

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

反應器飼水系統數位化控制設備維護研習

(裝訂線)

服務機關：台灣電力公司
出國人 職 稱：分類十等儀電工程師
姓 名：曾文煌
出國地區：美 國
出國日期：93年8月7日~8月27日
報告日期：93年9月21日
出國計劃：93年度93021號

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

反應器飼水系統數位化控制設備維護研習

頁數 29 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/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曾文煌/台灣電力公司/第二核能發電廠/儀電工程師/24985990~2651

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：93 年 8 月 7 日~8 月 27 日

出國地區：美 國

報告日期：93 年 9 月 21 日

分類號/目

關鍵詞：核能二廠、飼水系統、數位化控制設備、數位化設備技術訓練、儀控

內容摘要：(二百至三百字)

本廠反應爐飼水控制系統之飼水泵部份已更新為 WDPF 數位化控制設備，而飼水控制部份亦將更新為新式數位化儀控設備。針對新式數位化控制系統設備，維護人員需要有整體性及通盤的瞭解，以利爾後相關維護工作之進行及故障迅速查修能力，以確保系統儀器維護良好，並使運轉安全無虞，提升系統的可靠度。因此，在此次行程中藉由課程與實際操作演練，已瞭解到新式數位化程序控制設備相關軟、硬體之系統架構、維護要領、邏輯規劃與故障排除之方法；以期能學以致用，達到提昇數位化程序控制設備之維護能力，可有效縮短系統故障次數及維修時間。另外，藉由與設計者的研究與討論，對本廠即將更新之反應器飼水系統新式數位化程序控制的系統功能架構、實務邏輯之設計規劃亦找出部份缺失而請設計者加以改善，相信對於提高新設備之可靠度有相當大的幫助。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw>)

目 錄

一、 國外公務之內容與過程 -----	3
(一) 美國波士頓 FOXBORO 公司訓練中心-----	3
(二) FOXBORO 數位控制設備內容摘要-----	4
(三) 與飼水數位化控制系統程式設計者之研究討論 -----	23
(四) 發現飼水數位化控制系統設計規劃部份缺失而加以改善-----	24
二、 國外公務之心得與感想-----	27
(一) 訓練課程的心得與感想-----	27
(二) 系統進行設備數位化更新時應注意事項-----	27
三、 出國期間所遭遇之困難與特殊事項-----	28
四、 對本公司之具體建議-----	28

一、國外公務之內容與過程：

(一) 美國波士頓 FOXBORO 訓練中心研習內容：

在 FOXBORO 公司接受之訓練課程，包括有：

- (1) 研習數位化控制設備軟、硬體之規劃及維護能力。
- (2) 研習飼水數位化系統程序控制設備之維護要領及方法。

其間的主要內容依序如下：

- (1) Introduction of Configuration — 介紹 FOXBORO 分散式數位化控制系統之整體架構(含軟、硬體)、程序控制架構、文件管理、Security、警報等。
- (2) Hardware Technologies — 在瞭解到系統整體架構上各項硬體設備後，就分別針對各項硬體設備之邏輯功能、安裝方式、輸出入訊號、接線方式及維護方法、維修策略，逐一詳細介紹，並藉由實際之操作演練，使其更加瞭解此數位控制設備之各項硬體設備之功能。
- (3) UNIX Software Technologies — 介紹 UNIX 操作指令、file archiving、script file 及定期執行作業功能，並透過實際上機演練各項操作指令功能，使其更加熟練並具備此能力。
- (4) Integrated Process Control — 闡明如何以 FOXBORO 之 ICC 軟體來建立、修改、增減 Compound、Block 和它的參數來建立設備的系統規劃、控制及異常警報的管控，並透過實際上機演練各項參數功能，使其更加熟練並具備此能力。
- (5) Utilities for Improved Effectiveness — 闡明如何熟用或應用 DM、OM、Script file 及外接之 Printer、Alarm 來當作 AW 和整個儀控網路資源使用等，並透過實際上機演練各項外掛設備連結功能，使其更

加熟練並具備此能力。

(6)System Administrative—介紹 FOXBORO 儀控系統管理、開機、關機、定期備檔、增減控制組件的一些系統管理者的特定功能，並透過實際上機演練，使其更加熟練並具備系統程式管理者之能力。

(二) FOXBORO 數位控制設備內容摘要：

A. 概述：

具智慧型的自動化 I/A 系列系統如同是一開放式工業系統 (OIS)；亦為綜合和自動化製造作業。它屬於一種延展分佈式系統；其系統允許一個工廠逐漸延伸；使系統適應於任何狀況下之處理需求。即使它們可能位於在多變化的場所或位置；這些模組仍可使 I/A 系列系統彼此間相互通訊。但上述仍必須取決於特定詳細規劃下工廠的條件和設計。

分佈系統的另一個好處，就是每一個都有專門的任務要執行亦即不管其它模組的狀況如何，都採獨立作業完成它們。

B. 硬體設備：

B.1 智慧型的自動化 I/A 系列模組：

(1) 模組形式

其模組功能決定分類如下：

- * 處理器模組(站)
- * 區域匯流排模組(FBM)

(2) 工作站-應用處理器

應用處理器(AP)具有強烈運算能力，它包含處理能力可執行：

- * Foxboro-寫入系統軟體
- * Foxboro-寫入應用套裝軟體
- * 使用者-寫入程式及 3rd-party 軟體

且 AP 也提供網路介面來強化儲存裝置，例如：

- * CDROM 驅動裝置
- * 流型磁帶機
- * 硬體驅動裝置
- * 軟碟驅動器

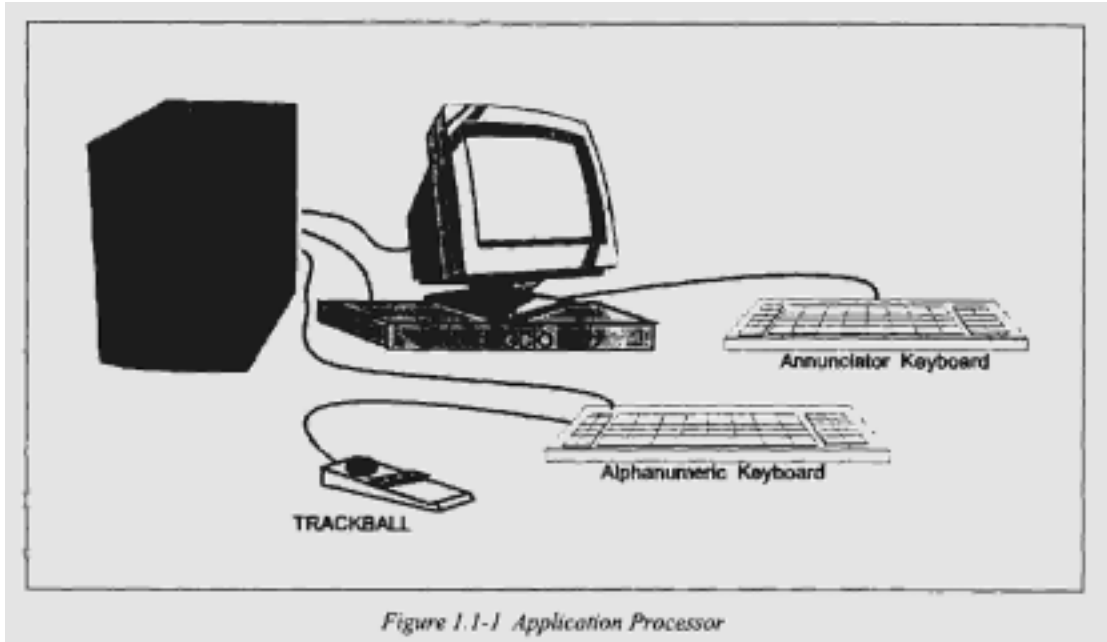


Figure 1.1-1 為 Application Processor(AP)接線圖

(3) 工作站處理器

工作站處理器簡稱(WP)的主要功能是充當一人機介面，在用戶和處理過程中提供一必要的程式去操作這使用者介面裝置，而這些裝置包含有：

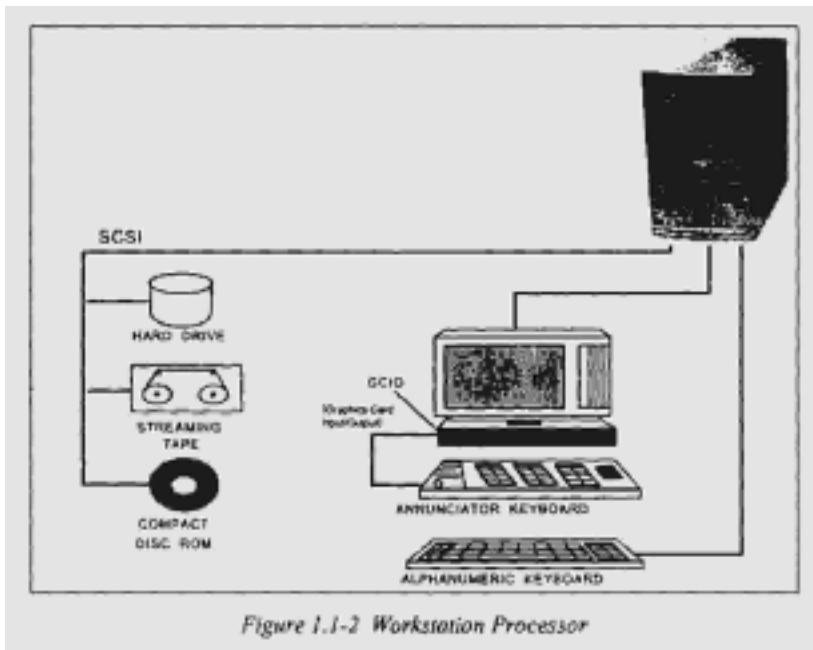
- * 工作站螢幕
- * 文數(字)鍵盤
- * 警報鍵盤
- * 滑鼠

藉由工作站可從使用者介面 I/A 系列顯示到：

- * 螢幕和控制程序的變數
- * 程序警報的接收和通知
- * 採取程序警報行動
- * 監控系統硬體作業情形
- * 顯示歷史程序資料

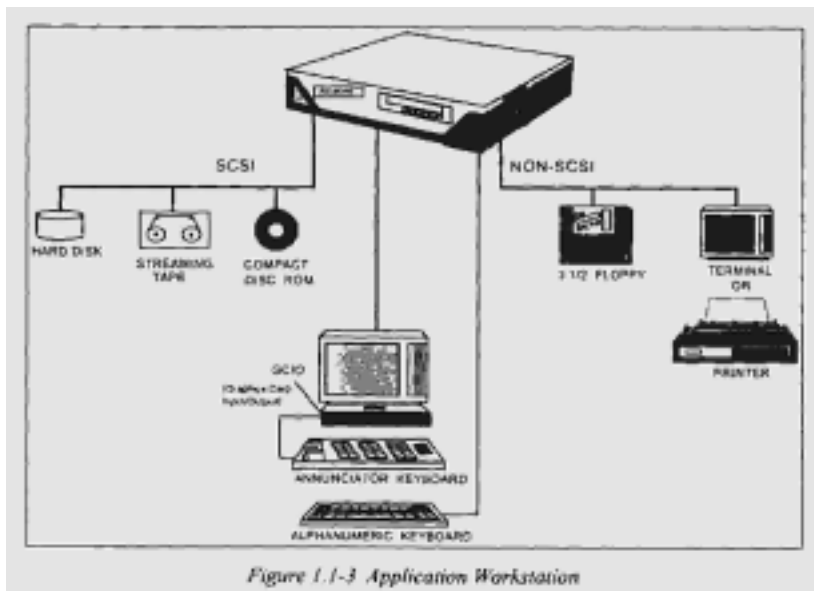
另外，WP 也提供了強大的儲存功能來儲存圖檔和其它工作站的檔案，其

接線圖如下圖所示：



(4) 應用工作站

應用工作站簡稱(AW)是由應用處理器(AP)及工作站處理器(WP)所組成。因此；它可執行 AP 功能內的歷史資料蒐集及控制資料庫下載，同時，它也充當與 WP 類似的一個圖形界面。其接線圖如下圖所示：



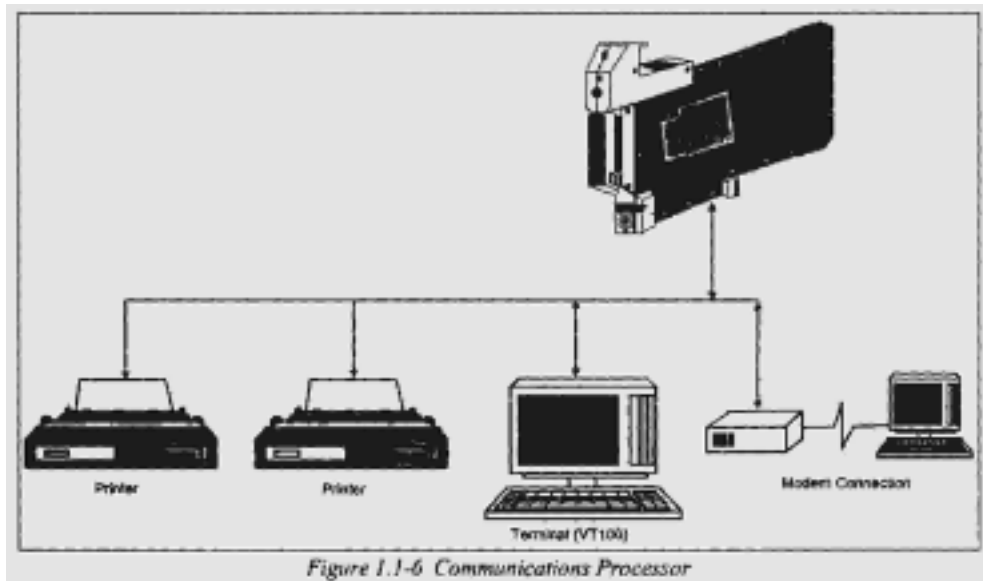
(5) 通信處理器

通信處理器簡稱(COMMP)是負責控制四個通訊裝置，例如：

- * 印表機
- * VT100-共同終端設備

* 數據機

其接線如下圖所示：



(6) 區域匯流排模組(FBM)

FBM 進入兩個主要前提要素之一為：

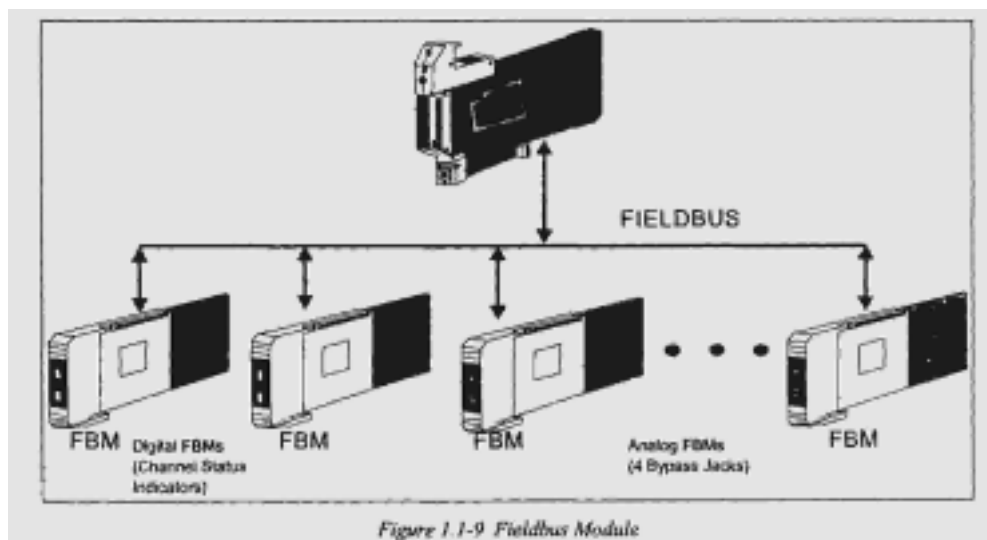
* 類比

* 數位

一個數位 FBM 送出 and/or 將可收到數位信號；並擁有一個 16 通道狀態指示燈顯示信號 on/off(high/low)的狀態。

一個類比 FBM 送出 and/or 將收到類比信號，FBM 送出信號去做處理有 4 個旁通插孔，此插孔接受一個外部電流源接頭，在 FBM 代替期間外部電流源能夠驅動輸出通道。

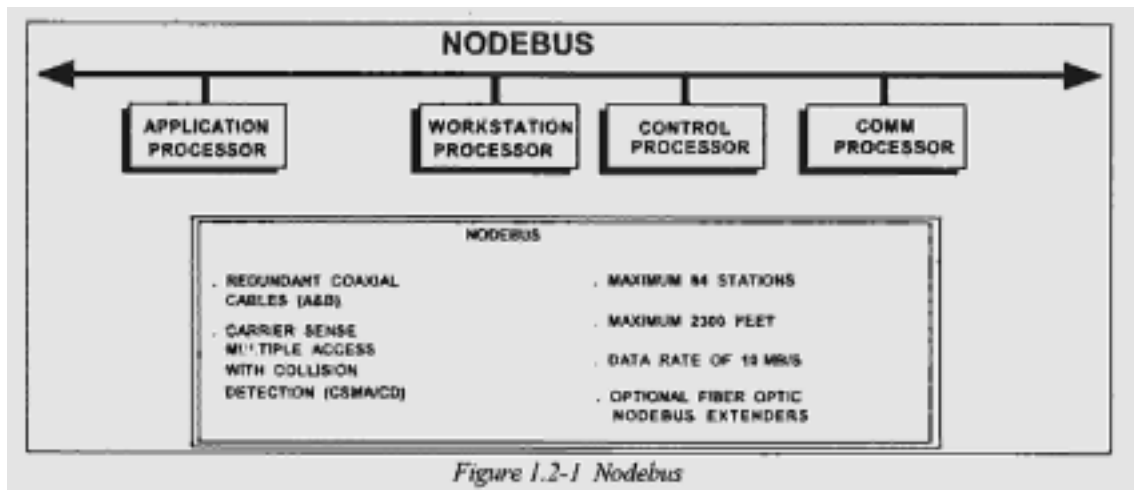
其 FBM 接線圖如下圖所示：



B.2 I/A 系列的通訊硬體：

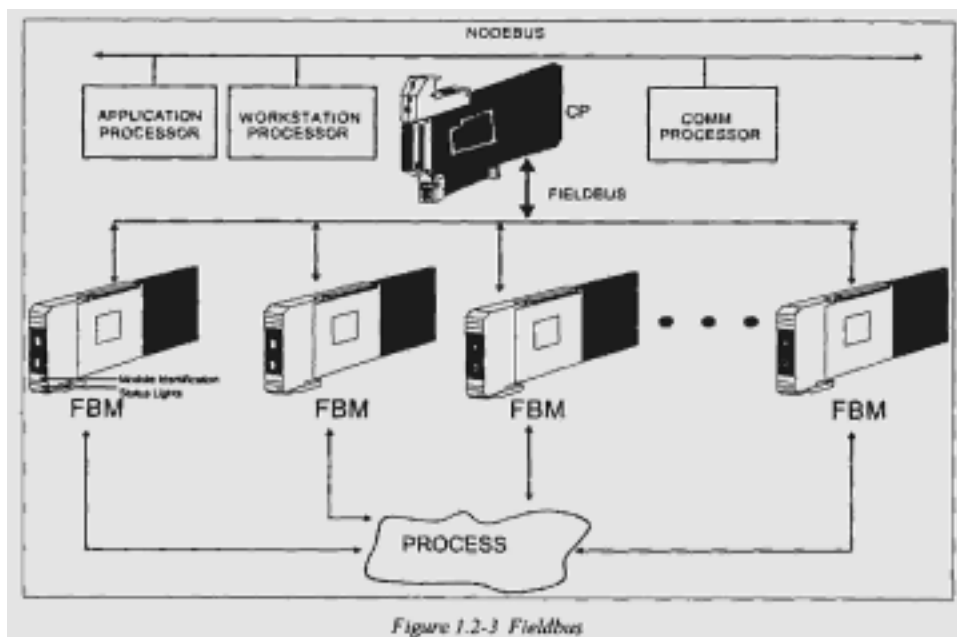
(1) 節點匯流排

每一站間的資料轉換都需要依賴節點匯流排，例如；CP 必須送出處理變數值到 WP，以便 WP 做更新資料的程序去顯示到螢幕上。還有 AP 必須送出歷史資料到 WP 去更新趨勢或送報告到 COMMP 做列印工作。下圖為節點匯流排接線示意圖：



(2) 區域匯流排

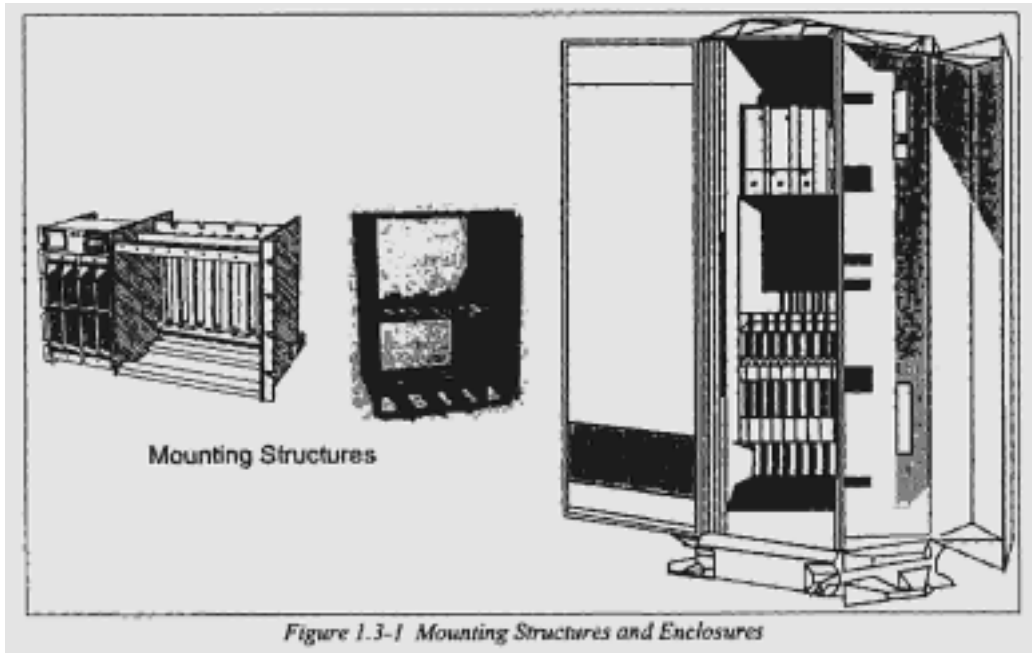
此匯流排是一雙回饋纜線，它利用 HDLC(High Level DataLink Control) 協定，此資料速率是 268.75KB/sec，區域匯流排接線示意圖如下圖所示：



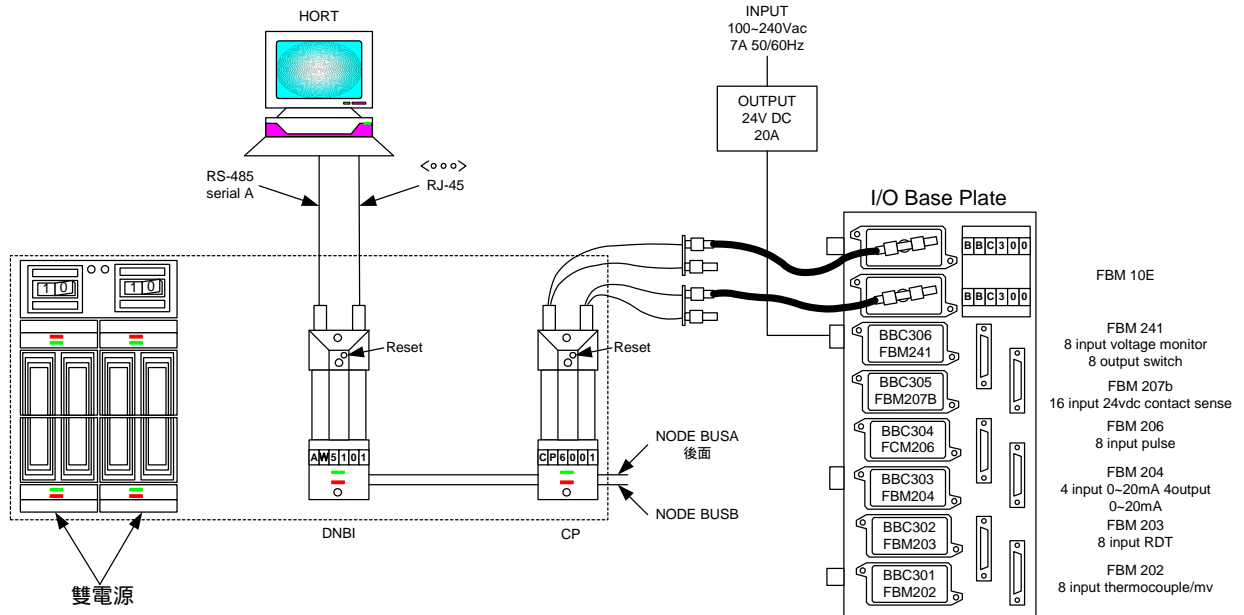
B.3 I/A 系列模組的外掛架構

其裝備結構提供了一大範圍的裝載能力，包含了有節點匯流排；區域

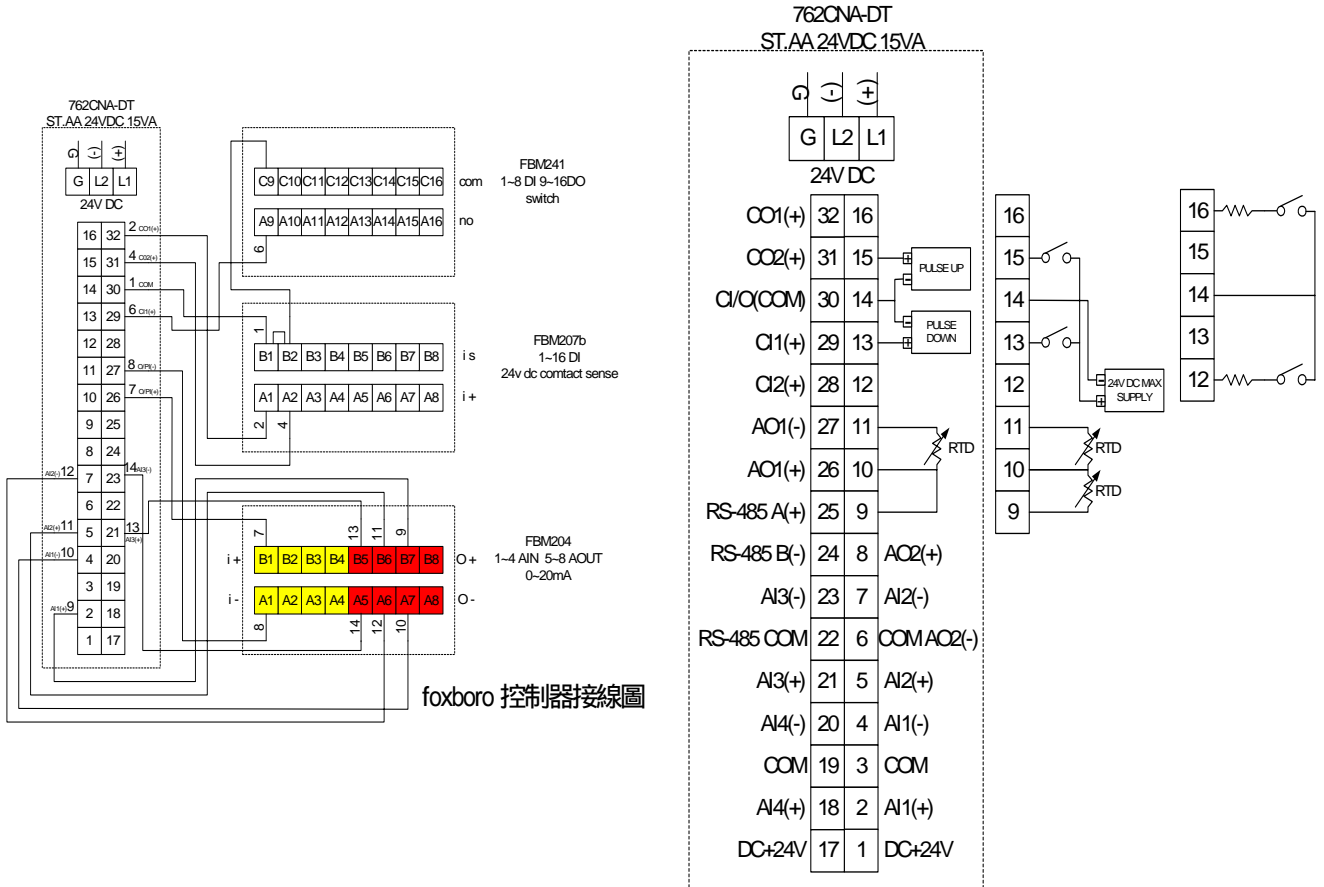
匯流排的部分，甚至兩者皆包括。其裝備結構圖如下圖所示：



下圖為整合上述各硬體系統所連接的完整硬體接線架構圖：



控制器接線圖：



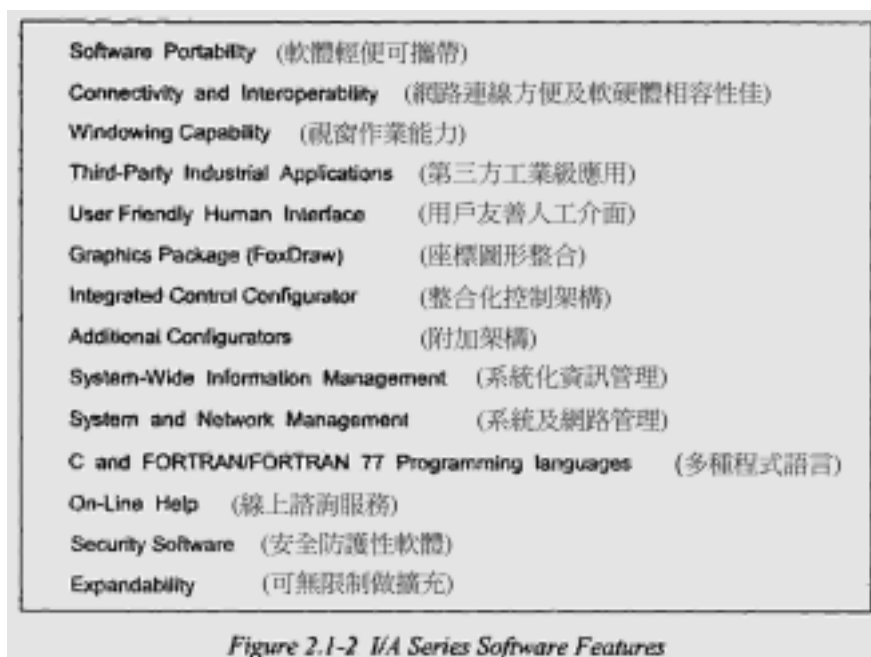
C、軟體設備：

C.1 軟體特色：

I/A 系列軟體是一精密的裝置，針對大範圍它提供了最佳化之程序控制及管理能力。它可以符合特殊的需求及廠房管理。由於軟體應用的範圍很廣，所以對軟體的分類管理相當有幫助，以下為定義它們的一些功能：

- * 導引網路和通道
- * 結構配置
- * 操作系統
- * 人工介面(工作站)
- * 整合化控制
- * 系統及網路管理
- * Foxboro 及第三方工業應用
- * 生產控制及管理

下圖為 I/A 系列軟體所具有的特色：



C.2 I/A 系列人機介面：

FoxView 這個軟體可讓程序控制人員完成下面類型架構的能力：

- * 控制資料庫架構
- * 作業環境架構
- * 顯示架構
- * 警報架構
- * 歷史資料架構
- * 報告架構

而 FoxView 介面所包含的有：

- * 顯示區
- * 選單區
- * 系統項
- * 顯示項
- * 狀態項
- * 通路應用之周邊設定

下圖為 I/A 系列人機介面示意圖：

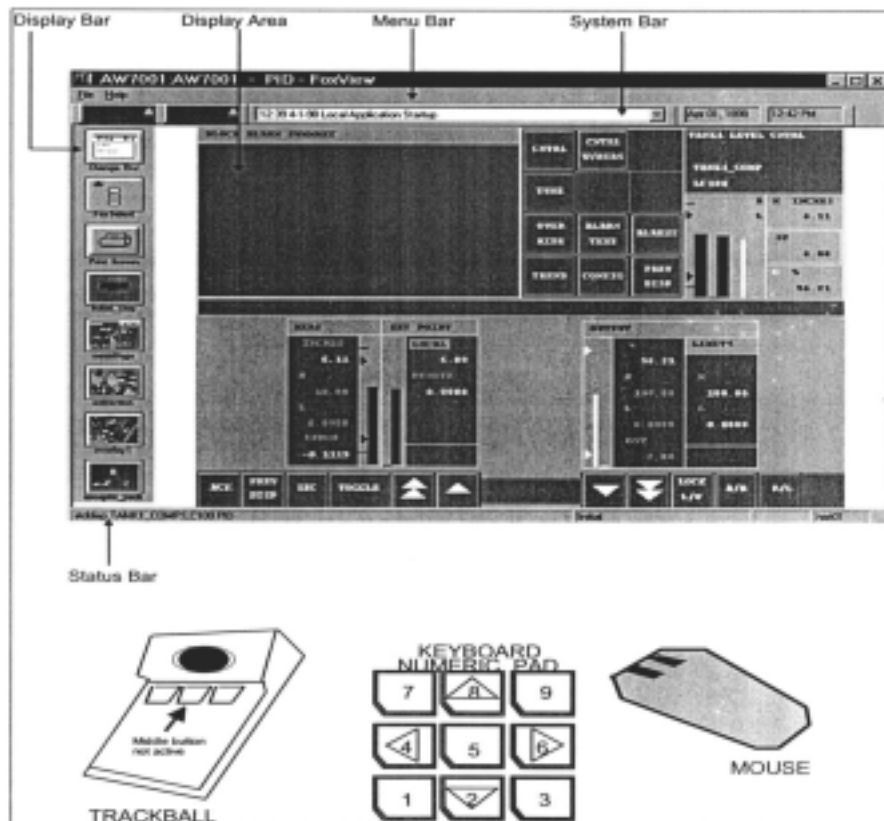


Figure 2.2-1 I/A Series Human Interface (FoxView)

C.3 I/A 系列預設環境：

I/A 系列軟體用戶之軟體資源

- * 程序運算符
- * 程序工程
- * 工廠管理者
- * 軟體工程

其底下有五大部分提供顯示設定：

- * 系統管理顯示
- * 歷史資訊顯示
- * 程序顯示
- * 架構顯示
- * 程式工具顯示

其架構圖如下圖所示：

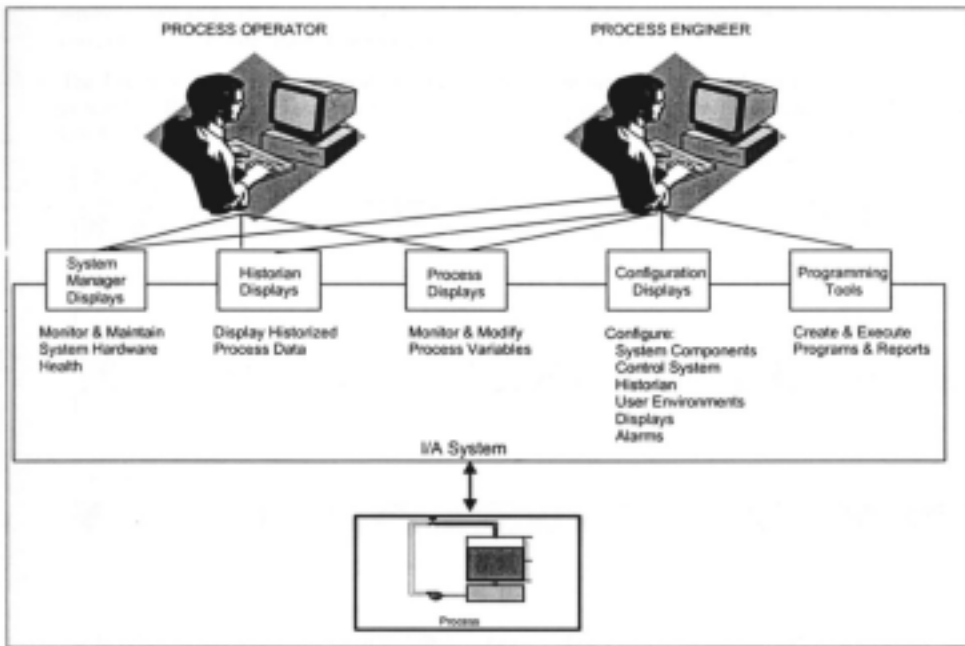


Figure 2.3-1 I/A Series Software Users

C.4 系統配置：

下圖為 I/A 50 系列工作站配置架構：

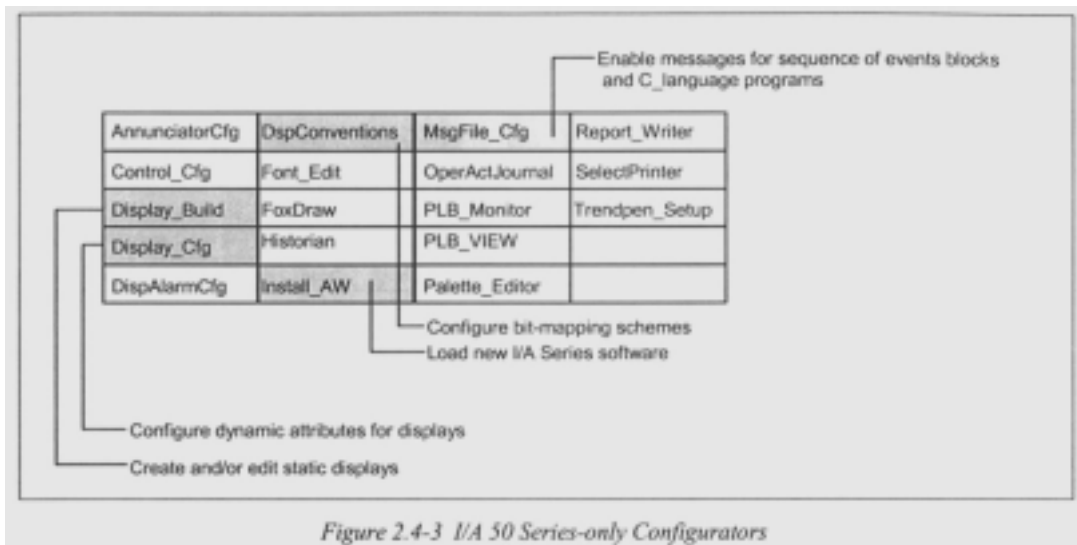


Figure 2.4-3 I/A 50 Series-only Configurators

Display_Build

- * 這個顯示建模者是使用原始圖形軟體去編輯靜態圖形，但是在 FoxDraw 不包含 3D 項目。

Display_Cfg

- * 利用和 Display_Build 的建造和編輯可讓這個顯示配置者使用原始圖形軟體去增加動態特色到一圖形中，在 FoxDraw 程式中已經合併了它的功能性。

DspConventions

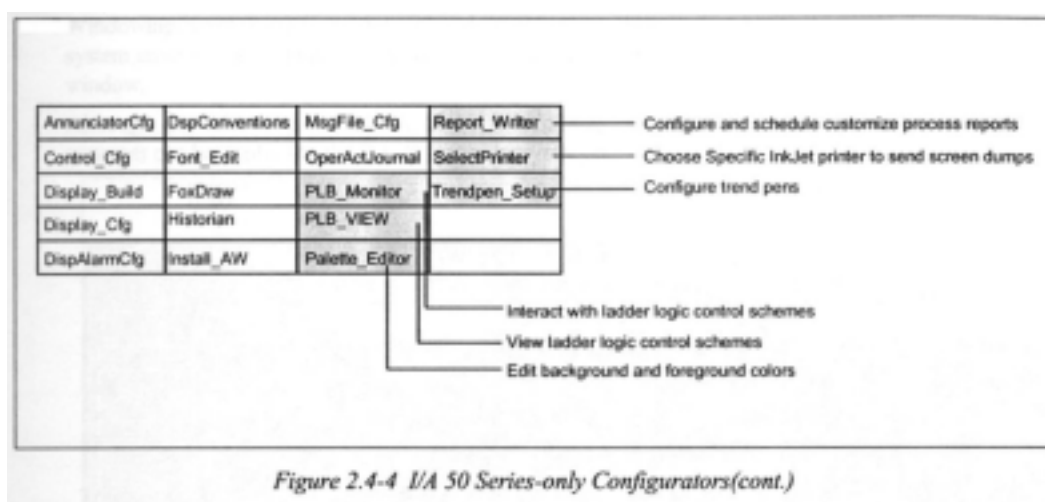
- * 即為(Display Conventions)的縮寫，它主要是用來編輯和建造一個檔案，在 FoxDraw 程式中已經合併了它的功能性。

Install_AW

- * Install_AW 可藉由增加應用套裝軟體去改變系統參數，並將 I/A 系列軟體或修正目前的版本去更新為新的版本。

MsgFile_Cfg

- * 即為(Message File Configurator)的縮寫，使訊息從事件的區塊順序顯示及從程序顯示中出現的 C 語言程式。



PLB_Monitor

- * 即為(Programmable Logic Block Monitor)的縮寫，主要是用來與階梯邏輯控制相互作用規劃。

PLB_View

- * 主要是用來監視階梯邏輯控制規劃，但彼此間無相互影響作用。

Palette_Editor

- * 主要是利用調色盤來編輯背景與前景的顏色。

Report_Writer

- * 主要是用來配置及編排程序報告。

SelectPrinter

- * 主要是用來從彩色噴墨印表機的一個目錄做選擇。

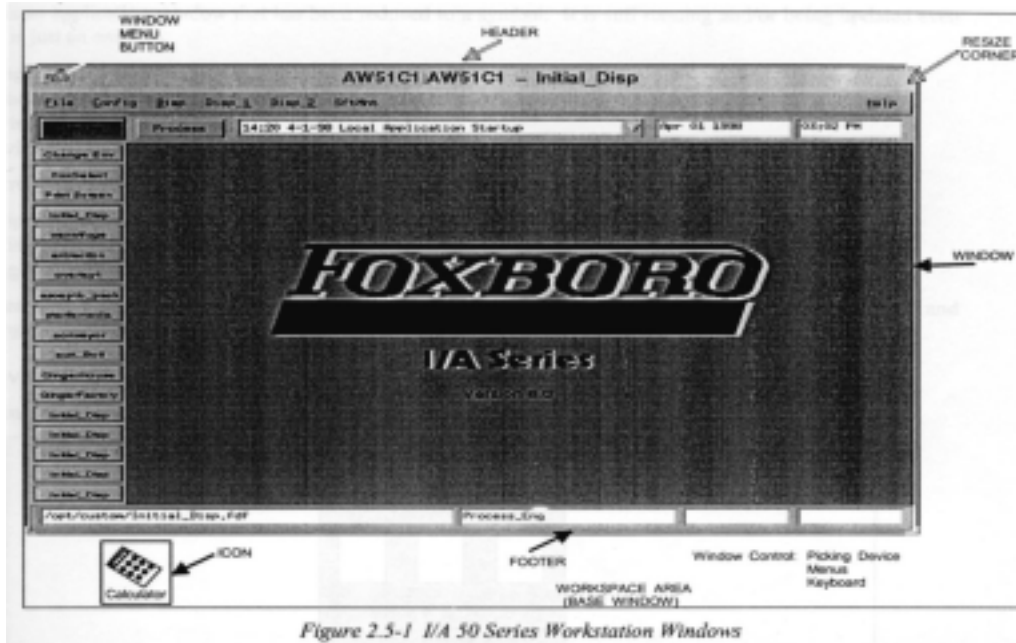
Trendpen_Setup

- * 主要是用來配置方位欄。

C.5 視窗操作：

(1) 視窗作業環境介紹

在 I/A 系列工作站中，其視窗具有多(重)任務來同時處理作業系統環境的能力，也就是說當某個視窗正在執行其工作時，同時也允許用戶在另一個視窗去開始其作業；其中包括 I/A 50 和 70 系列工作站。下圖為 I/A 50 系列工作站的視窗作業環境：

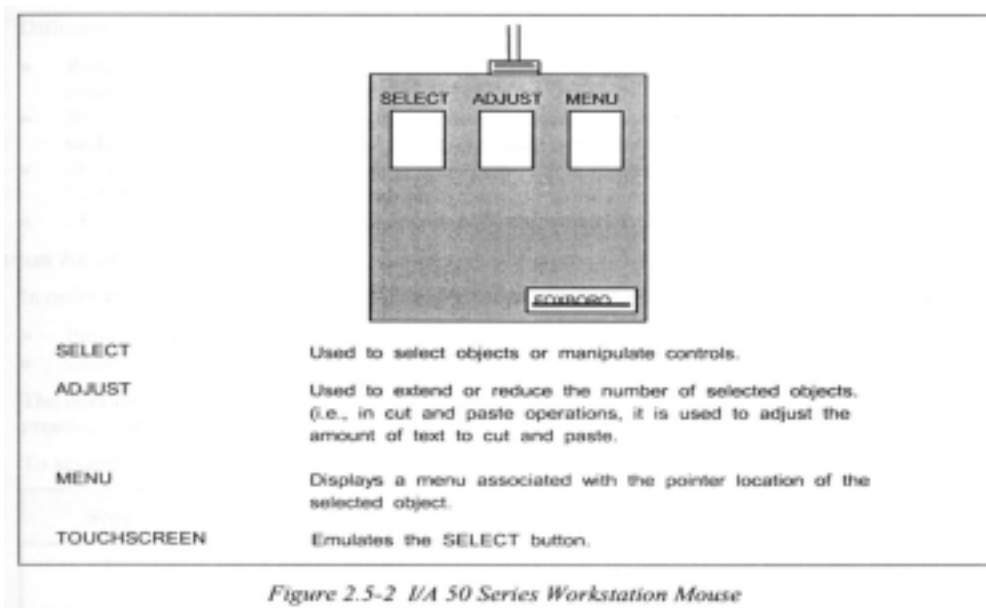


其視窗共包括了五個部分：

- * 應用區
- * 改變大小角
- * 視窗選單鈕
- * 上頂部
- * 下足部

(2) 指示裝置鈕功能說明：

下圖為 I/A 50 系列工作站滑鼠按鍵功能介紹圖：



- * 在滑鼠最左側的鈕稱為選擇鈕，可利用此按鈕去選擇欲選取的目標或操縱控制目標。
- * 在滑鼠中央的鈕稱為調整鈕，可用它去將選擇目標的數目增加或減少（e.g. 操作剪下或貼上，通常運用在剪下或貼上文字的字數調整）
- * 在滑鼠最右側的鈕稱為選單鈕，利用它可顯示一相關選單游標位置或選擇目標的指示物位置。

D、控制規劃

D.1 程序控制資料庫

(1) 程序控制領域

完整控制配置結構(ICC)的目的是要創造或者修正程序控制資料庫。I/A 系列軟體提供了程序控制系統有三種形式的配置：

- * 連續控制
- * 階梯邏輯控制
- * 排序控制

如下圖所示：

Partial List of Approximately 100 Blocks			
CONTINUOUS			
INPUT/OUTPUT		CONTROL	
MAIN	Multiple Analog In	PID	PID Controller
AIN	Analog In	PIDE	PID with EXACT
MCIN	Multiple Contact In	PIDX	PID Extended
CIN	Contact In	PIDA	PID Adaptive Tuning
AOUT	Analog Out	FFTUNE	Feed Forward Tuning
MCOUT	Multiple Contact Out	FBTUNE	Feedback Tuning
COUT	Contact Out	PIDXE	PID Extended with EXACT
EVENT	Sequence of Event	DGAP	Differential Gap
VLV	Valve on/off	PTC	Proportional Time
MOVLV	Motor-Operated Valve	RATIO	Ratio
MTR	Motor Controller	BIAS	Bias
GDEV	General Device		
		DYNAMIC EFFECT	
		RAMP	Ramp Generator
		LLAG	Lead/Lag
		DTIME	Dead Time
		LIM	Limiter
		COMPUTATIONAL	
		CALC	Calculator
		CHARC	Characterizer
		ACCUM	Accumulator
		SIGSEL	Signal Selector
		SWCH	Switch Position Selector
		LOGIC	Boolean Logic
LADDER LOGIC			
PLB	Programmable Logic		
SEQUENTIAL			
		MON	Monitor
		TIM	Timer
		EXP	Exception
		IND	Independent
		DEP	Dependent

Figure 3a.1-1 I/A Series Control Domains/Blocks

1. 連續控制介紹

程序變數涉及量測物理的條件有：

- * 流量
- * 液位高度
- * 壓力
- * 溫度
- * Ph 高度

配置規劃包括了三個連續控制區塊：

- * AIN(類比輸入)
- * PID(比例/積分/微分)
- * AOUT(類比輸出)

2. 階梯邏輯控制

階梯邏輯控制主要是將電驛邏輯用平行串聯之路徑做連接並以預先指定的模式操作設備。

3. 排序邏輯控制

排序邏輯控制執行可程式邏輯控制是使用 High-Level Batch Language(HLBL)，它包含了五個區塊：

- *MON(Monitor)
- *TIM(Timer)
- *EXC(Exception)
- *DEP(Dependent)
- *IND(Independent)

(2)複合概念

一般通常最常使用的控制站是控制處理器(CP)。兩個簡單的控制方法；即連續控制和階梯邏輯控制的例子描繪如下：

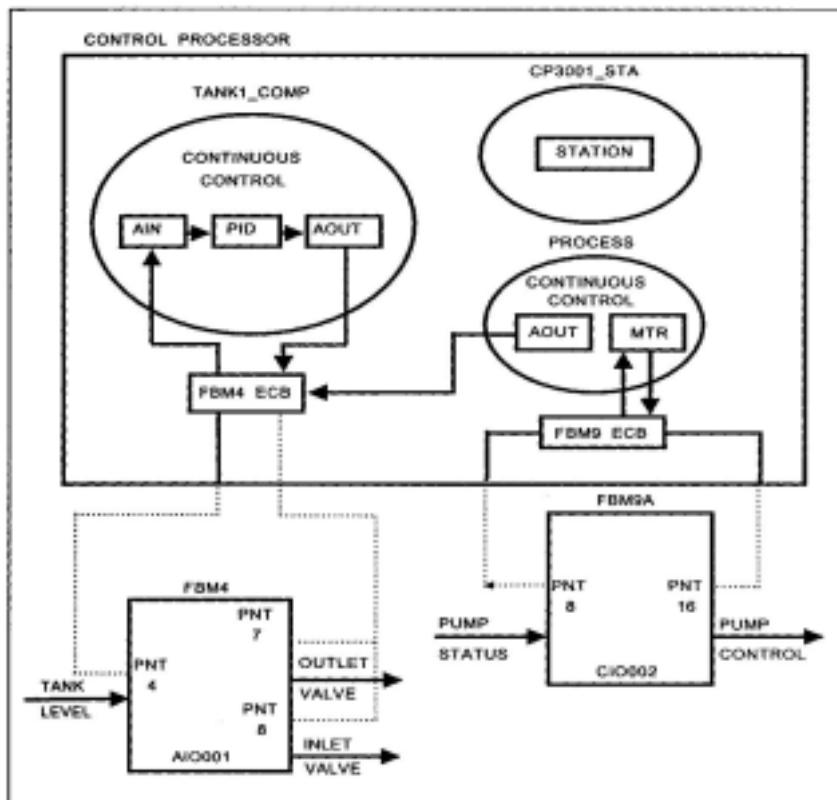


Figure 3a.1-2 The Compound Concept

下圖所示為階梯邏輯控制的實例：

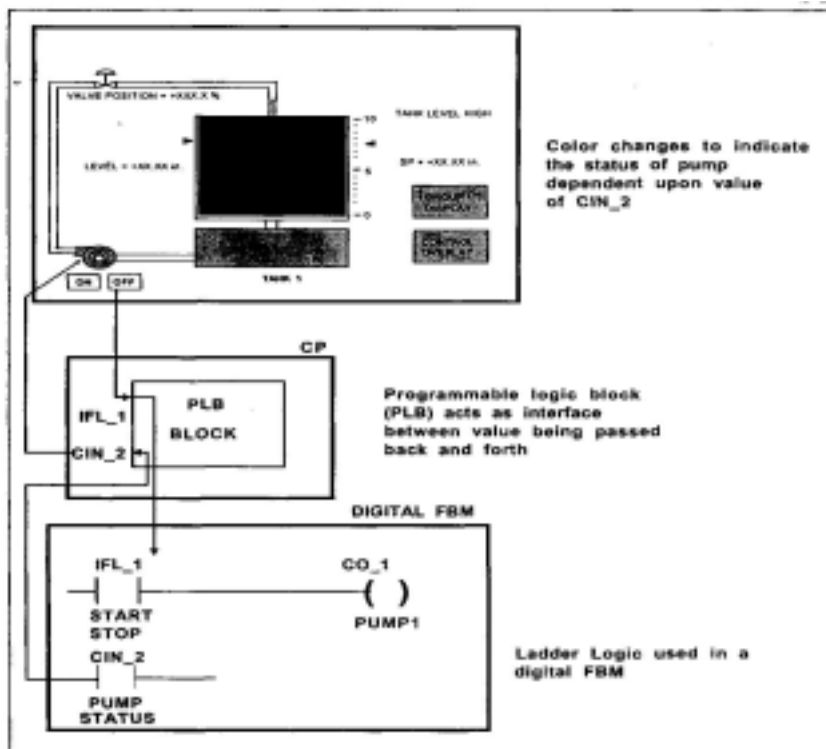


Figure 3a.1-3 Ladder Logic Example

D.2 區塊介紹說明：

(1)類比輸入(AIN)區塊圖

類比輸入區塊可於類比信號 FBM 模組的某一點(通道)或從另一個區塊來接收一個值。如下圖所示：

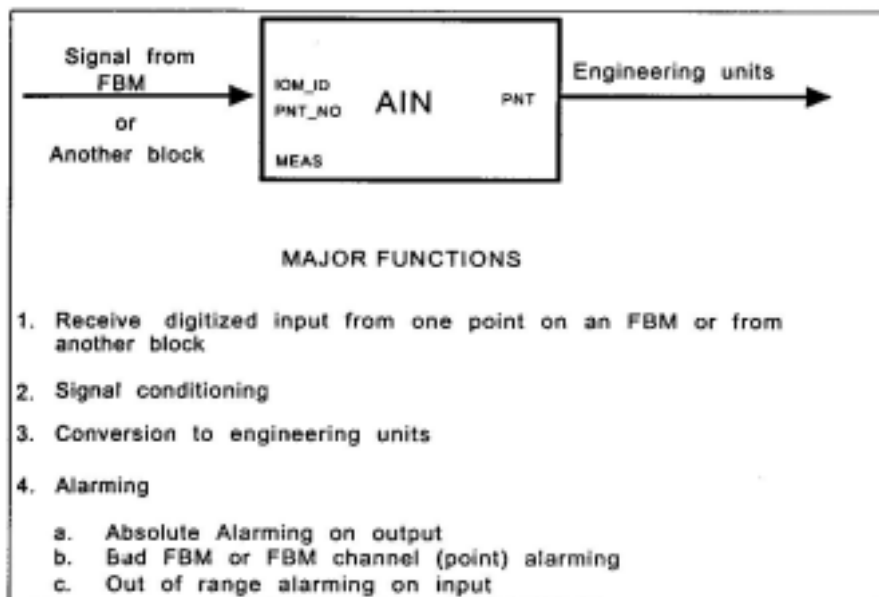


Figure 3a.3-1 Analog Input Block (AIN)

另外 AIN 也可被用來規劃去產生警報，而這些警報包括有：

- * 於輸入時 BAD 信號警報
- * 輸出絕對警報
- * 輸入超出範圍警報

(2)PID 區塊圖

即是由比例, 積分, 微分所組合而成的控制器, 其控制流程即方式請參閱下圖所示:

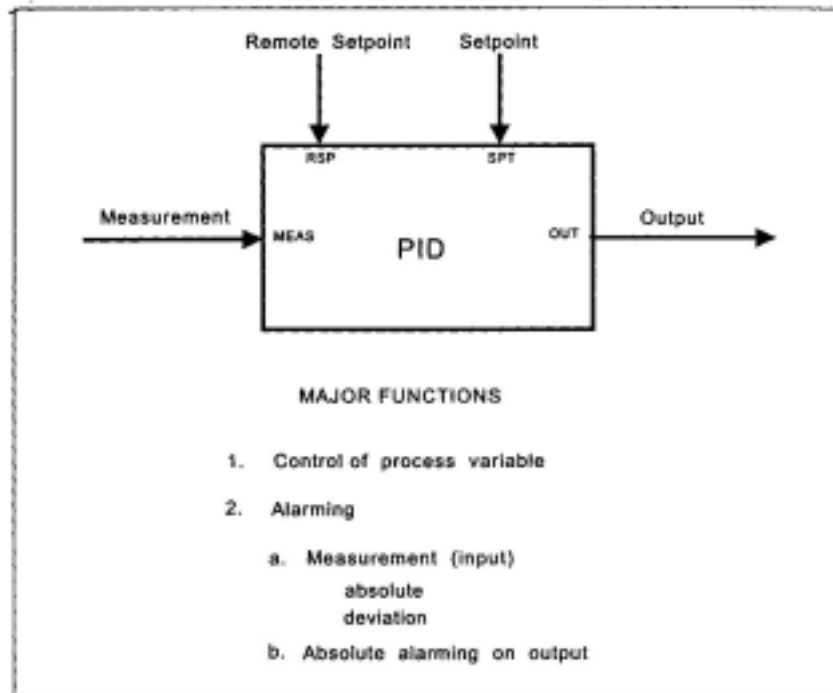


Figure 3a.3-2 PID Block

PID 在輸入(量測)時可產生二種警報:

- * 絕對警報
- * 誤差警報

(3)AOUT 區塊圖

在 AOUT 區塊中功能有二:(如下圖所示)

1. 送出輸出信號到一類比 FBM 或送至另一個區塊
2. 如果 FBM 或 FBM 通道(點)產生異常;則產生警報動作

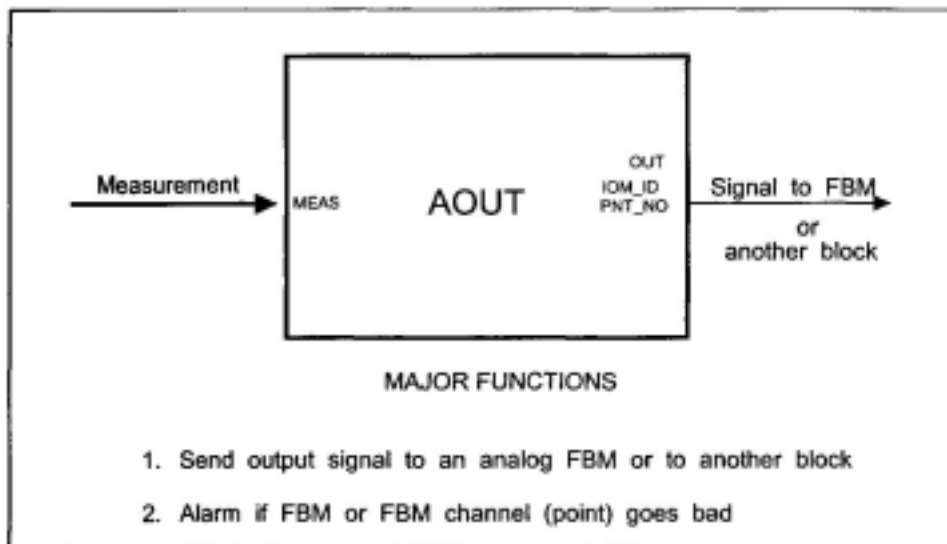


Figure 3a.3-3 Analog Output Block (AOUT)

D.3 ICC 介面之介紹：

其 ICC 外部介面區塊圖如下圖所示：

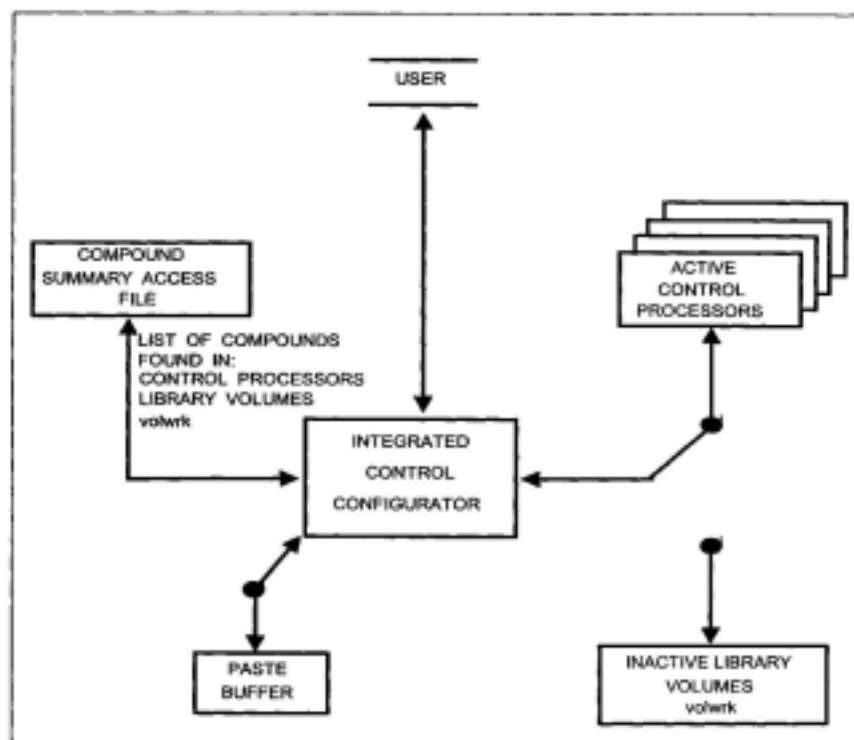


Figure 3a.4-1 ICC External Interfaces

ICC 外部介面包含下列五項：

- * CP_s
- * 儲藏容積
- * 作業容積

- * 緩衝區
- * 複合即時存取

另外 ICC 功能流程圖如下圖所示：

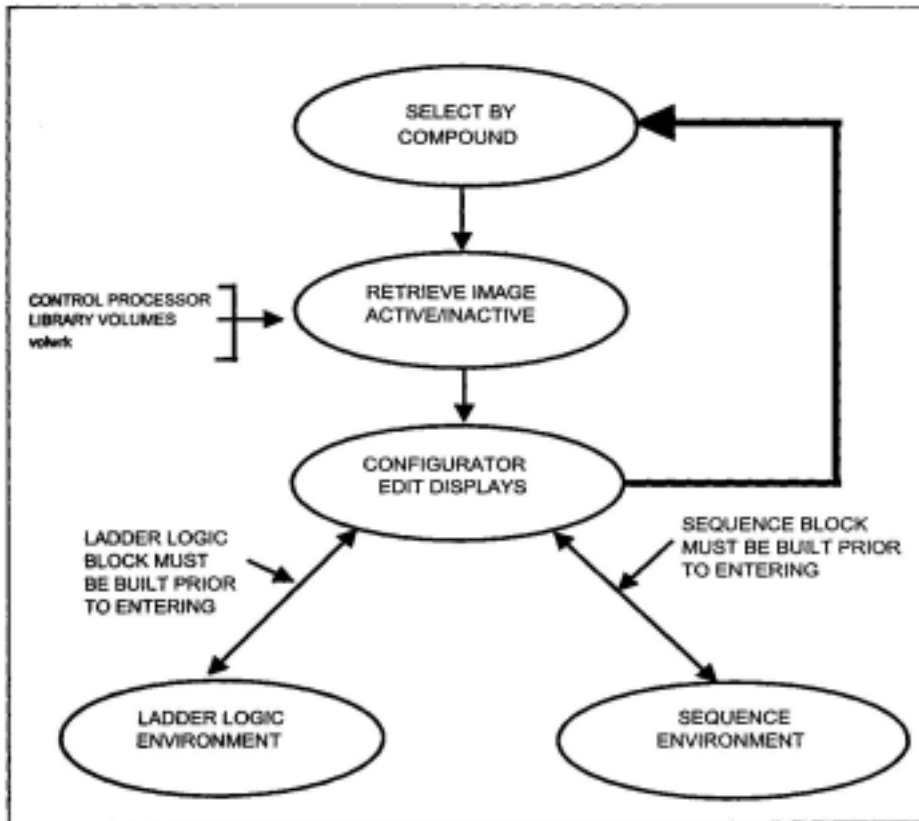


Figure 3a.4-2 ICC Functional Flow

(三) 與飼水數位化控制系統程式設計者之研究討論：

本廠反應爐飼水控制系統將更新為新式數位化儀控設備，而此系統數位更新案係由 FOXBORO 廠家得標，目前正進行系統之設計階段，所以此次行程亦包含與飼水數位化控制系統程式設計者之研究討論。

經瞭解此案之設計進度，目前 FOXBORO 廠家數位化控制系統程式設計已針對本廠目前使用之反應爐飼水控制系統之設計邏輯進行新式數位化控制系統設備之設計；而大部份設計邏輯架構圖及系統設計描述均已完成，摘略如下：

(A) 反應爐飼水管路流量之邏輯功能：

包含飼水流量信號之處理、飼水流量與再循環系統之連鎖引動邏輯功能、飼水流量與 RRCS 系統之連鎖引動邏輯功能。

(B) 反應爐主蒸氣管路流量之邏輯功能：

包含主蒸氣流量信號之處理與其連鎖引動之邏輯功能、主蒸氣總流量之計算處理與其連鎖引動之邏輯功能。

(C) 反應爐水位控制之邏輯功能：

包含反應爐水位信號之處理與其連鎖引動之邏輯功能、擷取適當之反應爐水位信號(主蒸氣總流量之反應爐水位修正程式)、事故時反應爐水位之控制邏輯功能(Level-3 Rx Level Setdown Control)、反應爐高水位時之連鎖引動邏輯功能(包含警報、跳脫三台飼水泵與主汽機、與再循環系統之連鎖引動邏輯功能)。

(D) 反應爐飼水泵之邏輯控制功能：

包含三台飼水泵之邏輯控制功能與控制信號之處理；反應爐在啟動階段時飼水泵之控制器邏輯規劃設計、控制器之信號處理、控制器引導飼水泵運轉之邏輯功能設計；以及反應爐在發電功率啟動階段時飼水泵之控制器邏輯規劃設計、控制器之信號處理、控制器引導飼水泵運轉之邏輯功能設計、主控制器與備用控制器之切換使用時機和互相連鎖引動邏輯功能設計。

(E) 飼水控制系統之單、三元邏輯控制功能：

包含反應爐水位之單、三元邏輯控制功能、信號處理與其連鎖引動之邏輯功能、機組暫態發生時之反應爐水位控制邏輯。

(四) 發現飼水數位化控制系統設計規劃部份缺失而加以改善：

在瞭解到此案之設計邏輯功能後，經由詳細思考與研讀，再與飼水數位化控制系統程式設計者進行相關之研究討論，發現目前此案之邏輯功能設計規劃仍有部份缺失需加以改善，否則在數位控制程式中潛藏有不穩定性，對日後使用時恐將造成某些機組暫態事故之發生。

經由與控制系統程式設計者進行細部相關之研究討論，控制系統程式設計者亦發現其缺失之所在，並立即改善其邏輯設計功能後，再相互研究討論及確認，以避免設計不良之問題而造成日後機組暫態之發生。茲將系統邏輯設計規劃主要缺失之部份，略述如下：

(A) 在反應爐飼水管路流量之邏輯功能設計缺失而改善部份：

(1) 本廠設計有二個飼水管路，而每一個飼水管路上僅有一個飼水流量傳送器，雖然在系統數位化更新設計時設計有 Redundance AIO 來處理飼水管路流量信號，但如果最上游之飼水流量傳送器故障，亦將造成機組暫態發生，甚至引發跳機之危險。因此，此部份之設計修改為 Redundance 飼水流量傳送器，屆時施工時將在現場每一個飼水管路上增設一個飼水流量傳送器，以達到真正整體迴路邏輯功能均有 Redundance 之設計。

(2) 在飼水流量與 RRCS 系統之連鎖引動邏輯功能上，此設計與本廠目前之連鎖引動邏輯功能有差異(在連鎖引動控制器邏輯功能上)，因此在設計上亦加以修改。

(B) 在反應爐主蒸氣管路流量之邏輯功能設計缺失而改善部份：

在反應爐主蒸氣管路流量之邏輯功能設計上，本廠有四個主蒸氣管路，而每一個主蒸氣管路上有一個蒸氣流量傳送器，四個信號比較後加總為總蒸氣流量，若有一信號經比較後偏差過大，則以平均值

取代此偏差過大的蒸氣流量信號；但是，本廠需定期執行各個主蒸氣管路上 MSIV 與 TV 閥測試，在測試時那一迴路的主蒸氣管路流量會實際降低，但在此設計上卻以平均值來取代它，並不正確且將會造成機組暫態發生。因此，此部份之設計亦加以修改。

(C) 在反應爐水位控制之邏輯功能設計缺失而改善部份：

- (1) 本廠設計有三個反應爐水位信號，所以在設計上取用中間值信號，若有一信號故障時，則選用較可靠之反應爐水位信號，因此在此設計上若故障二個反應爐水位信號時，仍然在安全可靠運轉中，但在引動邏輯功能設計中，卻設計有故障二個反應爐水位信號時，要引動切換三元邏輯控制功能為單元邏輯控制功能，此時將會引起機組之暫態發生。因此，此部份之設計亦加以修改。
- (2) 在反應爐高水位時之連鎖引動邏輯功能(包含警報、跳脫三台飼水泵與主汽機、與再循環系統之連鎖引動邏輯功能)設計上未考慮現場邏輯引動接點之型式(A 接點或 B 接點)而錯置，因此在設計上亦應加以修改。

(D) 在反應爐飼水泵之邏輯控制功能設計缺失而改善部份：

- (1) 在三台飼水泵之邏輯控制功能與控制信號處理之設計上，將一信號函數轉換器錯置，如此將導致三台飼水泵控制邏輯為發散控制。因此，此部份之設計亦加以修改。
- (2) 在設計上有主控制器與備用控制器來達到 Redundance 之功能，但是當由主控制器切換至備用控制器來控制反應爐水位時，此時控制信號將會錯亂，且反應爐水位設定點之信號亦消失，將會造成機組暫態發生，甚至引發跳機之危險。因此，在設計上亦應加以修改。
- (3) 在設計上稱說可線上即時更換有損壞之主控制器或備用控制器，且不會影響系統控制信號，但測試時卻發現線上抽插主控制器或備用控制器時，系統控制信號將會有一暫態發生而導致控制信號不穩定。因此，此部份之設計亦加以修改。
- (4) 在設計上主控制器或備用控制器可隨時切換手動或自動控制而不會影響系統之控制，但是當審查其設計圖時，發現當主控制器置

於手動控制時，主控制器卻無法手動操控其輸出信號。因此，在設計上亦應加以修改。

(E) 在飼水控制系統之單、三元邏輯控制功能設計缺失而改善部份：

- (1) 反應爐水位在單元控制功能，且任一臺飼水泵置於自動控制時，主控制器卻無法手動操控此飼水泵。因此，在設計上亦加以修改。
- (2) 飼水控制系統之單、三元邏輯控制功能設計亦有部份缺失而不符合運轉人員需求。因此，在設計上亦加以修改。

二、國外公務之心得與感想：

(一) 訓練課程的心得與感想：

赴 FOXBORO 訓練中心參加訓練課程後，深刻感受到國外訓練課程的專業化，除了訓練教材、教學之專業化程度、連貫性、匹配性外，在每個課程開始之前，均進行課程相關之測驗，由測驗結果可讓講師知道各個學員對此課程的瞭解程度，以便其因材施教；另外，在專業課程中均採課堂講解與實作（上機）並行，每章節結束均有實際上機演練，且安排有作業評量請學員回家練習，並於隔天一上課時先行檢討；所以此次赴 FOXBORO 訓練中心參加訓練課程可謂相當紮實且獲益頗多，尤其在課堂與實作互相配合下，利用一個實例貫穿整個課程，在課程設計上頗為別出心裁和費心思。

(二) 系統進行設備數位化更新時應注意事項：

在課程研習之後，對 FOXBORO 數位化控制設備之軟、硬體設備已有初步之瞭解，所以此行另一任務是與飼水數位化控制系統程式設計者之研究討論。

經研究討論後，發覺若現有類比控制系統要更新為數位化控制設備時，應注意下列之事項，以避免因設計上之缺憾而造成日後維護困難，甚至導致系統控制不穩定之情事發生。

- (1) 當設備進行數位化更新時，應瞭解到此數位化設備的成熟度、穩定度與有無實際的運轉實績，若產品不可靠，對日後系統穩定運轉將會有極大之衝擊。另外，亦應考慮到廠家日後維修及技術支援能力，否則日後系統有不可預期之故障發生時，將耗費很多時間在問題查修上。
- (2) 當設備進行數位化更新時，廠家必定會先對系統控制邏輯功能進行設計，並要求買方審查；若對其產品設備之軟、硬體不甚瞭解時，在審查其邏輯功能設計圖時，將無法通盤瞭解其設計概念而無法詳細審查，所以應先至廠家接受其訓練，來充分瞭解其產品之軟、硬體設備及架構，以充實自己的能力。
- (3) 廠家對原系統的邏輯功能可能不是很瞭解，所以數位設備廠家對系統控

制邏輯功能進行設計時，廠方系統負責人一定要詳細審查其設計資料，以避免因設計上之缺憾而造成日後維護困難，甚至導致系統控制不穩定之情事發生。

- (4) 系統上某些重要的連鎖引動邏輯功能在審查其設計資料時，不易發現其內部之缺失，建議應先行設置一套簡易之模擬測試設備，所以可藉由實際之設備來測試其重要的連鎖引動邏輯功能在設計上有無缺失，且可利用此設備讓維護人員先行熟悉數位設備之軟、硬體設備邏輯規劃及維護方法。
- (5) 數位設備廠家對系統控制邏輯功能設計完成後，接著就是 FAT 的測試工作，此工作係針對系統整體迴路的軟、硬體設備進行測試及邏輯功能驗證，一旦發現問題廠家設計者將立即修改缺失，所以此工作一定要派員參與測試工作。
- (6) 可詢問其他有安裝過同一型式數位化設備的電廠，瞭解其設計、安裝過程及使用後之優缺點所在，以達到經驗回饋的目的而避免相同缺失重覆發生。

三、出國期間所遭遇之困難與特殊事項：

無。

四、對本公司之具體建議：

- (1) 本公司各電廠類比式控制系統將陸續更新為數位化設備，所以公司應先瞭解到那些廠家數位化設備的成熟度、穩定度與有無實際的運轉實績，並在可行的範圍內整合成同一廠牌，因為此作為對備品的整合、人員的訓練或輪調、運轉維護的經驗回饋，以及價格的合理性，將會有很大的幫助。

- (2) 當設備進行數位化更新時，應先派員至廠家接受其訓練，以充分瞭解其產品之軟、硬體設備及架構，以充實自己的能力。
- (3) 當設備進行數位化更新時，建議應先行設置一套簡易之模擬測試設備，來測試其重要的連鎖引動邏輯功能在設計上有無缺失，且可利用此設備讓維護人員先行熟悉數位設備之軟、硬體設備邏輯規劃及維護方法。
- (4) 數位化系統 FAT 的測試工作，一定要派員參與以便即時驗證其邏輯功能。
- (5) 對有安裝過同一型式數位化設備的電廠，應整合其設計、安裝過程及使用後之優缺點所在，讓此經驗回饋給將要安裝的電廠，以避免相同缺失重覆發生。