

出國報告審核表

出國報告名稱：學習 Radiation Monitor RM2000/RM2300 檢修和校正技術		
出國人姓名	職稱	服務單位
吳乾宗	十等主辦維護儀控專員	台灣電力公司/第一核能發電廠
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：100 年 10 月 3 日至 100 年 10 月 12 日		報告繳交日期：100 年 11 月 28 日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
	<input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、 各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、 審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人		單 位		主 管 處		總 經 理	
				主 管		主 管		副 總 經 理	

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

學習 Radiation Monitor RM2000/RM2300 檢修和校正技術

頁數 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

吳乾宗/台灣電力公司/核能發電處/十等主辦維護儀控專員
/26383501~2358

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：2011/10/3~2011/10/12 出國地區：美國加利福尼亞州

報告日期：2011/11/28

分類號/目

關鍵詞：輻射偵檢器系統 Radiation Monitor System(RMS)

內容摘要：(二百至三百字)

本次 10 天的實習行程，透過研討以及經驗交流收穫豐盛；部分作法未來應用於台灣電力公司核一廠輻射偵測器(RMS)設備之維護，可精進 RMS 維護品質以及提升營運績效；確實達成本次出國之目的。

GA-ESI(General Atomics Electronic Systems, Inc.)針對本次的實習行程，主要規劃了針對 GA-ESI 輻射偵檢設備 (RM-2000/2300)進行完整的設備解說、現場操作及技術，以及風險評估等等相關說明；以提升核一廠現場維護人員之緊急應變能力以及現場操作執行能力。

出國報告（出國類別：實習）

**學習 Radiation Monitor
RM2000/RM2300 檢修和校正技術**

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：吳乾宗 核一廠主辦維護儀控專員

派赴國家：美國

出國期間：100 年 10 月 03 日至 10 月 12 日

報告日期：100 年 11 月 28 日

目	錄	頁次
壹、出國目的		1
貳、出國行程		1
參、任務過程		2
一、前言		2
二、GA 輻射監測器原理介紹		2
三、RM-2000/2300 的操作原理		4
四、RM-2000 微處理器的檢修及校正技術		7
五、電腦與 RM2000 連線		10
肆、結論、心得與建議事項		12

壹、出國目的

核一廠舊有的輻射偵檢器 RM-80(現場取樣分析盤)/RM-23A(控制室遠端監控盤)，已陸續更新為 RM-2000(現場取樣分析盤)/RM-2300(控制室遠端監控盤)。新款的輻射偵檢器具有具有線上能譜分析、軟體過濾器、偵檢器診斷、增益調整及良好的人機介面等功能。因此需派員至原廠接受相關訓練，以確保未來能提供設備良好的維護保養及提昇設備的可靠度。

貳、出國行程

100年10月3日至100年10月12日(含往返程3日)共計10日，於美國加利福尼亞州聖地牙哥市(San Diego, CA) General Atomics 公司執行本項任務。詳細行程如下：

日期	行程	摘要
10/3	桃園機場→洛杉磯	往程：由台北→洛杉磯
10/3	洛杉磯→聖地牙哥	往程：由洛杉磯→聖地牙哥
10/4	General Atomics 公司	(1) 辦理入廠手續及相關訓練(保安、工安) (2) 拜會所有 GA 相關人員 (3) 參觀 GA 工廠：實際了解該公司對流程輻射製造。
10/5	General Atomics 公司	RM-2000(現場取樣分析盤)原理解說
10/6	General Atomics 公司	(1) RM-2000(現場取樣分析盤)校驗及分析 (2) RM-2300(控制室遠端監控盤)操作
10/7	General Atomics 公司	軟體(Software)執行程式分析。
10/8~10/9	聖地牙哥市	星期假日
10/10	General Atomics 公司	(1) 技術經驗交流相關討論 (2) 辦理離廠手續
10/11	聖地牙哥→洛杉磯	返程
10/12	洛杉磯→桃園機場	返程

參、 任務過程

一、 前言

10月3日搭乘長榮(EVR)抵達洛杉磯國際機場(LAX)，由Tom Bradley's International Terminal (TBIT)入境(在Terminal 3與4之間，擴建中)，然後在SAN的Commuter Terminal 搭乘轉搭乘美國航空班機(American Eagle Airline)抵達聖地牙哥(San Diego)機場。開始為期10天之實習與技術研討課程。

General Atomics(“GA”)公司是全球有關核能電磁系統、遙控飛機監控、空浮、無線及雷射等技術。公司主要發展在反應器氦分子冷卻及反應器運轉已達45年之久；另外，製造現代化無人航空車輛……

GA-ESI(General Atomics Electronic Systems, Inc.)提供核電廠輻射監測產品已有40年，業界也具領先地位。強化品質達到10CFR50 Appendix B及ISO 9001標準。目前全球有超過2000台輻射監測器仍在運作；本次前往實習輻射監測器之核心RM-2000(現場取樣分析盤)/RM-2300(控制室遠端監控盤)技術，對核電廠有其相當大之意義與助益。

二、 GA 輻射監測器原理介紹

流程監測器使用於測量輻射活度，在各種不同的流程氣體，藉由取樣流程氣體的一部份或藉由觀查流程氣體。流程氣體可能為氣體、液體或蒸汽。監測器裡面微處理器是其中的一個部分，可以使用一個或更多型式的輻射感測器。每個操作都是單獨微處理器的控道，監測器可以接收類比或數位輸入，從感測器測量的溫度、壓力、流量和濕度。其它相關功能的輻射檢測，也是藉由微處理器執行，這些包括取樣流量的控制，Purge 控制，過濾控制，警報控制，偵檢器 checksource 控制和歷史數據的收集。由於要進入系統之操作，必先對GA監測器整體架構有所了解。以下就通用性fixed-Filter 粒子(Particulate)、碘(Iodine)及氣體(Gas)3控道(Channel) 偵測器與RM-2000/2300作一概略解說(圖一)。



圖一 GA 3 channel 輻射監測器外觀圖

首先介紹 RM-2000/2300 的主要次組件有:

- 脈衝資料擷取 Pulse data acquisition (PDA)
- 中央處理器 Central processing unit (CPU)
- 輸入/輸出處理器 Input/output processor (IOP)
- 類比輸入/輸出 Analog Input/Output (AIO)
- 串列通訊處理器 Serial communications processor (SCP)
- 電源供應器 Power supply
- 運轉員介面盤 operator interface panel(OIP)
- 微電流計 Picoammeter (PICO)

脈衝資料擷取 (PDA)，主要提供三個 BNC 接頭，有 MCA(Multi Channel Analyzer) ， WINDOW ，和 GROSS; MCA 有 1024MCA 控道(Channel)疊加自入偵測系統，提供 REAL TIME 或在線光譜及計數率能力，輸入計數率高達(1.0E+7)CPM。MCA 控道(Channel)可被用來執行校正，在線光譜分析，活動背景損失以及溫度補償。

WINDOW 控道(Channel)，計數脈衝超過可程式的低電壓幅度，但與 GROSS 不同的是當超過可程式的高電壓幅度時此控道(Channel)通辨別出反向脈衝。GROSS 控道(Channel)，控道(Channel)計數率可被用來當作 RM2000 控道(Channel)活動程度的來源也可可以做為寬幅的偵檢器輸入包含 GAMMA 和 BETA 閃爍器。

就 RD-60-30D 而言，氣體(Gas)偵檢器信號連至 GROSS 頻道 1，粒子(Particulate) 偵檢器信號連至 WINDOW 頻道 2，碘(Iodine) 偵檢器信號連至 MCA 頻道 3。

中央處理器 Central processing unit (CPU)主要提供系統控制與流程，安裝了二個連結器，J1 和 J2，跟一個重置開關和 LED 指示燈及故障燈，連接器 J1 是一個雙向串行數據測試連接器，用於下載系統工作程式；連接器 J2 介面跟前盤顯示驅動器通過一條電纜線，在電路板跳線連接爲了 CPU 的具體操作；這些連接器設置作爲 RM-2000 集合成到監測器系統中。

輸入/輸出處理器 Input/output processor (IOP)提供主要泵管路沖洗(purge)及流量控制，以及接收流量傳送器信號；另外還接收外部類比流量信號、3 個警報信號及 3 個類比輸出。

類比輸入/輸出 Analog Input/Output (AIO)爲類比/數位轉換或數位/類比轉換後將

程序資料通往 IOP 再進出 RM-2000。

串列通訊處理器 Serial communications processor (SCP)作為 RM-2000 及遙控元件，通訊 port A 及 B 信號連至 PC-11，port C 信號連至控制室 RM-2300。

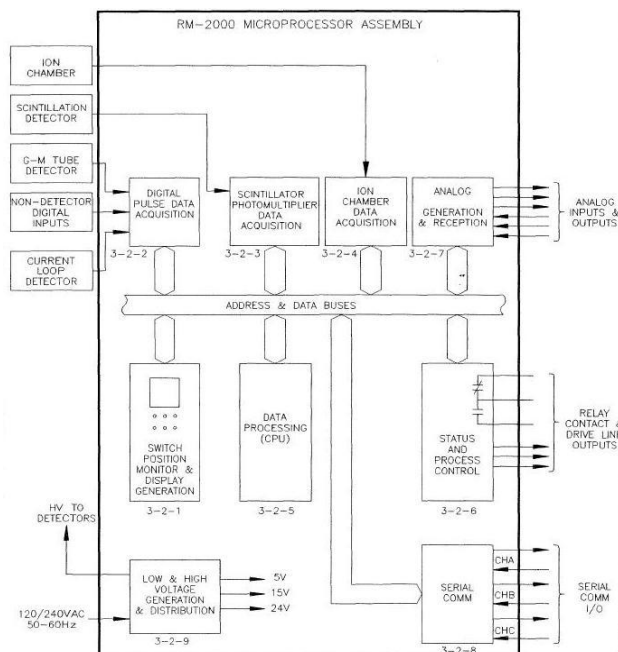
電源供應器(Power supply)一般 ac 電源提供 RM-2000 ON/OFF 之用；低電壓則有 +24V dc 作通訊回路；+5V dc/+15V dc/-15V dc 則作為上述卡片之工作電壓。高電壓約 +1200V dc。

運轉員介面盤 operator interface panel(OIP)提供頻道狀況，包含紅色高警報”HIGH”，琥珀警示”Alert”及正常運轉之”Oper”；光電板顯示各頻道數值，以及診斷、校正之操作。(如圖示一)。

RD-60-30D PIG 所有偵檢器使用閃爍/光電倍增管；粒子(Particulate)及氣體(Gas)偵檢器使用 β 閃爍元件，碘(Iodine) 偵檢器使用 γ 閃爍器與偵測管結合，以及溫度穩定裝置。粒子取樣室(chamber)包含可更換過濾器來捕捉粒子，碘取樣室(chamber)使用可更換活性碳過濾器來捕捉碘 131；至於氣體部份就不需要過濾裝置，直接取氣體偵測即可。

三、RM-2000/2300 的操作原理

RM-2000 微處理器的組合是最先進的輻射監測器流程，它使用分散式程序執行輻射監測器系統的操作。RM-2000 系統包括 32-bit 程序系統、操作面板、八個偵檢器介面、低壓及高壓電源供應器、通訊協定介面及類比/數位輸入輸出介面，其組合介面如圖二。



圖二 RM-2000 系統偵測器介面

RM-2000 系統結構可以選擇電路板的組裝，基本上電路板可以安裝在 RM-2000 插槽，包含(1)CPU 板(2)串列通訊協定流程板(3)輸入/出流程板(4)類比輸入/出。一個高壓電源供應器(HVPS)提供電源給偵檢器。系統的裝置必須還有低電壓電源供應器給電子設備、繼電器和偵檢器電源。

RM-2000 執行下列操作：

- A.處理取樣和區域放射性資料
- B.產生操作狀態、警報及類比輸出信號
- C.維護監控器/控道(Channel)資料
- D.控制偵檢器 checksource 的操作
- E.操作取樣流量設備
- F.跟外部元件的通訊

茲對操作按鍵進行簡述如下表:

Select Display Key :	
PREV	顯示事先儲存的顯示
NEXT	顯示下一頁可找到事先儲存
Channel Select Key :	
PREV	選擇先前控道(Channel)顯示，例 Chan2→Chan1
NEXT	選擇下一頁可用的控道(Channel)，例 Chan1→Chan2。
MENU Key :	回主目錄顯示
Select key :	目錄選項
Arrow keys :	移動到下一個項目中，使用上下箭頭。
MENU Key :	回主目錄選單。
CURRENT ACTIVITY key :	顯示目前輻射讀值的控道(Channel)及運轉模式選單。
NORM/SUPV key switch :	
NORMAL	操作者監看 RM-2000
SUPERVISOR	位置可提供使用者所有的控制運作能力
HORN ACK Switch	關閉喇叭聲音警報。

S1 ON/OFF Switch :	提供信號端主要電源開關控制
Power Supply Green LED :	直流電壓在可用電源在範圍內。
FAIL Indicator :	RED 點亮時，當內部自我測試失敗。
RESET Indicator :	當重置啓動時 AMBER 瞬間亮
RESET Pushbutton :	當壓下按鈕，強制 CPU 重置、啓動開始測試和內部自我測試
BYPASS Indicators :	AMBER：當亮時，指示通訊迴路旁路經過這個顯示器
RTS Indicators :	AMBER 通訊到尚未被啓用
FAIL Indicator :	RED，失效顯示。
RESET Indicator :	AMBER；亮約一分鐘後自我測試開始表示自我測試過程。
RESET Pushbutton :	啓動內部自我測試；重新啓動運作軟體。

操作介面如下圖三所示



圖三 2000 操作介面

RM-2000 微處理器的組合是最先進的輻射監測器流程，它使用分散式程序執行輻射監測器系統的操作。RM-2000 系統包括 32-bit 程序系統、操作面板、八個偵檢器介面、低壓及高壓電源供應器、通訊協定介面及類比/數位輸入輸出介面。

RM-2000 系統結構可以選擇電路板的組裝，基本上電路板可以安裝在 RM-2000 插槽，包含(1)CPU 板(2)串列通訊協定流程板(3)輸入/出流程板(4)類比輸入/出。一個高壓電源供應器(HVPS)提供電源給偵檢器。系統的裝置必須還有低電壓電源供應器給電子設備、繼電器和偵檢器電源。

操作介面(OIP)提供了控道(Channel)狀態指示了八個控道(Channel)。這些指示器包含紅燈指示為高警報情況，黃燈警報指示為 Alert 警報情況，綠燈指示為正常控道(Channel)狀態。顯示器窗口是點陣發光顯示器，由顯示器讀出來顯示控道(Channel)細節狀態；且能夠系統診斷及校正處理並提供圖形顯示的能力，可以在主目錄選項操作。

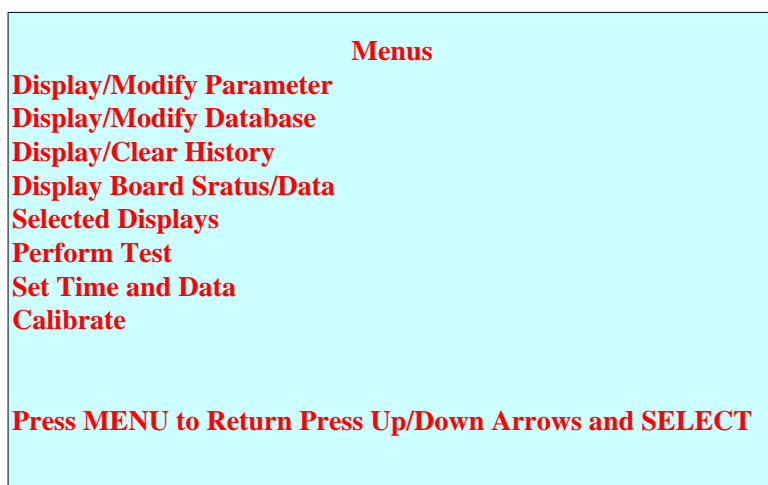
四、RM-2000/2300 微處理器及遙控盤的檢修及校正技術

1. RM-2000

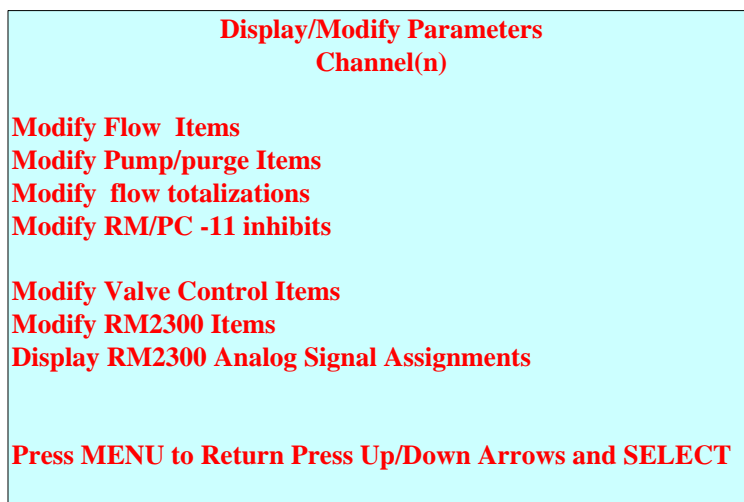
此系統的電壓幅度可能會造成人員傷亡，GA 公司人員均會提醒於儀器測試時請使用防感電手套以及工業安全的預防措施，工安鞋，安全帽等。

在校正設備準備方面，有多功能數位電表(DMM)、脈波產生器 BNC 輸入型、Tail 脈波產生器、Function 產生器及電流源 4-20mA 等基本配備。

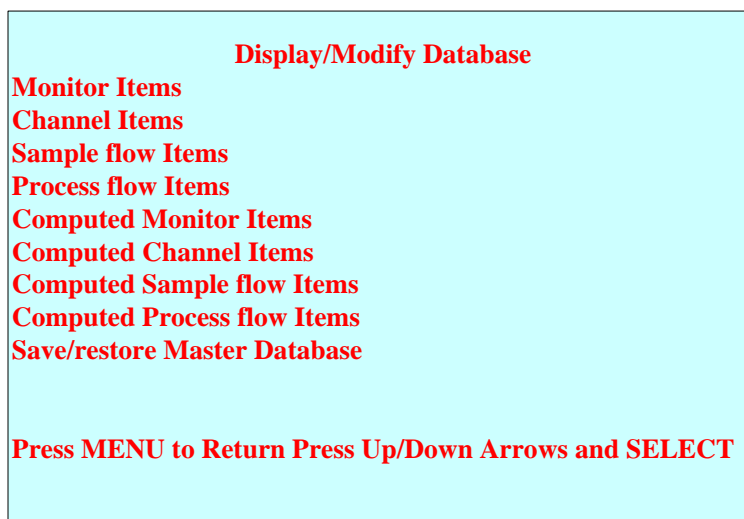
在確定控制盤電源及系統狀態正常後，藉由主選單(Menu)由 ↑ ↓ 或壓 SELECT 選擇想要進入之參數、資料。



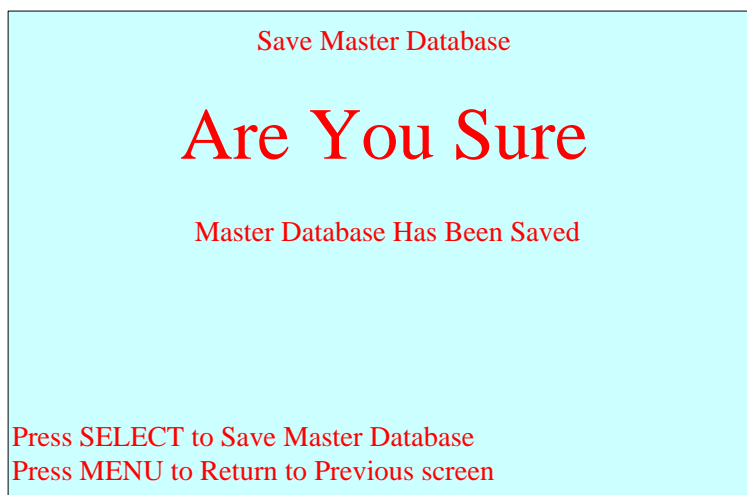
在主要次選單(Display/Modify Parameters)下，可以選定所要之控道(Channel)可以進入修訂流量設定參數、泵運轉/管路沖洗、總流量率、在遠端遙控(PC-11)修訂資料及控制參數。另外亦可監控流量控制閥、以及修訂連線傳輸率(Baud Rate)/RM2300 數位輸出。





在另外之次選單(Display/Modify Database)下，監視(Monitor)資料可以看到軟體版本、位址及大氣壓力值。控道(Channel)、取樣流量(Sample flow)、流程流量(Process flow)、電腦監控(Computed Monitor)都可藉由本選單進行數值運算及控制等功能。



當數值或資料(database)變更後，電腦螢幕會自動顯示是否確定儲存及恢復(Save/restore Master Database)功能鍵



2. 執行 RM-2000/2300 微處理器 AIO 類比輸出校正程序：

RM-2000 AIO 類比輸出校正步驟順序為，進入 Menu/ Perform Test/ Self-Diagnostic/ Analog Output Test-ACTIVE，用數位式電表接於 CIJB（背面盤）量測盤內信號轉換器 A1:TB1-1/2，A2:TB1-4/5，A3:TB1-7/8，A4:TB1-10/11，測量記錄輸出電壓值：（可調整信號轉換器 4~20mA 之 ZERO 及 SPAN 點）。進入「AIO Board 0,select 1」執行 Vout4（gas-low）、Vout5（part.）、Vout6（iodine）按  至 change individual values，按 SELECT 分別輸入 0.00；0.25；0.50；0.75；1.00，並可依下表分別記錄輸出電壓值。（Gas-High 按  Board1-Vout4 進入「AIO Board 1,select 2」）

Test Value	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
輸出電壓 (Vdc)	1.0Vdc± 0.1	2.0Vdc± 0.1	3.0Vdc±0.1	4.0Vdc± 0.1	5.0Vdc± 0.1
Bd 0 -Vout4	TB1:1-2				
Bd 0 -Vout5	TB1:4-5				
Bd 0 -Vout6	TB1:7-8				
Bd 1 -Vout4	TB1:10-1 1				

RM-2300 AIO 類比輸出校正步驟順序為，進入 MENU/Perform Test/Start DAC Test，分別輸入 Test Value 為 409、819、1229、1638、2049，用數位式電表量輸出電壓(Vdc)應分別為 1Vdc±0.1、2Vdc±0.1、3Vdc±0.1、4Vdc±0.1、5Vdc±0.1。

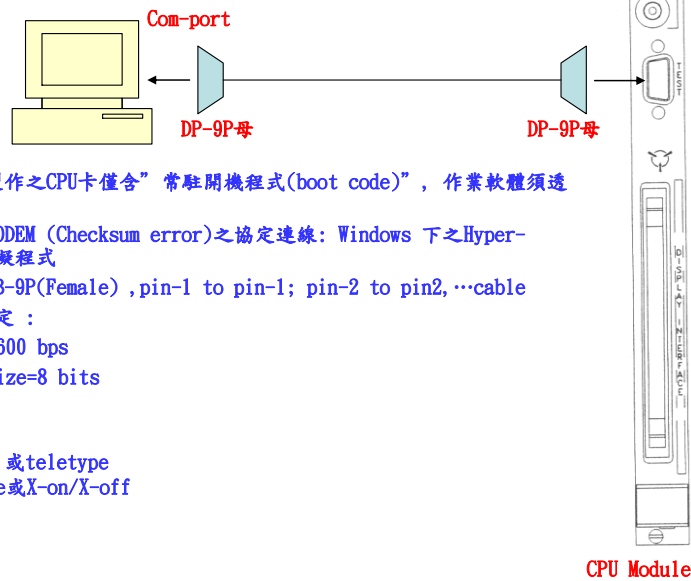
Test Value	409	819	1229	1638	2049
輸出電壓 (Vdc)	1.0 Vdc±0.1	2.0 Vdc±0.1	3.0 Vdc±0.1	4.0 Vdc±0.1	5.0 Vdc±0.1
DAC1					
DAC2					
DAC3					
DAC4					

五、電腦與 RM2000 連線

系統使用的 CPU 模組程式，學習如何將程式下載至 RM2000，以維持十二台 RM2000 輻射偵測器的正常運作。

- (1) 先將 RM2000 POWER OFF!
- (2) 將 DB9P 連線連接電腦 COM1 與 CPU PROCESSOR MODULE 之 COM，並執行超級終端機 HYPER-TERMINAL
 1. RM2000/RM2300 新製作之 CPU MODULE 僅含”常駐開機程式(boot code)”，作業軟體須透過 PC 下載至 CPU MODULE
 2. 以具傳檔功能之 XMODEM (Checksum error)之協定連線: Windows 下之 Hyper-terminal 終端機模擬程式
 3. DB-9P(Female)對 DB-9P(Female) ,pin-1 to pin-1; pin-2 to pin2,···cable
 4. 終端機模擬程式設定：
 1. Baud rate=9600 bps
 2. Character size=8 bits
 3. Parity=none
 4. Stop bit=1
 5. 終端機模擬：None 或 teletype ； Flow control : None 或 X-on/X-off

RM2000/2300與host PC通訊



1. RM2000/RM2300新製作之CPU卡僅含”常駐開機程式(boot code)”，作業軟體須透過PC下載至CPU板
2. 以具傳檔功能之XMODEM (Checksum error)之協定連線：Windows 下之Hyper-terminal終端機模擬程式
3. DB-9P(Female)對DB-9P(Female) , pin-1 to pin-1; pin-2 to pin2, …cable
4. 終端機模擬程式設定：
 1. Baud rate=9600 bps
 2. Character size=8 bits
 3. Parity=none
 4. Stop bit=1
5. 終端機模擬：None 或teletype
Flow control：None或X-on/X-off

(3) 將 RM2000 POWER ON!

視窗畫面如下：並於 10 秒內在 RMX NINDY=> 輸入 em T <ENTER>

Testing UART

Skipping interrupt test

Testing FLASH

Skipping timer test

Confidence tests complete

RM2000 NINDY monitor for the 80960SB RMX MAIN PROCESSOR

Version 1.5, adapted from Nindy Version 3.12

Copyright (c) 1992, Sorrento Electronics

Automatic start of last downloaded program is about to begin.

You have ~ 10 sec to enter any character to disable this

Enter the command em T to 'execute monitor' and hold-off the watchdog timer

Erase and download commands also go into 'execute monitor' mode

Off-boards are held in reset while at the Nindy prompt

Enter the command mb 50000000 and a value of 1 to release off-board reset

Erase and download commands will put the off-boards back into reset

RMX NINDY=>em t (Stop all program before download

RM2000/2300)

RMX NINDY=>cd 10/21/98 09:18 (修改時間 24 HR format)

10/21/98

RMX NINDY=>ef (Erase RM2000 flash content)

**** ERASE 檔案約須 2 分鐘，才完成。****

肆、結論、心得與建議事項

一、結論

由於 RM-2000/2300 內容非常廣泛，無法在此極小篇幅報告中逐依陳述。RM-2000/2300 包含資料收集、處理、精簡、分析以及監測器測試。資料收集涉及自偵測器輸入信號之接收，與 CPU 對資料之處理。資料分析則是與警報設定點(儲存於 RM-2000 資料庫)比較上述資料。監視器測試包含檢查各個偵測器讀數是否有錯誤，並例行性/臨時性的執行 checksource 檢查。對核能機組氣態/液態之放射物質排放標準可留下完整紀錄。

本廠目前共使用十二台 RM2000 輻射偵測器，每台 RM2000 依其偵測的範圍和流體的不同，皆有不同的 CPU 模組。若某一台 RM2000 CPU 模組故障時，將喪失偵測系統的功用，甚致會造成機組停機。若是每台 RM2000 輻射偵測器皆從原廠購買本身的 CPU 模組(每套美金約四萬元)，將增加公司的財務負擔。因此本次至原廠除了取得各系統使用的 CPU 模組程式，並學習如何將程式下載至 RM2000，如此本公司只要預備一~二套 CPU 模組便可維持十二台 RM2000 輻射偵測器的正常運作。

由於流程輻射偵測器在 GA 公司相關人員之專業及施工製程規劃嚴謹，致設備可靠度頗受好評；所以不僅來自本公司(核一、二、三廠)，包括亞洲地區核能電廠都是客戶群。

然而，該公司因為所從事之產品與國防工業相關(廠內也禁止拍照)；且正因美國反恐當前，對核能(Nuclear)非常敏感，職代表核電廠，從美國簽證到入境檢查，受到非常嚴格的審查與審問，幾乎都得折騰好一陣子；但為了技術學習與專業之提升，此任務應屬值得。

二、心得

這次公司能提供職前往美國加州聖地牙哥(San Diego)General Atomics 公司參與學習氣體、液體流程輻射偵測器之製程及檢修技術，對本廠未來在儀器之檢修及故障排除，提供迅速解決技巧，對維護作業有明顯的幫助。

前往美國 General Atomics 公司，除了學習專業領域之外，也對該公司自主管理留下深刻印象。前述此公司產業類別特殊，人員均採彈性化管理。

三、建議

在研習過程中，亦見到核三廠訂購之輻射偵測器備品請購，也有龍門電廠之設備修改建議案件(可行性分析計畫)。所以，未來如果有關同一類型或類似之請購或技術合約，若能整合統購，應可節省費用。

本次至原廠除了取得各系統使用的 CPU 模組程式，並學習如何將程式下載至 RM2000 技術，如其它核電廠有需要，將提供技術上之支援及分享。