

出國報告（出國類別：其他）

# 桃園國際機場第二航廈空橋（含橋電 橋氣）、第一航廈橋電橋氣汰換工程 廠驗報告

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：徐資深業務員金玲、陳助理工程師敬中、  
邱助理工程師奕興

派赴國家：美國

出國期間：103年9月26日至103年10月4日

報告日期：103年10月23日

## 目 次

|  |    |
|--|----|
| 一、緣起                                       | 1  |
| 二、目的                                       | 1  |
| 三、行程                                       | 2  |
| 四、廠驗                                       | 3  |
| (一) 公司簡介                                   | 3  |
| (二) 廠測前說明會議                                | 4  |
| (三) 400Hz 飛機供電設備(180KVA)測試過程               | 6  |
| (四) 機艙空調機設備(120T)測試過程                      | 10 |
| (五) 設備製造工廠參訪                               | 15 |
| (六) 舊金山機場設備使用現況                            | 19 |
| (七) 鹽湖城機場設備使用現況                            | 24 |
| (八) 丹佛機場設備使用現況                             | 28 |
| 五、心得與建議事項                                  | 32 |
| 六、附件                                       | 33 |
| (一) 附件 1-儀器校驗證明文件                          |    |
| (二) 附件 2-400Hz 飛機供電設備(180KVA)第三公證單位會同測試紀錄表 |    |
| (三) 附件 3-機艙空調機(120T)第三公證單位會同測試紀錄表          |    |

## 一、緣起

現有航機均採用頻率為 400Hz 之電源，故航機停靠機坪時所需之電源無法直接以市電供應之。目前國際上各機場航機停靠機坪時之電力供應可分為三類：(一)由航機啟動本身之渦輪輔助動力系統(auxiliary power unit, APU)，(二)由地勤業者提供之柴油引擎電源供應車(ground power unit, GPU)，(三)由定點使用式 400Hz 飛機供電設備(附掛於空橋下方或直接設置於機坪上(地井式))將航廈電力轉換成航機適用之電力供應航機使用。而航機停靠機坪之氣源供應方面，亦可分為三大類：(一)由航機本身 APU 供應艙內空調系統運轉，(二)由地勤業者提供之柴油引擎氣源供應車，(三)由定點使用式機艙空調機組(內含壓縮機獨立操作運轉，附掛於驅動式空橋下方或直接設置於機坪上(地井式))提供機艙內冷氣。

基於航機 APU 及地面電源/氣源車均為柴油引擎驅動，航機停靠作業時易造成機坪空氣、噪音污染與能源效率過低之問題，且過多的機坪車輛，極易造成機坪作業之事故發生。爰此，桃園國際機場股份有限公司為服務航空公司之需求、有效提升機場服務品質與競爭力，減少機坪作業車輛、降低空氣污染與噪音，並改善機坪作業人員之工作環境，以達成節能減碳之終極目的，計畫改善設備運轉可靠性，汰換或增設「登機空橋」、定點使用式之「機艙空調機組(PC AIR)」及「400HZ 飛機供電設備」等設施，供應旅客登機服務所需之供電及冷氣需求。

本案由台灣世曦工程顧問股份有限公司負責規劃設計及監造作業，採異質最有利標之評選方式決標於金宜合股份有限公司及 JBT AeroTech 公司(共同投標)，廠商選用之「登機空橋」、「機艙空調機組(PC AIR)」及「400HZ 飛機供電設備」設施均為美國 JBT AeroTech 公司製造之產品，其中「登機空橋」係在 JBT AeroTech 公司中國大陸深圳市製造廠生產，「機艙空調機組(PC AIR)」及「400HZ 飛機供電設備」設施係在 JBT AeroTech 公司鹽湖城製造廠生產。本報告則詳細敘述本工程案派員至美國 JBT AeroTech 鹽湖城工廠進行「機艙空調機組(PC AIR)」及「400HZ 飛機供電設備」廠驗之過程與結果。

## 二、目的

本次廠驗之主要目的係執行履約督導之工作，確認廠商工廠生產機組之規格與品質是否符合契約規範及其所委託之第三公正單位會同測試紀錄結果，並藉由設備抽驗之方式實施細部規格與功能之現場測試，惟並不對設備製造或製造商之工廠製造(程)進行查證(驗)與保證。同時參訪舊金山、鹽湖城及丹佛民用航空機場之相關機坪設施使用情形，作為桃園國際機場後續規畫案之參考。

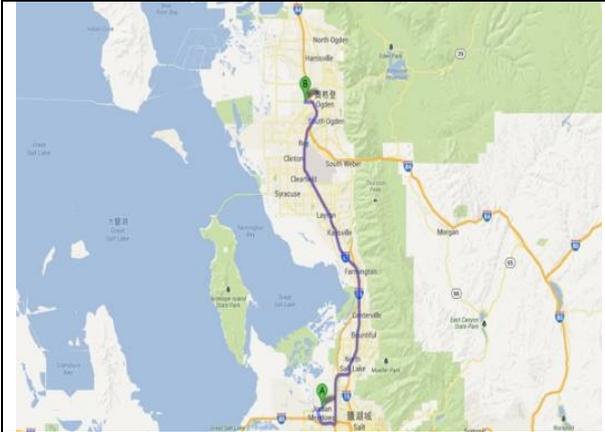
### 三、行程

| 日期                | 星期  | 行程  |
|-------------------|-----|---|
| 第一天<br>103年09月26日 | 星期五 | 1. 桃園(TPE)國際機場飛往舊金山(SFO)國際機場<br>2. 夜宿舊金山  |
| 第二天<br>103年09月27日 | 星期六 | 1. 參觀舊金山(SFO)國際機場及機坪設備使用現況(San Francisco International Airport, San Francisco Terminal Equipment Co., LCC, Operations Manager, Marc Kenyon 導引)<br>2. 夜宿舊金山      |
| 第三天<br>103年09月28日 | 星期日 | 假日  |
| 第四天<br>103年09月29日 | 星期一 | 1. 舊金山國內線轉機飛往猶他州鹽湖城(SLC)國際機場<br>2. 參觀鹽湖城(SLC)國際機場及機坪設備使用現況(Salt Lake City International Airport)<br>3. 夜宿鹽湖城  |
| 第五天<br>103年09月30日 | 星期二 | 1. 至 JBT AeroTech 工廠會議室召開廠測說明會議(由 JBT AeroTech 公司 Project Manager, Evan Lunt 主持)<br>2. 辦理 400Hz 飛機供電設備(180KVA)性能測試(JBT Quality Manager, Jason Ward)<br>3. 夜宿奧格登 |
| 第六天<br>103年10月01日 | 星期三 | 1. 辦理機艙空調機(120T)性能測試(JBT Quality Manager, Jason Ward)<br>2. 參觀 JBT 工廠(由 JBT AeroTech 公司 Project Manager, Evan Lunt 導引)<br>3. 夜宿奧格登                              |
| 第七天<br>103年10月02日 | 星期四 | 1. 廠測報告總結會議<br>2. 廠測報告及機場參訪等相關資料研討與彙整   |
| 第八天<br>103年10月03日 | 星期五 | 廠測報告及機場參訪等相關資料研討與彙整   |
| 第九天<br>103年10月04日 | 星期六 | 1. 自鹽湖城國內線轉機飛往丹佛機場<br>2. 參觀丹佛(DEN)國際機場及機坪設備使用現況(Denver International Airport)<br>3. 再由丹佛(DEN)國際機場國內線轉機飛往舊金山(SFO)國際機場  |
| 第十天<br>103年10月05日 | 星期日 | 自舊金山(SFO)國際機場搭機返抵桃園(TPE)國際機場(經過國際換日線+1日)  |

#### 四、廠驗

##### (一)公司簡介

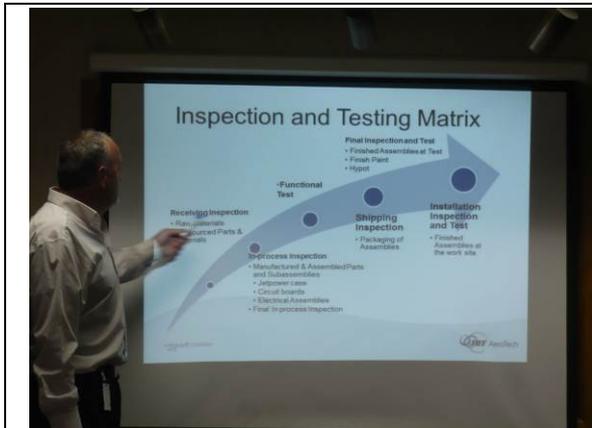
John Bean Technologies Corporation (JBT 公司)是一家食品加工和航空運輸行業領先全球技術解決方案供應商。旗下透過食品科技(JBT FoodTech)及航空科技(JBT AeroTech)技術部門提供設計、製造、測試和服務技術先進的系統和產品供客戶選擇。其中航空科技(JBT AeroTech)技術部門佔 JBT 公司總營收之 40%以上。多年來，JBT 公司一直為世界各國上各大機場、航空公司、地勤業者等提供機場(坪)設備產品，例如：機坪驅動式登機空橋、400Hz 飛機供電設備、定點使用機艙空調機、機坪管理系統及相關之地勤作業車輛(氣源車、電源車、飛機牽引車、傳輸帶、盤櫃車、除冰車)等，在美國本地機場擁有超過 75%的佔有率。JBT 公司生產之機場設備產品係以其傑出的安全性、高效的生產率、高度的可靠性及完善的售後服務與後勤支援聞名於世界，在美洲、歐洲、亞洲等都擁有製造廠及派駐之後勤支援技術人員，本次相關人員前往該公司位於美國猶他州奧格登(Ogden)市之製造廠，辦理廠驗並一併參觀其生產製造流程。

|   |  |
|---|--|
|   |   |
| JBT 公司地理位置  | 與監造及廠商公司大門合影   |
|  |  |
| 贈送桃機公司紀念品予 JBT General Manager<br>Brian DeRoche                                     | 贈送紀念品予 JBT PM Evan Lunt  |

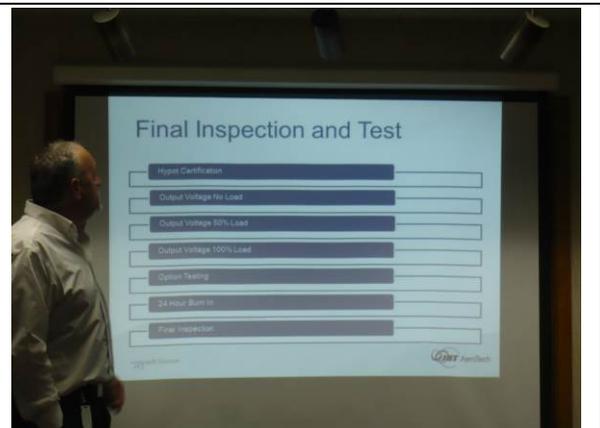
##### (二)廠測前說明會議

本次會議由 JBT 公司品管經理 Jason Ward 主持，介紹 400Hz 飛機供電設備及機艙空調機設備(PC AIR)製造流程、設備零件於各組裝工作站之組裝情形、各

階段之檢驗與設備校正、成品之塗裝，最終的運轉及功能測試、檢測之依據標準及檢測流程，以及使用檢測儀器設備與軟體等予以詳細說明，以作為本次檢測之依據，並檢視檢測儀器認證證書、符合 IEC 61000(Radiated Emissions、Conducted Emissions)及 MIL-STD-461F 標準之證明文件。另針對 400Hz 飛機供電設備測試紀錄表之版本差異之疑義進行澄清與資料補充，以確認所採購之設備符合契約規定。



JBT QM Jason Ward 檢測流程說明



廠測計畫書(含紀錄表)內容說明

**JBT AeroTech** JETWAY SYSTEMS

**INSPECTION REPORT & RECORD**

|             |   |          |           |
|-------------|---|----------|-----------|
| Document No | QCA JET 4.10.04-179   | Page     | 1 of 2    |
| Title       | Jetpower III 45 - 180 kVA / 115V Sys<br>Functional Test Checklist Revision Document | Revision | E to F    |
| Issue Date  | 12/16/2013  | Approval | M Fullmer |

Change rev. E to F by changing the following items:

Rev E.

8.   Record Jetpower LCD frequency reading. Should be 400HZ. ± .01 HZ.

Rev F.

8.   Record Jetpower LCD frequency reading. Should be 400HZ. ± .01 HZ.

Reason - To make second line, line up properly.

Rev E.

39.   Jetpower LCD Record the reading for the following:

|             |       |                             |
|-------------|-------|-----------------------------|
| FREQ OUT    | _____ | should be 400               |
| AVG AMPS IN | _____ | ±15 Amps of the actual amps |

Rev F.

|             |       |                             |
|-------------|-------|-----------------------------|
| FREQ OUT    | _____ | 400 +/- 0.1                 |
| AVG AMPS IN | _____ | ±10 Amps of the actual amps |

Reason - For FREQ OUT, to give a tolerance to the 400hz  
Reason - for AVG AMPS IN - to tighten the tolerance to improve accuracy of display.

This checklist is the property of JBT AeroTech Jetway Systems and may not be reproduced or distributed without the written consent of JBT AeroTech's Quality Management.  
JBT AeroTech Jetway Systems • 3100 Pennsylvania Avenue • Ogden UT USA 84401-3328

400Hz 測試紀錄表之版本差異疑義澄清

**JBT AeroTech** JETWAY SYSTEMS

**INSPECTION REPORT & RECORD**

|             |   |          |        |
|-------------|---|----------|--------|
| Document No | QCA JET 4.10.04-179   | Page     | 2 of 2 |
| Title       | Jetpower III 45 - 180 kVA / 115V Sys<br>Functional Test Checklist Revision Document | Revision | E to F |

QA Test  
Accept AIF NCR

Rev E.

54.   Record burn in LCD kVA reading.  
KVA \_\_\_\_\_ 50kVA ± 5. For 45 kVA units, 25 kVA ± 5

Rev F.

KVA \_\_\_\_\_ 45kVA ± 5. For 45 kVA units, 25 kVA ± 5

Reason - To change burn in load to 45kva, which is 50% of a 90kva unit and 25% of a 180kva unit.

Rev E.

59. KVA \_\_\_\_\_ 50 kVA ± 5, 25kVA±5

Rev F.

59. KVA \_\_\_\_\_ 45 kVA ± 5, 25kVA±5

Reason - To change burn in load to 45kva, which is 50% of a 90kva unit and 25% of a 180kva unit.

This checklist is the property of JBT AeroTech Jetway Systems and may not be reproduced or distributed without the written consent of JBT AeroTech's Quality Management.  
JBT AeroTech Jetway Systems • 3100 Pennsylvania Avenue • Ogden UT USA 84401-3328

400Hz 測試紀錄表之版本差異疑義澄清

IEC 61000-6-4 2<sup>nd</sup> Edition 2006-07

21 April 2009

**Conducted Emissions testing for JTP3 unit**

The emission limits are the same as in EN55011.

The JTP3 unit was tested for conducted emissions per IEC 61000-6-4. The unit passed in all areas.

Test Engineer: Michael L Fullmer



21 April 2009

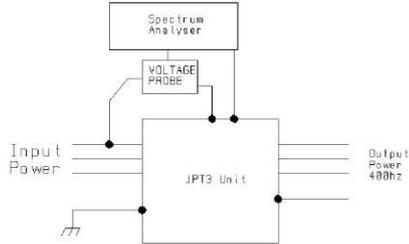
**Test Details:**

The unit was powered with standard power and operated at no load. With no load on the unit the emissions are approximately 1 to 2 db higher than they are when the unit is under a loaded condition. Therefore only the "no load" test results are presented.

The JTP3 unit was tested using the limits of Class A, group 1 equipment.

Quasi Peak filters were used for all measurements.

A voltage probe was used instead of a LISN because of the power level. The diagram of the setup is shown below. Input power cable was 20R (6m) long.

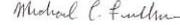


**Radiated Emissions of JTP3**

IEC 61000-6-4 Second edition 2006-07

The JTP3 unit has been found to be in compliance to the radiated emissions at all frequencies in the specification.

Test Engineer: Michael L Fullmer



21 April 2009

**Test Details:**

30MHz to 300MHz

Because of the lack of any signals being emitted by the unit at the upper frequencies, testing beyond 300MHz was not done.

The Jetpower 3 unit was set up outdoors with a biconical antenna located 10m away. The antenna was fed to the input of the Spectrum Analyzer to record the signals.

Recordings were taken with the Jetpower off and on for comparison since significant signals at various frequencies were present with the Jetpower off.

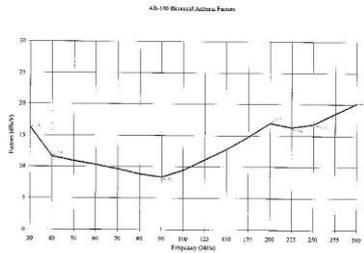
Readings were taken with the antenna in the horizontal and vertical plane.

After taking into account the antenna factor the readings were compared to the limits in the specification.

400Hz 符合 Conducted Emissions 證明文件

400Hz 符合 Radiated Emissions 證明文件

Antenna Factor Chart



S/N: 1568  
Antenna Model: AB-100

| Frequencies (MHz) | Factors (dBuV) |
|-------------------|----------------|
| 30                | 18.3           |
| 40                | 11.6           |
| 50                | 10.5           |
| 60                | 10.3           |
| 70                | 9.6            |
| 80                | 9.8            |
| 90                | 8.3            |
| 100               | 9.4            |
| 125               | 11.1           |
| 150               | 12.8           |
| 175               | 14.8           |
| 200               | 17             |
| 225               | 16.3           |
| 250               | 16.8           |
| 275               | 18.5           |
| 300               | 20.1           |

Equipment Used:

Spectrum Analyzer  
Brand: IFR (Aeroflex)  
Model : A7550  
Serial #: 4209  
Last calibration date: 24 Jan 2009

Biconical Antenna  
ComPower AB-100

400Hz 符合 Radiated Emissions 證明文件

400Hz 符合 Radiated Emissions 證明文件

|   |  |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|---|---|--|---|--|---|--|--|--|--|--|
| <p><b>JTP3 Compliance to IEC 61000 Susceptibility Sections</b></p> <p>The JTP3 unit was tested for compliance to the following IEC 61000 susceptibility standards. Some of the testing was done using similar MIL-STD-461F tests rather than the 61000 test. In all cases the MIL-STD-461F tests listed below are considered to be more severe than the 61000 tests, therefore compliance to the particular 61000 standard is implicitly assumed. The following table provides the tests which were performed and passed and the comparable MIL-STD-461F test section if applicable.</p> <p>Test Engineer:<br/><i>Michael C. Paulsen</i><br/>21 April 2009</p> <p>All MIL-STD-461F tests were performed by Boeing Aerospace at their Little Mt Test Facility in Ogden, Utah. For those sections in which there is no direct MIL-STD-461F comparison, the JTP3 units were tested for compliance as noted in the table.</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="320 483 531 584">IEC 61000-4-2<br/>Electrostatic Discharge Susceptibility<br/>Single discharge initially and then 10 times in a row 1 sec apart<br/>Class 3, typical industrial<br/>6000v, 2.2 Samps pk, 0.7 to 1ns rise time, 12A @30ns, 6A @60ns pulse</td> <td data-bbox="531 483 746 584">Test conducted by DNB Engineering at Factory</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 584 531 734">IEC 61000-4-3<br/>Radiated Susceptibility<br/>80-1000 Mhz<br/>80% AM modulated with 1000hz tone<br/>Special Cel phone applicability 800-960 Mhz and 1.4 to 6 Ghz, not required<br/>Jetpower would be Class 3, typical industrial<br/>10 V/m 80-1000 Mhz<br/>3 V/m 800-960 and 1.4 to 6Ghz</td> <td data-bbox="531 584 746 734">RS103<br/>Radiated Susceptibility<br/>Electric Field<br/>2 MHz to 18 GHz<br/>1 kHz pulse modulation 50% duty cycle<br/>2 MHz to 30 MHz – 10 v/m<br/>30 MHz to 1 GHz – 10 v/m<br/>1 GHz to 18 GHz – 50 v/m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="320 734 531 842">IEC 61000-4-4<br/>Susceptibility to fast transients or bursts<br/>Capacitive coupled to lines<br/>Class 3, typical industrial<br/>2000v @ 5 or 100 kHz on power port; 5 kHz is typical test<br/>1000v @ 5 or 100 kHz on signal or control ports; 5 kHz is typical test</td> <td data-bbox="531 734 746 842">CS115<br/>Conducted Susceptibility<br/>Bulk Cable Injection, Impulse excitation, on all external cabling,<br/>5 amp pulse, 2 ns rise, 30 ns (minimum) hold time, 2 ns fall, at 30 Hz rate for 1 minute</td> </tr> </table> | IEC 61000-4-2<br>Electrostatic Discharge Susceptibility<br>Single discharge initially and then 10 times in a row 1 sec apart<br>Class 3, typical industrial<br>6000v, 2.2 Samps pk, 0.7 to 1ns rise time, 12A @30ns, 6A @60ns pulse                                      | Test conducted by DNB Engineering at Factory | IEC 61000-4-3<br>Radiated Susceptibility<br>80-1000 Mhz<br>80% AM modulated with 1000hz tone<br>Special Cel phone applicability 800-960 Mhz and 1.4 to 6 Ghz, not required<br>Jetpower would be Class 3, typical industrial<br>10 V/m 80-1000 Mhz<br>3 V/m 800-960 and 1.4 to 6Ghz | RS103<br>Radiated Susceptibility<br>Electric Field<br>2 MHz to 18 GHz<br>1 kHz pulse modulation 50% duty cycle<br>2 MHz to 30 MHz – 10 v/m<br>30 MHz to 1 GHz – 10 v/m<br>1 GHz to 18 GHz – 50 v/m | IEC 61000-4-4<br>Susceptibility to fast transients or bursts<br>Capacitive coupled to lines<br>Class 3, typical industrial<br>2000v @ 5 or 100 kHz on power port; 5 kHz is typical test<br>1000v @ 5 or 100 kHz on signal or control ports; 5 kHz is typical test | CS115<br>Conducted Susceptibility<br>Bulk Cable Injection, Impulse excitation, on all external cabling,<br>5 amp pulse, 2 ns rise, 30 ns (minimum) hold time, 2 ns fall, at 30 Hz rate for 1 minute | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="938 226 1150 344">IEC 61000-4-5<br/>Surge Immunity test<br/>Class 4, typical industrial<br/>2000v, 1.2us rise, 50us duration for open circuit (8us rise, 20us duration for short circuit)<br/>5 positive and 5 negative pulses<br/>2000v line to line; 4000v line to ground;</td> <td data-bbox="1150 226 1362 344">Test conducted by DNB Engineering at Coleville, Utah</td> </tr> <tr> <td data-bbox="938 344 1150 477">IEC 61000-4-6<br/>Conducted Susceptibility<br/>9 khz to 80 Mhz<br/>80% AM modulated with 1000hz tone<br/>Signals coupled to leads either directly or inductively<br/>Class 3, typical industrial<br/>140dbuv = 10vrms</td> <td data-bbox="1150 344 1362 477">CS114<br/>Conducted Susceptibility<br/>Bulk Cable Injection on all external cabling<br/>10 kHz to 200 MHz<br/>1 kHz pulse modulation 50% duty cycle<br/>10 kHz to 2 MHz – 43 dbuA ramping to 83<br/>2 MHz to 30 MHz – 83 dbuA<br/>30 MHz to 200 MHz – 83dbuA ramping down to 75</td> </tr> <tr> <td data-bbox="938 477 1150 622">IEC 61000-4-8<br/>Magnetic Field Test<br/>Frequency of field is power line frequency<br/>Large coil around equipment<br/>Jetpower would be Class 4, typical industrial<br/>30 A/m continuous<br/>300 A/m 1 to 3 sec.</td> <td data-bbox="1150 477 1362 622">RS101<br/>Radiated Susceptibility<br/>Magnetic field<br/>30 Hz to 100 kHz<br/>30 to 60 Hz – 170dbpT<br/>60 to 400 Hz – ramps from 170dbpT to 160<br/>400 Hz to 2 kHz – ramps from 160dbpT to 117<br/>2 kHz to 100 kHz – ramps from 117dbpT to 110</td> </tr> <tr> <td data-bbox="938 622 1150 689">IEC 61000-4-11<br/>Voltage dips<br/>Not applicable to equipment more than 16 amps input current.</td> <td data-bbox="1150 622 1362 689"></td> </tr> </table> | IEC 61000-4-5<br>Surge Immunity test<br>Class 4, typical industrial<br>2000v, 1.2us rise, 50us duration for open circuit (8us rise, 20us duration for short circuit)<br>5 positive and 5 negative pulses<br>2000v line to line; 4000v line to ground; | Test conducted by DNB Engineering at Coleville, Utah | IEC 61000-4-6<br>Conducted Susceptibility<br>9 khz to 80 Mhz<br>80% AM modulated with 1000hz tone<br>Signals coupled to leads either directly or inductively<br>Class 3, typical industrial<br>140dbuv = 10vrms | CS114<br>Conducted Susceptibility<br>Bulk Cable Injection on all external cabling<br>10 kHz to 200 MHz<br>1 kHz pulse modulation 50% duty cycle<br>10 kHz to 2 MHz – 43 dbuA ramping to 83<br>2 MHz to 30 MHz – 83 dbuA<br>30 MHz to 200 MHz – 83dbuA ramping down to 75 | IEC 61000-4-8<br>Magnetic Field Test<br>Frequency of field is power line frequency<br>Large coil around equipment<br>Jetpower would be Class 4, typical industrial<br>30 A/m continuous<br>300 A/m 1 to 3 sec. | RS101<br>Radiated Susceptibility<br>Magnetic field<br>30 Hz to 100 kHz<br>30 to 60 Hz – 170dbpT<br>60 to 400 Hz – ramps from 170dbpT to 160<br>400 Hz to 2 kHz – ramps from 160dbpT to 117<br>2 kHz to 100 kHz – ramps from 117dbpT to 110 | IEC 61000-4-11<br>Voltage dips<br>Not applicable to equipment more than 16 amps input current. |  |
| IEC 61000-4-2<br>Electrostatic Discharge Susceptibility<br>Single discharge initially and then 10 times in a row 1 sec apart<br>Class 3, typical industrial<br>6000v, 2.2 Samps pk, 0.7 to 1ns rise time, 12A @30ns, 6A @60ns pulse   | Test conducted by DNB Engineering at Factory   |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| IEC 61000-4-3<br>Radiated Susceptibility<br>80-1000 Mhz<br>80% AM modulated with 1000hz tone<br>Special Cel phone applicability 800-960 Mhz and 1.4 to 6 Ghz, not required<br>Jetpower would be Class 3, typical industrial<br>10 V/m 80-1000 Mhz<br>3 V/m 800-960 and 1.4 to 6Ghz  | RS103<br>Radiated Susceptibility<br>Electric Field<br>2 MHz to 18 GHz<br>1 kHz pulse modulation 50% duty cycle<br>2 MHz to 30 MHz – 10 v/m<br>30 MHz to 1 GHz – 10 v/m<br>1 GHz to 18 GHz – 50 v/m   |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| IEC 61000-4-4<br>Susceptibility to fast transients or bursts<br>Capacitive coupled to lines<br>Class 3, typical industrial<br>2000v @ 5 or 100 kHz on power port; 5 kHz is typical test<br>1000v @ 5 or 100 kHz on signal or control ports; 5 kHz is typical test   | CS115<br>Conducted Susceptibility<br>Bulk Cable Injection, Impulse excitation, on all external cabling,<br>5 amp pulse, 2 ns rise, 30 ns (minimum) hold time, 2 ns fall, at 30 Hz rate for 1 minute  |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| IEC 61000-4-5<br>Surge Immunity test<br>Class 4, typical industrial<br>2000v, 1.2us rise, 50us duration for open circuit (8us rise, 20us duration for short circuit)<br>5 positive and 5 negative pulses<br>2000v line to line; 4000v line to ground;   | Test conducted by DNB Engineering at Coleville, Utah   |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| IEC 61000-4-6<br>Conducted Susceptibility<br>9 khz to 80 Mhz<br>80% AM modulated with 1000hz tone<br>Signals coupled to leads either directly or inductively<br>Class 3, typical industrial<br>140dbuv = 10vrms   | CS114<br>Conducted Susceptibility<br>Bulk Cable Injection on all external cabling<br>10 kHz to 200 MHz<br>1 kHz pulse modulation 50% duty cycle<br>10 kHz to 2 MHz – 43 dbuA ramping to 83<br>2 MHz to 30 MHz – 83 dbuA<br>30 MHz to 200 MHz – 83dbuA ramping down to 75 |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| IEC 61000-4-8<br>Magnetic Field Test<br>Frequency of field is power line frequency<br>Large coil around equipment<br>Jetpower would be Class 4, typical industrial<br>30 A/m continuous<br>300 A/m 1 to 3 sec.  | RS101<br>Radiated Susceptibility<br>Magnetic field<br>30 Hz to 100 kHz<br>30 to 60 Hz – 170dbpT<br>60 to 400 Hz – ramps from 170dbpT to 160<br>400 Hz to 2 kHz – ramps from 160dbpT to 117<br>2 kHz to 100 kHz – ramps from 117dbpT to 110                               |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| IEC 61000-4-11<br>Voltage dips<br>Not applicable to equipment more than 16 amps input current.  |  |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |
| 符合 IEC 61000 及 MIL-STD-461F 證明文件  | 符合 IEC 61000 及 MIL-STD-461F 證明文件   |  |  |  |   |   |  |   |  |   |  |  |  |  |  |

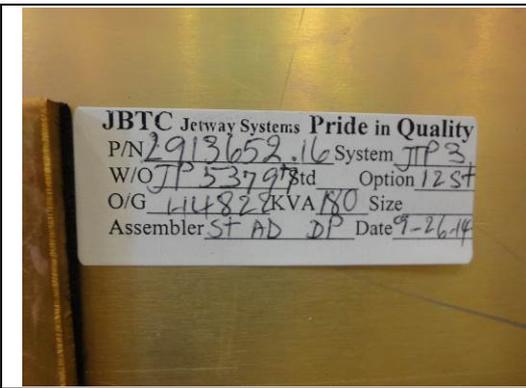
### (三)400Hz 飛機供電設備(180KVA)測試過程

本次 400Hz 飛機供電設備測試程序包含：設備規格型號目視檢查(Visual inspection)、飛機供電設備功能測試(Functional test of converter)、設備單元選項功能測試(Functional test of standard options, if any)、試車測試確認(Final adjustment and test)等。

使用之測試儀器包含高電壓測試儀(High voltage tester)、電力分析儀(Power Analyzer)、多功能三用電錶(Multimeter)、絕緣測試器(Insulation Tester)、電力分析儀(Power Analyzer)、負載測試機(Load Bank)、頻譜分析儀(Spectrum Analyzer)等，相關之儀器校正紀錄詳附件 1。

依據前揭步驟逐一進行並核對測試紀錄內容，與契約規定尚符，請參閱以下所附相片及附件測試報告紀錄表(詳附件 2)。





規格顯示核對



IGBT 模組及 SCR 整流器



主機板模組檢查



啟動測試



量測儀器編號查核



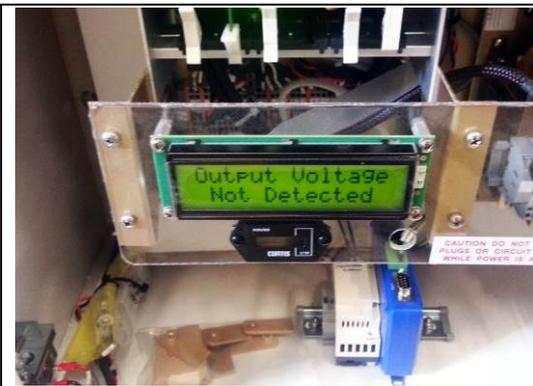
負載測試機 (LOAD BANK) 調整負載量



FAULT ON OUTPUT 測試



低於 100V 超過 5 秒測試



未偵測到 OUTPUT VOLTAGE 測試



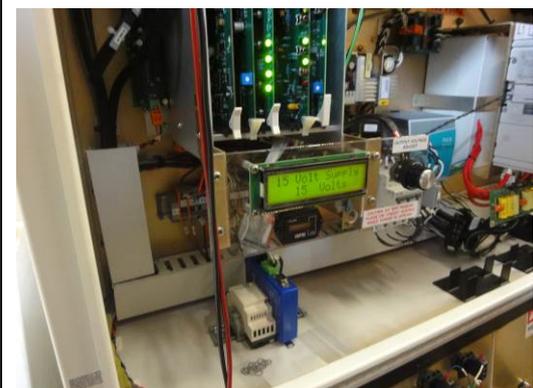
勾表量測各相電壓電流



Transient Load Response time 測試



控制電壓測試(24V)



控制電壓測試(15V)



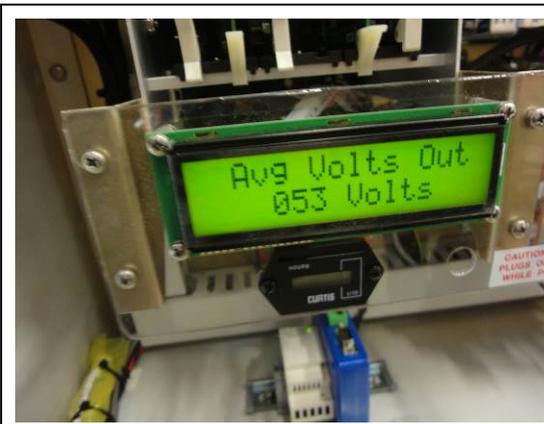
風扇出風測試



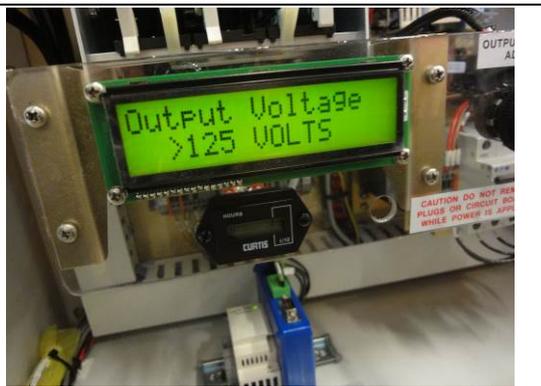
升壓測試



輸出電壓調整鈕



升壓測試(53V)



升壓測試(過載)



IGBT 測試



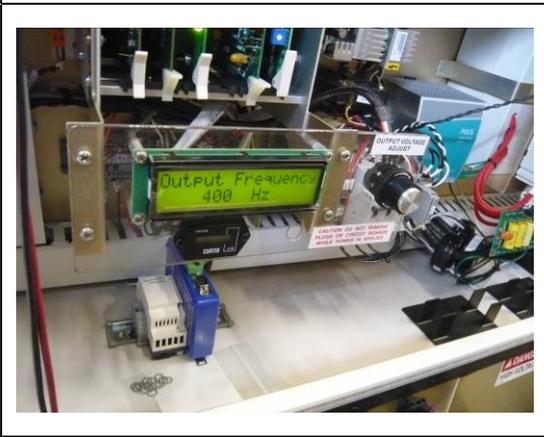
IGBT 測試



INVERTER FAULT 測試



INVERTER FAULT 測試



輸出頻率(400HZ)測試



過溫測試

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| 前控制板燈號測試  | 前控制板燈號測試   |
|   |   |
| 單位設定  | 電源供應轉換器規格檢視  |
|  |  |
| 通訊軟體測試  | FAULT ON OUTPUT CONTACTOR 測試   |

#### (四)機艙空調機設備(120T)測試過程

本次機艙空調機設備測試程序包含：目視檢查(Visual inspection)、電氣測試(Electrical testing)、運轉測試(Operational Acceptance testing)及最終調整測試(Final adjustment and test)等。使用之測試儀器包含數位電錶(DBM)、溫度計(Thermometer)及模擬測試軟體等，相關之儀器校正紀錄詳附件 1。

依據前揭步驟逐一進行並核對原第三公證單位會同測試之紀錄內容，與契約規定尚符，請參閱以下所附相片及附件測試報告紀錄表(詳附件 3)。



環境實驗室



測試前風管室內段



測試前風量(雙管)戶外段



測試前準備工作



測試前準備工作



測試程序說明



機艙空調機設備規格核對



機艙空調機設備規格核對



控制盤設備零件及規格說明



壓縮機與冷媒管



測試前檢查



冷媒 R407C



機型選擇測試(Jumbo)



機型選擇測試(Narrow)



壓縮機及風機變頻控制器



壓縮機及風機變頻控制器參數設定



電磁開關檢查測試



偵煙器測試



啟動測試



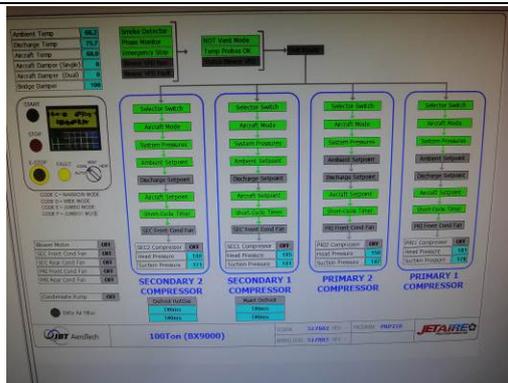
Jumbo 模式運轉之壓縮機及風機頻率、電流



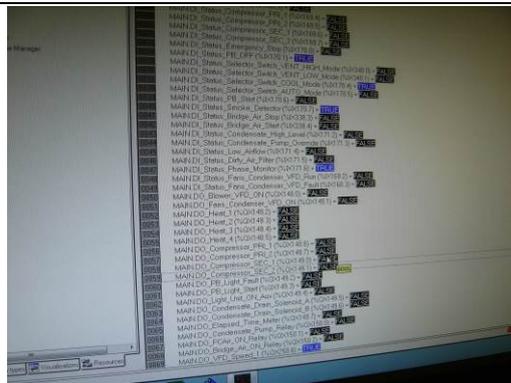
可程式控制器 (PLC)



電源供應器



模擬測試軟體圖控畫面



PLC 程式之狀態畫面



壓縮機及風機



壓縮機冷媒液位檢視



控制(書寫)器設定



風量量測



出風 DAMPER 調整器



風量量測

|    | A                                      | B     | C | D | E | F          | G | H |
|----|--|-------|---|---|---|------------|---|---|
| 1  | Barometric Pressure (in Hg):           | 30.09 |   |   |   |            |   |   |
| 2  |  |       |   |   |   |            |   |   |
| 3  | Know Airflow:                          |       |   |   |   |            |   |   |
| 4  | Airflow (lb/min):                      | 238.5 |   |   |   | User input |   |   |
| 5  | Static Pressure (in H <sub>2</sub> O): | 30    |   |   |   | Calculated |   |   |
| 6  | Temperature (°F):                      | 35    |   |   |   | Result     |   |   |
| 7  | Airflow (kg/s):                        | 1.80  |   |   |   |            |   |   |
| 8  | Airflow for chart (lb/min):            | 222   |   |   |   |            |   |   |
| 9  | ΔP (in H <sub>2</sub> O):              | 11.67 |   |   |   |            |   |   |
| 10 |  |       |   |   |   |            |   |   |
| 11 | Know ΔP:                               |       |   |   |   |            |   |   |
| 12 | ΔP (in H <sub>2</sub> O):              | 11.67 |   |   |   |            |   |   |
| 13 | Static Pressure (in H <sub>2</sub> O): | 30    |   |   |   |            |   |   |
| 14 | Temperature (°F):                      | 35    |   |   |   |            |   |   |
| 15 | Airflow for Chart (lb/min):            | 222   |   |   |   |            |   |   |
| 16 | Airflow (kg/s):                        | 1.68  |   |   |   |            |   |   |
| 17 | Airflow (lb/min):                      | 258   |   |   |   |            |   |   |
| 18 |  |       |   |   |   |            |   |   |
| 19 |  |       |   |   |   |            |   |   |
| 20 |  |       |   |   |   |            |   |   |
| 21 |  |       |   |   |   |            |   |   |

風量單位換算說明



冷媒壓力量測

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
|                    |                     |
| <p>出風溫度達 0.8°C</p> | <p>出風溫度達 -0.2°C</p> |
|                    |                     |
| <p>運轉電流量測</p>      | <p>壓縮機加熱器測試</p>     |
|                    |                     |
| <p>風機跳脫測試</p>      | <p>風機跳脫燈亮</p>       |

### (五) 設備製造工廠參訪

由 JBT 公司 Project Manager Evan Lunt 介紹 JBT 空橋及橋氣設備工廠製程，對於空橋從材料進場、銲接、組立、噴砂、塗裝、內裝、配電控制、舉升柱、驅動輪組等及機艙空調機(橋氣)之箱體、壓縮機、蒸發器、冷凝器、風機、冷凝器風扇、過濾網、冷媒、控制器、安全設備、冷凝水排水泵等之一系列製造、組裝流程與檢測等一貫化作業，均有完整之分工及嚴謹之查核程序以確保產品品質。

對於工廠整體之管理、清潔、物料管理、瑕疵或故障零組件存放、人流物流分流及人員安全防護等，均有完善的作業程序，相關之參訪相片如下：



A380 航機登機口模擬靠橋



空橋實心胎耐用度測試



空橋橋箱成品區



物料堆置場



空橋登機口欄杆



空橋組立區



零件工具管理箱(以員工識別證領取)



空橋內裝組立區



空橋組立區



空橋組立區



空橋橋箱製造



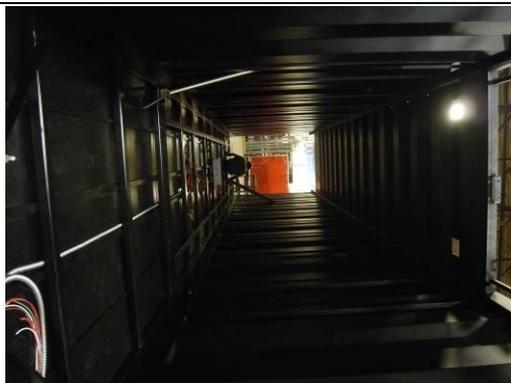
空橋橋箱製造



空橋製作之夾具



圓廳捲軸支架焊接



空橋內裝焊接及佈線



空橋登機台立面製造



空橋外飾板組立焊接



空橋支架結構組立焊接



空橋後旋轉圓廳及柱



空橋驅動輪軸



機艙空調機系統組立



機艙空調機系統組立



機艙空調機系統組立



鋼板成型壓床

## (六) 舊金山機場設備使用現況

本次由舊金山機場設施公司(San Francisco Terminal Equipment Co., LCC)作業經理(Operations Manager)Marc Kenyon 帶領前往舊金山國際機場參觀機坪設施使用情形，參訪情形記載如下：

1. 橋氣、橋電設備採用附掛於空橋下方之方式。
2. 橋電設備電纜採彈簧吊掛方式無捲線機裝置。
3. 機艙空調機之風管，大部分使用手動捲管設備收納，部分則使用風管籃車裝。
4. 橋氣、橋電設備電纜線採用側邊電纜支架或空橋下方管架佈設，以減少電纜線因空橋經常伸縮導致易有短路之情形發生。
5. 機坪設有自動供水設備(含捲管設施)可供使用。
6. 空橋勤務梯旁設置有 FRP 之行李/廢棄物滑槽，便於清倉作業及將超重行李滑至機坪再由地勤人員協助置入貨艙。
7. 機場內由停車場至各航廈間設置高架捷運系統，以供旅客運輸用。
8. 國內線小飛機之旅客登機空橋設置專用之登機門欄杆。



舊金山 101 機坪 3 橋設計(含 A380 登機空橋)



舊金山 101 機坪 2 橋登機作業



橋氣設備設有手動捲管機



手動捲管機以支架與空橋銜接



自動給水系統捲管裝置



A380/B777-300/B747-800 共用停止線



THYSSEN 空橋登機口以捲門設計



101 機坪 A380 登機空橋作業程序



THYSSEN 登機台前蓬罩



THYSSEN 空橋追平裝置



空橋滑軌、斜坡及插座設計



FDIS 系統及行李手推車電動拖車



適用下開式艙門小型航機使用之空橋



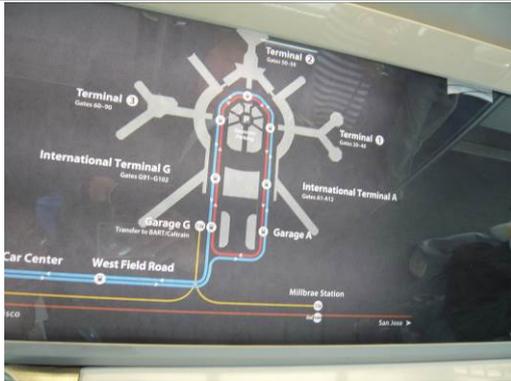
行李/廢棄物滑槽(具橡膠緩衝墊)



機場高架捷運系統



機場高架捷運系統電軌



機場高架捷運路線圖



LEED 機場屋頂太陽能板設計



國內線小型飛機用固定空橋



登機空橋行李滑槽



國內線空橋銜接移動梯機坪登機作業



下開式艙門小飛機空橋設置登機門欄杆



國內線登機櫃台



橋電、橋氣摺疊式電纜架



橋電設備與航機銜接



橋氣設備與航機銜接



空橋採用實心胎



400Hz 飛機供電設備無捲線裝置



橋電設備附掛於空橋橋箱側邊



一體成形電纜線及可替換式插頭



橋電設備作業情形



空橋登機作業情形



空橋舉昇軸液壓馬達裝置



橋電設備電纜採彈簧吊掛方式



驅動輪軸防撞裝置



空橋橋箱內毛刷裝置

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| <p>空橋操作控制台</p>  | <p>空橋操作控制台(具影像)</p>  |
|    |    |
| <p>國內線登機空橋</p>  | <p>空橋排水溝粉刷耐磨漆</p>  |
|  |  |
| <p>參訪機場合影</p>   | <p>參訪機場合影</p>  |

### (七)鹽湖城機場設備使用現況

本次由 JBT Sit Controller Airport Services Curtis Corbridge 帶領前往鹽湖城國際機場參觀機坪設施使用情形，參訪情形記載如下：

1. 橋氣、橋電設備大部分採用附掛於空橋下方之方式，僅少部分採落地式。
2. 橋電設備採彈簧吊掛方式無捲線機裝置。
3. 機艙空調機風管使用風管籃車裝設。
4. 橋氣、橋電設備電纜線採用側邊電纜支架或空橋下方管架佈設，以減少電纜線因空橋經常伸縮導致易有短路之情形發生。
5. 空橋多採用實心輪胎，實心胎建置成本雖較高，但使用壽命較長，惟輪胎更換時必須一次汰換兩個，否則會有不平衡的情形發生。
6. 空橋內部排水溝鋪貼反光貼紙，一方面作為警示，一方面可使銹水不易

沾黏於溝壁，影響美觀且清潔較為容易。

7. 空橋操作台未設置螢幕供操作人員查看驅動輪組之定位情形，僅靠橋箱外部後視鏡導引操作人員。
8. 400Hz 飛機供電設備插頭及電纜線部分非使用一體成形之設計，容易因頻繁插拔導致接觸不良。
9. 空橋內無設置分離式冷氣，係以機艙空調機設置一支管供應空橋內部使用。
10. 空橋勤務梯旁設置有 FRP 之行李/廢棄物滑槽，便於清倉作業及將超重行李滑至機坪再由地勤人員協助置入貨艙。



國內機場小飛機登機空橋(由一樓登機)



小飛機登機空橋(400Hz 置於機坪)



小飛機登機空橋(PCAIR 置於空橋箱頂)



國內機場小飛機登機空橋



航班顯示系統



候機室採開放空間挑高設計



空橋下方電纜架固定方式



下開式艙門小飛機空橋設置登機門欄杆



固定式空橋、橋氣設備及滑槽



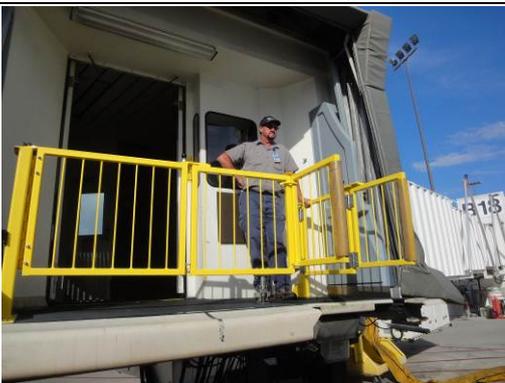
二節式空橋、橋電、橋氣設備及滑槽



行李提領輸送系統



400Hz 飛機供電設備懸掛及多線式電纜



下開式艙門登機門欄杆及艙門感知開關



400Hz 及 PCAIR 操控按鈕



空橋實心胎及警鈴裝置



空橋舉昇裝置高度感知器(角度編碼器)



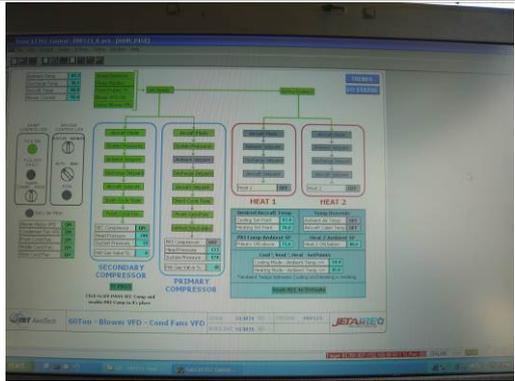
空橋舉昇裝置同步控制器及感知極限開關



PCAIR 附掛於空橋下方及採折疊式管架



筆電連接 PCAIR 操作箱監視設備運轉狀態



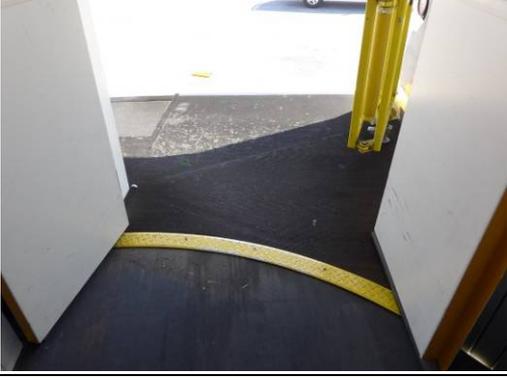
筆電連接 PCAIR 操作箱監視設備運轉狀態



JBT 現場解說 PCAIR 及空橋操作情形



小飛機登機平台機械螺桿伸縮裝置

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| <p>空橋勤務梯之行李滑槽</p>   | <p>空橋舉昇裝置馬達及維修欄杆</p>   |
|    |    |
| <p>下開式艙門登機空橋之登機情形</p>   | <p>PCAIR 風管裝置籃固定於空橋驅動輪軸</p>  |
|  |  |
| <p>空橋操作台(無設置攝影機畫面)</p>  | <p>空橋超音波防撞感知器</p>  |
|  |  |
| <p>登機台橡膠收邊</p>  | <p>排水溝張貼反光警示貼紙銹水較不易滲黏</p>  |

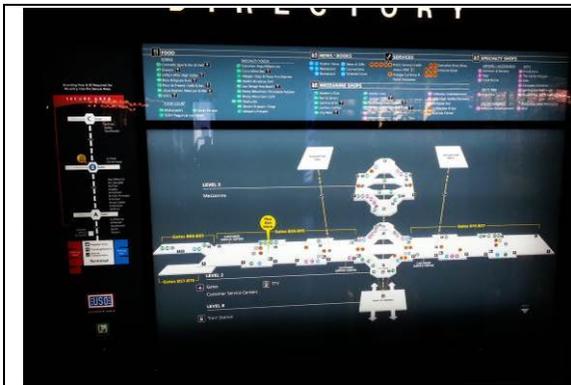
### (八) 丹佛機場設備使用現況

丹佛機場國際機場參觀機坪設施使用現況記載如下：

1. 橋氣、橋電設備採用附掛於空橋下方，少部分至於機坪或空橋箱箱頂

部。

2. 橋電設備採彈簧吊掛方式無捲線機裝置。
3. 機艙空調機風管使用風管籃車裝設。
4. 橋氣、橋電設備電纜線採用側邊電纜支架或空橋下方管架佈設，以減少電纜線因空橋經常伸縮導致易有短路之情形發生。
5. 空橋多採用實心輪胎，實心胎建置成本雖較高，但使用壽命較長，惟輪胎更換時必須一次汰換兩個，否則會有不平衡的情形發生。
6. 空橋內部排水溝鋪貼反光貼紙，一方面作為警示，一方面可使銹水不易沾黏於溝壁，影響美觀且清潔較為容易。
7. 空橋操作台未設置螢幕供操作人員查看驅動輪組之定位情形，僅靠橋箱外部後視鏡導引操作人員。
8. 空橋勤務梯旁設置有 FRP 之行李/廢棄物滑槽，便於清倉作業及將超重行李滑至機坪再由地勤人員協助置入貨艙。



機場 GATE 佈設情形



機場地下捷運系統

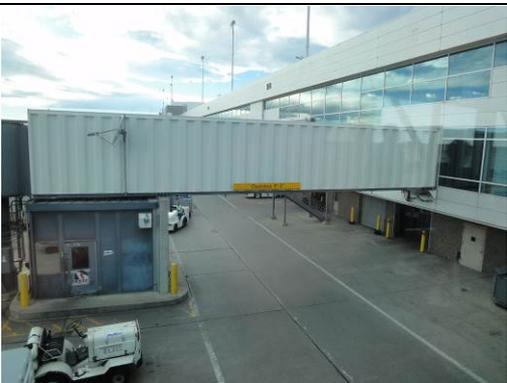
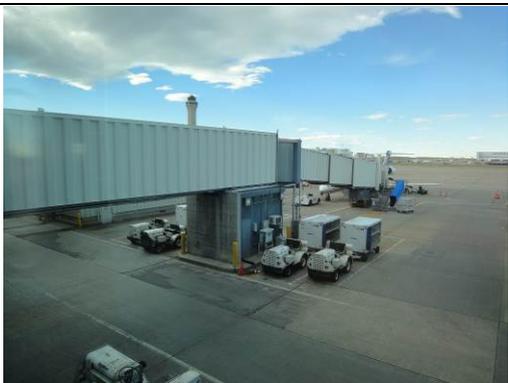


航班資訊系統



具固定通廊之三節式空橋



|   |  |
|---|--|
| <p>PCAIR 設置於機坪端以伸縮風管輸送</p>  | <p>空橋勤務梯行李滑槽</p>   |
|    |    |
| <p>國內機場小飛機登機空橋</p>  | <p>下掀式艙門小飛機登機空橋</p>  |
|   |   |
| <p>小飛機登機空橋操作台</p>   | <p>遮雨罩油壓伸縮裝置</p>   |
|  |  |
| <p>400HZ 固定於空橋側邊</p>  | <p>空橋登機作業</p>  |
|  |  |
| <p>登機空橋固定空橋段與航廈以牛腿銜接</p>  | <p>具固定空橋段之登機空橋</p>   |



行動不便者運輸車



PCAIR 風管籃及電纜管架



勤務梯之行李滑槽



勤務梯之行李滑槽



空橋電纜管架及攝影機



空橋電纜管架



空橋安裝作業



空橋安裝作業

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>空橋採實心胎</p>   | <p>空橋安裝作業</p>  |
|  |  |
| <p>空橋內部排水溝張貼反光警示貼紙</p>  | <p>空橋操作控制台</p>   |

## 五、心得與建議事項

經過本次出國廠驗及相關參訪行程，茲將心得與建議事項條列如下：

1. 因應地球環境變遷及溫室效應，相較於使用 APU 或以引擎驅動之機艙空調機及 400Hz 飛機供電設備，使用橋氣、橋電設備相對減少碳排放量及能源消耗，可達到綠機場的目標。
2. 使用橋氣、橋電設備可充分降低機場噪音，並減少地勤公司機場內拖曳勤務車輛，大幅降低機坪事故發生之機率。
3. 橋電設備設置捲線裝置應是未來主流，不僅增加美觀、延長纜線壽命，同時可降低操作人員之負擔加速作業效率。
4. 橋氣設備之風管收納，目前絕大部分仍沿用風管收納台車，或手動捲管裝置，本案採電動捲管裝置可考慮採附掛於空橋下方或採台車移動方式。
5. 由於橋氣、橋電設備與空橋介面繁多，因此建議未來採購或汰換時，宜一次汰換，避免多種廠牌與介面整合不易，且易影響整體空橋結構。
6. 考量維修人員維修保養空橋頂部設施之安全，未來宜考量增設護欄及防墜落掛勾供維修人員使用。
7. 為提升機坪服務水準，可考慮於部分區域設置大件行李、輪椅等使用之貨梯及於空橋勤務梯側設置行李(廢棄物)滑槽使用。
8. 可於機坪適當區域統籌設立作業車輛充電設施，當避免作業車輛任意於機坪上充電的情形發生。

## 六、附件

- (一) 附件 1-儀器校驗證明文件
- (二) 附件 2-400Hz 飛機供電設備(180KVA)第三公證單位會同測試紀錄表
- (三) 附件 3-機艙空調機(120T)第三公證單位會同測試紀錄表