

臺北市中山堂管理所(光復廳)
101 年度臺北市政府所屬機關學校空調檢測勞務採購
(委託單位：臺北市政府秘書處)

注意事項

1. 冰水主機水系統之設備，因現場使用及操作狀況不同，使得評估結果而有差異，本報告測試結果及評估內容僅針對受測場所「臺北市中山堂管理所(光復廳)」適用，無法適用於其他單位。
2. 本報告內修任何更改，應經本公司、委託單位及受測單位同意，方可編修。

執行廠商：台灣檢驗科技股份有限公司

受測單位：臺北市中山堂管理所(光復廳)

檢測日期 中華民國 一〇一 年 十一月 一 ~ 二 日



目 錄

1. 建築物概述	7
2. 本案系統內容概述.....	7
3. 設備單機測試結果.....	8
3.1 冰水主機量測結果	8
3.2 冰水泵浦量測結果	12
3.3 冷卻水泵浦量測結果.....	15
3.4 冷卻水塔量測結果	17
4. 空調系統節能效益評估	19
4.1 冰水主機評估結果	19
4.2 泵浦評估結果.....	21
4.3 冷卻水塔評估結果	22
5. 結論與建議	24
5.1 結論.....	24
5.2 建議.....	24
6. 量測照片.....	25



報告資訊

委託單位	臺北市政府秘書處
地址	臺北市信義區市府路 1 號
聯絡人	黃佳宜
電話	02-2725-6062
執行單位	台灣檢驗科技股份有限公司
執行工程師	戴弘維
聯絡電話	02-2299-3279 分機 2109
聯絡傳真	02-2298-1343

採樣編號

檢測日期	採樣編號	備註
2012/11/01~02	PXB000101	

執行單位

- 1.1 執行單位名稱：台灣檢驗科技股份有限公司
- 1.2 執行單位負責人：戚觀成
- 1.3 執行該項測試專業資格：
 - 1.3.1 量測與專業技術人員，並受 EVO 課程訓練之驗證人員(CMVP)
 - 1.3.2 量測標準程序經 TAF 認證，儀器及設備定期由認證實驗室校正
- 1.4 執行單位地址：新北市五股區新北產業園區五工路 136 之 1 號
- 1.5 執行工程師：張智翔
- 1.6 執行工程師聯絡電話：02-2299-3279#2318
- 1.7 專案名稱：101 年度臺北市政府所屬機關學校空調檢測勞務採購
- 1.8 受測場所：臺北市中山堂管理所(光復廳)
- 1.9 受測地點與位置：臺北市中正區延平南路 98 號

執行專業測試與驗證聲明：

本公司保證基於專業職責執行本測試與驗證工作，本計劃執行過程完全依客戶委託項目辦理，絕無任何虛偽不實檢測、數據登錄行為，本公司與委託單位無既有利益，亦非為任何既得或有利害關係團體之附屬公司。為完成此處所述工作所需之儀器工具，均由本公司提供。

報告摘要

能源用戶	臺北市中山堂管理所(光復廳)								樣品編號	PXB000101		
基本資料	地 址	100	臺北市中正區延平南路 98 號				連 絡 人	劉佩玲 小姐		職 稱	-	
	工作時間	260	天/年	13 4	小時/天	夏天:AM09:00-M22:00 冬天:AM10:00-M14:00	連絡電話	02-2381-3137		分機	228	
	樓地板面積	10319.4	m ²	台電電號		00-06-5905-11-4	停車場面積	0	m ²	主產品(服務)	表演廳	
	空調使用面積	759.0	m ²	契約型式		高壓兩段式	經常契約容量	722	kW	平均尖峰最高 需量	-	kW
能源 使用量	能源種類	101 年使用量				101 年單位價格			101 年能源使用費用			
	電 力	1,311,200		kWh/年		4.02		元/kWh		5,077,602		元/年

改善措施效益評估表

改善建議事項	改善 ¹ 類別	直接節能技術效益			單項節能率(%)
		電能			
		降低尖峰需量(kW)	減少用電量(kWh/年)	直接效益(萬元/年)	
冰水主機汰換	C	36.0	79,486	32.0	35.1
汰換冷卻水塔	C	2.42	3,700	1.49	52.6
冰水泵浦增設變頻器控制	B	6.96	15,376	6.2	65.3
契約容量合理化	A	91	-	9	節省費用

¹改善類別區分為: A 為「操作及控制調整」, B 為「增設設備」, C 為「設備更新」, D「為系統整合」, E「建議項目」。

1. 建築物概述

該建築物位於臺北市中正區延平南路 98 號。光復廳為地上 4 層；地下 0 層，空調使用面積為 759.0m²，主要為人員辦公、表演使用。空調系統設備採用空調箱(AHU)並設有預冷空調箱(PAH)。目前共有兩台 80RT 冰水主機，每日開啟一台冰水主機供應空調使用。使用時間為每年 260 天，夏日為 09:00~22:00 開啟，約使用 13 小時；冬天為 10:00~1400，約使用 4 小時。平均電價為 NT\$4.02 元/kWh。



圖 1 臺北市中山堂管理所(光復廳) 建築物外觀

2. 本案系統內容概述

- (1). 光復廳主要使用兩台 80RT 冰水主機，主機採出水溫度控制，設定 7.2°C。冰水系統為一次側定流量設計，冷卻水塔 80RT 兩台並聯運轉，並有變頻控制，採出水溫度 28°C 控制水塔風扇啟停，根據操作人員敘述，平時每日僅開啟一部冰水主機，交替運轉，於夏季可能開啟兩台主機運轉。
- (2). 送風系統採用空調箱，採 VAV 系統，並設有外氣預冷空調箱設備，採二氧化碳濃度控制，設定 900~1000ppm，並納入監控系統進行控制。

3. 設備單機測試結果

3.1 冰水主機量測結果

既設 80RT 冰水主機(CH-3)

監(量)測結果如圖 2(左)及圖 3(左)所示，冰水主機運轉於滿載下，出水溫度 7°C 下，冰水進/出水溫度差為 3.3°C；冷凍能力約為 185.82kW(52.85RT)。監測結果彙整如下：

- (1). 冷卻水入水溫度變化範圍:27.7~31.7°C
- (2). 冷卻水出水溫度變化範圍:31.1~35.2°C
- (3). 冰水出水溫度變化範圍:7.1~8.8°C
- (4). 冰水入水溫度變化範圍:10.2~12.1°C
- (5). 冷卻水平均流量:898.1LPM
- (6). 冰水平均流量:807.1LPM

根據數據分析計算，其統計回歸關係圖如圖 4(左)及圖 5(左)示，既設冰水主機基準線方程式如 E-1 示。帶入標準工況後，其目前滿載運轉性能係數(COP)為 3.03。

$$\frac{1}{COP} = -1 + \left(\frac{T_{cwr} (K)}{T_{chwst} (K)} \right) + \frac{-(359.39) + 4.0777(T_{cwr}) - (767.96)(T_{cwr} / T_{chwst})}{Q_{evap}} \quad (E-1)$$

$$Q_{evap} = m \times c_p \times \Delta T (kW) \quad (E-2)$$

c_p 為量測冰水定壓比熱，比熱以 4.186kJ/kg·°C 計算

將 E-1 方程式帶入以下工況:

冰水出水溫度: 7°C

冷卻水回水溫度:30°C

冷凍能力(Q_e):185.82kW

性能係數(COP)為:3.03

既設 80RT 冰水主機(CH-4)

監(量)測結果如圖 2(右)及圖 3(右)所示，冰水主機運轉於滿載下，出水溫度 8.1°C 下，冰水進/出水溫度差為 3.8°C；冷凍能力約為 212.43kW(60.42RT)。監測結果彙整如下：

- (1). 冷卻水入水溫度變化範圍:29.3~30.3 °C
- (2). 冷卻水出水溫度變化範圍:32.9~34.1.0 °C
- (3). 冰水出水溫度變化範圍:8.0~8.6 °C
- (4). 冰水入水溫度變化範圍:11.6~12.5 °C
- (5). 冷卻水平均流量:946.55LPM
- (6). 冰水平均流量:801.27LPM

根據數據分析計算，其統計回歸關係圖如圖 4(右)及圖 5(右)示，既設冰水主機基準線方程式如 E-3 示。帶入標準工況後，其目前滿載運轉性能係數(COP)為 3.48。

$$\frac{1}{COP} = -1 + \left(\frac{T_{cwr} (K)}{T_{chwst} (K)} \right) + \frac{-(2193.3) + 12.991(T_{cwr}) - (1577.1)(T_{cwr} / T_{chwst})}{Q_{evap}} \quad (E-3)$$

將 E-3 程式帶入以下工況:

冰水出水溫度: 8.0°C

冷卻水回水溫度:30°C

冷凍能力(Q_e) : 212.43kW

性能係數(COP)為:3.48

若冰水出水溫度每提高 1°C，其主機性能係數(COP)約增加 3%，該單位由於滿載量測時，其冰水出水溫度為 8.0°C，設備性能係數為 3.48。估算若冰水溫度 7 °C，主機運轉性能係數為 3.38。

表 1 臺北市中山堂管理所(光復廳) 冰水主機現場量測紀錄結果

設備代號	CH-3、CH-4		測試單位	臺北市中山堂管理所(光復廳)			
測試時間	2012/11/01~02		運轉狀態設定	出水溫 7°C 控制			
銘牌資料							
空調冰水 主機規格	廠牌	-	TRANE		TRANE		
	型號	-	U95B04987		U95B04987		
	冷凍能力	RT	80		80		
	冰水/冷卻水流量	LPM	-		-		
	消耗電力 ²	kW	74		74		
	冷媒種類	-	R-22		R-22		
測試項目		單位	數值紀錄				
測試設備		-	CH-3		CH-4		
液體數據	冷卻水流量	LPM	900.1		932.8		
	冰水流量	LPM	798.2		801.5		
溫度數據	冷卻水	入口溫度	°C	30.0		29.8	
		出口溫度	°C	33.7		33.6	
		水溫度差	°C	3.7		3.6	
	冰水	入口溫度	°C	10.7		11.7	
		出口溫度	°C	7.5		8.0	
		溫度差	°C	3.2		3.7	
電力側	消耗電力	kW	64.3		59.1		
	電壓	V	219.7		218.9		
	電流	A	187.8		173.2		
	功率因數	%	0.90		0.90		
冷媒側	高壓壓力	kg/cm ² G	12.97(35.54°C)	13.39(36.72°C)	14.17(38.85°C)	13.68(37.52°C)	
	低壓壓力	kg/cm ² G	4.04(0°C)	3.83(-1.3°C)	3.76(-1.8°C)	4.00(0.3°C)	
冷凍能力		kW	178.20		206.9		
冷凝能力		kW	232.35		247.3		
COP		-	2.77		3.50		
熱平衡百分比		%	-4.4		-7.6		

² 額定運轉電流為 216A、cosθ 為 0.9、 $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\theta$ (kW)

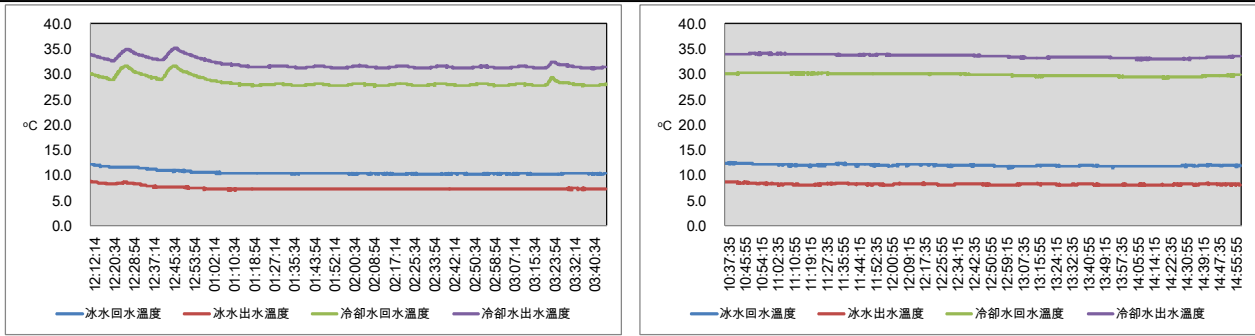


圖 2 臺北市中山堂管理所(光復廳) 溫度監(量)測圖(CH-3,左 ; CH-4,右)

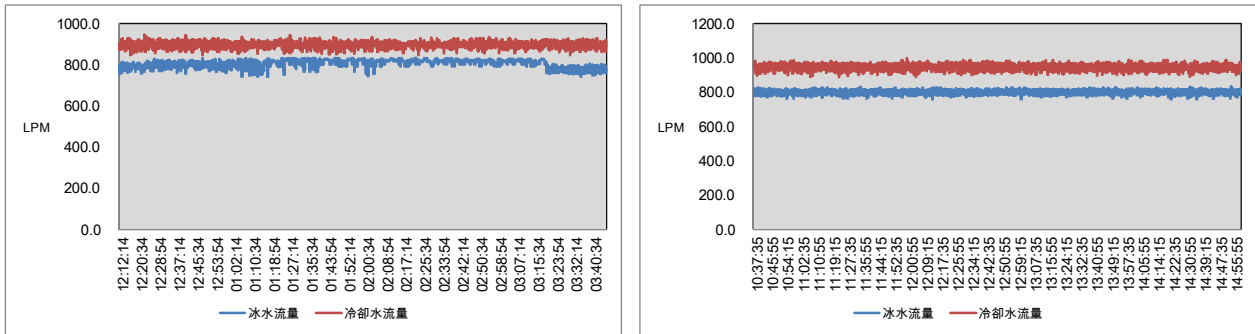


圖 3 臺北市中山堂管理所(光復廳) 流量監(量)測圖(CH-3,左 ; CH-4,右)

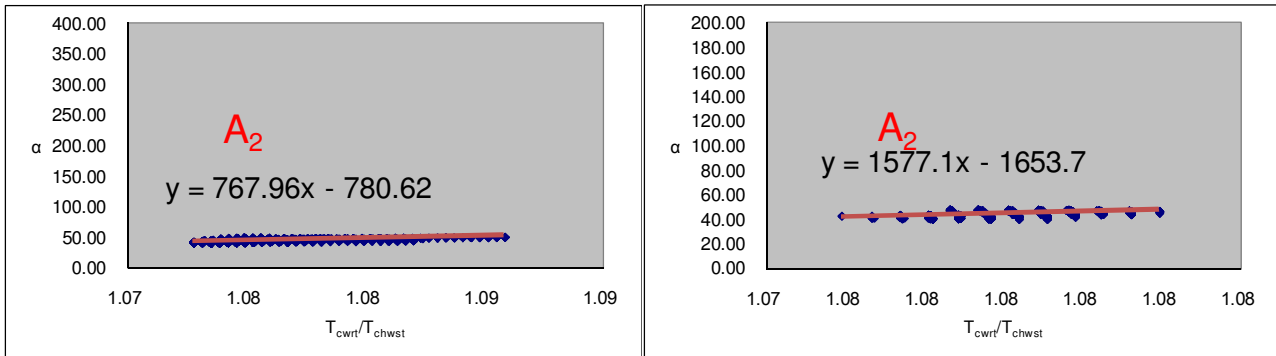


圖 4 臺北市中山堂管理所(光復廳) 既設冰水主機(CH-3,左 ; CH-4,右)A₂ 迴歸分析圖

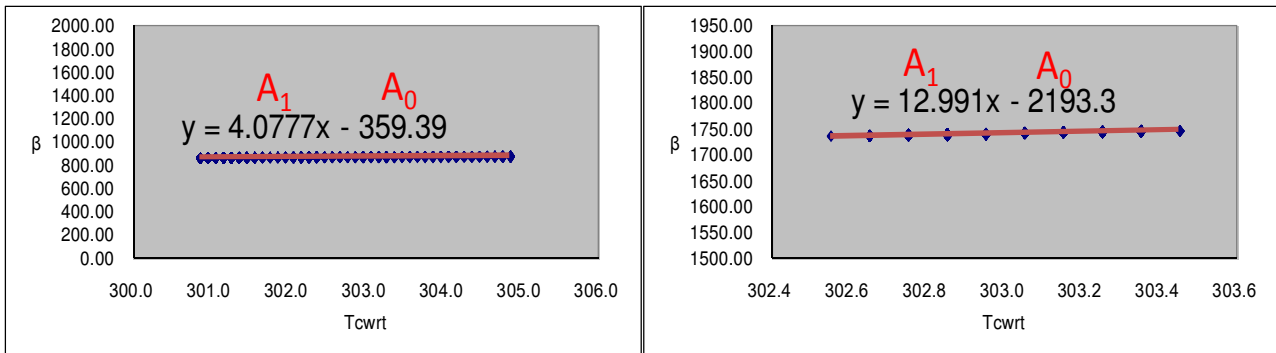


圖 5 臺北市中山堂管理所(光復廳) 既設冰水主機(CH-3,左 ; CH-4,右)A₀ 及 A₁ 迴歸分析圖

3.2 冰水泵浦量測結果

效率方面，測試結果如表 2 所示，評估泵浦的效率主要利用流量、揚程及輸入功率進行計算，計算公式如下：

$$\text{效率(\%)} = \frac{\dot{Q}(\text{LPM}) \times H(\text{m})}{6120 \times \dot{W}_p(\text{kW})} \times 100\%$$

其中

\dot{Q} ：泵浦供應流量(LPM)

H：泵浦揚程(m):為泵浦出口端-入口端靜壓(kg/cm²)×10

\dot{W}_p ：泵浦輸入功率(kW)

- (1). CHP-4 於單機運轉(滿載)並依照現場運轉工況下進行量測，其流量為 1263.4LPM，消耗電力為 8.2kW，與主機額定需求流量增加 463.4LPM，約增加 57.9%，其效率為 49.1%。於單機運轉(滿載)並依照額定工況(調整閥開度)下進行量測，其流量為 821.5LPM，已接近主機使用之流量(800LPM³)，消耗電力為 6.4kW，其效率為 56.2%。
- (2). CHP-5 於單機運轉(滿載)並依照現場運轉工況下進行量測，其流量為 1042.7LPM，消耗電力為 7.2kW，與主機額定需求流量增加 242.7LPM，約增加 30.3%，其效率為 55.1%。於單機運轉(滿載)並依照額定工況(調整閥開度)下進行量測，其流量為 802.4LPM，已接近主機使用之流量(800LPM)，消耗電力為 6.3W，其效率為 55.2%。

³在 5°C 冰水進/出溫差下，1RT 所需冰水量為 10LPM。

表 2 臺北市中山堂管理所(光復廳) CHP-4 冰水泵浦單機測試結果

設備代號	CHP-4	測試狀態	手動 60Hz
運轉頻率	60Hz	量測位置	1F 空調機房

銘牌資料						
水泵規格	廠牌	-	BALDOR			
	型號	-	37R71Z50			
	製造年份	-	-			
	揚程	m	25.0			
	流量	LPM	1018			
	轉速	rpm	1725			
	消耗電力	kW	7.5			
測試項目		單位	數值紀錄			
紀錄狀態		-	依現場狀況(閘全開)		依額定狀況(調整閘開度)	
液體數據	流量	LPM	1264.0	1262.7	821.7	821.3
電力側	電流	A	26.3	26.3	21.8	21.8
	電壓	V	218.6	218.5	217.8	217.7
	消耗電力	kW	8.2	8.2	6.4	6.4
	功率因數	-	0.82	0.82	0.78	0.78
壓力側	吸入端壓力	kg/cm ²	1.52	1.52	1.21	1.21
	出口端壓力	kg/cm ²	3.47	3.47	3.89	3.89
	揚程	m	19.5	19.5	26.8	26.8
其他	水泵效率	%	49.1	49.1	56.2	56.2
備註						

表 3 臺北市中山堂管理所(光復廳) CHP-5 冰水泵浦單機測試結果

設備代號	CHP-5	測試狀態	手動 60Hz
運轉頻率	60Hz	量測位置	1F 空調機房

銘牌資料						
水泵規格	廠牌	-	BALDOR			
	型號	-	37R71Z50			
	製造年份	-	-			
	揚程	m	25.0			
	流量	LPM	1018			
	轉速	rpm	1725			
	消耗電力	kW	7.5			
測試項目		單位	數值紀錄			
紀錄狀態		-	依現場狀況(閘全開)		依額定狀況(調整閘開度)	
液體數據	流量	LPM	1042.1	1043.2	802.4	802.4
電力側	電流	A	23.8	23.9	21.5	21.6
	電壓	V	219.4	219.4	219.7	219.7
	消耗電力	kW	7.2	7.2	6.3	6.3
	功率因數	-	0.79	0.79	0.76	0.76
壓力側	吸入端壓力	kg/cm ²	1.59	1.59	0.54	0.54
	出口端壓力	kg/cm ²	3.92	3.92	3.19	3.19
	揚程	m	23.3	23.2	26.5	26.5
其他	水泵效率	%	55.1	55.1	55.2	55.2
備註						

3.3 冷卻水泵浦量測結果

效率方面，測試結果如表 4 所示，評估泵浦的效率主要利用流量、揚程及輸入功率進行計算，計算公式如下：

$$\text{泵浦效率(\%)} = \frac{\dot{Q}(\text{LPM}) \times H(\text{m})}{6120 \times \dot{W}_p(\text{kW})} \times 100\%$$

其中 \dot{Q} ：泵浦供應流量(LPM)

H：泵浦揚程(m)-為泵浦出口端-入口端靜壓(kg/cm²)×10

\dot{W}_p ：泵浦輸入功率(kW)

- (1). CWP-4 於單機運轉(滿載)並依照現場運轉工況下進行量測，其流量為 896.3LPM，消耗電力為 8.5kW，與額定規格流量減少 121.7LPM，約減少 17.0%，其效率為 41.3%。
- (2). CWP-5 於單機運轉(滿載)並依照現場運轉工況下進行量測，其流量為 969.4LPM，消耗電力為 9.0kW，與額定規格流量減少 48.6LPM，約減少 4.8%，其效率為 48.4%。

表 4 臺北市中山堂管理所(光復廳) 冷卻水泵浦單機測試結果

設備代號	CWP-4、CWP-5	測試狀態	手動 60Hz
運轉頻率	60Hz	量測位置	1F 空調機房

銘牌資料						
水泵規格	廠牌	-	BALDOR			
	型號	-	37R71Z50			
	製造年份	-	-			
	揚程	m	25.0			
	流量	LPM	1018			
	轉速	rpm	1725			
	消耗電力	kW	7.5			
測試項目		單位	數值紀錄			
紀錄狀態			CWP-4		CWP-5	
液體數據	流量	LPM	895.4	897.2	967.8	971.0
電力側	電流	A	27.1	27.1	28.5	28.6
	電壓	V	218.2	218.4	220.5	220.6
	消耗電力	kW	8.5	8.5	9.0	9.0
	功率因數	-	0.82	0.82	0.82	0.82
壓力側	吸入端壓力	kg/cm ²	0.01	0.01	0.12	0.12
	出口端壓力	kg/cm ²	2.41	2.41	2.87	2.87
	揚程	m	24.0	24.0	27.5	27.5
其他	水泵效率	%	41.3	41.3	48.3	48.5
備註						

3.4 冷卻水塔量測結果

冷卻水塔效率方面，測試結果如表 5 所示，評估冷卻水塔性能主要利用近似效率來做為指標，計算公式如下：

$$\text{近似效率(\%)} = \frac{T_i - T_o}{T_i - T_w} \times 100\%$$

其中 T_i ：冷卻水入口溫度

T_o ：冷卻水出口溫度

T_w ：外氣濕球溫度

$T_o - T_w$ ：接近溫度(冷卻水出口溫度-外氣濕球溫度)

- (1). 一般而言近似效率建議標準，冷卻水塔效率約 50~70% 為佳，接近溫度(Approach Temperature)約在 3~5°C，若接近溫度越低，則冷卻水塔風扇消耗電力越高，測試結果如下：
 1. CT-3 馬達故障無法使用。
 2. CT-4 接近溫度為 7.8°C，冷卻水塔效率為 20.4%。
- (2). 本次針對冷卻水酸鹼(PH)值及導電度進行檢測。一般建議為防止結垢之形成導致熱交換器之熱傳效率降低，冷卻水酸鹼(PH)值建議範圍 6.5~8.2 之間；導電度建議範圍小於 800 μ S/cm。本單位冷卻水酸鹼(PH)值檢測為 8.37；導電度為 943 μ S/cm，有些微超過建議值範圍。
- (3). 冷卻水塔補給水酸鹼(PH)值建議範圍 6.0~8.0 之間；導電度建議範圍小於 300 μ S/cm。本單位冷卻水補給水酸鹼(PH)值檢測為 7.1；導電度為 91.5 μ S/cm，符合建議範圍內。

表 5 臺北市中山堂管理所(光復廳) CT-3、CT-4 冷卻水塔測試結果

設備編號		單位	CT-80RT		
冷卻水塔 基本資料	廠牌	-	良機		
	型號	-	-		
	冷卻能力	RT	-		
	水塔風扇消耗電力	kW	-		
冷卻水塔測試及 記錄資料	檢測日期		-	2012/11/01 CT-3	2012/11/02 CT-4
	外氣條件	乾球溫度	℃	21.4	24.6
		濕球溫度	℃	16.8	20.3
		相對濕度	%	63.2	68.0
	冷卻水側	入水溫度	℃	故障	30.1
		出水溫度	℃	故障	28.1
		冷卻水流量	LPM	故障	948.0
		冷卻能力	RT	故障	37.7
	電力側	消耗功率	kW	故障	2.3
		電壓	V	故障	219.5
		電流	A	故障	10.7
		功率因數	%	故障	0.56
	分析結果	接近溫度	℃	故障	7.8
		近似效率	%	故障	20.4
	水質檢測	設備	-	冷卻水塔	補給水箱
		PH 值	-	8.37	7.10
		導電度	μS/cm	943.0	91.5

4. 空調系統節能效益評估

4.1 冰水主機評估結果

既設冰水主機(建議逐年汰換)

- (1). CH-3 原額定冷凍能力為 281.28kW(80RT)，實際於滿載標準工況下(冰水出水溫度 7°C；冷卻水入水溫度 30°C)，冷凍能力為 185.28kW(52.7RT)，約衰退 34.1%。於標準工況下，性能係數為 3.03，原設計性能係數為 3.80，約衰退 20.3%。根據附表 1 空調冰水主機能源效率標準表，小於 150RT 容積式冰水主機，其性能係數應不低於 4.45，與公告相比，約低 31.9%。
- (2). CH-4 原額定冷凍能力為 281.28kW(80RT)，實際於滿載工況下(冰水出水溫度 8°C；冷卻水入水溫度 30°C)，冷凍能力為 212.43kW(60.42RT)，約衰退 24.5%。於滿載工況下，性能係數為 3.38，原設計性能係數為 3.80，約衰退 11.05%。根據附表 1 空調冰水主機能源效率標準表，小於 150RT 容積式冰水主機，其性能係數應不低於 4.45，與公告相比，約低 24.0%。
- (3). CH-3、4 高壓及低壓皆有稍低，且實際滿載運轉電流小於額定電流，建議 CH-3 及 CH-4 可再進行保養(補充冷媒、更換過濾器...)，以提高主機使用效率。
- (4). 據經濟部公告之空調冰水主機能源效率標準表，小於 150RT 容積式冰水主機，性能係數(COP)應為 4.45，設備效率偏低之主要原因為設備年份已逾 10 年。由於兩台冰水主機冷凍能力皆衰退 24.5~33.9%，建議可逐年編列預算，逐年進行汰換，可優先汰換 CH-3 主機。
- (5). 改善前/後冰水主機總節能效益預估，預計可節省 79,486kWh 用電度數；NT\$319,526 元運轉費用及 48,644kg- CO₂ 排放量。預計總節能效益為 35.1%。

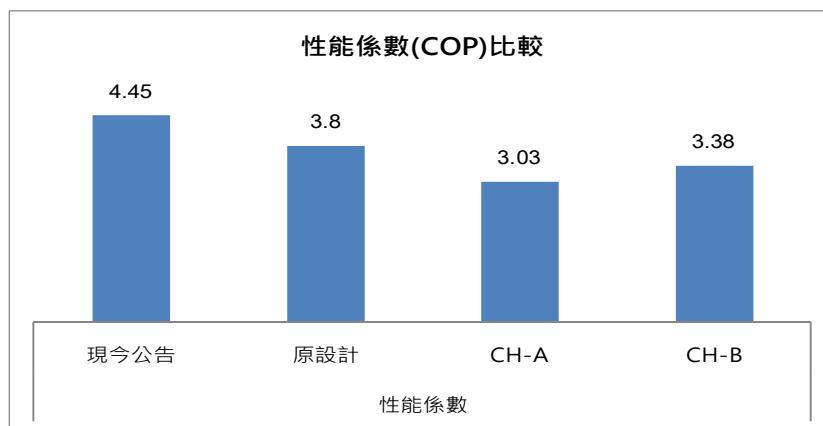


圖 6 臺北市中山堂管理所(光復廳) 性能係數比較圖

表 6 臺北市中山堂管理所(光復廳) 汰換前/後 CH-3、4 冰水主機節能效益評估

說明				汰換前			汰換後				
使用時間				設備 運轉時間	天數	平均總運 轉耗電量	能源 單價	運轉 費用	平均總運 轉耗電量	能源 單價	運轉 費用
				hr/Day	Day	kW	元/度	元	kW	元/度	元
CH-3 + CH-4	夏季	09:00	22:00	13	65	74.0	4.02	909,394	48.0	4.02	589,868
	冬季	10:00	14:00	4	65						
	一般	09:30	18:00	8.5	130						
總運轉節省費用(\$)						319,526					
總運轉節省度數(kWh)						79,486					
總二氧化碳節省排放量(kg)						48,644					

備註:

1. 改善後以冰水主機運轉依照 CNS 12575/12812 蒸氣壓縮式冰水機組, 2005(草案)之 IPLV 權重計算。
2. 依單位 101 年度台電電費單之每度電為平均 4.02 元電價計算。
3. 每消耗一度電力產生 0.612 kg-CO₂。

4.2 泵浦評估結果

冰水泵浦(建議將冰水泵浦增設變頻器控制)

現場冰水泵浦額定為 7.5kW (10HP) · 額定流量為 1018LPM · 經計算效率為 55.4% · 實際量測泵浦之運轉效率皆高於一般平均值(42.12%@10HP)。

(1). 根據現場量測結果:

- A. CHP-4 冰水泵浦供應流量為 1263.4LPM(8.2kW) · 超過需求量約 57.9%。根據量測結果顯示，泵浦供應流量大於冰水主機實際既需求。若可利用變頻器進行降頻(約 38Hz) · 預估將消耗電力減少 74.6%。
- B. CHP-5 冰水泵浦供應流量為 1042.7LPM(7.2kW) · 超過需求量約 30.3%。根據量測結果顯示，泵浦供應流量大於冰水主機實際既需求。若可利用變頻器進行降頻(約 46Hz) · 預估將消耗電力減少 54.8%。

(2). 改善前/後冰水泵總節能效益預估，預計可節省 15,386kWh 用電度數；NT\$61,853 元運轉費用及 9,416kg- CO₂ 排放量。預計總節能效益為 65.3%。

表 7 臺北市中山堂管理所(光復廳) 改善前/後 CHP-4、5 冰水泵節能效益評估

說明				改善前			改善後				
使用時間				設備 運轉時間	天數	平均總運 轉耗電量	能源 單價	運轉 費用	平均總運 轉耗電量	能源 單價	運轉 費用
				hr/Day	Day	kW	元/度	元	kW	元/度	元
CHP-4	夏季	09:00	22:00	13	65	8.2	4.02	50,385	2.1	4.02	12,792
	冬季	10:00	14:00	4	65						
CHP-5	一般	09:30	18:00	8.5	130	7.2	4.02	44,241	3.3	4.02	19,981
總運轉節省費用(\$)						61,853					
總運轉節省度數(kWh)						15,386					
總二氧化碳節省排放量(kg)						9,416					

備註:

1. 設備運轉時數共 1527.5 小時/年。
2. 依單位 101 年度台電電費單之每度電為平均 4.02 元電價計算。
3. 每消耗一度電力產生 0.612 kg-CO₂。

冷卻水泵浦(建議汰換)

現場冷卻水泵浦額定為 7.5kW (10HP) , 額定流量為 1018LPM , 經計算效率為 55.4% 。
實際量測泵浦之運轉效率皆高於一般平均值(42.12%@10HP) 。

(1). 根據現場量測結果：

- A. CWP-4 冷卻水泵浦供應流量為 896.3LPM(8.5kW) , 低於需求量約 17.0% 。根據量測結果顯示 , 泵浦供應流量低於冰水主機實際需求。
- B. CWP-5 冷卻水泵浦供應流量為 969.4LPM(9.0kW) , 低於需求量約 4.8% 。根據量測結果顯示 , 泵浦供應流量低於冰水主機實際需求。
- C. 由於泵浦冷卻水供應量低於現場主機需求量。建議進行汰換作業。

4.3 冷卻水塔評估結果(編列預算更換冷卻水塔)

(1). 冷卻水塔效率建議值約 50~70%為佳 , 接近溫度約在 3°C 以下 ; 量測結果整理如下：

- A. CT-3 風扇馬達已故障 , 無法進行量測與判斷。
- B. CT-4 風扇消耗電力實際量測為 2.3kW , 且有部分馬達鏽蝕、散熱材結垢破損現象。實際量測接近溫度為 7.8°C、近似效率為 20.4%低於建議值。建議編列預算更換冷卻水塔。

(2). 冷卻水酸鹼(PH)值建議範圍 6.5~8.2 之間 ; 導電度建議範圍為小於 800 μ S/cm 。本單位冷卻水酸鹼(PH)值經測試為 8.37 ; 導電度為 943 μ S/cm , 有些微超過建議值 , 建議於未來可編列預算增加加藥系統或水處理裝置。

(3). 改善前/後冷卻水塔總節能效益 , 預計可節省 3,700kWh 用電度數 ; NT\$14,882 元運轉費用及 2,264kg- CO₂ 排放量。預計總節能效益為 52.6% 。

表 8 臺北市中山堂管理所(光復廳) 汰換前/後 CT-3、4 冷卻水塔節能效益評估

說明				汰換前			汰換後				
使用時間				設備 運轉時間	天數	平均總運 轉耗電量	能源 單價	運轉 費用	平均總運 轉耗電量	能源 單價	運轉 費用
				hr/Day	Day	kW	元/度	元	kW	元/度	元
CT-3	夏季	09:00	22:00	13	65	2.3	4.02	14,132	1.1	4.02	6,692
	冬季	10:00	14:00	4	65						
CT-4	一般	09:30	17:00	8.5	130	2.3	4.02	14,132	1.1	4.02	6,692
總運轉節省費用(\$)						14,882					
總運轉節省度數(kWh)						3,700					
總二氧化碳節省排放量(kg)						2,264					

備註:

1. 設備運轉時數共 1527.5 小時。
2. 依單位 101 年度台電電費單之每度電為平均 4.02 元電價計算。
3. 每消耗一度電力產生 0.612 kg-CO₂。
4. 改善前後都有變頻控制。
5. CT-3 因現場馬達毀壞無法運轉，而兩台為通規格，則用 CT-4 之數據評估

5. 結論與建議

5.1 結論

對於中央空調冰水主機與週邊設備量測效率值可參考下表 9 所示。其中：

- (1). 冰水主機效率低於原額定性能約 11.05~20.3%；與建議值(COP:4.45)相比性能約低 24~31.9%。建議可再加強維護保養，提高運轉性能，並於未來逐年編列預算進行主機汰換。
- (2). 水泵部分測試效率仍在標準以內。由於冰水水泵滿載流量為額定流量 1.30~1.58 倍，建議增加變頻器進行降載控制，以進行水量調整；冷卻水泵滿載流量有不足現象，建議將汰換。
- (3). 冷卻水塔近似效率皆低於建議值，建議編列預算更換冷卻水塔。

表 9 臺北市中山堂管理所(光復廳) 中央空調冰水主機與週邊設備量測效率值彙整表

項目	實測效率	建議效率	原額定效率	建議事項
冰水主機-既設 80RT	3.03/3.38	4.45	3.80	建議編列預算逐年進行汰換
冰水泵(效率)	56.2/55.2%	42.12%	55.4%	增設變頻控制
冷卻水泵(效率)	41.3/48.4%	42.12%	55.4%	流量不足建議汰換
冷卻水塔(近似效率)	馬達損毀/20.4%	50~70%	-	建議汰換冷卻水塔

5.2 建議

- (1). 根據該單位提供資料，目前該單位電力契約容量為 722kW(101 年度電費資料)，預估全年基本費用約為 163 萬元；根據計算變更契約容量約 631kW，預估預估全年基本費用約為 154 萬元。共約節省 9 萬元。
- (2). 綜合整體現場能源查核節能診斷服務之評估分析，節能效益為 48.6 萬元/年。

6. 量測照片

<p>01.11.2012 09:49</p>	<p>01.11.2012 10:27</p>
<p>量測前溫度比對</p>	<p>泵浦壓力量測</p>
<p>01.11.2012 10:28</p>	<p>01.11.2012 10:29</p>
<p>流量量測</p>	<p>泵浦消耗電力量測</p>
<p>01.11.2012 15:33</p>	<p>01.11.2012 12:37</p>
<p>溫濕度量測</p>	<p>冰水主機耗電量量測數值</p>



冷卻水塔風扇電力量測



冰水主機冷卻水進出水溫量測



酸鹼(PH)值量測



水質取樣



冷卻水塔散熱材現況



監控系統

附表 1 空調冰水主機能源效率標準表

執行階段		第二階段		
施行日期		九十四年一月		
型式	冷卻能力等級	能源效率比值(EER) kcal/h-W	性能係數(COP)	
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.83	4.45
		≥ 150RT ≤ 500RT	4.21	4.90
		>500RT	4.73	5.50
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00
		≥ 150RT <300RT	4.77	5.55
		≥ 300RT	5.25	6.10
氣冷式	全機種	2.40	2.79	

附表 2 水泵效率建議值表

	消耗電力規格	效率指標值(%)	效率平均值(%)
泵浦	<10HP	62.18	41.96
	10HP	70.36	42.12
	15HP	79.12	47.17
	20HP	75.56	61.75
	25HP	72.16	59.55
	30HP	82.36	57.68
	40HP	75.73	57.62
	50HP	78.73	64.96
	60~100HP	76.26	60.60
	>100HP	81.38	70.65

附表 3 冷卻水水質基準(JRA-GL-02-1994)

項目	項目	循環水	補給水
基本項目	pH(25°C)	6.5 ~ 8.2	6.0 ~ 8.0
	導電度(25°C)[μ S/cm]	≤ 800	≤ 300
	鹽化物離子[Cl- mg/L]	≤ 200	≤ 50
	硫酸離子[Cl- mg/L]	≤ 200	≤ 50
	M 鹼度(PH4.8)[Cl- mg/L]	≤ 100	≤ 50
	總硬度[CaCO ₃ mg/L]	≤ 200	≤ 70
	鈣硬度[CaCO ₃ mg/L]	≤ 150	≤ 50
	矽離子[SiO ₂ mg/L]	≤ 50	≤ 30
參考項目	鐵離子 [Fe mg/L]	≤ 1.0	≤ 0.3
	銅離子 [Cu mg/L]	≤ 0.3	≤ 0.1
	硫化物離子 [S-2 mg/L]	不得檢出	不得檢出
	氨離子 [NH ₄ -1 mg/L]	≤ 1.0	≤ 0.1
	殘留鹽類 [Cl mg/L]	≤ 0.3	≤ 0.3
	碳酸離子[HCO ₃ mg/L]	≤ 4.0	≤ 4.0