

一般

台電全黑啟動電腦輔助即時決策支援
系統新增功能研發

完成報告

台灣電力股份有限公司
中華民國 105 年 6 月

本報告書僅供
政府機關參考
請勿轉載

中文摘要

全黑啟動為電力系統從全黑中迅速復電的關鍵能力，自 96 年起本計畫團隊所研發之電腦輔助全黑啟動加壓模式決策系統(Blackstart Decision Supporting System, BSS)已被應用於台電調度處協助離線規劃與模擬台電全黑啟動策略。

為進一步擷取台電公司之電力系統設備審修作業管理系統(Power System facility Management System, PMS)之即時電網狀態資料，以避免復電階段之調度操作與實際系統狀況產生落差，本計畫目標係強化既有全黑啟動電腦輔助決策支援系統並研發新功能，設計一全黑啟動線上支援系統(Blackstart Online Supporting System, BOSS)以提供調度員全停電當時的電力系統相關資訊與最佳全黑啟動決策，讓調度人員迅速掌握系統狀況，快速研判並執行復電計畫。此外，本計畫將進行發電機電壓及進相運轉能力之評估，以及即時偵測並顯示系統分裂或孤島運轉資訊可行性與可擴充性之評估。

期能透過本計畫，對於台電系統全黑復電策略與程序作深入而完整的檢視與探討，提升台灣電力系統復電初期全黑啟動成功率與系統穩定性，降低全黑啟動的風險與調度人員的壓力。

關鍵字：電力系統、設備審修作業管理系統、全黑啟動線上支援系統

Abstract

Black start is the essential capability to reach rapid power restoration when a severe blackout is happening in the power system. To evaluate the optimal black start strategies, since 2007 the research team has developed the Blackstart Decision Supporting System (BSS), which has been utilized by System Operation Dept., Taiwan Power Company for off-line planning and simulation of black start strategies.

Based on the existing BSS, this project focuses on developing a Blackstart Online Supporting System (BOSS) by building links to Power System facility Management System (PMS) and making use of real-time data of system dynamics for on-line service and operation. BOSS can provide the optimal black start strategies in time according to the actual system condition, avoiding mismatch between the operation planning and real-time circumstance. Furthermore, the project covers the assessment on the abilities of generators to run at leading power factor, targeting at each black start energizing route in each area of Taiwan Power System.

It is expected that, through this project, not only can the black start procedure and strategies made by Taiwan Power Company be examined completely and thoroughly, but the blackstart software can also be strengthened and enhanced to offer online service so the operators can make accurate decisions under less stress when dealing with the emergent situation during black start. With the aid of BOSS, the risk of black start procedure can be highly reduced, while the system stability can also be maintained.

Key words : Power System, Power System facility Management System (PMS), Blackstart Online Supporting System (BOSS)

目錄

中文摘要.....	I
ABSTRACT	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
研究背景.....	1
第二章 國內外復電案例研究	2
典型復電程序.....	2
2003 年美加大停電復電經驗-以紐約控制區為例.....	4
紐約控制區的復電過程.....	4
2006 年歐洲大停電復電經驗	5
歐洲大陸復電再生能源造成影響	6
第三章 全黑啟動決策支援系統功能新增	9
全黑啟動機組.....	9
目標電廠與重要匯流排.....	10
程式模組規劃.....	11
第四章 全黑啟動路徑與發電機進相運轉能力評估	17
加壓路徑可行性模擬.....	17
自動模擬說明.....	17

輸入格式參數設定說明.....	21
發電機模型.....	21
輸電線模型.....	22
變壓器模型.....	23
斷路器模型.....	24
負載與電抗器模型.....	24
第五章 即時偵測並顯示系統分裂或孤島運轉資訊可行性評估	26
同步相量量測器.....	27
電網拓撲結構.....	28
建議偵測方法.....	29
第六章 結論與未來工作	31
參考文獻.....	32

圖目錄

圖 2-1 風機自動併網.....	8
圖 2-2 VE-T 控制區超高壓線路呈現嚴重過載的情形.....	8
圖 3-1 全黑啟動線上支援系統模組架構.....	11
圖 3-2 Π 型等效電路.....	12
圖 3-3 加負載之 Π 型等效電路.....	13
圖 3-4 負載功因落後電壓相量圖.....	13
圖 3-5 負載功因超前電壓相量圖.....	13
圖 4-1 BUS A 至 BUS F 電壓時域響應波形.....	19
圖 4-2 加入電抗器 BUS A 至 BUS F 電壓時域響應波形.....	20
圖 4-3 EMTP 參數設定定電源電壓設定值.....	21
圖 4-4 EMTP 參數設定同步電抗值.....	22
圖 4-5 EMTP 輸電線 Π 型等效電路參數.....	23
圖 4-6 EMTP 變壓器模型.....	23
圖 4-7 EMTP 斷路器模型.....	24
圖 4-8 EMTP 負載與電抗器模型.....	25
圖 5-1 北美洲 FDR 架設位置.....	27
圖 5-2 頻率差值方法.....	27
圖 5-3 孤島相角變化.....	28
圖 5-4 相角差值方法.....	28

表目錄

表 4-1 BUS A 至 BUS F 加壓路徑之各 BUS 最大暫態電壓	18
表 4-3 加入電抗器 BUS A 至 BUS F 加壓路徑之各 BUS 最大暫態電壓 ...	20

第一章 緒論

研究背景

全黑啟動(Blackstart)係指當電力系統大停電(Blackout)後，主要之發電機組均喪失動力，必須仰賴不需輸電系統支援即可自行啟動發電之機組，作為支援電力系統之動力來源，以供應電源至系統中其餘發電機組使其恢復運轉，為全停電復電初期首要目標。

由於台灣位於板塊交界處地震高危險區，造成電塔倒塌風險相對提高，地理型態狹長造成輸電線方向受限，且位於亞熱帶夏季負載較高，工業密集使其電弧爐或閘流體等設備所產生之諧波與閃爍現象等影響供電品質，加上近年來電力系統負載需求不斷增加、系統不斷的擴增以及區域電力不均等因素，導致電力系統穩定度不足，遭受大規模停電之機率相對的提高。台電系統為一獨立供電系統，無鄰近之電力系統互聯，現有電源及負載相當密集，若系統內重要地點發生故障且保護處理不當，可能擴大事故而引起整個電力系統崩潰。為了確保系統安全，在電力系統遭受事故後應迅速隔離故障區域並將之影響降至最小範圍，且調度人員應在最短時間內使系統全黑啟動，才能將停電對用戶的衝擊降到最低。

台電系統於民國八十八年發生七二九大停電，根據經濟部委託「台電公司七二九停電事故專案調查小組」所提出之調查報告顯示系統全停電後，導致復電緩慢之主要因素為全黑啟動機組啟動不順暢，且加壓過程電壓偏高，以致輸電線路跳脫頻傳。因此，如何規劃最佳的台電系統全黑啟動電力傳輸線加壓模式，避免該路徑的輸電線電壓過高，同時滿足實功與虛功等限制條件，是全黑啟動機組電源能順利加壓至

大型火力發電機組的重要課題。

當系統發生全黑時，現場的調度人員雖然具有相當的經驗與應變能力，但面臨極大壓力時，情緒勢必受到一定的影響，若事先規劃的全黑啟動加壓模式與當時系統狀態不匹配，調度人員可能無法迅速決定正確的替代加壓方案而造成錯誤的操作，導致停電問題擴大且復電時間延長。因此，如能發展一套全黑啟動決策支援系統，不但能增加全黑啟動之加壓模式的規劃效率，更可讓台電調度員輸入系統即時資訊與參數設定，迅速產生合理正確的加壓模式，如此便能減輕調度人員的心理壓力，提升復電成功的機率。