

前瞻基礎建設—軌道建設
軌道技術研究暨驗證中心計畫
核定本

交通部

中華民國 106 年 7 月

本計畫期程自 106 年 9 月至 110 年 8 月，特別預算中央經費需求共計 39.358 億元，如下表。

前瞻基礎建設計畫經費需求表
(單位：億元)

計畫名稱	主管機關	執行機關	辦理期程	中央所需編列經費需求（億元）						
				第一期 （106.9~107.12）		第二期 （108）	第三期 （109.1~110.8）		合 計	備 註
軌道技術 研究暨驗證中心計畫	交通部	高鐵局	106 年 9 月至 110 年 8 月	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年		
				0.33	2.238	21.16	15.63	0		
				2.568		21.16	15.63			

第二期 108 年及第三期 109.1 至 110.8 經費均為暫估值，後續將滾動式檢討。

本計畫內容如附。

軌道技術研究暨驗證中心計畫

可行性研究暨綜合規劃 報告書

交通部高速鐵路工程局 委託

CECI  台灣世曦 辦理
工程顧問股份有限公司

中華民國 106 年 3 月

目 錄

第一章 計畫緣起	1-1
1.1 背景及依據	1-1
1.1.1 計畫背景	1-1
1.1.2 作業依據	1-1
1.2 推動本計畫之必要性	1-2
1.3 計畫範圍及工作項目	1-5
1.4 現況及問題分析	1-6
1.4.1 軌道技術研發之供需	1-6
1.4.2 軌道技術研發之能量	1-10
1.4.3 軌道系統相關規範標準研擬	1-12
1.4.4 軌道監理作業	1-12
第二章 計畫目標	2-1
2.1 目標說明	2-1
2.1.1 計畫目標	2-1
2.1.2 推動策略	2-2
2.2 達成目標之限制	2-3
2.3 預期績效指標及評估基準	2-6
2.3.1 經濟效益評估方法	2-6
2.3.2 財務評估方法	2-7
2.3.3 成果型關鍵績效指標	2-8
第三章 現行相關政策及方案之檢討	3-1
3.1 相關政策及方案	3-1
3.2 國內外相關案例	3-2
3.3 相關研究報告	3-16
第四章 執行策略及方法	4-1
4.1 軌道技術研究暨驗證中心功能定位	4-1
4.2 軌道技術研究暨驗證中心營運業務規劃	4-3
4.2.1 營運機構技術解決方案技術服務	4-3
4.2.2 軌道產業產品測試、檢驗及技術研發業務	4-4
4.2.3 軌道系統相關規範標準研擬服務務	4-10

4.2.4	軌道營運機構安全檢查與事故調查	4-10
4.2.5	軌道行車人員訓練及技術檢定業務	4-11
4.3	營運組織架構	4-15
4.4	軌道技術研究暨驗證中心設施	4-21
4.4.1	檢查及量測初期設備	4-21
4.4.2	測試及技術研發工廠	4-23
4.4.3	駕駛技術訓練設備	4-25
4.5	土木工程	4-27
4.5.1	排水工程	4-27
4.5.2	道路工程	4-32
4.5.3	測試軌工程	4-34
4.6	建築工程	4-35
4.6.1	空間需求估計	4-36
4.6.2	配置規劃	4-38
4.6.3	人車行動線規劃	4-41
4.7	機電工程	4-42
4.7.1	電力系統	4-42
4.7.2	弱電系統	4-44
4.7.3	給排水系統	4-44
4.7.4	消防系統	4-47
4.7.5	空調通風系統	4-48
4.8	環境影響分析	4-49
4.8.1	高速鐵路環境影響評估摘要	4-49
4.8.2	環評程序研析	4-49
4.9	分期(年)執行策略	4-51
4.9.1	計畫執行機關	4-51
4.9.2	計畫期程	4-51
4.9.3	施工規劃	4-52
第五章	資源需求	5-1
5.1	用地分析	5-1
5.1.1	用地範圍	5-1
5.1.2	用地取得	5-1

5.2	工程費用估算.....	5-2
5.2.1	經費概算原則及估價基準.....	5-2
5.2.2	總工程建設經費.....	5-6
第六章	預期效果及影響.....	6-1
6.1	評估方法.....	6-1
6.2	效益評估基本假設.....	6-2
6.3	計畫成本.....	6-2
6.4	計畫效益.....	6-3
6.4.1	可量化效益.....	6-3
6.4.2	可量化效益評估結果.....	6-6
6.4.3	不易量化效益.....	6-6
6.5	敏感度分析.....	6-7
第七章	財務計畫評估.....	7-1
7.1	財務評估基本假設.....	7-1
7.1.1	營運規劃概要.....	7-1
7.1.2	財務評估基本假設.....	7-1
7.2	營運收入分析.....	7-2
7.3	營運成本分析.....	7-7
7.4	測試設備投資及重增置.....	7-10
7.5	財務分析結果.....	7-10
7.6	敏感性分析.....	7-14
7.7	民間參與可行性評估.....	7-15
7.8	跨域增值公共建設財務規劃分析.....	7-16
7.9	財源籌措計畫.....	7-18
第八章	結論與建議.....	8-1
8.1	結論.....	8-1
8.1.1	本計畫的角色與意義.....	8-1
8.1.2	推動本計畫之必要性.....	8-2
8.1.3	本計畫之推動策略.....	8-3
8.1.4	工程規劃成果.....	8-4
8.2	建議.....	8-6
第九章	附則.....	9-1

9.1	風險評估與管理.....	9-1
9.1.1	計畫風險評估方法	9-1
9.1.2	評估目的、標準與方法	9-2
9.1.3	風險辨識及評估	9-2
9.1.4	初始災害識別與減輕策略	9-4
9.2	替選方案之分析及評估.....	9-5
9.2.1	營運組織分析評估	9-5
9.2.2	縮減研發業務情境分析	9-7
9.3	環保節能(綠建築)改善	9-14
9.4	行政院所屬各機關中長程計畫編審附件-自評表	9-17
9.5	公共建設促參預評估檢核表.....	9-19
9.6	性別影響評估.....	9-25

附錄

附錄一、相關單位函文

附錄二、期末報告審查意見及辦理情形彙整表

附錄三、行政院 105 年 3 月 28 日院臺交字第 1050013965 號函暨國家發展委員會 105 年 3 月 22 日發國字第 1051200376 號函審查意見回復表

附錄四、行政院 105 年 10 月 4 日院臺交字第 1050038459 號函審查意見回復表

圖目錄

圖 1.2-1 軌道運輸旅次成長趨勢.....	1-5
圖 1.3-1 「軌道技術研究暨驗證中心」預定用地.....	1-6
圖 1.4.2-1 我國軌道技術能量來源.....	1-11
圖 2.3.3-1 產值效益分析流程.....	2-9
圖 4.1-1 軌道技術研究暨驗證中心功能定位.....	4-2
圖 4.1-2 軌道技術研究暨驗證中心與相關單位關聯圖.....	4-3
圖 4.2.2-1 執行檢測驗證作業關聯圖.....	4-5
圖 4.2.2-2 鐵路產業系統產值六角分析圖.....	4-8
圖 4.2.5-1 新進駕駛人員養成流程.....	4-13
圖 4.3-1 財團法人軌道技術研究暨驗證中心組織架構圖.....	4-20
圖 4.4.2-1 轉向架振動實驗檯示意.....	4-23
圖 4.4.2-2 煞車性能試驗機示意.....	4-23
圖 4.4.2-3 集電裝置於測試軌上試驗示意.....	4-24
圖 4.4.2-4 集電弓總合試驗裝置示意.....	4-24
圖 4.4.2-5 軌道扣件性能實驗裝置.....	4-25
圖 4.4.2-6 安裝在新幹線的軌道檢測裝置.....	4-25
圖 4.4.3-1 列車駕駛模擬訓練機台示意.....	4-26
圖 4.5.1-1 整地分區示意圖.....	4-27
圖 4.5.1-2 計畫基地環境水系圖.....	4-28
圖 4.5.1-3 典寶溪排水系統 10 年重現期之計畫流量分配圖.....	4-29
圖 4.5.1-4 典寶溪排水系統 10 年重現期現況淹水範圍圖.....	4-31
圖 4.5.2-1 基地範圍聯外道路示意圖.....	4-33
圖 4.5.2-2 高 36 鄉道現況(雙向四車道).....	4-33
圖 4.5.2-3 臺糖農路現況.....	4-33
圖 4.5.2-4 基地內道路平面配置圖.....	4-34
圖 4.5.2-5 基地內道路斷面圖示意圖.....	4-34
圖 4.5.3-1 場區測試軌配置示意圖.....	4-35
圖 4.5.3-2 標準軌與窄軌雙軌距佈設.....	4-35
圖 4.5.3-3 軌道終端止衝擋.....	4-35

圖 4.6.2-1 軌道技術研究暨驗證中心基地配置	4-40
圖 4.7.1-1 主電力供電架構示意圖	4-43
圖 4.7.1-2 一般廠區各建物供電架構示意圖	4-43
圖 4.7.3-1 給水系統示意圖	4-45
圖 4.7.3-2 太陽能熱水系統示意	4-46
圖 4.7.3-3 污排水系統示意圖	4-47
圖 4.7.5-1 空調與通風之室外設計條件	4-48
圖 4.8.1-1 「原環評報告」高鐵維修基地配置	4-49
圖 5.1-1 本計畫用地範圍及基地鄰近道路	5-1
圖 5.2.1-1 建造成本(工程經費)組成架構圖	5-3
圖 6.1-1 經濟效益評估作業流程	6-1
圖 6.5-1 參數變動下對計畫淨現值之影響	6-8
圖 7.6-1 財務效益敏感度	7-15
圖 7.8-1 本計畫基地鄰近道路	7-16
圖 8.1-1 軌道中心對相關機構產業影響圖	8-3
圖 8.2-1 軌道技術研發經費良性循環圖	8-7
圖 9.1-1 系統性風險管理架構	9-1
圖 9.1-2 ALARP 分析概念	9-2

表目錄

表 1.2-1 軌道系統近年運輸旅次.....	1-4
表 1.4.1-1 國內軌道車輛零組件發展需求分析表.....	1-8
表 1.4.1-2 國內軌道車輛工業技術能力分析表.....	1-9
表 1.4.4-1 國內外事故調查業務性質分析表.....	1-14
表 2.3.3-1 軌道技術研發及驗證預期 10 年國產佔比指標.....	2-9
表 3.2-1 韓國鐵路駕駛訓練中心模擬機設備.....	3-10
表 3.2-2 韓國鐵路駕駛訓練中心.....	3-10
表 3.2-3 KORAIL 各類駕駛取得執照後實務實習訓練要求基準.....	3-12
表 3.2-4 各國主要軌道研究機構之特性比較表.....	3-15
表 4.2.2-1 國內外類似機構之檢測、驗證業務性質比較表.....	4-5
表 4.2.2-2 軌道車輛系統、號誌系統及電力系統建設金額與產值.....	4-9
表 4.2.2-3 產業發展 10 年產值估算.....	4-9
表 4.2.5-1 新增系統人員估算.....	4-14
表 4.2.5-2 預估可辦理營運機構操作人員之訓練時數(104 年).....	4-14
表 4.3-1 軌道技術研究暨驗證中心關聯機構角色.....	4-15
表 4.3-2 軌道技術研究暨驗證中心組織型態評估表.....	4-18
表 4.3-3 營運人力需求預估.....	4-20
表 4.5.2-1 道路工程規劃設計標準.....	4-32
表 4.6.1-1 一般辦公室空間面積計算表.....	4-36
表 4.6.1-2 軌道技術研究暨驗證中心建物及設施需求表.....	4-37
表 4.6.1-3 A1 行政中心及會議室空間需求表.....	4-37
表 4.6.1-4 A2 宿舍、餐廳及休閒中心空間需求表.....	4-38
表 4.6.1-5 C4 變電站空間設施需求表.....	4-38
表 4.7.1-1 國內各軌道系統供電情形:.....	4-42
表 4.9.1-1 預定計畫期程.....	4-51
表 5.1-1 本計畫土地取得方式分析.....	5-2
表 5.2.2-1 工程經費總表.....	5-6
表 5.2.2-2 分年經費表.....	5-7
表 6.4.1-2 軌道車輛系統、號誌系統及電力系統建設金額與產值.....	6-3

表 6.4.1-3 本計畫挹注研發產業效益估算	6-4
表 6.4.1-4 間接效益推估表	6-5
表 6.4.2-1 可量化之經濟成本效益現值表	6-6
表 6.5-1 敏感度分析表	6-8
表 7.2-1 預估可辦理營運機構行車人員之訓練時數	7-2
表 7.2-2 本計畫行車人員訓練及駕駛檢定收入預估	7-3
表 7.2-3 軌道建設 10 年產業產值估算	7-6
表 7.2-4 本計畫營運收入表	7-6
表 7.3-1 人員數量及人事費用	7-8
表 7.3-2 本計畫營運成本表	7-9
表 7.4-1 本計畫重增置成本一覽表	7-10
表 7.5-1 本計畫自償率分析結果(無研發挹注).....	7-11
表 7.5-2 本計畫財務效益指標分析結果(無研發挹注).....	7-12
表 7.5-3 本計畫自償率分析結果(有研發挹注).....	7-13
表 7.5-4 本計畫財務效益指標分析結果(有研發挹注).....	7-14
表 7.6-1 財務效益敏感度分析表	7-14
表 7.8-1 本計畫跨域外部效益檢討	7-17
表 7.9-1 每年度挹注研究發展費用來源試算	7-19
表 8.1.4-1 軌道技術研究暨驗證中心建物及設施需求表	8-5
表 9.1-1 風險可能性頻率分級	9-3
表 9.1-2 災害影響程度分類	9-3
表 9.1-3 風險評值表	9-3
表 9.1-4 風險評值等級表	9-3
表 9.1-5 風險矩陣及風險評量等級	9-4
表 9.1-6 「軌道技術研究暨驗證中心設置計畫」重大風險項目與對策	9-4
表 9.2-1 另成立財團法人或納入既有財團法人方案比較:	9-5
表 9.2.2-1 無研發業務情境營運收入表	9-8
表 9.2.2-2 無研發業務情境營運成本表	9-10
表 9.2.2-3 無研發業務情境自償率分析結果	9-11
表 9.2.2-4 本計畫財務效益指標分析結果(無研發挹注).....	9-13
表 9.3-1 綠建築九大指標改善方案	9-14

表 9.3-2 改善計畫對應綠建築各項指標與量化之構想表.....	9-15
-----------------------------------	------

第一章 計畫緣起

1.1 背景及依據

1.1.1 計畫背景

國內軌道運輸發展迅速，路網持續擴張發展，客運量 7 年來成長 46%，已成為不可或缺之公共運輸系統。回顧國內軌道路網發展，在鐵路運輸方面，先於民國 81 年完成臺鐵之環島路線，次於 96 年通車營運西部高速鐵路；在都會捷運方面，先於 85 年通車營運臺北木柵捷運線，再陸續興建完成臺北、高雄等都會區之大眾捷運系統。迄今，臺灣軌道路網已具相當規模，扮演臺灣南北交通動脈要角，不僅活絡都市機能並帶動國家經濟之發展，軌道運輸更與民眾日常生活緊密相連、肩負都會大眾交通重責。

然而，隨著軌道運輸系統的成長與規模的擴增，監督強化軌道營運安全、建立訓練檢定專業機構，躍然為監理機關為維護軌道營運安全所必要之作為。此外，既往國內車輛及系統機電等關鍵技術大都須仰賴國外軌道運輸先進國家之供給，軌道建設所需之軌道、機電系統及車輛等設備亦都以向國外採購為主，以至當軌道運輸系統營運遭遇重大問題、或發生重大安全事故(如甲仙地震高鐵列車出軌、臺鐵集電弓扯斷電力線等)時，事實緣由之調查釐清，或現況缺失改善之研究建議，均有仰賴海外技術、必須委請國外專家協助之必要。再者，我國對於軌道系統設施設備之規範標準、技術研發、測試檢驗與驗證等，亦尚缺乏一專責單位，以協助國內軌道技術之提升與產業之研發。諸此，倘能仿倣日、韓、英等國成立專業訓練與研究機構，統籌辦理相關業務，將有助於提升及整合軌道安全技術標準及產業研究發展能力。爰此，交通部本於軌道目的事業主管機關之立場，為培育興建、營運、維修、研發及監理等軌道專業人才，並為培植國內軌道系統關鍵技術與設備之自主研發能力，籌劃建置一可協助軌道監理及驗證作業之專門技術機構，顯有其必要性。

有鑒於此，配合國家發展施政策略，交通部高鐵局嗣於民國 91 年委託中華顧問工程司辦理「推動設置軌道運輸系統研發機構」，另交通部運輸研究所亦於民國 94 年間與交通大學合作辦理「建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究」。兩份報告研究結果，均建議政府參考國外鐵路研究機構功能及成效，積極推動設置軌道運輸系統研發機構，執行軌道運輸系統技術研究及資訊服務、引進獨立驗證及認證技術等工作。

1.1.2 作業依據

軌道運輸系統的運作攸關社會大眾搭乘的便捷與安全，軌道運輸系統的行車操作及設備設施的維護工作須由具有相當專業能力之從業人員擔任，使能安全有效經營，提供大

眾安全便利交通服務。因此，鐵路法第 56-4 條、大眾捷運法第 30 條及第 42 條均規定：軌道運輸系統營運所需之行車人員、系統設施及設備之操作及維護人員等，應予有效之訓練與管理，使其確切瞭解並嚴格執行法令之規定，並對其行車人員之技能、體格，應施行定期及臨時檢查等。

交通部是軌道系統監理業務之中央主管機關，而地方政府(交通局)亦負有都會捷運系統之監理之責，然此二軌道監理主管機關均未有軌道專門之技術機構來協助執行各種軌道系統的監理業務。再者，軌道監理作業項目包括平日例行的營運與安全項目，以及因應事故發生而產生的事故原因調查分析。然現階段中央主管機關及地方主管機關之軌道監理，大都受限專業技術，一般僅能採行政審查，而亟待獲得有專業能力的技術人力支援。因此，行政院將成立軌道技術研究暨驗證中心納入「前瞻基礎建設計畫」，並編列特別預算予以執行，除可將其技術研發結果提供興建單位應用外，亦可支援監理單位軌道運輸技術監理及調查事故作業能力。更進一步而言，軌道技術研究暨驗證中心以其跨越各軌道運輸及營運機構之角色，更適於協助監理單位制定、增修相關標準及程序，並受託辦理行車人員駕駛檢定等法定要求，以確保並增進軌道運輸系統整體營運安全。

1.2 推動本計畫之必要性

軌道系統是提供民眾快捷、準點、可靠安全的交通運具。而維護軌道系統正常運轉必須藉助興建、營運、維修以及研發、監理等專業人才通力合作，方得以完成預定任務，永續經營。參考國外鐵路研究機構功能及成效，規劃建置軌道技術研究暨驗證中心之必要性，分述說明如下：

一、支援產業技術研發能量，降低國外技術依賴

目前軌道系統工程關鍵技術大都仰賴國外廠商。國內軌道系統之興建概分為土建工程以及機電系統工程兩大部分，其中土建工程之設計、興建以及維修等工作，國內廠商已累積相當多之經驗，可充分掌握工程技術。惟系統機電工程方面，於車輛、軌道、號誌通訊、供電等關鍵技術，雖經利用政府簽訂採購捷運及鐵路系統之相關合約，循工業合作之模式，陸續引進各項專業技術（包含牽引馬達、轉向架、車體、煞車系統等項目）。且經濟部工業局亦曾委託中華軌道車輛工業發展協會辦理軌道車輛工業發展推動計畫，協助國內軌道產業廠商引進關鍵技術、蒐集相關軌道車輛及相關零組件等採購資訊，以及協助爭取訂單等，以圖帶動國內機電廠商爭取國際商機。惟自加入 WTO 簽訂政府採購協定(GPA)後，軌道車輛等關鍵技術移轉即遭遇重大影響，利用工程建設取得相關零組件之設計生產技術困難。

然而，車輛及軌道系統採購費用動輒數拾億元，所需設備欠缺技術自主能力而全部仰賴進口，長此下去，不但降低了鐵路建設帶動國內經濟的產業關聯效益，亦難以降低軌道建設及營運階段投入之費用成本。因此，培植國內軌道系統關鍵技術與設

備之自主研發能力，培育國內軌道產業自主研發能力，參考國外軌道運輸先進國家積極推動設置軌道技術研究暨驗證中心，實為勢之所趨。

二、設置軌道測試檢驗中心，建立產品驗證認證能力

綜觀目前國內軌道零組件產業，大都以維修需求為導向，影響所及，未來軌道產業的經營，可能因市場的不穩定性與不確定性，易發生廠商因市場規模不足，而無意投入開發相關零組件或替代零組件產品，使得軌道營運維修所需之零備件，均需仰賴自國外生產進口，費用高昂且多取得不易等疑慮。

此外，目前我國軌道產業缺乏系統整合以及相關產品與國外廠商競爭能力，廠商之市場大都為配合國外廠商之供料或協助國內組裝以供應本地使用居多，較難有輸出海外之實績。又如運輸事業經營，當遇有重大事故時，當屬系統技術性問題時，因國內尚無能力自主調查或檢驗，而必須延聘國外專家來臺協助等種種不便情形，皆因國內技術未能自主研究與檢驗，影響國內軌道產業之長久經營及發展。

綜觀國內公路運輸有車輛研究測試中心、車輛安全審驗中心，航運有中國驗船中心協助政府辦理法定檢測、規範與標準制定、支援產業研究發展與產品零組件檢測等業務，唯獨軌道系統欠缺類似機構。事實上，軌道系統產品的測試、檢驗，應屬軌道技術專門機構的重要業務項目，中鋼集團 103 年 12 月承攬淡海輕軌統包工程，將建立「國車國造」之產業鏈基礎，亟需建立國內軌道零組件乃至車輛產品之測試、檢驗與認證能力，以協助軌道產業發展，同時加強國際合作及協助產業輸出之目標，研訂相關輔導措施並據以考核績效，俾利國內產業順利取得海外商機；惟國內目前缺乏具檢測驗證之技術與設備機構協助產業獲取認證。故若參考日本鐵道總合技術研究所的發展經驗與現行作法，以及我國目前在公路車輛的作業模式，國內亦應有一軌道技術專門機構，對應辦理相關系統、設備、零組件的產品測試、檢驗及驗認證作業，以符合我國發展交通及經濟之既定政策。

為利於提升國內軌道產業競爭力，擴大產業輸出，國內宜有一專業機構，整合國內軌道相關產官學界之專業知能，協助政府研擬軌道系統各項規範與標準，以利軌道工業發展，並藉參由國際相關技術規範或標準協定之交流，以與國際標準接軌，進而協助或參與輔導產業輸出相關措施之擬訂，以奠定後續發展之基礎。

三、建立訓練檢定專業機構，提升營運公共安全

綜觀目前國內軌道營運機構行車人員之培訓，除高速鐵路外，行車人員訓練科目大都由營運機構自行定義後提報主管機關核備及檢定，並非由第三方研提訓練要求及給予認定；且目前鐵路機構行車人員之體格檢查、適性檢查及技能檢定之各項紀錄，亦係由各鐵路機構保存，監理單位則採抽查方式辦理。基於提升營運安全之需要，未來軌道事業的行車人員管理，宜依系統類別統籌規範人員資格要求，並以一通用之行

車人員基本資格訓練，掌握行車人員資格及品質。

設置軌道技術研究暨驗證中心以協助辦理軌道運輸系統行車人員技能檢定等作業，可整體一致性規範行車安全水準及提升行車人員素養，增進軌道運輸系統整體營運安全。

目前推動之捷運建設除機場捷運線屬中央興辦外，其餘計畫均由各地方政府陸續成立之捷運專責單位興辦推動。因此，造成各地方政府皆積極延攬捷運專業技術人力以及原捷運興辦能量分散之情形；但也間接將各種專業技術養成，推廣至各地方政府。整體而言，的確有組織重整、延續捷運興辦經驗以及有效運用技術人力之問題存在，需重新檢視捷運建設興辦之政策方向。

四、支援軌道監理檢查作業，強化軌道監理作業

軌道運輸系統為交通運輸工具發展重點。我國臺灣屬地狹人稠的島嶼型國家，人口分佈集中於大都會區及環島城鎮，軌道運輸符合大運量及高效率運輸需求，鐵路串聯都市與周邊衛星市鎮，改善都會交通擁擠、快捷城鄉交通動線，活絡都市機能與帶動經濟發展，形成民眾生活不可或缺的交通工具。

我國鐵路網建置已初具規模，於西部路廊長程運輸以高速鐵路為主幹，中、短程運輸以臺鐵連結城鄉為便，相輔提供環島旅客便捷轉乘；東部地區，配合整體國土規劃構想，亦提出「聯外運輸以鐵路為主，公路為輔」、「區內運輸以鐵路為主幹、公路公共運輸作面狀服務」的政策主軸。形構環島一日生活圈，便捷大眾綠色運輸。

迄今，國內鐵路營運路線總長度約 1,400 公里、捷運路線總長度約 175 公里，興建中的捷運或輕軌路線長度概約 146 公里。營運中軌道系統服務的旅客數：臺鐵平均每日運量自 97 年 48.8 萬人次成長至 103 年 63.8 萬人次；高鐵平均每日運量自 97 年 8.4 萬人次成長至 103 年 13.2 萬人次。臺北捷運系統也自從 95 年突破平均每日運量百萬人次，迄今每日運量已逾 186.2 萬人次；而高雄捷運平均每日服務 16.8 萬人次。軌道運輸旅次成長趨勢明顯如圖 1.2-1 示。

表 1.2-1 軌道系統近年運輸旅次

年度	軌道系統日運量(萬人次/日)			
	臺鐵	高鐵	臺北捷運	高雄捷運
96	46.5	4.3	114.0	-
97	48.8	8.4	123.3	8.1
98	49.1	8.9	126.7	11.9
99	52.0	10.1	138.5	12.6
100	56.4	11.4	155.2	13.6
101	60.2	12.2	165.0	15.5
102	62.3	13.0	174.0	16.6
103	63.8	13.2	186.2	16.8

資料來源：交通部重要參考指標統計表(www.motc.gov.tw)

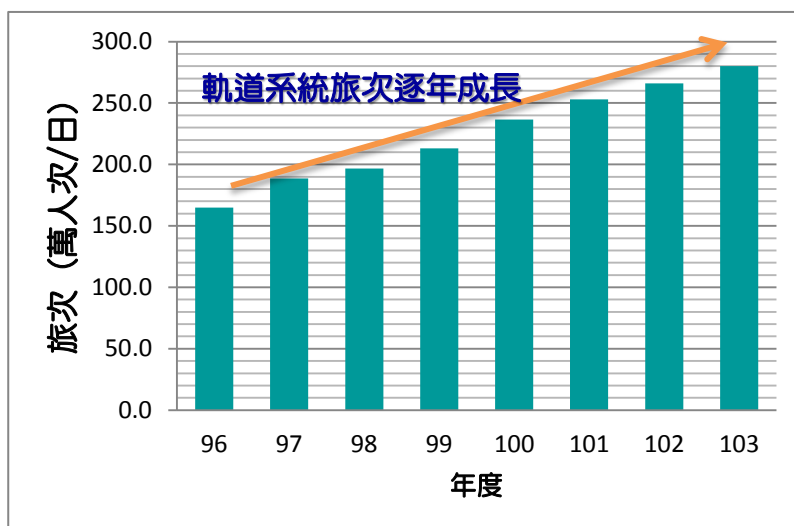


圖 1.2-1 軌道運輸旅次成長趨勢

交通部為強化鐵路營運安全監督，於 100 年成立鐵路營運監理小組專責監理業務，依執行經驗，部分監理業務諸如：(1)定期檢查/臨時檢查、(2)重大行車事故調查、(3)駕駛人員檢定給證、(4)鐵路機構之規章審查及其他涉及營運、安全等核准/備查業務等，因涉及高度軌道專業技術及大量專技人力之投入，而有賴於有一軌道專業技術組織之協助，俾以落實安全監理及事故對策之研提。

再者，鐵路法 103 年 6 月大幅修正，新增交通部執行鐵路駕駛檢定給證、臺鐵定期檢查、重大事故調查等多項規定，已建立極為重要的鐵路安全法規基礎，惟軌道安全涉及多種設備與系統技術，人才需求更顯急迫。例如，近年來高鐵及臺鐵發生多起影響鐵路行車營運之事件，這些事件之肇因，部份可歸責於營運行車及維修人員之疏失，部份可能係因設備或設施不良所衍生之事故，因此亟待有一國內軌道技術專業單位之建立，以協助辦理事故原因之調查、鑑定及改善對策之研擬作業。

1.3 計畫範圍及工作項目

本計畫參酌交通部高鐵局民國 91 年「推動設置軌道運輸系統研發機構」及交通部運輸研究所民國 94 年「建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究」兩份報告研究結果，以及本計畫設置軌道技術驗證及技術研究之可能業務研究結果，建議「軌道技術研究暨驗證中心」設於高雄燕巢高速鐵路總機廠旁之預留用地，位置如圖 1.3-1 所示，規劃作為軌道運輸系統行車人員(包括駕駛及行控人員)法定安全訓練、複訓及證照檢定、營運機構人員訓練課程認證等之專門機構，並供發展車輛、電力、通信、號誌、軌道、土建等相關技術及產品測試所需之實驗室及測試工場。初期研究發展以軌道運輸系統零組件為出發，並俟未來研發需求擴充時，部分大型實驗可透過與國內學界或產業界合作方式，或另擇適合場地擴大中心研究規模。

本計畫可行性暨綜合規劃主要作業包括下列項目之分析、報告及建議：

- 計畫概要及現況之調查分析；
- 計畫需求、目標及推動策略之研擬及建議；
- 計畫用地調查及取得分析；
- 建物、測試及研發工廠規劃與工程課題分析；
- 環境影響作業分析；
- 計畫成本之初估及經濟效益評估；
- 營運、財務之評估及建議；
- 風險不定性等之分析。



圖 1.3-1 「軌道技術研究暨驗證中心」預定用地

1.4 現況及問題分析

1.4.1 軌道技術研發之供需

我國於軌道運輸已有超過百年的歷史，然而由於工業能力與市場誘因不足，因而並未完全掌握軌道系統之重要技術能力。國內廠商生產之軌道相關產品，大都是為了因應軌道事業單位維修需求，屬於技術層次較低之零組件而非整合性高之系統。

再者，國內尚無負責統籌軌道系統安全與品質之專責單位，缺乏安全與品質一致性要求，因此軌道系統採購多為採購單位於合約內要求廠商出具檢驗測試報告及驗證之相關證明文件。亦因國內未具有檢測及驗證能力之機構，以致國內軌道產業難以發展，而需仰賴國外技術。

建議參考日本鐵道技術標準檢討會（鐵道局、RTRI）制定規範標準；參考日本交通安全環境研究所鐵道認證室為因應軌道技術輸出需要，辦理鐵道產品認證業務。藉由測試檢驗及驗證能力的建立，整合國內具發展或優勢之項目，繁榮國內軌道產業市場。

軌道技術研究暨驗證中心未來之業務狀況，與國內軌道產業之供需與發展趨勢息息相關，多年來政府為有效扶植國內產業，即曾就軌道產業供需問題投注心力，進行多項調查與研究。就國內軌道車輛產業之需求，略述如后。

一、產業結構與規模：

依據社團法人中華軌道車輛工業發展協會會員資料顯示，國內較大規模之軌道車輛修造業工廠家數僅有台灣車輛、唐榮車輛等少數，主要原因在於本產業並非熱門產業，無法吸引多數業者參與。

除修造主要廠商外，另生產製造相關零組件或附屬設備的中小型廠家則約有一百多家，但其中大多數廠家係以產製其他產業為主，軌道車輛產業僅為其附屬產品，且多為本產業中較次要的零組件或附屬設備。亦因國內缺乏建立軌道產品國家標準及可具公信力之檢測、認證單位，給予軌道產品品質之測試與保證，致使軌道產業無法國產在地化，仍對國外產品依賴性高，自然不易吸引相關廠商參與，致使產業發展緩慢，而沒有太大的變化性與發展前景。

就產業結構方面而言，過去因唯一的市場為國營的臺灣鐵路管理局，而臺灣鐵路發展又受到自然地理因素的限制，在條件不良的環境下，產業結構需求和供給之間雖維持相當的穩定與平衡，但沒有變化也缺乏競爭的動力。

近年臺北、高雄都會區大眾捷運系統的路網擴充、台灣南北高速鐵路的興建營運、以及各縣市軌道運輸系統的建設計畫，而使擴大市場需求以提升產業發展之可能性大增。此項發展雖能為本產業帶來商機，惟為有效維持產能的利用率，在市場規模仍屬有限的情況下，部份產業仍有賴多角化經營以分散設備、人力閒置的壓力，部份產品並須尋求外銷出口的可能性，以擴大生存空間。

二、車輛零組件發展需求：

依「財團法人金屬工業研究發展中心」所進行的研究成果，國內軌道車輛零組件發展需求大致可歸納如表 1.4.1-1 所示。其中註明「首要發展項目」者，係指國內

該項技術發展已臻成熟，可不假外求，「次要發展項目」則尚有賴國外的技術移轉：

表 1.4.1-1 國內軌道車輛零組件發展需求分析表

系統別	首要發展項目	次要發展項目
車廂	牽引緩衝裝置	車體聯結器
轉向架	避震器、軸箱、車軸	框架、橡膠彈簧、牽引桿、防搖桿捲簧、空氣彈簧
內裝材料	座椅、車窗玻璃、風檔、壓條	車門、自動門機、扣件、拉釘、裝潢飾板、衛生設備
電氣設備	交流發電機組、電瓶充電系統、平滑線圈	高壓礙子、真空斷路器、主變壓器
動力設備	減速齒輪箱	牽引馬達、VVVF 變頻器
煞車系統	煞車機構	煞車碟片、煞車塊、煞車缸
附屬設備	鼓風機、低壓馬達、空氣壓縮機	空調系統、電車線

三、廠商技術能力發展需求：

依「財團法人工業技術研究院」IEK 中心機電運輸研究組所進行的研究，以軌道車輛種類來說：

1. 在動力機車方面，國內尚無設計製造能力，惟中鋼公司已於 1995 年引進德國 SCHOMA 公司之工程用機車之製造技術，並承攬臺灣鐵路管理局、東部鐵路工程局動力工程車之採購案，獲致品質優良的評價。
2. 在電聯車方面，國內具備半組裝(Semi Knock-Down)的能力，唐榮公司曾在臺北捷運淡水線組裝 12 輛電聯車、中鋼公司也在執行臺北捷運工業合作計畫之下，獲得組裝 108 輛電聯車的實際工程經驗。依半組裝的模式，設計與零組件均由得標之國外廠商提供，若能結合國內研發機構及產業界共同投入，國內對電聯車實具有研究開發及試驗生產之潛力。
3. 國內發展輕軌電車將進入另一新的里程碑，新北市政府淡海輕軌案由中鋼公司與旗下聯鋼營造結合台灣車輛及國內外系統廠家統包承攬輕軌線工程，如國內生產製造車輛通過實車測試，進入商業運轉，則我國軌道車輛工業的發展將大步邁進自產能力。
4. 在無動力客車方面，唐榮公司具備耐候鋼車體製造能力，曾承製郵政車、通勤客車、冷氣車、莒光號車、柴油客車等。車輛製造技術較先進的不銹鋼及鋁合金車體組裝則尚未具備完整的設計、製造能力，不過唐榮公司在 1998 年執行臺鐵 66 輛柴聯客車(DMU)工業合作計畫時，獲得自日本車輛株式會社不銹鋼車體組裝技術。2002 年，唐榮鐵工廠將旗下鐵路車輛部門分出，與中國鋼鐵以及日

本的日本車輛、住友商事等四家公司合資組成台灣車輛股份有限公司繼續生產鐵路車輛，近年更已進入臺鐵、捷運及輕軌電車車體製造市場。

5. 在貨車方面，國內技術成熟，唐榮公司、亞太隆剛公司及台灣機械公司均有能力承製。

以軌道車輛相關零組件來說，表 1.4.1-2 為經濟部工業局軌道車輛工業合作推動小組針對我國軌道車輛工業技術能力所作的分析，依機械、電氣及號誌通信將零組件分成三大類，並將技術層次分成 A、B、C、D 四級：

A 級：廠商技術成熟，具備完全自主設計、製造能力，可在國內直接生產

B 級：由國外廠商提供技術圖說或基本設計，再交由國內廠商設計、製造、安裝

C 級：曾有類似產品生產經驗，引進國外技術移轉給國內廠商，即可製造、安裝

D 級：國內無設計製造能力，須由國外直接進口

表 1.4.1-2 國內軌道車輛工業技術能力分析表

技術層次 設備類別		A 級	B 級	C 級	D 級
機械	車廂	車門、機械式聯結器、車窗玻璃、座椅、行李架、裝潢飾板、地毯、洗手盆		車體、門機及其控制、真空抽水馬桶	鋁擠型材料、電氣式聯結器
	轉向架	齒輪箱總成、抗搖桿、橡膠彈簧		框架、減震器、氣墊彈簧、螺旋彈簧、軸承箱	車輪、軸承
	剎車系統	來令片(有機類)、空壓機		來令片(粉末冶金)、致動器、剎車碟	防滑煞車系統
電氣	驅動和控制			馬達變頻器、牽引馬達	
	供電系統	地面供電變壓器、絕緣礙子	電力系統細部設計	車上變壓器、高壓斷路器、電車線	集電弓
	環控系統	一般鐵路客車／捷運車輛用空調設備		高速鐵路客車空氣及壓力之調節設備	
	輔助設備	低壓配電盤、低壓馬達、電纜、照明			
號誌通信	行車系統	個人電腦及週邊設備	中央行車控制系統(CTC)	自動列車控制系統(ATC)	

技術層次 設備類別	A 級	B 級	C 級	D 級
其他相關系統	不斷電系統	電力監控系統 (SCADA)、旅客列車 資訊系統(PTI)、駕駛 模擬器、車輛維修管 理系統、通訊控制系 統		

資料來源：「建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究」交通部運輸研究所 94 年 7 月。

四、軌道系統研發之市場

目前國內鐵路設備產業大都以維修零組件自給自足為導向，技術層級較低的車輛內裝品已可完全自製，其他包括轉向架、風檔、門板等總成或零組件也已具備生產能力，臺鐵以及林鐵等軌道營運單位，為使用此類產品之大宗；高鐵及捷運由於技術的專屬性，採購零組件數量尚屬極少。惟台灣高鐵公司現在所使用之日本新幹線系統為例，受到該系統零組件其價格昂貴，通用性低且未來日本高鐵可能停止生產供應，故台灣高鐵公司必須積極與國內各產業或學校合作尋求研發替代性產品藉以降低維修成本，以及建置相關測試設備，以檢驗測試其品質符合營運需求。

我國研發市場即建立在艱困的運輸產業環境，應急起直追師法韓國、中國從軌道產業輸入國，藉由政府投資軌道產業研究發展，發展為軌道產業可自給自足，再累積經驗與積極與國際合作，爭取軌道產業輸出機會。

我國在推動鐵路建設綱要計畫中，將未來十年的鐵路建設方向予以整體規劃，指引出未來鐵路產業發展的潛力項目，可吸引產業界投入相關技術之研究與產品設備之開發。藉此契機，建立軌道技術研發機構，提供產業研發指引，實為勢之所趨；若能以國內軌道系統之自給自足為起步，逐漸茁壯，即可期進一步跨向國際爭取海外市場，創造國家經濟產值。

1.4.2 軌道技術研發之能量

國內軌道技術來源可能分為四大類，如圖 1.4.2-1 示。第一類為從事軌道工程建設的事業單位，其第一線營運規劃、設計或工程技術人員，如高鐵局、鐵路改建工程局、臺北捷運局之工程人員等等；第二類為國內製造軌道車輛與零組件之廠商，如生產車輛的台灣車輛公司、生產座椅、壁板的佳運公司、生產冷氣的國祥公司等等；第三類為軌道營運事業單位，如臺鐵局、臺北捷運公司、高雄捷運公司、桃園捷運公司、臺糖鐵路、森林鐵路等事業單位，基於營運之需要，對其經營之系統投入改善及維修替代之研究；第四類則為學術界中對於軌道系統進行的相關研究的單位，如國內大學各軌道系統相關系所及軌道工

程學會等等。因此對現有研發能量的整合，為本計畫成立軌道技術研究暨驗證中心之重要課題。

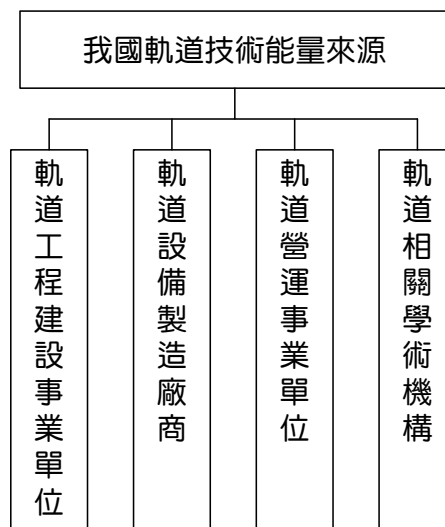


圖 1.4.2-1 我國軌道技術能量來源

國內軌道工業之技術能力，就零組件廠商而言，以較低層次之零組件生產為主。為求提高產品技術層次，經濟部積極推動整合相關廠商，協調業者組成各類技術之策略聯盟，以整合各廠商單打獨鬥的市場，並期以發展技術層次較高的車輛次系統投入市場，提升產品價值。

另一方面，經濟部工業局成立財團法人中華軌道車輛工業發展協會，集合國內相關軌道廠商及研究單位進行技術之整合及開發，自民國 82 年開始，執行軌道工業合作計畫，透過國內採購技術移轉、合作等方式，逐步建立軌道產業的技術基礎，並與中山科學院第二所，以系統整合方式執行科技專案計畫，發展輕軌原型車，更於 88 年元月結合近五十家會員推動成立「輕軌電車系統略聯盟」。91 年 10 月台灣車輛成立，是臺灣主要的交通運輸設備製造商，以生產軌道車輛為主要業務。由臺灣的唐榮鐵工廠、中國鋼鐵公司，以及日本的日本車輛、住友商事四家公司合資組成，是唐榮鐵工廠鐵道車輛事業部民營化而成立的公司。所出產之車輛多由臺灣鐵路管理局採購使用。

近年台灣車輛決定與德國企業 Voith Engineering Services(簡稱 VES)合作，引進德國的專業知識，打造具有智慧財產權的軌道車輛。103 年 11 月台灣車輛所屬的中國鋼鐵公司團隊得到新北市的淡海輕軌標案，台灣車輛負責輕軌車輛的整合、製造與測試。因為此淡海輕軌案，為深化工程師的製造、設計和分析能力，台灣車輛公司並派員前往德國的 VES 研習。

另者，捷運建設迄今已逾 30 年，然相關之核心技術仍掌握在國外廠商手上，甚或是維修及零組件之主要技術，仍需向國外廠商採購，因此藉由擴大經濟規模、建立自己的軌

道產業，才有機會深化技術並與外國廠商競爭的機會。目前所推動之捷運建設除機場捷運線屬中央興辦外，其餘計畫均由各地方政府陸續成立之捷運專責單位興辦推動。因此，造成各地方政府皆積極延攬捷運專業技術人力以及原捷運興辦能量分散之情形；但也間接將各種專業技術養成，推廣至各地方政府。整體而言，的確有組織重整、延續捷運興辦經驗以及有效運用技術人力之問題存在，需重新檢視捷運建設興辦之政策方向。推廣至軌道運輸系統也同樣具相同之思維，全世界都在推展軌道運輸系統建設，人才與技術是國家最重要的資產，如何將過去經驗累積下來，變成我們的優勢。本計畫除了可提供軌道產業技術研發、產品測試檢驗與認證服務，除提升軌道產業技術升級，滿足國內市場需求外，可為未來軌道技術與產業輸出奠定基礎。

1.4.3 軌道系統相關規範標準研擬

依鐵路法第 19 條、大眾捷運法第 24-2 條規範鐵路／捷運系統之建築(設)及車輛製造之技術規範，由交通部訂定之。爰交通部為促進鐵道新建工程規劃、設計、興建等具一致性之標準，需針對系統建設、車輛製造、橋梁安全、車站建築、鋼軌鋪設等工程，訂定技術標準規範，由「系統功能」角度確保鐵道系統之安全性與舒適性達到基本要求。

然而，現行部頒鐵路或捷運類規範，多係因應個案需求，由不同單位專案訂定後報部審定。若為達技術標準之通用性，宜由專責技術單位長期持續研擬草案以供交通部參酌審定，且觀諸歐、日軌道技術先進國家，均積極推動軌道系統國際標準化，爰部頒規範之制定，亦應將國際標準化一併納入考量。在此考量下，本計畫同時可提供軌道設備零件改善及技術解決方案，提升系統安全與穩定以及研擬軌道系統相關規範、標準及安全檢驗基準草案，以利我國軌道系統長遠發展及軌道工業國產化。

1.4.4 軌道監理作業

目前政府對於軌道運輸系統之管理，尚缺乏一專門技術機構協助監理業務之執行；鐵路相關業務責任係由交通部直屬幕僚單位－路政司負擔，其責任乃是依據「交通部組織法」第 5 條第 1 款「關於鐵路、公路建設籌劃之監督事項」、第 2 款「關於鐵路、公路業務及其附屬事業管理之監督事項」、第 3 款「關於鐵路、公路動力車、客貨車製造、進口規格之審議事項」、第 4 款「關於公有、民營及專用鐵路、公路之監督事項」、第 6 款「關於鐵路、公路行車安全之策劃與監督事項」。

另大眾捷運系統主管機關，在中央為交通部，在直轄市為直轄市政府；大眾捷運系統之經營、維護與安全應受主管機關監督。

就目前臺灣軌道系統中，符合「鐵路法」規範之「高速鐵路」、「一般鐵路」、「專用

鐵路」，以及受「大眾捷運法」規範之各縣市的軌道運輸系統監理作業現況，簡述如下：

一、鐵路之監理作業

103 年 6 月鐵路法大幅修正，修正條文達 41 條，強化鐵路安全監理規定，包括鐵路行車人員技能體格要求、增訂重大行車事故由交通部聘請專家調查、鐵路機構應每年提出安全管理報告等，並增訂國營鐵路納入監督之相關規定，包括國營鐵路列車駕駛應經交通部檢定給證，以及交通部應定期派員檢查營運機構相關安全監理事項。

政府組織改造，交通部將整併現有高鐵局及鐵工局成立鐵道局，按組織法草案，鐵道局將設置鐵路營運監理組，專責辦理鐵路監理業務，交通部於鐵道局未成立前，已於 100 年先行設置鐵路營運監理小組，以任務編組方式由高鐵局先行辦理各項鐵路監理業務。

二、捷運之監理作業

大眾捷運系統由主管機關依大眾捷運法及其相關子法實施監督。臺北捷運系統之監理工作，由臺北市政府交通局管理；高雄捷運系統之監理工作，由高雄市政府交通局管理。

三、軌道行車人員訓練與檢定

現行鐵路／捷運駕駛與行控人員之新進人員專業訓練，係由營運機構遵循法令規範之技能檢定項目，依其實務需求制定訓練計畫(或時數)及檢定合格標準，報請監理機關核定後據以執行；現行鐵路／捷運機構之行車人員訓練與檢定辦理情形除於第 4.2.1 節另有詳細說明外，擷要簡述如下：

目前列車駕駛人員之檢定與給證，依法除國營、民營鐵路駕駛人員應由交通部執行外，其他均由營運機構自行辦理，缺乏外部監督機制。雖鐵路法第 56-4 條、大眾捷運法第 30 條及第 42 條均規定，軌道運輸系統營運所需之行車人員、系統設施及設備之操作及維護人員等，應予有效之訓練與管理，使其確切瞭解並嚴格執行法令之規定，並施行定期及臨時檢查等。然而，現行同類系統行車人員的資格檢定標準不一，訓練要求亦大都由營運機關自行定義，非由第三方認定。

因此，為能提升軌道營運之安全，對於行車人員中之駕駛與行車控制等安全關鍵人員，倘能有一專門技術機構接受政府委託，辦理人員訓練及技能檢定所需之配套技術業務，則可進一步檢討修正相關技能訓練、檢定與證照核發法規，使強化軌道系統行車安全。

四、安全檢查與事故調查

鐵路法第 41 條規定，交通部應定期或視需要視察與查核鐵路機構之工程、材料、營業、運輸等情形。檢查業務係採查察鐵路機構是否依法規規定與標準作業程序等辦

理相關業務，查察其制度完整性與執行情形。然部份涉及技術層面事務，仍需委由具專業技術能力機構協助執行；倘委由第三方公正技術機構協助行政機關執行，將有助外部監督機制之功能與落實。

鐵路法第 56-5 條規定，交通部應聘請專家調查重大事故發生過程與原因，鐵路機構亦應對事故事件調查研究，並採取適當預防改進措施。過去有關行車事故原因調查與分析，尚須技術研析或藉由實驗、現場重建等方式找出原因之個案，常委託國內、外專家學者或技術研究單位協助分析與提出改善建議。(如：甲仙地震高鐵列車出軌事故、臺鐵電車線斷落事件等，均曾委託日本鐵道總合技術研究所協助)。

依鐵路法第 56-5 條規定，營運機構進行之調查屬於自主調查，而法定事故調查權責單位為交通部，而軌道中心則扮演專業技術分析支援角色。相對於我國飛航事故調查權責單位為飛航安全調查委員會，該委員會所進行涉及技術調查部分仍需相關技術單位協助分析。而國外日本韓國案例，日本飛航與鐵路事故調查權責單位為國土交通省；韓國飛航與鐵路事故調查權責單位為國土交通部。國內外事故調查業務分析比較如表 1.4.4-1。

表 1.4.4-1 國內外事故調查業務性質分析表

單位 性質	軌道中心	臺鐵局	交通部	飛安會	RTRI (鐵道總合技術研究所)	KRRI (鐵道研究所)
法律授權	X	√(自)	√	√	X	X
調查能力	√	√	√	√	√	X
具備實驗室	√	X	X	√	√	√
需要技術分析支援	-	√	√	√	-	-
法人	√	X	X	X	√	√

本軌道技術研究暨驗證中心之成立，主要著重於改進軌道安全與技術、支援軌道產業研發、以及獨立第三方機構公正參與軌道安全活動(協助軌道事業營運監理技術事宜、事故調查、駕駛檢定等)，為維持用人之彈性，其組織係採財團法人方式設置，與捷運建設與辦單位之角色有別。

諸此，培植國內軌道系統關鍵技術與設備之自主研發能力，參考國外軌道運輸先進國家設置軌道技術研究暨驗證中心，實為國內培育軌道技術能量之所趨。

第二章 計畫目標

我國軌道系統市場長久以來以國外輸入為主，國內廠商少有系統設備之製造，產品製造大都為針對使用中系統的部分零組件進行替換或取代之開發。在技術能量方面，由於軌道工業涉及之技術廣泛，若無專職之研發單位難以取得成效。以號誌設備為例，號誌系統管理列車的運行秩序，為維護鐵路運轉安全的關鍵，設備產品之開發即需整合電子、機械、運輸等各種專業技術，但長久以來國內限於市場規模，未能有較具規模整合之學術或研究單位，因此技術之累積極為困難，難以達到精益求精之地步。

然而，近年來節能減碳、綠色運輸隱然成為交通建設的主流議題，而鐵路建設亦受到世界各國的重視。因此本計畫擬訂我國軌道技術研究暨驗證機構之組織及型態時，即須根據我國軌道市場供需之特性，製訂我國軌道系統研發之策略，以作為軌道技術研究暨驗證中心未來發展之參考。

2.1 目標說明

2.1.1 計畫目標

綜觀各軌道工業大國，其軌道研發機構之發展莫不以提升該國軌道系統產業水準，研究開發以自我內需進而擴及外貿輸出之軌道產品設備為目的。而該軌道工業技術之提升，即須以投入專門之研究中心，成立專門的測試及檢驗機構，集合技術專業人力，協助民間投入相關工業產品之研發，與輔助政府對軌道事業之監理。因此我國軌道技術研究暨驗證機構除以提升我國軌道技術為目標外，亦須考量適時提供國內軌道監理組織之技術支援，因此本計畫目標有以下幾項：

一、整合國內軌道產業技術，發展適合國內強項之軌道自主技術，降低國外技術進口依賴

設置軌道技術研究暨驗證中心，針對軌道系統發展需求進行評估，整合國內軌道產業技術，同時引進國外或自行研發技術，培植我國軌道工業研發基礎及自製能力，進而發展關鍵技術之研發能力，逐步達成國內技術自主，逐年降低國外技術的依賴，提升軌道工程技術水準。

二、建立軌道運輸系統專門測試及驗檢中心，建立國內軌道相關產品、測試、檢驗及認證能力

以非營利的認證機構，接受交通部監督之財團法人，提供經濟與社會發展需求之公正、客觀、獨立及符合國際規範之軌道運輸產業第三者認證服務，並成為軌道行車事故調查協助之專門技術機構。

三、協助交通部及地方捷運主管機關辦理軌道營運安全監理業務技術相關事宜

支援國內、外軌道系統之興建、營運、維修等監理業務所需之檢查技術人才。支援營運機構或監理單位之事故調查作業技術能力、技術諮詢及軌道相關技術規範、標準之制訂。

四、提供鐵路／捷運營運機構人員訓練及技術解決方案服務，佐以營運機構既有訓練與訓練資源，提升我國營運公共安全

鐵路法部分條文修訂後，國營鐵路亦準用相關規定納入營運監督之際，軌道專業技術人才需求更顯急迫。設置軌道技術研究暨驗證中心以辦理軌道運輸系統操作人員（駕駛及行車控制人員）技能訓練、檢定等作業，增進軌道運輸系統整體營運安全。

2.1.2 推動策略

受限於國內工業之技術能力，軌道系統設備之研發目前多半偏屬於技術層次較低之零組件或次系統，對軌道運輸所需之主要設備較少投入。也由於，受限於國內軌道產業目前環境，大都僅就使用系統中之車輛及設備零件之維修需要，以節省組件原廠購置成本為目的，所進行之替代備品開發，常無法提供業者足夠市場規模及誘因，以投入較高層級之軌道產品設備開發，進而限制了國內軌道技術的進步。

軌道技術研究暨驗證中心之設立，深切影響我國軌道相關技術之提升，其技術之移轉或投入系統設備之研發，均裨益國內機電、營建、服務等各產業之發展，已為政府既定發展策略。此其時，政府勢必扮演關鍵角色，包括制訂軌道設備之標準、規範或規格，輔導廠商應用、整合新技術投入相關系統設備之研發，以及協助國內業者拓展經貿開闢海外工程市場等，俾利我國軌道工業產品設備之開發，創造產業合作的經濟綜效。

此外，軌道技術研究暨驗證中心之發展，除提供軌道產業開發技術，促進國內軌道工業水平外，另一重要的角色，在於提供政府施行軌道事業監理業務時，可支援所需軌道行車人員訓練及檢查業務的技術支援與測試、驗證能力。綜上，爰以國內服務需求、產業市場環境及技術能力發展，研擬軌道技術研究暨驗證中心之發展策略如下：

一、短期推動策略（2 年）－成立第三方技術專門機構

1. 成立財團法人，確認軌道技術研究暨驗證中心設立之業務項目、財務規劃、組織架構，並負責行政、管理及以專業技術人力為主之業務。
2. 辦理本中心建築硬體建設規劃與設計，延聘駕駛訓練、軌道系統資深專家參與建

置，籌劃軌道運輸系統行車人員(初期為駕駛及行控)訓練、設備檢測及技術研發必要設施設備(中心行政大樓、訓練教室、駕駛訓練設備、測試研發工廠)，俾於興建完成後承辦規劃之業務。

3. 建立作業團隊，協助交通部辦理軌道安全所涉技術事宜：

- 年度營運定期檢查
- 事故事件原因分析
- 規範及標準草案研擬

二、中期推動策略（5 年）－興建行車人員技術研究暨驗證中心、發展國內測試、檢驗與驗證能量

1. 辦理本中心建築硬體建設工程發包與施工。
2. 籌劃駕駛／行控人員法定安全訓練及執照檢定業務及課程內容，於硬體建設完成後，接受交通部委託辦理該等業務。
3. 備置軌道系統工程及事故調查常用之量測、測試、檢驗及驗證所需實驗室及通用設備，於硬體建設完成後，承辦各項軌道運輸系統測試、檢驗與事故調查工作。

三、長期推動策略－建立自我研發能力，推動軌道產業提升

1. 本中心建築硬體建設竣工啟用及逐步開發建立各項軌道設備研究室及測試工廠，建置完整之研究中心。
2. 辦理駕駛／行控人員法定安全訓練及執照檢定業務。
3. 提供軌道營運機構相關設備及技術解決方案。
4. 建置基礎之量測、測試、檢驗及驗證所需實驗室及通用設備，並建立軌道系統檢驗與驗證資格與能力。
5. 承辦需進行檢測、試驗及模擬分析之事故調查工作。
6. 進行基礎技術研發，提升技術水準及擴充相關試驗設備，協助軌道產業整合及技術研發。

2.2 達成目標之限制

成立之軌道技術研究暨驗證機構勢必肩負領導國內軌道技術發展重責，並擔任引領軌道產業技術研究方向之角色。依據研擬之軌道技術研究暨驗證中心之發展策略，初期仍可藉由政府軌道建設之永續、維護管理在地化之需求，引導廠商尋求在地合作以快速吸收海外技術。軌道技術研究暨驗證中心可擔負技術研究發展之資訊平台，整合產業技術資訊，

進而深入技術基礎研究，待基礎研究完備之後，以政府工業輔導方式，一方面將其擁有之技術傳承釋出至相關廠商，另一方面成為監理單位與營運機構及製造廠商間的橋樑，協助政府或業界研訂技術之規範或標準，以促進國內軌道產業之發展提升。初步研析，推動軌道技術研究暨驗證中心之建置必須面臨之挑戰概述如下：

一、技術策略：科技日新月異，須持續引進新技術，強化自我技術能力

軌道技術之取得方式，概分為技術引進與研究發展，現階段我國軌道技術大都源自技術引進。技術來源，大都為車輛、機電系統進口時，藉由工業合作之方式，自國外原廠移植所需之維修技術，以便可以自給後續系統之維修能力。其次，在軌道技術自我發展方面，國內較少大型之開發案，相較於國外大廠之生產規模，以其長久經營不斷投入累積之研發能力，國內相對競爭力薄弱。因此，若可善用未來採購案之市場規模，持續藉由技術轉移快速獲得先期的相關技術，則有利跳躍式提升軌道技術層次，更可因國內人資優勢，進而發展達成技術合作，開拓海外軌道市場目標。

二、市場策略：研發核心產品，厚植整車實力

市場需求刺激廠商進行產品開發，往往是技術提升的主要動力；而國內監理所需技術的完備，也有賴於整體產業水平的提升，以相輔相成。然而分析國內軌道系統市場，各軌道系統車輛數目雖多，但汰換率並不高，因此國內整車廠商之生存空間遠不如國際大廠。更由於我國簽署政府採購協定(GPA)在民國 100 年後工業合作機制將全面受限，因此國內軌道產業核心技術尚屬缺乏，交通建設仍有賴於國內軌道先進國家之整體系統技術引進，對國內軌道業者之保護能力相對薄弱。例如，高鐵 BOT 案採購之車輛及系統機電完全由日本整體進口，零組件後續備料亦由日本廠商統包，國內軌道業者則無緣競逐。又如臺鐵、捷運之電聯車採購，鑒於對系統技術能力及可靠度有一定之要求，而大都有「實績」之限制。此種技術門檻限制，均造成國內軌道業者發展之困難度，對跨入國際軌道產業競爭市場徒呼負負。

相較於整車市場，經濟部推動之車輛零組件廠商整合策略，可視為一較符合現實狀況政策。近年來，軌道車輛發展趨勢走向模組化，亦即由許多在共同規格規範下設計建造之次系統，搭配整合組成一完整之軌道運輸系統。以車輛而言，車輛次系統模組可分為動力、車體、懸吊、電氣、內裝等。以臺鐵購入之傳統無動力客車為例，車體由整車廠商製作，內裝部分可由國內廠商配合，達到車體接近完全自製的水準，但懸吊則是採用國內與國外廠商技術合作生產之轉向架，車用電氣之專屬規格零件則仍是以向國外採購為主。再就車輛模組化次系統而言，其中內裝部分技術層次可說是最低，卻也是國內廠商最能掌握技術的核心產品，以生產空調設備之國祥公司為例，其產品已有外銷之實績，顯見在能夠掌握技術的前提下，我國足以發展軌道相關設備，而如何引導國內廠商將研發能力投注於此類掌握技術之領域，突破國外整體技術之封鎖，則是政府輔導廠商時應特別注意的策略。

三、法令限制

本計畫構想由交通部協調鐵路、高鐵、捷運等軌道營運機構，軌道主要產業機構，以及軌道業主要財團法人等共同捐助成立財團法人來設立此中心。若未來法人從事計畫目的外的業務，如涉及工程技術顧問公司業務範圍，亦須避免涉及違反相關法規。

又財團法人的設立，是以一定的捐助財產為成立基礎，從事公益活動。因此，協助主管機關監理業務方面係以獨立第三方軌道專業技術機構地位，協助交通部執行訓練、檢定、檢查等技術業務。建議宜有法令配套措施，包括：

1. 增/修訂鐵路、大眾捷運相關法令，賦予辦理前述駕駛／行控人員法定基礎安全訓練及檢定業務之法源依據。
2. 增(修)訂鐵路／大眾捷運法令授與辦理軌道安全基準，及修訂技術規範，期相關設備符合安全要求。

另本計畫經綜整行政院審議意見，原規劃建設總經費擬由中央政府編列預算捐助財團法人辦理，因考量建設經費龐大，依法相關建設須列為國有財產，尚待克服國有財產法以及交付財團法人使用之相關疑義。本計畫部分實質執行困難處，待進一步研析處置對策。

四、公益營運經費不足限制

本計畫於營運方面，建議於一般業務(訓練檢定、檢查調查、技術服務、檢測驗證等)以使用者付費分擔營運所需費用外，另於擔負國內軌道產業技術之研究發展任務方面，為期獲得更多的國內產值，促進國內軌道工業的發展，降低未來國內軌道工程的興建費用及營運機構的設備維護成本，建議投入長期的技術研發，使軌道運輸業及國內軌道產業因之受惠（詳如第 7.9 節財源籌措計畫之說明）。由於利益關係人最終反應於旅客大眾，因此，該一部份營運所需資金，建議仿照日本各 JR 鐵路公司按運輸收入固定比例(0.35%)提撥經費補助鐵道總合技術研究所之方式，配合軌道監理相關法令之研修，除每年接受營運機構提撥挹注經費外，並可以部份由產業捐贈或民間企產委託之業務收入挹注。

概括而論，國內應成立軌道技術研究暨驗證中心，此機構之功能在持續快速的吸收國外新進技術，並進行基礎技術研發，提升整體技術水準，並同時得以建立軌道監理所需的技術支援。並以長久發展為目的，支援國內外軌道產業之技術開發，研發市場核心產品，支援產業技術升級，厚植整體系統設計實力為目標。

2.3 預期績效指標及評估基準

2.3.1 經濟效益評估方法

本計畫所採用之經濟效益評估方法，包括淨現值法、內部報酬率法及益本比法。在經濟層面係以成本及效益二部份加以考量，其中，成本可分為「可量化成本」及「不易量化成本」二部份，而效益分析中亦分為「可量化效益」與「不易量化效益」。可量化效益再細分為直接效益、社會效益及間接效益項目，本報告書第六章中將依據以上分類，提出各項經濟效益評估指標及指標的試算值。本節就其評估方法，擷要簡述如后。

一、效益淨現值(Net Present Value，NPV)

淨效益現值係將評估期間內，所有之成本值及效益值予以貨幣化，並將折現後效益總現值減去成本總現值，因此淨現值不但估計效益超過成本的部份，更考量資金的時間價值，客觀地評估計畫的真實淨效益。如淨效益現值大於零，即表示此計畫對整體社會而言具有正面效益，淨現值愈大表示投資方案愈具經濟效益及社會公共利益。

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t}$$

其中， B_t ：第 t 年之產出效益

C_t ：第 t 年之投入成本

i ：折現率

T ：評估期

二、效益內部報酬率(Internal Rate of Return，IRR)

內部報酬率係指，未來效益產生之現值等於成本投入時之折現率，亦即使計畫之淨效益現值等於 0 時之折現率，其為評估整體效益報酬率的指標，相當於一可行計畫效益的最低收益率底限；藉由比較計畫的內部報酬率與資金成本，可以了解整體社會效益。此比率用於衡量本計畫所可獲得之效益報酬率及其財務槓桿效果，當效益報酬率大於資金成本率時，即表示此計畫對整體社會而言具公共價值，比率愈高，此投資計畫越具公共效益。

$$\sum_{t=0}^T \frac{(R_t - C_t)}{(1+i)^t} = 0$$

其中， R_t ：第 t 年之產出效益

C_t ：第 t 年之投入成本

I ：折現率 = IRR

T ：評估期

三、效益益本比(Benefit/Cost Ratio，B/C)

益本比係指評估期間內計畫總效益現值為本計畫投入總成本現值之比值，公共建設計畫可接受之準則必為效益大於成本，也就是當 B/C 大於 1 時，顯示本計畫可考

慮投資，若 B/C 小於 1 則表示本計畫完全不值得投資。

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

其中， B_t ：第 t 年之產出效益
 C_t ：第 t 年之投入成本
 i ：折現率
 T ：評估期

2.3.2 財務評估方法

財務評估一般常採用現金流量現值分析法，本計畫在財務方面之評估方法亦採此分析法，分析之指標使用自償率、淨現值及經營比作為分析之架構。本報告書第七章將依據本計畫內容及財務之估算提出各項財務評估指標的試算值。本節就其評估方法，摘要簡述如下：

一、自償率(Self-Liquidating Ratio, SLR)分析

依據促參法第 32 條，自償率係指「營運評估年期內各年現金淨流入現值總額，除以公共建設計畫工程興建年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比例」。營運評估年期係指公共建設計畫之財務計畫中，可產生營運收入及附屬事業收入之設算年期；現金淨流入係指公共建設計畫營運收入、附屬事業收入、資產設備處分收入之總和，減除不含折舊與利息之公共建設營運成本及費用、不含折舊與利息之附屬事業收入成本及費用、資產設備增置及更新之支出後之餘額。自償率大於 100%，即表示在假設前提下(未考慮稅及利息)，營運期間內之淨營收可完全回收計畫之興建成本。

$$\text{自償率} = \frac{\text{營運期間淨現金流量之現值和}}{\text{興建期間各年現金流出現值和}}$$

二、財務淨現值(Net Present Value, NPV)

計畫淨現值係指本計畫投資的全部現金流入的折現值和全部現金流出的折現值之間的差額，計算公式約略同效益淨現值，惟以當年的財務收益金額取代當年的效益項進行估算。

三、營運經營比分析 (R/C Ratio)

經營比係指計畫營運期間內營業收入現值與營運投入成本現值之比值。本計畫「安全檢查與事故調查」、「規範標準研擬」二項業務之營運規劃自 106 年第 4 季起其餘業務自工程興建完成設備啟用起。經營比大於 1 表示本計畫日後研究暨驗證中心的營運收入足以支應維持營運所需營運成本及重增置成本。

$$\text{經營比} = \frac{\text{營運期營業收入現值}}{\text{營運期營運成本現值}}$$

四、財務內部報酬率(Internal Rate of Return，IRR)

當本計畫興建成本由政府捐助時內部報酬率係指，不含興建成本下未來營運產生之營收值等於成本投入時之折現率，亦即使計畫之淨效益現值等於 0 時之折現率，其為評估整體財務報酬率的指標；此比率用於衡量本計畫所可獲得之財務報酬率及其財務槓桿效果。

$$\sum_{t=0}^T \frac{(R_t - C_t)}{(1+i)^t} = 0$$

其中， R_t ：第 t 年之產出收入

C_t ：第 t 年之投入成本

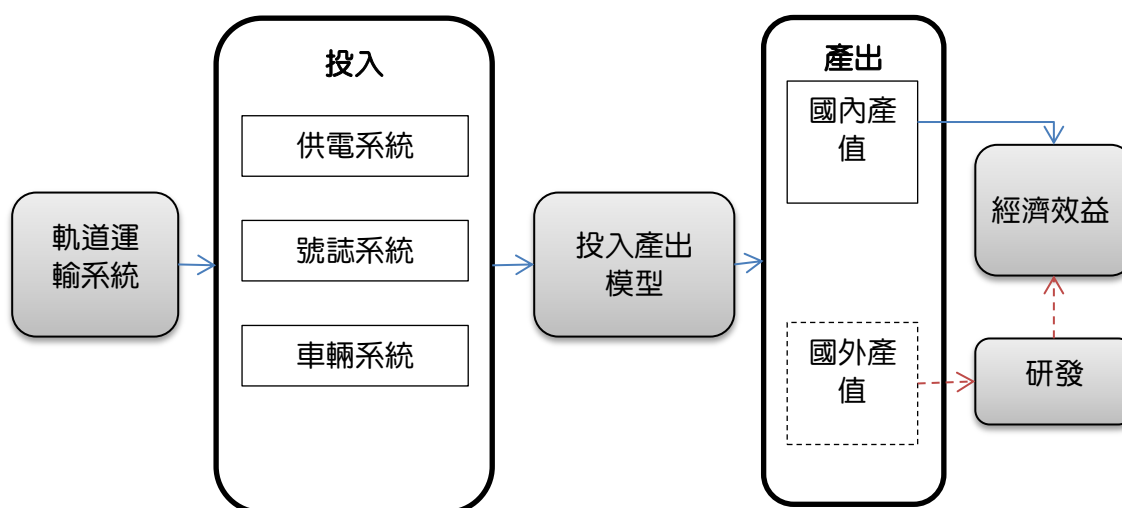
I ：折現率 = IRR

T ：評估期

2.3.3 成果型關鍵績效指標

「成果型」指標指的是機關推動的政策對外造成的效應或影響；本計畫設置軌道技術研究暨驗證中心，針對軌道系統發展需求，同時引進國外或自行研發技術，培植我國軌道工業研發基礎及自製能力，進而發展關鍵技術之研發能力，逐步達成國內技術自主，逐年降低國外技術的依賴，提升軌道工程技術水準及國內產值比例。

本計畫規劃投入軌道技術研發及驗證工作，目標以 10 年提高國產佔比至約 75.0%，因此建議依效益目標，分析方式如圖 2.3.3-1 所示，訂定成果關鍵績效指標，以未來 4 年為期，檢視其所帶動的產業轉型與升級效益，就軌道車輛系統、號誌系統及電力系統三項系統國內產值佔比訂定如下指標：



$$\frac{1}{4} \sum_{t=0}^4 \frac{DV_i}{(DV_i + OV_i)} = \text{四年平均國產佔比}$$

其中， DV_i ：第 i 年國內產值
 OV_i ：第 i 年國外產值

圖 2.3.3-1 產值效益分析流程

表 2.3.3-1 軌道技術研發及驗證預期 10 年國產佔比指標

年期	投入研發 預期國產佔比	國內產值 平均佔比
第 1 年	42.260%	-
第 2 年	45.042%	-
第 3 年	48.006%	-
第 4 年	51.165%	46.618%
第 5 年	54.533%	49.686%
第 6 年	58.122%	52.956%
第 7 年	61.947%	56.442%
第 8 年	66.024%	60.156%
第 9 年	70.369%	64.115%
第 10 年	75.000%	68.335%

第三章 現行相關政策及方案之檢討

3.1 相關政策及方案

一、政府持續強化鐵路安全監理法規及組織功能：

鐵路法 103 年 6 月大幅修正，強化鐵路安全監理規定，包括行車人員技能體格要求、增訂重大事故由交通部聘請專家調查、鐵路機構每年提出安全管理報告等，並增訂國營鐵路納入監督之規定，包括國營鐵路列車駕駛應經交通部檢定給證，交通部定期派員檢查國營鐵路及前述安全監理規定。

政府組織改造，交通部未來將成立鐵道局，其下設營運監理組，專責辦理鐵路監理業務，並在組改前，於 100 年先行設置鐵路營運監理小組，以任務編組方式由本局先行辦理各項鐵路監理業務。

二、交通部 102 年運輸政策白皮書(運輸安全篇)提及兩大政策：

1. 應建置完整組織功能，強化鐵路安全制度
2. 加強鐵路軟硬體設施應用

三、行政院「104 年國家發展計畫」有關擬訂國家發展政策主軸部分，提及推動軌道運輸並提出下列發展目標：

1. 強化都會區之公共運輸服務、2. 推動臺鐵轉型、3. 加強東部地區鐵路建設等。

四、交通部公共運輸政策：近年積極發展公共運輸系統，98 年公共運輸載客量 22.6 億人次(市占率 13.4%)，經各項措施之努力，至 103 年已升達 32 億人次(市占率 16.0%)，軌道系統在公共運輸扮演大量準確及快速之重要功能，其重要性逐年提升。現正以 114 年全國公共運輸市占率 30%為努力目標。

五、五項策略性產業：其中「智慧精密機械聚落」之構想，推動機械產業的升級，並且加強韌體和控制器設計的能力，可提供軌道運輸工業所需要之堅實的智慧化機械產業，經由本中心驗證之能力，進而提高軌道運輸產業自製之能力。

六、「新南向政策推動計畫」將整合政府及民間企業資源與力量，從「經貿合作」、「人才交流」、「資源共享」與「區域鏈結」四大面向著手，期望與東協、南亞及紐澳等國家，創造互利共贏的新合作模式，建立「經濟共同體意識」。

七、前瞻基礎建設計畫：為擴大內需、帶動經濟動能，打造未來 30 年國家發展需要之基礎建設，行政院將推動前瞻基礎建設計畫，範圍包括軌道、水環境、綠能、數位、城鄉等 5 大建設，其中以軌道建設為最大宗，包括高臺鐵串聯、鐵路改善及立體化、都會捷運及本軌道技術研究暨驗證中心等工程計畫。

3.2 國內外相關案例

我國公路運輸設有車輛研究測試中心(ARTC)、車輛安全審驗中心(VSSC)，航運則有中國驗船中心(CR)協助政府辦理法定檢測、規範與標準制定、支援產業研究發展與產品零組件檢測等業務。另舉凡日、韓、英、德、中國大陸等軌道產業發展已具規模之國家，均設有軌道研究專責機構，以下謹就各國案例進行說明。

一、日本鐵道總合技術研究所(RTRI)

1. 概況及經費

原為日本國有鐵道(Japanese National Railways, JNR)所屬研究機構，1986 年 12 月 10 日改制為財團法人。除設於東京的本所外，尚有日野土木實驗所、鹽澤雪冰實驗所、勝木鹽害實驗所、米原風洞實驗所。本所之占地面積約 266,000m²。

2. 經費來源

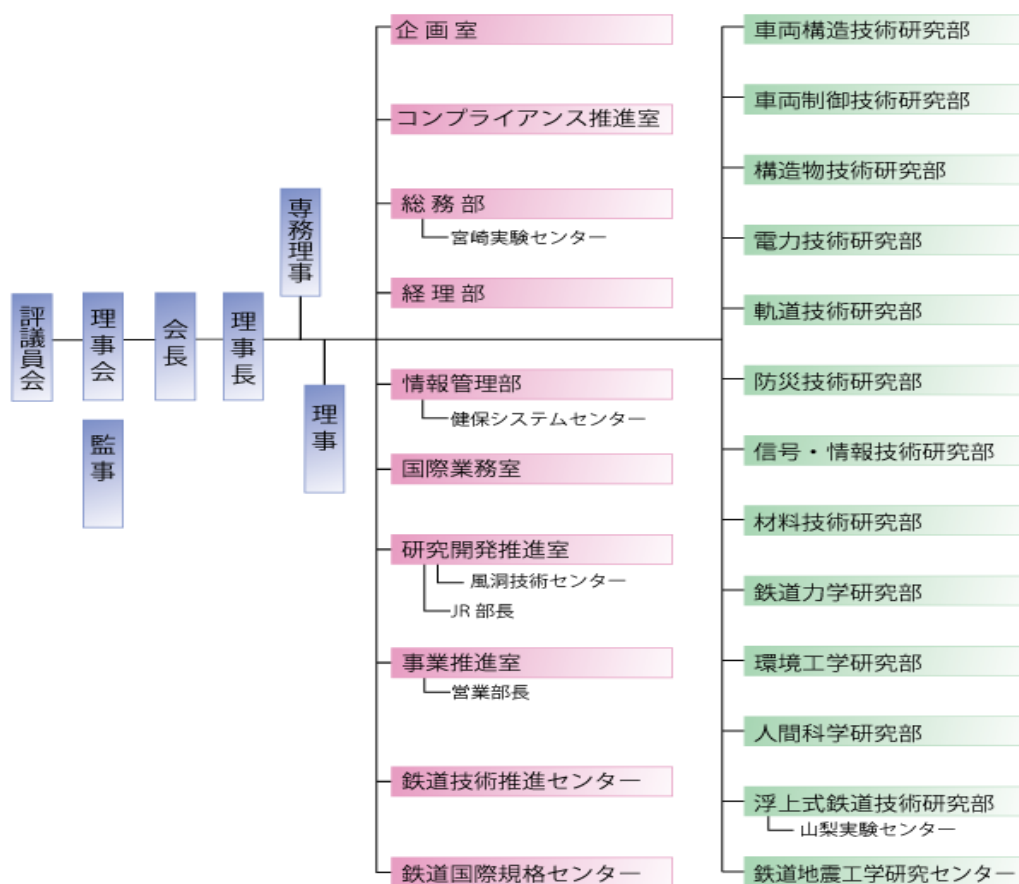
2014 年度預算約 180 億日幣(約新台幣 47 億)，其中 73%來自各 JR 鐵路公司依規定按運輸收入固定比例(0.35%)提撥、23.5%來自技術服務收入或其他、3.5%來自政府補助。

3. 營業項目

- 初期依鐵道事業法規定，接受國土交通省之委託，辦理鐵路設施的檢查作業，為政府之指定檢查機關；
- 接受 JR 及民營鐵路事業之委託，辦理研究、試驗、評估、提供技術資訊及有關的調查、檢查工作；
- 配合整體環境需求及科技進步，進行基礎研究、基準的增修訂、技術開發等工作，並定期發表成果；
- 與世界各國鐵路技術單位及國內其他研發機構間的密切聯繫與交流。

4 組織架構

13 個研究單位，現有人員 526 位，架構如下圖示。



5. 設備概況

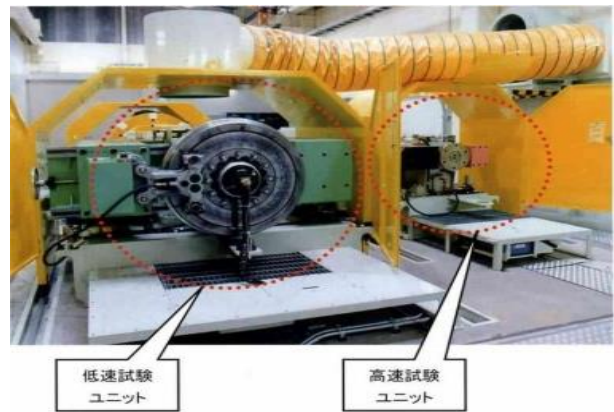
- (1) 風洞：設有一測試段長 6.0m、寬 2.7m 的大型低噪音風洞，及一測試段長 1,600mm、寬 480mm、高 400mm 的小型低噪音風洞。



- (2) 高速車輛實驗台：最高測試速度可達 500Km/hr，可同時附加左右 $\pm 30\text{mm}$ 、上下 $\pm 12\text{mm}$ 、旋轉 $\pm 0.63^\circ$ 等各維的振動。



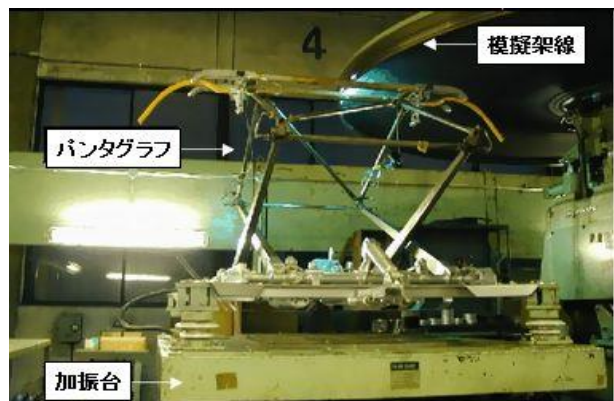
- (3) 煞車性能試驗機：模擬、測試各類煞車的性能及熱特性、輪軌間黏著特性、煞車時的滑動控制、及有水狀態下的煞車性能，速度最高可達 580Km/hr。



- (4) 集電試驗裝置：為一全長 500m 的測試線，可實際模擬列車速度在 160Km/hr 以下時的集電弓及電車線的集電性能、以及電車線上元件的接觸特性。



- (6) 集電弓總合試驗裝置：可模擬測試 5~300kmph 狀態下的集電弓追隨特性、離線率、耐久性、通電性能、及摺動部的特性



- (7) 集電摩耗試驗機：用以模擬高速行駛時集電元件的摩耗狀況、使用壽命推估、及新材料的測試。



- (8) 電線振動試驗機：模擬集電弓通過時伴隨的振動及疲勞損傷，測試新材料的使用。



- (9) 高速迴轉試驗裝置：可對受信器、地點檢知裝置、及其他控制設備進行高速適應性測試，最高測試速度可達400Km/hr。



- (10) 軌道接合裝置用四軸疲勞試驗機：實際加載以模擬測試接合裝置。



- (11) 隧道覆面模型實驗裝置：用以進行新工法的開發研究，以及隧道覆面、結構、地盤等的交互作用及三次元模擬實驗。
- (12) 大型降雨實驗裝置：可作結構物防護面強度及斜面崩壞試驗、災害探測器適用性的確認、及降雨對電波的妨害確認等。
- (13) 隧道微氣壓波模型實驗裝置：模擬實驗各種隧道開口形狀、設施配置、及列車車頭部形狀，以獲致微氣壓波的降低。
- (14) 四軸振動實驗裝置：藉由振動台前後、左右、上下、旋轉等的單獨或同時作用，模擬檢討設備的振動特性。

(15) X 射線分析設備：對材料及其成分進行定性、定量分析。

二、中國大陸中國鐵道科學研究院

1. 概況及經費

於 1950 年 3 月 1 日設置，現有員工總計約 5,800 人，資產總值約 11 億元人民幣，其中固定資產 8.5 億元。另下設多所研究所及實驗室，包括：

- 機車車輛研究所
- 動車組和機車牽引與控制國家重點實驗室
- 通信信號研究所
- 國家鐵路智能運輸系統工程技術研究中心
- 鐵道建築研究所
- 高速鐵路軌道技術國家重點實驗室
- 金屬及化學研究所
- 電子計算技術研究所
- 運輸及經濟研究所
- 節能環保勞衛研究所
- 鐵路節能環保技術中心
- 鐵路衛生技術研究所
- 科學技術信息研究所
- 標準計量研究所
- 國家軌道衡計量站
- 國家鐵路罐車容稱計量站
- 鐵道部產品質量監督檢驗中心
- 中國鐵路產品驗證中心
- 基礎設施檢測研究所
- 鐵道部基礎設施檢測中心
- 鐵道技術科學研究發展中心
- 高速鐵路系統試驗國工程實驗室
- 高速列車技術創新服務平台
- 國家鐵道試驗中心
- 國家城市軌道交通裝備試驗線

- 鐵道技術研修學院
 - 鐵路繼續教育培訓中心
 - 環形鐵道綜合試驗基地
 - 院屬全資公司 32 家、控股公司 7 家
2. 經費來源：部分國家預算支應，部分科研合約收入、部分標準補助費、事業性收入。
3. 營業項目：在中國大陸政府整體的協調主導之下，進行鐵路相關綜合性的研發，解決鐵路建設中重大、關鍵的課題。服務範圍包括：
- 接受政府委託，提供鐵路網整體規劃及政策研擬；
 - 接受政府委託，提供鐵道系統相關產品之檢驗及許可；
 - 鐵道專業技術人才的培養；
 - 配合國家政策，加強與美國、法國、德國、瑞典、南韓、日本、俄羅斯等 10 餘個國家及國際知名企業技術交流；
 - 高速鐵路系統研發。
4. 設備概況
- 機車車輛研究所：經國家驗證的試驗室 32 個，試驗車 9 輛，儀器設備共計 1,468 部。
 - 通信信號研究所：包括准高速通信信號檢測試驗車、通信信號檢驗、無線通信、光學、通信信號防雷、電磁干擾、電氣元件絕緣耐壓等各個實驗室、以及高、低溫、濕熱、鹽霧、振動、拉力、壓力、碰撞等通用之實驗室。
 - 鐵道建築研究所：設備包括微計算機裝置、無道碴軌道試驗裝置、橋樑水工試驗設備、大型鋼結構疲勞及破壞試驗裝置、隧道圍岩受力試驗裝置、車輛運行安全檢測裝置、軌道檢查車。
 - 金屬及化學研究所：設備包括鋼軌探傷車、離子表面處理裝置、電弧噴塗裝置、輪緣潤滑試驗裝置等儀器設備計 828 部。
 - 標準計量研究所：設備包括 100T 標準軌道衡、無基礎動態軌道衡、數據紀錄分析儀、粗糙度分析儀、精密天平、兩米測長儀。
 - 環形鐵道綜合試驗基地：佔地 64 公頃，試驗線外環：半徑 1,432m，周長全長 9Km。內環：含有不同半徑、坡度的曲線和直線段。其他包括衝擊試驗線、探傷試驗線、站場線、入環線、絡線、展示線、車庫線等。線路總長度為 38Km，其中 26Km 為電氣化線路。



高速輪軌關係試驗台



高速動車組交流傳動試驗台



高速集電弓及接觸線關係試驗台



高速集電弓及接觸線關係試驗台

三、英國國家軌道工程技術學院(NSAR)

英國國家軌道工程技術學院於 2010 年設立，約有 340 個團體會員，涵蓋鐵路營運機構、車輛及其他設備之製造及供應商、顧問公司等。主要的使命為規劃及執行短中期的人才供給及需求預測、在大專院校推廣軌道工程、推動業內在職技能提升及提升教育訓練品質。

在 2008 年時，英國的產、官、學達成共識及認知，需要規劃並執行涵蓋整個軌道產業的人才招募、培訓、及發展策略，因此英國交通部及產業於 2009 年共同出資進行研究，並於次年由政府同意並撥款成立了「國家軌道工程學院 NSARE」，並於 2011 年轉型公司化並開始營運。

1. 業務：

- (1) 提供軌道工程在職技能教育課程：由政府、西門子 Siemens、及 NSARE 合作成立「國家牽引及車輛系統(T&RS)培訓學院」。
- (2) 建立軌道技術教育課程認證制度：由 NSARE 主持的軌道訓練課程認證制度，已經涵蓋了 90 個公司的訓練課程、450 講師及評鑑員、以及 50 個訓練場地。在這些獲得認證者中，90%得到 'Good' 評等，10%得到 'Outstanding' 評

等。NSARE 下一步的重點，將強化授課講師的培訓工作。

(3) 拓展軌道工業市場與產能：

NSARE 在規劃軌道產業的人才招募、培訓、及發展策略方面，是從下列兩項調查工作開始：

- A. 進行軌道人才普查，推估可用人才（供給面）
- B. 調查未來英國軌道計畫，估算經費及人才需求（需求面）

2. 人力：現有專職人員 35 人。

3. 經費：硬體興建經費約 700 萬英鎊(約新台幣 42 億)，其中政府出資及訓練收入各佔 50%。

四、德國鐵道技術中心

1. 概況

早在 1970 年代，德意志聯邦鐵道（DB）即已投入鐵路基礎研究。90 年代以後，為因應歐洲市場的單一化、東歐政情的劇變以及東、西德的統一，造成客貨運輸量的急遽增加，對現有已呈飽和的公路及航空運輸產生衝擊，乃由德國鐵路 DB 主導各專業機構、廠商從事相關研發工作。德國鐵路系統技術公司(DB Systemtechnik GmbH)總部位於德國梅登，其內一共有 5 技術部門和 18 個認證檢測實驗室，專門提供各種鐵路相關技術解決方案。

2. 營業項目

- 實驗試作列車及可量產的 ICE 高速列車的發展；
- 造價低的無道碴軌道及高速用特殊軌道的實用化；
- 適用於德國本土及全歐各地的電子運轉控制的導入；
- 高速行駛列車產生噪音的減低技術；
- 長、短程運輸用具的整合及效率的提升；
- 最新控制與資訊技術在旅客服務方面的應用；
- 鐵路與環境的調和技術；
- 全歐高速鐵路路網的構建；
- 鐵路高速化的目標：400Km/hr；
- 各機構、廠商各就本身專業領域，從事車輛、土建結構物、運轉管理、營運效率、環境、安全等方面的研發。

五、韓國鐵路駕駛訓練及檢定

1. 韓國鐵路公司鐵路駕駛訓練中心(Train Driving Technology Center)

韓國鐵路公司(KOREA RAILROAD Corp., KORAIL)係隸屬於韓國政府國土運輸海洋部之國營鐵路公司，其所屬之鐵路駕駛訓練中心(Train Driving Technology Center)，中心之職掌設有：高速鐵路列車、一級電力機車、二級電聯車、柴油列車、工程維修車、行控人員以及適性檢查等七個部門。

鐵路駕駛訓練中心向國土運輸海洋部申請成立，鐵路駕駛均應接受訓練及取得執照。鐵路駕駛訓練中心除一般教室設備外並具備表 3.2-1 所列訓練模擬機。模擬機設備係依據實際軌道、路線線型、車站、車輛維修手冊、車載號誌手冊及駕駛手冊等資料建置。鐵路駕駛之訓練程序，首先於電腦教室受學科訓練，經筆試合格後，進行一定期間之模擬機訓練課程，包括駕駛、緊急應變、故障排除等。通過模擬測驗合格後方可申請駕駛執照考試。目前韓國計有 4 個單位設置有合格之鐵路駕駛訓練中心，詳如表 3.2-2。

表 3.2-1 韓國鐵路駕駛訓練中心模擬機設備

設備	數量
全模擬機 FTS(Full Type Simulator)	1 席
個人模擬器 PTS(Part Type Simulator)	5 席
電腦教室 CAI(Computer Aided Instructor)	30 席

表 3.2-2 韓國鐵路駕駛訓練中心

設置單位	訓練車種
韓鐵公司(KORAIL)	高速列車、柴/電機車、二級電車(地鐵)、動力車
首爾捷運公司(Seoul Metro)	二級電車(地鐵)
又松大學(Woosong College)	二級電車(地鐵)
東洋大學(Dongyang College)	二級電車(地鐵)



駕駛學員適性檢定之電腦訓練



個人模擬機 (Part Type Simulator, PTS)



柴油機車全模擬機



高鐵駕駛模擬機模擬

2. 韓國鐵路駕駛考照制度

韓國之鐵路安全法於 2005 年 1 月通過，依法規規定鐵路駕駛之訓練及發照自 2006 年起實施，2006 年之前，韓國鐵路駕駛係由鐵路機構自行訓練合格後執行勤務。發照事宜由國土運輸海洋部(Ministry of Land, Transportation and Maritime Affairs, MLTMA)負責，國土運輸海洋部則責請韓國運輸安全局(Korea Transportation Safety Authority, KTSA)辦理相關作業。駕駛考官由 KTSA 主席指派，考官資格為駕駛機構訓練教官、或具備 3 年以上經驗之合格駕駛，或鐵路運輸領域資深專家。

韓國鐵路駕駛執照分類可分為高速列車(KTX)、柴油列車、一級電力機車、二級電聯車，以及工程維修車等五類。鐵路駕駛執照獲取過程，包括通過體檢及適性檢查(Medical Test/Aptitude Test)、教育訓練(Training)、學科術科考試(Examination)、取得駕駛執照(Issuing Driver License)以及實務實習(Practice Apprenticeship)等階段。

駕駛考試分學科及術科考試，學科考試(筆試)包括車輛結構及功能、運行理論、鐵路系統概論、緊急應變及鐵路安全法等科目，及格標準為每科目均達 40 分以

上(鐵路安全法須達 60 分)、總平均分數達 60 分以上。術科則包括列車整備、煞車故障排除、其他設備故障排除(號誌/軌道除外)及緊急應變。

駕駛取得執照後還須通過各該鐵路機構訂定之實務實習訓練時數或公里數要求基準，經鐵路機構檢核通過後，才算是合格駕駛，以 KORAIL 為例，實務訓練要求如表 3.2-3 所示：

表 3.2-3 KORAIL 各類駕駛取得執照後實務實習訓練要求基準

駕照級別	無經驗者	鐵路領域專業人員	具鐵路運轉經驗者
高速列車(KTX)	-	-	200 小時或 1 萬公里
柴油列車	400 小時或 8 千公里	300 小時或 6 千公里	200 小時或 4 千公里
一級電力機車	400 小時或 8 千公里	300 小時或 6 千公里	200 小時或 4 千公里
二級電聯車	400 小時或 6 千公里	300 小時或 5 千公里	180 小時或 2 千 5 百公里
工程維修車	300 小時或 3 千公里	70 小時或 7 百公里	70 小時或 7 百公里

駕照每 5 年須換新，其換新執照須符合下列條件之一：

- 有效期間執行駕駛職務 6 個月以上。
- 擔任號誌控制／行車控制／駕駛督導、講師或教官 2 年以上。
- 經國土運輸海洋部部長指派接受駕駛訓練 20 小時以上

六、韓國鐵路研究所(Korea Rail Research Institute)

韓國鐵路研究所(KRRI)於 1996 年專法設立，目前為科技、智慧型運輸及未來計畫部(Ministry of Science, ICT and Future Planning)主管。KRRI 現有 302 名研究人員，設有 6 個研究中心。

1. 經費：2014 年度預算約 1.35 億美金 (約新台幣 43 億元)，其中 52%來自技術服務、35%來自政府補助，13%來自鐵路業者或其他廠商研發收入。
2. 業務：配合運輸政策及產業發展，辦理鐵路車輛／土木／軌道／號誌／電力等技術研究。

KRRI 以發展鐵路運輸及提升鐵路工業之競爭能力為目標，配合韓國鐵路政策進行各項技術研發，KRRI 研發時速 350 公里之高速列車 HSR-350x、輕軌列車 K-AGT、傾斜式列車 TTX 以及將都會大眾運輸之維修資訊系統標準化。目前正持續進行時速 400 公里之高速電聯車、高速列車、環保運輸系統以及聯結歐鐵鐵路網等研發作業。

KRRI 佔地 6 萬平方公尺，設置約 350 項先進鐵路測試設備，除韓國國內相關鐵道議題之研究發展外，並接受外界委託辦理各項測試及認證，為國際認證測試中心。



軌道扣件測試設備



材料測試設備

七、財團法人車輛研究測試中心

車輛研究測試中心係經濟部依民國 74 年 3 月 15 日行政院通過之「汽車工業發展方案」，於民國 79 年 10 月 8 日結合交通部、環保署及民間汽、機車業者，共同推動成立之機構。

車測中心之成立，係起因於依歐美各先進國家的發展經驗，當全國公路車輛平均密度超過每 10 人一輛時，各國政府即會立法設置公路車輛之測試或研究機構，以確保社會大眾能使用環保、省能又安全的車輛，並協助公路車輛及零組件工業進行工業研發測試及品質改良，進而拓展國內外市場。因此經濟部依「汽車工業發展方案」之指示，由工業局邀集裕隆汽車、福特六合、三陽工業、中華汽車、三富汽車、國瑞汽車、羽田機械、台鈴工業、光陽工業、台灣比雅久、南港輪胎、台灣山葉機車、台全電機、士林電機、信昌機械、中華台亞、全興工業、源恆工業等汽、機車業者共同出資推動成立此一財團法人機構。

中心成立之初，政府與民間業者共捐助 1 億 1 千多萬元，該創始基金為不得加以動用之固定資產，中心只能運用基金孳息推動及執行業務。

最初選定位在臺北之水晶大廈為籌備辦公室，並接受經濟部技術處委託辦理「車輛及零組件測試技術發展五年計畫」，以規設試車場及實驗室之檢測能量。隨後為能符合業界需求，選定新竹湖口泰安紡織廠舊廠房為臨時實驗室，由工研院機械所規劃以進行安全、油耗與污染等之檢測。

民國 82 年 4 月湖口實驗室正式開幕，並獲 CNLA 及 ISO 9002 認可，民國 83 年開始與德國、美國合作外銷驗證，並陸續獲得歐美、日本驗證機構的認可。

民國 86 年為求長遠發展，擴大服務範圍，乃選定彰濱工業區設置永久實驗室與試車場，並於民國 89 年 10 月 21 日開幕營運，員工總數 134 人。試車場則於民國 91 年 7 月正式啟用。迄今法人之組織型態，在董事會的架構下設董事長及總經理各一人，並設臺北辦事處、技術服務處、研發處、國合作發展部、營運管理處等部門，員工總數已達約 410 人。

在檢測驗證業務方面，發展至今，已取得交通部、環保署、經濟部標準檢驗局及能源委員會等政府主管機關認可授權，辦理所屬公路車輛相關的檢測工作。並與美國 AMECA、SFI、德國 TUV Rheinland、TUV NORD、TUV Pfalz 及英國 VCA 等單位建立並維持公路車輛相關產品之驗證或認證合作關係，以期相互認可，並為國內車輛及零組件外銷縮短產品驗證所需工作時程及費用。

八、日、韓、中國大陸等主要軌道研究機構與我國設置之軌道中心特性比較

我國籌設之軌道中心與日、韓、中國大陸等主要軌道研究機構，就其設置組織型態、資產來源、主管機關、相關法源依據性質以及業務項目、實驗設備等比較，比較詳如下表 3.2-4。

表 3.2-4 各國主要軌道研究機構之特性比較表

單位 性質	軌道中心	日本 RTRI (鐵道綜合技術研究所)	韓國 KRRRI (鐵道研究所)	中國鐵道科學 研究院
成立時間	-	1986	1996	1950
組織型態	交通部 公設財團法人	公益財團法人 (2011 改制)	法人機構	國營鐵路公司所轄 研究機構 (2002 改制)
資產來源	政府捐助 約 42 億元	1987 年接管原國鐵 轄下技術研究部門	100% 政府捐助	100% 政府捐助
董事會成員	政府指派	含鐵路公司代表	NA	政府指派
主管機關	交通部	國土交通省	科技、智慧型運輸及 未來計畫部	鐵道部
法源依據	設置條例	日本國有 鐵道改革法	政府資助研究機構建 置、營運與培育法	鐵政法
業務項目	(1) 軌道技術研究開發 (2) 軌道產品測試、檢驗驗證 (3) 軌道系統規範標準草擬 (4) 軌道技術分析與服務 (5) 軌道行車人員技術檢定業務協助	(1) 軌道技術研究開發 (2) 軌道產品檢測 (3) 研擬鐵道技術基準 (4) 研擬國際標準化規範草案 (5) 鐵道技術之調查分析、診斷及指導 (6) 鐵道相關技術資格授予 (7) 委託試驗與研究	(1) 軌道技術研究開發 (2) 軌道產品檢測驗證 (3) 先進交通系統研發 (4) 協助國土交通部政策擬訂及投資計劃 (5) 協助鐵路工程興建計劃監造 (6) 提供營運公司運轉及維修技術 (7) 協助鐵路車輛製造廠商研發	(1) 軌道技術基礎研究 (2) 工程材料與工法研發 (3) 軌道產品檢測與驗證 (4) 軌道技術規範與標準草擬 (5) 工程諮詢與監理 (6) 軌道技術人才培養
實驗室/設備	擁有主要實驗設備： (1) 轉向架穩定度測試台 (2) 集電弓總合試驗裝置 (3) 集電摩托試驗機及其他設備 (4) 軌道扣件性能實驗裝置 (5) 金屬疲勞試驗機 (6) 搖擺、加速度及震動量測及紀錄儀 (7) 軌道/隧道影像掃描儀 (8) 萬能試驗機 (9) 測試軌台車 (10) 測試軌道旁設備	包含 13 研究中心及 4 個實驗所，擁有主要實驗設備： (1) 風洞 (2) 高速車輛實驗台 (3) 煞車性能試驗機 (4) 集電試驗裝置 (5) 集電弓總合試驗裝置 (6) 集電摩托試驗機 (7) 電線振動試驗機 (8) 高速迴轉試驗裝置 (9) 軌道接合裝置用四軸疲勞試驗機 (10) 隧道覆面模型實驗裝置 (11) 大型降雨實驗裝置 (12) 隧道微氣壓波模型實驗裝置 (13) 四軸振動實驗裝置 (14) X 射線分析設備	包含 6 個研究中心及 1 個研究所，擁有主要實驗設備： (1) 轉向架動態模擬機 (2) 列車自動控制儀 (3) 彈簧試驗機 (4) 煞車性能試驗機 (5) 牽引電機試驗儀器 (6) 集電弓/電車線測試儀 (7) 鐵路施工性能測試儀 (8) 出軌試驗儀 (9) 鋼軌扣件多軸試驗機 (10) 高速輪軌接觸測試儀器 (11) 6 自由度震動台試驗 (12) 大型綜合試驗測試儀	包含 17 個單位、1 個環行鐵道試驗基地、5 個國家級創新平台、40 多個試驗室，實驗設備約 7000 套，擁有主要實驗設備： (1) 高速弓網關係試驗台(集電試驗裝置) (2) 高速接觸網振動試驗系統 (3) 電力車轉向架構架強度試驗 (4) 減速頂動態性能綜合檢測台 (5) 鋼軌、鋼軌焊接街頭疲勞試驗系統 (6) 硬度計 (7) 列車運行監控設備測試 (8) 防雷性能試驗系統 (9) 電子式萬能材料試驗機 (10) 預應力混凝土軌枕試驗系統

3.3 相關研究報告

近年來節能減碳、綠色運輸隱然成為交通建設的主流議題，而鐵路建設亦受到世界各國的重視。然而軌道運輸於我國是近十幾年來才開始蓬勃發展，相關的軌道事業監理研究也比較少。民國 86 年由交通部高速鐵路工程局委託國立交通大學辦理的「高速鐵路監理業務之研究」[1]中陳述，由於我國的高速鐵路是以 BOT 的方式交由民間特許公司負責興建與營運，俟特許經營期滿後，再轉移給政府，因此就政府監督者的立場而言，高速鐵路特許期間政府應如何監督管理民間特許公司，又其監理的業務範圍、依據與方向為何。

該研究提出監理範疇、目的與原則、各期間內的監理項目、監理內容、監理的組織架構與相關法規的修正研擬建議。但是該報告只針對對於高速鐵路在特許期間內的監理項目作研究，對於特許期間期滿後轉移給政府之後的監理項目，以及其他軌道事業的監理項目則未有提及。

民國 91 年由交通部高速鐵路工程局委託財團法人中華顧問工程司辦理「推動設置軌道運輸系統研發機構」[2]中陳述，鑒於鐵路法與大眾捷運法規定，對各種軌道系統的興建作業與營運狀況，交通部（中央主管機關）負有監督管理之責。而軌道事業則因行政體制與專門技術的限制，一直未曾有一專門技術機構協助監理單位的設置，故就監理之角度來看，實有必要成立一具專業能力的機構，接受委託協助辦理各項監理業務。因此該報告提出成立軌道運輸系統研發中心，以財團法人的方式營運，同時並對該研發中心的成立過程，業務執掌與法令適用性提出相關的規劃與配套措施。但是本研究偏重監理技術能力的培養與輔助，而對於主管機關應辦理的監理項目則未有提及。

民國 92 年由交通部高速鐵路工程局委託財團法人中華軌道車輛工業發展協會辦理的「民間參與軌道系統建設履勘作業制度之研究」[4]中談到，目前的鐵路法與大眾捷運法中，雖然都有對軌道系統營運通車前需經主管機關完成履勘的要求，惟對履勘的內容及執行程序均沒有明確的規範，實際上賦予執行單位相當彈性的考量空間。加上過去在進行之軌道建設時，既沒有系統安全認證制度之規範，也沒有對軌道系統建設時需要執行安全品質確保的具體要求，因此在民間參與軌道建設時，由於與政府主管機關對於權利義務認知的差距，在履勘程序的執行上便有所適從之感，也可能衍生民間特許公司與政府機關之間不必要的爭議。而該研究以軌道系統生命週期的角度為主軸，提出我國軌道系統建設履勘制度之規劃。並就「履勘之目的」、「履勘之前置作業」、「提出履勘申請之要項」、「履勘的作業內容與機制」、「履勘過程所需人員的延聘」等幾個重點，據此研擬出軌道系統建設履勘作業要點，以供未來各種不同軌道建設模式之參考。同時並建議建立一套完整的軌道系統安全認證機制，並透過軌道研發機構及鐵路監理組織的成立，分別負責鐵路行政及鐵路技術的監督，長期而言建立一套完整的軌道系統監理制度以維護軌道系統的永續安全。該研究對於軌道建設的履勘作業有詳盡的研究，但是履勘之後的營運監理項目僅在報告的

建議部分提及，並未有深入探討。

民國 94 年交通部運輸研究所「建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究」論及我國的軌道監理組織與研發單位的設置方式，其最優方案為「軌道總局總理監理以及研發業務」，其次為「軌道總局執行監理作業，非營利財團法人執行研發作業」。其中前者在法規面和組織面具有相對的優勢，然而後者在行政面和技術面上則較具有發展潛力。

以上所指出的幾份報告中，對於本計畫設立軌道技術研究暨驗證中心的內容都有部分的相關性：「高速鐵路監理業務之研究」與「民間參與軌道系統建設履勘作業制度之研究」提供了一部份的軌道系統在其生命週期某一階段的監理作業項目；「推動設置軌道運輸系統研發機構」提供了培養軌道監理技術的研發單位之構想；「臺灣地區軌道營運監理組織架構重整之研究」建議成立鐵路總局為軌道營運監理的最佳組織型態。「建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究」提供對於國內各種型態的軌道系統於整體生命週期的監理作業項目，以及由監理單位與研發單位的關係型態，建議法律等相關層面的配合措施。

相關研究報告

1. 「高速鐵路監理業務之研究」交通部高速鐵路工程局，民國 86 年 12 月。
2. 「推動設置軌道運輸系統研發機構」交通部高速鐵路工程局，民國 91 年 9 月。
3. 「軌道工程系統安全之獨立驗證與認證體系」，交通部高速鐵路工程局，民國 91 年。
4. 「民間參與軌道系統建設履勘作業制度之研究」，交通部高速鐵路工程局，民國 92 年。
5. 「建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究」交通部運輸研究所國立交通大學運輸研究中心合作辦理，民國 94 年。

第四章執行策略及方法

4.1 軌道技術研究暨驗證中心功能定位

國內軌道系統興建概分為土建及機電系統工程兩大部分，其中土建工程之設計、興建及維修，國內已充分掌握工程技術。而機電系統內軌道車輛、號誌及電力等三項系統技術，以國內軌道產業技術現況，國產比約占 4 成，仍高度仰賴國外廠商技術。

長久以來我國軌道之機電系統及車輛須向國外採購，除系統及備品購置費用高昂且取得不易外，亦有面臨零組件停產無法取得等窘境，過去雖曾於採購契約中，循工業合作模式引進部分技術能力，惟自加入 WTO 後，依政府採購協定(GPA)，軌道系統關鍵技術移轉即告停止，直至 103 年淡海輕軌案中鋼集團始再度著手發展自主軌道產業鏈。

綜觀國內公路運輸有車輛研究測試中心、車輛安全審驗中心，航運有中國驗船中心協助政府辦理法定檢測、規範與標準制定、支援產業研究發展與產品零組件檢測等業務，唯獨軌道系統欠缺類似機構。目前國內除少數檢測項目可自行辦理外，餘皆需委由國外車廠或測試機構辦理。營運機構所投入開發替代零組件產品，缺乏檢測驗證程序，確保其品質符合原設計功能需求。例如臺鐵列車集電弓扯斷電力線事件即為使用臺製集電弓導肩。

另遇有重大行車事故，高鐵及臺鐵多次商請日本鐵道總合研究所協助事故原因分析，例如甲仙地震造成高鐵列車出軌、臺鐵太魯閣列車集電弓扯斷電力線等事件。常此以往，國內始終缺乏軌道專業技術機構協助監理機關或營運單位於事故調查過程中提供專業技術分析及必要的實驗研究，多採專家學者以會議或勘查型式處理，致難以確切探討事故原因，並針對設備進行必要之改善，實不利軌道系統安全之提昇。

軌道研究機構以其公正獨立特性，適於協助監理單位技術調查、增修訂相關標準及程序，並受託辦理營運行車人員技能檢定等法定要求，以確保並增進軌道運輸整體營運安全。另為促進軌道車輛及其零組件工業發展，並帶動關聯產業，全面提升軌道技術水準，有以國內軌道產業技術為基礎，結合產業、政府、學術界能量，提升軌道工業競爭力。是以我國確有必要仿效日、韓、英及中國大陸等，規劃建置國家級軌道技術研究暨驗證中心。

綜上說明，為達本計畫目的，軌道技術研究暨驗證中心的主要功能定位須在執行：

一、支援軌道產業發展

1. 透過技術研發並提供軌道產品檢驗及驗證服務，協助軌道產業發展，降低進口技術依賴。
2. 逐步開發建立完整各項軌道設備測試、檢驗試驗室及工廠，引進國外驗證與認證

體系，協助國內軌道車輛工業發展與國外接軌，提供經濟與社會發展需求之公正、客觀、獨立及符合國際規範之軌道運輸產業第三者認證服務。

3. 結合產業、政府、學界資深專家研發能量，並成為軌道專門技術研究發展中心。

二、改進軌道安全與技術

1. 提供鐵路機構或捷運機構技術服務，支援軌道營運技術提升。
2. 協助交通部草擬軌道系統各類規範及標準，除有利我國軌道系統各種零組件之安全性、品質及標準化外，亦可增加替代性零組件國產化，減少各種維修備品的進口，做為我國軌道系統與國際接軌之重要平台以及國車國造之基礎。
3. 運用累積之軌道技術與研究能力，提供臺鐵、高鐵、捷運及輕軌系統於營運維修過程必要之技術支援、替代性零組件研發以及技術移轉至軌道產業。

三、公正獨立的第三方機構

1. 承接監理機關或營運機構需公正獨立第三方機構協助提供專業技術分析事宜(包括行車事故調查、原因分析、改善對策研擬以及年度定期/臨時檢查作業等)。
2. 提供軌道營運人員訓練及行車人員檢定：
依據國內各軌道營運機構的人力需求，提供未來軌道營運機構所需之行車人員技能檢定所需之技術專業及各類設備

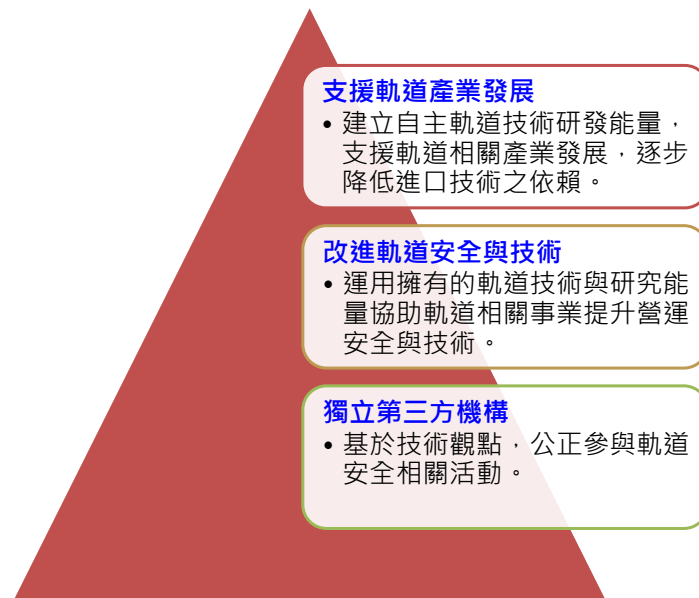


圖 4.1-1 軌道技術研究暨驗證中心功能定位

依前述三大功能本中心與相關單位業務關聯性，詳如圖 4.1-2 所示。

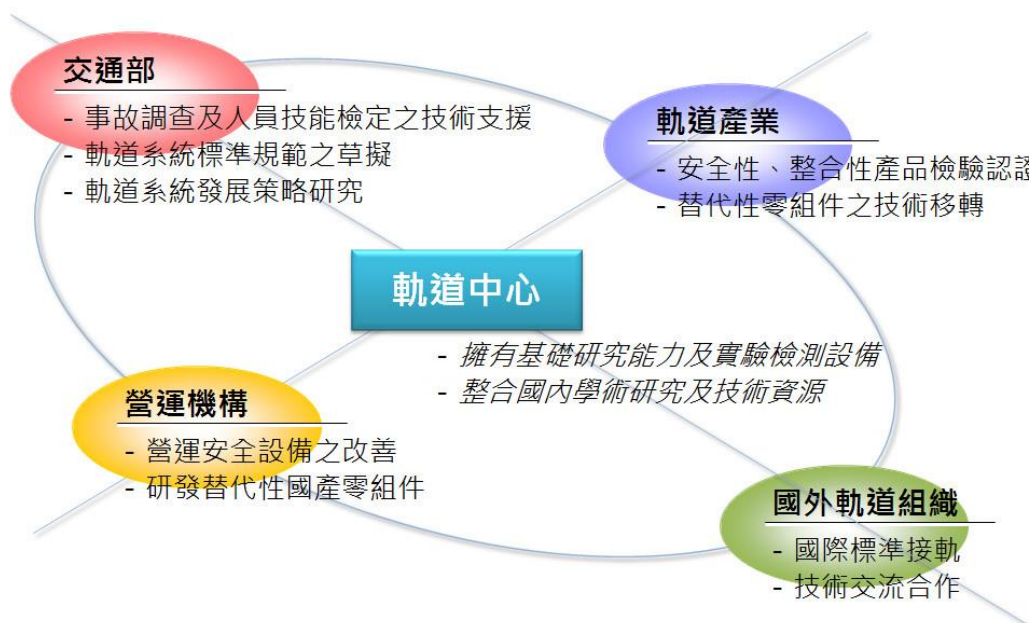


圖 4.1-2 軌道技術研究暨驗證中心與相關單位關聯圖

4.2 軌道技術研究暨驗證中心營運業務規劃

軌道技術研究暨驗證中心之營運，以能自給自足為目標，考量業務與資金的來源，建議配合軌道運輸相關監理之法令編修，賦予軌道技術研究暨驗證中心之業務法源依據，以支持軌道技術訓練及研究專門機構之成立與發展。

但政策保護措施大都有其實施條件及限制，為期永續經營，研究中心仍應以投入之軌道技術研究設施為基礎，深入相關技術之研發，累積技術經驗與實績，以協助產業於國際市場競爭。

本計畫參考國外鐵道技術研究所案例，根據我國軌道系統發展需求、產業技術能力、軌道市場規模及條件，以計畫目標及本中心之功能定位，規劃可行業務如后。

4.2.1 營運機構技術解決方案技術服務

現行國內軌道系統關鍵技術、安全對策與設備整合能力，分散於鐵路／捷運工程單位、營運機構、顧問公司及相關產業，但缺乏軌道相關產品測試、檢驗與整合認證能力。

由於軌道建設於工程材料採購大都有擬訂規格需求、設備檢驗要求(包括車輛、電力、號誌、通訊、控制、工務軌道等設備)之需要。因此預估軌道建設機構與營運機構有下列技術服務之需求：

- 各種採購規範中工程材料規格需求及檢驗(包括車輛、電力、號誌、通訊、控制設備、工務軌道等規格之驗證)要求之第三方專業分析。
- 設備穩定對策研擬(如高鐵轉轍器雷擊突波防護裝置)。
- 替代零組件開發(如臺鐵集電弓導肩、高鐵車廂空調機散熱板)。
- 維修方式與週期對策之研擬評估。
- 安全管理與降低風險危害之分析。

此外，軌道營運機構對於使用設備的穩定對策研擬(如高鐵轉轍器雷擊突波防護裝置)、替代零組件開發(如臺鐵集電弓導肩、高鐵車廂空調機散熱板)及其他技術方案之研究等，亦有零星之業務。

本項業務預計須俟研究中心之技術累積及技術涵蓋範圍充分後，使具業務能力。初估自興建工程完成後，以第 1 年受託約 800 萬元(當年幣值)之業務量為規劃基礎，並考量隨著技術累積及技術涵蓋範圍不斷地的擴增，以每年成長 4%估算之。

4.2.2 軌道產業產品測試、檢驗及技術研發業務

一、需求背景

我國高鐵、臺鐵及各地捷運長期以來始終採購國外車輛及系統，姑且不論短期內能否「國車國造」，各個系統都有定期維修並更換零組件之需求，長期以來大部分核心零組件，特別是所有攸關「安全」的零件，幾乎悉數自國外原廠進口，除成本高昂外，更時有原廠零件不再生產而影響行車穩定及安全的困境。

國內業界已具有部分軌道零組件生產能力，但始終缺乏產品實績，究其原因乃國內缺乏軌道技術專業機構提供檢測驗證服務，特別是與安全相關之零組件檢測，致產品連國內軌道營運機構都無法採用，業者因此無開生產線的意願，更遑論出口國外。

目前國內檢驗機構具有檢驗能力可以自行辦理的項目，僅有軀塊測試、噪音量測等少數項目；大部分項目仍需藉由要求廠商出具其他國家之相關設備檢驗測試合格證明，以確認零組件產品符合規範或設計要求(類似食品安全或電氣商品檢測驗證)。鑒於國內尚無辦理軌道系統安全基準訂定、安全審查、檢測及驗證之專責單位。故軌道技術研究暨驗證中心之設立，正可彌補以往發展的瓶頸，引導軌道技術研究提升方向，除提供業界軌道運輸系統相關產品之檢測及驗證服務外，更能在推動工程技術與研發能力上，發揮領頭羊之角色。

綜觀日、韓、中國、歐美等主要軌道研究機構均提供類似檢測、驗證服務(例如

韓國為確保鐵道安全，爰訂定及實施鐵路安全法，以提升鐵道技術及安全，並專法成立韓國鐵道研究所 KRRI，接受軌道業界委託執行各項測試、驗證作業，國內外類似機構務性質比較，如表 4.2.2-1)。雖然軌道系統零組件需檢測的項目甚多，軌道中心檢測驗證業務主要將以與系統整合或攸關安全之項目為優先辦理事項，並採取分類方式辦理，如圖 4.2.2-1 所示。其中一般性軌道系統零組件由廠商自行辦理檢測或委由獲軌道中心認證之機構辦理；至於系統整合或攸關安全之測試，則應委由具有技術能力及檢測設備的軌道研究機構辦理。例如下列項目：

1. 安全性：煞車測試、車體負載應力試驗、轉向架框疲勞測試
2. 整合性：乘坐品質測試、列車運轉振動測試

表 4.2.2-1 國內外類似機構之檢測、驗證業務性質比較表

功能 \ 單位	軌道運輸			公路運輸		航運
	軌道中心	日本 RTRI (鐵道綜合技術研究所)	韓國 KRRI (鐵道研究所)	ARTC (車輛研究測試中心)	VSSC (車輛安全審驗中心)	CR (中國驗船中心)
草擬規範標準	✓	✓	✓	✓	✓	✓
技術研發	✓	✓	✓	✓	×	✓
法定檢測	×	×	✓	×	✓	✓
功能性 檢測、驗證	✓	✓ (僅檢測)	✓	✓	×	×
檢驗機構 認證	✓	×	✓	×	✓	×

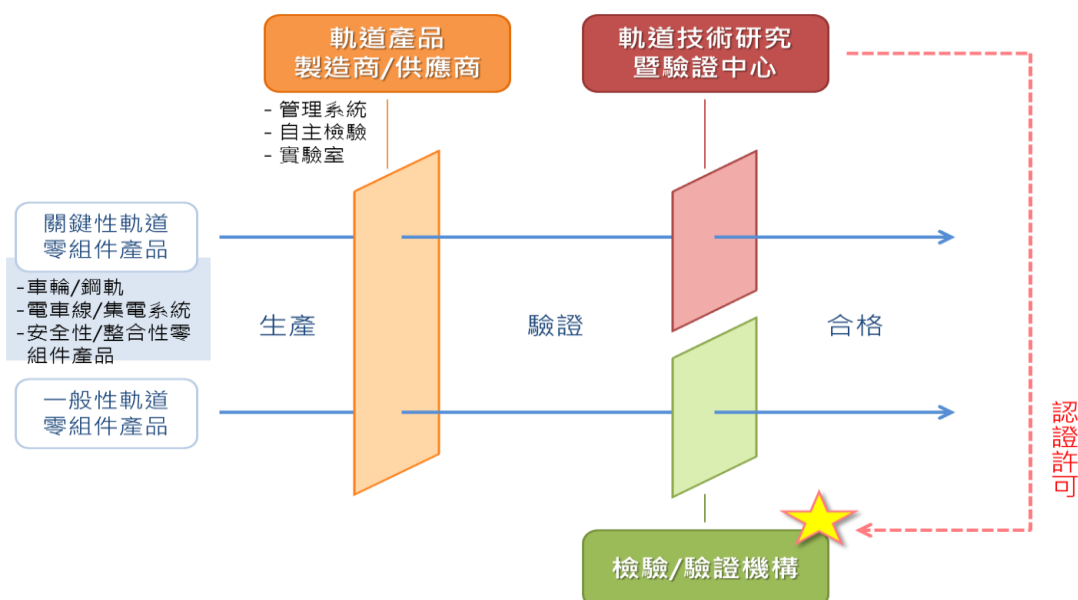


圖 4.2.2-1 執行檢測驗證作業關聯圖

另依據本計畫及前期「推動設置軌道運輸系統研發機構」之研究，其對產業界、營運單位、學術研究機構等所作調查、分析與參訪所獲得的資料，建議軌道技術研究暨驗證中心研發業務之開發如下：

1. 由於國內產業結構適合多樣、少量的生產模式，此將有助於軌道車輛及系統相關零組件供需體系之形成與發展，然在關鍵技術與國外仍有差距存在的情況下，無論產業供需以及研發機構之業務，均應以市場為導向。
2. 由於國內軌道運輸系統近期業務仍將以維修為主流，而維修需要多樣且大量之零組件，故國內之軌道工業發展，應可從已有成熟技術之零組件著手。中心之研發應以國內廠商無開發意願之零組件為優先開發對象；對於國內廠商有意願開發之「替代零組件」，則支援國內廠商開發。
3. 在已有相當經驗與基礎之後，再配合引進國外技術，發展次系統之製造，並漸次朝向系統整合上游層級努力，致力於國內軌道工業技術之完整發展及產品之國際化。
4. 由於國內輕軌系統建設契機，吸引廠商投入相關在地化之考量，因所需投資規模相對可行，且技術門檻較低，故在系統研發方面建議可由輕軌捷運系統著手。
5. 高鐵、傳統鐵路、捷運、輕軌等軌道運輸系統，無論在技術、人才、設備投資與經驗累積上，或多或少均有其相似性，若可在傳統鐵路與輕軌系統上，先獲致相當經驗與成果之後，即可提升技術層次朝先進捷運系統、高速鐵路等之相關應用發展。
6. 針對軌道運輸系統所需進行之檢查、測試與驗證，由於設備與方法之共通性，因此符合軌道技術研究暨驗證中心設立之原則，朝最迫切需要、投資最小化的方向進行，使機構既能符合實際需要，又能朝自給自足方向發展。因此，將以優先提供各軌道系統發展及核心關鍵零組件開發項目(產值大、技術門檻高)所需檢驗及驗證服務，以利業者開拓市場。
7. 依技術逐步發展提升，將研究中須有一定規模或較須整合應用案件，尋求產業界或相關機構的資金奧援，結合學術及研發單位技術、人才、設備與執行經驗，共同推動產業發展。

二、業務預估

依據業務構想，建立技術平台及專門機構，提供軌道業界相關產品之測試、檢驗及驗證服務，並同時肩負支援軌道產業研發任務，以提升國內軌道技術自主能力。業務規劃分為二部份：

1. 提供業界軌道系統相關產品之檢測及驗證服務

此部份業務與國內軌道零組件產業發展衍生需求息息相關，參考國內類似檢驗機構、實驗室、產品驗證機構（如民航局之航空器驗證、經濟部之商品檢驗）等，於承接設備測試、規格檢驗及產品驗證之委託工作時應酌收辦理費用。業務為協助國內軌道零組件製造業者，進行測軌道零組件試檢驗及驗證。

本項業務初期暫以本中心興建完成後第 1 年能承接 4 件研究業務為基礎，每件金額約新台幣 300 萬元，另估算辦理產品設備測試、檢驗及驗證業務約 800 萬元。估算第 1 年的受託業務金額約為新台幣 2,000 萬元(當年幣值)，並考量研究中心隨著技術累積及軌道技術涵蓋的範圍不斷地擴增，亦假設本項業務每年以 5% 的速度成長。

2. 擔負軌道產業技術研發任務

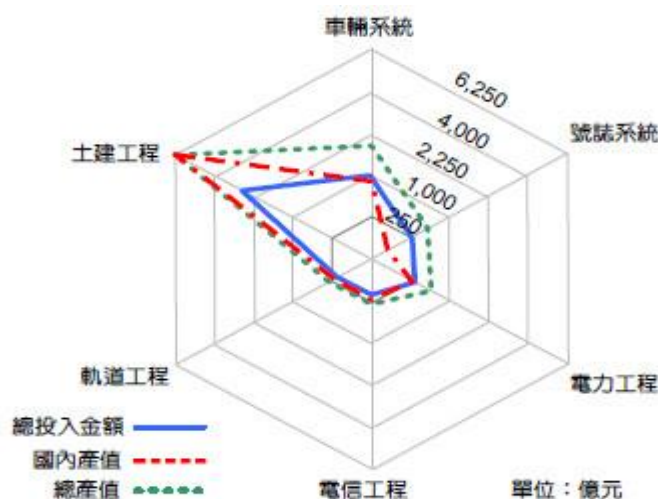
早期鐵路的興建、養護，都是由國營的鐵路局或主管機關（如阿里山鐵路由林務局）自辦，鐵路系統設備以自給自足為導向，規模小、需求亦較不透明。因而業界常因市場的不穩定性與不確定性因素，而多無意願投入相關產品之研發，以致多年來所需之設備及零組件仍多仰賴進口，降低了鐵路建設帶動國內經濟的產業關聯效益。

然而，近年來節能減碳、綠色運輸成為交通建設的主流議題，而鐵路建設亦受到世界各國的重視，再加上社會資通訊技術的進步，世界各國在鐵路技術多有大幅提升。因此，對於軌道設備之功能及技術，實有必要積極投入相關之研究及開發，以供相關建設之需。

此外，我國推動鐵路建設十年綱要計畫，將未來十年的鐵路建設的方向予以整體規劃，亦可指引產業界投入研究、開發產品的方向。若能以國內市場為起步，逐漸茁壯後，即可再進一步跨向國際爭取市場，以創造國家經濟產值。

爰參考「鐵路建設十年綱要計畫－生活鐵道 2025」研究內容，估算未來 10 年所可能投入之各項鐵路建設計畫，不含用地經費，約有 4,701 億新臺幣之譜。藉由分析，可推估帶動之國內產值為 7,725 億元，相當於 14 座的 101 大樓的建設經費；若以追求系統產值效益最大為評估基準，來決定何項系統為最值得優先投入開發者：總產值與國內產值相距越大者，代表該系統有越多外洋料，亦象徵若能積極投入開發，使外洋料轉為國內料，可獲得更多的國內產值，來挹注國內經濟，也是越值得投入開發的項目。

圖 4.2.2-2 示為預估我國未來 10 年所可能投入之各項鐵路建設計畫之總投入額與軌道技術 6 大類系統總產值與國內產值之比較分佈。如圖示分佈，各項材料設備屬於國內自製或外洋料的情形，圖中藍色實線的是總投入金額，投資之後生成的總產值以綠色虛線表示，總產值會高於總投入，不過鐵路設備有部分是依賴國外進口，因此將國內生產製造的設備價值再以紅色虛線特別標示出來。



資料來源：鐵路建設十年綱要計畫－生活鐵道 2025，交通部

圖 4.2.2-2 鐵路產業系統產值六角分析圖

由此六角分析圖觀之，綠色虛線與紅色虛線的差距越大，代表該系統在國內可發展的潛力越高。故值得投入系統開發的項目依序為號誌系統、車輛系統、電力系統、電信系統、軌道工程。而土木工程則因均屬國內自製，臺灣鐵道工程之土建產業研發已進入穩定階段。

如果能將外洋料轉為自行製造，有助由國內廠商主導系統整合，以利臺灣鐵道產業取得自主能力。因此，未來可選擇行車調度、號誌工業及車輛製造組裝、動力供電系統作為發展重點，使產業技術生根茁壯，不僅使臺灣廠商具備自主能力，更進一步跨領域合作，共同打入國際市場，成為領航產業。

再參考「鐵路建設十年綱要計畫－生活鐵道 2025」研究內容，若以追求系統產值效益最大為準據，對於軌道相關技術產值於國內佔比較小者，建議積極投入技術研發，期使工程所用外洋料轉為國內料，以獲得更多的國內產值，來挹注國家經濟。

表 4.2.2-2 所示為就軌道車輛系統、號誌系統及電力系統三項系統於未來 10 年內建設總投入金額與國內產值佔比之估算，三項系統技術 10 年內投入總金額以

1,633 億元估算，若依國內軌道產業技術現況，預估 10 年總產值約 2,752 億元、國產佔比約為 42.3%。

表 4.2.2-2 軌道車輛系統、號誌系統及電力系統建設金額與產值

金額單位：億元

項目	總投入金額	總產值	投產比例	國內產值	國外產值	國產佔比	外產佔比
車輛工程	987.00	1,599.00	162.01%	799.00	800.00	49.97%	50%
號誌工程	246.00	403.00	163.82%	39.00	364.00	9.68%	90%
電力工程	400.00	750.00	187.50%	325.00	425.00	43.33%	57%
合計	1,633.00	2,752.00	168.52%	1,163.00	1,589.00	42.26%	58%

建議投入軌道技術研發工作，目標以 10 年提高國產佔比至約 75.0%，即 10 年內提高國內產值合計約 428.74 億元、平均每年可提升 42.87 億元，如表 4.2.2-3 示，而其所需挹注投入本中心技術開發之資金，以本中心技術研究規模(員額約 55 人)建議本研究中心以興建完成第 1 年起每年投入約 1.52 億元(約為提升國內產值之 3.5~3.6%之金額)，並隨物價上漲率 2%逐年取得研發資金，挹注於軌道產業技術研究發展工作。初期研發業務建議包括：

- (1) 發展軌道號誌及行車控制系統：
藉由國內電子及資訊產業優勢，整合發展軌道號誌及行控技術
- (2) 發展軌道營運管理資訊系統：
如列車排點、班次規劃、座位管理、票務管理、營運 App 等
- (3) 車輛製造關鍵零組件之開發：
輕軌低底盤車輛轉向架組件之研發等

表 4.2.2-3 產業發展 10 年產值估算

單位：億元

年期	零方案					投入研發			
	總投入額	總產值	國內產值	國外產值	國產佔比	總產值	國內產值	國外產值	國產佔比
第 1 年	149.14	251.33	106.21	145.12	42.260%	251.33	106.21	145.12	42.260%
第 2 年	152.12	256.36	108.34	148.02	42.260%	256.36	115.47	140.89	45.042%
第 3 年	155.16	261.48	110.50	150.98	42.260%	261.48	125.53	135.96	48.006%
第 4 年	158.26	266.71	112.71	154.00	42.260%	266.71	136.47	130.25	51.165%
第 5 年	161.43	272.05	114.97	157.08	42.260%	272.05	148.36	123.69	54.533%
第 6 年	164.66	277.49	117.27	160.22	42.260%	277.49	161.28	116.21	58.122%
第 7 年	167.95	283.04	119.61	163.43	42.260%	283.04	175.33	107.71	61.947%
第 8 年	171.31	288.70	122.01	166.69	42.260%	288.70	190.61	98.09	66.024%
第 9 年	174.74	294.47	124.45	170.03	42.260%	294.47	207.22	87.26	70.369%

年期	零方案					投入研發			
	總投入額	總產值	國內產值	國外產值	國產佔比	總產值	國內產值	國外產值	國產佔比
第 10 年	178.23	300.36	126.93	173.43	42.260%	300.36	225.27	75.09	75.000%
合計	1,633.00	2,752.00	1,163.00	1,589.00		2,752.00	1,591.75	1,160.26	

資料來源：本計畫估算。

三、建議配套措施

1. 增(修)訂鐵路／大眾捷運法令授與辦理軌道安全基準，及修訂技術規範，期相關設備符合安全要求。
2. 增(修)訂前述法令授予政府得要求營運機構應每年提撥票箱收入之固定比例經費，以供促進軌道運輸安全及發展相關技術。

4.2.3 軌道系統相關規範標準研擬服務

世界貿易組織(WTO)於 1995 年成立後，針對商品貿易推動國際標準已成為趨勢。歐洲在鐵道領域之國際標準化居於領先地位，有意將歐洲標準(EN)推動成國際標準。日本政府及 RTRI 於 2000 年起陸續成立相關單位，就日本規格面臨國際標準化議題，進行相關研究與探討。

我國長期仰賴國外產品進口或技術合作，僅就「系統功能」角度，訂定「原則性」之技術規範，未訂定軌道系統規格標準，並與國際標準接軌。除嚴重影響國內各軌道系統安全、維修零組件來源及成本外，更遑論建立國產軌道零組件之產業鏈，投入國際市場競爭。參與國際驗證標準之交流，提昇國內軌道產品品質與技術能力，以符合國際規範標準，期與國際接軌擴展輸出海外。

依鐵路法第 19 條、大眾捷運法第 24-2 條規範鐵路／捷運系統之建築(設)及車輛製造之技術規範，由交通部訂定之。爰交通部為促進鐵道新建工程規劃、設計、興建等具一致性之標準，以確保鐵道系統之安全性與舒適性達到基本要求，宜由專責技術單位長期持續研擬草案以供交通部參酌審定。

因此，本中心可整合國內軌道相關產官學界之專業知能，協助交通部研擬軌道系統各項規範與標準，以利軌道工業發展，並與國際標準接軌。本中心並可參與國際相關技術規範或標準協定之交流事務，協助參與國際標準等技術事宜。本項業務初期暫以每年約 500 萬元(104 年幣值)之業務量為規劃基礎。

4.2.4 軌道營運機構安全檢查與事故調查

一、軌道營運機構安全檢查

為加強鐵路營運監理業務運作，提升鐵路運輸行車安全與服務之監督，以及整合現有的機關人力與經驗，積極培養鐵路監理人力，交通部於民國 100 年成立鐵路營運監理小組，專責執行辦理國營、民營及專用鐵路監理作業。由於業務需要大量軌道專業技術人力之投入，因此需要有一軌道專業技術機構之協助，俾以協助執行相關作業。

依鐵路法第 41 條規定，交通部每年須對鐵路機構執行定期檢查 1 次，並得視需要執行臨時檢查。假設軌道技術研究暨驗證中心承接委託，按各鐵路／捷運之系統特性，針對涉及安全關鍵項目，提供技術支援以協助鐵路營運檢查相關作業。按高鐵局過去執行高鐵年度定期檢查經驗，委託專業技術顧問協助年度定期檢查業務費用約 400 萬元/次。倘以高鐵、臺鐵、林鐵及糖鐵每年各執行 1 次定期檢查，推估此部份每年的受託業務金額約為新台幣 1,250 萬元(104 年幣值)。

二、行車事故調查、預防及改善對策服務

鐵路法第 40 條規定：地方營、民營及專用鐵路遇有行車上之「重大事故」，應立即電報交通部。因此，當鐵路發生重大事故時，為釐清事發原因，主管機關有辦理行車事故調查、原因分析及改善對策研擬之技術專業協助需要。

故對於鐵路及捷運的營運，倘未來發生某一異常事件之趨勢偏高，而需專業之支援提供技術分析時，本中心得循以往機關委聘專家之案例，接受交通部及鐵路機構委託，針對事故原因調查及系統設備缺失改善，提供專業技術協助。

本項業務按臺鐵每年發生行車事故事件數約 600 件、高鐵每年發生約 40 件預估，倘其中 1%案件委託本中心提供技術協助，每年以 6 件、每件 50-100 萬元概估，推估其業務費約 450 萬元/年(104 年幣值)。

4.2.5 軌道行車人員訓練及技術檢定業務

軌道運輸系統的運作攸關社會大眾搭乘的便捷與安全，軌道運輸系統的行車操作及設備維護有賴於從業人員具備相當之專業能力，方能有效地提供大眾安全便捷運輸服務。

國內現有(或即將有)營運單位包括：台灣高速鐵路股份有限公司、交通部臺灣鐵路管理局、臺北大眾捷運股份有限公司、桃園大眾捷運股份有限公司、高雄捷運股份有限公司、新北市政府捷運工程處、臺中市政府捷運工程處等單位。

一、現行軌道營運機構人員訓練

(一) 鐵路營運從業人員訓練

「鐵路法」第 56-4 條略以：鐵路機構應有效訓練及管理從業人員，使其具備鐵路專業及作業安全技能，並確切瞭解及嚴格遵守鐵路法令。又「鐵路行車人員技能體格檢查規則」第 14 條規定：新進行車人員於技能檢定前，應經鐵路機構施予一定時數之專業訓練，其最低時數基準由鐵路機構訂定，並報請交通部核定後實施。

鐵路駕駛人員分為客貨車駕駛人員、維修工程車駕駛人員及車輛基地內駕駛人員，技能檢定項目基本上須依據「鐵路行車人員技能體格檢查規則」第 8 條之規定，行控人員之技能檢定則須依據同規則第 9 條規定。惟以鐵路技術不斷進步，系統技術亦都有不同，因此，各系統營運機構均有針對自有系統之特性，補充及加強從業人員職能之訓練課程。

1. 台灣高速鐵路行車人員專業訓練需求

以台灣高速鐵路為例，新進行車人員專業訓練之課程時數最低需求，旅客列車駕駛至少為 1000 小時、車輛基地內駕駛為 135 小時、維修工程車駕駛為 135 小時，行控人員之專業訓練依不同職位則約為 440-600 小時，且學員取得駕駛學習資格後，仍需由台灣高鐵公司配合自辦「設備操作」及「實車訓練」之在職線上訓練。

2. 臺鐵局行車人員專業訓練需求

經初步蒐集臺鐵局員工訓練中心之課表資料，臺鐵局員工訓練中心司機員班之專業課程講授時數約為 409 小時，加上實習時數約 175 小時，合計司機員班課程時數約為 584 小時，惟隨臺鐵局系統性能之提升與改善，未來課程仍有必要進一步調整配合實際營運之需要，且學員取得駕駛學習資格後，仍需由臺鐵局配合自辦「設備操作」及「實車訓練」之在職線上訓練。

3. 臺灣糖業公司行車人員專業訓練需求

在運務方面，新進行車人員於術科技能檢定前最低專業訓練時數：

- (1) 內燃機車駕駛人員：學科測驗合格並由合格駕駛員隨車指導駕駛專業訓練 150 小時。
- (2) 蒸汽機車駕駛人員：須先取得內燃機車駕駛人員資格並由合格駕駛員隨車指導駕駛專業訓練 80 小時。

4. 阿里山森林鐵路行車人員專業訓練需求

林務局阿里山森林鐵路為確保行車安全，對於行車人員培訓之要求：

- (1) 基礎訓練：學科專業訓練 60 小時以上，術科專業訓練含車輛維修及駕駛專業訓練 500 小時以上。
- (2) 進階訓練：1 年。實際參與駕駛工作，並針對行車運轉方面進行實務訓練。

新進駕駛人員學科培訓之專業學科時數約為 60 小時，術科培訓含見習之時數約為 500 小時。

(二) 大眾捷運從業人員訓練

大眾捷運法第 30 條規定：「大眾捷運系統設施之操作及修護，應由依法經技能檢定合格之技術人員擔任之。」，以及第 42 條規定：「大眾捷運系統營運機構，對行車人員，應予有效之訓練與管理，使其確切瞭解並嚴格執行法令之規定；對其技能、體格及精神狀況，應施行定期檢查及臨時檢查，經檢查不合標準者，應暫停或調整其職務。」，對從業人員之專業能力，均有相當之規定。依據「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 11 條規定：「大眾捷運系統營運機構依本法第 42 條規定辦理行車人員訓練，應於事前將訓練計畫，報請地方主管機關核備；事後將訓練成果報請地方主管機關備查。」

二、人員訓練及技術檢定業務量預估

考量軌道技術研究暨驗證中心之定位與功能，建議本中心業務項目可配合軌道運輸系統之安全性、人才培訓需要，開辦基礎安全訓練及駕駛檢定等業務。

現行鐵路法第 34-1 條及第 56-4 條規定之鐵路列車行車人員訓練及檢定要求，以及大眾捷運法第 30 條及第 42 條之捷運操作維修技術人員之資格訓練及檢定要求，可作為本中心之未來訓練業務來源之基礎，圖 4.2.5-1 所示為軌道列車新進駕駛人員養成流程及本中心可扮演之角色。

建議駕駛及行車人員的新訓，應先接受一定時數的基礎安全訓練並通過學員資格檢定，再基於實際之軌道系統設備仍由各營運機構所有，因此學員於通過法定學習資格後，仍須由營運機構補足所需專業訓練及實務操作之演練。

本中心業務即以接受監理機關委託辦理軌道駕駛依法檢定，建立標準一致之訓練與駕駛檢定基準。

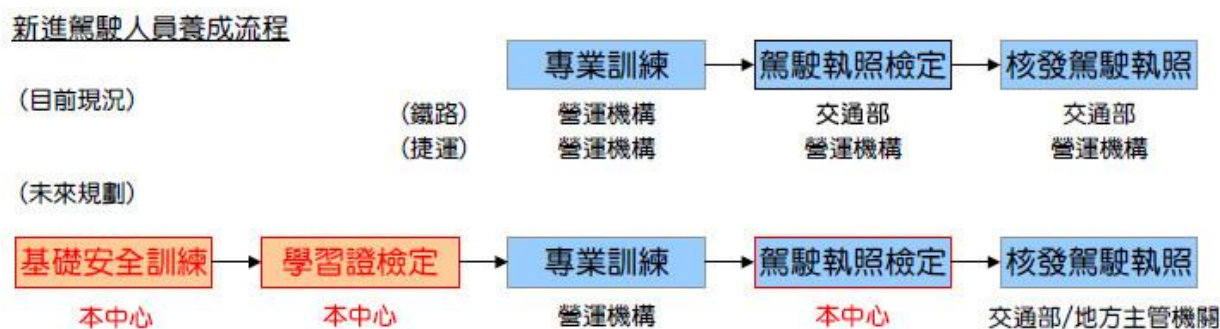


圖 4.2.5-1 新進駕駛人員養成流程

(一) 軌道行車人員新訓與檢定

經蒐集及調查國內軌道營運機構未來發展趨勢及人員培訓需求，擬建議交通部強化「鐵路行車人員技能體格檢查規則」及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」，以要求新進行車人員由軌道技術研究暨驗證中心施予一定時數之軌道安全通識教育、災害防救及法規專業訓練等，並輔以狀況之模擬演練。建議新進客、貨運列車駕駛人員所需基礎訓練時數以 80 小時估算、行控人員以 30 小時估算。表 4.2.5-1 所示，為近期相關捷運建設計畫之行車人員數量預估，初估每年新增軌道系統駕駛約 18 人、行控人員約 15 人；以及表 4.2.5-2 為高鐵、臺鐵及捷運合計之訓練業務量估算，新進列車駕駛每年約 244 人次(104 年)、行控人員約 45 人次(104 年)，俾據以推估全年訓練辦理總人時數。

(二) 軌道行車人員回訓

另依據「鐵路行車人員技能體格檢查規則」第 16 條規定，鐵路機構應至少每三年對行車人員實施一次技能檢定。檢定不合格者，鐵路機構應暫停或調整其職務。因此，軌道營運從業人員之客貨運列車駕駛及行控人員必須每年接受一定時數之在職回訓，初估每人約須接受回訓課程時數約為 24 小時，以軌道系統營運駕駛及行控人數預估，駕駛每年約 2,026 人次(104 年)、行控人員約 270 人次(104 年)，再以此推估全年回訓需求總人時數。

表 4.2.5-1 新增系統人員估算

建設/計畫中軌道系統	通車 營運年期	預估營運機構增加從業人員數量		
		駕駛員	行控人員	其他行車人員
北捷環線及萬大中和樹林線一期	-	約 1150 人		
高雄輕軌第一期	105 年	約 35 人	約 15 人	約 85 人
淡海輕軌系統	108 年	約 65 人	約 25 人	約 185 人
三鶯中運量捷運系統	113 年	約 10 人	約 30 人	約 330 人
安坑輕軌系統	110 年	約 40 人	約 20 人	約 145 人
桃園捷運綠線	114 年	約 10 人	約 35 人	約 565 人
平均每年新增人數		約 18 人	約 15 人	-

表 4.2.5-2 預估可辦理營運機構操作人員之訓練時數(104 年)

估算項目	預估新訓人員		預估回訓人員	
	駕駛員	行控人員	駕駛員	行控人員
訓練要求時數(小時/人)	80	30	24	24
新增軌道系統營運(人)	18	15	-	-
既有軌道系統營運(人)	226	30	2,026	270
預估訓練人時數(人時)	19,520	1,350	48,624	6,480
合計(人時/年)：	75,974			

(三) 鐵路駕駛人員檢定

此外，亦建議軌道技術研究暨驗證中心未來可承辦鐵路駕駛人員之檢定業務。此一部份，依據現有臺鐵及高鐵司機員數量，假設每年新進 6%，則初估鐵路及捷運新進駕駛人員檢定數量約為每年 130 人(104 年)，並隨鐵路營運里程及系統運量之逐年增長，假設人員檢定數量亦以每年 1.5%進整增加。

(四) 其他可能業務

軌道技術研究暨驗證中心之訓練設備設施之利用，尚可包括設備場地之租借（營運機構訓練用）以及技職合作培養人才（對象含大專院校學生、社會人士）等之其他可能業務。

三、建議配套措施

增/修訂下列鐵路、大眾捷運相關法令，賦與本中心辦理前述駕駛／行控人員法定基礎安全訓練及檢定業務之法源依據：

- 鐵路行車人員技能體格檢查規則
- 民營鐵路列車駕駛人員檢定給證管理規則
- 大眾捷運法
- 各縣市大眾捷運系統行車人員技能體格檢查規則
- 各縣市大眾捷運系統駕駛人員檢定給證管理規則（增訂）

4.3 營運組織架構

軌道技術研究暨驗證中心設立初期因技術與實務上的需求，建議尋求各軌道營運機構、學術界及研發單位之支持，納入為機構合作團隊，以技術支援之方式處理相關事務。軌道技術研究暨驗證中心之設置就其中可行方式，初擬如下：

一、關聯機構角色

本計畫設立之技術研究及驗證中心，結合產業、政府、學術界的能量，提升軌道運輸技術及產業之競爭力，與中心關聯之機構角色如表 4.3-1。

表 4.3-1 軌道技術研究暨驗證中心關聯機構角色

單位業務規劃	軌道技術研究暨驗證中心	監理機關 (鐵路/捷運主管機關)	營運機構	軌道工業廠商	說明
技術改善	- 專家小組服務 - 國際交流	政策指導	營運安全與穩定性的使用需求	產品安全與穩定技術提升	參考日本鐵道總研 RTRI 任務功能
研發、測試與認證	- 軌道技術研究發展 - 辦理軌道系統零組件之測試、檢驗與認證	- 政策指導 - 安全與品質之一致性要求	整車及零組件採購需求	擴展產業市場需求	辦理車輛及零組件之測試、檢驗與認證及協助廠商取得產品驗證

草擬規範與標準	- 研擬規範及標準草案 - 國際標準交流	- 政策指導 - 審定規範及標準	參與	參與	參考國外車輛安全驗證機制
安全檢查與事故調查	- 第三方機構 - 專家小組支援	法定檢查/調查機關	事故預防對策需求	—	交通部捐助本中心創立基金，由中心以第三方機構地位協助交通部執行訓練、檢定、檢查等技術業務，尚無角色衝突疑慮
訓練與檢定	- 第三方機構 - 技能檢定	- 人員技能之一致性要求 - 委託第三方機構辦理 - 核給證照	自行辦理行車人員學科/術科完整訓練	操作維修技術之代訓作業	

二、機構型態

本中心業務營運組織型態因涉及其未來營運方式、用人以及經費來源等事項，故需就各種可能組織型態審慎評估，未來方得以最適方案進行設置。且因中心辦理技術研發及軌道產品驗證業務，需具有中立、獨立、公益等特性，故就具公正性之政府機構、財團法人、行政法人、既有公設財團法人籌辦等可行組織型態，評估說明如後：

政府機構：交通部現行雖有運輸研究所協助運輸政策研訂，惟並無專責辦理軌道技術研發單位，且依中央政府機關總員額法以及交通部組織法等規定，亦尚無適當組織、專業人力及其儀器設備，可供執行本中心軌道產業技術研發、提供軌道產業所需之檢驗及驗證(包括機電、自動控制、機械等專業)、以及支援軌道營運安全監理業務所涉技術事宜。由政府機構從事軌道技術研發中心業務，雖具有政府政策與財政支持等優點；惟礙於前述多重條件限制下，較無作業彈性且可行性較低，並必須配合修訂相關組織法令(如交通部組織法)。

財團法人：依「交通部審查交通事務財團法人設立許可及監督要點」，財團法人可分為「公設財團法人」、「私人捐助政府以信託方式管理之財團法人」以及「民間財團法人」等三類。本案所投資之興建硬體建設經費龐大，需要政府挹注大部分經費，方能執行推動。故以政府捐助成立「公設財團法人」之組織型態較為可行。所謂「公設財團法人」即政府捐助基金累計超過該財團法人基金總額 50%以上稱之。其受立法院及主管機關之監督管理強度較高，並依「公設財團法人」相關監督規定進行管理。該組織型態符合專業技術能力高、具有用人彈性、以及結合產業發展容易、技術移轉便利等優點。

行政法人：本法人組織係為執行特定公共事務依行政法人法設置之公法人，並應制定個別組織法律設定之，政府核撥該法人之經費同樣受審計監督，雖符合具專業技術高功能、用人彈性等優點；惟政府須長期給予行政法人財政支持，且其行使公權力來自法律授權而非行政機關之委託。

既有公設財團法人籌辦：即由中華顧問工程司擴充轄屬單位辦理，惟該工程司

與軌道技術研究中心之設立目的、規劃辦理業務等皆有差異，且需經該工程司董事會同意修訂設置章程並將本計畫規劃之營運業務納入辦理；另易遭受立法、審計等單位質疑政府授予該等業務及財產予特定財團法人，並需訂定特別法解決前述問題之適法正當性。

本中心經研析前述各種組織型態，分析其法律依據、組織性質、經費來源、人力資源以及其特性，評估結果詳如表 4.3-2 示，其中以政府組織型態設置牽涉之人員晉用難度較高。至於財團法人以及行政法人，則富有引進專業技術用人之彈性；另對於未來技術移轉等業務財團法人型態有更大彈性。

軌道技術研究暨驗證中心應具有中立、獨立、公益之性質且財務應自給自足；經前述分析評估以及考量本計畫建設經費龐大，需仰賴政府經費投資等多重條件，且須避免立法院及審計機關質疑政府編列預算捐助財團法人之正當性，爰參酌工研院、國家實驗研究院等成立方式，採以立法訂定設置條例方式成立財團法人較能發揮其業務特性。

三、主管機關

基於軌道技術研究暨驗證中心執行軌道運輸系統技術研究及資訊服務、引進檢測技術以及驗證等業務工作，多涉及交通事務；且軌道系統之建設、營運、維修、養護、監理等均屬交通部主管權責，且參酌日、韓、中國大陸及歐美等國家成立方式，均透過交通部始能有效整合與輔導，爰建議由交通部為主管機關輔導建置。

「財團法人軌道技術研究暨驗證中心」依法成立後，即有獨立之人格，除法令及組織性質限制外，得行使權利並負擔義務，故機構得以本身名義執行業務並運用捐助之財產。

表 4.3-2 軌道技術研究暨驗證中心組織型態評估表

組織類型	交通部部屬機關	立法設置財團法人	既有中華顧問工程司 擴充之轄屬單位	行政法人
組織型態	公法人	私法人	私法人	公法人
法律依據	✓ 中央政府機關總額法 ✓ 交通部組織法	✓ 民法 ✓ 組織設置條例	✓ 民法 ✓ 特別法	✓ 行政法人法 ✓ 組織設置條例
組織性質	政府組織	以從事公益增進民眾福祉為目的	以發揮我國專門人才之技術知識，促進交通建設，改進工程技術，提昇科技發展，協助國內外之經濟發展為目的。	✓ 具有專業需求或須強化成本效益及經營效能者 ✓ 不適合由政府機關推動，亦不宜交由民間辦理者 ✓ 所涉公權力行使程度較低者
計畫核定及籌設程序	✓ 計畫核定(行政院) ✓ 中央政府機關總員額法 ✓ 籌備小組	✓ 計畫核定(行政院) ✓ 訂定設置條例(立法院) ✓ 申請設立許可(交通部) ✓ 聲請設立登記(法院)	✓ 計畫核定(行政院) ✓ 修訂捐助章程(董事會) ✓ 訂定業務移轉特別法(立法院)	✓ 計畫核定(行政院) ✓ 訂定設置條例(立法院)
待協調單位	無(交通部)	✓ 國發會、主計總處、財政部(國有財產局)	✓ 中華顧問工程司 ✓ 原始捐助單位 ✓ 交通部(技監室)	✓ 國發會、主計總處、人事行政總處、財政部(國有財產局)
籌設課題	無	✓ 組織重疊 ✓ 財務、自償性不足 ✓ 國有財產法限制 ✓ 績效管理	✓ 遭質疑圖利 ✓ 既有財務存廢 ✓ 國有財產法限制 ✓ 經營維護費用	✓ 組織重疊 ✓ 財務 ✓ 績效 ✓ 籌辦評估
經費來源	✓ 政府公務預算	✓ 創立基金之孳息 ✓ 政府補助計畫之經費 ✓ 受託研究、提供服務及產品之收入 ✓ 公私立機構、團體或個人之捐贈	✓ 房地產租賃所得 ✓ 轉投資回饋	✓ 政府核撥及捐補助 ✓ 受託研究及提供服務之收入 ✓ 公私立機構、團體及個人之捐贈 ✓ 營運及產品之收
評估分析	✓ 具政策及財政支持 ✓ 需修訂相關組織法規 ✓ 用人受限制 ✓ 專業技術能力受限	✓ 需經制定條例設立及交通部許可 ✓ 用人具彈性 ✓ 專業技術能力高 ✓ 結合產業發展較容易 ✓ 技術轉移容易	✓ 需配合修訂捐助章程 ✓ 相關權益義務須進一步釐清 ✓ 專業技術能力高 ✓ 易受質疑捐贈特定採團法人	✓ 需制定個別組織法律設立 ✓ 用人具彈性 ✓ 專業技術能力高 ✓ 政府須補助部分營運經費
業務影響	✓ 不具獨立性	✓ 具獨立性 ✓ 受政府委託案件需法律授權或依政府採購法獲得	✓ 具獨立性 ✓ 受政府委託案件需法律授權或依政府採購法獲得	✓ 具獨立性 ✓ 為公法人且業務明定，可採行政委託方式
整體經費	硬體建設	硬體建設、創設基金(修法挹注研發經費屬暫定)	硬體建設	硬體建設、政府業務補助
評估結果	劣	優	劣	中等

四、設置條例及捐助章程之擬定：

本計畫政府捐助財產達總額 50% 以上為公設財團法人，將參酌工業技術研究院、財團法人國家實驗研究院等單位，訂定設置條例及捐助章程，並由交通部籌備階段草擬規定。其中設置條例應經立法院發布施行，捐助章程則須依設置條例及相關法令規定訂定，並載明各項需明定事務。主要事項略以：

1. 目的
2. 名稱
3. 捐助財產之總額、種類、現金數額及保管運用方法；
4. 組織、業務項目及其管理方法；
5. 組織董事會董事、監察人員額及其產生方式；
6. 董事會之組織、職權、運作方式、會議之召開及決議方法；
7. 記載「協助或支援政府辦理之各項業務」；
8. 會計制度、會計年度之起訖期間及預算、決算編送時限及對象。
9. 財團法人解散或撤銷許可後「賸餘財產依法全部交由交通部解繳國庫」...等事項。

五、組織規模：

未來依設置條例設置之財團法人需遴聘董事成立董事會，並以其中一人為董事長。除監察人外並視實際推動業務所需設置執行長等相關職務。

建議參照「車輛研究測試中心」設置及經營案例，分階段擴大業務範圍，發展機構組織與規模。架構大致為：

1. 執行長：承董事會及董事長指示，執行機構日常業務。
2. 稽核室：協助執行長評估、控制機構內部之執行情形。
3. 行政管理部：負責會計、人事、總務、採購及一般行政事宜。
4. 訓練檢定部：承辦鐵路及捷運行車人員之技術訓練及技能檢定作業。
5. 檢查業務部：協助軌道營運檢查、運輸事故調查、鑒定及驗證服務業務。
6. 檢驗測試中心：成立企劃工作小組，規劃設置實驗室、委外測試、建立測試、獨立驗證及認證技術事務，以技術分類為單元，分別負責檢驗、測試、試驗等業務。
7. 技術研究部：協助法規、標準及技術研發等專案服務。

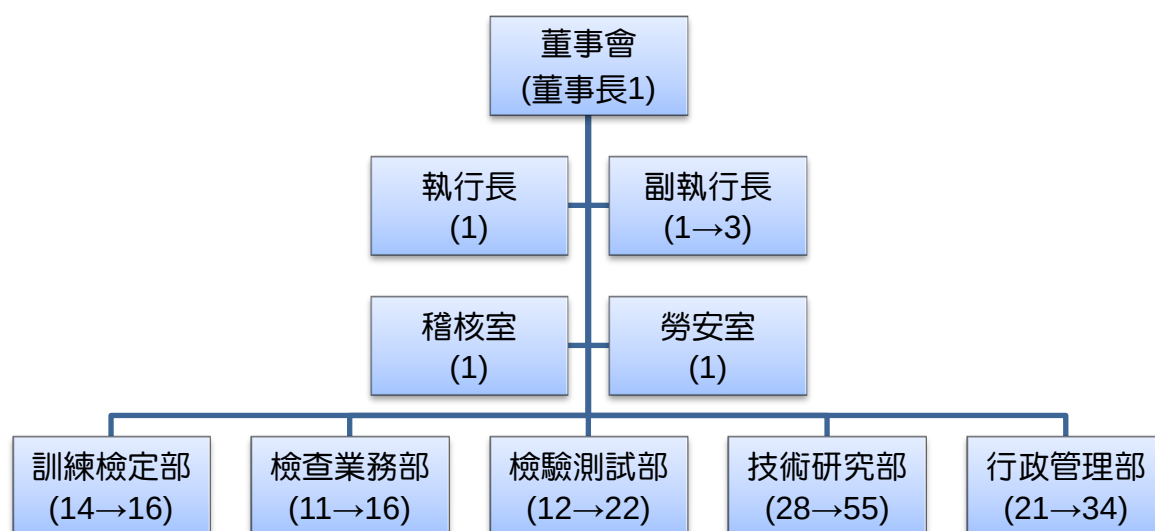


圖 4.3-1 財團法人軌道技術研究暨驗證中心組織架構圖

總人力需求如表 4.3-3 示，興建期約 25 人(除負責中心硬體設施興建外，並可開始承攬部分以專業技術人力需求之業務)，硬體設施興建完成後初期約 80~90 人，未來視業務成長逐步調整至 134~150 人，至於該等人力可由未來中心籌備處進一步規劃，部分人員採專案約聘或外包方式進用。

建議硬體興建階段可辦理蒐集及建置軌道技術相關基礎資料，營運初期採合作團隊作業模式，行政管理及相關支援經費除以創設基金之孳息支應，另須妥善運用政府補助、產業挹注及其他委託業務收入，以供機構營運組織作業之需；此外，在研究暨驗證中心基地並預留部份未來技術研發所需之其他驗室及測試場地，以俟產業市場供需提升時，適時規劃興建能滿足國內軌道技術研發所需支援之其他設施與設備。

表 4.3-3 營運人力需求預估

類別	興建期	興建完成 1-10 年	興建完成 11-20 年	興建完成 21-30 年
行政管理	7	25	41	41
訓練中心	1	14	16	16
監理檢查部	11	11	16	16
檢測驗證部	4	12	19	22
技術研究部	2	28	42	55
合計	25	90	134	150

六、籌設主體：

由交通部辦理籌設事宜，朝公設財團法人性質設置。

七、創立基金

本中心財團法人創立基金初步建議額度為 1 仟萬元(另編列捐助 41.66 億元硬體建設經費)。

八、性別平等

本計畫主要係以公設財團法人型態成立軌道技術暨驗證中心，建議未來在人員遴選及晉用或邀集相關機關及民間團體籌組董事會等決策機制時，促進性別參與(如在能力相當前提下優先晉用少數性別或董事會成員符合任一性別者不少於三分之一比例原則等)，以提升不同性別參與交通領域之比率，建立共同參與的文化，增進決策上的性別平等。

4.4 軌道技術研究暨驗證中心設施

4.4.1 檢查及量測初期設備

為建立初期對軌道系統相關設備之檢驗與測試能力，軌道技術研究暨驗證中心應備有設立初期所需之檢驗、測試設備。但由於軌道工程技術範圍廣泛，所需測試及檢驗的設備極多，小如「應變規」、大如「動態測試系統」等，各類技術不勝枚舉。若需完整設立軌道技術領域之設備檢驗及研究設備，初期將須大量投入各類研究及測試所需人力、工廠、及設備，然而國內軌道技術研發養成，完整全車測試尚需假以時日，故對大型測試及全車研發任務所需設備，宜配合產業的成長與技術研發需求的擴增，逐步擴充。

因此，基於效益考量，建議初期可依軌道系統工程中常見的規範測試要求、歷年行車事故較多數發生原因，先預備重要項目所需的量測與檢測儀器；對於組件研發及測試需求，初期先配置通用之儀器設備，亦可與相關研究機構合作，先行利用國內既有設施進行計畫合作，再俟未來研究達一相當規模時，適時規劃投入中心所需之測試工場及設備，綜上，本計畫初期設施，建議以近期需求為主。

在工程中常見的規範測試要求，例如材料的檢驗、現場電位、信號或絕緣值的量測、鄰近空間尺寸與軌道線形的量測等；在行車事故調查方面，可參考非專有路權的臺鐵營運統計，重大事故原因以重大死傷及正線出軌為多、一般行車事故以平交道事故及側線出軌為多。重要項目所需檢測儀器，建議如下：

一、協助執行檢查業務：

協助執行檢查業務係以專家技術服務為主，評估無特別設施設備需求。

二、事故調查、預防對策及設備改善：

「事故調查、預防對策及設備改善」涉及現場之量測，按鐵路系統分為軌道、號誌、通訊、電力及車輛等子系統，調查業務之執行，需有相關量測設備包括：

- 軌距規(軌道軌距尺)、
- 車輪規、
- 內面距規、
- 水平尺(軌面水平儀)、
- 雷射測距儀、
- 三用電表、
- 絕緣電阻測試儀(歐姆表)絕緣電阻表，是測量大容量變壓器、互感器、發電機、高壓電動機、電力電容、電力電纜、避雷器等絕緣電阻的理想測試儀器。

除上述設備外，並建議結合專家技術，利用測試及研發業務建置之試驗設備支援相關調查及所需之研究。

三、研擬軌道系統相關規範及標準：

本項業務以專家技術服務為主，無特別設施設備需求。

四、營運機構技術解決方案服務及軌道產品測試、驗證與技術研發：

設備依產業研發及試驗需要，初期以軌道系統零組件之測試為主，中長期推展至整車組設備；除此之外，並預留廠房空間，俾依產業發展需求及研發計畫期程逐步建置所需檢驗及測試設備，第 4.2.1 節與第 4.2.2 節所述業務可共用各項設備，建議初期配置之通用設備：

- 頻譜分析儀
- 電子示波器
- 車輛靜態應力測試量測及紀錄分析儀
- 萬能試驗機：實際加載荷重測試材料剪力、應力及衝擊能力分析。
- 硬度試驗機：可測試各種材料之表面硬度。
- 金屬疲勞試驗機：可測試金屬材料之疲勞強度。
- 超音波金屬探傷儀：用來非破壞偵測金屬或塑膠內部之缺陷，並以視覺化成像金屬或塑膠內部缺陷訊息。
- 車輛搖擺、加速度及振動量測及紀錄儀：

主要元件設備包括加速規、陀螺儀、電子數據紀錄設備等組合，用以測量車輛

之振動情形。

- 隧道影像掃瞄儀：
使用雷射掃瞄儀以便於隧道法線方向 360°旋轉掃瞄隧道壁之現況影像，以及偵測紀錄軌道線形及軌距變化。
- 測試軌及道旁設備(包括軌道電路、應答器、計軸器、道旁號誌機等)

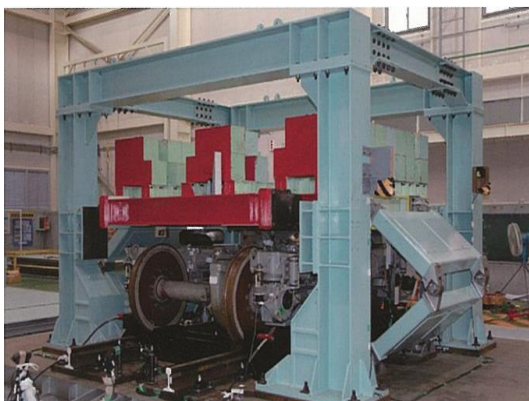
4.4.2 測試及技術研發工廠

軌道技術研究測試配合規劃業務發展，於本計畫用地範圍內預留一部份廠房擴充空間，俾以依產業發展需求及研發計畫期程彈性建置能量，逐步規劃擴充廠房內設備，構想分述如后。

一、車體、軀機及轉向架測試及研發工廠

為模擬實際車輛的行駛狀態，利用液壓裝置進行營運線上無法進行的某些車輛、轉向架及軌道間的靜態及動態試驗，建議設置車體、軀機及轉向架研發測試工廠，並配置基礎測試設備：

1. 轉向架穩定度測試台：利用油壓台及迴轉設備，模擬轉向架於軌道之左右、上下、旋轉等各維度之振動，以測試轉向架之穩定度。
2. 煞車性能試驗機：模擬、測試各類煞車的性能及熱特性、輪軌間黏著特性、煞車時的滑動控制、及有水狀態下的煞車性能。



資料來源：日本鐵道總合技術研究所

圖 4.4.2-1 轉向架振動實驗檯示意



圖 4.4.2-2 煞車性能試驗機示意

至於整車測試所需大型測試設備，宜俟未來研究發展計畫需要時，逐步擴充所需研發設備。

二 集電裝置與供電系統介面測試及研發工廠

為能分析供電軌或電車線與受電弓間之性能，軌道技術研究暨驗證中心可配置集電裝置與供電系統介面測試及研發工場，以作為集電裝置之測試、試驗裝置組裝之工廠。當需要於測試軌上進行測試時，供電系統可安於測試軌，車上集電裝置以一台車模擬列車之集電裝置，附加資料擷取及紀錄設備後進行測試。日本鐵道總合技術研究所於測試軌上進行(最高時速 200 公里)之集電試驗裝置參考如圖 4.4.2-3 示。

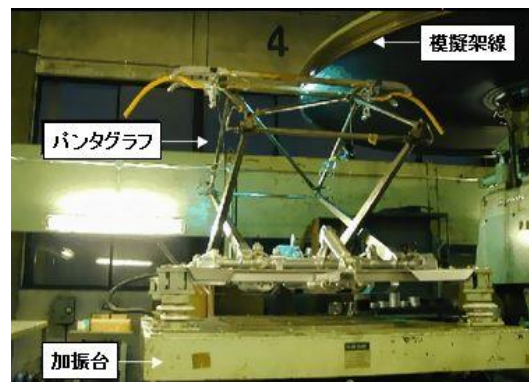
本中心除於測試軌道旁，配置集電測試裝置，初期為一足夠長度的測試線上設備，以供模擬列車加減速度時的集電弓及電車線的集電性能、模擬電車線上元件的接觸特性。建議集電裝置與供電系統介面測試及研發工廠配置測試設備：

1. 集電弓總合試驗裝置：可模擬測試不同速度狀態下的集電弓追隨特性、離線率、耐久性、通電性能、及摺動部的動態特性。
2. 集電摩耗試驗機：用以模擬高速行駛時集電元件的摩耗狀況、使用壽命推估、及新材料的測試。



資料來源：日本鐵道總合技術研究所

圖 4.4.2-3 集電裝置於測試軌上試驗示意



資料來源：日本鐵道總合技術研究所

圖 4.4.2-4 集電弓總合試驗裝置示意

三、電子及控制設備測試及研發工場

不論是捷運、傳統鐵路或現代高速鐵路，營運首重安全。為增進鐵路行車安全，提高列車行車密度，運用號誌及行控設備，以集中控管列車的運行秩序，為維護鐵路運轉安全的必要手段。

而鐵路行車管理的核心在負責列車操作安全的行車控制(管理)系統(Traffic Control System, TCS)，拜現今電腦科技進步之賜，鐵路行車管理除具有自動化控制的功能外，亦朝資訊化整合作業的方向發展，舉凡與列車操作相關的各種作業，從上游的列車排班(點)計畫作業，到下游的車輛維修管理作業等，相關的作業資訊相互介接引用，使列車的操作控管與營運管理的作業連成一系，提升整體營運效能。

觀察國內市場環境，臺灣電腦、資訊產業技術精進，若發展及整合軌道運輸管理所需之行車控制軟體及硬體設備，並延伸電腦化管理作業的應用，當可發揮資訊整

合乘數效果。此外，由於號誌及列車控制之技術層次高，且仍多國外系統廠商所掌握，外界常難窺其堂奧。建議先針對號誌設備，訂(修)定國內標準，以提高業界投入生產意願，並藉號誌標準之研訂，蒐集及研究最新之號誌技術，掌握系統設計能力。建議設置電子及控制設備測試及研發工廠，並配置電子裝置之基本測試設備。

四、土建與軌道設備測試及研發工場

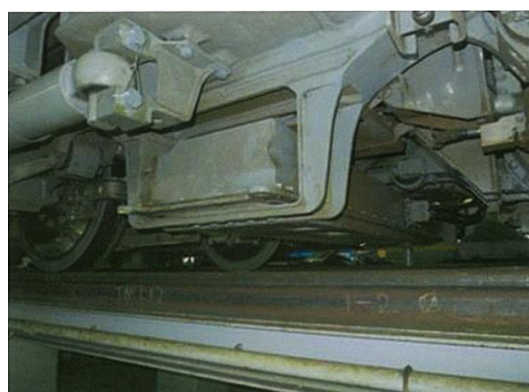
而在軌道研究方面，建議與國內學術及研究機構合作，以研發軌道檢測相關技術及車載設備，協助軌道營運機構減少軌道檢測所需之人力及成本。建議設置土建與軌道測試及研發工場，考量配置測試設備：

1. 軌道扣件性能實驗裝置：實際加載荷重以模擬軌道扣件接合性能。
2. 直線測試軌

經初步評估，除工廠內測試設備外，於既有基地範圍內應設有一測試軌，以供測試台車或車輛於研究中心內進行軌上往復運行測試。但受本計畫用地範圍限制，建議初期以零組件之測試為主，設置一直線測試軌，長度約 900 公尺並採雙軌距 (1435mm 及 1067 mm)配置，另說明如第 4.5.3 節。



圖 4.4.2-5 軌道扣件性能實驗裝置



資料來源：日本鐵道總合技術研究所

圖 4.4.2-6 安裝在新幹線的軌道檢測裝置

4.4.3 駕駛技術訓練設備

軌道技術研究暨驗證中心初期主要任務包括「行車人員技能訓練及檢定」，故軌道技術訓練中心內應配置未來所需之辦公室及訓練所需教學設備及教室。

高速鐵路、傳統鐵路、都會捷運、輕軌運輸各項軌運系統新進行車人員專業訓練之課程需求說明如第 4.2.4 節。學科以通識教育為主，對行車人員施予一定時數之軌道安全通識教育、災害防救及法規專業訓練；術科除以課堂講授外，並增加實務及狀況的模擬演練。以列車駕駛訓練為例，訓練中心可配備通用的靜態駕駛模擬機台，以供學員演練駕駛

技術及理解規章內容。圖 4.4.3-1 所示為參考東日本鐵道總合研修中心的列車駕駛模擬訓練設備，本計畫訓練中心初步規劃為每班最多 16 人，配備類似之駕駛模擬機台 16 組。

列車駕駛模擬機可模擬列車營運時的狀況及周遭事物，提供逼真的虛擬駕駛環境，使用駕駛模擬機教導列車駕駛員，作為實際軌道駕駛前的教學，教導學員理論知識及駕駛規則，養成實際運行列車時之正確保安操作。

列車駕駛模擬器為一套利用電腦技術模擬行車狀況的系統，以電腦做為主機平台，配合影像動畫的播放以模擬列車行進時的環境。例如模擬列車路線的場景、場景變更、速度控制、緊急事故等。系統並須提供列車控制及處理各式元素的操作畫面，利用 AI/AO(類比輸出/輸入)、DI/DO(數位輸出/輸入)模組作為學員人機界面的狀態顯示及操控輸入。列車駕駛模擬系統並須設計有模擬緊急事故、系統故障及機件異常等突發狀況，以訓練駕駛學習事故處理能力。



圖 4.4.3-1 列車駕駛模擬訓練機台示意

4.5 土木工程

4.5.1 排水工程

一、整地規劃

基地鄰近現有高壓電塔及燕巢總機廠監控站，原則上整地及基地配置均不變動上述設施及水路，參考監控站規劃設計資料，整地防洪高程約 21.50m，故本基地之整地計畫高程比照「監控站」為規劃原則。

基地南側有角宿支線流經，整地分為 2 個區域，角宿支線北側略呈四方形之區域為 A 區，面積約 7.8 公頃；角宿支線南側區域為 B 區，面積約 2.2 公頃，如圖 4.5.1-1。

A 區現況為綠地，高程介於 18m~20m 間，平均高程約 19.0m，地勢平緩，坡向大致為北往南傾斜；B 區之平均高程約 21.50m，地勢平緩，因與燕巢總機廠監控站銜接，整地計畫高程為 21.50m。

但 B 區高鐵監控站範圍(約 0.8 公頃)剔除於本計畫之用地內，故基地整地得不包跨該區域，避免整地作業時影響監測站運作。

經初步評估結果，若以監控站之防洪高程考量，基地面積須填高約 1~2m，須土方填方較大，惟目前尚無實際測量成果資料，故有關實際整地高程及土方挖填量應於設計階段納入檢討評估。



圖 4.5.1-1 整地分區示意圖

二、排水規劃

計畫基地位於高雄縣燕巢鄉境內，計畫區有角宿支線(典寶溪支線)流經，其原屬高雄縣管區域排水路，目前縣市合併後已屬高雄市管區域排水路。排水工程規劃依據排水系統現況調查，並參考相關治理計畫資料，綜合跨越構造物通水斷面及水路橫交或改道等評估後，原則以維持原有水路功能為考量。

(一) 氣象水文

計畫區位於臺灣西南部，在北迴歸線以南，屬於熱帶季風氣候區，冬季涼爽乾燥，夏季炎熱多雨，春秋兩季均甚短暫。年雨量約在 1,885 公厘上下，以夏季(5 月～10 月)較多，冬季(11 月～4 月)較少。全年平均溫度約為攝氏 25 度，夏季平均 29 度，冬季平均約 20 度。

日照時數全年高達 2,212 小時，平均每天日照時數達六小時。

參考「典寶溪排水治理計畫」，計畫基地位於高雄第一科技大學東側，有角宿支線流經。詳如圖 4.5.1-2。



資料來源:「典寶溪排水治理計畫」

圖 4.5.1-2 計畫基地環境水系圖

典寶溪排水系統 10 年重現期之計畫流量分配如圖 4.5.1-3 所示。

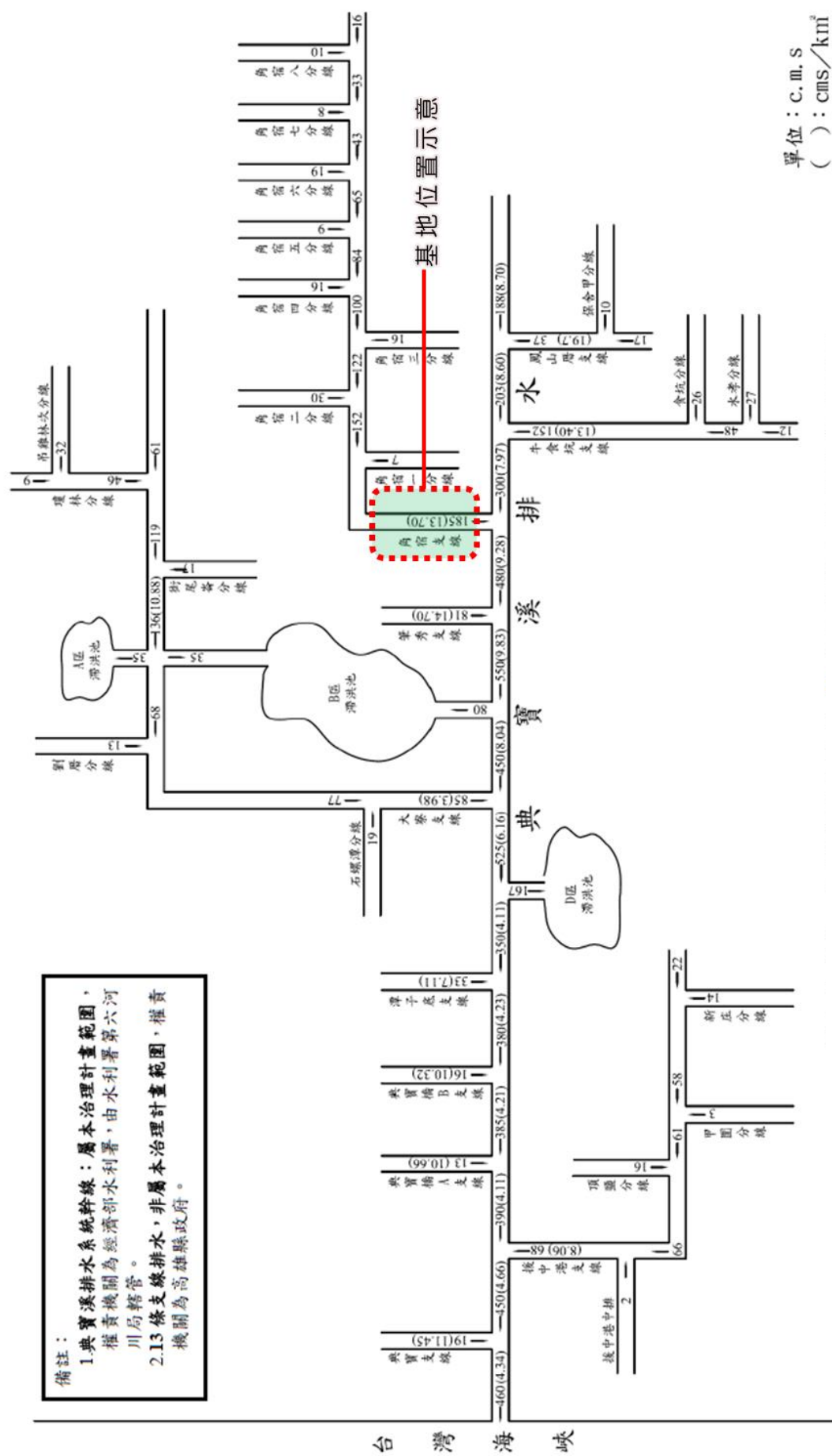


圖 4.5.1-3 典寶溪排水系統 10 年重現期之計畫流量分配圖

典寶溪排水集水區整體改善後，各排水路之計畫流量及比流量，供未來排水總量管制之依據，亦即開發區洪峰集水之排出比流量應控制小於計畫比流量。

(二) 設計準則

建議排水工程設計須依照下列規範及文獻之相關規定

1. 交通部，「公路排水設計規範」。
2. 行政院農委會，「水土保持技術規範」。
3. 內政部營建署，「非都市土地開發審議作業規範」。
4. 經濟部水利署，「申請施設跨河建造物審核要點」。
5. 典寶溪排水系統整治及環境營造規劃報告
6. 典寶溪排水治理計畫
7. 角宿排水支線規劃

(三) 防洪保護水位

參考「典寶溪排水治理計畫」，典寶溪排水系統 10 年重現期現況淹水範圍圖，如圖 4.5.1-4 所示，顯示基地並非淹水區。規劃防洪保護高程將比照高鐵燕巢機廠之 200 年重現期之標準辦理。

(四) 排水工程設施

廠區排水初步規劃沿道路配置排水系統(排水溝、管)排至角宿支線明渠。

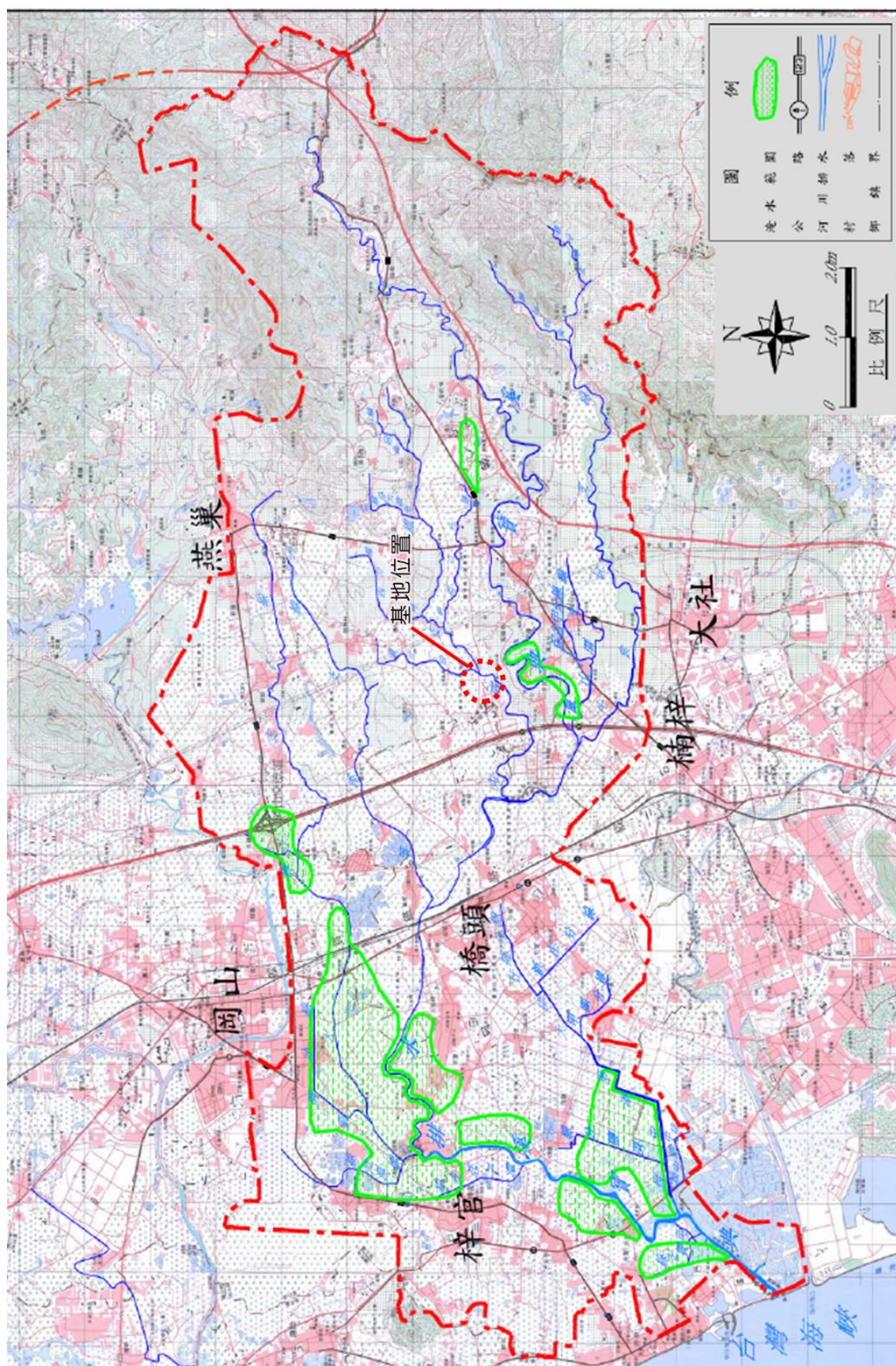


圖 4.5.1-4 典寶溪排水系統 10 年重現期現況淹水範圍圖

4.5.2 道路工程

本計畫道路工程規劃之設計原則說明如下：

一、設計準則及規範

本計畫之道路工程設計係以「公路路線設計規範」為主要路線幾何設計之依據，參考內政部頒布之「市區道路及附屬工程設計規範」，並參照下列規範擬訂本工程路線幾何設計標準如表 4.5.2-1，但基於未來測試標的運輸需要，場內受特殊限制之路段，相關標準得考慮酌予放寬。規劃設計作業階段，將俟本計畫站場設備及維修機械載運通行之特殊需求，如：車輛載重、車輛尺寸(車身長、寬、高、輪軸配置)、淨高需求、轉彎半徑等，檢討道路相關設計要素。

- (一)「公路路線設計規範」，交通部，民國 100 年 4 月。
- (二)「道路交通標誌標線號誌設置規則」，交通部及內政部，民國 104 年 5 月。
- (三)「交通工程規範」，交通部，民國 104 年 1 月。

表 4.5.2-1 道路工程規劃設計標準

設計項目		設計標準
平面	設計速率(公里/小時)	30
	最短停車視距(公尺)	30
	平曲線最小半徑(公尺)	10~30
	最大超高率(%)	8
縱斷面	最大縱坡度(%)	10
	凹型豎曲線最小 K 值($K=L/\Delta G$)	5
	凸型豎曲線最小 K 值($K=L/\Delta G$)	4
	豎曲線最短長度(公尺)	25
橫斷面	車道寬(公尺)	3.0~3.5
	路面橫坡度(%)	2

資料來源：本計畫整理。

二、場內道路配置：

本中心場址聯外道路與高 36 鄉道銜接，36 鄉道全長約 2.5 公里，既有道路為雙向四車道，路寬約 15 公尺，另於基地西側尚有臺糖農路及海豐路，道路寬度約 4 公尺寬，鄰近道路現況如圖 4.5.2-1、4.5.2-2 及 4.5.2-3 所示。

基地內道路以串連各廠區為原則，為減少道路使用面積，主要採以一中央道路橫貫全廠區，再分以次要道路聯絡至各建物，道路寬度初步規劃全寬為 12 公尺，採

8 公尺寬雙向雙車道，兩側各設 2 公尺寬路肩；基地主要出入口設置於基地位置南端，於主要出入口處，需配合現地高程調整銜接既有 36 鄉道道路路面，基地內平面配置如圖 4.5.2-4 所示。本計畫用地以使用剔除監控站後之空地，建築物設施大都配置於監控站之北側，站區道路連串基地內各建築物設施，臨近出入口處道路以箱涵跨越既有溝渠。原則上，監控站與本計畫之軌道技術研究暨驗證中心係採獨立分置。

基地聯外道路由於使用率較為頻繁，且因柔性鋪面之修補與維護程序較易進行且可減少養治時間，故建議採柔性鋪面材料，基地聯外道路採 70 公分厚 AC 路面設計，下層為 50 公分碎石級配料底層，上層為 20 公分瀝青混凝土。道路斷面配置如圖 4.5.2-5 所示。



圖 4.5.2-1 基地範圍聯外道路示意圖



圖 4.5.2-2 高 36 鄉道現況(雙向四車道)



圖 4.5.2-3 臺糖農路現況

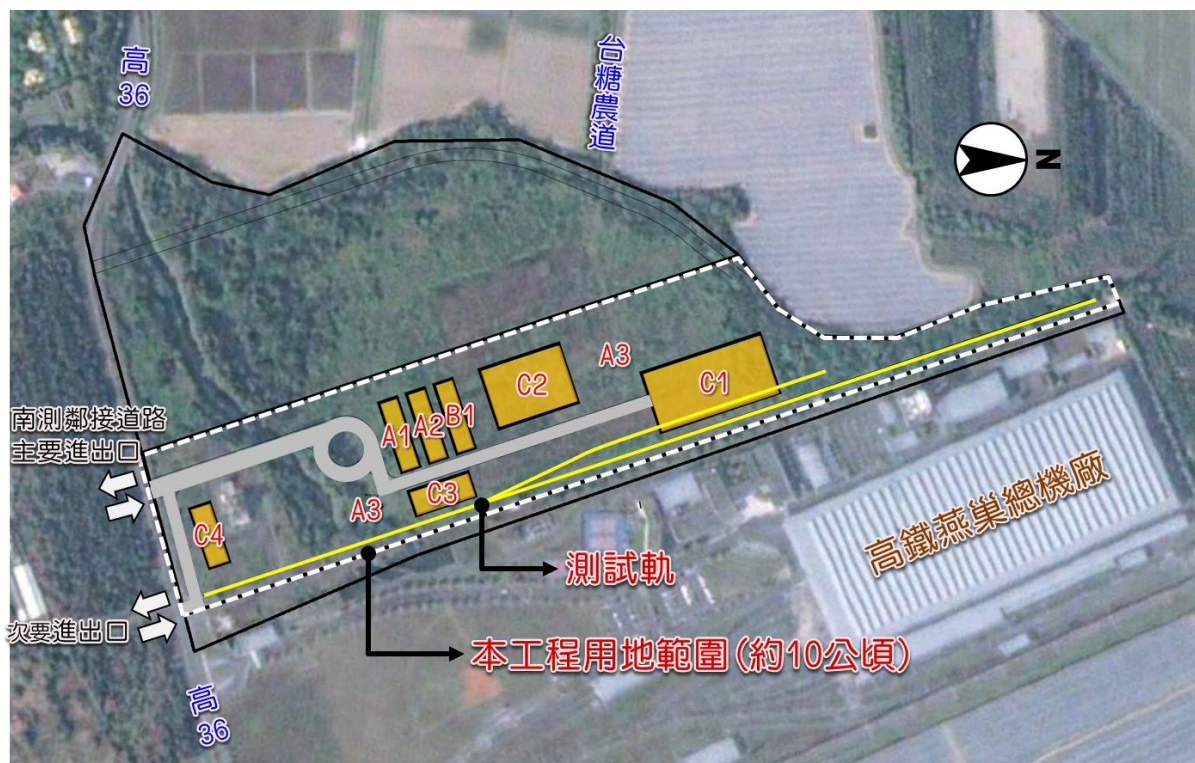


圖 4.5.2-4 基地內道路平面配置圖

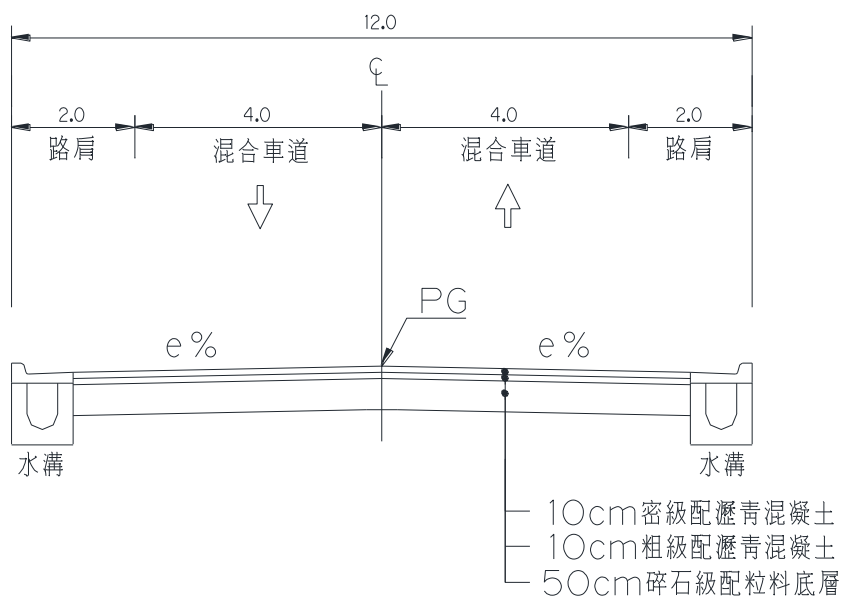


圖 4.5.2-5 基地內道路斷面圖示意圖

4.5.3 測試軌工程

於軌道技術研究暨驗證中心基地範圍內設置一測試軌，以供測試台車或車輛於研究中心內進行軌上往復運行測試。本計畫直線軌最長距離僅能配置長度約 900 公尺，設於基地位置東側。另考量室內測試之需要，有一股道岔接至 C1 棟車體、韌機及轉向架測試及

研發工廠，俾利於未來測試(台車)設備吊運上軌道後可利用軌道移送至測試工廠內，俾可於室內進行儀器安裝，再移於道旁進行量測及研發測試。場區內測試軌配置位置示意如圖 4.5.3-1，由於未來測試需求可能包含高鐵、捷運及臺鐵等不同軌距車輛之研究，故測試軌應預留 1,067mm 軌距及 1,435mm 軌距因應未來測試需要，故將留設足夠空間，未來軌道配置方式可採單軌距雙股道配置或採單股道雙軌距方式佈設，如此方能滿足不同軌距車輛測試之需求。

初期考量測試軌係供軌道車輛零組件行進間之性能測試及研究使用，建議可先採以單股道雙軌距方式佈設一軌，示意如圖 4.5.3-2，並於路線兩端末處設置止衝擋如圖 4.5.3-3，避免車輛溜離軌道。測試軌沿線並佈設動力供電及號誌設備訊號界接之界面。鋼軌型式建議採 UIC60 鋼軌，軌道路基型式建議採道碴軌道鋪設，以保留未來設備調整、更換及測試之最大彈性。

於直線測試軌東側尚預留約 15 公尺寬之用地，建議鋪設一簡單低月台，可提供儀器設備架設空間，例如進行軌道振動、噪音量測、電車線或電力軌接觸狀況測試時之設備儀器架設。寬闊之台面除提供測試設備空間外，並可作為人員觀摩，或留供未來必要時擴充另一股道用。

至於整車測試所需較長距離測試軌需求，則待未來配合產業發展研發需要時，再另擇適當場地規劃佈設足夠里程長度之測試軌道。

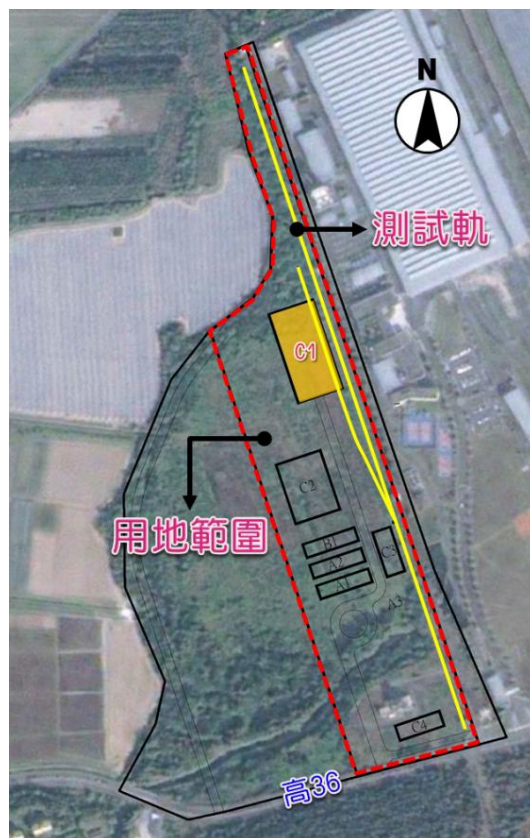


圖 4.5.3-1 場區測試軌配置示意圖



圖 4.5.3-2 標準軌與窄軌雙軌距佈設



圖 4.5.3-3 軌道終端止衝擋

4.6 建築工程

4.6.1 空間需求估計

一、空間需求規劃原則

基地內所需之各種使用空間項目及面積，係依據下列之原則制定：

1. 研究室/測試工場：依各單位提供之未來需求資料，配合各廠區規劃作業模式及流程，計算廠房作業空間需求。
2. 辦公室/行政中心：依各單位提供之未來需求資料，並按行政院「事務管理手冊」辦公處所管理之機關辦公室面積計算原則，規劃辦公之空間需求，彙整如表 4.6.1-1 示。

表 4.6.1-1 一般辦公室空間面積計算表

級 別	使用人數	單位面積 (m ²)	面積	備 註
人員 辦公室	第一級	125		中央各部會之首長
	第二級	60		中央各部會之副首長及各部會所屬一級機關首長
	第三級	25		各部會幕僚長、各部會內部一級幕僚單位之正副主管、各部會所屬一級機關之副首長、幕僚長及其內部一級幕僚單位正副主管及各部會所屬二級機關之正副首長
	第四級	8		不屬於前列一、二、三級之人員辦公室
辦公室 附屬 空間	會議室一	5/使用人數		大型會議室、禮堂等應按實際空間需求編列
	會議室二	5/使用人數		
	會議室三	5/使用人數		
	簡報室	8/使用人數		
	接待室	8/使用人數		
	服務台	5/使用人數		
	檔案室	0.33		
	圖書室	0.33		
	儲藏室	0.15		
	茶水間	0.15		
	總機室	8/總機人數		
	司機室	4/司機人數		
	收發室	7/使用人數		
	值班室	15		

二、空間需求

依據上述之空間需求原則及第 4.4 節研究暨驗證中心建議初期設施及預留用地需求，規劃各分區屬性及其建築與設施空間（詳表 4.6.1-2），其中各分棟主要建築的空間需求，詳列如表 4.6.1-3~表 4.6.1-5。

辦公室考量利用既有高鐵路燕巢監控站之既有辦公室(80m²)，並以營運初期 10 年之 90 人為需求(表 4.3-2)，面積{(90*85%)人*8m²/人+(90*15%)*25m²/人}-80m²=870m²。

依報告表 4.2.5-2 訓練時數需求，換算本中心滿檔期(含間隔空檔)每天約需 72 人訓練使用，會議室 a=72 人*5m²/人=360m²，另會議室 b 以表 4.3-2 總人力 90 人=90 人*5 m²/人=450m²。A1 棟會議室面積為 2 間共 810m²。會議室均可兼作中型研討會議使用。另有燕巢監控站之既有會議室(71 m²)可供使用。

每天約需 72 人訓練使用及員工 90 人，考量用餐需求，因位處偏僻且廠區較大，聯外不便及便於管理，建議增設餐廳客席 (72+90)*2.5 m²/人=405 m²，另廚房約 (72+90)*0.7 m²/人=114 m²，共需約 520 m²。

表 4.6.1-2 軌道技術研究暨驗證中心建物及設施需求表

區位	設施及用途	一層尺寸 (m ²)	樓層 (層)	樓高 (m)	建物型式	總面積 (m ²)
一、基礎設施						
A1	行政中心及會議室	16*60=960	4	3.5*4=14	RC	3840
A2	圖書中心及餐廳	15*60=900	2	5*2=10	RC	1800
A3	汽機車停車場(車棚)	400	1	3	鋼構	400
二、檢定設施						
B1	一般教室 6 間	21*60=1260	4	6*4=24	RC	5,040
	模擬訓練教室 2 間 (16 組靜態模擬機)					
三、測試研發試驗設施						
C1	車體、軀機及轉向架測試及研發工廠	60*120=7200	2	12+6	鋼構	14,400
C2	電子及控制設備測試及研發工廠	80*60=4800	2	12+6	鋼構	9,600
	集電裝置與供電系統測試及研發工場					
C3	土建及軌道設備測試及研發工廠(含測試軌)	24*60=1440	2	6*2	鋼構	2,880
C4	變電站	80*25=2000	1	6	RC	2,000
	合計					39,960

表 4.6.1-3 A1 行政中心及會議室空間需求表

項次	內容	面積(m ²)/層	備註
1-1	門廳	150	1~4 層
1-2	管理員室	20	
1-3	展示室	500	

項次	內容	面積(m ²)/層	備註
1-4	茶水間、廁所	130	1~4 層
1-5	機電空間(給水、消防、空調、電氣)	160	
2-1	辦公室	560	
2-2	機電空間(給水、消防、空調、電氣)	120	2~4 層
3-1	會議室 a	360	72 人
3-2	辦公室	200	
4-1	會議室 b	450	90 人
4-2	辦公室	110	

表 4.6.1-4 A2 圖書中心及餐廳空間需求表

項次	內容	面積(m ²)/層	備註
1-1	門廳	150	1~2 層
1-2	餐廳廚房	520	員工及學員共 162 人含廚房
1-3	茶水間、廁所	100	
1-4	機電空間(給水、消防、空調、電氣)	130	
2-1	接待室	250	供員工及訓練學員 32 人使用
2-2	圖書室	200	供員工及訓練學員使用
2-3	茶水間、廁所	150	
2-4	機電空間(給水、消防、空調、電氣)	150	

表 4.6.1-5 C4 變電站空間設施需求表

項次	內容	面積(m ²)/層	備註
1	主變壓器室	560	
2	高壓配電室	300	
3	串聯電抗器室	200	
4	控制室	100	
5	鋼瓶室	60	
6	電機室	60	
7	GIS	500	

4.6.2 配置規劃

一、規劃目標

1. 達到「廠區公園化」之目標，提供員工舒適之生活空間。
2. 塑造「軌道運輸獨特空間」之魅力，提升軌道專業研究形象。

3. 建構性別友善之辦公及廠區環境，破除以男性為主之職場隔離現象。

二、規劃原則

1. 基地永續開發的原則

- (1) 與自然環境相融合。
- (2) 減少對自然景觀與生態之衝擊。

2. 景觀的規劃原則

- (1) 生態綠化應與地景融合。
- (2) 提高基地之綠敷率。
- (3) 停車區綠化。

3. 廠、辦合一的規劃原則

- (1) 生活空間之整合：將整體考量設置基地內共用之餐廳、停車及生活休閒空間。
- (2) 維生管線之整合：將整體考量合併設置基地內之維生管線設備、公共管路、污水處理設備等設施。

三、規劃構想

1. 與自然環境相融合，降低整體開發對環境的破壞。
2. 合理的配置，便捷的連絡與作業動線，提高工作效率與安全。
3. 防災與救災相關系統建立。
4. 環場林蔭道，連絡與服務道路，動線系統層次分明。
5. 辦公生活區建築設施配置考量管理使用功能需求，設置於廠區入口位置。並考量生活設施符合無障礙、性別友善及可共用原則以撙節經費。

四、規劃內容

(一) 建築配置

1. 辦公行政管理區於基地入口位置，使各區位的生活動線可及性均衡，進而增進員工日常生活之交流機會。
2. 配合既有區域地景，利用基地南側及其周邊之自然生態景觀區，創造「展示及景觀」設施，休憩農園、景觀花園、休閒散步道、綠蔭自行車道、活動小廣場及大草坪等，提供員工一個寓教於樂的休憩空間。

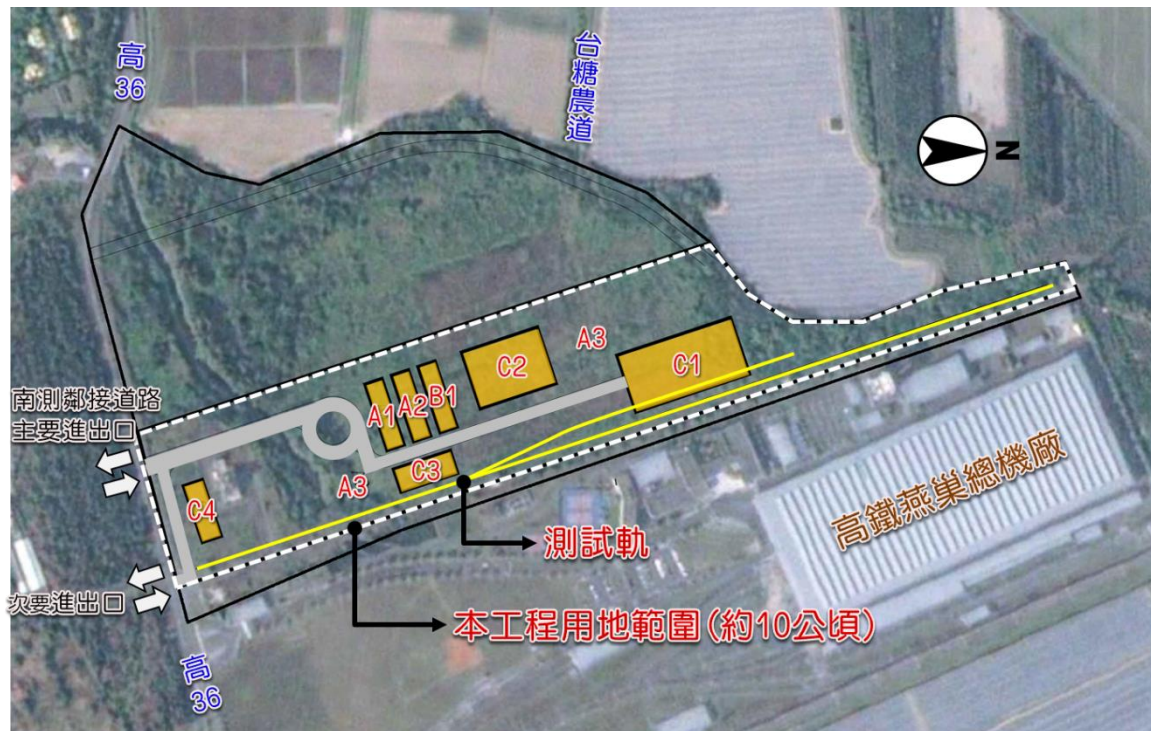


圖 4.6.2-1 軌道技術研究暨驗證中心基地配置

(二) 動線系統

1. 基地動線

- (1) 環場道路：基地之主要道路，規劃口形迴路系統，以串連各公共生活區之車行動線。
- (2) 廠區道路：基地次要道路系統，為建築物間之連絡道路；提供各區內部建築物間之車行及人行動線。

2. 空間佈設

- (1) 配合作業動線及設備，安排建築物內部空間位置。
- (2) 辦公室南側設置走道，可阻隔日曬；北側設置大片開窗，可將花園廣場的景觀盡收眼底。辦公室空間配置儘量採用開放式，以利彈性調整或利用。
- (3) 圖書中心與餐廳配合各區適中設置，縮短員工的步行距離。

(三) 造型概念

建築造型順應季節風、山海地形風等，達成利用自然通風與舒適之要求。

(四) 停車場規劃

考量員工預估需求數量，於入口附近規劃地面停車場。

- (五) 本計畫除建構性別友善之辦公、廠區及宿舍環境外，並逐步破除交通領域以男性為主之職場隔離現象，以積極推動及落實性別平等之原則。

4.6.3 人車行動線規劃

一、動線規劃原則：

1. 利用機能分區，使動線合理、便捷、明確。
2. 防災動線及公共管路規劃。

二、人車動線規劃

1. 人行動線：以人行徒步為主，自行車代步為輔。利用環場道路設置軌道區工作人員出入口（兼緊急逃生口），達到人行及軌道動線分離的目的。
2. 車行動線
 - (1) 汽、機車由基地聯外道路，經連絡室管制口，連接環場道路至各辦公區域。
 - (2) 停車場使用動線：配合廠區環場道路於廠房附近設置地面汽、機車停車場。
 - (3) 規劃自行車與無障礙動線使用，方便廠內綠色運具與人性化使用。

三、防災動線規劃

基地內規劃 6 米以上的通路連接各棟建物，供緊急救災時使用；另依法設置緊急救災出入口，於平時不開放，僅供特殊情況使用。

4.7 機電工程

4.7.1 電力系統

一、系統供電類型

本計畫之軌道動力供電應能與我國現有臺鐵、高鐵、捷運、輕軌等軌道運輸所採電力系統的類型相容，以預留未來各種測試研發之彈性，表 4.7.1-1 所示為國內各軌道運輸所採供電情形。

表 4.7.1-1 國內各軌道系統供電情形：

軌道鐵路 電壓及型式	臺鐵	高鐵	捷運	輕軌
臺電申請電壓	161(69)KV	161KV	161KV	22.8(11.4)KV
列車動力電壓	25KV(AC)	25KV(AC)	750(DC)	750(DC)
受電設備型式	架空集電弓	架空集電弓	第三軌集電靴	架空/第三軌

二、主電力系統規劃之架構

本計畫用電建議向臺電申請一戶一迴路特高壓 161KV 或 69KV 引進基地，再依各測試工廠及建物用途所需電力，由自設之 GIS 電力開關及變電設備降壓提供。初期建議設置之直線測試軌供電，係以設於變電站內之牽引 AC 動力變壓器，或 DC 動力變壓整流器提供所需用電。由於初期中大部份研發實驗室及測試工廠內包括「預留設備擴充需求」，以及基地內俟未來研究達一相當規模時，再適時規劃投入其他所需之「測試及研發工場」之分階段擴充考量，故變電站內將規劃預留未來建物電力開關及變電設備需求空間。初期所需用電之電力架構示意如圖 4.7.1-1。

本計畫初期設立之測試及研發工廠及基地內其他建物之供電，依負載需求特性，區分為「一般負載」、「緊急(含消防)負載」二種匯流排，且各區域建物均考量設置低壓 380/220V 緊急發電機組偵測供電，以便臺電停電或區域供電故障時，可由自設之緊急發電機組供給低壓緊急負載，架構示意如圖 4.7.1-2。

三、特高壓及主變電站電力系統主要設備

- (一) 161kV 或 69kV 側施工範圍自責任分界點起，主要設備包括：SF 6 氣體絕緣開關設備，含避雷器、接地開關、分段開關、匯流排、MOF、斷路器、比流器、比壓器、161kV 側保護電驛、161kV 或 69kV 電纜引進及臺電分歧終端裝置等。
- (二) AC 25kV 牽引動力變電設備主要包括：161kV/27.5kV 高壓變壓器、諧波濾波設備(含功率因數改善功能)、25kV 開關設備、電池及充電機、保護電驛、27.5kV/220-110V TR 輔助變壓器等。

(三) DC 750V 牽引動力變電設備主要包括：161kV/22.8kV 高壓變壓器、22.8kV/583V 高壓整流變壓器、整流器組、22kV 開關設備、保護電驛、直流開關、負回流開關、電池及充電機等。

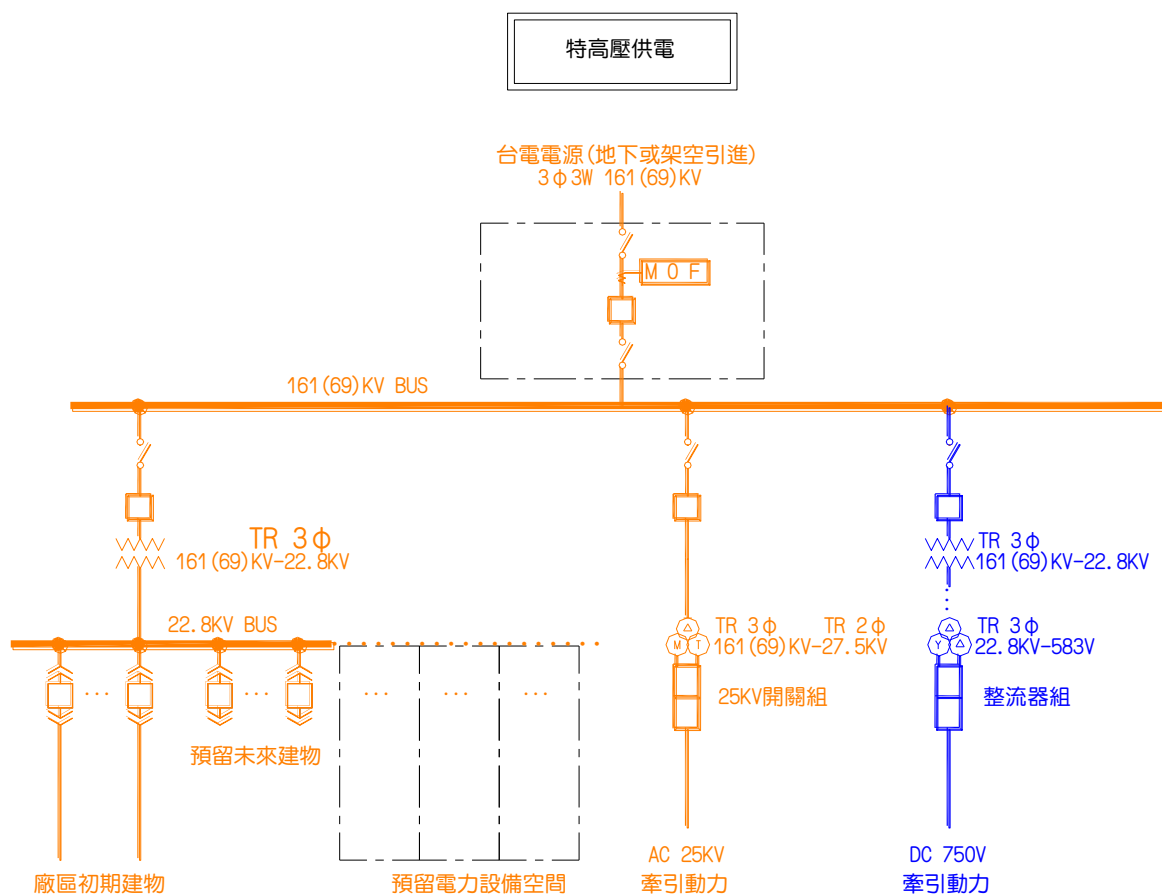


圖 4.7.1-1 主電力供電架構示意圖

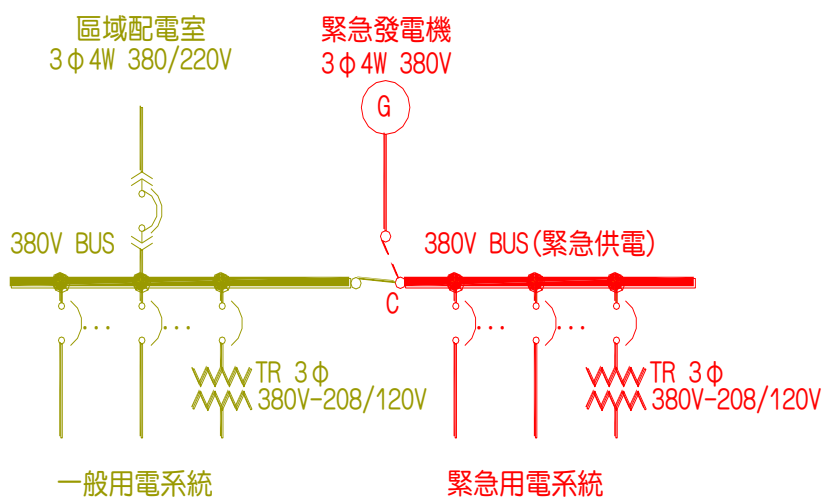


圖 4.7.1-2 一般廠區各建物供電架構示意圖

4.7.2 弱電系統

一、電話設備工程

本基地提供一電信室給電信業者專用，做為引進市話及光纖網路之界面，再經由配置電信電纜及光纖至各棟建物及廠房。

1. 各棟建物及廠房依使用性質、面積計算，選用滿足電信對數需求之電話總箱/配線架，以銜接由電信室配置之電信電纜；各樓層設置電話主箱及配合各使用空間留設管線及出口。
2. 室內幹線採用電纜架構成整體網絡彈性且利後續之擴充。

二、資訊電腦網路設備工程

於各建物及廠房設置光纖收容箱，經交換器(Switch Hub)分配至各樓層之資訊箱，於各需要場所預留管線及出線口，可讓人員方便使用以提供網路服務。

三、共同電視天線設備工程

屋頂層設置數位無線天線，以提供各棟建物及廠房辦公室、休息室、餐廳等所需區域之電視訊號。

五、中央監控系統及閉路錄影設備

1. 全區管理採圖控式中文化人機介面。配置影像資料伺服器及外掛儲存設備，影像資料透過操控軟體經由網路調閱錄影資料或即時監看，即時影像傳送管理中心納入圖控安全管理系統。
2. 各處配置攝影機，24 小時監視錄製影像資料，攝影影像可調整顯示亮度、對比及啟用頻道。
3. 教育訓練中心、會議中心及宿舍等大樓設置建物自動化監控系統，集中控管中央空調及機電設備。

4.7.3 給排水系統

一、給水系統

1. 給水設備

給水設備包含水錶設置、給水配管、生活用水蓄水池、消防用水蓄水池及相關之配管與管件。設置標準以符合自來水用戶用水設備標準及自來水工程設施標準等相關規定。給水由市區自來水幹管引接，經制水閥、水錶、持壓閥及逆止閥，供

水至生活用水蓄水池及消防用水蓄水池，再以給水加壓泵直接加壓或由屋頂水箱利用重力供水至各項設施，示意如圖 4.7.3-1 所示。

軌道技術研究暨驗證中心之各式建築，自來水源係由總管分流至各建築物內設置之水箱，水箱儲存量原則依「自來水用戶用水設備標準」至少符合 1 日使用量之需求，空調用水存量則需符合一天 20 小時以上使用量需求。

自來水水箱與消防水箱採分開設置，裝置不銹鋼人孔蓋附鎖。

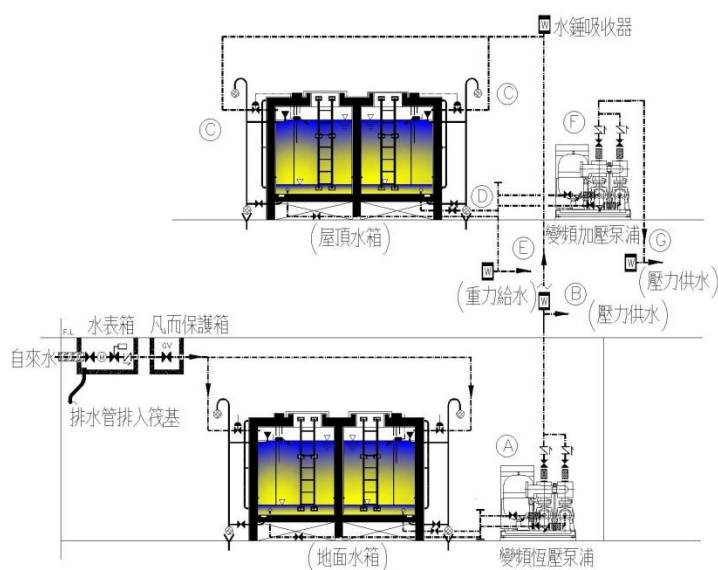


圖 4.7.3-1 給水系統示意圖

若建築物屋頂無適當位置設置水箱時，則採恆壓泵浦直接加壓供水。採二具泵浦式整組設備，以交互運轉增加使用壽命；供水壓力約為 $1\sim 3.5\text{ kg/cm}^2$ 。

2. 設備器具

衛生設備器具建議採用省水標章之設備，採整體盥洗系統 UT 設備，洗手檯龍頭採用感應式龍頭，其中男廁馬桶採一段式，女廁採用二段式馬桶。小便斗採隱藏式感應沖水器，洗手盆設具省水標章之感應式電動給水龍頭（電源銜接緊急回路，防止停電時不能使用之問題）。

於電池室依勞工安全衛生法規定，設置緊急沖身洗眼裝置相關設施及給排水設施，

二、熱水系統

技術訓練中心宿舍之熱水設備採用太陽能熱水器。以高雄地區氣候條件(年日照時數約 2367 小時)適合採用太陽能熱水器，其使用點之設計為 $40\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。熱水管路採用溫控閥來達到熱水供應需求及節能措施。太陽能熱水器採用整組式設備，含太陽能集熱版、儲水槽、循環供水泵、控制裝置等全套設備。但宿舍仍需設置電熱加熱設備，以備無日照時中斷於熱水供應。

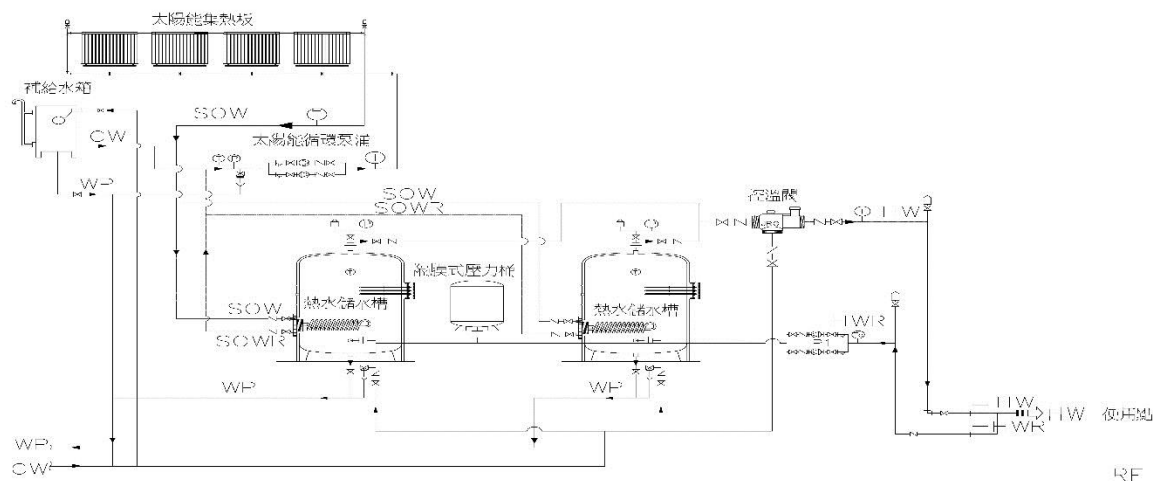


圖 4.7.3-2 太陽能熱水系統示意

三、雨水回收系統

珍惜水資源，基地各建築物設置雨水回收系統，雨水經沉澱及簡易過濾去除樹葉沙粒等污物後，可用於供應景觀噴灌使用，並可配合取得綠建築標章。但考量雨水不足時仍須藉由自來水補充使用。

四、排水系統

本案屬高雄市燕巢區，污水分為公告區(已有污水管線)及非公告區(未設管線)二部份，本案興建位置位於非公告區。因此，建物排水對策如下：

1. 場區建築物所排放之排水系統分污水、雜排水、雨水三類，依規定採用雨水/污水分流方式，建築物外雨水除回收再利用外，多餘直接排放水溝。建築物內之生活用水排水等分兩類獨立之排水系統，一類為污水排放系統主要為馬桶及小便斗所排放之污水，另一類則為廢水排放系統主要為其它之雜排水，均須依「下水道用戶排水設備標準」等相關法規設置。
2. 廢水排放管路用於收集空調排水、電扶梯設備排水及消防排水等非生活用水，原則依當地主管機關規定原則排放，可以重力流方式排放至雨水下水道。
3. 所有污水管、廢水管、污水池、集水坑等，均連接透氣管，以保持各衛生器具水封完整，避免臭氣散逸及維持管路水流通暢。
4. 地面下之廢水池則須設置沉水式廢水泵，並採用雙台或三台方式運轉，運轉模式為交替並列運轉模式，增進強制排水之可靠度。
5. 廠房之污水屬事業廢水，可能含有油脂、沙粒、易燃物及固體物等，在排水管前端，設置截流槽或油水分離器等隔離異物排入污水血統，再以重力流方式，排放至建築物外污水陰井，經廠區污水管排放至污水處理設施。

6. 污水處理設施依當年度法規及高雄市政府相關規定檢討設置至符合放流水標準。

排水系統系統設施概要如圖 4.7.3-3 示。

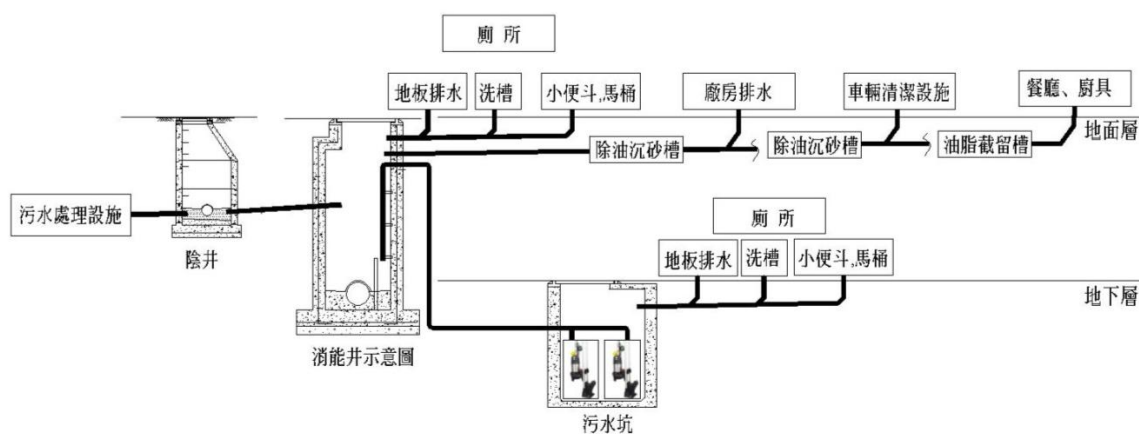


圖 4.7.3-3 污排水系統示意圖

4.7.4 消防系統

一、火警系統

火警偵測系統由火警探測器、火警綜合盤及火警受信總機所組成，火警受信總機收到探測器訊號或綜合盤手動按鈕警示時動作。

火警探測器的設置依場所之不同，採用偵煙或偵熱探測器兩種。火警系統保護之區域須分成若干區，除了樓梯及電梯之外，每一個被保護區域最多只能涵蓋一樓層且全部的面積不得超過 600 平方公尺。

二、廣播系統

廣播系統設計與配置須依「各類場所消防安全設備設置標準」之規定辦理，系統架構主要包括廣播主機及分佈建築物內各區域之揚聲器。

緊急廣播應整合於行政廣播系統中，平時做為一般行政廣播，火災發生時，廣播系統於接收火警受信總機之火警信號後，隨即發出火警警鈴信號，廣播系統自動進行緊急廣播疏散建築物內人員。

三、緊急照明及標示設備工程

建築物依法須裝置緊急照明燈，供災害發生時緊急照明逃生。避難方向指示燈用以供火災發生電力中斷時，引導建物內人員立即疏散逃生路徑。

四、消防栓系統

展示會議中心、教育訓練大樓、宿舍、餐廳、研發及測試工場、庫房各棟建物樓地板面

積大於法令規定面積者，須設置消防栓系統。初步考量，全基地內各建築物及戶外消防栓系統均為「濕式」系統，消防水管平時即充滿加壓的消防水。

五、撒水系統：

場所或建築物樓層達「各類場所消防安全設備設置標準」規定之面積時，應設置自動撒水設備。撒水系統可採「濕式」系統，撒水管中隨時充滿加壓的消防水。

六、滅火器：

各類場所依規定設置手提乾粉滅火器、手提 CO₂ 滅火器。

七、潔淨藥劑自動滅火設備：

發電機室、變壓器室及其他類似之電器設備場所，電信機械室、電腦室等室內空間達一定面積者，建議裝設如 FM200 滅火藥劑之自動滅火設備。

4.7.5 空調通風系統

教育訓練中心、會議中心及宿舍等大樓裝設中央空調系統，空調系統冰水主機規劃多台並聯運轉系統，以獲取較高能源效率的運轉。基本上，室內送風採小型冷風機搭配全熱交換器及空調箱系統。另配合建築開放式空間，則以感測器來監視空間環境之溫濕度、二氧化碳及氮化物濃度，做為空調系統的運轉條件，以達節能目的。

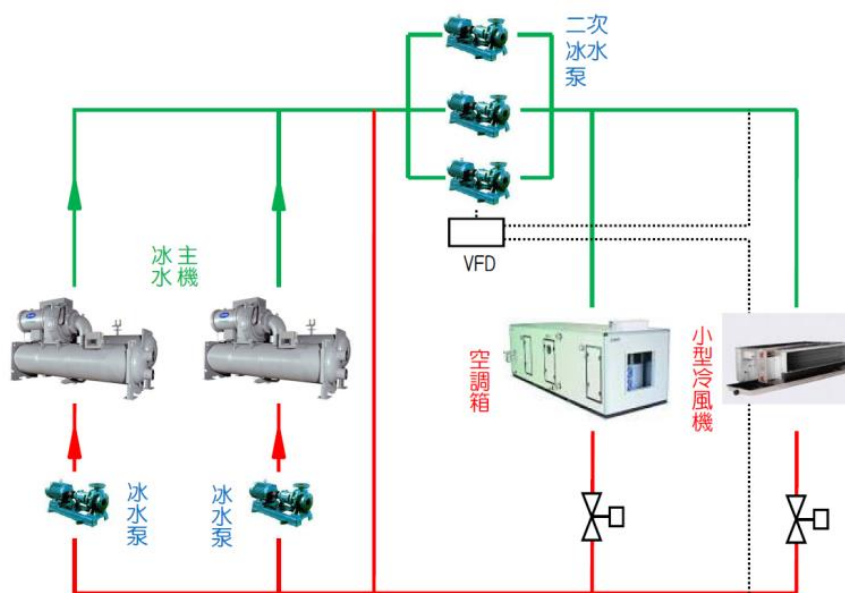


圖 4.7.5-1 空調與通風之室外設計條件

實驗室及測試工廠等具重要機電設備空間，建議採用氣冷直膨變頻多聯空調系統(VRV SYSTEM)及全熱交換器，較具使用效益及彈性。

4.8 環境影響分析

4.8.1 高速鐵路環境影響評估摘要

「高速鐵路環境影響評估報告(以下簡稱『原環評報告』)」係由原開發單位交通部高速鐵路工程籌備處提送行政院環境保護署審查，於民國 83 年底審查通過，並於民國 84 年 1 月 9 日同意備查定稿本。

「原環評報告」中高鐵維修基地佔地約 59 公頃，且於報告「高鐵維修基地配置圖」，參見圖 4.8.1-1，內有「鐵路研究所用地約 10 公頃」之描述，合先敘明。基於目前規劃之「軌道技術研究暨驗證中心」位置即「原環評報告」中「鐵路研究所用地」之事實，未來「軌道技術研究暨驗證中心」之開發相關環境影響評估程序仍須將「原環評報告」納入考量。

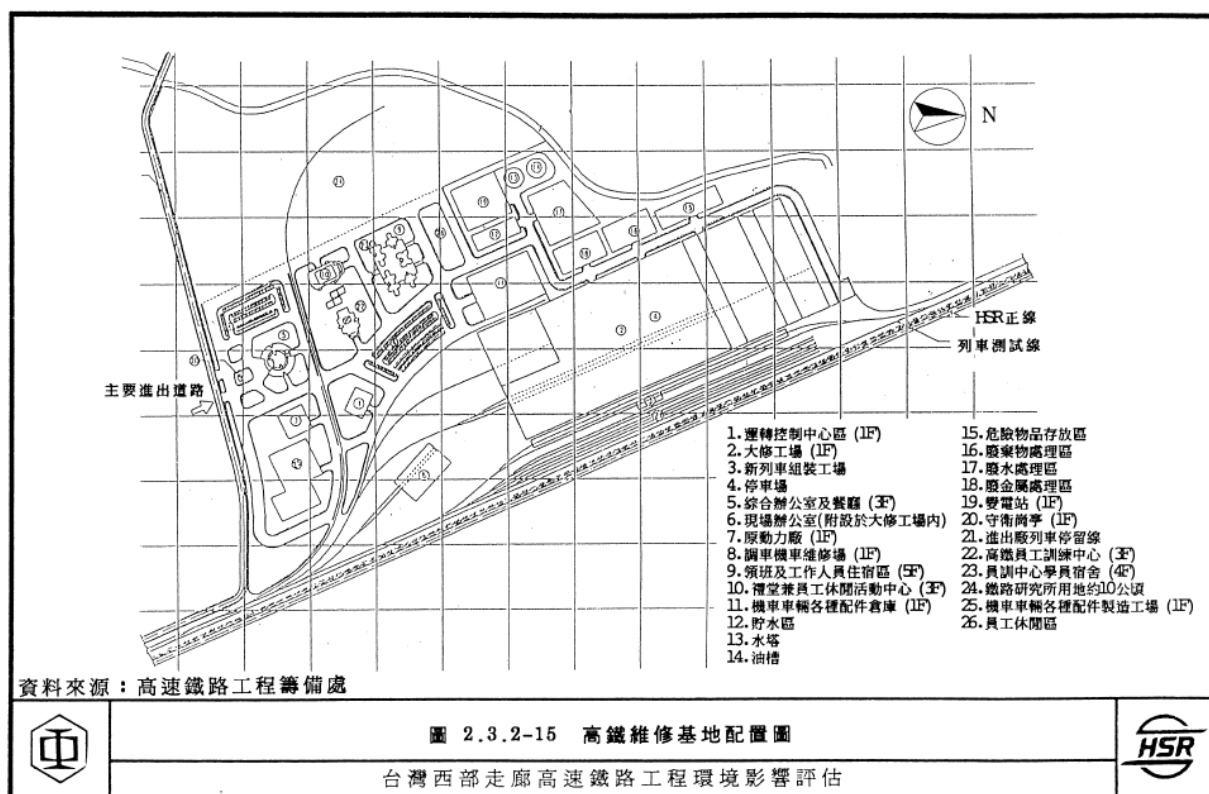


圖 4.8.1-1 「原環評報告」高鐵維修基地配置

4.8.2 環評程序研析

一、以「軌道技術研究暨驗證中心」仍為高速鐵路計畫內容之考量

依據環境影響評估法第 16 條：「已通過之環境影響說明書或評估書，非經主管機關及目的事業主管機關核准，不得變更原申請內容。…」，如前節所述，「原環評報

告」之計畫內容中已有高鐵維修基地佔地約 59 公頃及「鐵路研究所用地約 10 公頃」之內容，因此如目前規劃之「軌道技術研究暨驗證中心」即指『原環評報告』之「鐵路研究所」(功能與目的及用地等內容均未改變)，則應可視為未變動其計畫內容，免辦任何環評程序。惟若實際規劃內容有變動，仍須依據環評法施行細則第 36 條至第 38 條規定辦理環評變更程序。

二、將「軌道技術研究暨驗證中心」視為新開發案

「軌道技術研究暨驗證中心」為個案時，應依申請時之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準（以下簡稱認定標準）」及環評法第 5 條第 1 項第 11 款公告規定予以認定是否辦理環評程序。初步檢核目前「軌道技術研究暨驗證中心」規劃內容尚未達到認定標準第 23 條第 1 項第 1 款各目及環評法第 5 條第 1 項第 11 款公告規定，應可免辦環評程序。惟若實際規劃內容符合認定標準第 23 條第 1 項第 1 款規定應辦理環評程序時，依環評法施行細則第 12 條及附表一規定其環評主管機關為高雄市政府。

三、就上述二種情境檢討結果，本計畫就目前規劃內容來看，尚未達應辦理環評程序或環評變更程序之規定，惟未來實際開發行為如符合認定標準第 23 條第 1 項第 1 款規定應辦理環評程序時，因環評主管機關為高雄市政府，屆時仍應洽詢高雄市政府意見。

4.9 分期(年)執行策略

4.9.1 計畫執行機關

鑑於倘未能及時推動本計畫建置關鍵性零組件檢測驗證技術，協助國內產業提升自製率與本土化，且海外高鐵市場正逐一決標進入興建期，將失去產業轉型利基，擴大我國軌道產業與國際競爭能力之差距。基此，政府爰配合納入前瞻基礎建設計畫特別預算推動，亦將原定 5 年之建設期縮短為 4 年。

考量計畫期程修正為 4 年後，倘仍依原規劃將軌道中心硬體建設交由財團法人規劃設計，推估財團法人設置條例送審通過、法人籌設、依採購法辦理巨額採購等作業時間，至少耗費 10 個月以上，勢無法於 4 年完成，爰經檢討將改由交通部高速鐵路工程局接辦硬體建設事宜，並同步籌辦財團法人設立等前置作業，俟完成硬體建設後，再將硬體捐贈予該中心財團法人，以期本案如期完成。

4.9.2 計畫期程

自計畫核定起，依照計畫特性分為：(1)設計招標作業，(2)整地標細部設計作業、主體標基本設計及設備標細部設計作業，(3)工程招標作業，(4)施工階段(整地、主體工程、設備標)，(5)驗收、進駐、營運，等 5 個階段。初步推估本計畫核定後於 4 年內完成工程興建事宜，並交由法人組織進駐，如表 4.9.2-1。

表 4.9.2-1 預定計畫期程

項次	工作項目	期程 (月)	第1年				第2年				第3年				第4年			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
			計畫核定、開始														計畫完成	
1	設計招標作業	3																
2	整地標細部設計作業	6																
	主體標基本設計作業、設備標細部設計作業	9																
3	整地標工程招標作業	3																
	主體標、設備標工程招標作業	3																
4	整地標施工階段	9																
	主體標(統包)細設及施工階段	27																
	設備標製造及安裝階段	27																
5	驗收、進駐、營運	6																

建設自 106 年度計畫核定後開始執行，工程期為 4 年，預定 109 年底竣工。自 106 年度開始推動財團法人組織設置，預定 107 年中完成設立後，先行推展無涉硬體設施設備之業務，例如協助交通部執行檢查檢定業務、事故原因分析、研擬規範及技術標準草案等。俟工程竣工交付使用後，開始展開軌道零組件檢測驗證及技術研發等業務。

4.9.3 施工規劃

為配合本計畫時程及目標，初步之施工規劃將採用分階段方式進行施工：(一)整地及配合工程、(二)基地主體工程、(三)測試及驗收、(四)進駐及營運。

為推動本計畫硬體建設，建議土建工程部分可採取統包方式，以為節省作業時效並減少規劃設計與施工介面。至於機電設備工程配合土建工程統包之相關介面、規範及需求(至少包括變供電、測試機台基礎、管線、電力線配置、測試軌道等)，以及測試儀器及設備之採購，則另以細部設計設備標發包採購，前述發包策略將於細部執行時一併檢討。

一、整地及配合工程

基地外形略呈不規則梯形，地形平緩，本基地有關施工材料、設備所需的工作場地，均規劃於工區範圍內。整地規劃將儘量以基地內土方挖填平衡之方式處理，未來挖填土方將依照內政部「公共工程及公有建築工程營建剩餘土石方交換利用作業要點」辦理。主要施工內容：(1)測量放樣，基地範圍之施工圍籬架設、(2)基地清除與掘除、(3)施築施工便道、(4)植栽移植、(5)土方施工、(6)結構施工、(7)其他附屬工程。

二、基地主體工程

本計畫主體工程所需之施工用地，包括工務所、鋼筋加工場、材料存放場、設備及工作的場地，均可設於工區範圍內。本基地主體工程屬新建工程，土建及機電等工程(含設備)應密切配合及互相瞭解各界面之關係，同時包含基本土木工程、區域照明、道路以及公用設施、排水等各項工作。主要施工內容：(1)施築土木工程、(2)施築結構物工程、(3)建築裝修施作、(4)一般機電工程施作、(5)設備工程施作、(6)施築附屬建物、(7)景觀工程施作、(8)雜項工程。

三、測試及驗收

本計畫各項機電、設備竣工之整合、測試及驗收。

四、進駐及營運

本計畫經驗收合格後依程序報請進駐及營運。

第五章 資源需求

5.1 用地分析

5.1.1 用地範圍

本計畫基地位於高鐵燕巢總機廠西側，屬特定目的事業用地，面積約 10 公頃(用地範圍詳圖 5.1-1)。經查該筆用地符合原先報准使用計畫與內容，用地無須再辦理用地變更作業。本計畫用地範圍涵蓋交通部高速鐵路工程局燕巢監控站，未來將視實際規劃使用需求調整用地界限。



圖 5.1-1 本計畫用地範圍及基地鄰近道路

5.1.2 用地取得

本計畫土地管理機關為交通部高速鐵路工程局，為利將來成立之財團法人軌道技術研究暨驗證中心使用需先依國有財產法及其相關法令取得土地使用，其土地取得方式說明如下：

一、撥用

依據國有財產法第 38 條規定：「非公用財產類之不動產，各級政府機關為公務

或公共所需，得申請撥用。」，惟本案屬國有公用土地，且土地取得單位不屬於各級政府機關，不適用撥用方式取得。

二、讓售

依據國有財產法規定，非公用財產類之不動產得予讓售；惟本案屬國有公用土地，不適用讓售方式取得。

三、出租

依據國有財產法第 28 條規定：「主管機關或管理機關對於公用財產不得為任何處分或擅為收益。但其收益不違背其事業目的或原定用途者，不在此限。」，另依據依據國有公用不動產收益原則第 3 點第 2 項規定：「管理機關配合業務需要、公用事業需要或公共工程需要，得出租予特定對象。」

本計畫初步評估依據國有財產法第 28 條但書及國有公用不動產收益原則第 3 點第 2 項規定，得採國有公用不動產出租方式辦理；本計畫用地取得方式分析如表 5.1-1。

表 5.1-1 本計畫土地取得方式分析

土地取得方式	適法性	說明
撥用	×	1. 適用國有非公用土地 2. 各級政府機關為公務或公共所需
讓售	×	適用國有非公用土地
出租	✓	1. 公用財產不違背其事業目的或原定用途得處分或收益。 2. 管理機關配合業務需要、公用事業需要或公共工程需要，得出租予特定對象。

5.2 工程費用估算

5.2.1 經費概算原則及估價基準

一、一般說明

本階段之工程經費概估係依據行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」相關規定編列。計畫成本可分為規劃階段作業費用、建造成本(工程經費)、利息、營運及維修成本等四項。

依據經費估算編列手冊，建造成本(工程經費)由設計階段作業費用、用地取得及拆遷補償費、工程建造費、其他費用及施工期間利息等五項所組成。

工程建造費則由直接工程成本(工地工程費)、間接工程成本、工程預備費及物價調整費等四部份所組成。各項建造成本採 WBS(Work Breakdown Structure)結構化方式歸納，其架構組成如圖 5.2.1-1 所示。

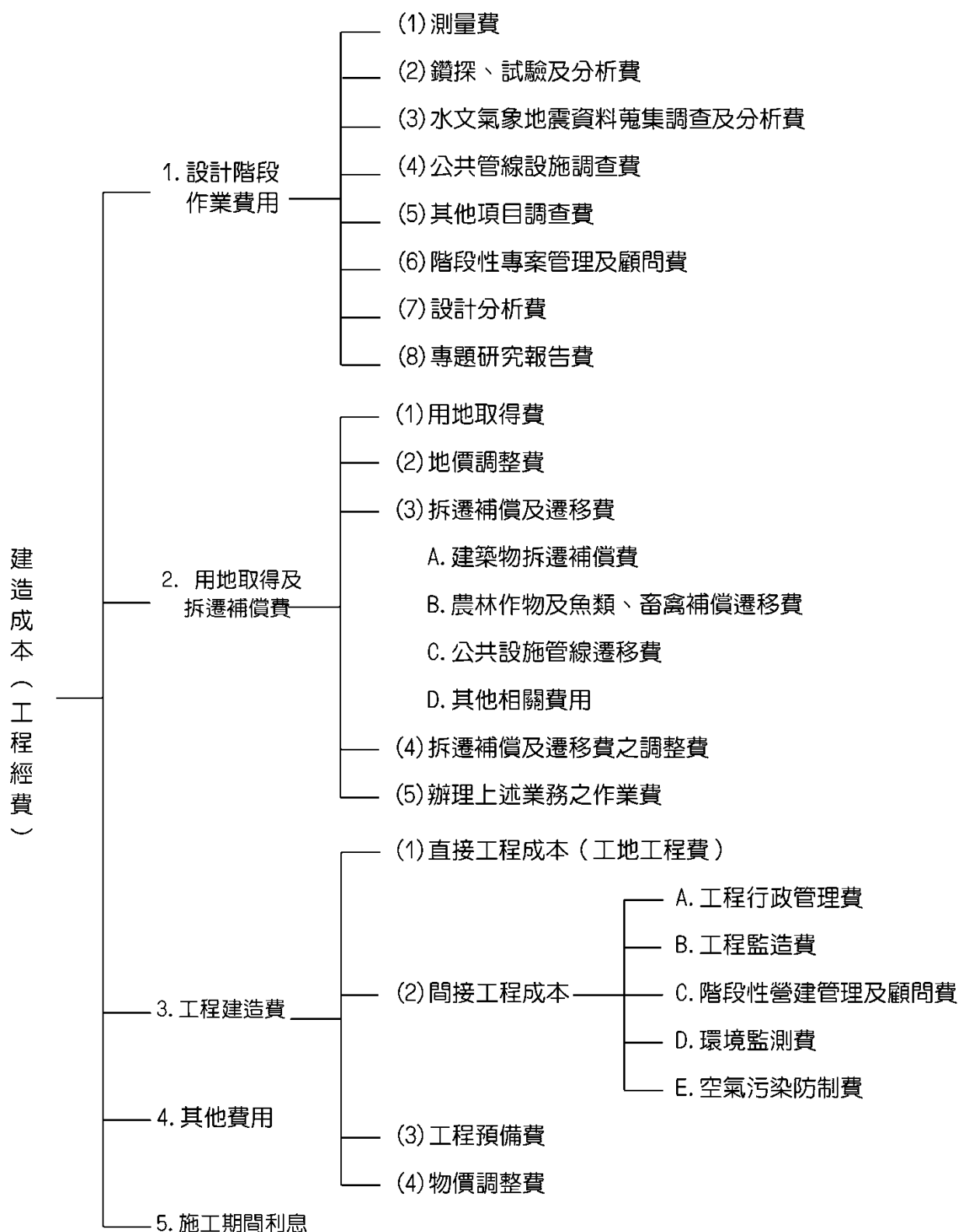


圖 5.2.1-1 建造成本(工程經費)組成架構圖

二、經費概算原則

(一) 設計階段作業費用

依據規劃成果，辦理工程細部設計所需之費用包括下列：

1. 測量費
2. 鑽探、試驗及分析費
3. 水文氣象及地震資料蒐集調查及分析費
4. 公共管線設施調查費
5. 其他項目調查費
6. 階段性專案管理及顧問費
7. 設計分析費
8. 專題研究報告費

依據行政院「公共建設工程經費估算編列手冊」，設計階段作業費約為直接工程成本之 2.5~4.0%。本計畫各項費用之估算，參考行政院公共工程委員會頒佈之政府採購法第 22 條第 2 項規定訂定之「機關委託技術服務廠商評選及計費辦法」中第 29 條－建造費用百分比法估算，且其補充測量、地質調查、鑽探及試驗工作，依附表附註規定：「...其費用由機關依個案特性及實際需要另行估算，如需加計，不受本表百分比上限之限制。」。由於本計畫於規劃階段並無辦理測量、地質調查、鑽探及試驗等工作，故於設計階段建議採按直接工程成本之 3.5% 估列。

(二) 用地取得及拆遷補償費

本計畫因應計畫由交通部高速鐵路工程局執行興建業務，該土地俟竣工後交付財團法人使用，故無興建階段之用地成本。

(三) 工程建造費

工程建造費包括直接工程成本(工地工程費)、間接工程成本、工程預備費及物價調整費四部分。

1. 直接工程成本(工地工程費)

直接工程成本為建造工程標的物所需之成本。直接工程成本之單價包括直接工程費、承包商管理費及利潤、保險費、營業稅在內，並包含依據「公共工程施工品質管理作業要點」編列之品管費用。

除主體工程外，施工中環境保護費及工地安全衛生費亦為直接工程成本之項目，簡稱安衛環保費，本工程現階段採直接工程成本之 3.0% 估列。

另考慮包括工地辦公室及設備、試驗室及設備、臨時抽水費及保險費等費用，編列雜項工程費以直接工程成本之 5% 估列。

2. 間接工程成本

間接工程成本係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本，包含工程行政管理費、工程監造費、階段性專案管理及顧問費、環境監測費、空氣污染防治費及初期運轉費。依據行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」建議為直接工程成本之 10~15%，本計畫考量撙節整體經費現階段以直接工程成本之 11.85% 估列。

3. 工程預備費

為彌補先期規劃(可行性研究)、綜合規劃及設計階段期間，因所蒐集引用資料之精確度、品質和數量等不夠完整、可能的意外或無法預見之偶發事件等狀況，所準備的一筆費用；但不包括超出原研究規劃設計以外之工程範圍和內容變更所造成的費用增減。

本案非單純建築工程，且相關規模與軌道運輸系統之機廠需求較為相似，故工程預備費依建物特性分鐵路工程與一般建築工程兩部分。其中 A1 行政中心及會議室建物參照建築工程篇規定，不另估列工程預備費(其造價約占整體經費 2.5%)；其餘建物參照鐵路工程篇(內容包含維修基地及廠站等建築工程)規定，核實編列工程預備費 12% (工程會規定上限 20%)，經檢討，本案之整體工程預備費比例以直接工程成本之 11.5% 估列。

4. 物價調整費

本計畫經費編列之估價基準年係依據民國 105 年之物價，考慮施工費上漲率依升冪計算估列費用。由於近年來營建材料價格波動極大，經參考行政院主計總處所公佈之營建物價總指數，近 10 年平均年增率約 1.85%，惟考量後續發展應可趨向穩定成長，建議現階段之假設條件以年增率 1.5% 估算。

(四) 其他費用

包括研究發展費、配合工程費、藝術品設置費等項。由各主辦機關依工程性質需要或有關法規規定，酌予考量編列必要之費用。

(五) 施工期間利息

本工程非屬事業單位之投資計畫，施工期間利息可不必列入建造成本。

三、估價基準

本規劃案工程單價以民國 105 年之物價為基準，並參考相關建設工程，據以得出合理之單價。

5.2.2 總工程建設經費

依據工程規劃成果(詳第 4 章)，初期設置之總工程經費為 41.66 億元，建設期程自成立財團法人續辦工程興建至工程完工進駐預估期程約需 4 年，規劃自 106~109 分年編列預算執行。工程經費總表詳如表 5.2.2-1，依據本計畫預定期程，分年工程所需經費含物價調整後概估如表 5.2.2-2。

本中心硬體設備將提供財團法人執行業務與研究發展使用，負責辦理本計畫之設計與興建採購事宜。

表 5.2.2-1 工程經費總表

單位:新台幣仟元

項次	工 程 項 目	金額
壹	規劃設計階段作業費用(直接工程成本之 3.5%)	109,593
貳	用地取得及拆遷補償費	0
參	工程建造費	4,056,231
一	直接工程成本	3,131,225
1.	測試軌道工程	133,800
2.	建築工程	1,529,620
3.	景觀工程	75,000
4.	排水工程	39,927
5.	路基工程	97,799
6.	設備工程	464,552
7.	一般機電	558,585
8.	安衛環保費	86,978
9.	雜項工程	144,964
二	間接工程成本(直接工程成本之 11.85%)	371,050
三	工程預備費(直接工程成本之 11.5%)	360,090
四	物價調整費(以年增率 1.5%估計)	193,866
	工程經費總計	4,165,824

註：本表費用估算以民國 105 年為基準年。

表 5.2.2-2 分年經費表

單位:新台幣仟元

年度 項目		105 年	106 年	107 年	108 年	109 年	合計
壹	規劃設計階段作業費用 (直接工程成本之 3.5%)	0	32,877	76,716	0	0	109,593
貳	用地取得及拆遷補償費	0	0	0	0	0	0
參	工程建造費	0	0	377,172	2,116,164	1,562,895	4,056,231
一	直接工程成本	0	0	296,804	1,640,635	1,193,786	3,131,225
二	間接工程成本 (直接工程成本之 11.85%)	0	0	35,171	194,415	141,464	371,050
三	工程預備費 (直接工程成本之 11.5%)	0	0	34,132	188,673	137,285	360,090
四	物價調整費 (以年增率 1.5%估計)	0	0	11,065	92,441	90,360	193,866
(壹+貳+參)合計		0	32,877	453,888	2,116,164	1,562,895	4,165,824

第六章 預期效果及影響

6.1 評估方法

本計畫之經濟成本及效益分析係以整體社會和總體經濟之觀點，依據經建會「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」，評量所需耗費之資源成本與相對可創造之經濟效益。分析作業將分別就可量化的定量層面與不易量化的定性層面，加以探討。在定量層面分析方面，本計畫係以成本效益現金流量表、淨現值、益本比及內部報酬率等為指標，評估本計畫的經濟效益；至於定性層面分析，則係因本計畫存在許多無法以貨幣衡量之經濟效益及經濟成本，故需以敘述之方式加以說明。

本計畫之興建投資主要在軌道技術研究暨驗證中心的建築物設施、行車人員的技術訓練教學設備、檢查及量測初期設備，以及測試與技術研發設備，故本計畫之成本與效益係採用投資評估方法，依據市場及技術分析之結果，推估本計畫所具經濟效益，俾以確定投資之妥適性，使國家資源得到最適當的分配。

成本效益評估作業方法，係將計畫之建造成本、預期新增營運維修成本，以及可新增產出之經濟效益，綜合分析其成本與效益的比值是否具有經濟可行性，以提供計畫決策者參考。本計畫經濟效益評估作業流程如圖 6.1-1。

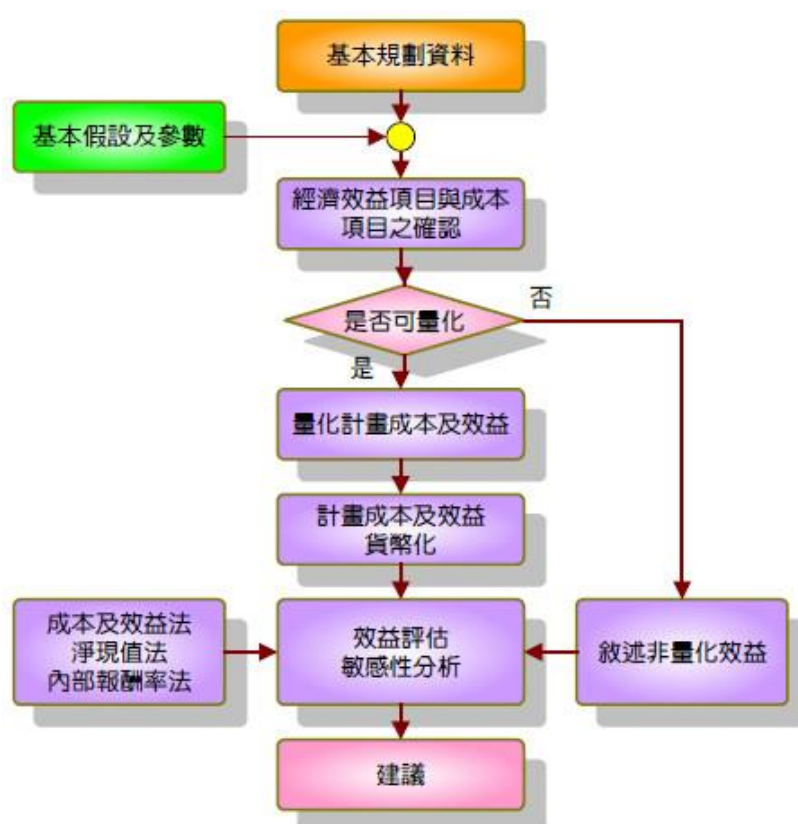


圖 6.1-1 經濟效益評估作業流程

6.2 效益評估基本假設

本計畫基本參數之假設如下：

一、評估基期

本計畫之各項效益及財務評估均以規劃年，即民國 105 年為基期，各年期工程成本之估算皆以加計物價上漲率估算。

二、評估期間

本計畫之評估期間(含工程規劃設計作業期、施工期及 30 年營運期，茲將各階段時程分述如下：

1. 工程規劃設計作業期：本計畫設計工作自計畫核定後第 1 年起至計畫核定後 21 個月，包括基設工程招標及細設作業，合併約為 24 個月。
2. 施工期間：基地工程於計畫核定後第 9 個月至第 48 個月(初估為民國 106 年 9 月至 109 年 12 月)，合計施工驗收工期預估為 40 個月。
3. 營運期間：計畫核定後第 49 個月起合計 30 年(初估為民國 110 年 1 月至 139 年 12 月)。

三、物價上漲率參考行政院公布及出版之歷史統計資料以及未來預估資料推估，由於本計畫評估年期長達 30 年，為求穩健起見爰將物價上漲率訂為 1.5%。

四、折舊

為合理計算成本應將折舊列入費用計算，折舊可依設備之耐用年限按直線法提列，本計畫並配合於規劃年期投入增置測試設備及重置設施。

五、計畫折現率

折現率係資金的機會成本，政府以借款方式籌措建造資本時，應考量政府機構的資金成本率。根據近年來政府發行 20 年期長期建設公債平均利率水準約為 1.7%~2.1%，並考量我國經濟長期趨勢及未來利率成長趨勢，本計畫折現率以 3%估算。

六、評估情境

本計畫軌道技術研究暨驗證中心投入軌道技術研究發展情境。

6.3 計畫成本

本計畫經濟成本分析以計畫之財務成本作為分析基礎，詳如第 7.3 節說明，摘要如下：

一、可量化成本以工程建設經費及營運維修與重增置成本作為概估基礎。可量化之興建成本如表 5.2.2-2、營運成本如表 7.3-2、重增置成本如表 7.4-1 示。

二、不易量化成本的評估，以定性分析方式說明。本計畫有部份屬於負面的影響，主要為施工中頗多甚難估計或無法量化項目，係屬間接經濟成本，包括施工期間對周邊生活環境品質降低。

6.4 計畫效益

6.4.1 可量化效益

本計畫係以提升國內軌道運輸安全為核心目標，期透過軌道技術研究暨驗證中心之設置，強化安全監督、人員技能及產業技術，計畫效益項目包括：

一、國內產值增加效益(間接效益)：

設置軌道技術研究暨驗證中心，針對軌道系統發展需求進行評估，同時引進國外或自行研發技術，培植我國軌道工業研發基礎及自製能力，進而發展關鍵技術之研發能力，逐步達成國內技術自主，逐年降低國外技術的依賴，提升軌道工程技術水準。

國內產值增加效益之估算係以本研究中心有無挹注研發降低國外技術依賴為計算基礎，參考「鐵路建設十年綱要計畫－生活鐵道 2025」研究內容，就軌道車輛系統、號誌系統及電力系統三項系統於未來 10 年內建設總投入金額與國內產值佔比之估算，分析如表 6.4.1-2 示，三項系統技術 10 年內投入總金額估算約 1,633 億元，若依國內軌道產業技術現況，預估 10 年總產值約 2,752 億元、國產佔比約為 42.26%。

表 6.4.1-2 軌道車輛系統、號誌系統及電力系統建設金額與產值

單位：新台幣億元(當年幣值)

項目	總投入金額	總產值	投產比例	國內產值	國外產值	國產佔比	外產佔比
車輛工程	987.00	1,599.00	162.01%	799.00	800.00	49.97%	50%
號誌工程	246.00	403.00	163.82%	39.00	364.00	9.68%	90%
電力工程	400.00	750.00	187.50%	325.00	425.00	43.33%	57%
合計	1,633.00	2,752.00	168.52%	1,163.00	1,589.00	42.26%	58%

本計畫建議投入軌道技術研發工作，目標以第一個 10 年內提高國產佔比至約 75.0%(平均年增率 8.71%)，即 10 年內提高國內產值合計約 428.74 億元、平均每年可提升 42.87 億元。長期投入軌道技術研究、協助產業升級，推估可持續帶動國內軌道工業產值之提升，除國內軌道工程可技術自主降低國外輸入需要外，使產業技術生根茁壯，更進一步跨領域合作，共同打入國際市場，成為領航產業。

預期投入軌道技術研發帶動國內產值之提升如表 6.4.1-3 示，以總投入金額之產值乘數約為 1.685 估算，提升產值之效益系數約為 40.66%，假設每年提升產值中之 20% 為本中心之投入貢獻，推估分年之增加國內產業之效益，計算式如下：

$$\text{增加國內產業之效益} = \text{提升之國內產值} \times \text{本中心貢獻佔比} \times \text{產值之效益系數}$$

表 6.4.1-3 本計畫挹注研發產業效益估算

單位：新台幣百萬元(當年幣值)

年期	零方案				投入研發			產業效益 提升產值
	總投入額	總產值	國內產值	國產佔比	總產值	國內產值	國產佔比	
第 1~10 年	163,304	275,199	116,296	42.26%	275,199	159,170	57.84%	42,874
第 11~20 年	199,068	335,466	141,764	42.26%	335,466	251,595	75.00%	109,831
第 21~30 年	242,662	408,930	172,810	42.26%	408,930	306,693	75.00%	133,883
總 計	605,034	1,019,595	430,870	-	1,019,595	717,458	-	286,588

二、增加就業促進地方經濟效益(間接效益)：

此一效益係來自本工程施工期間，龐大工程人員在地方上消費，增加地方收入，以及營運期間增加勞工、技術人才就業機會，從業人員在地方消費所衍生之效益。

工程建設人力需求推估係以工程經費法估算，利用工程建設總經費中之工資所佔數額與平均每人工資等資料，推估工程所需之勞工數。以工程建造費的三分之一推估人力勞務費，並以每一勞工平均每日工資為 2,200 元，每年工作天 252 天為計算基礎，推估分年之勞力需求，計算式如下：

$$\text{分年人力需求(人)} = \frac{\text{工程費用(元/年)} \times \text{工資佔經費比率} / \text{平均每日工資(元/人日)}}{\text{每年工作日數(日/年)}}$$

依據行政院「都市及區域發展統計彙編」之統計結果，以 101 年高雄地區之每年每戶日常生活消費額(僅包括食品、衣著服飾用品、水費、燃料、燈光、娛樂等)約 694,284 元推估民國 104 年每年每人消費額約 216,767 元，即可配合施工期間分年人力需求推估施工期間對地方經濟效益。其次，營運期間增加從業人員就業機會，每年之人力需求同營運期人力需求之估算基準。本計畫營運評估期每人之消費額按物價指數漲幅 1.5% 逐年調整，其計算式如下所示：

$$\text{增加地方就業促進地方經濟之效益} = \text{分年人力需求} \times \text{單位人員消費額}$$

三、間接效益分年推估表

總合前述一~三項量化效益評析，推估其分年的效益如表 6.4.1-4 示。

表 6.4.1-4 間接效益推估表

幣值單位：百萬元

年期	效益(當年幣值)		成本(當年幣值)			小計 (當年幣值)	小計 (105 年現值)
	就業消費	提升產值	興建成本	營運成本	重增置成本		
105							
106	9.75	0.00	32.88	0.00		-23.13	-22.45
107	63.73	0.00	453.89	24.28		-414.44	-390.65
108	274.85	0.00	2,116.16	41.68		-1,882.99	-1,723.20
109	203.60	0.00	1,562.90	42.52		-1,401.82	-1,245.49
第 1 年	21.65	0.00		166.18	0.00	-144.53	-124.67
第 2 年	21.98	58.02		169.53	0.00	-89.53	-74.98
第 3 年	23.55	122.18		178.78	0.00	-33.05	-26.87
第 4 年	24.65	193.15		188.42	0.00	29.38	23.19
第 5 年	50.05	271.47		198.28	191.53	-68.29	-52.34
第 6 年	27.99	357.96		208.36	0.00	177.59	132.15
第 7 年	29.73	453.12		218.96	0.00	263.89	190.64
第 8 年	30.97	557.92		229.81	0.00	359.08	251.85
第 9 年	32.79	673.13		241.01	0.00	464.91	316.58
第 10 年	34.66	799.71		252.55	0.00	581.82	384.64
第 11 年	37.41	815.69		271.17	0.00	581.93	373.52
第 12 年	37.97	832.00		276.77	0.00	593.20	369.66
第 13 年	38.83	848.65		285.45	0.00	602.03	364.24
第 14 年	40.29	865.65		294.27	0.00	611.67	359.30
第 15 年	79.42	882.95		303.34	327.19	331.84	189.24
第 16 年	42.11	900.63		312.62	0.00	630.12	348.89
第 17 年	43.66	918.63		322.18	0.00	640.11	344.09
第 18 年	44.62	936.97		332.00	0.00	649.59	339.02
第 19 年	45.61	955.75		342.20	0.00	659.16	333.99
第 20 年	64.17	974.81		352.56	154.32	532.10	261.75
第 21 年	48.60	994.35		366.57	0.00	676.38	323.04
第 22 年	49.33	1,014.21		374.26	0.00	689.28	319.61
第 23 年	50.07	1,034.49		382.00	0.00	702.56	316.29
第 24 年	50.82	1,055.21		389.91	0.00	716.12	313.00
第 25 年	51.59	1,076.31		398.11	0.00	729.79	309.68
第 26 年	52.36	1,097.81		406.35	0.00	743.82	306.44
第 27 年	53.15	1,119.81		414.92	0.00	758.04	303.21
第 28 年	53.94	1,142.16		423.65	0.00	772.45	299.97
第 29 年	54.75	1,165.05		432.45	0.00	787.35	296.84
第 30 年	55.57	1,188.33		441.44	0.00	802.46	293.73
合計	1,844.22	23,306.12	4,165.82	9,282.58	673.04	11,028.90	4,003.91

6.4.2 可量化效益評估結果

評估年期自民國 106 年至建設工程完成後營運 30 年，以民國 105 年為基年，計算各項可量化經濟效益現值及相關成本現值結果如表 6.4.2-1 示。效益現值為 132.48 億元、成本現值為 92.44 億元，本計畫淨效益現值為 40.04 億元，內部報酬率 7.37%、益本比 1.43。

表 6.4.2-1 可量化之經濟成本效益現值表

單位：百萬元(105 年現值)

項目	本計畫
效益項目	
增加就業促進經濟效益	1,207.66
增加軌道產業產值效益	12,040.12
總效益	13,247.78
成本項目	
工程興建成本	3,784.95
營運成本	5,049.62
重增置成本	409.30
總成本	9,243.87
淨效益	4,003.91
內部報酬率(IRR)	7.37%
益本比(B/C)	1.43

6.4.3 不易量化效益

除可量化之效益外，本計畫尚具有對提升軌道營運安全、品質及效率、促進產業升級等不可量化效益，說明如后。

- 一、鐵路法部分條文修訂後，國營鐵路亦準用相關規定納入營運監督之際，設置軌道技術研究暨驗證中心以辦理軌道運輸系統行車人員（駕駛、行車控制人員）技能訓練、檢定等作業，增進軌道運輸系統整體營運公共安全。
- 二、政府補助培植我國軌道工業研發基礎及自製能力，有利軌道產業聚落的形成，發展知識經濟、吸引技術人才。
- 三、軌道技術研究暨驗證中心之設立，可深切影響我國軌道相關技術之提升，其技術之移轉或投入系統設備之研發，均裨益國內機電、營建、服務等各產業之發展，符合政府既定發展策略。此其時，政府勢必扮演關鍵角色，包括制訂軌道設備之標準、規範或規格，輔導廠商應用、整合新技術投入相關系統設備之研發，以及協助國內業者拓展

經貿開闢海外工程市場等，俾利我國軌道工業產品設備之開發，創造產業合作的經濟綜效。

6.5 敏感度分析

由於本經濟效益分析係基於前述各項假設，但當未來社會經濟條件或計畫財務條件與現行分析情況有所差異時，假設條件之差異將會影響經濟效益預估值。因此，為瞭解各項重要假設參數之變化對本計畫經濟效益之影響，爰選定折現率、興建成本及營運維修成本等對計畫報酬影響較重之因子，變動參數並試算其對計畫效益之影響。表 6.5-1 所示為各參數變動下對計畫淨現值、內部報酬率及益本比影響之試算結果，就淨現值之變化如圖 6.5-1 示，說明如下：

一、折現率敏感度分析

當折現率為 2.4%(變動率為-20%)，淨現值為 49.98 億元。依本計畫特性，投入研發對國內產值增加之效益極大，試算淨現值呈負值時，折現率可達最大值約為 7.37%，大於該折現率方使得計畫由可行轉為不可行。

二、興建成本敏感度分析

當興建成本增幅為 20%，淨現值為 33.61 億元，計畫內部報酬率為 6.35%。顯示軌道技術研究暨驗證中心之設立，對增進國內軌道產值之效益遠大於興建成本之變動。

三、營運成本敏感度分析

當營運成本增幅為 20%，淨現值為 29.94 億元。營運成本增幅雖大，但產值之效益仍遠大於營運成本之變動。

表 6.5-1 敏感度分析表

折現率	2.40%	2.70%	3.00%	3.30%	3.60%
NPV(百萬元)	4,998	4,481	4,004	3,563	3,155
IRR	7.37%	7.37%	7.37%	7.37%	7.37%
B/C	1.50	1.47	1.43	1.40	1.37
興建成本變動	-20%	-10%	0%	10%	20%
NPV(百萬元)	4,646	4,325	4,004	3,682	3,361
IRR	8.64%	7.97%	7.37%	6.84%	6.35%
B/C	1.55	1.49	1.43	1.38	1.34
營運成本變動	-20%	-10%	0%	10%	20%
NPV(百萬元)	5,014	4,509	4,004	3,499	2,994
IRR	8.31%	7.85%	7.37%	6.88%	6.38%
B/C	1.61	1.52	1.43	1.36	1.29

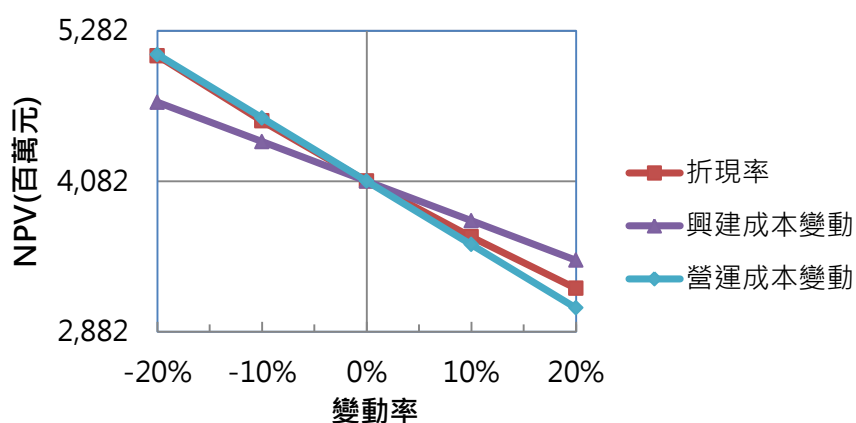


圖 6.5-1 參數變動下對計畫淨現值之影響

第七章 財務計畫評估

7.1 財務評估基本假設

7.1.1 營運規劃概要

軌道技術研究暨驗證中心之設立與營運，以能自給自足為目標，考量業務與資金的來源，建議配合軌道運輸相關監理之法令編修，賦予軌道技術研究暨驗證中心之業務法源依據，以維持軌道技術訓練及研究專門機構之運作與發展。

在營收方面，軌道技術研究暨驗證中心之未來業務規劃及初期設施設備，詳如第四章說明；另於擔負國內軌道產業技術之研究發展任務方面，建議參照國外案例，配合軌道監理相關法令之研修，每年接受政府、營運機構及業者提撥捐贈或挹注經費，作為本計畫成本及營收估算基礎。

7.1.2 財務評估基本假設

本計畫基本參數之假設如下：

一、評估基期

本計畫之各項財務評估均以規劃年，即民國 105 年為基期，各年期工程成本皆以加計物價上漲率估算。

二、評估期間

本計畫之評估期間(含工程規劃設計作業期、施工期及 30 年營運期，茲將各階段時程分述如下：

1. 工程規劃設計作業期：本計畫設計工作自計畫核定後第 1 年起至計畫核定後 21 個月，包括基設工程招標及細設作業，合併約為 24 個月。
2. 施工期間：基地工程於計畫核定後第 9 個月至第 48 個月(初估為民國 106 年 9 月至 109 年 12 月)，合計施工驗收工期預估為 40 個月。
3. 營運期間：計畫核定後第 49 個月起合計 30 年(初估為民國 110 年 1 月至 139 年 12 月)。

三、物價上漲率參考行政院公布及出版之歷史統計資料以及未來預估資料推估，由於本計畫評估年期長達 30 年，為求穩健起見爰將物價上漲率訂為 1.5%。

四、折舊

一般財務計畫為合理計算成本應將折舊列入費用計算，折舊可依設備之耐用年限按直線法提列，本計畫並配合於規劃年期投入增置測試設備及重置設施。

五、計畫折現率

折現率係資金的機會成本，政府以借款方式籌措建造資本時，應考量政府機構的資金成本率。根據近年來政府發行 20 年期長期建設公債平均利率水準約為 1.7%~2.1%，並考量我國經濟長期趨勢及未來利率成長趨勢，本計畫折現率以 3% 估算。

7.2 營運收入分析

本計畫規劃業務將以使用者付費及利益關係人共同分擔之觀念，考量酌收所需之成本費用分項說明如下：

一、軌道行車人員訓練及技術檢定業務收入

有關軌道營運機構行車人員之訓練與檢定業務收入，依據第 4.2.1 節估算之未來可能業務量，推算訓練中心每年可辦理人員訓練檢定之總人時數將隨國內軌道運輸總營運里程的增加，而逐年成長。以 104 年為例，預估新訓人數為以每年新增軌道系統之駕駛及行控人數，加上既有軌道系統駕駛及行控退休及汰換率人數(以 10% 預估)；回訓人數以既有軌道系統營運之駕駛及行控人數預估；駕駛訓練課以 80 小時計、行控人員訓練課以 30 小時計，每年訓練總時數計算如表 7.2-1，約為 75,974 人時。假設訓練課費率為每人時 310 元時(105 年幣值)，則 30 年營運期間費用收入約為 1,349.53 百萬元(當年幣值)。

表 7.2-1 預估可辦理營運機構行車人員之訓練時數

估算項目	預估新訓人員		預估回訓人員	
	駕駛員	行控人員	駕駛員	行控人員
訓練要求時數(小時/人)	80	30	24	24
新增軌道系統營運(人)	18	15	-	-
既有軌道系統營運(人)	226	30	2,026	270
預估訓練人時數(人時)	19,520	1,350	48,624	6,480
合計(人時/年)：	75,974			

另參考現行高鐵駕駛人員檢定收費情形：鐵路法學科測驗 1,000 元、術科測驗 1,000 元、發照 300 元，合計約 2,300 元整。惟依執行經驗，收費金額尚不足以平衡辦理檢定作業之成本費用，故假設未來駕駛人員檢定之收費得以調整為每人約 3,060 元(105 年幣值)，依據現有臺鐵及高鐵司機員數量，假設每年新進 6%，則初估鐵路新進駕駛人員檢定數量約為每年 132 人(105 年)，並隨鐵路營運里程及系統運量之逐年增長，假設人員檢定數量以每年 1.5% 進整增加，則初估鐵路新進駕駛人員檢定營

收 30 年營運期間收入約為 27.91 百萬元(當年幣值)。

表 7.2-2 本計畫行車人員訓練及駕駛檢定收入預估

單位：新台幣千元(當年幣值)

年期	訓練課費率 (元/人時)	檢定費率 (元/人)	訓練總人時數 (人時)	鐵路檢定人數 (人/年)	訓練業務 收入	檢定業務 收入
105	310	3060	76,834	132		
106	310	3120	77,744	134		
107	320	3180	78,660	137		
108	320	3250	79,570	140		
109	330	3310	80,486	143		
第 1 年	340	3380	81,340	146	27,656	493
第 2 年	340	3450	82,256	149	27,967	514
第 3 年	350	3510	83,166	152	29,108	534
第 4 年	360	3590	84,082	155	30,270	556
第 5 年	370	3660	84,992	158	31,447	578
第 6 年	370	3730	85,852	161	31,765	601
第 7 年	380	3800	86,762	164	32,970	623
第 8 年	390	3880	87,678	167	34,194	648
第 9 年	400	3960	88,588	170	35,435	673
第 10 年	400	4040	89,504	173	35,802	699
第 11 年	410	4120	90,358	176	37,047	725
第 12 年	420	4200	91,274	179	38,335	752
第 13 年	430	4280	92,184	182	39,639	779
第 14 年	440	4370	93,100	185	40,964	808
第 15 年	450	4460	94,010	188	42,305	838
第 16 年	450	4550	94,870	191	42,692	869
第 17 年	460	4640	95,780	194	44,059	900
第 18 年	470	4730	96,696	197	45,447	932
第 19 年	480	4830	97,606	200	46,851	966
第 20 年	490	4920	98,522	203	48,276	999
第 21 年	500	5020	99,376	207	49,688	1,039
第 22 年	510	5120	100,292	211	51,149	1,080
第 23 年	520	5220	101,202	215	52,625	1,122
第 24 年	530	5330	102,118	219	54,123	1,167
第 25 年	540	5430	103,028	223	55,635	1,211
第 26 年	550	5540	103,888	227	57,138	1,258
第 27 年	570	5650	104,798	231	59,735	1,305
第 28 年	580	5770	105,714	235	61,314	1,356
第 29 年	590	5880	106,624	239	62,908	1,405
第 30 年	600	6000	107,540	243	64,524	1,458
合計			2,833,200		1,311,068	26,888

二、協助監理機關辦理營運機構定期/臨時檢查，及行車事故調查、預防與改善對策服務收入

假設軌道技術研究暨驗證中心承接委託，提供技術支援以協助鐵路營運檢查相關作業，依鐵路法 41 條規定交通部每年須對鐵路機構執行定期檢查 1 次，並得視需要執行臨時檢查，按高鐵局過去執行高鐵年度定期檢查經驗，委託專業技術顧問協助年度定期檢查業務費用約 400 萬元/次。倘以高鐵、臺鐵、林鐵及糖鐵每年各執行 1 次定期檢查，推估此部份每年的受託業務金額約為新台幣 1,275 萬元(105 年幣值)。

此外，協助機關辦理行車事故調查、研提預防與改善對策之服務，以臺鐵及高鐵每年行車事故件數，假設其中 1%案件委託本中心提供技術協助，每年以 6 件、每件 50-100 萬元概估，推估其業務費約 459 萬元/年(105 年幣值)。

為加速推動本中心業務運作與整合，二項業務預計自本中心財團法人成立後即可籌設承接業務，假設自 107 年第 3 季起營運，含本中心興建及營運共計 33 年，估計收入約為 822,855 百萬元(當年幣值)。

三、軌道系統相關規範標準研擬收入

依據業務構想，本中心可整合國內軌道相關產官學界之專業知能，協助交通部研擬軌道系統各項規範與標準，以利我國軌道長遠發展，並與國際標準接軌。本項業務初期暫以每年約 510 萬元(105 年幣值)之業務量為規劃基礎。

四、營運機構技術改善服務收入

並由於軌道建設於工程材料採購大都擬訂規格需求、設備檢驗要求(包括車輛、電力、號誌、通訊、控制、工務軌道等設備)。因此預估軌道建設機構與營運機構有系統驗證與認證、設備穩定對策研擬、零組件開發替代及其他技術方案服務之需求，然此項業務須俟研究中心之技術累積及技術涵蓋範圍充分後使具業務能力，故預計自興建工程完成後，營運機構技術方案服務以第 1 年受託約 800 萬元(當年幣值)之業務量為規劃基礎，並考量隨著技術累積及軌道技術涵蓋的範圍不斷地擴增，假設技術方案服務業務每年以 4%的速度成長。

假設自 107 年第 3 季起營運，合併軌道系統相關規範標準研擬及營運機構技術解決方案技術服務二項業務，估算 33 年營運收入約為 673,435 百萬元(當年幣值)。

五、軌道產品檢測、驗證與技術研發收入

依據業務構想，建立技術平台及專門機構，提供軌道業界相關產品之測試、檢驗及驗證服務，並同時肩負支援軌道產業研發任務，以提升國內軌道技術自主能力。

業務收入預估分為二部份：

1. 提供業界軌道系統相關產品之檢測及驗證服務

此部份業務與國內軌道零組件產業發展衍生需求息息相關，參考國內類似檢驗機構、實驗室、產品驗證機構（如民航局之航空器驗證、經濟部之商品檢驗）等，於承接設備測試、規格檢驗及產品驗證之委託工作時應酌收辦理費用。此部份收入暫以保守估算第 1 年的受託檢測及驗證金額約為新台幣 2,000 萬元(當年幣值)，並考量隨著研究中心技術累積及軌道技術涵蓋的範圍不斷地擴增，亦假設本項業務每年以 5%的速度成長。

2. 擔負軌道產業技術研發任務

我國推動鐵路建設十年綱要計畫，將未來十年的鐵路建設的方向予以整體規劃，可指引出產業界投入研究、開發產品的方向。其中指出，若能以國內市場為起步，逐漸茁壯國內產業技術，即可再進一步跨向國際爭取市場，以創造國家經濟產值之提升。

參考「鐵路建設十年綱要計畫－生活鐵道 2025」研究內容，若以追求系統產值效益最大為準據，對於軌道相關技術產值於國內佔比較小者，建議積極投入技術研發，期使工程所用外洋料轉為國內料，以獲得更多的國內產值，來挹注國家經濟。表 7.2-3 所示為就軌道車輛系統、號誌系統及電力系統三項系統於未來 10 年內建設總投入金額與國內產值佔比之估算，三項系統技術 10 年內投入總金額以 1,633 億元估算，若依國內軌道產業技術現況，預估 10 年總產值約 2,752 億元、國產佔比約為 42.3%。

本計畫規劃投入軌道技術研發工作，目標以 10 年提高國產佔比至約 75.0%，即 10 年內提高國內產值合計約 428.75 億元、平均每年可提升 42.87 億元，但其所需投入技術開發之資金，以本中心技術研究規模(員額約 55 人)，概估本研究中心自興建完成第 1 年起，需要每年投入約 1.49 億元，並隨業務成長率 2%逐年取得研發資金，投入支援產業發展工作，以帶動產業升級、提高產品競爭力及產值。此外，未來研發之具體成果將納入產業技術移轉、授權收入，做為擴充本機構研發範圍及設備增置財源之一部份，俾視績效減少營運機構研發捐助比例，並以自給自足為發展目標。

表 7.2-3 軌道建設 10 年產業產值估算

單位：億元

年期	零方案					投入研發			
	總投入額	總產值	國內產值	國外產值	國產佔比	總產值	國內產值	國外產值	國產佔比
第 1 年	149.14	251.33	106.21	145.12	42.260%	251.33	106.21	145.12	42.260%
第 2 年	152.12	256.36	108.34	148.02	42.260%	256.36	115.47	140.89	45.042%
第 3 年	155.16	261.48	110.50	150.98	42.260%	261.48	125.53	135.96	48.006%
第 4 年	158.26	266.71	112.71	154.00	42.260%	266.71	136.47	130.25	51.165%
第 5 年	161.43	272.05	114.97	157.08	42.260%	272.05	148.36	123.69	54.533%
第 6 年	164.66	277.49	117.27	160.22	42.260%	277.49	161.28	116.21	58.122%
第 7 年	167.95	283.04	119.61	163.43	42.260%	283.04	175.33	107.71	61.947%
第 8 年	171.31	288.70	122.01	166.69	42.260%	288.70	190.61	98.09	66.024%
第 9 年	174.74	294.47	124.45	170.03	42.260%	294.47	207.22	87.26	70.369%
第 10 年	178.23	300.36	126.93	173.43	42.260%	300.36	225.27	75.09	75.000%
合計	1,633.00	2,752.00	1,163.00	1,589.00		2,752.00	1,591.75	1,160.26	

資料來源：本計畫估算。

六、綜上分析，分年營運收入預估如表 7.2-4：

表 7.2-4 本計畫營運收入表

單位：新台幣千元(當年幣值)

項目 年期	訓練檢定收入	檢查調查收入	專案技服收入	檢測驗證收入	研發挹注收入	合計
105	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0
107	0	9,025	2,655	0	0	11,680
108	0	18,400	5,410	0	0	23,810
109	0	18,770	5,520	0	0	24,290
第 1 年	28,149	19,150	13,320	19,050	149,020	228,689
第 2 年	28,481	19,530	13,740	20,000	152,000	233,751
第 3 年	29,642	19,920	14,180	21,000	155,040	239,782
第 4 年	30,826	20,320	14,630	22,050	158,140	245,966
第 5 年	32,025	20,730	15,090	23,150	161,300	252,295
第 6 年	32,366	21,140	15,580	24,310	164,530	257,926
第 7 年	33,593	21,560	16,070	25,530	167,820	264,573
第 8 年	34,842	21,990	16,590	26,800	171,180	271,402
第 9 年	36,108	22,430	17,130	28,140	174,600	278,408
第 10 年	36,501	22,880	17,680	29,550	178,090	284,701
第 11 年	37,772	23,340	18,250	31,030	181,650	292,042
第 12 年	39,087	23,800	18,840	32,580	185,290	299,597
第 13 年	40,418	24,280	19,460	34,210	188,990	307,358
第 14 年	41,772	24,770	20,090	35,920	192,770	315,322
第 15 年	43,143	25,260	20,750	37,710	196,630	323,493

項目 年期	訓練檢定收入	檢查調查收入	專案技服收入	檢測驗證收入	研發掘注收入	合計
第 16 年	43,561	25,770	21,430	39,600	200,560	330,921
第 17 年	44,959	26,280	22,140	41,580	204,570	339,529
第 18 年	46,379	26,810	22,860	43,660	208,660	348,369
第 19 年	47,817	27,350	23,620	45,840	212,840	357,467
第 20 年	49,275	27,890	24,410	48,130	217,090	366,795
第 21 年	50,727	28,450	25,220	50,540	221,440	376,377
第 22 年	52,229	29,020	26,060	53,070	225,860	386,239
第 23 年	53,747	29,590	26,940	55,720	230,380	396,377
第 24 年	55,290	30,190	27,840	58,510	234,990	406,820
第 25 年	56,846	30,790	28,780	61,430	239,690	417,536
第 26 年	58,396	31,400	29,750	64,500	244,480	428,526
第 27 年	61,040	32,040	30,750	67,730	249,370	440,930
第 28 年	62,670	32,680	31,790	71,110	254,360	452,610
第 29 年	64,313	33,330	32,870	74,670	259,450	464,633
第 30 年	65,982	34,000	33,990	78,400	264,640	477,012
合計	1,337,956	822,885	673,435	1,265,520	6,045,430	10,145,226

註：表列年期第 1 年係指工程完成後開始營運年，預估為民國 110 年。

7.3 營運成本分析

本計畫投資增加之營運成本包含軌道技術研究暨驗證中心之用人費用、水電能源之使用，訓練、實驗室及測試工廠設施之維修成本，訓練課材及機具使用費用，專業服務費用以及交通、保險、用品耗材、郵電信等其他雜項費用等。分項說明如下：

一、人事費用：

軌道技術研究暨驗證中心人員從簡，主要人事費用來自行政管理人員及直接業務人員之薪給，預估以籌備期需求人力約 25 人(除負責中心硬體設施興建外，並可開始承攬部分以專業技術人力需求為主之業務)，硬體設施興建完成後中期約 90~100 人，以及長期視未來視業務成長逐步調整至 134~150 人；至於該等人力確實需要，可由未來中心籌備處進一步規劃，部分人員採專案約聘或外包方式進用。

年度人事成本除短期(中心興建準備期)人事均以資深人員考量，平均薪資約每人新台幣 121.7 萬元(104 年幣值)外，其餘各期平均薪資約每人新台幣 96 萬元(104 年幣值)，每年費用並隨薪資成長率 2%逐年調升。

表 7.3-1 人員數量及人事費用

職務	項目	機構人員數量				人事直接薪資(千元/年，104 年幣值)			
		短期	中期	長期一	長期二	短期	中期	長期一	長期二
高階經理部		3	4	8	8	4,914	6,708	11,700	11,700
行政管理部		3	8	12	12	2,106	5,616	8,424	8,424
勞安中心		0	1	1	1	0	702	702	702
其他人力		1	12	20	20	468	5,616	9,360	9,360
訓練中心		1	14	16	16	1,638	14,040	16,380	16,380
監理檢查部		11	11	16	16	13,338	12,870	18,720	18,720
檢測驗證部		4	12	19	22	5,148	13,104	19,890	22,932
技術研究部		2	24	38	50	2,808	25,272	39,780	52,884
其他技術人員		0	4	4	5	0	2,808	2,808	3,510
合計		25	90	134	150	30,420	86,736	127,764	144,612
平均		-	-	-	-	1,217	964	953	964

二、用地租金

本計畫用地以出租方式取得土地使用權，依據國有公用不動產收益原則第 4 點出租之租金標準規定：「基地年租金不得低於當期土地申報地價總額乘以 5%」，另依「國有出租基地租金率調整方案」規定，非營利法人、公益團體作事業目的使用以 60%計收租金。本計畫以公告地價按年息 3%、租金上漲率以 3 年 5%估列。

三、營運業務配合費用

包括執行委辦案件工作時所需直接薪資以外之各項直接費用，如交通差旅費、專業責任保險、委辦及試驗等費用。各項業務所需配合費用佔該項營業收入之百分比估算如下：

- | | |
|---------------------------|-------|
| 1. 軌道營運從業人員訓練及技術檢定作業 | 13.0% |
| 2. 檢查、調查、標準研擬及認證等專案技術服務作業 | 10.5% |
| 3. 產品測試、檢驗及驗證作業 | 13.0% |
| 4. 技術研發作業 | 26.0% |

四、維護管理費用

包括未在直接薪資項下開支之辦公室費用、水電費用、郵電費用、檢測工廠、試驗室機電設備及傢俱之折舊或租金、業務準備等費用。

四、營利事業所得稅：

本計畫籌設成立機構屬公益性質，暫不考量營利事業所得稅的設算。

五、綜上分析，軌道技術研究暨驗證中心業務之分年營運成本預估如表 7.3-2。

表 7.3-2 本計畫營運成本表

單位：新台幣千元(當年幣值)

項目 年期	人事費用		配合費用	管理費用	合計
105	0	0	0	0	0
106					
107	19,369	0	1,227	3,680	24,276
108	32,928	0	2,500	6,256	41,684
109	33,586	0	2,551	6,381	42,518
第 1 年	97,679	1,654	48,291	18,559	166,183
第 2 年	99,632	1,654	49,317	18,930	169,533
第 3 年	106,432	1,654	50,474	20,222	178,782
第 4 年	113,464	1,736	51,660	21,558	188,418
第 5 年	120,734	1,736	52,872	22,939	198,281
第 6 年	128,250	1,736	54,002	24,368	208,356
第 7 年	136,019	1,823	55,270	25,844	218,956
第 8 年	144,047	1,823	56,571	27,369	229,810
第 9 年	152,342	1,823	57,902	28,945	241,012
第 10 年	160,909	1,914	59,149	30,573	252,545
第 11 年	175,393	1,914	60,540	33,325	271,172
第 12 年	178,900	1,914	61,969	33,991	276,774
第 13 年	184,885	2,010	63,431	35,128	285,454
第 14 年	191,037	2,010	64,930	36,297	294,274
第 15 年	197,361	2,010	66,466	37,499	303,336
第 16 年	203,862	2,111	67,913	38,734	312,620
第 17 年	210,544	2,111	69,522	40,003	322,180
第 18 年	217,412	2,111	71,172	41,308	332,003
第 19 年	224,470	2,216	72,865	42,649	342,200
第 20 年	231,722	2,216	74,598	44,027	352,563
第 21 年	241,996	2,216	76,374	45,979	366,565
第 22 年	246,836	2,327	78,196	46,899	374,258
第 23 年	251,773	2,327	80,066	47,837	382,003
第 24 年	256,808	2,327	81,985	48,794	389,914
第 25 年	261,945	2,443	83,951	49,770	398,109
第 26 年	267,184	2,443	85,962	50,765	406,354
第 27 年	272,527	2,443	88,169	51,780	414,919
第 28 年	277,978	2,566	90,294	52,816	423,654
第 29 年	283,537	2,566	92,476	53,872	432,451
第 30 年	289,208	2,566	94,715	54,950	441,439
總 計	6,010,769	62,400	2,067,380	1,142,047	9,282,596

註：表列年期第 1 年係指工程完成後開始營運年，預估為民國 110 年。

7.4 測試設備投資及重增置

本計畫之重增置成本主要為機電設備之重增置，預估自營運開始之年度起，電氣化增加及改善設備，按各項工程或改善設備之耐用年數，投入其重置之成本。此外，依經濟部軌道車輛推動小組的估計，未來 20 年的各類軌道交通設施（包括臺鐵、高鐵、北高捷運、桃園機場捷運、其他縣市捷運及規劃中的輕軌）的總長度約可達 2,086 公里。假設業務成長，實驗室及測試工廠的籌設及增加檢測及試驗設備的投資需求，配合即有設備及設施的重增置，以分為 3 期設算，分別於營運後的第 5 年投入研發試驗設備增置，以及第 15 年、第 20 年投入重置測試設備及機電設施。增加費用估列如表 7.4-1，重增置金額估計約為 577.24 百萬元(當年幣值)。

表 7.4-1 本計畫重增置成本一覽表

幣值單位：新台幣千元

項目	設備名稱	使用年期	原工程金額 (104 年幣值)	成本增加 比例	重置增加金額 (104 年幣值)	重置增加金額 (當年幣值)
1	電梯設備	20	21,000	100%	21,000	30,927
2	測試設備、檢測設備	15	429,974	40%	171,990	235,120
3	軌道設備	15	133,800	40%	53,520	73,165
4	機電工程	20	558,585	15%	83,788	123,395
5	測試及試驗設備增置	5	429,974	35%	150,491	177,271
合計			1,573,333	-	480,789	639,878

註：1.部份基地設施使用年期為 30 年，排除於財務計畫評估期外。

7.5 財務分析結果

依據基本假設及規劃資料，進行現金流量試算，並估算計畫各項財務指標。

一、無挹注研究發展經費情境

為分析本計畫研究暨驗證中心若無政府捐助興建硬體成本，且無挹注常年研究發展資金以支援產業發展工作時，財務分析數據列舉如表 7.5-1 及表 7.5-2，財務評估指標計算結果如下：

本情境興建期現金流出估約 41.66 億元(當年幣值)、營運期現金淨流入估約 -58.56 億元(當年幣值)，以 3.0%之折現率將各年收益、支出進行現值計算結果，若不含興建費用捐助及挹注研發經費時，計畫自償率為-85.28%、財務淨現值(NPV)為負值-70.13 億元、計畫經營比(R/C)為 0.41，顯示本情境興建費用無法自償，且營運收入不足以平衡營運成本支出。

表 7.5-1 本計畫自償率分析結果(無研發挹注)

單位：新台幣千元(當年幣值)

年期	項目	興建期現金流出(建設成本) (A)	營運現金淨流入			
			營運收入 (B)	營運支出 (C)	折舊重增置 (D)	合計(無挹注) (E)=(B)+(C)+(D)
106		32,877	0	0	0	0
107		453,888	11,680	-24,276	0	-12,596
108		2,116,164	23,810	-41,684	0	-17,874
109		1,562,895	24,290	-42,518	0	-18,228
第 1 年		0	79,669	-166,183	0	-86,514
第 2 年			81,751	-169,533	0	-87,782
第 3 年			84,742	-178,782	0	-94,040
第 4 年			87,826	-188,418	0	-100,592
第 5 年			90,995	-198,281	-191,526	-298,812
第 6 年			93,396	-208,356	0	-114,960
第 7 年			96,753	-218,956	0	-122,203
第 8 年			100,222	-229,810	0	-129,588
第 9 年			103,808	-241,012	0	-137,204
第 10 年			106,611	-252,545	0	-145,934
第 11 年			110,392	-271,172	0	-160,780
第 12 年			114,307	-276,774	0	-162,467
第 13 年			118,368	-285,454	0	-167,086
第 14 年			122,552	-294,274	0	-171,722
第 15 年			126,863	-303,336	-327,193	-503,666
第 16 年			130,361	-312,620	0	-182,259
第 17 年			134,959	-322,180	0	-187,221
第 18 年			139,709	-332,003	0	-192,294
第 19 年			144,627	-342,200	0	-197,573
第 20 年			149,705	-352,563	-154,322	-357,180
第 21 年			154,937	-366,565	0	-211,628
第 22 年			160,379	-374,258	0	-213,879
第 23 年			165,997	-382,003	0	-216,006
第 24 年			171,830	-389,914	0	-218,084
第 25 年			177,846	-398,109	0	-220,263
第 26 年			184,046	-406,354	0	-222,308
第 27 年			191,560	-414,919	0	-223,359
第 28 年			198,250	-423,654	0	-225,404
第 29 年			205,183	-432,451	0	-227,268
第 30 年			212,372	-441,439	0	-229,067
當年幣值合計		4,165,824	4,099,796	-9,282,596	-673,041	-5,855,841
現值合計(105 年)		3,784,954	2,231,199	-5,049,616	-409,299	-3,227,716
自償率：						-85.28%
內部報酬率(IRR)：						NA
淨現值(NPV)：						-7,012,670

表 7.5-2 本計畫財務效益指標分析結果(無研發挹注)

單位：新台幣千元(105 年現值)

項 目	105 年現值
一、營運活動現金流量：	
(一) 訓練檢定收入	727,920
(二) 檢查調查收入	473,655
(三) 專案技服收入	369,100
(四) 檢測研發收入	660,523
(五) 研發挹注收入	0
(六) 人事行政費用	-3,253,925
(七) 用地租金	-34,960
(八) 配合費用	-1,142,485
(九) 維護管理費用	-618,246
(十) 設備增置及重置	-409,299
淨營運資金變動	-3,227,717
二、投資活動現金流量：	0
(一) 興建成本	-3,784,954
淨投資現金流量	-3,784,954
淨現值(NPV)	-7,012,671
經營比(R/C)	0.41
內部報酬率(IRR)	NA

二、有挹注研究發展經費情境

未來軌道技術研究暨驗證中心為獨立之軌道專業技術研究單位，本計畫研究暨驗證中心自興建完成第 1 年起，每年接受挹注投入約 1.49 億元研發資金(並隨業務成長率 2%逐年調整)挹注研發及支援產業發展工作時，財務分析數據列舉如表 7.5-3 及表 7.5-4，財務評估指標計算結果如下：

本計畫興建期現金流出估約 41.66 億元(當年幣值)，當含挹注研發經費時，營運期現金淨流入估約 1.90 億元(當年幣值)，以 3.0%之折現率將各年收益、支出進行現值計算結果，計畫經營比(R/C)為 1.02；財務淨現值(NPV)為負值-36.53 億元。

表 7.5-3 本計畫自償率分析結果(有研發挹注)

單位：新台幣千元(當年幣值)

年期	項目	興建期現金流出(建設成本) (A)	營運現金淨流入		
			營運收入 (B)	營運支出 (C)	折舊重增置 (D)
					合計(含挹注) (E)=(B)+(C)+(D)
106		32,877	0	0	0
107		453,888	11,680	-24,276	0
108		2,116,164	23,810	-41,684	0
109		1,562,895	24,290	-42,518	0
第 1 年		0	228,689	-166,183	0
第 2 年			233,751	-169,533	0
第 3 年			239,782	-178,782	0
第 4 年			245,966	-188,418	0
第 5 年			252,295	-198,281	-191,526
第 6 年			257,926	-208,356	0
第 7 年			264,573	-218,956	0
第 8 年			271,402	-229,810	0
第 9 年			278,408	-241,012	0
第 10 年			284,701	-252,545	0
第 11 年			292,042	-271,172	0
第 12 年			299,597	-276,774	0
第 13 年			307,358	-285,454	0
第 14 年			315,322	-294,274	0
第 15 年			323,493	-303,336	-327,193
第 16 年			330,921	-312,620	0
第 17 年			339,529	-322,180	0
第 18 年			348,369	-332,003	0
第 19 年			357,467	-342,200	0
第 20 年			366,795	-352,563	-154,322
第 21 年			376,377	-366,565	0
第 22 年			386,239	-374,258	0
第 23 年			396,377	-382,003	0
第 24 年			406,820	-389,914	0
第 25 年			417,536	-398,109	0
第 26 年			428,526	-406,354	0
第 27 年			440,930	-414,919	0
第 28 年			452,610	-423,654	0
第 29 年			464,633	-432,451	0
第 30 年			477,012	-441,439	0
當年幣值合計		4,165,824	10,145,226	-9,282,596	-673,041
現值合計(105 年)		3,784,954	5,590,800	-5,049,616	-409,299
自償率：					3.48%
內部報酬率(IRR)：					NA
淨現值(NPV)：					-3,653,069

表 7.5-4 本計畫財務效益指標分析結果(有研發挹注)

單位：新台幣千元(105 年現值)

項 目	105 年現值
一、營運活動現金流量：	
(一) 訓練檢定收入	727,920
(二) 檢查調查收入	473,655
(三) 專案技服收入	369,100
(四) 檢測研發收入	660,523
(五) 研發挹注收入	3,359,601
(六) 人事行政費用	-3,253,925
(七) 用地租金	-34,960
(八) 配合費用	-1,142,485
(九) 維護管理費用	-618,246
(十) 設備增置及重置	-409,299
淨營運資金變動	131,884
二、投資活動現金流量：	0
(一) 興建成本	-3,784,954
淨投資現金流量	-3,784,954
淨現值(NPV)	-3,653,070
經營比(R/C)	1.02
內部報酬率(IRR)	NA

7.6 敏感性分析

依本計畫建立之財務模組，以含政府興建捐助及常年挹注研究發展費用情境，就折現率、物價上漲率、行車人員訓練檢定收入、建造成本、檢測研發收入數進行敏感度分析，找出對計畫報酬影響較劇之變數，以作為往後控管風險之重要因子。本計畫重要財務因子敏感度分析結果如表 7.6-1 及圖 7.6-1。

表 7.6-1 財務效益敏感度分析表

影響因素	變動數值	NPV(億元)	自償率(SLR)	經營比(R/C)
物價上漲	-20%	-35.96	4.09%	1.03
	20%	-37.12	2.85%	1.02
折現率	-20%	-37.17	3.63%	1.02
	20%	-35.89	3.36%	1.03
建造成本	-20%	-29.17	4.33%	1.02

影響因素	變動數值	NPV(億元)	自償率(SLR)	經營比(R/C)
	20%	-43.89	2.92%	1.02
訓練檢定收入	-20%	-37.80	0.14%	1.00
	20%	-35.26	6.83%	1.05
檢測研發收入	-20%	-43.25	-14.27%	0.90
	20%	-29.81	21.24%	1.15

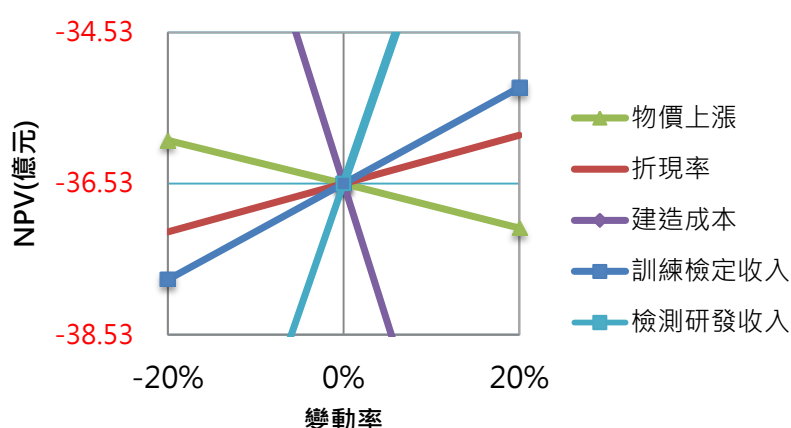


圖 7.6-1 財務效益敏感度

分析結果，成本方面，興建成本對本案之敏感性高。其次，檢測研發收入顯為本計畫主要收入來源，此項因素的變動，對本計畫報酬影響大，為期永續經營，投入長期的技術研發，建議技術研發宜有一穩定資金來源，並再配合增加其他可促進收益之活動，以強化收益面。

7.7 民間參與可行性評估

本計畫主要為就現有高鐵燕巢總機廠西側，屬特定目定事業用地內面積約 10 公頃之場地，設置軌道運輸系統行車人員培訓及軌道技術服務與產業檢測、檢驗之設施及設備。未來軌道技術研究暨驗證中心之營運屬公益性質，所預備辦理之業務亦須具有第 3 方獨立機構之特性，因此無法切割給民間企業參與經營，故民間參與投資開發之可行性低。

本計畫軌道技術研究暨驗證中心之設立，亦無衍生鄰近周邊社區之商業利益或騰空可供利用之土地；未來本中心研究發展所需之資金缺口亦有賴於政府立法長期資助或由相關產業固定提撥捐贈，故亦無引進民間資金參與建設開發或營運之可行性。

7.8 跨域加值公共建設財務規劃分析

為考量擴大計畫財源供給，提升計畫自償率及建設效益，爰依行政院 101 年 7 月 24 日核定「跨域加值公共建設財務規劃方案」檢討本計畫整合開發計畫之條件，研提說明如后。

一、計畫影響範圍

本計畫係以提升國內軌道運輸安全為核心目標，期透過軌道技術研究暨驗證中心之設置，強化軌道運輸安全監督、人員技能訓練監理及產業技術研究提升。計畫基地位於高鐵燕巢總機廠西側，屬特定目定事業用地，經查符合原先報准使用內容，無須再辦理用地變更作業。依照「跨域加值公共建設財務規劃方案」檢討，檢討範圍初步假設以基地周邊 500 公尺為人員活動影響範圍，進而加以進行效益分析。



圖 7.8-1 本計畫基地鄰近道路

二、計畫效益

(一) 周邊土地開發效益(TOD)

基地周邊大都仍為農業使用，目前地區無其他重大或重要土地開發計畫。

基於本計畫開發性質，已考量人員所需之餐飲、住宿及休閒需求，對於引進周邊土地進行商業或觀光之開發吸引力較屬薄弱，而本基地內亦無資以進行商業開發之土地，促使周邊土地進行變更農地使用之誘因堪為不足。因此，本計畫並不具擴大基地周邊範圍開發利用或引入相關產業條件。

(二) 租稅增額收入 (TIF)

可納入之稅目包括地價稅、房屋稅、土地增值稅及契稅等地方稅，以下先說明採行 TIF 的設定事項，再分別試算各種稅目之租稅增額收入。

1. TIF 適用範圍

本計畫係以基地周邊 500 公尺範圍之區域作為 TIF 適用範圍。

2. TIF 實施期間及基年

實施期間設定為自本計畫建設完成、開始營運之 30 年營運期間(假設自民國 111 年～140 年)。

3. 納入稅目

基地位於燕巢區中安段，於 TIF 適用範圍，周邊土地大多作農地使用，交易情形不熱絡，建物亦為稀少，故本計畫納入稅目以地價稅為主。

4. 增額地價稅收益

本計畫實施期間，自 110～140 年之地價稅總額概估為 9.4 億元。因軌道技術研究暨驗證中心後，地價稅總額概估為 11.5 億，其假設條件如下：

(1) 公告地價調整率：基地周邊主要為國有土地，參酌鄰近台糖土地，自 95 年至 105 年之漲幅約 42%，平均每 3 年調整率約 24%，參酌 24% 概估，其漲幅之大主要受到高鐵燕巢總機廠於 95 年開始使用後所誌。未來增設軌道技術研究暨驗證中心後，因該中心作業性質與燕巢總機廠相類似，對公告地價加值增幅有限，平均每 3 年調整率概以 27% 計算。

(2) 地價稅稅率以 1% 概估。

(三) 本計畫跨域外部效益檢討

依「跨域加值公共建設財務規劃方案」檢討外部效益條件如表 7.8-1。

表 7.8-1 本計畫跨域外部效益檢討

潛在外部利益	本計畫條件檢討分析
(一) 檢討變更土地使用計畫	本計畫基地位於高鐵燕巢總機廠西側，屬特定目定事業用地，面積約 10 公頃，且符合原先報准使用計畫與內容，不具創造公地、都市更新或新社區計畫條件。
(二) 提升都市發展增額容積	基地鄰近區域現況皆為低密度使用，無發展增額容積之市場與條件。
(三) 預估未來租稅增額財源	基地位處高雄效區地帶，與聚落聯結效益小、「受益區域」微。以平均每 3 年調整率 24% 概估，民國 110 年地價稅總額約 990 萬元，民國 140 年約 6,800 萬元，110～140 年之地價稅總額概估為 9.4 億元。增設軌道技術研究暨驗證中心後，民國 110 年地價稅總額約 1,000 萬元，民國 140 年約 8,927 萬元，110～140 年之地價稅總額概估為 11.45 億元。跨域加值所產生效益為 2.04 億元，平均每年約 680 萬。
(四) 推動異業結合加值	本計畫未來軌道技術研究暨驗證中心之營運屬公益性質，業務之辦理將以使用人付費之觀念酌收合理費用，惟技術之研發大都需有長期之資金投資，預估未來研究發展所需之資金仍難自給，而有賴於政府立法長期資助或由相關產業固定提撥捐贈，使增進軌道運輸安

潛在外部利益	本計畫條件檢討分析
	全及支援產業技術服務，以及技術研發之外部效益，轉化為長期挹注本中心營運所需之資金缺口之機制。

三、綜合評析

本計畫無新增騰空土地，結合周邊土地開發之效益亦不樂觀，經檢討本計畫僅地價稅可能因本中心成立，產生跨域加值之效果，經估算每年約 680 萬元，相較於每年營業收入(詳表 7.5-1 及 7.5-3)，影響自償率極小，再者，而地價稅為地方稅收，而本計畫係由中央投資，所能產生之效益無法回饋至本計畫之建設基金中，因此實際上無法產生跨域加值之效果。

本計畫確有提升軌道運輸安全、健全監理制度及促進國內軌道產業發展等外部效益，建議未來業務之辦理將以使用人付費之觀念，於人員訓練及技術服務及設備檢測等業務，配合酌收合理費用，挹注營運成本。如此，軌道中心成立後將帶動國內軌道產業升級，同時將軌道運輸系統零組件產業於國內製造、檢測及驗證，提供國內營運機構較國外產品低廉之建造及維修成本，達成「營運機構→軌道中心→軌道產業→營運機構」之良性循環，增加營運機構之盈餘收入，再由營運機構提撥費用，再次挹注給軌道中心做更多之研發，同時由軌道中心將技術移轉給軌道產業機構，讓軌道產業機構提供更低廉之設備及零組件給營運機構，降低營運成本，除此同時可提供旅客較便宜之票價，增加旅客搭乘意願，亦可增加營運機構票箱收入。相關外部效益均已納入未來產業能量中，期望於 10 年內將我國軌道工業國內產值占比由 42.26%提升至 75%，從而於 30 年間提升產值達 233 億元。

對於本中心技術研究發展及設施增置等長遠性策略業務，建議配合軌道運輸相關監理之法令之編修，賦予本中心經常性投入之技術研發及設施增置所需經費來源及法源依據，挹注營運所需之資金缺口。

7.9 財源籌措計畫

本計畫軌道技術研究暨驗證中心未來之營運，經研析後建議以財團法人組織型態運作(詳如第 4.3 節規劃說明)，初步建議由交通部籌設成立財團法人並籌組董事會。

本案初期建設所需之建設費用約 41.66 億元(計畫自償率為 3.48%、自償部分負擔工程經費約 1.45 億元)，其中規劃由軌道營運機構提撥研發經費挹注乙項，為本計畫財務影響較鉅之因素，若無該研發經費挹注時，為維持業務營運則須考量人力縮減及不辦理

技術研發業務之情境(詳 9.9.2 節，財務分析結果自償率為-1.29%，經營比為 0.98)。尚仍需負擔自償性經費，則評估年期將增加其融資負擔，無法維持自給自足，故原規劃由政府全額編列預算捐助建設費用。

在營運方面，建議一般業務(訓練檢定、檢查調查、技術服務、檢測驗證等)以使用者付費分擔營運所需費用外，另於擔負國內軌道產業技術之研究發展任務方面，為期獲得更多的國內產值，促進國內軌道工業的發展，降低未來國內軌道工程的興建費用及營運機構的設備維護成本，投入長期的技術研發，軌道運輸業及國內軌道產業將因之受惠。初步整理直接及間接受益者如下：

- 一、營運機構：提升營運安全、降低未來軌道工程的興建費用及營運的設備維護成本。
- 二、國內產業：投入相關技術研發，協助國內業者拓展經貿開闢海外工程市場，俾利我國軌道工業產品設備之開發，創造產業合作的經濟綜效。
- 三、政府：強化營運安全監理全民受惠，投入研發有利軌道產業聚落形成，發展知識經濟、吸引技術人才，促進經濟發展。

因此，該一部份營運所需資金，建議仿照日本各 JR 鐵路公司按運輸收入固定比例(0.35%)提撥經費補助鐵道總合技術研究所之方式，配合軌道監理相關法令之研修，除每年接受營運機構提撥挹注經費外，並可以部份由產業捐贈或民間企業委託之業務收入挹注。

依據業務規劃，初步試算，若由軌道營運機構以票箱收入固定比例，作為每年度挹注研究發展費用來源，金額試算如表 7.9-1 所示。

表 7.9-1 每年度挹注研究發展費用來源試算

單位類別	單位	初步估計每年提撥、委辦或挹注經費			
		營運機構提撥 0.05%	營運機構提撥 0.1%	營運機構提撥 0.2%	營運機構提撥 0.3%
主管機關	交通部	【未來依本中心協助業務委辦】			
軌道營運機構	臺鐵局	900 萬元	1,800 萬元	3,600 萬元	5,400 萬元
	臺北捷運公司	750 萬元	1,500 萬元	3,000 萬元	4,500 萬元
	高雄捷運公司	70 萬元	140 萬元	280 萬元	420 萬元
	台灣高鐵公司	1,950 萬元	3,900 萬元	7,800 萬元	11,700 萬元
軌道產業	中國鋼鐵公司	【未來依本中心協助業務委辦】			
	台灣車輛公司				
合計		3,670 萬元	7,340 萬元	14,680 萬元	22,020 萬元

另參酌立法委員於預算審議時關切參與本計畫財團法人設立成員議題，爰建議改由交通部全額編列預算(1,000 萬元)作為財團法人成立之用(預定 107 年度成立)，以避免外界質疑。

計畫總經費為 41.76 億元。包括成立財團法人創設基金 1,000 萬元以及建設經費為 41.66 億元(當年幣值)，其中工程設計階段作業費用 1.1 億元、工程建造費 40.56 億元。

本計畫係以促進產業發展及軌道運輸安全之政策導向，具高度公益性質，因財務涉及未來修訂鐵路法及大眾捷運法等挹注財團法人研發經費之不確定因素，故原規劃由政府全額編列預算捐助建設經費；惟經行政院審議意見表示自償性經費請交通部檢討自籌財源。

行政院為擴大內需、帶動經濟動能，打造未來國家發展需要之基礎建設，將推動前瞻基礎建設計畫，範圍包括軌道、水環境、綠能、數位、城鄉等 5 大建設，其中以軌道建設為最大宗。鑒於本計畫之急迫性與公益性，建議納入特別預算推動，另自償部分仍建議由政府編列特別預算方式負擔，以擴大軌道技術研發能量及基礎研究。

第八章結論與建議

8.1 結論

8.1.1 本計畫的角色與意義

- 一、國內捷運建設迄今已逾 30 年，相關之核心技術仍掌握在國外廠商手上，甚至維修及零組件之主要技術及產品，仍需向國外廠商採購，除成本高昂外，更存在原廠零件不再生產供應，而影響行車穩定及安全的困境。如何藉由擴大經濟規模、建立國產化的軌道產業，才有機會深化技術及永續經營軌道運輸事業。推廣至軌道運輸系統也同樣具相同之思維，全世界都在推展軌道運輸系統建設，人才與技術是國家最重要的資產，如何將過去經驗累積下來，變成產業之優勢，並外國廠商軌道產品競爭。本計畫除了可提供軌道產業技術研發、產品測試檢驗與認證服務，除提升軌道產業技術升級，滿足國內市場需求外，可為未來軌道技術與產業輸出奠定基礎。
- 二、為促進軌道車輛及其零組件工業發展，並帶動關聯產業，全面提升軌道技術水準，以國內軌道產業技術為基礎，設立專門之技術研發機構，結合產業、政府、學術界的能量，提升軌道工業之競爭力。同時藉由「智慧精密機械聚落」之構想，推動機械產業的升級，並且加強軟體和控制器設計的能力，可提供軌道運輸工業所需要之堅實的智能化機械產業，經由本中心驗證之能力，進而提高軌道運輸產業自製之能力，邁向「國車國造」的長期目標。
- 三、本軌道技術研究暨驗證中心之成立，主要著重於改進軌道安全與技術、支援軌道產業研發、以及獨立第三方機構公正參與軌道安全活動(協助軌道事業營運監理技術事宜、事故調查、駕駛檢定等)。為維持用人之彈性，其組織係採財團法人方式設置，與捷運建設興辦單位之角色有別。同時可提供軌道設備零件改善及技術解決方案，提升系統安全與穩定以及研擬軌道系統相關規範、標準及安全檢驗基準草案，以利我國軌道系統長遠發展及軌道工業國產化。
- 四、軌道運輸系統的運作攸關社會大眾搭乘的便捷與安全，軌道運輸系統的行車操作，須由具有相當專業能力之從業人員擔任，方能安全有效經營，提供大眾安全便利交通服務；軌道技術研究暨驗證中心之設置，即可從技術面提供軌道行車操作人員之基礎安全訓練制度化與檢定技術支援。
- 五、軌道監理作業項目包括平日例行的營運與安全項目，以及因應事故發生而產生的事故原因調查分析。然現階段中央主管機關及地方主管機關之軌道監理，大都受限專業技術，而亟待獲得有專業能力的技術人力支援；軌道技術研究暨驗證中心之設置，除可將其技術研究結果提供興建單位應用外，亦可支援監理單位營運監理及事故調查之技術作業能力。

六、國內捷運與高鐵運輸事業經營已累積相當成功經驗，亦於興建與營運階段培養相當多的軌道技術能力與人才，惟獨欠缺軌道產業技術奧援。為新南向政策推動軌道產業輸出，除可尋求與第三國廠商策略聯盟外，亦可自本計畫奠定之產業基礎，做為基礎建設及整體營運技術之海外輸出平臺，加強區域鏈結，除完成國內軌道運輸整體產業鏈外，亦可增加產業參與國外建設計畫機會，拓展海外市場。

8.1.2 推動本計畫之必要性

一、支援產業技術研發能量，降低國外技術依賴：

整合國內營運機構、顧問業及產業之軌道系統技術及研發能力，研究發展軌道技術及轉移至軌道產業，降低進口技術依賴。

二、設置軌道測試、檢驗及研發中心，協助軌道產業發展，

透過本中心建立國內軌道零組件乃至車輛產品之測試、檢驗與認證能力，確保替代性零組件品質符合原設計功能需求，建立「國車國造」(增加零組件國產化，減少各種維修備品的進口)之產業鏈基礎。

三、建立訓練檢定專業機構，提升營運公共安全

基於提升安全需要，協助辦理軌道運輸系統行車人員技能檢定等作業，可整體一致性規範行車安全水準及提升行車人員素養，增進軌道運輸系統整體營運安全。

四、支援軌道監理檢查作業，強化軌道監理作業

鐵路營運安全監督作業以及事故調查過程中亟需公正獨立第三方機構協助提供專業技術分析，俾以落實安全監理、確切掌握真正事故原因及事故對策之研提。

現今已有日本、韓國、中國以及德、英等開發國家，建置軌道研究機構，發展軌道產業。而目前泰國、印度等國家也陸續採購轉向架等動態測試設備，並與日本、韓國等先進國家合作交流，準備發展軌道研究。

在各國積極推展軌道研究以及輸出產業之同時，我國具有台北捷運與台灣高鐵經營成功經驗之優勢，理應積極推動建置軌道研究機構，除解決營運機構受制於國外技術之窘境外，更累積技術實力與經營機構共同攜手推展海外市場進行軌道運輸產業技術輸出。由此，更顯軌道研究中心對於軌道產業之重要性。本中心對於軌道產業之影響如圖 8.1-1。

綜觀世界各國皆積極推動軌道建設、產業標準化及產業輸出，交通部企透過台日鐵路交流，逐步將我具技術性廠商引導成為國內軌道系統甚或日方產業供應鏈成員。倘政府未能及時推動本計畫建置關鍵性零組件檢測驗證技術，協助國內產業提升自製率與本土化，且海外高鐵市場(如馬新、印度、美國等)正逐一決標進入興建期，將失去產業轉型利基，擴大我國軌道產業與國際競爭能力之差距。

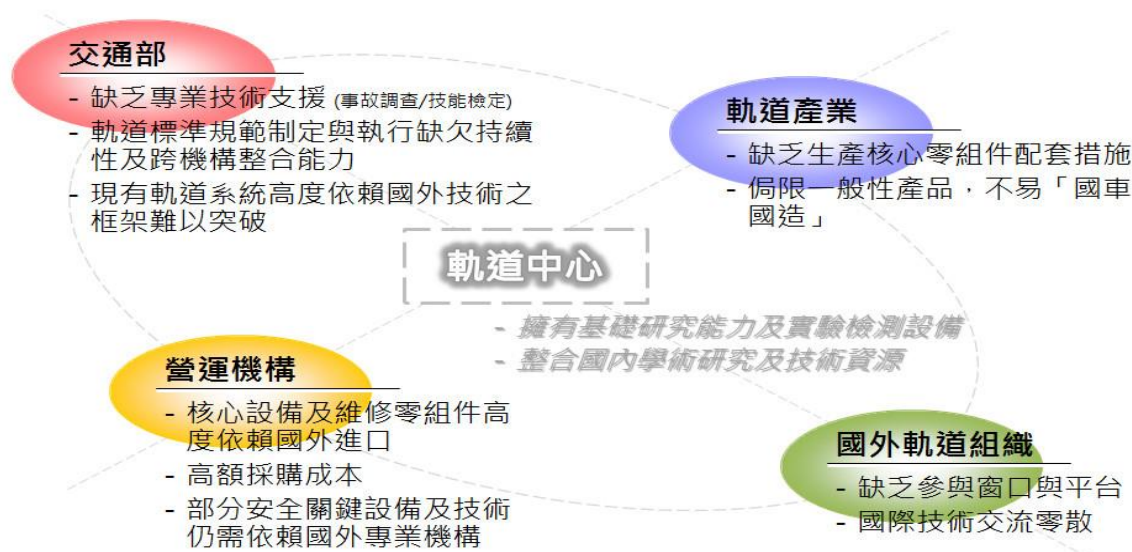


圖 8.1-1 軌道中心對相關機構產業影響圖

8.1.3 本計畫之推動策略

鑒於計畫期程修短為4年後，經檢討改由交通部高速鐵路工程局接辦硬體建設事宜，並同步籌辦財團法人設立等前置作業，俟完成硬體建設後，再依國有財產法相關規定將硬體捐贈予該中心財團法人，以期本案如期完成。

軌道技術研究暨驗證中心之設置，將扮演軌道技術訓練及產業研發整合領頭羊的角色，爰以國內服務需求、產業市場環境及技術能力發展，研擬發展策略如下：

一、短期推動策略 (2 年) – 成立第三方技術專門機構

1. 成立財團法人，確認軌道技術研究暨驗證中心設立之業務項目、財務規劃、組織架構，並負責行政、管理及以專業技術人力為主之業務。
2. 參與本中心建築硬體建設規劃與設計，延聘軌道系統資深專家參與建置，籌劃軌道運輸系統行車人員檢定，俾於興建完成後承辦規劃之業務。
3. 建立作業團隊，協助交通部辦理軌道安全所涉技術事宜：
 - 年度營運定期檢查
 - 事故事件原因分析
 - 規範及標準草案研擬
4. 建立軌道系統檢驗與驗證資格與能力

二、中期推動策略 (5 年) – 興建行車人員研究及驗證中心、發展國內測試、檢驗與驗證能量

1. 籌劃行車人員法定安全訓練、執照檢定業務及課程內容，於硬體建設完成後，接受交通部委託辦理該等業務。
2. 備置軌道系統工程及事故調查常用之量測、測試、檢驗及驗證所需實驗室及通用設備，於硬體建設完成後，承辦各項軌道運輸系統測試、檢驗與事故調查工作。
3. 建立軌道系統檢驗與驗證資格與能力

三、長期推動策略－建立自我研發能力，推動軌道產業提升

1. 本中心建築硬體建設竣工啟用及逐步開發建立各項軌道設備研究室及測試工廠，建置完整之研究中心。
2. 辦理行車人員法定安全訓練及執照檢定業務。
3. 提供軌道營運機構相關設備及技術解決方案。
4. 建置基礎之量測、測試、檢驗及驗證所需實驗室及通用設備，並建立軌道系統檢驗與驗證資格與能力。
5. 承辦需進行檢測、試驗及模擬分析之事故調查工作。
6. 進行基礎技術研發，提升技術水準及擴充試驗設備，協助軌道產業技術研發。

8.1.4 工程規劃成果

本計畫工程規劃成果摘要如下：

一、計畫範圍：

於高雄燕巢高速鐵路總機廠旁之預留用地，設立「軌道技術研究暨驗證中心」，作為軌道運輸系統駕駛及行控人員法定安全訓練、複訓及證照檢定、營運機構人員訓練課程認證等之專門機構，並供發展車輛、電力、通信、號誌、軌道、土建等相關技術及產品測試所需之實驗室及測試工場。

二、工程主要內容：

軌道技術研究暨驗證中心所需設施配置，係以初期主要任務為考量，以「軌道產業產品測試、檢驗及技術研發業務」、「營運機構技術解決方案技術服務」、「軌道系統相關規範標準研擬服務」、「軌道行車人員訓練及技術檢定業務」及「軌道營運機構安全檢查與事故調查」等五大項業務為出發，其中「軌道產業技術研發」為一長期發展業務，初期研究發展以軌道運輸系統零組件為出發，並俟未來研發需求擴充時，部分大型實驗可透過與國內學界或產業界合作方式，或另擇適合場地擴大中心研究規模。本計畫依軌道技術之屬性，規劃分區建築設施如表 8.1.4-1：

表 8.1.4-1 軌道技術研究暨驗證中心建物及設施需求表

區位	設施及用途	一層尺寸 (m ²)	樓層 (層)	樓高 (m)	建物型式	總面積 (m ²)
一、基礎設施						
A1	行政中心及會議室	16*60=960	4	3.5*4=14	RC	3840
A2	圖書中心及餐廳	15*60=900	2	5*2=10	RC	1800
A3	汽機車停車場(車棚)	400	1	3	鋼構	400
二、檢定設施						
B1	一般教室 6 間	21*60=1260	4	6*4=24	RC	5,040
	模擬訓練教室 2 間 (16 組模擬機)					
三、測試研發試驗設施						
C1	車體、軔機及轉向架測試及研發工廠	60*120=7200	2	12+6	鋼構	14,400
C2	電子及控制設備測試及研發工廠	80*60=4800	2	12+6	鋼構	9,600
	集電裝置與供電系統測試及研發工場					
C3	土建及軌道設備測試及研發工廠(含測試軌)	24*60=1440	2	6*2	鋼構	2,880
C4	變電站	80*25=2000	1	6	RC	2,000
	合計					39,960

因應計畫審查單位要求，應優先運用現有的閒置廳舍，爰考量利用既有高鐵局燕巢監控站辦公室，後續將依財團法人使用需求檢討提供。另規劃監控站交付財團法人使用國有財產採無償、捐贈或其他方式提供，將於設置條例內訂定授權。

三、環境影響：

基於本計畫用地面積未超過 10 公頃依據環境影響評估法免辦環評程序。

四、期程：本計畫自計畫核定起，依照計畫特性分為：(1)設計招標作業，(2)整地標細部設計作業、主體標基本設計及設備標細部設計作業，(3)工程招標作業，(4)施工階段(整地、主體工程、設備標)，(5)驗收、進駐、營運，等 5 個階段。初步推估本計畫核定後於 4 年內完成工程興建事宜，並交由法人組織進駐。

五、經費：本計畫總經費為 41.76 億元。包括成立財團法人創設基金 1,000 萬元以及建設經費為 41.66 億元(當年幣值)，其中工程設計階段作業費用 1.1 億元、工程建造費 40.56 億元。

六、本計畫無周邊土地開發之效益，不具整合開發及跨域外部效益內部化條件。

七、本計畫財務評估結果，當無挹注研究發展經費時，計畫自償率為-85.28%、財務淨現值(NPV)為負值-70.13 億元、顯示本情境興建費用無法自償，計畫經營比(R/C)為 0.41 顯示營運收入不足以平衡營運成本支出。當有常年挹注研究發展費用情境，興建期現

金流出估約 41.66 億元(當年幣值)、營運期現金淨流入估約 1.69 億元(當年幣值)，以 3.0%之折現率將各年收益、支出進行現值計算結果，計畫經營比(R/C)為 1.02、財務淨現值(NPV)為負值-36.53 億元，需由政府捐助興建費用 41.66 億元。

八、本計畫經濟效益評估結果：

有投入軌道技術研究發展時，投資對整體經濟而言具有正面之效益，效益現值為 132.48 億元、成本現值為 92.44 億元，本計畫淨效益現值為 40.04 億元，內部報酬率 7.37%、益本比 1.43。除可量化之效益外，本計畫尚具有對增進軌道營運安全、品質及促進產業昇級等不可量化效益。

九、另由經濟效益敏感性分析結果，投入長期的技術研發對國內產值增加之效益極大，軌道運輸業及國內軌道產業將因之受惠。

8.2 建議

- 一、本計畫奉核後，規劃由交通部籌辦財團法人及硬體建設作業，俟該法人成立後再將硬體建設交予辦理營運事宜。
- 二、本計畫軌道技術研究暨驗證中心之營運屬公益性質，非以營利為目的，所預備辦理之業務亦須具有第三方獨立機構之特性，因此無法切割給民間企業參與經營，故民間參與投資開發之可行性低。
- 三、本計畫範圍無新增騰空土地之開發，無基地周邊整體發展資源串聯，公共建設跨域加值效益低。惟軌道中心成立後將帶動國內軌道產業升級，同時將軌道運輸系統零組件產業於國內製造、檢測及驗證，提供國內營運機構較國外產品低廉之建造及維修成本，達成「營運機構→軌道中心→軌道產業→營運機構」之良性循環。如圖 8.2-1。

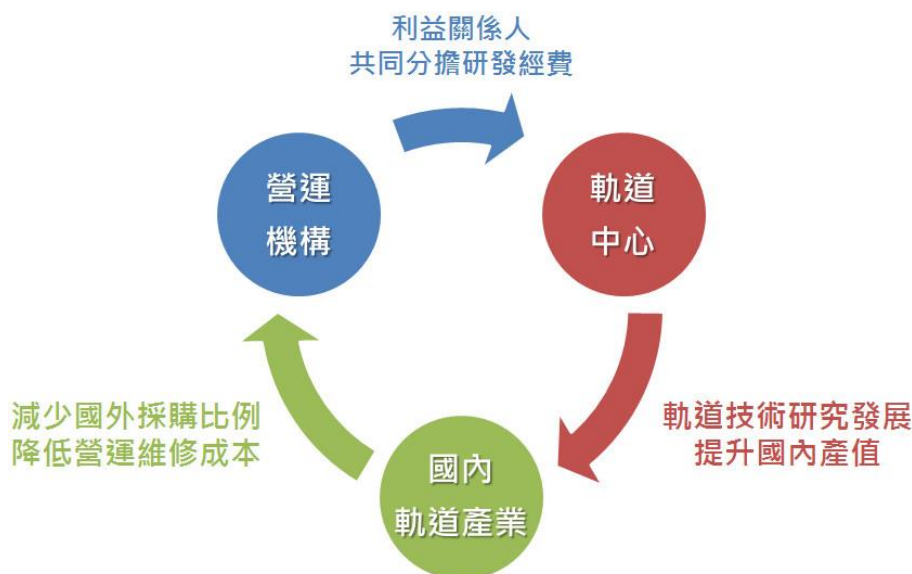


圖 8.2-1 軌道技術研發經費良性循環圖

- 四、本計畫係屬提升軌道運輸安全、建立專責軌道行車人員訓練及檢定機構等需要辦理之計畫。本技術研究暨驗證中心財團法人將參酌工業技術研究院、國家實驗研究院等財團法人成立方式，採以設置條例立法並單獨由政府編列預算捐助方式成立。
- 五、另於擔負國內軌道產業技術之研究發展任務方面，為期獲得更多的國內產值，促進國內軌道工業的發展，降低未來國內軌道工程的興建費用及營運機構的設備維護成本，投入長期的技術研發，軌道運輸業及國內軌道產業將因之受惠。此一部份營運所需資金，建議參照國外案例，配合軌道監理相關法令之研修，除每年接受政府、營運機構及業者提撥或挹注經費外，並可以部份由產業捐贈或民間企業委託之資金挹注。
- 六、本計畫自償部分經費，原建議自高速鐵路相關建設基金支應，鑑於本計畫係以促進產業發展及軌道運輸安全之政策導向，具高度公益性質，建議該自償部分仍採由政府編列特別預算方式負擔，以擴大軌道技術研發能量及基礎研究。

第九章 附則

9.1 風險評估與管理

9.1.1 計畫風險評估方法

建設計畫於執行過程中，普遍存在著許多不確定因素或潛在風險，可能對計畫目標、期程及預算等造成相當程度之影響，因此如何於計畫執行過程中排除或減輕潛在風險，提高計畫執行績效，為計畫管控之重要課題。

風險評估與管理即在針對潛在風險進行有效的控管，以一套有系統的分析與管理方式，確認、分析和回應計畫的風險，其目的不僅要對已知的潛在風險事件，於事前準備有效的應變方法，降低可能事件對計畫的影響外，也期藉由嚴謹的管理，降低計畫過程中潛在風險發生的機率。

本計畫之風險評估即從界定風險管理範圍開始，逐步進行危害辨識、風險評估、風險處理等作業。實施過程採用系統性風險管理架構對計畫執行中可能潛存之風險以適當方法予以發覺、評估、處置。實施期間需與參與計畫之人員進行一連串諮詢、溝通，過程中並藉由監督、檢查及報告等手段以掌握實施狀況。有關本計畫之系統性風險管理架構如圖 9.1-1 所示。

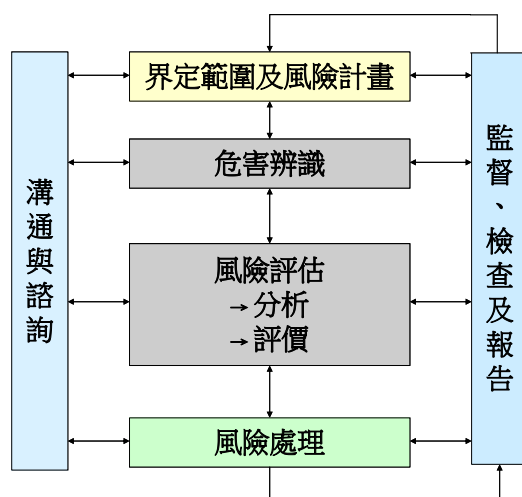


圖 9.1-1 系統性風險管理架構

依據系統性風險管理架構流程，風險控制順序原則可分成五個層級處置：

- (一) 消除風險：採取適當對策，以消除可能之危害狀況。
- (二) 降低風險：採取適當手法，以降低風險程度或風險影響範圍。
- (三) 行政措施：訂定作業程序、作業標準、查核計畫、實施教育訓練、資格管理等，以維持安全狀況。

(四) 阻絕風險：以防護設施等攔阻或中斷危害之作用過程，予以消除或降低風險。

(五) 個人防護具：使用個人防護具將已發生作用之風險，予以隔絕或降低其作用程度。

9.1.2 評估目的、標準與方法

風險評估採經常應用於軌道系統之風險矩陣法，作為本計畫風險管理基準，其係屬定性分析，著重於投資效益、人力、資源及時程影響之分析，以相對風險表示其可能性與嚴重度，並採此二者乘積作為分類等級，作為風險等級評估依據。

風險分析由計畫整體系統出發，逐級對各施工分項主系統進行初步危害分析(PHA)，並提出風險承受度上下限標準，以 R1(無法接受)、R2(不理想)、R3(可忍受及忽略)三階作為風險分類指標，期將設計、施工、安裝、操作、維修階段之風險指標 R1 及 R2 者，經由處理可減輕至 R3 水準。災害鑑別以「低到可忍受」為分析原則，如圖 9.1-2。

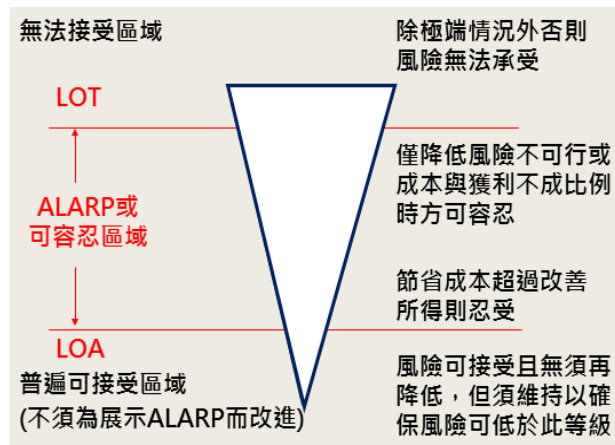


圖 9.1-2 ALARP 分析概念

9.1.3 風險辨識及評估

依據本計畫特性及前述各章節所完成之綜合規劃研析成果，以邏輯化及系統化方法，進行綜合研判及風險辨識，並提出對策及因應措施。風險辨識並確認後，將逐一就各潛在危害，交互比較判斷其發生之可能性高低及災害嚴重性之輕重，予以量化。依據本計畫特性，由風險評估小組成員依工程經驗及判斷進行初評及複評作業，配合業主審查意見予以調整後，確立各項風險災害項目。

風險等級的評估取決於：(一) 危害發生的機率、(二) 危害嚴重性，即危害一旦發生，對成本、工期所造成之影響。

為便於系統化管理本計畫之風險，依風險等級加以分類，對高風險項目投注較低風

險項目為多之風險管制措施；即針對風險性較大的項目必須優先處理、追蹤、瞭解目前狀態，因此需要將可能發生危害的事件分類成數個不同的風險等級，以利分階處理，將資源作最有效之利用。有關風險發生機率及災害嚴重性之分級標準及說明，如表 9.1-1、表 9.1-2 所示。

表 9.1-1 風險可能性頻率分級

等級	代表意義	狀況描述
3	極有可能發生	在細部設計、施工、營運期間內有可能會發生數次。
2	有可能發生	在細部設計、施工、營運期間內有可能會發生。
1	發生之可能性低	極不可能發生，或假定只會在特殊情況下發生。

表 9.1-2 災害影響程度分類

等級	代表意義	狀況描述
3	重大	人員發生1人以上死亡或3人以上重傷。
2	中等	人員發生1人以上受傷，由醫生或專業人員方可處理。
1	輕微	人員發生身體不適或需護理急救，只需進行簡易急救處理即可回復工作者。

風險指標是融合風險可能性頻率與風險嚴重程度加以判定其風險等級，即利用風險矩陣法，將風險發生可能性及風險嚴重程度兩者相乘所得之數值，作為風險等級評估等級依據。有關風險評值分類及其描述，如表 9.1-3、9.1-4 所示，風險矩陣及風險評量等級如表 9.1-5 所示。

表 9.1-3 風險評值表

風險評估值			嚴重度		
			重大	中等	輕微
			3	2	1
可能性	極為可能	3	9	6	3
	有可能	2	6	4	2
	可能性低	1	3	2	1

表 9.1-4 風險評值等級表

風險評估值	風險指標等級	風 險 描 述
6~9	R1 高度危害度	表示風險危害極大，除以適當之措施予以消滅並降低風險外，並須藉由危害等級的標示，風險資訊的傳遞，亦需於細部設計、施工、維護管理、營運等階段加以監控及回饋。
3~4	R2 中度危害	相較R1等級，這種風險危害次之，除以適當之措施予以消滅並降低風險外，並須藉由危害等級的標示，風險資訊的傳遞，亦需於細部設計、施工、維護管理、營運等階段加以監控及回饋。
1~2	R3 低度危害	這種風險雖較小，仍需透過適當之措施予以降低或消滅風險。

註：風險指標為 R1 者：表示不能忍受、R2 者：表示不理想、R3 者：表示可忍受及可忽略。

表 9.1-5 風險矩陣及風險評量等級

風 險 指 數		災害發生嚴重層級			風 險 評 量
		C	B	A	
發生 機 率	C	9	6	3	表示風險危害極大，除以適當之措施予以消滅並降低風險外，並須藉由危害等級的標示，風險資訊的傳遞，亦需於細部設計、施工、維護管理、營運等階段加以監控及回饋。
	B	6	4	2	相較R1等級，這種風險危害次之，除以適當之措施予以消滅並降低風險外，並須藉由危害等級的標示，風險資訊的傳遞，亦需於細部設計、施工、維護管理、營運等階段加以監控及回饋。
	A	3	2	1	這種風險雖較小，仍需透過適當之措施予以降低或消滅風險。
說明：(1)風險指數6～9，屬高度風險，危害等級標示為R1風險。 (2)風險指數3～4，屬中度風險，危害等級標示為R2風險。 (3)風險指數1～2，屬低度風險，危害等級標示為R3風險。					

9.1.4 初始災害識別與減輕策略

本計畫風險可分為「計畫風險」及「工程系統風險」兩大類。經初步危害分析鑑別出本計畫之計畫風險項目包括：界面協調、工程時程、物價波動等。工程系統風險則包括：採購系統性能、預算超支、環保維護等，後續細部設計、施工階段，宜進行積極有效之管理措施及風險管控，以降低風險事件發生，以期順利完工。

針對本計畫執行中可能影響計畫期程之重大風險項目，經初步災害識別出包括：設計、施工時程管控、與其他單位的協調、物價波動、營運業務不足等 4 項，其影響說明及處置規劃如表 9.1-6 所示。

表 9.1-6 「軌道技術研究暨驗證中心設置計畫」重大風險項目與對策

序號	風險項目	風險影響說明	風險處置規劃
1.	設計、施工時程管控	無法於目標時程內建立軌道技術研究暨驗證中心	1. 迅速報部程序並排定招標、細設、施工時程。 2. 報部核定後即進行細部設計招標作業。 3. 以施工網圖及重點工項里程碑控管廠商施工進度。
2.	與其他單位的協調	細部設計及施工不能順利進行	1. 積極與相關單位協調溝通。 2. 相關單位之需求應明確配合，以減少變更。
3.	物價波動	工程無法發包或施工	1. 工程預備金之提列。 2. 仔細審查相關預算之編列。 3. 減少或避免有過當之設計。
4.	營運業務不足	本計畫規劃業務以使用者付費及利益關係人共同分擔之觀念	1. 參考日本RTRI案例，配合軌道監理相關法令之研修，每年接受政府、營運機構及業者提撥或挹注經費進行相關研究計畫。

9.2 替選方案之分析及評估

9.2.1 營運組織分析評估

一、前言

交通部 104 年 9 月 9 日「高速鐵路工程局簡報『軌道技術訓練暨研究中心設置可行性研究暨綜合規劃案』」會議結論有關於：「...本中心係採成立新法人或採既有法人擴充功能方式辦理，可再研究」。再則，與立法院交通委員會委員溝通討論本計畫推動方式過程，建議考量由政府單獨捐助新設成立，以維護其未來公正性以及政府捐助權益。爰就採取財團法人之組成方案進行可行方案分析比較如后。

二、組織型態

本計畫軌道技術研究暨驗證中心未來之營運，經研析，建議以財團法人組織型態運作(詳如第 4.3 節規劃說明)，就籌組組成方式分析下列三方案特性：

方案一(原方案)：另成立財團法人(初步建議由鐵路營運機構、捷運公司、軌道業主要公益法人及產業等共同捐助成立財團法人)

方案二(替選方案)：由既有公設財團法人(中華顧問工程司)籌辦。

方案三(建議方案)：另成立財團法人(建議由政府單獨捐助並立法設置財團法人)

三、方案分析

就本計畫軌道技術研究暨驗證中心三方案之籌辦事宜，經分析如表 9.2-1：

表 9.2-1 新設成立財團法人或納入既有財團法人方案比較：

組織型態	原成立財團法人	納中華顧問之轄屬單位	建議立法設置財團法人
設置法源依據	「交通部審查交通事務財團法人設立許可及監督要點(下稱監督要點)」、成立財團法人之程序 - 從無到有，依監督要點成立財團法人： - 組織董事會 - 捐助基金 - 訂立捐助章程 - 主管機關之許可設立 - 財團法人聲請法院成立登記	省卻左述繁瑣之財團法人設立、成立程序。但有必要修訂既有中華顧問工程司捐助章程： - 預定業務似符合中華顧問捐助章程第二條「本工程司以發揮我國專門人才之技術知識、促進交通建設、改建工程技術、提昇科技發展、協助國內外，經濟發展為目的」 - 須增訂中華顧問捐助章程第十四條業務範圍。	- 立法通過設置條例 「交通部審查交通事務財團法人設立許可及監督要點(下稱監督要點)」、成立財團法人之程序 - 從無到有，依監督要點成立財團法人： - 以設置條例立法 - 組織董事會 - 捐助基金 - 訂立捐助章程 - 主管機關之許可設立 - 財團法人聲請法院成立登記
籌設主體	經交通部協調，由中華顧問工程司辦理籌設事宜，朝公	由中華顧問擔任主辦單位，可縮短籌設時程，運用	交通部

	設財團法人性質設置；至於初期財團法人各捐助單位實際捐助金額，建議後續依籌組情形，由交通部再予協調確認。	既有人力或另聘專才推動後續作業。	
籌設時程	成立籌備小組、成立財團法人		成立籌備小組、成立財團法人
創立基金(開辦經費)	依交通部 10/20 會議結論，財團法人創立基金初步規劃包括臺鐵局、臺北捷運公司、高雄捷運公司、台灣高鐵公司、中國鋼鐵公司、台灣車輛公司、財團法人中華顧問、財團法人中興顧問社、財團法人中技社等 9 家，並暫以捐助 200 萬元組成。	依財團法人中華顧問工程司捐助章程第四條捐助基金總額新台幣 85 萬元整。設立許可或法院登記事項有變更者，應於董事會決議之日起 30 日內，報請交通部許可，並於收受本部許可文件之日起 30 日內，向該管法院聲請變更登記，[監督要點第 9 條第 1 項第 4 款]。	1 仟萬元(另交通部編列捐助 41.66 億元硬體建設經費)。
建設費用	本案初期建設所需之建設費用建議以政府編列預算捐助建設費。	同左。	同左。
每年度經常性經費來源	建議一般業務(訓練檢定、檢查調查、技術服務、檢測驗證等)以使用者付費分擔營運所需費用外，另於擔負國內軌道產業技術之研究發展任務方面，建議配合軌道監理相關法令之研修，除每年接受營運機構提撥挹注經費外，並可以部份由產業捐贈或民間企業委託之業務收入挹注。	同左。	同左。
董事會運作	成立新董事會。	原董事會名額作適度調整，俾容納捐助人參與中華顧問董事會。	成立新董事會。
財務運作	建議由交通部另行訂定補助辦法，財務運作獨立	專款專用(需再研議並取得交通部同意)。	建議由交通部另行訂定補助辦法，財務運作獨立
組織運作	組織獨立運作，為獨立第三方之軌道專業技術研究單位。	軌道技術研究暨驗證中心隸屬中華顧問。人員編制、經費增加、業務、功能擴大。	組織獨立運作，為獨立第三方之軌道專業技術研究單位。
接受政府捐助(使用國有財產)依據	可能遭受立法及審計機關質疑政府捐助之正當性	可能遭受立法及審計機關質疑政府捐助之正當性	依設置條例規定接受政府捐(補)助，具有適法性。

四、成本效益分析

本計畫軌道技術研究暨驗證中心之營運屬公益法人之性質，所預備辦理之業務亦須

具有第 3 方獨立機構之特性，配合規劃業務需要，所需之設施及設備均屬新建，故預估替選方案初期建設所需之建設費用約同本計畫(約 41.66 億元)，並為確保基礎建設投資的資金充裕，在計畫無法自償下，財源籌措方式同樣建議以政府編列預算或相關基金支應建設費用。

於營運方面，一般業務(訓練檢定、檢查調查、技術服務、檢測驗證等)以使用者付費分擔營運所需費用外；於擔負國內軌道產業技術之研究發展任務方面，為期永續經營，長期投入技術研發，該部份營運所需資金，並不因本計畫籌組方式有顯著差異，建議仍需配合軌道監理相關法令之研修，除每年接受營運機構提撥挹注經費外，並部份由產業捐贈或民間企產委託之業務收入挹注。

就組織面而言，現行中華顧問之成立基金捐助人與原計畫方案建議由鐵路營運機構、捷運公司、軌道業主要公益法人及產業等共同捐助成立財團法人之組成不同，對未來軌道技術研究暨驗證中心設立目的、規劃辦理業務與關聯機構角色間之協調，鑒於本計畫未來之業務均與軌道營運單位、軌道技術單位及軌道產業單位息息相關，故原規劃由軌道事業單位為創立基金捐助人，使利於未來業務之推展及應用。

惟本計畫建設總經費擬由政府編列預算捐助財團法人辦理，考量本案建設經費龐大，依法相關建設須列為國有財產，尚待克服國有財產法規定適用以及交付財團法人使用之相關疑義。為避免立法院及審計機關質疑政府編列預算捐助財團法人之正當性，初步評估結果，建議以交通部籌設成立財團法人之方案並採立法設置，較具適法及公正性。在效益方面亦較能達成輔導廠商應用、整合新技術投入相關系統設備之研發、支援軌道工業產品設備之開發等預定目標及產業效益。

9.2.2 縮減研發業務情境分析

依據本計畫財務分析結果自償率僅 3.48%、計畫淨現值-36.53 億元，經財務敏感性分析結果，研發挹注收入為對計畫報酬影響較劇之變數，亦為本計畫重要資金來源。為期永續經營，投入長期的技術研發，因此建議技術研發宜有一穩定資金來源，並再配合增加其他可促進收益之活動，以強化收益面。

假設本計畫無法取得軌道技術研究發展所需之穩定資金來源，即本計畫在無挹注研究經費下，須考量縮減或不辦理技術研發業務，未來營運可能之情境，分析如后。

一、營運收入假設

本情境之計畫規劃業務同樣以使用者付費及利益關係人共同分擔之觀念，考量酌收辦理業務所需之成本費用，營運收入之估算基準及內涵，除不辦理技術研發業務

外，與本計畫基本方案相同，詳如第 7.2 節，摘要說明如下：

1. 軌道行車人員訓練及技術檢定業務收入：人員訓練檢定業務收入依每年新增軌道系統之駕駛及行控人數，加上既有軌道系統駕駛及行控退休及汰換人數預估基本訓練及技術檢定業務量。
2. 協助監理機關辦理營運機構定期/臨時檢查，及行車事故調查、預防與改善對策服務收入：本項協助監理業務量以高鐵局過去執行高鐵、臺鐵年度監理檢查業務量估算。
3. 軌道系統相關規範標準研擬收入：研擬委辦服務以每年約 2 案為初期業務規劃。
4. 營運機構技術改善服務收入：參酌現行高鐵、臺鐵營運實際需要，先以第 1 年受託約 800 萬元之業務量為初期規劃基礎
5. 軌道產品檢測、驗證收入：假設國內廠商大量投入研發及產品開發，產業需求亦將持續發展，受託檢測及驗證金額以第 1 年約為新台幣 19,050 萬元為規劃基礎，

綜上分析，分年營運收入預估如表 9.2.2-1：

表 9.2.2-1 無研發業務情境營運收入表

單位：新台幣千元(當年幣值)

項目 年期	訓練檢定收入	檢查調查收入	專案技服收入	檢測驗證收入	研發挹注收入	合計
105	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0
107	0	9,025	2,655	0	0	11,680
108	0	18,400	5,410	0	0	23,810
109	0	18,770	5,520	0	0	24,290
第 1 年	28,149	19,150	13,320	19,050	0	79,669
第 2 年	28,481	19,530	13,740	20,000	0	81,751
第 3 年	29,642	19,920	14,180	21,000	0	84,742
第 4 年	30,826	20,320	14,630	22,050	0	87,826
第 5 年	32,025	20,730	15,090	23,150	0	90,995
第 6 年	32,366	21,140	15,580	24,310	0	93,396
第 7 年	33,593	21,560	16,070	25,530	0	96,753
第 8 年	34,842	21,990	16,590	26,800	0	100,222
第 9 年	36,108	22,430	17,130	28,140	0	103,808
第 10 年	36,501	22,880	17,680	29,550	0	106,611
第 11 年	37,772	23,340	18,250	31,030	0	110,392
第 12 年	39,087	23,800	18,840	32,580	0	114,307
第 13 年	40,418	24,280	19,460	34,210	0	118,368
第 14 年	41,772	24,770	20,090	35,920	0	122,552
第 15 年	43,143	25,260	20,750	37,710	0	126,863
第 16 年	43,561	25,770	21,430	39,600	0	130,361

項目 年期	訓練檢定收入	檢查調查收入	專案技服收入	檢測驗證收入	研發掘注收入	合計
第 17 年	44,959	26,280	22,140	41,580	0	134,959
第 18 年	46,379	26,810	22,860	43,660	0	139,709
第 19 年	47,817	27,350	23,620	45,840	0	144,627
第 20 年	49,275	27,890	24,410	48,130	0	149,705
第 21 年	50,727	28,450	25,220	50,540	0	154,937
第 22 年	52,229	29,020	26,060	53,070	0	160,379
第 23 年	53,747	29,590	26,940	55,720	0	165,997
第 24 年	55,290	30,190	27,840	58,510	0	171,830
第 25 年	56,846	30,790	28,780	61,430	0	177,846
第 26 年	58,396	31,400	29,750	64,500	0	184,046
第 27 年	61,040	32,040	30,750	67,730	0	191,560
第 28 年	62,670	32,680	31,790	71,110	0	198,250
第 29 年	64,313	33,330	32,870	74,670	0	205,183
第 30 年	65,982	34,000	33,990	78,400	0	212,372
合計	1,337,956	822,885	673,435	1,265,520	0	4,099,796

註：表列年期第 1 年係指工程完成後開始營運年，預估為民國 110 年。

二、營運成本分析

1. 人事費用：

軌道技術研究暨驗證中心人員從簡，主要人事費用來自行政管理人員及直接業務人員之薪給，預估以籌備期需求人力約 25 人(除負責中心硬體設施興建外，並可開始承攬部分以專業技術人力需求為主之業務)，硬體設施興建完成後中期約 55 人，以及長期視未來視業務成長逐步調整至 60 人；至於該等人力確實需要，仍可由未來中心籌備處進一步規劃，部分人員採專案約聘或外包方式進用。

年度人事成本平均薪資假設同基本案(本計畫)，中、長平均薪資約每人新台幣 96 萬元(104 年幣值)，每年費用並隨薪資成長率 2%逐年調升。

2. 用地租金：同基本案(本計畫)情境

3. 營運業務配合費用：除不辦理技術研發業務外，其餘同基本案(本計畫)情境。

4. 維護管理費用：除不辦理技術研發業務外，其餘同基本案(本計畫)情境。

綜上分析，軌道技術研究暨驗證中心業務之分年營運成本預估如表 9.2.2-2。

表 9.2.2-2 無研發業務情境營運成本表

單位：新台幣千元(當年幣值)

項目 年期	人事費用	用地租金	配合費用	管理費用	合計
105	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0
107	19,369	0	1,227	3,680	24,276
108	32,928	0	2,500	6,256	41,684
109	33,586	0	2,551	6,381	42,518
第 1 年	58,765	1,654	9,546	11,165	81,130
第 2 年	59,941	1,654	9,797	11,389	82,781
第 3 年	61,272	1,654	10,164	11,642	84,732
第 4 年	62,632	1,736	10,544	11,900	86,812
第 5 年	64,023	1,736	10,934	12,164	88,857
第 6 年	65,444	1,736	11,224	12,434	90,838
第 7 年	66,896	1,823	11,637	12,710	93,066
第 8 年	68,380	1,823	12,064	12,992	95,259
第 9 年	69,897	1,823	12,506	13,280	97,506
第 10 年	71,447	1,914	12,845	13,575	99,781
第 11 年	73,031	1,914	13,311	13,876	102,132
第 12 年	74,650	1,914	13,793	14,184	104,541
第 13 年	76,304	2,010	14,293	14,498	107,105
第 14 年	77,995	2,010	14,810	14,819	109,634
第 15 年	79,723	2,010	15,342	15,147	112,222
第 16 年	81,488	2,111	15,767	15,483	114,849
第 17 年	83,291	2,111	16,334	15,825	117,561
第 18 年	85,135	2,111	16,920	16,176	120,342
第 19 年	87,020	2,216	17,527	16,534	123,297
第 20 年	88,945	2,216	18,154	16,900	126,215
第 21 年	90,913	2,216	18,800	17,273	129,202
第 22 年	92,925	2,327	19,472	17,656	132,380
第 23 年	94,980	2,327	20,167	18,046	135,520
第 24 年	97,080	2,327	20,887	18,445	138,739
第 25 年	99,226	2,443	21,631	18,853	142,153
第 26 年	101,420	2,443	22,397	19,270	145,530
第 27 年	103,661	2,443	23,333	19,696	149,133
第 28 年	105,951	2,566	24,160	20,131	152,808
第 29 年	108,292	2,566	25,019	20,575	156,452
第 30 年	110,910	2,566	25,909	21,030	160,458
總 計	2,547,520	62,400	495,565	484,028	3,589,513

註：表列年期第 1 年係指工程完成後開始營運年，預估為民國 110 年。

三、財務分析結果

依據無挹注研究發展經費、無辦理技術研發業務之基本假設下，財務分析數據列舉如表 9.2.2-3 及表 9.2.2-4，財務評估指標計算結果如下：

本情境興建期現金流出估約 41.66 億元(當年幣值)、營運期現金淨流入估約 0.29 億元(當年幣值)，以 3.0%之折現率將各年收益、支出進行現值計算結果，若不含興建費用捐助及挹注研發經費時，計畫自償率為-1.29%、財務淨現值(NPV)為負值-38.34 億元、計畫經營比(R/C)為 0.98，顯示本情境興建費用無法自償，且營運收入不足以平衡營運成本支出。

表 9.2.2-3 無研發業務情境自償率分析結果

單位：新台幣千元(當年幣值)

年期	項目	興建期現金流出(建設成本) (A)	營運現金淨流入			合計(無挹注) (E)=(B)+(C)+(D)
			營運收入 (B)	營運支出 (C)	折舊重增置 (D)	
106		32,877	0	0	0	0
107		453,888	11,680	-24,276	0	-12,596
108		2,116,164	23,810	-41,684	0	-17,874
109		1,562,895	24,290	-42,518	0	-18,228
第 1 年		0	79,669	-81,130	0	-1,461
第 2 年			81,751	-82,781	0	-1,030
第 3 年			84,742	-84,732	0	10
第 4 年			87,826	-86,812	0	1,014
第 5 年			90,995	-88,857	0	2,138
第 6 年			93,396	-90,838	0	2,558
第 7 年			96,753	-93,066	0	3,687
第 8 年			100,222	-95,259	0	4,963
第 9 年			103,808	-97,506	0	6,302
第 10 年			106,611	-99,781	0	6,830
第 11 年			110,392	-102,132	0	8,260
第 12 年			114,307	-104,541	0	9,766
第 13 年			118,368	-107,105	0	11,263
第 14 年			122,552	-109,634	0	12,918
第 15 年			126,863	-112,222	-327,193	-312,552
第 16 年			130,361	-114,849	0	15,512
第 17 年			134,959	-117,561	0	17,398
第 18 年			139,709	-120,342	0	19,367
第 19 年			144,627	-123,297	0	21,330
第 20 年			149,705	-126,215	-154,322	-130,832
第 21 年			154,937	-129,202	0	25,735
第 22 年			160,379	-132,380	0	27,999
第 23 年			165,997	-135,520	0	30,477
第 24 年			171,830	-138,739	0	33,091
第 25 年			177,846	-142,153	0	35,693
第 26 年			184,046	-145,530	0	38,516
第 27 年			191,560	-149,133	0	42,427
第 28 年			198,250	-152,808	0	45,442
第 29 年			205,183	-156,452	0	48,731

年期 \ 項目	興建期現金流出(建設成本) (A)	營運現金淨流入			
		營運收入 (B)	營運支出 (C)	折舊重增置 (D)	合計(無挹注) (E)=(B)+(C)+(D)
第 30 年		212,372	-160,458	0	51,914
當年幣值合計	4,165,824	4,099,796	-3,589,513	-481,515	28,768
現值合計(105 年)	3,784,954	2,231,199	-2,017,429	-262,510	-48,740
自償率：		-1.29%			
內部報酬率(IRR)：		NA			
淨現值(NPV)：		-3,833,694			

表 9.2.2-4 本計畫財務效益指標分析結果(無研發挹注)

單位：新台幣千元(105 年現值)

項 目	105 年現值
一、營運活動現金流量：	
(一)訓練檢定收入	727,920
(二)檢查調查收入	473,655
(三)專案技服收入	369,100
(四)檢測研發收入	660,523
(五)研發挹注收入	0
(六)人事行政費用	-1,439,901
(七)用地租金	-34,960
(八)配合費用	-268,988
(九)維護管理費用	-273,580
(十)設備增置及重置	-262,510
淨營運資金變動	-48,741
二、投資活動現金流量：	0
(一)興建成本	-3,784,954
淨投資現金流量	-3,784,954
淨現值(NPV)	-3.833,695
經營比(R/C)	0.98
內部報酬率(IRR)	NA

由表 9.2.2-2 無研發業務情境營運成本表，本情境營運期間人事成本呈現逐年成長趨勢，占總營運成本比例約 71%，未來允宜視營運狀況適度調整組織人力，使能達成自給自足永續經營。

9.3 環保節能(綠建築)改善

廠區之構造建材、物理設備及設施之計畫應以全壽年之思考全面採用綠建築之構想，例如建材上除考量易維護清潔特性外，儘量採用符合綠建築精神之可回收性材料(如結構及裝修建材多採用鋼鐵、金屬、玻璃、木材、塑膠等)，同時須考慮西南部沿海氣候做適當之防銹處理。建築物以自然通風採光及節能設計為主，照明以省電照明燈具，並適當使用風力及太陽能發電技術做小規模之發電，戶外鋪面儘量採用透水性材料並做適當之雨水回收設施；採用省水標章器具，裝修建材應盡量採用綠建材標章建材，並適度設置集水池等設施以便於枯水季時維護或澆灌用水之需。綠建築九大指標改善方案如表 9.3-1，各辦公室及廠房之綠建築構想及節能減碳構想概述如后。

表 9.3-1 綠建築九大指標改善方案

指標項目	可行之具體作法
一、生物多樣性指標	將以加強綠化方式營造生態綠廊
二、基地綠化指標	1.於基地內種植台灣耐沿海氣候之本土喬木 2.喬木下方及軌道區間密植台灣耐沿海氣候之本土灌木以達多層次綠化效果 3.增設人工花台增強綠化 4.減少人工草皮面積、以密植灌木替代
三、基地保水指標	1.辦公室前空地設置花園 2.人行步道、廣場等人工鋪面採透水材料 3.停車位可考量採用植草磚增加滲透面積以保水
四、日常節能指標	1.利用遮陽板加強建築外殼開口部外遮陽設計 2.加強屋頂隔熱處理 3.著重空調分區、出入口採自然通風以節能，並使用高效率之空調機械及系統 4.善加利用自然採光節約照明能源 5.建築室內將採用高效率燈具提高照明效率 6.設置太陽能發電及或風力發電設備，輔助部份照明用電及具有節能宣示作用
五、水資源指標	1.所有用水設備全面採用省水器具 2.減少人工草皮面積至最低，避免耗水 3.於軌道區空地設置大雨時溢水回收之地面或地下儲水池
六、污水垃圾改善指標	1.垃圾集中處理，並執行資源垃圾分類回收 2.設置污水處理槽，員工生活排水配管納入處理設施
七、二氧化碳減量指標	多採用經耐候處理之木構、鋼構與金屬帷幕建材，以減少耗能建材用量
八、廢棄物減量指標	1.建物結構輕量化，並採鋼構或預鑄，降低營建污染 2.加強工地污染管理，減少施工過程空氣污染
九、室內環境指標	1.室內儘量採用可回收環保建材。 2.採用綠建材標章之建材設計。

一、綠建築構想：

依行政院核定「綠建築推動方案」其工程總造價在五千萬元以上之公有建築物，需取得候選綠建築證書。本計畫依 EEWB 系統之生態(Ecological)、節能(Energy saving)、減廢(Waste reduction)及健康(Health)等進行各項指標之量化分析評估如表 9.3-2。

表 9.3-2 改善計畫對應綠建築各項指標與量化之構想表

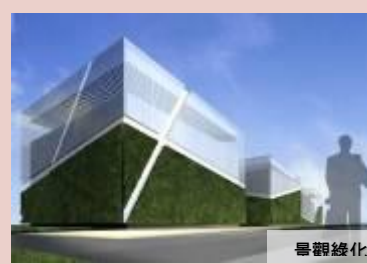
指標屬性	指標名稱	評估量化內容	廠區設計建議
生態	生物多樣性	生態綠網、小生物棲地、植物多樣性、土壤生態、生物共生建築設計	綠地、水路等多種自然環境來串起零碎的棲地環境，建構一個完整且整體的生態網絡系統。
	綠化	生態複層、喬木及灌木、多年生蔓藤、草花花園、自然野草地、草坪、老樹保留等栽種面積	降低建蔽率擴大綠地、喬木及灌木、利用空間種植喬木及灌木、喬木下方密植灌木及多年生蔓藤，多樣性、多層次、低維護之綠化
	基地保水	常用保水設計、特殊保水設計、其他保水設計	增加土壤面積，腹地大優勢佳，建議使用綠色透水地磚與覆土
節能	日常節能	建築外殼節能、空調系統節能、照明系統節能	避免將開口及開窗設於日射最大之方位，屋頂及開口部遮陽及隔熱設計、利用太陽能光電、自然採光及使用省電燈具及自然浮力通風局部空調
減廢	CO2 減量	形狀係數 F、輕量化係數 W、非金屬建材使用率 R、耐久化係數 D	初步效益評估，可設法於改善方案適用本指標
	廢棄物減量	工程不平衡土方比例、施工廢棄物比例、拆除廢棄物比例、施工空氣污染比例	結構輕量化、減少營建空污量、使用綠色建材、零垃圾運動
健康	室內環境	音環境、光環境、通風環境、室內建材裝修、照明系統	隔除噪音、避免直接日照、增加自然通風、使用綠建材裝修及省電燈具。如天花以高頻率噪音處理等
	水資源	水資源指標計算、建築類別總用水量、自來水替代率評估、雨水貯集槽	使用省水衛生設備、設置雨水再利用系統，供應澆灌使用
	污水垃圾改善	污水指標、垃圾指標	因廠區區污水管路外應無設置衛生下水道，故須設置污水處理槽。

二、節能減碳構想：

針對本工程特性，在「綠色環境」、「綠色工法」、「綠色材料」及「綠色能源」等方面研擬相關對策參考如下。

■ 綠色環境

雨水回收再利用
景觀綠化
透水鋪面
使用綠建材



■ 綠色材料

採用自充填混凝土
使用飛灰爐石
使用結構鋼材
選用高效率設備



■ 綠色工法

引進自然通風

引進自然光

土石方再利用



自然採光



廢土暫存再利用

■ 綠色能源

太陽能光電系統

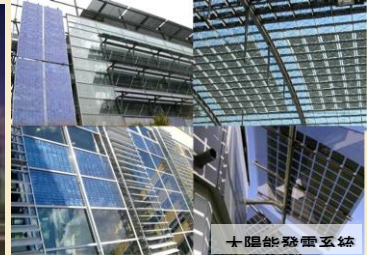
小型風力發電系統

T5型、LED燈具

節能標章設備



節能燈具



太陽能發電系統

9.4 行政院所屬各機關中長程計畫編審附件-自評表

行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點第六點附表

附表一

中長程個案計畫自評檢核表

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
1、計畫書格式	(1)計畫內容應包括項目是否均已填列(「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」(以下簡稱編審要點)第5點、第12點)	✓				
	(2)延續性計畫是否辦理前期計畫執行成效評估，並提出總結評估報告(編審要點第5點、第13點)		✓			
	(3)是否依據「跨域加值公共建設財務規劃方案」之精神提具相關財務策略規劃檢核表？並依據各類審查作業規定提具相關書件		✓			
2、民間參與可行性評估	是否填寫「促參預評估檢核表」評估(依「公共建設促參預評估機制」)	✓				
3、經濟及財務效益評估	(1)是否研提選擇及替代方案之成本效益分析報告(「預算法」第34條)	✓				
	(2)是否研提完整財務計畫	✓				
4、財源籌措及資金運用	(1)經費需求合理性(經費估算依據如單價、數量等計算內容)	✓				
	(2)資金籌措：依「跨域加值公共建設財務規劃方案」精神，將影響區域進行整合規劃，並將外部效益內部化		✓			
	(3)經費負擔原則： a.中央主辦計畫：中央主管相關法令規定 b.補助型計畫：中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法、依「跨域加值公共建設財務規劃方案」之精神所擬訂各類審查及補助規定	A				
	(4)年度預算之安排及能量估算：所需經費能否於中程歲出概算額度內容納加以檢討，如無法納編者，應檢討調減一定比率之舊有經費支應；如仍有不敷，須檢附以前年度預算執行、檢討不經濟支出及自行檢討調整結果等經費審查之相關文件	✓				
	(5)經費比 1：2(「政府公共建設計畫前期作業實施要點」第2點)	✓				
	(6)屬具自償性者，是否透過基金協助資金調度		✓			
5、人力運用	(1)能否運用現有人力辦理	✓				
	(2)擬請增人力者，是否檢附下列資料： a.現有人力運用情形 b.計畫結束後，請增人力之處理原則 c.請增人力之類別及進用方式 d.請增人力之經費來源		✓			

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
6、營運管理計畫	是否具務實及合理性(或能否落實營運)	✓				
7、土地取得	(1)能否優先使用公有閒置土地房舍	✓				
	(2)屬補助型計畫，補助方式是否符合規定(中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法第 10 條)		✓			
	(3)計畫中是否涉及徵收或區段徵收特定農業區之農牧用地		✓			
	(4)是否符合土地徵收條例第 3 條之 1 及土地徵收條例施行細則第 2 條之 1 規定		✓			
	(5)若涉及原住民族保留地開發利用者，是否依原住民族基本法第 21 條規定辦理		✓			
8、風險評估	是否對計畫內容進行風險評估	✓				
9、環境影響分析 (環境政策評估)	是否須辦理環境影響評估		✓			
10、性別影響評估	是否填具性別影響評估檢視表	✓				
11、無障礙及通用 設計影響評估	是否考量無障礙環境，參考建築及活動空間相關規範辦理	✓				
12、高齡社會影響 評估	是否考量高齡者友善措施，參考 WHO「高齡友善城市指南」相關規定辦理	✓				
13、涉及空間規劃 者	是否檢附計畫範圍具座標之向量圖檔		✓			設計階段辦理
14、涉及政府辦公 廳舍興建購 置者	是否納入積極活化閒置資產及引進民間資源共同開發之理念		✓			
15、跨機關協商	(1)涉及跨部會或地方權責及財務分攤，是否進行跨機關協商		✓			
	(2)是否檢附相關協商文書資料		✓			
16、依碳中和概念 優先選列節 能減碳指標	(1)是否以二氧化碳之減量為節能減碳指標，並設定減量目標	✓				
	(2)是否規劃採用綠建築或其他節能減碳措施	✓				
	(3)是否檢附相關說明文件	✓				
17、資通安全防護 規劃	資訊系統是否辦理資通安全防護規劃	✓				

主辦機關核章：承辦人

單位主管

首長

主管部會核章：研考主管

會計主管

首長

9.5 公共建設促參預評估檢核表

公共建設促參預評估檢核表

填表日期：106 年 3 月 14 日

壹、公共建設基本資訊
一、計畫名稱： <u>軌道技術研究暨驗證中心可行性研究暨綜合規劃</u>
二、執行機關（構）（即填表單位）： <u>交通部高速鐵路工程局</u>
三、公共建設現況：
（一）基地區位（地理位置）： <u>高速鐵路總機廠旁預留 10 公頃用地</u>
基地面積或樓地板面積：_____平方公尺
（二）經營現況：
☒ 新興之公共建設
☐ 既有之公共建設
☐ 全部委外
營運現況：
1、每年營運收入：_____萬元
2、每年營運費用：_____萬元
☐ 部分委外，範圍： <u>（無）</u>
營運現況：
1、每年營運收入：_____萬元
2、每年營運費用：_____萬元
☐ 自行營運，範圍：_____
營運現況：
1、每年營運收入：_____萬元
2、機關管理人力：專職_____；兼辦_____人
3、每年管理維護預算約：_____
（三）基地是否位於環境敏感地區：
☐ 是，說明：_____
☒ 否
（四）土地權屬：
☒ 全數為國公有土地
☒ 管理機關為執行機關
☐ 管理機關為其他機關（機關名稱：_____）
☐ 含私有土地（約佔計畫範圍_____%），其所有權人為：_____
☐ 國營事業（機構名稱：_____）
☐ 私人
☐ 其他
（五）土地使用分區：
☐ 都市計畫區
使用分區為_____
☒ 非都市土地
使用分區為 <u>高雄市燕巢區</u>

使用地類別為_____ (六) 基地是否有聯外道路： ☒ 是 ☐ 否，未來有道路開闢計畫： ☐ 是，說明(含預算編列情形)：_____ ☐ 否 (七) 基地是否有地上物待拆除、排除占用或補辦使用執照等情形： ☐ 是，說明(含預算編列情形及執行單位)：_____ _____ ☒ 否
貳、政策面
一、本案是否符合相關公共建設政策： ☐ 是，相關政策： ☐ 國家重大計畫：_____ ☐ 中長程計畫：_____ ☐ 地方綜合發展計畫：_____ ☐ 地方重大施政計畫：_____ ☐ 符合公有土地或資產活化目的 ☐ 其他：_____ ☒ 否(停止作答，跳填「陸」並核章) 二、本案是否符合引進民間參與之政策： ☐ 是，相關政策： ☐ 公共建設計畫經核定採促參方式辦理：_____ _____ ☐ 具急迫性之新興或需整/擴建之公共建設：_____ _____ ☐ 已建設之公共建設，管理人力、維護經費受限：_____ _____ ☐ 其他：_____ ☒ 否，說明：<u>屬公益之性質，所預備辦理之業務亦須具有第 3 方獨立機構之特性，因此無法切割給 民間企業參與經營</u>
參、法律及土地取得面
一、民間參與之法律依據： ☐ 促參法 (一) 公共建設為促參法第 3 條之公共建設類別，其類別為： _____ (符合促參法施行細則第____條第____項第____款) (二) 公共建設將以促參法第 8 條之民間參與方式辦理： ☐ 交由民間興建－營運－移轉(BOT) ☐ 交由民間興建－無償移轉－營運(BTO)

- ☐ 交由民間興建－有償移轉－營運（BT0）
☐ 交由民間整建／擴建－營運－移轉（ROT）
☐ 交由民間營運－移轉（OT）
☐ 交由民間興建－擁有所有權－自為營運或交由第三人營運（B00）
☐ 其他經主管機關核定之方式

（三）公共建設辦理機關為促參法第 5 條之主辦機關：

☐ 是：

- ☐ 主辦機關
☐ 被授權機關，授權機關為：_____
☐ 受委託機關，委託機關為：_____

☐ 否

☐ 依其他法令辦理者：

- ☐ 獎勵民間參與交通建設條例
☐ 都市更新條例
☐ 國有財產法
☐ 商港法
☐ 其他：_____

☐ 無相關法律依據（停止作答，跳填「陸」並核章）

二、土地取得：

☐ 執行機關已為土地管理機關

☐ 尚需取得土地使用權或管理權

☐ 公共建設所需用地為國公有土地，土地取得方式為：

- ☐ 撥用公有土地
☐ 依其他法令規定取得土地使用權

☐ 公共建設所需用地夾雜公私有土地，私有土地取得方式為：

- ☐ 協議價購
☐ 辦理徵收
☐ 其他：_____

☐ 是否已與相關機關或人士進行協商：

- ☐ 已協商且獲初步同意
☐ 已協商但未獲結論或不可行
☐ 未進行協商

三、土地使用管制調整：

☐ 毋須調整

☐ 需變更都市計畫之細部計畫或非都市土地使用編定

☐ 需變更都市計畫之主要計畫或非都市土地使用分區

肆、市場及財務面

一、擬交由民間經營之設施是否有穩定之服務對象或計畫：

- ☐ 是
☐ 不確定

二、使用者付費之接受情形：

(一) 鄰近地區是否已有類似設施需付費使用

☐是

☐否

☐不確定，尚待進一步調查

(二) 其他地區是否已有類似設施需付費使用

☐是

☐否

☐不確定，尚待進一步調查

(三) 是否已有相似公共建設引進民間參與之成功簽約案例

☐有(案名：_____)

☐沒有

三、民間參與意願(可複選)：

☐已有民間廠商自行提案申請參與(係依促參法第 46 條規定辦理)

☐民間廠商詢問者眾

☐已初步探詢民間廠商有參與意願

☐不確定

四、公共建設收益性：

☐具收益性

☐具收益性設施所占空間較非收益性設施高出甚多

☐具收益性設施所占空間較非收益性設施差不多

☐具收益性設施所占空間較非收益性設施少很多

☐不具收益性

伍、辦理民間參與公共建設可行性評估及先期規劃作業要項提示(務請詳閱)

一、機關於規劃時應掌握民意支持情形(包括：民眾、民意機關、輿論等)，適時徵詢相關民眾及團體之意見，並應將前揭意見納入規劃考量。

二、公共建設如涉土地使用管制調整及位於環境敏感地區，機關應於規劃期間適時洽商土地使用、環境影響評估、水土保持及相關開發審查機關有關開發規模、審查程序等事項，審酌辦理時程及影響，並視需要考量是否先行辦理相關作業並經審查通過後，再公告徵求民間參與。

三、機關於規劃時應考量公共建設所需用水用電供應之可行性、聯外道路開闢等配套措施。

四、依促參法辦理之公共建設，其他重要事項請參考「促參標準作業流程及重要工作事項檢核表」，可至主管機關網站下載(下載路徑 <http://ppp.mof.gov.tw> → 參考資料 → 其他)。

陸、綜合預評結果概述

一、政策面預評小結：

☐初步可行，說明：

☐條件可行，說明：

☒初步不可行，說明：屬公益之性質，所預備辦理之業務亦須具有第 3 方獨立機構之特性，因此無法切割給民間企業參與經營

二、法律及土地取得面預評小結：

☐初步可行，說明：

☐條件可行，說明：

☒初步不可行，說明：無土地取得，不具民間參與投資開發之可行性低

三、市場及財務面預評小結：

☐初步可行，說明：

☐條件可行，說明：

☒初步不可行，說明：屬公益之性質，所預備辦理之業務亦須具有第 3 方獨立機構之特性，無收益性。

四、綜合評估，說明：

屬公益之性質，所預備辦理之業務亦須具有第 3 方獨立機構之特性，無收益性、無法切割給民間企業參與經營、不具民間參與投資開發之可行性低

填表機關聯絡資訊

聯絡人

姓名：林坤霖 ；服務單位：交通部高速鐵路工程局 ；

職稱：副工程司 ；電話：02-80723333 ext 1202 ；傳真：02-89691519

電子郵件：klllin@hsr.gov.tw

填表單位核章

機關首長核章

9.6 性別影響評估

中長程個案計畫性別影響評估檢視表

【第一部分】：本部分由機關人員填寫

填表日期：106 年 3 月 14 日			
填表人姓名：林坤霖		職稱：副工程司	身份：■業務單位人員
電話：02-80723333 ext 1202		e-mail：kllin@hsr.gov.tw	☐ 非業務單位人員， (請說明：_____)
填 表 說 明 一、行政院所屬各機關之中長程個案計畫除因物價調整而需修正計畫經費，或僅計畫期程變更外，皆應填具本表。 二、「主管機關」欄請填列中央二級主管機關，「主辦機關」欄請填列提案機關（單位）。 三、建議各單位於計畫研擬初期，即徵詢性別平等專家學者或各部會性別平等專案小組之意見；計畫研擬完成後，應併同本表送請民間性別平等專家學者進程序參與，參酌其意見修正計畫內容，並填寫「拾、評估結果」後通知程序參與者。			
壹、計畫名稱		軌道技術研究暨驗證中心計畫	
貳、主管機關		交通部	主辦機關（單位） 交通部高速鐵路工程局
參、計畫內容涉及領域：			勾選（可複選）
3-1 權力、決策、影響力領域			
3-2 就業、經濟、福利領域			
3-3 人口、婚姻、家庭領域			
3-4 教育、文化、媒體領域			
3-5 人身安全、司法領域			
3-6 健康、醫療、照顧領域			
3-7 環境、能源、科技領域			
3-8 其他（勾選「其他」欄位者，請簡述計畫涉及領域）			☒ 公共工程交通運輸類
肆、問題與需求評估			
項 目	說 明		備 註
4-1 計畫之現況問題與需求概述	<u>現況問題</u> 1. 軌道路網陸續完成，7 年來運量成長 46%，政府大力推動軌道建設之際，亟須同步正視軌道營運安全及產業發展課題。 2. 國內軌道系統技術、安全對策與設備生產等能力，分散於營運機構、顧問業及產業，缺乏專業機構扮演技術及產業整合領頭羊的角色，不利我國軌道系統長遠發展。 <u>需求概述</u> 1. 鐵路法 103 年大幅修正，建立重要安全法規基礎；惟鐵路系統涉及土建、機電、電力、通訊等複合技術整合，安全監理除賴鐵道局組織外，尚須第三方專業機構技術支援。 2. 建立「國車國造」之產業鏈基礎，亟需建立國內軌道零組件乃至車輛產品之測試、檢驗與認證能力，以協助軌道產業發展。 3. 另我國對於軌道系統設施設備之規範標準、技術研發、測試檢驗與驗證等，尚缺乏專責單位。		簡要說明計畫之現況問題與需求。
4-2 和本計畫相關之性	依目前國內軌道營運單位之列車駕駛、行控人員聘用情形：		1. 透過相關資料庫、圖書等各

別統計與性別分析	1.鐵路、高鐵之列車駕駛、行控人員，男性比例較高。其中臺鐵局駕駛 1096 人，女性 8 人佔 0.7%；台灣高鐵公司駕駛 150 人，女性 18 人佔 12% 2.在捷運方面，由於新近之都會捷運大都將採無人駕駛，新進駕駛人數將減少。 3.綜合各類軌道系統，報告書第 4-5 頁說明，未來新進列車駕駛訓練每年約 244 人次(104 年)、行控人員約 45 人次(104 年)；回訓駕駛每年約 2,026 人次(104 年)、行控人員約 270 人次(104 年)。，樂觀估算未來男女比例，軌道駕駛人員約為 75%(男):25%(女)、行控人員 60%(男):40%(女)。	種途徑蒐集既有的性別統計與性別分析。 2.性別統計與性別分析應儘量顧及不同性別、性傾向及性別認同者之年齡、族群、地區等面向。		
4-3 建議未來需要強化與本計畫相關的性別統計與性別分析及其方法	1.透過各式調查或監理機制瞭解各類軌道系統從業人員性別比例。 2.未來將朝以「提升女性參與機會，擴大參與管道」、「確保政策計劃設計和宣導過程，避免複製性別刻板印象和論述，積極鼓勵年輕女性參與」、「構建安全、友善空間」、「性別隔離降至最小」及「減少性別落差及城鄉差距」等方向辦理。如建置無障礙設施、照明設施、女性住宿使用空間部分採獨立設置等	說明需要強化的性別統計類別及方法，包括由業務單位釐清性別統計的定義及範圍，向主計單位建議分析項目或編列經費委託調查，並提出確保執行的方法。		
伍、計畫目標概述（併同敘明性別目標）	本計畫規劃成立專門的測試及檢驗機構，集合技術專業人力，協助民間投入相關工業產品之研發，與輔助政府對軌道事業之監理。預期達成計畫目標如后。 (一) 設置軌道運輸系統行車人員培訓(包括駕駛、行控人員)、技能檢定與認證之專門機構，提升營運公共安全。 (二) 協助交通部及地方捷運主管機關辦理軌道營運安全監理業務技術相關事宜。 (三) 建立軌道運輸系統專門測試及驗檢中心，提升軌道技術驗證及認證能力。 (四) 提升軌道運輸技術研發能量，支援產業技術研發需要，降低國外技術進口依賴。			
陸、性別參與情形或改善方法（計畫於研擬、決策、發展、執行之過程中，不同性別者之參與機制，如計畫相關組織或機制，性別比例是否達 1/3）	本計畫並無明顯性別限制，計畫相關組織亦無性別之偏重，未來參與本計畫之性別比例預估可達1/3。			
柒、受益對象				
1.若 7-1 至 7-3 任一指標評定「是」者，應繼續填列「捌、評估內容」8-1 至 8-9 及「第二部分－程序參與」；如 7-1 至 7-3 皆評定為「否」者，則免填「捌、評估內容」8-1 至 8-9，逕填寫「第二部分－程序參與」，惟若經程序參與後，10-5「計畫與性別關聯之程度」評定為「有關」者，則需修正第一部分「柒、受益對象」7-1 至 7-3，並補填列「捌、評估內容」8-1 至 8-9。 2.本項不論評定結果為「是」或「否」，皆需填寫評定原因，應有量化或質化說明，不得僅列示「無涉性別」、「與性別無關」或「性別一律平等」。				
項 目	評定結果 (請勾選)		評定原因	備 註
	是	否		
7-1 以特定性別、性傾向或性別認同者為受益對象		✓	本計畫屬公共工程交通運輸，受益對象為全體民眾，並不以特定性別為主。	如受益對象以男性或女性為主，或以同性戀、異性戀或雙性戀為主，或個人自認屬於男性或女性者，請評定為「是」。

7-2 受益對象無區別，但計畫內容涉及一般社會認知既存的性別偏見，或統計資料顯示性別比例差距過大者	√	本計畫屬公共工程交通建設，受益對象為全體民眾，不以特定性別為主。另就2012年行政院主計處性別圖像統計數字，在交通上使用鐵路交通的性別比率，女性為1.2%、男性為0.9%，也就是使用鐵路交通女性比男性多出約三成的比率。	如受益對象雖未限於特定性別人口群，但計畫內容涉及性別偏見、性別比例差距或隔離等之可能性者，請評定為「是」。
7-3 公共建設之空間規劃與工程設計涉及對不同性別、性傾向或性別認同者權益相關者	√	就男女使用差別，比如廁所，將行政大樓、教學大樓等之廁所做合理分配；另有哺乳室及女性使用安全規劃等。	如公共建設之空間規劃與工程設計涉及不同性別、性傾向或性別認同者使用便利及合理性、區位安全性，或消除空間死角，或考慮特殊使用需求者之可能性者，請評定為「是」。

捌、評估內容

(一) 資源與過程

項 目	說 明	備 註
8-1 經費配置：計畫如何編列或調整預算配置，以回應性別需求與達成性別目標	考量性別差異需求不同，廁所數量與設計將予以配合，在綜合規劃階段已併同考量哺乳室及女性使用安全規劃等，友善措施等納入經費需求考量，俟建設計畫奉行政院核定後，將據以編列預算辦理設計、施工。	說明該計畫所編列經費如何針對性別差異，回應性別需求。
8-2 執行策略：計畫如何縮小不同性別、性傾向或性別認同者差異之迫切性與需求性	完工後之受益者並無性別差異，故無需以分期執行策略縮小差異。	計畫如何設計執行策略，以回應性別需求與達成性別目標。
8-3 宣導傳播：計畫宣導方式如何顧及弱勢性別資訊獲取能力或使用習慣之差異	本計畫提供之服務對象為軌道監理機關、軌道營運機構、軌道業公益法人機構及產業等軌道事業機關，受益為全體人民，目的為提升營運安全、落實軌道監理、建立驗證能力、支援產業研發，宣導方式並不著重在不同性別需求，全體人民皆能得到宣導資訊。	說明傳佈訊息給目標對象所採用的方式，是否針對不同背景的目標對象採取不同傳播方法的設計。
8-4 性別友善措施：搭配其他對不同性別、性傾向或性別認同者之友善措施或方案	如廁所數量及婦女安全停車區域，皆為搭配之友善措施。	說明計畫之性別友善措施或方案。

(二) 效益評估

項 目	說 明	備 註
8-5 落實法規政策：計畫符合相關法規政策之情形	1.服務對象為軌道監理機關、軌道營運機構、軌道業公益法人機構及產業等軌道事業機關，受益為全體人民。本計畫並無違反基本人權、婦女政策綱領及性別主流化之基本精神。 2. 朝以「提升女性參與機會，擴大參與管道」、「確保政策計劃設計和宣導過程，避免複製性別刻板印象和論述，積極鼓勵年輕女性參與」、「構建安全、友善空間」、「性別隔離降至最小」及「減少性別落差及城鄉差距」等方向辦理。	說明計畫如何落實憲法、法律、性別平等政策綱領、性別主流化政策及 CEDAW 之基本精神，可參考行政院性別平等會網站 (http://www.gec.gov.tw/)。
8-6 預防或消除性別隔離：計畫如何預防或消除性別隔離	服務對象為軌道監理機關、軌道營運機構、軌道業公益法人機構及產業等軌道事業機關，受益為全體人民，無論任何性別均可平等、自由地受益。	說明計畫如何預防或消除傳統文化對不同性別、性傾向或性別認同者之限制或僵化期待。
8-7 平等取得社會資源：計畫如何提升平等獲取社會資源機會	本計畫及其後續設計與施工、以及完成後之營運階段，均提供不同性別者平等獲取社會資源機會及營造平等對待環境。	說明計畫如何提供不同性別、性傾向或性別認同者平等機會獲取社會資源，提升其參與社會及公

		共事務之機會。
8-8 空間與工程效益：軟硬體的公共空間之空間規劃與工程設計，在空間使用性、安全性、友善性上之具體效益	空間使用性： 本計畫在空間的性別分配上，例如男女廁所衛生設備數量分配比例等，後續設計時將參照男女性別統計比例，及依建築技術規則建築設備篇第 2 章第 2 節衛生設備第 37 條(男女廁所比例與數量)辦理，並增設親子廁所 1 組。 安全性： 本計畫在空間安全性考量上，規劃有： 1.停車場坐落位置之區塊選擇，儘量弭除戶外空間死角(如加設路燈及庭園燈數量、避免女廁位置邊緣化，並於男、女廁所及無障礙廁所等裝設安全警鈴等)。 2.為避免造成潛在對不同性別者的威脅，包括清楚標示電梯及樓梯扶梯之警示、安全監控系統等。 友善性： 本計畫之空間友善性設計如下： 1.場區道路鋪面上，考量女性穿著高跟鞋、親子嬰兒推車及輪椅等，並落實引導標示。 2.場區停車場考量步行區域範圍。 3.場區內規劃設置親子廁所、哺乳室及換尿片等設施。 5.場區內、外依「建築物無障礙設施設計規範」規定設置無障礙設施及設備。	1.使用性：兼顧不同生理差異所產生的不同需求。 2.安全性：消除空間死角、相關安全設施。 3.友善性：兼顧性別、性傾向或性別認同者之特殊使用需求。
8-9 設立考核指標與機制：計畫如何設立性別敏感指標，並且透過制度化的機制，以便監督計畫的影響程度	1.本計畫性別敏感指標如下： (1) 不同性別使用者對廠區環境滿意度均達 90%以上。 (2) 每年舉辦性別意識培力課程至少 3 小時。 2.後續依「行政院所屬各機關個案計畫管制評核作業要點」納入年度管制作業計畫評核)。	1.為衡量性別目標達成情形，計畫如何訂定相關預期績效指標及評估基準(績效指標，後續請依「行政院所屬各機關個案計畫管制評核作業要點」納入年度管制作業計畫評核)。 2.說明性別敏感指標，並考量不同性別、性傾向或性別認同者之年齡、族群、地區等面向。
玖、評估結果：請填表人依據性別平等專家學者意見之檢視意見提出綜合說明，包括對「第二部分、程序參與」主要意見參採情形、採納意見之計畫調整情形、無法採納意見之理由或替代規劃等。		
9-1 評估結果之綜合說明	本計畫設計作業納入使用者及受益者之族群分佈與性別統計需求，場區內動線規劃以友善性及安全性的空間安排(如減少場區戶外空間死角，設置廠區 CCTV 及保全、增設公共藝術空間、安全指引標示、哺乳室及無障礙廁所空間等)；另對場區所有廁所裝設照明設施及安全鈴警示回報系統，以避免潛在威脅及危險，並設置無障礙廁所設施等，設置斜坡道、電梯便利行動不便者使用，以營造出友善且具人性關懷的廠區空間，俟建設計畫奉行政院核定後，將據以辦理設計作業、編列施工預算及落實建設計畫。	
9-2 參採情形	9-2-1 說明採納意見後之計畫調整	設計階段納入訓練的目標族群與性別分佈概況及本計畫軌道技術從業人員性別統計，空間規劃與工程設計上並考慮對不同性別、性傾向或性別認同者之使用便利性及合理性，以平權理念反應於相關之設施配置與設計。
	9-2-2 說明未參採之理由或替代規劃	(無)

9-3 通知程序參與之專家學者本計畫的評估結果：

已於 105 年 06 月 15 日將「評估結果」通知程序參與者審閱

- * 請機關填表人於填完「第一部分」第壹項至第捌項後，由民間性別平等專家學者進行「第二部分－程序參與」項目，完成「第二部分－程序參與」後，再由機關填表人依據「第二部分－程序參與」之主要意見，續填「第一部分－玖、評估結果」。
- * 「第二部分－程序參與」之 10-5「計畫與性別關聯之程度」經性別平等專家學者評定為「有關」者，請機關填表人依據其檢視意見填列「第一部分－玖、評估結果」9-1 至 9-3；若經評定為「無關」者，則 9-1 至 9-3 免填。
- * 若以上有 1 項未完成，表示計畫案在研擬時未考量性別，應退回主管（辦）機關重新辦理。

【第二部分－程序參與】：本部分由民間性別平等專家學者填寫

拾、程序參與：若採用書面意見的方式，至少應徵詢 1 位以上民間性別平等專家學者意見；民間專家學者資料可至台灣國家婦女館網站參閱(<http://www.taiwanwomenscenter.org.tw/>)。

(一) 基本資料

10-1 程序參與期程或時間	105 年 10 月 5 日至 105 年 10 月 21 日		
10-2 參與者姓名、職稱、服務單位及其專長領域	李麗慧女士(現代婦女基金會專案督導)		
10-3 參與方式	☐ 計畫研商會議 ☐ 性別平等專案小組 ☒ 書面意見		
10-4 業務單位所提供之資料	相關統計資料 ☒ 有 ☐ 很完整 ☒ 可更完整 ☐ 現有資料不足須設法補足 ☐ 無 ☐ 應可設法找尋 ☐ 現狀與未來皆有困難	計畫書 ☐ 有，且具性別目標 ☒ 有，但無性別目標 ☐ 無	計畫書涵納其他初評結果 ☐ 有，已很完整 ☐ 有，但仍有改善空間 ☒ 無
10-5 計畫與性別關聯之程度	☒ 有關 ☐ 無關 (若性別平等專家學者認為第一部分「柒、受益對象」7-1 至 7-3 任一指標應評定為「是」者，則勾選「有關」；若 7-1 至 7-3 均評定「否」者，則勾選「無關」)。		

(二) 主要意見：就前述各項(問題與需求評估、性別目標、參與機制之設計、資源投入及效益評估)說明之合宜性提出檢視意見，並提供綜合意見。

10-6 問題與需求評估說明之合宜性	本計畫為軌道技術研究暨驗證中心設置計畫，請詳列目前此計畫訓練的目標族群與性別分佈概況，有了性別統計資料才能有利於中心設置的規劃。 依所提供補充資料得知，該中心主要任務包括列車駕駛及行控人員的基本訓練及學員檢定。依目前國內軌道營運單位之列車駕駛、行控人員聘用情形，鐵路、高鐵之列車駕駛、行控人員大都為男性，少數為女性。此部分若能有更清楚的性別統計，將能更能切合問題與需求的評估。
10-7 性別目標說明之合宜性	依據資料關於軌道行車人員新訓與檢定每年估算約 244 人次(104 年)、行控人員約 45 人次(104 年)；軌道行車人員回訓每年估算約 2,026 人次(104 年)、行控人員約 270 人次(104 年)。又，本計畫軌道技術研究暨驗證中心未來亦包括其他任務：提供軌道營運機構安全檢查與事故調查、軌道系統相關技術支援、產業產品測試檢驗及技術研發等，雖現況軌道技術從業人員屬男性居多，需提供詳細的性別統計數字以利設立合宜目標。
10-8 性別參與情形或改善方法之合宜性	建議建立性別參與的機制，在研擬、決策、發展、執行過程中，分別參與的機制？以及參與的意見等做為輔助參考。
10-9 受益對象之合宜性	在受益對象 7-1 雖未以特定對象為受益對象，但實際該中心主要任務包括列車駕駛及行控人員的基本訓練及學員檢定等，這些學員的人口分布確存在性別比率差距的情形，再加上空間規劃與工程設計考慮等必須考慮對不同性別、性傾向或性別認同者之使用便利性及合理性。
10-10 資源與過程說明之合宜性	(1)須詳細說明目前因回應性別需求與達成性別目標所分布的經費與預算佔總體經費的比率。 (2)須詳細說明該中心設置計畫對於性別友善所採取的通用設計的內容為何，加以詳細說明整個設計如何回應性別需求來達成性別目標。如：性別友善廁所與設置等。 (3)須詳細說明設置資訊顯示系統的位置、數量等，以及未來如何協助弱勢性別資訊的取得。如無障礙廁所與設置等。

10-11 效益評估說明之合宜性	(1)針對性別差異，如何幫助消除性別差異及刻板印象及強化使用的可近性等。 (2)在空間規劃的使用性、安全性、友善性上具體設計如何，如監視設備安裝、博愛停車區的規劃的情形等。
10-12 綜合性檢視意見	(1)就現況軌道技術從業人員屬男性居多，在軌道技術研究暨驗證中心設置計畫若提供詳細的性別統計數字以利設立合宜目標。 (2)若能更詳細說明軌道技術研究暨驗證中心設置中關於性別友善與弱勢族群的設置，更能具體達成性別影響評估的目標。
(三) 參與時機及方式之合宜性 性別影響評估參與的機制，在計畫的規劃到執行階段皆需性別影響評估，建議性別影響評估時能附上前一階段性別影響評估的意見書等作為計畫延展性的追蹤與考評。	
本人同意恪遵保密義務，未經部會同意不得逕自對外公開所評估之計畫草案。 (簽章，簽名或打字皆可) 李麗慧	