

高雄輕軌機電系統之查證 與確證報告研析

撰研機關：捷運工程局

撰寫人：系統工程科劉展東

中華民國 110 年 8 月

目 錄

一、前言.....	1
二、高雄輕軌查證與確證 V&V 單位簡介.....	4
三、高雄輕軌機電系統被查證與確證文件、行動 及相應之基準	8
四、高雄輕軌機電系統查證與確證符合性評估報告 成果與資料研析.....	13
五、結論與建議	19

高雄輕軌機電系統之查證 與確證報告研析

一、前言

為改善本市交通建設，提昇大眾捷運系統運輸運能，本局持續推動高雄環狀輕軌捷運建設，以鼓勵民眾搭乘大眾運輸系統降低對城市環境空氣的汙染；現代輕軌軌道運輸系統，係屬大量運輸的地面快速運輸方式，其最大優點是採用乾淨的電力驅動，為低能耗、大運量的綠色節能的現代交通軌道運輸系統；高雄環狀輕軌捷運為台灣第一條輕軌，亦是世界第一條全線無架空線技術興建的輕軌，路線全長約 22.1 公里，設置 37 處候車站。

高雄環狀輕軌捷運起於凱旋三路與一心路口北側之臺鐵前鎮調車場，沿凱旋路旁之臺鐵臨港線路廊往南佈設輕軌設施，直至凱旋四路南端終點後，右轉進入成功二路續往北行，於成功路與新光路交叉路口沿著海邊路佈設，至新田路、英雄路交叉路口處左轉，利用舊臺鐵路廊，經光榮碼頭跨越愛河至真愛碼頭，進入駁二特區，至七賢三路口轉臨海二路至捷運橘線 O1（西子灣站）轉乘。路線續佈設於目前為自行車道之臨港線鐵路路廊，往北沿臺鐵園道至美術館，沿美術館路佈設，行經市立聯合醫院後於農十六銜接大順一路，再續沿大順一～三路往東南方向佈設，最後於中正路口西南隅之凱旋公園佈設軌道銜接凱旋二路旁之臺鐵臨港線路廊後，沿路廊接回起點，路線詳如圖 1-1 所示。

高雄環狀輕軌捷運建設採統包工程由統包商承攬，負責土建、軌道、機電細部設計及施工，並委由專案管理(含監造)顧問，協助審查統包商之設計文件、管控進度品質、協調介面、支援系統查證確證等相關技術與監督管理事項；並協助審查統包商之施工文件、執行現場監造工作，定期稽核工地安全、衛生及環保等細節，落實施工及品質計畫，確保工程品質、維持工程進度。

高雄輕軌機電系統工作包括車輛、通訊、號誌、供電、自動收費、機廠設備及其外部介面，統包廠商依據契約機電功能規範要求，包括機電系統工程之設計、採購、製造、工廠測試、運送、安裝、現場測試、整合測試、介面處理，以及與外單位的協商、整合等機電系統工作；本局專案管理顧問委託台灣德國萊因技術監護顧問公司(以下簡稱 V&V 單位)進行機電系統營運前各項作業審查與監督，執行查證與確證 (Verification & Validation) 相關評估工作，並依交通部大眾捷運系統履勘作業要點之規定提出機電系統之查證與確證報告 (Verification and Validation Report)，確保高雄輕軌機電系統於設計、施工及測試等各階段作業，均能滿足全性、功能性及綱要性之要求。

V&V 單位執行高雄輕軌機電系統查證與確證評估工作，各階段之評估作業說明如下：

- 設計階段評估為機電系統設計階段符合性評估成果，內容包括評估統包商提出設計階段文件內容應滿足業主需求條款，並確認是否通過審查及明確且易查證，危害減輕措施已納入系統安全管理審查，並透過稽核確認危害減輕措施納入設計需求。
- 施工階段評估為施工階段符合性評估成果，內容為查核統包商提出之佐證資料是否符合機電功能規範及國際標準要求，與查核施工查驗結果後依據查核發現提出評估意見，並視實際評估狀況與關注之安全關鍵項目抽樣進行現地見證。
- 測試階段評估為機電系統測試階段符合性評估成果，內容為查核統包商提出之佐證資料是否符合機電功能規範及國際標準要求，與查核監造測試查驗結果後依據查核發現提出評估意見。

V&V 單位執行過程方法與架構係遵循 EN 50126 國際標準，依業主需求條款之機電系統規範及相關法規與國際標準要求，經由系統保證作業查核及機電系統統包商於設計、施工至測試各階段的執行成果來進行符合性查證與確證作業，並提交高雄輕軌整體機電系統之查證與確證報告，以確認統包商執行成果均能達到本計畫工程契約之機電功

二、高雄輕軌查證與確證 V&V 單位簡介

高雄輕軌運輸系統（Light Rail Transit, 簡稱 LRT）機電系統之查證與確證(V&V)專業服務單位為德國萊因集團，成立於 1872 年是國際上領先的技術監護服務認證機構。總部位於德國科隆，分佈在全球 66 個國家和地區設有 500 多個分支機構，服務涵蓋工業服務、交通服務、生命科學、培訓與諮詢服務以及體系認證服務。

德國萊因集團在標準委員會下工作（由歐洲電工技術標準化委員會信號安全發起的 DIN 委員會，ASCE 的 APM 委員會），並參加德國和歐洲的研究項目，如 CASCADE（安全關鍵應用系統的評估和認證）、ACRuDA（數位系統結構的評估和認證規則）、HEROE（運營 ERTMS 歐洲規則的協調）、HUSARE（跨國鐵路交通的歐洲與人安全的鐵路系統）、SAMNET/SAMRAIL（鐵路系統的安全管理和互聯互通性骨幹絡/鐵路的安全管理）、MODSafe（模組化城市交通的安全和安保分析）、NBRail（鐵路產品和系統的認證機構的協調組）、FIS（德國聯邦交通運輸部關於“研究資訊系統”的戰略科學顧問）。憑藉德國萊因的能力和它對於不同安全方法要求的應用和判斷能力，德國萊因與美國的運輸部進行合作，關注城市大規模運輸系統和 TRANSRAPID 高速軌道交通系統。

德國萊因集團被多家公司所認定為安全評估服務的供應商，例如，法國 ASTS（前身是法國 CSEE 交通）認定為進行“按照 CENELEC 標準（EN 50126、EN 50128、EN 50129）進行獨立安全評估的組織”，目前，已經為國內外多家鐵路產品供應商的安全設備提供驗證與認證或 RAMS（Reliability, Availability, Maintainability, and Safety 可靠性、可用性、可維護性和安全性）諮詢服務；也為多條城市軌道交通專案提供獨立驗證與認證(IV&V)以及獨立安全評估(ISA)服務或 RAMS 諮詢服務。

台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司(TÜV Rheinland Taiwan Ltd.)是德國 TÜV 集團在台灣設立的分公司，總部設在臺北，獲我國台

灣財團法人全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation，TAF)認可的 A 類認證機構(即第三者檢驗機構)。財團法人全國認證基金會是一個提供全方位專業認證服務的非營利性機構，也是我國唯一獲得國際認證組織承認之認證機構。

台灣德國萊因，為 TAF 認證合格的 ISO 17020 單位，可進行獨立查證與確證(IV&V)之範疇包含軌道系統和軌道通用產品：涵蓋通訊及號誌系統、車輛、基礎設施、供電、營運、組織 TAF 所核發的認證證書如圖 2-1 所示。

高雄輕軌機電系統之查證與確證(V&V)專業服務單位德國萊因集團並指派驗證與認證評估員，於現地協助執行計畫之契約應行使權力與義務及工作進度掌控，並協助與專案管理單位之間溝通協調。執行各階段之機電系統驗證與認證相關活動，包括文件審查、符合性查核與現地見證等評估與稽核工作，使高雄輕軌機電系統均能符合達成契約上對於專業的要求。

機電系統查證與確證之目的及執行架構 V&V 單位的服務工作目的，即在確保統包商對於各階段輕軌之機電系統，從規劃、設計、興建與進入營運時等之各階段工作，均能滿足並符合機電系統功能規範與相關法規、標準之規定，並確認符合營運安全上的各項需求，其安全性已足以進入營運階段，並能夠持續維持在營運上的安全。相關執行流程與架構依 EN 50126 國際標準如下圖 2-2 所示。



證書編號：I0004-200310

財團法人全國認證基金會
Taiwan Accreditation Foundation

認證證書

茲證明

台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司
台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司
臺北市松山區八德路四段 758 號 11 樓

為本會認證之檢驗機構

認證依據：ISO/IEC 17020：2012

認證編號：I0004

初次認證日期：九十三年十二月二十八日

認證有效期間：一百零八年十二月二十七日至一百一十一年十二月二十六日止

認證範圍：工廠(場)檢查/安全檢查領域，如續頁

董事長

王聰麟

中華民國一百零九年三月十日

圖 2-1 台灣德國萊因 ISO/IEC 17020:2012 證書

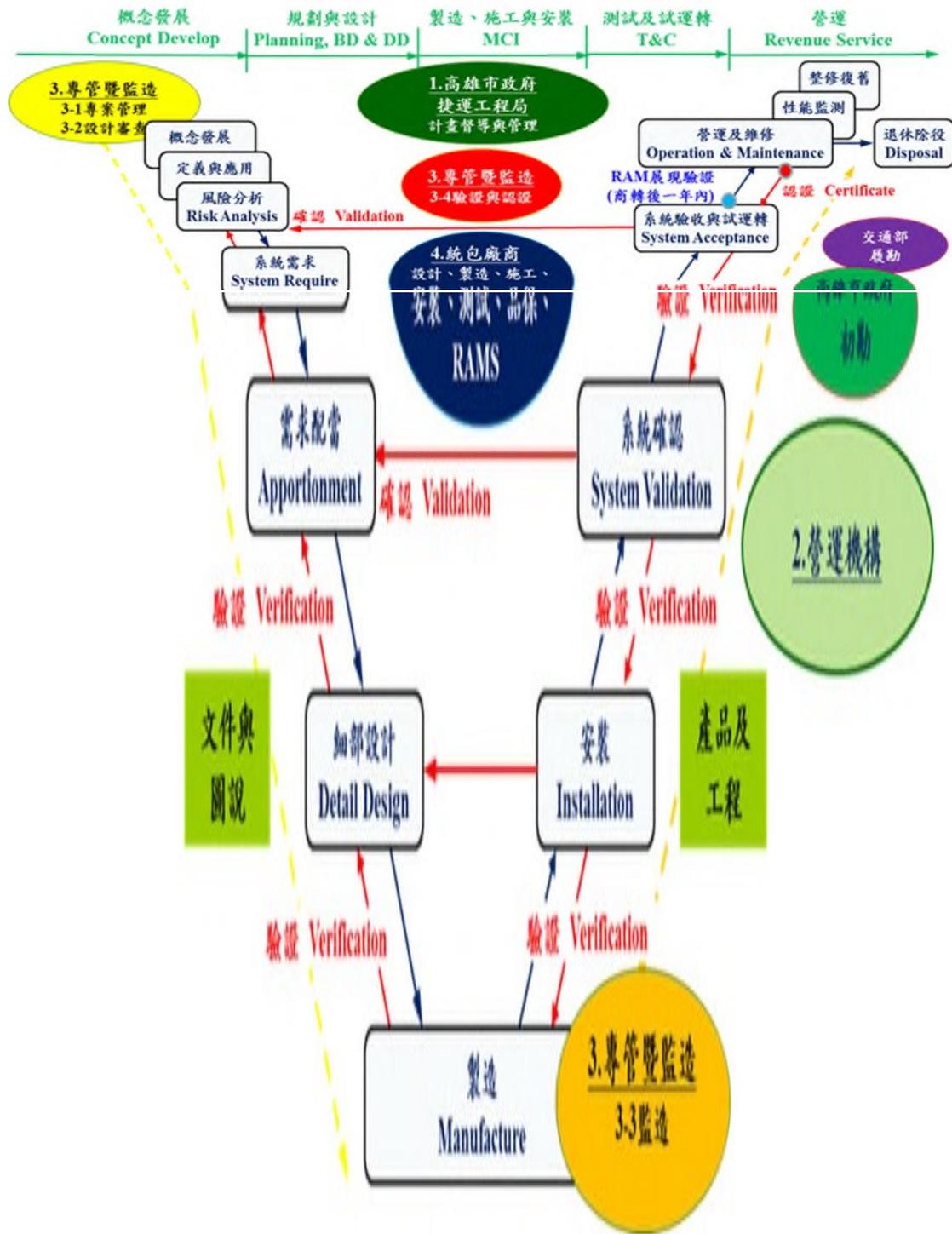


圖 2-2 高雄輕軌計畫之完整生命週期各階段的執行、驗證與認證架構

三、高雄輕軌機電系統被查證與確證文件、行動及相應之基準

(一) 輕軌機電系統被查證與確證文件

依據「高雄環狀輕軌捷運建設委託專案管理(含監造)技術服務案」契約所示服務範圍「機電查證與確證」，以及機電系統功能規範章節，V&V 單位透過文件審查、技術會議與現地見證之行動執行查證與確證工作，範圍含括車輛、供電、號誌、通訊、自動收費，以及 RAMS 與相關界面。作業將以 EN 50126 等相關標準為主要依據，並依據工程之業主需求條款章節系統保證要求與安全管理要求要求，審查統包商提出之系統保證等相關文件，其被驗證與認證文件共計 137 份，相關重要文件清單表列如下：

項次	文件名稱	文件編碼	版次	規範對應章節
1-A	系統安全管理計畫	KLRT2-VK0-PLN-SMP-00001	A	1.10.3
1-B	系統安全管理計畫	KLRT2-VK0-PLN-SMP-00001	B	1.10.3
1-C	系統安全管理計畫	KLRT2-VK0-PLN-SMP-00001	C	1.10.3
2-A	系統保證計畫	KLRT2-VK0-PLN-SAP-00001	A	1.9.6
2-B	系統保證計畫	KLRT2-VK0-PLN-SAP-00001	B	1.9.6
2-C	系統保證計畫	KLRT2-VK0-PLN-SAP-00001	C	1.9.6
3-A	Preliminary Safety Case (RST)	KLRT2-RST-REP-SMP-00001	A	1.10.3
3-B	Preliminary Safety Case (RST)	KLRT2-RST-REP-SMP-00001	B	1.10.3
3-C	Preliminary Safety Case (RST)	KLRT2-RST-REP-SMP-00001	C	1.10.3
4-A	Preliminary Safety Case (PSC)_SIG	KLRT2-SIG-REP-SMP-00001	A	1.10.3
4-B	Preliminary Safety Case (PSC)_SIG	KLRT2-SIG-REP-SMP-00001	B	1.10.3
4-C	Preliminary Safety Case (PSC)_SIG	KLRT2-SIG-REP-SMP-00001	C	1.10.3
5-A	初步安全案例研析報告-供電系統	KLRT2-PSS-REP-SMP-00001	A	1.10.3
5-B	初步安全案例研析報告-供電系統	KLRT2-PSS-REP-SMP-00001	B	1.10.3
5-C	初步安全案例研析報告-供電系統	KLRT2-PSS-REP-SMP-00001	C	1.10.3
6-A	初步安全案例研析報告-通訊系統	KLRT2-COM-REP-SMP-00001	A	1.10.3
6-B	初步安全案例研析報告-通訊系統	KLRT2-COM-REP-SMP-00001	B	1.10.3
6-C	初步安全案例研析報告-通訊系統	KLRT2-COM-REP-SMP-00001	C	1.10.3
7-A	初步安全案例研析報告-自動收費系統	KLRT2-AFC-REP-SMP-00001	A	1.10.3
7-B	初步安全案例研析報告-自動收費系統	KLRT2-AFC-REP-SMP-00001	B	1.10.3
7-C	初步安全案例研析報告-自動收費系統	KLRT2-AFC-REP-SMP-00001	C	1.10.3
8-A	初期危害分析報告 (Preliminary Hazard Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SMP-00002	A	1.10.3
8-B	初期危害分析報告 (Preliminary Hazard Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SMP-00002	B	1.10.3

項次	文件名稱	文件編碼	版次	規範對應章節
14-A	可靠度方塊圖(RBD) (Reliability Block Diagrams)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00002	A	1.9.6
14-B	可靠度方塊圖(RBD) (Reliability Block Diagrams)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00002	B	1.9.6
14-C	可靠度方塊圖(RBD) (Reliability Block Diagrams)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00002	C	1.9.6
15-A	可靠度關鍵項目清單(RCIL) (Reliability Critical Item List)	KLRT2-VK0-LST-SAP-00001	A	1.9.6
15-B	可靠度關鍵項目清單(RCIL) (Reliability Critical Item List)	KLRT2-VK0-LST-SAP-00001	B	1.9.6
15-C	可靠度關鍵項目清單(RCIL) (Reliability Critical Item List)	KLRT2-VK0-LST-SAP-00001	C	1.9.6
16-A	失效模式、影響與效益分析報告 (FMECA) (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00004	A	1.9.6
16-B	失效模式、影響與效益分析報告 (FMECA) (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00004	B	1.9.6
16-C	失效模式、影響與效益分析報告 (FMECA) (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00004	C	1.9.6
17-A	危害登記冊 (Hazard Log)	KLRT2-VK0-MNU-SMP-00001	A	1.10.3
17-B	危害登記冊 (Hazard Log)	KLRT2-VK0-MNU-SMP-00001	B	1.10.3
17-C	危害登記冊 (Hazard Log)	KLRT2-VK0-MNU-SMP-00001	C	1.10.3
17-D	危害登記冊 (Hazard Log)	KLRT2-VK0-MNU-SMP-00001	0A	1.10.3
17-E	危害登記冊 (Hazard Log)	KLRT2-VK0-MNU-SMP-00001	0B	1.10.3
17-F	危害登記冊 (Hazard Log)	KLRT2-VK0-MNU-SMP-00001	0C	1.10.3
18-A	系統危害分析報告 (System Hazard Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SMP-00004	A	1.10.3
18-B	系統危害分析報告 (System Hazard Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SMP-00004	B	1.10.3
18-C	系統危害分析報告 (System Hazard Analysis Report)	KLRT2-VK0-REP-SMP-00004	C	1.10.3
19-A	系統保證報告 (RAM Report)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00001	A	1.9.6
19-B	系統保證報告 (RAM Report)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00001	B	1.9.6
19-C	系統保證報告 (RAM Report)	KLRT2-VK0-REP-SAP-00001	C	1.9.6
20-A	設計/系統安全案例研析報告	KLRT2-VK0-REP-SMP-00007	A	1.10.3
20-B	設計/系統安全案例研析報告	KLRT2-VK0-REP-SMP-00007	B	1.10.3
20-C	設計/系統安全案例研析報告	KLRT2-VK0-REP-SMP-00007	C	1.10.3
21-A	整體安全等級配當報告 (SIL Allocation Report)	KLRT2-VK0-REP-SMP-00006	A	1.10.3

(二) 輕軌機電系統被查證與確證行動及相應之基準

為達到輕軌機電系統有關功能、品質、安全的要求，V&V 單位進行查證與確證作業時依照實施計畫書的工作執行方法，執行機電系統查證與確證工作，其主要的方法包含：

1. 文件審查

為確認統包商提供之機電系統設計、安全、測試及營運維修文件可滿足契約要求，V&V 單位會對其進行審查，並開立審查意見；並確認其意見皆已關閉，且符合招標文件需求後，才會進行下階段之驗證測試。

2. 技術會議

為使查證與確證工作得以順利完成，將召開或參與相關技術會議，例如個別子系統 CCRL 的查核工作會議，以確認統包商對所發現 A、B、Q 項目提出的佐證資料，可以為 V&V 單位所接受。

3. 現地見證

V&V 單位於製造、安裝、測試及試運轉等各階段就系統保證及安全關鍵相關之設備與測試項目執行現地見證評估，其目的含括：

- a. 確認契約文件中之安全、功能及品質要求均已達成
- b. 確認所有工程安全驗證結果皆可滿足工程安全驗證計畫規劃的目標
- c. 確認所有營運安全驗證結果皆可滿足營運安全驗證計畫規劃的目標
- d. 要求統包商展示所有原始高風險的危害項目及殘餘高風險的危害項目均納入驗證程序中，以確保所對應的危害減輕措施，在具佐證資料的展現下，已滿足安全的要求

輕軌機電系統被查證與確證相應之基準，係 V&V 單位進行查證與確證作業時依照 EN 501261 標準來分階段執行，如下圖 3-1 所示：

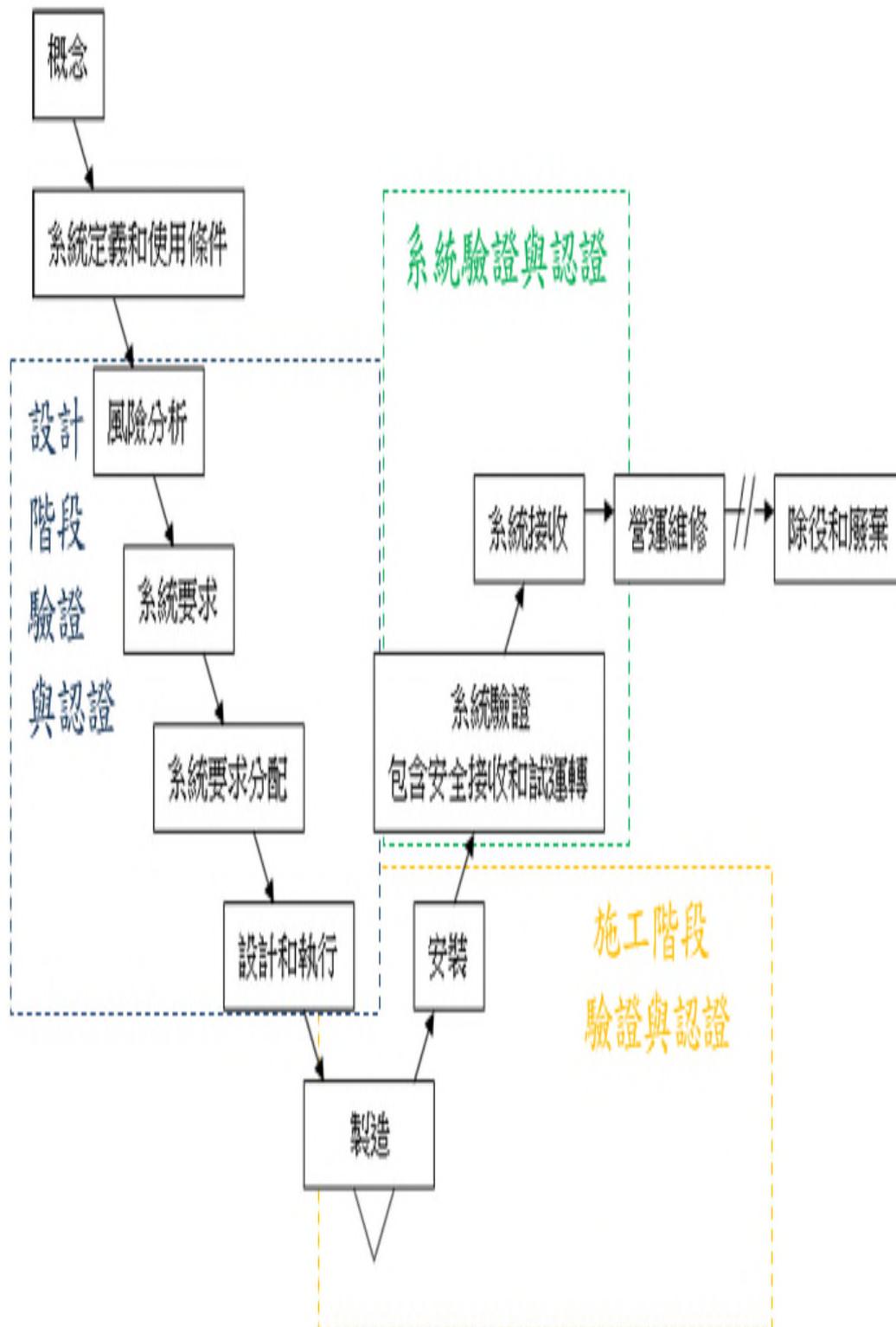


圖 3-1 查證與確證階段示意圖

(三) 執行查證與確證評估等級說明

高雄輕軌機電系統查證與確證作業，V&V 單位執行查證與確證的審查流程與評估標準如上所述，其進行查證與確證有關查核意見的評估等級標準以文件審查中的評估意見等級說明來辦理，C 為修正，R 為參考，若非屬契約所規定而提出之良善意見，將以 R 之建議方式提出，此類建議不影響後續查證工作，詳述如表 3-2 所示：

評估等級	敘述	說明
A	嚴重不符	<ul style="list-style-type: none"> 發現設計、施工、系統驗證與需求規範嚴重不符，並可能導致整個設計需要變更。 將告知其不符事項，如未進行改善，將無法提出驗證與認證相關證明。
B	部分不符	<ul style="list-style-type: none"> 發現設計、施工、系統驗證與需求規範部分不符，雖對功能可能沒有影響，但可能會危及安全。 將告知其不符事項，如未進行改善，將無法提出驗證與認證相關證明。
C	注意事項	<ul style="list-style-type: none"> 發現設計、施工、系統驗證與需求規範部分不符，但不影響功能且無安全之虞。 經高雄市政府捷運局同意，即可提出驗證與認證相關證明。
Applied	已符合	<ul style="list-style-type: none"> 設計、施工、系統驗證符合需求規範。
Q	問題待澄清	<ul style="list-style-type: none"> 文件內容不清楚，統包商須予解釋澄清。 若待釐清項目與安全相關，且統包商未進行改善，將無法提出驗證與認證相關證明。
持續評估中	持續評估中	<ul style="list-style-type: none"> 因業主需求之驗證與認證工作執行範圍包含全段 (C1~C14~C37~C1) 環狀輕軌路線，本報告之評估範圍僅為 C14(不含)~C17 及 C32~C37 路線，其餘路線範圍仍在持續評估中。
NA	不適用	<ul style="list-style-type: none"> 此驗證/認證項目在該階段不適用，將於機電系統相應階段中進行查核。

表 3-2 評估意見等級與說明

四、高雄輕軌機電系統查證與確證符合性評估 報告成果與資料研析

(一) 機電系統設計階段符合性評估說明

高雄輕軌機電系統之設計符合性評估，係確認機電系統之設計符合高雄輕軌契約對於設計的要求，同時確認機電系統的安全性、品質保證、風險分析與操作與保修等需求可被滿足。

設計符合性評估最主要的工作為文件審查，除設計文件外，文件審查作業亦涵蓋設計/系統安全案例研析報告、工程安全驗證計畫、失效模式影響與效益分析報告(FMECA)、危險登記冊、介面危險分析報告、初期危險分析報告、可量化風險評估報告、可靠度/可用度/可維修度配當報告、系統保證報告、可靠度/可用度/可維修度分析與預測報告、可靠度方塊圖、可靠度關鍵項目清冊(RCIL)、系統危害分析報告、整體安全等級配當報告、系統營運計畫、維修計畫、系統安全管理計畫等，機電系統設計階段符合性評估狀態統計如下表 4-1：

評估等級	開啟(Open)	關閉(Close)	總計
A (嚴重不符)	0	0	0
B (部分不符)	0	30	30
C (注意事項)	0	213	213
Q (問題待澄清)	0	74	74
總計	0	317	317

表 4-1 機電系統設計階段符合性評估狀態

(二) 機電系統施工階段符合性評估說明

高雄輕軌機電系統之施工階段符合性評估作業為查證統包商所製造設備及系統之施工與安裝，是否符合契約及設計文件之需求；經由統包商提送相關施工項目及程序，經專管與監造單位審查後，統包商據以進行相關安裝施工作業並配合監造施工查驗作業。

機電系統施工階段 V&V 單位評估作業主要為執行施工查核作業並視安全管理需求另行現地見證，並檢視統包商提供的佐證文件可符合業主需求條款之功能與施工需求；機電系統施工階段符合性評估狀態統計如下表 4-2：

評估等級	開啟(Open)	關閉(Close)	總計
A (嚴重不符)	0	0	0
B (部分不符)	0	0	0
C (注意事項)	227	30	257
Q (問題待澄清)	0	15	15
總計	227	45	272

表 4-2 機電系統施工階段符合性評估狀態

(三) 機電系統測試階段符合性評估說明

高雄輕軌機電系統之測試階段符合性評估作業為查證統包商所製造設備及系統完成施工後應執行相關外觀及功能測試等，確認是否符合契約及設計文件之需求，測試階段符合性評估作業為查證經由統包商提送相關測試項目及程序，經專管與監造單位審查後，統包商據以進行相關測試並提出測試報告。

機電系統測試階段 V&V 單位會同監造單位對統包商於測試階段的施工成果進行查核並視安全關鍵之項目另進行現地見證，機電系統測試階段符合性評估狀態統計如下表 4-3：

評估等級	開啟(Open)	關閉(Close)	總計
A (嚴重不符)	0	0	0
B (部分不符)	0	1	1
C (注意事項)	186	12	198
Q (問題待澄清)	4	2	6
總計	190	14	204

表 4-3 機電系統測試階段符合性評估狀態

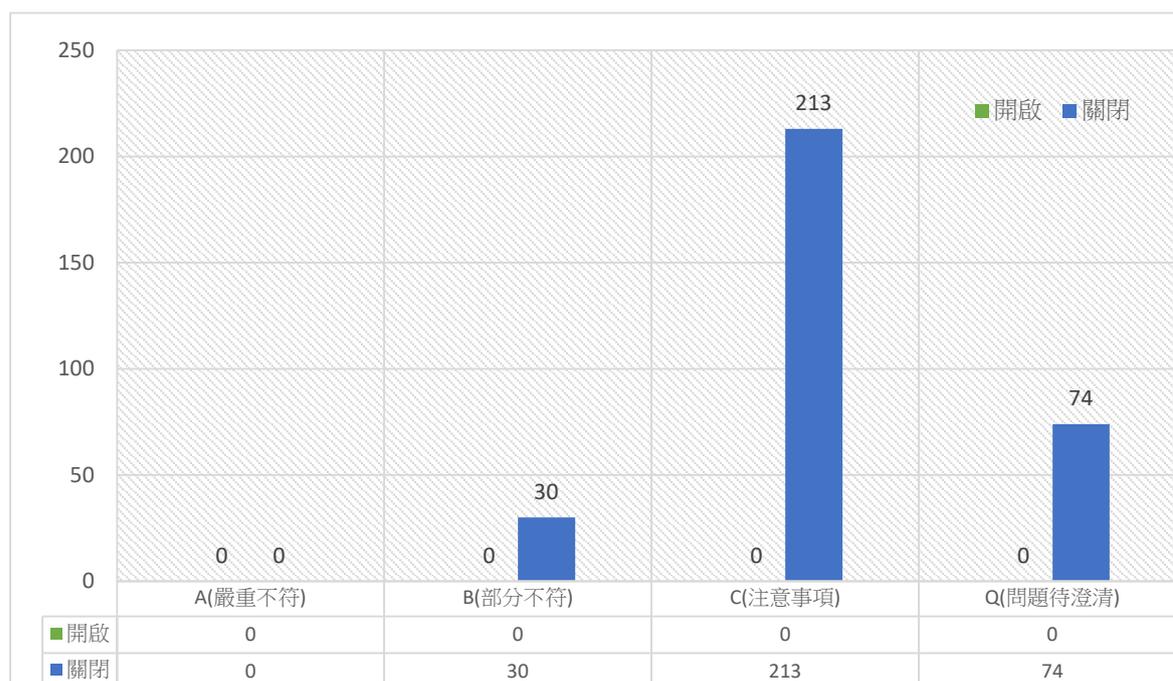
(四) 查證與確證符合性評估成果與資料研析

高雄輕軌機電系統之查證與確證符合性評估作業包含設計、施工及測試三階段符合性評估成果，為查證統包商在設計過程中，應依契約、機關需求書及機電系統功能規範與其他圖說、規範等文件，詳列系統設計時各項設計成果所對應之設計需求，並依照不同設計階段提送設計文件，並據以編撰設計符合性對照表 CCRL，作為設計審查時檢核之用；同時確認機電系統的安全性、品質保證、風險分析與操作與保修等需求可被滿足，若統包商於施工及測試階段執行期間發生契約需求變更或任何因素需要進行系統設計上的功能或設備變更，統包商應按照設計變更之品質管理程序進行變更並取得業主同意進行作業，同時，V&V 單位將評估變更過程中對機電系統影響的層面來執行進一步的評估。

設計階段評估應特別關注若發現變更過程中有契約規範不符合事項，或與系統介面需求發生衝突等之情事，V&V 單位將會視統包商實際執行狀況執行再次評估，並參考專案管理顧問之意見及關鍵注意事項來進行 CCRL 的動態性修改，包括審查開啟/關閉事項狀態等。若有嚴重情事發生且統包商未能於議定時程內完成修正，將會變更該項目評估等級；因此，機電系統驗證與認證評估報告將會呈現設計/施工/測試三階段驗證與認證之實際評估成果。

輕軌機電系統 V&V 單位分設計/施工/測試三階段來查證與確證實際作業並做出評估成果，各階段符合性評估狀態統計如上節所示，為瞭解各階段查證與確證符合性評估統計成果，進一步將資料整理成圖表及研析如下：

● 設計階段符合性評估圖表

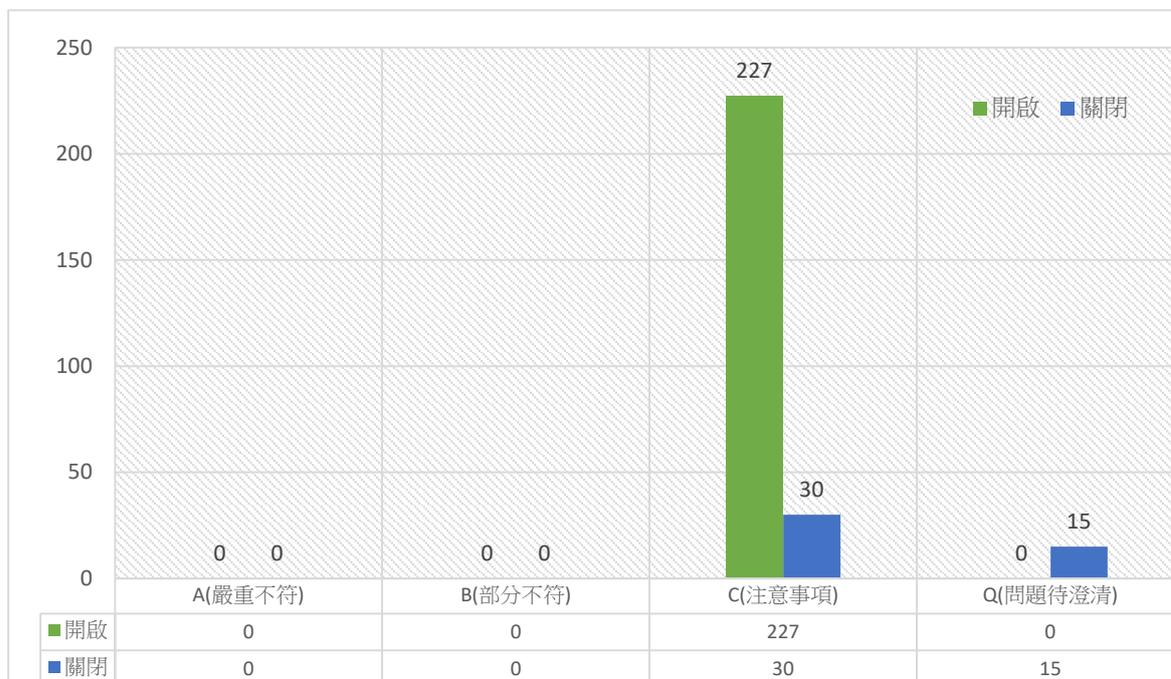


依據機電系統功能規範經V&V 單位審查，機電系統設計階段之查證與確證評估結果分析如下：

- 1) 無評估等級A類發現事項
- 2) 評估等級B 類共計30條發現項且皆已關閉
- 3) 評估等級C 類共計213 條發現項且皆已關閉

4) 評估等級Q 類共計74 條發現項且皆已關閉

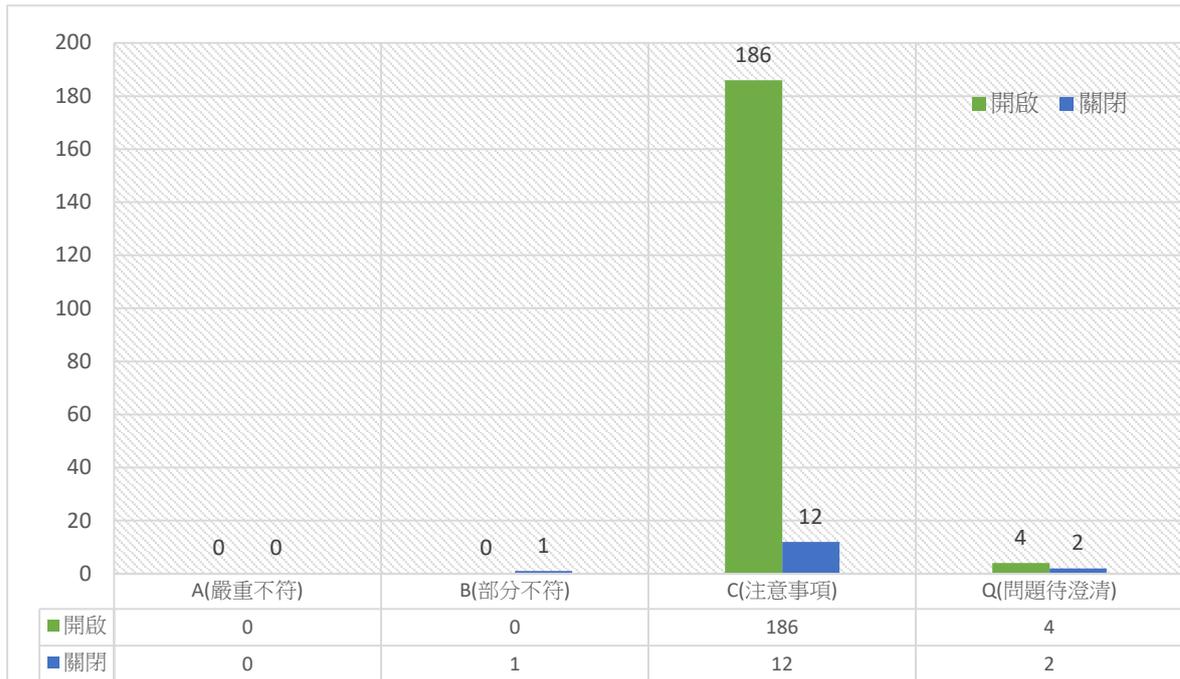
● 施工階段符合性評估圖表



依據機電系統功能規範經V&V 單位審查，機電系統施工階段之查證與確證評估結果分析如下：

- 1) 無評估等級A類發現事項
- 2) 無評估等級B類發現事項
- 3) 評估等級C類共計257條發現事項，其中有227條開啟項及30條發現項已關閉
- 4) 評估等級Q類共計15條發現事項且皆已關閉；根據該評估等級與準則說明，本階段的施工作業經查核，確認其佐證資料可符合現狀需求並關閉

● 測試階段符合性評估圖表



依據機電系統功能規範經V&V 單位審查，機電系統測試階段之查證與確證評估結果分析如下：

- 1) 無評估等級A類發現事項
- 2) 評估等級B類共計1條發現事項且關閉，主要為車輛系統之契約規範要求列車所有緊急出口之標示從輕軌列車外輕易可見，經V&V現地見證並實際量測，確認車輛廠商提供之佐證資料可符合契約規範設計與乘客需求
- 3) 評估等級C類共計198條發現事項，其中有186條開啟項及12條發現項已關閉
- 4) 評估等級Q類共計6條發現事項其中有4條開啟項及2條發現項已關閉；主要為車輛系統的佐證資料尚未完整提供查證，因輕軌全環工程仍持續建置中，俟承包商依契約規範規定於後續提供完整的測試報告後，V&V 單位將於後續持續查核該作業並確認廠商提供之佐證資料可符合規範要求

經由上述高雄輕軌機電系統在各階段符合性評估結果及透過報告成果統計資料圖表之研析，可知高雄輕軌機電系統在設計/施工/測

試三階段無評估等級A類(嚴重不符)發現事項；在設計及測試階段則有評估等級B類(部分不符)各計30條及1條發現事項，但經提供相關佐證資料並可符合契約規範設計與乘客需求後皆已關閉，施工階段則無；在設計階段有評估等級C類(注意事項)共計213條發現事項且皆已關閉，施工階段共計257條發現事項，其中有227條開啟項及30條發現項，測試階段共計198條發現事項，其中有186條開啟項及12條發現項已關閉；在設計階段有評估等級Q類(問題待澄清)共計74條發現事項且皆已關閉，施工階段共計15條發現事項且皆已關閉，測試階段共計6條發現事項其中有4條開啟項及2條發現項已關閉；因目前高雄輕軌全環工程仍在持續建置中，開啟項俟統包商依契約規範規定於後續提供完整的機電系統測試報告後，經由V&V單位於後續持續查核及確認佐證資料可符合規範要求後再予關閉。

五、結論與建議

交通建設是民生建設的基礎，大眾捷運系統更是都會區公共運輸建設的交通骨幹，完善永續便利的運輸系統，將能帶動地方經濟、促進觀光發展及提升城市競爭力。高雄輕軌系統最重要特色之一為無架空線行駛能力，採用無架空線技術，因沒有架空電車線，能減少城市景觀視覺衝擊與基礎設施建置維護成本；創新建設同時更應注意規擘未來營運維修可能遭遇的問題，高雄輕軌機電系統功能規範要求，整個系統服務成果，須達到營運服務指標系統可用度目標值達99%以上，經由上述高雄輕軌機電系統執行符合性查證與確證查核作業，確保執行成果可滿足系統安全性及操作與保修需求並能達到營運服務可用度目標值。

根據交通部頒佈之「大眾捷運系統履勘作業要點」，大眾捷運系統工程建設及營運機構辦理履勘時，應提出機電系統之查證與確證報告確認廠商執行成果，以達到計畫工程契約機電整體系統之功能、品質及安全的需求，來確保擬通車營運路段已完成營運要件及無營運安

全之虞，V&V 單位依循相關國際標準審查與評估機電系統執行設計、施工及測試三階段之符合性來進行查證與確證查核作業，確認機電系統執行成果可滿足系統安全性、品質保證、風險分析與保修操作營運服務需求；經由上述整體機電系統之查證與確證報告執行成果，相關經驗資料來進行統計分析，期能具體量化，建立指標俾利後續輕軌工程路網及建設計畫相關機電系統應用之參考。

目前輕軌大南環路段已通車營運，輕軌預計 112 年底正式成圓完成全環路線段通車，為能提供完善的大眾運輸環境，建構高品質之捷運系統服務網，本局持續推動高雄捷運系統建設，未來透過各路線持續推動擘劃高雄大眾捷運新藍圖，提供大高雄地區民眾更便利之公共運輸系統，使大高雄朝向便捷多元的大眾交通運具發展以提昇城市競爭力，未來高雄將是全國第一個在都會區同時擁有空港、海港、高鐵、捷運跟輕軌的城市。

參考文獻

- [1] 交通部大眾捷運系統履勘作業要點，2020。
- [2] 高雄環狀輕軌捷運建設(第二階段)統包工程 機電系統功能規範，2016。
- [3] 高雄環狀輕軌捷運建設(第二階段)統包工程 系統保證計畫，2017。
- [4] EN50126:2001 Railway Applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). 鐵路軌道運輸系統應用-可靠度、可用度、可維修度的規範與展現。
- [5] ISO9001 Quality management: 2015 品質管理，設計、開發、生產，安裝、與服務之品質保證模式。