

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：洽公)

(裝訂線)

赴美參與龍門計畫特殊安全設施(ESF)系統設備
交貨前之出廠測試見證及後續設備交運協調
工作

出國報告

服務機關：台灣電力公司
出國人 職 稱：儀電工程師
姓 名：簡嘉言
出國地區：美國
出國日期：96.09.15~96.12.15
報告日期：97.1.7

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴美參與龍門計畫特殊安全設施(ESF)系統設備交貨前之
出廠測試見證及後續設備交運協調工作

頁數 28 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/簡嘉言/02-24902401轉2053

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

簡嘉言/台灣電力公司/核能技術處/儀電工程師/02-24902401分機2053

出國類別：1考察2進修3研究4實習 5其他

出國期間：96.9.15 ~ 96.12.15

出國地區：美國

報告日期：97.1.7

分類號/目

關鍵詞：DRS、VDU、DCIS

內容摘要：

赴GENE之協力廠家DRS公司參與ESF系統設備交貨前之出廠測試，包含1、2號機之VDU畫面接收測試及1、2號機（2號機僅參加Div 1）之Div出廠接受測試及參與1號機後續交運協調工作。

本報告即針對現場觀察之詳細測試項目、測試環境、測試方法及結果作說明，另再針對2部機間之VDU畫面接收測試及Div出廠接受測試之測試項目作比較，最後再對1號機交運設備之包裝方法作介紹。

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

赴美參與龍門計畫特殊安全設施(ESF)系統設備交貨前之出廠
測試見證及後續設備交運協調工作

目 錄

壹、出國內容與過程.....	1
一、目的.....	1
二、行程與工作項目.....	3
三、執行過程與內容.....	3
貳、出國心得與感想.....	25

壹、出國內容與過程

一、目的

(一) 出國任務

赴負責龍門計畫ESF系統設計建置之DRS公司，參與ESF系統設備交貨前之出廠測試，含VDU畫面接收測試及Div出廠接收測試，及後續設備交運協調工作。出國期間自96年9月15日至96年12月15日，共計92天。

(二) 緣起及目標

DRS公司係GENE協力廠家，其負責龍門計畫ESF系統之設備建置與測試工作，DRS之設備已於96年8月27日開始執行1號機VDU畫面接收測試及後續執行Div出廠接收測試，一號機設備預計11月底交運，之後再執行二號機相關測試。本公司目前派駐廠家人員將於9月26日返國，為確保測試順利及如期交運，故派員赴DRS廠家接續參與測試見證及後續設備交運協調工作，工作內容如下：

1. 參與ESF系統之1號機VDU畫面接收測試，包含靜、動態VDU畫面比對及各項功能性測試，並了解現場測試狀況及確認測試結果是否符合核四廠使用需求及合約規定。
2. 參與ESF系統1號機之Div出廠接收測試，包含針對每一零組件之4選2邏輯控制測試、高壓爐心注水系統之End to End測試及STC測試等等...，並了解現場測試狀況及確認測試結果是否符合核四廠使用需求及合約規定。
3. 了解後續1號機之ESF系統設備交運狀態及後續協調工作。
4. 參與ESF系統之2號機之VDU畫面接收測試，包含部分靜態畫面比對，並了解現場測試狀況及確認測試結果是否符合核四廠使用需求及合約規定。
5. 參與ESF系統之2號機Div 1之Div出廠接收測試，包含一零組件之

4選2邏輯控制測試，並了解現場測試狀況及確認測試結果是否符合核四廠使用需求及合約規定。

二、行程與工作項目

起迄日期	前往公司/停留城市	工作項目
96. 09. 15 至 96. 09. 16	往程	台北 - 紐約 - Danbury
96. 09. 16 至 96. 12. 12	DRS/ Danbury	<ol style="list-style-type: none"> 1. 參與龍門計畫 ESF 系統 1 號機 VDU 接收測試。 2. 參與龍門計畫 ESF 系統 1 號機 Div 出廠接收測試。 3. 參與龍門計畫 ESF 系統 1 號機後續交運協調工作。 4. 參與龍門計畫 ESF 系統 2 號機 VDU 接收測試。 5. 參與龍門計畫 ESF 系統 2 號機 Div 1 之 Div 出廠接收測試。
96. 12. 13 至 94. 12. 15	返程	Danbury - 紐約 - 台北

三、執行過程與內容

(一)、一號機 VDU 畫面接收測試項目、目的、環境、方法及結果說明：

1. Visual Comparison 測試：

(1). 測試目的：本測試主要為比對 DRS VDU 靜態顯示畫面是否有正確反應

GE DCT 之設計。

(2). 測試環境：列印同比例 DCT 圖面與 DRS VDU 顯示畫面比對。

(3).測試方法：本測試測試Div.0,1,2,3 & 4全部畫面（共233個），比對項目

說明如下：

- a. Display Name
- b. Display Title
- c. Icon Shape
- d. Icon Size
- e. Icon Location
- f. Text placement with respect to the icon
- g. Test spelling accommodating acceptance abbreviations
- h. Text font characteristics
- i. Resolution, precision and units of analog and digital data
- j. Directionality of arrows and flags
- k. Dynamic icons are selectable
- l. The control overlay associated with each dynamic icon is represented correctly
- m. Flag navigate to the object indicated by the DCT
- n. Static icons are not selectable – any icon that is not dynamic icon is a static icon
- o. Blank areas of the VDU view area are not selectable

(本測試項目不包含設備狀態(顏色)變化驗證-設備狀態變化測試在

Connectivity測試項目中測試)

(4).測試結果：測試結果有問題部份，概略如下說明：

a. GE的錯誤

(a).GE文件(例如DPDS與IODB)上所示之單位不一致

(b).GE DCT上部份字體與設備重疊

b. DRS的錯誤

(a).VDU上 Typo Error

(b).設備無法啟動之圖樣，會蓋住部分設備編號

(c).VDU上採用縮寫字與GE規定不一致或拼字錯誤

(d).設備/文字/圖樣 (Flag、Arrow等等...) 顏色/大小/位置與DCT不一致

2.Update of Dynamic Display Data測試

(1).測試目的：為避免運轉員視覺疲勞，VDU畫面之更動需大於1秒，本測試即驗證此功能。

(2).測試環境：本測試DRS另裝設一電腦以快速模擬數入信號並連接VDU，模擬輸入軟體為Labview。

(3).測試方法：本測試選擇一點作測試，以Labview模擬信號輸入，每隔0.03秒輸入一信號，連續輸入13點。第一次輸入之13點，包含3點之錯誤信號(於Labview程式內之信號內容打入TBD)，驗證VDU畫面數值變化為Error(即該畫面變紅色)，此驗證目的為確認在Labview程式內輸入之模擬信號與VDU已聯通，第二次再輸入正確信號13點，在驗證VDU畫面數值是否有之變化，無變化為正確。

(4).測試結果：驗證結果符合測試程序書之規定。

3.Time Response測試

(1).測試目的：本測試項目主要為了解VDU Flat Panel Display與VDU Display Controller間之Time Response是否在合理之範圍內。

(2).測試環境：部分項目需使用光感測器感測VDU畫面變化，使用示波器瞭解兩個時間量測點之時間差。

(3).測試方法：下列每一個測試項目皆測試10次，再由10次內取最大值，比較是否超過預定值。

a.Control Activation Time Response

本項目為量測VDU Display Controller(CPU)處理時間：在VDU Calibration Screen畫面下，按下第二鍵時，VDU送出信號(第一個量測點)，在CPU收到信號後，再反應回VDU(第二個量測點)，再由示波器量測2點之時間差，重複執行10次，取最大值，時間差小於20ms為合格。

b.Request for a Given Service or Display: Complex Time Response

本項目為量測VDU 上，選擇某一系統(第一個量測點)，VDU畫面變化(第二個量測點：由光感測器擷取)，再由示波器量測2點之時間差，重複執行10次，取最大值，時間差小於5秒為合格。

c.Request for a Given Service or Display: System Startup Time Response

本項目為量測VDU關機後再重新開機，看到畫面之時間，以碼錶計時，重複執行10次，取最大值，時間差小於15秒為合格。

d.Error Feedback After Completion of Input Time Response

本項目為量測VDU Keypad輸入一Wrong Data (如ACV開度為888.88)，再按Enter(第一個量測點)，VDU畫面變化(第二個量測點：由光感測器擷取)，再由示波器量測2點之時間差，重複執行10次，取

最大值，時間差小於2秒為合格。

e.Information On the Next Procedure Time Response

本項目為在VDU上，點選某一設備，按下Control 按鈕(第一個量測點)，VDU畫面變化(第二個量測點：由光感測器擷取)，再由示波器量測2點之時間差，重複執行10次，取最大值，時間差小於2秒為合格。

f.Request for Next Page Time Response

本項目為量測VDU 畫面變化之處理時間：從VDU按下Next Page(第一個量測點)，VDU畫面變化(第二個量測點：由光感測器擷取)，再由示波器量測2點之時間差，重複執行10次，取最大值，時間差小於5秒為合格。

(4).測試結果：驗證結果符合測試程序書之規定。

4.Lockout測試（僅於Div.1作測試）

(1).測試目的：了解當一部VDU在控制某一現場設備時，其他VDUs是否可控制該設備。

(2).測試環境：在安裝好所有Div.1之VDU後，另外需架設一台電腦模擬接受VDU所下之控制命令。

(3).測試方法：本項目取樣B21系統1個MCV，P21系統1個ACV做控制，測試程序為由一部VDU持續控制某一現場設備時（即手持續按著VDU），並在模擬電腦上持續顯示取得控制權，在過程中，另一部VDUs也控制該設備，在由模擬電腦上看出另一部電腦無法取得控制

權，另外，第二部欲取得控制權之VDU，在Process Alarms Display上也可看出Fail to get Lockout。

(4).測試結果：皆符合測試程序書之規定。

Note:但經由此測試，依運轉觀點，發現有1個問題：經由VDU控制設備，僅取得2分鐘之Lockout，2分鐘後需再按一次才會再取得Lockout權力。(部分控制閥無法在2分鐘開啟，因此需重覆再按，但2分鐘後如由其他台VDU取得控制資格，將無法控制該閥)。

5.Primary VDU測試(僅Div.0/1屬Online測試(因為各有一部VDU位於Cabinet上)，其餘Div.屬Offline測試)

(1).測試目的：VDU正常使用下僅有一個VDU為Primary VDU，其餘皆為Non-Primary VDU，而當Primary VDU故障時，其他VDU能立刻接替成Primary VDU，本測試即要了解Primary VDU是否可順利移轉至其他VDU上。

(2).測試環境：以Div.1為例，在Power On下，Div.1所有VDU（4個）皆須Online，且4個VDU之畫面之時間及日期皆相同（數秒誤差可接受）。

(3).測試方法：

a.確認當一部VDU更改日期時，其他VDU是否會同步修改。

b.當Primary VDU Power off時，另一部VDU是否可順利成為Primary VDU。

- c.前項原Primary VDU Power On時，是否會成為Non-Primary VDU。
- d.於Primary VDU之主機上按下reset鍵，Primary VDU是否會被其他VDU取代，並依序做3台VDU。
- e.當Primary VDU進入Configuration（即設定機組及時間）畫面時，另一部VDU是否可順利成為Primary VDU，並依序做3台VDU。
- f.當Primary VDU進入Clean Screen(即提供45秒供清理畫面)畫面時，另一部VDU是否可順利成為Primary VDU，並依序做3台VDU。
- g.當Primary VDU進入Touch Screen(即驗證畫面是否可正確觸控)畫面時，另一部VDU是否可順利成為Primary VDU，並依序做3台VDU。

(4).測試結果：皆符合測試程序書之規定。

6.Connectivity測試

- (1).測試目的：了解外界信號傳輸，反映在VDU上之畫面顏色是否正確。
- (2).測試環境：本測試DRS另裝設一電腦並以Labview軟體，模擬輸入信號，再由VDU上檢視畫面變化。
- (3).測試方法：本項目以Div.1為例，總共測試113點，以Labview軟體，針對一設備所有可能產生之狀態，模擬各種輸入信號，如液位過低/液位正常/液位過高之畫面及顏色變化，逐一檢視，細部內容包含設備狀態/顏色變化、設備量測值/顏色變化及部分Bar(如液位)量測值/顏色變化。

(4).測試結果：皆符合測試程序書之規定，但發現部分問題，詳下面說明：

a. 設備畫面時會蓋住下面之設備Tag No (此項在作Visual Comparison測試時即發現，已列入Visual Comparison之NCM)。

b. 文字錯誤，如與DCT比較，遺漏Bypass字、英文字母拼錯allowed拼成allwed (此項在作Visual Comparison測試時即發現，已列入Visual Comparison之NCM)。

7.PID Loop Controller測試

(1).測試目的：本項測試主要為驗證PID Loop Controller之功能。

(2).測試環境：因Cabinet目前尚未連接現場儀器，因此在模擬信號輸入部分，於Cabinet上接上Thermometer Calibrator，模擬現場溫度信號(4~20mA)輸入，另Cabinet上接上Digital Multi-meter以觀看現場輸出之信號。

(3).測試方法：本項目以Div1為例，僅測一點(1P21-ACV-0012A)，藉由修改ACV之setpoint值，使之低於/高於Process Valve(Input值)值，觀察Output值是否反映執行PID Loop Controller後之值 (因未實際接上設備，因此無回饋信號，所以輸出會持續向上修正/向下修正)。

(4).測試結果：皆符合測試程序書之規定。

Note:測試程序書P62 Item 7.8.7 & 7.8.8說明於Manual Mode中修改

Setpoint值，此說法有誤，Setpoint值僅可於Auto Mode中修改。DRS同

意修改程序書並進版至Rev.D。

8. Analog-type DPs測試

- (1).測試目的：本項測試主要為驗證現場儀器設備輸入類比信號4mA、5.6mA、12mA、18.4mA、20mA時，於VDU上之Parameter Valve是否顯示為0%、10%、50%、90%、100%。
- (2).測試環境：因Cabinet目前尚未連接現場儀器，因此在模擬信號輸入部分，於Cabinet上接上Thermometer Calibrator，模擬現場信號(4~20mA)輸入。
- (3).測試方法：以Div 1為例，共選擇2點測試，由Thermometer Calibrator逐一調整類比信號輸入由4mA、5.6mA、12mA、18.4mA、20mA，過程中，在逐一於VDU上觀察畫面顯示為0%、10%、50%、90%、100%。
- (4).測試結果：皆符合測試程序書之規定。

9. Error Detection測試

- (1).測試目的：於每一Cabinet上抽插卡，了解抽插卡之Fail是否有顯示在VDU上
- (2).測試環境：確認Div內所有VDU及Cabinet內所有卡片皆需安插妥當
- (3).測試方法：本項測試測試所有cabinet，逐一於每個cabinet上抽插一片卡

/二片卡，並逐一於VDU上驗證。

(4).測試結果：皆符合測試程序書之規定（部分卡片因未連接現場儀器，因此在VDU上之卡片會持續出現Error）。

Note:本項測試有一general comment（所有Div皆有相同問題），即於Div 1 Cabinets畫面上，每個Cabinet外框持續出現紅色，但點選該Cabinet後，Check每個卡片，卻無任何卡片之Config有問題，本項已列在Div 0之Defect Log，DRS已同意FDI改善。

10.CIM Interface測試

(1).測試目的：本項測試主要為驗證Numac（NMS、RTIF）信號，透過CIM是否可順利傳送至DRS設備上，並藉由VDU顯示來驗證。

(2).測試環境：確認Div內所有Cabinet與VDU接安置妥當。因目前並無實際聯接Numac（NMS、RTIF）設備，因此，DRS另外架設2部電腦模擬Numac NMS與RTIF信號輸入，另因模擬電腦僅有1套，因此，Network 1與2各自測試1次。

(3).測試方法：本項測試Network 1與2各自選擇11點作測試，測試內容為由模擬器模擬Numac設備並輸入數值，透過CIM傳送，再由VDU驗證該信號是否有順利傳送。其11點包含8點由模擬器輸入Out of range signal查證VDU之設備顏色是否有變化、3點為模擬器輸入數值，查證VDU是否有反應此數值/Bar長度是否有變化。

(4).測試結果：符合測試規定。但Network 1與2各有一項加註說明。

Note:本項測試結果有一點Numac輸入信號為負值，但於DRS VDU畫面顯示為正值，此為GE IO DB錯誤，因此，已於測試文件上加註說明，此項已開立NCM。

11.Safety System Alarms測試

(1).測試目的：本項測試主要在Cabinet端，藉由外力產生Digital Event(e.g. breaker cannot open)/Analog Event(e.g. under voltage)，再來驗證VDU之Process alarms Display是否有反應Alarm Message信號。

(2).測試環境：確認同一Div.所有Cabinet及VDU皆安置妥當下進行測試，本測試之Digital Event，採用在Cabinet端短路來產生，Analog Event為採用在Cabinet端用Current Calibrator來產生4~20mA signal。

(3).測試方法：本項測試總共測試20點，有16點為在Cabinet端利用短路來產生Alarm Message反應，4點為在Cabinet端，輸入不適當之電流信號(Ex:19.9mA/3.9mA)，產生Alarm反應，並由VDU之Process alarms Display驗證是否有反應Alarm Message信號（字體為粗白線），再由Cabinet端移除不適當之短路/移除不適當之電流信號，再驗證VDU之Process alarms Display是否有移除Alarm Message信號（字體由粗白線變成為細灰線）。

(4).測試結果：符合測試規定。

(二)、一號機 Div 出廠接收測試前提、環境、架構、項目、程序及結果說明：

1.測試前提、環境及架構:

a. 目前Cabinet皆未連接現場儀器，因此因未有現場儀器訊號產生之Alarm是可容許的。

b. 所有Cabinet接上電源並以光纖連上Perform Net。

c. 模擬現場輸入信號採用：

(a). 模擬Control power available signal須於TB上接上120V電源。

(b). 模擬溫度/壓力/流量信號(Cabinet供電情況下)。

A. 拔掉Fuse，改由外部電源提供，即使用Current Calibrator提供4~20mA信號輸入。

B. 於TB上接上電阻模擬電流輸入信號（4mA：5.17kΩ；20mA：0.979kΩ），模擬TC室溫之溫度信號也可採用兩條電線綁起後接上TB或使用溫度儀(可輸出/輸入(量測))。

C. RTD可採用RTD專用之電阻模擬器。

(c) 模擬輸入輸出信號:於TB端Short，即可輸出1或0信號。

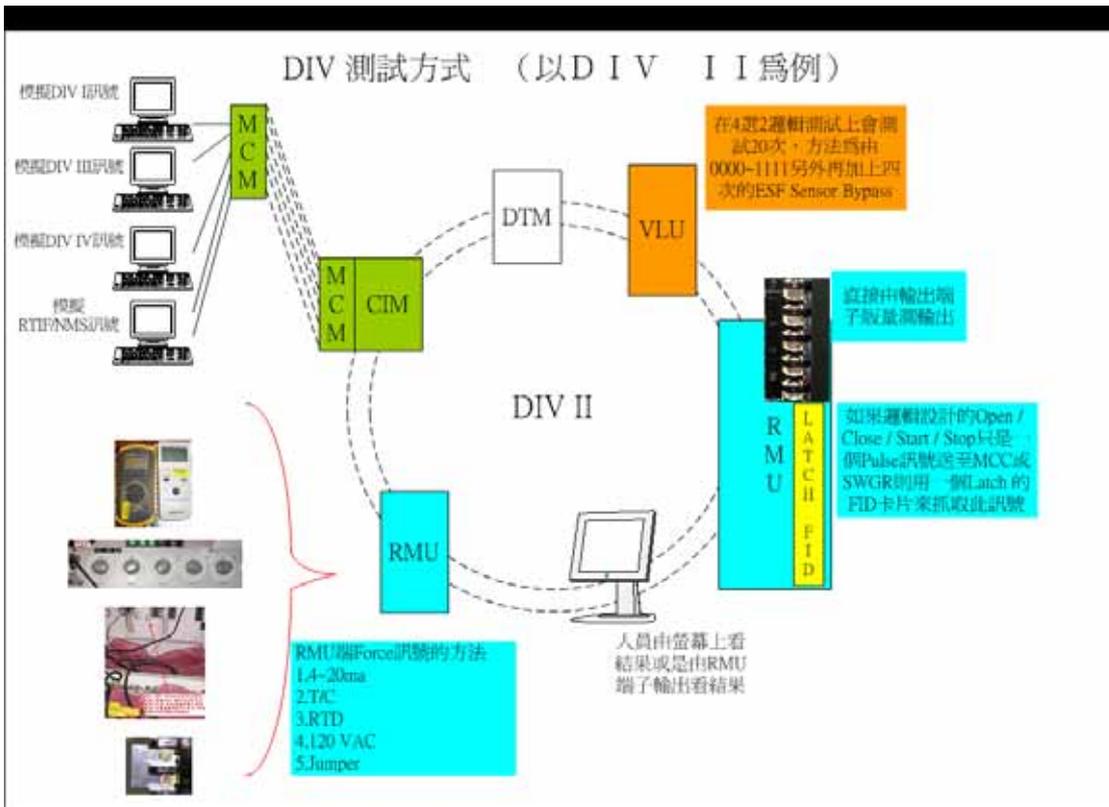
d. 驗證現場輸出信號用Multi-meter（3用電錶）量測。

e. 測試架構詳下圖所示，已Div 2為例，左邊為電腦模擬Div1、Div3、Div4及Numac RTIF/NMS訊號輸入，透過MCM將電流訊號轉變成光纖信號輸入至Perform Net內，RMU端則透過Current Calibrator、電阻、RTD模

擬器等等...產生模擬信號輸入，其中部分RMU需安裝Latch

Device(Module)，來捕捉部分之Pulse信號，供測試使用，再由VDU上

觀看測試結果或由RMU端直接觀察端子輸出是否正確。



2.VLU四選二邏輯票決器測試：

- (1).測試目的:測試目的主要為驗證VLU四選二邏輯票決器是否可正常運作,即Trip信號,經過VLU四選二邏輯票決後,是否可正確驅動現場設備,即正確引動現場卡片並可於VDU畫面上驗證。
- (2).測試項目:包含B21系統,C73系統,E11系統,E22系統,T63系統之四選二邏輯設備等等...。
- (3).測試方法:每一個現場啟動信號各由四個安裝在不同Division之現場感

測器所偵測,此偵測之訊號經轉換成數位訊號後與DTM設定點作比較,如為Trip信號,經過四選二邏輯後,是否可正確是否可正確驅動現場設備,即正確引動現場卡片並可於VDU畫面上驗證,四個感測器可能產生之輸入狀態皆測試,包含每一感測器Bypass,因此總共20次,詳下表所示:

Test Case	DIV 1	DIV 2	DIV 3	DIV 4	Result
1	0	0	0	0	F
2	0	0	0	1	F
3	0	0	1	1	T
4	0	0	1 & bypass	1	F
5	0	0	1	0	F
6	1	0	1	0	T
7	1 & bypass	0	1	0	F
8	1	0	1	1	T
9	1	0	0	1	T
10	1	0	0	1 & bypass	F
11	1	0	0	0	F
12	1	1	0	0	T
13	1	1 & bypass	0	0	F
14	1	1	0	1	T
15	1	1	1	1	T
16	1	1	1	0	T
17	0	1	1	0	T
18	0	1	1	1	T
19	0	1	0	1	T
20	0	1	0	0	F

(4).測試結果：測試結果符合測試程序書之規定。

3.STC(Surveillance Test Controller)測試：

- (1).測試目的：測試STC功能正常運作。STC主要功能為在不觸動現場設備下(阻斷輸出至設備)與測試過程中不受外界信號輸入影響，逐條測試DRS設備邏輯是否能夠正常運作，測試方式有自動功能測試、手動功能測試與Divisional Functional Test。
- (2).測試項目：於Div 1、Div2、Div 3上測試三種模式：Sensor Channel Functional Test(Auto)、Sensor Channel Functional Test(Manual)、Divisional Functional Test。
- (3).測試前準備工作：在執行STC測試前，STC會確認所有設備皆於正常情況下，才能執行測試，因目前Cabinet皆未連接現場設備，因此卡片上之LED皆顯示Module Error，所以在測試前需連接現場模擬信號輸入。
- (4).測試方法：於Test Panel上轉動鑰匙至Test狀態，再轉動Normal/Test(Auto)/Test(Manual)旋，或轉動Normal/Divisional Functional test，即開始測試，測試完成Test Panel上之燈號會亮。
- (5).測試結果：測試結果符合測試程序書之規定。

4.Dual Train測試

- (1).測試目的:ESF系統中,主要以單串為主即一個四選二票決器,但部分重要系統，為避免誤動作，如B21 ADS/SRV、P21/P24 LDI Valves

皆屬於雙串即兩個四選二票決器,此測試目的即將雙串移除任一串之情況下,設備將不會動作且在VDU會有警報顯示。

(2).測試項目:僅測Div2,測試項目為B21系統、P21/P24系統。

(3).測試方法:以B21系統為例,先啟動反應爐L1低水位及乾井高壓的四選二跳脫,打開SDV-0048C閥,控制SDV-0048C閥之兩串邏輯分別寫入1H23PL0302B-09控制模組及1H23PL0302B-11控制模組後在進入AND Gate才輸出控制設備,當移除1H23PL0302B-09控制模組時,此串邏輯將不會有輸出,雖然1H23PL0302B-11控制模組仍有輸出,但因雙串模組輸出後在進入AND邏輯閘才輸出控制設備,因此,SDV-0048C閥將不會開啟。當再放入1H23PL0302B-09控制模組時,兩個控制模組皆輸出信號至AND邏輯閘後,打開SDV-0048C閥。以驗證兩串控制模組移除任一串設備將不會運作。

(4).測試結果:測試結果符合測試程序書之規定。

5.光纖失效測試

(1).測試目的:測試目的主要為單一光纖失效不會影響系統運作及VDU有警報。

(2).測試項目:僅於Div 2之B21系統之SRV-0003B作為驗證並觀察VDU是否有警報。

(3).測試方法:先啟動反應爐高壓四選二跳脫，打開SRV-0003B閥，中斷兩條之任一條光纖，造成光纖失效。使用SENSOR BYPASS而自動關閉SRV-0003B。VDU會顯示NIM光纖失效而控制模組維持ACTIVE的LED燈亮。

(4).測試結果：測試結果符合測試程序書之規定。

6.機櫃電源供應器失效

(1).測試目的:測試目的為了解當機櫃內溫度高於設定值,風扇會自動啟動及兩個電源供應器有一電源供應器失效時,不影響設備做動.

(2).測試項目:僅於Div 2測試：RMU1,2,4選擇一台測試,RMU3選一台測試,SSLC選一台測試,Test Cabinet選一台測試。

(3).測試方法:

a.測試溫度超過設定值時，會啟動馬達，並有警報。NIM不會顯示SYS FAULT的LED燈亮。VDU不會顯示電源供應器失效。

b.測試1號電源供應器失效即關閉，則NIM會顯示SYS FAULT的LED燈亮。VDU會顯示電源供應器失效。機櫃內控制模組維持ACTIVE的LED燈亮及風扇。

c.測試2號電源供應器失效即關閉，則NIM會顯示SYS FAULT的LED燈亮。VDU會顯示電源供應器失效。機櫃內控制模組維持ACTIVE的LED燈亮及風扇。

(4).測試結果：測試結果符合測試程序書之規定。

7.PDW(Portable Diagnostic Workstation)測試

(1).測試目的:測試目的為驗證 PDW 之功能是否正常。

(2).測試項目:驗證 PDW 是否能正確讀出 Cabinet 內，各模組之狀態。(模組包含：DCM3 模組、AIM 模組、T/C 模組、RTD 模組、NIM1 模組、AOM 模組、DCM1 模組、ACM 模組及 CIM 模組)

(3).測試方法:首先PDW開機，然後連接至待測機櫃內的待測控制模組或通訊模組之RS232接頭。測試各模組之LED狀態、FID版次、模組輸出入狀態、模組ID、SLOT No、NODE No.等等,是否與VDU/程序書上一致。

(4).測試結果：測試結果符合測試程序書之規定。

(三)、一號機設備機櫃包裝程序說明：

(本項目 DRS 下包至 Commerce Packaging Corp.協助包裝)

1. 先於機櫃內之底部放入乾燥劑。
2. 在於機櫃外包裝 Inner Waterproof Barrier Sheet。再包裝 Outer Vapor-Proof Barrier，以便將機櫃內部抽真空。
4. 在 Vapor-Proof Barrier 上貼上 Shock Indicator/ Tilt Indicator/ 濕度計。

Shock Indicator 作用：當指示器顏色變成紅色表示設備受到震動。

Tilt Indicator 作用：當指示器顏色變成紅色表示設備曾經傾斜過。最後進行封箱(其中有加入二條鐵箆，是包裝工廠得知 2301S 運送過程有損壞時加裝的)。封箱完成後，打上號碼，並且加上 shock Indicator/ Tilt Indicator。

(四)、二號機 VDU 畫面接收測試目的、環境、方法及結果說明：

1. 測試目的：本測試主要為驗證所有二號機 VDU (包含 Div1、2、3、4) 畫面左上角之 Display ID 是否由 U1 改成 U2。
2. 測試前提及環境：
 - (1). 本測試每一 Div 僅測一個 VDU 設備。
 - (2). 測試時，VDU 不需連接任何 Cabinet 及 Perform Net。
 - (3). 本測試無任何外界輸入信號或監視設備。
 - (4). 每一 Div 之 VDU 測試，為 Stand-Alone 測試，各 Div 可同時測且無任何先後順序。
3. 測試方法：依據測試程序書 Appendix D: Display ID Verification Tables，逐項驗證所有 VDU 畫面上左上角之 Display ID 是否為 U2 字眼。
4. 測試結果：本次測試主要為測試所有 VDU 畫面上左上角之 Display ID 是否從 U1 更正為 U2，但實際上，畫面除左上角之外，畫面內仍有許多 U2 之字眼，因此，職於測試過程中，除查證畫面左上角外之 Display ID 外，另外亦查證畫面內之文字，是否還存有 U1 之字眼，最後仍發現 Div1、2、3 之畫面上，共有 7 個畫面之 Description 仍有 U1 之字眼 (詳下表所示)，DRS 已於測試報告上加註並開立 NCM。另關於 Display ID 測試部分並無發現問題。

	畫面內仍有 U1 字眼之 Display ID
Div 1	2STCSR1D1、2STCSR1D2、2STCSR1D3
Div 2	2STCSR2D1、2STCSR2D2
Div 3	2STCSR3D1、2STCSR3D2

(五)、二號機 Div 1 之 Div 出廠接收測試範圍、程序及結果說明：

- 1.測試目的：本項測試範圍為主要為 B21 系統之之 VLU(4 選 2 邏輯票決器)是否可正常運作。以 B21 系統之 Reactor Level <L1.5 測試為例，模擬各種可能輸入，再由 VDU 驗證輸出是否正確。
- 2.測試環境：移除 Div 1 所有 RMU 3 之 125VDC 之保險絲(位置為 A9-F1 與 A9-F2)，移除原因為本案大部分 RMU (包含 RMU 1、2、4、SSLC Cabinet、Test Cabinet) 之電源皆僅有兩組 120VAC，僅有 RMU 3 之電源有 120VAC 與 125VDC，因此執行此 Div FAT-Div 1 時，順道測試 125VDC 是否可使用，而 DRS 廠房內僅有 120VAC 電源，因此提供 120VAC 電源由 Cabinet 之 125VDC 電源迴路進入，為避免 120VAC 燒毀 125VDC 之保險絲，因此移除保險絲，以進行測試。
- 3.測試方法：以 Reactor Level <L1.5 為例，測試時，先將所有邏輯輸入參數歸零，再逐一變更輸入參數(4 選 2 邏輯輸入)，在逐一由 VDU 畫面上驗證輸出是否正確。
- 4.測試結果：測試結果符合測試程序書之規定。

(六)、一、二號機 VDU 畫面接收測試項目比較說明：

	一號機 VDU 接受測試	二號機 VDU 接受測試
測試項目	<ul style="list-style-type: none"> ● 非功能測試： <ol style="list-style-type: none"> 1. Visual Comparison(靜態畫面與 DCT 之比對) 2. Connectivity(動態畫面與 DCT 之比對) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 非功能測試： <ol style="list-style-type: none"> 1. 確認全部 VDU 畫面左上角之 Display ID 是否皆由 U1 改成 U2
	<ul style="list-style-type: none"> ● 功能測試 <ol style="list-style-type: none"> 1. Update of Dynamic Display Data(驗證 VDU 畫面比對須大於 1sec) 2. Time Response(驗證切換頁所需時間) 3. Lockout(驗證 1 台 VDU 控制某設備時，另一台無法取得控制權) 4. Primary VDU(驗證 1 台 VDU 為 Primary VDU 時，其他台 VDU 為 Non Primary VDU) 5. PID Loop Controller(驗證 PID 功能) 6. Analog-type DPs(驗證類比信號輸入，畫面之變化) 7. Error Detection(驗證抽、插卡在畫面上之變化) 8. CIM Interface(驗證 Numac 信號輸入時，畫面之變化) 9. Safety System Alarms(驗證在 TB 端產生 Error 信號，畫面之變化) 	

(七)、一、二號機 Div 1 之 Div 出廠接收測試項目比較說明：

	一號機 Div FAT-Div 1 測試	二號機 Div FAT-Div 1 測試
測試項目	<ol style="list-style-type: none"> 1. Surveillance Test Controller (STC) (驗證STC功能是否可正常運作) 2. B21主蒸氣系統之VLU功能 (驗證4選2邏輯功能) 3. C73反應爐洩漏及隔離系統之VLU功能 (驗證4選2邏輯功能) 4. E11餘熱移除系統之VLU功能 (驗證4選2邏輯功能) 5. E51反應爐爐心隔離冷卻系統之VLU功能 (驗證4選2邏輯功能) 6. EPG/SAG 旁通開關 (Test Cabinet上之旁通開關作動時，在VDU或致動器上驗證輸出是否正確) 	<p>B21 主蒸氣系統之 VLU 功能 (驗證 4 選 2 邏輯功能)</p>

貳、出國心得與感想

一、VDU 畫面接收測試心得：

(一)、VDU測試過程中，NQA人員皆在場，測試品質應無虞。

(二)、VDU測試項目區分為VDU非功能測試與VDU功能測試，功能測試大部分皆通過，僅非功能性測試之畫面Icon仍有許多錯誤，總結說明如下：

1. 非功能測試：

(1).VDU之靜、動畫面與GE DCT規定不一致(DRS設計錯誤)。

(2).VDU之靜、動畫面與GE DCT規定不一致(GE設計文件不一致產生)。

(3).VDU之人因問題（詳細內容列於人因Finding）。

2. 功能測試：

(1).Error Detection測試：所有Cabinet上，Module皆已安插妥當，但在VDU上卻顯示Module Configuration Mismatch。

(2).CIM Interface測試：部分Numac信號之單位Range送至DRS畫面上顯示之單位Range不同，例如：Numac信號溫度信號為0~120℃送至DRS畫面上顯示為0~150℃。

上述VDU測試項目雖有錯誤，但皆不算重大錯誤，DRS也承諾2號機FDI修改。

- (三)、但除VDU測試外，測試過程中，發現目前最嚴重之問題，應為畫面不易點選（即觸控畫面有時容易點選，有時不太容易點選），此項目DRS同意將來FDI解決，但職仍建議將來DRS執行FDI時，需再派人參與驗證，如修改不完善，台電可拒絕接受2號機FDI測試結果。
- (四)、關於VDU軟體是否可自行修改問題，本次參與測試見證並未得到任何VDU軟體之任何資訊，因此，VDU畫面如需要做任何修改，仍需請DRS修改。
- (五)、此次參與測試過程中，DRS曾多次將新版VDU軟體Download至VDU上，程序並不繁瑣，若純粹以技術觀點考量，台電如有Download軟體之相關設備，自行Download安裝VDU軟體並非不可行。

二、Div 出廠接收測試心得：

- (一)、QA流程嚴謹，執行測試前，所有QA流程皆須完成，才可執行Division出廠接收測試(有多次經驗為技術工作暫停，等待QA工作完成，再往下進行)，在執行測試時，大部分皆有NQA人員在側觀看並簽字。
- (二)、此次所幸核四廠運轉組陳聲奇參與DRS Division FAT測試，因該員系統運轉熟練，因此常在DRS人員無法判別測試錯誤原因時，該員總能適時提供協助。
- (三)、Div FAT測試過程中，已知損壞設備有Module（DCM1、DCM3、

AIM…) 3片，端子板1片，保險絲5個，電源供應器1個等等，可預見將來電廠PCT、Start up測試時，設備亦有可能損壞。

(四)、本次執行DRS Division FAT測試，大致上皆很順利，功能也無誤。

但測試過程中，因某些原因導致測試時間延長，其原因大致有：

1. DRS參與測試規劃與測試人員並未有實際電廠運轉經驗，因此所編寫之測試程序書有很多問題，因此常須一邊測試一邊修改內容。
2. 測試人員疏忽，如RMU現場模擬溫度輸入之溫度設定攝氏與華式溫度常搞錯等等…。
3. 邏輯圖上有Delay Time，測試時，未考慮Delay Time問題，導致反應時間不對。
4. STC測試:因待測控制模組有Delay Time邏輯，原來STC測試時未考慮Delay Time問題，導致測試不順利，最後則修正STC測試邏輯，改為旁通Delay Time邏輯。

(五)、所幸DRS採先Dry Run測試(降低Formal Test之時間)，再進行Formal Div FAT測試，再採三班輪值趕工，最後終能順利交貨。

三、參與接收測試之總結心得

(一)、綜觀VDU接收測試與Div FAT測試，目前測試發現最大之問題應為VDU畫面不易點選之問題，如未改善，恐影響將來設備運轉，此問

題DRS同意於FDI時改善，將來在執行FDI時仍需特別留意。

(二)、至目前為止，一號機所有設備皆尚已交貨，二號機設備Div FAT測試完成後將Ship in Place(約一月底前)，之後在於2號機執行FDI測試，修改所有有問題處，修改測試完成後，再燒錄一套修改後之FID，再送至工地，供工地一號機設備更換。而目前GE/DRS尚未針對明年2號機之FDI提出任何之執行政序、修改之範圍及具體時程說明。此項目仍需請明年參與Div FAT測試人員須密切追蹤，並提送台北了解。

(三)、雖然，整個一號機全部五個區間的出廠允收測試已順利完成。但尚有4項工作需在核四廠1號機繼續驗證：

1. 此次Div出廠接收測試所選擇之受測系統，並未涵蓋BOP安全相關之系統。
2. 此次出廠允收測試為每個Div間獨立測試，其他Div之信號皆採用模擬輸入方式，並未真正接上所有Div一起測試。
3. 目前DRS所做的FAT並非Close-Loop的測試，這樣的測試只能驗證DRS所實做的邏輯完全和GE一致，並無法靠FAT來檢查出GE邏輯的錯誤，要等到Pre-op測試才能檢查出GE設計邏輯是否正確。
4. 此次DRS與Invensys、Numac之介面測試，僅執行BTM/MVD、RTIF CIM、NMS CLI(Comm & Logic Interface)測試，並未真正接上Invensys、Numac設備連線測試。