

花東線鐵路電氣化新建工程價值工程研析

¹卓逸程 ²許書銘

¹中興工程顧問公司 工程師

²中興工程顧問公司 專案經理

摘要

花東地區東臨浩瀚的太平洋，西面雄峙中央山脈，依山傍海造就無數的山川美景；地廣人稀，無工業化的污染，為台灣僅存的淨土。政府為維護這塊淨土的永續發展，並以「善用東部優勢資源，追求經濟、社會及環境之永續發展」為願景，期盼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發展典範。在政府推動此項花東地區之永續發展計畫中有關交通政策，係以「花東線鐵路電氣化」做為串聯北部都會區之主要交通動脈。鐵路電氣化對花東地區未來發展之影響既深且廣，本文以原綜合規劃設計案為研析標的，藉以價值工程方法論，針對鐵路營運需求的探討、路線配置、站場月台股道之使用分析及配置、新建雙軌隧道之選線等方案進行研析，提出價值工程建議方案，期望能達成「提高價值(機能/成本)」之研析目標。並期盼此計畫研析的成果，影響深遠，並成為花東地區未來創新與永續發展之重要關鍵。

關鍵詞：價值工程、鐵路電氣化、鐵路營運需求、路線配置、站場配置、選線

一、計畫概述及研析目標

花東線鐵路穿梭於花東縱谷，沿線盡是一片綠意盎然和綿延的秀麗山脈，近年來，花東地區已發展成為一個嶄新的國際觀光旅遊景點。為了維護花東縱谷優美之自然生態環境，避免破壞本區得天獨厚之觀光產業，政府規劃在既有的鐵路運輸骨幹上，建構東部地區快捷、安全、綠色的鐵路大眾運輸系統，以縮短行車時間，有效紓解花東線鐵路擁擠情形，大幅提昇東部地區整體運輸效能。

在政府推動此項花東地區之永續發展計畫中有關交通政策，係以「花東線鐵路電氣化」做為串聯北部都會區之主要交通動脈。花東線鐵路電氣化工程範圍起自花蓮站，止於台東站，涵蓋 30 座車站，路線全長約 155.5 公里(詳

附圖 1)。工作內容包含：花蓮站~台東站間新建雙軌及曲線改善，部份小曲率半徑之路段改善，以及本範圍路段新建鐵路電氣化電力桿基礎(含錨錠、號誌、電訊等)之相關配合設施。本研究特選出部份原規劃內容，以價值工程方法進行研析，以選擇最佳之設計或施工替代方案，研析目標為「提高價值(機能/成本)」。

二、研析過程

本研析自工作起始後，即展開各項籌備工作。除依規定準備研析工作計畫並取得核准外，在正式研析會開始前，即召集成員瞭解未來工作概況，先行檢討原規劃內容所提供之各項圖說文件資料。為能圓滿完成價值工程替代方案研析任務，研析小組領隊及所有成員皆特

別遴選專業能力相關具有鐵路設施實務經驗及價值工程研析經驗之資深人員，領隊及協調人並與交通部鐵路改建工程局東部工程處承辦人員多次討論，請益研析進行方式，並安排好各項行政支援等事項。本次研析特別感謝東工處長官在百忙之中能撥空參加，並給予非常寶貴的意見。為使研析能順利達成預訂目標。研析

小組將工作分為「研析前準備工作」、「研析工作」、「研析後續工作」加以規劃執行，研析工作分為研析前置階段、資料階段、機能分析階段、創意階段、判斷階段、發展階段、建議階段、實施階段、研析後續階段等九個階段進行，主要流程如下(詳附圖 2)：

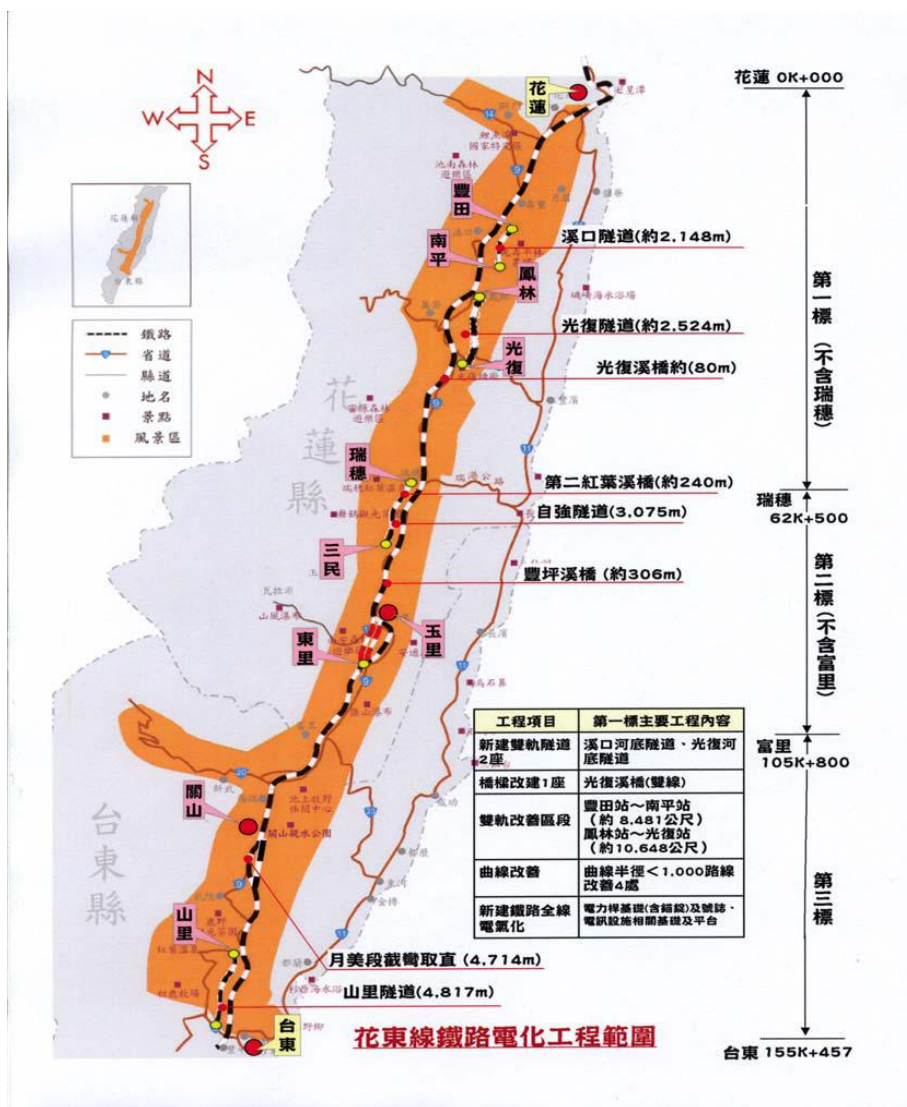


圖 1 花東線鐵路電氣化工程範圍

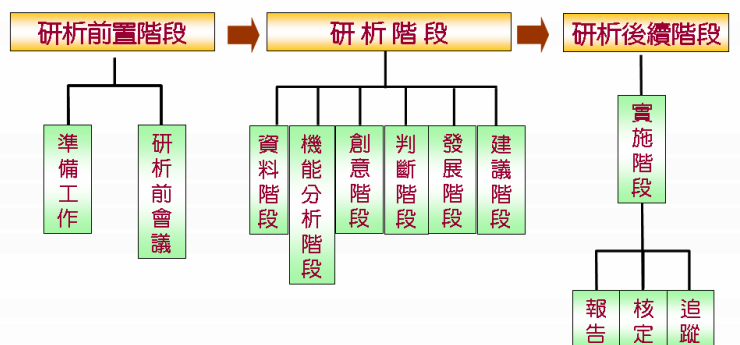


圖 2 價值工程研析作業流程圖

本研析小組之準備工作由領隊及協調人準備研析工作計畫，並提供本工程之委約圖說及檔，招標文件及相關圖說、地形、地質、既有管道及水路、既有施工及聯外道路等相關測量、調查報告、工地現況照片以及相關成本資料。隨後召開研析前會議由協調人進行初始工作簡報，使研析小組對研析標的與業主需求有所瞭解；再經研析小組對工作計畫進行討論以確認研析工作內容及時程。工地勘查完畢並就相關問題詳細討論後，領隊請研析小組成員根據個人專長經驗，列出可能研析的範圍，經整理後共列出(24+29+26)項作為本案之研析範圍。

針對各項研析範圍進行機能分析，列出相關機能並確定關鍵機能，再根據主要機能需求列出可能

構想。產生構想係針對所提出項目由重新審視機能來思考替代的方式，且於創意階段所提出構想均為天馬行空不需判斷之方案，藉由產生構想表來尋找可能的替代方案，本階段總計約為(112+145+132)項創意構想方案。在眾多的構想中必須藉由有系統的方法加以判斷評估，篩選出於未來較可能成為建議案的構想，以避免構想過於發散。因此，研析小組是針對前述

創意階段所提出之各項構想進行比較與評估，篩選出數個較可行之構想，供發展階段進行更詳細之研析及評估。研析小組於判斷階段所使用之判斷方法及相關工作表格，主要包括構想之優缺點比較、可行性評估、權重評估、矩陣評估以及逐項檢討…等方法。

發展階段之主要工作即是針對上述判斷階段進行刪減及收斂後，所選取之優選方案進行發展，包括蒐集補充更詳細之補充資料，評估提出可能之建議方案；並預估建議方案之詳細成本資料，以及提出可能對機能或工期產生之影響及配套措施，必要時並繪製相關草圖，將之逐漸發展成完整之建議案。

三、價值工程成果部份摘要

本次研析總計被接受 23 個價值工程建議案及 13 個設計建議案，其中部份建議案內容敘述逐案詳列如下：

3.1. 曲線半徑改善

工程範圍起自花蓮站，止於台東站，路線全長約 155.5 公里，其中有數處之曲率半徑小於 1000m 之路段，分別是志學站—壽豐站、光復站—富源站等，共計 11 處。改善後行車速度均可

提昇至 130km/hr，其他路段，如改為曲線半徑達 1000 公尺，如池上站至海端站間(113K+720)，將拆遷部份民宅多處及軍事營區，其詳細規劃及拆遷範圍須待詳細測量資料之成果後再規劃，故建議列入長程計畫進行改善。

3.2. 台 11 丙改道

原規劃方案溪口隧道段在通過台 11 丙部份，以明挖覆蓋施工，需改道且封閉部份車站或採半半施工法施工。臨近旁邊之沉砂池及既有水路皆採臨時改道，隧道完工後必須復原。建議原則上仍使用半半施工法施工，但部份路段可考量採鑽掘隧道通過。若以鑽掘隧道通過台 11 丙，則不需改道且土方量少。其中鑽掘隧道穿越沉砂池底部部份，相關地盤改良及防水為重要工作項目之一，同時管幕工法已相當成熟，可考慮適當運用於穿越道路段。

3.3. 新建溪口隧道之北洞口移位

溪口隧道北洞口位於花蓮縣壽豐鄉近台 9 省道壽豐溪處之北側，隧道改線後與舊線洞口之配置。原規劃案之路塹高度減小，剩餘土方量變少，且隧道洞口之設置會影響舊隧道之營運。建議案之新建洞口位於舊有洞口之東側並因原洞口開挖路塹高達約 15 公尺，故再向北側移動，以減小洞口開挖路塹之高度。故新隧道與舊隧道間保持適當之距離，且減少路塹之開挖規模。在隧道洞門之型式方面，可考慮正傾斜拱門型式，為明挖覆蓋隧道型式，隧道上方在土方回填後並進行植生。目前新建之鐵路隧道洞門多採傾斜式洞門。

3.4. 新建山里隧道方案

原綜合規劃因整體考量路線線形、地質風

險、水文水理、景觀衝擊、環評作業、計畫時程、工程經費、營運維修等因素，綜合評估分析隧道方案與高架橋方案。各個層面顯示隧道方案，除了無法像高架橋方案可於本路段取得景觀方面之優勢外，而在路線、工程經費與營運維修層面約均為可接受範圍，對於地質、水文、環評、時程等項目，則充分顯示隧道方案之優勢。又加上本計畫預定 5 年完工通車之壓力下，隧道方案預估可順利達成，然高架橋方案則有諸多地質、水文疑慮，連帶造成環評及時程之延宕，並不利於整體計畫之推動。建議新建現有山里隧道西側約 40 公尺處規劃興建雙軌隧道。但詳細之新山里隧道路線未來將配合地形測量資料，以便釐清較為適當之隧道高程，新建隧道原則採長隧道方式規劃，並應以不妨礙沿線支流排水等原則規劃縱坡高程。其路線規劃應能滿足可增加施工工作面，以縮短工期。

3.5. 鹿野溪橋至山里車站間雙軌路線規劃

鹿野溪橋為單軌跨越鹿野溪之鐵路橋，鹿野溪橋路線南邊路線沿著山邊與鄰近道路交錯配置，一直延續進入山里車站。路線條件並不佳，山坡地開挖不利於既有路線營運安全，且短距離內連續有三處曲線，依序為 R=500、800、1000 公尺，行車速度約為 90-100 公里/小時。建議在原有路廊新增一軌形成雙軌或規劃雙軌，新路線建議偏離既有路廊，並整合上述連續之三處曲線合而為一，半徑達 1000 公尺，行車速度規劃為 130 公里/小時，也可避免施工其間對於既有路線營運之衝擊。

3.6. 鹿野車站路線改善雙軌規劃

原規劃方案鹿野車站距台東車站約 14.1 公里，站場設備有一島式及岸壁式月台，路線有 4

股道。現有站場北端月台局部位於曲線半徑 $R=500$ 公尺之範圍，本站未來將為鹿野站至台東站雙軌區間路段之列車交會待避車站。建議新車站路線規劃為 2 島式月台及 4 股道，月台長度 260 公尺並改善鹿野站北邊之曲線半徑，達到行車速度達 130 公里/小時。同步建構完善之列車交會待避功能。

3.7. 跨越台 9 線公路橋梁

瑞穗站—三民站 65k+700 處，此處正位於越瑞穗外環道橋梁內，原綜合規劃設計曲線半徑為 800 公尺，受限於台 9 線公路橋梁曲線半徑，只能改善為 900 公尺，配置雙軌化並改善曲線及提升速度達 90KM/H 以上。

3.8. 三民~玉里截彎取直與台九線交會處

原綜合規劃設計新建車行箱涵與舊台九線立體交叉 ($W \times H = 15 \times 2.5$ 公尺)，因鐵路新線與舊線銜接處距舊台九線過近，以致新線鐵路高程無法抬高至足夠的淨高。南端交會處，採舊台九線部份降挖，以達到最小的淨高 (2.5 公尺)。以不影響舊台九線現況 (不降挖舊台九線)，建議將新建鐵路高程再抬高，可使新建車行箱涵淨高可達 3.6 公尺。因新建鐵路高程抬高，致截彎取直路段新建長度比原設計長。施工中對舊台九線的車輛通行影響小，且舊台九線的道路修復範圍最小。同時解決排水問題。

3.9. 新建自強隧道

原綜合規劃設計新建單孔雙向約 3.075m 隧道，建議路線往西側調整，較原路線縮短 500 公尺，隧道北側及南側兩轉彎段之曲率半徑可改善至 1,100 公尺及 6,200 公尺，隧道縱坡方面，經考量隧道周邊地勢、隧道工法與排水技術後，採北高南低之縱坡佈設。隧道長度縮

短後，棄土量較小，遭遇未膠結地層機率較低，與斷層交會之機率較低，對既有隧道營運影響較低，工期較短，費用較低。

3.10. 自強隧道工作面之增闢

若同意上述建議案：新建單孔雙向約 2,580m 隧道，除南、北洞口兩個工作面外，建議於隧道中段打設施工橫坑，增至四個工作面。此橫坑除可有效縮減工期外，若地質變異性太大時，亦有利於整體施工計畫之調度，俾大幅降低隧道施工工期之風險。同時新增的工程面亦可作為營運階段之通風橫坑，並改善隧道內空氣品質。

四、結論

價值工程的技術即在打破既有的舊思維，透過創意階段的重新思考，判斷階段的詳細評估，到達發展階段和建議階段，每一個過程都在創造更有效率的施工及設計方法。價值工程研析期間，凡研析小組需要之資料，交通部鐵路改建工程局東部工程處長官均能主動積極迅速的提供及給予諸多協助，包括設計簡報及提供詳細資料，對小組及設計單位支持與協助，使研析能順利進行，謹致十二萬分謝意與敬意。而小組成員亦不分日夜工作，克服千辛萬難蒐集相關資料，並在研析過程與相關人員進行溝通討論，以期獲得較佳之研析成果，對價值工程之順利完成，亦有非常重要的貢獻。

參考文獻

- [1] 劉慶尚、沈文修，「提送替代方案範例說明-替代方案實施辦法研討會論文集」(中華價值管理學會/行政院公共工程委員會，2003)

- [2] 張武訓、林宗銘、王志欽、阮劍宏、謝爾貴「政府採購法替代方案之落實機制探討」(中華價值工程學會價值管理第六期, 2004年6月)
- [3] 「2004年中華價值工程學會年會暨價值新知研討會」(2004年8月)
- [4] 「高雄市政府2005城市論壇-價值工程實踐國際學術研討會」(2005年4月)
- [5] 張武訓、林宗銘、王志欽, 「替代方案機制設計與政策探討」(土木水利雙月刊, 2005年8月)