

節能減碳-綠色價值工程於捷運全生命週期之應用

賴建名¹ 蘇福來² 張清華³

摘要

近年來鑒於全球節能減碳議題持續受到高度重視，並配合行政院公共工程委員會大力推動以人本、優質及永續的工程目標，臺北捷運某標案，於細設替代方案執行階段，將節能減碳技術與價值工程結合，以達到節能減碳永續公共工程目標，並藉由碳足跡的概念及價工技術，尋找及確認可降低施工成本及節能減碳的方案，最終降低該案之工程經費及排碳量。本文係說明此綠色價值工程執行概念、組織成員，以及透過綠色價值工程研析，並考量全生命週期(包含施工及營運階段)相關節能減碳措施設計，最後提出並被業主接受 5 項設計替代案及 6 項設計建議案，共節省工程經費 13.06 億元，及減少碳排放量於施工期間計 31,482 噸，及營運期間每年約 450.6 噸，相關經驗及成果期能供後續案例參考。

關鍵詞:捷運、節能減碳、價值工程

Application and Practice of Energy Conservation and Carbon Reduction in Value Engineering

Lai Chien-Ming¹ Su Fu-Lai² Zhang qing-hua³

Abstract

As global climate change has become an increasingly critical issue in recent years, stronger emphasis has been placed on energy conservation and carbon reduction. Responses to these trends are apparent in Taiwan. The Public Construction Commission has promoted human-centric, high-quality and sustainable public infrastructure. An MRT contract integrated energy conservation and carbon reduction technology with value engineering during the detailed design stage. It also used carbon footprint concepts to lower construction costs, conserve energy and reduce carbon emissions.

This paper aims to describe implementation concepts and organizational structure of green value engineering. It introduces five design alternatives and six design proposals formulated using green value engineering and adopted for the detailed design. Each of these ideas considers energy conservation measures over the full project life cycle, including the construction and operation stages. This approach contributed to reducing construction costs by NT\$1,306 billion and lowering carbon emissions by 31,482 tons during construction and 450.6 tons annually during operations. These experiences and achievements can become a reference for future projects.

Keywords: MRT, energy conservation and carbon reduction, value engineering

¹中興工程顧問股份有限公司計畫經理

lcm@mail.sinotech.com.tw

²中興工程顧問股份有限公司部門經理

secdd188@mail.sinotech.com.tw

³九典建築師事務所主持建築師

bio@bioarch.com.tw

一、節能趨勢

人為二氧化碳和其他溫室氣體的排放是造成全球暖化的主要因素，聯合國政府間氣候變遷委員會(IPCC)每5~7年會集結、整理所有氣候變遷相關研究的報告內容，出版一份綜合評估報告，最近一版是2007年第四次評估報告(assessment report 4, AR4)，根據該報告之全球產業調查，建築業消耗了地球約20%能源，佔了20%碳排放量，是最大污染源之一。但從1997年於日本京都召開第三次聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)締約國大會擬定管制協議以來，原訂於2012年底到期的京都議定書，雖在杜哈第十八次締約國大會同意延長至2020年底，但全球各排放大國仍不見抗暖決心。

在此局勢之下，臺灣雖非會員國，仍積極參與相關活動，為了減緩氣候變遷的腳步，2008年6月5日通過「永續能源政策綱領」揭示目標：2020年回到2008年排放量的水準、2025年回到2000年排放量水準。公共工程委員會亦配合政策，以「節能減碳」作為核心，推動公共工程。要求各工程規劃、設計、施工、營運等階段，盡可能採用符合節能減碳的作法，加強綠色能源設備的相關應用。為符合政府相關政策，本公司係於執行臺北捷運某標案時，嘗試將價值工程與節能減碳結合，並落實於設計中，該標工程範圍自於萬華區LG04站北側中央避車線起，沿臺北市萬大路直行，於華中橋前左轉，地下穿越新店溪，至新北市永和區保順路、保生路轉中山路、中和區連城路過景平路口至LG06站(不含)止，路線全長約3.67公里，其間包括二座地下車站、二段潛盾隧道及一段明挖覆蓋隧道工程。

本文係介紹本案如何透過綠色價值工程研析，達到人本、優質、永續工程之理念，並以綠意新生為主軸，配合七大措施(圖1)，落實節能減碳的設計構想。

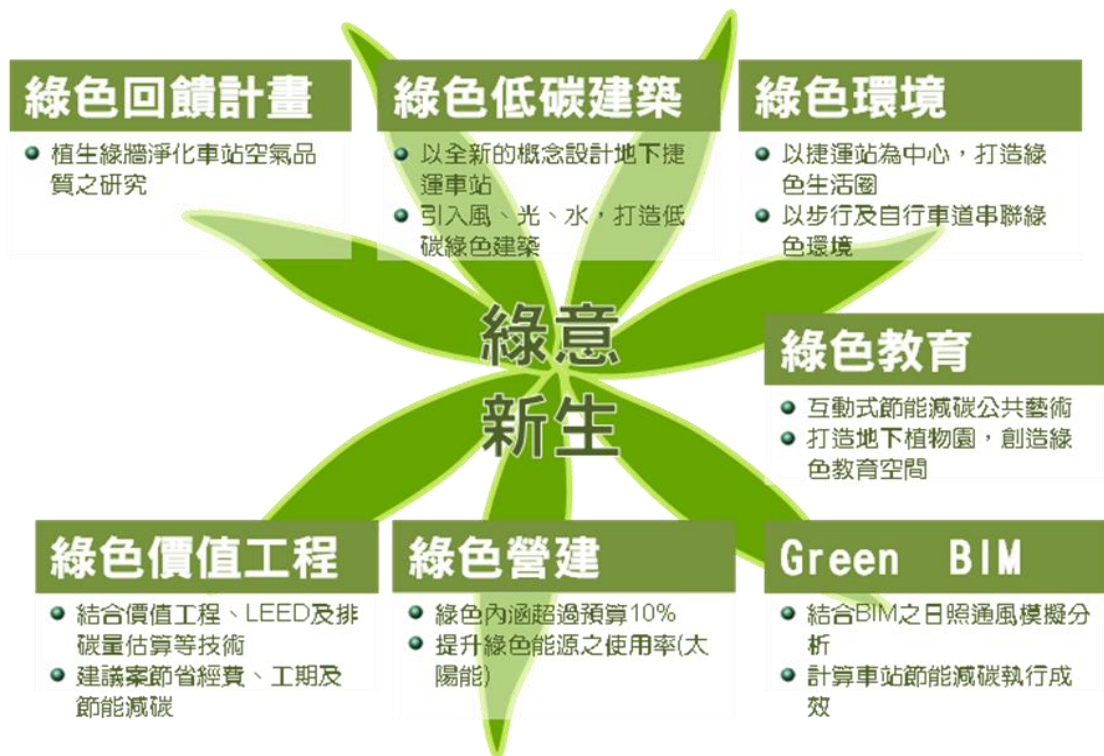


圖1 綠色價值工程執行措施

二、價值工程與節能減碳技術結合概念及方式

價值工程技術目前已經廣泛應用在工程各個階段，為一節省經費之有效方法，近年來隨著節能減碳及永續工程的政策持續進行，價值工程不僅被運用在節省經費目的上，針對綠建築及排碳量估算上(如臺灣綠建築九大評估指標系統(EEWH)、美國綠色建築評估系統(LEED)等)，近年來於國內外亦多有價值工程技術的實踐，在執行價值工程過程中，將工程經費以及各工項可能產生的碳排放量同時進行估算，並進行可行方案的研討，不僅可落實經費節省，更可透過綠色價值工程的執行，達到提升機能、減少衝擊及節能減碳之永續工程綠色內涵的目標。

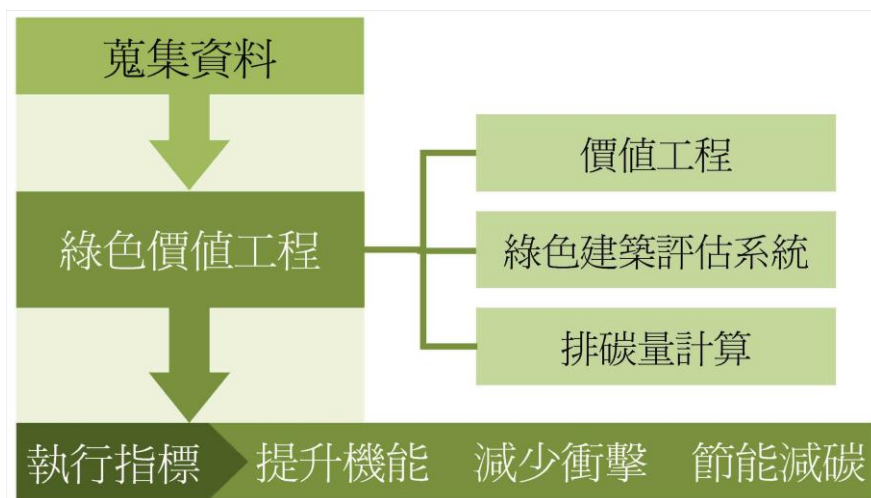


圖 2 綠色價值工程執行構想及目標

於綠色價值工程執行時，有關排碳量估算方式，一般用於溫室氣體排放量評估與計算的方法為排放係數法，其計算公式為：溫室氣體排放量(二氧化碳當量) = \sum 排放強度(排碳活動量如用油、用電、用水及材料使用量) \times 排碳係數(單位排碳活動之溫室氣體排放量，以二氧化碳當量表示)。

在工程的規劃、基設及細設階段，原則上乃以各階段之工程數量為活動量，透過單價分析表中各工項有關人工、機具、材料及雜項等分析，再進行排碳量計算。

規劃及基設階段之工程數量概算，一般僅提供較主要工程項目之詳細數量，其餘細項概以約略長度、面積或一式等計算，而工程概算書則僅以總表及詳細價目表呈現，並未作詳細之單價分析，故此階段之排碳量評估，必須藉由性質類似或規模相當之工程設計經驗，參考該工程之細設單價分析，再套入欲評估之工程案的工程概算書詳細表中，以推估該工程之碳排放總量。

三、綠色價值工程研析方式

首先綠色價值工程的組織成員，依據本案技術特性，並且增加與節能減碳相關專業人員進行研析，本案組織成員及專業如圖3所示。

綠色價值工程研析小組	
VE01 領隊(資深)	VE09 環控工程(資深)
VE02 施工規劃(資深)	VE10 施工估價(資深)
VE03 建築設計(LEED證照)	VE11 排碳量估算工程師
VE04 結構工程(資深)	VE12 ISO14064查證員
VE05 大地工程(資深)	VE13 BIM日照模擬工程師
VE06 隧道工程(資深)	VE14 BIM通風模擬工程師
VE07 土木工程(資深)	VE15 協調人
VE08 電氣工程(資深)	

圖 3 綠色價值工程研析小組成員示意圖

價值工程為一種有組織且系統化的研析工作，著重於系統機能的分析。綠色價值工程則是再加入排碳量計算，在不影響工程項目原定機能下，藉由成本模式(Cost Model)來界定不必要成本，以排碳量模式(CO₂ Model)(圖4)瞭解各工項可能產生之排碳量，其計算方式即原則請參照第二節，選定量體較大之工程項目進行研析，尋找及確認可降低施工成本及節能減碳的方案，最終能大幅降低工程經費、碳排放量及所需工期，發展出符合機能要求、避免碳排放量且最低成本之設計替代方案。

研析共有九階段，惟主要作業階段大致可分為資料、創意、判斷、發展、建議、追蹤六大部份，各部份目標簡要說明如下：

1. 資料階段—蒐集及審查相關資料、準備成本模式與排碳量模式、列出可能範圍、選擇研析範圍，並定義、評估及分析機能等。
2. 創意階段—提出能符合關鍵機能及可能大幅避免碳排放量之設計替代構想。
3. 判斷階段—決定各構想之優缺點，對各構想加以評等，及篩選構想。
4. 節省金額及避免碳減排量。
5. 建議階段—準備設計替代方案研析初步報告。
6. 追蹤階段—追蹤被接受的設計替代方案以確保已納入設計。

CO ₂ 排放總量	明挖覆蓋車站	明挖覆蓋車站	土地開發大樓
176,869T	21,395T	47,702T	25,199T
100.0%	12.1%	27.0%	14.2%
	明挖覆蓋隧道	鑽掘隧道工程	
	32,824T	49,749T	
	18.6%	28.1%	

圖 4 研析範圍建立 CO₂ Model 之示意圖

四、綠色價值工程研析過程

本文研析依循價值工程方法及排碳量計算模式，依據第三節中各階段執行事項，依據步驟與流程再細部說明執行方法與技巧，詳係方式請參考表1之流程，逐步落實綠色價值工程之執行。

研析關鍵係依據步驟6列出替代構想，範圍包括具有節省經費及避免碳排放量潛力的「設計替代案」(註1)，或者是構想很好但可能增加經費的「設計建議案」(註2)，於機能及創意階段列出替代或建議構想計35項。其後經過步驟7，共同審查、排序及篩選後選擇優選構想，並提出替代或建議方案。將以上構想進行給分評等，5分以下的方案先刪除，6分以上的方案進行構想比較，針對每一構想的優缺點詳細評估，進行再次篩選。最後針對最有潛能的替代或建議構想，且評分相近的方案，進行權重評估及評估矩陣，依各替代或建議構想目標及期望標準由小組成員共同給分後，決選提出方案計11項。最後依據結果發展並提出成熟之設計替代案及設計建議案，每一設計案依據工項及數量，再去計算所產生之排碳量。

註1：設計替代案：經評估後在機能維持狀況下能節省經費之設計案，足以替代原方案。

註2：設計建議案：經評估後機能可大幅增加，但經費些微增加之設計案，屬可行之建議方案。

表1 研析步驟、目標及方法

步驟	目標	方法技巧
1. 審查相關資料	了解計畫內容	(1) 審查相關文件 (2) 工地踏勘 (3) 設計單位簡報設計經過 (4) 問題討論
2. 列出可能範圍	列出可能研析範圍	(1) 腦力激盪法 (2) 條列方式 (3) 成本分析及排碳量計算 (4) 價值指數 (5) 業主所需機能 (6) 強迫思考法
3. 選擇研析範圍	列出有機會進行變更的研析部分	(1) 共同審查 (2) 排序、篩選 (3) 投票
4. 列出相關機能	將所需要的機能列出，並明瞭共同的關係	(1) 共同審查 (2) 腦力激盪術 (3) 依組單元列出機能 (4) 系統化機能分析技術
5. 確定關鍵機能	選出影響成本最大的機能	(1) 共同審查 (2) 排序、篩選
6. 列出替代構想	列出能達成關鍵機能的構想	(1) 腦力激盪法 (2) 查對表法 (3) 強迫思考法 (4) 組合構想 (5) 簡化構想
7. 選擇優選構想	選出最符合機能的構想	(1) 共同審查 (2) 優缺點比較 (3) 碳減排量比較 (4) 排序、篩選 (5) 權重矩陣分析 (6) 成本矩陣分析
8. 準備建議方案	發展需要的建議方案，並與原設計比較	(1) 成本及排碳量估算 (2) 成本/效益分析 (3) 壽年成本分析 (4) 品質分析 (5) 可行性分析
9. 提出正式建議	準備簡報及書面報告，詳細說明建議方案變更部分，並與原方案比較	(1) 詳細比較 (2) 提出摘要報告 (3) 簡報說明建議方案

五、綠色價值工程研析成果

本案例之價值工程研析工作在歷經多次之反覆檢討、修正及整合構想後，共提出6項設計替代案及6項設計建議案，在經過業主審核後，共有5項設計替代案及6項設計建議案繼續執行。5項設計替代案可節省金額共約新台幣13.06億元，並避免碳排放量31,482噸，而6項設計建議案因可大幅提升車站機能，並對節能減碳有顯著的效益，故在經費增加可容許的範圍內，並全數獲得業主接受(6項設計建議案另摘要說明列於文後之附表1)。

有關5項設計替代案研析成果，簡述如后：

(一) LG04 站至 LG05 站平面線形截彎取直，縮短路線

基設案(詳圖5)於LG04站至LG05站間佈設3組平面曲線，其中需穿越萬大路之果菜市場、水源快速道路及新店溪兩側堤防。

經蒐集果菜市場、水源快速道路、新店溪兩側堤防基礎等圖說資料後，替代案(詳圖6)於平面線形上將路線截彎取直，可縮短路線長度20m、節省金額9,261,215元、縮短工期0.1個月、避免碳排放量98公噸，並因減少二組平面曲線而大幅提高旅客的舒適度。

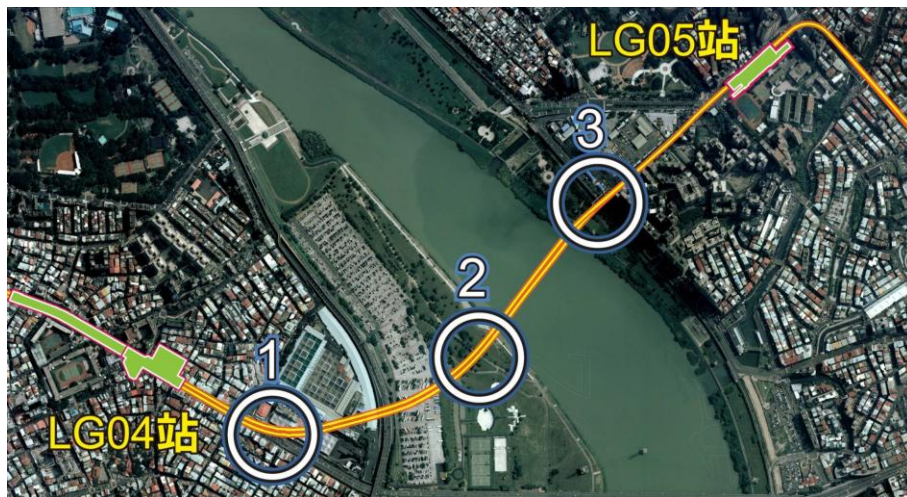


圖 5 基設案平面線形(三組曲線)



圖 6 替代案調整後平面線形(一組曲線)

(二) LG04 站至 LG05 站縱面線形調整，避免與堤防衝突及保持河床安全覆土

基設案(詳圖7)於LG04站至LG05站間潛盾隧道縱面線形將與新店溪兩側堤防基樁衝突；另穿越河床下方時，因河床底部距離潛盾隧道頂部淨距僅有12m，在極端氣候沖刷狀況下若無河床保護工，潛盾隧道將產生上浮破壞。

經考量河床沖刷分析及隧道安全性，替代案(詳圖8)重新檢討路線縱面線形，在營運的容許範圍內，坡度由2.7%調整為5.4%，潛盾隧道將通過新店溪兩側堤防基樁下方，不需破堤或改建，環片經分析仍可維持長期安全性，且河床底部距離潛盾隧道頂部淨距可達24m，於極端氣候下淨距仍保持有12m以上，不需施作任何河床保護工法，此方案除可節省金額565,529,538元、縮短工期6個月、避免碳排放量7,785公噸，並可大幅降低施工風險。

另藉由LG04站至LG05站間列車運轉模擬，與基設案同樣採全動力運轉時，上、下行線運轉時間皆可小於2分鐘，故該路段無需設置通風豎井。在縱面線形調整後，運轉時間較基設案為短且較為節能，可達到營運長期節能之目的。

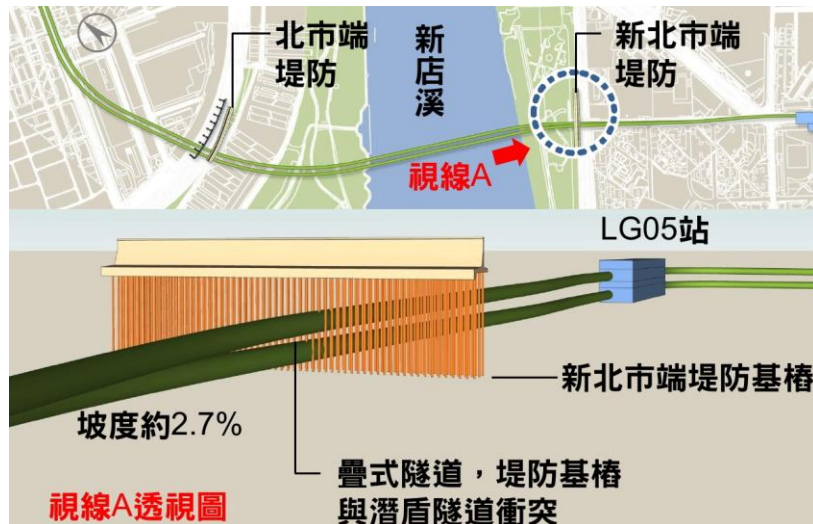


圖 7 基設案與新北市端堤防衝突示意圖

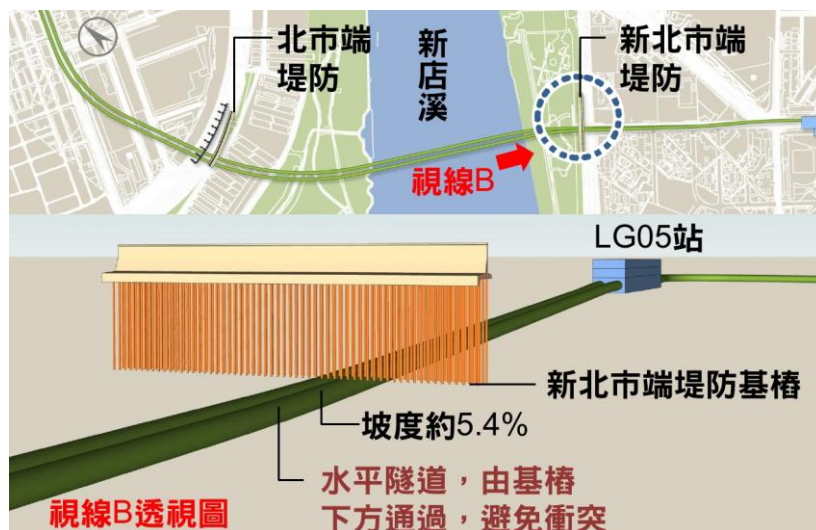


圖 8 替代案穿越堤防基樁下方示意圖

(三) LG04 站調整位置縮短明挖覆蓋隧道長度

基設案(詳圖9)採中央避車線及1:10-R300普通道岔，受限於LG04站址及現況道路條件，中央避車線位於曲線段，明挖覆蓋隧道總長達455m，工程造價高，環境影響衝擊大。

替代案(詳圖10)車站西移25m+北移1.9m，並採中央避車線及1:9-R190普通道岔，明挖覆蓋隧道總長400m，縮短55m，可節省金額168,405,883元、縮短工期3個月、避免碳排放量4,241公噸。

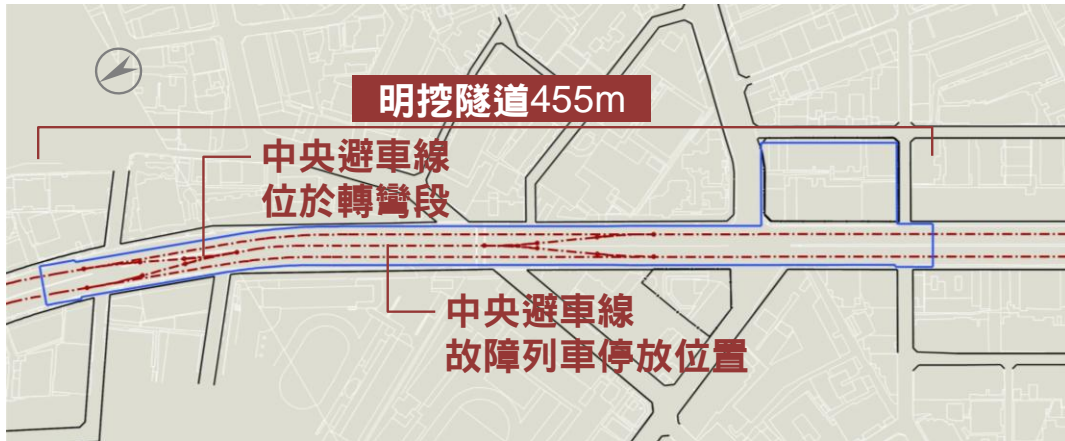


圖 9 基設案：中央避車線及 10 號道岔



圖 10 替代案：中央避車線及 9 號道岔

(四) LG05 站由疊式月台改採島式月台

基設案(詳圖11)為地下4層疊式月台車站，開挖深度達36m，車站前後隧道採疊式隧道，其優點為保順路段之隧道與鄰房淨距保持約3m，但疊式月台車站之旅客服務性較差。

替代案(詳圖12)將車站西移35m+北移1.3m+角度微調，車站前後隧道改採水平隧道，調整線形後，可改為地下3層島式月台，開挖深度為23m(減少13m)，可節省金額486,773,673元、縮短工期7個月、避免碳排放量14,925公噸，並降低施工風險，大幅提升車站機能、創造車站風光引入條件，並有利於整合周邊連通道系統。

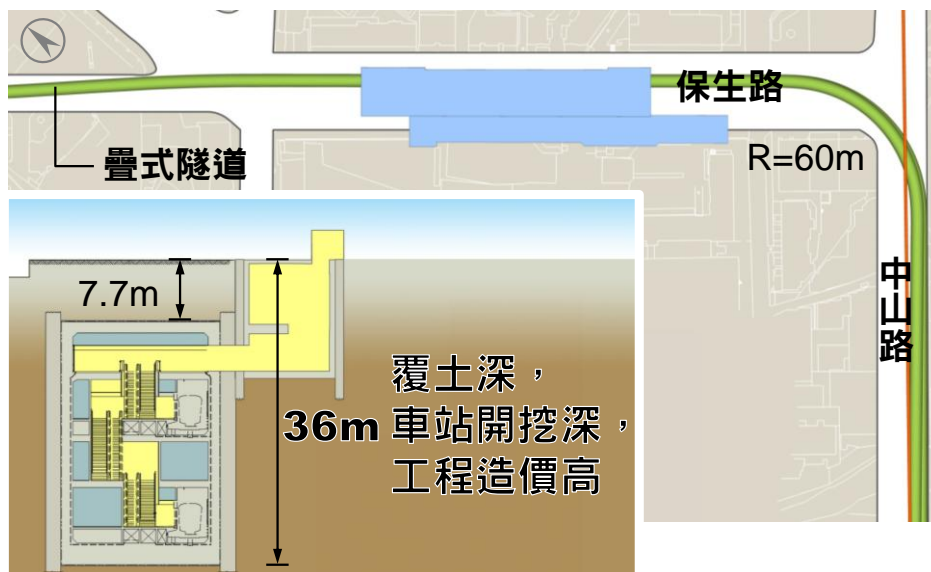


圖 11 基設案：4 層疊式月台車站

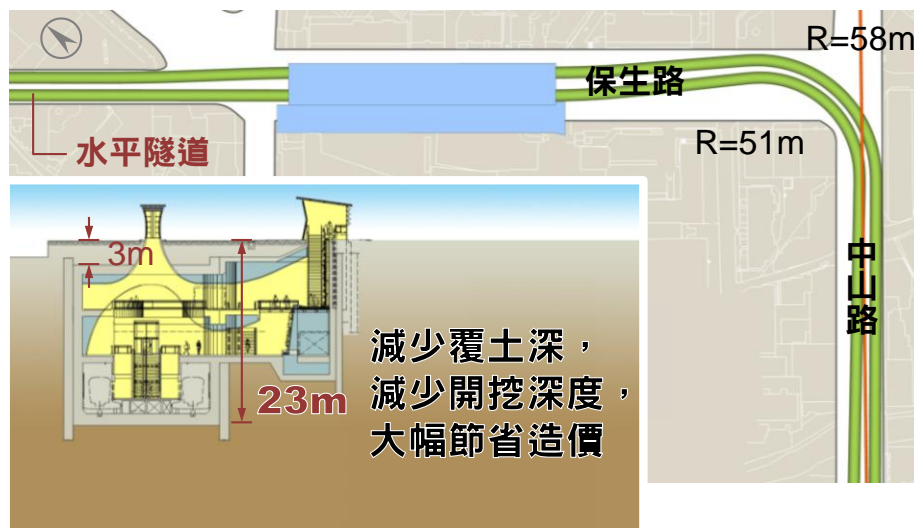


圖 12 替代案：3 層島式月台車站

(五) 通風豎井型式檢討

基設案(詳圖13)之通風豎井佈設於雙和橋中和端瓦礫溝旁空地，與隧道間之連通採地盤改良配合NATM工法進行開挖，因地盤改良深度超過30m，改良體品質較難掌控，施工風險高。

替代案(詳圖14)因雙和橋處之隧道線形配合LG05站調整案，由斜疊方式改為水平配置，並將通風豎井設備空間設置於中山路下方，緊急逃生口則設於原規劃之豎井處(雙和橋中和端瓦礫溝旁空地)，由於隧道採平行配置，減少豎井深度約8.5m，因減少開挖深度，可減少抽降景美礫石層地下水頭，降低施工風險，潛盾隧道可採到達及破鏡方式通過通風豎井，避免隧道與通風豎井間NATM工法開挖之風險，亦不需拆除隧道環片影響隧道結構安全。替代案可節省金額76,095,401元、縮短工期5個月、避免碳排放量4,433公噸。



圖 13 基設案通風豎井配置示意圖



圖 14 替代案通風豎井配置示意圖

六、節能減碳效益及綠建築指標

本案例替代方案係以單價分析資料的方式，由最底層工程數量為活動量，分析主要工程材料項目及能耗機具項目，配合目前蒐集到的各項排碳係數進行排碳量計算而得，本案經與價值工程技術結合及評估後，成果如表2，計算過程中本案例採用之碳排放係數(工程材料、能耗)及大型機具燃料耗用率列於文末之附表2~附表4。

另本案於綠建築中，除可滿足1.二氧化碳減量指標外，透過開挖的減少，達到2.廢棄物減量指標，設計採用省水設備，滿足3.水資源指標，並於4.室內環境指標上，設計空間引風導光；並於5.污水垃圾指標上，依建築污水處理設施規範訂定處理標準，並於6.日常節能指標上，採用自然光及自動控制開關，節約用電，並於冬季節省空調使用，上述6項指標可滿足綠建築相關規定，使本捷運站達到節能減碳的目標。

表 2 本案例碳減排量整體效益評估表

階段		具體作法	避免碳排放量 (噸)
設計 施工 階段		● LG04 站至 LG05 站平面線形截彎取直，縮短路線 20m	98
		● LG04 站至 LG05 站縱面線形調整，避免破堤或改建，並於極端氣候下仍可保持河床安全覆土	7,785
		● LG04 站調整位置縮短明挖覆蓋隧道長度 55m	4,241
		● LG05 站由疊式月台改採島式月台，減少開挖深度 13m	14,925
		● 通風豎井型式檢討，配合隧道採平行配置，減少開挖深度 8.5m	4,433
		合計	31,482(註 1)
階段		具體作法	避免碳排放量 (噸/年)
營運 階段	環控	● LG05 站採用採光通風井，於秋冬季採用自然通風+機械送風時，不開啟回風機，每年節省使用電能約 25 萬度 ● LG04 及 LG05 站使用高效率之變頻空調，每年節省使用電能 20 萬度	241.2
	電氣	● LG05 站開光井引進自然光源至穿堂及月台層，每年減少白日照明使用之電能約 35,027 度 ● LG04 及 LG05 站使用自動啟閉系統照明(LED 燈具)，每年節省電能約 33 萬度	195.7
	給水	● LG04 及 LG05 站採用省水衛生設備，每年可省水 3,150 度	0.7
	再生能源	● LG05 站永平國小校門口採用 26KW BIPV 太陽能發電，每年可產生電能 23,345 度	13.0
		合計	450.6(註 2)

註 1：設計施工階段可避免之碳排放量相當於 1.5 座大安森林公園林地儲碳量。(以單位闊葉林林地儲碳量 67~380 tonC/ha 及大安森林公園面積 26 公頃計算，平均每座大安森林公園林地儲碳量約為 21,307tonCO₂e)

註 2：營運階段每年可避免之碳排放量相當於 1.6 座大安森林公園林木固碳量。(依據林務局「減碳森活綠動 99」網站資料，以單位面積林地固碳係數 7.45~14.9tonCO₂e/ha/yr 及大安森林公園面積 26 公頃計算，平均每座大安森林公園林木固碳量約為 290.55tonCO₂e/yr)

七、結論與建議

有鑒於全球節能減碳議題持續受到高度重視，公共工程節能減碳已列為節能減碳總計畫的要項之一。地下捷運系統是21世紀都市極為環保的綠色運具，然大量的深開挖以及潛盾隧道挖掘，造成都市中較高的碳排放量。故如何讓捷運施工與節能減碳能結合，勢必成為未來主流課題。本文藉由碳足跡的概念，先行計算捷運施工中可能的各排碳活動項目與數量，之後藉由價值工程技術，尋找及確認可降低施工成本及節能減碳的方案，最終能大幅降低工程經費，同時避免二氧化碳排放又可縮短工期。

另因目前所引用各工項之碳排放係數，係為公路系統或運研所研究建立居多，而國內捷運工程碳排放係數資料庫目前尚未有資料建立，建議後續捷運及軌道工程，若須擁有更正確碳排放係數時，可參考蘇花改的案例，以獨立節能減碳之標案，建立公正碳盤查的機制，並回饋碳排放係數至設計中，以利後續捷運工程之碳排放之正確估算，並符合國家節能減碳之政策。

參考文獻

1. 章艾霞、賴建名(2005)台北捷運松山線 DG168 設計標價值工程研析「價值」之探討，價值工程應用研習會。
2. 賴建名、鄭會文、李臺生、張龍均、余念梓、高宗正(2010)價值工程於台中捷運烏日北屯文心線 DJ103 標之應用，國際價值工程研討會(ICVE)。
3. 中興工程顧問公司(2011)臺北都會區大眾捷運系統萬大—中和—樹林線(第一期工程)委託技術服務 DQ122 設計標服務建議書。
4. 中興工程顧問公司(2012)臺北都會區大眾捷運系統萬大—中和—樹林線(第一期工程)委託技術服務 DQ122 設計標初步設計成果。
5. 中興工程顧問公司(2012)臺北都會區大眾捷運系統萬大—中和—樹林線(第一期工程)委託技術服務 DQ122 設計標設計替代方案期末報告(含節能減碳評估)。
6. 交通部運輸研究所(2012)交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究。
7. 林務局「減碳森活綠動 99」網站(瀏覽日期：2013.04)，<http://lifetree.forest.gov.tw/cp05.asp>。

附表 1 設計建議案摘要表

項次	項目	產生效益	增加工程經費(元)
1	LG04 站提升車站機能、創造土開效益及增設出入口	<ul style="list-style-type: none"> ● 機房設施減少佔用土開基地 400 平方公尺，即減少 56 部小汽車停車位之佔用，土開效益增加 112,000,000 元 ● 車站配合第三項設計替代案進行相關調整，亦為該案所產生之效益 	9,040,000 (土開效益可彌補)
2	LG05 站提升車站機能及增設出入口	<ul style="list-style-type: none"> ● 車站配合第四項設計替代案進行相關調整，亦為該案所產生之效益 ● 可與保生路口地下道銜接，並可預留與中山路地下道銜接之機制 	7,125,000
3	LG05 站設置植生綠牆(濾牆)，淨化室內空氣	<ul style="list-style-type: none"> ● 每年可吸收 739 公斤二氧化碳 ● 冷氣開啟時可大幅淨化車站內空氣，並維持室內空氣品質於環保署所規定相關標準 	13,725,000
4	LG05 站冷卻水塔場由地上改為地下	<ul style="list-style-type: none"> ● 降低視覺衝擊及學校用地面積，對居民及校方釋出善意，減少抗爭 	31,580,000
5	LG04 及 LG05 站設置採光通風井及採光通風廊	<ul style="list-style-type: none"> ● 日照：可節省白天電燈開啟數目 ● 通風：配合不同操作控制模式模擬，可增加對流通風效果，節省回風機之用電度數，並減少地下車站悶熱感，秋冬季時可盡量減少冰水主機啟用時間 ● 每年節省之水電度數相當於避免碳排放量 161.5 噸 	無

附表 2 能耗碳排放係數表

電力/燃料名稱	單位	碳排放係數 (kgCO ₂ e)	地區	備註
電力	kWh	0.536	臺灣	車站照明、空調
柴油	L	2.65	臺灣	施工機具油耗

資料來源：1.電力：能源局 2012 年 9 月 14 日公告之 100 年度電力排放係數

2.柴油：環保署「台灣產品碳足跡資訊網」公用係數資料庫

<http://cfp.epa.gov.tw/carbon/ezCFM/Function/PlatformInfo/FLFootProduct/ModulusDataBase.aspx>

附表 3 工程材料碳排放係數表

材料名稱	單位	碳排放係數 (kgCO ₂ e)	地區	備註
鋼筋	kg	0.92	臺灣	鋼筋 (計入資源回收效益)
H 型鋼	kg	0.94	臺灣	支撐系統、鋼模 及其餘鋼件
卜特蘭水泥	kg	0.41	臺灣	地盤改良
預拌混凝土， (第一型水泥)140kgf/cm ²	m ³	128.69	臺灣	鋪底混凝土
預拌混凝土， (第一型水泥)210kgf/cm ²	m ³	148.95	臺灣	臨時堤防
預拌混凝土， (第一型水泥)245kgf/cm ²	m ³	159.13	臺灣	站體結構
預拌混凝土， (第一型水泥)280kgf/cm ²	m ³	169.23	臺灣	連續壁
預拌混凝土， (第一型水泥)420kgf/cm ²	m ³	230.26	臺灣	潛盾隧道環片
木材原材(林管木)	m ³	-904.60	臺灣	木模板
塑膠產品，EPDM(橡膠)	kg	2.52	瑞典	防水膜
塑膠產品，PP	kg	2.82	瑞典	土工織物
骨材，採石(原石)	m ³	3.90	臺灣	塊石(25cmφ)
汙工，石材	m ²	5.65	臺灣	花崗石鋪面、 花崗石地磚
室內裝修，輕鋼架天花板	m ²	7.50	臺灣	金屬牆板、金屬天花

資料來源：交通部運輸研究所(2012)交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究，附錄 1

附表 4 機具燃料耗用率彙整表

機具名稱及規格	燃料類別	機具燃料耗用率	單位	備註
傾卸貨車，總重 15T	高級柴油	13.63	L/hr	近運利用、餘方處理
傾卸貨車，總重 21T	高級柴油	19.27	L/hr	近運利用、餘方處理
開挖機，0.40~0.49m ³	高級柴油	12.22	L/hr	構造物開挖
開挖機，0.70~0.79m ³	高級柴油	14.10	L/hr	構造物開挖、破碎機
三輪壓路機，10~12T	高級柴油	10.92	L/hr	構造物回填
振動壓路機，9~9.9T	高級柴油	17.86	L/hr	構造物回填
推土機，履帶式，80~89kW	高級柴油	15.98	L/hr	構造物回填
刨除機	高級柴油	125.00	L/hr	瀝青混凝土銑刨
吊車，40~49T	高級柴油	70.35	L/hr	

資料來源：交通部運輸研究所(2012)交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究，附錄 1