

112-053-4340
MOTC-IOT-110-MBA017

鐵道資產管理相關國際標準及 重要資產績效指標之初探



交通部運輸研究所

中華民國 112 年 7 月

112-053-4340
MOTC-IOT-110-MBA017

鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

著者：陳其華、陳佩綦

交通部運輸研究所

中華民國 112 年 7 月

鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

著 者：陳其華、陳佩棻

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 112 年 7 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 6 冊

定 價：非賣品

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號 112-053-4340	計畫編號 110-MBA017
本所主辦單位：運輸經營管理組 主管：陳其華 計畫主持人：陳其華 研究人員：陳佩棻 聯絡電話：(02) 2349 6843 傳真號碼：(02) 2545 0431			研究期間 自 110 年 8 月 至 111 年 12 月
關鍵詞：鐵道、資產管理、ISO 55001			
摘要： 鐵路系統具有資本密集、設施龐大且使用壽命長之特性，其運轉與維護應從長期且永續之策略方向進行規劃，以降低生命週期成本及提升系統可靠度。現階段鐵道業者刻正面臨包括智慧化、數位轉型、淨零排放、氣候變遷等大環境之改變，以及國內鐵道安全相關政策精進等，更顯現導入系統化方式管理資產之重要性。 國際上，鐵路資產管理已發展多年，以往鐵道業者多係參考英國資產管理協會與英國標準協會等單位於 2004 年共同研擬發布之公開技術規範第 55 號文件 PAS-55。其後，英國標準協會在前述 PAS-55 基礎上，於 2014 年發布 ISO 55001 國際標準，並受到業界普遍之認同。而為鼓勵鐵路基礎設施組織能採用一致之方法，提升資產管理能力並與 ISO 55001 之規範保持一致，國際鐵路聯盟（International Union of Railways, UIC）於 2016 年提出《Practical implementation of Asset Management through ISO 55001》指導手冊，提供基礎設施組織做為導入 ISO 55001 之具體參考。 本研究針對 ISO 55001 以及前述 UIC 之指引內容進行探討，並回顧國外鐵道資產管理個案經驗，包括英國 Network Rail、倫敦地鐵以及澳洲新南威爾斯州交通局之案例。此外，為掌握鐵道資產管理績效與衡量資產管理成熟度，本研究亦針對國際上資產管理績效評估指標(如 PRIME 及 EN15341 等指標)，以及管理成熟度模型個案進行初步探討，並提出結論與國內現階段推動鐵道資產管理之相關建議。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
112 年 7 月	132	非賣品	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Preliminary Study of Railway Asset Management Related International Standards and Important Asset Performance Indicators			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 112-053-4340	PROJECT NUMBER 110-MBA017
DIVISION: Transportation Operations and Management DIVISION DIRECTOR: Chi-Hwa Chen PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chi-Hwa Chen PROJECT STAFF: Pei-Fen Chen PHONE: (02) 23496843 FAX: (02) 25450431			PROJECT PERIOD FROM August 2021 TO December 2022
KEY WORDS: railway, asset management , ISO 55001			
ABSTRACT: The railway system is distinguished by capital intensity and extensive facilities. To reduce life cycle costs and improve system dependability, operation and maintenance should be planned based on long-term and sustainable strategic objectives. Railway operators are currently confronted with changes to the general environment, such as intelligentization, net zero emissions, climate change, etc., as well as domestic railway security policy enhancements. This is further evidence of the significance of systematic asset management. Railway asset management has been refined over the years on a global scale. Previously, rail companies relied on PAS-55, a freely available technical specification published in 2004 by the British Asset Management Association (BAMA) and the British Standards Institute (BSI). Using the aforementioned PAS-55 as a basis, the BSI published the ISOS 55001 international standard in 2014, which received widespread industry acceptance. To encourage railway infrastructure organizations to use a consistent method, improve asset management capabilities, and adhere to ISO 55001 specifications. In 2016, the International Union of Railways (UIC) proposed the “Practical Implementation of Asset Management through ISO 55001” guidance manual to provide specific references for infrastructure organizations looking to import ISO 55001. The ISO 55001 and aforementioned UIC guide contents were discussed in this study. In addition, the experiences of foreign railway asset management asset case studies were reviewed. They include the United Kingdom’s Network Rail, the London Underground, and the case of the Department of Transport in New South Wales, Australia. Furthermore, in order to comprehend railway asset management performance and assess asset management maturity, a preliminary discussion of international asset management performance evaluation indicators (such as PRIME and EN15341, among others) as well as management maturity model case studies was conducted. The conclusions were then reached, and pertinent recommendations for promoting railway asset management at this stage were proposed.			
DATE OF PUBLICATION July 2023	NUMBER OF PAGES 132	PRICE Not for Sale	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

第一章 緒論	1
1.1 計畫緣起與目的	1
1.2 研究範圍與對象以及利害關係人	2
1.3 研究內容.....	2
第二章 國際鐵路資產管理發展與內涵	5
2.1 資產管理之定義與內涵	8
2.2 ISO 55001 之概述與優勢.....	9
2.3 國際鐵道聯盟之 ISO 55001 資產管理實務指引	11
2.3.1 資產管理範圍及 ISO 55001 之重要性.....	12
2.3.2 ISO 55001 應用於鐵道資產管理系統相關規範之重點	15
第三章 國際鐵道資產管理案例經驗	31
3.1 英國 Network Rail 資產管理政策	31
3.1.1 資產管理目標、角色、願景與政策聲明.....	31
3.1.2 資產管理架構與資產範圍界定.....	33
3.1.3 NR 資產管理原則.....	36
3.1.4 資產管理溝通與執行	37
3.1.5 資產管理成熟度能力與持續改善.....	38
3.2 倫敦地鐵資產管理.....	38
3.2.1 倫敦地鐵資產管理發展之背景.....	38
3.2.2 LU 之目標、承諾與企圖	39
3.2.3 LU 資產之資產狀況與績效概述.....	40
3.2.4 LU 資產管理政策、目標與架構.....	42
3.2.5 倫敦地鐵各子資產類別之資產管理策略.....	44

3.2.6 資產管理改善計畫	53
3.2.7 小結	54
3.3 澳洲新南威爾斯州資產管理政策	55
3.3.1 NSW TPP19-07 號文件.....	56
3.3.2 《NSW 運輸局資產管理架構》文件	61
3.3.3 小結.....	80
第四章 資產管理績效指標	81
4.1 歐洲鐵路基礎設施管理平台 PRIME	81
4.1.1 PRIME 績效指標	81
4.1.2 PRIME 標竿報告	87
4.1.3 PRIME 標竿報告小結	93
4.2 EN15341 維修指標	95
第五章 資產管理成熟度	101
5.1 能力成熟度發展背景	101
5.2 英國 Network Rail 資產管理成熟度經驗	103
5.2.1 AMEM 模型概述.....	103
5.2.2 Network Rail 成熟度 2016 年評量成果概述.....	106
第六章 國內鐵道資產管理相關議題	113
第七章 結論與建議	117
7.1 結論	117
7.2 建議	118
參考文獻	121

圖目錄

圖 2.1 資產管理、資產管理系統及資產清冊之關係	13
圖 2.2 UIC 提供之資產管理架構	17
圖 2.3 高層級組織之角色	19
圖 3.1 Network Rail 之目標、角色、願景、策略與相關作為	32
圖 3.2 Network Rail 之 5C 轉型計畫	33
圖 3.3 Network Rail 之資產管理架構圖	34
圖 3.4 LU 之資產概況	40
圖 3.5 LU 維修與計畫型資金及各類資產配置	41
圖 3.6 不同資產別故障造成旅客小時總損失之比例	42
圖 3.7 倫敦地鐵資產管理架構	43
圖 3.8 LU 鐵路車輛與場站資產策略	45
圖 3.9 LU 號誌資產策略	46
圖 3.10 LU 電力資產策略架構示意圖	48
圖 3.11 LU 軌道資產策略	49
圖 3.12 LU 土木資產策略	50
圖 3.13 LU 車站資產策略	51
圖 3.14 LU 資通訊資產策略	52
圖 3.15 LU 資產管理成熟度之評量結果	54
圖 3.16 TfNSW 資產管理關鍵文件	62
圖 3.17 TfNSW 資產管理關鍵文件	63
圖 3.18 TfNSW 運輸資產生命週期各階段之業務重點	64
圖 3.19 NSW 運輸營運模式	65
圖 3.20 資產管理針對運輸之成果	67

圖 3.21 TfNSW 資產內容	68
圖 3.22 決策模型示意圖	70
圖 3.23 資產服務計畫文件之架構層級示例	71
圖 3.24 資產服務計畫文件之架構層級示例	73
圖 3.25 TfNSW 資產管理治理模式.....	76
圖 3.26 配置管理示意圖	77
圖 3.27 TfNSW 風險管理結構示意.....	78
圖 4.1 PRIME 績效指標架構	82
圖 4.2 PRIME 平衡計分卡維度	83
圖 4.3 PRIME 關鍵績效指標架構圖	84
圖 4.4 參與 PRIME 2020 年評估之成員與歷年成員成長狀況	88
圖 4.5 營運支出之組成	90
圖 4.6 營運支出相關之公里成本及 2016~2020 間年均複合成長率	90
圖 4.7 每主軌道公里資本支出之組成.....	91
圖 4.8 2016-2020 每主軌道公里資本支出與年均成長率變化.....	92
圖 4.9 每主軌道公里數維修與更新支出之組成內容	93
圖 4.10 EN15341 之維修功能與核心架構.....	96
圖 5.1 成熟度等級示意圖	102
圖 5.2 AMEM 資產管理 39 項主題.....	105
圖 5.3 AMEM 成熟度等級.....	106
圖 5.3 CP6 與 CP4 之成績對照	107
圖 5.4 Network Rail 資產管理成熟度結果.....	108

表目錄

表 2.1 ISO 55001 條文綱要架構	10
表 3.1 Network Rail 資產管理架構及其與其他關鍵流程之關係.....	35
表 3.2 LU 資通訊資產不同階段之推動重點	53
表 3.3 TfNSW 風險構面與相關議題對照	79
表 4.1 財務 KPI 項下之各類指標	88
表 4.2 EN15341 各子功能與主要領域之對照	97
表 4.3 實體資產之維修 KPI 指標	97

第一章 緒論

1.1 計畫緣起與目的

鐵路系統具有資本密集、設施龐大且使用壽命長之特性，其運轉與維修應從長期且永續之策略方向進行規劃，以降低生命週期成本及提升系統可靠度。此外鐵道業者亦刻正面臨包括智慧化、數位轉型、淨零排放、氣候變遷等大環境之改變，以及國內鐵道安全相關政策精進等，更顯現導入系統化方式管理資產之重要性。

為優化鐵路基礎設施的績效並獲得最佳的投資回報，以往國外大多參考英國資產管理協會與英國標準協會等單位於 2004 年共同研擬之公開可用規範第 55 號文件 PAS 55，做為建置軌道資產管理制度之依據。2014 年英國標準協會在 PAS-55 基礎上，發布 ISO 55000、55001 後，國際上對於鐵路資產管理朝向改以 ISO55001 為依循規範，此乃因 ISO 55001 尤其適用於資本密集型、需要管理龐大實體資產且具有高價值固定成本之產業，如鐵路運輸事業。而為鼓勵鐵路基礎設施組織採用一致之方法，提升資產管理能力並與 ISO 55001 之規範保持一致，國際鐵路聯盟（International Union of Railways, UIC）亦於 2016 年提出” Practical implementation of Asset Management through ISO 55001” 指導手冊，對於基礎設施組織發展 ISO 55001 能予以具體參考。

由上可知國際上鐵路資產管理系統已發展多年。本所於民國 94 年辦理完成「軌道運輸系統資產管理與利用制度之研究」，該研究辦理期間主要仍以 PAS-55 文件為主。而隨 ISO55001 之發布，其已成為鐵路業者資產管理之主要工具，以香港地鐵為例，該公司內部資產管理系統 RailASSURE 即獲得 ISO 55001 資產管理系統標準認證。而該標準除可獨立運作外，亦可適當結合其他國際標準，如 ISO 9001 品質管理系統等整合運作。由於香港地鐵資料不易取得，爰本研究於資產個案部分主要回顧英國 Network Rail、倫敦地鐵以及澳洲新南威爾斯交通局之案例。

此外，為掌握鐵道資產管理績效與衡量資產管理成熟度，本研究亦針對國際上資產管理績效評估指標(如 EN15341 及 PRIME 之規範等)，以及成熟度模型之個案進行探討。

綜上所述，由於目前國內尚未有鐵路機構採用 ISO 55001 標準做為資產管理制度之建置依據，基於資產管理制度對於鐵路系統之重要性，本研究將針對 ISO55001 之內容進行了解，並針對國內推動資產管理之相關議題加以分析，同時就國際上資產管理績效評估指標與成熟度案例進行探討，期協助業者能以最低的生命週期成本，提升整體系統之可靠性、準點性及運能，同時降低風險水準並支援後續投資決策之參考。

1.2 研究範圍與對象以及利害關係人

(一)研究範圍與對象：

本研究主要以 ISO55001 之架構內容為研究重點，了解該標準之概要內涵及資產管理架構與程序；個案部分主要回顧英國 Network Rail、倫敦地鐵以及澳洲新南威爾斯交通局之案例；針對資產績效指標部分，係以歐洲鐵路基礎設施管理者平台 PRIME 所提出之績效指標架構與調查報告以及 EN15341 維修與可靠度指標之內容為主，成熟度方法以回顧英國 Network Rail 經驗為主。本研究內容可提供所有軌道營運單位於實務應用上之參考。

(二)利害關係人：鐵道業者、主管及監理機構、旅客、承包廠商等。

1.3 研究內容

根據前述研究緣起與目的，綜述本研究之主要研究內容如下：

(一)探討國際上針對鐵道資產管理相關標準/規範之內涵與作法

- 1.分析 ISO55001 內容：過去軌道資產管理制度多參考英國資產管理協會與英國標準協會等單位共同研擬之公開技術規範第 55 號文件 PAS-55，目前則轉向依據 ISO 55001 做為規範。
- 2.分析 EN 15341：EN 15341 維修與可靠度指標，於 2007 年 2 月 10 日核准為歐盟標準。此標準定義了衡量企業維修管理應涵蓋的績效指標，

其覆蓋範圍甚廣，當中多達 71 項維修績效，供企業採用。而指標可分為三大區塊，分別是經濟指標、技術指標和組織指標。

(二)國際鐵路資產管理制度實例分析

本研究蒐集以 ISO55001 做為鐵路資產管理制度參照標準之實際案例，分析其管理架構與作法。個案部分主要回顧英國 Network Rail、倫敦地鐵以及澳洲新南威爾斯交通局之案例

(三)鐵路重要設施績效評估指標與限制

資產績效評估亦為資產管理制度中之重要工作。然而鐵路資產龐大，所需蒐集的資料量也相當龐大，大多透過關鍵績效指標（KPI）之建立，簡化績效評估作業。惟考量指標架構之完整性，本研究先以重要鐵路資產為主，盤點國際上常用之觀測指標及主要的績效指標；另外，歐盟常用之 EN 15341 維修與可靠度指標亦會酌予納入討論。

(四)對國內推動鐵路基礎設施績效評估之建議

此部分分析目前國內鐵道所面臨之困境及其與資產管理之關聯性，並提出相關建議。

(五)結論與建議

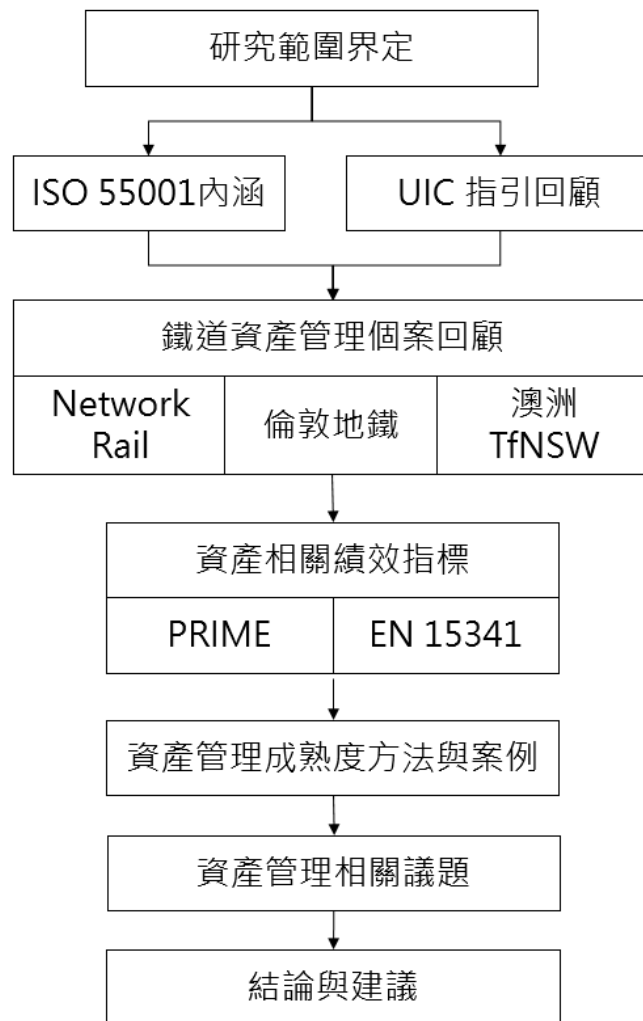


圖 1.1 研究流程圖

第二章 國際鐵路資產管理發展與內涵

在未出現「資產管理」一詞前，企業組織早已在進行管理資產相關之工作，亦即「設施管理」之工作，直到 1980 年代，「資產管理」一詞才開始應用於公、私部門處理與實體資產相關之業務中。

有關運輸資產管理之歷史，係源自於運輸基礎設施之管理，其中尤以鋪面設施之管理，可謂為基礎設施管理之先驅。70 年代，加拿大首先提出了「鋪面管理系統」(Pavement Management System, PMS) 一詞，讓公路管理單位開始意識到設施管理之重要性，同一時期，澳洲路面管理系統將其開發之 PMS 命名為「道路資產管理系統」，運輸設施管理首次出現「資產管理」一詞，而「資產管理」之觀念亦開始奠定成形，並被定位為策略性工具[1,2]。

1980 年代，澳洲與紐西蘭的公共部門面臨服務水準下降、成本上升以及規劃不善等問題，引發了一系列活動，以期建立更好之戰略規劃、優先性排序以及物有所值之思維，澳洲新南威爾斯州更於 1993 年出版第一部「公共部門總資產管理手冊 (Total Asset Management Manual, TAM Manual)」，成為該州公共部門管理資產之指引[3]。TAM 手冊會參考整體政府規劃、企業組織之發展計畫與服務推動戰略，要求資產管理單位評估能成功支持服務執行所需之資產，且必須制定詳細計畫，以有效管理資產之取得、維修或處置之過程，並向財政部提交資產戰略，以申請相關資金。

另外，美國國家公共工程委員會於 1988 年出版具有里程碑意義之報告：《脆弱的基礎：美國公共工程報告 3》(Fragile Foundations: A Report on America's Public Works 3)。全國公共工程改善委員會發現了令人信服的證據，表明美國基礎設施之品質僅能滿足當前需求，尚不足以滿足未來經濟增長和發展的需求，除非政府能有效提高國家公共工程的能力與績效。此報告使得聯邦資產管理政策走向強調以最低之生命週期成本取得所欲達成之服務水準，也引導了聯邦政府後續數十年有關運輸、水利、廢水等領域之資金預算計畫[3]。

從資產管理演變之發展歷程來看，從最初「設施管理」到「資產管理」之理念，其實經歷了相當的積累與準備，催化因子主要是來自於環境的轉

變與技術的成熟：一方面民眾對政府效率與責任有更多要求，加上政府財政困難，致使預算日益緊縮；另一方面資料蒐集分析之技術能力不斷提升，均讓「資產管理」之理念日益深化。長期累積之發展，亦使得資產管理之概念與方法趨於一致。國外已有許多國家針對運輸資產管理進行相關探討，甚至建立制度與規範，例如美國聯邦公路局(FHWA)及美國州公路及運輸官員協會(AASHTO)，除了提出資產管理整體架構外，針對個別資產之管理，例如橋樑管理系統(BMS)及鋪面管理系統(PMS)，亦開發具體之管理作法；另外澳洲國家稽核局(Australian National Audit Office, ANAO)及加拿大等國，亦有相關管理制度。

在眾多資產管理規範中，第 55 號公開可用規範(PAS 55)受各界普遍認定為第一個國際公認之資產管理規範，且已在國際獲得廣泛應用，並有效整合及改進業務實踐、提高績效以及確保更大之一致性與透明度。[4]

所謂「公開可用規範」(Publicly Available Specification，簡稱 PAS)是由英國資產管理協會(Institute of Asset Management, 以下簡稱「IAM」)與英國標準協會(British Standards Institute, BSI)等單位共同研擬之一系列公開技術規範規格，不同的文件編號規範不同領域之議題，其中 2004 年 4 月所制定之 PAS 55 號規範「資產管理－有形資產的最優化管理規範(Asset management - specification for the optimized management of physical infrastructure assets)」，用於優化實物資產管理、並提供企業做為資產管理之導引手冊與最佳範例；至於資產之範圍，主要針對實體基礎設施。PAS 55 重點在於告知企業什麼一定要做，而非如何做。

雖 PAS 55 之範圍主要為實物資產之管理，且以資產密集型為主，但不侷限於此。PAS 55 適用於所有行業和所有資產類型，包括公共服務和財產、公用事業、運輸、製造、採礦、石油和天然氣、國防、製藥、加工和重型工程行業等。

PAS 55 分為兩個部分：PAS 55-1 包含 28 點要求規範；PAS 55-2 則為 PAS 55-1 之應用提供指引，除透過 P 規劃-D 執行-C 查核-A 行動(以下簡稱 PDCA)之循環持續改善外，此規範亦符合現有之 ISO 9001:2000、ISO 14001:2007 和 OHSAS 18000:2007 等標準或規範之要求。

之後鑑於 PAS 55 之普及，在與世界各地的行業和專業機構協商後，該規範於 2009 年提交國際標準化組織(ISO)，做為新的 ISO 資產管理標準基

礎，過程經與 31 個參與國共同製定 ISO 55000 系列標準，新標準並於 2014 年 2 月發布，而 PAS 55 規範亦於於 2015 年 1 月 15 日被取代[5]。ISO 55000 系列標準包括下列三個文件：

- ISO 55000 資產管理—概述、原則和術語
- ISO 55001 資產管理—管理系統—要求
- ISO 55002 資產管理—管理體系—ISO 55001 應用指引

其中 ISO 55001 係規定組織範圍內資產管理系統之要求或需求規範，且為第一個從全生命週期進行資產管理之國際標準；ISO 55000 主要係介紹概念、資產管理原則與名詞定義；ISO 55002 直接對應於原來之 PAS 55-2，就 ISO 55001 所相關規範之解釋和應用提供指引。

發展至今，全球對於推動 ISO 55001 的市場需求也因此逐年增加，ISO55001 已然成為國際上推動資產管理主要採用之依據，係因其能在整合性且持續改善之管理系統之基礎上，提供了國際公認的合格資產管理定義。

不過由於 ISO 標準係為通用性質，並不能特別為鐵路行業針對資產管理之實施，提供充分的指導和細節指引，為突破此限制，國際鐵路聯盟 UIC 於 2016 年發布「UIC 鐵路應用指引：以 ISO 55001 推動資產管理實務」之指引（"UIC Railway Application Guide: Practical implementation of Asset Management through ISO 55001"，以下簡稱「UIC 鐵路資產管理指引」），希望藉由此指引，為鐵路基礎設施管理者提高現有資產管理能力。

上述 UIC 指引將 ISO 55001（包含資產管理系統要求的特定標準）相關規範轉化為鐵路運輸系統之營運環境[6]，並對如何實施有效的資產管理制度、以及在必要時實現與證明「合規性」所需之證據，提出具體建議，此指引適用於鐵路基礎設施組織內之資產管理從業人員，這些從業人員已經了解 ISO 55001 中包含的資產管理概念，透過此指引，可更具體依據 ISO 55001 之精神建立、實施及強化組織之資產管理系統。

基上，本章首先將說明資產管理定義，其次說明 ISO 55001 之內容，最後就國際鐵路聯盟 UIC 所發布之「UIC 鐵路應用指引：以 ISO 55001 推動資產管理實務」指引加以介紹。

2.1 資產管理之定義與內涵

有關資產管理之定義，應先釐清「資產」之意義。根據 ISO 55001 資產管理國際標準，「資產」係為對組織具有潛在或實際價值之東西。此定義較籠統且廣泛，包括有形及無形資產。如進一步就實體資產來看，可以參考英國 BSI (British Standards Institute) 公開可用規範 (Publically Available Specification) 第 55 號 (PAS 55: 2008) 之說明，「資產」是對組織具有獨特價值之廠房、機械、財產、建築物、車輛以及其他物品。因此進行資產管理，首先即應界定組織之資產內容。以鐵路運輸系統來看，鐵路資產範圍廣泛，為協助鐵路組織進行資產管理，國際鐵路聯盟 (UIC) 依據 ISO 55001 為基礎，於 2016 年發布「UIC 鐵路應用指引：以 ISO 55001 推動資產管理實務」之指引 ("UIC Railway Application Guide: Practical implementation of Asset Management through ISO 55001")，其中即對鐵路資產之內容提出指引建議。

有關資產管理之定義，目前普遍主要引用 ISO 55000 國際標準與英國資產管理協會 (IAM) 之定義。

首先，有關 ISO 55000 國際標準對資產管理提出之定義 (第 3.3.1 條) 如下：「組織為實現資產價值所進行之協調活動」，其中：

- 有關資產 (第 3.2.1 條) 如前所述，為：「對組織具有潛在或實際價值的項目、事物或實體」；
- 「價值的實現，通常需平衡成本、風險、機會與績效效益」；
- 「活動」一詞具有廣泛之含義，例如包括方法、規劃、計畫及其執行推動。

另外，根據 IAM 於其出版之「資產管理之剖析」 ("Asset Management—An Anatomy") 中對資產管理提出下列說明：

資產管理不僅止為對資產做事，其與利用資產來創造價值並實現組織業務目標有關。資產管理亦導入不同方法與思維方式，同時翻轉組織之調校與文化。每個組織都必須確定價值為何，並選擇如何管理資產以獲得最佳總價值。資產管理與所有類型的組織均有相關性，無論是大型、小型、私人、公共、政府抑或是非營利組織。越來越多來自世界各地的證據顯示，有效的資產管理可以提高組織之聲譽及下列能力：

- 安全營運；
- 履行監管和法定義務；
- 評估未來的業務戰略，以提供不同的績效、成本和可容忍的風險狀況；
- 顯著降低資產於生命週期內之管理成本。

綜言之，英國資產管理協會 IAM 認為資產管理之定義如下：「組織經由系統和協調之活動與實務，優化並永續管理其資產、資產系統(asset systems)以及生命週期內相關之績效、風險和支出，以實現其組織戰略計畫」。進一步闡述資產管理之實質內涵如下：

- 資產管理涉及成本、機會和風險與資產預期績效的平衡，以實現組織的目標。
- 資產管理協助組織檢查不同等級的資產和資產系統的需求和性能。此外，它還可以應用分析方法來管理資產在其生命週期不同階段之任務。
- 資產管理是做出正確決策和優化價值達成之藝術和科學。在最大程度降低資產全生命週期成本之共同目標下，相關決策的制定，需客觀考慮其他關鍵因素，例如風險或業務之連續性。

2.2 ISO 55001 之概述與優勢

如前所述國際標準化組織（ISO）於 2014 年出版發布了 ISO55000 之國際標準，用以協助組織建立具高效率與效益之資產管理體系。此標準包括

- ISO 55000——為資產管理和資產管理體系的綜覽
- ISO 55001——詳列資產管理體系的要求
- ISO 55002——根據 ISO 55001 的要求，提供應用資產管理體系的指引

其中以 ISO 55001 尤為實務推動最主要之依據。

ISO 55001 共僅有 10 條條文，其中第 4~10 條為核心內容，每個條文下有相關子條款，用以闡述條款整體性定義與意圖，概述如表 2.1。

表 2.1 ISO 55001 條文綱要架構

主條文項次	子條文內涵說明
1.範圍 Scope	本國際標準規定組織範圍內資產管理系統之要求。 本國際標準適用於所有類型的資產，適用於所有類型與規模之組織。
2. 參考規範 Normative reference	以下文件之全部或部分在本文件中被規範引用，對其應用是必不可少的。對於註明日期之參考文獻，僅引用之版本適用。對於未註明日期之引用文件，引用文件之最新版本（包括任何修改）適用。
3. 名詞與定義 Terms and definitions	就本文件而言，適用 ISO 55000 中之名詞與定義。
4. 組織背景環境 Context of the organization	組織在建立或檢討資產管理體系時，需審視內、外部環境。 4.1 了解組織及其背景環境 4.2 了解利害關係人之需求與期望 4.3 決定資產管理系統之範圍 4.4 資產管理系統
5.領導力 Leadership	組織各階層的管理人員，都必須參與管理體系之策劃、執行與營運過程，而最高領導層則要制訂管理體系的目標、策略和權責，營造適合管理體系運轉之環境。 5.1 領導關係與承諾 5.2 政策 5.3 組織之角色、責任與權責
6.規劃 Planning	機構應對相關部門訂定資產管理目標，並透過制訂資產管理策略計畫，詳述如何應用資產管理原則實現機構目標。 6.1 針對資產管理系統風險與機會之行動 6.2 資產管理目標與其實現計畫
7.Support 支援	推行資產管理體系時，需要組織機構整體合作、分享資源，以利各成員清楚資產管理的目標。(包括人力資源) 7.1 資源 7.2 職能 7.3 認知 7.4 溝通 7.5 資訊需求 7.6 文件化資訊

主條文項次	子條文內涵說明
8.運作 Operation	為維持管理體系之運作，組織應制訂、執行及控制相關之程序。此外，並應包含風險評估和變革控制之程序。 8.1 運作規劃與控制 8.2 變革管理 8.3 委外
9. 績效評估 Performance evaluation	機構應評估其資產、資產管理和體系表現。評估可以直接或間接的形式，以及從財政或非財政的角度去進行。 評估資產管理的標準是在於其能否實現既定之管理目標，以及審視無法達成之原因。 9.1 監控、量測、分析與評估 9.2 內部稽核 9.3 管理檢核
10.改善 Improvement	透過監控資產和資產管理體系的表現，可直接找出改善之空間；如有不合格項或潛在不合格項，需分別進行糾正及預防措施。 此外，如發生與資產相關的意外事件，應進行調查及檢討，考慮是否需要作出改進，以防止再次發生及減低其影響。 10.1 不合規與修正措施 10.2 預防性活動 10.3 連續改善

資料來源:[6,21]

2.3 國際鐵道聯盟之 ISO 55001 資產管理實務指引

UIC 為協助鐵路基礎設施管理者提高現有資產管理能力，爰將 ISO 55001（包含資產管理系統要求的特定標準）相關規範轉化為鐵路運輸系統之營運環境，提供具體指引，目的在於促進鐵路基礎設施組織採用一致的方法，俾能更有效地將組織現有資產管理能力與 ISO 55001 對資產管理系統要求規範保持一致。此指引已被許多鐵道業者廣泛應用引用。

根據本指引文件說明，發布目的主要有二[6]：

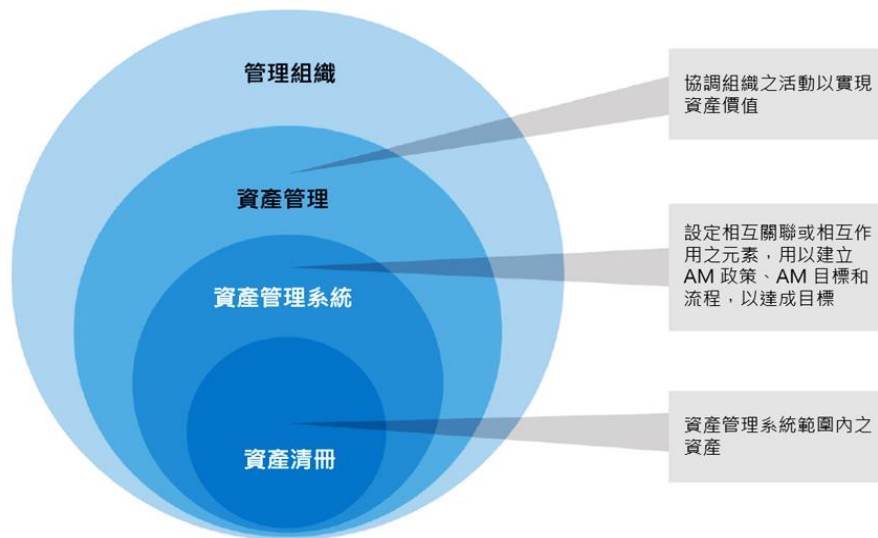
1. 為鐵路基礎設施組織內之資產管理工作提供實用指引，這些工作者對 ISO 55001 所包含之資產管理概念有一定的了解或認同，並正在尋求依據 ISO 55001 建立、實施或強化資產管理系統。
2. 第二個目的是向鐵路基礎設施組織之領導和高層主管階級提供有關 ISO 55001 之意圖、優點和執行規範等高級資訊—建立合規之資產管理系統、整體資產管理作為，以及一種協調與整合之方法，以實現資產價值並為組織實現收益。

應用時需注意，本文件係為鐵路基礎設施組織提供 ISO 55000 國際標準系列相關補充，而非取代組織中相關文件。

本指引內容分為三個部分：第一部分介紹資產管理之效益以及 ISO 55001 之目的與背景；第二部分說明 ISO 55001 對資產管理系統之各項要求、對鐵路基礎設施組織各項規範之影響與條件提供實用指導、界定符合 ISO 55001 之可用證據來源等；第三部分為執行指引，根據已尋求或正在尋求認證的鐵路基礎設施組織之經驗，概述實施 ISO 55001 之順序方法，並協助取得認證審核[6]。由於內容繁多，本研究僅就主要內容簡介。

2.3.1 資產管理範圍及 ISO 55001 之重要性

對鐵路基礎設施組織而言，資產管理範圍確認為協助與 ISO 55001 保持一致之關鍵步驟。圖 2.1 描述資產管理、資產管理系統和資產或資產組合間之關係。由圖 2.1，資產管理系統並不包括鐵路基礎設施組織之所有活動，甚至亦不包含所有資產管理之活動。部分活動或許超出资產管理系統之範疇，但仍會影響資產管理目標之實現及其衍生之價值，因此應有效定義並管理這些活動及其與所界定之資產管理系統間之相關互動與界面。



資料來源:[6]

圖 2.1 資產管理、資產管理系統及資產清冊之關係

「資產管理」一詞之意義，其本質在於達成資產成本、風險和績效三者間之平衡，以實現組織目標並將資產價值傳遞給組織及相關之利害關係人。有效的資產管理利於組織能於正確的時間做出正確的決策，以使資產創造最大價值。根據多個組織之經驗，透過資產管理可實現下列戰略優勢[6]：

- 依據資產重要性及優化以風險為基礎 (risk-based) 之資產清單進行投資，以減少或延後資本支出。
- 將維修制度從以往根據時間或製造商要求之方法，進化為以風險為基礎之方法，並減少重做(rework)或被動要求，以優化營運支出。
- 透過適當資產狀態監控，將維修和投資優先置於最重要之資產和部分路網，優化資產相關資訊以進行路網之最佳管理，俾提升路網績效與可靠性。
- 提升向監管與出資單位證明支出合理性之能力，並就資金減少對長期風險、績效和成本影響之衝擊加以證明。
- 透過建立情境與利害關係人良好互動，以反映投入不同資金水準對產出績效之預測。
- 於顯著一致性、系統性與風險跨域管理部分推動治理之改善，以符合監管和立法之規範。

- 由於路網可靠度提升與資產可用性增加，間接提高顧客滿意度及利害關係人信心之結果，同時亦提升了組織聲譽。
- 持續、漸進改善資產績效與資產管理能力之效率。

本指引亦建議，資產管理必須由組織的最高層領導。因為資產管理為整體性之工作方式，涉及採購、財務、人力資源、IT 和鐵路基礎設施組織之其他職能相關之利害關係人，以及技術性更強之規劃、工程、營運、項目和維修團隊。資產管理無法獨自發展或由單一功能或部門實施。資產管理是一種戰略性、由上而下之方法，需要適當的領導和文化來實現真正的價值。

而針對 ISO 55001，其目的係針對組織創建資產管理系統提供一個規範架構與指引，以回應所有基礎設施管理者想解決之關鍵問題[6]，包括：

- 向投資者與利害關係人說明營運及維修成本之合理性。
- 增進技術性決策之透明度，並支持技術合規性與融資建議。
- 在資金限制和利害關係人間之利益衝突情況下，最適化投資決策。
- 界定完善的能力改善計畫，俾有效達成利害關係人改善價值。

至於是否一定要選擇使用 ISO 55001 資產管理標準，端視組織能否以敏捷和適當之方式，管理並調適組織之內、外在變化，亦即資產管理成熟度與能力為資產管理關鍵成功因素，如鐵路基礎設施組織對於自身管理資產相關議題之方式感到滿意，其並不一定需要採用 ISO 55001。

於推動 ISO 55001 時，可參考 ISO 55000 所界定之四個資產管理基本原則：價值、一致性、領導力與保證[6]。說明如下：

- 1.價值 (Value)：**鐵路基礎設施資產之建造或取得、維修、更新和一般保存主要在於為組織及其利害關係人創造價值；且資產管理目標和活動應與組織目標完全一致。
- 2.一致性 (Alignment)：**將組織和資產管理目標轉化與資產管理計畫和實際資產操作 (asset interventions) 完全一致，以獲取價值並實現組織目標。一致性須透過風險基礎與資訊驅動之技術以及財務決策來建立，並以資產管理系統進行協調和持續改善。
- 3.領導力 (Leadership)：**適當評估影響資產價值與組織目標實現之人力資源因素，包括來自組織最高層之領導與承諾、文化、角色和職責、能

力、適當的授權和權責、溝通、職能協調以及對整個組織的組織目標和資產管理系統的認識。

4.保證 (Assurance)：有效的組織治理可確保資產實現預期價值與組織目標。包括在相關限制內對資源之最適化管理、建立有效且具效率之人力、流程與系統，以實現必要之效能，並持續監控和改進。

除上述原則之外，同時並應建立一致之決策標準。決策標準應考慮業務背景、利害關係人之要求及組織與資產管理目標，以確保對資產管理計畫和評估介入實地決策以支持整體價值之達成。各個組織可依自身企業需求，設定所需之決策準則，例如：安全風險、設施故障對績效之影響、生命週期成本、環境衝擊等。

此外，了解並管理風險為貫穿 ISO 55001 之普遍要求。從資產之設計、採購、建造、更新、維修乃至營運之過程，鐵路基礎設施組織之相關決策與規劃，需能因應風險或其他不確定事件之發生。常用的 ISO 31000 係為描述實施風險管理之架構，可與 ISO55001 進行整體規劃。

2.3.2 ISO 55001 應用於鐵道資產管理系統相關規範之重點

ISO 55001 由 10 個單獨的條款組成。第 4~10 條為文件主體，共包含 72 項「應」聲明或規範之具體要求。由於內容繁多，本研究僅就大方向進行說明。透過 UIC 指引，資產管理者可依據條文內容界定必須考量或定義之議題，並透過該指引中所提出之建議證明 (Recommended Evidence)，釐訂組織內部相關規範文件或佐證資料。

2.3.2.1 第 4 條：組織背景環境

ISO 55001 第 4 條計有包括 4.1 至 4.4 共 4 條子條文。第 4 條主要精神在於審視組織內部與外部環境。外部環境包括社會、文化、經濟和現況環境，以及法令規範、財政和其他限制；內部環境則包括組織的文化和環境、使命、願景和價值觀。此外，利害關係人之意見、顧慮與期望，亦對組織環境有所影響。本條項下之 4 個子條文如下：

4.1 了解組織及其背景環境

4.2 了解利害關係人之需求與期望

4.3 決定資產管理系統之範圍

4.4 資產管理系統

第 4.1 條係在於了解組織與背景環境，除上列之內、外部環境因子外，常見的鐵路特定因素包括不斷增加之鐵路營運需求和相關施工期間減少、牽引動力以及號誌與控制系統之廣泛現代化、路網中低使用線路之經濟性、成本和績效之競爭壓力、日益增加之即時顧客資訊、顧客滿意度和聲譽、永續性和環境績效以及媒體對績效和運送之的關注與壓力。

此外，並應促使資產管理目標與組織目標一致。組織目標基本上可根據組織文化、職能與能力狀況來決定。以鐵路組織為例，組織目標可依據鐵路類型或組織之願景來定義，包括組織被賦予或期望提供之服務、高水準之財務績效、特定之績效水準以及路網強化等。具體來說，營運部分可考量之因素包括交通量成長、準點率 and 安全性，其他面向或一般性的考慮因素如永續性、技術採用、資產管理能力、成本效率、彈性和顧客滿意度等。

UIC 指引並建議組織應將資產管理目標分解為路網及路線級別，並至少應涵蓋五年期限之目標、資金和限制條件的規範。其中路線部分可考量之目標多為：路線能力、路線容量、路線可用性 (包括使用制度)、交通、列車數量、車輛特性、路線速度、路線基礎設施績效 (準點、安全、環境影響) 以及路線預算。

第 4.2 條部分為了解利害關係人的需求和期望，並與資產管理目標與流程整合。鐵路組織所涉利害關係人非常複雜，包括投資者、監理機構、立法機構、地方政府、營運單位、與鐵路相連結之基礎設施或其他相鄰設施、旅客、土地所有者、媒體等，因此，組織應設法了解每個利害關係人在實現組織和資產管理目標方面的重要性，並根據此排序建立適當之分析和管理流程。

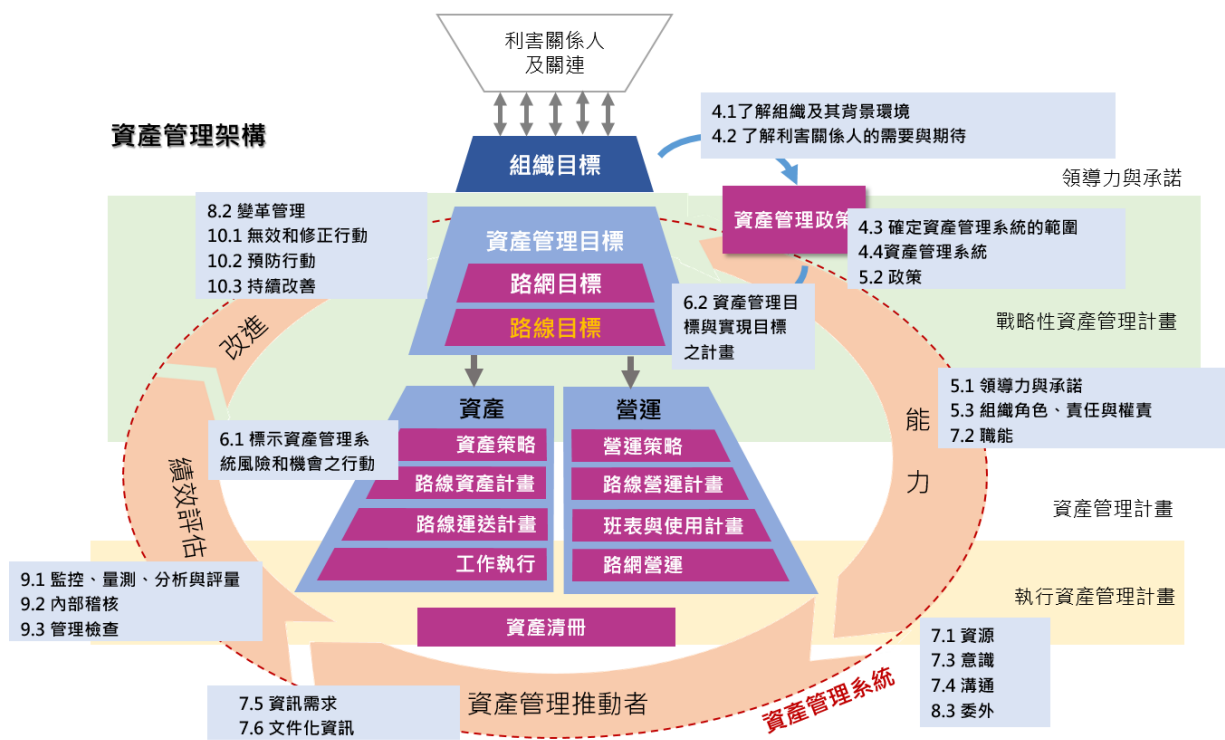
第 4.3 條為決定組織資產管理系統(Asset Management System, AMS)之範圍。亦即定義資產管理系統之範圍與邊界 (boundaries)，並進行管理與控制。基本上，並非所有資產或資產管理活動都必須包括在 AMS 中。決定鐵路組織資產管理系統範圍之 2 個主要因子是：

1. 實體 (或非實體) 資產之應用範圍，以及實體資產應用之地理範圍，包括路網、路線或地區；

2.將組織目標與資產操作相關之決策、流程與活動連結，以確保整體組織之一致性。

圖 2.2 有關 UIC 所提供之資產管理架構大致上已能有效定義鐵路基礎設施組織資產管理系統之範圍，並且為關鍵活動和相關界面提供指導，以實現符合 ISO 55001 資產管理 PDCA 流程之一致性和完整性。除關鍵活動之外，架構範圍應就特定資產、地理位置、職能、角色和責任、人力資源、供應鏈和能力、流程、數據和系統加以考慮。

此外，邊界確立後，應進一步確認資產管理範圍是否與資產管理戰略性計畫之政策目標一致，且組織目標亦應連結資產管理決策、流程和活動，以確保整個組織的一致性。



資料來源:[6, 本研究整理]

圖 2.2 UIC 提供之資產管理架構

圖 2.2 中有關資產管理系統(AMS)主要係定義維修、適當審查和持續改善文件化之 PDCA 程序之資產管理系統及與戰略性資產管理計畫(SAMP)之相關需求。

鐵路基礎設施組織之資產管理系統通常很複雜，難以用圖表或簡明方式呈現，圖 2.2 提供的資產管架構應能為鐵路基礎設施組織提供一個良

好的起點。資產管理系統組成之各元素應規劃詳細之業務流程，這些流程定義了輸入和輸出、將輸入轉化為輸出的關鍵步驟以及各流程應負責之單位。

2.3.2.2 第 5 條：領導力

第 5 條之內容說明管理階層應制訂與組織目標相符之資產管理政策與目標，共包含 3 條子條文，內容如下：

5.1 領導力與承諾

5.2 政策

5.3 組織之角色、責任與權責

組織各階層之管理人員，均需參與管理體系之策劃、執行與營運，而最高領導層則要制訂管理體系的目標、策略和權責，營造適合管理體系運作之環境。各領導層應提供適當資源，包括資金、足夠和合適的人才、資訊科技等，以支援管理體系的運作。

各領導層應與所有員工、顧客、供應商、承辦商及股東等利害關係人保持溝通，傳達管理體系的目標和重要性。

第 5.1 條**領導力和承諾**，其重點在於組織管理團隊應展現對資產管理系統之承諾和目標之實現，且強調應透過結果(outcome)、檢核(review)及改善行動加以落實，而不是僅有展現意圖。ISO 55001 使用「最高管理層(top management)」一詞，定義組織中之最高層級或執行決策者。對於鐵路組織來說，包括 CEO(首席執行官)、董事會及執行層級的發起人以及資產管理系統、資產管理政策及 SAMP 等授權之單位。許多組織只有單一「最高管理層」負責人，通常是工程總監、財務總監、維修總監或營運總監以及資產管理總監。不過考量資產管理所具之跨業務屬性，如能擁有多個董事會或執行級別之負責人加入，亦是一種很好的作法。此外，亦有許多組織經由建立資產管理委員會或類似機制，由高層管理人員出席，以推動、管理和監督組織內資產管理事務。

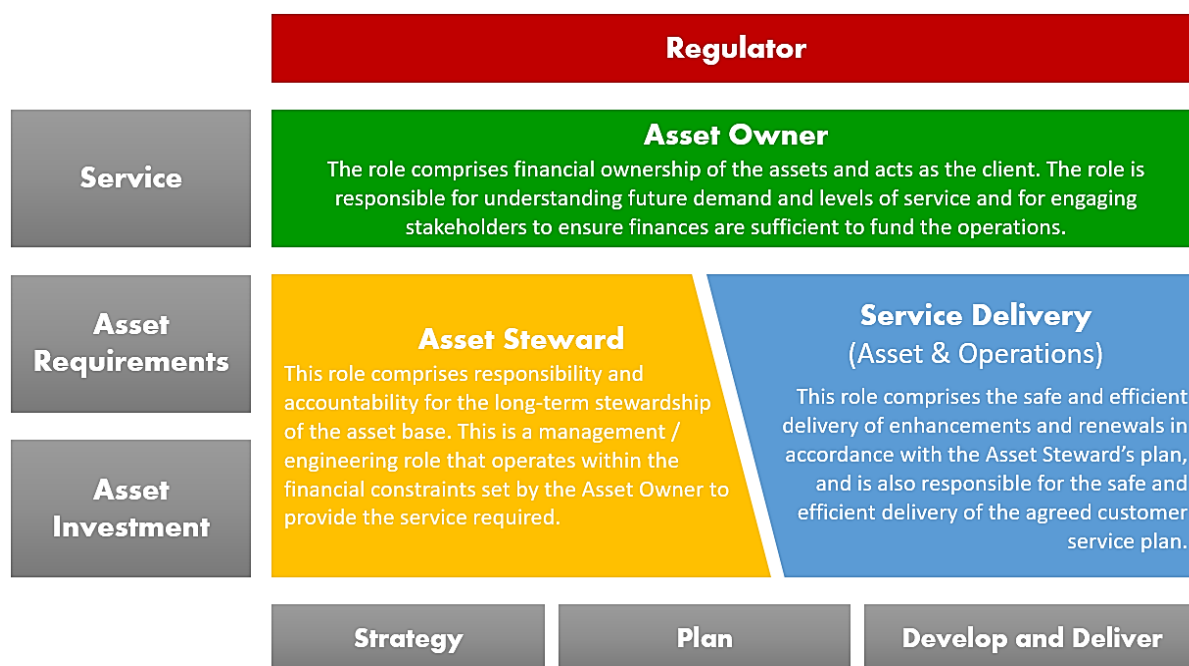
第 5.2 條「**政策**」，其目的在確保資產管理政策整備就緒，定義並承諾組織採用適當的良好實踐(good practice)之資產管理原則與整體性方法。資產管理政策應提供組織最高管理階層之意圖聲明、揭示採用資產管理

原則之承諾，並顯示資產管理系統於實現組織目標之作用，且資產管理政策應得到最高管理層之明確認可。

以鐵路組織為例，資產管理之核心原則可能包括與全生命週期成本、政策透明度、風險管理與永續性以及相關決策標準之定義或參考之關鍵聲明。相關原則應明確並一致應用於所有資產管理活動，從戰略決策乃至戰術決策和規劃，乃至資產操作。

第 5.3 條「**組織之角色、責任與權責**」目的在確保執行、監控和審查資產管理體系所需的角色和職責被具體定義並文件化，俾將職責有效分配予適當權限之職能、角色或個人，以利後續推動執行。本指引亦說明，與 ISO 55001 保持一致或符合 ISO 55001，實際上並不需要對組織進行重組，而是確保組織必須適當定義資產管理系統的角色與職責，同時並有效協調集權與分權之機制。

在定義參與者角色、職責和權限時，應考量整個組織和利害關係人之關係。圖 2.3 為資產所有者、管理者和服務交付者（潛在承包商）之權責關係模型，藉此了解每個元素的界面和邊界是否明確定義和記錄、是否在所有關鍵界面中建立明確控管機制（例如服務水準協議和審計），以及是否具有定期審查流程。



資料來源:[6]

圖 2.3 高層級組織之角色

指引中亦建議可對組織資產管理系統內的所有關鍵活動進行 RACI ((Responsible 責任 – Accountable 究責 – Communicate 溝通 – Inform 通知)或類似之方法，以有效掌握活動相關責任追蹤。

2.3.2.3 第 6 條：規劃

第 6 條係組織應依據所面臨環境狀況與股東之需要，判斷需應對之風險和機會，並擬訂對應的處理程序。此外，並應設立資產管理目標與資產管理策略計畫，以詳述如何應用資產管理原則實現目標。資產管理策略計畫內容應確立所須執行之工作項目並研定可衡量之目標。本條文共計有 2 條子條文，內容如下：

6.1 針對資產管理系統風險與機會之行動

6.2 資產管理目標與其實現計畫

第 6.1 條內容主要針對資產管理系統風險和機會所應採取之因應行動。鐵路產業與其他行業相比，更需要完善正式的安全風險管理方法。風險來源包括與資產相關之直接風險(即資產故障、健康、安全和環境)以及其他因素導致的間接資產風險(即能力、流程、資源、系統，但應於關鍵風險建立一致的風險管理系統。

許多關鍵、戰略性風險對鐵路組織資產管理系統之範圍領域至關重要，相關風險包括安全、容量、能力、準點、財務、聲譽、資金和執行效率等。而鐵路組織之最關鍵風險，亦可能會隨著時間而改變，應對資產管理系統的每一個組成元素加以評估，以確保風險之緩解、控制及監測結果能適得其所。

- 風險管理流程應在單一架構內強調戰略和營運風險。並非所有風險都必須詳細登記於一個風險登記冊中，且該架構應由合適之管理人於合適的地方對風險進行一致之管理。
- 需由上而下及由下而上整合與基礎設施相關之所有主要風險，並加以識別、評估和控制。

第 6.2 條「資產管理目標與其實現計畫」，說明應界定管理目標，並應訂定相關計畫以達成資產管理目標。

資產管理目標之發展應確保完全符合公司目標、考慮所有相關利害關係人之需求、在職能和角色之間適當切割、進行定期審查與改善，並適當透過文件化進行管理。

資產管理目標可考量以 **SMART** 原則決定，即具體(Specific)、可衡量(Measurable)、指派(Assigned)、務實(Realistic)與限時性(Time-bound)。鐵路組織資產管理目標較適合分別從路網和路線（走廊）層面進行考量。常見之考慮因素包括但不限於下列因素：

- 組織資產管理能力和成熟度
- 顧客滿意度與培訓績效
- 基礎設施效能、容量和可用性
- 基礎設施績效和狀態
- 全生命週期成本和預算合規性
- 根據規劃進行資產操作
- 環境影響和永續性

接續資產管理目標之決定後，接下來為資產管理計畫(Asset Management Plans, AMP)之訂定。

鐵路組織之資產管理計畫通常比其他資產密集型組織更加複雜。參考圖 2.2，該圖界定了鐵路組織象徵式之資產管理計畫，由路線(Route)資產計畫和路線交付(Route Delivery)計畫組成，AMP 須受路線營運計畫、排班與路線使用計畫之支持，且應與其一致。

其中，路線資產計畫部分，應從整體生命週期進行考量，針對路線指定資產操作(asset intervention)活動，以實現資產管理目標，並有效識別及降低風險。而路線營運計畫部分，重點係將指定工作轉化為詳細的執行計畫，以達成下述目的：

- 依據技術、使用規劃等，以空間進行工作分群，同時並整合待執行之工作，以優化資產操作
- 提供建築計畫之詳細設計
- 確認資金之可用性與來源
- 與顧客及利害關係人協調營運計畫

- 運轉計畫應與當地軌道使用機制(access regime)及供應商之執行能力保持一致。

完善「資產管理計畫」是一個持續的規劃過程，且可能需有全責之資產規劃團隊進行協調，且與 SAMP 一樣，多會產製摘要文件(例如倫敦地鐵的 Line Asset Network Plan)，至於 5 年或 10 年計畫通常並不會於該文件陳述，而是放在工作/維修管理以及資本規劃系統中。

2.3.2.4 第 7 條：支援

資產管理之推動需要組織上下通力合作、分享資源，並讓各成員清楚資產管理的目標。組織應清楚列明相關人員之能力需求，並與人力資源管理體系互相配合；此外，組織亦需界定支持資產管理體系運作所需之資訊。亦即，相關支援包括資源(Resource)、職能(Competence)以及資訊系統。本條共包含 6 個子條文如下：

7.1 資源

7.2 職能

7.3 認知

7.4 溝通

7.5 資訊需求

7.6 文件化資訊

第 7.1 條資源(Resource)，係評估是否有足夠的合適資源，用以開發及維修資產管理系統，包括戰略規劃、實施、監控、審查和改進等過程以及其他資產管理計畫中之活動。資源包括所有資產運轉(營運、維修和專案計畫)之資源，含括內部及第三方。

資源部分需考量之其中一個重點是業務工作由組織內部自辦抑或是委由外包商辦理，依實務需求有不同的安排。供應鏈管理是有效執行基礎設施工作與控制成本之關鍵，應考量下列事項：

- 外包流程與活動之潛在活動範圍。
- 業務外包與內部自辦工作之商業案例。
- 與外部流程／活動間之界面，包括外包流程活動之責任歸屬與權責。
- 基礎設施管理和外包商間之資訊流管理。

第 7.2 條**職能**（Competence），係評量資產管理系統中之特定職位是否依相關定義由適當角色人員擔任。本條與第 7.1 條密切相關，但著重於人力資源之適用性。所謂「職能」是指個別人員在知識、技能和行為之基礎上，始終如一執行任務之能力。

本條文建議組織應建立職能管理系統，以界定並滿足資產管理系統要求之能力，且相關計畫內容應包括組織內部與外包商相關能力之風險評估。

鐵路基礎設施組織面臨的策略性職能議題應被良好界定與管理，例如因勞動力高齡化致使技術知識流失或是對資產資訊價值之了解。此外，相關技術及路線側(lineside)之安全職能，雖大多已由鐵路組織進行整體性管理，但建議可將更多之策略性資產管理技能納入考量，如戰略規劃、全生命週期成本分析、資產管理計畫發展等。

第 7.3 條與第 7.4 條分別為**認知與溝通**。「認知」為廣泛而主觀之概念，但根據相關經驗，良好的組織意識可以透過下列途徑建立「認知」：

- 利害關係人之間的良好溝通與協商之程序或作法。
- 注重參與及協調之積極文化。
- 有效的流程和系統，以確保利害關係人收到精確及最新之資訊。
- 個人、團隊和職能部門對其於資產管理系統中之角色、職責和界面有很好的理解。
- 針對組織與資產管理系統之績效進行有力且明確之溝通。

第 7.4 條**溝通**在於確保組織能達成清楚必要之資訊交流。溝通的對象包括內部和外部，特別是鐵路組織涉及許多外部單位，例如不同的出資單位、主管機構、其他法令規範單位以及供應商等，應建立良好的溝通計畫。

第 7.5 條為**資訊需求規範**，此條文為複雜且嚴格之條款且規範內容較多，其要求組織具有相對高度定義之資產資料與資訊需求規範，以支援並利資產管理系統能夠達成特定屬性水準之解析度，其與第 7.6 條內容密切相關。

本條要求組織充分了解所擁有資產之性能、設備狀態、成本、風險以及資產彼此間之潛在關係以及對資產管理系統之重要性。特別是，應與財務和非財務數據保持一致，並為決策提供足夠之清晰度。

以鐵路組織來說，支援資產管理決策所需之資訊型式包括但不限於下列資訊：實體資產、定位、資產和系統關係/層級資訊、資產操作之歷史資訊、績效與服務影響資訊、資產健康資訊、地理空間資訊以及財務資訊。需注意的是，可能部分組織之資產資訊系統是從 IT 系統角度出發建置，而非從資產資訊規範開始，而此種情形在證明資訊系統對本條款之合規性時，可能較為不容易。

第 7.6 條**文件化資訊**，係評估組織取得文件化資訊以支持其資產管理系統與相關法律、財務和技術規範之方法。基本上第 7.5 條大致上關注資訊需求之規格，而本條則是涉及根據第 7.5 條之規範，蒐集、記錄、取得、存儲、傳播或使用此資訊之方式。

雖文件化資訊之規模和複雜性依據個別鐵路組織之需求、規模、複雜性或背景會有所不同，但對核心文件化資訊之需求，例如維修紀錄，對組織進行實體資產管理非常重要。IT 系統是整體資產資訊戰略與數據取得、存儲和使用之重要元素，過程中需確認 IT 戰略應與資產管理系統保持一致性，以使 IT 系統能有效保存、分析和傳播適當之資產資料。

2.3.2.5 第 8 條：運作(Operation)

本條文所稱之「運作」(operations)是指組織為實施資產管理計畫而採取之所有行動，包括設計、施工、維修以及大多數鐵路組織所稱之資產營運以及其他致能因素(enablers)。第 8 條重點在於為維持資產管理體系之運作，組織應制訂、執行及控制相關之程序（包括外包相關程序），而運作過程可能衍生新風險，因此相關制度應包含風險評估和變革管理。此外，針對外包活動之監控，亦應考量將其融入管理體系之運作。本條文包括 3 條子條文如下：

8.1 運作規劃與控制

8.2 變革管理

8.3 委外

第 8.1 條**運作規劃與控制**，旨在確定組織對「運作」進行適當與系統之控制，以推動資產管理計畫並實現資產管理目標。為滿足本條款的要求，組織應遵守的一些關鍵指引包括：

- 執行資產管理計畫之功能(function)——通常稱為「交付(delivery)」功能，應根據角色與職責要求，充分了解組織之資產管理戰略、計畫、架構、流程和程序。
- 運作計畫應依循資產管理計畫並與決策標準保持一致。

針對鐵路組織，本條可能涉及大量的功能和流程，包括從設施之設計、建造、採購、移交、營運、維修、更新、淘汰乃至處置之生命週期流程與策略等，均需與組織資產管理目標和計畫達成一致性。

第 8.2 條**變革管理**，內容涉及與變革相關風險之界定、評估、減緩(mitigation)與監控，無論是資產基礎、組織本身、利害關係人需求或其他所有可能影響資產管理系統與實現整體組織目標之任何因素均需考量，以確保專案計畫實施或發生其他變化時，能以正規且一致之風險管理方法(即 ISO 55001 第 6.1 條)來管理對目標產生之影響與不確定性。組織應從變革中學習，並確保於資產管理系統整體 PDCA 過程中加以記錄。可能的變革包括但不限於下列各項：

- 資產管理系統外部變化因素，例如政治和自然環境因素、監管要求、競爭。
- 資產管理系統內部變化因素，例如員工的期望與需求、訓練要求、文化或心態轉變等。
- 基於資產之變革，例如施工期間對初始設計之變更、零組件變更或技術過時等。
- 非資產之改變，例如路線關鍵性之變化。
- 預期或計畫內之變化，例如組織結構、戰略與目標之變化等。
- 意外或計畫外之變化，例如影響乘客或其他人之安全事故或惡劣天氣。

變革管理內容包括變革風險之識別和評估、變革風險之控制和執行，以及變革控管及執行後之評估，良好之通用方法為 PDCA，本條款係指組織如何對變革或變革之要求「採取行動(act)」。

第 8.3 條為**委外 (Outsourcing)**。本條款涉及資產管理活動 (例如營運、維修或資本計畫) 由第三方執行，鐵路組織常有這類狀況。本條文旨在確保外包和第三方管理能以受控方法、風險評估、適當指派、監督下進行。無論外包原因為何，鐵路組織最終仍需承擔系統元素外包之風險 (對利害關係人和顧客)、管理外包後之剩餘風險，並承擔外包本身之風險。

鐵路基礎設施組織常有廣泛的外包模式，從所有委外的資產操作活動到所有「內部」執行之活動，以及介於兩者間之各種變化方式。本條文針對資產管理活動外包由第三方執行之決策提供主要議題之建議，且第三方供應商或承包商如何管理之議題亦同等重要，相關需評估之關鍵因素包括：

- 明確定義合約之邊界與責任。
- 明確界定外包活動內容，並應與相關路線計畫、資產戰略和總體目標有顯著之一致性。
- 服務供應商與鐵路組織間之資產資訊之定義與流程，反之亦然，包括相容的程序、格式、系統和所有權。
- 評估與外包相關之風險，並適當控制外包活動。外包活動須有效整合至鐵路組織之資產管理系統中，以確保能助於實現資產管理之目標。

2.3.2.6 第 9 條：績效評估

本條描述組織應評估其資產、資產管理和**管理體系**之表現。評估方式可為直接或間接之形式，以及從財務或非財務之角度進行。而評估資產管理之標準為能否實現既定之管理目標，以及審視無法達成目標之原因。機構應對**管理體系**進行定期審核，並將評審結果交予管理階層進行審查。本條包括下列 3 條子條文：

9.1 監控、量測、分析與評估

9.2 內部稽核

9.3 管理審查 (Management Review)

第 9.1 條為**績效之監控、量測、分析與評估**，目的在確保流程、規範與技術能適得其所，以監控及衡量資產管理計畫之推進、資產管理系統之執行、資產管理目標之達成，以及後續總體目標。

本子條文建議應建立整體性之績效衡量標準，以衡量資產管理系統每個組成部分之實施效果（例如，是否依據計畫或預算執行工作），同時提供資產管理系統實施對基礎設施績效影響之量測，例如資產狀態、故障、能力、服務影響以及成本等，並建議應選擇可提供領先和落後指標 (indicators) 之量測項目，並分析戰略決策及戰術實施之影響。

以鐵路組織來說，典型的上層績效評估著重於安全性、可靠性（依時刻表運轉）、容量、旅行時間、連結性、準點性、顧客體驗、運送與改善、路網可用性和列車路徑以及日益重要的環境永續性等。實務上，許多鐵路組織早已為營運與資產績效制定了成熟的績效管理架構，而遵守本條款將確保這些績效管理措施和報告與公司目標和資產管理目標、戰略和計畫保持一致。

第 9.2 條為**內部稽核**。內部稽核之目的是確保資產管理系統中定義的內容正在實施，並且任何不符合一致性者均能被識別、發現、排序與管理。透過實施系統性之稽核計畫，以有效確認資產管理系統之主要組成元素已經實施及予以維修，且能達成每個組成元件之目標能力水準及符合資產管理標準。

稽核制度應以風險為基礎，重點關注資產管理體系中，對組織或資產管理目標產生重大影響之漏洞或違規行為。另外，雖然本節標題為「內部」稽核，但實際上，稽核不一定是由組織員工進行，亦可借助外部資源依據組織所擬定之規範和稽核計畫來辦理。

第 9.3 條為**管理審查** (Management Review)，本子條文內容與 5.1 和 10.3 條密切相關。描述有關稽核機制 (audit regimes)、績效評估以及其他關鍵回饋來源之結果，應由管理階層進行定期審查，以達下列目的：

- 界定資產管理系統於執行時之差距 (gap)；
- 釐定績效指標與目標值偏差之根本原因；
- 確認執行資產管理系統衍生之永續性績效、成本和風險水準；
- 如有必要，界定基礎設施績效之短期改善行動，以及資產管理系統元素之長期持續改善行動，包括整體架構之任何變革。

而資產管理系統之審查應包括：評估組織環境之關鍵變化及其對資產管理系統之衝擊，並採取行動；以及資產管理目標和其他關鍵指標之績效監控。

實務上，許多鐵路組織已經針對營運績效、支出、安全與其他關鍵目標進行大量的管理報告和「審查」——例如定期（每日、每週或每月）舉行會議，審查相關報告並依會議決議採取行動。

2.3.2.7 第 10 條：改善 (Improvement)

本條之重點在於透過監控資產和資產管理體系的表現，找出改善之空間；如有不合格項或潛在不合格項目，需分別進行糾正及預防措施。此外，如發生與資產相關之事故，應進行調查及檢討及評估相關改善，以防止再次發生並減低其影響。本條包括 3 條子條文如下：

10.1 不合規與改正行動

10.2 預防行動

10.3 連續改善

第 10.1 條為**不合規 (Nonconformity)及改正行動 (Corrective Action)**，旨在確保組織已建立並實施適當流程以處理被界定為不合規之事件，並確保完成修正行動。而所謂「不合規」係指未符合相關規範——對資產管理系統規範、相關工作標準、慣例、流程或法律要求等之任何偏離。

本子條文規範組織應執行源自於稽核、管理審查及其他管理修正行動之流程，以消除不合規情況，強調基礎設施績效之短期改善問題，並達成資產管理系統本身之長期持續改善。此外，實施修正措施之收益應超過其成本，且應與源自於風險管理過程中有關風險減緩行動能相互協調。

第 10.2 條為**預防行動 (Preventative action)**。所謂「預防行動」係為消除不符合或其他潛在不期望因素所採的行動，屬主動預防。本子條文描述組織主動針對潛在資產故障進行識別和管理，並應包括流程之主動管理，例如相關規劃是否可能存在問題(如是否有足夠的資源)。

本子條文的第一個應聲明是測試組織能否證明有適當的流程讓潛在事件和**不合規事件**在發生前即被發現(例如主動發現潛在性績效衰退)；第二個應聲明是測試改正行動之適當應用(即潛在性績效衰退之改正行動)。

鐵路組織大多有許多方法對資產生命週期所有階段之潛在事件和不合規事項進行識別，包括規劃與設計(例如，基於資產和系統可靠性開發設計標準)、維修(例如，以可靠性為核心之維修技術或依據時間進行狀態追蹤)和營運(例如追蹤績效會隨時間而降低之資產)。

第 10.3 條**持續改善**，為不斷自我評估與改進之過程，其非為一個獨立的過程，而是組織文化之一部分。應確保將持續審查(review)與改善納入 PDCA 之整體管理系統中。

第三章 國際鐵道資產管理案例經驗

國際上實施資產管理之鐵道業者很多，本研究主要針對依循 ISO55001 國際標準之鐵道業者進行個案經驗回顧。

3.1 英國 Network Rail 資產管理政策

英國國鐵於 1994 年進行民營化，以車路分離方式將路部門（即鐵道基礎設施）交由 Rail Track 公司經營。惟英國國鐵民營化後發生數起重大事故，導致 Rail Track 於 2001 年 10 月宣告破產，迫使英國政府重新接管軌道和基礎設施，並重組為新的國營鐵路路網公司，即現今的 Network Rail（以下簡稱「NR」），負責英國鐵路基礎設施之管理與服務提供。

本研究所參考 NR 之資產管理政策係為 2018 年版本[7]，而前一版本為 2014 年。此政策文件符合 ISO55000 系列標準之要求。

上開 NR 資產管理政策主要定義該公司所應用於資產之關鍵原則和規範，藉以確保資產能以安全、永續且效率之方式提供預期產出之方式進行管理，俾使 NR 成為更優質鐵路系統。而此政策對「資產管理」係採用 ISO 55000 系列 (2014) 中之定義，即——「組織為實現實體資產價值所進行之協調活動 (coordinated activity)」。

3.1.1 資產管理目標、角色、願景與政策聲明

有關 NR 之目標、角色、願景、策略與相關作為釐訂如圖 3.1 所示。由圖可知，NR 之企業目標與願景在於創造價值，成為鐵路產業中值得信賴之領導者。而資產管理可支持組織實現為納稅人和顧客創造卓越價值關鍵目標之能力。

目標決心 (Why we exist)	為納稅人和客戶創造卓越價值			
角色 (What we do)	更好的鐵路造就更好的英國			
願景 (What we want to do)	成為鐵路產業中值得信賴的領導者			
策略 (How we're going to do it)	與我們的合作夥伴合作，充分發揮潛力，為客戶和納稅人提高安全性、可靠性、容量和價值			
作為 (How we need to work)	客戶導向	責任	挑戰	協作

資料來源:[7,本研究整理]

圖 3.1 Network Rail 之目標、角色、願景、策略與相關作為

基於反映組織角色、目標與願景，NR 有關資產管理之政策聲明[7]如下：

- 1.降低乘客、公眾和員工的安全風險。
- 2.資產活動將依據相關立法規範之要求進行。
- 3.資產相關風險之管理將依據公司風險管理政策進行；並透過 NR 之標準和「業務關鍵規則」進行控制。
- 4.資產、系統和路網將根據永續發展原則進行管理，包括適當考量長期財務、社會和環境之影響。
- 5.資產管理方法獲得 NR 技術戰略(Technology Strategy)之支持。藉由資產管理可展現 NR 對更廣泛的鐵路技術戰略之貢獻。
- 6.資產管理方法適用於不同規模之資產及資產系統，俾實現整體組織目標。
- 7.積極尋求結構化持續改善資產管理之能力與活動，並確保顧客和利益關係人提供物有所值之服務。

為了支持更廣泛的目的、角色和願景，NR 並發布一項轉型計畫，內部稱為 5C，如圖 3.2，旨在協助 NR 轉變為像私營部門企業運作之公共部門機構的組織特徵。為實現此目標，資產管理需要支持這種轉型，以確保 NR 能成為具備下列能力之企業[7]：

- 始終以顧客為中心；
- 確保具有成本競爭力和效率；
- 變得更加商業化，吸引第三方投資；

- 灌輸包容多樣性、持續改進、效率和安全的文化；
- 找到 NR 鐵路系統面臨之最大問題—「缺乏滿足不斷增長的乘客需求之能力」之解決方案。

Customer	始終以客戶為中心
Cost	確保具有成本競爭力和效率
Commercial	提升商業化能力，吸引第三方投資
Culture	建立包容多樣性、持續改進、效率及安全之文化
Capacity	尋求容量問題之解方

資料來源:[7]

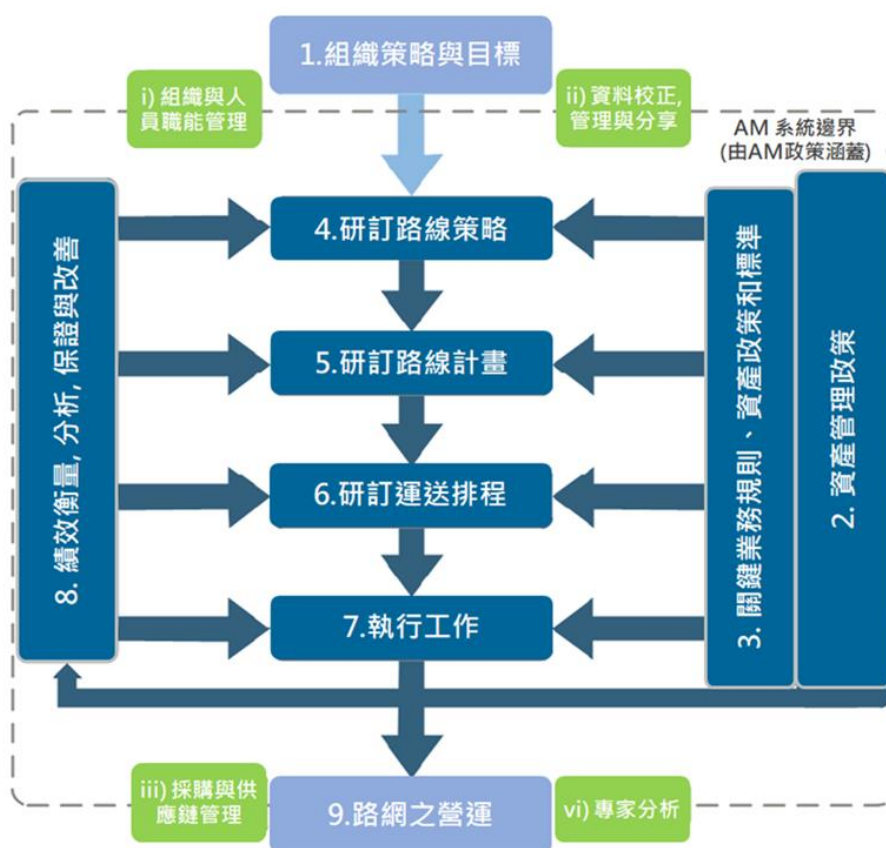
圖 3.2 Network Rail 之 5C 轉型計畫

3.1.2 資產管理架構與資產範圍界定

圖 3.3 為 Network Rail 之資產管理架構圖，用以定義相關活動之範圍，且此架構大量借鑒 ISO 55000 相關指引。

針對本政策適用之資產範圍包括構成鐵路營運之所有資產，包含下列及其相關資產[7]：

- 軌道
- 號誌
- 建築結構與土木工事 (structures and earthworks)
- 建築物（車站與節點）
- 電力設施
- 排水系統
- 通訊設施
- 移動廠房車隊(mobile plant fleet)



資料來源:[7,本研究整理]

圖 3.3 Network Rail 之資產管理架構圖

除上述之實體資產外，本政策亦適用於所有與資產相關之活動——包括現有資產之檢查、維修和更新、新資產之設計和建造以提升路網之運能與可靠性，以及與這些活動相關的資產數據要求；同時亦涵蓋相關基礎設施之活動，例如容量規劃、鐵路營運控制和排班等。本政策適用於所有參與資產管理活動之 NR 人員以及相關之服務供應商。

資產管理政策、與其他關鍵文件與流程之關係，以及每個管理階段之關鍵問題/結果可參考表 3.1 所示之內容。

表 3.1 Network Rail 資產管理架構與其他關鍵流程之關係

階段	架構階段	關鍵問題	成果/產出	責任業務單位	關鍵支援文件
Plan	1.組織策略與目標	想要達到什麼目標？ 為何要努力實現它？ 資金供應情況如何？	建立正確的目標以及目標與特定路線之關係	執行委員會	戰略性商業計畫
	2.企業政策	根據經驗和未來遠見建立了哪些協議？	適用於資產管理系統的原則和強制性要求	STE (註)	資產管理政策
	3.規定與標準	哪些資產操作可以最低全生命週期成本提供所需性能？	指導資產管理規劃之最佳實踐建議	STE	特定資產領域之資產政策
	4.路線戰略計畫	需要在綱要中做什麼？ 需要多少資金？ 應該期待之產出內容？ 需要什麼能力來達成？	實現目標所需之中期資金與總體活動水準	路線業務 (Route Business)	路線戰略計畫
	5.年度交付計畫	資產項目及狀態？ 計畫目的以及推動時間？ 所需經費？ 是否有足夠的權限使用資產和正確的資源？	1、3 和 5 年之具體行動和專案計畫	路線業務	路線資產管理計畫
Do	6.詳細的交付時間表	完成之方法？ 詳細設計要求是什麼？ 是否獲得所需資源？	年度工作計畫 - 定義的維修和項目計畫	路線業務	--
	7.工作執行	工作是否按計畫進行？ 新資訊是否改變了任務？	成功達成年度工作計畫	路線業務	--
Review	8.績效測量、分析、保證和改進	將如何確保提供正確的產出和成果？ 如何處理緊急情況？ 如何優化？	評估所取得之成就，傳遞學習和支持持續改進	STE	業務績效管理架構
Enabler i	組織和人員能力管理	員工操作資產管理系統所需具備之總體技能？ 如何進行配置以確保實現資產管理目標？	每個成員均了解自己職責之界限 個人知道其於 AMS 中扮演之角色，並能以高標準落實	STE	職能架構 學習層級
Enabler ii	數據整理、管理和共享	處理準確、高品質數據所需之機制？ 如何以有效且高效率之方式分享資料？	協商定義數據標準之方法 直觀且完全為用戶工作之系統	STE	資產資訊策略
Enabler iii	採購和供應鏈管理	如何確保採購系統和 AMS 之間保持一致？ 如何要求供應商達成組織資產管理之目標？	發展成熟的能力和效率 供應商績效與資產價值之間的透明關係	STE	--
Enabler iv	專家分析	如何更好地分析複雜的系統問題？	對複雜問題進行全面分析，提出解決方案具有	STE	全生命週期成本手冊

階段	架構階段	關鍵問題	成果/產出	責任業務單位	關鍵支援文件
		數位技術如何促進資料蒐集以支持即時之決策？	相關性。 數據被有效蒐集，並轉化為能帶來真正利益之資訊。		

註：安全技術工程部門(Safety, Technical and Engineering, STE)，簡稱「STE」，該部門主要職責係確保 NR 鐵路路網之安全性與績效。

資料來源:[7,本研究整理]

3.1.3 NR 資產管理原則

NR 對於資產管理之原則如下[7]：

- 1.確保所有資產能安全持續運轉為所有決策過程中最首要之事，且所有基礎設施應以安全方式及於關鍵限制(critical limits)內進行管理。
- 2.以一致方法進行資產管理，以符合組織與職能方法，俾開發真正整合之方法，並以明確之「視線」將活動與組織目標連結起來。
- 3.以系統化方式管理資產，並與核准之資產管理制度一致。NR 將在個別資產之基礎上，應用於路線及「資產系統」。此管理系統將採用安全技術工程技術局(Technical Authority in Safety, Technical Engineering)所定義之控制架構。
- 4.在利害關係人對系統可靠性、風險和成本之期望間取得適當平衡，這些期望將反映營運者和投資者之合理要求，包括組織計畫與其他承諾所規定之產出。對所有關鍵資產進行風險評估，並及時更新紀錄。此外，將評估和適當控制因其他資產操作工作，所衍生營運和維修計畫之任何風險。
- 5.資產管理所有操作措施，應與資產政策所界定之原則保持一致，該原則針對工作設定了主要規範與決策準則，以就相關資金資助，達成路網與路線之產出之需求；相關政策將持續改善以符合下列目的：
 - a. 以整個生命週期、整個系統成本為基礎，並藉由資產資訊取得適當事實做為支持；
 - b. 界定並制定計畫，描述及記錄資產維修、檢查和更新之最合適方法，並以可靠性、可用性、可維修性和安全要求做為支持；

- c. 定義以風險為基礎（risk-based）之方法，以確認特定資產之特定可靠性水準之操作規範；
 - d. 定義韌性（resilience）要求為特定範圍之氣候條件，同時考慮到氣候變化新興知識。
- 6.開發技術、工具和方法，以支持以事實為基礎(fact-based)之全生命週期決策，以維修、更新和強化基礎設施，並提高預測及預防故障之能力。這些工具將包括對基於決策結果所預期之產出預測以及於所有假設下之預期收益。
 - 7.針對時刻表的運轉，可藉由分配較長時間的路網使用權，來平衡與工作效率間之權衡取捨。
 - 8.創造一個讓資產管理團隊充滿動力、以顧客需求為動力並為其工作感到自豪之環境；此需藉由投資以支持資產管理相關職能專業化。
 - 9.將組織及供應鏈之資產管理能力發展到適當之成熟度，俾為客戶和利害關係人提供有效的成果，包括承諾分享最佳實踐或最低首次成本解決方案（lowest first cost solutions）。
 - 10.進行標竿測試以建立最佳實踐，以及透過資產管理系統取得相關發現。
 - 11.透過資產管理提供年度達成之成果報告及其與永續發展之關係。

3.1.4 資產管理溝通與執行

針對溝通 (Communication) 部分，係透過下列機制與需了解資產管理政策之內部組織和外部利害關係人與服務提供商，以及其他相關單位進行溝通[7]：

- 納入 NR 公共網站，提供外部利害關係人取得溝通管道
- 員工可透過 NR 內網取得溝通管道
- 資產管理培訓與發展計畫亦可做為部分參考和使用

針對執行 (Implementation) 部分，NR 之資產管理架構係由「資產管理技術局」(Asset Management Technical Authority)界定與控制，而「資產管理技術局」為安全、技術和工程(Safety, Technical and Engineering , STE)理事會之一部分，並由 STE 總監領導。

資產管理技術局針對如何在整個路網中實施資產管理政策之機制、究責與權責提供指導，同時並對依既定業務協議推動之相關程序，提供審查指引。

實施本資產管理政策和相關文件之責任主要為路線業務(Route Business)層面。路線業務係以NR資產管理架構為基礎，負責執行特定且有效之資產管理系統。路線業務並擔負專案計畫之「負責人(sponsorship)」，以強化或更新鐵路資產。

3.1.5 資產管理成熟度能力與持續改善

對顧客和監管機構而言，產出績效雖然重要，但對組織而言，了解本身資產管理能力對於長期永續發展亦當重要，而資產管理成熟度(Asset Management Maturity)有助於組織了解當前能力及潛在失敗狀況、與其他人進行比較。

NR 通過使用公認的卓越商業模式來衡量組織之資產管理能力，並與全球領先之鐵路和其他產業組織進行更廣泛之標竿測試。此外，做為實現企業資產管理和更廣泛業務目標承諾之一部分，NR 同時利用內部專業知識來評估各個路線之資產管理績效。

有關 NR 資產管理成熟度作法可參考 5.2 節。

3.2 倫敦地鐵資產管理

3.2.1 倫敦地鐵資產管理發展之背景

倫敦是英國經濟的核心且仍在持續成長中。人口數於 2020 年突破 900 萬，預計到 2030 年人口數量將增加至將近 1,000 萬人。

倫敦地鐵 (London Underground，以下簡稱「LU」) 為大倫敦地區交通路網之核心，為因應不斷增長之旅運需求，已對部分路線進行容量之升級，如 Jubilee、Victoria 及 Northern 等路線，亦進行號誌系統之升級以及新車輛之引入等[8]。

倫敦地鐵資產戰略為該組織之關鍵實體資產設定長期發展之方向，特別是：鐵路車輛與機廠(Rolling Stock & Depots)、號誌與控制系統、電力、軌道、土木、車站(包括電梯和自動扶梯)以及資通訊技術等，經由設定管理資產之長期方法及確保實現保持倫敦地區運輸與成長之目標，並做為傳達中長期之路線、資產和路網計畫 (Line, Asset & Network Plans, LANP) 之關鍵角色，且應依據倫敦交通局(TfL)之資產管理政策以及 LU 資產管理架構管理資產，協助達成組織之目標、承諾與企圖[8]。

3.2.2 LU 之目標、承諾與企圖

基於倫敦為一個持續成長之城市，無論在人口或經濟方面，對此，LU 對未來設定之目標、承諾與企圖如下[8]：

- **目標：**保持倫敦之移動、工作與成長，以使城市生活更美好。
- **承諾：**對顧客每次旅行之承諾——每一次的旅程都很重要。
- **企圖：**成為以顧客為中心、以商業為導向之服務提供者；成為世界各地交通主管部門、城市與政府羨慕的對象。

此外，LU 並透過下列 6 項優先事項[8]，為員工個人與組織提供努力之方向：

1.將顧客和使用者做為所有決策之核心

顧客為組織工作之核心，應透過為顧客提供更高之性價比與個別化之服務，以回應不斷成長之期望，並利用尖端技術提升系統使用之簡易性。

2.改善路網之可靠性和安全性

可靠性和安全性為服務之基礎，已達成市長指示減少 30%延誤之可靠性目標。然隨著旅客量之增加以及路網容量之考驗，進一步提升可靠性將更具挑戰性。

3.加速路網成長與提升容量

為促進倫敦發展，路網朝綜合、整體性運輸系統方向發展。具體方法為投資現有資產，以最大化提升現在與未來之容量與可靠性，不僅能有助於管理不斷增長之需求，亦支持倫敦之經濟發展。

4.投資員工成長以協助實現組織目標

5.降低成本，增裕盈收

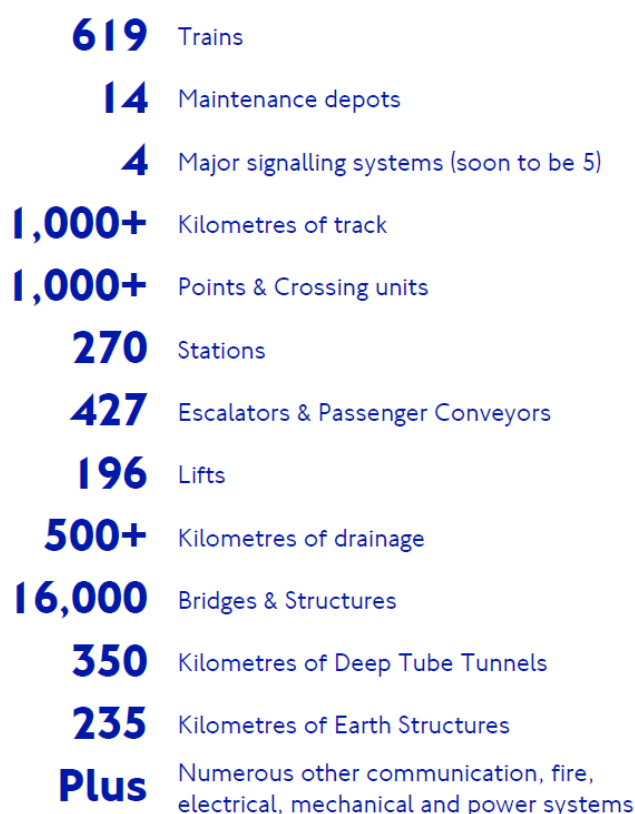
除提高效率外，亦應思考營運方式、資源使用以及規劃與預算之品質，同時透過創新方法創造更多收入，以確保所擁有資源能充分發揮效用，並以合理成本推動永續之服務。

6. 利用技術達成更好更快之產出

善用技術以為顧客提供最好之服務水準，並改善工作方式，以期更好、更快完成工作。

3.2.3 LU 資產之資產狀況與績效概述

本小節界定倫敦地鐵資產管理所規範資產之內容、其如何實現組織目標以及管理方式。依據本資產管理政策所管理之資產範圍如圖 3.4。



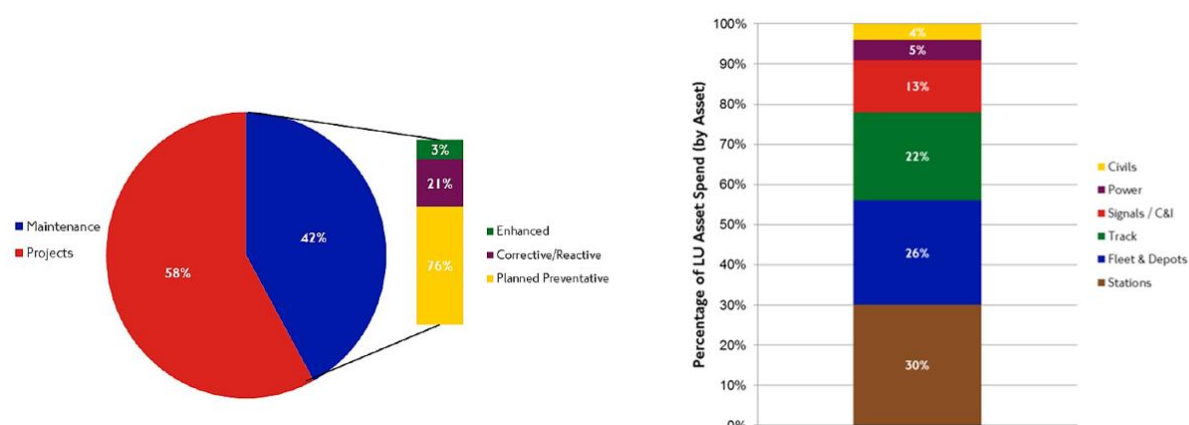
資料來源:[8]

圖 3.4 LU 之資產概況

針對倫敦地鐵資產管理相關資金配置應用說明如下[8]：

- LU 資產維修及更新成本每年約為 24 億英鎊，約佔 LU 總預算約 59%；另外營運成本及業務支援成本則分別占 27%及 14%。

- 資金分配比例(依功能別分類)：約 58%之投資專注於資產之升級與更新計畫，另外 42%則支持資產日常維修。日常維修活動包括預定之維修（占最大比例）、修正措施以及改善措施等 3 類，如圖 3.5。
- 資金分配比例(依資產項目分類)：共計約 78%之投資集中於車站(30%)、車隊與機廠(26%)及軌道(22%)等 3 類資產。(如圖 3.5)



資料來源:[8]

圖 3.5 LU 維修與計畫型資金及各類資產配置

自 2000 年起，倫敦地鐵之可靠度進步顯著，因為資產改善對減少延誤方面發揮了重要作用，不過與資產相關之故障仍佔路網總延遲之 50%（如圖 3.6），須持續支持提高可靠性之相關驅動力，掌握為組織提供最大機會(或風險)之資產。

倫敦地鐵資產戰略制定其成為世界一流系統之 40 年期長期目標。而根據 CoMET/NOVA¹之《International Metros Benchmarking study How World Class are we》之報告揭露倫敦地鐵於 2014/15 年相對於其他 32 個都市之地位，顯示 LU 目前仍處弱勢之 3 個指標：分別為營運成本、勞動生產率以及可靠性[8]。

1. **營運成本**：依每位乘客成本為基礎，倫敦地鐵仍為營運成本最高的地鐵之一，其營運成本約高於捷運系統平均成本之 150%，即使調整結構

¹ CoMET/NOVA 於 2019 年整併為「國際地鐵標竿聯盟」¹(Community of Metros Benchmarking Group)，原 CoMET 譯為「國際地鐵聯盟」(The Community of Metros)、NOVA 譯為「軌道運輸標竿聯盟」(Nova benchmarking group of Metros 或 NOVA)。為與原文相符，本報告書仍保留為 CoMET/NOVA。

因素（工資、路網年齡和服務強度）後，LU 的成本仍略高於平均成本之水準。

2. **勞動生產率**：LU 的勞動生產率雖處於平均水準，但仍明顯落後於世界級。以同位於倫敦東區之中運量捷運系統——碼頭區輕軌鐵路 (Docklands Light Railway, DLR) 為例，其該系統本指標排名第 5，優於倫敦地鐵。不過隨著 LU 之旅次量逐漸增加，勞動生產率亦會隨之提高。規劃未來 10 年 LU 每年勞動生產率需提高 9%，期能達世界一流之水準。
3. **可靠性**：LU 的可靠度已從西歐和北美地區地鐵之平均值提高到所有地鐵之平均值。儘管於 2010/11 及 2014/15 年間可靠度提高了 66%，但仍比巴塞隆那績效低 80%。平均來說，LU 之機車車輛和號誌設備較世界級地鐵老舊，且世界級之地鐵較少使用手動控制列車。

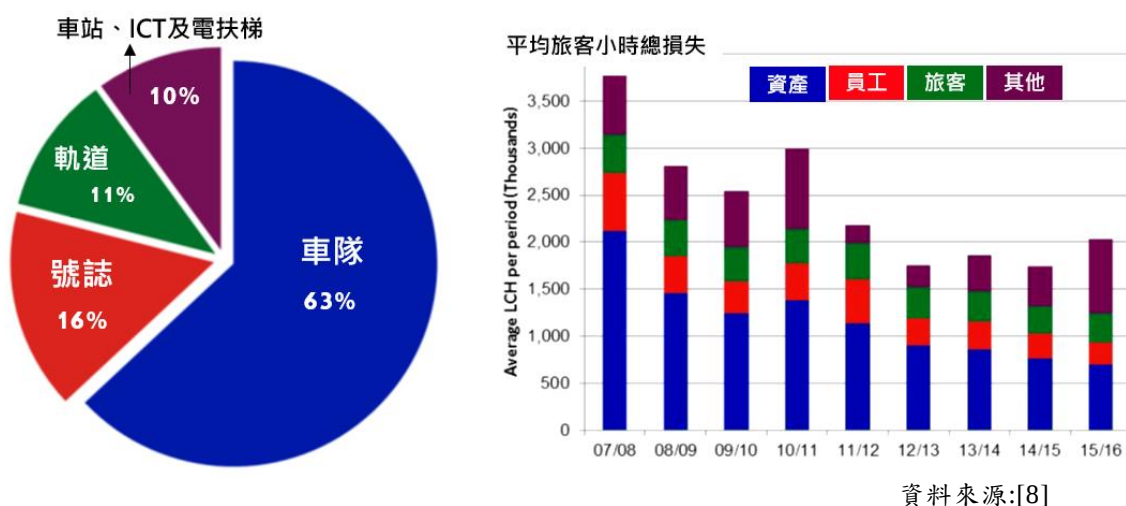


圖 3.6 不同資產別故障造成旅客小時總損失之比例

3.2.4 LU 資產管理政策、目標與架構

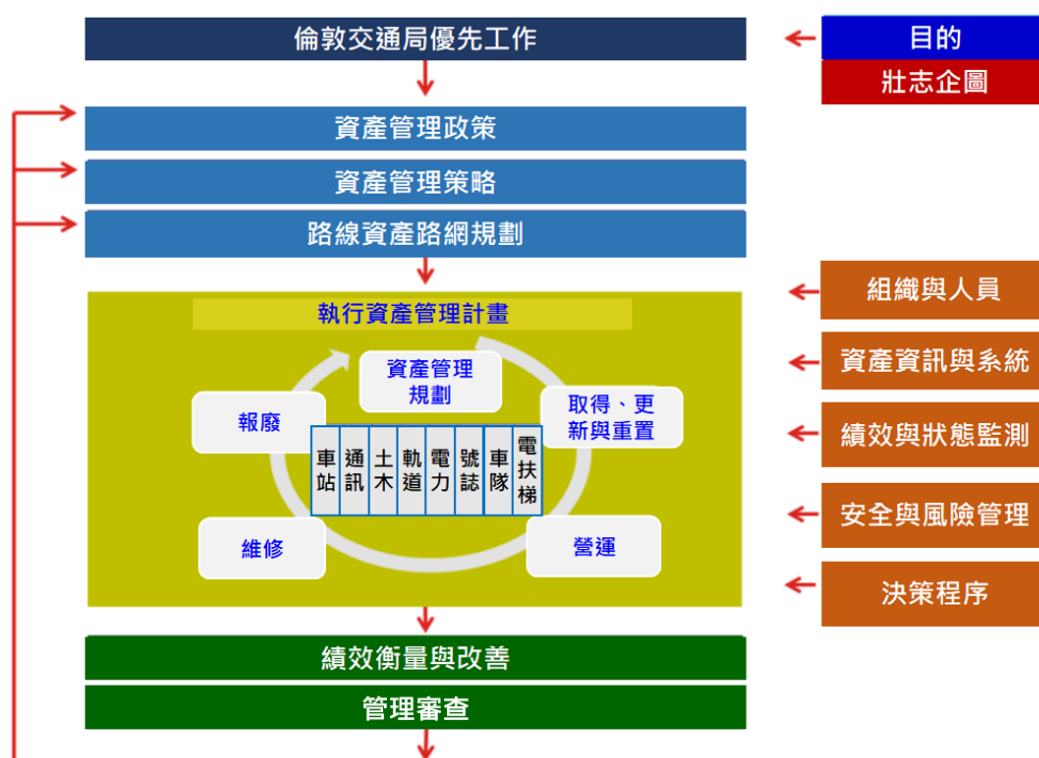
倫敦地鐵隸屬倫敦交通局管轄，因此亦遵循倫敦交通局(TfL)有關資產管理政策之規範如下[8]：

「倫敦交通局應對所轄實體資產，使用有效、效率及永續之資產管理實踐，以支持實現顧客、市長與組織之目標和成果。資產管理應為整體性與協調性，考量整個生命週期，並透過考慮安全、風險、績效、環境和成本之透明決策，提供最佳全生命週期價值。」

倫敦地鐵對於資產管理則期許充分利用創新解決方案，以確保 LU 能於投資與資產中實現最大價值。具體目標 (Goal) 如下[8]：

1. **可靠性**：可預先設計可靠性，確保新舊設備間之無縫整合，此為 LU 向世界一流轉變之核心，因此資產需保持其可用性與良好性能，並須在路網中斷與維持運轉服務間取得正確平衡。
2. **全生命週期價值**：此為提高效率驅動力的一部分，日益成熟全生命週期觀點之成本與績效。透過定期進行標竿測試，推動最佳實踐(best practice)，以實現顯著之生產力與流程節省 (process savings)。經由對資產做出正確決定，確保能以正確價格交付資產，另外能源效率將做為驅動尋求降低全生命週期成本之一部分因子。
3. **安全**：倫敦交通局擁有可靠之運輸安全紀錄，經由 LU 所具備之專業知識技能，推動發展倫敦所依賴之路網未來升級與擴張，確保對顧客、員工以及承包商，均將「零傷害」原則做為所有活動之核心。

倫敦地鐵資產管理框架如圖 3.7 所示。



資料來源:[8]

圖 3.7 倫敦地鐵資產管理架構

3.2.5 倫敦地鐵各子資產類別之資產管理策略

倫敦地鐵將其資產分為(1)鐵路車輛與機廠(Rolling Stock & Depots)；(2)號誌與控制系統；(3)電力；(4)軌道；(5)土木；(6)車站(包括電梯和自動扶梯)以及(7)資通訊技術等 7 類，而其中第 7 類資通訊技術則屬於支持或致能性質之資產。以下分別針對上述類別資產之管理策略加以說明。

3.2.5.1 鐵路車輛與維修機廠資產策略

LU 共有 7 種客運車輛，包括由 4,316 輛車組成之 619 列車、仍在營運之遺產鐵路等。這些車輛行駛於 LU 之 11 條線路，並於 14 個維修機廠進行維修，許多列車會於夜間停駐於側線。據統計，LU 機車車輛維修費用分別占總維修成本及總資本成本之 39%及 27%[8]。

在過去 12 年，LU 車輛平均可靠度從 5,000 公里之平均失效間隔(Mean Distance Between Failure, MDBF)，顯著提升到 24,000 公里。由於 LU 之資產組合含括了不同範圍之資產壽齡與績效，因此所面臨之管理需求與挑戰亦較困難。

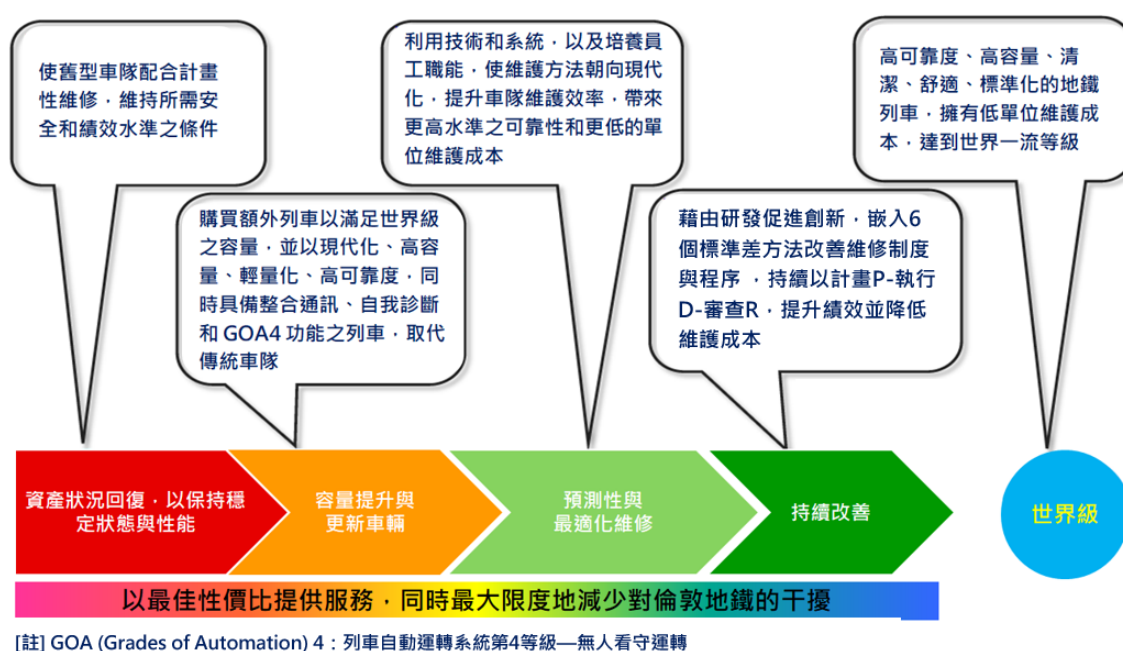
車輛資產績效之變化來自於設計穩定性、簡單性和投資之歷史水準，而 LU 之目標是減少變異性並達成平衡，且長期目標為提高可靠性、環境條件和容量，降低全生命週期成本並減少車隊間績效之差異。不斷成長之需求，亦增加對列車及其零組件之負載壓力，亦導致增加額外之維修活動和更新。

有關鐵路車輛與維修機廠資產策略規劃如圖 3.8 所示。針對老舊車輛主要優化相關維護進度，以確保資產良好狀況和使用壽命、提升可靠性並降低單位維修成本，以維持容量。另外，車輛策略亦需支持路線延伸所需之容量，並符合號誌升級相關需求。

自 2022 年至 2033 年間之策略重點則係透過現代化技術提高安全性、自動化及容量，以滿足客戶和顧客之需求，並考量對營運環境、可維護性、可操作性（包括 GOA4 操作的能力）以及提供即時資訊等面向之影響。同時，針對新的車輛將採用模組化設計、強化診斷能力，以便於維護。

2035/36 年起，部分車輛 (如 Jubilee 及 Northern 路線) 使用年期將逾 40 年，則可評估是否汰換或延長其使用壽命，同時需確保與未來號誌系統相容。未來號誌系統將朝向基於 CBTC 之移動閉塞區間系統發展，具有無人駕駛之能力 (自動化等級 4,GOA4)。

透過上述現代化計畫之實施，基本上將可達成於既有路網上增加容量之戰略。此外並透過遠端監控技術之導入，實現「以風險為基礎以及預測性維護」之資產管理方法，同時進入持續改進階段，以優化維修制度，並使資產能維持於穩定狀態，同時降低單位維修成本並提高績效。



資料來源:[8,本研究整理]

圖 3.8 LU 鐵路車輛與場站資產策略

3.2.5.2 號誌控制資產策略

號誌資產之策略目標為—『提供可靠且具彈性之號誌控制系統，使既有基礎設施創造最大容量之列車服務，並針對最佳化維修與服務決策提供智慧資訊』。

倫敦地鐵為歷史悠久之都會鐵路，目前 11 條路線共有 4 種型式之號誌控制系統 (1~4 代)，其中約 75% 仍為固定閉塞區間技術。1960 年代至 2014 年間，各路線之號誌技術狀況如圖 3.9 所示。

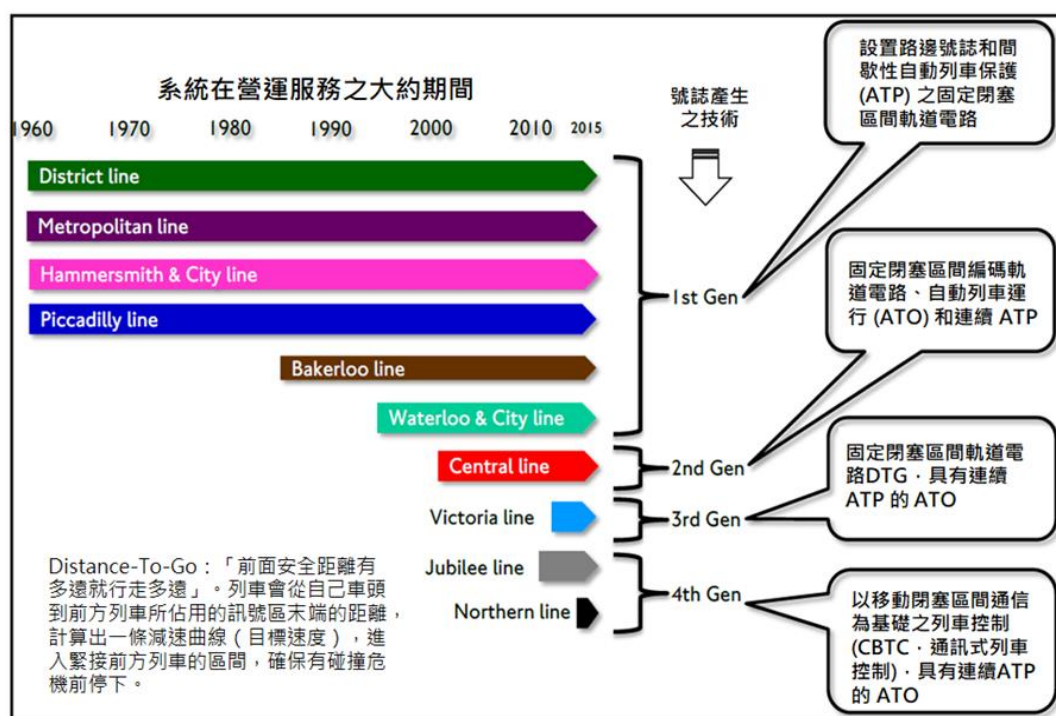


圖 3.9 LU 號誌資產策略

針對號誌控制之資產策略部分，考量老舊資產因老化致使效能退化，因此第一階段主要係確保第 1 代和第 2 代系統舊資產(legacy assets)之維持運轉，同時配合充分發揮第 3、4 代資產設備之效能。未來會移除過時之高風險零組件，並以同等功能之零組件進行替換，以使資產達其耐用年限。此外，透過成本效益評估適當安裝遠程狀態監控，俾預測故障及進行維修。

下階段則拆除舊設備與固定閉塞區間號誌，並於半地底路線(sub surface lines)使用第 4 代移動閉塞區間通訊式列車控制系統 (Communication-based Train Control, CBTC)，並於單一指揮控制組織下集中控管。完成後將達成 100%移動閉塞區間通訊式列車控制系統，達成提升容量、集中控制和增加可靠度等方面之效益。

3.2.5.3 電力系統(Power System)資產策略

本戰略為 LU 的電力網絡（供電和配電系統）制定了未來 50 年的願景和目標。LU 對電力網絡之企圖是——

『提供一個安全與節能之系統，該系統可預見倫敦地鐵之需求及其於倫敦交通局新興需求中所應承擔之角色。』

倫敦地鐵電網可大致分為高壓網絡和配電資產及低壓網絡和配電資產。高壓資產基地包括 6 個主要和 2 個次要的大容量供應點(bulk supply points)。此外，LU 還擁有一個應急發電站，其中包含 7 台燃氣輪機發電機組。電網還有 230 座建築物，包括變電站、開關房和變壓器室。LU 低壓網絡資產包括低壓配電和低壓交流電源。

電力需求將持續增長，且因能源消耗佔電力運作支出之 77%，因此，牽引能源效率為優先項目需持續精進。電力系統資產長期戰略包括下列四個執行關鍵：

1.系統開發應回應 TfL 與倫敦能源需求之多元成長

倫敦交通局更廣泛之能源成長必須被視為 LU 長期計畫之一部分，必須考慮新路線之發展，包括如 Crossrail 2 對路網容量之潛在影響、對大倫敦市能源計畫之衝擊以及倫敦交通局大力推展電動車之因應，由此可知，電力系統為跨組織協調之戰略方法，非單由 LU 決定，亦即未來應確保為倫敦交通局建立強大的供應和配電系統。

2.營運與維修理念

針對營運與維修理念部分，必須與倫敦地鐵 C4 計畫保持一致，並須評估對未來電力指揮控制之影響。此外，維修理念將朝向以風險為基礎及預防性維修之方法進展，同時增進相關技能規範及修正資產過時屬性。

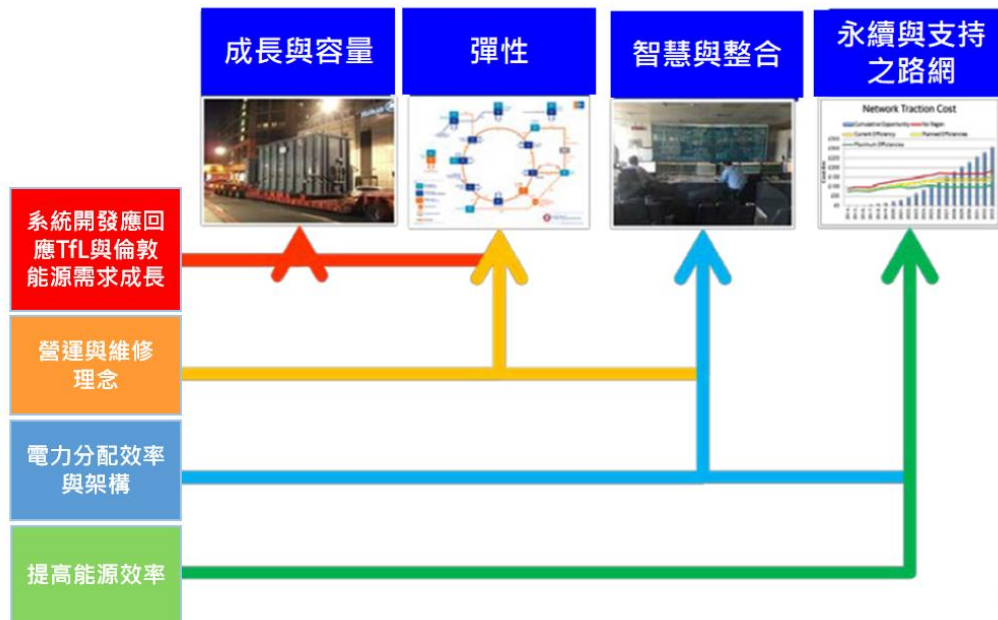
3.提高能源效率

與 LU 線路升級計劃密切合作，以確保整個列車系統之牽引能效得到優化。

4.電力分配效率與架構

高效及永續之長期電力傳輸系統可支持需求擴展及降低單位成本，並與最新的國際實務保持一致。為實現此目標，需將未來需求納入考量，建置更永續與最適化之電力配送系統架構，此外並將確定最佳配電電壓（distribution voltages）以及「智慧電網」(Smart grid)方法對 LU 之價值。

基上，LU 之願景是以最佳化智慧彈性之供電網絡，實現能源、節碳與成本效率。其策略示意圖如圖 3.10 所示。



資料來源:[8,本研究整理]

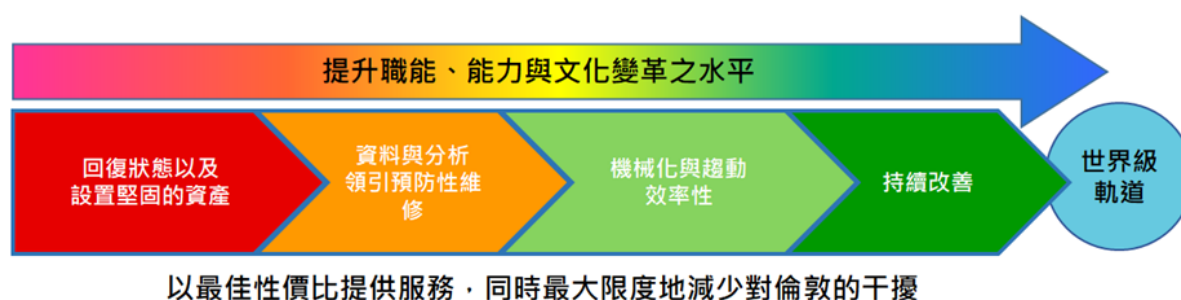
圖 3.10 LU 電力資產策略架構示意圖

3.2.5.4 軌道資產策略

鐵路路線之軌道及其排水設備為倫敦地鐵之列車營運服務提供安全可靠之場域。相關資產包括：

- 軌道長度 1,047 公里
- 側線與機廠路線長度 181 公里
- 客運路線長度 866 公里
- 301 公里(35%)之路線長度為深隧道(deep tube)
- 83 公里(10%)之路線長度為(淺層)地下隧道
- 985 個轉轍器(Points)與岔心(或轍岔, Crossings)
- 其中 749 個轉轍器與岔心位於客運路線
- 500 公里之軌道排水設施
- 各類型機械設備，包括台車、機器手臂、超聲波設備等。

鐵路軌道及其排水設備之資產管理策略如圖 3.11 所示。



資料來源:[8,本研究整理]

圖 3.11 LU 軌道資產策略

本項資產策略第一階段繼續扭轉過去對軌道資產投資不足之影響，並將資產狀況恢復到「穩態」(steady state)，其需以較低水平之年期更新來維持一致的資產狀況。透過具有較長壽齡及較低故障模式之現代設計，取代以往較傳統之軌道零組件，進而提供更具成本效益之「穩態」狀況。

相關流程與技能將從當前之「修復故障」方法朝向「基於數據與分析之預防性維修」方法發展，將可減少服務故障與改正成本，提高勞動利用效率並延長資產壽齡。具體作法如下：

- 智慧化之資產監控，以實現更有效之維修計畫並減少人工之檢查
- 改善狀態監測和缺陷檢測設備
- 經由培訓和發展，以創建資訊及數據管理所需之技能組合，並於完善數據之基礎上，實現決策之效益。
- 基於風險之維修方法，可提供更高之維修效率和目標。

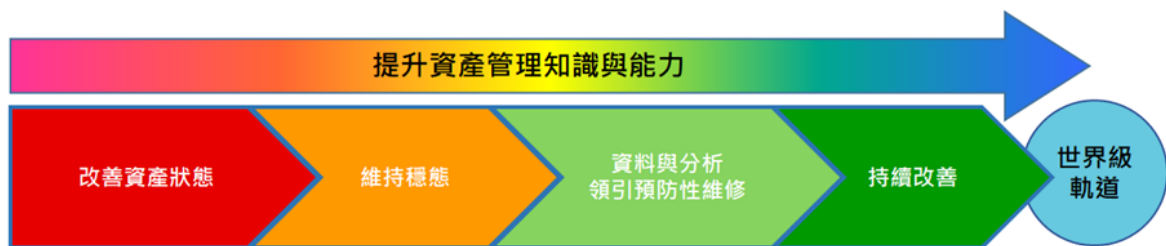
進一步的效率將以機械化工作活動或引入新技術為目標，以增加執行之工作量與品質，並降低成本。此需透過投資相關技術和流程倡議來實現。全生命週期成本方法將確保業務能物有所值。

3.2.5.5 土木資產策略

本類別資產之策略目標如下—『**土木基礎設施為鐵路服務之基礎，應有效管理及維修，以為所有顧客提供零中斷服務**』。

土木資產主要為其他資產提供結構支撐與穩定性，因此，土木資產之穩健性對鐵路安全與可靠運轉至關重要，其資產管理策略如圖 3.12 所示。而倫敦地鐵土木資產管理範圍如下列：

- 16,000 個橋梁結構
- 235 公里之大地結構(earth structures)
- 350 公里之深隧道(deep tube tunnels)



資料來源:[8,本研究整理]

圖 3.12 LU 土木資產策略

初始階段將回復資產狀況、減少特殊檢查之需求，以降低資產退化對績效之整體風險，亦可降低土木資產維護之長期成本，此外並朝向「為未來維修而設計」，使用具備可預測劣化之現代材料，取代突然或無法檢測故障模式之材料，以及移除不需要之設備。

當達到穩定狀態時，則透過維修將資產狀態維持在可接受之水準，並採基於風險之方法，依據資產狀態進行檢修，俾以最經濟與適當之方式推動。

下一階段是轉向以數據和分析為基礎之預防性維修、進一步了解資產退化模型，並與產業界及學術界合作，以開發適當的維修和資訊模型。

隨著「預測和預防」方法之實施，將可持續改善資產管理之實踐；透過風險預測將有助於確認相關工作之協同作用。此外，並可藉由引入標準化設計、創新材料和工作方法，以大幅減少封閉次數來達成改善。

3.2.5.6 車站資產策略

本資產策略目標如下—『以永續方式營運世界一流車站之網路，確保服務得以被可靠利用，同時創造最大化收入。』

LU 目前擁有、維修和營運 270 個車站及約 1,000 個路側建築物，主要包括以下資產組合：消防、通信、機械、電氣、營運場地、電梯和自動扶梯。不過仍有許多資產並不屬車站維修之範圍內，例如零售單位與票務設備。車站內之通訊資產部分係為 ICT 戰略管理規範。

車站資產策略係將車站從被動式維修轉變為主動式以風險為基礎之方法，並透過減少資產數量、標準化產品以及適當捆綁 (bundling) 維修與更新活動來提高效率。資產策略如圖 3.13 所示。



資料來源:[8,本研究整理]

圖 3.13 LU 車站資產策略

策略各階段之理念說明如下：

- 1.透過強大的資產資訊實現價值之優化，優質的資訊有助於決策之有效制定，並平衡營運和資本支出。
- 2.資產狀態最佳化與回復：強大的數據將有助於資產狀態之優先回復，並優化資產基礎(asset base)及強化資產韌性。此部分主要作為係以風險為基礎之更新，以確保車站維持安全、合規和可運作性；同時消除路網中之冗餘資產，以及系統性更換核心資產，以降低維修成本。
- 3.數位化和自動化：包括安裝能反饋狀態數據之智慧系統資產，以達成集中決策並降低人工檢查程度。
- 4.持續改進：優化車站可使用性（容量和可及性）；世界一流的資產管理和績效；持續創造營收（例如商業、能源生產、票務等）和所有運具連結尋路(wayfinding)。

3.2.5.7 資通訊資產策略

相較於前六項資產，資通訊資產偏屬致能(enable)性質，支援其他資產之智慧化發展。倫敦地鐵資通訊資產管理團隊所管理之 ICT 資產分為下列 4 個群組：

- 語音和通訊網路——無線電、蜂巢式網路、移動、固網與支持數據網路；
- 影像服務——CCTV 以及查看、記錄、回放和與第三方共享的方式；
- 顧客資訊服務——數據來源、數據整合、內容管理和視聽傳播方式；
- 商業服務——用於支持鐵路營運或維修的系統和服務。

針對資通訊技術 (ICT) 所應面臨之議題為：

- 協助建立「數位化鐵路」，以提供高品質、以顧客為中心之服務；
- 與倫敦交通局相關單位合作，提供有效且高效數據之共享、儲存和處理以及自動化服務；
- 確保資通訊技術做為提高業務能力之催化劑。

本戰略反映了利用全部自有(wholly owned) 或購買解決方案之組合等方式，向倫敦交通局之供應商採購「數據、儲存或整合服務」之變革。圖 3.14 示意 LU 有關 ICT 之戰略路徑，各項資產於初始階段與進一步階段之工作重點詳表 3.2 所示，後期階段則假設四類資產領域已發展成熟至共同水準，進而朝向世界級邁進。

簡言之，本策略早期階段主要確保資產管理朝向「端到端解決方案」(end to end solution)進行改變，下一階段為落實「ICT 即服務」(ICT as a service)，透過自動化流程、工作活動以及現有資源最大化運作，進一步提高效率。流程與技能組合之變革需由技術改變支持，以轉換至營運與維修，且很大程度具可預測性。預測方法需有更多及更高品質之數據提供決策資訊，其效益包括降低服務故障率及回復成本、減少對鐵路之衝擊以及延長資產與系統之壽齡。

資通訊技術被視為資訊傳輸、儲存和分析之催化劑，資訊對鐵路營運至關重要。而所謂「世界級」，即是資產具穩健性與可預測性且能夠監控狀況，資訊具備充分品質及解析度，以確保營運故障降至最小。



資料來源:[8,本研究整理]

圖 3.14 LU 資通訊資產策略

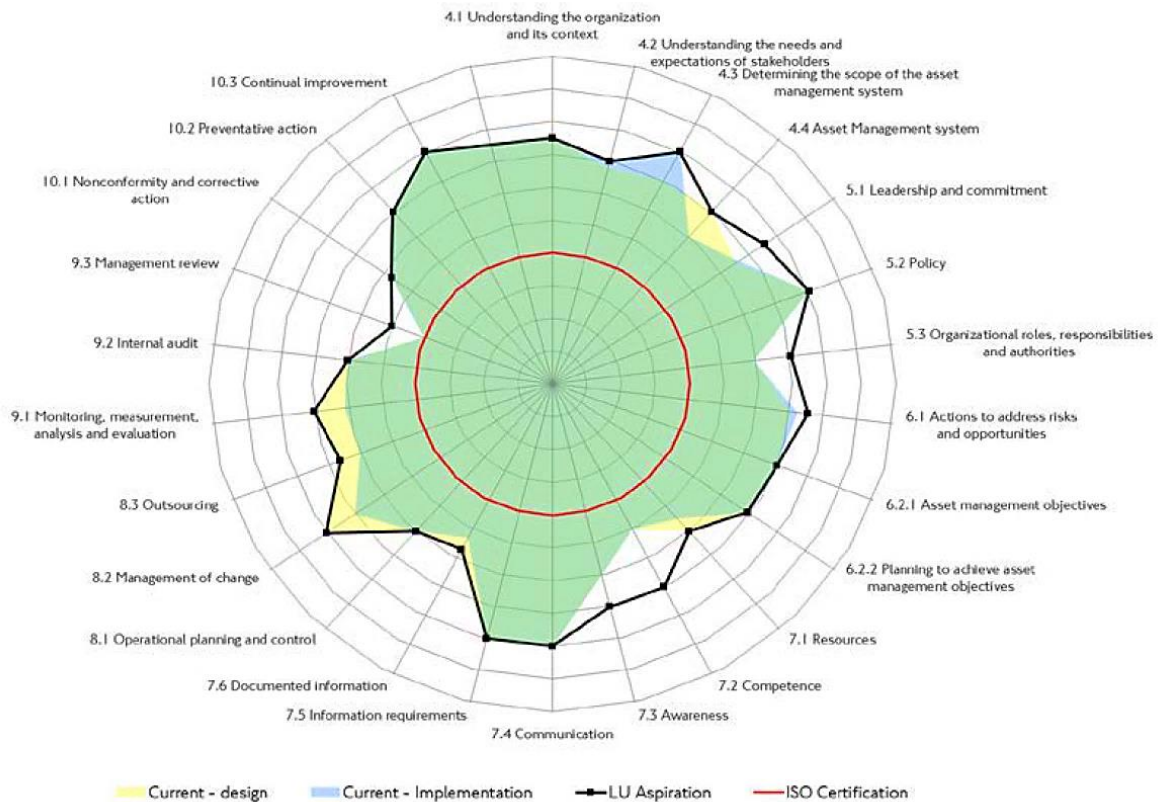
表 3.2 LU 資通訊資產不同階段之推動重點

資產類型	初始階段	進一步階段
語音和通信網路	了解未來業務需求	進入遷移、更新和優化階段，並與其他泛倫敦交通局之網路有更大整合，並允許淘汰傳統語音系統。
影像服務	優化系統覆蓋範圍	系統遷移和重置，包括完成聯網以實現更大程度之集中化管理與數位化發展
顧客資訊服務	日常卓越	資訊之集中產生及輔助系統之管理、更新數位語音設備以提高資訊傳播品質。
商業業務	了解未來的業務需求	依據個別化需求另闢特定發展路徑。

資料來源:[8,本研究整理]

3.2.6 資產管理改善計畫

LU 針對資產管理改善係藉由資產管理成熟度方法，進行各領域之改善，而其成熟度係由外部單位——勞氏 (Lloyd's register) 進行評估。勞氏評估 LU 的資產管理系統成熟度超出了大多數領域同樣使用 ISO 55001 認證所要求之水準。由圖 3.15，綠色區域代表 LU 成熟度現況；黑色粗線代表 LU 未來 2 年之目標，而綠色區域與黑色粗線之間存在差距之處則是未來努力之重點、紅線則為 ISO 55001 之基本規範。



資料來源:[8]

圖 3.15 LU 資產管理成熟度之評量結果

3.2.7 小結

1. 根據 CoMET/NOVA 報告揭露，倫敦地鐵於 2014/15 年相較於其他 32 個都市，於營運成本、勞動生產率以及可靠性 3 個指標上，仍處弱勢地位。
2. 倫敦地鐵之資產管理需依據整個倫敦交通局資產管理政策指引進行，且資產策略必須配合倫敦交通局政策方向，例如電力、路網及列車資產等。
3. LU 資產之具體管理策略依資產類別分別擬定，包括車輛與機廠、號誌控制、電力系統、軌道、土木以及車站等六大類別，而資通訊部分則屬致能性資產，協助各類資產朝向智慧化與數位化發展。
4. 資產之持續改善，乃藉由資產管理成熟度之評量，掌握每個流程領域未來之努力方向，而成熟度由第三方進行評估。

3.3 澳州新南威爾斯州資產管理政策

澳州為推動資產管理歷史較悠久之國家，自早期之「道路資產管理系統」(PMS)首次出現「資產管理」一詞後，相關概念開始成形。澳州資產管理制度係依據中央政策由上而下推動，且普遍及於各相關組織。

澳洲國家稽核局(ANAO)於 1995 年首次審查廣義政府部門之資產管理，其結果於 1995-96 年第 27 號審計報告—資產管理 (Asset management) 中提出。本次審計主要目標如下，透過下列目標使 ANAO 能針對一般政府部門之資產管理狀況提出建議[9]。

1. 確認對以往審計建議之接受程度；
2. 確定組織根據《資產管理手冊》(Asset Management Handbook)所倡導資產管理原則管理相關資產之程度；
3. 檢查資產管理相關之中央協調措施 (central coordination initiatives)。

第 27 號審計報告主要發現如下[9]：

1. 總體而言，公共部門組織對 1995-96 年第 27 號審計報告的建議有很大的接受度。
2. 實務上，許多受審組織尚未完全採用戰略性資產管理方法謀求最大限度提高績效和產出。
3. (整體規劃) 組織需在戰略規劃之背景下對資產管理更加關注。所需關注之主要領域為含括資產管理所有面向之發展與維修正式資產策略；且於資產規劃戰略與其他相關戰略間建立連結，例如資訊技術與人力資源戰略等，以確保獲得更佳之成果。
4. (購置規劃) 資產購置計畫決策通常缺乏考慮資產取得及全生命週期成本相關替代方案。此外，許多受審組織沒有為關鍵資產制定正式的資產購置計畫以確保更佳管理。
5. (究責與績效) 雖然接受審查的大多數組織都為關鍵資產建立責任安排，包括將責任下放多個別管理人員，但較少組織能制定全面性資產營運和維修控制計畫，亦缺少相關機制用以評估資產使用與預定產出、資產狀況以及績效之關係。

6. (處置計畫) 大多數被審查的組織缺少資產處置計畫，造成處置決定有時係臨時決定，以致處置結果往往不理想。
7. (內部控制架構) 普遍需要藉由解決關鍵資產管理議題對政策和程序進行改善，特別是與資產營運（即績效監控與揭露以及維修）、購置與處置計畫相關之問題。
8. (資產管理架構) 審計證實了中央政策建議與指導之有限性，或許與部分州轄區之經驗形成鮮明對比。然而，政府最近已採取或正考慮多項財務管理措施，這些措施有可能在未來對資產管理架構產生積極影響。

而前述《資產管理手冊》是由澳洲國家稽核局(ANAO)所訂定，透過該手冊，協助資產管理人員解釋與實施資產管理原則。

由前所述可知，澳州資產管理制度係依據中央政策由上而下推動，各州對於資產管理之推動，係依據中央相關政策原則推動。以澳州新南威爾斯州為例，該州於 2019 年 10 月發布 TPP 19-07 號新政策，文件名稱為：《Asset Management Policy for the NSW Public Sector》(本研究譯為：《新南威爾斯州公共部門之資產管理政策》)，已取代之之前之總資產管理政策。除國有企業和公共金融公司外，所有預算機構 (Budget Marterial Agencies) (如新南威爾斯州預算文件第 1 號所列) 都規範範圍內。

本節將以新南威爾斯州 (以下簡稱 NSW) 有關資產管理制度做為研析案例。

3.3.1 NSW TPP19-07 號文件

如前所述，NSW TPP19-07 號文件又名為《新南威爾斯州公共部門之資產管理政策》，其目的在於提供一個整體架構，以支持政府機構從其計畫與現有資產中實現價值。本政策係與新南威爾斯州基礎設施部門合作，同時並向 NSW 州政府機構協商制定所形成。本政策取代了新南威爾斯州公共部門之總體資產管理 (TAM) 政策 (TPP13-03) 及其他相關文件。

本政策概述資產管理的一致方法，同時反映了政府經由加強該州公共部門之間責制、績效和能力以改善資產管理，並支持和指導 NSW 政府之投資決策。目標是考量資產生命週期成本、績效、風險和經濟模型，以支持

該州政府之戰略重點，實現一致與持續改善之資產規劃和執行方法。具體目的包括[10]：

- 更有效地利用現有資產
- 採用清晰一致之定義與方法，每年向政府報告積壓維修之規模，並確定解決積壓之措施
- 擴大對資產績效的評估，將經濟、社會和環境效益考慮在內
- 發展基礎設施之互聯網路，透過“system of system”方法，導引基礎設施之供應與管理整合，創造價值、降低成本、管理風險並提高資產之彈性
- 採用創新之現代化技術改善資產之營運和維修
- 使用循證決策支援（evidence-based decision making），透過良好品質之數據來平衡成本、風險和資產績效。

除國有企業和公共金融公司外，所有預算機構（如新南威爾斯州預算文件第 1 號所列）都在資產管理之政策範圍內，並被要求採用核心規範，而本核心規範包括下列 3 項[10]：

- **核心規範 1：資產管理原則**
- **核心規範 2：資產管理架構**
- **核心規範 3：政策合規與揭露**

機構必須每年證明其符合本政策之第 1 及第 2 項核心規範，並定期評估其資產管理成熟度(符合資產管理保證要求)。以下分別就 3 項核心規範之內容進行概述。

3.3.1.1 核心規範 1：資產管理原則

機構必須確保依據新南威爾斯州政府之資產管理原則管理本政策範圍內與組織管理之所有資產，並確認所管理之資產符合以下 5 項原則[10]：

1. 資產管理並非關注資產本身，而是提供支持政府施政目標之價值

具體來說，資產管理機構應關注資產須支持 NSW 政府之優先事項和服務交付需求所應產生之價值。據此原則，機構需要同時考量資產和非資產解決方案，做出資產管理決策（包括收購和處置），並根據資產對機構現有及預計之服務交付需求的當前和預期貢獻來衡量績效。

2.資產管理機構代表政府擔任公共資產之管家

州政府所屬局處機構受託代表州政府與社會進行資產管理，因此需採負責任之管理作法，並根據州政府之優先事項做為決策依據，考量對現階段與未來之可能影響。此外，管理機構之資產管理架構必須促使相關單位間之合作，並包含中長期規劃，以支援長期永續發展(財務和非財務)與持續改善。

3.資產管理決策必須考慮成本、風險和績效三者間之適當平衡

- 通常使用全生命週期成本法衡量財務效益。
- 風險包括達成組織既定目標相關之風險和機會。
- 在可行之情況下，績效應可被衡量，並以服務績效、資產本身和資產管理活動之方式表現。

4.資產管理架構不能獨立存在於機構之組織

資產管理架構不能孤立存在於機構之組織，須與其他組織功能、流程、活動和數據資料整合，包括從資產政策、預算、財管、採購、投資保證、專案管理與推動、企劃、風險管理、人力資源、資訊管理、營運、應變計畫與審計以及外部報告，均需整合。

5.資產管理決策必須採用全生命週期方法

資產管理決策應基於整個生命週期的影響（成本和收益），並且必須考慮對資產生命週期各個階段之可能影響，包括概念、規劃、採購、交付、產出、運轉與維修，以及資產處置階段。據此原則，資產管理決策必須考慮一系列潛在的解決方案（基於資產和非資產），以回應公認之服務需求並評估替代方案。方案需考慮全生命週期之成本、收益和風險（財務和非財務）。

3.3.1.2 核心規範 2：資產管理架構

用國際資產管理標準 (ISO 55001) 做為 NSW 州管理資產及實現目標之基礎。基此核心規範，組織應建立符合政策之資產管理架構，建立包括戰略資產管理計畫 (SAMP)、機構層級之資產管理政策、資產管理計畫 (Asset Management Plan , AMP)和資產登記清冊 (Asset Register) 等文件。

針對資產管理架構的組成至少需關注下列 4 項元素[10]：

1. 建立並管理資產管理架構

有關資產管理架構之定義，依據本政策文件，係採用 ISO 55001 所使用之定義如下：「透過管理現有和規劃之資產，達成管理當局（組織）目標所需之一組相互關聯或相互作用之政策、目標和流程」。

而資產管理架構之作用在於協調和控制組織於所有生命週期階段之相關資產活動，並使活動與組織更廣泛之組織目標能保持一致性，同時確保於關鍵要素中適當涵蓋與 ICT 相關之資產與支出。

2. 生命週期規劃與營運

穩健的生命週期規劃與營運對決策制定與達成組織績效目標至關重要，爰此，組織需建立資產管理計畫(AMP)和資產登記清冊。

資產管理計畫全面記錄確保現有和計畫性資產支持組織目標及服務交付預期所需之所有生命週期活動、反映組織之營運方式，並記載財務及非財務影響，此外，AMP 並應包含資產利用和處置計畫。而推動 AMP 相關活動時，除應含括內部活動外，如有委託業務，亦應納入考量。

資產登記清冊應包含有關組織現有及計畫性資產準確且全面之資訊，其內容應為最新、一致、於財務及技術數據方面具可追溯性，且應該滿足組織監管與政府相關規範，此外，並應支持資產利用和處置計畫之資訊需求，並與 AMP 結合。

3. 應與其他組織之資產政策、職能、流程、活動和資訊整合

對需以資產提供服務之所有組織而言，資產管理應被納入業務關鍵組成之一部分，並透過相關規劃方法、人力資源（包括人員進用與管理以及職能發展）、風險管理和內部審計、財務和資訊管理等領域之整合予以支持。包括：

- 確保 AMP 之開發、核准、維修、審查及改善等過程應與組織相關規劃、職能管理與流程等保持一致，並應於組織重要文件如戰略計畫或業務計畫等文件中凸顯資產管理之作用。
- 足夠的資源和能力，以使資產管理獲得適當的財務及非財務資源支持，且業務相關員工亦能具有足夠之技能。
- 確保來自組織內、外部與資產管理相關之資訊能有效被管理與控制，包括數位及文件化資訊。

- 確保資產管理之決策過程與組織訂定之風險方法保持一致，內部審計計畫則應於資產管理架構中提供必要水準之保證。
- 以財務管理方法，促使 AMP 與預算程序中之資產報告及財務報告間達成一致性與可追溯性。

4. 改善和績效報告

健全的資產管理需對組織之資產及其資產管理架構之績效進行持續評估、審查和改進。提高績效之關鍵組成為：

- 設定績效測量因子和目標（包括定性和定量指標），進行監控、測量及分析，以評估資產管理績效。相關衡量標準包括資產回收、利用、服務能力、功能、有效性、狀況、財務及效率等領域。
- 將管理審查與內部審計結果納入資產管理架構持續改善。
- 規劃和實施糾正和預防措施，以提高資產管理及其架構之有效性。

此外，組織須對其資產管理成熟度進行定期評估。而成熟度評估目的在於提供一個客觀的工具，以證明資產管理成熟度和績效水準與組織之資產規模、範圍和重要性相當，並滿足州政府和組織之利害關係人。

3.3.1.3 核心規範 3：政策合規性和揭露

機構必須每年證明該組織於上一財政年度（「報告期」）遵守該政策上述二項核心規範，且需使用本政策中包含之相關證明聲明格式，於指定期間之前提交 NSW 財政廳，並提供一份副本給新南威爾斯州基礎設施部門及和政府資訊與數位總監辦公室 (Office of the Government Chief Information and Digital Officer, 簡稱「O-GCIDO」)。

本政策合規性之審查，應由組織自我評估，以確認各項核心規範合規狀態，例如「合規」、「不合規」或「過渡」。如確定符合核心規範，責任當局只需在證明聲明中註明該機構已「符合」該核心要求；若確認「不合規」或「處於過渡階段」，則應遵循本政策中概述之「豁免流程」或「過渡安排」，且須向州財政廳提交相關負責部門首長對豁免之核准，並由新南威爾斯州財政廳提供聲明副本及相關豁免核准予將向 Infrastructure NSW 和 O-GCIDO[10]。

由 NSW TPP19-07 號文件可了解，該文件係就新南威爾斯州有關資產管理制定原則性與指導性之規範，且適用於該州所轄需管理資產之相關責

任部門。顯見資產管理概念已內化為組織業務之一部分。此外，資產管理最上層主管為該州之財政廳，組織之相關投資及財務相關流程需予以整合。

本文件除提出上述3項核心規範外，並針對核心規範所提及之重要文件名稱，如戰略資產管理計畫 (SAMP)、資產管理政策(Asset Management Policy)、資產管理計畫(AMP)及資產登記清冊(Asset Register)等研訂，提出指導性建議；同時並就核心規範3有關政策合規性之流程，提出進一步陳報之規訂與相關範本。

3.3.2 《NSW 運輸局資產管理架構》文件

本文件為新南威爾斯州交通局依據前小節有關《TPP19-07》號文件對公共部門資產管理政策、資產管理架構(AMF)以及戰略資產管理計畫 (SAMP) 等規範所制定，文件名稱為《Transport for NSW: Asset Management Framework》[11]，本研究譯為：《NSW 運輸局資產管理架構》。

本文件之目的如下[11]：

- 以結構化與系統化之資產管理方法，達成資產長期永續管理以及提供顧客服務；
- 促使資產管理架構與組織內其他管理架構之良好整合；
- 描述組織目標和資產管理目標間之一致性；
- 強調資產管理、投資和商業決策間之重要關連性；
- 符合組織和州政府之規劃；
- 提出關鍵系統、治理、流程和預計改善之大綱，以精進資產管理成熟度；
- 提供基礎文件，以利交通局所屬部門與局處做為開發資產管理文件之遵循依據。

圖 3.16 顯示「TfNSW 資產管理架構」、財政廳資產管理政策 (即 3.3.1 節之《TPP19-07》號文件) 與其他相關文件，包括部門的：戰略性資產與服務計畫 (Strategic Asset and Services Plans, SASP)、資產與服務計畫 (Asset and Services Plans, ASP) 以及 TfNSW 對新南威爾斯州財政廳和基礎設施的證明等文件間之關係。

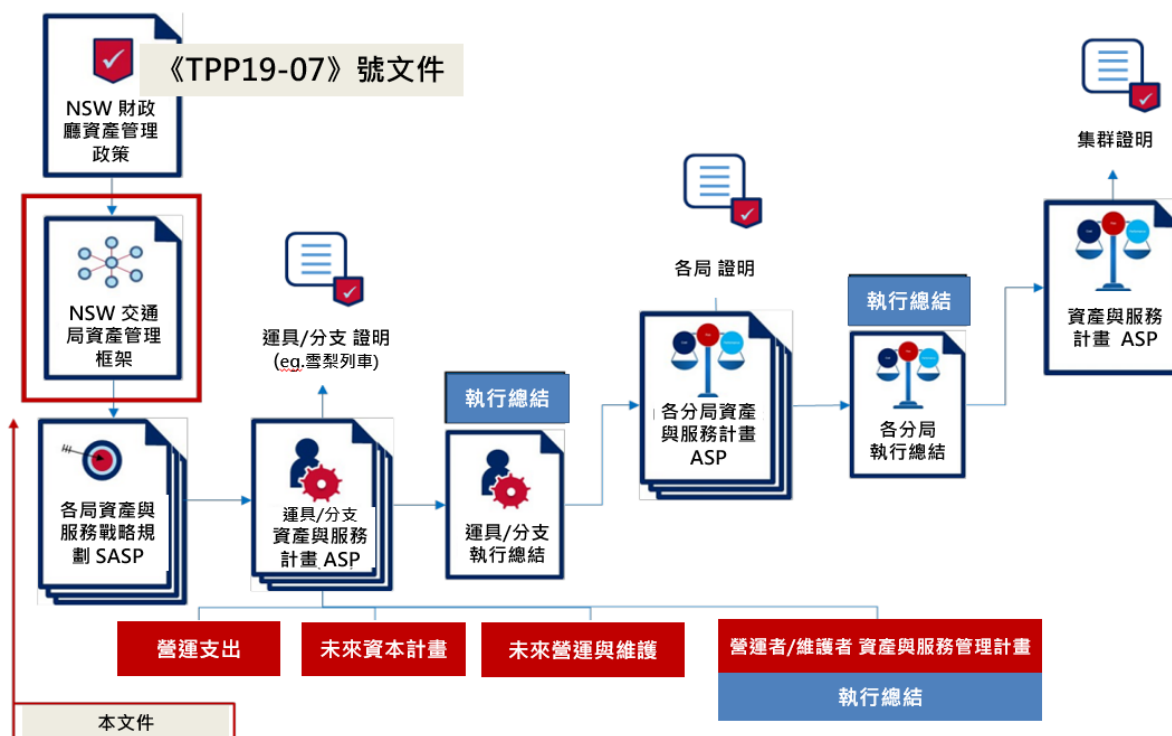


Figure 1:Key TfNSW Asset management documents

資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.16 TfNSW 資產管理關鍵文件

圖 3.17 提供了 TfNSW 資產管理架構（Asset Management Framework, AMF）七個關鍵元素之視覺化呈現，7 元素分別為：組織背景與環境、領導力、規劃、營運、支援、績效與評估以及改善，與 ISO 55001 條款規範一致。

AMF 是一組具關聯性之相關工具，包括政策、規劃、戰略和業務流程，以協助交通局透過資產管理活動，提供一個以顧客為中心之綜合現代化交通系統。此外，TfNSW 之資產管理架構之開發，亦符合 ISO 55001 與新南威爾斯州政府企業資產管理財務標準業務流程中描述之生命週期流程，有運輸系統之生命週期如圖 3.18 所示。

外部和內部利害關係人為 AMF 之關鍵輸入事項。其中，外部利害關係人包括新南威爾斯州財政廳、州相關部門首長、監管機構、供應商、社區、顧客、立法機構和其他政府機構；內部利害關係人包括運輸業務部門、團隊和員工。

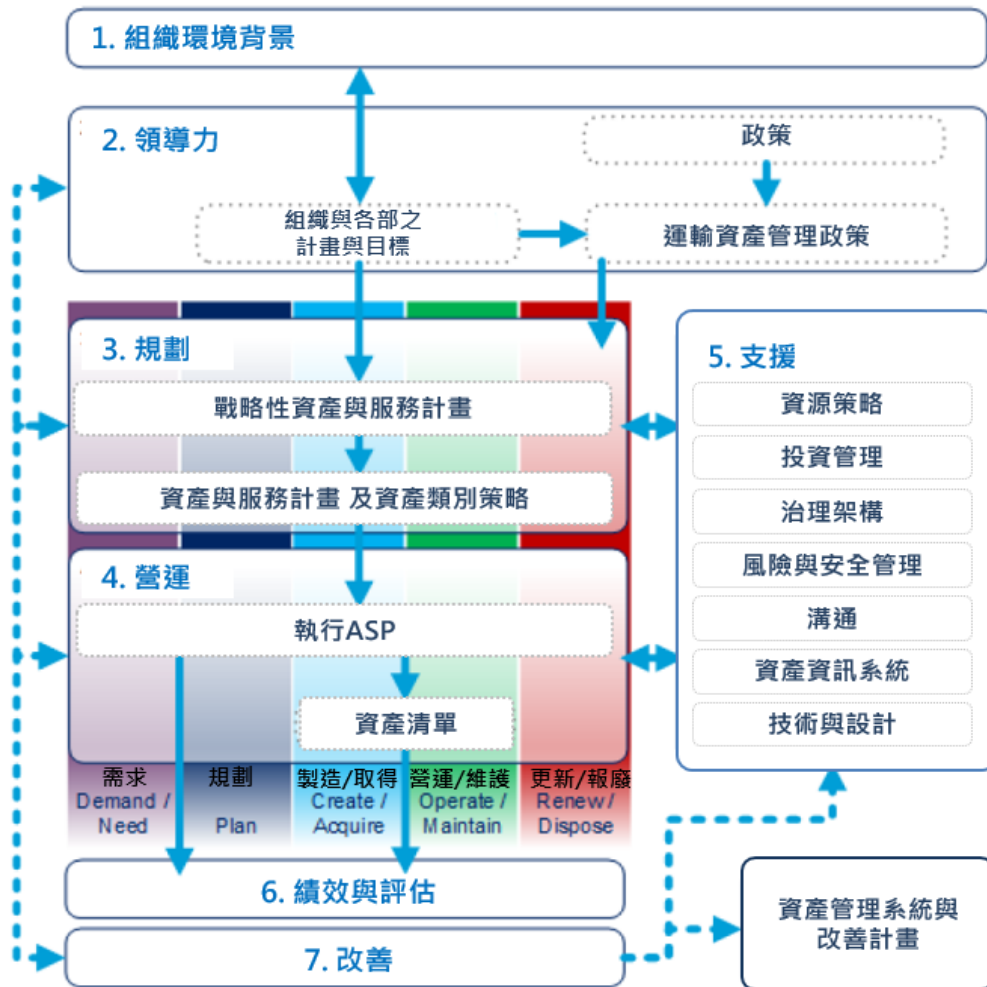


Figure 2:TfNSW's Asset Management Framework

資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.17 TfNSW 資產管理關鍵文件

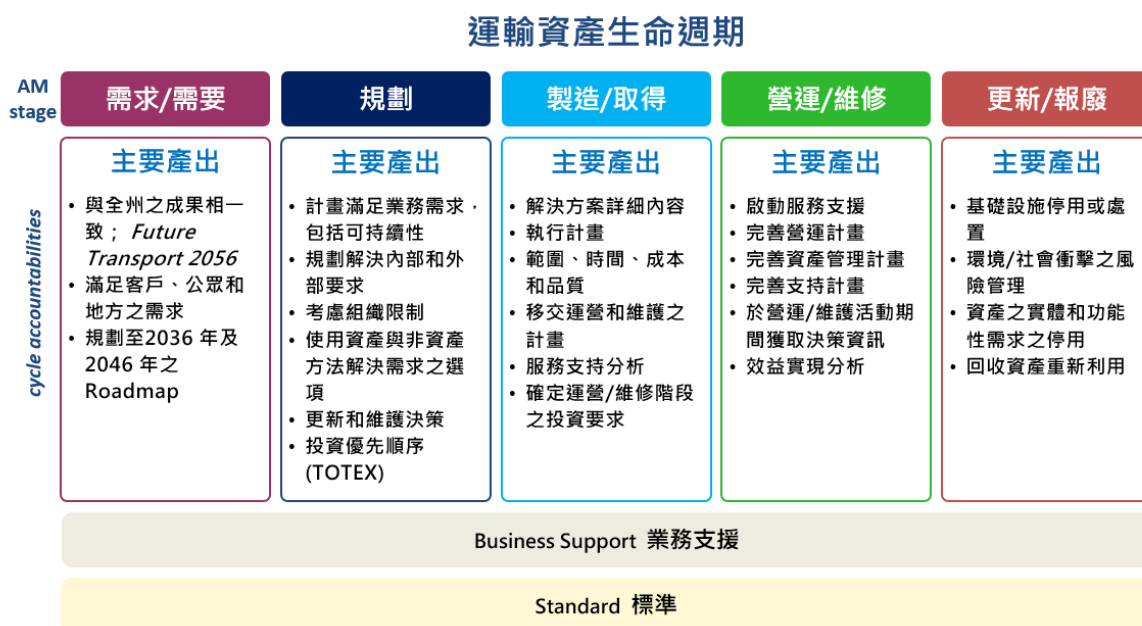


圖 3.18 TfNSW 運輸資產生命週期各階段之業務重點

以下將分別針對資產管理架構 7 個關鍵元素加以說明。

3.3.2.1 組織環境與背景

NSW 組織環境與背景包括法令與政策、業務相關組織以及組織內之業務架構。

首先在**法令與政策**部分，TfNSW 必須遵循前述財政廳之 TPP19-07 之資產管理原則；此外亦須遵守 2056 未來運輸（Future Transport 2056）以及澳洲 1988 年交通管理法(Transport Administration Act, TAA 1988)等上位交通政策。2056 未來運輸為新南威爾斯州政府對該州「2056 年之交通願景」，另外亦透過 10 年藍圖指引 2029 年之交通服務之推動。而前交通政策之上位法令為 1988 交通管理法，該法為 TfNSW 設定下列目標[11]：

1. 規劃滿足公眾需求和期望的交通系統
2. 促進經濟發展和投資
3. 提升跨所有公共運具決策層面之整合
4. 提高運輸基礎設施計畫推動之效率，
5. 提升安全可靠的公共交通及貨運服務

其次**組織環境與背景**部分須注意應與相關組織以及內部業務系統整合。

在相關組織部分，NSW 將該州交通運具與業務相關單位整併為一個**集群(Transport cluster)**，如圖 3.19 所示。該集群由部長室負責統籌，處理政府關係、溝通與行政協調。

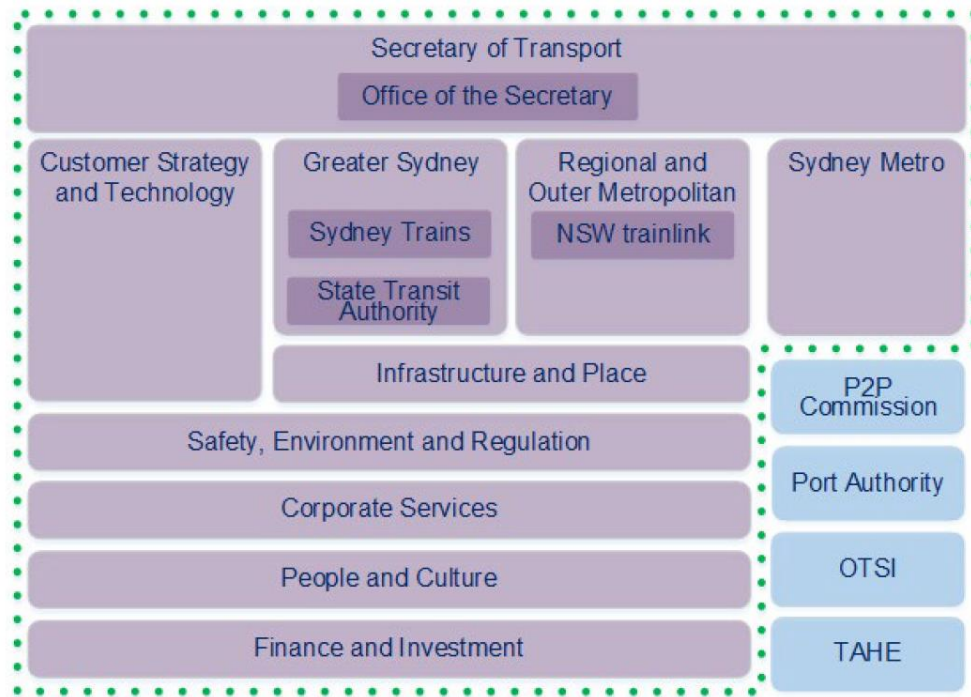


Figure 6:Transport Operating Model

資料來源:[11]

圖 3.19 NSW 運輸營運模式

在此集群中，屬於交通局之相關單位包括 Greater Sydney、ROM (Regional and Outer Metropolitan)、Sydney Metro、Infrastructure and Place、SER (Safety, Environment and Regulation)、等單位，其中 Greater Sydney 部門之任務在於重新定義整合性交通選擇，以改善顧客和社區之生活，使大雪梨成為更適合生活、工作和娛樂的地方，並負責管理雪梨地鐵、雪梨列車、運輸遺產非營利組織、雪梨渡輪、大雪梨地區之公車以及 Sydney 與 Parramatta 輕軌。ROM 係連接新南威爾斯州各地區，甚至向外擴展至澳洲其他地區，如坎培拉、昆士蘭、維多利亞和南澳大利亞等，讓旅客與整合性運輸服務與基礎設施連結，以滿足此地區成長之需求。SER 之目的則為提供全球公認、安全與永續之交通運輸，包括努力實現公路與水路運輸零死亡，以及交通集群於 2056 年實現淨零排放，

同時並負責管理 TfNSW 對政策的遵守情況，並協調集群對新南威爾斯州財政廳之回應。

而在交通集群中，運輸資產控股實體（Transport Asset Holding Entity, TAHE）為新南威爾斯州鐵路路網組合之所有者，包括軌道、車輛、車站、車站周圍之土地與零售空間。TAHE 之長期願景係為新南威爾斯州人民提供商業、永續及對社會負責之成果，同時提高交通系統之安全性、連結性與可靠性。而 TfNSW 則以代理者之角色管理 TAHE 之資產。

3.3.2.2 TfNSW 資產管理政策與運作

TfNSW 資產管理政策規範了整個交通集群中應用資產管理之原則和實踐，包括 TfNSW 及其供應商都必須依循資產管理政策。資產管理政策之重點如下[11]：

- 進行戰略性資產規劃，以實現運輸業的成果，確保更加以顧客為中心和互聯互通的運輸未來；
- 採用總支出 (Totex) 全生命週期之方法，對資產收購、營運、維修和處置進行評估，以提供符合目標、永續與可靠之資產，明確了解所有相關風險、成本和適用之顧客服務以及 TfNSW 和利害關係人之需求；
- 遵守法律和監管要求，例如新南威爾斯州財政部之公共部門資產管理政策、相關的交通和安全法規；
- 符合 ISO 55001 標準和 TfNSW 目標，同時在其生命週期內管理資產；
- 持續改善資產管理流程、系統、資源和能力，以改進運輸資產和服務之落實和績效，從而提供安全、有效和高效的服務。

3.3.2.3 資產管理之成果與目標

► 成果(outcome)

有關交通之 3 個成果主要描述相關組織為新南威爾斯州之顧客、社區以及人民所實現之價值；另外一項內部成果，則是支持運輸領域相關從業人員成功實現前述成果。相關成果如圖 3.20 所示。



資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.20 資產管理針對運輸之成果

► TfNSW 資產管理目標[11]

- 確保所有人的交通安全
- 為大雪梨地區的顧客提供旅運服務
- 為新南威爾斯州區域和外圍地鐵之旅客提供運輸服務
- 提供和翻轉「點到點」之旅客體驗
- 大雪梨地區成功之區域發展與更緊密之連結
- 新南威爾斯州地區和外圍大都市的成功地點和更緊密的聯繫
- 保護環境
- 實現積極之生活
- 城市和國家創造計畫
- 促使高效且永續運送貨物
- 更明智的財務決策和有效管理資產
- 公共部門交付的最佳實踐
- 讓交通成為一個理想的工作場所，並確保為所有員工提供安全之工作場所

3.3.2.4 TfNSW 資產內容

TfNSW 資產組合之價值超過 \$1600 億澳幣(如圖 3.21)，TfNSW 為資產之保管人。資產組合中之資訊內容通常包括：資產狀態、成本、狀況和年齡。資產組合並非一成不變，隨著業務部門相關計畫之變動，資產亦會因此被納入或從資產組合中移除。



資料來源:[11]

圖 3.21 TfNSW 資產內容

3.3.2.5 TfNSW 資產管理系統

資產管理架構（Asset Management Framework, AMF）之作用在於描述資產管理系統之關鍵要素，而財務管理、風險管理和資產管理保證流程則是資產管理系統成功之重要組成，必須藉由組織之承諾和領導力加以驅動，並有效地融入常規的業務流程。過程中，跨部門的協調與合作，亦是資產管理系統必要之組成。

本部分內容主要討論資產管理架構之組成元素，包括 AMF 之原則、資產投資決策模型、資產與服務規劃之 SASP 及 ASP、資產取得、資產運轉與維修、支援、資產保證與報告、領導力、治理、資產配置管理(Configuration Management)、風險管理、資產韌性等共計 15 項，以下將分別說明。

1. 資產管理架構之原則

TfNSW 對於資產管理架構之原則如下[11]：

- TfNSW 在資產管理架構中運作，而 TfNSW 所轄之 SER 部門對資產管理架構負責，並確保組織運用資產管理架構。
- TfNSW 之資產管理架構應與終端能力(安全、有效和高效之流程，以及非營運及遺產資產(heritage assets)之管理)一致。

- TfNSW 之決策支持自上而下的「資產管理」，而非自下而上之「資產管理」。
- 問責制應與對顧客面成果與路網面成果之影響保持一致。
- TfNSW 資產管理決策以顧客面之成果為中心，並與顧客分類保持一致。
- TfNSW 僅導入或維持地區標準以改善一致性、特定資產界面或控制特定路網風險；於成果導向之標準機制內作業，鼓勵創新、為新南威爾斯州創造價值，並參考國際最佳實踐。
- 相關部門(Divisions)為資產之保管人並管理其資產。其負責資產端到端之管理和績效（包括資產、狀況和風險資訊和報告），以達成議定之顧客面和社區面成果，並確保相關活動於資產管理架構運作。
- 投資決策需考慮總費用(Totex)、投資生命週期成本及收入之影響。
- 平衡成本、風險和績效是 TfNSW 資產管理決策的基礎。
- 於全生命週期內進行資產配置(Configuration)之管理。
- 民營合作夥伴之資產管理亦應與 TfNSW AMF 保持一致。
- 利用技術、數據和創新，做為有效資產管理之推動力。
- 遵守新南威爾斯州循環經濟政策聲明（NSW Circular Economy Policy Statement）之原則。

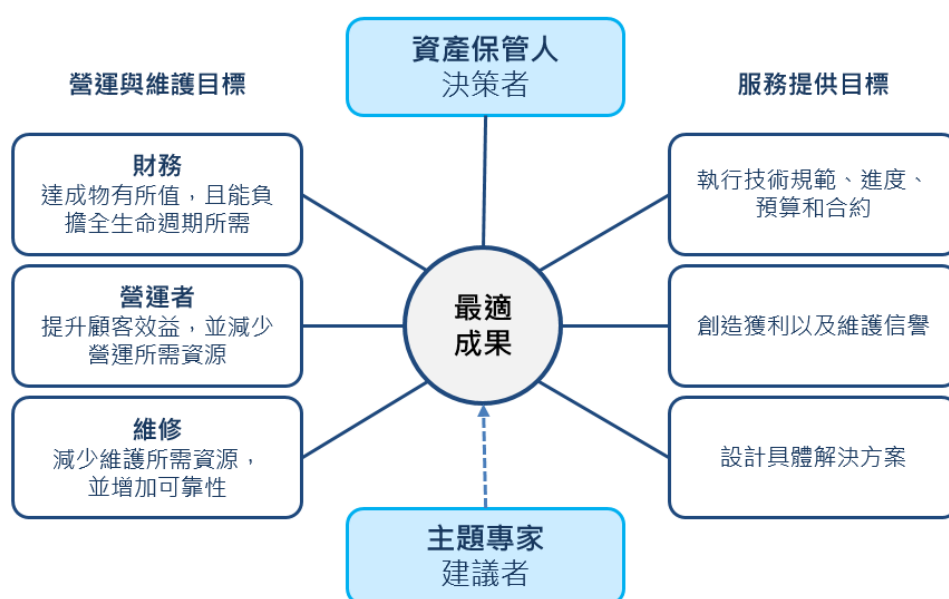
2. 資產投資決策原則

以循證基礎(evidence based)與透明方法進行投資與營運決策。決策原則如下[11]：

- 確定所要解決真正需求之議題，並於評估解決方案前考量所有相關問題；
- 依據戰略性合作與顧客面成果，進行計畫排序；
- 以優質資訊做為決策基礎；
- 界定考量全生命週期成本總費用且符合目的、永續與可靠性（即成本、風險和績效之最佳平衡）之投資選項；
- 限制解決方案之選項，符合所有法令規範；
- 使用循證方法選擇最佳解決方案，並考慮生命週期每個階段的風險、成本和績效，

- 根據安全、可靠、最佳性價比和最佳路網利用率等進行計畫優先性排序，
- 依據新南威爾斯州財政部資產管理政策(NSW Treasury Asset Management Policy) 導引相關決策和投資流程。

資產保管人對決策負責，並告知交付合作夥伴，在獨立之內部或外部主題專家之協助下，並確保決策公正性以及提供盡職調查。圖 3.22 是在選擇最適資產解決方案所採用決策標準之示例。



資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.22 決策模型示意圖

3.使用 SASPs 及 ASPs 規劃資產及服務

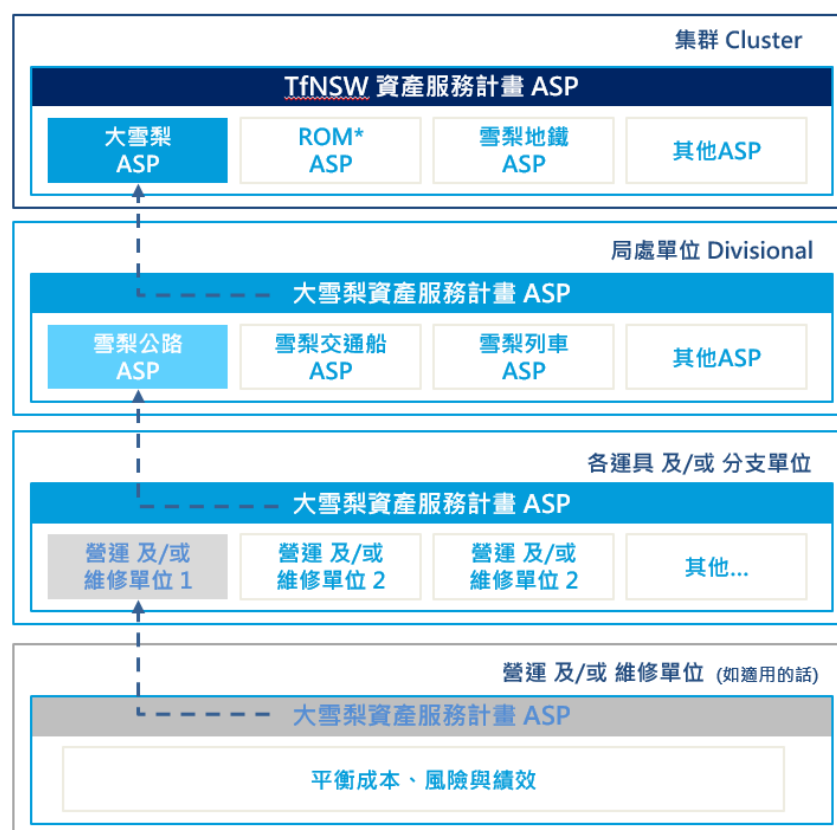
TfNSW 針對未來交通服務之長期願景、戰略、計畫與資金需求，通常每 5 年進行一次審查，相關戰略規劃再進一步落實為 10 年投資計畫，涵蓋所有運具，綜整資金、營運和維修需求。資產之生命週期內所使用之關鍵流程與方法為資產和服務計畫（asset and services plans, ASP）以及資產類別策略（asset class strategies）。

TfNSW 的每個部門均會制定資產與服務策略性計畫（Strategic Asset and Services Plans, SASP），並告知服務所屬分支組織與供應商，有關服務規範與預算。而 SASP 主要規範如下[11]：

- 如何將組織目標轉化為資產管理目標；
- 開發 ASP 的方法；
- 支持實現資產管理目標之架構。

資產服務計畫(asset and services plans, ASP) 係針對資金需求進行年度評估，並概述資產績效、資產狀況與風險，以滿足所需服務成果之方法。TfNSW 交通集群之資產服務計畫，由安全環境法制部門(The Safety, Environment and Regulation，簡稱 SER)負責管理；財務與投資部(Finance and Investment Division ,FID) 整備財務資訊以提交給 NSW 財政廳。

圖 3.23 為資產服務計畫文件之架構層級示例，顯示了各個層級之資產服務計畫如何與不同級別開發之資產服務計畫加以整合。



註: ROM: Regional and Outer Metropolitan

資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.23 資產服務計畫文件之架構層級示例

4.資產分類策略

資產類別策略 (Asset Class Strategies, ACS) 需考量不同資產類別之狀況、風險與資金需求，以及資產於生命週期中之資金需求預測變化。各部門應主動界定資產之潛在故障，並於資產分類策略與資產服務計畫中評估對應之預防措施。

5.資產之創建與取得

TfNSW 透過專案方法(project methodology)開發資產。此方法重點之一係應確保資產保管人(asset custodian)於整個資產規劃、採購和營運與維修階段發揮積極之作用。圖 3.24 有關 Asset Steward 本研究參考實務面用法譯為資產「盡職治理」，係指對於被託管之資產所應負擔之管理責任，亦即管理人於生命週期之各個階段，須確保資產之管理與保證應與預期之產出成果連結。

TfNSW 通常以外部採購模式取得營運所需資產。而資產供應商是否具備承擔基礎設施或資產相關工程之能力，係由資產標準局 (Asset Standards Authority, ASA) 對供應商有關工程保證與排程等進行評估與審查，合格之供應商則被賦予「授權工程組織」(Authorised Engineering Organisation, AEO)之資格，其可投標 TfNSW、規劃與計畫部門或交通計畫部門之工程。

有關資產之創建與取得階段，係透過計畫管理程序追蹤進度並確保物有所值。而整個複雜的交通系統之生命週期——從設計、整合、建造乃至營運與維修，係仰賴系統工程方法進行管理；至於與顧客及利害關係人相關之安全、服務與其他風險，則以風險管理方法進行管理。



資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.24 資產服務計畫文件之架構層級示例

6. 資產之營運與維修

資產營運與維修服務合約需明確界定其範圍、設定相關之系統邊界(boundaries)、規範揭露、職能與治理安排，同時合約規定必須遵循 TfNSW 之資產管理政策。此外，運輸部門內部進行之資產營運和維修亦需有 ASP，以涵蓋資產生命週期之相關活動。此處的 ASP 主要內容係界定在既定預算內，實現資產管理目標和服務成果所應配合之工作計畫。

服務供應商亦須根據「運輸服務供應商資產管理計畫標準」(Transport Service Provider Asset Management Plan Standard) 制定包含資產生命週期活動之 ASP。從不同的觀點來看，服務供應商所制定之 ASP，主要將執行服務成果可能產生之風險與衝擊傳達至運輸部門的 ASP。

在營運、維修和處置階段，透過報告程序(Reporting processes)，監控資產狀況、風險和缺陷，並於資產維修、更新、再利用或處置等方面證明物有所值。

7.支援

資產管理之有效開發、實施與持續管理，需仰賴組織相關部門之協作與合作。主要支持元素如下[11]：

- 供應鏈（Supply chain）：界定及取得所需之資源和技能，以執行資產管理架構中各要素之功能。
- 投資管理（Investment management）：資產服務計畫 (ASP) 取得所需資金之方式以及資金於不同部門間或資本及維修計畫間之配置規劃。
- AM 治理架構（AM governance framework）：為治理並執行資產管理架構所應配合之保證、角色和責任、流程和程序。
- 資產資訊系統（Asset information systems）：用於處理數據之存儲與使用以及管理不同系統介面。
- 風險管理（Risk management）：整個資產管理架構有關風險管理程序，包括風險之識別、評估、評價和處理。
- 安全管理（Safety management）：於資產生命週期中納入安全管理架構和流程。
- 溝通和意識之管理（Communications and awareness management）：溝通資產管理架構之過程，包括與顧客及利害關係人之溝通策略。
- 資訊與文件管理：NSW 之交通部門設有紀錄管理單位(records management unit)與記錄管理計畫，用以觀察 TfNSW 營運所在地方之法制環境。資產保管人(custodians)和服務供應商必需保存資產資訊。
- 職能管理與訓練。
- 技術能力和技術設計能力：涵括所有運具並提供技術服務，包括數位工程與資訊管理相關之能力。

8.資產保證與報告 (Asset assurance and reporting)

TfNSW 須確保資產之保管人和受託管理人(stewards)具備在生命週期內達成資產正確管理與保證之能力，並確保其本身在整個交通集群中履行資產管理責任。

TfNSW 「資產保證評估計畫」(Asset Assurance Assessment Program) 是以風險和產出結果為基礎，目的在於依據資產狀況和績效成果評估資產管理交付系統，俾與資產保管人與管理人共同界定及推動整體業務之改善。「資產保證評估計畫」是持續評估、審查和改進 TfNSW 資產管理架構之關鍵組成元素，其亦為運輸部門年度認證過程之關鍵輸入項目，藉以展現及提高對「財政部資產管理政策」(Treasury Asset Management Policy)核心規範之合規性。

運輸保障架構建立在下列三道防線上[11]，包括：

- **內部控制與流程**：提供自我管理之制衡以驗證品質成果，包括內部報告和差異調校。
- **內部審查和監督**：相關活動由監管者或業務領域專家(Subject Matter Expert, SME)完成，包括定期管理評審、審計和驗收測試。
- **外部審查**：由獨立評估員進行，包括外部審計、保證報告和流程審查。

9. 領導力與指令 (Leadership and direction)

在 TfNSW 內，SER (安全環境法制) 部門為資產管理架構之監督人。SER 負責支持高層管理人員履行其與資產管理相關之責任，包括職能之保證。

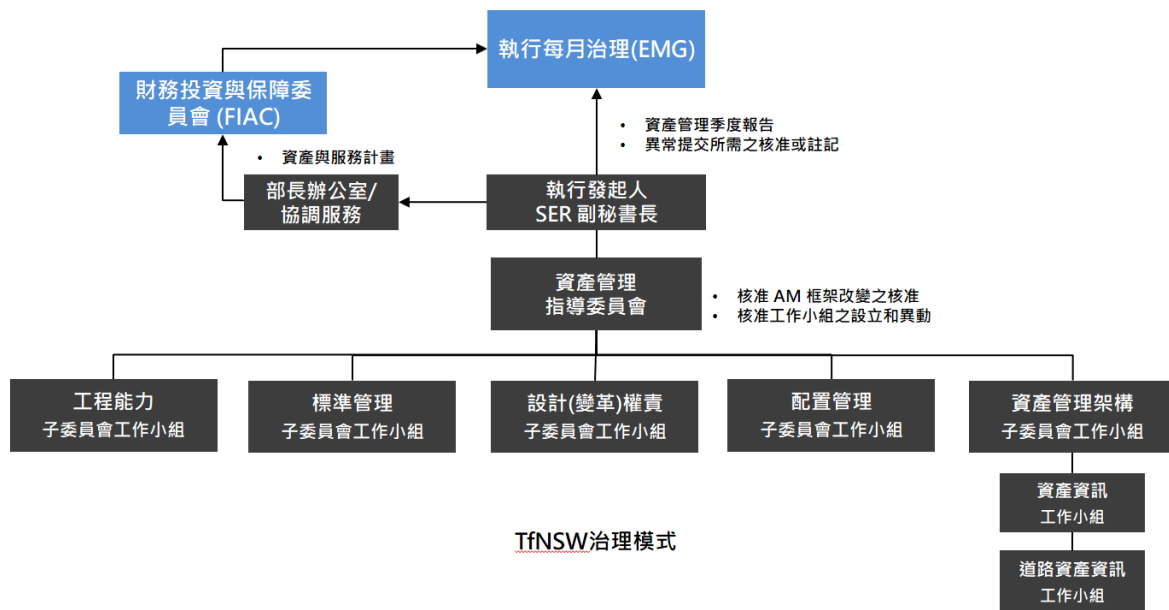
運輸主管具有在組織內執行角色分配與溝通之權限，每個部門有其功能模型(functional model)，描述其如何實現組織與資產管理之目標，並據以制定組織結構與相關職位之描述。

整體而言，TfNSW 期望建立一種以價值觀為導向、尊重個性、認可成就、提供機會，並將顧客置於業務核心之整體文化。

10 .治理 (Leadership and direction)

公司治理是 TfNSW 實現組織目標以及有效提升改善成果不可或缺的一部分。圖 3.25 為 TfNSW 之治理模式，圖中所示之資產管理架構、系統、流程和相關標準均已於 TfNSW 內部建立。治理工作將支持下列工作 [11]：

- 管理並核准現行資產管理架構、系統、流程和標準之任何變革與更新
- 管理及遵守新南威爾斯州財政部資產管理政策所需之所有系統、流程和標準。
- 監督產出以及核准運輸之資產管理架構(AMF)和資產服務計畫(ASP)



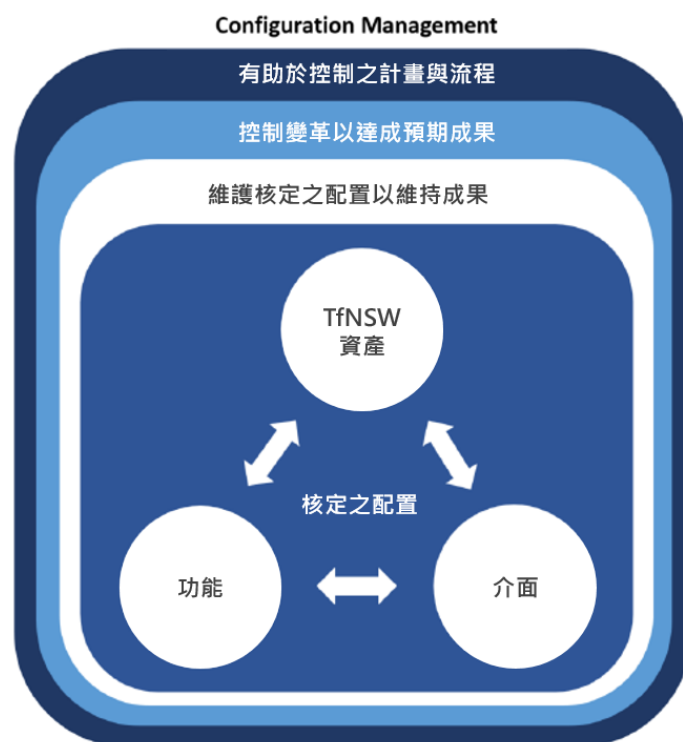
資料來源:[11,本研究整理]

圖 3.25 TfNSW 資產管理治理模式

AMF 之治理由資產管理指導委員會管理，該委員會包括以下部門之代表：安全環境法規部門 (Safety, Environment and Regulation, SER)首都外區域與市郊主管單位 (Regional and Outer Metropolitan, ROM)、大雪梨 (Greater Sydney)、顧客策略與技術部門 (Customer, Strategy and Technology, CST)、基礎設施與住宅 (Infrastructure and Place)、雪梨地鐵 (Sydney Metro)、財務與投資部門 (Finance and Investment, FID)、企業服務 (Corporate Services)、人文與文化 (People and Culture)以及點對點交通委員會(Point to Point Transport Commission)等部門，而每個部門亦有其管理投資決策之治理流程。

11 .配置管理 (Configuration Management)

TfNSW 開發了一個配置管理架構 (Configuration Management Framework, CMF)，允許追蹤 TfNSW 內之系統和活動，以有效了解資產及其在整個生命週期和變革管理之介面，圖 3.26 反映了配置管理和資產生命週期。



資料來源:[11]

圖 3.26 配置管理示意圖

12.設計與變更權管 (Design and Change authority)

由 TfNSW 決定負責核准或拒絕運輸路網變更之業務權責單位。此單位之負責人需為有能力及經驗豐富的員工，俾能根據成本、風險和績效做出決策，同時考慮配置和投資決策過程以及資產保管人之角色。

13 .標準管理 (Standards Management)

TfNSW 採用標準架構以符合設置標準之過程與指引，以確保達成可接受的品質與可靠性水準。在可能的情況下，將使用產業標準，而地區性

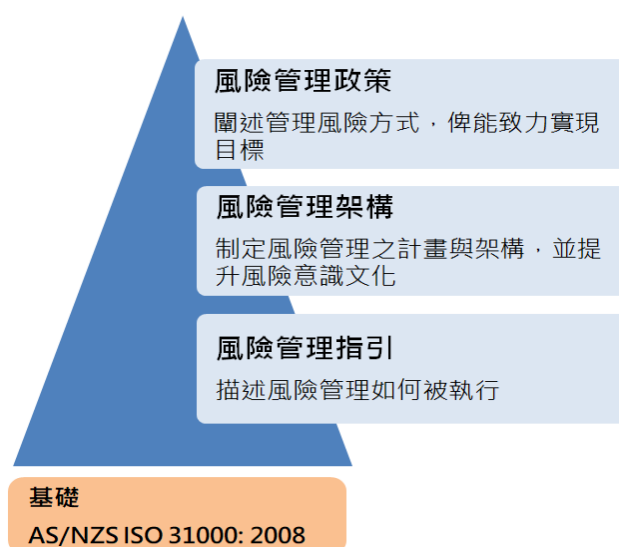
標準之導入或保留僅用於提升一致性、特定資產介面或控制特定的路網風險。本業務由 SER 負責，並與澳洲及紐西蘭公路監理機關聯合會 (Austroads) 及澳洲鐵路產業安全與標準委員會 (Rail Industry Safety and Standard Board, RISSB) 等外部標準機構維持密切關係。

14 .風險管理 (Risk Management)

風險管理為資產管理之重要基礎，其目的在了解不良事件之發生原因、影響和可能性，並進一步將資產相關風險優化管理到可接受之水準。

以風險為基礎(Risk based)之資產管理不一定能降低風險，而是利用知情風險結果來平衡資產之營運績效與生命週期成本。

TfNSW 之風險管理架構是根據 ISO 31000:2018 風險管理標準中描述之原則和指引，並於運輸企業風險管理 (Transport Enterprise Risk Management, TERM) 架構中述明，其風險管理結構如圖 3.27 所示，而表 3.1 則從不同構面掌握 TfNSW 所面臨之風險議題。



資料來源:[11]

圖 3.27 TfNSW 風險管理結構示意

表 3.3 TfNSW 風險構面與相關議題對照

構面	風險議題
路網成長	路網之持續成長如僅透過資本投資而無相對增加營運與維修預算，將導致服務水平下降。
財務永續	通過票價箱獲得之收入無法支應成本。自 COVID-19 疫情爆發以來，公共運輸乘客數量減少，致使收支不平衡之情況加劇。其他收入機會受到支付意願的限制。
安全	TfNSW 努力實現零死亡和重傷之最終目標。
循證基礎之決策	TfNSW 正在努力獲取資產、服務和財資之必要資訊，以衡量績效並促成投資決策。
計畫執行	在預算範圍內按時規劃及執行專案為持續之挑戰。較長的交貨時間、可用之合格承包商以及不斷變化之政府優先事項為必須處理之議題。
技術變革	地鐵、電動巴士、自駕車以及無人機等，均開始改變 TfNSW 之資產組合，同時過時之技術亦需加以管理。受疫情影響，在家工作需求增加，亦導致公共運輸需求減少。後疫情之潛在技術需求仍有待觀察。
韌性	近年路網韌性遭受森林大火、洪水和疫情之考驗，進而發現許多路網之問題，因此提升路網韌性之規劃必需考量氣候變遷之衝擊。

資料來源:[11,本研究整理]

15 .韌性 (Resilience)

TfNSW 資產韌性戰略 (Asset Resilience Strategy) 聚焦於識別、分析、規劃、監控及提高與 TfNSW 運輸服務和營運成果相關資產之韌性，以降低資產之功能與性能受自然災害風險或人為風險所產生之不利影響。資產韌性對於資產管理日益重要，透過此資產韌性戰略，可為資產韌性之規劃活動以及 TfNSW SASP 和 ASP 之各個面向提供落實之方向，但此韌性戰略目前僅建立一般性之資產韌性原則、目標和治理，尚未針對 TfNSW 或個別部門建立特定資產之資產韌性目標。特定資產韌性相關行動之推動將於個別的 ASP 及 SASP 中描述，以做為良好實踐之一部分，其內容包括資產韌性威脅之識別、評估、量化，減緩措施之確認與優先順序，並尋求適當資金及其配置。資產保管人和受託管理人必須確認達成 ASP 目標所應配合之活動、資源和時間表，存在資金缺口，須於 ASP 中納入額外之資金申請。

3.3.3 小結

由澳洲新南威爾斯州之案例觀察，澳洲已將資產管理內化於行政管理之程序中，最上位政策指導為澳洲財政廳，由各州依據財政廳之政策，研擬各州之資產管理政策。而資產管理政策所涉及之單位幾乎包括與資產運作相關之單位，並非僅為業者自身之工作。

以新南威爾斯州交通局為例，其資產管理之上位指引為 TPP19-07 號文件，NSW 交通局依據前述文件產製「NSW 運輸局資產管理架構」之指引，內容詳細描述資產管理應考量之所有元素。由於 NSW 資產管理相關文件龐雜，本研究現階段僅以「NSW 運輸局資產管理架構」做為相關回顧案例。

雖 NSW 之案例與 NR 或 LU 不同，是由政府主導資產管理之推動，而非由資產管理單位自主性發動，但值得國內學習。此方式之優點在於資產管理是從政府組織之最上層管理階級發起，再向下落實，並內化至行政流程，觀念較易深化。此外，澳洲資產管理亦建立在 ISO55001 基礎上，能有效與國際實務接軌，並利於進行相關比較。

第四章 資產管理績效指標

資產績效管理為資產管理制度之一環，透過相關觀測指標(indicators)及指數(index)，應有助於掌握資產狀況，其效益如下：

- 績效指標可做為鐵路基礎設施的學習和改進工具
- 透過 KPI，掌握與流程相關的成本和影響原因
- 與同行產業進行比較，以使決策能更加精確
- 提供證據來監測國家或歐盟政策是否有效
- 可做為與顧客和業務合作夥伴之溝通工具以了解營運趨勢

本章內容主要參考歐洲鐵路基礎設施管理平台(PRIME)之指標以及 EN15341 有關維修相關指標。

4.1 歐洲鐵路基礎設施管理平台 PRIME

歐洲鐵路基礎設施管理者平台(Platform of Rail Infrastructure Managers in Europe，以下簡稱 PRIME)於 2013 年由歐盟委員會交通運輸總司 (DG MOVE) 及歐盟鐵路基礎設施管理者共同建立，本平台主要目標是改善整個歐洲鐵路基礎設施管理者間之合作；該平台亦支持並促進歐洲鐵路政策之實施，同時為最佳實踐之交流制定績效基準，此外，並針對歐洲基礎設施之收費及國家資助(funding)進行研究。

PRIME 與歐盟鐵路局 (ERA) 合作，現階段擁有 37 個產業成員，包括歐盟成員國之基礎設施管理單位、歐洲自由貿易聯盟成員瑞士和挪威等，另外，歐洲鐵路基礎設施管理之 4 個產業協會則以觀察員身分參與。PRIME 希望為自然壟斷之基礎設施管理單位提供相互學習的機會。

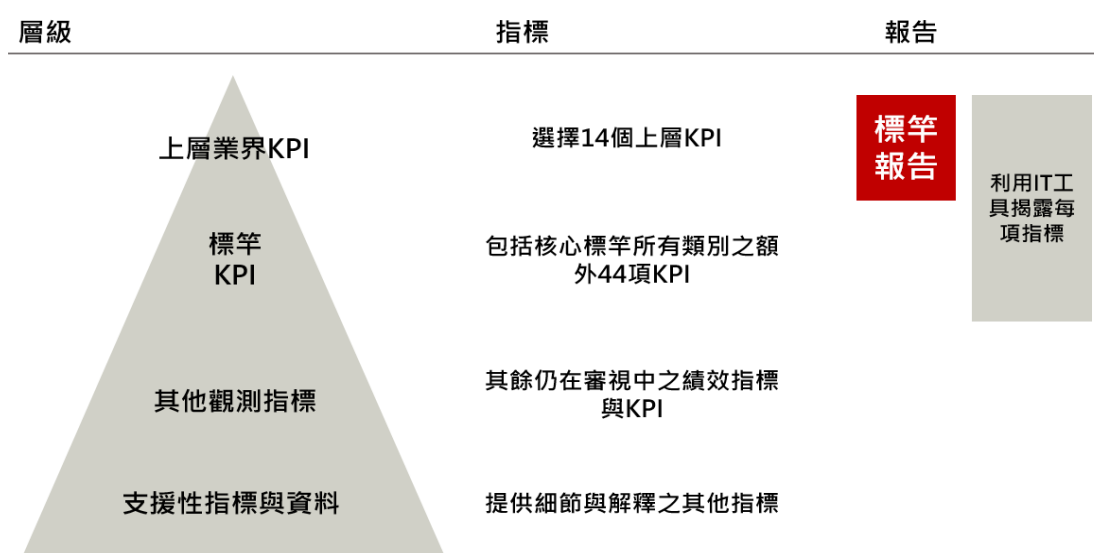
4.1.1 PRIME 績效指標

KPI 系統之建構應確認指標應具備一致性及整合性，以有效反映基礎設施管理單位(Infrastructure Managers, IM)之所有營運面向；此外，指標之制定目的必須明確。以 PRIME 而言，制定 KPI 和標竿實踐計畫之最終目標

是提高每個 IM 之績效與業務成長。PRIME KPI 系統係以綜合性但平衡之績效維度處理 IM 業務面之所有議題，以支持前述之總體目標。

KPI 之選定亦反映出個 IM 之需求與關鍵決策，不過許多關鍵決策，例如維修策略或營運效率之決策所參考之指標，對於大部分 IM 而言多具共通性。KPI 系統之價值在於為每個 IM 提供一組結構化之指標，以利於與其他 IM 進行比較，以增進對其組織業務及績效之了解。

圖 4.1 為 PRIME 績效指標 (performance Indicators) 架構。基礎設施管理單位所蒐集之數據將用於支持圖 4.1 架構中四個級別之所有指標，不過會加以分類並以不同的方式呈現。

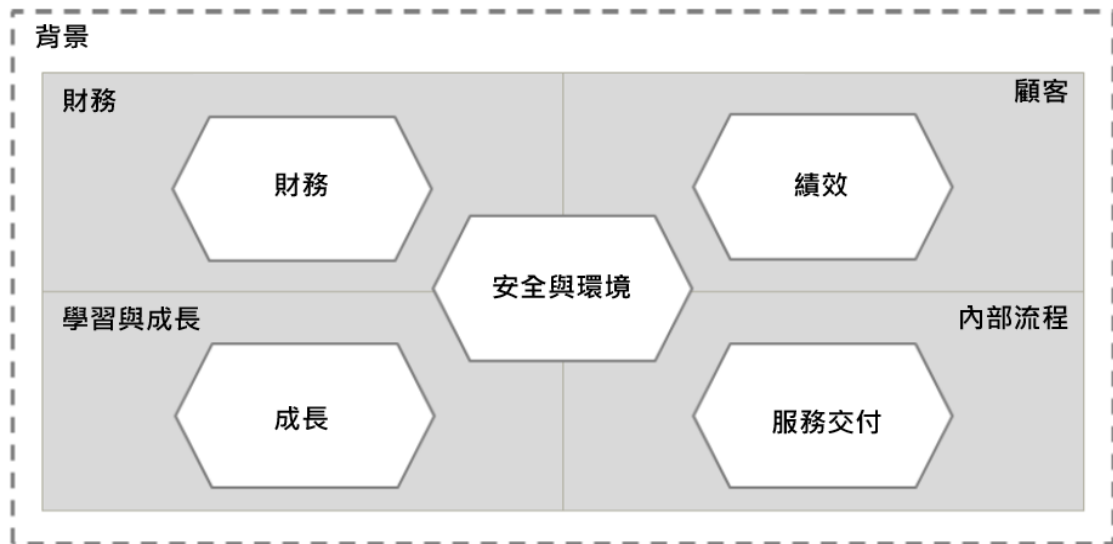


資料來源:[12,本研究整理]

圖 4.1 PRIME 績效指標架構

PRIME 開發之共通性指標，可能會與個別 IM 所擬定之指標矩陣有所重複，不過 PRIME 提供較完整之共通性指標與定義，進而允許不同 IM 間能夠進行良好、明確且穩定之比較，如有需要亦可推動標竿測試。

PRIME 計畫所定義之 KPI 架構係參考平衡計分卡之工具，共設定 5 個維度[12]，這 5 個維度反映了鐵路基礎設施管理者之活動與產出，以及利害關係人及顧客之需求，如圖 4.2。



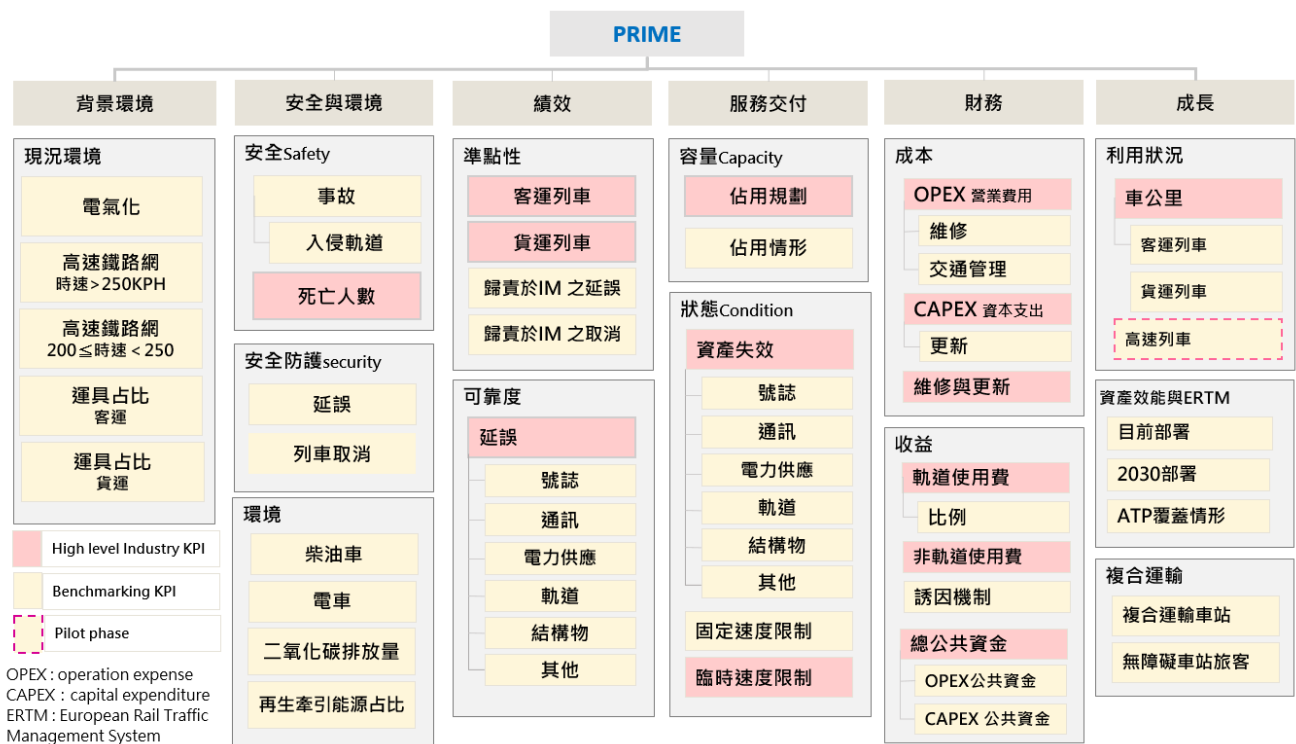
資料來源:[12]

圖 4.2 PRIME 平衡計分卡維度

- **安全與環境(Safety & Environment)**：有關安全、保安防護以及環境行為與標準之管理和推動。
- **績效(Performance)**：基礎設施管理者之資產績效以及對營運者與顧客之衝擊。
- **服務交付(Delivery)**：基礎設施管理者內部流程及其資產管理之有效性，以及符合目標路網之提供，包括承包商和供應商之交付。
- **財務(Financial)**：基礎設施管理者之財務績效，包括成本效益和收入及軌道使用費。
- **成長(Growth)**：現有路網之使用水準、路網改善和擴展、與其他運具之整合以及使用技術改進交付。

除上述五個維度外，實務上會再加「背景環境」之維度，用以描繪每個基礎設施管理者之特徵以及每個國家鐵路服務規模、相對重要性與市場背景，以掌握各鐵路系統間之結構差異，且有助於 KPI 之解析。

PRIME 依據前述 6 個維度構面建構之整體績效指標系統如圖 4.3 所示。共分為 12 個 KPI，再加上「現況環境」共計有 13 項 KPI，而各項 KPI 關鍵績效指標又由若干個標竿指標或上層產業指標組成。此外，除圖 4.3 所展示之指標外，尚有其他未列於圖上之績效指標(Performance Indications)或指標(indicators)等，所有指標項目數共計達 129 項。以下針對 13 項 KPI 指標進行說明[13]。



資料來源:[12,本研究整理]

圖 4.3 PRIME 關鍵績效指標架構圖

構面 1-背景環境：描述個別 IM 之系統設施概況，含括「環境背景」單項 KPI。

1.環境背景：提供每個 IM 之特徵條件與設施配置。

構面 2-安全與環境：此構面包括安全性、安全防護及環境 3 項 KPI 指標。

2.安全性(Safety)：安全性為基礎設施管理績效中最重要且最基本之元素。

組織應從整體角度考慮安全性，包括為使用者與員工提供穩定、安全和具可靠度路網之基本任務，以及更廣泛之安全環境，例如預防自殺及最小化入侵事件。

3.安全防護(Security)：鐵路安全防護之管理包括通過監控、預防及對惡意事件之準備等活動，以有效保護鐵路、使用者與員工。相關安全破壞事件所造成之影響，包括顧客和員工之可能傷害、鐵路資產遭受破壞，或者通常是為了阻礙和擾亂鐵路之運轉。

4.環境(Environment)：監測環境衝擊主要著重於兩個部分：影響及改善整體鐵路環境之衝擊（例如電氣化）和基礎設施管理單位本身活動之直接環境衝擊。鐵路為最環境友善之運輸方式之一，由於體認到運輸市場可能有從較高污染之運具移轉至鐵路運輸之機會，所以設定相關

KPI。此部分並考慮到基礎設施活動對環境之影響，包括電動車輛的使用、生物棲息地改變和分割、空污排放、廢水、噪音、廢物、柴油廢氣排放、零件材料、回收利用等方面。

構面 3-績效：主要描述路網績效以及對營運公司與顧客之影響。其量測目的在於透過與其他 IM 之比較，了解自身路網績效、提高列車準時運行之能力，並界定資產管理改善機會，以使故障次數及其對營運之衝擊最小化。此部分主要包括準點性與可靠度等 2 項 KPI。

5.準點性(Punctuality)：列車準點率是衡量鐵路整體績效之主要指標，亦是衡量服務品質之重要指標。而對不同受評對象(例如 IM、高速鐵道路線、核心路網、不同顧客群組、客/貨運輸等)準時性之要求不同。透過準點狀況了解系統整體績效，以及基礎設施管理者對準點性之影響和責任。

6.可靠度(Reliability)：可靠度主要描述系統故障之影響。除透過以最小化鐵路故障影響之方式管理資產外，相關指標同時衡量 IM 在回應故障與路網回復正常功能之有效性及時性。

構面 4-服務交付(Delivery)：本維度包括容量(Capacity)與狀態(Condition)兩項 KPI。服務交付維度在於描述 IM 內部流程之有效性、資產之管理以及符合目標之路網的提供，其目的在於了解下列領域的相關能力，並確定改善機會：提供可用、具操作性且功能齊全之路網，並達到所需之容量水準、及時有效落實資產管理職能，以及根據策定戰略維修及改善資產狀況。此部分會考慮承包商與供應商之業務執行。

7.容量(Capacity)：相關指標主要用於衡量路網容量之整體限制，包括基礎設施狀態對容量之影響，以及為維持或改善整體狀態但尚未進行的活動之影響。而路網容量取決於許多因子，可以從不同的角度了解。這些 KPI 反映了鐵路系統處理鐵路營運公司(Railway Undertaking, RU)對於列車路徑需求之能力，以及 IM 當前和歷史活動之影響，包括工程佔用軌道和速限等影響。

8.(設備)狀態(Condition)：資產狀態之衡量很複雜，在較複雜的車路環境(例如歐洲)，有時候並無法直接對單一 IM 進行量測。PRIME 對於「狀態」類別基本上依據設備運轉的情況(例如故障次數)以及資產狀態對路網預期服務(如臨時性或永久性之速限)之影響來描述資產的狀態。這個部分的 KPI 是參考 UIC 及歐盟鐵路基礎設施管理單位

(European Rail Infrastructure Managers ,EIM)過去發展成果為基礎，例如 UIC 編定代碼 450-2 可用於定義 KPI 之故障類型。

構面 5-財務維度涵蓋與 IM 支出與收入相關之所有要素，包括軌道使用費用，用以參考其他基礎設施管理單位成本收入結構與水準，以增進管理者對財務之掌握，本維度包括成本與收入兩項 KPI，而所有財務價值係指淨價值。此維度之目標包括：

- 透過界定及實施良好實踐與流程，支持發展具成本效益之鐵路；
- 確定並鼓勵所有增加收入來源之機會；
- 了解相關收費對 IM 與整個鐵路產業之影響；
- 支持對鐵路設施進行適當與有效的投資。

9.成本類別包括 IM 之所有成本，分為有用的(useful)與可比較(comparable)之子類別。它包括所有營運、資本和投資成本。為利於進行比較，成本會在適當情況下以「購買力平價」(purchasing power parities, PPPs)進行調整，以反映當地成本。IM 產生之成本受許多因素影響，部分屬 IM 之管理責任，另外有些部分則非屬 IM 之管理責任。PRIME 項目收集並列於附錄 2 的背景信息對於解釋財務數據非常有用。

10.收入(Revenue)：本類別提供了 IM 所有「非軌道使用收入」之總收入，但不包括補貼和財產（房地產）開發。本指標同時衡量比較基礎設施管理單位收入中來自於營運商使用路網與服務設施之部分。PRIME 使用基礎設施管理單位易於收集且較普遍之基本指標。與成本類別的指標放在一起時，可進一步了解收入覆蓋成本之狀況，以及依賴補貼之程度。

構面 6-成長維度包括利用狀況、資產效能與歐洲鐵路交通管理系統(European Rail Traffic Management System, 以下簡稱「ERTMS」)以及複合運輸 3 類指標。本維度係描述現有路網之使用水準、路網擴展、與其他運具整合以及改善服務交付所使用之技術(如 ERTMS)等，主要目標在於：改善路網整體容量之使用、鼓勵運具從公路與航空移轉至鐵路、促進複合運具整合，以及了解並使用新技術(如 ERTMS)俾有效支持 IM 之目標與鐵路之整合。前述 ERTMS 係藉由制定標準化號誌系統來達成系統間之互通性。

11.利用狀況(Utilisation)：本指標類別是衡量基礎設施管理單位績效之基本指標。基礎設施管理單位最重要的目標之一是儘量有效利用其基礎

結構，可分別從客、貨運進行衡量。鐵路的利用狀況對 IM 支付其成本之能力有重大影響，基礎設施的利用率亦會影響基礎設施未來之績效。。

12.資產能力與 ERTMS(Asset Capability & ERTMS)：資產能力描述鐵路路網之功能，特別是路網滿足「全歐運輸路網」(Trans-European Transport Network, TEN-T)政策規範之程度；同時資產能力亦描述 IM 在歐洲鐵路路網之互通性，而互通性之實現是需要鐵路營者之能力和功能。其次 RTMS 與 ERTMS 之部署是鐵路部門之複雜但重要之議題。部署 ERTMS 所需成本很高，但其對於資產管理單位有許多優勢：包括提高安全性、容量、可用性和互通性。由於 PRIME 期望了解部署 ERTMS 之潛在優勢與案例，所用透過相關 KPI 之開發加以掌握。

13.複合運輸(Intermodality)：不同運具間依據功能性推動複合運輸，可為鐵路路網帶來交通和業務。鐵路為移動鏈之一部分，其及戶運輸性較低，需藉由因運具間之無縫連結以滿足旅客移動之基本需求。複合運輸可有效提高鐵路客、貨運之效率，並增加鐵路運輸潛在旅客量；另外 PRIME 亦將無障礙服務車站納入本類指標進行衡量。

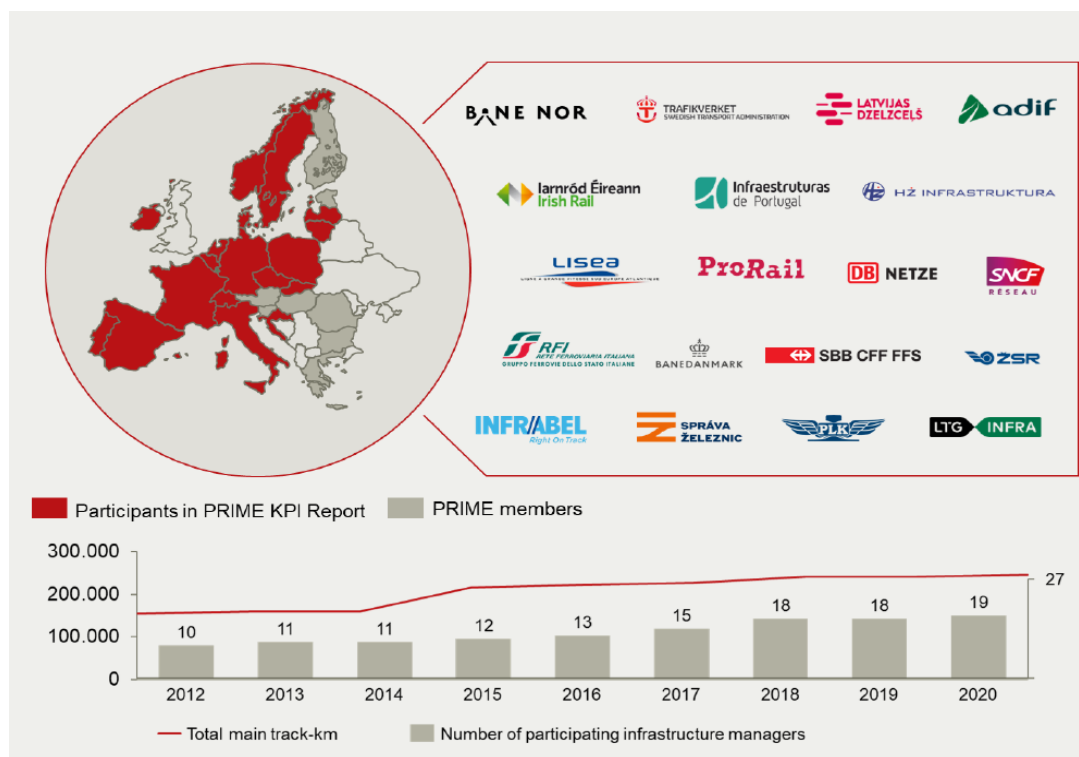
4.1.2 PRIME 標竿報告

本小節簡要說明 PRIME KPI 小組所完成之第 5 次標竿報告之結果[13]，評估期間為 2016~2020 年間。此次報告與前 4 次報告相較，本版包括更完整之資料庫、新的績效指標和 2 個新的參與者(共 19 個成員體)，成員如圖 4.4 所示。

由於 PRIME 之標竿報告內容甚多，本小節將摘要說明其中財務部分有關成本類別指標之結果，以利了解具體呈現方式。

有關財務方面的指標(indicators)分為「成本」與「收入」兩大類別，其中成本細分為 4 個指標、收入細分為 6 個指標，內容如表 4.1。有關支出之數字係與主軌道公里數(main track-kilometere)相關；軌道使用費收入(track access charges, TAC)與主軌道公里數(main track-kalimemters)、列車公里數和貨幣價值等相關；而非軌道使費及公共資金補助部分與主軌道公里數有關。

上述所謂「main track」係指提供點到點路線連續性，以利列車能於車站或時刻表、宣告之路網、或其他公開刊物中所列示之客貨運送獨立起迄點間運行。



資料來源:[13]

圖 4.4 參與 PRIME 2020 年評估之成員與歷年成員成長狀況

表 4.1 財務 KPI 項下之各類指標

成本	收入
- 營運支出 - 資本支出 - 維修支出 - 更新支出	- 軌道使用收入(TAC)與總營收之占比 - 總軌道使用收費(Total track access charges, TAC) - 非軌道使用費用收入 - 總政府資助 - 營運支出之資助金額 - 資本支出之資助金額

資料來源:[13 本研究整理]

成本類別包括基礎設施管理者所產生之相關成本，包含所有營運成本、資本支出與投資成本，該報告以購買力平價 (PPP) 調整各項成本，俾反映

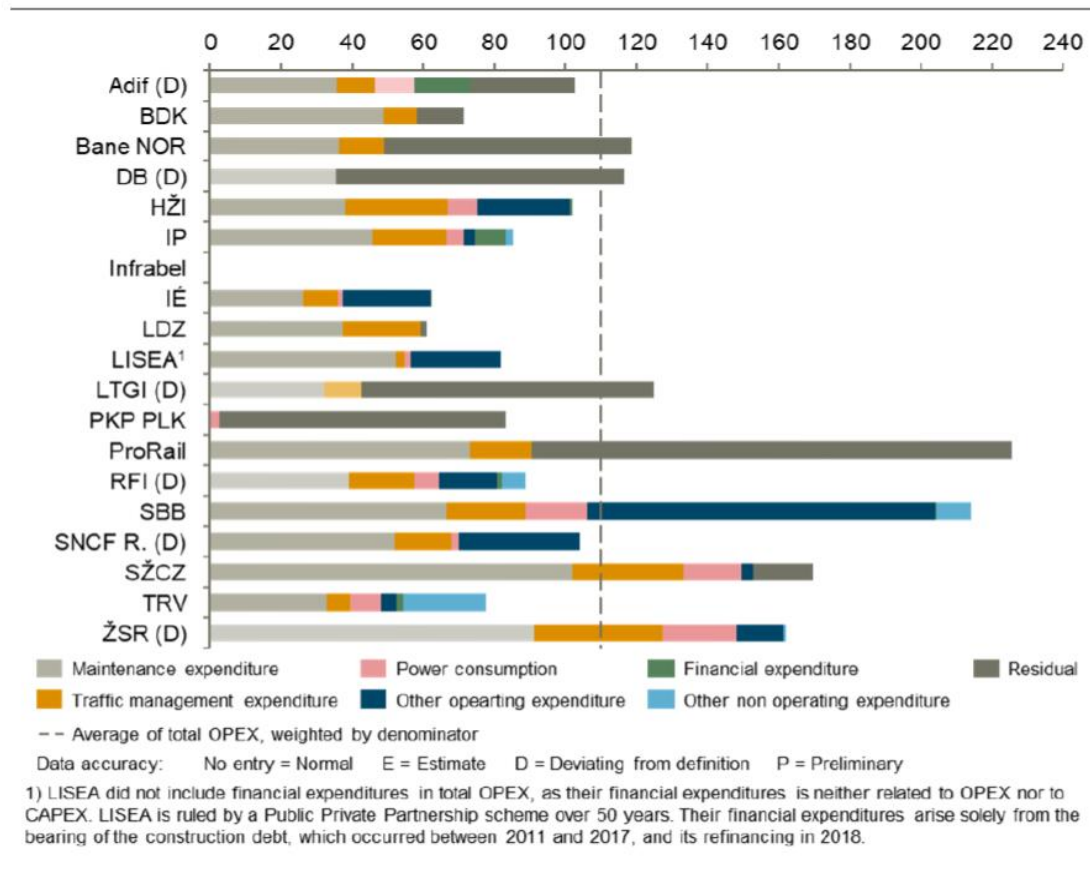
當地成本以利比較。基礎設施管理者所產生之成本取決於許多因素：部分可歸於基礎設施管理單位之責任範圍內，部分則否。以下分別說明 PRIME 成員於 2016-2020 年期間有關營運與資本支出之組成情形[13]。

4.1.2.1 營運支出

圖 4.5 顯示了 2020 年營運支出之組成與額度水準，並以購買力平價水準進行標準化。不過由於各國之會計系統有所差異，因此成本歸屬方法可能並不一致。由圖可看出大部分成員之維修成本與和交通管理支出之成本最高，部分成員之「Residual」項之金額非常高，而所謂「Residual」(剩餘成本)之計算方式為：「剩餘成本＝總營運支出－各子類別支出」。占比較低之項目為財務支出與電力消耗相關成本[13]。

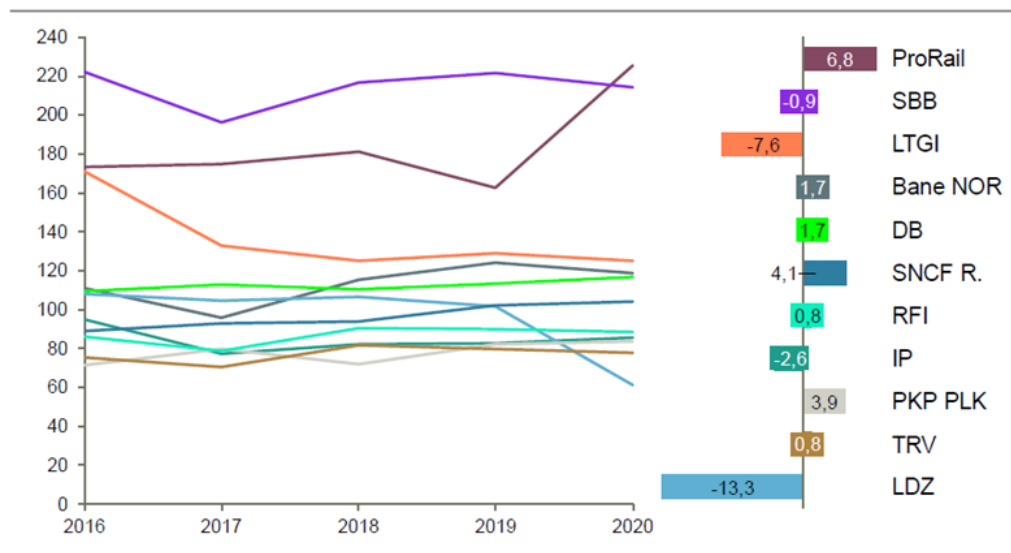
總營運支出額度水準部分，荷蘭之 ProRail 和 瑞士聯邦鐵路 SBB 之支出幾乎是其他成員平均水平之 2 倍。SBB 有關「其他營運支出」之成本內容是依據「其他收入相關活動」所產生，主要是調車場營運和牽引供電，及與專案計畫相關之非折舊活動。圖中部分成員如 Adif、DB、LTGI、RFI、ŽSR 等，其中有部分成本數據精準度存在偏差，以較淡顏色呈現。

如圖 4.6 顯示整個群組總運營支出保持相對均勻。由圖 4.6 可看出 LDZ 支出減少；ProRail 成本之成長係因勞動力支出於 2020 年首次被納進來，其他成員如 SNCF R、Bane NOR、PKP PLK 和 DB 亦是呈現成長增加之情況[13]。營運成本受許因素影響，路網規模與複雜性以及列車利用率等一樣重要，例如，轉轍器數量相對較多、電氣化程度較高之路網以及平交道路口因較容易出現故障等，所以需要更多資產操作活動；又或者隧道與橋梁除須定期檢查外，其維修更新費用亦相對昂貴；而較繁忙之路網，軌道所受磨損亦較大。此外，資產之狀態與壽命亦很重要，除了維修作業外，營運支出同時包括交通管理功能，基礎設施管理單位所提供之服務型式對成本支出亦有很大之差異，不同之技術與所需之人力資源數量決定營運支出之水準。



資料來源:[13]

圖 4.5 營運支出之組成



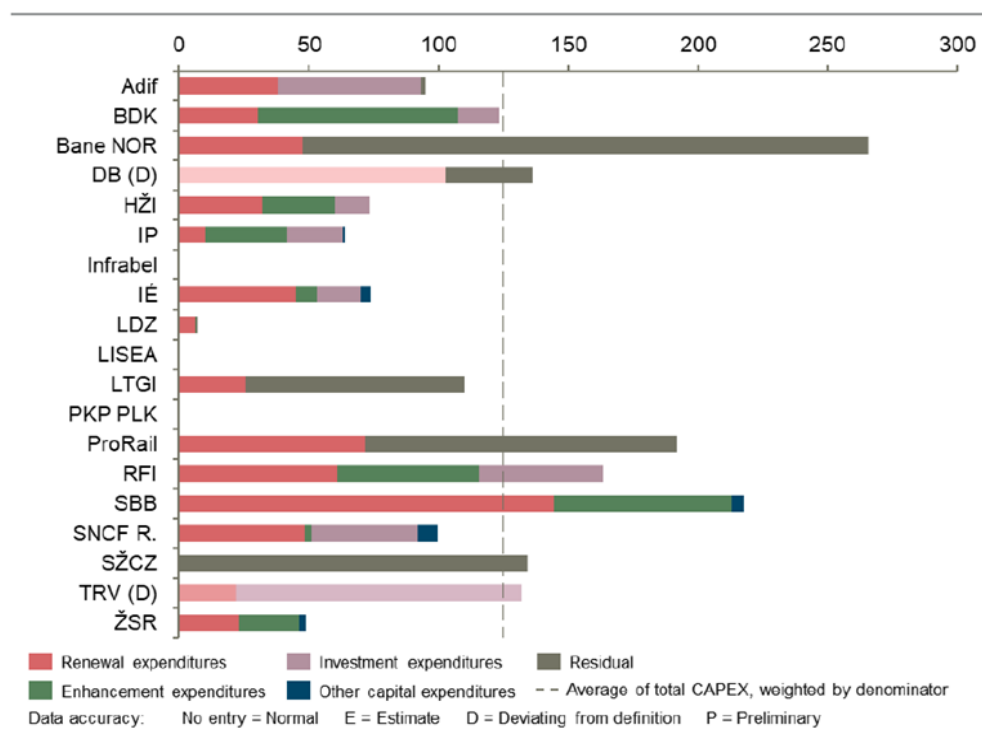
資料來源:[13]

圖 4.6 營運支出相關之公里成本及 2016~2020 間年均複合成長率

4.1.2.2 資本支出

根據 PRIME KPI & Benchmarking 小組之定義，資本支出是組織用於收購或升級有形資產（如物業、工業建築或設備）之資金。當資產為新購買之資本資產或進行改善現有資本資產使用壽命相關投資時，所付出之費用視為資本支出。因此，此部分支出包括對投資新基礎設施以及對現有設施進行更新與改善，因此資本支出通常與組織所規劃之主要或再投資計畫有關，也因此相關支出水準會隨時間波動。

圖 4.7 顯示 2020 年資本支出之相關組成內容，各成員組成狀況不同，整體上來看，大部分成員之更新支出比例較大。而在投資支出部分，成員 TRV 之投資支出最高，其次是 Adif、SNCF R. 和 RFI。各成員 2020 年資本支出水準差異很大，部分成員該年甚至無資本支出，例如 LISEA 的資本支出為零，因為其基礎設施相當新。另圖中灰色部分為投資成本殘差 (Residual)，其計算方式為：「成本殘差＝總資本支出 - 所有其他類別之支出」，許多成員此部分水準很高。圖 4.7 中如有顏色較淺之部分，同前營運費用，表示其數據精確度有偏差之狀況，如 DB 之更新支出項及 TRV(D)之投資支出項[13]。



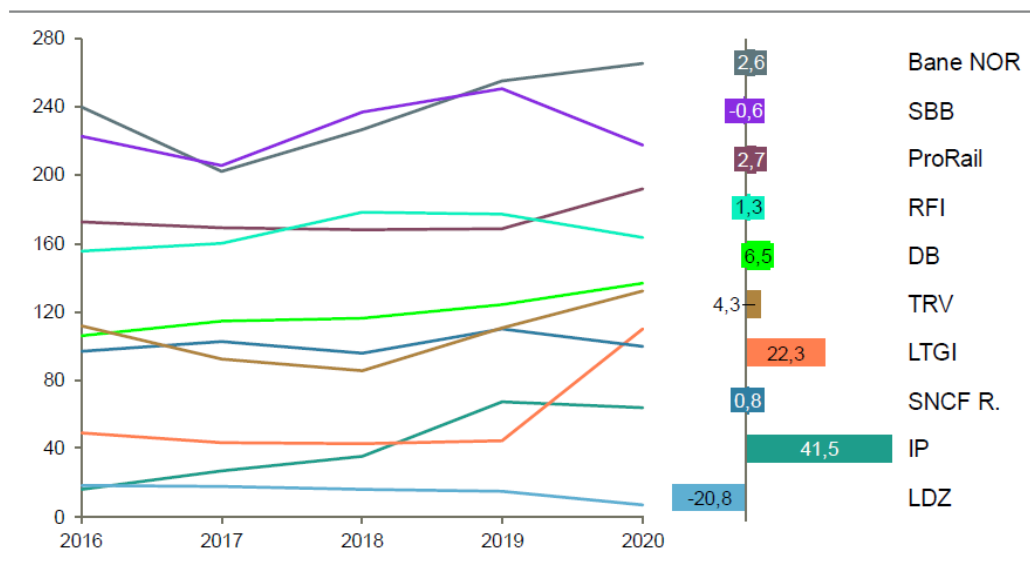
資料來源:[13]

圖 4.7 每主軌道公里資本支出之組成

如前所述，由於資本支出通常與組織之投資計畫相關，因此支出水準之波動亦為常態。不同成員的年成長率從 -20.8% 到 41.5% 不等，例如在 2020 成員 IP²之支出增幅最高(如圖 4.8)，為 2016 年之 4 倍，是因為 IP 正在對葡萄牙鐵路網進行重要投資，該投資將持續到 2023 年[13]。

與營運成本類似，資本支出亦會隨著路網複雜性之提高而增加，例如轉轍器、號誌與通訊資產等設備之數量；另一方面，路網的複雜性有部分則來自於地理條件之差異。

資本支出水準之決定，主要取決於基礎設施管理單位與政府間之預算與資金挹注之協議，特別是鐵路基礎設施之更新需經歷長期規劃過程，也反映了鐵道資產設備壽齡長之特質以及對於資產管理全生命週期方法之需求。長期性之資金配置能夠為提供設備投資帶來更佳之穩定性。在公共資金挹注方面，歐盟融合基金（EU Cohesion Fund）之資格條件對於中歐和東歐國家尤為重要，因為該基金為主要資金來源之一，尤其是針對 ERTMS、鐵路電氣化等現代化之計畫項目。另外，資產狀態與使用年限也會影響資產更新與改善之需求。至於設備供應商市場、價格和資源則會決定相關預算可能實現之水準。



資料來源:[13]

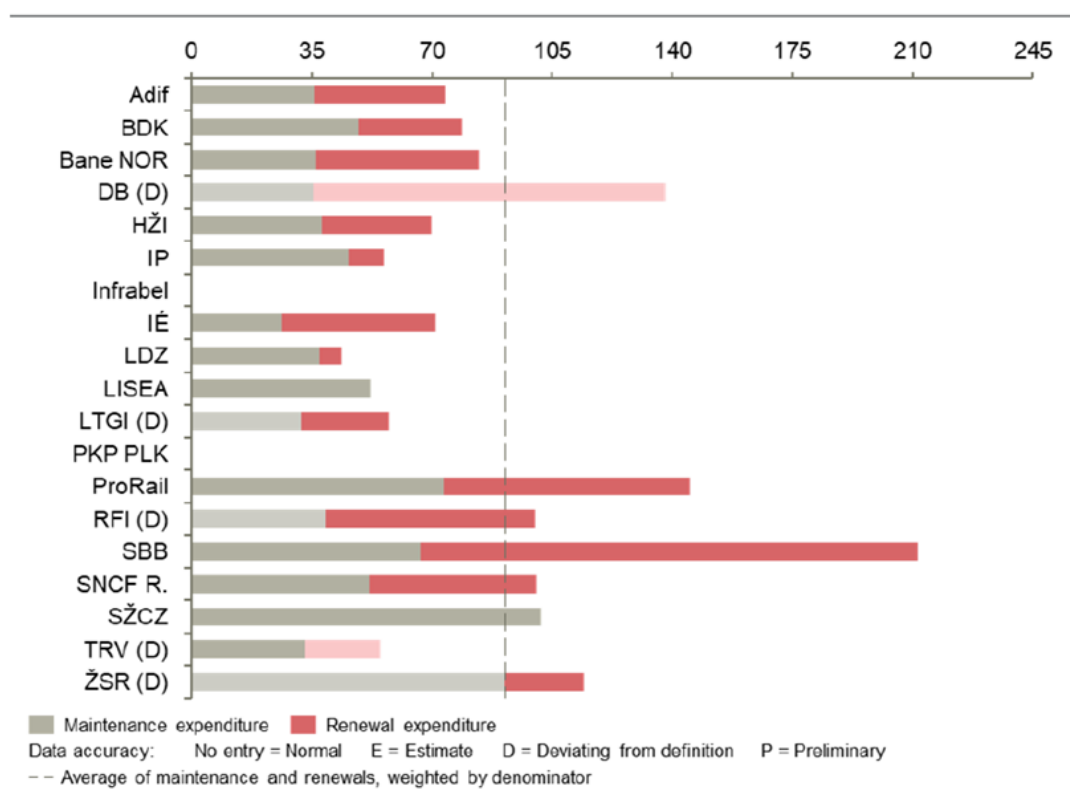
圖 4.8 2016-2020 每主軌道公里資本支出與年均成長率變化

² Infraestruturas de Portugal, S.A. 為國有公司，由 Rede Ferroviária Nacional 和 Estradas de Portugal 合併，負責管理葡萄牙之鐵路和公路基礎設施。

4.1.2.3 維修與更新費用

圖 4.9 係提供現階段維修和更新支出之概況。所謂「維修」(maintenance)支出係專用於基礎設施管理單位為維持現存基礎設施之狀態或效能或優化資產壽齡所需之活動；「更新」(renewal)支出是指以相同或類似的新設施來取代現存設施所需投入之支出。根據報告內文說明，有 3 個成員之支出明顯高於平均水準，即 SBB、ProRail 和 DB。此外標準差部分，更新支出大於維修支出。

維修和更新成本主要由以下列因素驅動：路網複雜性／資產密度（例如轉轍器、橋樑、隧道等）、路網使用程度與資產狀態等[13]。



資料來源:[13]

圖 4.9 每主軌道公里數維修與更新支出之組成內容

4.1.3 PRIME 標竿報告小結

標竿調查報告之目的在於呈現基礎設施管理者當前績效、需進一步分析之業務領域，以及提供鐵路產業及相關部門、從政者、研究人員、經濟

學家和其他利害關係人所需之數據；最重要的是針對發展永續與具競爭性之基礎設施管理以提供更優質之服務，做出更佳決策。

本報告涵蓋了截至 2020 年的數據，已經反映部分 Covid-19 之可能影響。2020 年和 2021 年對鐵路產業而言為艱難之一年，因為運輸事業為受 Covid-19 疫情影響最嚴重之部門之一。受疫情影響 2020 年路網利用率出現前所未有的下降。從 2019 年到 2020 年，整個產業之路網利用率都在下降，其中一半的業者發生了兩位數之下降。在此之前，2016 年至 2019 年路網利用率有 70% 的業者是呈現增加之趨勢。但貨運在此波危機中，則表現出一定之韌性。

Covid-19 仍對鐵路部門產生了深遠的影響，雖然各國政府重申鐵路是一項基本服務，許多國家/地區亦維持了最低服務水準，然而受到封鎖與關閉邊界政策之衝擊，致使 2020 年旅客流動顯著減少，因此 2020 年最明顯的一個特徵是鐵路利用率之急劇下降，包括客運和貨運。不過即便鐵路運量下降，但鐵路系統仍是歐盟綠色協議之重要支柱。

從 4.1.2 節之內容來看，可歸納 PRIME Benchmarking report 之主要方向：

1. 由 PRIME Benchmarking report 內容來看，相關績效指標主要從整體資產利用之效果進行各成員間之比較，較不強調個別成員特定資產之績效。
2. PRIME 之績效架構之面向雖非針對個別系統資產管理績效，但仍可做為組織於進行績效評估時，更了解上位政策所關心之績效方向，可做為補充之依據。
3. 由於 PRIME 評估對象之背景條件與營運環境並不相同，指標值之變異性較大，因此必須了解個別成員之特徵，而非僅以報告中之數值評斷。
4. 由 PRIME Benchmarking report，可以發現並非所有的指標都能有對應的數據，因此資產管理績效數據之取得，仍有待建立完整數據資料庫。

此外 PRIME 平台同時針對資金使用進行相關探討，並提出基礎設施管理者在未來幾年將面臨三大挑戰[13]：

1. 研究指出超過一半之基礎設施管理者面臨了維修和/或更新活動積壓(backlog)之問題。如果維修與更新小於現有資產之損耗，則會產生積壓，因此基礎設施之更新為未來歐洲鐵路之優先事項。
2. 可用預算之額度與確定性相當重要，但同樣重要的是基礎設施管理者根據其資產生命週期成本所規劃分配及使用維修資金方面之靈活性。
3. 協調資金來源仍然是基礎設施管理者和成員國面臨之持續性挑戰。國家資助和加成(mark-ups)必須相互補充，以支付超過直接成本之部分。

整體來說，鐵路基礎設施需大量資金用以支付資本和營運相關支出，然而在有限的資金下，「物有所值」為最重要的原則。在資金來源方面，歐洲之基礎設施管理單位通常採用不同的融資和籌資結構，依賴政府資金、軌道使用費與商業收入支持。

4.2 EN15341 維修指標

EN15341 為維修關鍵績效指標(Maintenance Key Performance Indicators)，此標準提供了清晰、規範化及最常使用之維修管理指標，並提供相關指標之定義與計算方式，用以評估和提高實體資產維修之有效性、效率和永續性。這些指標可應用於[14]：

- 1) 測量狀態；
- 2) 比較（內部和外部基準）；
- 3) 診斷（優勢和劣勢分析）；
- 4) 識別目標並定義要達到的目標；
- 5) 策劃改進措施；
- 6) 連續測量隨時間的變化。

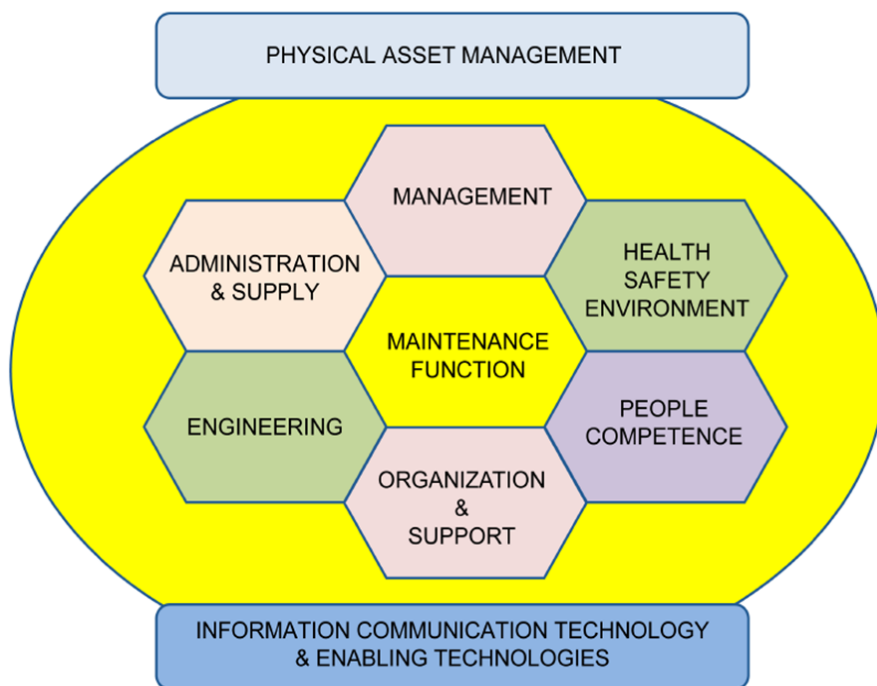
根據 EN15341 條文對於維修功能(Maintenance Function)說明如下[14]：維修功能係在各種工業廠房、設施、基礎設施中運作，在不同的架構與環境中行動，而不同環境具有不同的規模、結構、目標、特定限制與影響因素。而維修功能可參考圖 4.10 之模型。該模型認為，為達成指定之目標與卓越之維修功能，應整合有關 HSE（Health Safety Environment）、管理、

ICT（資通訊技術）等各領域之技術。而 EN15341 之指標則是依據此圖之面向設定適用之指標。

EN15341 為涵蓋實體資產管理所有部分，關鍵績效指標 KPI 分為 8 個構面，一個構面用於實體資產管理(Physical Asset Management)，6 個構面應用於維修子功能，最後 1 構面用於資通訊技術 (Information Communciation Technology & Technologies)。

由於 EN15341 之指標內容龐雜，本研究僅就實體資產管理(Physical Asset Management)構面之指標 (共計 20 個指標) 進行說明。而此構面指標內容與定義詳表 4.2 所示。

EN15341 共計有 183 項指標，內容非常詳細，且有量化計算方法。所觸及面向包括資產管理、資訊系統、維修、HSE、工程、人力職能、行政管理等，且涉及財務會計，較適合組織依特定需要使用。本研究以實體資產維修指標為例 (詳表 4.3)，展現 EN15341 相關指標之呈現方式。



資料來源:[14]

圖 4.10 EN15341 之維修功能與核心架構

表 4.2 EN15341 各子功能與主要領域之對照

子功能、工具和方法	KPIs	MAIN AREAS 領域構面與指標數量			
實體資產管理之維修	PHAi	永續性 i = 1 to 3	能力、有效性、完整性 i = 4 to 11	服務水準 i = 12 to 13	經濟性 i = 14 to 20
子功能 1 健康-安全環境	HSEi	法律-規則一致性 i = 1 to 3	統計記錄 i = 4 to 12	安全實踐 i = 13 to 17	預防與改善 s i = 18 to 22
子功能 2 維修管理	Mi	策略 i = 1 to 3	功能 i = 4 to 10	技術評估 i = 11 to 16	連續改善 i = 17 to 22
子功能 3 人力職能	Pi	維修管理者 i = 1 to 3	維修主管/維修工程師 i = 4 to 9	維修技術專家 i = 10 to 12	教育 i = 13 to 21
子功能 4 維修工程	Ei	能力臨界 i = 1 to 3	耐用性 i = 4 to 9	預防性維修 i = 10 to 16	工程改善 i = 17 to 19
子功能 5 組織與支援	O&Si	架構支援 i = 1 to 8	規劃與控制 i = 9 to 22	生產力效率 i = 23 to 28	品質 i = 29 to 30
子功能 6 行政管理和供應	A&Si	經濟 i = 1 to 6	預算與控制 i = 7 to 19	委外服務 i = 20 to 25	物料和備品 i = 26 to 29
資通訊技術與致能技術	ICTi	管理 i = 1 to 6	行政管理和供應 i = 7 to 10	組織與支援 i = 11 to 13	工程 i = 14 to 20 TEC 18.20

資料來源:[14]

表 4.3 實體資產之維修 KPI 指標

KPI 編號及指標名稱	因子	相關定義與註記
PHA1 改善永續性之維修貢獻(%)	改善永續性之年度維修成本	為提高永續性之年度維修資源成本
	實體資產營收	實體資產每年產生之營收
PHA2 戰略生命計畫所涉維修議題項目(%)	維修議題/項目納入策略性壽齡規劃	包括在實體資產戰略壽齡規劃中之維修議題/項目
	維修議題/計畫提案	經由維修在預算中評估並提案之策略性議題/項目
PHA3 產生營業額所需的資本密集度	實體資產營收	實體資產每年產生之營收
	實體資產重置價值	將實體資產置換為需求功能所需之預估資本額度（貨幣數量）
PHA4 產能利用率(%)	實際產出	總有效產出
	標準產出	產量方面的生產能力是根據製造規則在一段時間內預先定義的生產標準能力

KPI 編號及指標名稱	因子	相關定義與註記
PHA5 更新率 (%)	重置成本	重置現有實體資產之年度支出
	實體資產重置價值	將實體資產置換為所需功能之預估資本金額
PHA6 設備總有效性 1 R1 x R2 x R3 (%) (see Figure 2)	R1 (%) 維修有效性 可用性定義參考 IEC 60050-192:2015	所需時間-因維修所造成之停機時間 - 因故障而停工； - 品質、數量和速度下降等異常情況； - 預防措施：預測性的，在預先確定之條件下； - 維修改善
		達到預期技術標準和產品特性所需的時間
	R2 (%) 製造有效性	所需時間-維修造成的停機時間-製造引致之損失時間 - 啟動 start up, - 停機 shutdown, - 轉換 change over, - 降速 speed reduction, - 出於營運原因減少數量與品質
		所需時間-維修理由引致之損失時間 - 故障停機， - 質量、數量和速度下降等異常情況， - 預防措施：預測、有條件及預定的 - 維修改進
	R3 品質有效性 (%)	因品質材料不合格引致之時間損失，以及因技術標準之程序。
		製造時間-由於製造原因造成的時間損失 如啟動、停機、轉換、降速、材料質量缺陷和操作失誤造成的質量差
PHA7 完整性	分為下列 5 個級距 -High -Medium -Sufficient -Insufficient -Poor	由於現有實物資產符合以下條件而產生的評估值： a)法律， b)規定， c)國際標準， d)實體狀態之量測： 1) 完整性測試 2) 預測分析 3) 無損檢測
PHA8	總營運時間	實體資產依規定要求之執行時間

KPI 編號及指標名稱	因子	相關定義與註記
維修產生之營運可用性 (%)	總營運時間+停機時間	實體資產依規定要求之執行時間+因故障和預防性維修活動而損失之時間
PHA9 實體資產之壽齡 (%)	實際累計營運壽齡	總營運時間 參考維修紀錄
	預期累計營運壽齡	預期營運時間 參考管理報告
PHA10 經濟壽齡比 (%)	總實際累計壽齡	參考維修紀錄
	折舊年限	參考經濟報告簿記規則
PHA11 平均不可用性 維修產生之成本 歐元／小時	總不可用成本	因維修而致使資產不可用之直接與間接成本
	總不可用之時數	因維修所致之不可用總小時數
PHA12 維修服務水準 (%)	達成績效/需要績效	藉由預先定義的指標衡量安全性、操作可用性、總維修成本、預防性維修數量等績效組合，以比較實現與所需
PHA13 營運可用時間的平均維修成本 (Euro/Hour)	總維修成本	詳[註]
	營運可用性之小時數	詳見維修紀錄
PHA14 年度總壽齡成本之 維修成本 (%)	年度維修成本	詳[註](每年)
	年度總產業壽齡成本	詳用於維修實體產運作之年度總產業成本
PHA15 標準技術產出對維修之影響 (Euro/output unit) 歐元／產出單位	年度維修成本	詳[註](每年) 詳[註](每年)
	年度標準技術產出	實體資產每年技術標準產出係為滿足品質特徵之量化產出
PHA16 改善回報 (%)	經由改善所產生之節省	參見會計報告
	執行改善之成本	由於執行改善所致之總支出
PHA17 維修費用對年度實體資產周轉率之影響 (%)	總維修成本	詳[註]
	年度總營業額	銷售由實體資產開發之商品/服務所產生之營業額
PHA18	總維修成本 + 不可用成本 + 折舊	參見會計與維修報告

KPI 編號及指標名稱	因子	相關定義與註記
資產對資產年營業額的直接和間接成本影響 (%)	年度總營業額	銷售由實體資產開發之商品/服務所產生之營業額
PHA19 維修時間佔年度規劃時間的比例 (%)	因維修工作所致時間之減少	查看維修紀錄
	總年度規劃時間	查看商品規劃紀錄
PHA20 資本化備品對實體資產重置價值之貢獻 (%)	關鍵備品之資本化成本	資本化關鍵備品之年平均庫存價值。 關鍵備品 係指單位價值高、交貨期長以及缺貨會造成很大生產損失之備品。
	實體資產重置價值	參見 PHA3

資料來源:[14]

[註] 總維護成本包括下列：

管理人員、監督人員、支持人員和直接人員的工資、薪金和加班費； b) 上述人員的工資增加成本(稅費、保險等)； c) 維修備品與耗材(含運費)； d) 非資本化或租用之工具和設備； e) 外部維修、租用設施； f) 諮詢服務費； g) 維修管理費用； h) 教育訓練費； i) 生產或服務人員從事之維修活動的成本； j) 差勤費(交通住宿)； k) 文件化成本； l) CMMS (電腦化維修管理軟體)； m) 能源和公用設備相關費用； n) 維修相關之資本化設備以及廠房、備品與材料倉庫等之折舊費； o) 排除：

1) 變動產品或服務之成本或切換停機之交易時間； 2) 策略性備品折舊； 3) 停機時間成本。

第五章 資產管理成熟度

5.1 能力成熟度發展背景

各國於二戰後所興建完成之基礎設施，迄今多超過 50 年以上之歷史。設備老舊致使設施維修支出增加，亦與當前控制政府支出之目標衝突，因此開始藉由市場方法，透過創新合約管理，並將生命週期方法導入資產維修之資產管理方式，成為在此背景下重要之途徑。在利害關係人之高度期望以及政府期待能減少預算之背景下，資產管理成為公共基礎設施管理實務中，快速發展之議題。所謂資產管理，目的在於針對資產使用與維修，制定系統性方法及依最高價值決策並據以執行，以提高資產密集型產業（如公路、鐵路系統）之整體績效。

運輸部門之資產管理系統需使用系統級績效測量、模型和可交互運作之資料庫，做為循證決策之依據，需以專業化方法實踐資產管理。為協助機構資產管理流程的專業化，可以使用成熟度模型。

成熟度模型最先於 1987 年美國卡內基梅隆大學軟體研究所(SEI)受美國國防部委託，率先在軟體行業從評估軟體開發過程能力之角度，提出能力成熟度模型(Capability Maturity Model, CMM)，隨後於全世界推廣實施之一種軟體評估標準，用於評價軟體開發過程有關管理及工程能力。CMM 為成熟度模型之先驅，成為不同成熟度模型發展之主要參考，例如專案管理成熟度模型（PMMM）和建築項目管理成熟度模型(CPM3)等，CMM 模型也逐漸成為流程衡量與評估之標準[15]。

參考卡耐基·梅隆大學對人力資源管理成熟度級別之分類，其分為 5 個級別(如圖 5.1)，各級之定義說明如下[15]：

- 初始級：基本上沒有健全的軟體工程管理制度。每件事情都以特殊的方法來做，過程完全取決於當前的人員配備，所以具有不可預測性。
- 可重複級：部分項目之管理方法或技術基於相似的經驗，故稱「可重複」，此階段管理者於問題出現時即可發現，並立即採取修正行動，以防變成危機。

- 已定義級：流程之管理與技術都已明確定義，並依需求不斷地改進，且採用評審方法保證計畫之品質。
- 可預測級：對每個項目均設定品質或生產目標。當組織開始透過歷史資料與績效統計方法時，組織開始具備鑑往知來之能力，並依據經驗建立管理指標，以協助管理及預測。
- 優化級，經歷第四級，組織自然具備有足夠之知識來做持續改善流程，且此種能力是以歷史資料與績效統計分析所產生，讓計畫流程融入正向反饋循環，使生產率和質量得到穩步的改進。



圖 5.1 成熟度等級示意圖

針對能力成熟度模型之構建，需考下列幾個元素：

- **確定成熟度級別**——用以描述組織針對於不同流程，能以可靠且永續的方式，實現階段性結果之程度，同時設定組織可以努力爭取之理想標準。
- **釐清關鍵流程領域(KPA, Key Process Areas)**——每個成熟度級別，均有表徵該級別之 KPA。KPA 係定義為一組(cluster)相關活動，當這些活動一起執行時，可實現一組被認為重要的目標。
- **目標**——主要總結該 KPA 以有效和持續之方式執行所必須存在的狀態。目標實現程度是組織在該成熟度級別上建立了多少能力之指標；目標象徵每個 KPA 的範圍、邊界和意圖。

- **共同特徵**——共同特徵包括實務推動與 KPA 之制度化，例如承諾和執行能力、執行的活動、測量和分析以及驗證實施。
- **關鍵實踐**——關鍵實踐(key practice)描述對 KPA 之實施和制度化做出最有效貢獻之系統與實踐元素。

為利於了解成熟度之操作，於 5.2 節提供 Network Rail 之案例做為參考。

5.2 英國 Network Rail 資產管理成熟度經驗

英國資產管理成熟度評量計畫係由獨立報告人資產管理諮詢有限公司 AMCL 代表 ORR 與 Network Rail 一起推動。自 2006 年以來，AMCL 自 2006 年開始參與 Network Rail 的資產管理能力業務，並擔任英國鐵路監管辦公室 (ORR) 和 Network Rail 之獨立報告人（資產管理），其主要目標是確定 Network Rail 資產管理能力的成熟度，而過程中使用之工具為 AMCL 所開發之 AMEM 成熟度模型[16]。

5.2.1 AMEM 模型概述

AMCL 公司開發之資產管理卓越模型™ (ASSET MANAGEMENT EXCELLENCE MODEL, AMEM) 是結合來自全球之資產管理指引，包括 ISO 55001、BSI PAS 55 和國際基礎設施管理手冊 (IIMM)，適用於資產密集型組織，包括受到高度監理之組織，可協助顧客評估其資產管理能力成熟度並與世界最佳實踐進行對比。此外，AMEM 並與全球維修和資產管理論壇 (The Global Forum on Maintenance & Asset Management, GFMAM) 所發布之「The Asset Management Landscape」保持一致。

本模型從 1)資產管理策略規劃；2)資產管理決策擬定；3)生命週期交付；4)資產資訊；5)組織與人力；6)風險與查核等六個構面建構 23 項主題，並使用一系列之評估標準與問題，針對 23 項主題逐一進行評分。評估過程經設計，以確保在公認的績效衡量最佳實踐之基礎下，符合下列 4 項原則[16]：

- **可靠性**：評估分數或結果隨時間或跨多個評估者能有一致性。
- **有效性**：評估作業之量測方法支援其量測內容之程度，以及根據評估分數或結果所估決策之合理程度。

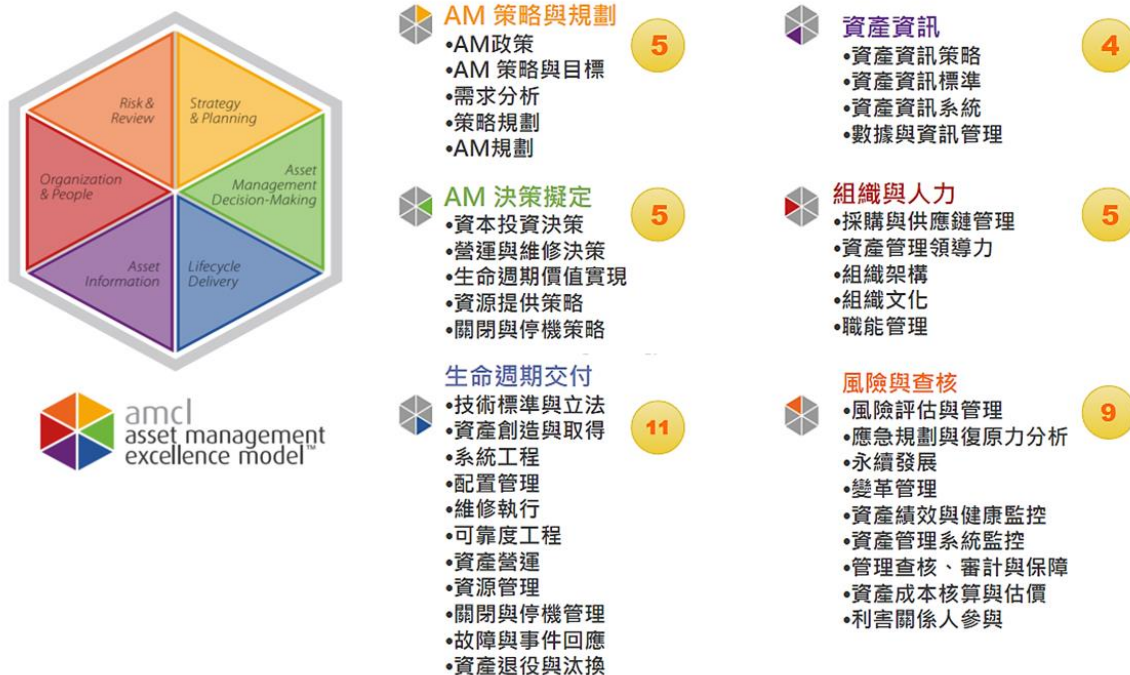
- **解釋**：評估作業在何種程度上需有公認的商業實務根據，以引領對業務流程改進提出一致性之建議。
- **紀錄**：對證據進行索引、整理、儲存、檢索與參考標準及分數之方式。

此外，AMEM 評估準則及相關問題，係設計用於蒐集資產管理能力下列四個面向之證據[16]，即：

- **存在性**：是否涵蓋資產管理指定領域（例如資產管理政策及戰略）之程序及其是否為最新版？
- **完整性**：流程範圍是否與最佳實踐一致？
- **有效性**：流程是否正確執行及是否產生預期影響？
- **整合性**：組織之各種資產管理能力是否與企業的戰略保持一致並有效協調？

上述四個面向所需之證據類型各不相同。在「存在性」方面，通常僅需要書面證據，或涉及版本問題，則需透過訪談或詢問進一步了解；在「完整性」方面，大致狀況亦同前。而「有效性」之確認，通常需要深入了解營運紀錄、績效數據、會議紀錄、審計報告，並訪談一線主管、員工及供應商。「整合性」之確認，則有書面證據證明不同資產管理活動間之關係已被理解、規劃並主動管理以支持業務目標。因此，評估標準和問題之屬性會影響評估證據之型式。

在 Network Rail 資產成熟度評量部分，如前所述，2006 年即已開始推動。2016 年進行之評估，沿續與以往年度（2006、2009、2011、2013、2014 年）相同，亦採用 AMCL 資產管理卓越模型™ AMEM 模型，主題則由 23 項擴展至 39 項，且維持前述之六個構面：1)資產管理策略規劃；2)資產管理決策擬定；3)生命週期交付；4)資產資訊；5)組織與人力；6)風險與查核，如圖 5.2 所示。這 39 項主題廣泛涵蓋實現世界級資產管理所需之技術、組織和人力職能之範圍。經由 AMEM 可評估這些主題之存在性、完整性、有效性和整合性[16]。



資料來源:[16，本研究整理]

圖 5.2 AMEM 資產管理 39 項主題

成熟度分數是使用圖 5.3 中所示的成熟度等級顯示，其等級與 IAM 定義之資產管理成熟度等級保持一致，共分為 6 等級，並依據每項活動對組織的重要性擬定改進措施。AMEM 之執行，可由第三方進行獨立評估，亦可由組織自行進行內部評估，為能有效根據相關原則保持評估之完整性，AMCL 僅招用針對 AMEM 及其相關方法方面接受過培訓和經驗豐富的評估員。經由資產管理成熟度工具，有助於組織了解當前能力及潛在失敗狀況、與其他人進行比較，並進一步研訂資產管理之 Road Map。



成熟度量表之6種成熟度描述		
1	Innocent	組織尚未意識到對本規範之需求，及/或 尚無相關承諾已到位之證明
2	Aware	組織已界定對本規範之需求，及 已有推進意圖之證據
3	Developing	組織已經確定系統化、持續性實現規範之方法，並且可以證明這些方法已經由可靠且資源充足的計畫推進
4	Competent	組織可以證明其能系統性且一致性達成ISO 55001中規定的相關要求
5	Optimizing	組織可證明其正系統性、持續性優化資產管理之實踐，並符合組織目標與營運環境
6	Excellent	組織可證明其採用居於領先之實例，並從管理其資產時實現最大價值，符合組織目標和營運環境

資料來源:[16，本研究整理]

圖 5.3 AMEM 成熟度等級

5.2.2 Network Rail 成熟度 2016 年評量成果概述

AMCL 針對 Network Rail 於第 6 控制期(Control Period 6, CP6)資產管理能力成熟度的獨立評估結果可詳見"CP6 SBP AMEM Assessment Version 1.0"之報告書。該評估於 2017 年 9 月至 2018 年 2 月期間進行，評估生效日期與 2018 年 2 月 9 日 Network Rail 公司 CP6 戰略業務計畫 (Strategic Business Plan, SBP) 之發布同時進行。本次報告內容並針對 2014 年 CP4 末期與 2016 年 CP6 之原始產業建議(Initial Industry Advice, IIA) 進行比較。

如 5.2.1 節所述，此 AMEM 熟度模型評量計有 6 個構面 39 項主題。總體結論是，Network Rail 在指定的信賴界限內，6 個資產管理構面中有 3 個構面達成 72% 之監管目標，分別為：資產管理戰略與規劃、資產資訊以及風險與查核；而資產管理決策以及組織與人力兩項則未達 70%。基本上

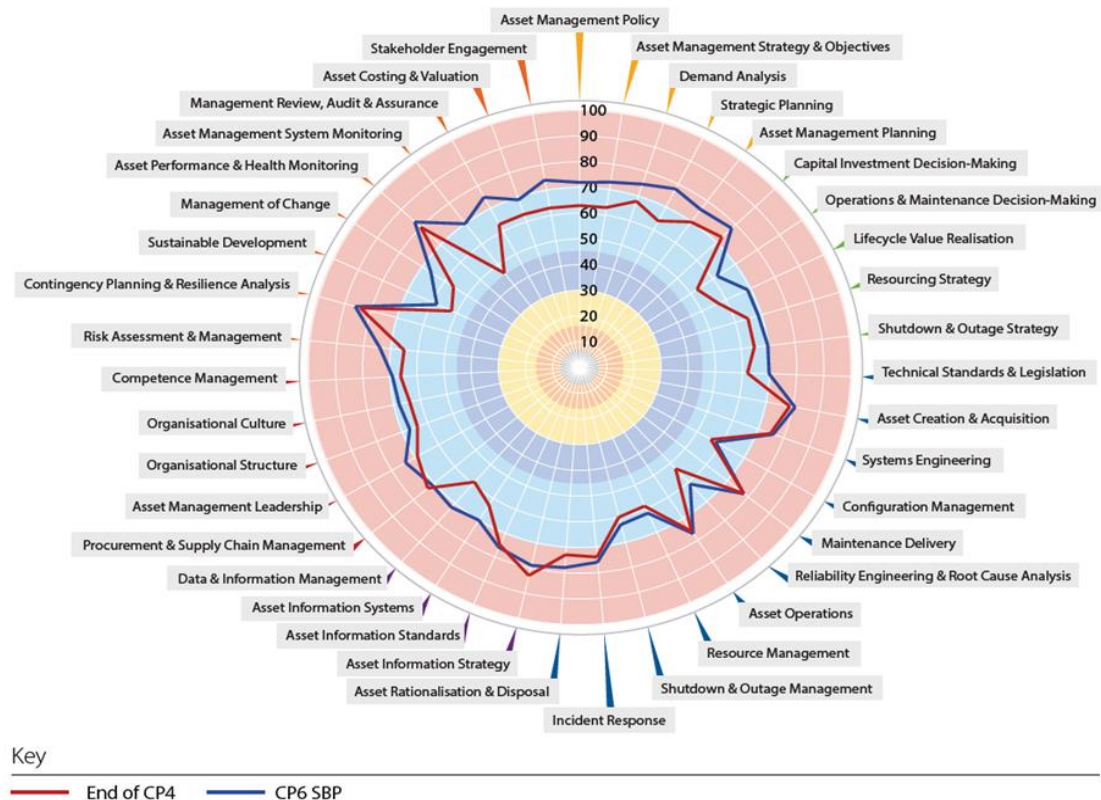
Network Rail 現在已經達到一定程度的資產管理能力成熟度，至少在所有領域都有效，能夠對整個 CP6 期間提供持續改善之績效。

自 CP4 結束後，最主要的進步來自於「戰略與規劃」和「風險與查核」兩個構面，主要是因為 Network Rail 全國性資產管理方法以及中央與各路線間之協調整合得到了改善，其係藉由更明確的組織設計及應用一致之系統及架構取得效果，例如資產管理、企業風險管理和保證架構等。圖 5.3 顯示了對資產管理 6 個構面 39 個主題之評估結果，同時並與 CP4 結束時之成熟度水準進行比較。由圖 5.4 成熟度結果可看出大部分主題在 CP6 均有進度，僅少數主題呈現退步狀況。

Subject Group	End of CP4	Regulatory Target for January 2018	NR as assessed at 2018 SBP	Achieved Confidence interval at 80% level of confidence
1 AM Strategy & Planning	65.4%	72.0%	74.8%	±1.22%
2 AM Decision Making	62.8%	72.0%	69.7%	±1.70%
3 Lifecycle Delivery	67.5%	72.0%	70.8%	±0.71%
4 Asset Information	70.4%	72.0%	74.0%	±0.72%
5 Organisation & People	66.1%	72.0%	69.5%	±0.93%
6 Risk & Review	63.9%	72.0%	72.7%	±1.43%
Overall	66.0%	72.0%	71.9%	±0.49%

資料來源:[16]

圖 5.3 CP6 與 CP4 之成績對照



資料來源:[15]

圖 5.4 Network Rail 資產管理成熟度結果

Network Rail 已經建立能支持權力下放之組織結構，且從以往的評估結果，亦確認許多與權力下放相關之風險能夠得到有效管理。部分路線開始接受權力下放，並隨著領導力與職能之改善而增加營運效率。有效應用中央開發之架構來定義和嵌入良好實踐對於實現成熟度能力為必備之元素。

以下分就 AMEM 熟度模型評量之 6 個構面於 CP6 之評估成果進行說明 [16]。

1. 資產管理策略與規劃 (ASSET MANAGEMENT STRATEGY & PLANNING)

資產管理策略與規劃組的成熟度比 CP4 末期增加了 9.4 個百分點，達到 74.8%。主要是 NR 的資產管理系統在規範(specification)、文件(documentation)和基礎流程方面有所強化，並因資產管理政策和資產管理戰略積極修訂而得到支援，這一部分的工作亦使路線戰略計畫能更好的符合全國性與路線級之目標。總體戰略規劃架構從前一個控制期開始重新設計，針對定義、邏輯、理解、實施、保證和監控等方面均有更好的表現。

2. 資產管理決策 (ASSET MANAGEMENT DECISION MAKING)

資產管理決策構面未能達到本次評估預設目標。不過得分部分從 CP4 結束時之 62.8% 增加到 69.7%，有顯著之進步，且本構面中之每項子題均有改善，特別是資本投資決策與生命週期價值實現 2 項子題從 CP4 結束時已開始進行重複改善，這些重複性改善建立在穩固且良好建構之資產決策架構以及持續進化之全生命週期成本模型套件之基礎上。接下來相關模型的重大改善則包括維修分析，以強化現階段以資本分析為重點之方法，形成真正的全生命週期成本 (Whole-Lifecycle Cost) 模型。

而這個構面之最後一個子題——營運與維修決策，得分 62% 為最低。雖然自 CP4 結束時，由於新的以及強化的維修策略，以及針對維修與新興之智慧基礎設施計畫 (Intelligent Infrastructure Programme) 之活動基礎規劃 (Activity Based Planning) 方法之開發，讓得分有進步，不過，考量 Network Rail 尚未建立基於風險的良好實踐方法來定義維修制度，因此這限制了這項子題之潛在分數。

3. 生命週期交付 (LIFECYCLE DELIVERY)

生命週期交付構面之得分從 CP4 之 67.5% 增加到 70.8%，未達到 72% 之目標。

新的戰略性投資決策架構 (Investment Decision Framework) 是依據 NR 和英國運輸部間之備忘錄所推動，該架構設置良好實踐之治理結構以強化 CP6 之產出。在此背景下，新的投資組合計畫和專案管理 (Portfolio Programme & Project Management, P3M) 架構明確定義了基礎設施專案 (Infrastructure Project, IP) 之需求管理、保證和 GRIP (項目和計畫) 之「單行」方法，可全面適用於 NR。為支持前述方法，NR 現有之系統工程方法以及藉由數位鐵道進行跨部門協調已趨於一致，俾及時與 CP6 進行整合。

雖可靠度工程之角色和責任現已融入相關流程中，但仍有機會提升各領域及全國性可靠度成長所需之協調和整合，以確保改善可靠度最有效與具效率性之方法能夠達成。此外，維修單位成本定義之改善亦有助於提升本構面之效果。不過 Network Rail 的配置管理 (configuration management) 方式仍不夠明確，未來應開發相關架構，俾根據相關資產之重要性，確定其配置管理之需求。

4.資產資訊 (ASSET INFORMATION)

資產資訊構面成熟度仍居領先領域，總得分較前次提高 3.6 個百分點，達 74.0%。資產資訊處於戰略轉型狀態。現階段有關資產資訊及支援技術之管理與改善策略，主要著重在修正並擴展智慧基礎設施計畫 (Intelligent Infrastructure programme, IIP)。刻正發展中之智慧基礎設施計畫呈現前後一致之願景，尤其是在獲取、分析和利用資產數據以做出更佳規劃決策之部分。因此鞏固並進一步發展智慧基礎設施領域之新興與現有戰略，對於資產資訊戰略之連貫性將有所助益。

而資產資訊系統 (Asset Information Specifications, AIS) 一直是 Network Rail 之主要關注業務，而 ORBIS 計畫 (Offering Rail Better Information Services, ORBIS) 中針對與英國鐵道監理機構 ORR 商定里程碑，已落實了多項新的解決方案，其中包括許多決策支援工具 (Decision Support Tools)、故障代碼查詢應用程式、更換基礎設施路網模型 (INM) 之 GEOGIS，以及導入普遍受到認同的 Geo-RINM 地理空間解決方案等；而較不成功的部分是土木工程策略性資產管理解決方案 (Civils Strategic Asset Management Solution, CSAMS) 之延遲上線以及部分決策支援工具之使用。

由於資產數據治理 (Asset Data Governance, ADG) 架構之設計與執行以及必要的 IT 系統之改善，使得 CP5 控制期之資料與資訊管理 (Data and Information Management) 及數據品質有明顯改善，係因資產數據治理架構之設計與執行以及必要的 IT 系統之改善。為確保整個路線適用之一致性，建議未來可進一步嵌入 ADG。

5.組織與人力 (ORGANISATION & PEOPLE)

組織與人力構面與 CP4 結束時相比，得分從 66.1% 增加到 69.5%，雖未達到 72% 之監管目標，但評估結果仍可看出組織部分已開始解決因權力下放所產生之責任制度和治理方面之文化問題。

此構面下之大部分子題均有進步，尤其是在職能管理 (Competence Management) 子題領域。但採購與供應鏈管理的得分則略低於 CP4 期結束時之得分，原因是有關與供應商間之關係以及具備適當能力供應鏈之發展等之顧慮。

總體而言，藉由良好的領導力，促使資產管理朝向專業與務實。透過明確的組織架構、保證與績效管理等途徑，能使此構面發展更加穩固，不過持續的成長則取決於文化之變革。

6.風險與查核 (RISK & REVIEW)

自 CP4 結束以來，風險與查核構面之得分從 63.9% 提高到 72.7%，已達成 72% 之預設目標。企業風險管理架構 (Enterprise Risk Management Framework, ERMF) 現在已完全嵌入、並通過業務保證委員會 (Business Assurance Committee) 之審查其有效性為 0 至 2 級，同時企業風險評估矩陣 (Corporate Risk Assessment Matrix, CRAM) 亦能有一致性之應用（例如，用於 CP6 路線規劃與優先性排序）。驗證 3 級及以下級別之風險評估與管理以符合 ERMF 之規範，應為現階段 NR 之優先事項。

資產管理系統 (AM System) 已在總工程師治理架構 (Chief Engineer's governance structure) 下得到有效的監控和審查。該治理架構與 ERMF 及保證架構 (Assurance Framework) 保持一致，不過有部分審查 (review) 活動則仍維持在該架構以外執行。此外，確保變革管理效益能有效被界定、管理與落實而不被重複計算，為現階段之優先工作。

此外，利害關係人在路線級別之參與亦有系統性之改善，亦支援 CP6 路線策略計畫發展，因此驗證利害關係人之需求達成情形應為 CP6 之優先工作。

第六章 國內鐵道資產管理相關議題

現階段從國際相關發展來看，鐵道資產管理在定位上仍較偏屬業者內部之管理議題，雖亦有例外，如澳洲是內化於政府行政管理體制中，但由業者自行體認資產管理之效益並落實推動，方為最主要之途徑。

在實務上，國內鐵道業於日常業務上已無形中在進行資產管理之工作，然而以系統化方式來處理資產管理業務仍有待加強。以 ISO55001 為例，國內尚無鐵道業者採用此標準規範推動資產管理。

隨著環境之變化、技術之進步以及持續成長之運輸需求與對服務品質之期許，鐵道業者有必要建立更全方位、更精準之系統化方法進行資產管理工作。

本章將就鐵道系統推動資產管理所面臨之環境或課題進行說明，以做為未來推動資產管理納入考量之因素。相關環境或課題分述如下：

1. 部分鐵道系統設備老化面臨資本投資或維修壓力

目前國內歷史最優久之鐵道系統為臺鐵，許多基礎設施均面臨更新汰換或維修成本上升之壓力，由國外發展經驗來看，設備老舊勢必致使維修費用比例增加，透過完善之數據分析提升維修決策之精準度，進而增進維修之效率，達成設備之穩定度，須仰賴良好的資產管理能力。現階段有多種智慧技術可協助進行「視情維修」(condition based maintain)，但其仍需有一定之資產管理基礎。此外，對於需進行更新汰換之設備，須從全生命周期之角度，全面考量未來面臨之議題、政府關政策以及利害關係人之需求等進行決策。隨著時間發展，國內越來越多鐵道系統均會面臨此議題，設備老舊除造成成本增加外，對於系統之 RAMS 亦有相當之衝擊。

2. 旅客對於服務品質與多元化服務之需求提升

近年受 Covid-19 疫情影響，鐵道業者營運受到嚴重衝擊，國內部分鐵道業者現階段已從疫情中回復，甚至幾乎回復到 108 年之運量水準，但旅客對於鐵道系統服務之期許亦更多元化，除了基本之安全、可靠與準時外，已萌芽之鐵道觀光商品、更高的服務品質要求、多元運具無縫整合、車站設施更多元之需求等等，均考驗鐵道業者之能力。特別是現

階段系統之容量能否滿足運量成長與不同鐵道商品之提供，亦為未來資產管理議題之一，而容量除依賴資本投資外，系統相關資產設備之穩定性與運作之順暢性(即流程管理)，亦為資產管理之業務。

3. 淨零碳排趨勢

因應國際發展趨勢，近年國內配合行政院淨零排放政策之推動，鐵道業者亦需更強化對此議題之努力。國內鐵道運輸系統幾乎已全面使用電力能源，雖不似公路運輸業者尚需致力全面改用電動公車，但仍有其他可努力提升之空間。參考《歐洲綠色協議》，國際上針對鐵路淨零策略主要以提升鐵路客運量（包括運量以及運具移轉（特別針對公路貨運移轉至鐵路貨運）兩個主軸，2050 年擬達成之具體目標為：(1)鐵路貨運量倍增；(2)高速鐵路運量 3 倍成長；(3)全面實現全歐鐵路網。其中第(1)與(2)項在國內較難比照推動，至於第(3)項，對照國內鐵道環境發展，重點則為強化各鐵道系統之路網與營運整合，以有效串連國內各地方之鐵道系統，進而達成提升鐵道運量之目標。此外，在設施部分，仍可從效率面檢視車輛運轉或電力設備等之相關績效以及從需求面進行排班，增進營運效率。

4. 數位轉型之驅動

鐵道事業數位轉型為近年新興且重要之議題。數位轉型並非僅利用數位技術進行營運相關活動之智慧化，而是包括組織之文化與人力、營運流程與策略、商業模式以及技術架構等均需加以進化改變。數位轉型分為三階段[17]，分別為數位化、數位優化以及數位轉型。數位化係指將組織內部文件進行數據化；數位優化係指將數位工具與工作流程加以結合；而數位轉型參照資策會 MIC 之定義：「以數位科技大幅改變企業價值的創造與傳遞方式」[18]，其為持續進展之過程。資產管理必須仰賴完善之數據分析進行決策，而數據必須透過資產管理之資訊系統產生、儲存與管理，配合企業之數位轉型，導入資產管理思維，將有助於整體鐵道資源之效率。以德鐵數位轉型計畫為例[19]，數位轉型「旨在於透過持續引入數位技術，實現鐵路基礎設施的現代化和數位化」，就實質內涵而言亦為資產管理。國內已開始重視鐵道之數位轉型，實務上各個系統業者現階段數位化之程度不同，各種設備資產智慧化程度亦不相同，而在商業模式或組織文化上，相關的發展可能更緩慢，加上業者對於資

產管理之認識仍較片面，面對數位轉型之迫切，或許透過資產管理可逐漸促進組織部分業務之轉型發展。

5. 成本攀升與缺工困境

近年由於原物料及人力成本攀升以及部分資產設備面臨更新、維修需求增加、導入新的數位技術以及提升服務品質等因素，致使營運成本逐年攀升，進而對業者財務永續帶來一定程度之風險。此外，少子化社會亦使得勞動力市場發生缺工之問題，鐵道雖為資本密集型產業，但同時對人力需求亦相當高，缺工問題致使人力不足、技術傳承形成斷層，因此許多鐵路業者開始朝向利用智慧化技術降低人力需求。資產管理結合智慧化技術，應可逐漸現自動化營運、精準的營運策略，增進營運之績效，然而數位技術的導入，應有完善的評估過程，並配合組織數位轉型之目標，以免造成無效投資，無法達成減少人力需求之目標。不過成本之計算分析需有完成的數據支持，透過資產管理之導入，從全生命週期成本角度進行資產取得之規劃，為未來可努力之事項。

6. 結合風險管理以增進系統安全

ISO 55001 內容強調風險管理之機制應貫穿整個資產管理過程，此部分於 ISO 55001 第 6.1 條中界定。6.1 條之內容，主要為因應資產管理系統風險和機會之行動，而根據 UIC 指引闡述，鐵路產業與其他行業相比，更需要完善正式的安全風險管理方法。風險的來源包括與資產相關之直接風險（即資產故障、健康、安全和環境）以及其因素導致的間接資產風險（即能力、流程、資源、系統），顯見風險於組織之實體與軟體部分中均會發生，另外尚有所謂關鍵或戰略性風險，例如安全、容量、效能、準點、財務、聲譽、資金和執行效率等均是，且隨著鐵路運轉環境複雜化，降低風險發生機率所需考慮的面向亦更多，UIC 建議應於關鍵風險建立一致的風險管理系統，部分案例如澳洲新南威爾斯交通局 (TfNSW) 係將 ISO31000 與資產管理整合。由上亦顯現出資產管理與風險管理環環相扣之屬性。

7. 資產韌性為資產管理領域之新議題

面對氣候變遷、極端氣候甚至疫情等對鐵道系統帶來之衝擊，例如洪水對軌道造成之長時間的停駛以及鉅額的維修費用，增加基礎設施面對災害應具備的彈性或韌性，為重要的新議題，已有鐵路業者已開始進行提升此方面的研究，例如英國的 NR 以及 UIC 亦出版鐵路調適報告（「Rail Adapt: Adapting the railway for the future」），分析歷年不同災害對鐵道系統之衝擊與相關戰略。此議題實質內涵亦為資產管理之一部分，鐵路系統為綠色運輸之重要運具，特別是如同歐盟將鐵路系統做為綠色新政之重要工具，其韌性的提升實為國際上之重要議題，亦值得國內納入資產管理之議題領域。

8. 全生命週期成本模型之建構

如前所述，資產管理應從生命週期觀點推進，不過考量生命週期成本模型實與資產屬性相關，且國內現階段對於鐵道生命週期成本模型較為缺乏，未來可從當前發展趨勢，加強對生命週期成本模型實質內涵與評估之能力，做為業者評估全生命週期成本與相關決策參考。

9. 業務委外亦應納入資產管理之範疇

鐵道資產龐雜，所需人力亦多，業務委外實為鐵道業者必須藉助之方式。然而業務委外，勢必產生新的界面、管理方式與績效等問題，鐵路組織最終仍需承擔系統元素外包之風險，因此，有必要將此部分納入資產管理之範疇，以確保相關風險能有效被控制。ISO55001 第 8 條變革之 8.3 即係針對委外之管理，更明確的闡述則可參考本研究第 2.3 節有關 UIC 指引相關建議。以澳洲新南威爾斯州為例，其於相關文件中說明 交通局 (TfNSW) 相關資產係由眾多政府相關單位及非政府部門之服務供應者代表 TfNSW 進行管理，而所有服務供應者於執行資產管理合約時，均面臨無法落實合約規範之挑戰與風險狀況，顯見委外服務承包商在整個資產管理大架構中，無法置身事外，此外後續推動資產管理必須規範之重要內容。

第七章 結論與建議

本章將就前述文獻與國外經驗，提出下列結論與建議供參。

7.1 結論

經由國外案例以及相關趨勢，本研究主要結論說明如下：

1. 資產管理為日常業務之一部分，即便未建立實質之資產管理系統，相關工作仍於各個業務領域中持續進行，直到 1980 年代，「資產管理」一詞才開始應用於公、私部門處理與實體資產相關之業務中，並逐漸發展為系統化之方法，國際上認為資產管理是具有廣度、深度和全生命週期之全系統方法。
2. ISO55001 為當前國際上廣泛使用且普遍受到認同之國際標準，由於其具備能處理複雜實體資產之特性，亦為國際上許多鐵路業者所推動使用，例如歐盟各國、紐西蘭及澳洲、香港地鐵等，其中歐盟鐵道業者普遍導入 ISO55001 做為組織資產管理之依據；澳洲政府則於政府文件中直接述明採用 ISO55001；在亞洲部分，香港地鐵亦從過去的 PAS-55 轉換至 ISO55001 多年。而國際鐵道聯盟 UIC 為協助鐵路基礎設施管理者提高現有資產管理能力，於 2016 年發布「UIC 鐵路應用指引：以 ISO 55001 推動資產管理實務」之指引，用以促進鐵路基礎設施組織採用一致的方法，以使鐵路基礎設施組織之資產管理能力與 ISO 55001 之規範保持一致，此指引已被許多鐵道業者廣泛應用引用。
3. 本研究針對個案部分係回顧 NR、倫敦地鐵及新南威爾斯州之經驗。各案例對於資產管理目標與制度架構之設計均有不同。NR 及 LU 雖偏屬由業者自行導入資產管理之態樣，但歐盟政策指引仍是原因；而澳洲則較屬依據政府政策推動資產管理之態樣，因此監管環境仍會影響資產管理之推動。
4. PRIME 為歐洲鐵路基礎設施管理者平台，其成立目標係為改善整個歐洲鐵路基礎設施管理者間之合作。而由該平台所設立之資產績效指標架構和標竿實踐計畫，其最終目標是促使每個基礎設施管理單位資產績效與業務之成長。經檢視其 KPI 之內容，主要係對資產之績效或性

能表現進行評估，並非強調導入資產管理所帶來之效果。另外，本研究亦針對 EN15341 維修績效指標進行初步探討，EN15341 標準提供明確、規範化及最常使用的維修管理指標之定義與計算方式，內容涵括多個面向，用以評估及提高實體資產維修之有效性、效率和永續性，其內容較龐大，可協助基礎設施管理單位在進行資產實體維修時，選擇適用之指標確認維修之效果。

5. 管理成熟度為資產管理之重要元素，其目的係在於協助組織評估其資產管理流程之專業化能力。目前業界已開發出一些評估成熟度能力之商業模型，國內亦刻正發展鐵道安全管理系統之成熟度模型或方法，均可為未來國內推動成熟度能力評估建構相關能量。
6. 鐵路運輸所面臨之環境、利害關係人日趨複雜，除長久以來面臨之成本、財務永續與效率，以及安全管理外，現今的挑戰更包括來自氣候變遷對資產韌性之挑戰、淨零排放國際趨勢、數位轉型與智慧化以及缺工等困境，這些議題均應反應於資產管理相關之議題與流程中。

7.2 建議

1. 現今鐵道系統面臨較以往更趨複雜的營運環境，所必須面對之利害關係人也更多，而 ISO55001 也開始受到更多鐵路單位之重視，以期透過此標準，協助系統化提升鐵道資產所面臨之龐雜問題，特別是 UIC 更是於 2016 年發布「UIC 鐵路應用指引：以 ISO 55001 推動資產管理實務」之指引，以利基礎設施管理單位能透過此方法，達成資產成本、風險與績效之平衡，並促進各組織採用一致的方法，以發揮鐵路系統之潛力，爰本研究建議後續可參考 UIC 之指引，做為國內導入 ISO55001 資產管理標準之參考。
2. 各國鐵道組織所面臨之營運環境不同，於資產管理所面臨之課題與複雜度亦不同。國內刻正推動臺鐵公司化，未來臺鐵公司基礎設施之重置以及車輛三、四級維修所需費用由中央出資，針對資產維修經費編列需與政府溝通；又鐵道局雖為監理機構，但實務上仍負責鐵道工程建設業務(尤以臺鐵為多)，同時尚負責國內重大軌道建設之審議責任，增加資產管理之複雜度。為強化資產管理實務之推動，除鼓勵業者從

組織實務與需求之考量，完善現有資產管理機制外，同時亦可從政府為主要出資者及利害關係人之考量，建議或可參考澳洲資產管理之作法，從相關法令制度上建立明確的資產管理原則，以因應日益複雜的監理環境。

- 3.國內刻正推動鐵道安全管理系統，就廣義角度來看，資產管理與安全管理系統互為關係與元素。從安全管理角度觀之，安全性目標之實現需仰賴資產管理支持；而從資產管理角度，除追求提升效率與降低生命週期成本之效益外，並進一步強化風險管理及提升安全。國內鐵道安全管理系統之要素雖未直接包含資產管理，然確保鐵道資產、設施設備能滿足營運與安全所需，為系統運轉之重要工作。現階段正值臺鐵公司化與建立鐵道安全管理計畫體系之際，無論從投資、營運成本與效率或安全管理之角度，建議可適度將國際上資產管理之概念，導入鐵路法相關法令規範中。
- 4.國內現階段雖未有鐵道業者採用 ISO55001 標準建構資產管理架構與方法，但許多業者之營運效率與績效仍然名列全球之前茅，值得深入了解其管理原則與方法，然而實務上並不容易，因業者之營運績效涉及組織文化、業務流程、領導力與跨部門協調等，不易從單一向提出結論。UIC 指引有提到，如果一個組織能夠對其處理資產管理相關問題的方式感到滿意，則該組織亦或可不需要採用 ISO55001 標準。然而，ISO55001 所提供結構化的方式對改善組織有關績效、安全、合規性、顧客滿意、成本與風險之能力仍值得業界參考，特別是國內鐵道設備亦開始逐漸老化、政府預算難以支應逐漸擴展的鐵道路網之發展、相關成本攀升以及諸多來自政府與社會期待之政策性要求，爰建議業者可在現有管理基礎上，參考 ISO55001 之方法，持續精進組織之資產管理作為，以因應前述議題可能帶來之困境。
- 5.本所已於 112 年起啟動「ISO 55001 國際標準導入鐵道資產管理實務之研究」3 年期之研究計畫，除探討 ISO55001 之內涵與實質元素、建立資產管理架構外，並會納入前述有關績效指標與成熟度方法，並透過與鐵道業者之實證合作，掌握實務推動將面臨之問題。此外，基於資產管理仍為一個持續發展中之領域，其重視組織相關職能部門間之協調，此亦顯示，資產管理相關的課題仍有許多發展與精進空間：包括掌握資產績效之指標構建、管理成熟度方法之適用、全生命週期成本

評估模型之構建、結合組織數位轉型目標之推動與數位科技之導入、淨零政策下各界對鐵路系統創造更多減碳效果之期許，以及因應氣候變遷相關之調適與資產韌性之強化等。建議後續可於前述研究成果之基礎上，對上述議題領域進行進一步之探討。

參考文獻

- 1.交通部運輸研究所, 民 94
- 2.交通部運輸研究所, 民 97
- 3.IAM, A sset Management – an anatomy, 2015
- 4.PAS-55 , <https://www.assetmanagementstandards.com/pas-55/>
- 5.John Woodhouse,” Briefing: Standards in asset management: PAS 55 to ISO 55000” , Infrastructure Asset Management 1(3):57-59 , 2014.08
- 6.UIC Railway Application Guide: Practical implementation of Asset Management through ISO 55001 , 2016.11 ,
https://uic.org/IMG/pdf/iso_55000_implementation_guidelines_on_railways_infrastucture_organisations.pdf
7. Asset Management Policy, Network Rail, January 2018
8. London Underground Asset Management Strategy Summary, LU 網站 2016,
<https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/asset-management>
9. ANAO 網站(27 號公報), <https://www.anao.gov.au/work/performance-audit/asset-management>
10. TPP19-07 Asset Management Policy, <https://www.treasury.nsw.gov.au>
11. Asset Management Policy for the NSW Public Sector,
<https://www.treasury.nsw.gov.au/finance-resource/asset-management-policy>
12. EU PRIME, Good practice benchmarking of the rail infrastructure managers-- PRIME 2017 data Benchmarking Report
13. 2020 PRIME Benchmarking report, <http://europa.eu>
14. BSI, EN 15341 Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators
15. Leentje Volker & T.E. Van der Lei, “Developing a maturity model for infrastructural asset management systems”, 10th Conference on Applied Infrastructure Research - Infraday 201110th, 2011.01
16. CP6 SBP AMEM Assessment (Version 1.0),
<https://www.orr.gov.uk/sites/default/files/om/cp6-sbp-amem-assessment-report.pdf>
17. <https://www.hububble.co/blog/digitaltransformation>
18. <http://www.cnfi.org.tw/front/bin/ptdetail.phtml?Part=magazine10810-595-2>
19. <https://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=19207>

20. “Towards an Integrated Maturity Model of Asset Management Capabilities”,
Proceedings of the 7th World Congress on Engineering Asset Management
(WCEAM 2012)Volume: Part of the series Lecture Notes in Mechanical
Engineering pp 431-441
21. 吳國有，「剖析 ISO 55001:2014 資產管理體系」，Vision 管略，第 52 期，
2014.07 (<https://www.hkqaa.org/cmsimg/1406803818vision52s.pdf>)