

出國報告（出國類別：其他）

赴美國參加 MRUG 夏季會議並訪問 ABSG 公司

服務機關：核能研究所

姓名職稱：徐碧璘 助理研究員

許景翔 工程助理員

何上慈 工程助理員

派赴國家：美國

出國期間：102 年 7 月 30 日~102 年 8 月 9 日

報告日期：102 年 9 月 4 日

英文摘要

The purpose of this business trip is to attend the Maintenance Rule Users' Group Summer Meeting for the reason to perform the project of "Enhancing the effectiveness for managing risk of OLM scheduled activities on Chinshan, Kuoshan and Maanshan Nuclear Power Plants". By attending the meeting, we exchanged experiences with others and focused the topics that we encountered while implementing maintenance rule in Taiwan.

We visited James C. Lin, the manager of the Risk Assessment Department of the ABSG (American Bureau of Shipping Group), after meeting. Mr. Lin was the technical consultant of the Maintenance Rule project before. The objective of the visit is to discuss the details on enhancing the effectiveness for managing risk of Maintenance Rule (a)(4) requirement. We also collected some information about the tools of the safety assessment. On the whole, the visit is helpful to the performing of the project.

Keywords: Maintenance Rule, safety assessment

中文摘要

為執行台電「增進核一、二、三廠線上維護排程及風險管理效能及應用」技術服務案，依合約規劃赴美參加維護法規使用者群組 (Maintenance Rule Users' Group, MRUG) 夏季會議，與各國電廠技術交流維護法規及執行經驗，針對目前國內電廠實施維護法規所產生相關問題進行討論。

會後訪問 ABSG(American Bureau of Shipping Group)公司風險評估部門經理 James C. Lin，林經理曾任本所維護法規計畫顧問，此次訪問擬就教維護法規(a)(4)風險管理效能執行細節，並蒐集風險評估工具相關資訊，對計畫之執行有極大助益。

關鍵字：維護法規、安全評估

目 次

	頁碼
英文摘要	i
中文摘要	ii
一、目的	1
二、過程	2
三、心得	24
四、建議事項	27

一、目的

為執行台電「增進核一、二、三廠線上維護排程及風險管理效能及應用」技術服務案，擬依合約規劃赴美參加 2013 年維護法規使用者群組 (Maintenance Rule Users' Group, MRUG) 夏季會議，MRUG 會議為美國電力研究所(Electric Power Research Institute, EPRI)舉辦，提供電廠維護法規執行經驗交流的溝通平台，每年舉辦兩次，分別為夏季和冬季會議。今年夏季會議訂於 8 月 1~2 日，在明尼蘇達州的明尼亞波里斯召開，本所為協助台電公司維護法規之推動，已多次參與 MRUG 會議，此次再度參加會議，對國內維護法規執行之完整性甚為重要。

會後訪問 ABSG(American Bureau of Shipping Group)公司風險評估部門經理 James C. Lin。Mr. Lin 曾任本所維護法規計畫顧問，此次訪問擬就教維護法規(a)(4)風險管理效能執行細節，並蒐集風險評估工具相關資訊，對計畫之執行有極大助益。

二、過程

此次公差自 102 年 7 月 30 日起至 102 年 8 月 9 日止，共計 11 天，行程如表 1：

表 1 國外公差行程

行程				公差地點		工作內容	
月	日	星期	地點		國名		地名
			出發	抵達			
7	30-31	二-三	台北	明尼亞波里斯	美國	明尼亞波里斯	去程
8	1-2	四-五			美國	明尼亞波里斯	會議
8	3	六			美國	明尼亞波里斯	資料整理
8	4	日	明尼亞波里斯	洛杉磯	美國	爾灣	路程
8	5-7	一-三			美國	爾灣	參訪
8	8-9	四-五	洛杉磯	台北			回程

8 月 1-2 日參加由 EPRI 舉辦的 MRUG 夏季會議，這次會議和往常一樣，搭配美國核能協會(Nuclear Energy Institute, NEI)舉辦的救援系統績效指標(Mitigating System Performance Index, MSPI)研討會一同在明尼蘇達州的明尼亞波里斯的 Marquette Hotel 舉行，7 月 29-31 日召開為期 3 天的 MSPI 研討會。8 月 1-2 日兩天召開 2013 年 MRUG 夏季會議，會中主要對於目前各國電廠實施維護法規所產生相關問題進行討論，此次討論的議題包括：NUMARC 93-01 第 4A 版要求之火災風險評估範圍篩選、MR 視察結果之討論、電廠運轉經驗、第五次全美核電廠附近居民調查結果、使用者對 INPO(Institute of Nuclear Power Operations)所提供之軟體工具的建議、如何輔導新手 MRC 上路等。

8 月 5-7 日拜訪 ABSG(American Bureau of Shipping Group)加州分公司風險評估部門經理 James C. Lin。Mr. Lin 曾任本所維護法規計畫顧問，此次訪問擬就教維護法規(a)(4)風險管理效能執行細節，針對喪失外電肇始事件頻率之計算、風險定性分析之作法、系統運轉換串之組態顯示、肇始事件頻率修正等議題進行討論，對計畫之執行有極大助益。此外，蒐集風險評估工具相關資訊，提供未來本所開發風險評估工具之參考。

(一)、參加維護法規使用者群組討論會(MRUG)過程

美國核能電廠自 1991 年 7 月公佈核能維護法規(Maintenance Rule，以下簡稱 MR)，並要求核能電廠透過法規要求監測電廠設備維護成效，並於 1996 年 7 月正式生效實施。維護法規將提供一套機制，有效維護核電廠的結構、系統以及組件((Structure, Systems and Components, SSCs)，使電廠設備在需要時能完成其預期功能。

實施 MR 首先需將核能電廠安全有關或重要設備納入管制範圍，而後再對於個別的功能，訂定適合的性能要求。然後根據監測設備性能結果或狀態，評估設備維護的適切性，亦可作為設備調整維護項目週期之準則，避免設備因過度維護，造成設備可用性降低。美國實施 MR 後，可使人力物力資源集中於重要之系統與設備，故能有效減少安全相關設備故障所造成的電廠跳機機率。此外 MR 的維護風險管理亦可提供線上維修管制之基礎。

MRUG 會議提供核電廠在執行維護法規時有一個可以討論並解決專業技術或程式相關等問題之平台，包括：設備績效與資訊交換(Equipment Performance and Information Exchange, EPIX)、MR 條款(a)(2)不可用度和可靠度監管、MR 條款(a)(1)之 SSCs 管理等議題，其目的為：

1. 提供電廠透過定期會議、網站、電子郵件等方式進行溝通與資訊交換；
2. 提供電廠與 EPRI 間資訊交換，解決管制單位視察發現、業界評估、法規版本修訂之技術問題；
3. 建立技術指引和實務經驗文件，以降低建置成本，讓電廠的作法逐漸一致，藉由維護法規的實施，改善並降低系統脆弱度達成對管制單位的承諾。

MRUG會議於每年的冬季與夏季舉辦，參加人員的背景大多為核能電廠維護法規經理(Maintenance Rule Coordinator, MRC)、系統工程師、PRA人員、負責管理EPIX人員。此次2013年MRUG夏季會議在明尼蘇達州的明尼亞波里斯舉辦，並由Xcel電力公司明尼亞波里斯辦公室負責協辦，約60人參加，大多為美國電廠，以及NRC、INPO、NEI及EPRI人員，透過電廠與管制及相關單位面對面溝通，有助於未來維護法規之執行。

本次議程如表2所示，首先由協辦贊助商Xcel電力公司副總經理 Aziz Khanifar 的演講揭開序幕，隨後由來自 INPO 的 Glen Masters 介紹 ICES (INPO Consolidated Events Systems)

的建置並展示其功能。NEI 的 Victoria Anderson 也分享最近針對61座核電廠其廠址半徑在10英哩內居民之調查結果。美國核管會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)的Steve Vaughn則提出未來NRC將定期參加MRUG會議之作法。Constellation電廠的Curt Fischer接續描述NFPA-805對電廠執行維護法規的潛在影響。VC Summer電廠的Bob Schwartz則針對最近維護法規的違規事件進行說明。星期四下午的討論群組分為四組，包括：(1).新手MRC教戰守則，(2). ICES (INPO Consolidated Events System)軟體工具展示與討論，(3).討論成立TAG(Technical Advisory Group)的細節，(4).各廠MR問題討論。

第二天EPRI的Marty Bridges介紹網站功能提供MRUG存取最新資訊。隨後INPO提出修改AP-913設備分類之討論議題。在電廠運轉經驗分享，Cooper Station電廠提出屋頂排水設備在範圍篩選的違規事件，Catawba電廠提出緊急照明設備預防保養計畫的違規事件。最後由會議主席宣佈2014年MRUG冬季會議將於明年2月4-6日在EPRI北卡Charlotte辦公室舉辦，三天的會議包括一天的MRC訓練課程，詳細資料將在近期公佈，歡迎大家共襄盛舉。以下將針對討論比較熱烈或有助於國內維護法規執行之議題進行說明。

表 2 MRUG 議程表

102年8月1日(星期四)	
08:00 a.m.	Welcome, attendee Introductions, Meeting Overview
08:30 a.m.	Keynote Address
09:15 a.m.	Presentations - Institute of Nuclear Power Operations (INPO)/ICES Update - Nuclear Energy Institute (NEI) Activities - Nuclear Regulatory Commission (NRC) Update - NFPA -805
1:00 p.m.	Recent NRC Violations (Group Discussion)
2:00 p.m. - 5:00 p.m.	Working Group Breakout Sessions - MR Program Assessment Technical Report & Technical Advisory Group (TAG) Mentoring Session(s)

	Peer Breakout Session(s) - Topical Sessions - Pre-selected Topics
102 年 8 月 2 日 (星期五)	
08:00 a.m.	EPRI/MRUG Business Update
09:00 a.m.	AP-913 Revisions & Maintenance Rule
09:30 a.m.	Reports (from previous day's breakout sessions)
10:30 a.m.	Industry/Plant Operating Experience - Cooper Station Roof Drain Scoping Violation - Catawba Emergency Lighting PM Program Violation - 'Around-the-table' experiences
1:00 p.m.	Industry/Plant Operating Experience - Continuation
2:30 p.m.	Meeting Wrap-Up and Adjourn

1. 第五次全美核電廠附近居民調查結果

2013 年 6 月 3-24 日舉辦第五次兩年一度全國性美國核電廠附近居民調查，對象為在美國核電廠半徑 10 英哩內之居民(電廠員工之住戶除外)，共調查 61 座核電廠，每個核電廠訪問 18 位居民，共計 1,098 人，每位受訪者進行約 15 分鐘的電話調查(80%是住家電話，20%是手機)，誤差在正負 3%之間。

調查顯示電廠附近居民贊成使用核能發電的比例從 2005 年到現在仍有 80%的支持度；對電廠運轉是否良好的印象也持 85%左右的正面回應；對新建電廠的接受度受日本福島事件影響從 2005 年的 76%降至 68%，但仍超過半數；對電廠在安全和環保的信任度也很高，有 83%的受訪者認為電廠有能力應付嚴重的天然災害；電廠對經濟和工作職缺的影響以及社區參與度的認知也表示肯定的態度，92%的受訪者認為電廠有助於當地的經濟，87%的受訪者認為電廠能提供良好的工作機會，80%的受訪者則認為電廠對社區的參與度高。歸納整個調查結果，顯示美國民眾在福島事件發生後確實對核能電廠有疑慮，但 6 個月後民眾似乎又回到原來對核能的信心。

(1).對核能的偏好：是否贊成用核能發電？

年	很贊成	贊成	有點反對	反對	很反對
2005	53%	30%	8%	8%	1%
2007	52%	30%	9%	7%	2%
2009	58%	26%	10%	5%	1%
2011	50%	30%	9%	10%	1%
2013	47%	34%	10%	8%	1%

(2).對電廠的印象：運轉的情況是否良好？

年	很好	好	有點不好	不好	很不好
2005	60%	27%	7%	3%	3%
2007	57%	29%	7%	4%	3%
2009	63%	27%	6%	3%	1%
2011	59%	27%	7%	4%	3%
2013	56%	30%	8%	4%	2%

(3).對新建電廠的接受度

年	接受	不接受	沒意見
2005	76%	22%	2%
2007	71%	26%	3%
2009	76%	22%	2%
2011	67%	28%	5%
2013	68%	30%	2%

(4).對電廠在安全和環保的信任度

項目	很信任	信任	有點不信任	不信任	很不信任
安全的信任度	60%	29%	5%	5%	1%
環保的信任度	52%	31%	7%	6%	4%
有能力應付嚴重的天然災害	53%	30%	6%	8%	3%

(5).電廠對經濟和工作職缺的影響以及社區參與度的認知

項目	很同意	同意	有點不同意	很不同意	沒意見
電廠有助於當地的經濟	65%	27%	3%	4%	1%
電廠提供良好的工作機會	59%	28%	6%	5%	2%
電廠對社區的參與度高	50%	30%	6%	5%	9%

2. 業界運轉經驗

由電廠主動提供一些運轉經驗及MR視察之相關問題與大家分享並深入討論，彙整最近維護法規違規的事件，說明如下。

- (1).Catawba 電廠未能即時完成 8 小時緊急照明設備預防保養作業，NRC 對電廠提出注意改善事項。
- (2).Cooper 電廠將反應器廠房、控制廠房和柴油發電機廠房的屋頂排水設備列入 MR 範圍，NRC 視察員針對電廠未能適當的考量排水系統的可用度(如：排水孔蓋有異物堵塞造成排水不良)提出注意改善事項。
- (3).Fermi 電廠認為 IPCS(Integrated Plant Computer System)失效並未符合維護法規 b(1)和 b(2) 範圍篩選，決定 IPCS(Integrated Plant Computer System)不需列入 MR 範圍，但 NRC 對於電廠的判定有爭議，認為 IPCS 應屬於 EOP 系統，所以需列入 MR 範圍，因此對電廠提出注意改善事項。
- (4).Fort Calhoun 電廠在最近 12 個月執行的預防保養作業不當，導致河水泄水道閘門無法正常運作，NRC 對電廠提出注意改善事項。
- (5).Grand Gulf 電廠未能適當監測輔助廠房擋水牆的執行效能，NRC 對電廠提出注意改善事項。
- (6).Nine Mile Point 電廠未能適當監測 LDS 以致於二號機 Riley 溫度模組無法執行預期功能，再者因漏掉功能失效次數統計而未進入(a)(1)特別監管，NRC 對電廠提出注意改善事項。
- (7).Point Beach 電廠未將 NSR EHC 系統的 OT Δ T(over-temperature delta temperature)和 OP Δ T(over-pressure delta temperature)設備列入 MR 範圍，NRC 對電廠提出注意改善事項。

(8).River Bend 電廠未依建立的(a)(1)目標監測排水系統設備，NRC 對電廠提出注意改善事項。

(9).Susquehanna 電廠未適當執行二號機 125 VDC 系統預防保養作業，且功能失效的判定亦不恰當，NRC 對電廠提出注意改善事項。

3. 美國電廠對NUMARC 93-01第4A修訂版之因應措施

維護法規導則更新NUMARC 93-01第4版之更新內容包括：(a)(4)風險評估增加有關大修期間執行風險評估時應考慮如天氣、水災或其他之廠外事件、EOP範圍篩選、不可用度等項目，並於2011年1月送交NRC，隨後依據NRC審查意見修訂為4A版，並於2011年4月再度送交NRC。之後美國NRC於2012年5月提出NUREG 1.160 第3版為NUMARC 93-01 4A版背書，更新版NUMARC 93-01第11節提到在(a)(4)應考慮火災定性或定量風險評估，預計2013年12月1日生效。

美國電廠因應改版之作法首先需修訂 S/D 風險評估的程序書，將廠外事件加入；此外還需在控制室或大修控制中心持續監測氣象狀況。其他重要的修改還有：

(1).澄清 MR 非安全相關之 SSC 在 EOP 範圍篩選的定義，第 3 版要求能顯著減緩事故發生的 NSR SSCs 應屬於 MR 範圍。第 4 版則要求在 EOP 中任何 SSC 只要能減緩事故發生都屬於 MR 範圍，電廠現在必須針對 EOP 進行檢視，找出是否有設備需列入 MR，目前這項工作仍有爭議。

(2).新版要求在(a)(4)風險評估時應考量火災風險，目前業界有很多研討會討論如何完成這項要求，有些電廠考慮將火災分析併入 PRA model，大部份的電廠擬採用定性分析進行火災風險評估。

(3).澄清 MR 和 ROP(Reactor Oversight Process,反應器監管程序)在不可用度的定義，讓兩者對不可用度的監測一致，如：允許電廠將小於 15 分鐘測試不可用排除，不列入計算，MR 將據此修改程序書。

4. NFPA-805對電廠執行維護法規的潛在影響

NUMARC 93-01 第 4A 版提到火災風險評估之範圍篩選應考量會衝擊火災風險之維護作業，如：

- (1) 切割或焊接等有可能引起火災之維護作業
- (2) 執行因維護作業而暫時中止防火設備或火災偵測器
- (3) 因維護作業而暫時打開防火門
- (4) 因維護作業而暫時關閉減緩爐心熔損的重要設備，其火災肇始事件來源有二，如下所述，電廠應擇一火災肇始事件來源，以找出(a)(4)中能減緩火災引發爐心熔損的設備。

I. 電廠應遵循 10 CFR 50.48 或 Appendix R，確保當火災發生時仍有一串安全停機設備能發揮功能。火災分析著重於易燃物的存放地點，有些電廠將重複串的安全停機設備分開，或用防火屏蔽隔開，使火源無法延燒至另一串，確保安全停機功能正常運作。雖然法規要求當防火屏蔽被暫時移開時應建立補償措施，但並沒有提到因維護作業而中止防火設備時之作法。

II. 電廠應執行篩濾分析如：火災弱點分析、火災 PRA 評估，以檢視廠外事件引發電廠火災之風險，並找出降低火災風險的設備或安全停機的替代方案。

依據 10 CFR 50.48 的防火要求，電廠需確保有火災損害發生時仍有一串安全停機的能力，當執行保護串的維護作業時，電廠仍應遵循 NUMARC 93-01 4A 之第 11.3.4.3 節火災風險評估的考量，對於功率運轉期間，因維護作業而暫時關閉減緩爐心熔損的重要設備，由於這些設備可能導致火災但卻不在消防法規之範圍，所以 MR (a)(4)應評估造成火災之風險定性分析，至於定量評估則視電廠能力決定是否執行。

自從 Browns Ferry 核能電廠因火災造成無法安全停機之事件，使美國視火災為引發災害之重要因素之一，隨後相繼制定許多消防法規，由於美國核管會相關消防法規較缺乏彈性，所以增訂 10 CFR 50.48(C)允許核能電廠自願性引用 NFPA (National Fire Protection Association) 805 作為符合 50.48(B)之替代規定。NFPA 805 為輕水式核能電廠消防安全的性能式法規，主要是彌補規格式法規之不足，讓性能式法規達到與規格式法規同等或同等以上之標準，其內容包括性能式設計方法論、基本火災防護方案和設計要件、消防安全系統和設施之設立及除

役階段及永久停機時的火災防護標準，此一方案使核電廠改以更具彈性的方式進行防火設計，以達合理有效的防火性能。

NFPA 805 監管程序如圖 1，包括四個階段，第一階段為範圍界定(Scoping)；第二階段以風險準則進行篩選；第三階段建立風險目標值；第四階段執行監測，為符合 NFPA 805 之監管要求，其監測範圍包括 4 類，(1).Fire Protection Systems and Features、(2).Fire Protection Programmatic Elements、(3).Radioactive release、(4).NSCA(Nuclear Safety Capability Assessment) 設備，如 NPO(Non-Power Operational)、NSEL(Nuclear Safety Equipment List)、FPRA (Fire PRA) 等元件，然後再依據上述分類進行篩選，方法如圖 2 所示，需事先針對第(1)類之消防系統和設施訂定準則，火災 PRA 是建立性能準則的主要作法，用以求算每個防火區域之爐心熔損頻率(Core Damage Frequency, CDF)、早期大量輻射外釋頻率(Large Early Release Frequency, LERF)和風險增加值(Risk Achievement Worth, RAW)，並以下列準則判定各防火區域是否為高安全重要度，若符合任一準則即判定為高安全重要度，隨後進入第三階段訂定可用度和可靠性性能準則目標值；若判定為低安全重要度則遵照 Normal System & Program Health 監管程序。

準則 1： $RAW \geq 2.0$ 且 $CDF \times RAW \geq 1E-7/year$

準則 2： $RAW \geq 2.0$ 且 $LERF \times RAW \geq 1E-8/year$

第(2)、(3)類直接採用 Normal System & Program Health 監管程序，第(4)類 NSCA 設備之 NPO 元件則遵循大修風險管理準則。

有些電廠採用 MR 來監測 NFPA-805 的設備可靠度與可用度，但是這些設備可能並不屬於 MR 範圍，所以針對第(4)類 NSCA 設備之 NSEL 和 FPRA 元件，如果已在 MR 監測範圍，可依照 MR 安全重要度判定結果進行監測；若非 MR 監測範圍之 NSCA 設備且 FPRA model 不模擬，則採用 Normal System & Program Health 監管程序或大修風險管理準則；若非 MR 監測範圍之 NSCA 設備但屬於 FPRA model 模擬範圍，則以上述火災 PRA 準則判定是否為高安全重要度。經判定為高安全重要度之 NSCA 設備，則以 MR 進行監測；低安全重要度則遵照 Normal System & Program Health 監管程序或大修風險管理準則。

整體而言，這套程序已大致為業界所接受，目前約 60~65%的美國電廠已採用 NFPA-805 監管程序。

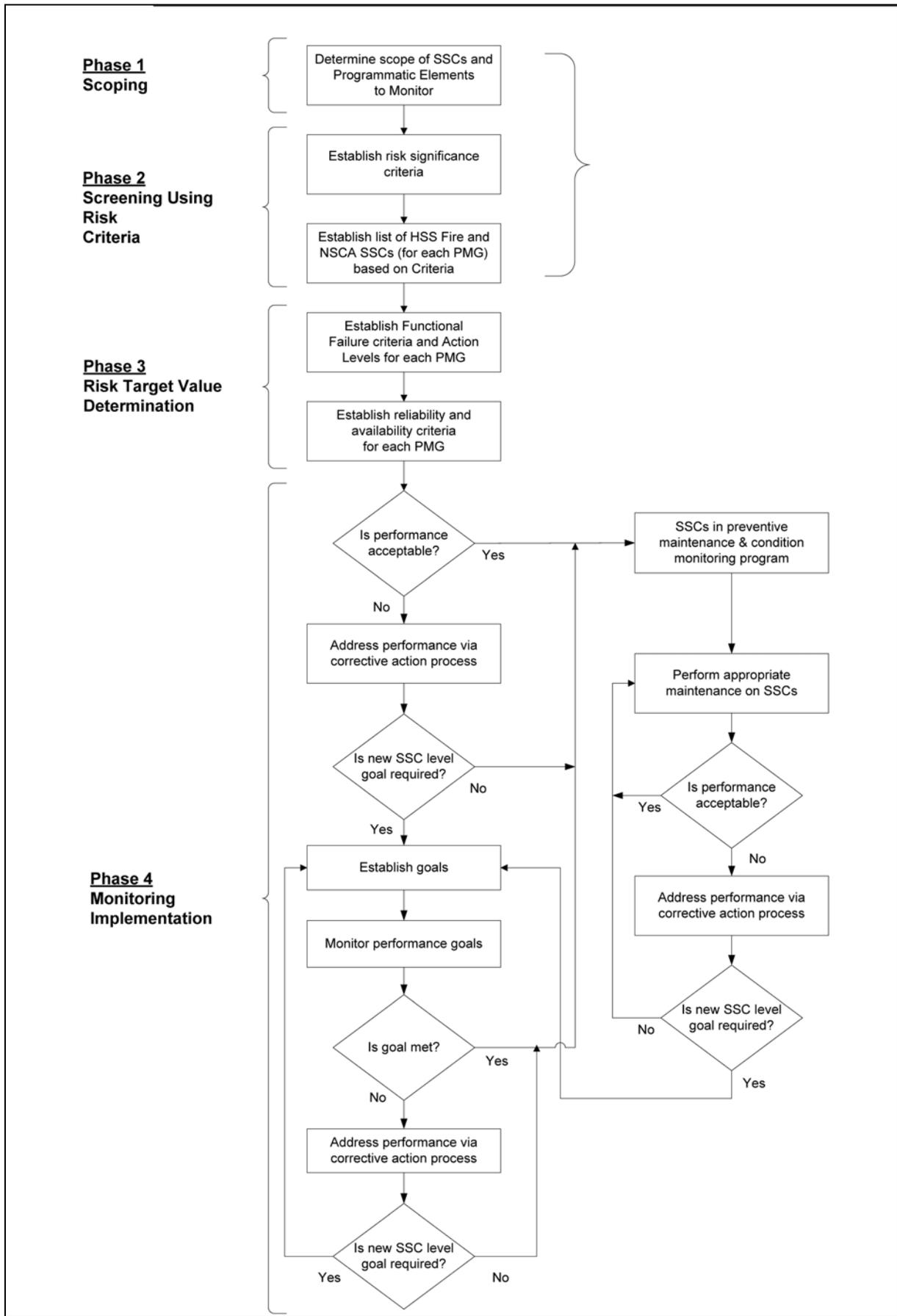


圖 1 NFPA 805 監管程序

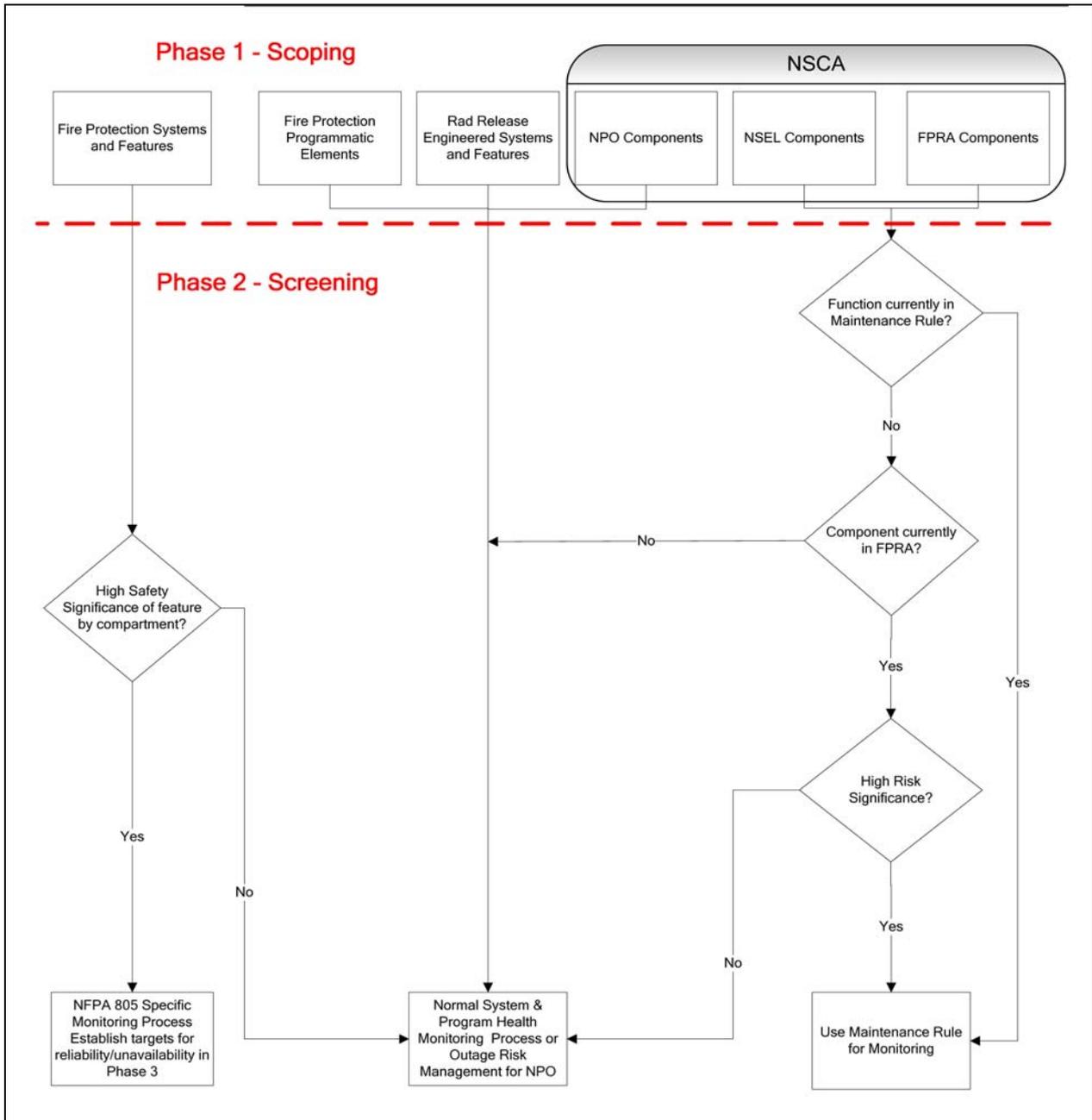


圖 2 NFA 805 範圍界定與篩選流程

5. 修改AP-913設備分類之議題

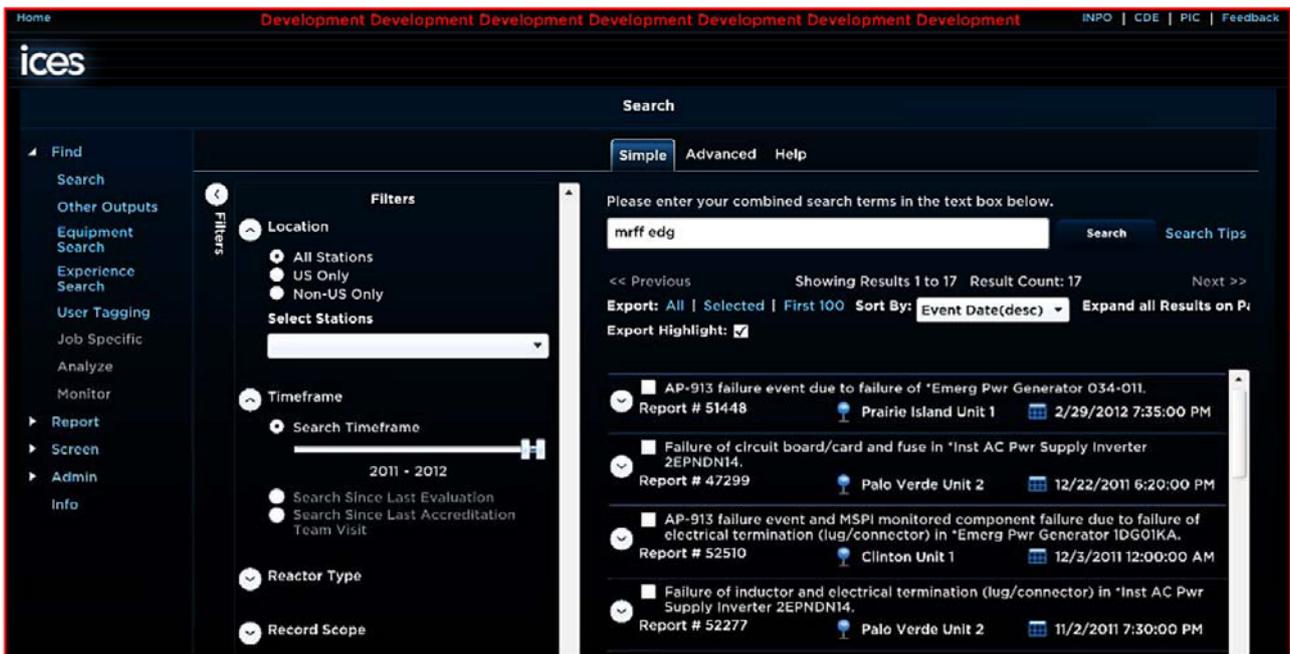
AP-913之實施主要是不容許重要設備在運轉期間失效，因此必需藉由預防維護之執行與壽命週期管理達到設備老化管理之成效。由於設備不可用度與預防維護作業有關，因此透過設備維護項目和週期之調整，可避免因過度維護造成設備可用度降低之情況，達成可用度與可靠度之平衡。MR是一種評估全廠維護成效的方法，利用風險告知(risk-informed)將全廠之SSCs依安全重要度分類管理，確保各項設備能執行其預期功能，並能掌控維護排程所產生之風險。MR必須定期追縱電廠系統的執行效率，並對其設備失效之原因加以分析，提供MREP決定是否擬定改正措施以改善系統績效或結束改正措施之依據。

此次MRUG會議INPO提出修改AP-913設備分類之議題，建議把Critical Component分為High Critical Components和Low Critical Components，並參考MR的分類，將MR高安全重要度系統功能之功能失效次數小於或等於1次者列為High Critical Components；MR高安全重要度系統功能之功能失效次數大於1次者列為Low Critical Components。或仍維持AP-913目前的分類，將MR高安全重要度系統功能之功能失效視為Critical Component。該提案經討論後尚未得到電廠共識。

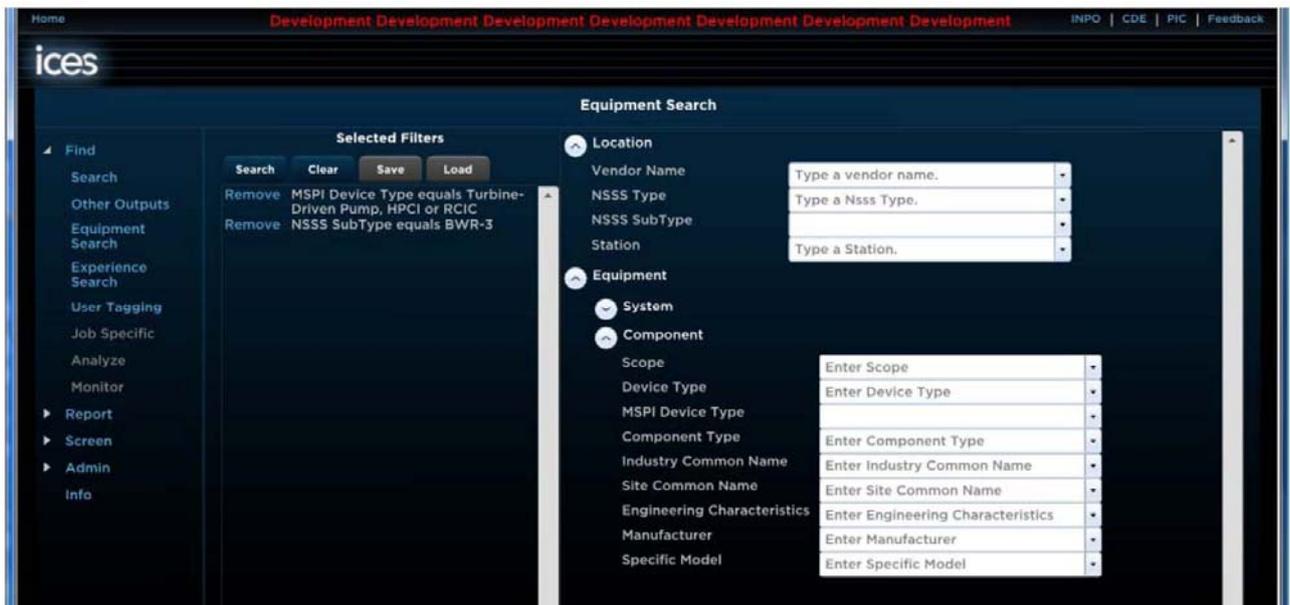
6. ICDE操作界面介紹

INPO為協助電廠實施MSPI以及提供業界在設備維護之經驗交流，開發CDE (Consolidated Data Evaluation) 軟體工具，近年來INPO整合EPIX、Plant Events Database、LERs和NPRDS事件報告等系統開發ICES，讓使用者快速存取資訊，如：業界運轉經驗、評估報告。除此之外，還提供NRC、EPRI等單位所需資訊，如：ROP所需之MSPI指標、維護法規運轉經驗、PRA數據等。ICES系統希望能改善系統執行效率，並能有效存取業界運轉經驗，提供高品質、完整及精確的資訊，經由報表或查詢結果之展現簡化原始資料，讓作業和分析等流程更實用性，達到辦公室自動化。此次會議由INPO的Glen Masters介紹ICES的建置，包括警示窗和系統輸出，隨後Glen也在負責的分組討論群組中展示ICES工具的功能，說明如下。

(1). 提供關鍵字、電廠名稱、時間區間等條件組合之查詢，以利報告搜尋。



(2). 提供電廠名稱、廠商名稱、系統等條件組合搜尋設備資料或運轉經驗，並將查詢結果以 Excel 存檔。



Home Development Development Development Development Development Development Development Development INPO | CDE | PIC | Feedback

ices

Equipment Search

Find View Report Refresh Export To Excel Back to Selection

<input checked="" type="checkbox"/>	Location	Industry Std. System	INPO id	Component Id	Component Type	In Service
<input checked="" type="checkbox"/>	Browns Ferry Unit 1	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	934617	1-PMP-071-0019	Pumps, eductors	8/1/1974
<input checked="" type="checkbox"/>	Browns Ferry Unit 1	High Press. Coolant Injection Sys. (BWR)	934611	1-PMP-073-0054	Pumps, eductors	8/1/1974
<input checked="" type="checkbox"/>	Browns Ferry Unit 2	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	124441	2-PMP-071-0019	Pumps, eductors	3/1/1975
<input checked="" type="checkbox"/>	Browns Ferry Unit 2	High Press. Coolant Injection Sys. (BWR)	124223	2-PMP-073-0054	Pumps, eductors	3/1/1975
<input checked="" type="checkbox"/>	Browns Ferry Unit 3	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	129114	3-PMP-071-0019	Pumps, eductors	3/1/1977
<input checked="" type="checkbox"/>	Browns Ferry Unit 3	High Press. Coolant Injection Sys. (BWR)	129313	3-PMP-073-0054	Pumps, eductors	3/1/1977
<input checked="" type="checkbox"/>	Brunswick Unit 1	High Press. Coolant Injection Sys. (BWR)	134088	1-E41-C001	Pumps, eductors	3/18/1977
<input checked="" type="checkbox"/>	Brunswick Unit 1	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	134092	1-E51-C001	Pumps, eductors	3/18/1977
<input checked="" type="checkbox"/>	Brunswick Unit 2	High Press. Coolant Injection Sys. (BWR)	138928	2-E41-C001	Pumps, eductors	11/3/1975
<input checked="" type="checkbox"/>	Brunswick Unit 2	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	138929	2-E51-C001	Pumps, eductors	11/3/1975
<input checked="" type="checkbox"/>	Clinton Unit 1	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	178602	1E51C001	Pumps, eductors	1/3/1986
<input checked="" type="checkbox"/>	Columbia Gen Sta Unit 2	Reactor Core Iso. Cooling Sys. (BWR)	185573	RCIC-P-1	Pumps, eductors	3/2/1984

Home Development Development Development Development Development Development Development Development INPO | CDE | PIC | Feedback

ices

Experience Search

Find Name: Full Report View Report Refresh Export To Excel Back to Selection

<input type="checkbox"/>	Date	Record	Location	EventTitle
<input checked="" type="checkbox"/>	8/11/2011	47270	Wolf Creek Unit 1	Forced down power <=20% and MSPI monitored component failure due to prelim
<input type="checkbox"/>	12/19/2008	39714	San Onofre Unit 3	MSPI monitored component failure due to failure of fuse clip in Aux./Emergency I
<input type="checkbox"/>	8/25/2008	44161	Watts Bar Unit 1	MSPI monitored component failure due to failure of casing and bearing(s)/bushin
<input type="checkbox"/>	8/13/2008	43936	Calvert Cliffs Unit 2	AP-913 high critical component failure and MSPI monitored component failure du
<input type="checkbox"/>	3/23/2008	46188	Prairie Island Unit 1	Delayed power ascension and MSPI monitored component failure due to failure o
<input type="checkbox"/>	8/24/2006	35075	ANO Unit 2	MSPI monitored component failure due to human error/misoperation of Aux./Em
<input type="checkbox"/>	6/6/2006	36718	Prairie Island Unit 1	Delayed power ascension and MSPI monitored component failure due to failure o
<input type="checkbox"/>	11/7/2005	29324	Turkey Point	MSPI monitored component failure due to failure of bearing(s)/bushing(s) in *Au
<input type="checkbox"/>	5/15/2005	29547	Watts Bar Unit 1	MSPI monitored component failure due to failure of bearing(s)/bushing(s) and sh
<input type="checkbox"/>	1/5/2005	25954	Harris Unit 1	MSPI monitored component failure due to failure of capacitor(s) in Aux./Emerger
<input type="checkbox"/>	5/25/2004	25586	Robinson Unit 2	Outage impacted and MSPI monitored component failure due to failure of dlapr
<input type="checkbox"/>	2/3/2004	42034	Callaway Unit 1	Outage impacted and MSPI monitored component failure due to failure of circuit
<input type="checkbox"/>	1/27/2003	33061	Robinson Unit 2	Failure of wear ring in *Aux./Emerg Fdwtr Turbine-Driven Pump SDAFW-PMP.
<input type="checkbox"/>	10/22/2002	18424	St. Lucie Unit 1	Failure of circuit board/card in *Aux./Emerg Fdwtr Pump Turbine Governor that s
<input type="checkbox"/>	11/11/2001	15065	St. Lucie Unit 1	Failure of Aux./Emergency Feedwater System (PWR) filter/screen that supports
<input type="checkbox"/>	11/4/2000	938	Palo Verde Unit 2	Failure of contact block in Aux./Emergency Feedwater System (PWR) switchgear
<input type="checkbox"/>	10/21/2000	9107	Waterford Unit 3	Failure of subcomponent bistable of *Aux./Emerg Fdwtr Turbine-Driven Pump EF
<input type="checkbox"/>	9/18/1998	4614	St. Lucie Unit 2	Failure of ESF Actuation System AC/DC electronic power supply that supports *A

Page 1 of 1

(3). 提供群組功能，設定工作小組成員及權限，允許在總公司之審查委員能透過 ICES 存取所屬電廠的報告，進行審查作業。

Home Development INPO | CDE | PIC | Fe

ices

ON OCTOBER 29,1996,A SCRAM OCCURRED ON TURBINE CONTROL VALVE FAST CLOSURE. THE UNIT 2 MAIN GENERATC

Report #223002

ON OCTOBER 29,1996,A SCRAM OCCURRED ON TURBINE CONTROL VALVE FAST CLOSURE. THE UNIT 2 MAIN GENERATOR FIELD COLLAPSED DUE TO AN EXCITER MALFUNCTION. AUTOMATIC ENGINEERED SAFEGUARD FEATURES AND AUTOMATIC ISOLATIONS OR ACTUATIONS OCCURRED AS EXPECTED WITH EXCEPTION OF MAIN STEAM SAFETY RELIEF VALVES(MSRVS)FAILING TO LIFT WITHIN THEIR TECHNICAL SPECIFICATION SETPOINT TOLERANCES. THE TARGET ROCK TWO-S

Browns Ferry Nuclear Plant, Unit 2 - 10/29/1996 3:38:00 PM

Operating Experience Event - Equipment Involved

Abstract

ON OCTOBER 29,1996,A SCRAM OCCURRED ON TURBINE CONTROL VALVE FAST CLOSURE. THE UNIT 2 MAIN GENERATOR FIELD COLLAPSED DUE TO AN EXCITER MALFUNCTION. AUTOMATIC ENGINEERED SAFEGUARD FEATURES AND AUTOMATIC ISOLATIONS OR ACTUATIONS OCCURRED AS EXPECTED WITH EXCEPTION OF MAIN STEAM SAFETY RELIEF VALVES(MSRVS)FAILING TO LIFT WITHIN THEIR TECHNICAL SPECIFICATION SETPOINT TOLERANCES. THE TARGET ROCK TWO-S

Location Description

Previous Record Next Record

Save Changes Maintain Tags

Tagging

- INPO Scram Review Committee -
 - Manual Scram Analysis
 - Automatic Scram Analysis - E
 - Could have been preer
 - Post scram complicati

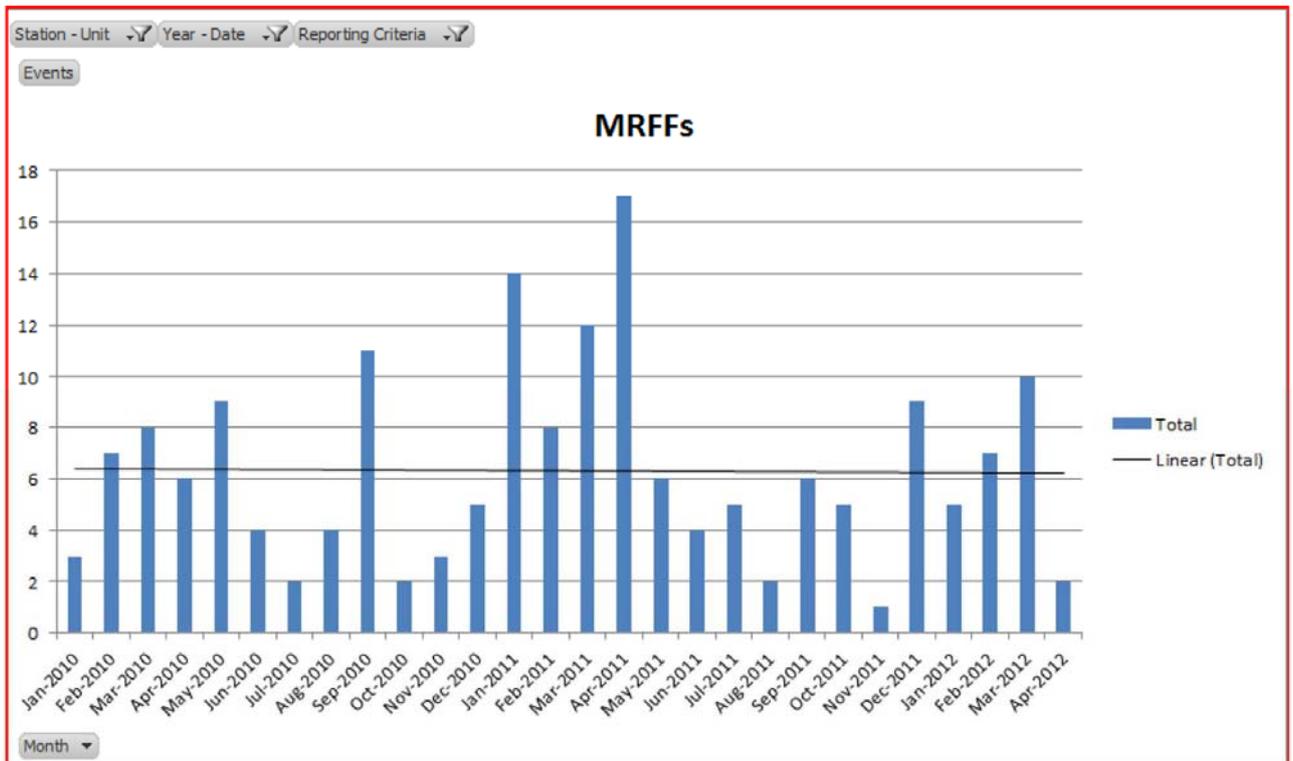
Commentary:
This is an example

New Tag

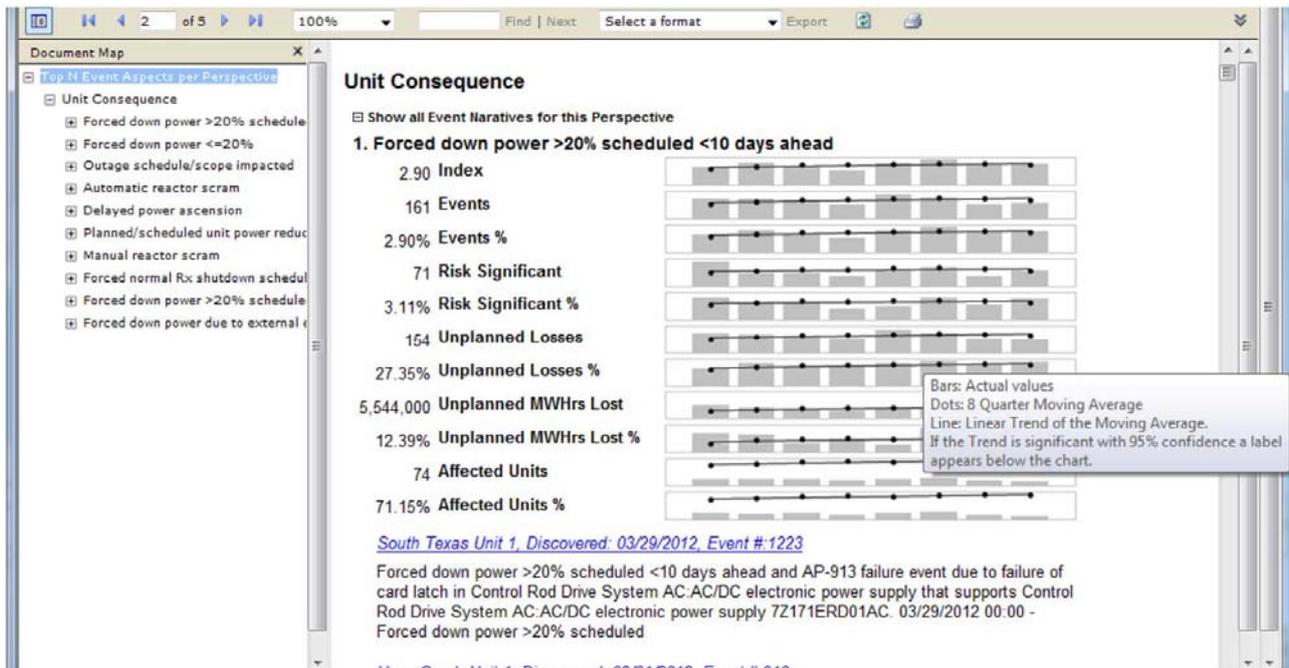
SPV?

- INPO Precursor To Decline Projec

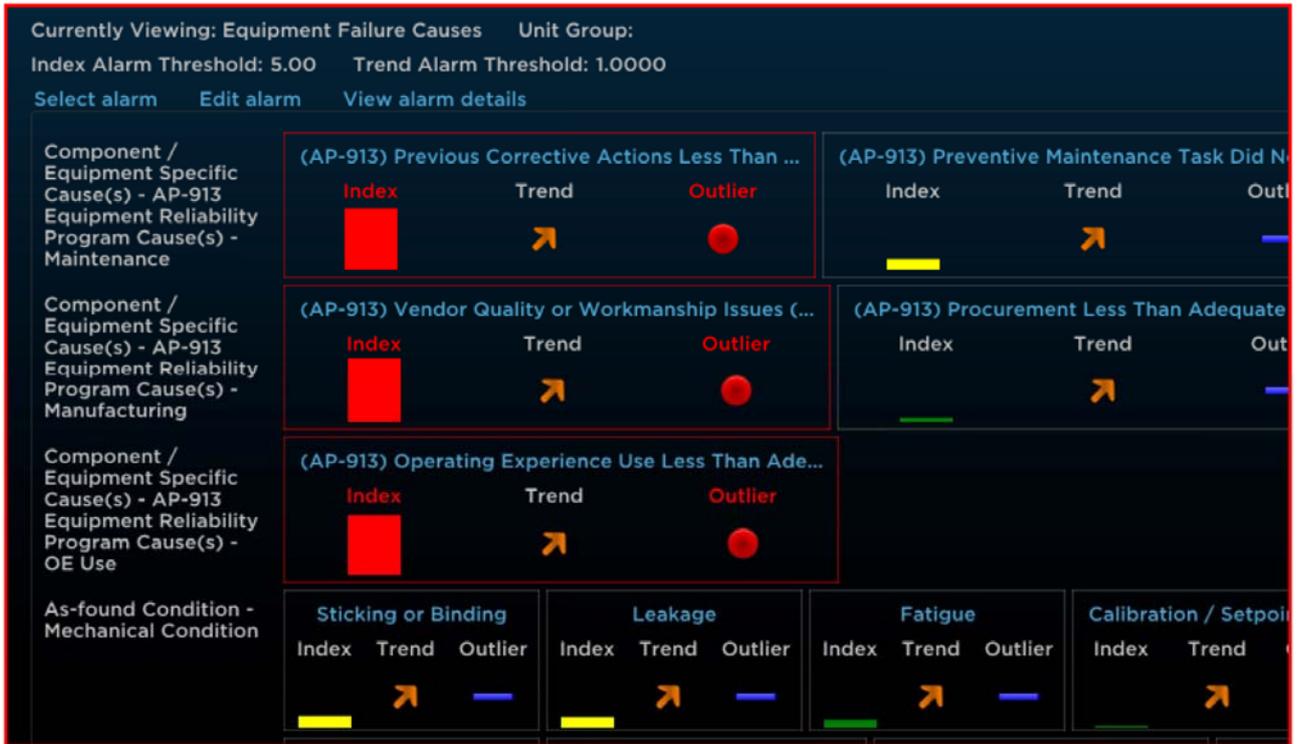
(4). 依使用者指定之條件，如機組、日期區間等顯示功能失效統計圖表。



- (5). 快速顯示機組運轉狀態，該功能以前需花好幾個小時進行統計，新版本只要幾秒鐘就能完成。機組運轉之統計圖表資料每天晚上會自動更新。



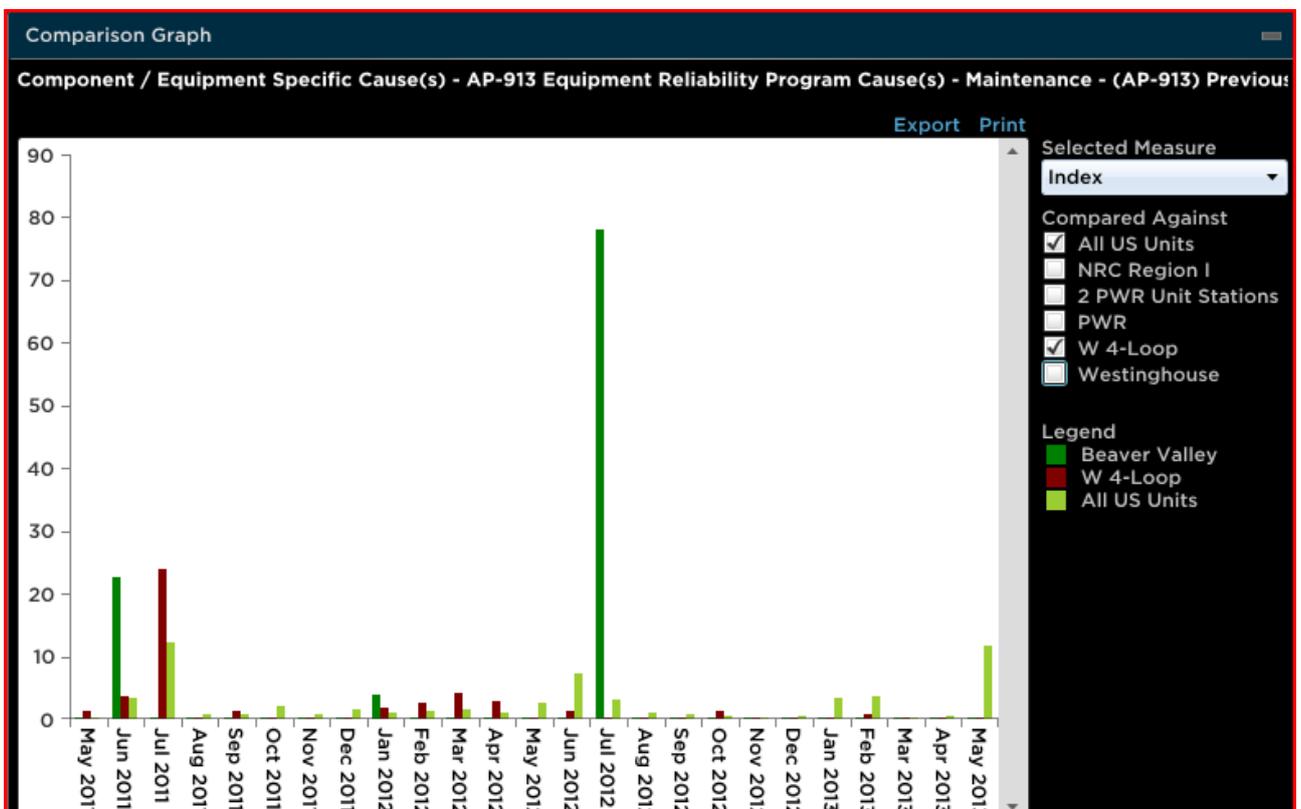
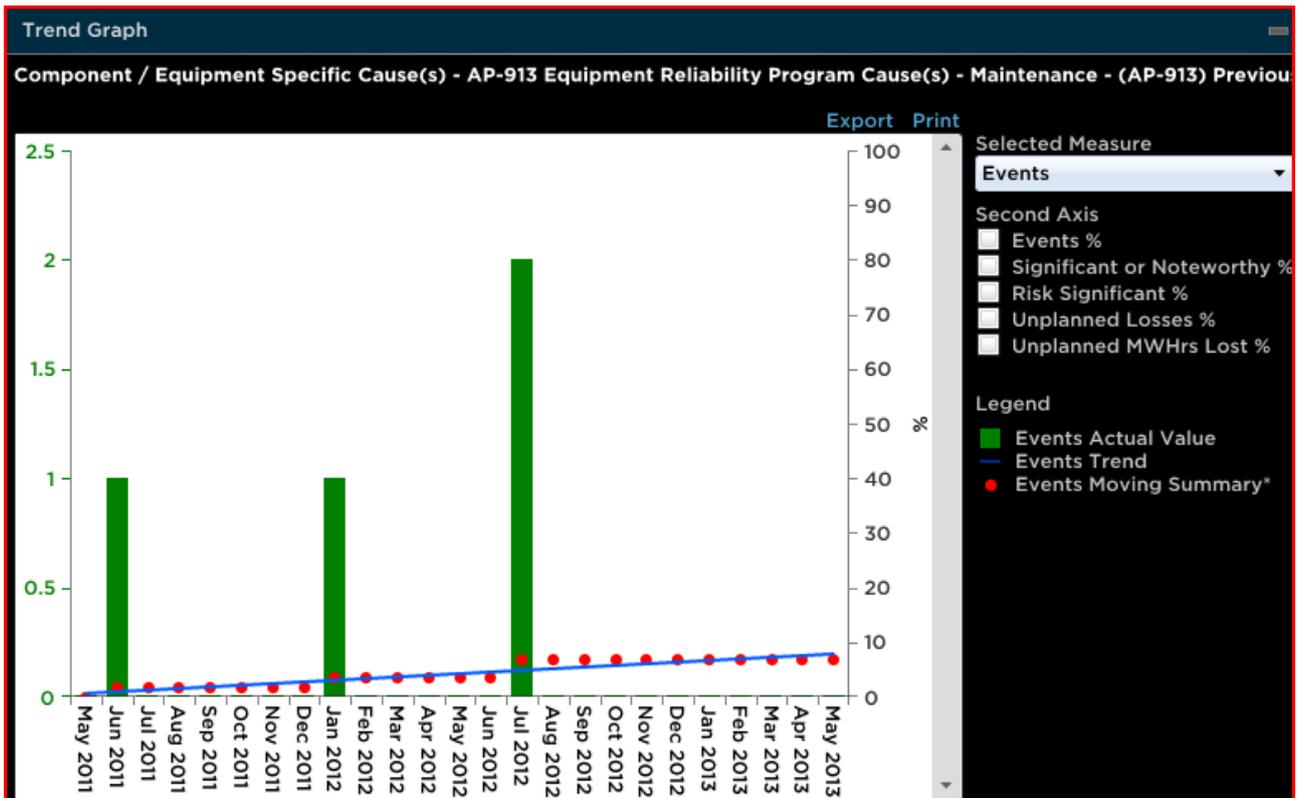
- (6). 針對電廠設備失效的原因，提供同時顯示電廠維護、廠商品質、運轉經驗等三方面是否執行不當之資訊。該警訊門檻值由電廠自行設定，其他圖示也分別代表不同資訊。下圖橘色箭頭指向右上方，表示該作業仍有改善空間；紅色圓點代表該作業屬於特例情況。將滑鼠移到每個方框的藍色標題，按下滑鼠可顯示詳細資料，以查看電廠維護是否執行不當為例，經統計最近兩年之資料，121件維護作業中有4件，約佔3.31%；在31件高安全重要度的事件中有2件，約佔6.45%，其Index為26.12，超過門檻值5之設定，以紅色顯示。此外還可以依照日期顯示電廠設備失效次數趨勢圖，或顯示與其他電廠比較之設備失效指標趨勢圖。



Parent Item: Component / Equipment Specific Cause(s) - AP-913 Equipment Reliability Program Cause(s) - Maintenance

Analysis Included: 121 Events and 7 Significant or Noteworthy, 31 Risk Significant, 1 Unplanned Losses, 98,474 Unplanned MWHrs Lost at 2 Units

Aspect	Index	Events	RS/MSPI Events
(AP-913) Previous Corrective Actions Less Than Adequate or Untimely	26.12	4	3.31% 2 6.45%
(AP-913) Preventive Maintenance Task Did Not Exist	4.48	2	1.65% 2 6.45%
(AP-913) Work Activities Incorrectly Performed	1.79	3	2.48% 2 6.45%
(AP-913) Preventive Maintenance Task Frequency Not Appropriate	1.62	2	1.65% 2 6.45%
(AP-913) Post-Maintenance / Modification Testing Not Performed or Le	0.81	1	0.83% 1 3.23%



(二)、訪問 ABSG 公司 Mr. Lin

James Lin 具備 30 多年核能電廠顧問經驗，在核電廠線上維修、維護法規、大修管理、風險告知應用等技術領域具有卓越之聲譽，對核一、二、三廠 PRA 模式亦有深入了解，已多次與本所合作，如「核一、二、三廠 PRA 模式同行審查」、「核一、二、三廠維護法規精進」等計畫之國外技術諮詢服務。

此次訪問主要是藉重林顧問在維護法規及核一、二、三廠風險評估模式之專業，請教維護法規(a)(4)風險管理效能之執行細節，如喪失外電肇始事件頻率之計算、風險定性分析之作法、系統運轉換串之組態顯示、肇始事件頻率修正等議題進行討論，以利計畫之執行，並蒐集風險評估工具相關資訊，提供未來本所開發風險評估工具之參考。茲分述如下。

1. 喪失外電肇始事件頻率之計算

林顧問提到美國電廠外電喪失頻率是採用貝氏更新方法，先以一般數據之統計分佈，再以個廠數據進行調整。但是對於廠外電源的回復，因電廠大多沒有足夠的回復時間歷史資料，所以無法進行分析。不過我們或許可以透過找出外電喪失的事件，以利廠外電源回復分析。

首先我們可以先了解美國核能電廠開關場的設計和運作，一般開關場的設計有單一開關場或依伏特數不同而設計二個開關場。有二個開關場的電廠通常會將廠外電源分開，然後利用自動變壓器將二個開關場的外電接到電廠的 bus，這種設計可能因自動變壓器壞了而無法供電。另一種設計是二個開關場分別供應不同的伏特數。還有一種設計是一個開關場從外電接進來到廠內 bus，另一開關場從主變接到電網作為備用電源，緊急時再手動接到廠內 bus。而外電喪失的原因歸納如下：

- (1). 硬體設備有問題：如傳輸系統故障、傳輸系統繼電器壞了、傳輸線有問題、Breaker 壞了，或因雷擊導致消防噴灑系統故障而讓主變碰到水壞掉等問題。
- (2). 不當的測試或維護
- (3). 因維護作業暫時不可用
- (4). 運轉或切換錯誤
- (5). 電網負載和能力：如電網不穩定可能喪失外電或造成跳機。

(6). 天氣造成損害：如龍捲風、強風、暴風雨可能會把硬體設備打壞。

(7). 廠外物件碰觸：如傳輸線可能被野生動物、樹枝或外物碰壞。

隨後將外電喪失之事件分類，一般分為廠內相關(Plant-centered)、開關場(switchyard-centered)、電網相關(grid-related)、天氣相關(weather-related)等四類，或將天氣細分為嚴重(severe)和極端(extreme)而變成五類，由於電網、開關場、電廠設備等之損壞和回復情況不同，因此外電喪失肇始事件評估應針對各類進行評估。再加上各廠供電和開關場設計與配置不同，有些電廠造成外電喪失的事件可能在別的電廠並不會發生，因此必需依據個廠對一般外電喪失的事件進行檢視與篩濾。

完成上述檢視篩濾後，針對外電喪失事件之分類分別進行二段式貝氏數據分析，其步驟如下，首先從 EPRI 技術報告所提供外電喪失事件數據來源，產生一般外電喪失事件分類的機率分佈，然後再以個廠外電喪失事件之資料進行第二階段的貝氏更新，得到外電喪失事件分類之肇始事件頻率。通常在停機期間的外電喪失事件並不列入第一階段貝氏分析，除非因颱風迫使電廠在安全考量下停機的事件才列入計算。

AC 電源回復時間是指外電回復後對 safety bus 的供電，近年來美國已有很多這方面的評估報告，我們可以先參考其機率分佈再依個廠情況調整。分析步驟如下：首先收集外電喪失事件的資料，其來源包括：外電喪失肇始事件頻率的評估資料、檢視 EPRI 或 USNRC 報告，找出外電喪失事件及其對應的回復時間。然後再依據個廠特性檢視所蒐集資料之適用性，並將這些資料依外電喪失類型進行肇始事件頻率和電源未回復的機率分析；或以對應的頻率貢獻值作為權重因子，以利分析。

林顧問建議我們依上述方法蒐集電廠喪失外電數據資料，然後再依發生頻率調整權重因子，得到較合理的共因機率值。

2. 風險定性分析之作法

本所目前規劃之排程風險定性分析作法，擬針對各廠 PRA 模式，依前線系統、支援系統、電源供應系統建立定性樹。藉由本所自行開發之風險模式求解引擎 INERISKEN 求解故障樹，得知特定週排程之系統可用狀態。

定性分析結果將依據每週排程顯示每天系統可用狀態，也可細查每一小時的可用狀態，為方便使用者查看，將系統分為前線系統、支援系統、電源供應系統，並以綠色表示系統可用，紅色表示系統不可用，一旦系統不可用，則當天以紅色顯示。

林顧問對於我們提出的排程風險定性分析作法認為這是一個可行的方案。

3. 系統運轉換串之組態顯示

本所規劃的系統運轉換串之組態顯示，擬提供電廠人員設定系統運轉換串之組態並模擬其風險基準值，以概估各週排程因機組設備遇狀況臨時換串或換台運轉引起之風險變動。林顧問肯定我們依據系統運轉換串之組態計算 CDF 及 LERF 的作法，認為這樣可以讓資訊更完整，有助於電廠人員對維護排程之風險管理。

4. 肇始事件頻率修正

本所規劃未來肇始事件頻率修正將依據電廠排程找出關連之肇始事件狀態，然後進行兩段式求解，首先求算影響的肇始事件頻率值，然後再依據更新後之肇始事件頻率值計算 CDF。為將肇始事件發生頻率之變動狀況列入風險評估，擬建立升級故障樹以利 INERISKEN 之求解。由於風險評估模式在模擬時，會依照系統不同的串數給予平均分散的機率值，所以當二串中僅有一串失效時，應將該機率值做相對應的調整，否則將會低估其風險；此外，風險評估模式在模擬這些系統時，因考慮將這些共因失效的機率值做適當的調整，才不會錯估風險。

林顧問認同我們為了去除平均分散的機率值以及不該出現的共因失效，而給予各種情況一個新的肇始事件故障樹的作法，以免風險值之估算過度保守。

5. 風險評估工具之介紹

在風險評估工具方面，林顧問介紹 ABS Consulting 公司慣用的 RISKMAN，該軟體是由 RISKMAN Technology Group (RTG) 主導開發，迄今已 21 年，一直是 ABS Consulting 公司執行風險評估之工具。RISKMAN 在設計之初即以個人電腦為其操作平台，目前可在微軟的作業系統下執行，如：Windows XP、Windows Vista 和 Windows-7 (32 bit)。

RISKMAN 適用於航太業、核能電廠、化工廠之風險模式建立與評估，可用來畫事件樹、故障樹、定量分析、處理數據更新，此外也提供與其他故障樹程式如 CAFTA、FTREX、SAPHIRE 等之操作界面。RISKMAN 包含 4 個主要模組，分別為數據分析、系統分析、事件樹分析、地震危害之設備或結構脆弱度分析等模組，以及 3 個小模組，執行風險監視、火災情境篩選、不準度分析，其功能較其他風險評估工具如 Risk Spectrum、WinNUPRA、ORAM-Sentinel 和 EOOS 完整。

本所早期使用 NUPRA 進行 PRA 模式建立，隨著作業環境的改變，目前採用 WinNUPRA 視窗版，其功能與 RISKMAN 類似。在數據的處理則以本所自行建立的試算表單進行調整。在風險趨勢圖之顯示則採用本所自行開發之風險監視器 TIRM-2 內建核研所風險求解引擎 INERISKEN，近年來配合電廠維護法規建置，將 INERISKEN 運用於維護排程風險管理，開發維護整體風險工具(Maintenance Integrated Risk Utility, MIRU)，以利電廠 MR (a)(4)之執行。此外本所也以 INERISKEN 之方法為計算核心開發故障樹求解軟體 INERFT，提供使用者繪製故障樹與分析。林顧問肯定我們在 PRA 應用所開發的軟體工具，也期許我們能突破 INERISKEN 的限制，以利未來功能之強化。

三、心得

台電公司於 2005 年訂定引進維護法規之決策，開始建置核一、二、三廠維護法規及相關配套措施，本所也配合計畫之執行開發維護法規資料庫程式(Maintenance Rule Database, MRDB)與維護整體風險評估工具(Maintenance Integrated Risk Utility, MIRU)，以利電廠運轉時有效監管維護作業之成效。2010 年各廠陸續獲得管制單位許可，得以自主管理線上維修，有助於縮短大修工期。為增進核一、二、三廠線上維護排程及風險管理效能與應用，本所於 2012 年 6 月與台電公司簽訂合約，規劃派員參加維護法規使用者討論會、蒐集資訊和汲取經驗，使國內維護有效性之實施技術能與國際同步且持續精進。此次參加 EPRI 在美國明尼蘇達州明尼亞波里斯舉辦之「2013 年夏季維護法規使用者討論會」並拜訪美國 ABSG 公司風險管理部門經理 James C. Lin 先生，獲益良多，有助於計畫之執行及未來風險管理工具開發之規劃，心得如下：

- (一)、從第五次全美核電廠附近居民調查結果顯示民眾受福島事件影響並不大，雖然在事件發生後確實對核能電廠有疑慮，但 6 個月後民眾似乎又回到原來對核能的信心，也認為電廠能提供更多工作機會，促進當地經濟繁榮，相較國內反核廢核的態度有著天壤之別。
- (二)、美國電廠實施維護法規，其系統功能之監測層級包括：廠級、系統級、串級、component、channel、condition 等，國內目前監測層級大致分四類，廠級、系統級、串級、component，未來各廠可以檢視其系統功能監測層級之適用性，以提升維護作業之成效。
- (三)、此次 MRUG 會議美國核管會人員建議各廠串級監測之系統功能範圍界定應維持一致性，以利維護成效之比較。國內電廠在維護法規建制初期採用參考廠(核一廠參考 Hatch、核二廠 Grand Gulf、核三廠 Wolf Creek)系統功能進行範圍界定，隨著維護法規之實施，各廠已依據電廠現況更新系統功能及其範圍界定，因此建議台電公司檢視各廠系統功能範圍界定之一致性，以利在同一監測範圍下比較各廠維護作業之成效。
- (四)、MRUG 會議提供美國核能電廠針對實施維護法規之相關技術與問題進行經驗交流，國內電廠可參考美國業界運轉經驗，以及因應管制單位視察發現之改善方案，提升維護

作業執行成效。

- (五)、國內電廠在 MR (a)(4)維護排程之風險管理採用本所開發之維護整體風險工具 MIRU，雖然 MIRU 引用之 PRA model 為廠內事件，但在風險值之求算已依照廠內事件之佔比推估整廠風險(含廠內和廠外事件)。本計畫成立之初曾考量依據 NUMARC 93-01 4A 版檢討國內電廠使用之 MR 軟體工具(MRDB 及 MIRU)，規劃新增功能，並加入地震、火災分析模式以強化(a)(4)風險管理。但目前看來，美國電廠因應改版之作法仍有討論空間，因此國內電廠暫不考慮 NUMARC 93-01 4A 版的作法，等美國電廠實施一段時間後，國內再檢討是否跟進。
- (六)、美國電廠因應 NUMARC 93-01 4A 版提到火災風險評估之範圍篩選應考量會衝擊火災風險之維護作業，已有 60~65%的電廠採用 NFPA-805 監管程序，將高安全重要度之 NSCA 設備以 MR 進行監測，這些經驗可提供國內電廠日後實施 NUMARC 93-01 4A 版之參考。本所目前正協助核一、二、三廠進行火災模式之更新，待計畫完成時，其成果有助於國內電廠 NFPA-805 監管程序之執行。
- (七)、台電公司早在 MR 建制初期即規劃採用 AP-913 確保重要設備在運轉期間之可用性，本所也藉由計畫之執行，將各廠之設備初分為 Critical、Minor、Run to failure 三類，提供電廠日後建置 AP-913 之參考。MR 實施至今約 6 年，但 AP-913 仍屬建置階段。此次 MRUG 會議討論修改 AP-913 設備分類之議題，建議把 Critical Component 分為 High Critical Components 和 Low Critical Components，並參考 MR 的分類，將 MR 高安全重要度系統功能之功能失效次數小於或等於 1 次者列為 High Critical Components；MR 高安全重要度系統功能之功能失效次數大於 1 次者列為 Low Critical Components。或仍維持 AP-913 目前的分類，將 MR 高安全重要度系統功能之功能失效視為 Critical Component。由此看來，國內實施 AP-913 之情況與國外仍有一段差距。
- (八)、美國電廠大多採用 INPO 開發之 ICDE 軟體協助 MSPI 及 MR 之執行，大家遵循統一的檔案格式將資料上傳至伺服器，然後透過 ICDE 操作界面存取業界運轉經驗、評估報告、或將查詢結果轉存成報表。此次 MRUG 會議 INPO 在分組討論群組中展示 ICES 工具的功能，可提供本所計畫開發 MRDB 及 MIRU 資料查詢功能、統計圖表顯示、報表列印

功能之參考。

- (九)、ABS Consulting 公司風險管理部門經理 James Lin 雖然人在國外，但是對於國內核能的發展也很關心。本所同仁責無旁貸應將正確的核能觀念傳達給國內民眾，或由本所對外發佈新聞之單位負責定期在報章媒體發表專文，讓民眾多了解核能電廠的運作，消除不安的疑慮，使核能電廠存廢的議題回歸技術面的討論。
- (十)、此次請教林顧問維護法規(a)(4)風險管理效能之執行細節，如風險定性分析之作法、系統運轉換串之組態顯示、肇始事件頻率修正等議題，得到顧問正面的回應，肯定我們目前的規劃，有助於本計畫第三階段程式開發之工作。
- (十一)、核研所風險求解引擎 INERISKEN 是本所承接所外單位 PRA 應用案之關鍵技術，應加強對 INERISKEN 的維護工作，發展更新版以突破其限制。此外也可規劃整合本所自行開發之 PRA 相關軟體，建立一套完整的風險評估工具。

四、建議事項

(一)、持續參與計畫相關之研討會

為執行台電委託計畫，本所曾於 2008 年派員與台電核安處人員一同參加 MRUG 會議，收集 MR 相關資料與技術交流，以利國內 MR 之建置與實施。2011 年本所再度派員與台電核安處人員第二次參加 MRUG 會議，除了汲取國外電廠實施 MR 之經驗，也針對管制單位提出之注意改善事項進行討論。今年台電公司因國外公差經費縮減無法派員與本所同行，本所已將蒐集之業界運轉資料傳送台電公司參考。建議本所定期派員參加，與國外電廠進行技術交流，並蒐集相關資料，使 MR 之執行技術持續精進，提升電廠維護成效，強化核能安全文化。

(二)、延攬國外有經驗的工程師與本所合作

延攬國外有經驗之工程師或顧問公司與本所合作，依過去維護法規建置之經驗，對計畫推行有極大幫助，如：Wolf Creek 電廠資深維護法規經理 Mark Ferrel 在國內維護法規建置之初，曾多次邀請來台講授該廠維護法規執行經驗，並取得 Wolf Creek 電廠相關資料庫及程序書，以利計畫之執行。Mr. Ferrel 目前為本所台電委託計畫之國外顧問，提供國外電廠排程及風險管理成效經驗回饋與相關問題諮詢、國外電廠預防保養之設備可靠度提升經驗回饋與相關問題諮詢，使計畫推行順利。此次 MRUG 會議接觸之 PSEG (Public Service Enterprise Group)公司、Duke Energy Carolinas 公司資深工程師為人和善且樂於提供資料與經驗分享，建議本所可先建立良好溝通管道，以利日後合作之需。

(三)、建立關鍵技術專業人員的培訓計畫

安全度評估技術與核研所風險求解引擎 INERISKEN 是本所承接所外單位有關 PRA 應用案之關鍵技術，應儘早規劃完整的內部訓練課程，將資深人員的技術與經驗傳承下去，避免因人員退休造成技術斷層與人力不足的問題。