

目錄

第壹章、受補助單位能源使用概況.....	1
第貳章、績效保證計畫概要、預估節能效益及專案計畫節能率	3
第參章、績效保證計畫之節能績效量測、驗證及節能率計算方式...	18
第肆章、節能績效量測與驗證之基本約定	26
第伍章、績效保證計畫經費預算初估表	29
第陸章、受補助單位預算、財源搭配或其他相關說明資料	35
第柒章、未達預估節能率之處理方案.....	36
第捌章、維持節能績效之系統後續維護規劃	37

第壹章、受補助單位能源使用概況

一、能源使用狀況

1. 圓山大飯店：台北市中山區中山北路四段1號

- (1) 圓山大飯店共分為主大樓、金龍廳、麒麟廳、聯誼會、聯誼會交誼廳、員工餐廳、男生宿舍及女生宿舍等8棟大樓建築物，建築物總樓地板面積為 62,517 平方公尺，台電電號 16219880110，契約容量為 2,850 kW。
- (2) 主要能源使用類型：電力。
- (3) 能源使用量及費用：全年用電度數 16,032,480 kWh/年，總電費 73,894,465 元/年，平均電價 4.61 元/kWh，流動電費 4.18 元/kWh。

表1 能源與費用

年月	用電度數	電費(元)	平均電價(元)
113/09	1,577,280	7,283,328	4.62
113/10	1,454,400	6,337,018	4.36
113/11	1,304,640	5,429,915	4.16
113/12	1,228,800	5,188,747	4.22
114/01	1,155,840	4,588,421	3.97
114/02	1,024,800	4,310,189	4.21
114/03	1,196,640	4,979,548	4.16
114/04	1,213,440	5,074,894	4.18
114/05	1,358,880	6,428,503	4.73
114/06	1,470,240	7,943,471	5.4
114/07	1,492,320	8,144,531	5.46
114/08	1,555,200	8,185,900	5.26
合計	16,032,480	73,894,465	4.61

(4) 能源流向

- A. 電能：空調設備(60%) + 照明設備(15%) + 冷凍冷藏設備(7%) + 事務設備(1%) + 動力設備(7%) + 其他設備(10%)

表2 主要能源流向

設備名稱	使用電力(度/年)	佔比(%)
空調設備	9,619,488	60
照明設備	2,404,872	15
冷凍冷藏設備	1,122,274	7
事務設備	160,324	1
動力設備	1,122,274	7
其他設備	1,603,248	10
總用電度數(kWh/年)	16,032,480	100

(5) 主要耗能設備

- A. 電能：空調系統設備、照明設備、冷凍冷藏設備、事務設備、動力設備、其他設備。

表3 主要公用設備規格

設備名稱	廠牌	型號	規格	西元製造年份	設備容量		現有數量(台)
					容量	單位	
冰水主機	日立	定頻螺旋式	RT	1995	120	RT	1
冰水泵	九如	同軸式	HP	2014	15	HP	2
冷卻水泵	九如	同軸式	HP	2014	15	HP	2
冷卻水塔	良機	圓形逆流式	RT	2010	150	RT	1
冷卻水塔	良機	方形直交流式 (定頻風車)	RT	2015	2,400	RT	1
空調箱	中興	臥式	RT	1997	65	RT	2
空調箱	中興	臥式	RT	1997	50	RT	2

二、系統描述

1. 圓山大飯店

(1) 電力系統

使用台電供電，契約容量為 2,850kW，供應建物空調、照明、插座等用電，電力功因已採用自動功因控制器功因為 100 %。

(2) 空調系統

- A. 麒麟廳及金龍廳：共用空調機房內設置有冰水主機 120RT× 1 台，1995年所建置，提供辦公及營運空調，每日 24小時運轉，每年 4月至 10月開啟，年運轉時數約 5,040小時，附屬設備配置冷卻水塔 150RT × 1 台、冰水泵 15HP × 2 台(輪流開啟)及冷卻水泵 15HP × 2 台(輪流開啟)。
- B. 主大樓：頂樓設有大會廳空調箱 65RT (15hp) × 2台，崑崙廳空調箱 50 RT (10hp) × 2台，依場地租借使用需求開啟，每場次使用空調 12小時，每週約 4場次，每年 52週開放使用，年運轉時數約 2,496小時，上述 4台空調箱使用逾 28年，設備老舊效率已衰退，且空調區域缺乏溫度控制器與溫濕度計，區域溫度分布不均，無法控制溫濕度於合理舒適範圍內。
- C. 主大樓冷卻水系統：主大樓冷卻水系統設有 2,400RT 冷卻水塔 1 台，搭配 3台 50hp、1台25hp 冷卻水泵，以冷卻水塔入水溫度控制冷卻水塔風扇開關，提供主大樓空調系統冷卻水，每日 24 小時運轉，冬季低溫警報及寒流時採自然冷卻，冷卻水塔風扇停止運轉，每年約開啟 10個月，年運轉時數 7,200小時。本案節能規劃不包含主大樓冰水系統，冰水系統採用離心式冰水主機 550 RT × 2台、425RT × 1台，螺旋式冰水主機 60RT × 3台，合計 1,705 RT。

(2) 非優先示範項目

A. 麒麟廳及金龍廳空調設備改善

(A) 改善前狀況說明：空調系統為1995年所建置，提供辦公及營運空調，冰水主機 120RT×1 台，每日24小時運轉，每年4月至10月開啟，年運轉時數約 5,040小時，附屬設備配置冷卻水塔 150RT×1 台、冰水泵 15HP×2 台(輪流開啟)及冷卻水泵15HP×2 台(輪流開啟)，既有水泵皆為定頻定水量方式運轉匹配冰水主機。

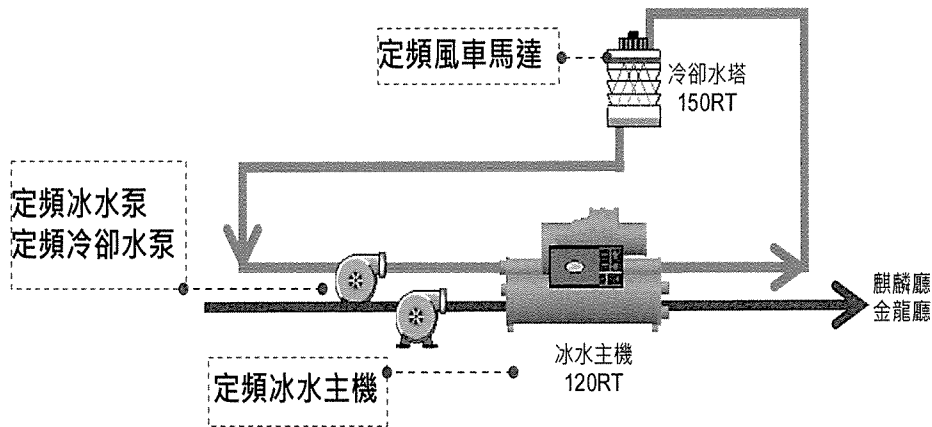


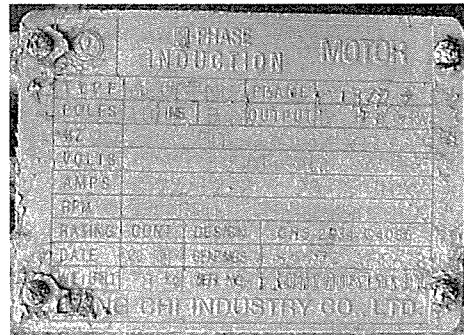
圖3 麒麟廳及金龍廳空調系統配置圖-改善前

表4 改善前設備規格

改善地點	設備名稱	規格型式	功率 (kW)	現有數量	運轉時數 (hr/年)	耗電量 (kWh/年)	耗電量小計 (kWh/年)
麒麟廳及金龍廳	冰水主機	定頻120RT	107.4	1	5,040	560,241	優先示範項目 131,544
	冰水泵	定頻15HP	11.2	2	5,040	56,448	
	冷卻水泵	定頻15HP	11.2	2	5,040	56,448	
	冷卻水塔	定頻150RT	3.7	1	5,040	18,648	



冷卻水塔150RT



冷卻水塔150RT 風扇馬達銘牌


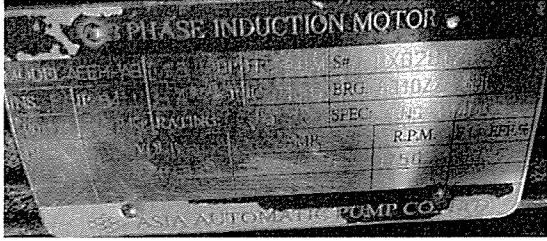
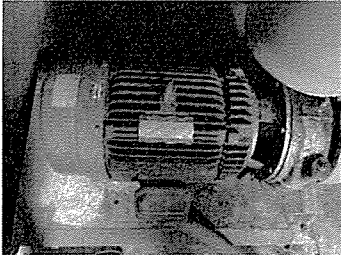
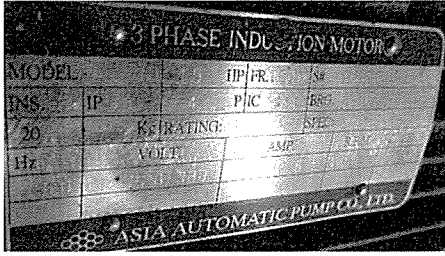
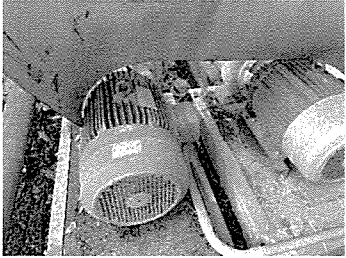
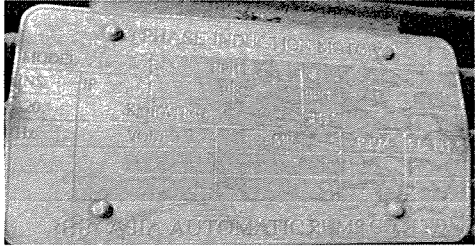

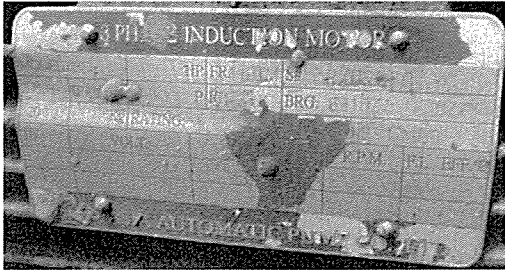
	
冰水泵15HP	冰水泵15HP 銘牌
	
冰水泵15HP	冰水泵15HP 銘牌
	
冷卻水泵15HP	冷卻水泵15HP 銘牌
	
冷卻水泵15HP	冷卻水泵15HP 銘牌

圖4 麒麟廳及金龍廳空調系統改善前設備照片

- (B) 改善措施之結果：汰換冰水泵、冷卻水泵、冷卻水塔並增設變頻控制，可減少空調耗能。
- (C) 預估專案計畫節能率：由預估之節能量除以未經改善前之能源耗用量，可得專案計畫預估節能率為39.0%。

B.主大樓空調箱汰舊換新

(A) 改善前狀況說明：大會廳及崑崙廳共4台空調箱，2台 65RT、2台 50RT，已使用超過28年，設備使用效能逐年偏低，規劃汰換空調箱並採用高效率 EC 風車。

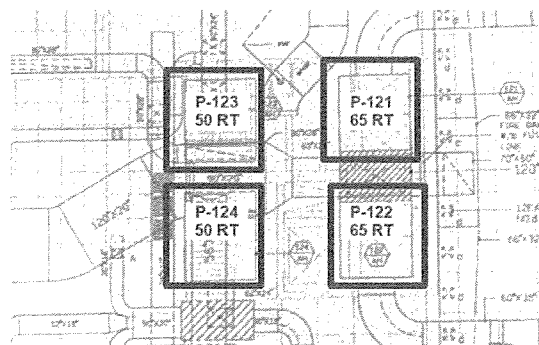
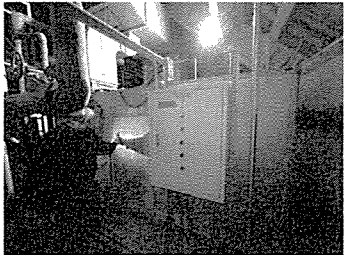
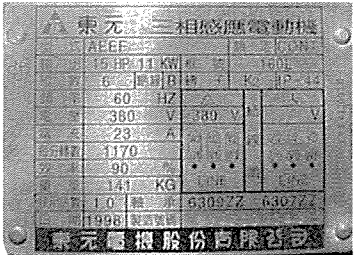

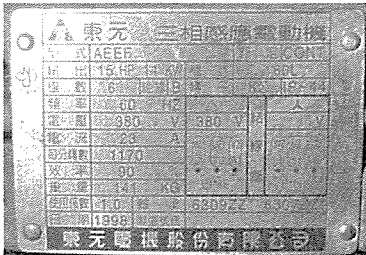


圖5 主大樓大會廳及崑崙廳空調箱系統配置圖-改善前

表5 改善前設備規格

改善地點	設備名稱	規格型式	功率 (kW)	現有數量	運轉時數 (hr/年)	耗電量 (kWh/年)	耗電量小計 (kWh/年)
主大樓	空調箱	定頻65RT	11.2	2	2,496	55,910	93,350
	空調箱	定頻50RT	7.5	2	2,496	37,440	

	
<p>P-121 空調箱 65RT 外觀</p>	<p>P-121 空調箱 65RT 馬達銘牌</p>
	
<p>P-122 空調箱 65RT 外觀</p>	<p>P-122 空調箱 65RT 馬達銘牌</p>


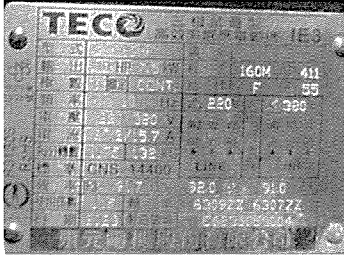

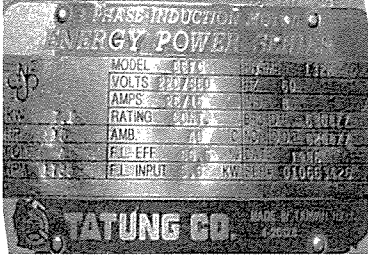
	
<p>P-123 空調箱 50RT 外觀</p>	<p>P-123 空調箱 50RT 馬達銘牌</p>
	
<p>P-124 空調箱 50RT 外觀</p>	<p>P-124 空調箱 50RT 馬達銘牌</p>

圖6 改善前設備照片

- (B) 改善措施之結果：汰換老舊空調箱，並採用高效率 EC 風車，採變頻控制，可提升設備用電效率。
- (C) 預估專案計畫節能率：由預估之節能量除以未經改善前之能源耗用量，可得專案計畫預估節能率為39.0%。

C.主大樓冷卻水塔馬達汰換並增設變頻

- (A) 改善前狀況說明：既有2,400RT 冷卻水塔 LUC-1035D-C6，共有6顆15HP 風車馬達，採水溫控制冷卻水塔 On/Off 開關，更新 IE3馬達並增設水塔風車變頻器，改為變頻控制風扇轉速，依外氣濕球溫度進行變頻控制。

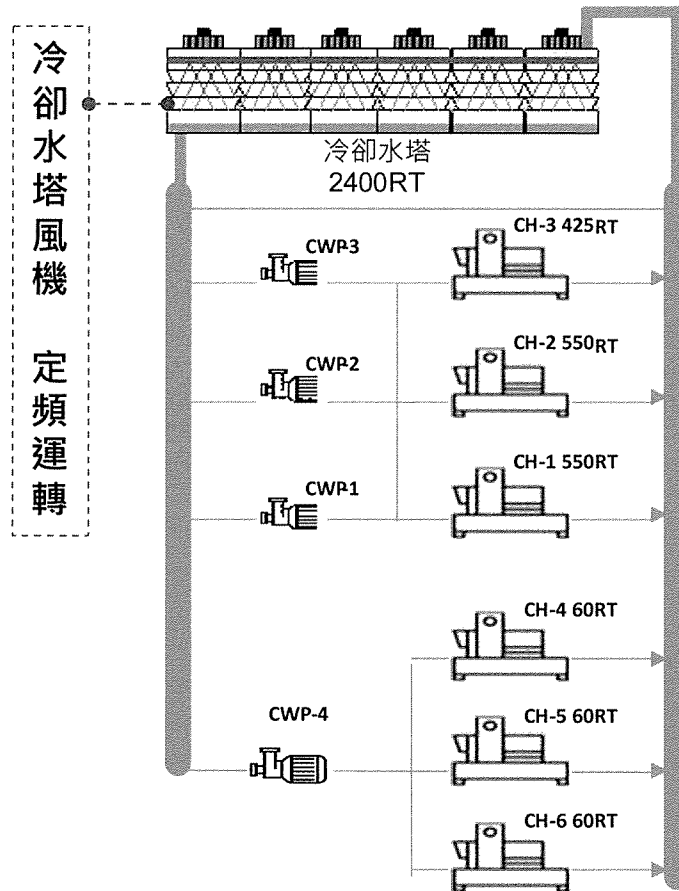
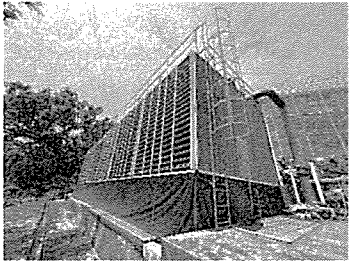

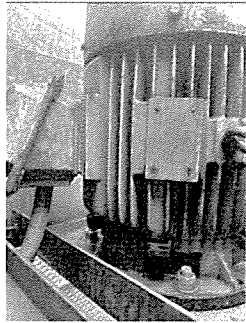


圖7 主大樓空調冷卻水系統配置圖-改善前

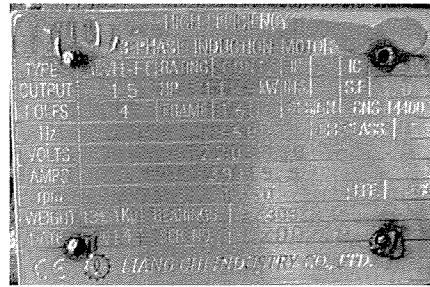
表6 改善前設備規格

改善地點	設備名稱	規格型式	功率 (kW)	現有數量	運轉時數 (hr/年)	耗電量 (kWh/年)
主大樓	冷卻水塔	定頻2400RT	67.1	1	7,200	483,840

	
<p>主大樓冷卻水塔2400RT外觀</p>	<p>主大樓冷卻水塔2400RT銘牌</p>



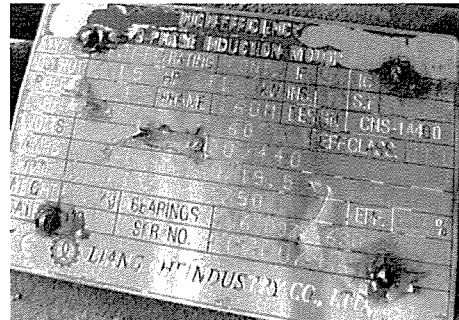
主大樓冷卻水塔風車馬達15HP 外觀



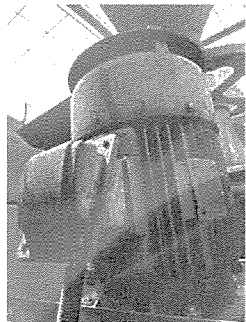
主大樓冷卻水塔馬達15HP 銘牌



主大樓冷卻水塔風車馬達15HP 外觀



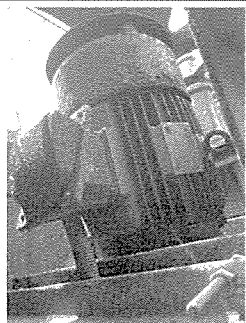
主大樓冷卻水塔馬達15HP 銘牌



主大樓冷卻水塔風車馬達15HP 外觀



主大樓冷卻水塔馬達15HP 銘牌



主大樓冷卻水塔風車馬達15HP 外觀



主大樓冷卻水塔馬達15HP 銘牌

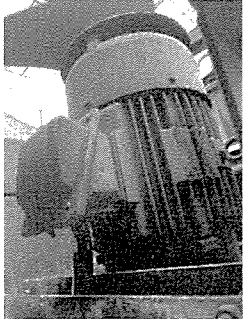
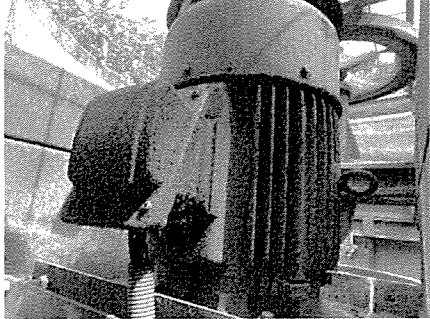

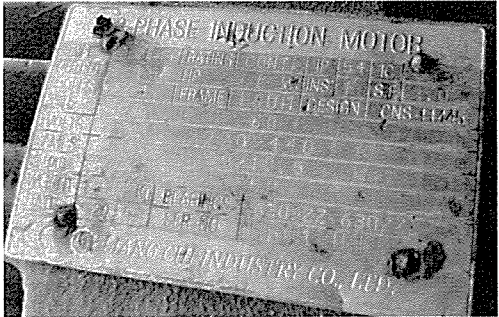
	
<p>主大樓冷卻水塔風車馬達15HP 外觀</p>	<p>主大樓冷卻水塔馬達15HP 銘牌(無銘牌)</p>
	
<p>主大樓冷卻水塔風車馬達15HP 外觀</p>	<p>主大樓冷卻水塔馬達15HP 銘牌</p>

圖8 改善前設備照片

- (B) 改善措施之結果：汰換既有冷卻水塔老舊 IE1等級風扇馬達，採用高效率 IE3等級馬達並增設變頻控制。
- (C) 預估專案計畫節能率：由預估之節能量除以未經改善前之能源耗用量，可得專案計畫預估節能率為 39.0%。

表7 改善前設備規範

設備名稱	設備編號	廠牌	型式	西元製造年份	設備規格		現有數量 (台/座)	備註
					容量	電功率 (kW)		
冰水主機	CH-01	日立	定頻螺旋式	1995	120 RT	107.4	1	麒麟廳及金龍廳
冰水泵	CHP-1~2	九如	同軸式	2014	15 HP	11.2	2	麒麟廳及金龍廳
冷卻水泵	CWP-1~2	九如	同軸式	2014	15 HP	11.2	2	麒麟廳及金龍廳
冷卻水塔	CT-01	良機	圓形逆流式	2010	150 RT	3.7	1	麒麟廳及金龍廳
冷卻水塔	CT-02	良機	方形直交流式	2015	2400 RT	67.1	1	主大樓
空調箱	P-121~122	中興	臥式	1997	65 RT	11.2	2	主大樓
空調箱	P-123~124	中興	臥式	1997	50 RT	7.5	2	主大樓

表8 改善後設備規範

設備名稱	設備編號	廠牌	型式	設備規格		現有數量 (台/座)	備註
				容量	電功率 (kW)		
冰水主機	CH-01	開利	變頻螺旋式	150 RT	102.4	1	
冰水泵	CHP-1~2	永大	同軸式	20 HP	14.9	2	增設變頻器
冷卻水泵	CWP-1~2	永大	同軸式	10 HP	7.5	2	增設變頻器
冷卻水塔	CT-01	良機	圓形逆流式	200 RT	3.7	1	增設變頻器
冷卻水塔	CT-02	良機	方形直交流式	2400 RT	67.1	1	增設變頻器
空調箱	P-121~122	開利	臥式	65 RT	9.0	2	EC 風車
空調箱	P-123~124	開利	臥式	50 RT	6.0	2	EC 風車

二、預估節能效益(撰寫耗能估算過程)

1.圓山大飯店

(1) 優先示範項目

A. 蒸氣壓縮式冰水機組能源效率分級標示 1 級之冰水機組

(A) 原120RT 冰水主機，其耗能約為 1.03 kW/RT，經系統全面檢討改善後，預計效能可提升至 0.68 kW/RT，年度運轉時數為 5,040小時，其效益估算如下：

I. 改善前能源耗用量：

$$(120\text{RT} \times 1.03\text{kW/RT}) \times 90\%(\text{負載率}) \times 5,040\text{時/年} = 560,241\text{kWh/年}$$

設備項目	設備台數 (台)	容量 RT	電力需量 kW/台	設備效率 kW/RT	預估效率 kW/RT	負載率 %	運轉時數 hr/yr	製冷噸位 RT.h	設備耗電量 kWh/yr
定頻螺旋式主機	1	120	107.4	0.90	1.03	90.0%	5,040	544,320	560,241

註1:預估效率：主機效率每年衰退0.5%，30年共衰退15%。

註2:運轉時數：24hr/每天*30天/每月*7個月/每年。

II. 改善後能源耗用量：

$$(150\text{RT} \times 0.68\text{kW/RT}) \times 72\%(\text{負載率}) \times 5,040\text{時/年} = 371,589\text{kWh/年}$$

設備項目	設備台數 (台)	容量 RT	電力需量 kW/台	設備效率 kW/RT	負載率 %	運轉時數 hr/yr	製冷噸位 RT.h	設備耗電量 kWh/yr
開利變頻螺旋式主機	1	150	102.4	0.68	72.0%	5,040	544,320	371,589

(B) 節能量：560,241 kWh/年 - 371,589 kWh/年 = 188,652 kWh/年

(C) 節能率：(560,241kW/RT-371,589kW/RT)/560,241kW/RT=33.7 %

(2) 非優先示範項目

A. 麒麟廳空調設備汰舊換新：

(A) 既有 120 RT 主機於夏季尖峰時段無法負荷兩廳客房及餐廳空調同時供應之需求，故規劃放大噸數為 150 RT，並於其餘時段以部分負載運轉，主機效率較高。汰換 120RT 定頻冰水主機 1台，更新為 Carrier 150RT 變頻螺旋式冰水主機，採雙壓縮機配置，符合能源署蒸氣壓縮式冰水機組能源效率分級標示1級之冰水機組(COP ≥ 5.15)，對應冷卻水塔 200RT × 1台、附屬設備依實際所需揚程流量汰換為 IE3冰水泵 20HP × 2台、冷卻水泵 10HP × 2台，冷卻水塔及水泵均採變頻運轉，依照主機負載率進行比例式調控降載做 VWV 控制(變水量控制)，其效益估算如下：

表9 改善前能源耗用量

設備名稱	設備編號	冷凍能力 (RT)	功率 (kW)	規格效率 (kW/RT)	預估效率 ¹ (kW/RT)	負載率	運轉時數 (hr/年)	約定冷能需求量 (RTH/年)	耗電量 (kWh/年)	備註
冰水主機	CH-1	120	107.4	0.895	1.03	90%	5,040	544,320	560,241	優先示範項目不計
冰水泵	CHP-1		11.2				2,520		28,224	
冰水泵	CHP-2		11.2				2,520		28,224	
冷卻水泵	CWP-1		11.2				2,520		28,224	
冷卻水泵	CWP-2		11.2				2,520		28,224	
冷卻水塔	CT-1		3.7				5,040		18,648	
合計耗電量(kWh/年)									131,544	

註1:預估效率以主機效率每年衰退0.5%，30年共衰退15%計算。

註2:運轉時數以冰水主機:24hr/每天*30天/每月*7個月/每年、水泵:依冰水主機運轉時間，2台水泵輪流運轉計算。

註3:約定冷能需求量以冷凍能力*負載率*運轉時數計算。

註4:耗電量:冰水主機:預估效率*約定冷能需求量；水泵、冷卻水塔:功率*運轉時數

表10 改善後能源耗用量

設備名稱	設備編號	冷凍能力 (RT)	功率 (kW)	規格效率 (kW/RT)	負載率	參差因數 ¹	運轉時數 (hr/年)	約定冷能需求量 (RTH/年)	耗電量 (kWh/年)	備註
冰水主機	CH-01	150	102.4	0.68	72%		5,040	544,320	371,589	優先示範項目不計
冰水泵	CHP-1		14.9			61%	2,520		22,904	
冰水泵	CHP-2		14.9			61%	2,520		22,904	
冷卻水泵	CWP-1		7.5			61%	2,520		11,529	
冷卻水泵	CWP-2		7.5			61%	2,520		11,529	
冷卻水塔	CT-01		3.7			61%	5,040		11,375	
合計耗電量(kWh/年)									80,241	

註1:參差因數包含變頻轉速與耗電3次方成正比、變頻耗損6%， $(50\text{Hz}/60\text{Hz})^3 \cdot (1+6\%)$ 。

表11 節能效益

改善前能源耗用量	改善後能源耗用量	節能量	節能率
kWh/年	kWh/年	kWh/年	%
131,544	80,241	51,303	39.0

(B) 節能量：131,544kWh/年- 80,241kWh/年=51,303kWh/年

(C) 節能率：(131,544kW/RT-80,241kW/RT) /131,544kW/RT=39.0 %

B. 主大樓空調箱汰舊換新：

(A) 大會廳及崑崙廳汰換4台空調箱，2台65RT、2台50RT，採用高效率 EC 風車，依場地租借使用需求開啟，每場次使用空調12小時，每週約4場次，每年52週開放使用，年運轉時數約2,496小時，改善後4台空調箱皆增設變頻控制與溫度控制器，並納入能源管理系統，改善後可針對該區域提供溫度調節與監視，維持室溫最適化管理，其效益估算如下：

表12 改善前能源耗用量

設備名稱	規格型式	功率	現有數量	運轉時數 ²	耗電量 ⁴
	(RT)	(kW)		(hr/年)	(kWh/年)
空調箱	定頻65RT	11.2	2	2,496	55,910
空調箱	定頻50RT	7.5	2	2,496	37,440
合計耗電量(kWh/年)					93,350

表13 改善後能源耗用量

設備名稱	規格型式	功率	現有數量	運轉時數 ²	耗電量 ⁴
	(RT)	(kW)		(hr/年)	(kWh/年)
空調箱	EC-Fan 65RT	11.2	2	2,496	34,105
空調箱	EC-Fan 50RT	7.5	2	2,496	22,838
合計耗電量(kWh/年)					56,943

表14 節能效益

改善前能源耗用量	改善後能源耗用量	節能量	節能率
kWh/年	kWh/年	kWh/年	%
93,350	56,943	36,407	39.0

(B) 節能量：93,350kWh/年- 56,943kWh/年 = 36,407 kWh/年

(C) 節能率：(93,350kW/RT-56,943kW/RT) / 93,350kW/RT = 39.0 %

C. 主大樓冷卻水塔馬達汰換並增設變頻：

(A) 既有2400RT 冷卻水塔 LUC-1035D-C6，風扇馬達15HP*6，馬達效率等級 IE1，採水溫控制冷卻水塔 On/Off 開關，規劃汰換為 IE3馬達並增設風車變頻器，依外氣濕球溫度進行變頻控制，其效益估算如下：

表15 改善前能源耗用量

設備名稱	設備編號	冷凍能力 (RT)	功率 (kW)	運轉時數 (hr/年)	耗電量 (kWh/年)
冷卻水塔	CT-2	2400	67.1	7,200	483,840

表16 改善後能源耗用量

設備名稱	設備編號	冷凍能力 (RT)	功率 (kW)	參差因數 ¹	運轉時數 (hr/年)	耗電量 (kWh/年)
冷卻水塔	CT-2	2400	67.1	61%	7,200	295,142

註1:參差因數包含變頻轉速與耗電3次方成正比、變頻耗損6%， $(50\text{Hz}/60\text{Hz})^3 \times (1+6\%)$ 。

表17 節能效益

改善前能源耗用量	改善後能源耗用量	節能量	節能率
kWh/年	kWh/年	kWh/年	%
483,840	295,142	188,698	39.0

(B)節能量：483,840kWh/年– 295,142kWh/年 = 188,698 kWh/年

(C)節能率：(483,840kW/RT-295,142kW/RT)/483,840kW/RT=39.0 %

表18 績效保證計畫執行概要

改善地點	改善措施	改善前狀況說明 (設備型式及數量)	改善後狀況說明 (設備型式及數量)
麒麟廳 與金龍廳	優先項目： 汰換為高效率冰水主機	改善標的(汰換) (舊)定頻螺旋式冰水主機 120RT 1台	改善後新設標的(新) (新)變頻螺旋式冰水主機 150RT 1台、滿載 COP 為5.15
麒麟廳 與金龍廳	非優先項目： 空調設備汰舊換新	改善標的(汰換) (舊)冰水泵定頻15HP*2台 (舊)冷卻水泵定頻15HP*2台 (舊)冷卻水塔定頻150RT*1台	改善後新設標的(新) (新)冰水泵變頻20HP*2台 (新)冷卻水泵定頻10HP*2台 (新)冷卻水塔變頻200RT*1台
主大樓	非優先項目： 空調箱汰舊換新	改善標的(汰換) (舊)定頻空調箱65RT*2台 (舊)定頻空調箱50RT*2台	改善後新設標的(新) (新)EC-Fan 空調箱65RT*2台 (新)EC-Fan 空調箱50RT*2台
主大樓	非優先項目： 冷卻水塔馬達汰換 並增設變頻	改善標的(汰換) (舊)冷卻水塔風扇馬達 IE1定 頻15HP*6台 既有標的(不更動) 2400RT 直交流冷卻水塔1台	改善後新設標的(新) (新) 冷卻水塔風扇馬達 IE3變頻 15HP*6台 既有標的(不更動) 2400RT 直交流冷卻水塔1台

三、預估績效保證計畫節能率

整體節能與節能率為：總節能量/改善項目原來耗能量 = 36.7%

表19 節能績效保證專案效益表

改善地點	節能方案		節省用電量 (kWh/年)	節省油當量 (kLOE/年)	減少 CO2 排放 (公噸/年)	節能率 (%)	回收年限 (年)
麒麟廳與金龍廳	優先	能源效率分級標示1級之蒸氣壓縮式冰水機組	188,652	18.04	89.4	33.7	6.6
	非優先1	空調設備汰舊換新	51,302	4.90	24.3	39.0	19.5
主大樓	非優先2	主大樓空調箱汰舊換新	36,407	3.48	17.3	39.0	41.0
	非優先3	主大樓冷卻水塔馬達汰換並增設變頻	188,698	18.04	89.4	39.0	3.6
合計			465,059	44.46	220.4	36.7	9.5

註：
 1.每度電產生0.474 kg CO₂ (113年電力排放係數能源署公告)
 2.每度電以單位平均電價計算

表20 績效保證計畫能源使用狀況

改善地點	麒麟廳與金龍廳		主大樓		合計
能源單價(元/kWh)	4.61				
節能方案	優先	非優先1	非優先2	非優先3	
項目	更換一級能效主機	麒麟廳空調設備汰舊換新	主大樓空調箱汰舊換新	主大樓冷卻水塔馬達汰換並增設變頻	
改善前用電量(kWh/年)	560,241	131,544	93,350	483,840	1,268,975
改善前油當量(kLOE/年)	53.56	12.58	8.92	46.26	121.31
改善前金額(元/年)	2,582,711	606,418	430,344	2,230,502	5,849,975
改善後用電量(kWh/年)	371,589	80,242	56,943	295,142	803,916
改善後油當量(kLOE/年)	35.52	7.67	5.44	28.22	76.85
改善後金額(元/年)	1,713,025	369,916	262,507	1,360,605	3,706,053
節約用電量(kWh/年)	188,652	51,302	36,407	188,698	465,059
節約油當量(kLOE/年)	18.04	4.90	3.48	18.04	44.46
節約金額(元/年)	869,686	236,502	167,836	869,898	2,143,922
節能率(金額基準)	33.7%	39.0%	39.0%	39.0%	36.7%
節能率(耗能基準)	33.7%	39.0%	39.0%	39.0%	36.7%
tCO ₂ 減量(噸/年)	89.4	24.3	17.3	89.4	220.4

註：1kWh=860kcal=0.0956×10³kLOE；1kWh=0.474kg CO₂(113年電力排放係數能源署公告)

第叁章、績效保證計畫之節能績效率測、驗證及節能率計算方式

一、優先示範項目

1. 蒸氣壓縮式冰水機組能源效率分級標示 1 級之冰水機組

參考冰水主機汰換之節能績效率測與驗證方法(FEMP)，擬訂本案改善前、後量測驗證方式藉此採用此迴歸方式進行計算。

(1) 收集資料與數據

A. 改善前

- * 冰水流量、冷卻水流量(LPM)
- * 冰水主機之冰水回水溫度及出水溫度(°C)
- * 冰水主機之冷卻水回水溫度及出水溫度(°C)
- * 冰水主機之功率 kW
- * 銘牌(圖片或規格表)
- * 設備外觀(照片)

B. 改善後

- * 冰水流量、冷卻水流量(LPM)
- * 冰水主機之冰水回水溫度及出水溫度(°C)
- * 冰水主機之冷卻水回水溫度及出水溫度(°C)
- * 冰水主機之功率 kW
- * 銘牌(圖片或規格表)
- * 設備外觀(照片)

(2) 測試儀器之精度

要量測上述之運轉條件須使用到：電功率計、流量計、溫度計，為確保所測試之數據的可靠的，訂定測量儀器之精度。

表21 測量儀器之精度

類別	精度
電功率計	±0.5%
流量計	±1.0%
溫度計	±0.1°C

(3) 檢測方法及位置

類別	數量	位置
溫度計	1	冰水出水、冰水回水 冷卻水出水、冷卻水回水
電功率計	1	冰水主機
流量計	2	冰水流量、冷卻水流量

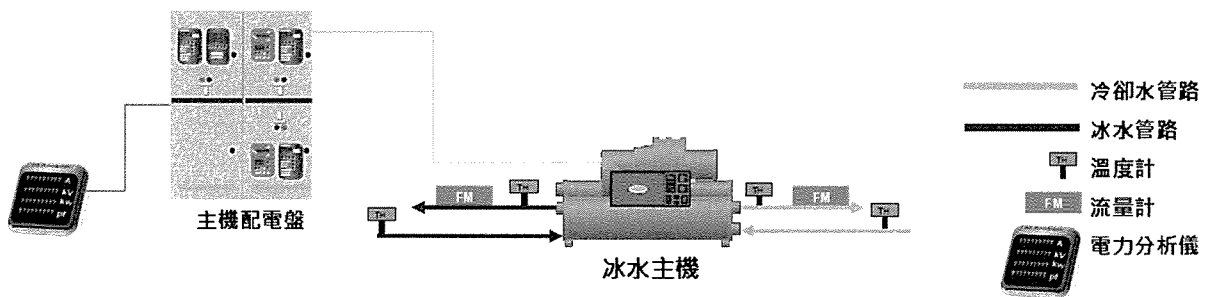


圖9 改善前後各參數之量測位置點圖示說明

(4) 節能量計算說明

專案計畫節能率計算方式：由實際總節能量除以未經改善前之總能源耗用量，可得專案計畫之節能率。

$$\text{節能率}\% = (\text{實際總節能量} / \text{未經改善前之總能源耗用量}) \times 100\%$$

(5) 計算公式

A. 改善前-建立冰水主機基準線的性能方程式：

以改善前、後空調主機效率指標值(kW/RT)之差值除以改善前效率指標值，可得專案計畫之節能率，並乘上約定年製冷能力(RTh/年)得到節能量。

在空調冰水機房節能改善前，連續收集基準線所需之空調冰水主機運轉資料，改善前取樣運轉資料的間隔時間為1分鐘，再利用資料分析中的迴歸計算方式，將數據區分出 X 範圍之輸入變數部份以及 Y 範圍之輸出變數部份，用迴歸計算分析後得到 C₀ 至 C₉ 的係數。

建立基準線空調水系統用電量數學模型，如下公式：

$$P_{\text{base}} = C_0 + C_1 \times T_{\text{chws-b}} + C_2 \times T_{\text{chws-b}}^2 + C_3 \times T_{\text{cwr-b}} + C_4 \times T_{\text{cwr-b}}^2 + C_5 \times \text{PLR}_{\text{base}} + C_6 \times \text{PLR}_{\text{base}}^2 + C_7 \times T_{\text{chws-b}} \times T_{\text{cwr-b}} + C_8 \times T_{\text{chws-b}} \times \text{PLR}_{\text{base}} + C_9 \times T_{\text{cwr-b}} \times \text{PLR}_{\text{base}}$$

參數說明如下：

P_{base}：基準線空調水系統用電量(kW)

T_{chws-b}：基準線冰水出水溫度(°C)

T_{cwr-b}：基準線冷卻水回水溫度(°C)

PLR_{base}：改善前空調主機之部分負載率 (Q_{Load}/Capacity)

C₀~C₉：依量測數據所迴歸之係數

P_{after}：改善後空調主機統用電量(kW)

T_{chws-p} : 改善後冰水出水溫度(°C)

T_{cwr-p} : 改善後冷卻水回水溫度(°C)

PLR_{post} : 改善後空調主機之部分負載率 (QLoad/Capacity)

P_{base-r} : 改善後迴歸基準線空調水主機用電量(kW)

B. 改善前-收集運轉數據

改善前先蒐集紀錄空調水主機之冰水流量、冰水出回水溫度、冷卻水回水溫度以及空調水系統用電，如下表所示，再將冰水管出水溫度 T_{chws-b} 、冷卻水主幹管回水溫度 T_{cwr-b} 、空調系統之部分負載率 PLR_{base} 代入方程式，再利用 Excel 內建迴歸求解方式迴歸出 $C_0 \sim C_9$ 係數，用所得的 $C_0 \sim C_9$ 之係數代入 FEMP 經驗公式模型，此方程式可求得迴歸之用電量基準線。

再利用資料分析中的迴歸計算方式，將數據區分出 X 範圍之輸入變數部份以及 Y 範圍之輸出變數部份，用迴歸計算分析後得到 $C_0 \sim C_9$ 的係數，如下表所示。

表22 改善前基準線數據蒐集(示意範本)

日期	時間	T_{chws-b}	T_{chws-b}^2	T_{cwr-b}	T_{cwr-b}^2	PLR_b	PLR_b^2	$T_{chws-b} \times T_{cwr-b}$	$T_{chws-b} \times PLR_b$	$T_{cwr-b} \times PLR_b$	$P_{base}(kW)$
10/27	08:21	16.2	262.44	30.6	936.36	118.83	14119.80	495.72	1924.99	3636.10	140.9
10/27	08:22	16	256.00	30.9	954.81	119.31	14236.04	494.40	1909.04	3686.83	140.9
10/27	08:23	15.9	252.81	31.2	973.44	116.15	13489.78	496.08	1846.71	3623.74	140.6
10/27	08:24	15.7	246.49	31.4	985.96	116.30	13526.67	492.98	1825.98	3651.95	140.6
10/27	08:25	15.5	240.25	31.5	992.25	119.41	14258.05	488.25	1850.81	3761.32	140.5
10/27	08:26	15.3	234.09	31.7	1004.89	116.62	13600.62	485.01	1784.31	3696.91	140.3
10/27	08:27	15.2	231.04	31.8	1011.24	119.28	14228.28	483.36	1813.09	3793.18	140.3
10/27	08:28	15.1	228.01	31.9	1017.61	116.99	13685.92	481.69	1766.50	3731.88	140.1
10/27	08:29	14.9	222.01	32	1024.00	117.07	13704.49	476.80	1744.29	3746.12	140.1
10/27	08:30	14.7	216.09	32	1024.00	119.53	14286.56	470.40	1757.04	3824.85	139.8
10/27	08:31	14.6	213.16	32.1	1030.41	117.29	13756.58	468.66	1712.41	3764.96	139.7
10/27	08:32	14.4	207.36	32.1	1030.41	116.90	13666.11	462.24	1683.39	3752.56	139.6
.											
.											
.											

表23 迴歸計算求得 C0至 C9係數表(示意範本)

改善前迴歸係數			
C0	1048.94	C5	2.97835
C1	-47.067	C6	-0.0167
C2	0.41396	C7	1.39365
C3	-54.917	C8	-0.0055
C4	0.70202	C9	-0.0063
C5	2.97835	C5	2.97835

C. 改善後-收集運轉數據

新的冰水主機安裝後，連續監測記錄的運轉數據，資料蒐集的項目與基準線相同，取樣運轉資料的間隔時間為1分鐘，再將改善前以 Excel 迴歸分析求得之 $C_0 \sim C_9$ 係數代回公式。

以改善後的冰水出水溫度 T_{chws-p} 及冷卻水回水溫度 T_{cwr-p} 及空調主機部分負載率 PLR_{Post} ，代入方程式之空調主機基準線的用電量計算公式，即可求得改善前的 P_{base-r} 。

D. 節能效益計算

(A)改善前效率計算:採用迴歸公式

將改善後之數據帶入以下迴歸公式，計算得出迴歸後改善前效率 kW/RT。

$$P_{base} = C_0 + C_1 \times T_{chws-b} + C_2 \times T_{chws-b}^2 + C_3 \times T_{cwr-b} + C_4 \times T_{cwr-b}^2 + C_5 \times PLR_{base} + C_6 \times PLR_{base}^2 + C_7 \times T_{chws-b} \times T_{cwr-b} + C_8 \times T_{chws-b} \times PLR_{base} + C_9 \times T_{cwr-b} \times PLR_{base}$$

(B)改善後效率計算:

將改善後測得知冰水流量(LPM)、冰水進出溫度(°C)及電力分析儀測得之功率(kW)，代入以下公式計算，得出改善後效率 (kW/RT)。

(C)節能效率計算:

改善前能源耗用量(kWh/yr) = 約定年需求冷凍噸數(RTh/yr) × 改善前效率(kW/RT)

改善後能源耗用量(kWh/yr) = 約定年需求冷凍噸數(RTh/yr) × 改善後效率(kW/RT)

$$\text{節能率(\%)} = \frac{\text{改善前能源耗用量(kWh/yr)} - \text{改善後能源耗用量(kWh/yr)}}{\text{改善前能源耗用量(kWh/yr)}}$$

二、非優先示範項目

1. 空調用泵及冷卻水塔汰舊換新及設置變頻設備驗證方式：

參考能源技術服務業資訊網公佈之『水泵節能效益之量測與驗證方法』，量測專案改善前後水泵與動力設備設備用電量(kWh)，計算水泵與動力設備加裝變頻器前後平均耗電量(kW)，計算節能量。

(1) 收集資料與數據

A. 改善前

- * 名牌資料(拍照/圖片)
- * 設備所在位置(拍照/圖片)
- * 用電量(電壓 V、電流 A、功率因數 PF、功率 kW)

B. 改善後

- * 名牌資料(拍照/圖片)
- * 設備所在位置(拍照/圖片)
- * 用電量(電壓 V、電流 A、功率因數 PF、功率 kW、頻率 Hz)

(2) 測試儀器之精度

要量測上述之運轉條件須使用到：電功率計，為確保所測試之數據的可靠的，訂定測量儀器之精度。

表24 測量儀器之精度

類別	精度
電功率計	±0.5%

(3) 檢測方法及位置

A. 電功率計

表25 改善前後測量儀器之資訊

類別	數量	位置
電功率計	5	水泵4台、冷卻水塔1台

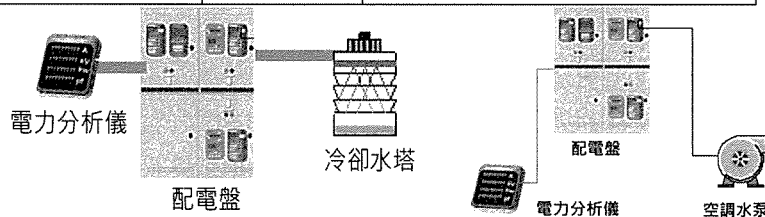


圖10 改善前後各參數之量測位置點圖示說明

(4) 節能量計算說明

專案計畫節能率計算方式：由實際總節能量除以未經改善前之總能源耗用量，可得專案計畫之節能率。

$$\text{節能率}\% = (\text{實際總節能量} / \text{未經改善前之總能源耗用量}) \times 100\%$$

(5) 計算公式

$$\text{節能率(\%)} = \frac{\text{改善前能源耗用量}\left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}}\right) - \text{改善後能源耗用量}\left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}}\right)}{\text{改善前能源耗用量}\left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}}\right)}$$

$$\text{改善前能源耗用量}\left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}}\right) = \text{改善前平均功率(kW)} \times \text{約定運轉時數}\left(\frac{\text{時}}{\text{年}}\right)$$

$$\text{改善後能源耗用量}\left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}}\right) = \text{改善後平均功率(kW)} \times \text{約定運轉時數}\left(\frac{\text{時}}{\text{年}}\right)$$

2. 主大樓空調箱汰舊換新驗證方式：

參考能源技術服務業資訊網公佈之『水泵節能效益之量測與驗證方法』，量測專案改善前後水泵與動力設備設備用電量(kWh)，計算水泵與動力設備加裝變頻器前後平均耗電量(kW)，計算節能量。

(1) 收集資料與數據

A. 改善前

- * 名牌資料(拍照/圖片)
- * 設備所在位置(拍照/圖片)
- * 用電量(電壓 V、電流 A、功率因數 PF、功率 kW)

B. 改善後

- * 名牌資料(拍照/圖片)
- * 設備所在位置(拍照/圖片)
- * 用電量(電壓 V、電流 A、功率因數 PF、功率 kW、頻率 Hz)

(2) 測試儀器之精度

要量測上述之運轉條件須使用到：電功率計，為確保所測試之數據的可靠的，訂定測量儀器之精度。

表26 測量儀器之精度

類別	精度
電功率計	±0.5%

(3) 檢測方法及位置

A. 電功率計

表27 改善前後測量儀器之資訊

類別	數量	位置
電功率計	4	空調箱4台

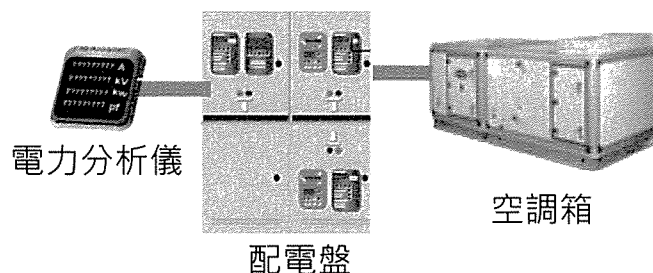


圖11 改善前後各參數之量測位置點圖示說明

(4) 節能量計算說明

專案計畫節能率計算方式：由實際總節能量除以未經改善前之總能源耗用量，可得專案計畫之節能率。

$$\text{節能率}\% = (\text{實際總節能量} / \text{未經改善前之總能源耗用量}) \times 100\%$$

(5) 計算公式

$$\text{節能率}\% = \frac{\text{改善前能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) - \text{改善後能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right)}{\text{改善前能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right)}$$

$$\text{改善前能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) = \text{改善前平均功率}(\text{kW}) \times \text{約定運轉時數} \left(\frac{\text{時}}{\text{年}} \right)$$

$$\text{改善後能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) = \text{改善後平均功率}(\text{kW}) \times \text{約定運轉時數} \left(\frac{\text{時}}{\text{年}} \right)$$

3. 主大樓冷卻水塔風車馬達汰舊換新及設置變頻驗證方式：

參考能源技術服務業資訊網公佈之『水泵節能效益之量測與驗證方法』，量測專案改善前後水泵與動力設備設備用電量(kWh)，計算水泵與動力設備加裝變頻器前後平均耗電量(kW)，計算節能量。

(1) 收集資料與數據

A. 改善前

- * 名牌資料(拍照/圖片)
- * 設備所在位置(拍照/圖片)
- * 用電量(電壓 V、電流 A、功率因數 PF、功率 kW)

B. 改善後

- * 名牌資料(拍照/圖片)
- * 設備所在位置(拍照/圖片)
- * 用電量(電壓 V、電流 A、功率因數 PF、功率 kW、頻率 Hz)

(2) 測試儀器之精度

要量測上述之運轉條件須使用到：電功率計，為確保所測試之數據的可靠的，訂定測量儀器之精度。

表28 測量儀器之精度

類別	精度
電功率計	±0.5%

(3) 檢測方法及位置

A. 電功率計

表29 改善前後測量儀器之資訊

類別	數量	位置
電功率計	1	冷卻水塔1台

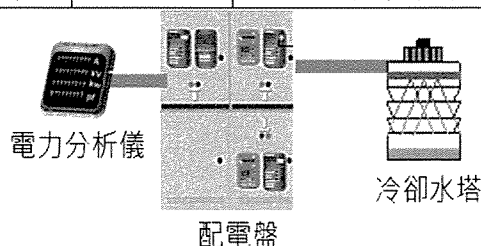


圖12 改善前後各參數之量測位置點圖示說明

(4) 節能量計算說明

專案計畫節能率計算方式：由實際總節能量除以未經改善前之總能源耗用量，可得專案計畫之節能率。

$$\text{節能率}\% = (\text{實際總節能量} / \text{未經改善前之總能源耗用量}) \times 100\%$$

(5) 計算公式

$$\text{節能率}\% = \frac{\text{改善前能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) - \text{改善後能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right)}{\text{改善前能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right)}$$

$$\text{改善前能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) = \text{改善前平均功率}(\text{kW}) \times \text{約定運轉時數} \left(\frac{\text{時}}{\text{年}} \right)$$

$$\text{改善後能源耗用量} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{年}} \right) = \text{改善後平均功率}(\text{kW}) \times \text{約定運轉時數} \left(\frac{\text{時}}{\text{年}} \right)$$

第肆章、節能績效量測與驗證之基本約定

一、優先示範項目

1. 麒麟廳與金龍廳

(1) 能源效率分級標示1級之蒸氣壓縮式冰水機組改善項目

A. 改善前：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測30天
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (主機1台)
- (G)約定運轉時數：5,040小時/年
- (H)約定冷能需求量：544,320 RTh/年

B. 改善後：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測30天
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (主機1台)
- (G)約定運轉時數：5,040小時/年
- (H)約定冷能需求量：544,320 RTh/年

二、非優先示範項目

1. 麒麟廳與金龍廳

(1) 空調設備汰舊換新改善項目

A. 改善前：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測15分鐘(定頻設備)
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (CHP×1、CWP×1、CT×1)
- (G)約定運轉時數：2,520小時/年

B. 改善後：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測30天(變頻設備)
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (CHP×1、CWP×1、CT×1)
- (G)約定運轉時數：2,520小時/年

2. 主大樓

(1) 空調箱汰舊換新

A. 改善前：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測15分鐘(定頻設備)
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (空調箱4台)
- (G)約定運轉時數：2,496小時/年

B. 改善後：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測30天(變頻設備)
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (空調箱4台)
- (G)約定運轉時數：2,496小時/年

(2) 冷卻水塔馬達汰換並增設變頻

A. 改善前：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測15分鐘(定頻設備)
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (CT×1)
- (G)約定運轉時數：7,200小時/年

B. 改善後：

- (A)能源單價：電費單價 4.61元/度
- (B)量測方式：短期間量測
- (C)量測週期：改善前量測一次
- (D)量測時間：連續量測30天(變頻設備)
- (E)量測資料擷取間隔時間：1分鐘/筆
- (F)設備取樣比例：100% (CT×1)
- (G)約定運轉時數：7,200小時/年

第五章、績效保證計畫經費預算初估表

一、優先補助項目預估費用初估表

表30 優先補助項目預估費用初估表

優先補助項目預估費用初估表			
科目	金額(元)	%	說明
1.設計費	175,000	3	規劃設計費
2.材料費			
A	2,200,000	43	150RT 冰水主機更新1台(一級能效)、保養及保固
3.施工費			
A	2,000,000	39	主機設備搬運/舊設備拆除回收清運/各樣設備/設備基礎及避震
4.業務費	240,000	5	量測驗證費(改善前、後各一次)
5.管理費	175,000	3	工程施工管理及相關文件作業費
6.稅捐	243,500	5	營業稅
7.其他	80,000	2	職業安全衛生管理、工程品質管理、施工計畫管理及工程保險
合計	5,113,500	100	

二、非優先補助項目預估費用初估表

表31 非優先補助項目預估費用初估表

非優先補助項目預估費用初估表			
科目	金額(元)	%	說明
1.設計費	40,000	0	規劃設計費
2.材料費			
A	600,000	5	麒麟廳冷卻水塔200RT 共1台
B	460,000	4	麒麟廳冰水泵20HP*2台、冷卻水泵10HP*2台
C	1,000,000	8	麒麟廳空調控制盤1座、變頻器5個
D	2,340,000	18	主大樓空調箱65RT*2台、50RT*2台
E	1,200,000	9	主大樓2400RT 冷卻水塔變頻盤1座、變頻器6個
F	540,000	4	主大樓冷卻水塔風車馬達15HP*6個
G	1,600,000	12	空調監控能源管理系統擴充
3.施工費			
A	200,000	2	麒麟廳空調設備汰換工程
B	3,400,000	26	主大樓空調箱汰換工程(含空調箱風管保溫)
C	900,000	7	主大樓冷卻水塔增設變頻工程(含電盤防護延伸雨遮)
4.業務費	120,000	0	量測驗證費(改善前、後各一次)
5.管理費	60,000	0	工程施工管理及相關文件作業費
6.稅捐	624,000	5	營業稅
7.其他	20,000	0	
合計	13,104,000	100	

三、整體績效保證預估費用初估表

表32 整體績效保證預估費用初估表

整體專案預估費用初估表			
科目	金額(元)	%	說明
1.設計費	215,000	1	規劃設計費
2.材料費			
A	2,200,000	12	150RT 冰水主機更新1台(一級能效)、保養及保固
B	600,000	3	麒麟廳冷卻水塔200RT 共1台
C	460,000	3	麒麟廳冰水泵20HP*2台、冷卻水泵10HP*2台
D	1,000,000	5	麒麟廳空調控制盤1座、變頻器5個
E	2,340,000	13	主大樓空調箱65RT*2台、50RT*2台
F	1,200,000	7	主大樓2400RT 冷卻水塔變頻盤1座、變頻器6個
G	540,000	3	主大樓冷卻水塔風車馬達15HP*6個
H	1,600,000	9	空調監控能源管理系統擴充
3.施工費			
A	2,000,000	11	主機設備搬運/舊設備拆除回收清運/各樣設備/設備基礎及避震
B	200,000	1	麒麟廳空調設備汰換工程
C	3,400,000	19	主大樓空調箱汰換工程(含空調箱風管保溫)
D	900,000	5	主大樓冷卻水塔增設變頻工程(含電盤防護延伸雨遮)
4.業務費	360,000	2	量測驗證費(改善前、後各一次)
5.管理費	235,000	1	工程施工管理及相關文件作業費
6.稅捐	867,500	4	營業稅
7.其他	100,000	1	
合計	18,217,500	100	

四、申請節能績效示範推廣補助費用初估表

表33 節能績效示範推廣補助費用初估表

整體申請示範補助費用初估表		
項目	申請補助經費(元)	計算說明
優先項目	1,534,050	優先項目合計經費 5,113,500 × 30%=1,534,050
非優先項目	2,620,800	非優先項目合計經費 13,104,000 × 20% =2,620,800
合計	4,154,850	

■本案非屬中小企業，優先項目補助專案經費30%、非優先項目補助專案經費20%。