

一 般

台灣電力股份有限公司 105 年度
研究計畫 5460400153

斷路器專家診斷暨加值應用系統

期末報告 (修正稿)

台灣電力股份有限公司

中華民國 106 年 4 月

本報告書僅供

政府機關參考

請勿轉載

摘要

台灣電力股份有限公司（以下簡稱 台電公司）經年致力於電力相關設備及系統之開發與維護，以確保台灣電力供應之充足而穩定電量。為了充分掌握輸配電力中各個環節，台電公司供電處於 97 年度起陸續規劃建置「變電設備維護管理系統」、以及「變電設備維護管理系統之應用程式(APP)」，提供設備維護人員記錄設備情況之平台與工具，方便紀錄定期點檢維護作業及管理變電設備使用情況，相關計畫累積成效顯著，可降低因資訊不足所造成不可預期之損失外，及縮短現場點檢人員作業時間，整體提升了點檢巡查作業之效率。

本計畫即根據前述計畫之系統與資料基礎，優化既有變電管理流程，並建立一專家診斷預警系統。除了不斷精進變電設備系統及資料庫，以提升整體系統效能外，針對變電設備中極為重要之斷路器將加以監控，進一步採用機器學習概念(Machine Learning, ML)與地理資訊系統 (Geographical Information System, GIS) 等方法，透過歷史資料統計與分析，達到風險評估與即時警告功能。

透過本計畫之執行，預期將整合斷路器之資產管理於「變電設備維護管理系統(含 APP 應用)」之中，提供斷路器風險評估表對數據中出現異常之部分警示，並以 GIS 視覺化展示之，將使原本僅作為資料管理之系統，進階成為具風險控管效益之專家資訊系統，做為未來事前汰換設備，預期防堵因斷電器因設備老舊、毀損或異常所造成之供電問題，助益台電公司長期供電穩定之目標。

關鍵字：斷路器、機器學習、風險預警

Abstract

Taiwan Power Company (TPC) bears the responsibility to supply electricity for the entire nation, and makes great effort to improve the management of power facilities. In order to have precise control on every single part of power transmission and improve the efficiency of equipment inspect, TPC started a series of project from 2008, including the developing of “System for Transforming Equipment Maintenance and Management” and an Application Program (APP) for the system. This enables maintenance personnel to record regular checkups, maintenances and transforming equipment management, therefor elevated the efficiency of inspection tasks.

Our goal is to optimize the process of transforming equipment management and to develop an expert system accordingly. Besides improving the system of transforming equipment and therefore improve efficiency, we also look to monitor circuit breakers by applying technologies such as Machine Learning (ML), and Geographical information System (GIS), and so on. Risk assessments and real time alerting system can be achieved with the help of historical data analyzing.

In this research project, we intend to integrate the management of circuit breakers into the “System for Transforming Equipment Maintenance and Management” as well as the APP. We also plan to provide the risk assessment for circuit breaker by statistical analysis and ML, what is more, to make the automatic alerting messages of risk display on GIS. Further, the original system of data management would be transformed into an expert system for risk control.

Key Words: Circuit Breaker, Machine Learning , Risk Warning

目 錄

摘要.....	II
ABSTRACT.....	III
目 錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第 1 章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目標	2
1.3 預期成效	3
1.4 相關文獻與案例探討	4
第 2 章 整體計畫執行成果說明	13
2.1 既有變電設備維護管理系統資料庫正規化	13
2.1.1 正規化工作說明	13
2.1.2 資料庫現況整理	14
2.1.3 資料庫正規化成果	20
2.2 斷路器專家診斷與風險評估分析	30
2.2.1 斷路器設備型號正規化	34
2.2.2 斷路器風險評估	40
2.2.3 斷路器動作時間分析	46
2.3 斷路器專區系統功能設計	72
2.3.1 風險評估紀錄查詢	72
2.3.2 動作時間查詢	76
2.4 系統開發成果	77
2.4.1 風險評估紀錄查詢	77
2.4.2 動作時間查詢	81
2.4.3 其他功能	82
2.5 系統開發之方法、技術及工具	90
第 3 章 執行進度	93
3.1 執行進度	93
3.2 需求規範與執行成果	95
3.3 後續工作	96

第 4 章 結論	99
第 5 章 後續建議	101
5.1 變電設備維護管理系統優化建議	101
5.1.1 系統整體規劃	101
5.1.2 設備點檢填報項目正規化建議	107
5.2 ML 後續應用發展	114
參考資料.....	117
附錄一、期中說明會會議紀錄	1
附錄二、期末說明會會議紀錄	2

表目錄

表 2-1 變電設備維護管理系統各期執行項目	13
表 2-2 目前資料庫 TABLE 清單	16
表 2-3 目前資料庫 VIEW 清單	17
表 2-4 資料庫現況	20
表 2-5 各廠牌斷路器原廠型號對照表(以中興電工為例).....	38
表 2-6 各廠牌斷路器型號正規化校正	39
表 2-7 台電公司斷路器風險評估權重評分表	41
表 2-8 斷路器設備點檢次數分布狀況	44
表 2-9 各家製造商斷路器啟斷事件動作時間敘述性統計摘要	51
表 2-10 斷路器啟斷事件動作時間異常偏高資料規則(1/8)	53
表 2-11 各類別斷路器閉合事件動作時間敘述性統計摘要	60
表 2-12 各家製造商斷路器閉合事件動作時間敘述性統計摘要	63
表 2-13 斷路器閉合事件動作時間異常偏高資料規則(1/7).....	65
表 3-1 需求規範與執行成果對應	95
表 5-1 變電設備維護管理系統功能權限(1/3).....	104
表 5-2 中港 E/S 之 OFPTB-60-40LA 點檢項目(1/2)	108
表 5-3 嘉義 E/S 之 OFPTB-60-40LA 點檢項目(1/4)	110

圖目錄

圖 1-1 國內外維護點檢技術發展趨勢示意圖	6
圖 1-2 斷路器維護排序指標(CBMR)	7
圖 1-3 斷路器維護觸發指標(CBMT)	8
圖 1-4 斷路器維護排序工具圖(CBMR TOOL).....	8
圖 1-5 日本九州電力公司宮崎變電所設備狀態監控架構示意圖	10
圖 1-6 斷路器機械接點對照電氣訊號動作時序圖	10
圖 1-7 未來發展監控系統架構示意圖	11
圖 1-8 西班牙恩德薩變電站之設備狀況監控架構	11
圖 1-9 監控資料傳輸架構	12
圖 2-1 目前資料庫關聯圖 1	14
圖 2-2 目前資料庫關聯圖 2	15
圖 2-3 目前資料庫關聯圖 3	15
圖 2-4 原案資料庫關聯圖 1	19
圖 2-5 原案資料庫關聯圖 2	20
圖 2-6 正規化後資料庫關聯圖 1	29
圖 2-7 正規化後資料庫關聯圖 2	30
圖 2-8 斷路器維護排序指標 (CBMR) 執行流程.....	31
圖 2-9 斷路器維護觸發指標 (CBMT) 執行流程.....	32
圖 2-10 台電斷路器專家診斷系統維護排序指標執行流程	33
圖 2-11 變電所進行現場斷路器等設備現勘	36
圖 2-12 既有變電設備維護管理系統資料庫所有斷路器資料	37
圖 2-13 既有變電設備維護管理系統資料庫斷路器廠牌分布	38
圖 2-14 各廠牌斷路器型號正規化校正成果(以中興電工為例)	39
圖 2-15 台電變電設備維護管理系統資料庫整理、分析流程	43
圖 2-16 斷路器設備風險總分之分布狀況	45
圖 2-17 各類別斷路器啟斷事件動作時間盒鬚圖	50
圖 2-18 各家製造商斷路器啟斷事件動作時間盒鬚圖	52
圖 2-19 各類別斷路器閉合事件動作時間盒鬚圖	62
圖 2-20 各家製造商斷路器閉合事件動作時間盒鬚圖	64
圖 2-21 斷路器專區功能架構圖	72
圖 2-22 WEB-斷路器風險地圖查詢示意	73
圖 2-23 WEB-最新風險評估紀錄查詢示意	74
圖 2-24 WEB-歷史風險評估紀錄查詢示意	74
圖 2-25 APP-斷路器風險地圖查詢示意.....	75

圖 2-26 APP-歷史風險評估紀錄查詢示意.....	75
圖 2-27 WEB-動作時間查詢分析示意.....	76
圖 2-28 APP-動作時間查詢分析示意.....	77
圖 2-29 WEB-風險評估 GIS 圖台畫面 1.....	78
圖 2-30 WEB-風險評估 GIS 圖台畫面 2.....	78
圖 2-31 APP-風險評估 GIS 圖台畫面.....	79
圖 2-32 WEB-最新風險等級畫面.....	79
圖 2-33 WEB-歷史風險等級畫面.....	80
圖 2-34 WEB-風險評估表內容畫面.....	80
圖 2-35 APP-風險評估查詢結果.....	81
圖 2-36 WEB-風險評估查詢結果.....	82
圖 2-37 APP-風險評估查詢結果.....	82
圖 2-38 系統登入畫面.....	83
圖 2-39 變更密碼畫面.....	84
圖 2-40 使用者資料管理畫面.....	84
圖 2-41 新增使用者資料畫面.....	85
圖 2-42 編輯使用者資料畫面.....	85
圖 2-43 變電所資料管理畫面.....	86
圖 2-44 維護課資料管理畫面.....	86
圖 2-45 所區資料管理畫面.....	87
圖 2-46 設備規格管理畫面.....	88
圖 2-47 設備基本資料管理畫面.....	88
圖 2-48 依設備查詢與下載畫面.....	89
圖 2-49 依所別查詢與匯出畫面.....	89
圖 2-50 設備資料匯出檔案.....	90
圖 5-1 原系統功能選單.....	102
圖 5-2 本計畫新系統功能架構.....	103
圖 5-3 變電設備維護管理系統之使用者組織架構.....	104
圖 5-4 認證流程設計.....	104
圖 5-5 機器學習未來發展決策輔助工具.....	115

第1章 緒論

1.1 研究背景

由於供應穩定電源需仰賴發電廠及變電所進行複雜之傳送、轉換等過程，依據台電電力系統電壓層級，將發電廠所發出之電力集送至一次變電所及配電變電所，再經由二次變電所及配電變壓器降壓至各種層級之電壓，供用戶使用。故為妥善管理台灣輸電線路中重要樞紐，台電將台灣之一次變電所及配電變電所（以下統稱為變電所）劃分為六區，分設供電區營運處，妥善管理六個地區內之變電所及超高壓變電所。

由於變電所內之主變壓器、斷路器、電容器及防雷設備等設備眾多，且均攸關供電是否正常，若有任何故障導致主變壓器跳脫，其影響供電之用戶多達數萬戶至數十萬戶，不但影響台電售電收入，牽扯國家經濟發展及人民生活甚鉅。因此，台電每一供電區營運處均投入甚大人力與物力於所轄之變電所之監控與維護。

為了系統化管理監控與維護設備，供電處於 97 年度起陸續針對各類變電設備開發資產維護及管理平台，現已將各供電區處設備資料（含基本資料、出廠資料、點檢資料、歷史資料、維運資料等）電子化、網頁化，方便管理使用，陸續導入資產管理概念、GIS 技術輔助變電設備維護管理。

既有系統將龐雜電力設備資料畫分成基本資料以及規格資料兩部分，基本資料指的是設備編號、廠號、線路名稱、點檢週期、最近點檢日期等這台設備的個別資料；而規格資料指的是變壓器的額定電壓電流、接續方式，或著是斷路設備的型式、啟斷容量，電容器的容

量值等設備的種類資料。其中，規格資料日後統一由供電處制定管理，各維護課人員建立設備時只能從供電處制定的規格中選擇設備型號以決定規格，避免造成設備資料錯誤混亂，

經過上述計畫之努力，目前「變電設備維護管理平台」已具備資產管理之架構，所累積大量資料可供進一步分析應用，深具資料加值應用之效益，若再擴充開發重要設備之預警功能，將大幅優化資產管理中設配汰換機制，精進為專家資訊系統，提供設備管理汰換之科學化決策支援參考依據，避免人為疏漏或誤判導致之後果。

爰此，以既有系統開發與資料建置成果為基礎，本計畫擬針對變電所內之斷路器設備，導入機器學習(ML)概念，結合變電設備維護管理系統內資料進行專家系統模型建立及風險評估，開發預警評估系統，透過資料加值應用，提供變電維護管理系統更多元之功能。

1.2 研究目標

本計畫旨在優化與精進整體變電設備系統資料庫之效能與功能，善用累積之歷史與即時監測資料，規劃資料加值應用之方案，透過數據分析、機器學習(ML)等方法開發專家預警模型，優先建立關鍵設備—斷路器之風險評估機制。茲歸納本計畫之工作目標如下：

一、系統與資料庫加值應用方案之整體建議

針對供電單位現有與變電設備(含斷路器、變壓器等)相關系統、資料庫進行盤點，整體規劃變電設備系統與資料庫，提供詳實之系統分析報告(包括資料庫軟體、欄位等)，據以提出整合加值應用之建議。

二、整合斷路器資料於變電設備系統與資料庫

納入斷路器資訊於既有變電設備系統中共同應用，將相關資料與變電設備資料庫進行結合、關聯，優化系統使用者介面(UI)與使用者

經驗(UX)，改善現行不友善之操作與查詢步驟，適度整合相關聯資訊於單一系統下應用，新增對應之查詢與管理功能，避免不必要之介面切換動作，達到節省使用者時間，整合重要設備敦促加值應用之效益。

三、開發斷路器專家診斷與警告功能

訂定各供電區斷路器風險評估之統一表單，並建置斷路器風險評估所需之應用表單，導入機器學習(ML)針對歷史與即時資料加以研析，藉此提供專家診斷與警告模式，俾利開發專家資訊系統之風險評估與及告警功能。

四、提供具空間查詢與視覺化呈現之圖台

考量一般 MIS 系統列表表示之管理方式，必須透過表單查詢之方式調閱資料，往往資料在呈現上不夠直覺，利用 GIS 技術圖形化之優點，可直接將重要之變電資訊展示於地圖平台上，達到強化告警之功能，加速使用者辨識與反應之時間。

五、精進 APP 應用程式

用整合之設備資料庫，提供 APP 加值應用之基礎，配合前述風險評估及專家系統之建置，開發適用於智慧型裝置之應用程式 APP，未來並可與輸變電維護管理系統資料庫相互整合應用。

1.3 預期成效

本計畫之預期效益如下：

一、統一及健全斷路器風險評估機制

本計畫將結合風險評估表單填報內容，廣泛蒐集設備操作及維護現況、歷史數據及監測資料，分析歸納斷路器故障及劣化因子，蒐集各次故障對系統產生的影響，評估及建置判斷模式，並佐以滾動式定

期校核判斷模式，以風險為基礎進行決策模式建置及相關曲線比對，並於系統端提供即時警告功能。

二、達到設備全生命週期管理願景

台電目前主要採取週期性實行設備之維護保養，以確保各項設備運作無誤，惟此一確保性維護機制雖跳脫被動式管理，達到預防性管理，但仍未進入預測性管理領域。透過彙整國內外發展經驗與進展，借鏡寶貴經驗，由 TBM 維護管理機制，逐漸邁向 CBM 狀態維護機制，並以預測性維護為目標邁進，以求達到設備全生命週期管理願景。

三、提供變電設備資料多元應用

目前雖有部分維運資料電子化輸入介面，惟介面的人性化程度較低，有必要進行相關的整合與系統開發，提供多元與加值應用功能。為達成此目的，將透過更新既有資料庫、評估表、資料定期填報、跨系統整合、分析模型，配合圖資系統開發 WEB 界面，結合 GEE 視覺化系統，並搭配手持裝置方便使用，結合智慧化、行動化、雲端化技術及裝置，開發整合性資產維護管理暨應用平台，同時提供設備運轉訊息等即時資訊。

1.4 相關文獻與案例探討

一、維護點檢技術趨勢

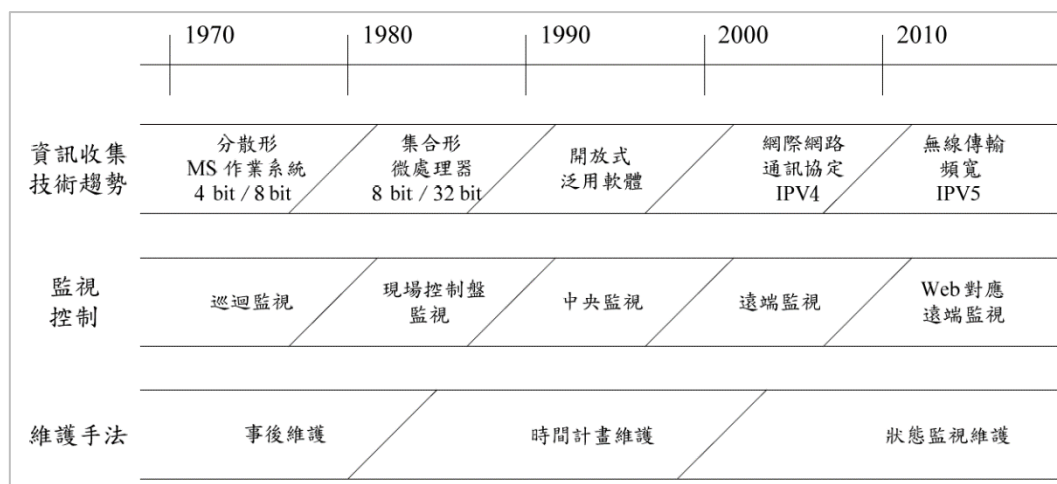
早年台灣主要電力來源以水力發電為主，相關水力發電廠機組設備之維修制度乃利用枯水期進行定型大型維修以及不定期之點檢及損壞維修，亦無建立完整之維護制度或操作程序手冊等輔助資料。

同樣的，早期各式變電所設備之維護多數乃被動式管理，亦即發生設備故障或損壞時再進行修復，直至 1960 年代，國內開始參照美

國等先進歐美國家維護管理方式，開始以定期維護方式(TBM time based maintenance)進行各項設備之點檢與維護排程並建立相關設備汰換準則，從此一時期開始，大致奠定台電公司各項變電設備維護機制，主要採取週期性實行設備之維護保養，以確保各項設備運作無誤，惟此一確保性維護機制雖跳脫被動式管理，達到預防性管理，但仍未進入預測性管理領域。

綜觀國際，早期各國電力廠房與設備機組之管理方式主要以事後維護為主，亦即發生設備故障損壞時再進行事後維修工作。美國在 1950 年代之後，開始導入定期性的設備保養檢查機制，即事先依據排定各項設備之檢查保養工作，或是定期更換設備零件以確保運作無誤。到了 1970 年代，發展成為狀態維護機制(CBM condition based maintenance)，藉由專業工程技術人員，透過日常巡檢觀察設備零件老化情形，評估機械設備可能發生之異常狀況，進而主動式進行維護；鄰近亞洲國家日本亦於 1970 年代研究推廣設備診斷技術(CDT condition diagnosis technology)，其發展宗旨類似於 CBM 精神，以進行設備主動性維護來提升機械設備運轉效率，並且達到有效降低維護成本之目的。

至此，國外逐漸由 TBM 維護管理機制，逐漸邁向 CBM 狀態維護機制，並以預測性維護為目標邁進，以求達到設備全生命週期管理願景，以一維護點檢技術之轉變發展趨勢亦即透過可靠度做為核心策略，來決定設備維護優先次序(RCM reliable condition management)。



(資料來源：台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4102-0004)

圖 1-1 國內外維護點檢技術發展趨勢示意圖

二、斷路器管理維護資訊工具與應用系統發展

綜觀國內外電力供應公司皆有年度維護預算編列甚至逐年經費縮減的壓力，故需針對設備進行現況評估，對於逐年老化的設備的汰換需求檢討，因而需要發展變電設備包含斷路器的管理維護資訊輔助工具，甚至是資訊應用管理系統來達成上述目標。

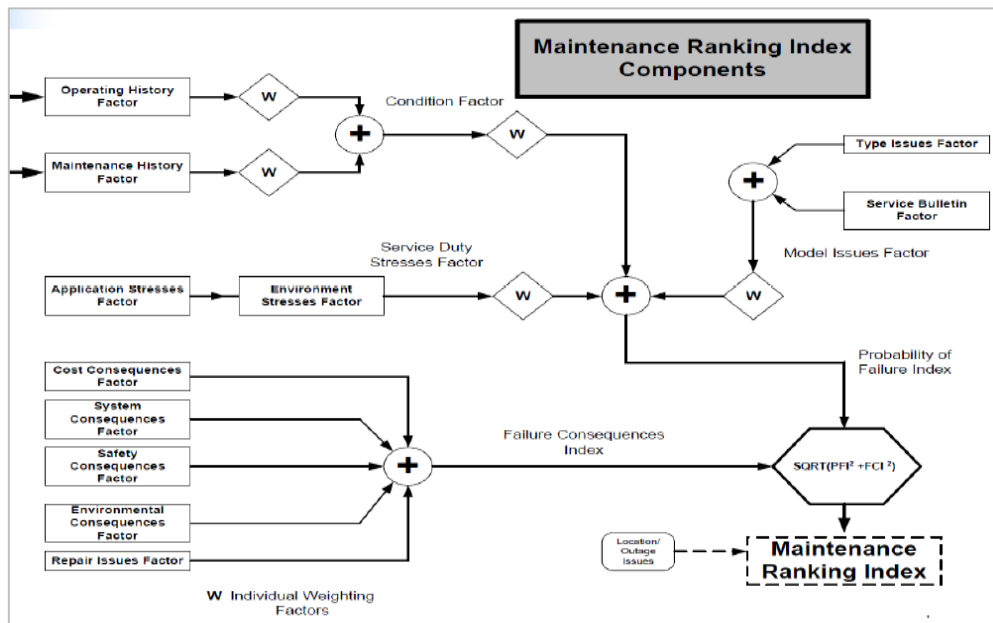
變電設備在運作過程中可能產生風險，此一風險主要定義為造成損失的設備故障機率與損失產生之運作影響，同時，設備故障將導致費用增加等潛在風險，甚至影響設備可用性和電力供應公司營運與商譽損害，例如收入損失、維修費用增加、環境影響衝擊、設備運轉可靠度、影響供電品質等後果。

(一) 美國電力研究所(EPRI electric power research institute)

美國電力研究所(EPRI electric power research institute)提出一些針對斷路器設備維護的論點，經長期數據彙整分析結果發現，斷路器的磨損與設計、操作及保養等因子與其設備服務水準及設備損壞發生有關，結合運轉和維護數據以及斷路器的原始設計資訊，可以推估其預

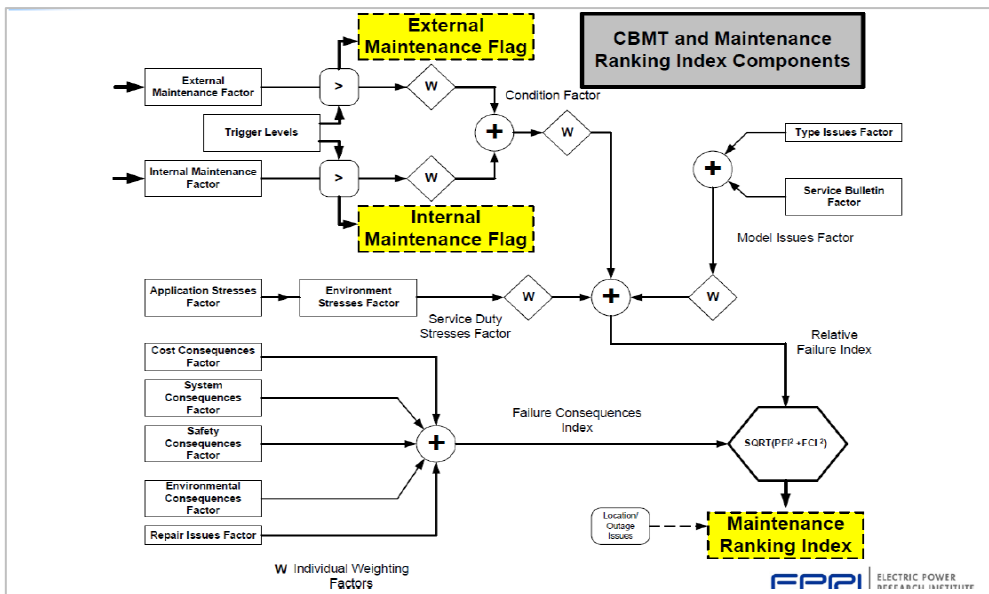
期狀態和維護保養需求，將資產管理原理與設備資訊結合。EPRI 依此概念從既有蒐集彙整資料如運轉數據、維護數據及斷路器設計施工等資訊推斷斷路器狀態，建置了三項指標工具來發展前述的概念，分別是：維護排序指標(CBMR)、維護觸發指標(CBMT)、更換排序指標(CBRR)。

依據上述指標開發設備管理工具，利用數據來推估與評估設備狀態，減低每台斷路器週期性檢查之需求，本團隊亦蒐集相關 EPRI 之斷路器評估工具作為本研究案評估斷路器風險指標之參考，其斷路器維護排序工具(Circuit Breaker Maintenance Ranking Tool)即是利用設備的歷史綜合資料(含設計、運轉及維護等)來分析設備的風險，產生斷路器維護排序指標(CBMR, Circuit Breaker Maintenance Ranking)及斷路器維護觸發指標(CBMT, Circuit Breaker Maintenance Trigger)，與傳統以定時週期為基準的維護方式不同。



(資料來源：EPRI 2014 Transmission and Substations Area Task Force Meetings)

圖 1-2 斷路器維護排序指標(CBMR)



(資料來源：EPRI 2014 Transmission and Substations Area Task Force Meetings)

圖 1-3 斷路器維護觸發指標(CBMT)

在斷路器維護排序工具中，輸入斷路器相關運轉資料(如建置日期、運轉時數、啟動次數等)、維護資料(前次點檢日期、年度發生異常次數等)與設備相關資料(如建置費用、故障時對系統的影響程度等)。

The screenshot shows the CBMR Tool interface with a spreadsheet of breaker data. The spreadsheet includes columns for Breaker Data (Manufacturer Model Number, Interrupting Medium, Mechanism Model, Mechanism Type, Breaker Rated Fault Current, Application, DBBLE To Cut, Type Issues, CBMR Score, Available Fault Current, In-service Date, On line, Subject To High Lightning, # Switch and Fault Operations Since Last External Service, # Fault Operations Since Last Internal Overload, Date of Last Operation, # Switch and Fault Operations Since Last 300 Days) and Breaker Operati... (Operational Statistics). The data rows show various breaker types like Oil, Gas, and Gas Line with their respective ratings and operational histories.

(資料來源：EPRI 2014 Transmission and Substations Area Task Force Meetings)

圖 1-4 斷路器維護排序工具圖(CBMR Tool)

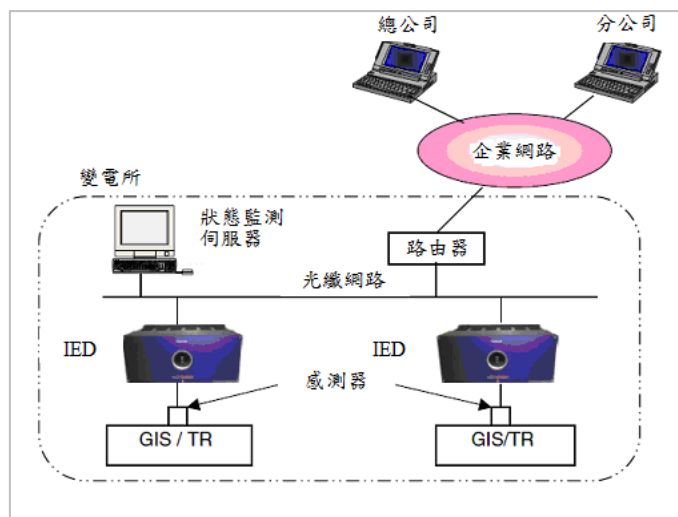
當系統具備上述輸入資料後，斷路器維護排序工具會自動化產出各種維護排序指標提供維護人員參考，例如點檢的維護指標 (Maintenance Trigger Flagged) 出現時，表示該斷路器應該安排停電進行相關維護工作。

此外，隨著保護電驛數位化與智慧化的演進，智慧型電子裝置 (Intelligent Electronic Device, IED) 除具備量測、控制及通訊功能外，亦具備發展條件式維護 (Condition Based Maintenance, CBM) 技術，故應用於斷路器預知性維護將是必然趨勢。當設備符合預設條件時，即可啟動安排設備維修，將避免不必要維修及人力物力的浪費，而使設備維修週期更合理化。同時，應用 IED 擷取設備之狀態資料，如電壓、電流及溫度等資訊儲存於資料庫內，經過電腦應用系統工具分析後，可自動化產出維護檢修工作排程。

本團隊即使用 EPRI 的 CBMP Tool 作為計畫中針對斷路器風險評估因子與計算之重要參考依據，詳細說明請詳 2.2 章節說明。

(二) 日本九州電力公司宮崎變電所即設立狀態監控系統

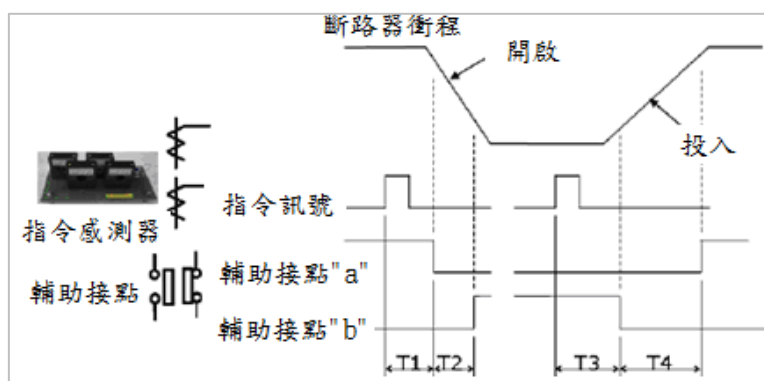
利用 IED 連接各設備接收並儲存監測數據，經由網路通訊將資料傳送至監控伺服器，且遠端使用者可透過網路查看與下載資訊。此一設備狀態監控系統主要針對變壓器相關項目(油中氣體、油溫、有載切換開關操作次數/時間、有載切換開關接點磨損等)及氣體絕緣開關相關項目(斷路器操作時間、斷路器接點磨損、油壓幫浦動作、氣室壓力、內部故障位置等)進行監測。



(資料來源：台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4102-0004)

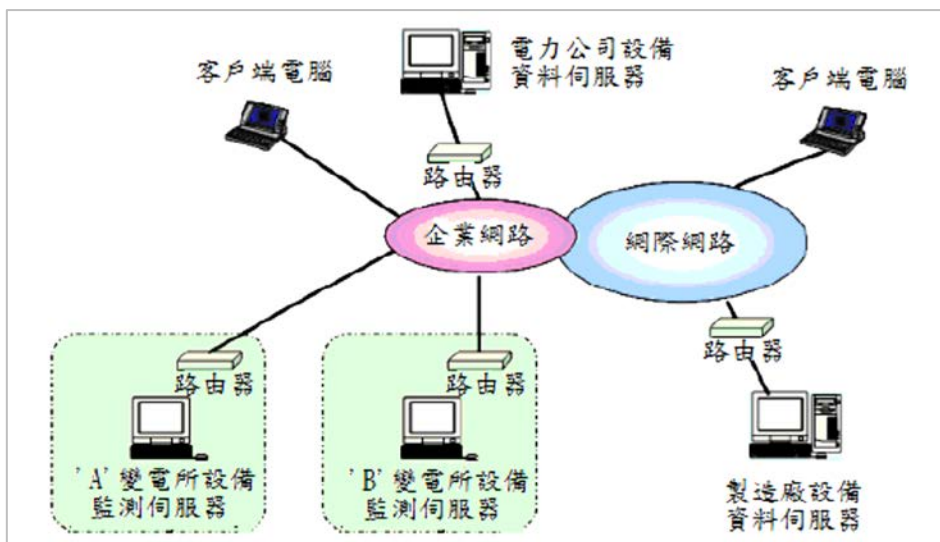
圖 1-5 日本九州電力公司宮崎變電所設備狀態監控架構示意圖

斷路器操作時，由其機械接點對照電氣訊號之動作時序圖，可發現斷路器機構異常徵兆。其未來發展推廣架構如下圖所示，系統架構使電力公司不僅可遠端監控設備並且可將參數傳送給設備製造廠商及維護設備承包商，達到串聯上下游廠商即時訊息傳遞功效。



(資料來源：台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4102-0004)

圖 1-6 斷路器機械接點對照電氣訊號動作時序圖

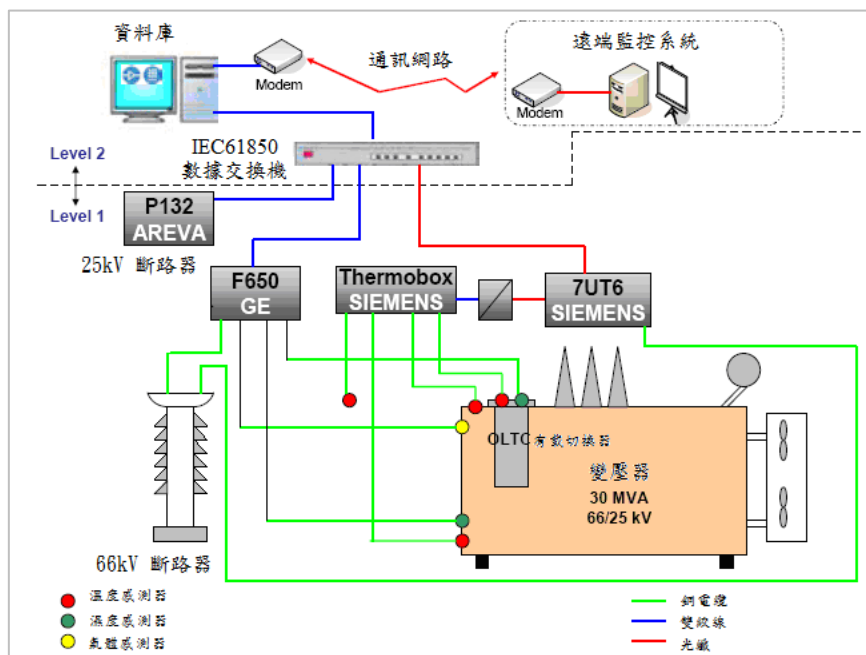


(資料來源：台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4102-0004)

圖 1-7 未來發展監控系統架構示意圖

(三) 西班牙巴塞羅那地區恩德薩變電站

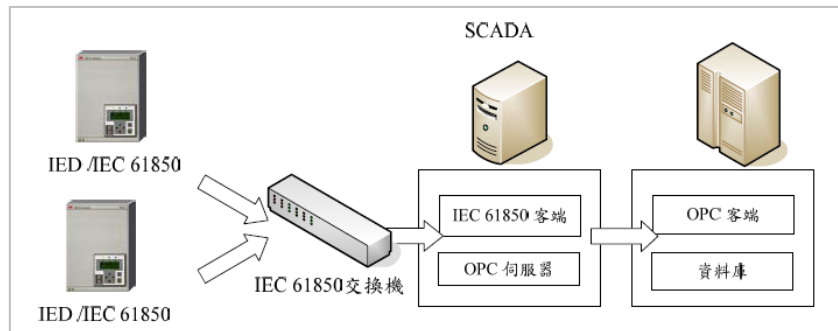
位於西班牙巴塞羅那地區的恩德薩變電站內，安裝 66/25kV 變壓器、一次側 66kV 斷路器和二次側 25kV 斷路器。其狀態監控系統主要是以 IED 及通訊協定 IEC61850 所構成。



(資料來源：台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4102-0004)

圖 1-8 西班牙恩德薩變電站之設備狀況監控架構

其狀態監控系統 SCADA 可區分為兩個層次，第一層次藉由 IED 從變電設備取得量測數據，變壓器監測著重於評估絕緣油狀況，藉此推估帶電設備(鐵心及線圈)狀態，此外，變壓器有載切換開關接點狀態和驅動機構狀況亦納入監測範疇；斷路器設備則是監控其電壓、負載電流及開關狀態。第二層次將資料儲存於資料庫進而彙整分析，作為後續設備維護保養決策依據；現場感測器的數據透過 IED 蒐集紀錄，並以 IEC 61850 通訊協定傳送，電腦主機裝設 IEC 61850 通訊協定之用戶端得以擷取伺服器資料；同時電腦裝有 OPC 伺服器，可轉換數據格式，最後以 Web 伺服器形式作為遠方監控及人機介面。



(資料來源：台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4102-0004)

圖 1-9 監控資料傳輸架構

三、小結

借鑒國內外經驗，透過管理維護資訊工具、應用系統建置與導入，自動化蒐集設備運轉數據與維運紀錄，才以此為基礎進一步分析設備歷史維護資料及線上即時數據資料，由設備現有的狀態推估未來的損壞風險與服務效能變化，在掌握設備的風險後，進而在設備劣化及故障前即時發出警訊，達到預防風險發生之目的。