



經濟部能源科技研究發展計畫

一一〇年度第三季知識物件

壓縮機性能測試平台與測試技術建置

中華民國110年8月

目錄

第一章 前言	1
第二章 測試系統之概念	2
2.1 測試系統循環流程	2
2.2 測試設備驗收	2
2.3 設備規範	3
第三章 測試系統簡介	3
3.1 壓縮機機型管理	3
3.2 測試條件設定管理	4
3.3 監控測試畫面	4
3.4 測試資料管理	6
第四章 測試技術建立	8
4.1 測試系統改良與優化程式	8
4.2 測試時須注意事項	10
第五章 結論	12
參考文獻	13

圖目錄

圖 1、系統循環流程示意圖	1
圖 2、邊界測試條件	2
圖 3、壓縮機機型管理畫面	3
圖 4、壓縮機規格設定畫面	4
圖 5、條件設定畫面	4
圖 6、監控測試設定畫面	5
圖 7、即時監控畫面	5
圖 8、即時曲線監看畫面	6
圖 9、測試資料管理畫面	7
圖 10、電子試算表格式之一	7
圖 11、電子試算表格式之二	7
圖 12、壓縮機性能測試平台整體照	8
圖 13、PID 設定畫面	9
圖 14、冷媒填充後液面高度	10
圖 15、水槽水溫顯示錶	10
圖 16、冷媒不足視窗狀態	11
圖 17、冷媒充足視窗狀態	11
圖 18、冷凝器加熱器與吐出口壓力顯示錶	12
圖 19、吸入溫度與膨脹閥入口溫度顯示錶	12

第一章 前言

自二十世紀以來，人類科技進步神速，追求生活品質提升的腳步，未曾有中止過。各種科技產品的相繼問世，而與人類生活最相關之提高生活品質的產品，即是空調機。它，改變人類的生活環境，不因外界環境的變化，而使人類居住在舒適的環境下工作、學習與生活。

在空調機內，它是執行一種閉迴路的冷凍循環系統，包括四個主要組件，是壓縮機、冷凝器、膨脹裝置與蒸發器，當中最關鍵之組件是壓縮機，其性能之優劣，關係到整個空調機的性能。

隨著人們科技發展技術的日新月異，冷媒空調也逐漸成為我們生活中不可缺少的一部份，同時造就國內業者相互開發競爭的市場。空調機系統由四個構件組成：壓縮機、冷凝器、蒸發器、膨脹閥各有其特定現象，同時每一構件又受其他三個構件所造成的條件影響[1]。本文將以台灣某檢測設備公司所建造之壓縮機性能測試平台為基礎，其操作範圍說明如下：(1)冷凝溫度在 $-20\sim 15^{\circ}\text{C}$ ；(2)蒸發溫度在 $20\sim 75^{\circ}\text{C}$ ；(3)冷凍能力在 $3\sim 30\text{kW}$ ；(4)壓縮機電源提供交流電三相 $30\sim 440\text{V}$ 、 $50/60\text{Hz}$ 變頻；(5)直流電 $24\sim 1000\text{V}$ 恆定輸出；並以達成壓縮機安裝啟動後可以連續自動切換測試條件運轉之電腦化全自動壓縮機性能試驗設備為目標，進行壓縮機性能平台驗證與測試技術建置。

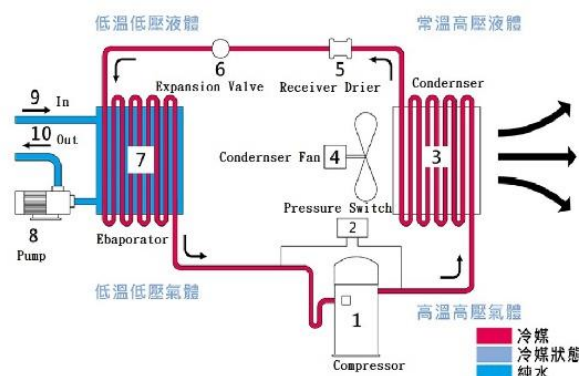


圖 1、系統循環流程示意圖

第二章 測試系統之概念

2.1 測試系統循環流程

冷凍循環系統基本原理，是利用冷媒的熱交換來達到升溫或降溫的目的，再將冷媒加壓或降壓的方式來恢復其原來的狀態，以進行下一次的循環作用。壓縮機藉由馬達驅動運轉，把低溫低壓的氣態冷媒，壓縮成為高溫高壓氣態冷媒，從吐出口排出。首先進入冷凝器，在冷凝器中與冰水機提供的冷卻水或冷空氣，進行熱交換，冷凝成低溫高壓液態冷媒，液態冷媒藉由電子膨脹閥，變成低溫低壓氣液二相流體，進入蒸發器吸熱成為低溫低壓的氣態冷媒，流回壓縮機的吸入口，如此周而復始地循環運作[2]，其循環流程示意圖如圖 1。

2.2 測試設備驗收

依據設備採購規格進行驗收，確定製作規格是否符合需求。驗收之測試條件，係以空調條件為依據（ $T_c=54.4^{\circ}\text{C}$ ， $T_{vi}=46.1^{\circ}\text{C}$ ， $T_e=7.2^{\circ}\text{C}$ ， $T_s=35^{\circ}\text{C}$ ）[3]，若有其他需求，依其要求辦理。驗收項目有冷凍能力（大能力、中能力、小能力）、精確性（ $3\sigma < 1\%$ ， σ ：標準差）、重現性（ $< 1\%$ ，冷機啟動）、邊界條件參考圖 2。

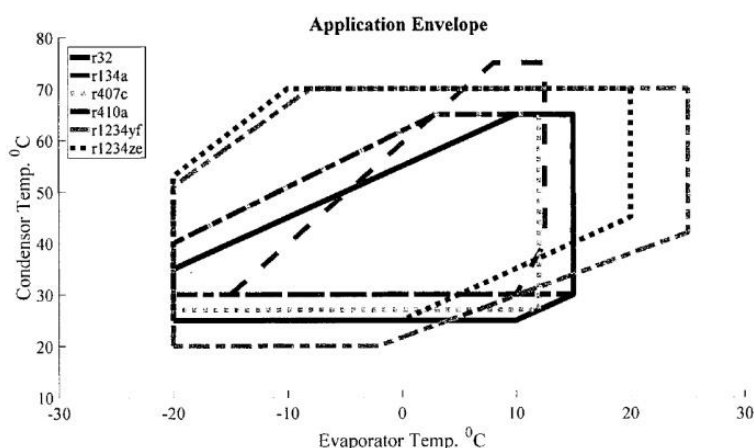


圖 2、邊界測試條件

2.3設備規範

在台灣，壓縮機試驗規範，一般都參照 JIS-B8606(冷凍用壓縮機的試驗方法)，其中能力測定，係使用二次冷媒熱量計法（主側）及流量計法（副側），分別計算冷凍能力，二者誤差 $\leq 4\%$ ，表示主側之量測數據是可接受的，若是二者誤差大於4%，則必須重新測試。當中量測冷凍能力，尚有其他方法，包括水側冷凝器法、冷媒側冷凝器法，但是此兩種方法，受限於感測器精度與量測位置誤差，一般較少採用此兩種方法來量測冷凍能力[4]。

第三章 測試系統簡介

3.1壓縮機機型管理

壓縮機機型的管理，記錄著壓縮機詳細規格包含機械規格、電氣規格和條件設定，以提供給壓縮機測試時使用。機號要使用一個機型規格前，該機型必須已經在此機型檔案管理中建立過，方可使用。如圖 3所示中的左半部是壓縮機型式代碼瀏覽，右半部是機型的詳細資料，包括壓縮機型式、馬達型號、壓縮機額定能力和 PID 值等等如圖 4所示。



壓縮機名稱	
E855DH-80C2Y	
E855DH-80D2	
E855DH-80D2G	
E855DH-80D2Y	
E855DH-80D5	
E855DH-80Z2	
E855DH-80Z5	
E856DH-80Z5	
ZR45KCE-TF5-552	
ZR45KCE-TF5-552-17J6653ET	
ZR54KCE-TF5-522b	
ZR54KCE-TF5-522b-02	

壓縮機名稱: 34cc		簡稱:	
<input type="radio"/> 1φ <input type="radio"/> 3φ		<input type="radio"/> AC <input type="radio"/> DC	
<input type="radio"/> 定速 <input type="radio"/> 變頻			
機械規格 電器規格 備註			
廠 牌:	34cc	缸 數:	0
型 號:	34cc	冷凍油規格:	HAR-B08
冷媒種類:	R407C	冷凍油量(cc):	0
額定電壓(V):	620	冷房能力(W):	1000
額定電流(A):	6	C.O.P.(W/W):	
額定功率(W):	1000	啟動電容器(μF):	x
標示頻率(Hz):	60	電容器耐電壓(V):	800
排 氣 量(cc):	34	冷卻方式:	風冷
壓縮機型式:	渦卷式	初始重量(kg):	
		最終重量(kg):	

圖 3、壓縮機機型管理畫面

條件名稱	50Hz冷力(W)	50Hz入力(W)	50Hz電流(A)	50Hz COP(W/W)	50Hz電
額定測試54.4/7.2 46飽					

	吸入壓力	吐出壓力	吸入溫度	吐出溫度	膨脹閥前溫
Pi					
Pc					
Ti					
Tc					

圖 4、壓縮機規格設定畫面

3.2測試條件設定管理

測試條件的管理，記錄著詳細各項測試項目的上下限管制值，以提供給機號測試時使用。機號要使用一個條件設定前，該條件必須已經在此條件檔管理中建立過。使用條件檔的目的是建立共同的條件管制，使單一的條件可讓多數的機號使用，以減少大量輸入相同的條件資料。

如圖 5所示中的左半部是條件代碼瀏覽，右半部是條件的詳細管制上下限值。右半部的資料會隨時更新，多數的操作都須把游標移到預備處理的條件再執行之。

條件代碼
R407C額定測試 54,7 SH
R407C邊界測試 27.5,-20
R407C邊界測試 27.5,12.5
R407C邊界測試 40,-20
R407C邊界測試 65,12.5
R407C邊界測試 65,3
r407c 額定754 cpld
冷房中間
冷房中間1
冷房定格18.3
冷房定格18.3-02
冷房定格18.3-03
冷房定格18.3-04
冷房定格18.3-05
冷房定格18.3-06
冷房定格18.3-07
冷房定格18.3-08
冷房定格18.3-09
冷房定格18.3-10

條件代碼: 額定測試54.4/7.2 46飽

目標值設定 | 參數設定 |

	使用	目標值	範圍
電壓控制 (V)			5
吸入壓力 (MPa) <input checked="" type="checkbox"/>		0.65	0.1
吐出壓力 (MPa) <input checked="" type="checkbox"/>		2.331	0.1
吸入溫度 (°C) <input checked="" type="checkbox"/>		18.3	0.3
膨脹閥前溫度 (°C) <input checked="" type="checkbox"/>		46.1	0.3
蒸發器出口溫度 (°C) <input type="checkbox"/>		18.33	

圖 5、條件設定畫面

3.3監控測試畫面

一進入畫面時是在測試順序設定頁面，使用者可在此設定測試之順序，每筆測試可單獨設定機型、測試機編號、測試條件與擷取數值等各



項設定來進行自動運轉調整工況以進行測試及存檔，在測試模式時可隨時中斷測試如圖 6 所示。

順序	測試	測試條件	測試溫度 (°C)	電壓 (V)	電流 (A)	等待時間 (分)	測試時間 (分)	測試時間 (分)	測試次數	測試目的	測試結果 (OK/NG)
1	YES	R407C 標準測試條件 4.45	50	460		2	2	4	4	4	OK
2	YES	設定溫度 54.4/7.2/46.6	50	620		2	2	4	4	4	OK
3	YES	R407C 標準測試條件 65.13.5	50	620	35		2	4	4	4	OK
4	YES	R407C 標準測試條件 65.5	50	620	35		2	4	4	4	OK
5	YES	R407C 標準測試條件 54.7	50	620		1.5	1.5	4	4	4	OK
6	YES	R407C 標準測試條件 54.7	50	620		1.5	1.5	4	4	4	OK
7	YES	R407C 標準測試條件 54.7	50	620		1.5	1.5	4	4	4	OK
8	YES	R407C 標準測試條件 54.7	50	620		1.5	1.5	4	4	4	OK
9	YES	R407C 標準測試條件 54.7	50	620		1.5	1.5	4	4	4	OK
10	YES	R407C 標準測試條件 54.7	50	620		1.5	1.5	4	4	4	OK

圖 6、監控測試設定畫面

即時監控主要分為四部:(1)測試機型、測試機編號、測試條件和時間，(2)即時數據，顯示各量測及運算數據，(3)測試時間狀態顯示區，(4)功能鍵如圖 7 所示。

一旦進入即時監控模式，畫面只顯示數據而不作判定存檔，當按下測試鍵時，程式即進入測試模式，此時程式會自動根據所設定之參數目標值進行系統穩定判定與平均擷取數值，也會依照設定的擷取數值時間與筆數進行測試與存檔，測試結束後，又回到即時監控模式，在測試過程中隨時可以中斷測試。

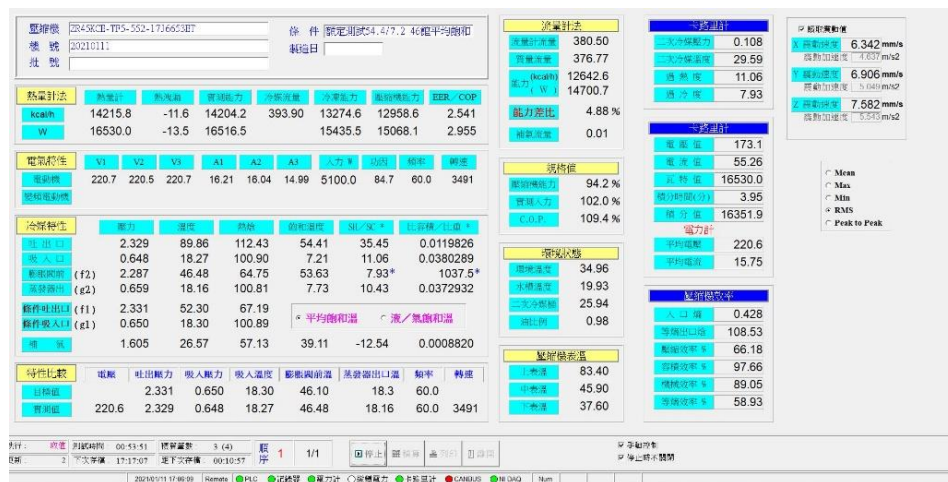


圖 7、即時監控畫面

測試時設定即時曲線可以顯示各測試點的動態變化，以判定系統是否為穩定狀態，最多可以同時選擇6個項目監看，主要監看項目為吐出口壓力、吸入口壓力、吐出口溫度、吸入口溫度、膨脹閥入口前溫度、以及冷媒流量，其他依使用者欲查看項目勾選如圖 8所示。剛啟動時曲線波動起伏較大，經一段時間後曲線接近平穩或波形擺盪規律，視為系統穩定狀態，其判斷依據係條件設定之上、下限值。

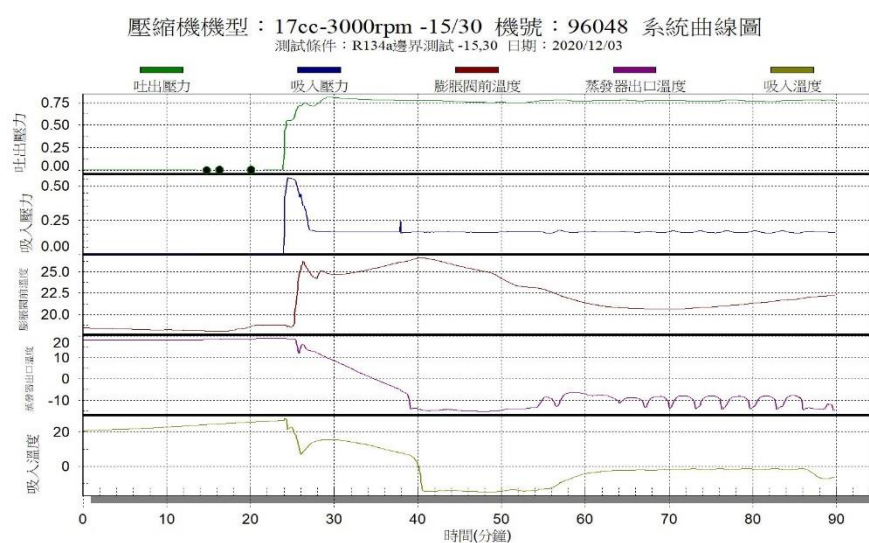


圖 8、即時曲線監看畫面

3.4測試資料管理

查看某測試機編號測試結果所得之各筆詳細資料，使用者可在螢幕上觀看到每一筆測試資料的所有量測及運算的數據及平均值，點選任一個儲存資料，使用預覽查看各項數據如圖 9所示，使用者也可修改任一數據或將測試所得之資料輸出成電子試算表格式。報告格式分為兩頁；第一頁顯示壓縮機測試條件、壓縮機測試結果、壓縮機性能結果如圖 10所示，第二頁顯示更詳細測試數據共60個測試項目如圖 11所示。



壓縮機名稱	機號	測試條件	機號	開始時間	結束時間	編號
75ccHanbell	2019/07/31	額定測試54.4/7.2.46種	2019/07/31	2019/07/31 17:11:01	17:45:35	2387
75ccHanbell-02	2019/07/31	額定測試54.4/7.2.46種	2019/07/31	2019/07/31 17:45:35	17:54:56	2388
75ccHanbell-03	2019/07/31 3600	額定測試54.4/7.2.46種	2019/07/31	2019/07/31 17:54:56	18:22:52	2389
75ccHanbell-04	2019/07/31 6000	額定測試54.4/7.2.46種	2019/07/31	2019/07/31 18:22:52		2390
75ccHanbell-05						
75ccHanbell-06						
75ccHanbell-07						
B855DH-80A2T						
B855DH-80A2W						
B855DH-80A2Y						
B855DH-80C2						
B855DH-80C2W						
B855DH-80C2Y						
B855DH-80D2						
B855DH-80D2G						
B855DH-80D2Y						

圖 9、測試資料管理畫面

壓縮機性能測試平台試驗報告									
壓縮機規格									
品牌		壓縮機廠家		0					
系列	108.03.06	冷凍油種類		3M-POE					
額定冷量	B40°C	冷凍油粘度(c.c.)		1500					
額定電壓(V)	200-220/200-220	冷量能力(W)		14000					
額定電流(A)	15	C.O.P. (EER)		2.7					
額定功率(W)	3500	啟動電容(μF)		X					
額定轉速(rpm)	5000	電容啟動電容(μF)		XXX					
轉數	3	壓縮機冷卻方式		XXX					
總重量(c.c.)	73.23	壓縮機軸重量(kg)		36.238					
壓縮機尺寸	標準	壓縮機軸重量(kg)		36.238					
壓縮機電氣規格									
有線電壓		有線電壓(V)							
有線電壓		有線電壓轉速(rpm)							
有線電壓		有線電壓轉速(rpm)							
有線電壓		有線電壓轉速(rpm)							
壓縮機性能條件									
試驗冷量	B40°C	試驗電壓(V)		220					
輸出壓力(MPa)	3.01	環境溫度(°C)		33					
輸入壓力(MPa)	0.005	試驗目的							
試驗溫度(°C)	60	試驗時間							
試驗電壓(°C)	15	試驗量							
試驗電壓(°C)	65.79	積分時間(min)		3					
試驗電壓(°C)	5.11	試驗時間轉速		2019/5/6 15:18					
試驗電壓(°C)	5.79	試驗時間轉速		2019/5/6 16:07					
試驗電壓(°C)	5.82	試驗時間轉速		00:48					
壓縮機試驗結果									
輸出壓力(MPa)	3.01	試驗電壓(V)		219.5					
輸入壓力(MPa)	0.005	試驗轉速(rpm)		60.00					
試驗溫度(°C)	60.1	冷量能力(W)		88.76					
試驗溫度(°C)	15.0	冷量能力(MPa)		345.77					
試驗溫度(°C)	65.8	冷量能力(MPa)		340.82					
試驗溫度(°C)	5.1	冷量能力(MPa)		340.82					
試驗溫度(°C)	5.7	冷量能力(MPa)		340.82					
試驗溫度(°C)	5.9	冷量能力(MPa)		340.82					
試驗溫度(°C)	5.48	冷量能力(MPa)		340.82					
試驗溫度(°C)	5.45	冷量能力(MPa)		340.82					
試驗溫度(°C)	0.004	冷量能力(MPa)		340.82					
壓縮機性能結果									
冷量能力	W	10760	11593.2	148.2	6.50				
冷量能力	kcal/h*W	1.462	1.479	0.017	1.16				
冷量能力	W/W	1.700	0.000	1.16					
冷量能力	W	6500.0	6500.0	190.9	2.85				
冷量能力	A	19.2	20.26	0.06	4.76				
冷量能力	%	61.03	%	49.55	%				
冷量能力	%	61.17	%	49.55	%				

圖 10、電子試算表格式之一

壓縮機性能測試平台試驗報告									
序號	項目名稱	單位	第一台	第二台	第三台	第四台	第五台	第六台	第七台
1	額定冷量	W	2020.08	2020.08	2020.08	2020.08	2020.08	2020.08	2020.08
2	額定電壓	V	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0	105.0
3	額定電流	A	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
4	額定功率	W	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6	14.6
5	額定轉速	r/min	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
6	額定電壓	V	220	220	220	220	220	220	220
7	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
8	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
9	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
10	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
11	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
12	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
13	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
14	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
15	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
16	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
17	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
18	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
19	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
20	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
21	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
22	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
23	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
24	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
25	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
26	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
27	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
28	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
29	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
30	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
31	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
32	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
33	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
34	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
35	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
36	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
37	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
38	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
39	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
40	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
41	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
42	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
43	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
44	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
45	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
46	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
47	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
48	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
49	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
50	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
51	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
52	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
53	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
54	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
55	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
56	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
57	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
58	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
59	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
60	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
61	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
62	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
63	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
64	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
65	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
66	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
67	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
68	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
69	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
70	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
71	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
72	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
73	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
74	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
75	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
76	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
77	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
78	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
79	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
80	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
81	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
82	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
83	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
84	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
85	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
86	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
87	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
88	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
89	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
90	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
91	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
92	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
93	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
94	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
95	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
96	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
97	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
98	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
99	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
100	額定電壓	V	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0

第四章 測試技術建立

4.1 測試系統改良與優化程式

本性能測試平台實體如圖 12所示，在初期使用過程中遇到幾個問題，並且找出改善措施以協助測試方法之改良。改善點一:在測試自製變頻壓縮機，於標準工況冷凝溫度 54.4°C 、蒸發溫度 7.2°C 時，發現轉速從1,800rpm直接提高到5,400rpm時，系統反應吐出口溫度會突然提高，本測試系統已設定吐出口溫度超過 120°C 時會將壓縮機斷電停止運轉並跳出警告畫面。為了改善這個問題，本檢測設備必須調整系統程式之操作程序，當自動測試切換轉速之前，先將吐出口壓力和吸入口壓力調整接近0.5 MPaA 壓差後，再進行轉速切換，如此一來即可避免不會因轉速提升過多且過快，而造成吐出口溫度過高而停機之問題。



圖 12、壓縮機性能測試平台整體照

改善點二:在測試不同工況時，系統要自動達到穩定設定的壓力與溫度目標值，穩定時間都需超過一個小時以上，以標準工況冷凝溫度 54.4°C 、蒸發溫度 7.2°C 為例，原先未設定PID控制器之參數值時，從啟動壓縮機到系統穩定大約要一個多小時；使用手動調整PID控制器之參數值後，約20~30分鐘就可達系統穩定並擷取數值，大幅節省測試時間

與測試成本。為了改善此問題，本測試系統亦新增系統程式功能，該程式可將每次測試不同工況時，達到穩定時之 PID 控制器參數值加以記錄，如圖 13 所示，以便下次測試相同工況時，可以套用上一次快速達到穩定工況之控制器參數值，進而縮短等待穩定時間。



圖 13、PID 設定畫面

改善點三:在進行標竿產品壓縮機邊界條件測試時，發現冷媒觀測視窗有冒泡現象，首先將冷媒填充至一半高度也無法改善此情況如圖 14 紅線所示。另外，嘗試調整水槽溫度從原先設定 20 度調整到 4 度，但水溫降到 8.4 度後就無法再降低如圖 15 所示。經分析後認為此邊界工況之吐出口壓力和吸入口壓力差只有 0.416 MPaA，加上冷媒管路壓力損失，才會造成系統無法穩定。另外水槽溫度到 8.4 度就無法再降低的問題，經證實為目前使用之冰水機製冷能力不足，為了改善此問題，該檢測設備亦須進行冰水機軟硬體之匹配調整。



圖 14、冷媒填充後液面高度



圖 15、水槽水溫顯示錶

4.2測試時須注意事項

系統運轉中，需要經常注意檢查冷媒觀測視窗是否有氣泡或不足之現象如圖 16所示，整理並分析原因後說明如下:(1)若冷媒不足時，需再充填冷媒並利用觀測視窗確認使否呈現液體飽滿狀態，如圖 17所示；(2)冷媒不足時也會反應在膨脹閥入口前溫度，在啟動一段時間後膨脹閥入口前溫度若仍有飄忽不定的情況時，可先去檢查冷媒觀測視窗的現

象，再決定是否填充冷媒。

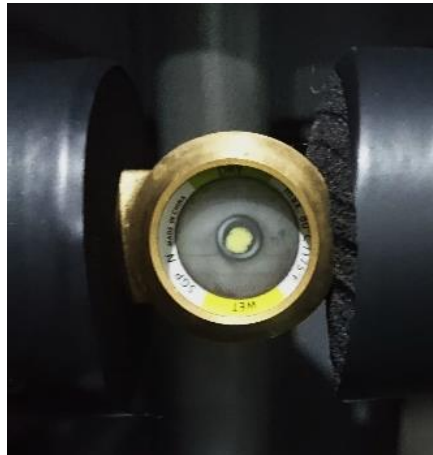


圖 16、冷媒不足視窗狀態

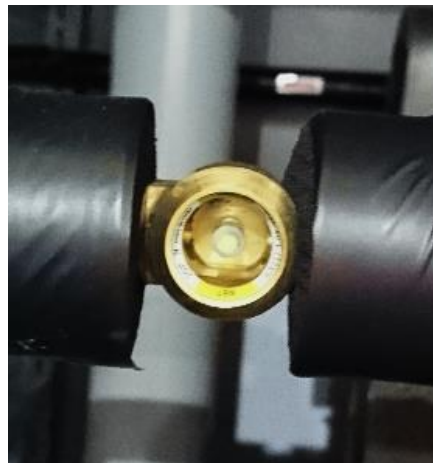


圖 17、冷媒充足視窗狀態

測試中可將冷凝器的加熱器開啟，且自動控制系統也會自行判斷，可有效加速系統到達吐出口壓力設定目標值如圖 18所示，在到達設定目標值前就可先行關閉加熱器，避免吐出口壓力超過目標值。如此一來吸入口溫度與膨脹閥入口前溫度可較快達到目標值如圖 19所示，加速系統進入穩定運轉狀態。



圖 18、冷凝器加熱器與吐出口壓力顯示錶



圖 19、吸入溫度與膨脹閥入口溫度顯示錶

第五章 結論

透過此自動化壓縮機性能測試設備平台技術開發，可更加準確地控制閥開度、溫度與壓力變化，以往使用之測試系統需仰賴測試者的經驗調整系統控制閥開度，但因系統回饋反應時間較長，造成壓力和溫度顯示值亦會飄動，因此多半要花費更多時間才能完成一個測試條件；以產業量產而言，尚不適合做為產品出貨前的檢驗測試設備。本研究所發展之系統設備目前仍未達到完善，後續將朝兩方向改善(1)整合振動加速規量測壓縮機運轉時振動值，用來監測壓縮機內部運轉是否正常、(2)整合變頻壓縮機的驅控器，從系統端下達指令更改壓縮機的轉速和頻率，使得自動控制功能更加優化齊全。未來更期望可達到一次設定10個不同測試條件，達成無需人員監控之自動測試功能，有效提升人員使用效益。



參考文獻

- [1] 王文博、胡興邦，「冷凍空調原理(上)」，承美科技圖書有限公司，十二版（2003）
- [2] 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，「以台北盆地景美層水體冷卻水冷式空調系統之研究」（2005）
- [3] 謝桂平、謝建新，「空調機性能測試初探」，東南學報，第二十八期，第263-272 頁（2005）
- [4] 「性能測試平台操作說明書」（2018）