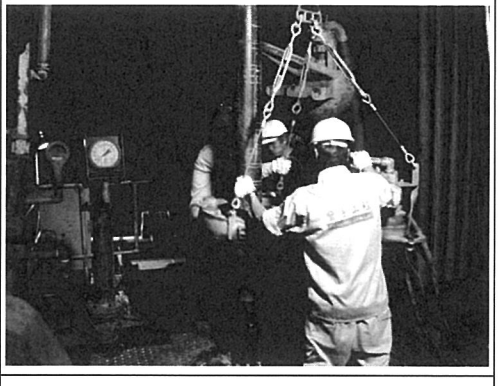
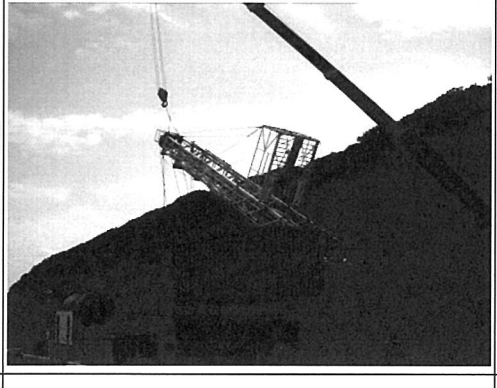
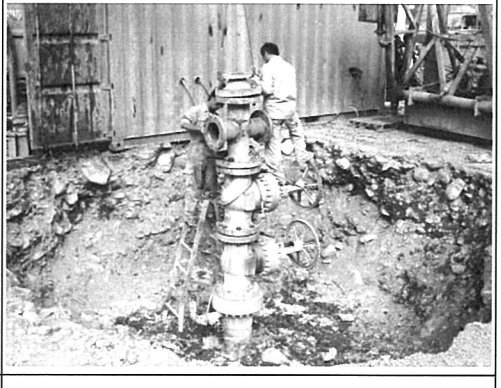
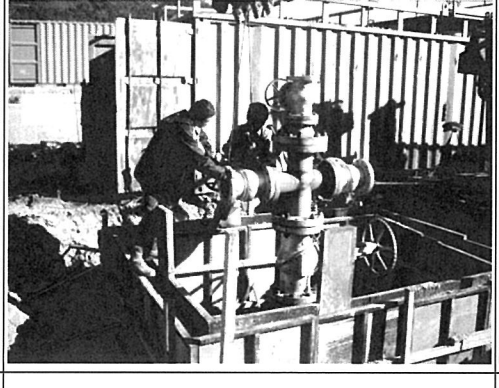
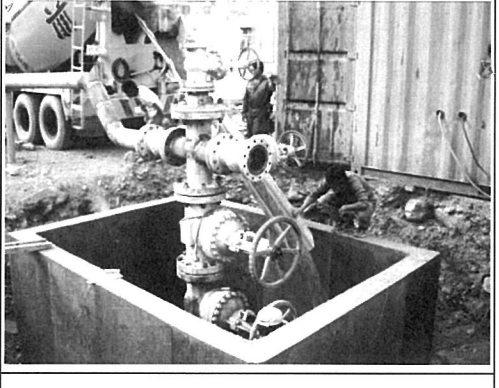


泥漿循環系統(1)

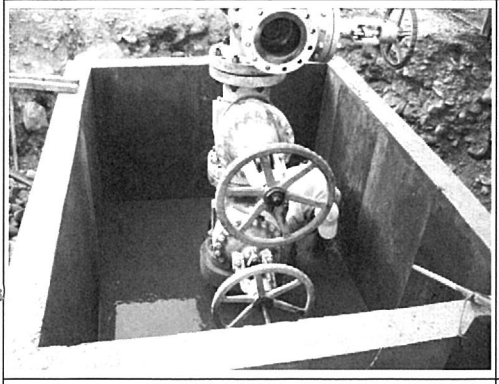
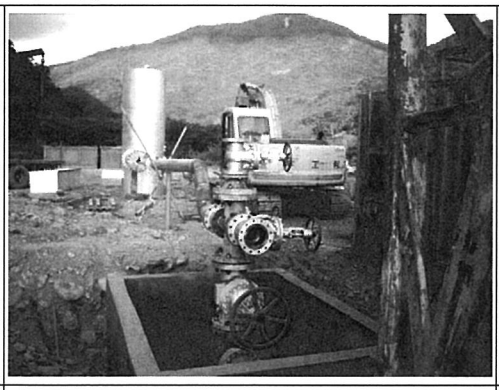
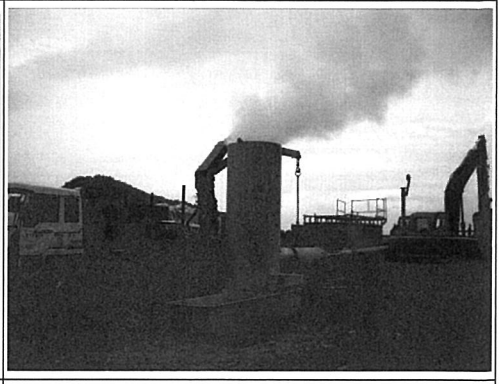


泥漿循環系統(2)

工程名稱	**金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案**
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿 施工過程彩照(2/3)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

		
安裝9-5/8”上層套管	10”下主閥設置	防噴器組設置
		
8-1/2”井孔鑽鑿	鑽鑿過程(4)	安裝7”下層及生產槽孔管套管
		
縣府督導會勘	機具出場	井頭閥門組安裝(1)
		
井窖施作(1)	井頭閥門組安裝(2)	井窖施作(2)

工程名稱	**金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案**
工程項目	工作項目5.1.－地熱井鑽鑿 施工過程彩照(3/3)
承攬廠商	豐宇鑽井工程股份有限公司

		
井窖施作(3)	消音器與流量堰安裝	產能測試(1)
產能測試(2)	採樣分析	井測
井頭閥門組與井窖完工		

附錄 D.審查會議記錄及回覆

97.05.02.第一階段報告審查會議委員意見及處理情形

委員姓名	審查意見	意見答覆及處理情形
郭明錦教授	1. 本階段報告資料蒐集，地質及地球物理資料完整，工作團隊工作經驗豐富，具良好條件完成本計畫。 2. 資料中p 9-1，氚濃度遠小於0.2 Tu本區地下水年代久遠，超過50年以上，顯示會水層封閉，自然補注不充沛，須考慮人工補注。 3. 新井位須考慮現有井位相關位置。第二階段工作試井，除單井恢復試驗外，必須同時考慮現有井位，同時觀測已有觀測井，如此在執行單井試驗同時也取得寶貴整體儲集層資料。	1. 謝謝委員肯定。 2. 是否使用人工補注，將待本計畫第二階段完成產能測試評估之結果，再一併考量。 3. 謝謝建議。目前因用地取得問題，新井無法設於現有井位附近，未來進行地熱區整體開發規劃時，將本意見納入考量。
張中白教授	1. 承辦單位於環境災害評估、地物探勘與鑽井工作有豐富資歷，服務建議案整體規劃完整，具有完成本計畫工作之充足條件。 2. 本第一階段報告書，大體而這資料充足，預期目標大都能有效達成。特別是書中第五章之後，於環境地質、地熱地質、歷史探測資料收集、地物探勘與井位建議，都有建設性的成果及展現。 3. 報告書最為不足之處在於〝地質調查與航照判釋〞，根據服務建議案，此項工作屬於第一階段所應執行，然而本報告書中第二章及第四章，並未針此部分結果有充分說明，資將明顯誤漏處概列如下： (a)〝地質概述〞一節中，2-5頁至2-7頁所述文字皆為前人對中央山脈整體所做，非關本研究區域。所謂地質調查應是針對研究區域內之地層與構造做詳查，並詳細填圖製作剖面，如此僅引用前人廣泛性的描述，無益於幫助我們了解區域地質。 (b)2-7頁地質構造部分，未附構造地質圖，僅憑文字無法確定構造分佈及型態。 (c)〝水文地質概況〞一節，2-9頁至	1.謝謝委員肯定。 2.謝謝委員肯定。 3. 謝謝委員指教。 (a)第二章主要針對台東知本至金崙地區間之相關基本資料加以蒐集及整理，第四章亦以知本至金崙間之進行廣域地質判釋，期能從廣域角度了解該區大致之趨勢。至於金崙地區之地質調查及航照判釋成果則說明於第六章。 (b)內文2-7頁之地質構造部份相關參考圖為圖2-4，未標註清楚，已修正。 (c) 針對本區之水文地質狀

	2-10頁之文字與附表亦為前人對中央山脈整體所做研究，本區域僅佔其中一小部分，大部份的描述與本區無關。建議針對本區域做詳細的調查與分析討論。	況，予6.4.5節補充說明。
	(d)〝航遙測判釋〞，4-3頁。中華衛星早已更名，二號衛星於發射當年以更名為福爾摩沙衛星二號，煩請更正。	(d)內文4-3頁中華衛星已更改為福衛二號衛星。
	(e)同頁，SPOT衛星。該衛星有五枚，未說明使用何者，並且於次頁(4-4頁)所附之衛星影像圖，色調及解析度甚差，很難用以辨識地表構造，也無法辨識是否為SPOT衛星所拍攝。	(e)本計劃蒐集有spot衛星，在實際運用上並未使用該衛星，因此將圖4-2予以刪除。
	(f)〝線型分析〞一節中所使用之方法似有不妥。本節利用DEM以人工辨識地表線型，執行者將地形資料以大約045度方向打光，以增加地形立體感，方便人眼辨識。此動作卻會嚴重影響辨識結果，造成垂直光入射方向的線型(大約135度)較為顯著(圖4-9)。現今已有許多無需人工介入，無須打光，而是透過地形幾何計算的線型萃取方法可採用，其結果不但較詳細也較為客觀，建議執行單位與委辦單位考慮之。	(f)本研究綜合水系圖、等高線及4種打光方向的DEM地形立體圖以研判分析線型，過程仍賴專業知識研判。
李振誥教授	1. 本計劃分二階段進行，本年度主要在於建議井位，目前提出二口位置，以利未來發電，唯井位之選擇須參考甚多水文地質資料，目前資料尚未完全建立，特別是水文地質架構模型尚未建立，故所選地點，請再詳加考慮。	1.謝謝指教。
	2. 附上本人於金崙地區進行溫泉資源調查之文章，請參考，有利於未來模型建立。	2. 謝謝提供相關資料。
	3. 請將溫泉資源與發電資源，配合未來觀光事業，一併考慮於第二階段內。	3. 謝謝指教。本計畫下一階段將進行地熱發電及多目標利用規劃。
	4. 請未來建立地溫梯度圖，以了解地深與地溫之關係。	4. 謝謝指教。於7.3節補入相關資料。
	5. 金崙地區之水與溫度資源調查，於	5. 謝謝提供相關資訊，本計畫

	水利署水文技術組已有計劃進行，請參考其報告。	將參考相關報告。
蔡穗董事	1. P 9-2指出：在940公尺至1600公尺發現地熱蓋層特徵的伊利石。P 9-4指出：蓋層深度在500公尺至1500公尺。本計畫擬鑽深1000公尺，此深度是否足夠？	1. 謝謝指教。以目前調查結果顯示1000公尺可能不足，唯本計畫經費僅足夠鑽1000公尺，故將井程設計為可加深之尺寸，以利未來增加經費時可再加深。
	2. P 9-1指出：本區地下水皆無50年內所補注者，顯示本區域溫泉水多來自封閉(或半封閉)的含水層，或年代久遠之地下水。此況，本規劃區的水量補注能否達到「地熱發電與多目標利用」之需求。	2. 謝謝指教。本區地下水是否足夠「地熱發電與多目標利用」之需求，尚待第二階段產能測試提供相關資料。
	3. 建議之井位，應指出優劣排序(含說明)，供決策者參用。	3. 謝謝指教。已於第9章列入建議井位之優劣排序。

97.09.10.「金崙地熱發電示範系統探勘評估委託技術服務案」說明會意見及處理情形

委員姓名	審　查　意　見	意見答覆及處理情形
許處長士元	1. 早期於宜蘭發展之地熱井發電，何原因造成停止運轉？	1. 清水地熱因井內結垢問題，使產能逐年下降不符成本，故電廠停止運轉。
	2. 本縣金崙地區地底之能量有多少？	2. 3.95 MWe，詳本報告第二部份第11.5節。
宋議員賢一	1. 未來若有其發展時，土地相關問題務必及早解決。	1. 目前金崙溪右岸(南岸)之土地多為財政部國有財產局管轄之農牧用地及其他未登錄地，未來若堤防設施完成後，未登錄地將轉成縣府管轄地，故未來若有發展地熱發電時，將即早解決土地問題。
	2. 目前金崙溪右岸(南岸)處仍有部分無堤防，未來若於此處發展地熱，河道疏浚及安全問題務必注意。	2. 目前由本府工務處水利科負責河道疏浚及堤防施作，至於目前未完成之堤防，水利科已於今(97)年08月發包執行。
蔡議員義勇	1. 地熱發電是否有安全疑慮？	1. 目前世界各國尚無地熱發電廠發生公共意外記錄。
	2. 金崙地熱是否對地方生態有影響？	2. 規劃未來使用之地熱水85%回注至地下，15%提供溫泉相關業者使用，業者使用後之溫泉廢水須依事業廢水相關規定處理後方可排放，以符合保護地方生態的目的。
	3. 地熱發電是否有對地方充分協調？	3. 本案尚在探勘評估階段，若評估結果具發電潛能，在設立發電廠前將先與地方人士進行充分溝通。
	4. 有關未來經營權問題，必須充分評估。	4. 本案尚在探勘評估階段，若評估結果具發電潛能，未來必將相關問題納入考量。
江議員堅壽	1. 民國70多年期間，臺灣到處都有在打深井，並取得許多資訊，卻都沒應用，為何現在還要再於金崙打井？	1. 民國70年代政府於全省進行地熱井鑽鑿，以瞭解地熱資源的分布，做為後續地熱開發優先順序的考量。金崙地熱區即因過去調查資料顯示具較高的地熱發電潛

		能，獲經濟部能源局選為五處的地熱發電示範系統開發區之一。本案利用新探測技術進行地熱構造調查，研選最佳井位進行地熱井鑽鑿，待井孔完成後將進行產能測試，以評估金崙地區進行地熱發電的可行性。
	2. 就簡報上得知有井位1、2可供選擇，為何最終選擇井位2？	2. 就資源調查的結果而言，井位1與井位2均為良好的鑽井地點。但井位1位於交通部觀光局代管之土地上，本團隊於97年5月至交通部觀光局溝通協調用地事宜，由於該土地近期將進行BOT招商，短期內無法提供本案之用，基於時程考量，故選擇井位2。
	3. 未來多目標利用之位置是否坐落於原住民保留地，以及未來回饋鄉民之問題，請務必重視。	3. 本案所預訂規劃之多目標利用位處金崙溪右岸(南岸)，屬財政部國有財產局管轄之農牧用地及其他未登錄地，未來若堤防設施完成後，未登錄地將轉成縣府管轄地；該處土地雖未座落於原住民保留地上，但未來若有發展地熱發電時，仍將回饋鄉民之問題納入考量。
	4. 未來金崙地熱若有發展開發之可行性，因地方財政拮据，建議請政府補助並吸收其開發成本。	4. 本案所鑽鑿之地熱井為能源局之補助井，作完相關試驗取得資訊結案後，地熱井相關設備將不拆走並留下，若未來民間投資時可再利用，省下一筆鑽井費；至於對外相關聯絡道路之開闢，本府將請中央機關協助。
陳鄉長進福	1. 地熱發電之效能有多少？	1. 3.95 MWe，詳本報告第二部份第11.5節。
	2. 未來地熱發電之廠區需佔地多少？	2. 需2公頃，詳本報告第三部份第8.2節。
	3. 未來地熱發電及多目標利用所需水量是否足夠？	3. 未來開發需再鑽鑿新生產井。

	4. 地熱發電成本為多少？	4. 發電成本視電廠規模及運轉年限而不同。以3MWe的電廠運轉三十年估算，一度電的發電成本約新台幣5元。
翁處長義芳	1. 請注意質(品質)與量(持久性)之問題。	1. 安全出水量及電廠運轉年限為地熱發電廠設計及成本估算之必要條件，未來若具發電潛能，必將此二條件列入考量。
	2. 對於未來環境及其他各方面問題，請作好評估。	2. 金崙地熱未來若具發電潛能，必將環境及公眾溝通納入優先考量。
	3. 請多考量老百姓之觀感及接受度。	3. 替代能源之發展與開發為國家既定發展之政策，本案未來探勘試驗後，若有發展可能性，經濟部能源局將會再投入開發，考量老百姓之觀感及接受度，本處亦將辦理地方說明會，充分作好溝通協調。
	4. 未來本案結案後，建議不要封井，可改成觀測井或其他利用。	4. 本案所鑽鑿之地熱井為能源局之補助井，作完相關試驗取得資訊結案後，地熱井相關設備將不拆走並留下。

97.12.03. 多目標利用規劃期初簡報審查會議

委員姓名	審查意見	意見答覆及處理情形
周副處長惠文	1. 請增加溫泉蒸氣景觀資源之描述；溫泉療養主題部分，可納入自然療養之概念，並考量空間能量的想法、打坐、坐禪等活動。	1.關於溫泉蒸汽景觀為發展溫泉主題園區之重要遊憩資源，已納入本報告第三部份4.1節現況資源分析中。有關自然療養主題已納入本報告第三部份第8.2.2節規劃主題中。
	2. 請強調區內綠能、綠資源使用之發展，並在供需平衡下進行規劃。另污水處理廠位置請再考量，目前位置依據現況地勢為較高的位置，污水需回抽，不符合經濟效益。	2.在規劃目標中強調永續能源之使用。關於汙水廠位置已調整至基地中地勢較低的位置，詳本報告第三部份圖8-3。
江科長慧卿	1. 目前規劃之能源事業區面積不足，有關溫泉露頭位置、回注井位置、鑽井位置、溫泉潛藏區均應納入範圍考量。	1.能源事業區修正後依據廠房規劃之需求、露頭位置、回注井位置、鑽井位置進行考量，已修正至合適面積，詳本報告第三部份圖8-3。。
	2. 考量整體規劃經濟規模，請將擴大範圍至出海口處，並清查相關的土地地籍及地上使用資料。	2.遵照辦理，目前將計畫範圍擴大為30公頃。
	3. 期末階段需評估整體經濟規模，包括回收年期、用地變更相關步驟、經費評估、分期可能性、政府與民間分別投資…等獎勵民間投資可行性評估。	3.遵照辦理。
	4.「初步熱水儲集層概念模式」及「初步地熱潛能評估」之結果分析完成後，請續補充溫泉鑽探相關資料。	4.遵照辦理，已補充。
	5. 考量相關交通配套措施，大眾運輸系統、車站設施、台九線等基礎建設均應納入規劃考量。	5.遵照辦理，針對交通配套措施提出構想，詳本報告第三部份第8.3節。
	6. 堤防結構體及鄰旁防汛道路等綠美化均應納入本案一併考量。	6. 已納入考量，詳本報告第三部份第8.2節。
	7. 期末審查通過後，請協助設計精簡版(中英文)說帖，印製費用由本府支應。	7.遵照辦理。
豐宇易鵬舉先生	1. 目前台九線阡仔崙橋之橋梁與地面之距離太低(部分路段)，在規劃階段需將未來機具動線或交通問題納入考量，或考量新設引道之可能性。	1.目前計畫區內交通進出，考量以新設引道辦理，詳本報告第三部份第8.3節。

承辦黃智偉先生	1. 第1-1頁:地熱發電示範系統探勘評估補助要點應該是在民國94年08月02日通過。 2. 第1-4頁：圖4.2-3中台九線及鐵路交通動線標示及位置錯誤。 3. 基地範圍請擴大涵蓋台九線聯外交通。 4. 第4-8頁：第四章現有土地清查部分，請再詳查其承租戶資料，土地所有權人請再敘明權屬單位。	1.已修正，詳本報告第三部份第1.1節。 2.已修正，詳本報告第三部份第4.1節。 3.已修正，詳本報告第三部份第4.1節。 4. 已修正，詳本報告第三部份第4.1節。

98.03.10. 初步熱水儲集層概念模式與多目標利用規劃期末簡報審查會議

委員姓名	審 查 意 見	意見答覆及處理情形
許處長士元	**1. 初步熱水儲集層概念模式建立** a. 結案報告書請務必再加強探勘評估結果完全印證本計畫第一階段「初步熱水儲集層概念模式建立」之分析結論，俾利本府再向經濟部能源局爭取經費再投資地熱資源。 **2. 多目標利用規劃期末報告審查意見：** a. 第5-5頁：文字倒數第二行「…位於台南進入台東…」，應修正為「…高雄屏東進入台東…」。 b. 第5-6頁：預期本計畫區之遊客量可以佔台東旅遊人次之3%，該比例(3%)之依據為何？是否會隨年增加或遞減？請考量。 c. 第5-8頁：表5.1-4中之河域活動，可以再增加卑南溪泛舟活動。 d. 第5-11頁：第二節台東休閒市場趨勢研析之內容稍不足，請再加強，並可加入太麻里鄉之政策面發展。 e. 第6-20頁：東台灣知本溫「全」世界全區配置構想圖，請修正為「泉」，並請一併檢視其他內容錯字。 f. 第9-16頁：文字倒數第一行「…為台南進入台東之起點…」，應修正為「…為高雄屏東進入台東之起點…」；第一段之遊客量251,972人與第5-6頁之人次不同，請修正。 g. 第9-17頁：住宿收入之租金標準偏高，缺乏誘因說明，請增加註解說明為何該租金偏高，或該住宿之定位，將吸引哪種層面人群前來消費。	1. a.遵照辦理。 2. a.遵照修正。 b.關於遊客量之計算本計畫將依據計畫區之遊憩特性，以及參考台灣類似主題園區之旅遊人口特性進行推估。為便於成本推算以及相關計畫數據之推算，假設在無其他影響因素下，遊客將每年以2%之成長遞增，已修正，詳本報告第三部份第5.1節。 c.已修正，詳本報告第三部份第5.1節。 d.已修正，詳本報告第三部份第5.2節。 e.遵照修正。 f.遵照修正。 g. 本計畫區內因強調溫泉理療住宿，主要希望除了提供一般遊客住宿外，更可以打造出Long Stay的環境，吸引慢性治療疾病的客群進住修

		養。
	h. 第9-19頁：目前金崙地區人口不到2,000人，集中於金崙溪左岸，且相關溫泉管路均已預埋完成，若本計劃溫泉使用費仍參考台北市標準訂為每度50元，似乎太高，請再修正。	h. 因考量制度與政策之建立尚未成熟，暫不納入營收計算。
	i. 第9-48.49頁：兩頁重置成本下之NPV淨現值結論矛盾，請再修正。	i.遵照修正。
	j. 第9-50頁：自償率偏低，請再檢討。	j.相關數據將進行調整。
江科長慧卿	1. 金崙二號井未來恐將無法併入本計畫使用，請將本計畫中金崙二號井相關配置取消。	1.本案多目標利用規劃已無金崙二號相關配置。
	2. 請補充土地編定圖。	2.遵照辦理。
	3. 未來若將以TCL8為生產井，請於第8-7頁中標示出TCL8位置。	3.遵照修正。
	4. 本計畫估計用電需求量約為1.8MW，但本計畫地熱發電初估僅能發電0.4MW，差異1.2MW所需之電費仍需計算於成本內，請修正計算。	4.遵照修正。
	5. 多目標利用規劃中所提出之許多種方案名稱易混淆，請再修正。	5.遵照修正。目前已修正為一種方案。
	6. 請再評估增加生產井建構或TCL9加深之成本費用，納入一併考量。	6.遵照辦理。已增列相關費用於多目標利用規劃相關財務試算表，詳本報告第三部份第9.2節。
	7. 相關租稅及權利金部分，請再確認並補充。	7.遵照辦理。
太麻里鄉公所	1. 本計畫發展特色是否有別於其他縣市之發展計畫，考量本計畫位置臨海，可否將海元素加入規劃。	1.將納入考量。
城鄉管理科	1. 交通部觀光局刻正於金崙溪左岸推行BOT計畫(招標中)，相關溫泉管路地下化預埋均已建置完成；本計畫多目標利用規劃中之溫泉特色是否與之重疊。	1. 本計畫區之溫泉主題主要以溫泉理療搭配溫泉遊憩進行，與多數以溫泉遊憩為主之遊樂區不同。
承辦黃智偉先生	**1. 初步熱水儲集層概念模式建立及初步地熱潛能之審查意見：**	1.
	a. 第3-16頁：圖3-5應為方案B。	a.遵照修正。
	b. 第3-15.16.18頁：比例尺輸出有誤，醒修正。	b.遵照修正。
	2. 多目標利用規劃期末報告審查意見：	2.
	a. 第1-1頁：地熱發電示範系統探勘評估補助要點應該是在民國94年08月	a. 遵照修正。

	02日能技字第09404002320號發布通過，請修正。 b. 第4-2頁：區域內除唯一乙間三寶休閒民宿外(屬違章)，本計畫區域外靠近原建議井位2處仍有乙間民宿(未確認是否違章)，本計畫規劃道路動線時，請考量。 3. 第4-3頁：右岸堤防本府已於97年完成，請修正說明。 4. 第4-10頁：表4.3-1中TCL9號井之深度有誤，應為1004公尺。 5. 第6-5頁：第三段第二行之10□30%，請修正。 6. 第8-26頁：河堤景觀中提及規劃為超級堤防方式構築，將斜坡延長使坡度平緩，請增加圖示說明。 7. 第8-32頁：住宿設施中人次可達110人次，與(尖峰留宿量335人次)不同，請檢視。 8. 本計畫區域旁之山上常有稀有鳥類(大冠鳩)出現，建議可於計畫中納入作為吸引遊客欣賞之賣點。	b.遵照辦理。會在補充於計畫書中。 3.遵照修正。 4.遵照修正。 5. 遵照修正。 6. 增加剖面圖說說明。 7. 尖峰留宿量修正為110人次。 8. 將納入修正考量。

98.04.23.期末審查會議委員意見及處理情形

委員姓名	審　查　意　見	意見答覆及處理情形
楊潔豪教授	1. 探勘規劃及過程相當完整，具有極大之參考價值。	1. 感謝委員肯定。
	2. 氫同位素定年引用陸島工程顧問公司2002年報告，如能在9號井做水源定年，更具說服性。	2. 謝謝指教。已補充9號井及金崙2號井之地熱水碳14定年工作，結果顯示地熱水之年代超過45000年，推測兩者之地熱水來源應相同。相關內容補充於第二部份第9.4節。
	3. 孔內溫度恢復曲線、地層溫度及電阻率等資料能測定及對比，有助於台灣未來地熱研究了解，及9號井深層之推估。	3. 謝謝指教。
	4. 補注區範圍之確定有一定之難度與確定行，宜注意。	4. 謝謝指教。由水質化驗成果及碳14同位素定年結果顯示，本區之地熱水屬於半封閉或補注緩慢的地下水，以目前常用之集水區補注法或基流法推估之補注量僅供參考，未來若後續經費研究，將考慮使用氫氧同位素法，以釐清本區地熱水之補注來源。
	5. 未來如能確定9號井及中油二口井生產層之間關係，本區有些地熱模式推估可更定量化。	5. 依據本計畫蒐集同位素定年之資料顯示，地熱水之年代超過18000年以上，水質資料分析結果顯示本區9號井與中油2號井之水質類似，均為半封閉或補注緩慢的地下水，推測此區域之地熱水來源均相同。
郭明錦教授	1. 本期末報告成果豐碩，值得繼續努力。	1. 感謝委員肯定。
	2. 地熱屬再生能源，再生能源的地熱必需有足夠的補注。建議使用多井干擾試驗及地球化學同位素定年的技術，評估金崙地熱的自然補注。	2. 謝謝指教。此部份將列入本報告之建議事項，提供未來開發及調查參考。
	3. 本期末報告發電初步規劃建議方案B，規劃1.0MWe電廠規模，在未來示範生產過程，可取得寶貴生產數據來作儲集層工程的評估，繼續改良	3. 謝謝指教。

	儲集層概念模式，由方案B開始，根據1.0MWe生產數據，作為未來擴充的基楚。	
	4. 本計畫值得繼續，同時工研院團對在新進專業人才的培育、軟體及硬體，在Production Engineering 及Reservoir Engineering專業的提升，值得加強。	4. 謝謝指教。
	5. 本期末報告壓力回升試驗結果顯示膚表因子為＋9.9，很可能因泥漿使井況破壞，建議未來鑽井作業考慮使用空氣，避免泥漿破壞井況造成顯著的膚表效應。	5. 謝謝指正。依據紐西蘭地熱井鑽鑿的經驗，用清水取代泥漿進行鑽井期間之降溫及潤滑劑，可提昇地熱水產能20%以上，國內尚無相關的鑽鑿經驗，相關議題已列於本報告的建議中討論。
蔡志芳委員	1. 由於本案具有示範作用，所以相關資訊取得之完整與確實度，如能做高度合理的判讀與分析，將可供其他後續新案計畫之參考，以避免嘗試錯誤，虛擲成本。	1. 謝謝指教。
	2. 由本案所處之地點，位於原住民保護區，因此，如欲進行開發或賡續探勘，則必須在原住民族權益保護法規的架構下，力求減少可能的法律爭議。特別是在環境影響評估與住民權益公聽會中，應力求能獲得利害相關住民之同情與認同。因此，在多功能規劃下，應設計與原住民相得益彰的權益設施規劃。	2. 謝謝指教。未來開發時台東縣府定將依相關法律程序進行，並召開相關說明及公聽會，以取得環保、政府及地方三贏的局面。
	3. 由於本案所處的土地最高主管機關，有屬中央，部分屬於台東縣政府，因此，相關法規之釐清與協調，亦宜有所整理與規劃，其需地方制定自治條例或發布法規命令者，亦宜請相關機關協助，以減少阻力，並確保開發執行之合法性及減少紛爭。	3. 謝謝指教。土地取得與徵收問題，台東縣府將依政府相關法令進行。
	4. 對於本案開發與執行衍生之相關問題，如有無廢水之產生、對地表之水源與土壤有無可能污染等，亦宜參酌相關法規預為了解，以利因應。	4. 謝謝指教。
	5. 將來不管採取BOT或OT方式開發，為便於民間有意願投資，則擬具重大建設的獎助與租稅減免等，亦宜及	5. 謝謝委員指教。此部份未來在擬定招商說明時將一併列入考慮。

	早規劃，草擬具體、合理的法律說貼，將供本案之開發增加有利的條件。	
費立沅委員	1. p. 3-9~3-11引用之資料、分類表及地層分布圖等都屬較舊之成果。有關台東南部地區之水文地質，建議參考水利署委託吳銘志教授完成之台灣地區地下水文圖內容。	1. 謝謝指教。 a. 吳銘志教授完成之台灣地區地下水文圖係以50萬分之一之地質圖為底圖，不符合本計畫小區域使用。 b. 為求水文地質分類之一致性，本報告水文地質分類採用張秉權、吳建民(1989)之分類表，考量其準則較為簡便且彈性，並以地質圖為底圖重新彙編，如圖3-5以陳肇夏等2000年版台灣地質圖為底圖，而圖6-12以匯編自工研院能礦所1984年版地熱地質圖及現地查核之成果為底圖，彙編成小區域之水文地質圖。
	2. p. 4-3數值高程模型資料部分，近年已有平面解析度為5m的資料或是利用LiDAR技術所拍攝精度更高的資料，應一併加以說明。	2. 謝謝指教。本區目前未蒐集到5m精度DTM或LiDAR資料。
	3. 第4.3節前人研究之地質資料彙整部分，建議：(1)將各褶皺與斷層之參考文獻出處加以區分。(2)圖4-4之圖名建議更改為「台東縣東南部地質構造描繪圖」；圖面上之背斜與向斜軸請使用標準符號標示；斷層如已確認性質，應使用不同符號表示；斷層分布之位置可以分別使用實線或虛線表示肯定與不確知；各地質構造接觸關係，請設法正確繪製。如果有可能，應設法將報告中所有之地質圖表現之內容統一，或是註明彼此差異之原因。	3. 謝謝指正。遵照委員意見修正，相關內容修正於第二部份第4.3節。
	4. 有關調查區附近區域的主要地質構造方向，依照第4.3.3節為北北東－南南西，而在第4.5.3節則為東北東－西南西，兩者之間還是有一定角度之差異。建議應以構造線方向(亦即北北東－南南西)分析成果，較能代表區域地質的特性。圖4-10沿主	4. 謝謝指教。圖4-5之統計以區域地質圖內容為主，以呈現區域構造線方向之特性，其以反映擠壓應力之走向特性。至於圖4-9及圖4-10之統計以水系及線型為標的，主要為了解區域性地質弱面分

	要溪流方向繪製之位態較偏東北東－西南西方向。	佈狀況，通常以高角度之剪切破壞較顯著。
	5. 請在解釋相關成果時，儘量更合理的說明清楚，例如TCL-9之鑽井位置選擇(理論上與實際上)、TCL-9未來做為補注井之適宜性等、有關地層或是地質構造部分建議說明是討論區域性或是地熱區。	5. 謝謝指教。 a. 鑽井位置選擇相關說明補充於本報告第二部份第8.1節及8.2節。 b. 有關補注井部份補充說明於本報告第二部份第12.7節。
	6. 報告所蒐集之資料相當豐富，建議彙整不同資料與調查、探勘成果，實際應用於本案之重點，如能列表將更具參考價值。	6. 謝謝指教。補充相關資料於本報告第二部份第9.1節。
	7. 建議將本案之成果分成淺層(約500~700m深度)、中層(1000~2000m)與深層(大於2000m)，分別呈現各自具有之地熱(或是熱水)的情況、依據之判釋理由、開採建議、可能遭遇困難等。	7. 謝謝指教。由溫度與深度之分析可知，本地熱潛能區地下之溫度分布約以深度500公尺為界，淺於500公尺之地溫梯度相當高，500公尺以下之地溫梯度則明顯趨緩。以熱水賦存而言，由於本區之岩性以板岩為主且地質構造複雜，熱水之開採不易，主要地熱儲集層應以裂隙帶為主。本區地熱資源之開採以鑽鑿至破碎帶為較有機會，依大地電磁調查結果推測，潛能區下方深約2000公尺為主要構造破碎帶，未來地熱生產井鑽至該裂隙應可獲得較佳之產能，由於地球物理調查資料為間接證據，未來地熱資源開採仍面臨不確定性。相關說明已納入本報告第二部份第12.7節中。
	8. 蒐集之舊井資料，建議將濾管深度、現況及其他具有參考價值之資料一併呈現。	8. 謝謝指教。相關說明補充於本報告第二部份第6.2節。
蘇福欽委員	1. 資料搜集完整，成果非常豐碩，足可藉以評估本地區之地熱發電及多目標利用規劃之用，建議採用地熱發電與觀光規劃並行之双軌計劃，即時積極進行規劃開發方案，以爭取時效，發揮既有的優勢。	1. 謝謝委員肯定及建議。

能源局 黃育欽科長	1. 地熱探勘很辛苦，往往無法達到預期效果，感謝台東縣政府協助執行本計畫。	1. 謝謝指教。本計畫已建立金崙地熱概念模式之目標，說明如下: (a) 本計畫於97.05.22.進行第一階段成果報告及井位建議時，曾提出1000公尺之探勘井可能僅鑽至低電阻帶的蓋層位置，無法鑽至主要熱水儲集層。此外，本計畫亦採取TCL-9三組不同深度之岩屑進行X光繞射分析，以瞭解不同深度與溫度及電阻探測電阻值間之關係，分析結果顯示在深度676公尺之低電阻帶粘土礦物之相對含量高達40%，高於深度317及937公尺之粘土礦物含量一倍，進一步證實大地電磁探測之低電阻率帶為蓋層之所在，並驗證本計畫建立之地熱概念模式的可靠性。相關說明列於本報告第二部份第10.4節。 (b)本計畫利用前人研究及現地調查資料建立金崙地熱區之概念模式，懇請能源局持續支持金崙地熱區之後續開發，台東縣府將全力配合建立台灣第一個結合地熱發電、休閒與教育展示的地熱專業區。
	2. 台東縣政府針對金崙溫泉所做之多目標規劃，未來應有比較具體的方向及具體成果。	2. 謝謝指教。金崙地區開發之主要特色為地熱發電廠，期能源局能在地熱發電廠建置之技術及經費大力協助，台東縣府將全力配合執行。
	3. 國科會目前在推動國家型能源計畫，其重點為太陽能、風力亦包括地質能源，能源局再生能源中海洋能及地熱目前尚無具體成果（電廠），以清水、金崙發電機率最高地區優先推動，地質能源部分政府會持續推動。	3. 謝謝指教。感謝能源局能持續推動，台東縣府亦將配合中央政府政策，持續金崙地熱發電之推動，以建立地熱發電廠，達到節能減碳的目標。

工研院 柳志錫副組長	1. 本次會議依經濟部能源局與台東縣政府95年度「地熱發電示範系統探勘補助案（金崙）」合約履約標的內容審查原則上符合。 2. 請承辦單位台東縣政府依審查意見修正後併入期末報告，送能源局複審。 3. 本次期末會議及下午探勘現場查核記錄，由工研院整理後提報能源局核示。	