

出國報告(出國類別：考察)

赴韓國 EN Technologies 公司考察  
地下四路自動線路開關業務

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：陳坤諒(業務處饋自組主管硬體)

派赴國家：韓國


出國期間：100.10.10~100.10.14

報告日期：100.12.05

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：赴韓國 EN Technologies 公司考察地下四路自動線路開關業務	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：陳坤諒/十等電機工程監/業務處	
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 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) 其他處理意見：

說明：一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。  
 二、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。  
 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：

單位：業務處  
 饋線自動組長  
 主管：陳銘樹  
 副處長  
 曾元超代

主管處  
 主管：處長  
 唐明紹

總經理：

副總經理  
 林錦銓

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴韓國 EN Technologies 公司考察地下四路自動線路開關業務

頁數 41 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：

陳坤諒/台灣電力公司/業務處/主管硬體/(02)2366-7662

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：100.10.10~100.10.14 出國地區：韓國

報告日期：100.12.05

分類號/目：

關鍵詞：自動線路開關、製造品管。

內容摘要：(二百至三百字)

1. 透過參訪韓國 EN Technologies 公司、變壓器(PT)供應商、高壓套管(PT)供應商，並與該公司技術交流，瞭解該公司業務項目、供應實績及韓國開關設備使用現況。及韓國開關設備使用現況。
2. 考察 EN Technologies 公司地下四路自動線路開關組裝程序、品管程序等製造流程，並參訪其重要零組件協力廠商，並透過製程自主檢查表及抽試出廠試驗項目，確認產製造能力及品質管制能力，達成中間檢查目的，以確保開關品質及落實品管要求。
3. 蒐集 EN Technologies 公司地下四路自動線路開關及附屬零組件使用經驗，作為本公司地下四路自動線路開關規範訂定及國內品質管制之參考

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

# 赴韓國 EN Technologies 公司考察 地下四路自動線路開關業務

## 目 錄

壹、考察任務與目的	1
一、緣起	1
二、任務	1
三、目的	1
貳、心得與建議	3
參、考察過程	6
一、出國期間	6
二、考察行程	6
肆、地下四路自動線路開關製造廠及零組件供應商之業務概況	6
一、地下四路自動線路開關製造廠	6
二、比壓器製造廠	13
伍、韓國 EN Technologies 公司開關製造流程及品管流程	15
一、EN Technologies 公司開關產品簡介	15
二、開關製造程序及品管流程	16
三、出廠試驗及主要零組件抽驗	33

## 壹、任務與目的

### 一、緣起：

(一)台灣電力公司(以下簡稱本公司)配合能源局「推動供電可靠度 999 方案」推動配電自動化系統,以提高配電系統之供電可靠度及加強服務用戶。由於地下四路自動線路開關屬配電自動化系統之重要關鍵器材,為饋線自動化系統穩定運轉之基礎,故開關製造品質為攸關饋線自動化系統推行之重要課題。

(二)為強化饋線自動化系統之穩定運轉、提昇自動化效益,配合本公司饋線自動化系統之推動及運轉,藉由年度開關購案派員赴地下四路自動線路開關新供應商,考察其地下四路自動線路開關製造、品管程序,並蒐集使用經驗,做為本公司之建立相關地下四路自動線路開關技術及加強品質之重要參考。

### 二、任務：

赴韓國 EN Technologies 公司考察地下四路自動線路開關製造及品管程序。

### 三、目的：

(一)透過參訪韓國 EN Technologies 公司、變壓器(PT)供應商、高壓套管(PT)供應商,並與該公司技術交流,瞭解該公司業務項目、供應實績及韓國開關設備使用現況。及韓國開關設備使用現況。

- (二)瞭解韓國 EN Technologies 公司地下四路自動線路開關及附屬設備製造、品質管制經驗，並透過製程自主檢查表及抽試出廠試驗項目，確認產製造能力及品質管制能力，達成中間檢查目的。
- (三)瞭解韓國 EN Technologies 公司地下四路自動線路開關及附屬零組件使用經驗，作為本公司地下四路自動線路開關規範訂定及國內品質管制之參考。

## 貳、心得及建議

本公司為提升用戶供電可靠度、加速復電、提高用戶滿意度，已推行饋線自動化多年，其中關鍵現場設備-自動線路開關已有 20 餘年之使用經驗，從早期非栓鎖型(unlatch type)自動線路開關、栓鎖型(latch type )自動線路開關、再發展為標準化監控界面之栓鎖型自動線路開關；自動線路開關與監控設備(饋線資訊末端設備，FTU)已均具備標準界面，各廠牌開關及 FTU 已具高度置換性，可以交互混合搭配使用。本次藉由赴韓國考察地下四路自動線路開關製造、品管程序，並透過技術交流初步瞭解現行韓國地下四路自動線路開關發展及使用概況，復參考本公司饋線自動化系統、FTU、自動線路開關演進，提出下列幾項心得及建議事項，供未來推展饋線自動化系統參考。

- 一、加強開關製造及品管流程管理，除經由出廠試驗及驗收試驗管控品質外，應加強中間檢查，依製程 SOP 抽驗製程，防止管控不良或人員因素影響品質。目前地下四路自動線路開關器材為國內保護項目，可採承製能力評鑑制度，建立合格名單，適用採購法選擇性招標採購，惟至今尚無合格國內製產品，均以國內、外標辦理財物採購，為加強品質管控及日後維護需求，建議於契約條款訂定國外製造產品應委由第三者公正機構辦理各項製程、試驗見證，以落實中間檢查目的，並可考量於投標階段即規定須提出開關製造程序及品管程序資料，提前掌控廠商品質，避免廠商品質不穩定影響供電品質。
- 二、統一各廠牌開關及面板安排，以簡化材料管理、現場裝

置、維護點檢等之作業流程。自動線路開關為國產化保護項目，配合國內廠商研發及生產能力提升、區處現場人員操作標準作業程序及歷年使用經驗，可從材料規範著手訂定開關配件、面板設置，可以減少不必要誤動作及簡化材料管理、備品購置及維護檢點等工作量。

- 三、經由既有自動線路開關維護訓練及經驗傳承外，建議應自行掌握開關製造關鍵技術，透過綜研所或產業合作方式研發專屬本公司配電系統使用之自動線路開關，統一制定開關規格及設計圖面，並利用試驗場作現場裝設及使用環境驗證，以確保品質、現場操作及維護之一致性，並達成技術生根、落實維護，並切合本公司需求。屆時若能取得智慧財產權，甚至開關採購(含製造)可由本公司提供設計圖面及資料，交由國內電機廠商製造及售後服務。
- 四、因應能源政策潮流及實際裝置，建立相對應的開發團隊，運用產業界力量及資源，配合配電自動化系統新功能需求及考量現場設備(FTU 及開關)朝整合性發展及配置，研發合適現場設備(FTU 及開關)，以簡化現場裝置及未來維護工作量。
- 五、取代 SF6 氣體絕緣之新方向檢討

為共同抑制溫室氣體排放，主要工業國於 1992 年簽訂「聯合國氣候變化綱要公約」、1997 年通過的「京都議定書」更強制規範各國的減量額度。韓國 KEPCO 電力公司雖自 2009 年起制訂自動線路開關規範採用固體絕緣方式取代 SF6 氣體絕緣，並陸續採購使用，惟本次考察經與開關廠



及相關附屬器材專業製造廠(變壓器、高壓套管)技術研討，均反映韓國 KEPCO 電力公司使用狀況不佳，常有接地迴路因絕緣不良產生爆裂故障問題，相關開關規範仍考量修改中，尚未有穩定運轉實績。建議本公司應持續關注取代 SF6 氣體絕緣發展方向，確認穩定可靠後再適時切入，達成開關品質要求及 SF6 減量目標。

## 參、考察過程

### 一、出國期間：

100 年 10 月 10 日～10 月 14 日（計 5 天）

### 二、考察行程：

10 月 10 日 台北-首爾

10 月 11 日 參訪 EN Technologies 工廠

10 月 12 日 參訪 EN Technologies 工廠

10 月 13 日 參訪 EN Technologies 零件供應廠

10 月 14 日 首爾-台北

## 肆、地下四路自動線路開關製造廠及零組件供應商之業務概況

### 一、地下四路自動線路開關製造廠

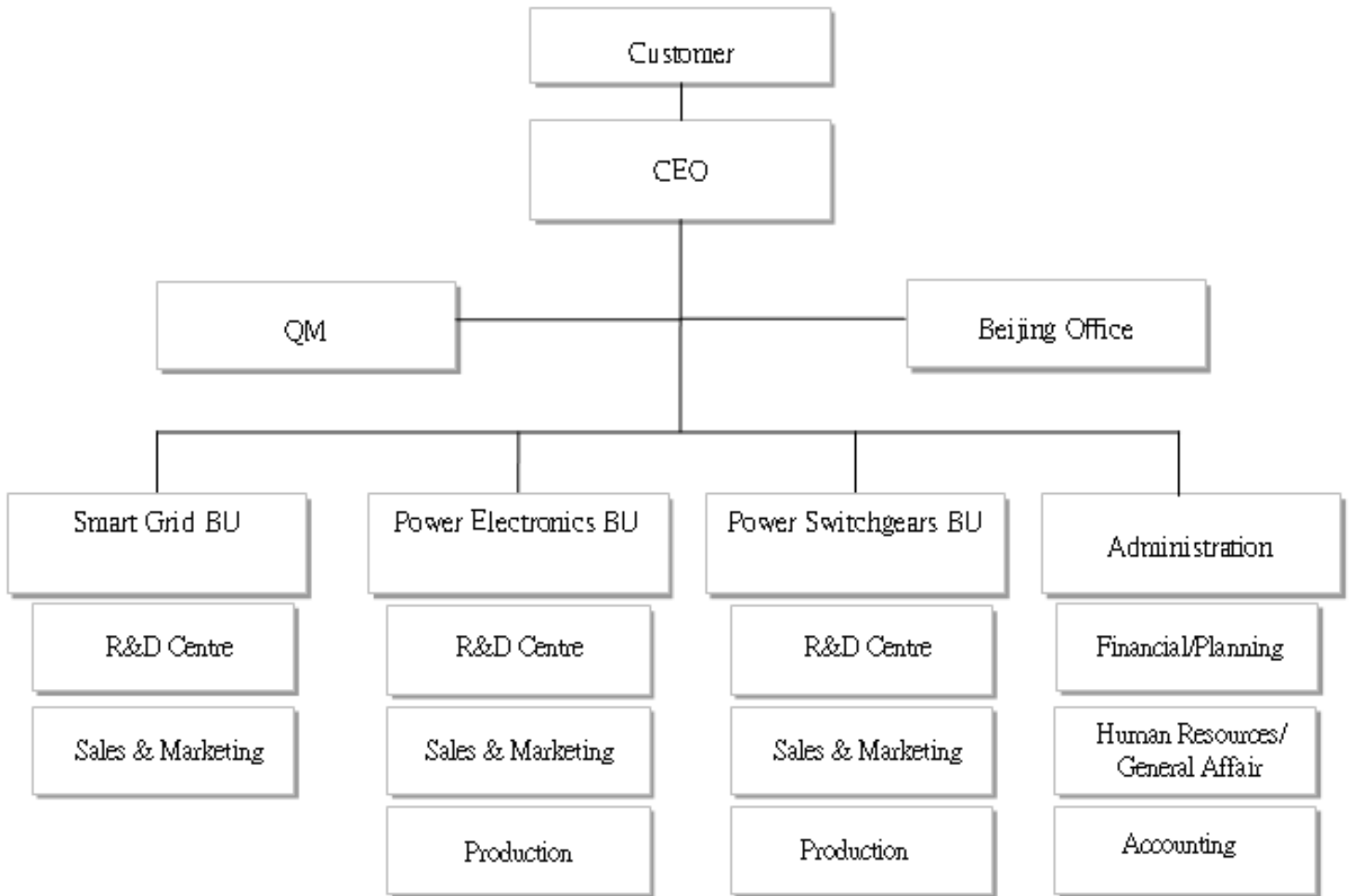
(一)公司名稱：EN Technologies 公司。

2003.12.10 成立，Power Supply 為主，2005 年成立  
開關部門，



(二)員工人數：110 人

(三)組織：



(四) 主要產品

1. 電力開關(Power Switchgear)

(1) 中壓配電開關設備

架空自動線路開關



附 CB 多回路地下自動線路開關



附 Fuse 多回路地下自動線路開關



簡潔/緊密箱型開關 (Compact Package Switchgear)



(2)變電所 GIS 設備(Gas Insulated Switchgear)  
高壓 72.5kV GIS



中壓 25.8kV GIS



24kV C-GIS(Compact-GIS)



## 2. 電力電子(Power Electronics)

### (1)電源供應器

EnerStream, PulseGen, EnerPulse

[DC & DC Pulse Power supply for Sputter]



Genius[Atmospheric Pressure Plasma Power Supply]



IDU 200, Hercules. EnerPulse HV

[Arc Ion Plating Power supply]



(2)Smart Grid Product

電源轉換系統(Power Conversion System)



電池管理系統(Battery Management System)





電動車快速充電器(EV Quick Charger)



電動車車上充電器(On Board Charger)





(五) 地下四路開關製造沿革及實績：

2005 年起製造開關，2005、2006 年陸續取得認證。

1. 供應 KEPCO 實績(2010.8.19 止)：

	25.8kV SF6 絕緣 四路 LBS 自動開關	25.8kV SF6 絕緣 四路 LBS 手動開關	總計
2006 年		91	
2007 年	69	433	
2008 年	310	61	
2009 年	222	48	
2010 年	155	19	
小計	756	649	1408

2. 供應敘利亞 2010 年 2000 具

## 二、比壓器製造廠

(一) 公司名稱：Young Hwa 公司，1962.1 成立。

(二) 員工人數：95 人

(三) 主要產品

1. 72k 以下 注油式(Oil type) CT/PT/MOF



## 2. 36k 以下 Epoxy 模鑄式(Mold type) CT/PT/MOF



## 3. 36k 以下 SF<sub>6</sub> 式(Gas type)PT/MOF



(六)年營業額：USD16,000,000 (2010)

## 伍、韓國 EN Technologies 開關製造流程及品管流程

### 一、EN Technologies 公司配電自動線路開關產品簡介

EN Technologies 公司為 KEPCO 相關電力設備供應商之一，近年由於 KEPCO 開關市場日漸萎縮，EN Technologies 公司逐步擴展國際化，大力拓展如敘利亞、亞洲等之海外市場；其所生產之配電級開關可分為 12/25.8KV 級 SF6 架空自動開關、地下四路 LBS 自動開關、地下四路 CB 自動開關等型式。此等開關之主要額定值及特性要求等，與本公司目前使用之自動化線路開關類似，均係依照 ANSI C37.72 及 IEC 60265 等國際標準訂定，其電氣特性要求亦大部分與本公司目前使用者相同。



12/25.8kV 架空自動線路開關



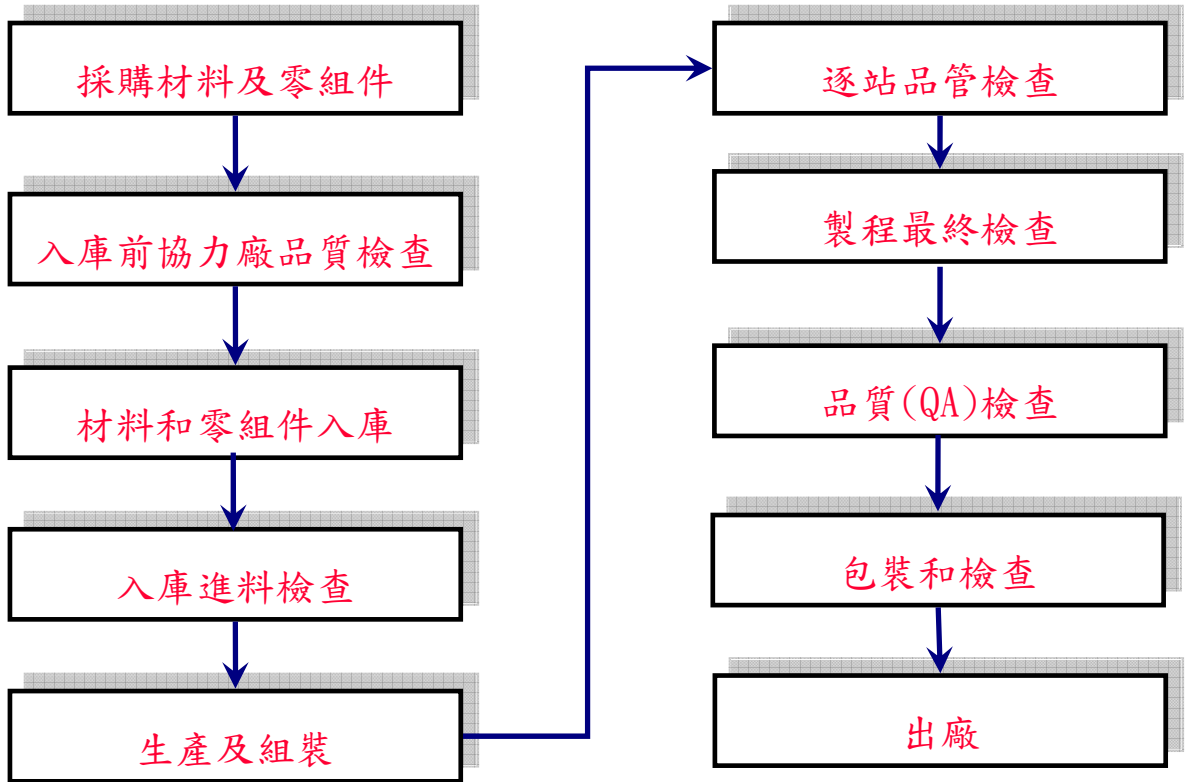
地下四路自動線路開關(2LBS、2CB)

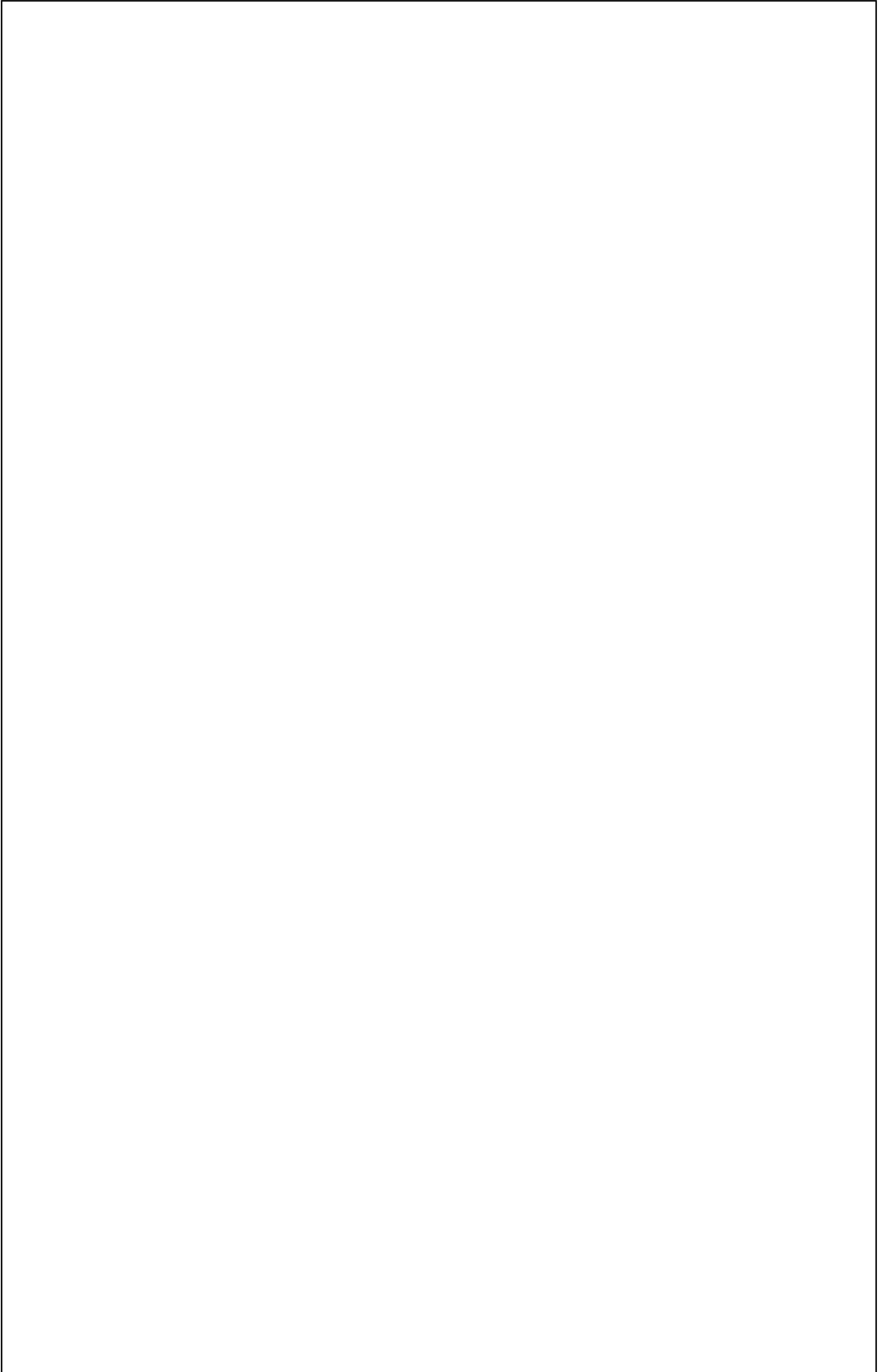
## 二、開關製造程序及品管程序

本公司配合能源局「推動供電可靠度 999 方案」推動配電自動化系統，以減低事故停電時間，提高供電可靠度，並訂有 96~100 年計畫饋線自動化各年度目標值，EN

Technologies 公司於 100 年 1 月決標承製 854 具地下四路自動線路開關，分三批交貨，為確保該公司製造品質及落實品管要求，本公司藉由本次考察機會，前往該公司視察，表達台電公司對於該項產品品質重視，並了解該公司製造流程及品管流程情形，該型式地下四路開關製造品管流程如下：

## 品管流程圖





## 製造流程圖

### 地下四路自動線路開關製造程序

① Tank清潔及組裝

② Busing 及試壓裝置組裝

③ 機構(Mechanism)組裝

④ CB、LBS及匯流排組裝、調整

⑤ 測量特性和主回路電阻

⑥ 焊接和充氣

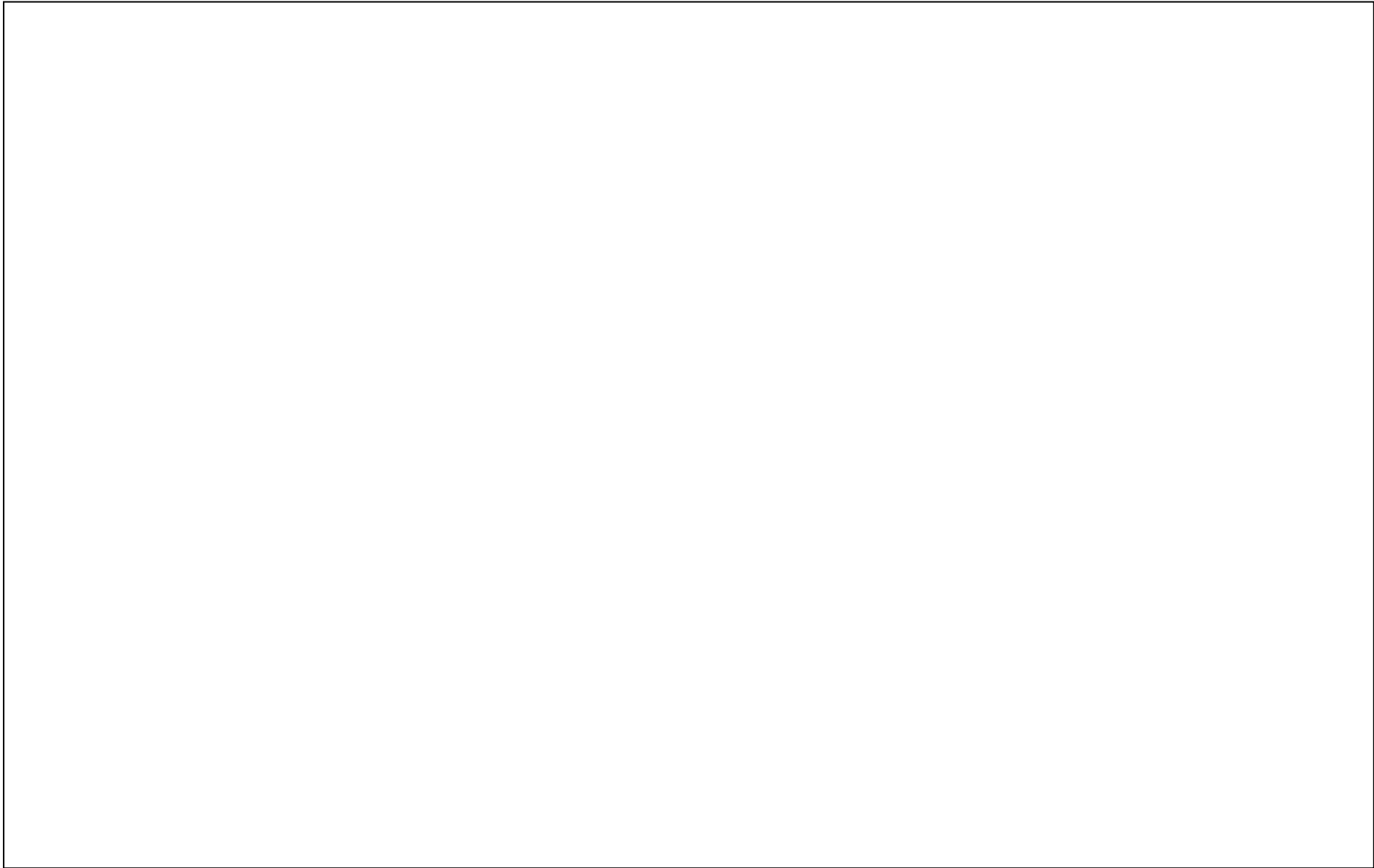
⑦ 配線、CT及控制箱組裝

⑧ QA 品質試驗

⑨ 外箱組裝及檢查

⑩ 包裝

13名/1天/10台 生產





## 製造流程

### (一) 開關筒(Tank)清潔及組裝

進行開關筒清潔、外觀刮痕及裂痕檢查，機構用固定或絕緣支撐用螺栓、螺柱、支撐座等附屬零件組裝。

主要檢查點：

#### 1. 開關筒狀態及清潔情形

① 開關筒外表無彎曲、灰塵、殘留物質及潮濕。

② 裝置套管(Bushing)、套管井(Bushing well)及壓力計之接觸面無刮傷或裂痕。

#### 2. 機構用固定或絕緣支撐用之附屬螺栓、螺柱、支撐座等組件無遺漏。

#### 3. 焊接接觸面無污損。

機構用固定或絕緣支撐用之附屬螺栓等組件無遺漏



## (二) 套管、套管井及釋壓裝置組裝

額定 600A 之套管、額定 200A 套管井、額定 200A PT 套管井及過壓力釋壓裝置清潔及組裝。

主要檢查點：

1. 額定 600A 之套管、額定 200A 套管井、額定 200A PT 套管井及過壓力釋壓裝置採酒精清潔，O ring 採酒精清潔並塗佈潤滑膏。
2. 額定 600A 之套管、額定 200A 套管井、額定 200A PT 套管井及過壓力釋壓裝置之密封接觸面採酒精清潔，並確認密封接觸面無刮傷或裂痕。
3. 額定 600A 之套管、額定 200A 套管井、額定 200A PT 套管頸等各組件鎖緊力矩管理值：
  - ①額定 200A 套管井：110kgf
  - ②額定 600A 之套管：110kgf
4. 鎖緊套管及套管井接地簧片。
5. 套管及套管井螺栓鎖緊並以麥克色筆標記。
6. 套管及套管井之導體安裝方向：A 相為 11 點鐘、B 相為 12 點鐘、C 相為 1 點鐘(LBS 與 CB 之 A 相及 C 相安裝方向相反)。

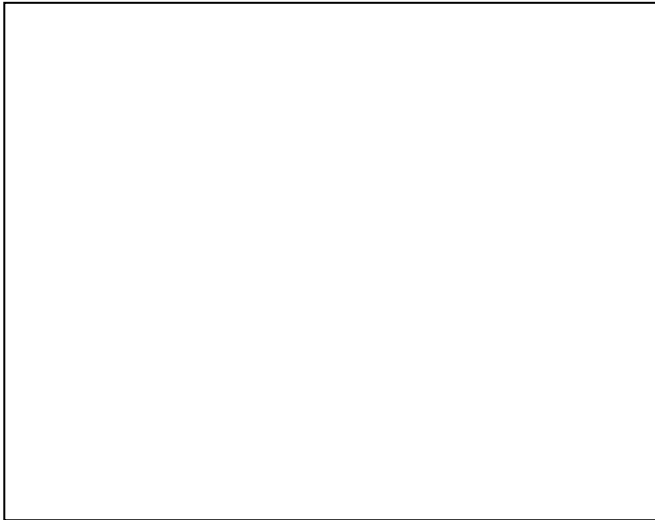
套管清潔



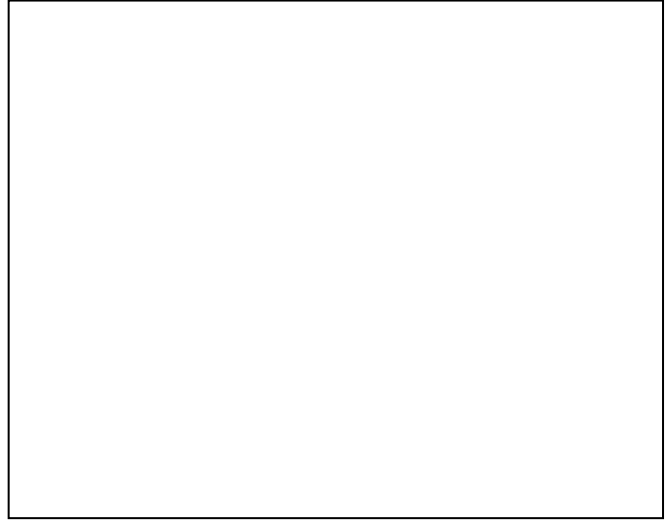
密封接觸面採酒精清潔



組裝套管及套管井



定磅



組裝 PT 套管井



定磅



鎖緊套管及套管井接地簧片



組裝過壓力釋壓裝置

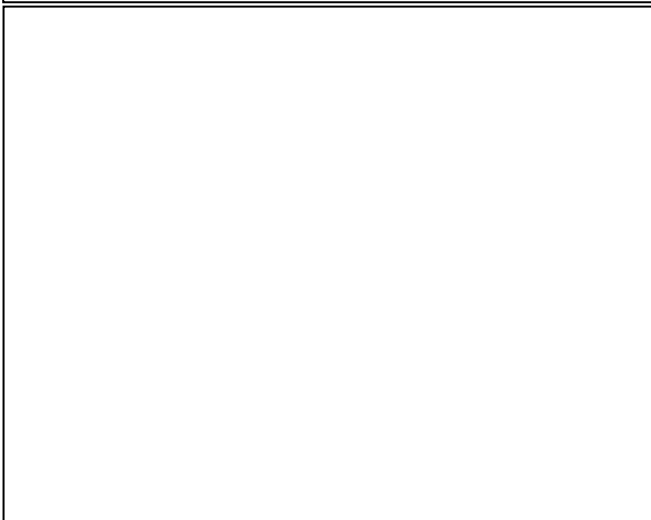
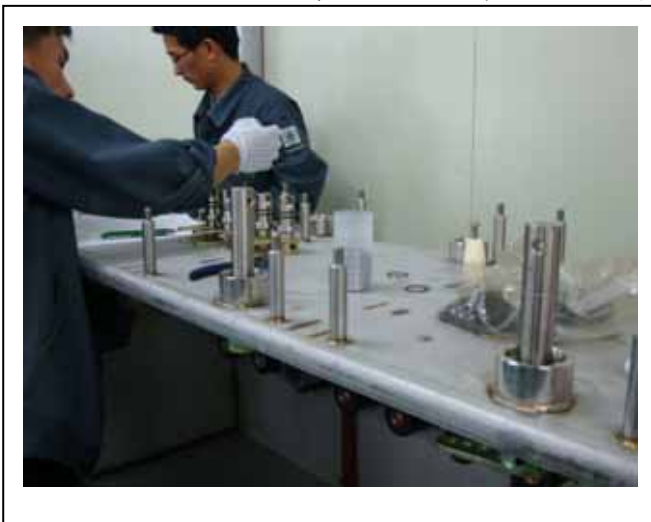


### (三) 機構(Mechanism)組裝

LBS、CB 迴路開關及接地開關之操作軸組裝，接地開關、LBS、CB 操作機構單件組裝。

主要檢查點：

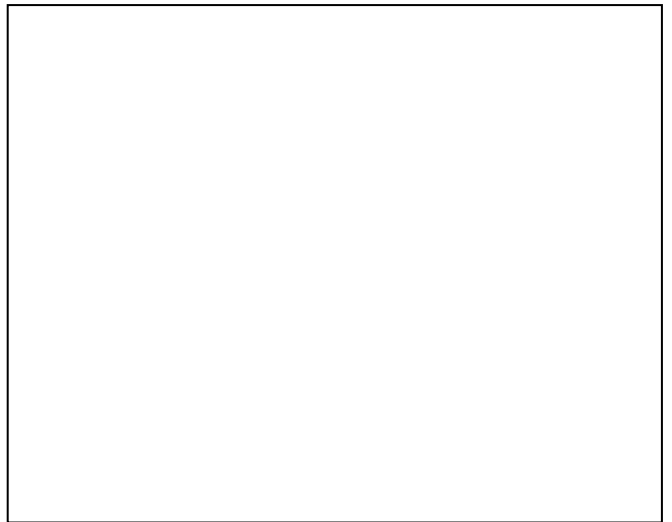
1. 操作軸之密封界面及無刮傷或裂痕、O ring 塗佈潤滑膏、軸承正常、彈簧固定夾(snapring)牢固安裝、CB 操作軸需有雙彈簧固定夾。
2. 外部操作機構(CB、LBS)安裝、確認手動操作軸角度。
3. 套管及套管井銅排固定螺絲力矩規定管理值 400kgf。
4. 接地傳動軸(shaft)與接地迴路組裝，確認旋轉正常、固定彈簧夾牢固安裝、接地衝程於投入時需同步接觸固定電極側、塗佈潤滑膏於閘刀(Blade)接點。
5. 組裝 LBS 機構之框架(skeleton)、消弧室(puffer)。
6. 組裝 CB 機構之框架(skeleton)、真空瓶(VI)。



接地傳動軸與接地迴路組裝



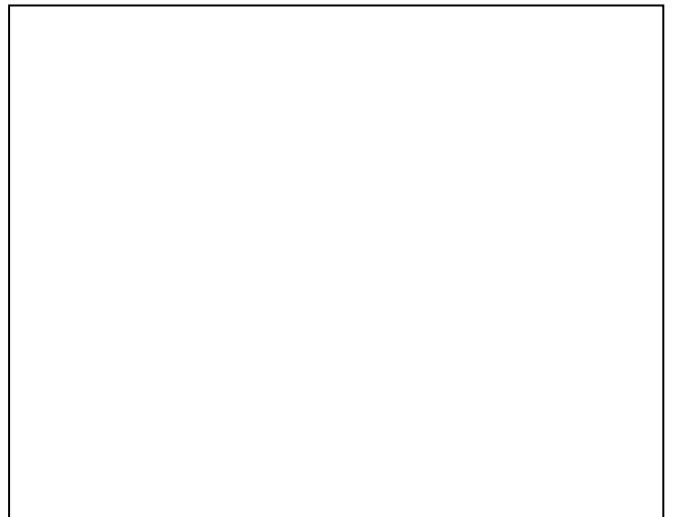
銅排固定螺絲



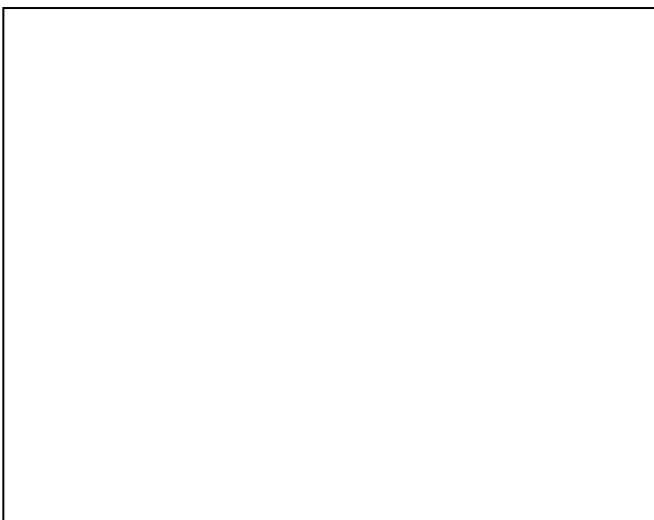
力矩定磅



接地投入需同步接觸固定電極



塗佈潤滑膏於閘刀(Blade)接點



組裝 CB 機構之框架、真空瓶

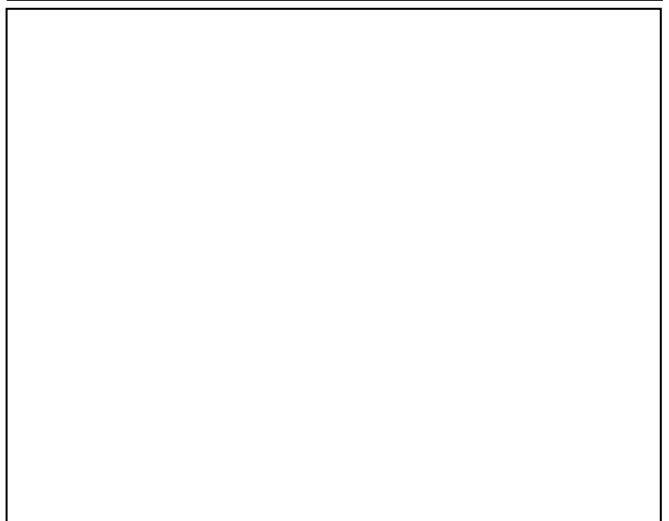
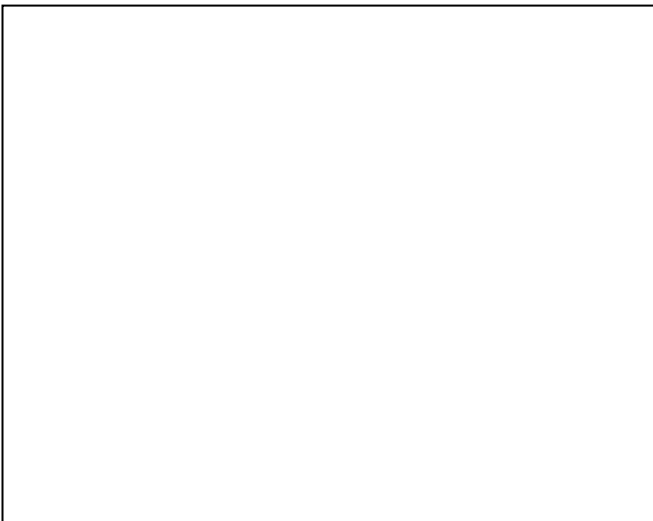
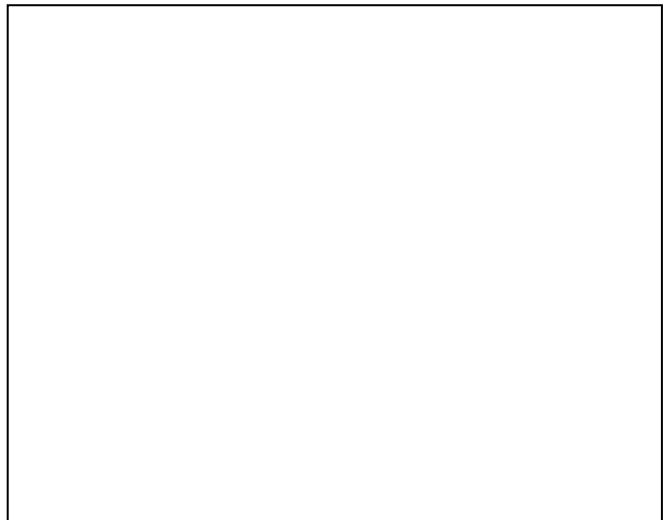
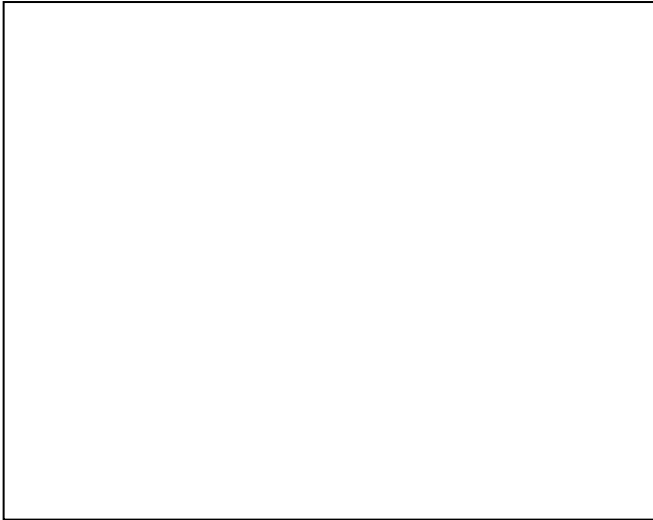


(四)CB、LBS 及匯流排組裝、調整

LBS 及 CB 機構固定、調整消弧室及真空瓶之中心點、調整衝程間隙、匯流排組裝。

主要檢查點

1. 匯流排螺栓鎖緊力矩規定管理值 350 kgf。





### (五) 測量主回路電阻

LBS、CB 迴路投入，量測主回路接觸電阻，確認迴路導體、銅排、機構金屬接觸點良好，且在規範值內。

主要檢查點：

1. 各主回路接觸電阻量測  $338 \mu \Omega$  以下

主迴路接線



輸入 DC100A，量測接觸電阻



### (六) 焊接和充氣

開關筒焊接面清潔及檢查、放置乾燥劑、焊接、安裝壓力計及低壓閉鎖裝置、漏氣檢查。

主要檢查點：

1. 放置乾燥劑於非焊接處受熱處，不妨礙匯流排位置。
2. DC TIG 焊接機電流 200A。
2. 清潔壓力計、O ring 塗佈潤滑膏、安裝壓力計及低壓閉鎖裝置。
3. 充填乾燥空氣，起泡劑檢測是否洩漏。
4. 低壓閉鎖動作測試  $0.15 \sim 0.3 \text{ kgf/cm}^2$ 。
5. 抽真空  $-1.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、灌注  $\text{SF}_6$   $0.6 \text{ kgf/cm}^2$ 。
6. 開關筒  $\text{SF}_6$  洩漏測試(leakage test)12 小時， $\text{SF}_6$  洩漏率 (leakage value) 應低於  $1 \times 10^{-5} \text{ cc/sec}$ 。

7. 乾式額定頻率耐壓 50kV，1min 無閃絡現象。

放置乾燥劑



調整 DC TIG 焊接機



焊接



充填乾燥空氣，起泡劑檢測是否洩漏







抽真空達 $-1.0\text{kgf/cm}^2$



低壓閉鎖動作測試



充填灌注  $\text{SF}_6$  至  $0.6\text{kgf/cm}^2$



### (七) 配線、面板、CT 及控制箱組裝

外部面板及配線固定，600/1A 及 200/0.2A CT 安裝、接線及標示、控制箱組裝。

主要檢查點：

1. CT 依左到右迴路(LBS-CB-CB-LBS)，以顏色區分為白-紅-綠-黑，並以貼紙黏貼 A1、B1、C1、A2、B2、C2..。
2. 機構接線接頭由控制箱下方引入，並予以密封。
3. 固定控制箱、電池箱、電熱箱，並連接電纜接線。

### 控制箱組裝



B-I



### (八)QA 品質試驗

主要檢查點：

1. 電動操作試驗：於 DC20V、24V、26V 電動操作。
2. CT 耐壓試驗：2.5kV，1min，無閃絡現象。
3. CT 準確度試驗。
4. 主接點動作時間試驗：100%、150%、300%、500%、1000% 始動電流測試。
5. 電源供應器切離試驗：AC off, 10 秒切離。
6. 電源供應警示試驗：AC 電源失效、過充電(29V)、電池低電壓(20.5V)、DC 電源接地。
7. 電源供應器耐壓試驗：2.5kV，1 分鐘，無閃絡現象。

### (九)外箱組裝及檢查

主要檢查點：

1. 塗裝。
2. 本體與外箱組裝。
3. 比壓器(PT)及比壓器電纜安裝。
4. 接地銅排安裝，外箱及比壓器及比壓器電纜接地線引接。
5. 安裝操作桿。

(十) 包裝

主要檢查點：

1. 37、26、8 pins 電纜。
2. 操作手冊一份。
3. 資料卡二份。



### 三、出廠試驗及主要零組件抽驗

#### (一)抽驗出廠試驗項目

##### 1. 比流器二次側額定低頻率耐電壓試驗：

比流器二次側線圈兩端施加 AC 60Hz 2500V 之電壓 1 分鐘，無閃絡現象。



##### 2. 電源供應器耐壓試驗：2.5kV，1 分鐘，無閃絡現象。

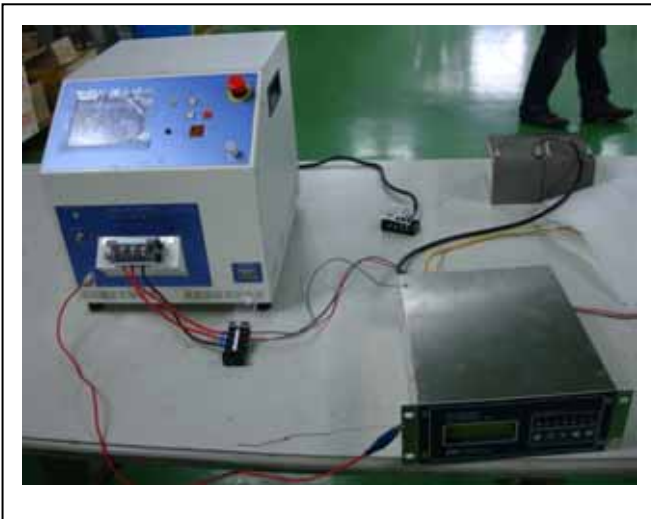


3. 主接點動作時間試驗：

在電驛輸入端輸入其始動電流值之 100%、150%、300%、1000%、及 1500%，並測試 CB 主接點之啟開時間，須符合材規曲線 $\pm 10\%$ 內。



4. 保護電驛耐突波/電壓試驗：4 KV，2.5KHz，無閃絡。



5. 電動操作試驗：

DC20V、24V、26V 時之電動操作(含 LBS 與 CB)。

LBS 投入/切開動作時間<5 秒、

CB 投入動作時間<5 秒、切開動作時間<3cycles

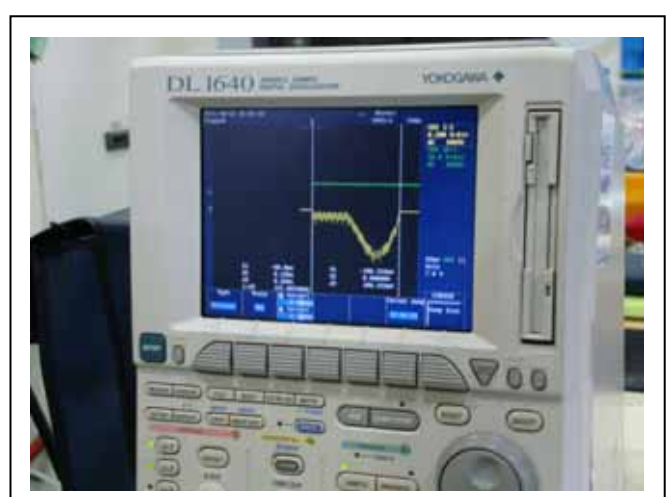
調整 DC 電壓 20V、24V、26V



電動投入/切開，紀錄動作時間



動作時間波形(馬達)





6. 電源供應器切離試驗：AC off, 10 秒切離。

7. 電源供應警示試驗：AC 電源失效、過充電(29V)、電池低電壓(20.5V)、DC 電源接地。

8. 監控接點介面定義

監控接點燈號



電源供應警示試驗



電源供應警示試驗





9. CT 開路保護電壓試驗：一次側輸入 600A， CT 二次側輸出電壓 50V(均方根)以下

10. CT 準確度試驗。

主迴路接線



LBS 迴路加壓 600A

電流變比至 600A



量測開路電壓



量測準確度



11. 乾式額定頻率耐壓：50kV，1min，無閃絡現象。

連接加壓治具



設定加壓電壓 50kV



設定加壓時間 1 分鐘



## (二) 主要零組件抽驗

赴比壓器製造廠(Young Hwa)及套管製造廠(Young Tech)  
抽驗比壓器、套管及套管井，並參觀製造設備及試驗設備。

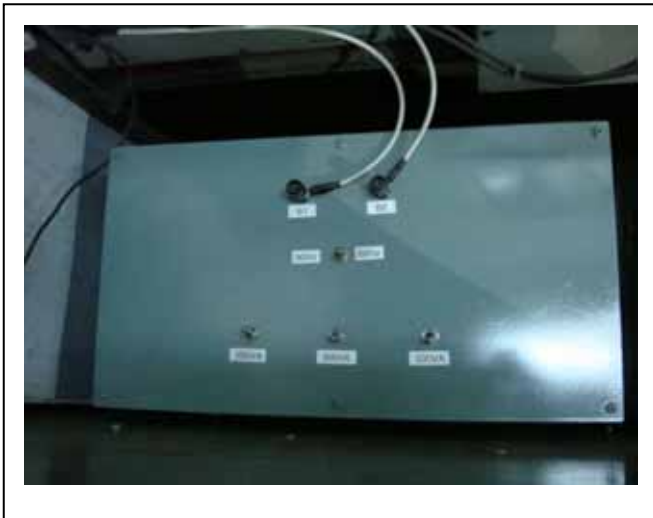
### 1. 比壓器(PT)

#### ① 額定低頻率耐電壓試驗

50KV，1 分鐘(二次側加壓 418V 420Hz 18 秒)



#### ② 精確度試驗





### ③部分放電試驗

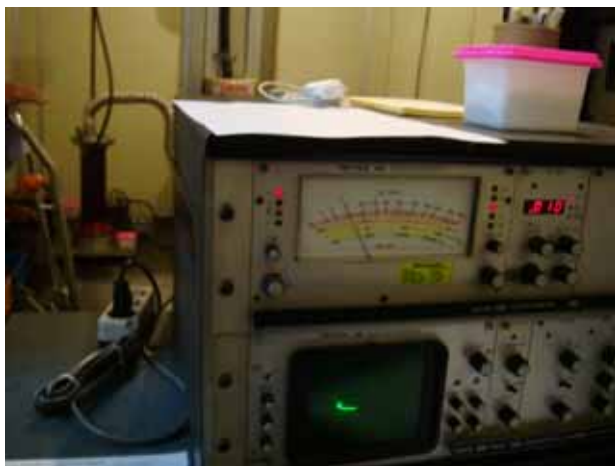
1. 背景低於 1pc



2. 校正(5pc 標準信號源)



3. 校正約 5pc



4. 加壓至 40kV



降至 16.6kV



PD 低於 1pc



## 2. 套管(Bushing)、套管井(Bushing well)電暈試驗

校正(5pc 標準信號源)



套管加壓



19kV pc 值



套管井加壓

