

# 山區觀光風景區潛藏於地下之藍金探勘實務- 以雙流森林遊樂區為例

許世孟<sup>1</sup> 羅鴻傑<sup>2</sup> 陳柏瑞<sup>3</sup> 柯建仲<sup>4</sup> 林燕初<sup>5</sup> 黃智昭<sup>6</sup>

## 摘要

臺灣南段地區受氣候變遷效應影響，致使豐枯水量差異明顯加遽，造成供水承載力降低，而山區觀光風景區觀光客倍增更是讓當地水資源需求捉襟見肘。為尋找觀光遊憩區或山區聚落之補充或替代水資源，增加政府水資源調度能力，本研究聚焦於觀光風景區地下水資源之開發實務技術建置，並以屏東雙流森林遊樂區為例進行說明。

山區觀光風景區所處的地質環境多由固結岩層所組成，岩體長期受到大地應力作用，多具有節理或裂隙，可成為為地下水主要流通與儲蓄的管道，根據以往隧道工程開挖經驗，多伴隨著大量湧水，可能蘊藏著地下水資源可供開發利用；然而地下水於岩層之流動受控於含水層或岩體裂隙之優勢水流路徑及其水力傳導性質，與平原區的孔隙介質中的流動形式有所差異，也使地下水調查開發工作較為困難。為解決此問題，本研究旨在建構出整合現地水文地質調查與數值分析的地下水資源開發實務技術，希冀在有限的調查資源下，能迅速、有效且系統化的依據場址屬性規劃出具指標意義的調查內容及分析方法。

本研究所建置地下水開發實務技術，有別以往採用傳統岩芯樣本判釋，或是單孔的水文地質調查，只能進行點的推估，無法延伸獲得真實之水流路徑。因此，本研究嘗試建立井群(multiple well)的水文地質調查來尋找裂隙岩盤之優勢水流路徑，透過單井孔內攝影與熱脈衝流速儀之數據分析，標定具高潛勢水力連通區段裂隙之位態來推估可能之地下水路徑，並依其延伸方向來設計井場之布井位置，其後井群進行跨孔流速調查試驗，確認該重點裂隙向外延伸後形成之地下水流通路徑是否符合原先預期。此外，並以等效孔隙介質模型或離散裂隙網路模型來建構裂隙岩體數值分析模式，模擬分析場址重點透水區段、優

---

<sup>1</sup> 財團法人中興工程顧問社 組長

<sup>2</sup> 財團法人中興工程顧問社 副研究員

<sup>3</sup> 財團法人中興工程顧問社 助理研究員

<sup>4</sup> 財團法人中興工程顧問社 正研究員

<sup>5</sup> 經濟部中央地質調查所 技士

<sup>6</sup> 經濟部中央地質調查所 科長

勢水流路徑與潛在蘊含量。

本研究場址位於雙流森林遊樂區內，共規劃 1 孔觀測井、1 孔地質井及 4 孔複井，本場址地質圖上為潮州層，此處潮州層以硬頁岩或板岩為主。根據雙流井場地質井井內攝影調查、地下水流速調查以及封塞水力試驗等試驗項目，綜合比對得到 30~32m 之間存在透水區段，並以此透水不連續面為出發，考量四周環境與地形因素，依照不連續面位態向外延伸布置井群，不連續面的位態傾向約為  $56^\circ$ 、傾角約為  $54^\circ$ ，以該不連續面位態在空間的延伸方向計算，試驗井由一號井至四號井的規劃深度依序為 45m、35m、35m 與 25m，其深度配置依據為與不連續面相交為主，以確保預測之透水裂隙面均能切過井群，預估通過 1 號井的區段為深度 27~29m，通過 2 號井的區段為深度 28~30m，通過 3 號井的區段為深度 26~28m，而通過 4 號井的區段為深度 21~23m。再根據 1~4 號井流速調查結果可知，預估不連續面切過的深度，其孔內流速皆有產生速差變化，代表於該區段內地層與孔內地下水有流動的情形，此結果與預測的透水區段完全吻合，亦證明了本場址之地下水流路徑與裂隙位態有著密不可分的關係。為能完整描述井場含水層水文特性，並獲得更多場址水文地質參數的空間分布狀況，本研究進行跨孔地下水文試驗，在 1 號井抽水的狀態下水，於 2 號井、3 號井與 4 號井內分別進行流速量測，以獲取在跨孔抽水狀態下孔內水流變化結果，根據量測結果，2 號井的連通區段為深度 28~30m，3 號井的連通區段為深度 16~18m，而 4 號井的連通區段為深度 12~14m，此結果為本研究所探測之井間優勢水流路。最後，本研究藉由複合分析模式來探討井場高透水連通路徑，並與現地調查成果進行比較驗證，模式分析模擬結果顯示，除 4 號井之結果受井間距離影響而導致差距稍大，2 號與 3 號井模擬所分析獲得之高透水區段與現場實際透水區段幾乎吻合，若未來可透過更多現地孔內攝影調查或露頭調查資料，應可將模式分析之透水區段準確度提高，使得地下水資源可開發之熱點能更精準的掌控。此外，本研究利用複合分析模型模擬之區域孔隙率也推估井場之地下水孔隙蘊含量，初步估計地下水孔隙蘊含量為 43,082 噸左右。綜整來說，透過本研究提出的現地水文地質實務調查技術搭配複合分析模型，已可有效掌握及評估出井場內主要透水區段、各位置可開發的區位與蘊含量，此項實務技術整合分析流程將可提供未來相關單位參考使用，藉以擬定適切的地下水資源開發管理方案。

**關鍵詞：**山區地下水資源、優勢水流路徑、跨孔地下水文試驗、複合分析模型