

風險管理成熟度模型應用於我國 鐵路機構之初探—以台糖鐵路為例

THE PRELIMINARY EXPLORATION OF RISK MANAGEMENT MATURITY MODEL WHICH APPLIES TAIWANESE RAILWAY OPERATORS— A CASE OF THE RAILWAY OF TAIWAN SUGAR CORPORATION

黃邵琪 Shao-Chi Huang¹

徐任宏 Ren-Hong Xu²

林杜寰 Tu-Huan Lin³

孫千山 Chian-Shan Suen⁴

黃榮章 Jung-Chang Huang⁵

(111 年 12 月 31 日收稿，112 年 6 月 19 日第一次修改，
112 年 8 月 31 日第二次修改，112 年 9 月 24 日接受)

摘 要

近年國內外鐵路系統普遍導入安全管理系統 (Safety Management System, SMS)，以系統性方式整合多項安全管理實務作法，期望能有效提升鐵路營運安全。為了解營運機構 SMS 所處運作階段，鐵路先進國家開始發展相關工具以衡量 SMS 有效性，並藉此找出未來精進方向。本研究首先回顧能力成熟度模型及英國風險管理成熟度模型文獻，以台糖公司專用鐵路

-
1. 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心研究員(聯絡地址：11494 臺北市內湖區新湖二路 280 號，電話：02-87919198#422，E-mail：tina_huang@sinotech.org.tw)。
 2. 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心研究員。
 3. 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心研究員。
 4. 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心軌道組組長。
 5. 台灣糖業股份有限公司土地開發處工程暨鐵道組工程師。

作為研究標的，建構適用於此之評估模式及準則，透過該評估模式與準則研析台糖公司專用鐵路目前所處 SMS 階段，同時將研究成果提供台糖公司作為未來擬定相關精進策略與行動方案之參考。

關鍵詞： 鐵路系統、風險管理成熟度模型、安全管理系統

ABSTRACT

In order to improve the safety of railway operation efficiently, the railway systems have commonly brought Safety Management System (SMS) into itself by integrating the multiple safety management practices systematically for the past few years. Recently, the tools for evaluating the effectiveness of SMS have been developed by some countries to understand the stage of SMS which the operating organizations are in, and find out the advance direction by the way. Therefore, this research would review the Capability Maturity Model Integrated (CMMI) and Risk Management Maturity Model (RM³) first, and then take the Railway of Taiwan Sugar Corporation (TSC) as the object of research to construct the evaluating model for itself. Eventually, analyzing the status along with the criteria of risk and safety management of the TSC's railway will be the research findings for TSC as reference to draw up advance strategies and action plays at the same time.

Key Words: Railway Systems ; Risk Management Maturity Model ; Safety Management System

一、前言

近年國內外運輸業界普遍導入安全管理系統 (Safety Management System，以下簡稱 SMS) 以提升安全水準，該系統涵蓋風險管理、安全文化等，目的是將「符合性要求」結合「追求安全績效」作為安全管理之方式，並透過「Plan (規劃)-Do (操作)-Check (績效評量)-Act (改善), PDCA」循環確保持續精進；以鐵道業界為例，國際上多數國家已推行與實施 SMS 多年，並發展相關機制、指引與工具。

其中在有效性評估部分，多數國家係結合審查、給證或監理檢查機制，於過程中審視 SMS 有效性。以英國為例，除初期給證機制外，亦進階參考軟體業之能力成熟度模型 (Capability Maturity Model，以下簡稱 CMM) 來發展有效性評估工具－「風險管理成熟度模型 (Risk Management Maturity Model，以下簡稱 RM³)」，除可協助監理機關蒐集相關監理證據外，主要用途係提供營運機構作為內部稽核之工具，以了解風險管理成熟度進而作為後續精進方向之參考。

台糖公司專用鐵路 (以下簡稱台糖鐵路) 客貨運輸已有多年歷史，具備完整的組織、營運維修體系及資源，其安全管理應亦存在一定之基礎，近期更依據法令要求建立 SMS，後

續尚待透過科學化方法來了解其風險管理成熟度及改善方向。爰此，本研究架構規劃如下：第二章回顧軟體產業之能力成熟度模型，以及英國風險管理成熟度模型之相關文獻，第三章綜整各類型鐵路規模之風險管理成熟度模型，並建構適用台糖鐵路之模式，第四章則透過該模型對台糖鐵路進行案例剖析，最後一併提出本研究的結論與建議。

二、英國風險管理成熟度模型 (RM³) 文獻回顧

1980 年代，美國國防部有感於軟體專案常因管理不善而造成延宕，因此邀集卡內基美隆大學發展可用於改善軟體流程的架構^[1,2]。1987 年，卡內基美隆大學軟體工程學院 (Software Engineering Institute，以下簡稱 SEI) 正式發表軟體流程成熟度架構，針對各流程階段定義五個成熟度等級，如表 1 所示。1991 年正式發布軟體 CMM 1.0 版，將每個成熟度等級都分解為各個關鍵流程領域，說明組織在該等級、該領域應改進的問題。後續該工具亦有多次改版，並於 1997 年結合系統工程領域，形成 CMM Integration (簡稱 CMMI)。時至今日，CMMI 已整合系統工程、軟體工程、產品與流程發展、委外等領域，並涵蓋國際標準化組織 (International Organization for Standardization, ISO) 品質管理等相關要求。

表 1 CMM 等級說明

等 級	說 明
初始 (Initial)	- 軟體流程是臨時的，有時甚至是混亂的 - 很少定義相關流程，且成功取決於個人努力或內部之英雄行為
可重複 (Repeatable)	- 已建立基本的計畫管理流程以追蹤成本、進度與功能 - 已存在必要的流程，可以在類似的專案上重現過去的成功
已定義 (Defined)	- 管理與工程活動的相關軟體流程已被記錄、標準化並整合到組織的標準軟體流程中 - 專案使用前述組織標準軟體流程來開發與維護軟體
受控 (Managed)	- 已詳細蒐集軟體流程與產品品質相關指標 - 能量化的方式理解與管控軟體流程與產品，包含統計思維與證據導向之管理
最佳化 (Optimising)	- 透過流程反饋、創新及技術來實現持續改進 - 應用統計思維使組織能夠理解相關流程，並且確認績效是否會因為流程變化而在統計與實務上出現差異

資料來源：[2]

2011 年，英國監理機關－鐵路與公路辦公室 (Office of Rail and Road，以下簡稱 ORR) 參考 CMM 之架構與評估方式，發展其安全與健康管理系統 (Health and Safety Management System，亦簡稱為 SMS) 成熟度評估模型－RM³ (Risk Management Maturity Model)，歷經多次改版目前最新版本為 2019 年版。此工具同樣透過五個階段的成熟度等級來對組織 SMS 進行評估，其評估範圍涵蓋英國兩套法規要求：

1. 行車安全管理要求：包含歐盟上位鐵路安全法規－鐵路安全指令 (Railway Safety Directive) 與相關子法，以及英國國內相關安全法規，如鐵路與其他導引運輸系統安全規則 (Railways and Other Guided Transport Systems (Safety) Regulations，以下簡稱 ROGS) 等。
2. 職業安全衛生管理要求：包含英國職業安全衛生法 (Health and Safety at Work etc Act 1974，簡稱 HSWA 1974) 與相關子法等。

以下說明 CMMI 之發展概要及英國 RM³ 的架構、工具定位、分級方式、操作方法等；此外，ORR 亦特別針對遺產鐵路發展其 RM³ 模組，故於本節最後將比較、統整一般鐵路與小型、遺產鐵路模型差異，作為下階段建立模型之參考。

2.1 能力成熟度模型整合 (CMMI)

CMMI 全名為 Capability Maturity Model Integrated，前身為能力成熟度模型 (CMM)，CMM 最初設計係用來評估軟體公司對軟體標案之承接及執行能力，發展到後期因許多組織發佈各種不同的模式，導致範圍重疊、架構和術語缺乏一致性之情況，反而造成組織成本的增加。因此，SEI 發展了共通性整合架構，以支援及整合不同專業領域之特定能力成熟度模式及相關產品，並於 2000 年 12 月正式公布 CMMI^[3]，CMMI 不僅包含原有 CMM，亦將系統工程標準、國際標準 ISO 等整合在內。

CMMI 有兩種表述方式，分別為連續式表述 (Continuous Representation) 和分段式表述 (Staged Representation)，其中分段式表述與 CMM 概念相似，定義了五個階段的成熟度等級，如表 2 所示，與 CMM 差別在於將等級二從「可重複 (Repeatable)」調整成「已管理 (Managed)」，等級四從「受控 (Managed)」調整為「數量化管理 (Quantitatively Managed)」。

至於 CMMI 的評鑑制度，則交由 SEI 授權之主導評鑑員負責，並使用 SEI 提供的鑑定工具、方法及資料執行之，最後將評鑑結果回報給 SEI。此評鑑機制需深入組織才能有效評估，且主導評鑑員須具備一定資格並接受相關訓練與考取資格證照。

此外，根據 SEI 統計資料，要達到第二等級成熟度約需 21 個月、第三等級成熟度約需 22 個月^[3]。

2.2 風險管理成熟度模型 RM³—一般鐵路

英國 RM³ 之成熟度概念係以 CMM 為基礎發展之，本節除了說明成熟度之外，亦會針對 RM³ 的工具定位、架構方式進行說明。

2.2.1 工具定位

RM³ 並非直接用以稽核或檢查，而是用於整理稽核、現地檢查、事故調查的發現，概念如圖 1 所示，其中：

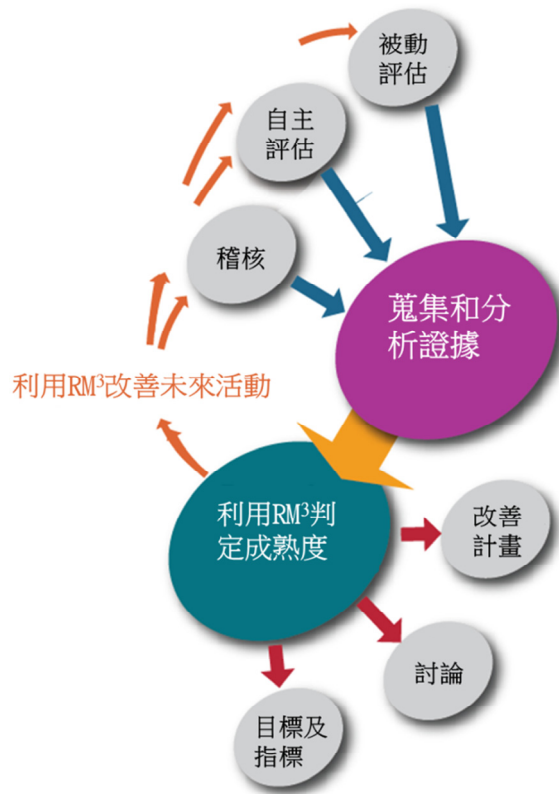
1. 被動評估 (Reactive assessment)：包含員工的操作錯誤或違反規定、未達到績效目標之狀況、事故事件資料或投訴案件等。
2. 自主評估 (Proactive assessment)：包含審核風險控制系統、安全驗證活動、安全認證評估等。
3. 稽核：涵蓋內部稽核與外部稽核。

此工具主要目的包含評估及衡量安全管理的成熟度、辨識應改善的部分、確保安全管理之良好運作、使組織達成共識並建構共同語言、作為進一步探討之根據並提升組織整體信心。另以監理角度而言，ORR 將 RM³ 用於系統性地蒐集證據，並告知營運機構對於其管理成熟度的看法與建議。

表 2 CMMI 成熟度等級說明

等 級	說 明
Level 1 初始(Initial)	● 發展過程散亂，偶爾有混淆之情況發生 ● 發展過程中只有少數的程序被定義及執行 ● 開發並非仰賴團隊合作，而是取決於少數精英的突出表現 ● 所有的開發經驗對於後續的開發並無相關幫助或價值
Level 2 已管理(Managed)	● 已具備基本需求管理、需求發展以及監控專案之能力，並可針對成本、時間、功能進行量化量測與分析 ● 能夠保證發展的過程以及最終產出成品之品質 ● 能監控發展過程的需求 ● 所有程序都能夠在擬訂計畫後立即執行，並可透過量化量測方式掌握執行狀況 ● 計畫執行期間能隨時檢視工作進度 ● 相關主管會進行計畫審核，並以文件化方式記錄之 ● 最終產出的成品能夠符合開發初期所訂定之標準及目標 ● 開發的原則具重複參考的價值，即在未來遇到相似專案時再拿出來參考
Level 3 已定義(Defined)	● 軟體開發及管理的所有程序都已透過文件化、標準化方式保存 ● 所有程序的意義皆被人員理解 ● 以團隊方式進行開發，並針對開發過程進行風險管理 ● 組織內有提供相關訓練，使人員具備分析及評估的能力 ● 組織發展出一套標準程序，並能持續改善、調整 ● 所有項目的開發及維護皆有一套標準程序 ● 所有專案都須經審核後方能執行
Level 4 數量化管理 (Quantitatively Managed)	● 能夠以量化方式管理進行的專案。 ● 能夠理解開發程序的好壞，並以量化方式測量產品的品質。
Level 5 最佳化(Optimising)	● 已建立回饋機制，透過過去開發經驗之定量資料檢討與發展創新的方式並應用在後續專案開發中 ● 能夠明確點出開發過程的缺失及問題 ● 定期檢套開發之過程，並檢討成果以修改計畫

資料來源：[4]



資料來源：[4]

圖 1 英國 RM³ 模型使用概念

2.2.2 架構

一般鐵路 RM³ 架構如圖 2 所示，主要分為 5 構面、26 項標準，說明如後。

1. 健康與安全政策 (Health and safety policy, leadership and board governance，以下簡稱 SP)

(1) 目的

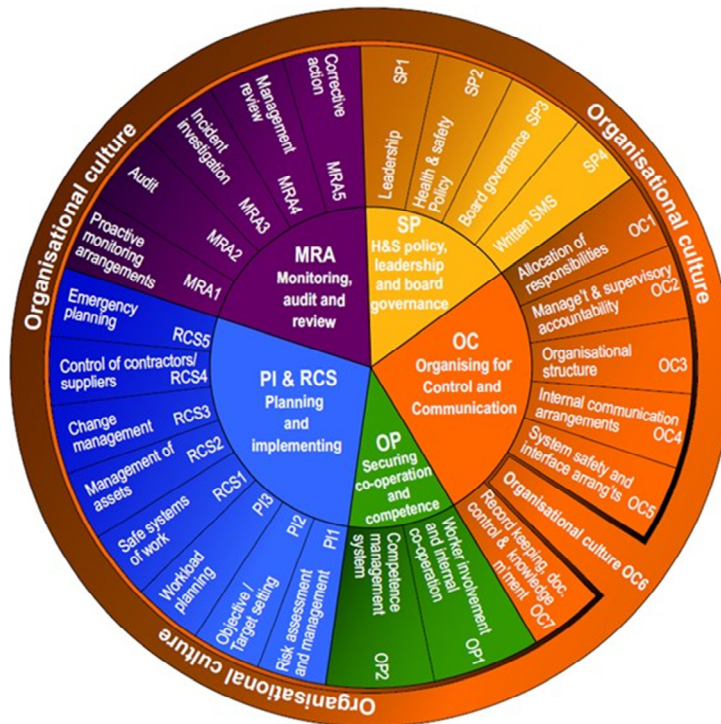
- 確保組織內有效的治理及領導；
- 確保每項政策可清楚反映管理階層之期望，並詳細定義組織期望實現之目標、達成目標之方法及滿足條件；
- 確保組織有效審查相關活動是否確實、有效。

(2) 涵蓋標準

- SP1 領導：由上至下，提供組織內各層級領導一致性的範本或榜樣。
- SP2 健康與安全政策：政策應表現出最高管理階層對健康與安全的看法，並制定各層面決策框架。
- SP3 治理：具備有效的決策委員會可以為健康與安全提供明確的方向、領導與監

督。

- SP4 書面化健康與安全管理系統：書面化的健康與安全管理系統易於控制因組織活動而產生的風險。



資料來源：[4]

圖 2 英國 RM³ 模型架構

2. 組織控制與溝通 (Organising for control and communication，以下簡稱 OC)

(1) 目的

- 規範人員職責以滿足組織對健康與安全的目標。
- 確保決策者可取得重要資訊。
- 組織的規劃與行動可促進其文化，使風險管控有可能變得出色。
- 組織有適當的措施以辨識並適當管控風險。

(2) 涵蓋標準

- OC1 分配職責：妥善架構組織，使其能夠盡可能有效地實踐政策、策略及計畫，並作為營運的一部分。
- OC2 管理與監督責任：負責安全與健康的人員會受到激勵，並依照組織其他部分使用的系統和方法對績效負責。

- OC3 組織架構：分散式組織的營運較複雜，需要在組織內部、透過其他業務介面進行靈活的合作。第一線人員、支援人員、技術專家之間對於安全與健康的角色需要仔細審視，以確保相關角色、職責、職權、責任合理融入管理架構中，而多層的管理架構容易使報告關係和責任制度複雜化。
 - OC4 內部溝通規劃：組織整體的溝通充分且適當以確保影響安全與健康的決策者能適當地了解最新資訊。
 - OC5 系統安全與介面規劃：在跨系統與組織邊界的安全與健康風險上，具有有效的合作。風險管理(可參考以下 PI1)處理了介面的辨識及相關風險的管控。有需要有效的團隊合作來實施管控措施，並確保整個組織、各組織間的系統是安全的。
 - OC6 組織文化：辨識並應用重要的思考與執行方式，以支援適合組織的積極安全與健康文化。
 - OC7 紀錄保存、文件管制與知識管理：蒐集、儲存適當資訊，並使其容易檢索，以支援安全與健康決策制定、確保各層級的風險都能有效且可靠的管控。在 SMS 保存對於健康與安全的集體記憶對於學習和持續改進至關重要，需了解可行與不可行的作為，以重複良好行為、避免重複錯誤。
3. 員工合作、適任性發展 (Securing co-operation, competence and development of employees at all levels，以下簡稱 OP)
- (1) 目的
- 了解組織是否有員工(包括志工)具備有效、有效率和安全地執行工作所需的適任性(知識、技能、經驗和能力)。
 - 查看組織的人員招聘、選材、訓練與發展政策是否盡可能滿足組織對於健康與安全的目標。
 - 證明組織能夠諮詢各層級員工，以確保知識與經驗的共享，並讓健康與安全成為「每個人的事」。
- (2) 涵蓋標準
- OP1 工作者參與及內部合作：英國法律規定組織必須就影響其工作場所健康與安全的問題，對所有員工進行諮詢(非只是告知)。
 - OP2 適任性管理系統：透過各層級中具有相當適任性的員工(含志工)，組織能夠有效管理健康與安全。
4. 透過相關管理方式以協調、規劃和實施風險管控措施 (Planning and implementing risk controls through co-ordinated management arrangements，以下簡稱 PI&RCS)
- (1) 目的：確保組織具備風險管控措施，使組織得以安全地營運。
- (2) 涵蓋標準
- PI1 風險評估與管理：具備充分、適當與相稱的方法來識別危害和評估風險，以作為有效管控組織健康與安全風險的基礎。

- PI2 目標設定：合適的目標 (objectives) 及績效目標 (targets) 可作為員工追求健康與安全策略、計畫及實施風險管控措施的動力。
- PI3 工作量規劃：有效的工作量規劃可確保正確的資源、正確的技能 (使用正確的設備) 能在正確的時間到位，以提供安全與健康的營運。
- RCS1 安全工作系統 (含安全關鍵作業)：為高危害、安全關鍵作業開發及實施適當的安全工作系統，以保護執行工作或受工作影響的人員及相關資產的完整性。
- RCS2 資產管理：對資產進行管理以確保其保持良好狀態，並能在設計範圍內持續可靠地運作。
- RCS3 變革管理 (作業、流程、組織、工程)：有效的變革管理係主動進行、確保變革數量、頻率與性質 (對資產、營運、流程或組織) 不會對健康與安全之管理及風險管控措施造成不良影響。
- RCS4 承攬商與供應商管制：組織需要有效管理其承攬商和供應商以及受其活動影響的人員的健康和安全，無論這些活動在何處進行。
- RCS5 緊急規劃：有效的緊急計畫可確保在可預見的緊急狀況下能夠減輕風險及其後果。

5. 監督、稽核與審查 (Monitoring, audit and review, 以下簡稱 MRA)

(1) 目的：確保風險管控措施到位，正確地作業並達成組織目標。

(2) 涵蓋標準

- MRA1 主動監控規劃：在事件事故發生以前就進行適當、針對性的監控作業，並提供策略及計畫執行，或規劃 SMS 有效性提升方案，作為促進、獎勵成功風險管控措施的基礎。
- MRA2 稽核：獨立、系統性的稽核可檢驗 SMS 中風險管控系統及管理規劃是否有效。
- MRA3 事故事件調查：對適量事故、事件和虛驚進行調查，可以於中吸取教訓。
- MRA4 管理審查：管理審查以確保政策、策略和計畫在面對來自監控、調查和稽核結果的回饋時能保持適當和有效。
- MRA5 矯正行動：矯正行動和變革管理計畫可確保組織能按比例、優先順序來關閉監控、調查、稽核和管理審查所產生的行動。

另外，考量「OC6 組織文化」是成功進行健康與安全管理的關鍵因素，因此 RM³ 在每項標準、每個成熟度等級都會加以說明相應的員工行為、信念以及典型的行為證據等，可反映組織的文化，讓組織容易確認用於解決組織安全文化問題的措施、提升其管理成熟度。

2.2.3 分級方式

由於 RM³ 係以 CMM 為基礎發展之，其分級概念與 CMM 及新版的 CMMI 類似，ORR

將前一節之各項標準依據其實施狀況區分為臨時 (Ad-hoc)、受控 (Managed)、標準化 (Standardised)、可預測 (Predictable)、出色 (Excellence) 五個等級，各等級所代表之意義如表 3 所示。

表 3 RM³ 等級說明

等 級	說 明
臨時 (Ad-hoc)	● 尚未建立一套管理方式或程序，組織內部亦未進行協調。 ● 未紀錄相關變更、歷史事件等。 ● 尚未整理相關程序，導致組織環境處於不穩定狀態。
受控 (Managed)	● 某些流程的內容已可重複運作、形成一致結果。 ● 流程不甚嚴格，但若嚴格辦理則可維持其運作。
標準化 (Standardised)	● 已建立一系列定義和記錄的標準流程，並已隨時間持續精進。 ● 標準流程已應用與整個組織，可確保流程的一致性。
可預測 (Predictable)	● 透過相關管理手段包含程序、指標等，有效控制目前狀態。 ● 管理階層知道如何因應特定計畫調整流程而不會造成品質減損或偏離規範要求。 ● 建立流程(製程、過程)能力以量測績效。
出色 (Excellence)	● 透過新增或引入創新技術，以改善並持續提升績效。

註：成熟度由高至低排序為出色>可預測>標準化>受控>臨時。

資料來源：[4]

以「PI1 風險評估與管理」為例，各個等級成熟度意涵以及組織文化相應說明整理如表 4。

2.3 風險管理成熟度模型 RM³—小型及遺產鐵路

ORR 將小型 (Minor) 及遺產 (Heritage) 鐵路定義為「具有歷史價值，主要目的為保存、重建或模擬過去鐵路運輸狀態，並展示或操作歷史或特殊類型的動力機車車輛」的鐵路系統。而此類型鐵路系統之營運機構常常會有評估標準不適用(沒有明顯相關)的問題，ORR 為了幫助此類鐵路機構，特別制定小型及遺產鐵路模組供其使用。

該模組將 SMS 成熟度評估模型濃縮至 5 構面、10 項標準，各項標準內的細部評估內容有做些許調整與整合，更易於鐵路機構使用，並可反映小型及遺產鐵路特定營運特徵及風險狀況，供其安全管理人員改進。鐵路機構亦可將其他未列入小型及遺產鐵路模組中、但適用於自身的標準納入評估範圍中，以利其精進 SMS。

表 4 RM³ 等級－PII 風險評估與管理

等 級	說 明
臨時 (Ad-hoc)	● 風險評估未完成，或未用於針對組織作業擬訂有效的風險管控措施。 ● 無流程可辨識組織風險圖像或發展、審查風險管控措施。 ● 風險評估不適合其預期用途。 ● 組織未考慮健康風險。 ● 風險管控措施的層次使用不當，過度依賴資訊、指示與訓練。 ● 沒有證據可顯示與其他組織針對共同風險之管控措施進行合作。 ● [文化]有眾多證據顯示，組織中多數層級員工並未理解風險管控措施的層次，且管理階層認為風險評估非自身工作、員工也將風險評估視為妨害工作的官僚程序。
受控 (Managed)	● 風險評估已完成，但執行方式缺乏一致性。 ● 有風險評估流程，但未在組織中一致應用。 ● 有部分的風險管控協調，但較關注作業風險而非組織整體風險圖像。 ● 組織使用許多風險評估技術，但並非總適用於組織的風險。 ● 管控措施相關活動並未完全涵蓋風險評估所確認的措施。 ● 健康部份仍仰賴較低層次的風險管控措施(如個人防護設備、訓練)。 ● 有證據顯示組織與其他組織合作辨識、管控風險，但方式等不一致。 ● [文化]管理階層認知到風險評估係其職責，但目前風險評估的用途大多係證明既有措施足夠、不採取其他措施是合理的。員工參與部分風險評估流程，並稍微理解為何對員工重要。
標準化 (Standardised)	● 組織建立明確的風險評估政策，以及其風險圖像。組織對於可容忍風險有清楚理解。 ● 組織各單位以一致方式，利用相應的定量或定性技術進行系統、流程及個人的風險管理。 ● 已實施的管控措施係透過風險評估確定之。 ● 已評估安全衛生管控措施的有效性，並執行相應矯正措施。 ● 組織有效利用風險管控層次架構(參考英國安全衛生法規)，並有證據顯示已從源頭消弭部分風險。 ● 有證據顯示已與其他組織合作執行需要多方共同採取行動的管控措施。 ● [文化]員工理解風險評估的目的，並主動參與、檢視風險評估對於管控風險及確保自身安全與衛生的價值。
可預測 (Predictable)	● 風險評估已整合進組織中，可確保有系統化方式進行風險管控(含變革期間)。 ● 風險管理方法內化並一致應用在組織內，且能夠與利害相關者有效協調。 ● 風險評估的審查週期係基於其風險。 ● 風險管理原則被巧妙地應用到所有層級。 ● 從源頭消弭風險是一致化方法的部分，並反應在組織政策中。 ● 有證據說明參與了跨產業的風險降低計畫。 ● [文化]風險評估(包含從源頭消弭風險)是組織文化的一部分。
出色 (Excellence)	● 風險評估可作為組織風險圖像、驅動組織持續改進。 ● 組織透過與其他產業合作，努力改進評估流程、尋找替代技術以挑戰管控措施有效性。 ● 組織保有外部觀點，可從其他組織或產業辨識出有效的管控措施。 ● 組織在風險管理中採用新的技術，並顯著降低風險。 ● 組織領導跨產業的風險降低計畫。 ● 使用適當的風險評估流程來做出整體鐵路基礎建設的策略選擇。 ● [文化]各層級的員工都樂於向他人學習、分享知識與經驗，並理解此作為可改善組織及合作夥伴內的風險管控。

資料來源：[4]

RM³ 小型及遺產鐵路模組之架構說明如後。

1. 健康與安全政策 (Health and safety policy, leadership and board governance, SP)

(1) 目的

- 確保組織內有效的治理及領導；
- 確保每項政策可清楚反映管理階層之期望，並詳細定義組織期望實現之目標、達目標之方法及滿足條件；
- 確保組織有效審查相關活動是否確實、有效。

(2) 涵蓋標準

- SP1 領導：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
- SP3 治理：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
- SP4 書面化健康與安全管理系統：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。

2. 組織控制與溝通 (Organising for control and communication, OC)

(1) 目的

- 規範人員職責以滿足組織對健康與安全的目標。
- 確保決策者可取得重要資訊。
- 組織的規劃與行動可促進其文化，使風險管控有可能變得出色。
- 組織有適當的措施以辨識並適當管控風險。

(2) 涵蓋標準

- OC7 紀錄保存、文件管制與知識管理：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。

3. 員工合作、適任性發展 (Securing co-operation, competence and development of employees at all levels, OP)

(1) 目的

- 了解組織是否有員工 (包括志工) 具備有效、有效率和安全地執行工作所需的適任性 (知識、技能、經驗和能力)。
- 查看組織的人員招聘、選材、訓練與發展政策是否盡可能滿足組織對於健康與安全的目標。
- 證明組織能夠諮詢各層級員工，以確保知識與經驗的共享，並讓健康與安全成為「每個人的事」。

(2) 涵蓋標準

- OP2 適任性管理系統：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。

4. 透過相關管理方式以協調、規劃和實施風險管控措施 (Planning and implementing risk controls through co-ordinated management arrangements, PI&RCS)

(1) 目的：確保組織具備風險管控措施，使組織得以安全地營運。

(2) 涵蓋標準

- PI1 風險評估與管理：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
 - RCS2 資產管理：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
 - RCS3 變革管理 (作業、流程、組織、工程)：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
5. 監督、稽核與審查 (Monitoring, audit and review, MRA)
- (1) 目的：確保風險管控措施到位，正確地作業並達成組織目標。
- (2) 涵蓋標準
- MRA2 稽核：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
 - MRA3 事故事件調查：與一般鐵路定義相同，詳 3.2 節。
- 以「PI1 風險評估與管理」為例，各個等級成熟度意涵以及組織文化相應說明整理如表 5。

2.4 小結

以下整理 ORR 針對一般鐵路與小型及遺產鐵路所發展之 RM³ 模型比較：

1. 為幫助小型及遺產鐵路機構導入 RM³，ORR 將 26 項標準整併至 10 項。部分項目被整併或刪除，其原因可能包含：
 - (1) 目標遠大，而組織較小使得相關問題不明顯，現階段毋須特別耗費心力盤點，例如 OC3 組織架構、OC4 內部溝通規劃、OC5 系統安全與介面規劃、OC6 組織文化、PI3 工作量規劃、RCS1 安全工作系統、RCS4 承攬商與供應商管制、MRA1 主動監控規劃等。
 - (2) 組織通常已部分或完全落實，為避免組織誤解並使其專注於 SMS 核心項目，故不特別列入，例如：SP2 健康與安全政策、OC1 分配職責、OC2 管理與監督責任、OP1 工作者參與及內部合作、PI2 目標設定、RCS5 緊急規劃、MRA4 管理審查、MRA5 矯正行動等。
2. 為確保整併或刪除之項目仍能被適當考量，各個等級成熟度意涵也有相應之調整。以「PI1 風險評估與管理」為例，相同與相異處整理如表 6，說明如下：
 - (1) 部分標準雖然被整併，但仍可在成熟度意涵說明中發現其存在。例如在「臨時」及「出色」等級中都可以看到小型及遺產鐵路特別將各層級人員的想法 (文化)、權責等納入說明，即整併了部分「OC6 組織文化」與「OC1 分配職責」的涵義。
 - (2) 大多數狀況來說，一般鐵路 RM³ 的內容仍較為細緻或者要求較高，這可能與一般鐵路系統的組織複雜度較高，需要有比較細部的說明、比較進階的作法方可確認達到該成熟度等級。例如在「可預測」等級中可以看到一般鐵路的要求較小型及遺產鐵路多出很多，甚至還希望能進行跨產業別的風險降低計畫，以處理一般鐵路系統龐雜的介面關係。

表 5 RM³ 等級 (小型及遺產鐵路模組) – PI1 風險評估與管理

等 級	說 明
臨時 (Ad-hoc)	● 危害未被辨識，且危害未被視為辨識、發展、檢驗管控措施的重點之一。 ● 管理階層認為風險評估是其他人的工作。 ● 員工經常將風險評估視為妨害工作的官僚程序。 ● 風險評估不適合其預期用途。 ● [文化]有眾多證據顯示，組織中多數層級員工並未理解風險管控措施的層次，且管理階層認為風險評估非自身工作、員工也將風險評估視為妨害工作的官僚程序。
受控 (Managed)	● 有風險評估流程，但未在組織中一致應用。 ● 已辨識危害、發展管控措施，但執行與紀錄方式上缺乏一致性。 ● 安全措施並未完全涵蓋風險評估所確認的措施。 ● 有部分的風險管控協調，但較關注作業風險而非組織整體風險圖像。 ● [文化]管理階層認知到風險評估係其職責，但目前風險評估的用途大多係證明既有措施足夠、不採取其他措施是合理的。員工參與部分風險評估流程，並稍微理解為何對員工重要。
標準化 (Standardised)	● 組織有適當的風險評估程序與政策，並維護有風險紀錄。 ● 組織在評估風險時，使用管控措施層次原則。 ● 已實施的管控措施係透過風險評估確定之。 ● 已評估安全健康管控措施的有效性，並執行相應矯正措施。 ● 組織有效利用風險管控層次架構 (參考英國安全衛生法規)，並有證據顯示已從源頭消弭部分風險。 ● 有證據顯示已與其他組織合作執行需要多方共同採取行動的管控措施。 ● [文化]員工理解風險評估的目的，並主動參與、檢視風險評估對於管控風險及確保自身安全與衛生的價值。
可預測 (Predictable)	● 針對所有重大風險均有書面之風險評估。 ● 風險評估已整合至組織中。 ● 具有系統化方式進行風險管控，並在組織內一致實施。 ● 維護、定期審查一般業務及運轉作業之風險紀錄 ● 組織參與廣泛鐵道產業 (如 RSSB) 的安全風險管控措施。 ● [文化]風險評估 (包含從源頭消弭風險) 是組織文化的一部分。
出色 (Excellence)	● 風險管理內化於組織文化中。 ● 為一般業務及運轉作業 (含應變準備) 維護有詳細且完整的風險紀錄。 ● 所有風險已分配其權責人員。 ● 積極審查、管理風險紀錄以消弭風險。 ● 組織積極地參與鐵道產業的各項措施。 ● [文化]各層級的員工都樂於向他人學習、分享知識與經驗，並理解此作為可改善組織及合作夥伴內的風險管控。

資料來源：[5]

表 6 RM³ 等級－PI1 風險評估與管理比較

等 級	相 同	相 異
臨 時	1. 均強調風險評估或風險管控措施未完成。 2. 均強調風險評估不符預期用途。	1. 一般鐵路強調無辨識之流程，小型及遺產鐵路則未特別說明。 2. 一般鐵路強調未考慮健康風險，小型及遺產鐵路則未特別說明。 3. 一般鐵路強調管控措施的層次(指示、訓練等)，小型及遺產鐵路則未特別說明。 4. 一般鐵路強調無與其他組織合作，小型及遺產鐵路則未特別說明。 5. 小型及遺產鐵路強調各層級人員的想法(文化)，一般鐵路則無。
受 控	1. 均強調有風險評估流程、未一致應用。 2. 均強調已完成評估、進行管控，但未一致執行。 3. 均強調有協調部分風險，但並未全盤考量組之風險圖像。 4. 均強調評估完成之結果(各項管控措施)並未完全執行。	1. 一般鐵路強調已使用許多技術，小型及遺產鐵路則未特別說明。 2. 一般鐵路強調仰賴較低層次(指示、訓練等)措施管控健康風險，小型及遺產鐵路則未特別說明。 3. 一般鐵路強調有與其他組織合作但方式等不一致，小型及遺產鐵路則未特別說明。
標準化	1. 均強調有明確的風險評估政策。 2. 均強調所建立的管控措施是有層次的。 3. 均強調組織的風險評估流程被一致應用。 4. 均強調依據評估完成之結果(各項管控措施)執行各項措施。 5. 均強調與其他組織合作採取行動。 6. 均強調已評估管控措施的有效性。	1. 一般鐵路強調利用技術進行風險管理，小型及遺產鐵路則未特別說明。 2. 小型及遺產鐵路強調管控措施的層次(指示、訓練等)，一般鐵路則於「臨時」等級即說明。
可預測	1. 均強調風險評估已整合進組織中，並能以一致方式執行。	1. 一般鐵路強調與利害關係者的協調，小型及遺產鐵路則未特別說明。 2. 一般鐵路強調參與跨產業的風險降低計畫，小型及遺產鐵路則僅強調鐵道產業的參與。 3. 一般鐵路強調參與風險導向的審查週期，小型及遺產鐵路則未特別說明。 4. 一般鐵路強調風險管理原則被應用導所有層級，小型及遺產鐵路則未特別說明。 5. 一般鐵路強調要一致地、從源頭消除風險，小型及遺產鐵路則未特別說明。 6. 小型及遺產鐵路強調對於重大風險的評估，一般鐵路則無。

等 級	相 同	相 異
出 色	無	1. 一般鐵路強調與其他產業的合作、替代技術的納入以提升有效性，小型及遺產鐵路則未特別說明。 2. 一般鐵路強調領導跨產業的風險降低計畫，小型及遺產鐵路則僅強調鐵道產業的參與。 3. 一般鐵路強調風險導向的組織持續改進以及投資選擇，小型及遺產鐵路則僅強調相關風險紀錄的維護、審查等 4. 一般鐵路強調新風險管理技術的採用，小型及遺產鐵路則未特別說明。 5. 一般鐵路強調要從外部觀點評估，小型及遺產鐵路則未特別說明。 6. 小型及遺產鐵路強調各層級人員的職責，一般鐵路則無。 7. 小型及遺產鐵路強調風險管理內化於組織文化，一般鐵路則未特別說明 (納入其他標準)。

三、建構適用於台糖鐵路之風險管理成熟度模型

英國 RM³ 係 ORR 整合歐盟鐵路安全指令及相關法條、英國 ROGS、英國職業安全衛生法規、英國勞工安全法規等所發展之評估模型，該模型之主要功能為辨識、處理以讓營運機構的安全管理系統 (SMS) 逐步精進、辨識能夠提升安全文化的活動，並確保營運機構能持續精進其 SMS。由於英國的 SMS 涵蓋了職業安全衛生法規及英國勞工安全法規等，故其 RM³ 評估工具包含安全及健康兩部分，而我國 SMS 係規範於鐵路行車規則下，範圍著重在行車安全，健康部分則由職業安全衛生法規範之，故本研究建立之評估準則將不涵蓋健康部分，僅著重於行車安全。

台糖鐵路在歷經社會交通型態的轉變、規模的調整，目前僅保留部分園區作為文化保存及觀光客運用途，部分糖廠於特定季節會提供貨運服務，各路線長度皆不超過 20 公里；根據前一節文獻回顧，台糖鐵路應屬小型及遺產鐵路之營運型態，故本研究將參考該型態之 RM³ 建立評估準則。

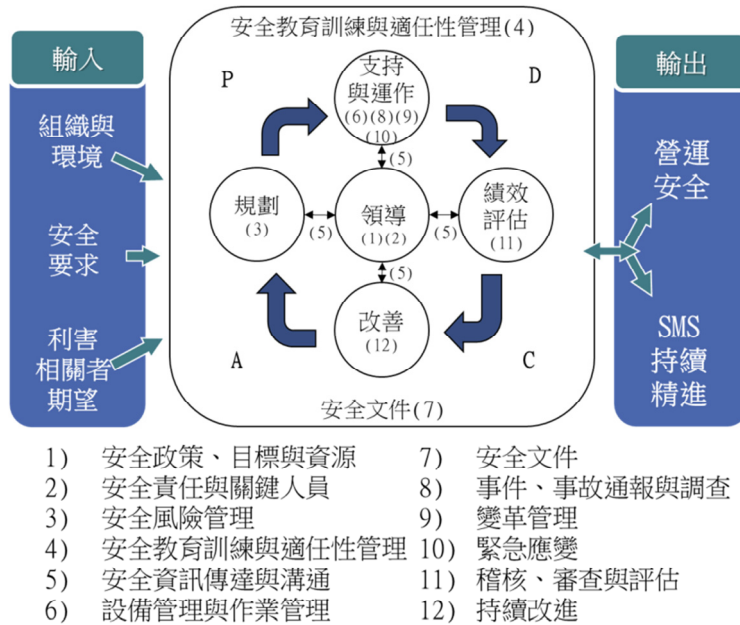
3.1 建構流程

本研究在發展台糖鐵路 RM³ 時，係結合交通部運輸研究所發展如圖 3 所顯示之 SMS 架構，以 12 個安全管理要項為基礎，使其能符合我國 SMS 內涵。

建構台糖鐵路 RM³ 步驟如下：

1. 步驟 1：檢視英國遺產鐵路 RM³ 與我國 SMS 架構差異

首先，須了解英國遺產鐵路 RM³ 架構與我國 SMS 架構之差異。如 2.2 及 2.3 節文獻說明，英國 RM³ 模型架構主要分為五個構面，而我國 SMS 架構則分為十二個要項，為有效將五個構面內之 10 項標準內容轉換為我國十二個安全管理要項，首先需要將 10 項標準內容逐條檢視，以了解其涵蓋的層面與意涵。



資料來源：[6]

圖 3 我國鐵道安全管理系統架構

2. 步驟 2：排除不適用之標準

於上一步驟確認完所有標準內容後，須將不適用於本研究範圍之標準排除，篩選程序如下：

- (1) 由於我國 SMS 範圍不包含職業安全衛生，故先排除與健康相關之內容。
- (2) 同時為確保評估標準的客觀性與可操作性，亦排除主觀性敘述及判斷基準模糊部分。其中主觀性敘述及判斷基準模糊的判定係由多位評估人員在實際操作後，透過綜合討論排除在過程中各人員對於該項準則之理解存在程度上的落差，或因準則之主觀性敘述使人員評估成果存在差異者。

3. 步驟 3：分類各項標準內容

確立完所有標準的內容皆適用後，依據我國 SMS 架構，將各條內容重新分配至適當的要項中。

4. 步驟 4：轉換準則之敘述

最後彙整各項說明，將內容轉換為符合我國鐵道 SMS 內容之敘述，以建立適用於台糖鐵路之準則。

以下以英國遺產鐵路 RM³ 之「PI1 風險評估與管理」標準為例，示範如何建構台糖鐵路 RM³。「PI1 風險評估與管理」可對應我國鐵道 SMS 架構之「要項三、安全風險管理目標」，為確保評估過程保持客觀性，且結果能確實反映成熟度狀態，故將等級判定說明依其內涵重新分類，以制定新的評估準則。根據「PI1 風險評估與管理」各等級之說明，可將其歸納成 4 項評估準則，各項準則之等級說明詳表 7。

再者排除範圍包括健康相關，以及主觀性敘述及判斷基準模糊之內容。以「PI1 風險評估與管理」為例，未納入準則者包括有：

1. 「員工經常將風險評估視為妨害工作的官僚程序」部分，「妨害工作」之敘述屬主觀性用詞，難以界定人員是否認為風險評估已妨害到工作，亦或於訪談過程中人員較不易提出此方面論述，故不納入本研究評估準則。
2. 「風險評估不適合其預期用途」部分，是否達到預期用途會因人員角色不同而存有差異，例如高階管理階層可能期望風險評估作業可透過控制措施，解決組織內多數危害因子並降低風險，另基層人員對風險評估之期望可能為辨識危害，並了解整體風險狀況等。此條說明可能會因評估人員之認知或能力差異給定不同評估結果，故不納入本研究評估準則。

此外，就「PI1 風險評估與管理」標準而言，部分內容超出「安全風險管理目標」範疇者，亦將其標準說明移至其他安全要項之評估準則中，例如：

1. 「有證據顯示已與其他組織合作執行需要多方共同採取行動的管控措施」部分，應對應至我國 SMS 之「安全資訊傳達與溝通」，需與其他組織溝通及合作，以共同採取相關控制措施，並達到有效控管安全危害之目的。
2. 「組織積極地參與鐵道產業的各項措施」部分，應對應至我國 SMS 之「安全資訊傳達與溝通」，係強調組織需與鐵道產業交流，以了解其他組織實行之控制措施，並考量將其運用至組織本身以達到持續提升風險管理之目的。

3.2 模型架構

依據上一節的建構流程，建立符合我國 SMS 架構之評估準則，茲將各項評估準則彙整如表 8 所示。

3.3 評分方式

最終以計分方式統計 SMS 各要項結果，12 要項各取其涵蓋評估準則的算術平均數，例如「安全風險管理目標」要項，須分別評估表 8 中 4 個評估準則的成熟度分數，「臨時」1 分、「受控」2 分以此類推至「出色」5 分，並透過算術平均數獲得「安全風險管理目標」要項最終評估結果；其結果可分為五個區間，各區間意義如表 9 所示。

表 7 安全風險管理目標評估準則

評估準則	等級說明
3-a. 營運機構應建立風險管理程序以辨識、分析、評量、處理安全危害	臨時－營運機構尚未完成安全危害的辨識。
	受控－營運機構已辨識安全危害，但未充分落實後續分析、評量及處理作業。
	標準化－營運機構已有系統化的風險管理機制，確保組織有一致、可持續的作業程序，落實危害辨識、分析、評量、處理，並持續維護產出的風險資料(例如危害登記冊)。
	可預測－營運機構在風險管理機制中已能定期審查、持續維護風險資料與實際作業的一致性，必要時因應更新風險資料。
	出色－營運機構具備詳細且全面性的風險資料，其範圍涵蓋整體營運與維修的風險，亦包含緊急狀況的應變、降級狀況的處置等，並有積極的審查和管理機制。
3-b. 營運機構的各部門主管應了解風險管理程序，並指派適職的人員執行	臨時－組織尚未指派專責/兼職單位或人員從事安全風險管理作業。
	受控－組織已指派專責/兼職單位或人員從事安全風險管理作業，但各部門主管普遍認為風險管理僅為此單位或人員的責任。
	標準化－各部門主管已能理解風險管理不僅是專責單位的責任。被指派的專責/兼職單位或人員已被要求接受一定程度的教育訓練，並納入適職性要求。
	可預測－已有管道讓全體員工一定程度參於專責/兼職單位或人員的風險管理作業。
	出色－風險管理觀念已深入至組織文化，被指派的專責/兼職單位或人員已能主動從事風險管理作業。
3-c. 營運機構的基層員工應了解風險管理與其日常作業的相關性，強化其安全意識	臨時－營運機構尚未建立任何機制讓基層員工知悉系統的安全危害；或基層員工知悉系統安全危害，但尚未意識到風險管理作業與其日常作業的關聯。
	受控－基層員工意識到風險管理作業與其日常作業的關聯，通常透過非正式管道反映發現的危害。
	標準化－基層員工已能理解風險管理不僅是專責單位的責任，並認知到風險管理程序與日常作業有關，必要時能透過正式管道通報發現的危害。
	可預測－基層員工已能了解其在風險管理程序中所承擔的風險與職責，於通報危害時能清楚描述發現危害與事故之關聯。
	出色－風險管理觀念已深入至組織文化，基層員工於通報危害時能主動反饋可改善安全的建議。
3-d. 營運機構須研擬危害的風險管控措施，並以文件紀錄、管理、追蹤安全危害資料	臨時－營運機構在各級規章已有安全管控措施，但尚未經過系統化分析程序。
	受控－營運機構已透過系統化程序制定、紀錄風險管控措施，但尚未經過完整的風險評量、處理程序。
	標準化－營運機構已導入適用組織全體的風險管理程序，並確保每個已辨識的危害皆得到相對應的控制措施以確保風險可接受(風險評量、處理程序)。
	可預測－營運機構已有管道發現危害的風險水準變化，並進一步檢討管控措施的充分性與適當性。
	出色－風險管控措施已因地制宜適用於各單位，並被利害相關人員接受且落實，利害相關人員也了解這些措施對管控安全風險的重要性。

表 8 評估準則說明

安全管理要項	準則
安全政策、目標與資源	1-a. 營運機構應確保提供足夠資源推動安全政策，並制定組織願景、目標與長期策略
	1-b. 最高管理階層應對機構的安全政策負責，並展現出對安全的承諾與重視
	1-c. 最高管理階層應定期檢視機構的相關安全文件，並於制定決策前參考相關資料或經專家評估
安全責任與關鍵人員	2-a. 營運機構須定義營運安全相關部門及人員的安全責任
	2-b. 營運機構內所有人員都應了解其安全責任，並致力達成組織的安全目標
	2-c. 營運機構應系統性地分派各人員的安全責任，並定期審查以確保其與組織績效目標一致
	2-d. 營運機構針對不合規、違反安全責任的情事會作系統性的檢討
安全風險管理目標	3-a. 營運機構應建立風險管理程序以辨識、分析、評量、處理安全危害
	3-b. 營運機構的各部門主管應了解風險管理程序，並指派適職的人員執行
	3-c. 營運機構的基層員工應了解風險管理與其日常作業的相關性，強化其安全意識
	3-d. 營運機構須研擬危害的風險管控措施，並以文件紀錄、管理、追蹤安全危害資料
安全教育訓練與適任性管理	4-a. 營運機構須建立適任性管理機制
	4-b. 營運機構須考量風險控制措施訂定相應的適職性要求
安全資訊傳達與溝通	5-a. 營運機構須傳達安全資訊予利害相關者，並作必要之溝通。
	5-b. 員工能善用安全資訊並了解與安全風險的相關性，必要時提供反饋
	5-c. 營運機構需與利害相關外部單位傳達與溝通安全資訊
設備管理與作業管理	6-a. 營運機構應制定可操作的設備管理與作業管理程序、標準、指引
	6-b. 營運機構需保存設備管理與作業管理過程中的相關紀錄，並於偏離發生時即時採取因應對策
	6-c. 營運機構須制定設備管理與作業管理程序、標準、指引的檢討與更新機制
安全文件	7-a. 營運機構應確保與安全有關的文件已被記錄、保存、管控（部分與 6-b 相同）
	7-b. 營運機構應與內、外部利害相關者分享安全文件
	7-c. 營運機構應建置與維護 SMS 手冊(上位計畫)
事件、事故通報與調查	8-a. 營運機構需制定事件、事故調查程序
	8-b. 營運機構需透過事件、事故的發生原因檢討風險管理狀況
	8-c. 營運機構應鼓勵員工通報異常、虛驚與安全危害
變革管理	9-a. 營運機構須制定變革管理的程序及標準
	9-b. 營運機構應結合風險管理作業評估變革風險

安全管理要項	準則
緊急應變	10-a. 營運機構須辨識出相關緊急狀況並制定應變計畫，確保投入充足的資源落實應變計畫
稽核、審查與評估	11-a. 營運機構須制定稽核、審查與評估的程序
	11-b. 營運機構內了解稽核、審查與評估的重要性，並積極參與
	11-c. 營運機構應建立定期檢討、協調風險管控措施的落實程度與有效性
持續改進	12-a. 營運機構應將安全稽核、審查與評估結果，做為持續改善 SMS 各要項的依據
	12-b. 營運機構應追蹤、管理改善措施成效

表 9 評估結果等級意涵

分數區間	代表意涵
0 分~1 分	● 尚未有相關作為，亦或是無相關證據顯示已有執行記錄。
1.1 分~2 分	● 已部分執行或有證據顯示執行記錄。 ● 逐步建立標準程序中，部分已建立程序具重複性，但彼此間不一致。
2.1 分~3 分	● 已完整建立一套標準程序，並持續修正與更新。 ● 已開始訂定績效指標。
3.1 分~4 分	● 機構已能透過績效指標有效控管執行狀況。 ● 已建立完整的風險管理及變革程序，並可確保當發生變革時能控制其風險在一定等級。
4.1 分~5 分	● 開發相關技術或執行相關變更以持續提升整體績效。

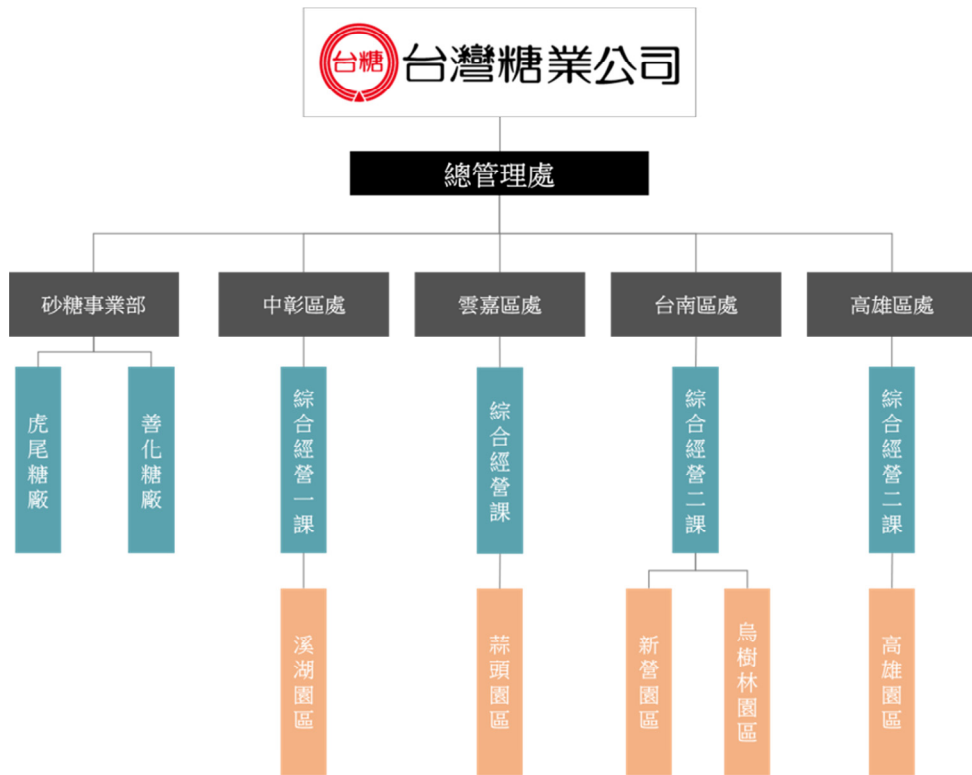
四、實證案例分析

4.1 台糖鐵路介紹

本研究以台糖鐵路作為研究標的，其兼營客、貨運，早年路線長達數百公里，有完整的組織、營運維修體系及資源，近年各路線陸續結束營運，在營運維修人力、資源有限的情況下，僅保留溪湖園區、蒜頭園區、烏樹林園區、新營園區、高雄園區 5 處客運路線，及虎尾糖廠、善化糖廠 2 處貨運路線，其組織架構如圖 4 所示，表 10 彙整客運園區及貨運廠區之營運特性。

4.2 評估方法

本研究評估時間為 2021 年 8 至 9 月間；評估範圍包含 5 處客運園區及 2 處貨運廠區；評估方式包含有：查閱既有規章程序、表單填報狀況、年度稽核紀錄外，亦對台糖人員進行訪談，以了解安全管理執行狀況，使評估結果具全面性。其中，考量中階主管與基層人



資料來源:[7]

圖 4 台糖鐵路組織架構

表 10 各客運園區及貨運廠區鐵路營運特性

項目		溪湖 園區	蒜頭 園區	烏樹林 園區	新營 園區	高雄 園區	虎尾 糖廠	善化 糖廠
軌距		762mm						
營運模式	平日	預約 行駛	上、下午各 1 班次， 其它時間預約行駛	上、下午各 1 班次， 其它時間預約行駛	預約 行駛	預約 行駛	製糖期間 (約每年 12 月至 次年 4 月)	
	假日	固定 班次		固定 班次	固定 班次	固定 班次		
路線長度 (公里)		3.6	2.6	2.7	5.6	1.5	16	2
牽引方式		蒸汽機車 內燃機車	內燃機車	蒸汽機車、內燃機車	內燃 機車	內燃 機車	內燃機車	
直線最大營運速度 (公里/小時)		15					19	
其他路段及狀態之 最大營運速度 (公里/小時)		曲線、下坡、站區、通過平交道：10 推進運轉、調度：<10						

資料來源：[8]

員對各項安全管理現狀認知可能存在差異，且顧及主管在場時基層人員不便表達意見，人員訪談時係採取中階主管與基層人員分開訪談的方式，由圖 4 中綜合經營課與糖廠主管作為管理階層代表，各園區及糖廠指派資深的駕駛（兼任車輛保養人員）、站務人員、乘務人員、路線維修人員作為基層人員代表，以確保訪談結果的代表性。

4.3 評估結果

本研究對所有客運園區及貨運廠區進行評估，評估結果摘錄呈現如圖 5~圖 8 所示，圖 5 為 5 個客運園區與 2 個貨運廠區的整體平均成熟度狀況；經評估發現各客運園區之評估結果雖存在部分差異，惟差距甚小且各項分數差異皆不超過 0.5 分，故以下以圖 6、圖 8 溪湖園區為例說明其成熟度狀況；貨運廠區部分，相較於善化糖廠路線僅行駛於場站內、行駛頻率低，虎尾糖廠之場域較接近本研究 RM³ 預期之實證環境，故以圖 7 虎尾糖廠為例說明其成熟度狀況，以有效呈現本研究模型之成果。詳細評估結果說明與發現如下：

1. 整體而言，2021 年 8 至 9 月間因《鐵路行車規則》尚未納入安全管理系統要求，圖 5~圖 8 展現的是台糖鐵路原有的安全管理作業機制。
2. 就行車人員適職性、設備養護等鐵路法及子法已有規範的要項來說，各園區、糖廠普遍落於「受控」(2 分) 與「標準化」(3 分) 之間。而風險管理、變革管理等過去未於法令中明文要求的要項，各園區、廠區則多落於「臨時」(1 分) 與「受控」(2 分) 之間。該分數所代表之涵義可對應至表 9，可透過本研究所建構之模型有效反映出各安全管理要項的成熟度。
3. 溪湖園區 (圖 6) 與虎尾糖廠 (圖 7) 相較於整體 (圖 5) 狀況來說有較高的成熟度，主要係因受訪人員有較完整的安全管理、風險管理知識，且相較於其他園區有相對完整的職責分工，故能提供更有利判別成熟度之證據。
4. 溪湖園區 (圖 8) 之中階主管各項評估結果普遍高於基層人員，主要係因組織已建立相關安全管理規範及程序，但未全面性地考量其所需之資源，導致基層人員在執行安全管理作為時有所限制，並導致在評估過程中基層人員與中階主管就組織各要項的成熟度狀況認知存在落差，普遍來說中階主管在各要項均能提供可展現較高成熟度分數的證據給評估單位⁶。

4.4 精進建議

1. 經本次評估，台糖鐵路部分安全管理要項評分落於 1.1 分~2 分，其所代表之涵義為「仍於建立標準程序階段，或已建立相關流程，但流程間缺乏一致性」，為改善此部分項目之安全作為，建議採取以下精進作為：
(1) 制定上位安全政策、依法研擬 SMS 執行手冊。

6. 考量中階主管於評估時提供的證據較完整，圖 5 係採各園區、廠區中階主管的分數加總而得。

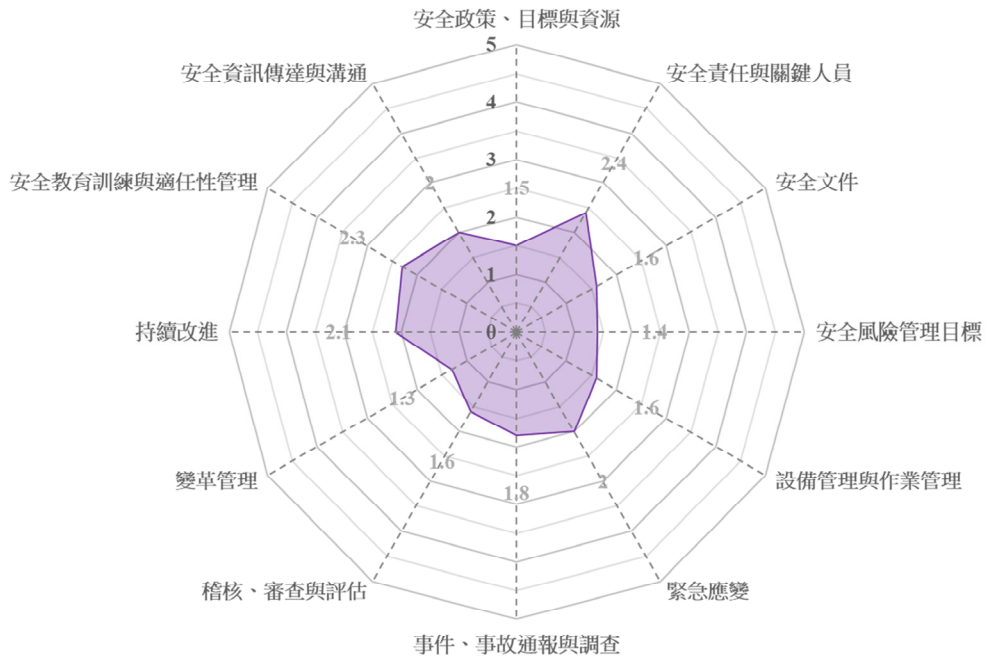


圖 5 台糖鐵路整體評估結果

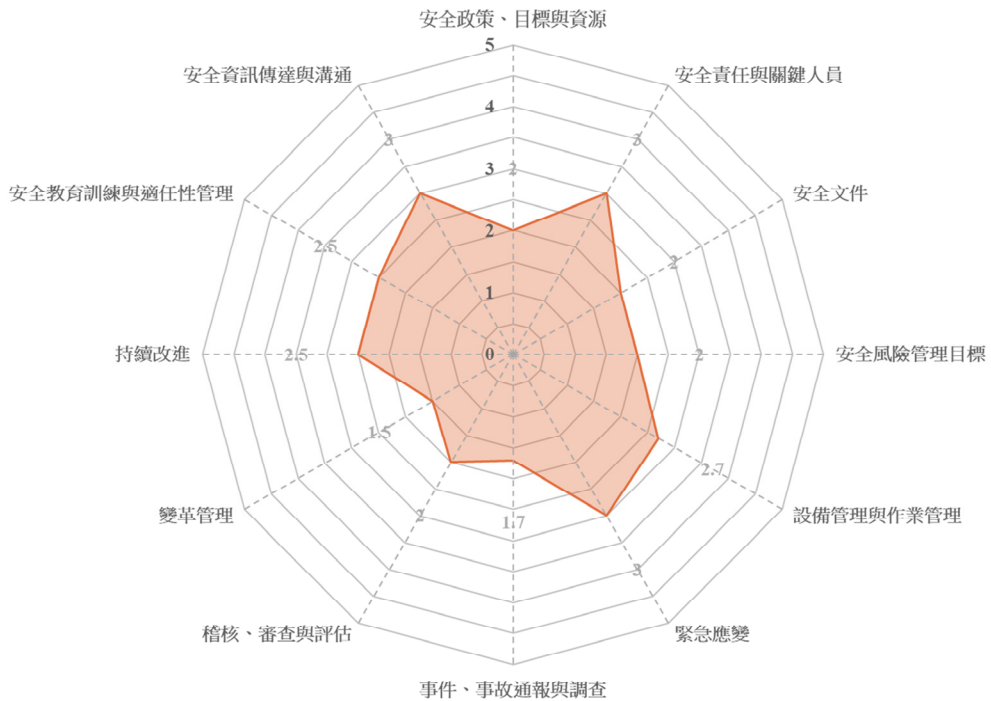


圖 6 溪湖園區評估結果

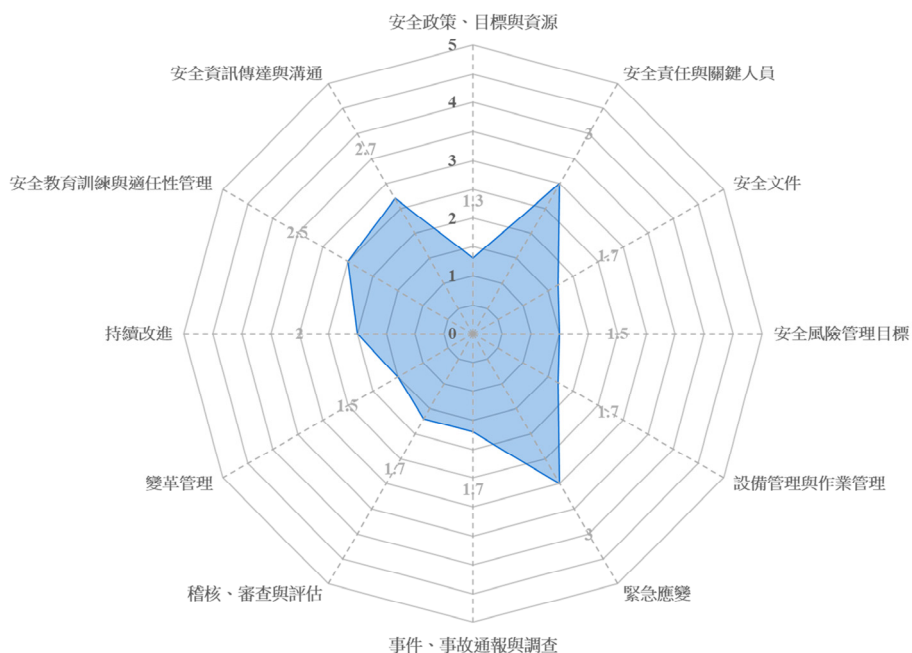


圖 7 虎尾糖廠評估結果

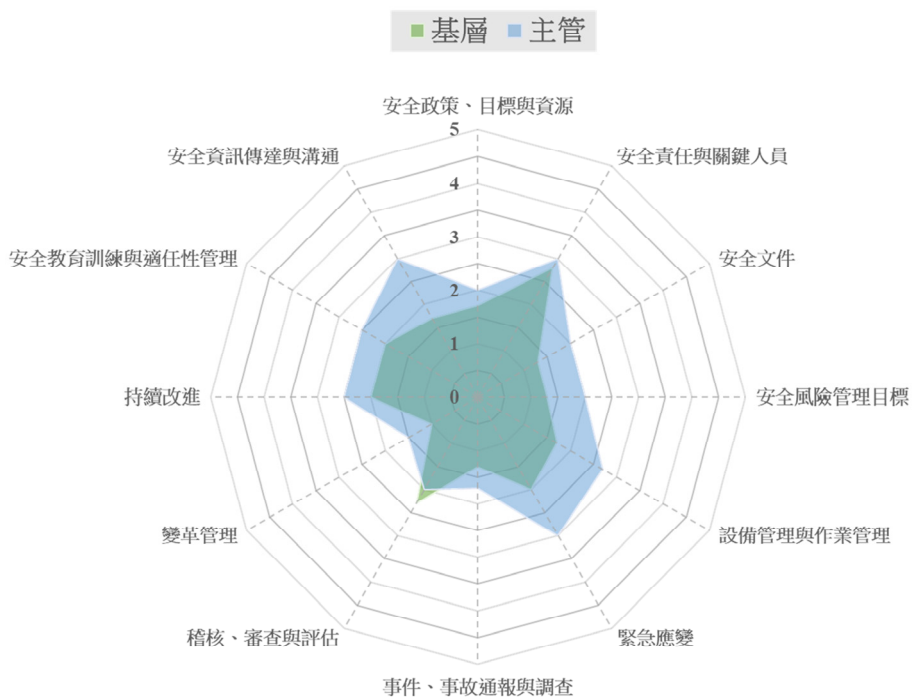


圖 8 溪湖園區基層人員與中階主管評估結果比較

- (2) 重新界定 SMS 範疇，納入外包商、供應商、約聘人員與平交道利害關係者等，將前述人員的安全意識、適職性等要求納入 SMS 管考機制中。
 - (3) 訂定風險管理程序並融入變革管理機制，責成各委員會幕僚單位持續維護危害登記冊，建立風險導向的安全管理系統。
 - (4) 建立工單機制，透過具體記錄車輛及路線檢修作業內容及物料使用狀況，有效管理設備與設施維修作業之執行，並透過工單強化行車人員的資訊交流。
 - (5) 研擬事故、事件調查與追蹤檢討辦法。
 - (6) 建立異常事件通報管道。
 - (7) 配合國家鐵路安全計畫要求建立領先指標追蹤安全績效趨勢。
2. 另評分落於 2.1 分~3 分的項目，其所代表意涵為「已完整建立一套標準程序，並持續修正與更新。」，為保持並強化此部分之安全管理作為，提供以下精進建議：
- (1) 過去雖已建立總管理處層級的安全委員會，惟考量台糖鐵路分散於各個區處，為能有效傳達與整合各區處的安全管理作業，建議在既有總管理處層級的安全委員會之下，再建立區處層級的安全委員會，透過兩層級安全委員會機制更利於落實稽核、審查與評估作業。
 - (2) 現階段已依據《鐵路行車人員技能體格檢查規則》要求辦理行車人員相關專業及安全訓練，惟缺乏整體性規劃，建議可考量台糖人員分工現況，分別針對駕駛與車輛保養、站務與乘務、路線養護等專業規劃新訓與回訓需求，並融入 SMS 的 PDCA 觀念持續辦理教育訓練。

上述精進建議多涉及台糖鐵路管理制度及程序層面，後續須由總管理處建立統一的機制及流程讓各區處遵循，透過由上而下的方式推動與執行台糖鐵路的 SMS。

五、結論與建議

5.1 結論

本研究建構之評估模型與英國 RM³間的比較整理如表 11 所示。最主要的差異包含本研究模型涵蓋的範圍僅關注鐵路系統的營運安全，另外有關評估準則部分，為使評估人員易於判定受評單位該標準所處之等級，本模型將各等級說明調整成單一等級僅會對應一項說明的方式，並將主觀性描述刪除，以確保評估結果具客觀性且能確實反映其安全管理作為之狀況。

自 2022 年起，我國已入法強制要求鐵路營運機構須建立安全管理系統 (SMS)，未來各營運機構 SMS 的有效性將成為監理機關關注重點之一。本研究參考國外經驗並依據我國 SMS 架構，嘗試發展適用我國鐵路營運機構之成熟度評估模型，做為有效性評估的工具，並以台糖鐵路為例實際操作，以下說明本研究之重要研析成果：

1. 回顧英國風險管理成熟度模型 (RM³) 發展脈絡，從早期能力成熟度模型 (CMM) 到能力成熟度模型整合 (CMMI)。
2. 比較 RM³ 針對一般鐵路、小型及遺產鐵路兩種營運機構的評估模式差異，並從中探討可能原因。
3. 依據鐵路行車規則 SMS 內涵 12 要項架構，重新整理 RM³ 針對小型及遺產鐵路的評估模式，建構適用台糖鐵路的評估模型。
4. 以台糖鐵路各園區、糖廠為例進行實證研析，初步發現評估結果的確可展示不同園區、糖廠的 SMS 成熟度差異，也可區別同一園區、糖廠基層人員與中階主管的差異。
5. 實證研析成果發現各園區、糖廠在特定 SMS 要項存在共通性弱項，正確反映出組織缺乏上位機制或規章程序。

表 11 各客運園區及貨運廠區鐵路營運特性

項目	英國小型及遺產鐵路 RM ³	本研究評估模型
安全管理分類	五構面： (1) 健康與安全政策 (2) 組織控制與溝通 (3) 員工合作、適任性發展 (4) 透過相關管理方式以協調、規劃和實施風險管控措施 (5) 監督、稽核與審查	十二要項： (1) 安全政策、目標與資源 (2) 安全責任與關鍵人員 (3) 安全風險管理 (4) 安全教育訓練與適任性管理 (5) 安全資訊傳達與溝通 (6) 設備管理與作業管理 (7) 安全文件 (8) 事故、事件通報與調查 (9) 變革管理 (10) 緊急應變 (11) 稽核、審查與評估 (12) 持續改進
涵蓋範圍	涵蓋安全及健康兩部分	僅關注營運安全
評估分級	五等級：臨時、受控、標準化、可預測、出色	
評估準則	單一等級對應至多項說明	單一等級僅會對應一項說明

5.2 建議

本研究發展 RM³ 過程中，歷經鐵路行車規則修法、國家鐵路安全計畫發布、SMS 自主評估指引等實務作業變革，建議後續可持續精進以利各項作業、機制整合，具體建議包括：

1. 從本研究實證經驗可發現，RM³ 能否正確反映出組織 SMS 各面向的成熟度，關鍵之一是受訪單位、受訪人員對 SMS 的了解程度。國內自 2022 年初正式立法要求鐵路營運機構應建立 SMS，各級主管機關亦持續辦理宣導及教育訓練，可預期營運機構各級人員將亦趨熟悉 SMS，更有利於建構 RM³ 的適用環境。
2. 本研究實證案例訪談對象為台糖鐵路之中階主管及基層人員為主，考量受訪人員對 SMS 的了解程度對評估結果有一定程度影響，後續可嘗試訪談高階管理階層人員，同時範圍應涵蓋各個與行車運轉安全相關的部門，以確保評估更為完善。
3. 本研究僅先嘗試建構適用小型鐵路的 RM³ 並佐證其可操作性，後續可持續建構適用於一般鐵路系統（臺鐵、高鐵）之評估模型。
4. RM³ 主要係用於彙整稽核及檢查之證據，據以提出可供長期追蹤管考之成熟度等級，此方法在現行營運機構內稽、監理單位外部檢查兩項作法之外，提供了另一種可更直觀展現給社會大眾 SMS 推動成果的評估工具。
5. 本研究進行過程中，交通部亦發展內含 34 準則的 SMS 自主評估工具，與本研究建構過程中採用的 12 要項準則（表 8）類似，後續交通部亦可參考本研究成果，於現行 34 準則中補充適用專用鐵路的評估指引，結合 RM³ 提升自主評估工具的有效性與完整性。

參考文獻

1. Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., Weber, C. V., "Capability maturity model, version 1.1", *IEEE software*, Vol. 10, Iss.4, 1993, pp. 18-27.
2. Paulk, Mark C., "A history of the capability maturity model for software", *ASQ Software Quality Professional*, Vol. 12, No.1, 2009, pp. 5-19.
3. 行政院主計處電子處理資料中心，淺談資訊軟體品質與 CMMI 能力成熟度整合模式，<https://www.stat.gov.tw/public/Data/61281158171.pdf>，民國 111 年。
4. Chrissis, Mary Beth, Mike Konrad, and Sandra Shrum, *CMMI for development: guidelines for process integration and product improvement*, Pearson Education, London, 2011.
5. Office of Rail and Road (ORR), RM³ 2019 – The Risk Management Maturity Model – Topic set 1: Heritage Railways, 2021.
6. 交通部運輸研究所，精進鐵道安全管理系統 12 要項實務作業指引之研析，民國 111 年 5 月。
7. 台灣糖業股份有限公司，台灣糖業公司組織系統圖，<https://www.taisugar.com.tw/chinese/CP.aspx?s=1817&n=10006>，民國 111 年 12 月。
8. 台灣糖業股份有限公司，台灣糖業公司五分車專用鐵路 110 年度安全管理報告，民國 110 年。

※ 本研究為台灣糖業股份有限公司與財團法人中興工程顧問社合作專案「專用鐵路安全管理系統建置委託專業服務案」的部份成果，已獲台灣糖業股份有限公司授權刊出。