

捷運機電系統與資訊管理規劃

高宗正¹ 戴維建² 廖乃寬³

摘要

二十一世紀邁入「知識經濟」的時代，台北市政府捷運工程局在國內經歷多年捷運工程經驗，已累積相當的捷運機電系統之規劃設計經驗，經由導入知識管理，將捷運機電系統規劃設計之「內隱知識」轉化為「外顯知識」，並進一步的利用資訊化之技術知識管理系統，透過分享之過程，將知識的價值表現出來，培養員工技術新觀念與新思維，提升組織力量培養更多捷運機電專業技術人才。

關鍵詞：基本設計作業、細部設計作業、技術規範管理、技術文件審查管理、技術知識管理

The Information Management System for MRT Electrical & Mechanical System

Chung-Cheng Kao Vea-Jan Daie Nai-Kuan Liao

Abstract

In the “knowledge-based economy” era of the 21st century, the Department of Rapid Transit Systems is making knowledge management a priority and is transforming the MRT’s Electrical & Mechanical system’s “tacit knowledge” process into an “open knowledge” one that will help introduce employees to new concepts and expertise. The department will capitalize on this technical knowledge information management system that has been developed based on its accumulated planning and design experience to boost the strength of the organization and cultivate more E&M technical engineers

Key Words : basic design review, detailed design review, technical standard management, technical activity request form management, technical knowledge information management

1. 台北市政府捷運工程局 總工程司 (資訊推動小組召集人) cckao@trts.dorts.gov.tw
2. 台北市政府捷運工程局機電系統設計處工程員 41198@trts.dorts.gov.tw
3. 台北市政府捷運工程局機電系統設計處聘用助理規劃師 4a268@trts.dorts.gov.tw

一、前言

台北市政府捷運工程局負責大台北地區捷運工程建設，機電系統工程規模不論是深度或廣度均極為浩大且任務繁重，工程進行之規劃、設計、發包、施工、維護管理各階段所涉及的合約及技術規範文件種類更是繁多，加上各線各標性質略有差異，且時空因素不同，各標所用之條款規範有相同者，亦有不同者。為有效管理各種使用之規範條款內容，並提供便捷之查詢工具，故發展及運用資訊管理系統，以達統籌管制及分散使用之目標，進而強化本局處理捷運機電系統核心技術之知識與經驗管理的作業模式。經由所建置控管平台之優異管理功能，得以精進本局捷運建設規劃設計管理能力，並提昇捷運建設圖書資料管理及資訊科技於工程業務之運用、整體資訊系統之規劃、開發、應用與推廣之管理維護能力及品質。

本局負責捷運機電系統工程規劃、設計與施工管理及相關車輛設備系統、機廠設施系統、電力供應系統、號誌系統、通訊系統、自動收費系統等之規劃資料e化工程，可提供本局技術規劃單位查詢捷運建設相關產品、施工所需資訊及相關工程圖說與文件，即時掌握工程狀況與決策參考之用，進而落實捷運技術移轉服務品質，充分發揮捷運團隊合作力量，協助國家社會推動捷運交通建設。

二、捷運機電系統之規劃設計作業

本局捷運機電系統工程之規劃設計作業，可分基本設計作業與細部設計作業兩項，基本設計作業為製作技術規範之招標文件，細部設計作業則為審查得標廠商所提送之工程設計與施工圖說文件。以專業之資訊管理系統對整個捷運機電系統技術規範、工程設計與施工圖說文件提供嚴謹的管理，如所有技術規範與規劃書能夠被有邏輯的管理、共用的規格可以重覆被使用、各使用單位可以在共通資訊管理系統中查詢所需的技術規範規劃書、相關的規格來源與出處可以透過管控平台輕易了解其關連等，以確認所設計之技術規範及規劃能快速提供捷運機電系統規劃設計並符合其最大效益，另期產出符合公共工程所規範的文件格式外，也能有效提昇施工工程的效率，大幅降低管理成本。

機電系統基本設計作業為有效管制機電系統招標技術規範之制訂作業，期加強作業品質及管制作業時程，並保留完整之文件發展紀錄。機電系統基本設計作業範圍，除上述之招標技術規範外，尚包括機電系統的先期規劃作業、招標設計預算之編製及機電系統標準規範研(修)訂等。

捷運工程局並需主導細部設計審查作業，並依審查分工綜整各單位(包括工程司代表)對細部設計之審查意見，以及主導各項細部設計工作會議，協助工程司代表管制設計作業之時程及執行管控作業，所管控之技術文件包括機電系統標得標廠商，依契約規定，所提之技術性送審文件，包括計算書、設計圖說、規格書、樣品、驗證計畫及報告、模型、原型設備、相關之管理性或計畫性之文件、及其它與設計有關之資料。

細部設計之主要項目包含系統分析、系統架構、系統軟體、設備軟硬體之規格及功能與設計圖說、設備配置圖說、特別規範未規定規格之特殊材料、介面管制文件、系統保證、規格功能(含設計數量)、系統工程計畫、特殊安裝工法、可靠度及維修度驗證程序、(設備功能)測試計畫及程序、原型機測試等項之設計。

三、基本設計作業與技術規範管理系統現況

機電系統基本設計作業中為有效管制機電系統招標技術規範之制訂作業，為加強作業品質，將保留完整之奉核的招標技術規範原件移送技術文件管理中心 PDCC (Project Document Control Center)，並另需辦理文件電腦檔案轉檔至『技術規範管理系統』，其主要作業流程如下：

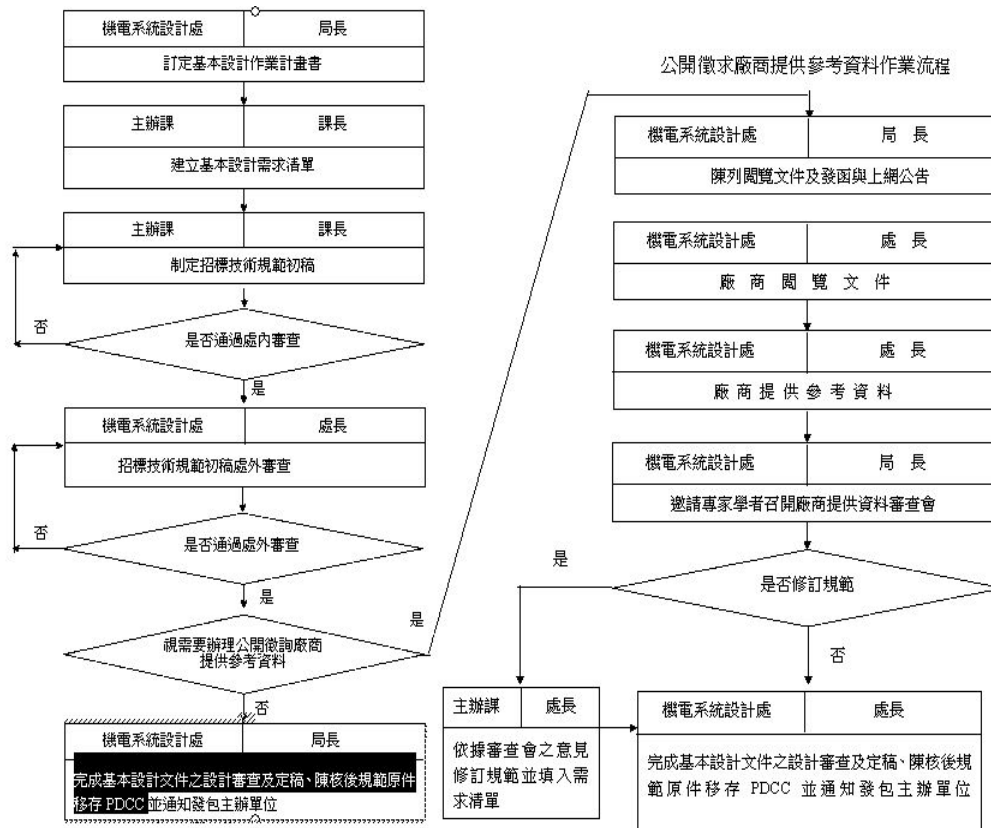


圖 1 捷運機電系統基本設計作業流程

技術規範管理系統最早於民國 81 年以 Prime 主機之終端機程式運作，軟體是由 SQL*FORM 及 PROC 撰寫，伺服器端以 INFORMIX 為屬性資料庫，88 年改版後以 ASP 撰寫網際網頁為作業環境，伺服器端以 ORACLE 為屬性資料庫，使用者以網頁瀏覽器使用本系統。

系統目標為提供有效控管各種規範條款之版次及修訂次數，建立捷運技術文件資料庫，提供捷運技術相關文件之保存、查詢、列印功能，並可提供規範、條款版本差異及中英文對照查詢等功能，以供資料修訂、審查之參考，進而提供管理工程合約（含變更合約）文件資料及使用規範之版次，並可減少資料重複性，其主要功能有：

- (一) 文件資料查詢:以規範文件類別、文件代號、工程標號、關鍵字查詢，及作廢規範文件查詢，提供以單一文件類別或全部文件類別之查詢其規範文件之基本及明細資料，以文件代號查詢基本及明細資料，查詢已作廢之規範文件之基本及明細資料。
- (二) 文件申請作業:文件/圖說複印申請、文件移送申請，提供線上申請文件/圖說複印申請並列印申請單。
- (三) 申請作業查詢: 移送、複印申請查詢，提供以申請單位及申請日期或申請單編號查詢文件/圖說申請清單。
- (四) 規範文件維護:新增/修改規範文件、規範文件修訂作業、上載規範文件檔案、上載規範前版差異清單檔，提供線上新增或修改規範文件之基本及明細資料，新增或修改規範文件

修訂版本之基本及明細資料，規範文件之電子檔案，規範文件前版差異清單檔。

- (五) 借閱處理作業:技術資料借閱登錄、借閱查詢。
- (六) 合約文件維護:新增/修改合約文件、變更合約作業、上載合約文件檔案。
- (七) 確認/取消申請作業:複印、移送申請確認及取消申請確認。
- (八) 申請結案/稽核作業:複印、移送申請結案，複印、移送申請稽核。
- (九) 數量統計/處理作業:收件登錄處理、申請案件登錄處理、規範資料作廢處理、移入文件統計表、申請案件統計表、規範文件類別統計表。

相關功能如下圖

技術規範管理系統				
QSOP資料查詢	以單位別查詢QSOP	以單位別查詢QSOP表單	以關鍵字查詢QSOP	以關鍵字查詢QSOP表單
規範文件查詢	以規範類別查詢	以規範代號查詢	查詢相關規範文件	查詢作廢規範文件
合約文件查詢	以工程標號查詢	以關鍵字查詢合約		
複印申請作業	文件/圖說複印申請	複印申請確認	複印申請結案	複印申請稽核
	取消複印確認			
移送申請作業	文件移送申請	移送申請確認	移送申請結案	移送申請稽核
	取消移送確認			
借閱處理作業	技術資料借閱登錄	技術資料借閱查詢	借閱確認作業	借閱歸還/結案
	取消借閱確認			
申請作業查詢	複印申請單查詢	移送申請單查詢		
資料維護作業	文件收件登錄	申請案件登錄	規範資料作廢處理	修改規範屬性資料
	未開放文件檢核	修改文件代號		
規範文件維護	新增/修改規範文件	規範文件修訂作業	上載規範文件檔案	上載差異清單檔
合約文件維護	新增/修改合約文件	變更合約作業	上載合約文件檔案	
存放位置維護	存放位置資料查詢	規範存放位置下載	規範存放位置上載	合約存放位置下載
	合約存放位置上載	存放位置圖	存放位置資料轉入	
文件數量統計	移入文件統計表	申請案件統計表	規範文件統計表	
相關事項說明	使用手冊(PDF格式)	移送申請檔案說明	文件檔案製作原則	
安全管制作業	新增使用者帳號	修改使用者資料	刪除使用者資料	註銷使用者權限
	恢復使用者權限	查詢使用者資料		

圖 2 技術規範管理系統主要功能表

技術規範管理系統用於機電系統工程規劃設計作業之電腦檔保存，依其性質可分為二大類：

- (一) 機電系統標準規範之制式文件條款規範類 作業程序類 手冊類 計劃類 設計指南，如機電系統工程一般規範GSEM（General Specification for Electrical and Mechanical）、接地連接及防蝕法規、系統保證計劃書、系統保證計劃書廠商指南、月台門規範，規劃手冊等資料。
- (二) 機電系統招標技術規範 依各標工程性質不同其資料無法為他標工程標使用者，如機電系統招標技術規範中所包括特別技術規範PTS（Particular Technical Specification），工程價目單BOQ（Bill of Quantities），特定條款B部份SP-B（Special Provisions Part B），契約圖說、規格標條文等。

四、基本設計作業與技術規範管理系統未來願景

現有的『技術規範管理系統』已完整保留基本設計作業奉核後的各項規範之各版次之電子檔，也就是基本設計作業的最終成品，但機電系統有各類子系統，每類子系統又有極龐大分項功能，每一項功能的變更有可能導致其他的功能或其他的子系統要調整，龐大分項功能需求卻是分散在各領域專業工程司管控，所以在基本設計作業各階段各項設計需求清單、招標技術規範初稿、設計討論結果與會議紀錄也就分散由各專業工程司各自管理。

本局目前計畫要研發的『技術知識管理系統』(詳如第七節)，可有效管控基本設計作業中各階段之資訊，減少資源重覆投入並直接提高整體工作效率，各領域專業工程司可以在共通『技術知識管理系統』查詢並掌控各項規格功能異動與現況、相關的規格來源與出處可以透過單一集中式資料儲存庫『技術知識管理系統』輕易得到其關連等，來當作專案內所有成員的溝通平台，讓規格與功能可以被快速以文字表達出來，且易於完成驗證、設定規格與功能優先順序，且使得本局成員與使用者從基本設計作業計劃書一開始便可對於規格與功能建立起一致性認知，讓使用者可以根據所需格式編輯他們的規格與功能，包含使用案例、參考資料、範例樣版、功能定義與設計文件等，使潛在的錯誤與模糊不清的規格與功能在一開始時就能被立即發現與注意，將可大幅減少以規格與功能為基礎的錯誤，降低錯誤發生時嚴重程度和重作的風險。以確保所設計之技術規範規劃能快速地提供捷運機電系統設計規劃之最大效益，提昇作業品質。

五、細部設計作業與技術文件審查管理系統現況

細部設計發展期間，本局各工程司將採用設計審查和稽核以監督廠商的績效，以決定契約目標達成的程度。一般而言，在實質上、功能上及操作計畫之層次上，廠商應對本契約機電系統設備組件及子系統，經由系統設計驗證的執行，建立與界面需求一致的確實性與相容性，且其相容性與其他關連廠商之界面需求亦一致。本局工程司和承包廠商應共同執行以下三階段的設計審查、稽核和檢驗。

- (一) 概念設計審查CDR (Conceptual Design Reviews)：確保機電系統在系統層面上之設計及契約基準文件一致。概念設計審查應著重於系統及子系統之架構，並透過必要之系統模擬分析以確認系統層面之設計能符合契約之規定；並針對構成系統及子系統，就其功能及規格進行配置及定義。
- (二) 細部設計審查DDR (Detailed Design Reviews)：針對契約規範及概念設計階段所定義之系統、子系統之規格及功能，以及各項型態系統設備之發展及設計成果進行審查。廠商應確實依據概念設計審查所確立之系統、子系統功能及型態基準完成各項設備、零組件及其現場安裝施工之各項細部設計，並確保其完全符合契約基準文件之規定。

審查之另一個目的，在驗證廠商所採行之設計是否確實可行並符合需求，且該項設計可如期進行後續之產製、安裝、檢測及整合測試等作業，以及確認廠商已完成產製或採購之各項準備作業，其中包括對原型測試或首件產品檢測之結果及設計確認其相符性。

先前各項審查意見、結論、廠商執行狀況回覆表及應辦事項並納入設計審查以確認辦理現況。廠商並提供完整而具體之文件及資料供本階段審查使用，包括各類機電系統設備之組裝件及次組裝件(包括軟、硬體)之設計圖說及規範。本階段審查意見應列入待辦事項管控，並據以修正所有型態基準文件、規範、圖說及時程。

- (三) 最終設計審查FDR (Final Design Reviews)：目的是在確認所有先前審查的意見及作業項目均經處理並所有應修訂之部分亦已納入可以交送的最後設計中，廠商並準備相關文

件及圖說，並申請召開最終設計審查會議，已確認細部設計之完成。

為有效管制機電系統標發包後廠商之細部設計技術文件審查作業，本局使用『技術文件審查管理系統』管控作業時程，以達到各施工標、系統標廠商提送本局之技術文件皆能確實而迅速予以審查並回覆廠商，其主要作業流程如下：

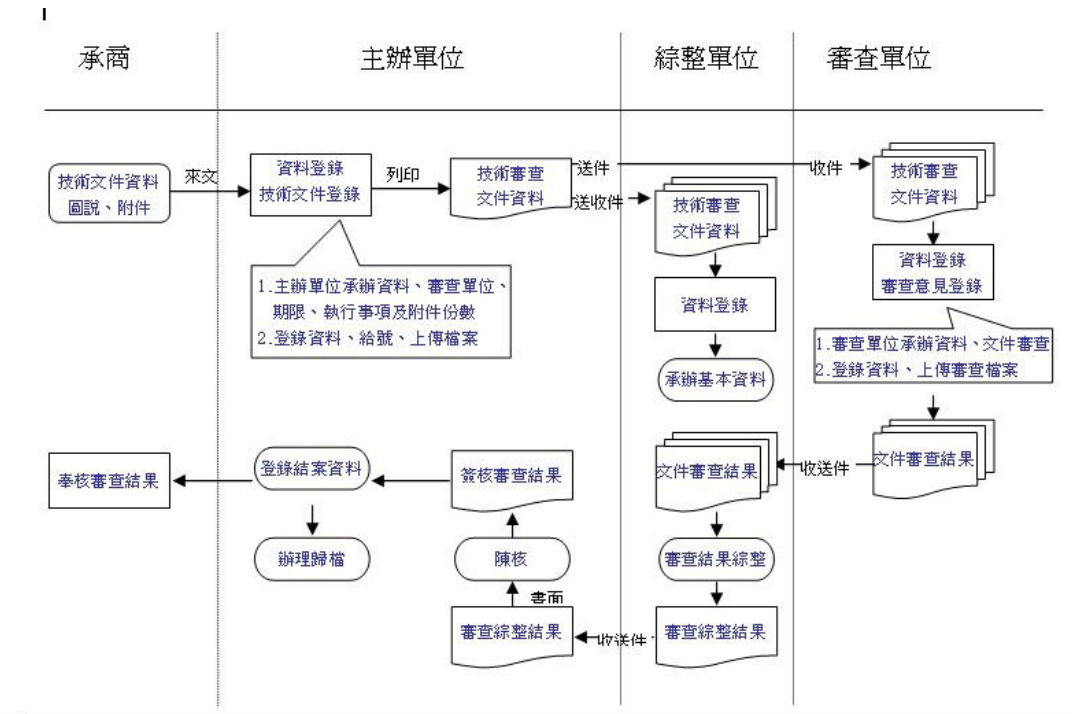


圖 3 技術文件審查管理系統作業流程

本局所研發之技術文件審查管理系統 TARF (Technical Activity Request Form)，於民國 85 年開始上線，最初是在 DOS 模式以 PC LAN 架構開發，87 年之後以視窗 (WINDOWS) 模式以主從架構開發之，93 年起為簡化使用者端作業環境，改善系統整體操作功能，並因應使用者需求等問題，改版提昇至視窗 WEB 三層式架構。系統目標為有效管控作業時程，加速案件之審查及回覆，方便案件流程追蹤與各類案件查詢，完整保存送審過程之各項技術資料，附件電腦檔儲存管理提高審查回覆效率並減少紙張使用，並提供案件每月承辦統計，以檢核工作時效。

技術文件審查管理系統之範圍為本局各技術單位、工程處、工務所、細部設計顧問 DDC (Detailed Design Consultant)、施工廠商及高雄捷運技術諮詢審查顧問間，係透過技術文件處理表，針對技術資料、文件、圖說內容，徵詢各相關單位之意見，此類案件均納入系統管理，其資料包括審查表資料、審查意見、綜整意見、審查結果及回覆內容等，其主要功能有：

- (一) 收件作業：取得來文單位技術文件之使用權。
- (二) 送件作業：傳送技術文件給某一指定單位承辦。
- (三) 登錄作業：包括四項 1. 資料登錄：處理基本資料、承辦資料及結案歸檔資料，2. 技術文件：處理執行事項、處理單位、附件、意見欄等資料，3. 審查意見：處理項次、圖說或章節及審查意見等資料，4. 上傳附件：提供案件附件檔案上傳，並供審查單位下載，方便審查作業。
- (四) 查詢列印：提供使用者各項表單的查詢及列印與統計作業。

(五) 維護作業：提供各單位詞彙維護、表單編號彈性設定、承辦人建檔管理、檔案維護、錯送刪除、案件銷號、案件改號等作業，相關功能如下圖：

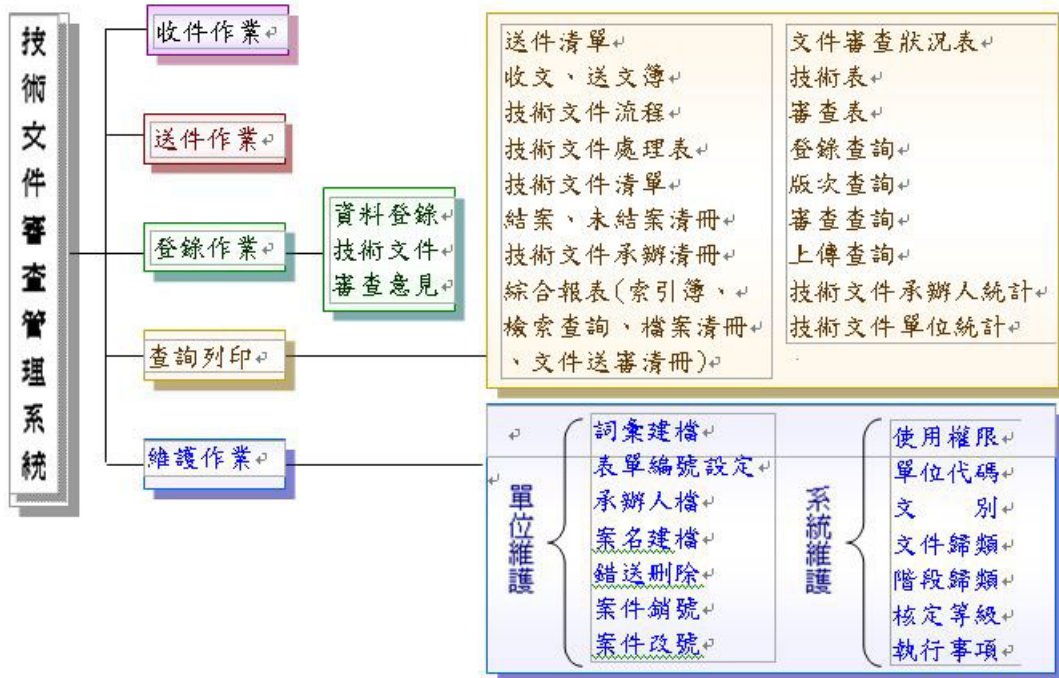


圖 4 技術文件審查管理系統功能表

六、細部設計作業與技術文件審查管理系統未來願景

從民國 94 年 3 月起局內各項機電系統細步設計作業，均依據通過國際 ISO9001：2000 驗證之「機電系統標細部設計技術審查品質管制作業程序」(QSOP-G9003)，經使用『技術文件審查管理系統』輸入各項審查意見、技術文件審查作業檢核、設計審查狀況建議等資料並產生相關陳核報表，局內各項審查結果資料均已全面 e 化保存。

從今年 (5 年) 月 15 日起，本系統捷運團隊 (外單位) 子系統已正式啓用，各施工廠商或細部設計顧問均可由捷運局網站 (www.dorts.gov.tw) 捷運團隊專區」，透過自然人憑證進入本系統，來完成細部設計技術文件、審查資料及送審文件電子檔上傳、審查意見下載、廠商答覆等電腦收送作業，本系統所有資料保存之全面 e 化作業環境已初步完成。

未來施工廠商或細部設計顧問的加入並踴躍參與本系統捷運團隊之子系統，上傳各項相關送審文件電子檔供日後各工程司直接上網查詢調閱，將成為機電系統細部設計作業運用『技術文件審查管理系統』全面 e 化成功之關鍵，以減少送審文件紙本文堆積如山卻無法有效運用之現象。

七、技術知識管理系統規劃

本局技術文件管理中心保存管理各項技術文件 (基準文件、契約文件、圖說)，除系統化管理外 (工程圖庫管理系統、技術規範管理系統、技術文件審查管理系)，能進一步透過統一之電子作業系統，方便同仁進行資料查閱並作個人化知識管理，達到知識共享、提昇工作

效能目的。其系統目標為建構一作業平台以協助本局結構化（資料庫資料）及非結構化（檔案資料）技術知識之組織分類，並達到系統化知識管理目標，協助使用者在處理日常業務時，透過單一窗口進行跨系統文件搜尋，迅速取得所需參考資料，除 xls、doc 及 txt 等文字檔案外，文件掃描檔（tif）亦可進行全文檢索，並就檔案內容進行瀏覽與擷取，功能上先滿足知識倉儲及知識檢索等基礎作業需求，未來再朝知識採擷、知識社群、專家系統...等多方位知識管理發展。操作介面目前以桌上型電腦 Web 瀏覽器為主，未來並可配合本局發展方向另製作 PDA 操作介面，主要系統架構如下：

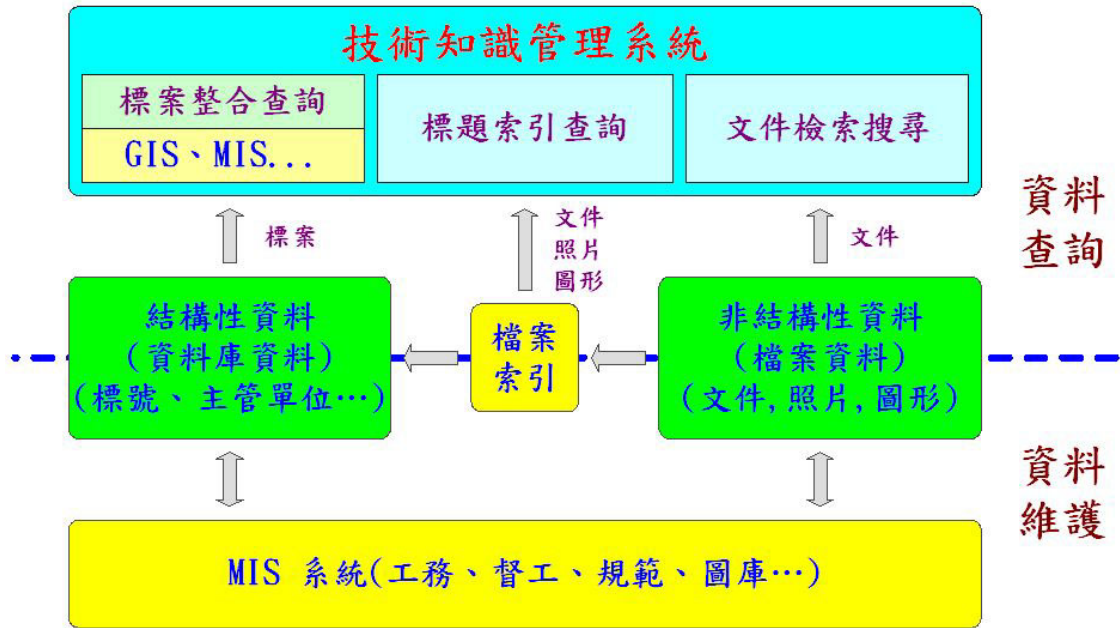


圖 5 技術知識管理系統規劃架構圖

並規劃資訊技術於知識管理之應用範疇如下：

- (一) 入口網站：扮演使用者進入知識管理系統主要角色，進行認定身份及管制權限。
- (二) 資料倉儲：建立資料庫與知識庫，提供龐大智慧資產之儲存。
- (三) 資料管理：提供維護及管理之功能。
- (四) 資料查閱：提供使用者資料搜尋、閱覽、全文檢索、資料下載等功能。
- (五) 群組軟體：成立知識社群，提供使用者協同合作、分享經驗之環境。
- (六) 知識採擷：藉由資料的相關性，發掘內隱知識。
- (七) 智慧搜尋：輔助知識工作者搜尋資料。
- (八) 企業智慧：利用資料案例化與抽象化建立企業經營或生產之知識模式。
- (九) 專家系統：網路上的智慧型代理人，可對使用者提供即時和互動的援助。
- (十) 電子化學習：建立網路學習與訓練環境，提高學習效果。

其主要系統功能如下：

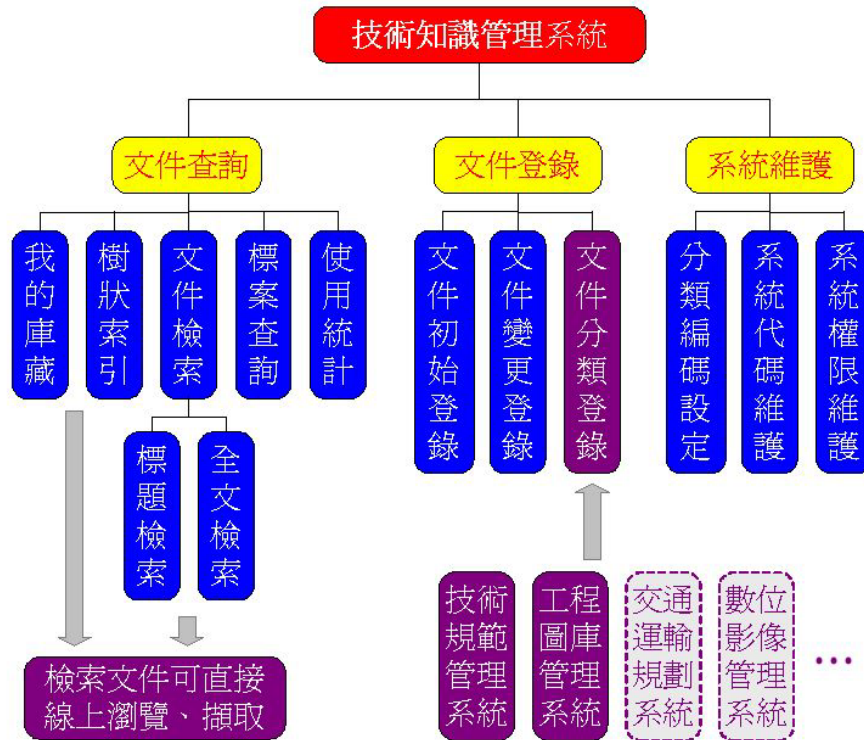


圖 6 技術知識管理系統功能架構

八、結語

本於對知識管理之執行，經由知識經濟的理念對捷運施工建設知識的累積與再運用、內化及擴散本局技術知識資源，以達因應本局對外技術顧問諮詢服務規格，再經由建置『技術知識管理系統』結合機電系統基本設計與細部設計作業，於審查細部設計文件時能聯結並對應到相關基本設計所定訂的規格功能，提高捷運機電系統工程規劃設計之資訊管理，進而擴大捷運技術智慧資源的應用層次，提高諮詢服務品質，未來更可擴展其他捷運相關技術輸出，並可提昇e化管理效率，分述如后：

- (一) 避免共同之規劃設計重做，以節省人力，增進工作效率。
- (二) 產出符合規範的標準文件格式。
- (三) 促進本局規劃工程的溝通與管理。
- (四) 提昇技術規範製作的品質，方便追蹤與查詢。
- (五) 管理整個技術規範的規格要件以確保符合特定標準。
- (六) 精確記錄專案範疇、引用來源與出處來加強查詢的效益。
- (七) 透過優化管理流程以提升團隊生產力。
- (八) 加強技術規範管控以提高處理效率。
- (九) 縮短統計與文件製作時間，加強檢核作用以健全檔案管理。
- (十) 在科技進步快速之潮流下，強化業界對於捷運局工程品質的信心。
- (十一) 提昇部門資訊系統之管理，強化捷運技術規範管控團隊之本質學能。

本局所有機電工程技術規劃設計文件正是集合所有菁英智慧結果的產出，這種經驗與資訊為成果的展現，也是本局最寶貴的知識資產。知識管理是新興且日益重要的議題，它協助組織的人員在面臨變化時創新及適應。確保組織具有動力、肯創新、反應靈敏。若不妥善地 e 化管理這些資產，組織就無法有效率地進步，結果導致資訊流失、經驗無法傳承、工作延宕、任務重覆，而且錯失市場良機。全盤考慮以下三個要素能夠達成以結果為導向之知識管理，以善用珍貴捷運機電核心技術，為當今捷運建設產業建立永續發展之關鍵。

流程：確保知識管理與企業流程並行不悖。

組織的動態：克服共享知識的障礙，並鼓勵創新的精神。

科技：使人們能夠利用熟悉的工具共享知識。

參考文獻

1. 台北市政府捷運工程局，品質管理系統程序書-機電系統基本設計作業程序(QSOP-G9002)。
2. 台北市政府捷運工程局，品質管理系統程序書-機電系統標細部設計技術審查品質管制作業程序(QSOP-G9003)。
3. 台北市政府捷運工程局，技術文件審查管理系統使用手冊。
4. 台北市政府捷運工程局，技術規範管理系統使用手冊。
5. 台北市政府捷運工程局，機電系統工程一般規範。
6. 台北市政府捷運工程局，技術知識管理系統規劃報告。