

出國報告：(出國類別：其他)

桃園國際機場空調系統設備
整建計畫第二航廈空調工程

變頻器設備
廠驗報告書

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：侯源連/工務副總經理

許創傑/維護處 工程師

李廣燁/維護處 助理工程師

派赴國家：丹麥

出國期間：103年04月24日至至103年04月30日

報告日期：103年5月15日

目 錄

章 節	頁 次
壹、 目的	1
貳、 廠驗行程及工作人員	2
參、 廠驗過程	3
肆、 結論心得與建議	20

壹、目的

台灣因自然資源不足，環境承載有限，永續能源政策應將有限資源作有「效率」的使用，因此如何提升能源效率的用電措施，已成為重要的課題之一，在目前節能設備中「變頻器(Inverter)」為最直接有效之節能控制方法。國內各工業、建築物及家電實際安裝案例，已非常普遍；另桃園機場為國家之門戶，其空調系統需長時間不間斷的提供舒適的室內環境，故運轉時間長，加上空調系統所使用的風扇、泵浦等設備有九成以上的時間在部分負載下運轉，故桃園國際機場第二航廈空調系統設備整建工程(以下簡稱「本工程」)採用 157 台變頻器，150 台用於風機設備，7 台用於泵浦設備，藉以提高部分負載時之運轉效率，以達節約能源之效。

此次行程主要執行廠驗任務，為本工程採用丹麥 Danfoss 公司之變頻器設備，親赴製造廠進行查驗以瞭解原廠之製造品質並避免不合格品或瑕疵品進入工地，且藉由上開作業之進行除可免除因設備進場檢驗不合格造成廠商後續不必要之時間、人力及運輸費用浪費，並為確保製程進度、品質符合需求暨避免進口後另予衍生疑義。

貳、廠驗行程及工作人員

一、廠驗行程

日期	地點	夜宿	行程	備註
4/24 四	台北→阿姆斯特丹 丹→丹麥	哥本哈根	前往荷蘭阿姆斯特丹再轉機至丹麥，當晚抵達	
4/25 五	哥本哈根→北堡	哥本哈根	參觀工廠，製程介紹	
4/26 六	哥本哈根	哥本哈根	假日	
4/27 日	哥本哈根→Gråsten	Gråsten	假日(由哥本哈根搭車前往Gråsten路程)	
4/28 一	Gråsten	Gråsten	DANFOSS變頻器廠驗測試	
4/29 二	Gråsten→阿姆斯特丹	機上	DANFOSS變頻器廠驗測試後，搭機至荷蘭阿姆斯特丹轉機返台	
4/30 三	阿姆斯特丹→台北		返台	

二、 廠驗人員名單(含廠商)

序號	姓名	服務單位	職稱
1	侯源連	桃園國際機場股份有限公司	工務副總經理
2	許創傑	桃園國際機場股份有限公司	維護處工程師
3	李廣燁	桃園國際機場股份有限公司	維護處助理工程師
4	施亮輝	台灣世曦工程顧問股份有限公司(規劃設計監造廠商)	協理
5	蔡政峯	康克工程股份有限公司(工程廠商)	協理
6	林宗憲	奇正科技股份有限公司(Danfoss台灣原廠)	業務部副理

參、 廠驗過程

此次廠驗標的為 103 年辦理「桃園國際機場第二航廈空調系統設備整建工程」新設置之泵浦用變頻器設備，以確保交付裝載之設備符合本案功能規格需求，此次採用丹佛斯(Danfoss)公司之變頻器產品，其主要型號及規格功能如下：

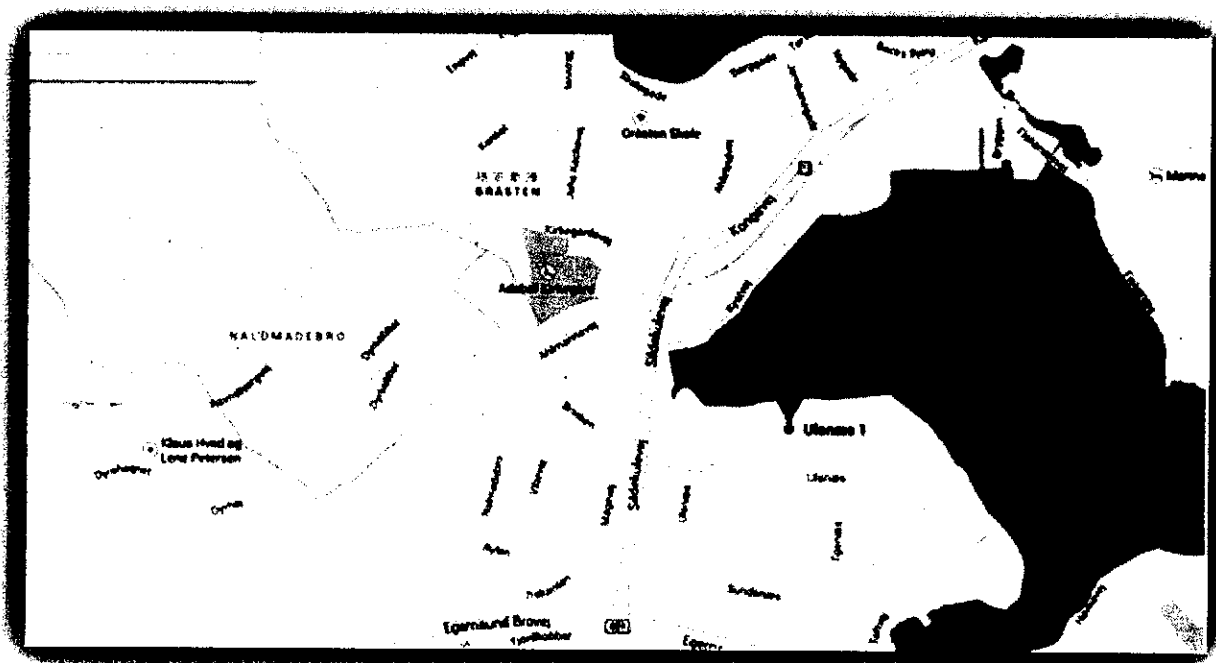
(一)、變頻器 FC102 系列規格表：

項目	P2K2	P11K	P15K	P18K	P75K	N132
容量	2.2kW	11kW	15kW	18kW	75kW	132kW
電壓	380V					
電流	5.6A	24A	32A	37.5A	147A	260A
IP 等級	IP55	IP55	IP55	IP55	IP55	IP54
電抗器	變頻器內建 DC 電抗器					
認證	符合 CE 認證					
轉矩控制	PWM 控制					
面板	面板上有操作鍵盤，以及 LCD 顯示器，至少能顯示 5 種以上的運轉即時資料					
範圍	1Hz~120Hz					
高低限	<ul style="list-style-type: none"> ● 可設定頻率變動範圍的高限及低限 ● 可設定啟動電流與運轉電流的高限 					
記憶	可記錄當時運轉資訊，其記憶不因斷電而喪失					
保護	<ul style="list-style-type: none"> ● 過高/低電壓的保護 ● 電流過高的保護 ● 瞬間斷電的保護 ● 100%接地故障的保護 ● 電子式過載熱保護 ● 輸出欠相保護 ● 有效抑制突波 					
雜訊	內建濾波器、保護整流器及突波保護，並符合 EMC EN55011 CLASS B 雜訊標準					
顯示器	<ul style="list-style-type: none"> ● 同時以數字或文字顯示輸出的頻率、電流、電壓、轉速、功率、轉矩等 ● 可顯示各種異常狀態 					

環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 標準海平面高度 1,000m 以下 ● 周圍溫度 0°C~55°C ● 相對濕度 <95%
控制器	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供 6DI、2AI、1DO、2Relay、1RS485 ● 數位訊號的輸入電壓為+24V，類比輸入的訊號應為電壓值 0~10V 或電流值 4~20mA，滿足中央監控點之需求 ● 控制器內記憶儲存的控制程式與數據不因電池電能耗盡而喪失，不因各種電訊、磁場、電力脈衝、拆換電池等因素而喪失，其操作器具備下載與備份參數之功能 ● 具 RS-485 之工業用電腦通訊界面，以備監控系統遙控與監視之用

(二)、丹佛斯(Danfoss)公司廠址地理位置

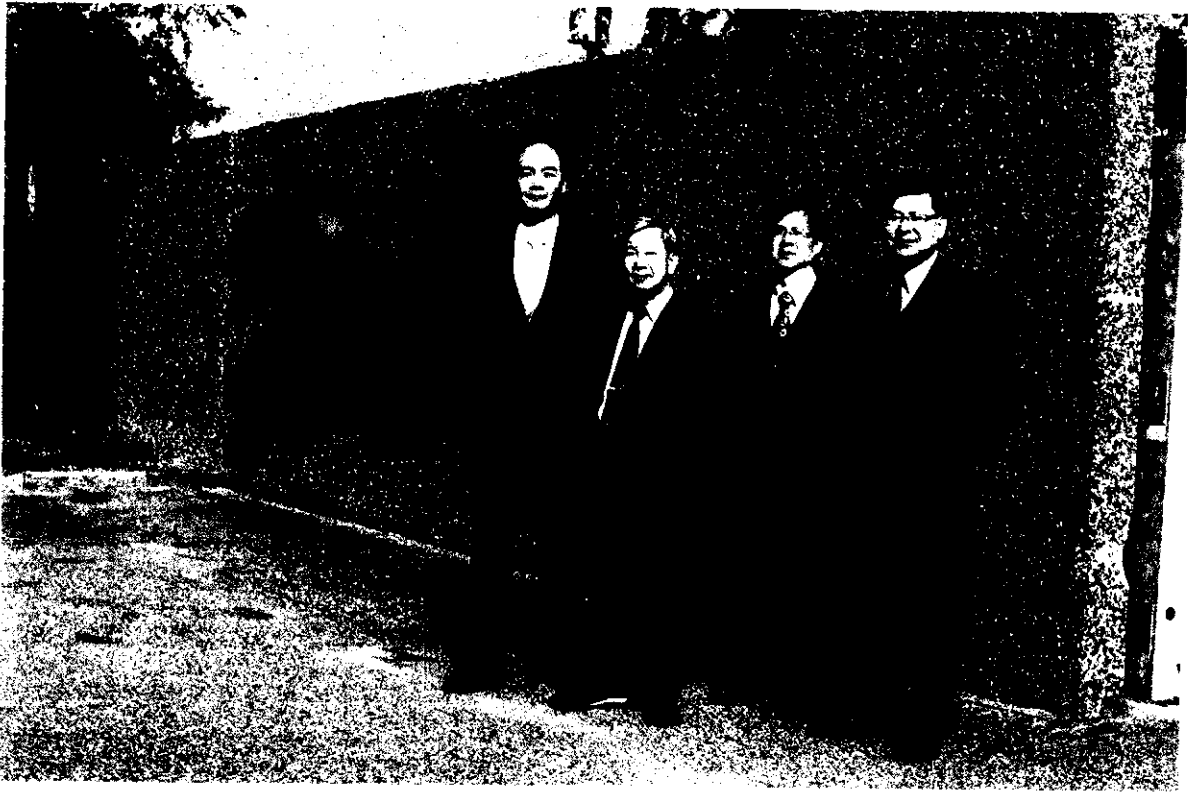
Danfoss 公司總部位於丹麥 Nordborg，現為丹麥最大之工業公司，此次主要廠驗地點位於 Danfoss 總公司南邊的 Gråsten Power Electronics 生產廠區，為生產變頻相關產品的廠區，地理位置圖如下：



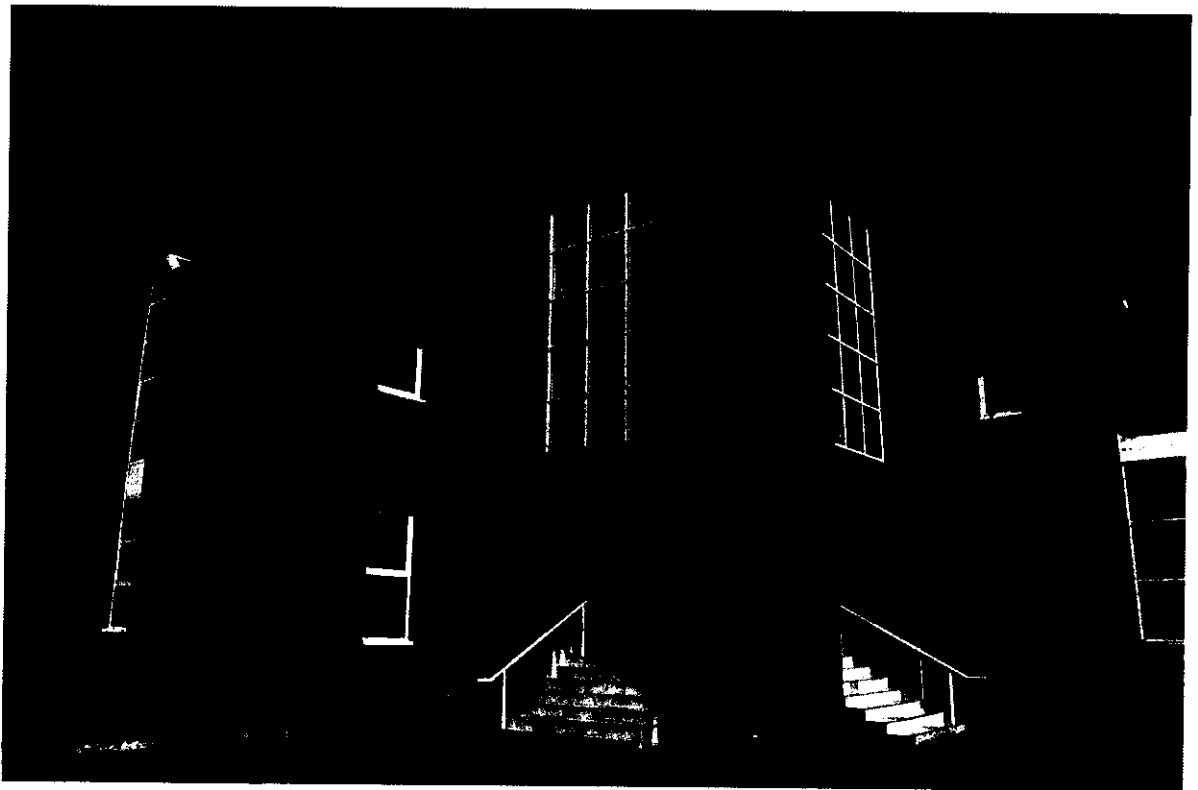
Danfoss Power Electronics 廠---

地址：Ulsnaes 1, 6300 Gråsten, Denmark

Tel：+45- 7488- 2222



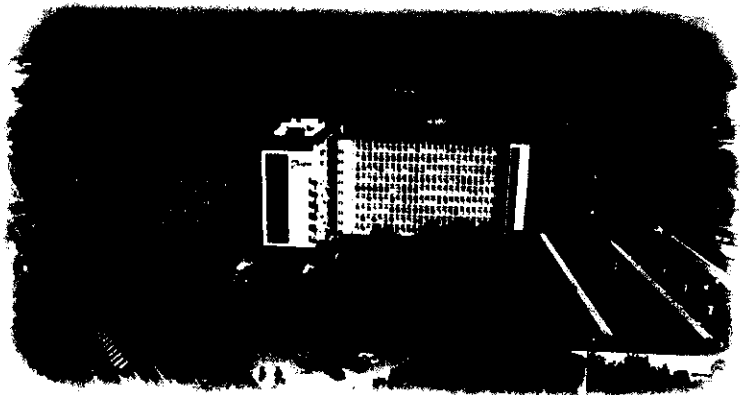
圖一：廠驗人員合影於 Danfoss 公司前



圖二：Danfoss 廠房外觀

(三)、營運歷史簡介

丹佛斯公司是丹麥最大的工業集團，致力於節約能源和成本，減少二氧化碳排放，也是能效解決方案領域的全球領導者，其產品和服



務被廣泛應用於食品冷凍、空調、建築供熱、電機控制和行走液壓等領域。公司還積極投身於太陽能 and 風能，以及針對整個城市 and 大型社區的區域供熱 and 製冷基礎設施建設。

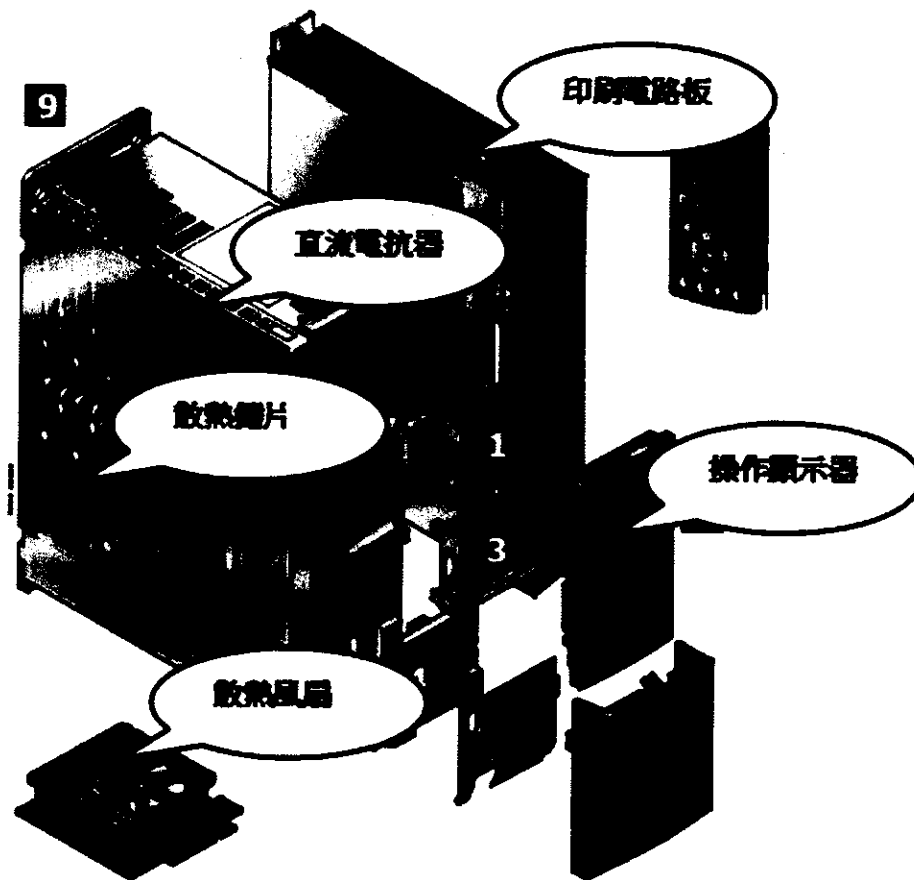
丹佛斯所設立的工廠、分公司及代表處遍佈全球四大洲 100 多個國家，擁有超過 18,200 多名員工。而全世界的年銷售總額達 22 億歐元。丹佛斯公司的產品分為三大類共 100 多種，其中諸多產品皆為世界公認的創新技術。在嚴格的品管系統監控下，丹佛斯更為其在世界使用的顧客群提供了可靠的品質保證。

作為一家跨國公司，丹佛斯為全球冷凍及空調客戶提供壓縮機和各種自動控制解決方案。丹佛斯產品範圍含蓋所有冷凍及空調的應用，主要為下列市場提供最佳解決方案：家用冷凍、商用冷凍、食品零售業系統控制、工業冷凍及空調、和工業自動化。

丹佛斯於 2010 年開始執行“Core & Clear”戰略(即“關注核心，明確目標”)。到 2015 年，節能環保以及全球化成為丹佛斯業務發展的方向。

(四)、現場生產線及品管作業參觀 變頻器生產流程簡介

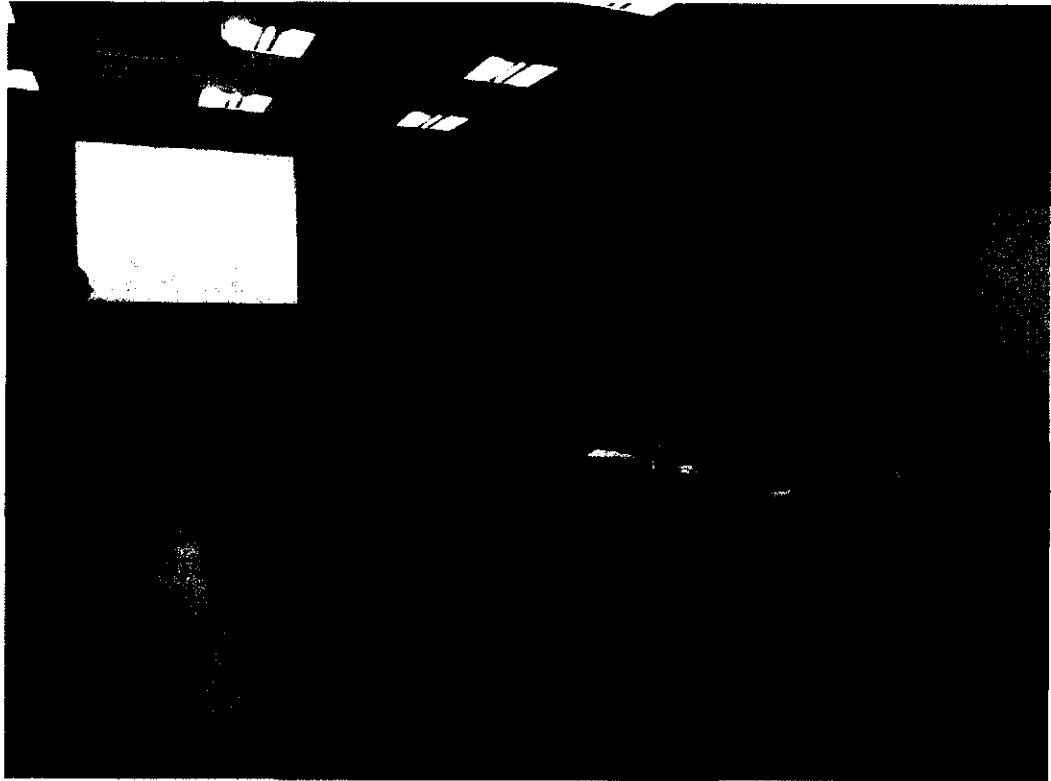
構成變頻器主要元件有印刷電路板、動力模組、直流電抗器、操作顯示器、散熱鰭片、散熱風扇等，而丹佛斯變頻器工廠一日約可生產 5000 台變頻器供應全球，客戶能在極短的時間收到一台經過滿載測試、高度集成的變頻器。



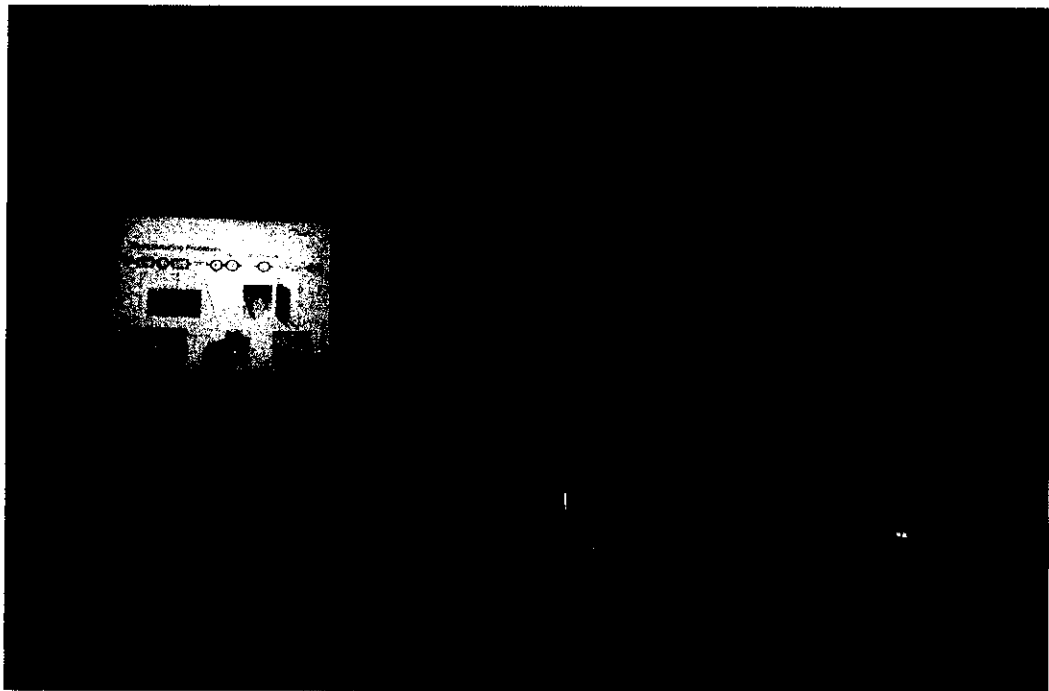
圖三：Danfoss 變頻器概要組件

首先由現場技術品管人員帶領我們參觀，然後由專案負責人開始介紹整個 Danfoss 公司，接著由品管工程師詳細的介紹整個包括生產流程、組裝線及驗測等變頻器製造流程，最後為軟體工程師開始介紹變頻器的機型，及進入生產線後

之流程解說。



圖四：Danfoss 生產流程介紹(一)



圖五：Danfoss 生產流程介紹(二)



圖六：Danfoss 變頻器產品介紹(一)



圖七：Danfoss 變頻器產品介紹(二)

在進入變頻器生產流水線前，所有人員必須穿著靜電防護衣與腳跟環，並經靜電測試後始進入生產流水線；鑑於商業機密考量，進廠後無法拍照紀錄。



圖七：穿著靜電防護衣與腳跟環

進入生產線後，第一站為 PCB 與電子元件組裝(SMT 製程)-在無塵室內採用高穩密度機械手臂全自動化製程，進行電子元件如電容器、電子及 IC 元件等插接，除可節省直接人力成本外，還有輕易加線或停線調整產能，不需付擔高額固定成本及工法一致、品質穩定等好處；另各項元件庫存經條碼掃描機即可清楚了解該元件庫存狀態。

第二站大型元件組裝(DIP 製程)-部分大型之零組件如變壓器、大型電容器、端子台等，於無塵室內，採用人工組裝的方式，各類元件皆用專門人員組裝。

第三站 PCB 板焊接點檢查-利用 X-Ray 檢查焊接氣泡比例 (Void percentage)、不規則形狀之錫球(Irregular solder ball sizes)、錫球短路(Solder ball shorts)，外觀部分由人工判斷 OK 或 NG。

第四站 PCB 板線路測試-於無塵室內，使用自動化 PCB 板專用線路測試機台，可自動檢測電路板是否有線路短路、斷路、零件缺件、錯件等缺失，可確定檢測 PCB 板功能之完整性及可靠性。

第五站 PCB 板功能測試-於無塵室內，使用專屬開發之測試機台，執行檢測工作，各單獨 PCB 依其不同功能，經由其專屬測試機台先行完成測試，完成單獨功能後，再經由專屬之組合後功能測試機台，各測試機均由 Danfoss 依其測試需求自行研發及建置，應屬該公司之技術 know-how，也是 Danfoss 產品性能與品質管控主要之依據。

第六站變頻器組裝-變頻器組裝生產線依變頻器防護等級，各有其 SOP 作業流程，組裝產線依變頻器防護等級分為 IP20、IP21、IP55 與特殊規格四種，以防護等級 IP20、30KW 為例，首先為機殼組裝→散熱鰭片→直流電抗器→PCB 印刷電路板→散熱風扇→最後剩的控制卡與操作顯示器由固定人員組裝，組裝完成後變頻器則交由輸送機輸送至下一站測試。

第七站為變頻器測試區-經由輸送帶前往測試區之變頻器經掃描後自動送往適合之負載測試，所有測試已全自動化，變頻器測試完成後一樣經由輸送帶往下區域包裝。

第八站包裝出貨-所有變頻器測試完成經輸送帶到達外

觀包裝與配件區，經電腦掃描確認所需之配件包，完成初步包裝即將變頻器以輸送帶送樓上待操作說明書印刷完成自動放進外箱，然後經自動包膜收縮，其中較大功率的會在出貨區由出貨人加上塑膠棧板並加以固定，完成後即送往貨碼頭，由 DHL 貨櫃車收貨，最後由 DHL 專機負責配貨與分送全球。

(五)變頻器查驗

依廠驗計畫書內容，辦理程序如下：

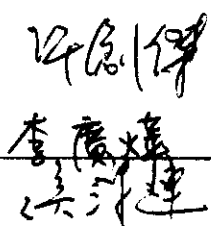
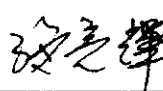
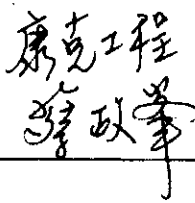
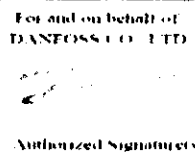
1. 在製造廠，依其產品製造與品管線上，採 TYPE TEST 方式，查驗其產品品質及最終功能檢測，是否符合契約規範要求。
2. 設備檢驗程序：
 - (1) 產品型號規格核對。
 - (2) 產品外觀檢視。
 - (3) 產品製造流程。
 - (4) 出廠前功能測試。

廠驗結束後，由雙方針對查驗結果進行總結及交流會議，經雙方確認無誤並完成簽署，測試結果詳廠驗抽檢紀錄表，會後由本公司侯工務副總經理源連代表致贈本公司紀念品，以表感謝之意並宣傳行銷桃園機場

表 4-1

廠驗抽檢紀錄表 (TYPE TEST)

工程名稱	桃園國際機場第二航廈空調系統設備整建計畫				
專業分包商	康克工程股份有限公司	廠驗日期	2014.04.28		
製造商	Danfoss	廠驗地點	DENMARK		
設備名稱	變頻器/ Danfoss VLT FC-102	測試方式	TYPE TEST		
檢查結果	以上檢驗合格者請於檢驗結果“合格”欄打勾，不合格者於“不合格”欄打勾，若無此項檢驗或不相關之項目請於“備註”欄說明。				
項次	檢查項目	檢查標準	抽檢結果		備註
			合格	不合格	
1	產品型號規格	FC-102/是否與送審型錄相同	V		
2	產品外觀檢視	尺寸/IP等級是否符合標準	V		
3	產品製造流程	是否符合SOP標準	V		
4	出廠前功能測試		V		
4.1	Insulation test at input/output terminals	2150VDC for 1 second	V		
4.2	Rev/Fwd/ and test for thermal sensors	Check the motor speed within limit /measure of temperature	V		
4.3	2 phase short circuit	FC must enter Short circuit trip lock mode	V		
4.4	Ground fault	FC must enter Earth Fault trip lock mode	V		
4.5	Heating of thermal foil	Temperature measurement	V		
4.6	Current limit test	The FC may run in torque limit	V		
4.7	Brake	Measuring brake current and function	V		
4.8	Mains drop out	The FC must operate after this test without reset	V		
4.9	Over voltage	Quick stop: The FC may trip	V		
4.10	Switching on output	The FC may trip during this test	V		
4.11	Load test	Load \geq 100% of Inom. Running with different speed references	V		
4.12	Set VFD to factory initialization at next power-up	Update to parameter 14-29 (Service mode enable) Update to parameter 14-28 (Motor reset) Power down end of test	V		

業主	監造單位	承攬廠商	製造商
 李廣輝 吳洋連	CEC 	康克工程 	For and on behalf of DANFOSS CO., LTD.  Authorized Signatures



Power Electronics A/S

Ullense 1
 6300 Gråsten
 Denmark
 Fax: (+45) 74 86 25 80
 Tel: (+45) 74 86 22 22

MANUFACTURER'S DECLARATION Factory Test Certificate

Test Certificate Number: 00712559-131FR30R16R30R0124-A-3
 Purchase Order Number: 12R11395
 Serial Number: 131FR30R16R30R0124
 Type Code: FC-102P15KT4B20H3XGXXXXXXXAXBXCXXXXX
 Product Type: VLT® HVAC Drive FC 102

This is to certify that, before leaving the factory each unit is inspected and tested to ensure compliance with unit specifications.
 The Inspection and Test Process is documented in an ISO9001:2008 compliant Quality System. The Environmental Management System complies to ISO 14001.
 ISO 9001:2008 Certification done by Bureau Veritas. ISO 9001:2008 Certificate number: DNKFR001790-1.
 The above mentioned unit was submitted to and has passed the following:

Inspection and Test Outline

Test	Test no.	Description	Remarks
Insulation Test	1	Insulation Test	
Initial Test I	2	Alive test - 24V or 10V typ	
	3	Alive test - Fan check	Except FCD302 which has no fan
	4	Verification - Control card software version number check	
	5	Verification - Type Code check	
	6	Verification - Language update	
	7	Control card and parameter setup	
	8	Check of temperature sensors: Rev/Fwd	
Initial Test II	9	Current measurement	
	10	2 Phase short circuit	
	11	Ground fault	
Function Test (Continuous sequence)	12	Current limit test	Except Normal Over Load (110%) drives part of Load test
	13	Brake (only on units with built-in brake function)	
	14	Main drop-out	
	15	Over voltage	
	16	Switching on output	
Final Test	17	Load test (Burn in test)	
	18	Factory setting	
Test Completed/ Test Stand	2014/04/28 09:56 00303034D06M		
Comments			

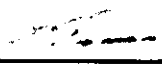

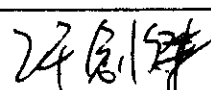


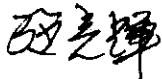
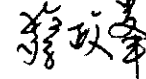

Date: 2014/04/28 Quality Systems Manager: Lars Erik Donsøe	Date: 2014/04/28 Head of Operations: Kense Merrild
 _____ Lars Erik Donsøe	 _____ Kense Merrild
Guarantee that testing and inspection is performed according to Danfoss Power Electronics A/S ISO 9001 quality system.	Guarantee that any unit mentioned in this certificate meets the specifications outlined for this product.

表 4-1

廠驗抽檢紀錄表(TYPE TEST)

工程名稱	桃園國際機場第二航廈空調系統設備整建計畫				
專業分包商	康克工程股份有限公司	廠驗日期	2014.04.29		
製造商	Danfoss	廠驗地點	DENMARK		
設備名稱	變頻器/ Danfos VLT FC-102	測試方式	TYPE TEST		
檢查結果	以上檢驗合格者請於檢驗結果“合格”欄打勾，不合格者於“不合格”欄打勾，若無此項檢驗或不相關之項目請於“備註”欄說明。				
項次	檢查項目	檢查標準	抽檢結果		備註
			合格	不合格	
1	產品型號規格	FC-102/是否與送審型錄相同	V		
2	產品外觀檢視	尺寸/IP等級是否符合標準	V		
3	產品製造流程	是否符合SOP標準	V		
4	出廠前功能測試		V		
4.1	Insulation test at input/output terminals	2150VDC for 1 second	V		
4.2	Rev/Fwd/ and test for thermal sensors	Check the motor speed within limit /measure of temperature	V		
4.3	2 phase short circuit	FC must enter Short circuit trip lock mode	V		
4.4	Ground fault	FC must enter Earth Fault trip lock mode	V		
4.5	Heating of thermal foil	Temperature measurement	V		
4.6	Current limit test	The FC may run in torque limit	V		
4.7	Brake	Measuring brake current and function	V		
4.8	Mains drop out	The FC must operate after this test without reset	V		
4.9	Over voltage	Quick stop: The FC may trip	V		
4.10	Switching on output	The FC may trip during this test	V		
4.11	Load test	Load \geq 100% of Inom. Running with different speed references	V		
4.12	Set VFD to factory initialization at next power-up	Update to parameter 14-29 (Service mode enable) Update to parameter 14-28 (Motor reset) Power down end of test	V		

業主	監造單位	承攬廠商	製造商
  	CECI 	康克工程 	For and on behalf of DANFOSS CO. LTD.  Authorized Signatures



Power Electronics A/S

Ullens 1
8300 Græsten
Denmark
Fax: (+45) 74 85 25 80
Tel: (+45) 74 88 22 22

MANUFACTURER'S DECLARATION Factory Test Certificate

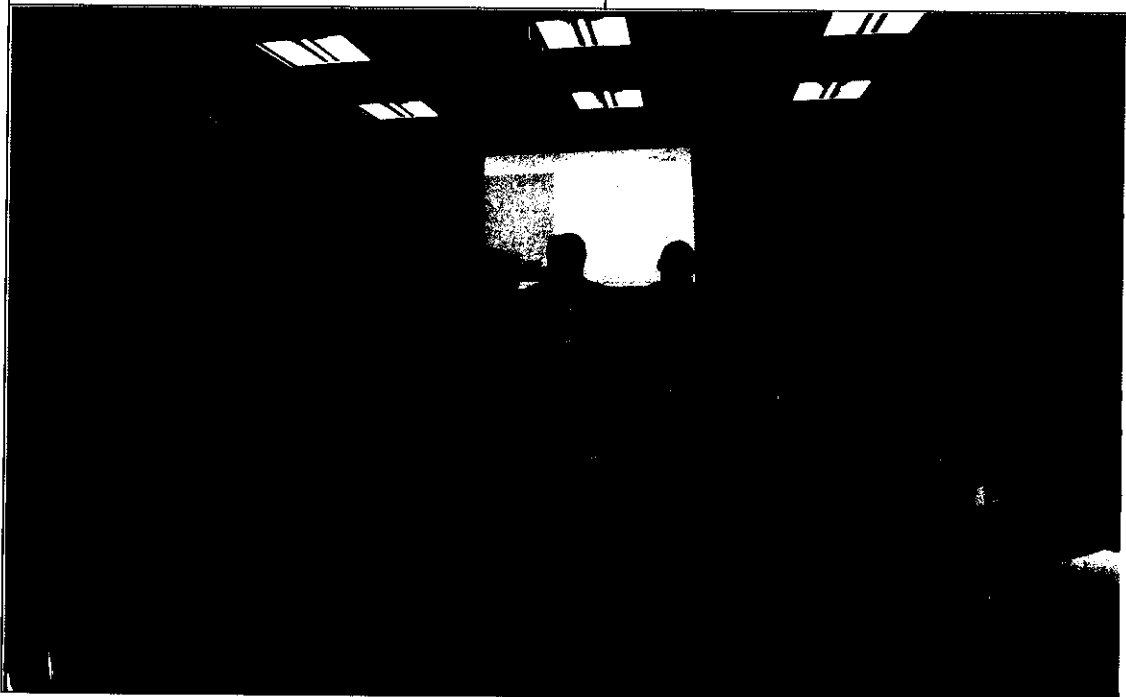
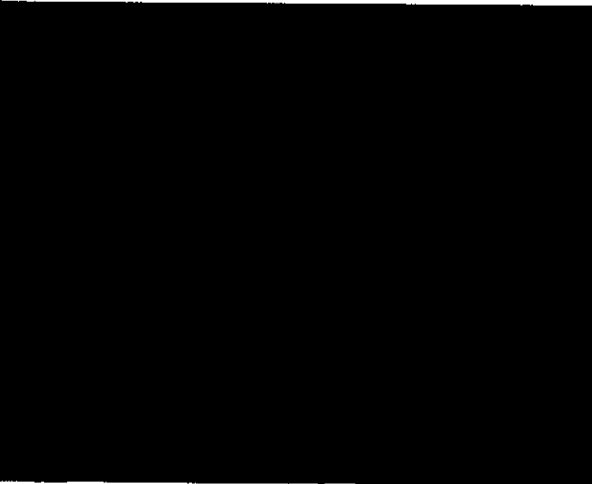
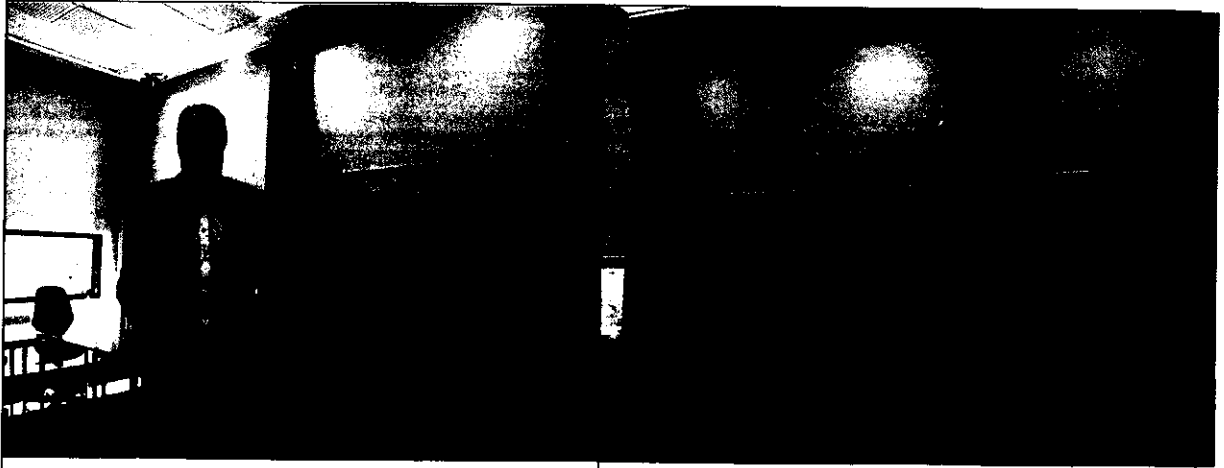
Test Certificate Number: 00712558-131FR308169006G184-A-3
Purchase Order Number:
Serial Number: 131FR308169006G184
Type Code: FC-102P15KT4E20H3XGXXXXBXXXXXBXCCXXXXDX
Product Type: VL76 HVAC Drive FC 102

This is to certify that, before leaving the factory each unit is inspected and tested to ensure compliance with unit specifications.
The Inspection and Test Process is documented in an ISO9001:2008 compliant Quality System. The Environmental Management System complies to ISO 14001.
ISO 9001:2008 Certification done by Bureau Veritas. ISO 9001:2008 Certificate number: DNKPRC001790-1.
The above mentioned unit was submitted to and has passed the following:

Inspection and Test Outline

Test	Test no.	Description	Remarks
Insulation Test	1	Insulation Test	
	2	Alive test - 24V or 10V test	
	3	Alive test - Fan check	Except PCDJ01 which has no fan
	4	Verification - Control card software version number check	
	5	Verification - Type Code check	
	6	Verification - Language update	
	7	Control card and parameter setup	
Initial Test II	8	Check of temperature sensor(s), Rev/Pwd	
	9	Current measurement	
	10	2 Phase short circuit	
	11	Ground fault	
Function Test (Continuous sequence)	12	Current limit test	Except Normal Over Load (110%) drives part of Load test
	13	Brake (only on units with built-in brake function)	
	14	Main dropout	
	15	Over voltage	
	16	Switching on output	
	17	Load test (Warm in test)	
Final Test	18	Factory setting	
Test Completed: Test Start	2014/04/29 08:04 08303035D07M		
Comments			

Date: 2014-04/29 Quality Systems Manager: Lars Erik Donsøe 	Date: 2014-04/29 Head of Operations: Koen Merrild
Guarantee that testing and inspection is performed according to Danfoss Power Electronics A/S ISO 9001 quality system.	Guarantee that any unit mentioned in this certificate meets the specifications outlined for this product.



肆、結論心得與建議

此次廠驗行程在本案承攬廠商康克工程股份有限公司的協助安排下順利完成，也確保後續設備至現場安裝、測試及運轉之順遂，也使第二航廈主體空調機房及北登機長廊空調機房建置之變頻泵浦機組能如期如質完成，達到計畫目標。此次出國廠驗是為了讓國外設備及相關附屬零件在未進場前能先進一步在國外進一連串品質查驗工作，如此可避免瑕疵品進入工地並確保所有零組件能一併運送抵達工地，可避免不必要之運輸及浪費，對於提升公共工程之施工品質有相當大的幫助。本次國外廠驗檢測，整體見證作業及相關測試數據經監造單位台灣世曦工程顧問股份有限公司審核，符合本工程規範要求。

本次廠驗行程了解到現行變頻器技術工藝已達到成熟穩定的階段，採用變頻器設備除可達節能效果外，也可增加系統之穩定度，未來建議將設備依其運轉時間及特性，分為短中長期，陸續裝設變頻器設備，以降低運轉成本，並朝國家節能之標竿邁進。又機場為國家之門戶，辦理本次空調整建後將可提供更穩定及舒適的環境，亦期許本次參觀工廠及廠驗所觀察到或學習到的經驗，可提供於未來第三航廈興建空調系統時之參考，以增強本機場競爭力，提升機場服務品質。