

出國報告（出國類別：其他）

「臺灣桃園國際機場第三航站區公共
設施（一）新建工程」之 24kV SF6
氣體絕緣開關及高壓環路開關設備
廠驗報告

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：黃子維副處長

許欣隆工程師

派赴國家：德國-法蘭克福

出國期間：2023 年 3 月 18 日至 3 月 26 日

報告日期：2023 年 5 月 8 日

摘要

桃園國際機場自 68 年啟用迄今已逾 40 年，隨著旅運量持續成長，原有第一、二航廈之營運空間已不敷使用，為提升桃園機場整體服務品質，桃園國際機場股份有限公司(下稱本公司)除進行既有航廈之整建、擴建，同時亦進行第三航廈規劃作業，並於 104 年經行政院核定臺灣桃園國際機場第三航站區建設計畫後，即積極推動第三航站區興建工程，計畫中除包含第三航廈外，亦包含多功能大樓及其相關基礎設施。

臺灣桃園國際機場第三航站區公共設施（一）新建工程為桃園國際機場第三航站區建設計畫之子項工程，其設施功能主要係提供第三航廈營運所需之電力及空調，其中主要電力開關設備包含 24kV SF6 氣體絕緣開關及高壓環路開關等係採用德國西門子產品，本次至德國西門子原廠進行該項設備抽查驗，係依工程實際進度及工程契約相關規定辦理第二級工程品質管理工作，以確保設備製程及品質符合工程需求。

目錄

圖目錄	1
壹、目的	4
貳、過程	5
一、廠驗行程	5
二、廠驗人員名單	5
三、西門子公司營運歷史及廠址地理位置簡介	6
四、本工程採購之產品型號及規格	7
五、工廠測試過程	8
六、工廠測試結果	25
參、心得及建議	27

圖 3-1 西門子公司於法蘭克福位置圖	7
圖 3-2 測試前會議	9
圖 3-3 工廠安全教育宣導	9
圖 3-4 西門子氣體斷路器構造介紹	10
圖 3-5 西門子氣體斷路器構造介紹	10
圖 3-6 外觀尺寸檢查	11
圖 3-7 外觀膜厚檢查	12
圖 3-8 指示器及控制元件圖示	13
圖 3-9 機械功能操作測試	13
圖 3-10 連鎖裝置測試	14
圖 3-11 接觸電阻試驗	14
圖 3-12 低頻耐壓試驗	15
圖 3-13 控制迴路耐壓試驗	16
圖 3-14 部分放電試驗示意圖	17
圖 3-15 部分放電試驗	17
圖 3-16 SF6 氣體洩漏試驗	18
圖 3-17 外觀膜厚檢查	19
圖 3-18 外觀尺寸檢查	19
圖 3-19 指示器及控制元件圖示	20
圖 3-20 機械功能操作測試	20
圖 3-21 連鎖測試	21
圖 3-22 接觸電阻試驗	21
圖 3-23 商頻耐壓試驗	22
圖 3-24 控制迴路耐壓試驗	23
圖 3-25 部份放電試驗	24
圖 3-26 氣體洩漏試驗	24
圖 3-27 報告檢討會議	25
圖 3-28 廠驗記錄表	26
圖 4-1 廠驗參與人員合照	28
圖 4-2 廠驗參與人員合照	28

壹、目的

「臺灣桃園國際機場第三航站區公共設施（一）新建工程」（下稱本工程）係屬行政院核定「臺灣桃園國際機場第三航站區建設計畫」之子項工程，配合第三航站區分階段啟用時程（預計 114 年完成北登機廊廳、115 年完成航廈主體及南登機廊廳），本工程將提供第三航站營運所需之電力及空調等基本維生系統，以期打造符合世界級水準之旅客航廈，並提供優質之機場服務與使用經驗。

本工程自 109 年 6 月 3 日起開工，依工程預定進度，已達機電設備規劃進場階段，其中主要電力設備 24kV SF6 氣體絕緣開關及高壓環路開關係採用德國西門子(SIEMENS)公司法蘭克福工廠生產之設備，施工廠商依契約規定提送之設備廠驗計畫，並經本公司同意備查，為瞭解 24kV SF6 氣體絕緣開關及高壓環路開關等設備實際製造進度及品質（包含外觀及性能），並確認工廠製造及檢試驗程序符合規範規定，依本工程契約規定規劃辦理本次國外廠驗，落實執行第二級工程品質管理工作，以維設備品質。

貳、過程

一、廠驗行程

日期	行程紀要	夜宿地點
2023/03/18 (星期六)	搭乘航班 CI61 飛機，自臺灣桃園國際機場飛往法蘭克福機場	夜宿機上
2023/03/19 (星期日)	抵達德國法蘭克福機場	法蘭克福
2023/03/20 (星期一) 至 2023/03/24 (星期五)	法蘭克福西門子公司工廠廠驗	法蘭克福
2023/03/25 (星期六)	搭乘航班 CI62 自德國法蘭克福機場返程臺灣桃園國際機場	夜宿機上
2023/03/26 (星期日)	返抵臺灣桃園國際機場	

二、廠驗人員名單

服務單位	職稱	姓名
桃園國際機場股份有限公司工程處(主辦單位)	副處長	黃子維
桃園國際機場股份有限公司工程處(主辦單位)	工程師	許欣隆
桃園國際機場第三航站區總顧問(專案管理單位)	工務經理	黃清福
台灣世曦工程顧問股份有限公司(設計監造單位)	工務所主任	宋傑相
東元機電股份有限公司(承攬廠商)	品管工程師	黃執平

本工程採用西門子公司生產氣體絕緣開關，以下將簡述西門子公司工廠營運歷史及地理位置，並就採購產品規格及測試過程說明如下：

三、西門子公司營運歷史及廠址地理位置簡介

西門子開關工廠位於法蘭克福(Frankfurt am Main)東側，距法蘭克福車站約 20 分鐘車程，占地 160,000 平方公尺，鄰近美因河畔，為萊茵-美因地區最大的電力開關工廠，更為東部工業區重要標的之一，西門子公司創辦於 1971 年，於 1982 年時首度研發了氣體絕緣開關(型號：8DA10)，於 2000 年起更專注於氣體絕緣開關產品的製造，於 2010 年建設全球第一家中壓氣體絕緣開關設備流水線裝配工廠，於 2018 年首度研發使用環保氣體的氣體絕緣開關（型號：8DAB12），於 2019 年研發了使用環保氣體的氣體絕緣開關(型號：8DJH12)，時至 2021 年已為全世界製造超過 1 百萬台的氣體絕緣斷路器，於 2023 年更投資 3000 萬歐元擴建其位於法蘭克福的開關設備廠，建設一個智能化的全自動高速倉庫及將現有 1,200 平方公尺的製造工廠進行擴建，多年來該工廠的新訂單穩定增長，並已達到該廠區產能極限，額外的生產區用於建造第三條開關設備裝配線，除加強產線外更為該地區創造新的就業機會。

西門子開關工廠自 2018 年以來持續生產使用環保氣體的絕緣開關設備，該系統僅使用大氣中性絕緣介質“清潔空氣(Blue Air)”，它由大氣中的天然成分組成，藉此減少當前最常使用之六氟化硫 (SF6)的用量，西門子公司至今仍持續推廣環保中壓電源開關設備，並致力於智能化及全自動高速倉庫的新建工程，為能夠及時提供生產線預先挑選材料，從而提高生產效率，另增加設備生產廠房，將為生產環保型中壓開關設備創造更多的能力。

西門子公司為全球自動化、電氣化、數位化三大領域科技與市場的領先者，同時也是世界十大軟體公司，過去十年在諸如工業 4.0、再生能源、智慧城市等領域，不僅在台灣帶動甚至是主導了許多關鍵的發展。以半導體為例，西門子提供百分之七十台灣主要半導體設計與晶圓製造商自動化、能源管理、IC 設計相關的技術、設備與服務，過突破性創新、開放式協作與巧思，西門子正在數位轉型的路上全速前進，未來的核心技術包含：積層製造、自主機器人、區塊鏈技術應用、智慧物聯電動交通、邊緣運算設備、網路安全、工業數據分析、人工智慧、分散式

能源系統、儲能系統、自動化未來、材料科學、電力電子系統及流程模擬等，更能提供完整價值鏈的全方面服務，帶來其他企業所無法媲美的高效率、永續性及安全性，伴隨著對於技術的熱情及制定業內更高的標準，為客戶、社會和員工創造永續價值。

四、本工程採購之產品型號及規格

(一)24kV SF6 氣體絕緣開關(型號 8DA10 及 8DB10):

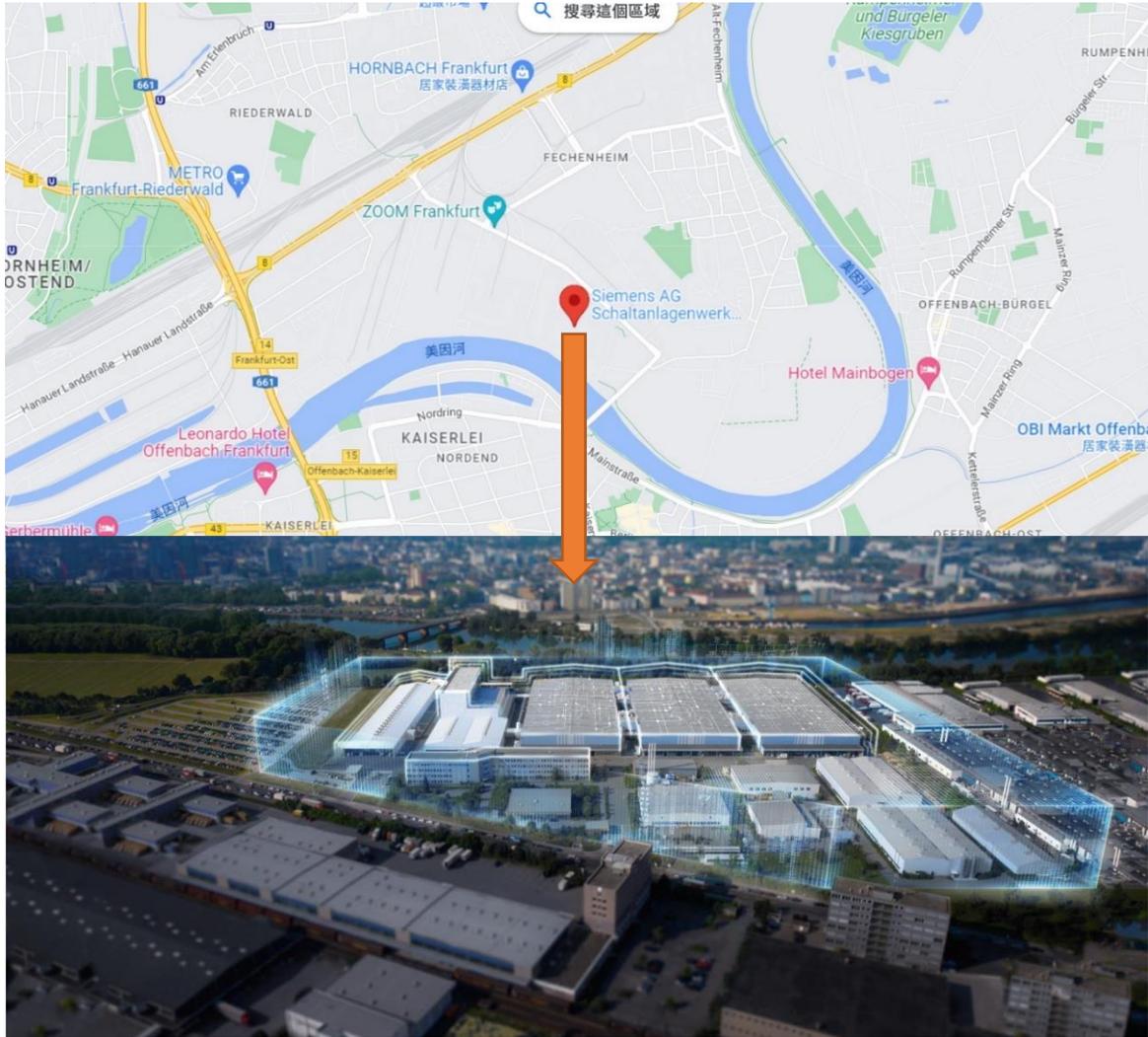


圖 3- 1 西門子公司於法蘭克福位置圖

1. 額定電壓:24kV
2. 額定頻率:50/60Hz
3. 低頻耐壓(60Hz)(1 分鐘):50kV
4. 衝擊耐壓:125kV
5. 短時間(3 秒鐘)耐電流:25kA

6. 斷路器極間耐電壓試驗(三相):AC 40kV 1 分鐘
7. 隔離開關極間耐電壓試驗(三相):AC 48kV 1 分鐘
8. 對地耐電壓試驗(三相):AC 40kV 1 分鐘
9. 單匯流排(型號 8DA10)尺寸:600±4mm 寬, 2700±8mm 高, 1645mm±6 深
10. 雙匯流排(型號 8DB10)尺寸:600±4mm 寬, 2700±8mm 高, 2685mm±8 深

(二)高壓環路開關(型號 8DJH):

1. 額定頻率:60Hz
2. 額定電壓/系統電壓:3 相, 22.8kV/11.4kV
3. 額定連續及負載啟斷電流:630A
4. 額定耐衝擊電壓:125kV
5. 額定商頻耐壓:50kV
6. 額定主回路連續電流:600A
7. 短時額定電流(3 秒):20kA
8. 尺寸: 1240±6mm 寬, 1400±6mm 高, 775mm±4 深

五、工廠測試過程

(一)工廠測試前準備:

1. 測試前會議:確認本次抽測之設備規格及編號,並與原廠人員確認整體測試程序。
2. 安全宣導:原廠人員對參與廠驗人員宣導安全規定及工廠注意事項,並確認相關人員已穿妥安全護具(絕緣鞋)。
3. 設備介紹:原廠人員於設備展示間介紹設備結構及原理。
4. 檢測儀器校正:檢測前檢視所有測試儀器之校正有效期,以確保測試結果之有效性。



圖 3-2 測試前會議



圖 3-3 工廠安全教育宣導



圖 3-4 西門子氣體斷路器構造介紹



圖 3-5 西門子氣體斷路器構造介紹

(二)測試過程

本工程規定測試項目於其試驗區進行測，查驗其產品品質及最終功能檢測，是否符合契約規範要求，主要檢驗內容及過程如下：

24kV SF6 氣體絕緣開關：

1、外觀檢查

- (1) 試驗目的：驗證外觀結構，各部零配件及尺寸是否符合要求。
- (2) 試驗儀器設備：鋼捲尺及膜厚計。
- (3) 檢查盤體外觀是否良好，尺寸丈量，檢查斷路器操作機構、隔離開關操作機構、壓力開關、比流器、比壓器、電纜帶電指示器、CB 儲能狀態指示器、投入按鈕、跳脫按鈕、模擬匯流排是否良好。

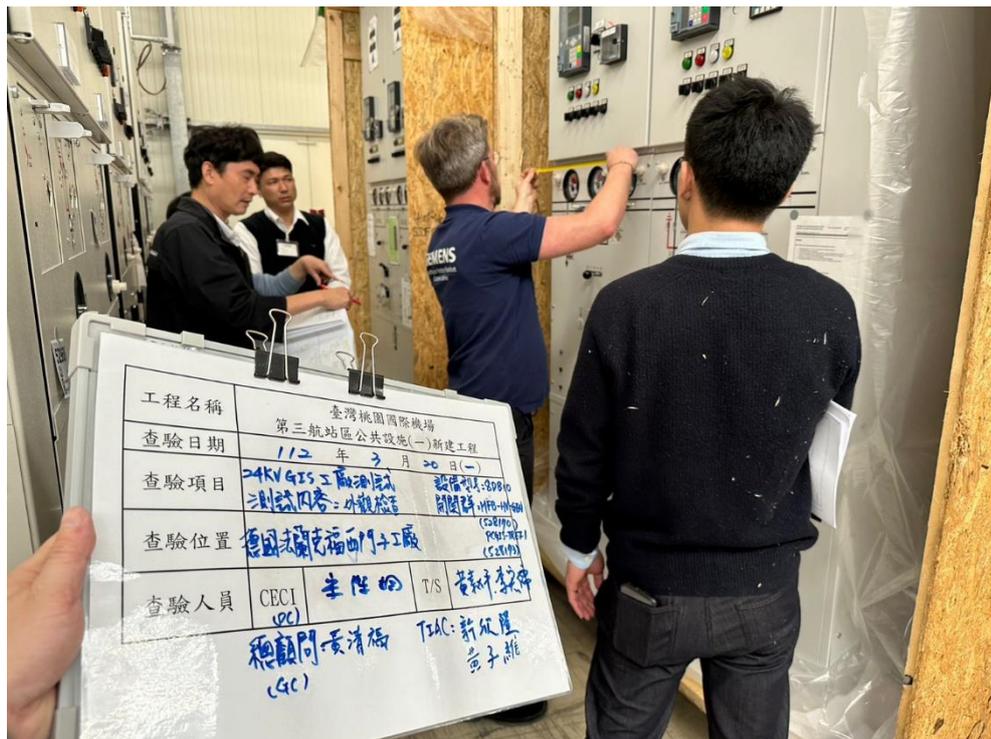


圖 3- 6 外觀尺寸檢查



圖 3-7 外觀膜厚檢查

2、機械功能、控制迴路及連鎖裝置試驗

(1) 試驗目的：驗證斷路器、隔離開關及接地開關使用手動及電動操作是否能順利操作，機械等結構無互相干擾之現象及電控操作與互鎖。

(2) 試驗儀器設備：機械操作把手及控制電源。

(3) 試驗方法及步驟：

甲、斷路器及接地/隔離開關以手動操作投入及跳脫各 5 次，操作順利無機械結構等互相干擾之現象。

乙、於低壓控制箱上操作，斷路器投入時隔離開關無法操作。

丙、斷路器投入條件未全部成立時，斷路器無法投入。

丁、於操作過程確認盤面上指示燈正常顯示，包含壓力偵測指示。

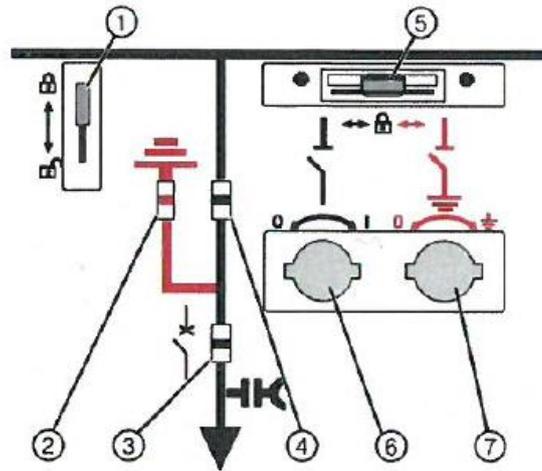


Fig. 200: Indication and control board of the three-position disconnector

1. 鎖定連桿
2. 接地開關狀態指示器 (ES)
3. 斷路器狀態指示器 (CB)
4. 隔離開關狀態指示器 (DS)
5. 手動操作選擇把手
左→DS操作孔，右→ES操作孔
6. DS手動操作孔，逆時鐘開啟，順時鐘投入
7. ES手動操作孔，逆時鐘開啟，順時鐘接地

圖 3-8 指示器及控制元件圖示

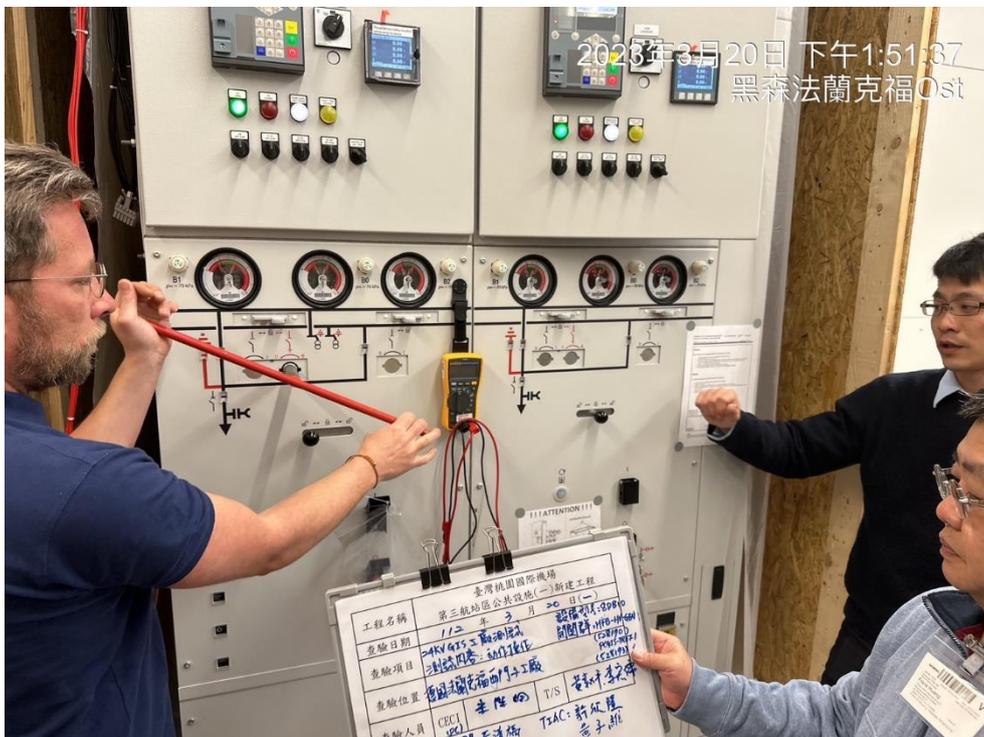


圖 3-9 機械功能操作測試



圖 3- 10 連鎖裝置測試

3、接觸電阻測量

- (1) 試驗目的：驗證內部接點之接續是否良好。
- (2) 試驗儀器設備：微歐姆計
- (3) 試驗方法及步驟：微歐姆計輸出電流檔位設定於 100A，量測數值低於 300uΩ



圖 3- 11 接觸電阻試驗

4、商頻耐壓測試

- (1) 試驗目的：驗證主迴路各相與大地間、極間之絕緣強度是否符合 IEC 規範要求。
- (2) 試驗儀器設備：低頻耐壓測試儀器。
- (3) 試驗方法及步驟：
 - 甲、確認受測設備已充填至額定操作壓力 0.7bar。
 - 乙、斷路器極間耐電壓試驗，將各相隔離開關投入，斷路器開啟，於匯流排端架設三相電源，電纜出現端及箱體接地，施加 AC 40kV 1 分鐘，過程中無異狀。
 - 丙、隔離開關及間耐電壓試驗，將各相隔離開關開啟，斷路器投入，匯流排端架設三相電源，電纜出線端及箱體接地，施加 AC 40kV 1 分鐘，過程中無異狀。
 - 丁、對地耐電壓試驗，將各相隔離開關及斷入器投入，於電纜出線端架設三相電源，匯流排端隔離，箱體接地，施加 AC 40kV 1 分鐘，過程中無異狀。
 - 戊、電壓上升至 10.5kV 時，電纜帶電指示器須正常。

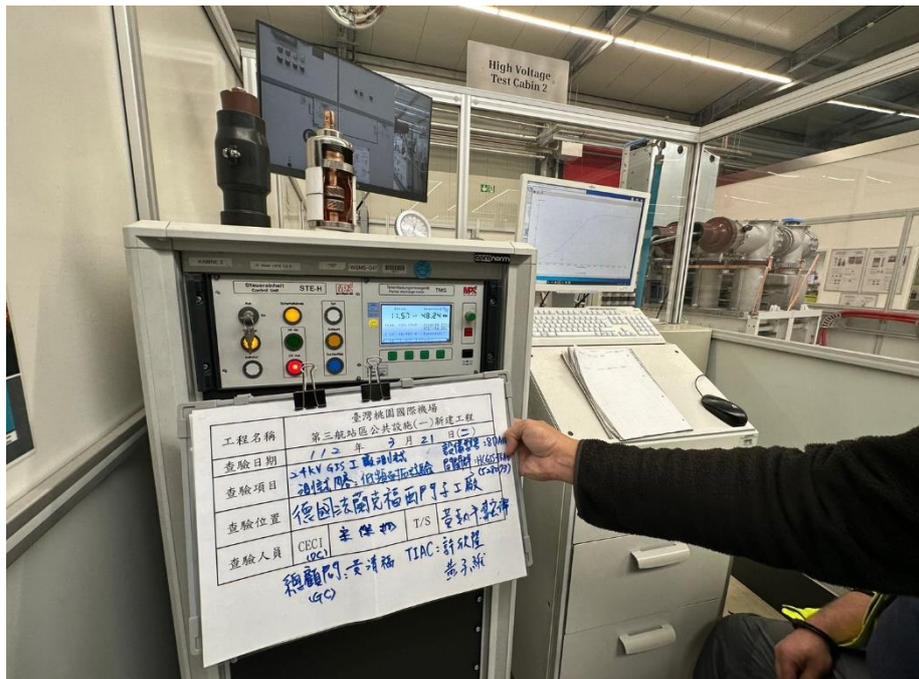


圖 3-12 低頻耐壓試驗

5、控制迴路耐壓測試

- (1) 試驗目的：驗證控制迴路絕緣強度應符合 IEC 規範要求。
- (2) 試驗儀器設備：低頻耐壓測試儀器。
- (3) 試驗方法及步驟：將控制迴路之線圈、指示燈及電驛本體隔離，並將設備外殼接地，由端子台加壓 AC 1kV 1 分鐘，測試控制迴路對外殼之絕緣強度，過程中不得有保護裝置動作之異狀產生。



圖 3- 13 控制迴路耐壓試驗

6、部分放電測試

- (1) 試驗目的：驗證內部各相間及對大地間之絕緣強度及各帶電端是否有產生部分放電，其值應小於 20pC。
- (2) 試驗儀器設備：部份放電儀器。
- (3) 驗方法及步驟：各氣室 SF6 氣體填充至標準操作壓力 0.7Bar，施作前進行設備歸零，施加電壓 31.2kV 維持 10 秒鐘後，將電壓降至 26.4kV 維持 30 秒，從部份放電設備

記錄 pC 值及曲線。

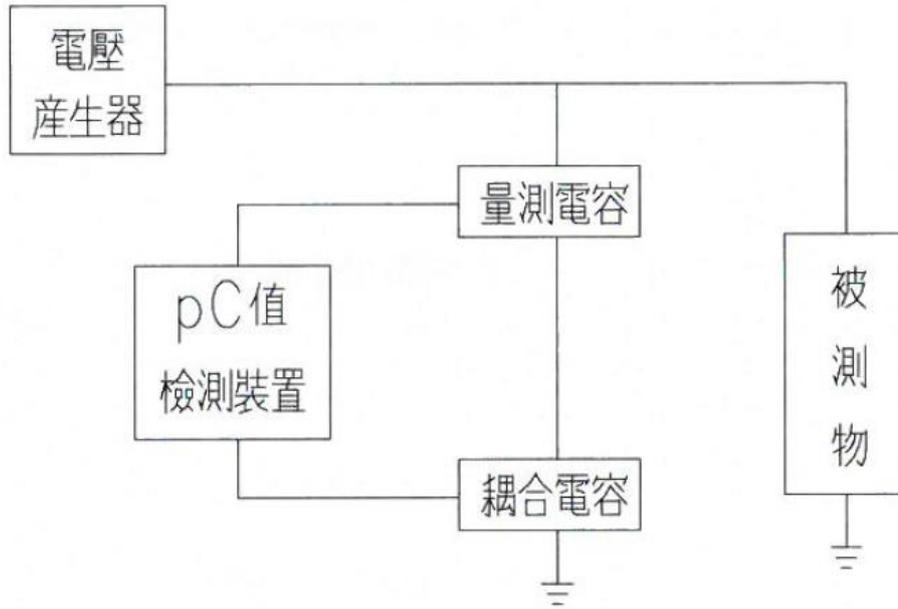


圖 3-14 部分放電試驗示意圖



圖 3-15 部分放電試驗

7、氣體洩漏測試

- (1) 試驗目的：驗證容器於額定壓力下是否有洩漏現象。
- (2) 試驗儀器設備：SF6 氣體測漏儀器。
- (3) 試驗方法及步驟：各氣室 SF6 氣體填充至 0.7Bar，施作前進行 SF6 測漏設備歸零，進行設備接縫處移動式量測，確認設備無檢出數值。



圖 3- 16 SF6 氣體洩漏試驗

高壓環路開關：

1. 外觀檢查

- (1) 試驗目的：驗證外觀結構，各部零配件及尺寸是否符合要求。
- (2) 試驗儀器設備：鋼捲尺及膜厚儀。
- (3) 試驗方式及步驟：檢查盤體外觀是否良好，尺寸丈量，檢查有載啟斷開關、氣體壓力開關、電纜帶電指示器、投入按鈕、跳脫按鈕及模擬匯流排是否良好。



圖 3-17 外觀膜厚檢查



圖 3-18 外觀尺寸檢查

2. 機械操作、控制迴路及連鎖裝置試驗

(1) 試驗目的：驗證有載啟斷開關及接地開關之間的電/手控操作是否能順利操作，機械結構無互相干涉現象。

(2) 試驗儀器設備：機械操作把手及控制電源。

(3) 試驗方式及步驟：

甲、有載啟斷開關及接地開關手動操作投入及跳脫各 5 次，操作順利無機械結構等互相干擾之現象。

乙、於低壓控制箱及面板上操作，有載啟斷開關投入時，接地開關無法操作。

於低壓控制箱及面板上操作，接地開關投入時，有載啟斷開關無法操作。

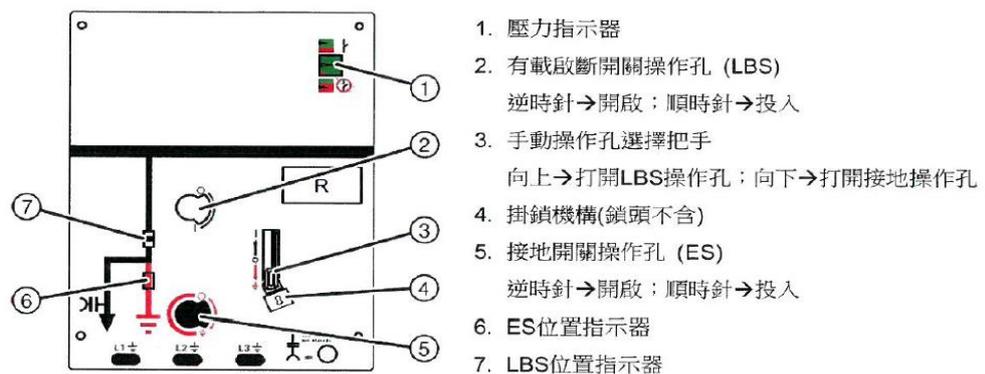


圖 3-19 指示器及控制元件圖示



圖 3-20 機械功能操作測試



圖 3- 21 連鎖測試

3. 接觸電阻測量

- (1) 試驗目的：驗證內部接點之接續是否良好。
- (2) 試驗儀器設備：微歐姆計。
- (3) 試驗方法及步驟：將鄰近兩盤有載啟斷開關投入，將微歐姆計線路分別接觸於鄰盤電纜終端上，輸出電流檔位設定於 100A，量測數值低於 300uΩ。



圖 3- 22 接觸電阻試驗

4. 商頻耐壓測試

(1) 試驗目的：驗證主迴路各相與大地間之絕緣強度是否符合 IEC 規範要求。

(2) 試驗儀器設備：商頻耐壓測試儀器。

(3) 試驗方式及步驟：

甲、確認有載啟斷開關為閉合狀態，將箱體及設備之外殼接地。

乙、分別測試 S、T 相，R、T 相，R、S 相之絕緣強度。

丙、測試時施加 AC 40kV 1 分鐘，過程中不得有異狀，電壓上升至 10.5kV 時，電纜帶電指示器須正常顯示。

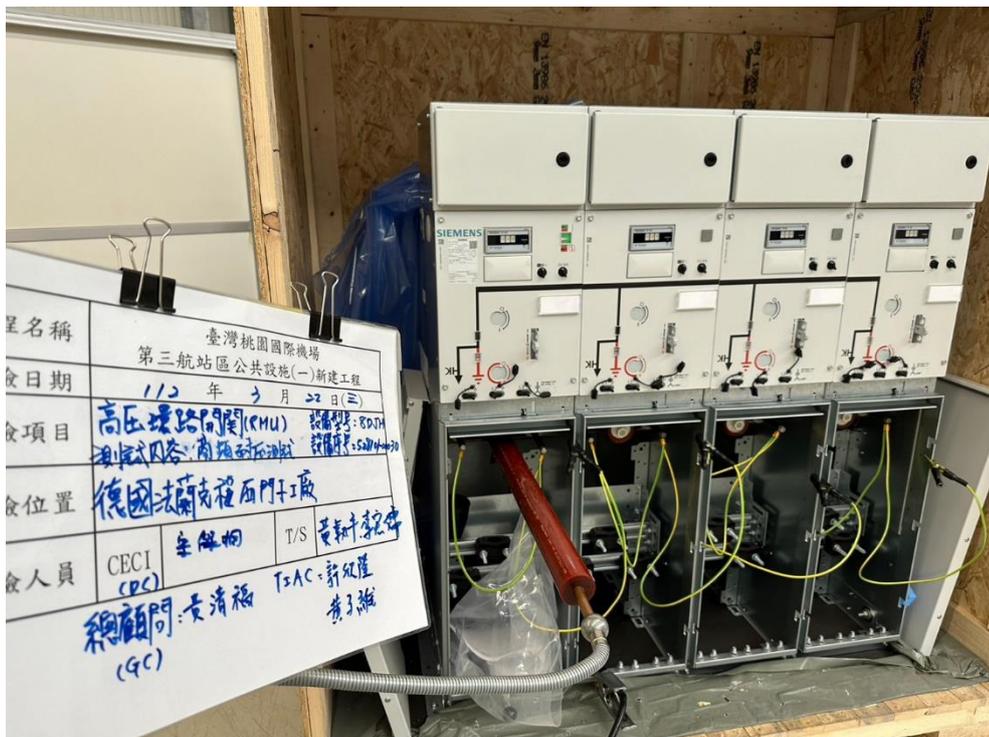


圖 3-23 商頻耐壓試驗

5. 控制迴路耐壓測試

(1) 試驗目的：驗證控制迴路絕緣強度是否符合 IEC 規範要求。

(2) 試驗儀器設備：商頻耐壓測試儀器。

(3) 試驗方法及步驟：將控制迴路線圈、指示燈、電驛本體

隔離，並將設備外殼接地，由端子台加壓，測試控制迴路對外殼之絕緣強度符合規範。

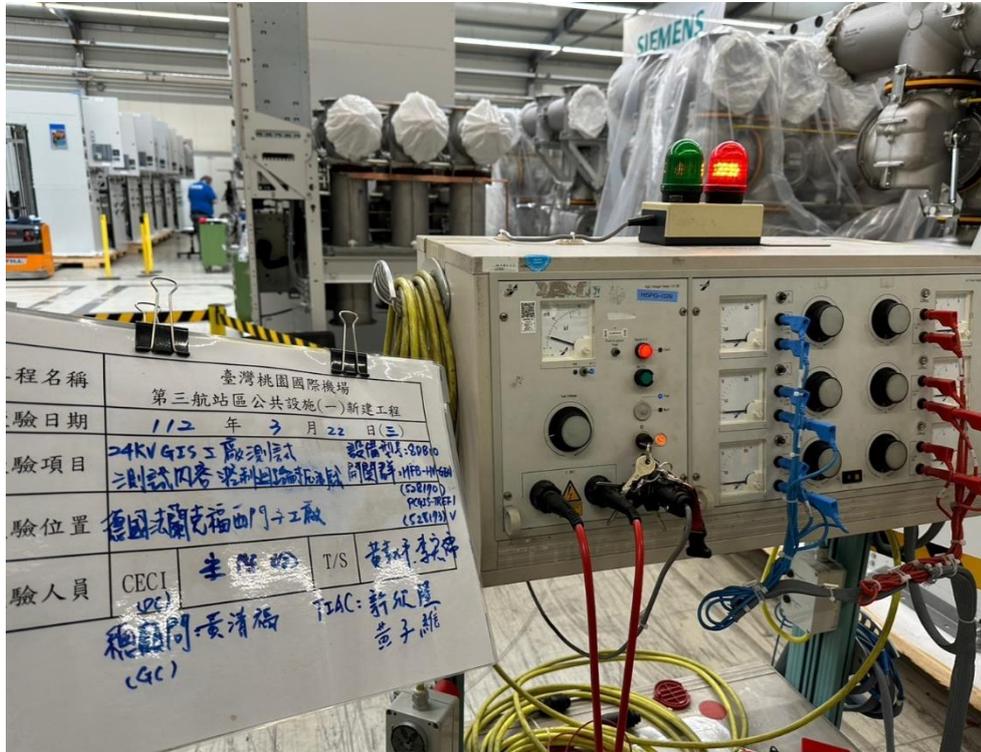


圖 3- 24 控制迴路耐壓試驗

6. 部分放電測試

- (1) 試驗目的：驗證內部各相間及對大地間之絕緣強度及各帶電端是否有產生部份放電，其值應小於 20pC。
- (2) 試驗儀器設備：部份放電儀器。
- (3) 試驗方法及步驟：確認 SF6 氣體填充至操作壓力範圍，施作前進行設備歸零，施加試驗電壓 31.2kV 維持 10 秒鐘後，將電壓降至 26.4kV 維持 30 秒，從測試儀器讀出 pC 值並記錄。



圖 3- 25 部份放電試驗

7. SF6 氣體洩漏測試/氣密測試/氣室抗壓測試

- (1) 試驗目的：驗證容器於額定壓力下，箱體沒有異常變形、破裂或洩漏現象。
- (2) 試驗儀器設備：SF6 氣體測漏設備。
- (3) 試驗方式及步驟：確認 SF6 氣體填充至操作壓力範圍，施作前先將 SF6 測漏設備歸零，檢視高壓氣室在額定壓力下，箱體沒有異常變形、破裂現象，進行設備元件銜接處移動式測量，確認設備無檢出到數值。



圖 3- 26 氣體洩漏試驗

六、工廠測試結果：

(一)廠驗結果：

1. 檢驗項目 24kV SF6 氣體絕緣開關(開關群：CGIS-TRAB；序號：528073；型號：8DA10)：試驗結果合格。
2. 檢驗項目 24kV SF6 氣體絕緣開關(開關群：CGIS-TREF1；序號：528173；型號：8DB10)：試驗結果合格。
3. 檢驗項目高壓環路開關(序號：528101-00030；型號：8DJH)：試驗結果合格。
4. 於試驗完成後，確認本次測驗檢驗項目之檢查結果，並確認測試結果符合契約規定。

(二)檢討會議：檢視本次測驗檢驗項目及檢測結果，並確認測試結果符合契約規定後簽署相關文件。



圖 3-27 報告檢討會議

廠驗紀錄表

工程名稱		臺灣桃園國際機場第三航站區公共設施工程(一)新建工程		
時間	112年3月20~24日	廠驗設備	24KV SF6氣體絕緣開關及高壓環路開關	
地點	西門子德國法蘭克福工廠(Siemens AG Schaltanlagenwerk Frankfurt)			
項次	檢驗項目	檢驗結果		備註
一	24KV SF6氣體絕緣開關 開關群：HCGIS-TRAB 序號：528073 型號：8DA10	試驗結果合格，測試紀錄詳附件一。		
二	24KV SF6氣體絕緣開關 開關群：PCGIS-TREF1 序號：528173 型號：8DB10	試驗結果合格，測試紀錄詳附件二。		
三	高壓環路開關 序號：528101-00030 型號：8DJH	試驗結果合格，測試紀錄詳附件三。		
其他文件				
一	本次出廠設備清單：詳附件四。			
二	工安課程教育宣導：詳附件五。			
三	測試儀器校正報告：詳附件六。			
會驗單位				
製造商	施工廠商	監造單位	總顧問	桃園機場公司
守 山 德	黃 執 平	李 佳 怡	黃 清 福	新 欣 隆 黃 子 維 0325

圖 3- 28 廠驗記錄表

參、心得及建議

本次廠驗行程在專案管理單位臺灣桃園國際機場第三航站區總顧問、設計單位臺灣桃園國際機場第三航站區設計顧問、承攬廠商東元電機股份有限公司及設備原廠西門子股份有限公司之合作，依廠驗計畫順利完成設備抽試驗，本次行程主要之心得及建議如下：

一、品質管理

廠驗期間，原廠人員安排參觀設備所有製程，包含開關設備箱外箱裁切至最後完成組裝及測試，製程中多項工作採自動化機器製造以增加產能及維持品質，如外箱金屬裁切、噴漆…等，為嚴格管控產品品質，品管人員定期對機器製作成果進行抽驗，並於現場標示抽驗結果，倘有不合格品將重新整批進行查驗或重新製造。

但開關設備組裝部分大部分無法自動化，仍須仰賴熟悉製程之人工進行組裝，其中品管人員於設備組裝過程即逐項對半成品進行部功能測驗，以確保設備成品整體功能符合規定。

另工廠為減少碳排放，所有移動機具皆使用電動推高機進行搬運作業，挑高的廠房屋頂及明亮的照明令人擺脫工廠都是灰灰暗暗的感覺，各試驗區域測試製具及固定設備放置規劃完善，以確保設備吊裝流程之順暢。

二、安全管理

為維測試人員安全，廠驗前廠區人員即要求參與廠驗所有人均需穿戴絕緣鞋，並於說明危害告知及應注意事項後，要求所有人員簽名，提醒參與人員測試期間可能之潛在風險、避免產生危險的行為、違反工廠規定等，如各測試區域之安全規劃，以減少人員誤闖之危害等，相關作為顯見工廠對安全管理之重視。

透過本次廠驗過程，使參與人員能瞭解設備原廠西門子公司對設備品質管理及安全管理之重視，以確保其產品品質，工廠對上開設備品質管理及安全管理做法，實與工程管理有異曲同工之情形，如工程危險告知、三級品管、穿戴安全護具、動線標示…等；另透過參觀其設備展示間及設備測試過程，參與人員可深入瞭解設備內部結構及動作原理，對日後設備進場組裝及測試將更容易接軌。



圖 4- 1 廠驗參與人員合照



圖 4- 2 廠驗參與人員合照