

核一廠駐廠視察主題視察報告

(反應爐保護系統)

核能管制處

行政院原子能委員會

中華民國九十二年二月

目 錄

壹、前 言.....	2
貳、系統故障歷史.....	2
參、視察結果.....	3
肆、結論與建議.....	7
附表一、反應爐保護系統最近三年設備 故障情形.....	8
附表二、核一廠反應爐保護系統反應時間 測量結果.....	9
附圖一、RPS 系統結構圖.....	10
附圖二、RPS 控道 A 邏輯圖.....	11
附圖三、核一廠位於主控制室 H11-P609 及 H11-P611 盤之 RPS 電驛.....	12
附圖四、核一廠反應爐保護系統現場儀控 管線以圍籬保護情形.....	13
附件一、奇異公司對 HFA 型電驛設備 驗證壽命之電文.....	14

核一廠駐廠視察主題視察報告 (反應爐保護系統)

壹、前言

核能電廠反應爐保護系統(RPS)設置目的，在於反應爐於各種運轉情況中，於偵測到足以威脅核燃料完整性以及冷卻水壓力邊界各關鍵參數時，能產生自動急停信號，以防範爐水溫度或爐心反應度過高，造成核燃料護套破孔或熔損，危及反應爐安全。本系統主要組件係由偵測器、電驛開關、以及旁通電路等組成，並由馬達發電機組(M-G Set)提供電源。在控制迴路方面，則包含有兩串互相獨立的跳脫控道A和B，其設計架構如附圖一所示，控制邏輯詳如附圖二。

本次視察目的在瞭解核一廠該系統設備使用狀況，並查證其設備維護及相關功能測試情形。視察時間為91年11月18日至22日及92年1月13日至17日，於駐廠期間執行。

貳、系統故障歷史

核一廠反應爐保護系統近三年來，一、二號機各發生三件及八件設備故障紀錄，其中一號機導致半急停一次，二號機導致半急停二次，造成機組處於半急停狀態運轉。所謂半急停狀態即表示機組喪失一串保護系統控道，若另一串控道亦超過關鍵參數限值或故障時，

RPS 即會動作並引發跳機。其餘故障紀錄大部份為系統電驛或備用組件故障所致(詳如附表一),對機組運轉安全並不致有立即性之影響。

參、 視察結果

本次視察係針對核一廠一、二號機反應爐保護系統相關定期測試、設備請修單及現場巡視三部份進行查證，視察結果如下述：

一、反應爐保護系統定期測試

(一)反應爐保護系統控道測試開關功能試驗(程序書編號 601.19)

本程序書主要提供測試人員執行反應爐保護系統控道測試開關功能試驗之依據，於每十八個月機組大修期間或控道維修後執行。查證一號機於 90 年 2 月與 91 年 10 及二號機於 89 年 10 月與 91 年 3 月間，各有二次本項定期偵測試驗執行紀錄，其測試頻率及結果均符合要求。此外，近年來機組運轉期間並未有因控道維修而執行本項定期試驗之紀錄。

(二)反應爐保護系統反應時間測試(程序書編號 603.11.6)

基於保護反應爐及一次壓力邊界的目的，反應爐保護系統在偵測到動作訊號後，必須能足夠快速反應，以確保核能安全。程序書 603.11.6 之目的為提供嚴謹的程序，以執行反應爐保護系統之反應時間測試。依據運轉規範基準 SR 3.3.1.1.17，反應爐保護系統反應時

間，自感測器接點開啟至跳脫驅動機構開啟時間，應符合下列規定：

1. 平均能階偵測系統(APRM)控道動作時間不得超過 0.09 秒。
2. 主蒸汽隔離閥(MSIV)關閉時間應小於 0.06 秒。
3. 汽機斷止閥(TSV)關閉時間應小於 0.08 秒。
4. 汽機控制閥(TCV)快速關閉，液壓油低油壓動作時間應小於 0.08 秒。

本程序書每十八個月於機組大修期間執行一次，但主蒸汽隔離閥關閉之反應時間測試，其測試週期為每次大修執行一組子控道，四次大修完成四組控道之測試。查證一號機 90 年 2 月 10 日與 91 年 9 月 19 日及二號機 89 年 11 月 9 日與 91 年 3 月 12 日電廠執行本項測試之紀錄，詳如附表二，其結果均小於規定時間，符合要求。

(三) 反應爐保護系統馬達發電機組及電氣保護元件 (EPA) 定期測試 (程序書編號 612.9.4)

本程序書為提供測試程序予工作人員，做為執行反應爐保護系統馬達-發電機組及電氣保護元件 (EPA) 定期測試之依據。根據運轉規範 3.3.8.2.1/3.3.8.2.2/3.3.8.2.3 要求，本測試配合大修燃料更換時執行 RPS 電源之 EPA、高電壓 (OV)、低電壓 (UV)、低頻率 (UF) 的設定點校驗及電氣一級(CLASS 1E)斷路器跳脫功能試驗。查證一號機第十八次大修(90 年 2 月)及二號機第十八次大修(91 年 3 月)期間本項測試紀錄，其結果如下：

- 1.一號機部份，檢查 RPS 跳脫系統 B 串，發現 H11-611 盤面之斷路器有過熱情形，經更新後恢復正常。其他跳脫設定點及延時時間測試結果都在接受標準範圍內。
- 2.二號機部份，除 RPS 後備電源之 EPA-1 卡片測試時有異常現象而予以換新外，其餘皆正常。

(四)奇異 HFA 型電驛儀控部份檢查(程序書編號 758.1)

本程序書主要檢查美國奇異公司 HFA 型電驛，核一廠每部機 RPS 系統儀控部份共有 78 支該型電驛，分別裝置於主控制室 H11-P609 及 H11-P611 等盤面，現場狀況如附圖三，其功能為機組發生異常狀況時引動 RPS 系統動作邏輯以保護反應爐。檢查項目包括電線軸前 / 後端板、線圈有無過熱、磁極端面清潔度、各機構有否鬆動、接點有否髒或變色、蓋子清理及完整等項目。查證一、二號機第十八次與十九次二次大修期間檢查結果，電廠維護人員均依程序書之規定執行前述檢查項目。有關奇異 HFA 電驛之使用期限是否須要訂定更換周期，經查詢相關資料，奇異公司於 2002 年 7 月 9 日答覆此問題認為該型電驛可使用 41 年（如附件一）。但由近三年設備請修單統計顯示，RPS 系統該型電驛有四次故障紀錄，其故障原因與狀況如附表二。該型電驛為 RPS 系統重要組件，有必要請台電公司重新評估其使用壽命，以做為是否需要訂定更換周期之依據。

(五)奇異 CR 105 型電驛檢查 (程序書編號 758.1.1)

本程序書主要定期檢查美國奇異公司 CR 105 型電驛，核一廠每部機 RPS 系統部份該型電驛，包括 C72 K14A H 及 C72K15 A D 共有 12 支急停電驛，其功能為機組急停信號產生時，引動急停導引閥使控制棒插入爐心產生反應爐急停。檢查項目包括目視檢查磁極端是否有灰塵、接線端有無鬆脫、線圈有無過熱跡象或異聲等，並執行清潔接點、接觸器及輔助接點滑動桿件之潤滑工作。本程序書每十八個月於機組大修期間執行，查證一、二號機第十七次及第十八次二次大修檢查結果，電廠人員均能依程序書規定執行上述檢查項目，符合要求。

二、設備請修單查證

查證核一廠 RPS 系統自 89 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日請修單檢修情形，一號機共開立 3 件，二號機 8 件請修單(詳如附表一)。經查設備異常原因多為電驛方面之請修。據儀器課稱，儀器課對本系統曾進行多項接線與電驛壓接等方面之維修事項改善，例如原 14 號線改為 12 號線，以降低其阻抗及減少火花之發生，以增進設備可靠性。而電驛方面的維護，在大修期間雖已依據程序書 758.1 執行檢查，但仍然會發生電驛故障之情形，此方面之檢查過程仍須加強。

三、現場設備巡視

反應爐保護系統現場設備包括管線、傳送器及電驛等。經於 91 年 11 月 20 日及 92 年 1 月 14 日二次巡視位於反應器廠房 39.83 呎之管線及傳送器等設備，該系統設備因係安全有關，現場均以圍籬加以保護（如附圖四），以免遭受碰撞，影響運轉安全。另檢視管線部份之標識亦相當清楚。此外，巡視位於主控制室 H11-P609 及 H11-P611 盤之 RPS 電驛，亦未發現有異常狀況。

肆、結論與建議

本項視察查證反應爐保護系統系統定期測試結果均符合要求，而電廠對反應爐保護系統設備之維護工作，亦均能依據相關程序書定期於機組大修期間進行各項檢查。在奇異 HFA 型及 CR105 型電驛方面，雖然檢查工作已相當詳細，但機組運轉期間仍然有電驛故障之情形發生。近年來核一廠已針對 RPS 系統進行多項改善措施，但電驛之使用壽命是否須訂定更換周期，有待台電公司進一步重新評估。至於現場設備方面，巡視結果設備均能正常運作，標示亦十分清楚，並未發現有異常狀況。

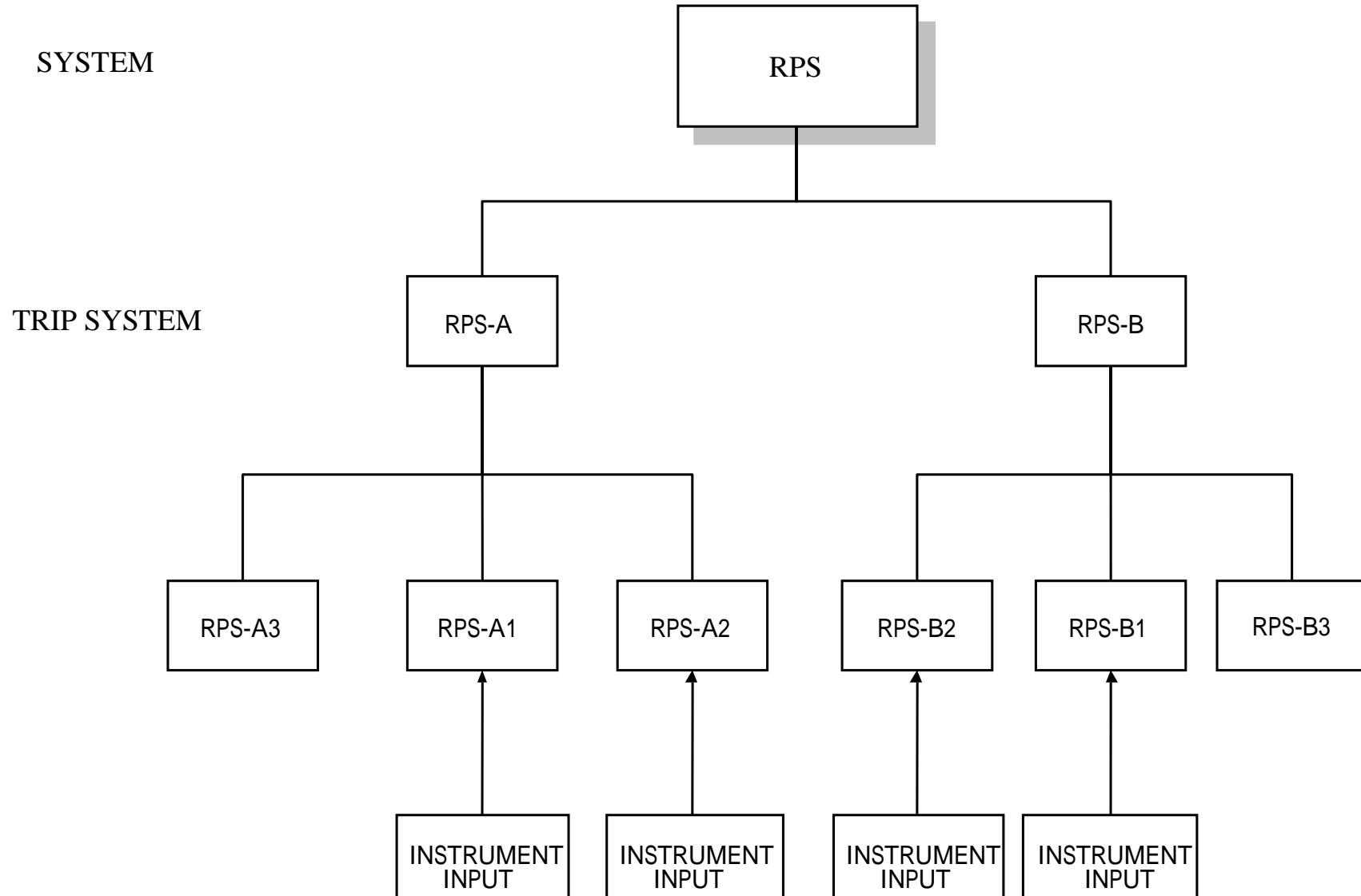
註：以上內容若有疑問可電洽黃智宗科長，電話：(02)2232-2160

附表一：反應爐保護系統系統自最近三年設備故障

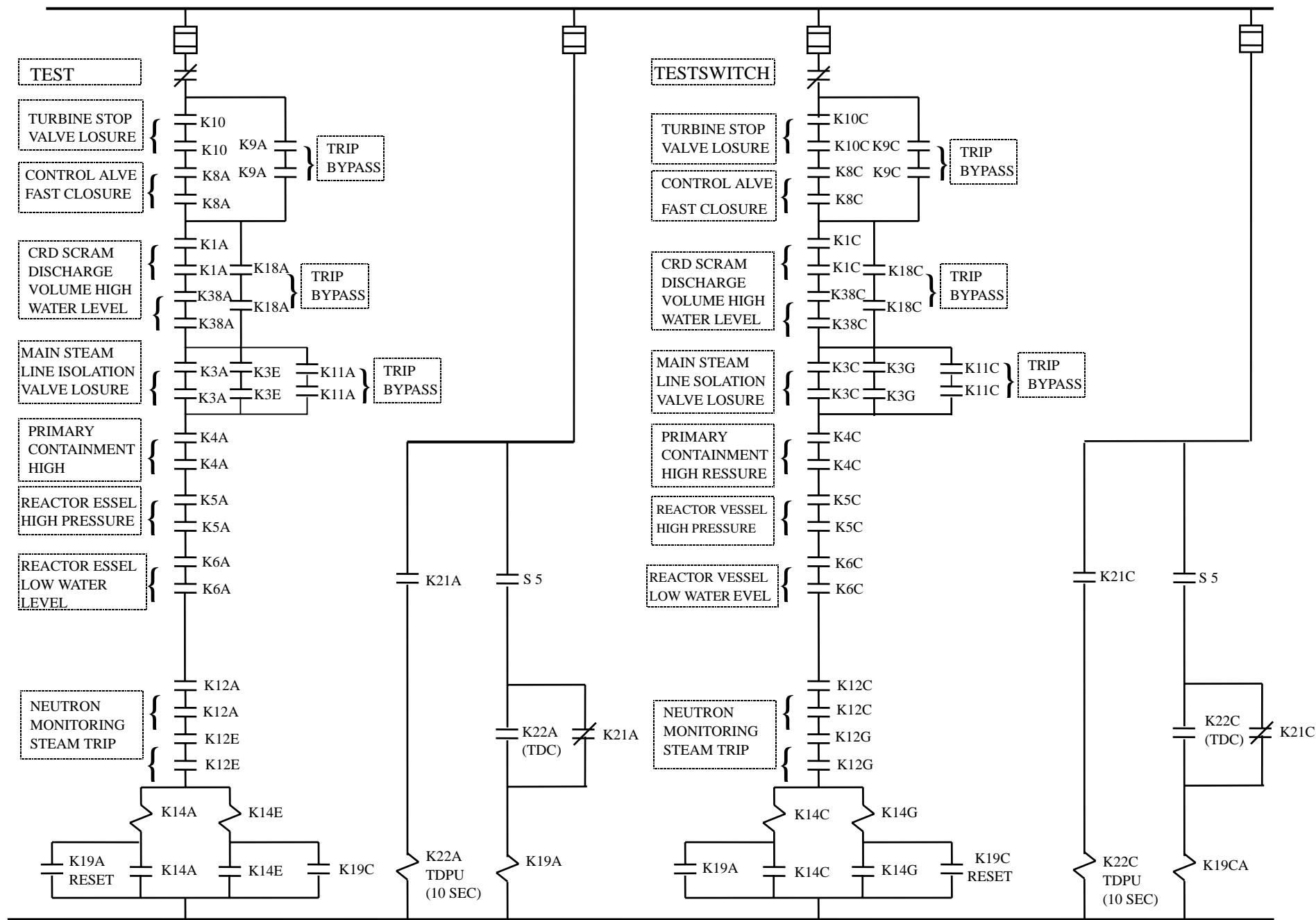
機組	異常情形及時間	發生異常時機組狀況	發生異常對機組之影響	故障原因及改正行動
1	RPS B 及 PCIS B 控道動作 (89.3.23)	滿載穩定運轉	造成機組半急停狀態	電源供應器二極體故障，換新零件後恢復正常
1	RPS 馬達發電機組斷路器跳脫(90.2.17)	機組大修中	無影響	斷路器容量不足，更新零件後恢復正常
1	RPS 馬達發電機組運轉有異音(89.5.25)	滿載穩定運轉	無影響	潤滑度不足，經加潤滑油後正常
2	壓力傳送器上游根閥滴水 (90.10.9)	滿載穩定運轉	無影響	根閥軟墊螺帽微鬆，鎖緊後不再滴水
2	RPS 備用電源故障警報出現 (90.10.9)	滿載穩定運轉	RPS 系統功能降低但對機組安全無立即影響	電源電壓偏移，重新調整整恢復
2	RPS C72A-K05CS 電驛發出異音(90.11.27)	滿載穩定運轉	無影響	電驛名牌座固定不良，經重新調整，並鎖緊線圈固定螺絲後正常
2	RPS B 控道故障，機組處於半急停狀態(90.12.8)	滿載穩定運轉	造成機組半急停狀態	RPS 電鋸 C72-K14FS 端點 1L 引線過熱損壞，經切除損壞部份，重新接妥後修復
2	RPS 馬達發電機組 A 台故障跳脫(91.3.20)	機組大修中	無影響	該設備電氣保護元件(EPA-2)卡片故障跳脫，重新校驗 EPA-2 卡片後正常
2	RPS 系統電驛 C72-K27B 故障，導致再循環泵跳脫系統(RPT)警報出示(91.4.8)	機組大修中	無影響	C72-K27B 二極體故障，更新二極體後正常
2	RPS B 控道故障，造成機組處於半急停狀態(91.9.11)	滿載穩定運轉	造成機組半急停狀況	RPS B 控道電驛 C72-K38S 接點接觸不良所造成，經擦拭檢修後恢復正常
2	RPS C72-K38C 電驛噪音及震動大(91.11.23)	滿載穩定運轉	無影響	電驛名牌座固定不良，經重新調整並鎖緊線圈固定螺絲後正常

附表二：核一廠反應爐保護系統反應時間測量結果

機組 功能	一號機(秒)		二號機(秒)		規定時間 (秒)
	90.2.10	91.9.18	89.11.9	91.3.12	
APRM A 控道	0.038	0.046	0.023	0.019	0.09
APRM B 控道	0.030	0.025	0.030	0.020	0.09
APRM C 控道	0.035	0.032	0.025	0.022	0.09
APRM D 控道	0.030	0.025	0.036	0.020	0.09
APRM E 控道	0.025	0.026	0.020	0.020	0.09
APRM F 控道	0.043	0.060	0.030	0.028	0.09
TSV	0.027	0.035	0.040	0.040	0.08
TCV	0.030	0.035	0.032	0.031	0.08
MSIV	0.035	0.032	0.036	0.022	0.06
註：本表測量結果係取用 RPSA1、A2、B1、B2 四支控道中該次測試反應時間最長者。					



附圖一 RPS 系統結構圖



subchannel A1

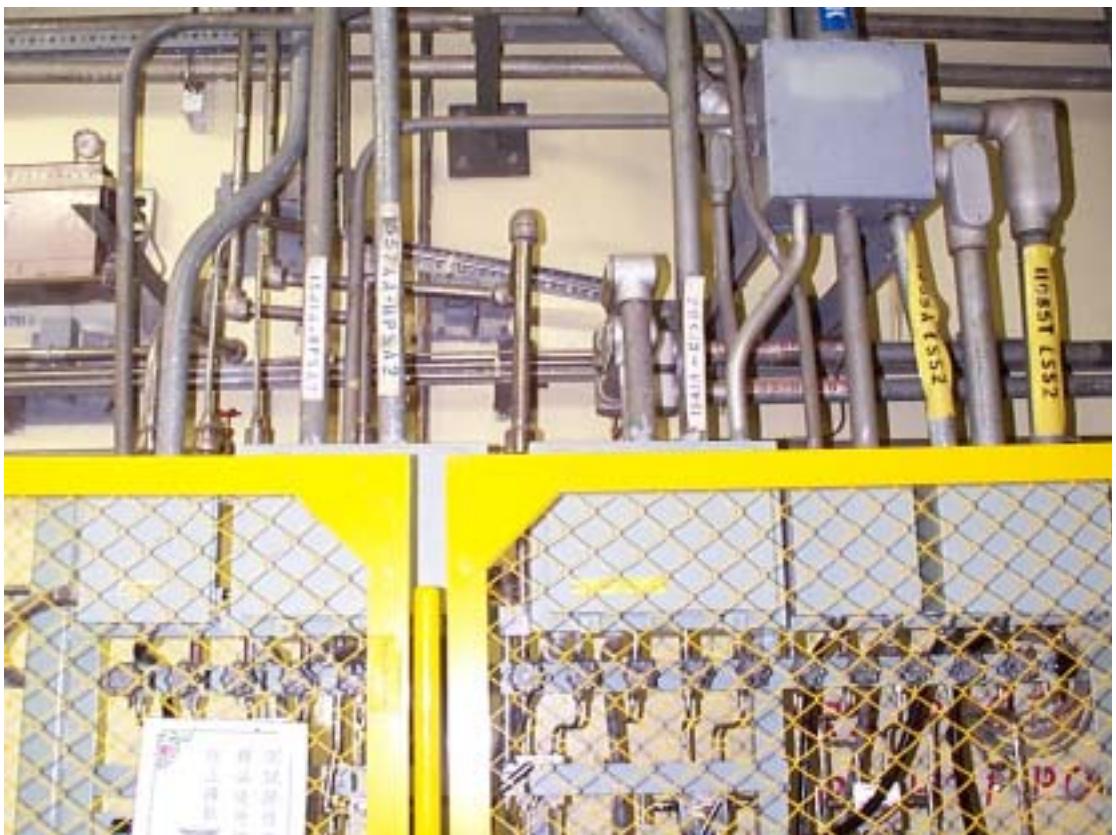
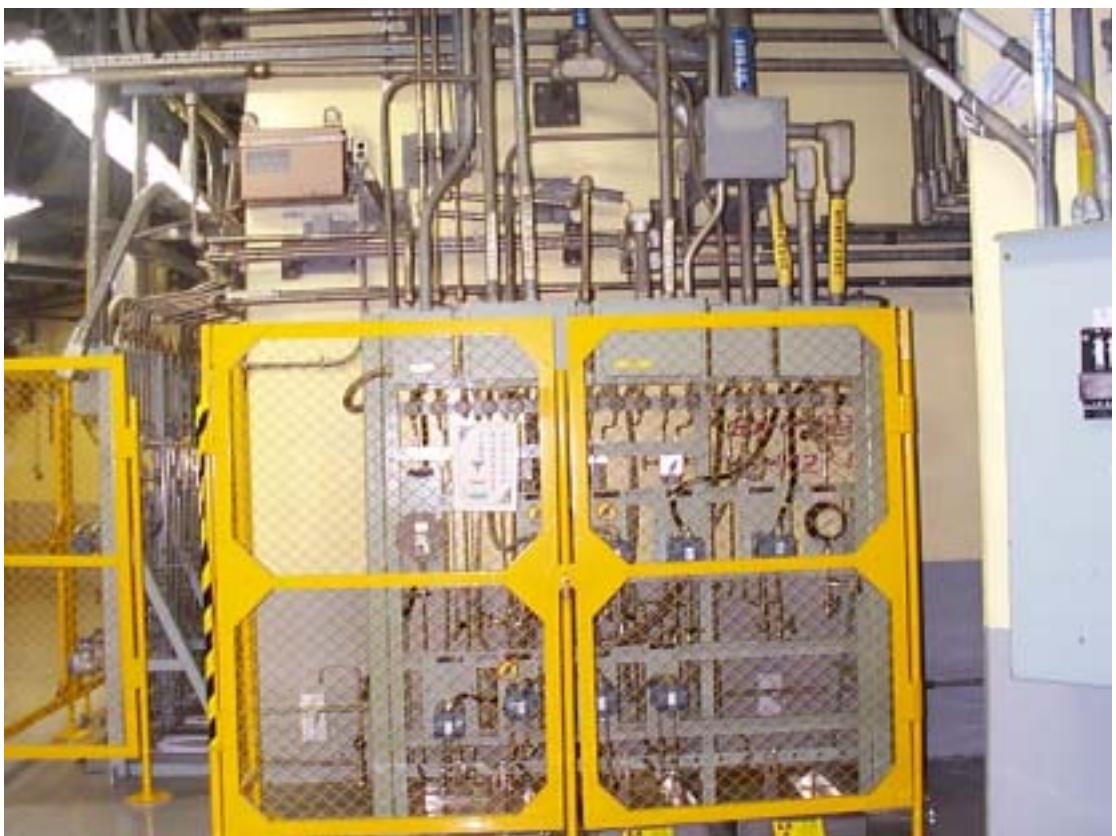
REST GROUP 1/4

subchannel A2

REST GROUP 2/3



附圖三 核一廠位於主控制室 H11-P609 及 H11-P611 盤之 RPS 電驛



附圖四 核一廠反應爐保護系統現場儀控管線以圍籬保護情形

Lin Shang-Jen

寄件者: Cheng, Jennifer (PS, NE) [Jennifer.Cheng@gene.GE.com]
寄件日期: 2002年7月9日星期二上午 9:02
收件者: Lin, Shang-Jen (TPC-CS)
主旨: FW: EQ life for HFA relay

Dear Mr. Lin,

Here is the response received from GENE.

Regards,

Jennifer Cheng
GENE Parts & Services -Taiwan
8753-7036 / (886)2-2714-7036
8753-0703 / (886)2-2717-0703
jennifer.cheng@gene.ge.com

-----Original Message-----

From: Picard Keith W. (PS, NE)
Sent: Monday, July 08, 2002 11:19 PM
To: Cheng, Jennifer (PS, NE)
Subject: RE: EQ life for HFA relay

The qualified life is 41 years.

Keith, GENE

-----Original Message-----

From: Cheng, Jennifer (PS, NE)
Sent: Friday, July 05, 2002 2:44 AM
To: Picard Keith W. (PS, NE)
Subject: EQ life for HFA relay

Keith,

Please advise the qualified EQ life for GE HFA Relay 12HFA151A9F, nuclear safety related P/N 228B1470P003. The HFA relay was installed in mild environment at Chinshan plant.

Regards,

Jennifer Cheng
GENE Parts & Services -Taiwan
8753-7036 / (886)2-2714-7036
8753-0703 / (886)2-2717-0703
jennifer.cheng@gene.ge.com

附件一、奇異公司對HFA型電驛設備驗證壽命之電文