

行政院農業委員會高雄區農業改良場
108年行政大樓A區冷氣空調主機汰換
108年度『建築節能與綠廳舍改善計畫』

TAB程序書

祥榮工程技術顧問有限公司

高雄市苓雅區建國一路72巷23號

TEL：07-7155818 FAX：07-7152889

中華民國一零八年六月

目 錄

第 01 章 TAB 施工通則	2
1.1 工作範圍	2
1.2 相關準則	3
1.3 品質保證	3
1.4 TAB 量測計畫書	4
1.5 TAB 成果報告書	4
第 02 章 TAB 作業準則	5
2.1 TAB 作業	5
2.2 TAB 作業企劃書	5
2.3 TAB 作業照相存證	5
2.4 TAB 作業報告書	5
2.5 TAB 作業之驗收重點	5
2.6 TAB 作業儀器	6
2.7 範例表格	6
第 03 章 儀器與校正	14
3.1 儀器基本需求	14
3.2 測量程序	14
3.3 使用儀器之範圍與精確度	14
3.4 儀器操作	16
3.5 測量技術	16

[附件一：第15950章 測試、調整及平衡](#)

第01章 TAB 施工通則

本計畫目標在於配合中央政府108年度「建築節能與綠廳舍改善計畫」，針對政府機關暨院校，改善其(1)空調系統節能策略導入節能改善、(2)進行測試、調整、平衡(Testing, Adjusting, Balancing, 以下簡稱TAB)使空調系統最佳化運轉節能改善、(3)高效率熱泵熱水系統節能改善、(4)建置或升級建築能源管理系統及(5)老舊空調主機性能提升或汰換節能改善，並帶動民間產業、增加就業機會，改善環境品質。

本作業準則提供中央政府108年度「建築節能與綠廳舍改善計畫」之TAB承攬廠商，對於本案工程範圍內之各項相關系統，執行測試調整平衡(Testing, Adjusting, Balancing, 簡稱 TAB)工作與編寫TAB量測計畫書、TAB成果報告書…等工作之作業準則。

本案主要工項為：

- 1). 汰換目前效率較差之氣冷式冰水主機，改為水冷式冰水主機，有效提升效率。
- 2). 建置冰水主機等相關改善範圍之建築能源管理系統(BEMS)，含冰水主機等數位電錶、溫度流量等物理參數感測器、運轉狀態性能分析軟體、監控電腦等裝設，有效管控設備運轉及操作，提高整體系統運轉效率。

建築能源管理系統(BEMS)，以有效管理能源使用，並執行節能與卸載運轉策略，包含：

- a). 電力需量管制卸載模式(Demand Response)
- b). 空調溫度調升節能運轉模式(Temperature Setback)

- 3). 執行冰水主機，含改善冰水主機：冰水主機之冰水與冷卻水流量、冰水與冷卻水出入溫度、電力資訊等，相關改善範圍之測試、調整、平衡。

為確保本案改善效益，需依據以下相關數據進行量測。

1.1 工作範圍

專案 TAB 承攬廠商應依據設計監造技師所提供之工程改善項目及相關規範、須知，進行TAB 之執行作業，本案之TAB 執行工作範圍如下：

(參考:更新版-108年「既有建築節能改善擴大計畫」TAB設計規劃作業須知1080227)

- (1) 改善前全空調系統總用電量測一周(得配合改善後工況調整之)，並量測一台60RT氣冷式冰機瞬時耗電、水量、進出水溫、COP；機關同步提供既設空調系統年度耗能費用。
- (2) 改善後全空調系統總用電量測一周，並量測水冷式冰機瞬時耗電、水量、進出水溫、COP。
- (3) 改善後，本案增修部分設備、壓差控制之性能確效。
- (4) 改善後，本案增修部分冰水系統之最佳化運轉調整、TAB與改善前後效益分析。
(工程標承商應先自行試運轉調整妥當，並負初始運轉試俾責任。)

(5) 因應本計畫增設之BEMS能源管理系統，協同工程標承商完成相關硬體校正測試、軟體圖形控制、遠近端開關機程序、數據統計收集之迴歸分析等功能之TAB(確效)。

(6) 於性能查核、驗收後，針對財團法人台灣建築中心查核委員建議事項，配合機關遠端執行進階 Cx 作業，即

6.1 電力需量管制卸載模式(Demand Response)，包含：

6.1.1 空調冰水供應溫度調升 1 °C、1.5 °C、及 2 °C。

6.1.2 空調冰水回水溫度調升 1 °C、1.5 °C、及 2 °C。

6.1.3 限制運轉電流

6.1.4 其他卸載模式

6.2 配合機關執行節能四模組效能分析，以最佳化系統節能與卸載運轉策略。

(7)冰水泵與冷卻水泵之TAB，含繪製H-Q性能曲線於原廠泵浦性能曲線圖上。
(得要求承包商提供原廠泵浦性能曲線圖)

1.2 相關準則

- (1) 公共工程委員會公共工程施工綱要規範，第 15950 章 測試、調整及平衡。
- (2) 冷凍空調技師公會等，空調系統測試調整平衡(TAB)操作程序指針。
- (3) 108年度「建築節能與綠廳舍改善補助計畫」測試調整平衡(Testing, Adjusting, Balancing, 簡稱TAB)規劃設計作業須知附件之相關量測表格及量測條件。

1.3 品質保證

- (1) TAB廠商所撰寫之TAB量測計畫書及TAB成果報告書先完成自主品管，並須經過設計監造單位審核及簽署。合格之TAB量測計畫書須提送財團法人台灣建築中心備查，TAB成果報告書應附於竣工文件。
- (2) 使用於測試、調整、平衡於空氣及水、電力系統之所有儀器，在使用前12個月內必須經過校準，且將校正報告附於TAB量測計畫書及TAB成果報告書中。
- (3) TAB廠商進行改善後之測試調整平衡時，請提前一周通知送財團法人台灣建築中心並提交TAB報告資料WORD檔(詳第八項附件)，於改善後量測時，需安排查核人員至現場進行抽查。
- (4) 本案專案負責人須由空調技師(領有執業技師證書)之人員擔任及全程負責，並須有雙方聘僱之文件。

(5) TAB量測包括 BEMS 系統傳訊數據確認校正。

1.4 TAB 量測計畫書

- (1) 專案 TAB 承攬廠商應依據細部設計圖說文件、TAB 程序書(作業準則)、施工前協調會結論，撰寫專案 TAB 量測計畫書。
- (2) 專案 TAB 量測計畫書主要內容應包括：TAB 測試人員學經歷、TAB 施作範圍及項目內容、TAB量測參數項目、取樣點圖示及編號、TAB作業程序與方法、TAB施作進度表、TAB量測儀器及校正報告、TAB記錄表格、BEMS能源管理系統硬體軟體測試項目及表格等。
- (3) TAB量測計畫書應送設計監造單位審核合格，並須函送財團法人台灣建築中心備查後，配合工程進度始可進行第一階段改善前量測與第二階段改善後測試調整平衡。

1.5 TAB 成果報告書

- (1) TAB廠商應主動協調施工廠商先行完工初調作業，再完成測試調整平衡後，須撰寫TAB成果報告書交由設計監造單位簽核，附於竣工文件中。
- (2) TAB成果報告書主要內容包括：TAB作業範圍、TAB量測參數項目、取樣點圖示及編號、規範依據與系統設計值、TAB作業程序與方法、工程改善前現場量測結果、工程改善完成TAB前/後現場量測結果、TAB施作照片、TAB量測儀器及校正報告、TAB節能效益評估含投資回收年限且敘明方法過程、結果與建議、BEMS系統動作確認與數值比對結果。
- (3) 依照所附件之表格範本與規定進行量測，並整理提送。
- (4) 廠商須於工程完工、並經竣工查驗合格後____日內，完成第二階段改善後測試調整平衡，並繳交 TAB 成果報告書交由設計監造單位簽核，附於竣工文件中。
- (5) TAB廠商完成改善前/改善後量測後，需於 5 個工作天內將改善前/改善後完整量測數據之EXCEL檔案與改善前/改善後耗能評估報告書WORD檔案，提供財團法人台灣建築中心備查，包含每筆數據的量測日期、時間、數據名稱、數值等。

(本章結束)

第02章 TAB 作業準則

2. 系統之測試、調整及平衡 (TAB) 作業：

2.1 TAB 作業是系統節能之必要作業，監造單位將嚴格執行，是以 TAB 作業須由有 TAB 作業實務經驗之團隊進行本項 TAB 作業。

2.2 依本規範及設計圖之需求，自行編寫 TAB 量測計劃書，內容至少應包含：

- ※ (1) 標示()流量之水系統流程、昇位圖
- ※ (2) 標示()流量及位置之水系統平面圖
- ※ (3) TAB 作業記錄總表
- ※ (4) TAB 作業範圍與項目
- ※ (5) TAB 作業組織架構
- ※ (6) 水系統 TAB 準備工作檢查表
- ※ (7) TAB 作業流程圖
- ※ (8) TAB 作業預定進度表
- ※ (9) TAB 作業之步驟明細內容
- ※ (10) 測試記錄表(含主機、泵浦、數位電表、…)
- ※ (11) 需業主 (工程標) 協助事項請求表

※本 TAB 標之作業，如熱水管保溫、冰水管保冷之拆除與復原、監控項目設定值之調整、變動、y 型過濾器之清洗等，得要求業主 (工程標) 執行。

TAB 量測計劃書需裝訂成冊(冊數另訂)，交由監造單位審查合格後、才得進行。

2.3 需會同監造單位進行各項 TAB 作業，施工前/中/後均需照相存證。

2.4 TAB 作業完成後，需編寫 TAB 成果報告書，內容至少應包含：

- (1) TAB 作業之分項記錄表格：TAB 作業之結果，應填寫記錄各項測試項目之明細表格。
- (2) TAB 水系統流程、昇位圖及平面圖：應於圖中註明溫度、流量與性能。
在圖中標示各調整閥之編號、閥開度，設計流量及最終調整流量。
- (3) (略)。
- (4) TAB 作業記錄總表：在完成TAB 作業後，整理前述各分項之記錄值，填寫TAB 作業總記錄表。
- (5) TAB 結果之評價分析：①是否有實質的節能效益。
②最終流量是否符合設計流量。
③是否發現或改善潛在的隱性問題。
- (6) TAB 之工作記錄表：
此記錄表至少應包含作業項目、施工重點及施工前/中/後之照片存證等。
- (7) 建議與結論：
對於在TAB 作業中發現但未能改善之缺點，提出改善對策或建議事項等。

2.5 TAB 作業之驗收重點：

本驗收重點，因施作過程繁複，承商得提出經監造技師確認、業主代表認可之施工照片、

紀錄表格、…等代替之。

- (1) 進行主機現場 COP 測試前，需在監造單位監督下，進行冷熱水進/出水溫度探頭之「零點校正」，確保進/出水溫度探頭零誤差（小數點一位）。

※必要時得要求業主/工程標承包商協助。

- (2) 檢驗平衡閥流量是否符合設計流量：

TAB 作業後之所有（平衡）調整閥流量值與設計值之誤差需 $\leq \pm 10\%$ 。

- (3) 檢驗中央監控系統（BEMS）之功能是否符合需求：

依設計圖說規定之項目進行檢驗，包括控制設定值、控制順序、調節範圍及控制訊號傳輸等自動控制功能是否正常。※測試時可能需暫時變更設定值，故測試後需恢復到正常設定值。必要時得要求業主/工程標承包商協助。

- (4) 主機現場 COP 測試

- (5) TAB 作業記錄總表之測試項目

- (6) TAB 成果報告書（冊數另定）

2.6 TAB 作業儀器：

承包商至少需自備電力分析儀、2 台外夾式超音波流量計、數位鉤表、溫度傳訊器、壓差計及環境溫濕度計等，原則上需檢附 1 年內之儀器檢驗合格證明文件（同型號者，得附一台校正報告、並經交叉比對，證明其儀器精度符合（CNS）規定）或一年內新儀器附出廠證明；無證明文件者，得以 2 台或 3 台儀器，會同監造單位做比對。

2.7 範例表格：

範例表格參詳後述表格，承包商需自行製作適用之表格。


TAB 作業紀錄總表 (1/2) (※驗收必要表格)

★注意：「測試調整」不可能一次完成，承包商需先自行調整妥當後，再會同監造單位核驗。未填妥數值或未在 ☐ OK 處打✓號者，視同不合格。

1.	熱水系統 @設計Lpm 時之壓力表值 kg/cm ²	熱水系統	HWP1 (額定 Amp)				HWP2 (額定 Amp)				HWP3 (額定 Amp)							
			y型入	泵入	泵出	Amp	y型入	泵入	泵出	Amp	y型入	泵入	泵出	Amp				
		壓力值																
		冰水系統	CHP1 (額定 Amp)				CHP2 (額定 Amp)				CHP3 (額定 Amp)							
			y型入	泵入	泵出	Amp	y型入	泵入	泵出	Amp	y型入	泵入	泵出	Amp				
		壓力值																
主機	WHP1 蒸發器		WHP1 冷凝器		WHP2 蒸發器		WHP2 冷凝器											
	入	出	入	出	入	出	入	出										
壓力值																		
2.	主機 現場COP 測試	WHP2	溫度探頭之零點校正 (※小數點一位須零誤差)															
			製冷：_____kw，製熱：_____kw，耗能：_____kw，COPc：_____, COPh：_____										主機用溫度探頭		蒸發器	冷凝器		
			熱平衡%：_____ (±10%) ※需在穩定狀態下，同步測量5-10分鐘，每5秒記錄一筆，並附測試記錄。 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/>										樣本杯水測試時間(分)					
													入口探頭顯示溫度(°C)					
													出口探頭顯示溫度(°C)					
													出/入口探頭溫度誤差(°C)					
4.	BEMS 系統操作順序測試	：a.開機 CHP1→HWP1→WHP1，手動 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> ，人機 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 停機：WHP1→HWP1→CHP1，手動 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> ，人機 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/>																
		WHP2：b.開機 CHP2→HWP2→WHP2，手動 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> ，人機 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 停機：WHP2→HWP2→CHP2，手動 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> ，人機 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/>																
		WHP3：c.開機 CHP3→HWP3→WHP3，手動 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> ，人機 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> 停機：WHP3→HWP3→CHP3，手動 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> ，人機 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/>																
		<input type="checkbox"/> 本地監控 <input type="checkbox"/> 遠端監控 IP：_____ <input type="checkbox"/> kw <input type="checkbox"/> kwh <input type="checkbox"/> COP <input type="checkbox"/> Lpm <input type="checkbox"/> T- <input type="checkbox"/> 迴歸分析圖 <input type="checkbox"/> 硬體校正測試 <input type="checkbox"/> 軟體圖控																
備註：																		
測試者：_____ 日期：_____年_____月_____日																		
承包商：_____ 監造單位：_____																		

TAB 作業紀錄總表 (2/2) (※驗收必要表格)

★注意：「測試調整」不可能一次完成，承包商需先自行調整妥當後，再會同監造單位核驗。未填妥數值或未在 ☐ OK 處打✓號者，視同不合格。

5	水泵現場 H-Q 曲線測試 ※需在泵廠商 H-Q 圖上，繪製實測之系統特性曲線及系統特性曲線。	%	HWP1 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)			HWP2 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)			HWP3 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)			HWPSP4 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)					
		閥全開	100	50	0	閥全開	100	50	0	閥全開	100	50	0	閥全開	100	50	0
		Lpm															
		入/出 kg/cm ²															
		實測 m															
		實測 Amp															
		%	CHP1 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)			CHP2 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)			CHP3 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)			CHPSP4 熱水泵 (hp , Lpm , mAq)					
		閥全開	100	50	0	閥全開	100	50	0	閥全開	100	50	0	閥全開	100	50	0
		Lpm															
		入/出 kg/cm ²															
		實測 m															
		實測 Amp															
		項次	項目		@ BF												
					① 1-1/2"	② 1-1/2"	③ 1-1/2"	④ 1-1/2"									
		6	 流量值 Lpm ※溫控閥須全開	設計值													
首次實測值																	
閥刻度(全開)																	
最後實測值																	
閥刻度																	
備註：																	
測試者： 日期： 年 月 日																	
承包商： 監造單位：																	

表格一 儀器校正報告（範例）

案稱：_____

INSTRUMENT TYPE 儀器類型	MANUFACTURER 製造商	MODEL NUMBER 型號	SERIAL NUMBER 序號	DATE OF USE 使用日期	INSTRUMENT CALIBRATION DATE 儀器校正日期

TAB 承攬商：_____

表格二 水系統 TAB 前準備工作檢查表例（範例）

業主		檢查日期		年 月 日
工程名稱		設備編號		
項次	準備項目	是	否	備註
一、收集資料				
1	標示()流量之水系統昇位圖			
2	標示()流量及位置之水系統平面圖			
3	水系統 TAB 記錄總表			
4	水系統 TAB 準備工作檢查表			
5	水泵性能曲線圖 (H-Q 圖)			得要求工程標承商提供
6	水泵 (H-Q) 測試記錄表			
7	水系統平衡調整記錄表			
8	主機測試記錄表			
9	水泵測試記錄表			
10				
二、確認事項：				
1	確認溫度控制閥全開			
2	確認減壓旁通閥全關			
3	確認平衡閥全開			
4	確認平衡閥、逆止閥及自動控制閥等之方向正確			
5	確認其他閥在應有之開或關位置			
6	確認冷卻塔風扇之轉向及電源正確			
7	確認泵之轉向及電源正確			
8	確認空調箱、冷風機之轉向及電源正確			
9	確認變頻器固定在 60Hz 位置			
10	確認自動排氣閥可正常排氣			
11	確認(密閉)膨脹水箱之壓力、水位、閥開度正常			
12	確認管路及 y 型過濾器無異物阻塞			
13	確認完成排氣試運轉，使水系統管路中無空氣			
三、準備儀器：				
1	電力分析儀			
2	外夾式流量計			
3	水溫度計 (0.1℃ 刻度或顯示型)			
4	壓力表或壓差計 (0.1 kg/cm ² 刻度)			
5	電功率計或數位鉤表			
6	溫濕度計			

檢查者：_____

表格三 冰水主機性能量測物理量（範例）

專案名稱：			測試日期： 年 月 日 / 時間：			
委託單位：			外氣溫度：			
測試單位：			外氣相對濕度：			
測試設備編號：			測試人員：			
項目		單位	設備銘牌資料			
冰水/儲冰主機 規格	廠牌	—			製造日期：	
	型號	—			電壓：	
	額定冷凍能力	kW			電流：	
	額定消耗電力	kW			COP：	
	冷媒種類	—				
設備負載率(%)			100%	100%	75%	50%
測試項目	物理量	單位	設計要求	實測紀錄數值		
流量數據	冰/滷水流量	LPM				
	冷卻水流量	LPM				
溫度數據	冰/滷水入水溫度	°C				
	冰/滷水出水溫度	°C				
	冷卻水入水溫度	°C				
	冷卻水出水溫度	°C				
電力側	運轉電流三相	A				
	運轉電壓三相	V				
	消耗電力	kW				
	功率因數	%				
性能分析	冷凍能力	kW				
	冷凝能力	kW				
	COP	—				
	熱平衡	%				

測試日期：_____ 測試者：_____

備註：

1. 依照冰水主機設定出廠條件進行測試
2. 請提供改善後之冰水主機送審資料及廠驗紀錄
3. 改善前現場測試可利用末端送風機啟停數量或系統設有旁通閥進行卸載控制
4. 請廠商判斷，狀況容許之下，建議至少量測 100%、75%、50%運轉狀態
5. 廠商量測冰水主機時，請確認數值正確性、合理性，數據筆數至少達到 3000 筆以上(每分鐘一筆)，且每筆數據熱平衡值至少為±15%以內。

表格五 泵浦量測物理量（範例）

專案名稱：		測試日期： 年 月 日 / 時間：			
委託單位：		外氣溫度：			
測試單位：		外氣相對濕度：			
測試設備編號：		測試人員：			
項目		單位	設備銘牌資料		
水泵 規格	廠牌	—			
	型號	—			
	製造年份	—			
	設計揚程	M			
	設計流量	LPM			
	馬達轉速	—			
	消耗電力	kW			
測試項目		單位	實測紀錄數值		
測試狀態		—	設計要求	第一次 :	第二次 :
水側數據	吸入端壓力	kg/cm ²			
	吐出端壓力	kg/cm ²			
	吸入/吐出端壓力差	kg/cm ²			
	供水量	LPM			
電力側	變頻器運轉頻率	Hz			
	三相運轉電壓	V			
	三相運轉電流	A			
	消耗電力	kW			
	功率因數	%			

備註：

1. 於現場狀態允許下，改善前/後請繪製 P-Q 曲線，可利用變頻器或手動閥件進行調整

若為變水量系統，請量測水泵馬達頻率 30Hz、45Hz、60Hz 運轉狀態

測試日期：_____ 測試者：_____

表格六 冷卻水塔測試物理量（範例）

專案名稱：			測試日期： 年 月 日 / 時間：		
委託/測試單位：			外氣溫度/相對濕度：		
測試設備編號：			測試人員：		
項目		單位	設備銘牌資料		
冷卻水塔 規格	廠牌/型號/製造年份	—			
	冷凝能力	kcal/hr			
	消耗電力	kW			
測試項目		單位	實測紀錄數值		
測試狀態		—	設計要求	第一次 :	第二次 :
冷卻水側	冷卻水管徑	mm			
	冷卻水管厚度	mm			
	冷卻水流量	LPM			
	冷卻水塔入口溫度	°C			
	冷卻水塔出口溫度	°C			
電力側	變頻器運轉頻率	Hz			
	三相運轉電壓	V			
	三相運轉電流	A			
	消耗電力	kW			
	功率因數	%			
空氣側	入風平均風速	m/s			
	進風口乾球溫度	°C			
	進風口濕球濕度	°C			
	出風口乾球溫度	°C			
	出風口濕球溫度	°C			
性能分析	散熱能力	kcal/hr			
	趨近溫度	°C			
	近似效率	%			
備註					

備註：1.若為變風量系統，請量測風機馬達頻率 30Hz、45Hz、60Hz 運轉狀態

2.請廠商判斷，狀況容許之下，請取得製造廠商標準性能曲線(L/G 與 KaV/L 對應曲線)

3.冷卻水管徑、厚度依照設計圖與 CNS 設計值取得

(本章結束)

第03章 儀器與校正

3.1 儀器基本需求

本章節說明測量評估節能過程中，使用儀器的選擇和應用。包括數據擷取和感測器類型、應用方法（量測、暫時性和永久性安裝）、校正複雜性、不確定性分析、數據生效方法和測量系統維護。儀器操作選擇依照工程要求、經費限制、並且測量完成預期的數據，提出徹底精確性的分析。儀器操作選擇應依照本案工程要求、並且測量完成預期的數據，提交精確的分析。

3.2 測量程序

在測量儀器安裝之前，應提出適當的測量程序，且確認儀器的可靠性。程序包括如下內容：

- (1) 測量點名稱。
- (2) 測量類型。
- (3) 測量儀器的描述。
- (4) 安裝方式。
- (5) 說明合適的操作條件與安裝位置。
- (6) 準確度要在規定範圍內。
- (7) 測量儀器應有正確之數據擷取程序。
- (8) 應有儀器校正紀錄。
- (9) 校正週期或重新校正日期。
- (10) 允許修正誤差之程序。

3.3 使用儀器之範圍與精確度

使用儀器之範圍與精確度詳表 3-1 儀器精度要求。

表 3-1 儀器精度要求(SI Units)

量測項目	範圍	精確度	解析度	校正間隔
轉速量測	0~5000 rpm	+/-2 % 讀值	+/-5 rpm	十二個月
溫度量測	-40 ~ 115°C	+/-1% 讀值	0.1 °C	十二個月
氣流	-40 ~ 115°C		0.1 °C	
浸泡	-40 ~ 115°C		0.1 °C	
接觸				
電力量測	0~600 VAC	+/-2 % 讀值	1 Volt	十二個月
電壓	0~100 Amps		0.1 Ampere	
電流				
氣壓量測	0~2500 Pascals	+/-2 % 讀值	2.5Pa (≤ 250Pa)	十二個月
氣流速度量測	0.25~12.5 m/s	+/-5 % 讀值	0.1 m/s	十二個月
相對濕度量測	10~90 %RH	2 % RH	1 %	十二個月
風罩式風量計量測	50~1000 L/s	+/-5 % 讀值 +/-2.5 L/s	數位：0.5 L/s 類比：不適用	十二個月
皮氏管量測	≥ 45 cm	不用	不用	不需校正
液體壓力量測 (錶壓)	-760 mmHg~400 kPa 0~700 kPa 0~1400 kPa	+/-2 % 讀值	3.3 kPa 6.7 kPa 16.7 kPa	十二個月
液體差壓量測	0~25kPa 0~300kPa	+/-2 % 讀值	250 Pa 3.0 kPa	十二個月

3.4 儀器操作

測量值因測量位置、測量性能的感測器、數據記錄器和取樣方法而受影響。盡可能利用現有設備。

3.5 測量技術

測量技術的變化依照實地測量應用需求。需求包括測量經費、測量結果的不確定性限制，測量儀器的限制，並且在特定時間擷取數據。

依據實際需求，將量測時間加以分類，把擷取數據的時間分類為3類：即時量測、短期量測。

即時量測：即時量測通常由可攜式或手提式儀器量測，每點測試條件短暫。儀器操作在適當的位置未固定，擷取的數據只是實際條件的小樣本。例如儀器包括可拆式電力計、手提式表面溫度計和可攜式超音波流量計或熱量計。

短期量測：短期量測的測試期間(從一天至六個月)通常是臨時安裝儀器。為了儀器安全和數據存取的費用，測試期通常不超過6個月。按裝儀器時應注意會影響系統操作之因素。1~4個頻道的可程序數據獲取系統與足夠的記憶容量和正確度為最常用的儀器。

(本章結束)

附件一

第 15950 章
測試、調整及平衡

1. 通則

1.1 本章概要

1.1.1 本章節規定所有水及空氣系統的平衡、測試及調整。

1.2 工作範圍

1.2.1 空氣系統之測試、調整及平衡。

1.2.2 液體系統的測試、調整及平衡。

1.2.3 熱泵系統完工運轉狀況之測量。

1.3 相關準則

1.3.1 中國國家標準(CNS)

(1)CNS 12608 J7208 校正實驗室及測試實驗室能力一般準則

1.3.2 空氣風量平衡聯會(AABC)

(1)AABC 現場測量、儀器及全系統平衡

(2)AABC 空氣系統

(3)AABC 空氣分佈測試及平衡

(4)AABC 冰水及熱水系統平衡

1.3.3 美國標準協會(ANSI)

(1)ANSI B31.3 石化廠壓力管路製造、安裝、測試規定

1.3.4 美國冷凍空調工程協會(ASHRAE)

(1)ASHRAE 系統手冊

1.3.5 建築水電工程協會(CIBSE)

(1)CIBSE 調整法規

1.3.6 環境系統測試平衡調整之標準程序(NEBB)

1.4 品質保證

1.4.1 使用於測試及平衡空氣及水系統的所有儀器，在使用於測試之前12個月內，必須校準過。

1.4.2 工程安裝完成後，承包商應安排專業人員進行測試、調整及平衡的工作，將測試紀錄提報業主及監造單位審核。

1.5 資料送審

1.5.1 承包商應就空氣系統與水系統設備、管線等測試與平衡，提出測試計畫書。

1.5.2 系統設備測試前，提送註明調整、平衡及設備資料之報告應含測試及儀表的位置平面圖。

1.5.3 在作平衡測試前，須先提送測試程序報告書。

1.5.4 最後驗收前，需將熱泵系統之空氣及水系統施行測試及平衡結果。提出之測試報告經核定後併入操作及保養手冊。

2. 產品

2.1 現場環境測試

2.1.1 水管路系統 - 壓力測試

(1)概述：

A. 每一水管路系統應予測試。

B. 全部管路及接頭，在油漆、隔熱絕緣安裝、或覆蓋於隱蔽處所之前，應施行水壓或氣壓測試。

C. 可將部分管路隔離，獨立實施試壓，以免影響其它一般之進度。管路系統如有施行任何改變，則管路系統受影響之部分應予重試。

D. 試壓時如發現材質不良或加工技術缺陷應予矯正，並重行系統測試。

E. 工作壓力低於測試壓力之設備，或其他管路系統配件，測試應自系統隔離，測試時承包商應對任何損壞負全責。

(2)材料：承包商應提供測試時所需之全部工具、設備、材料、儀具、及壓縮空氣等。

(3)測試：各系統應依下述程序施行測試。如有任何修理，則該項目需重試直至系統獲致緊密

效果為止，除另有規定外，管路應依ANSI B31.3施行水壓測試。

(4) 報告：承包商需依上述規定，自行完成測試提出紀錄供業主審核，業主得於測試過程或就測試紀錄抽查之。

2.1.2 風管洩漏測試

(1) 概述

A. 中壓力及高壓力之風管，在施工期間包裹隔熱絕緣前，應施行工地測試。測試依每一風管系統為單位施行。

B. 裝在管道間之垂直風管應分段測試，以便管道壁及風管隔熱絕緣之組立。

C. 機械室中之水平主風管，應在全部垂直管測試已經接受，且垂直管已經連接至主管後，但在支管連接至垂直管之前，予以進行測試。主管應依垂直風管支管之說明測試。

D. 全部測試由承包商在現場施行完成，作成紀錄呈報監造單位，監造單位得抽查有關風管測試數據之記錄，含測試壓力及漏氣。

(2) 測試設備：

鼓風機之容量，最小應有被測試系統在3 KPa wg 靜壓力時之總空氣容積之2%。

A. 流孔板或其他經校準可接受之空氣流動容量測試設施，校準至系統容量之0.1%~2%之範圍。

B. 除非使用直接讀數儀表，應有二個表計，其一讀風管壓力，另一讀空氣流量。

C. 減振裝置或其他設備，用以提升靜壓力至規定強度。

D. 機組應成包裝件形式安裝，其容量應獲核准，亦應具備全部配件以便進行測試，例如撓性接頭、延長線、起動器、指示燈等。

(3) 測試壓力：中壓力及高壓力風管

A. 通常由風管供應空氣接至混合箱、減壓空氣閥、及可變量調節箱。

B. 風管破壞測試壓力，試10分鐘：

a. 圓導管：3 KPa wg。

b. 方或矩形導管：1.5 倍之風機靜壓力。

C. 風管洩漏測試壓力：

a. 主管及升位管：1.5 KPa wg。

b. 水平支管：1.0 KPa wg。主風管、支風管、升位管之洩漏測試，應分開施行及記錄。

(4) 許可之洩漏量：

最大許可洩漏量，應為在1 1/2 倍風管運轉壓力施行測試，總運轉風管流動空氣量之1%。

(5) 測試故障：

如測試壓力及洩漏量不能達到標準，或遇空氣噪音狀況，則風管應予修理，並應以鐵板修理及密封而不得使用膠帶。

2.1.3 空氣及水系統－測試及平衡

(1) 概述：

承包商應就熱泵系統之空氣系統與水系統設備、管線等，作性能測試與平衡。

(2) 性能鑑定：

完成測試及平衡工作後，應提送測試報告給業主，必要時監造單位得要求測試報告中所列之任何出口、供氣風機、排氣風機、泵、或其他設備，重新檢查或查核。在此時期，承商應提供對所要求之測試及調整所需技術人員及儀具。

(3) 責任：

A. 承包商有義務與擔任檢查之第三者專業機構合作，辦理下列事項：

a. 在最後完工日期前，提供充份時間，使測試及平衡能夠完成。

b. 需要時提供勞力及工具，以便矯正工作而無稽延，必要時，需按裝風量調節風門，依需要設孔洞，作插入溫度表、指示管、及其他儀表之用。完成測試及平衡後，即堵塞所有孔洞。

c. 當每一測試及平衡之工作日，需使全部通風及熱泵系統與設備保持繼續運轉。

d. 在施工期間，對系統所作之修改，應通知檢查機構，並應提供全套施工製造圖。

e. 承包商對每一規定具有確定槽輪數之風機，於最後平衡階段，應考慮更換一只槽輪而不增加額外費用。此外，也應考慮由於最後平衡開始前，部分建築物被占用而須平衡部分系統，以致需要更換槽輪。最後之空氣量應由調整風機速度而獲致。

f. 提供一全套機械平面圖及規範給檢查機構。

g. 測試前安裝清潔濾清器。

B. 檢查機構應就熱泵系統之空氣系統與水系統設備、管線等，選定範圍施行完整之檢查及平衡所需全部工作，工作包括但不限於下列各項：

- a. 審閱規範及圖面，指出額外或重定位之平衡設施，準備額外圖面、流程圖、或建議之修改事項，提出之測試報告須包括修改所需之圖面及建議書。
- b. 在施工期間，施行各種安裝之定期檢查，尤其須注意可能影響系統平衡之工作。如發現不良狀況，應立刻報告建築師。
- c. 平衡、調整、及測試全部空氣轉動之設備及空氣分佈、排氣及再循環系統。
- d. 測試全部水泵及熱交換設備。
- e. 平衡冷凍水量之分佈。
- f. 準備有關設備功能不良或工作不完全而足以妨礙平衡進度之定期報告。
- g. 對監造單位提供關於完成測試及平衡之完整測試及平衡數據。

(4) 測試及平衡數據報告格式：

檢查機構應提供所建議之數據報告格式，此項報告格式應由下述數據擇要編列，包括所述每一項目之設計及實際情況。

A. 送風系統：

- a. 日期。
- b. 系統編號及位置。
- c. 風機轉速(rpm)。
- d. 通過濾清器時之壓降。
- e. 風機吸入靜壓力。
- f. 風機送風靜壓力。
- g. 風機馬達之安培數。
- h. 馬達額定安培數，起動器加熱器個數及額定安培值。
- i. 每小時再循環空氣立方公尺數(CMH)。
- j. 外氣立方公尺數(CMH)。
- k. 外氣狀況(乾球及濕球溫度)。
- l. 回風狀況(乾球及濕球溫度)。
- m. 進入盤管狀況(乾球及濕球溫度)。
- n. 離開盤管狀況(乾球及濕球溫度)。
- o. 風機送風狀況(乾球及濕球溫度)。
- p. 主風管每小時立方公尺數(CMH)。
- q. 區域每小時立方公尺數(CMH)。
- r. 鑑別每一系統中那一空氣閥放置在全開位置。

B. 排風及回風系統：

- a. 日期。
- b. 系統編號及位置。
- c. 服務之房間或區域。
- d. 風機轉速(rpm)。
- e. 馬達安培數，起動器加熱器個數及安培額定。
- f. 額定馬達安培數。
- g. 每小時總立方公尺數(CMH)。
- h. 風機進風靜壓力。
- i. 風機送風靜壓力。

C. 房間數據：

- a. 房間數。
- b. 供氣及排氣系統數。
- c. 每一出風口之每小時供氣立方公尺數(CMH)。
- d. 每一送風格柵或排氣格柵之每小時排氣立方公尺數(CMH)。
- e. 出風口尺度及面積有效因數。
- f. 每一開口之最後調整百分數。

D. 水系統：

- a. 測試時屋外狀況。
- b. 泵名稱及個數。
- c. 泵轉速(rpm)。
- d. 泵安培數(個別運轉)。
- e. 泵安培數(複合運轉)。
- f. 額定馬達安培數，起動器加熱器個數及安培額定。

- g. 泵進口壓力(個別運轉)。
- h. 泵進口壓力(複合運轉)。
- i. 泵出口壓力(個別運轉)。
- j. 泵出口壓力(複合運轉)。
- k. 每分鐘公升數(LPM)(個別運轉)。
- l. 每分鐘公升數(LPM)(複合運轉)。
- m. 出水溫度。
- n. 回水溫度。
- o. 每一熱交換器之每分鐘公升數(LPM)。
- p. 每一盤管排之每分鐘公升數(LPM)。
- q. 冷凍水盤管之輸入及輸出溫度(盤管水狀況應與空氣溫度同時記錄)。
- r. 冷凍水冷卻盤管之輸入及輸出壓力。
- s. 最後調整值佔設計值之百分比(LPM)。

(5)測試程序－概述：

承包商依下述要求擇要施行測試並平衡各系統，記錄報請監造單位核備。

(6)測試及平衡程序－第一階段：

A. 空氣系統：

- a. 測試並調整風機rpm 到設計要求。
 - b. 測試並調整系統到每小時設計回風之立方公尺數(CMH)。
 - c. 測試並調整系統到每小時設計外氣立方公尺數(CMH)。
 - d. 測試並記錄進風溫度(乾球冷卻溫度)。
 - e. 測試並記錄進風溫度(濕球冷卻溫度)。
 - f. 測試並記錄離風溫度(乾球冷卻)。
 - g. 測試並記錄離風溫度(濕球冷卻)。
 - h. 調整全部主送風及回風量(CMH)。
 - i. 測試並記錄每一盤管在閥全開位置時之進入及離開空氣溫度。
 - j. 調整全部區域至適當之每小時設計立方公尺數(CMH)，送風及回風。
 - k. 測試並調整每一出風口、格柵風口，至設計要求之5%以內。如超過四個出口供應一處空間時，則測試至調整每一出口至設計要求之10%以內。
 - l. 應記下每一出風口、格柵風口之位置及區域。
 - m. 出風口、格柵風口及全部測試設備之大小、型式、因數、及製造，均應予以識別並列表。
- 所有設備之製造廠額定值，應用以製作所需之計算。
- n. 格柵風口、出風口之讀數及測試，應包括所需速度及測試合成速度之每秒公尺數(MPS)、小時立方公尺數(CMH)、及每小時測試合成立方公尺數(CMH)。
 - o. 與溫度控制裝置之製造廠代表合作，從事自動運轉型風量調整風門之對準及調整，使其運轉能一如所規定、指示、及記錄者。承商應檢查所有為適當校準而設之控制裝置，並將控制裝置安裝人員所調整之全部控制裝置列表。
 - p. 所有區域中之全部格柵風口、出風口，應調整使其氣流減至最小程度。

B. 水系統：

調配水系統，使其平衡成為下述狀況：

- a. 除系統運轉時閥之設計正常應予關閉者外，將所有各手動關斷閥打開至全開位置。
 - b. 拆除全部過濾器並予清潔。
 - c. 檢驗系統中之水，證實其業已處理且清潔。
 - d. 檢查泵轉動。
 - e. 檢查膨脹水箱以判定系統中無空氣封閉在系統內，並確認系統中完全充滿水。
 - f. 在水系統之最高點，檢查全部排氣閥，並鑑別全部均安裝及運轉正常，自手動排氣閥放出所有空氣。
 - g. 調整溫度控制裝置，使全部盤管需要完全冷卻。
 - h. 檢查及調整，並與溫度控制裝置之製造廠代表合作，設計冷凍水溫度。
- (7)測試及平衡程序－第二階段：
- A. 調整冰水泵為每分鐘適當公升數(LPM)之送水量。
 - B. 調整冰水之水流。
 - C. 檢查冷卻盤管進口側之水溫，注意自水源送來水溫度之升降。
 - D. 進行平衡每一冰水盤管。
 - E. 完成盤管處之水流讀數及調整，標明所有調整並記錄數據。

(8)測試及平衡程序－第三階段：

- A. 對盤管施行調整後，再檢查各泵之校準，必要時再調整。
- B. 在盤管上安裝壓力表，讀取盤管在調整流量率而全冷卻量時，流經盤管後之壓降。
- C. 在每一冷卻元件處記錄並檢查下述各項：
 - a. 進水溫度。
 - b. 出口溫度。
 - c. 每一盤管之壓降。
 - d. 通過閥後之壓降。
 - e. 泵運轉吸入及輸出壓力，及最後總輸出水頭。
 - f. 將所有泵之機械規範列成一表。
 - g. 泵馬達之額定及實際運轉安培數。
 - h. 水計量設施讀值。
- D. 重複施行平衡程序之第一階段中之空氣溫度測試，並記錄於本階段中。

(9)報告及記錄：在最後檢查前，應呈送3份平衡報告。報告應包括施行測試及平衡工作時流量測量之

記錄，並與報告一同提出全套加註平衡平面圖。平面圖中應顯示與平衡日誌中號碼系統相配合之空氣開口號碼及水流站號碼。

(10)最後檢查：全部系統應保持連續運轉3天，在此期間將作最後檢查。完成後，每一平衡閥及減振器

之調整位置應明顯標示，以作永久參考。

3. 施工

3.1 現場測試及最後檢查

(1)概述：設備業已安裝妥善，且各單元機組業已檢查、調整、並處於滿意之運轉條件後，設備應施行

現場測試。現場測試應依規範在設計條件下表現設計之功能。

(2)一致性：應用可利用之數據，如設計圖、製造廠圖及手冊程序及儀具圖、示意圖、連接圖等，檢查裝置與設計及規範應一致。

(3)校對表：確認機械設備之運轉如下：

- A. 檢查聯結器、皮帶、齒輪、及類似項目之中心校準。
- B. 檢查軸可否自由轉動。
- C. 檢查各油封、填函蓋(Packing gland)、及類似項目之緊度。
- D. 在起動前，檢查設備業已加潤滑油。
- E. 檢查各活動配件具適當防護。
- F. 檢查設備及系統之清潔。
- G. 起動設備前，檢查設備控制系統之調整。
- H. 依規定施行並記錄所需之測試，如壓力、溫度、水壓、轉動方向、及轉動速度等。
- I. 檢查設備之噪音強度及振幅，應與規定之要求一致。
- J. 檢查安全設施及控制裝置之運轉，確認運轉正確。

3.2 檢驗

3.2.1 空氣平衡應符合下列要求：

(1)在主風管及支風管內，承包商必須藉著插入皮托管橫越測試風管的整個橫斷面積，以便執行空氣流量的測量。管內風速超過5m/s時，承包商應使用傾斜的液體壓力計或磁螺旋壓力計(Magnahelic Gage)來測量。在風管上作為皮托管插入口及微液體壓力計、鉤尺或其他低壓儀器的插入口，在完成空氣平衡後，必須使用咬入式的旋塞密封。

(2)在出風口及入風口處，承包商必須依據格柵風口及可調式格柵風口製造廠商的建議，使用直接讀出式的速度計來測量空氣流量。

(3)藉著調整風機速度以獲得全部空氣流量。使用風量風門或分隔式風門來調整支風管的空氣流量。在完成空氣平衡後，風門的位置必須作一永久性的記號，以便維修後，能恢復到他們的正確位置。

(4)風量之調整不得使用分歧口、格柵或分風片為之。

(5)在每一個可調式格柵風口完成空氣量平衡後，在涼爽的季节時，承包商必須在監造單位的監視之下，調整送風的可調式格柵風口的桿子，以便使排風空氣獲得最佳的分佈模式。

3.2.2 水平衡應符合下列要求：

(1)承包商必須使用校準的孔口流量計及手提式流量計，或永久式孔口凸緣流量式，來測

量水流量，以便平衡系統的水流量。

(2) 在進行平衡期間，必須設定自動控制閥在滿載流量狀況，以便流經盤管。

(3) 藉著測量差壓來決定水泵容量。承包商應使用平衡旋塞或自動流量控制閥，來調整水流管路流量的平衡。在完成水量平衡後，平衡旋塞的位置必須作一永久性的記號，以便在維修後，能恢復到正確位置。

(4) 在完成水量平衡後，如業主需要時，承包商應測量全部循環泵在運轉時的電流讀數，以校正任何過負載操作的泵馬達。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 本章之工作按各測試、調節及分析平衡風管水管配件有關章節之規定以式計量。

4.1.2 本章工作之附屬工作項目將不予計量，其費用應視為已包含於測試、調節及平衡計價之項目內。

4.2 計價

本章之工作依有關章節之測試、調節及平衡項目以式計價，該項單價已包括完成本項工作所需之一切人工、材料、機具、設備、運輸、動力及附屬工作等費用在內。

〈本章結束〉