



國立臺北科技大學
National Taipei University of Technology



導入節能績效保證專案(ESPC) 加速設備更新

報告人：楊詩弘

中華民國102年8月27日

大綱

- 學校概要說明
- 學生宿舍熱水系統節能績效保證專案說明
- 照明暨建築物智慧化管理系統節能績效保證專案說明
- 節能績效保證專案特色
- 節能績效保證專案執行程序
- 節能績效保證專案招標及履約管理

機關概要^(1/2)

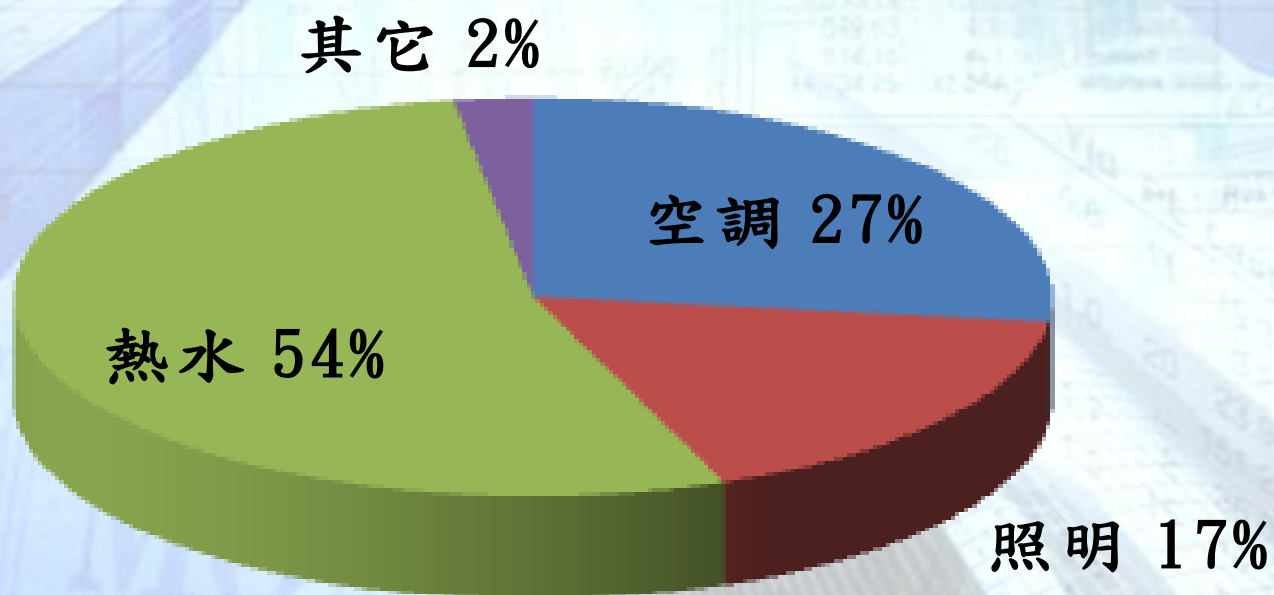
二次性能源消耗(電力)

- 本校分為28棟大樓建築物，建築物樓地板面積共為181,751平方公尺，臺電供電分為**1.西校區:契約容量為3,356kW** **2.光華館:契約容量為200kW** **3.精勤樓:契約容量為100kW** **4.學生宿舍:契約容量為700kW(改善前契約容量1100KW)** **5.科技大樓:契約容量為1,200kW**。
- 男女學生宿舍原有熱水系統皆採用**電熱鍋爐**集中供熱，共計17台，總用電需量792kW，總床數為1,584床，電熱費約為3,489,325元/年，佔全年宿舍總用電量**54%**。
- 西校區，100年年用電度數12,132,800kWh，總電費36,580,770元/年，平均電價3.01元/kWh。

機關概要(2/2)

- 西校區供電：包含行政大樓、圖書館、綜合科館、共同科館、設計館、材資館、土木館、中正館、化學館、第一、二、三、四教學大樓及一大川堂等。
- 電能：空調33(%) + 照明25(%) + 動力（實驗室儀器 + 大樓電梯 + 抽水馬達等設備）22(%) + 插座20(%)。
- 節能策略:建立能源管理組織及制度、耗電設備調查、高效率節能設備汰換、增設建築物能源管理系統、訂定節能目標、落實能源管理及定期檢討改進節能成效。

學生宿舍改善前能源流向



學生宿舍熱水系統改善方法

- 男女宿舍既有電熱鍋爐熱水系統均改採空氣對水熱泵加熱系統，作為主要的熱水節能設備。
- 管路系統增設節能電子水質處理器，可除垢防垢，解決熱交換效率受水垢之影響，可長期維持熱交換效率。
- 照明節能改善措施採用高效率電子式燈具，搭配三波長域螢光燈管，可降低行政大樓燈具總耗功率。
- 增設能源分析管理系統(EMS)，可與台電同步作為監測用電需量之資料統計，大幅提升用電問題診斷的作業效率，可作為後續M&V與未來示範推廣。
- EMS透過固定IP連結節能系統之監測紀錄，同時顯示在LCD螢幕上，可立即監視節能度數、金額與CO₂排放量之成果與運轉現況。

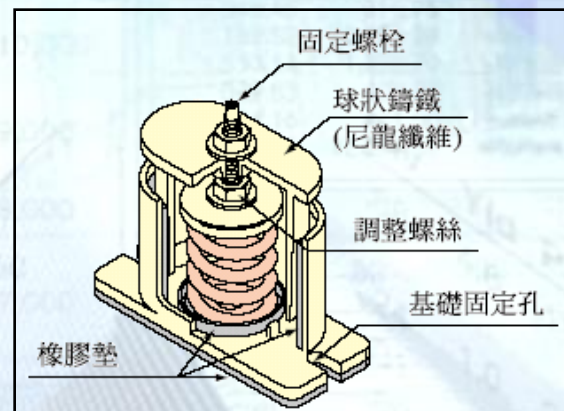
熱泵規格

區域	一舍	二舍
	女生320人，男生414人	男生850人
機型	SAHP-040 空氣對水熱泵機	
台數	2 台	2 台
製熱能力	406,000 BTU/HR	
製冷能力	298,000 BTU/HR	
壓縮機功率	36 kW	
電源供應	3PH 380V 60HZ	3PH 220V 60HZ
冷媒種類	R-134a	
熱水出水溫度	55°C	
尺寸(長寬高)	1.88M × 1.4M × 2.02M	
增設桶槽容量	6,000 L × 2座	7,000 L × 2座
原有桶槽	7,500L × 3座	6,500L × 4座

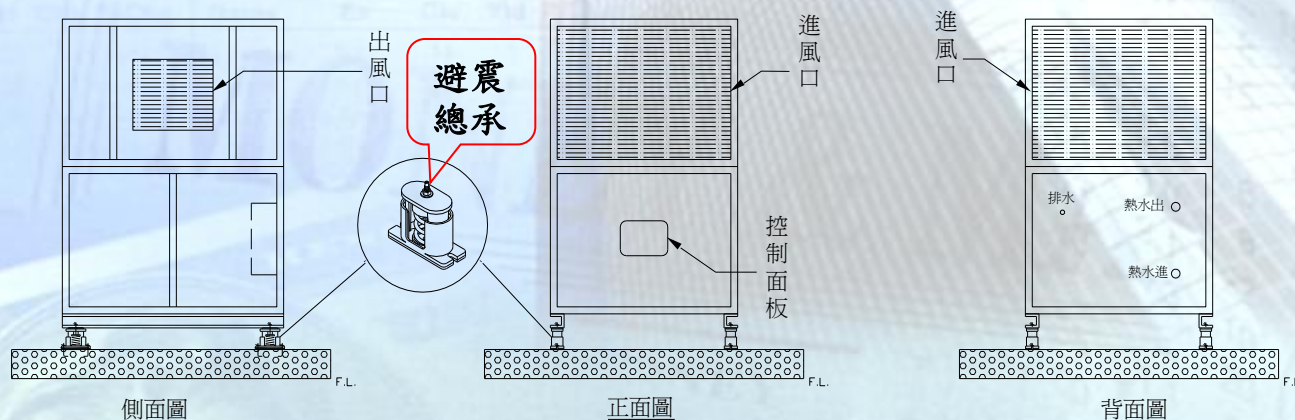


熱泵規格

每台主機基座均採用彈簧式的避震總承，可有效防止震動與噪音的傳導。

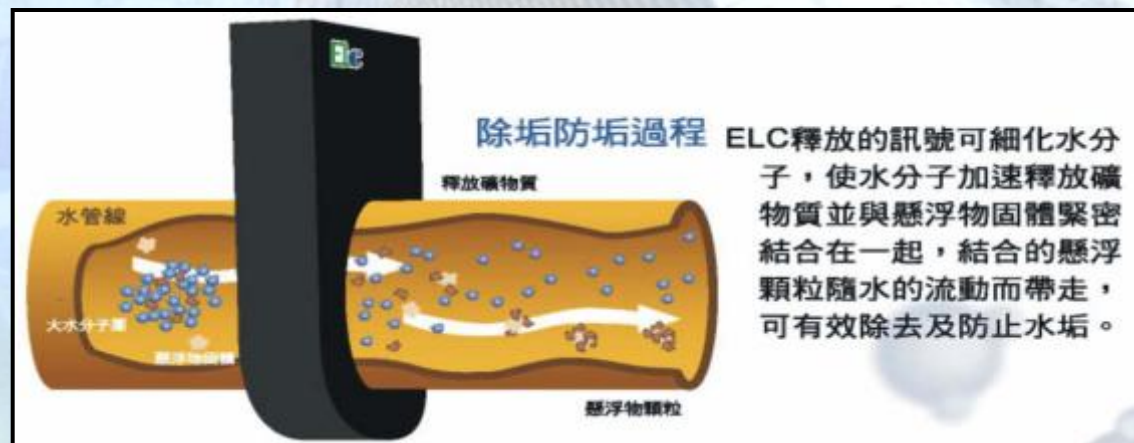


熱泵主機外觀參考圖



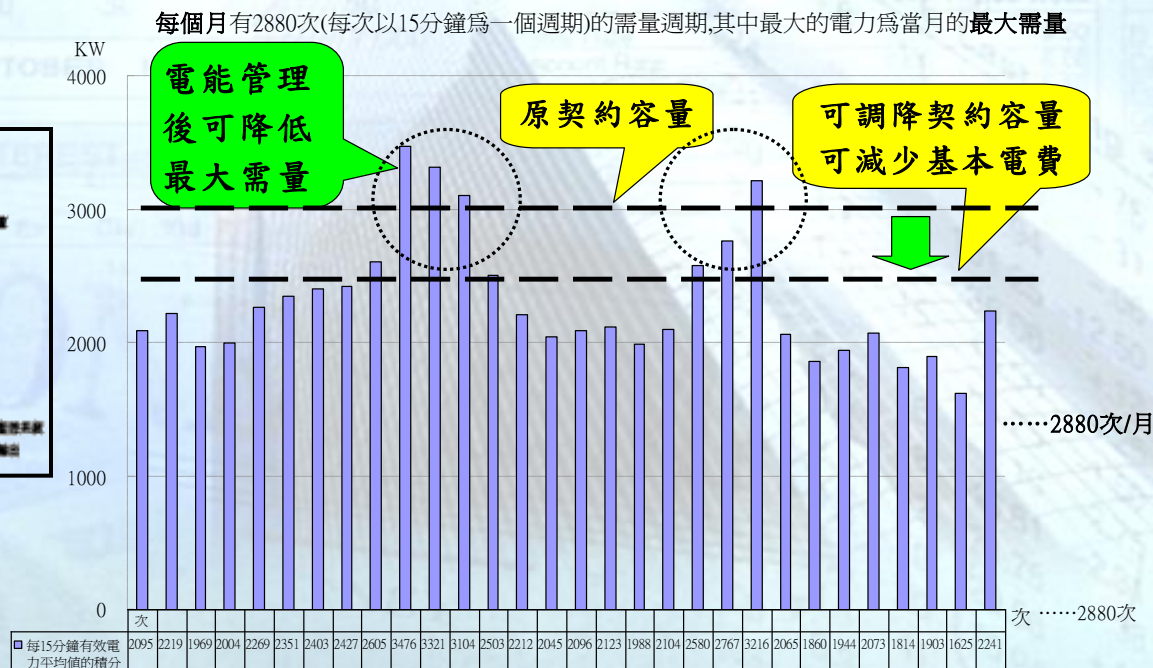
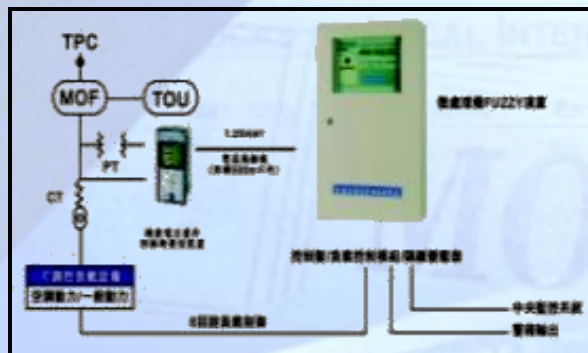
電子式水質處理器

- 加裝水質處理器，可維持熱交換效率，確保節能效益、延長主機壽命。
- 水中的鈣、鎂 (Ca^{+2} 、 Mg^{+2}) 離子達到飽和濃度後，便容易產生水垢，然而結垢產生之速率與離子飽和濃度相關，當熱交換的表面溫度越高，飽和濃度越高時，特別容易產生水垢，增加熱阻抗。
- 水垢的產生會導致管內堆積造成堵塞、水流分佈不均、熱交換效率下降、消耗的能源費用也相對提高、設備損壞或提早汰換(使用壽命減短)。
- 防垢過程示意圖：



學生宿舍電能管理系統

- 藉由合理的需量監視，**避免或節省流動電費**，透過長期紀錄分析用電，可研判**調整契約容量**。
- 增設**能源管理系統**，可監視所有的**運行紀錄**，立即搜尋顯示即時/歷史紀錄資料，更可於螢幕與報表中顯示所有的可能數據。
- 可發送警報點以及傳輸控制訊號，做為遠端監控提高即時維護與減少人力成本。



學生宿舍能源管理系統

- 利用節能管理系統處理複雜的資料分析與統計為主，透過儀錶將數值加以分析統計，以自動化優勢，精簡人力成本，提升人員資料查詢的意願，確實掌握數量繁多的設備運轉狀況，提早察覺異常狀況，提昇設備維護管理的工作效率。
- 透過螢幕及報表的呈現，進行管理、監視、紀錄、分析作為未來節能績效M&V的依據，以及推廣示範的效果。

[illegible]

效益驗證計算^(1/4)

宿舍 名稱	改善前 用電費用	改善後 用電費用	相差 費用	金額 節能率
	元/年	元/年	元/年	%
北科一舍(熱水)	2,960,686	784,933	2,175,753	73.488%
北科二舍(熱水)	3,203,921	794,442	2,409,479	75.204%
行政大樓(照明)	356,910	226,081	130,829	36.656%
總計	6,521,517	1,805,456	4,716,060	72.315%

效益驗證計算^(2/4)

宿舍 名稱	改善前用 電量	改善後 用電量	改善前 油當量	改善後 油當量	節能率
	kWH/年	kWH/年	kloe/年	kloe/年	%
北科一舍	1,200,580.563	318,129.869	298.278	79.038	73.502%
北科二舍	1,299,549.485	322,026.728	322.866	80.006	75.220%
行政大樓	168,353.651	106,641.986	41.827	26.495	36.656%
總計	2,668,483.699	746,798.583	662.971	185.539	72.014%

效益驗證計算^(3/4)

宿舍 名稱	改善前		改善後		差值	
	Ebase-u	Fbase-u	Epost-u	Fpost-u	Esaving-u	Fsaving-u
	(Mcal/Mcal)	(元/Mcal)	(Mcal/Mcal)	(元/Mcal)	(Mcal/Mcal)	(元/Mcal)
北科 一舍	1.502	3.704	0.398	0.982	1.104	2.722
北科 二舍	1.590	3.920	0.394	0.972	1.196	2.948

效益驗證計算^(4/4)

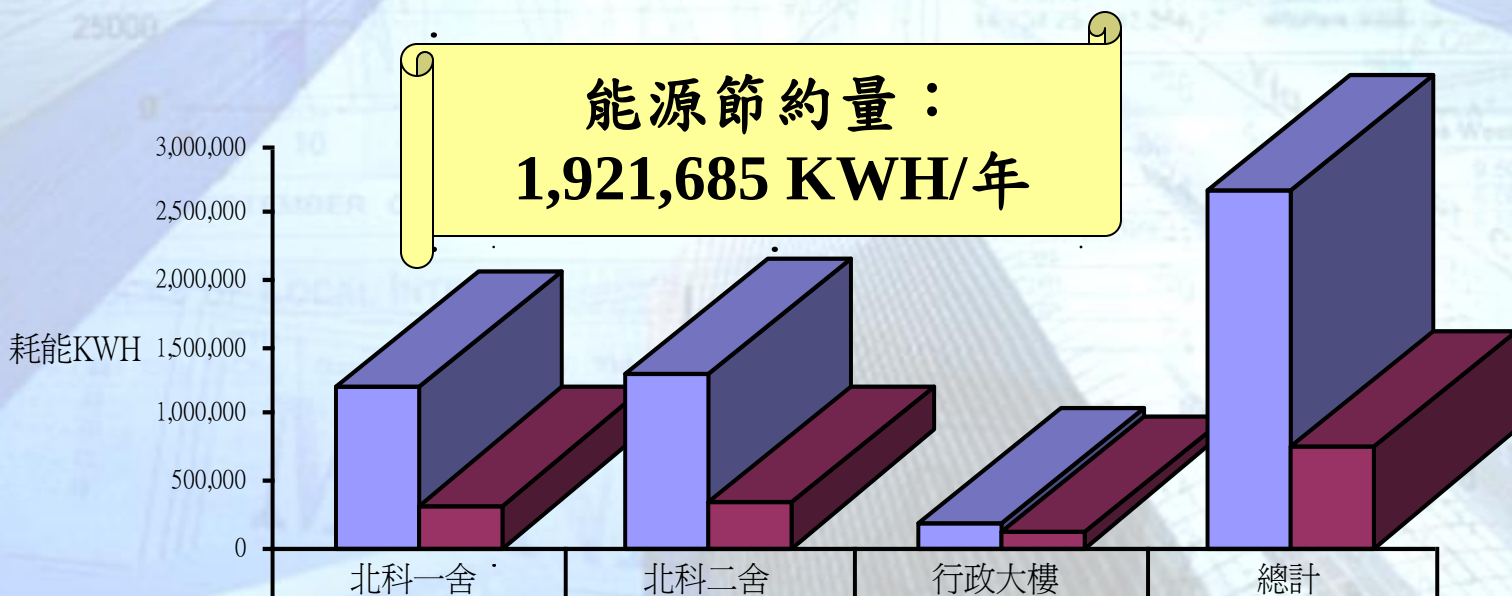
型式			改善前耗電量	改善後耗電量	耗電節省量
改善前型式		改善後型式	A.(W/盞)	B.(W/盞)	A.－B.(W/盞)
1	20W×4	18W×2	106.849	42.833	64.016
2	20W×4	14W×3	106.849	43.725	63.124
3	40W×2	28W×2	84.480	63.767	20.713
4	40W×3	28W×3	128.281	88.350	39.931
5	40W×4	28W×3	171.568	88.350	83.218

北 科 大 學 效 益 總 表										節 能 績 效 保 證 專 案	
熱 系 統	一 舍	耗 能	改善前		改善後		節能金額(元/年)				
			電熱	電熱	熱泵	熱泵					
			(kWH/年)	(元/年)	(kWH/年)	(元/年)					
			1,200,581	2,960,686	322,027	784,933				2,175,753	元/年
		油當量	298.278 kloe		79.038 kloe		節能率：73.5%				
	CO2排放量	765.97	Ton-CO ₂	205.453	Ton-CO ₂	減少CO2排放量					
		563 Ton-CO2									
	二 舍	耗 能	電熱	電熱	熱泵	熱泵	節能金額(元/年)				
			(kWH/年)	(元/年)	(kWH/年)	(元/年)					
			1,299,549	3,203,921	322,027	794,442				2,409,479	元/年
油當量			322.866 kloe		80.006 kloe					節能率：75.2%	
CO2排放量		829.113	Ton-CO ₂	205.453	Ton-CO ₂	減少CO2排放量					
	624 Ton-CO2										
照 明 系 統	行 政 大 樓	耗 能	傳統燈具	傳統燈具	電子式高效率燈具	電子式高效率燈具	節能金額(元/年)				
			(kWH/年)	(元/年)	(kWH/年)	(元/年)					
			168,354	356,910	106,642	226,081				130,829	元/年
		油當量	41.827 kloe		26.495 kloe		節能率：36.7%				
		CO2排放量	107.41	Ton-CO ₂	68.038	Ton-CO ₂	減少CO2排放量				
	39 Ton-CO2										
	總節能效益			6,521,517	元/年	1,805,456	元/年	4,716,060 元/年	72%		
總節能率			662.971 kloe/年		185.539 kloe/年		477 kloe/年	72%			
總減少CO2排放率			1,702.5 Ton-CO ₂		430.4 Ton-CO ₂		1,226 Ton-CO ₂				

效益圖表

改善前後能源用量統計(98年度)

■ 改善前用電量 kWh/年 ■ 改善後用電量 kWh/年



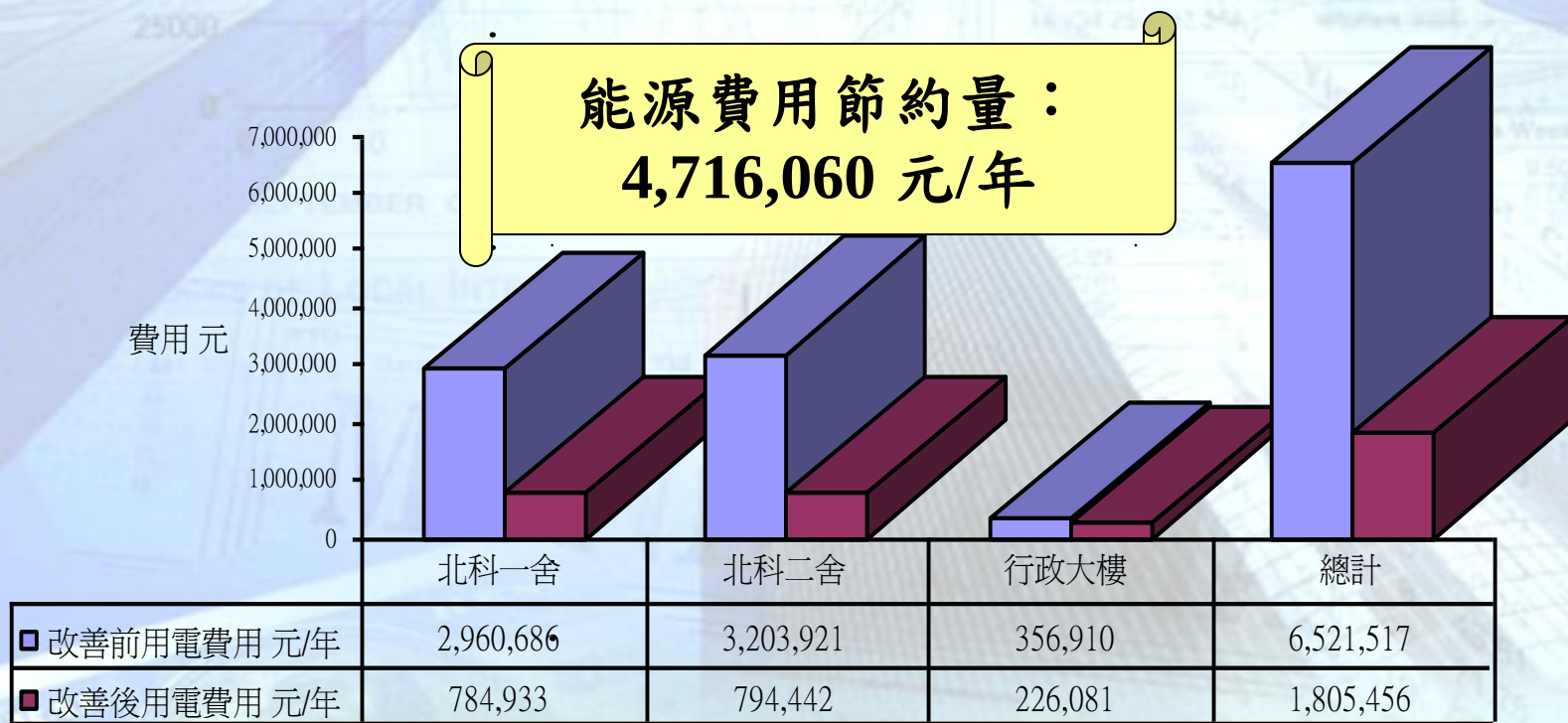
改善前用電量 kWh/年	1,200,580.563	1,299,549.485	168,353.651	2,668,483.699
改善後用電量 kWh/年	318,129.869	322,026.728	106,641.986	746,798.583

節能量與驗證當時之使用量相關

效益圖表

改善前後能源費用統計(98年度)

■ 改善前用電費用 元/年 ■ 改善後用電費用 元/年



節能費用與驗證當時之使用量相關

學生宿舍電能管理監視

建置後97/5~98/4用電歷史資料
契約需量：1,100KW

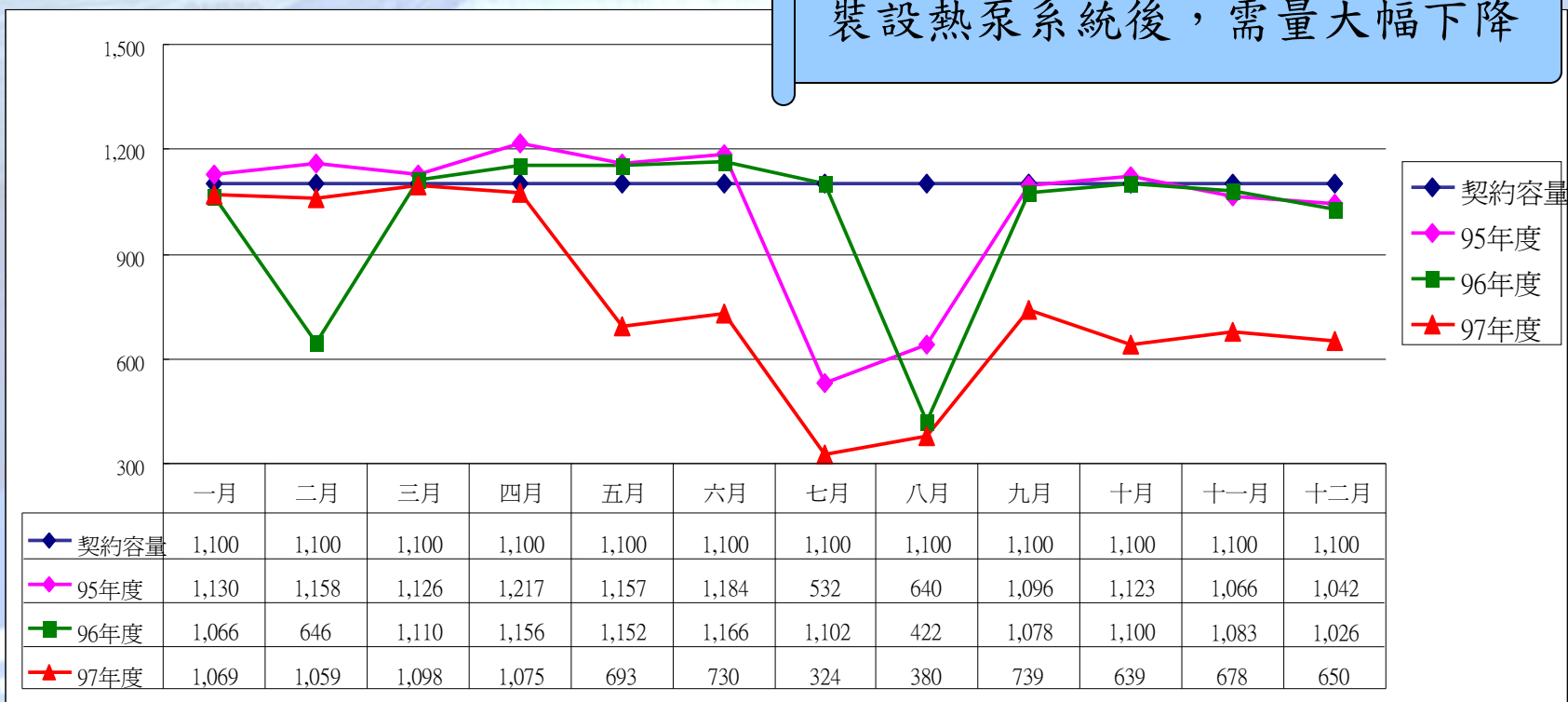
裝設熱泵系統後，無超約罰款
未來可調降250~300KW之需量

年/月	最高需量	超約罰款	年/月	最高需量	超約罰款
97/05	693	0	97/11	678	0
97/06	730	0	97/12	650	0
97/07	324	0	98/01	768	0
97/08	380	0	98/02	624	0
9 97/09	739	0	98/03	735	0
97/10	639	0	98/04	640	0
合計1年的超約罰款共：NT\$ 0 元					

學生宿舍電能管理監視

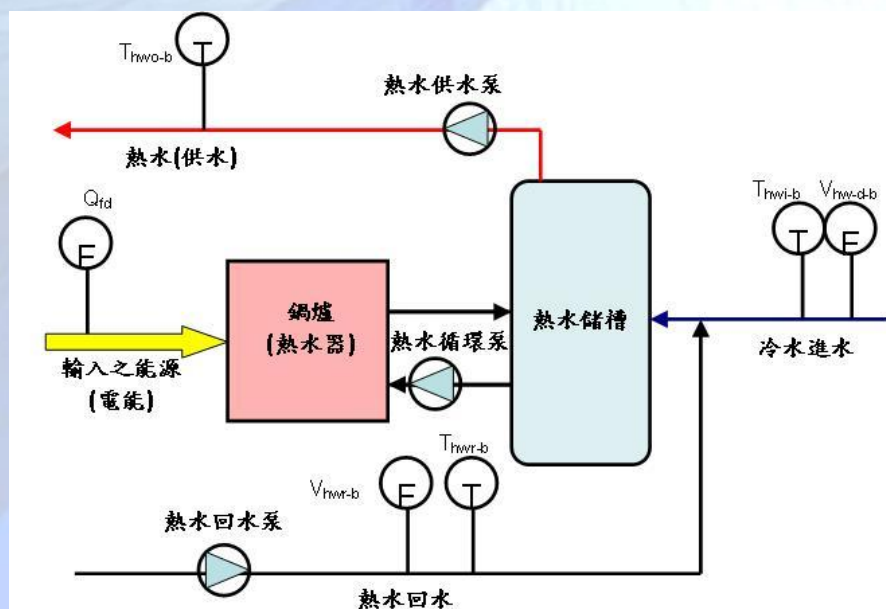
95年1月~97年12月需量年度比較曲線圖

裝設熱泵系統後，需量大幅下降

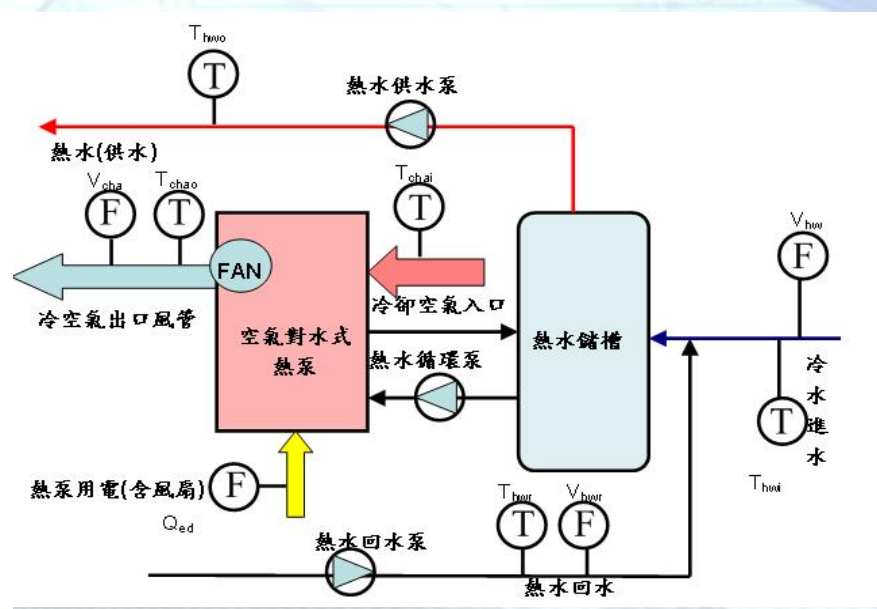


熱水系統基線認定與M&V方式^(1/4)

- 參照96年3月綠基會公告之M&V報告，本案熱水系統採用選項B空氣對水熱泵節能，作為未來量測與驗證之實行方式。
(<http://energy.tgpf.org.tw/esco/index.htm>)

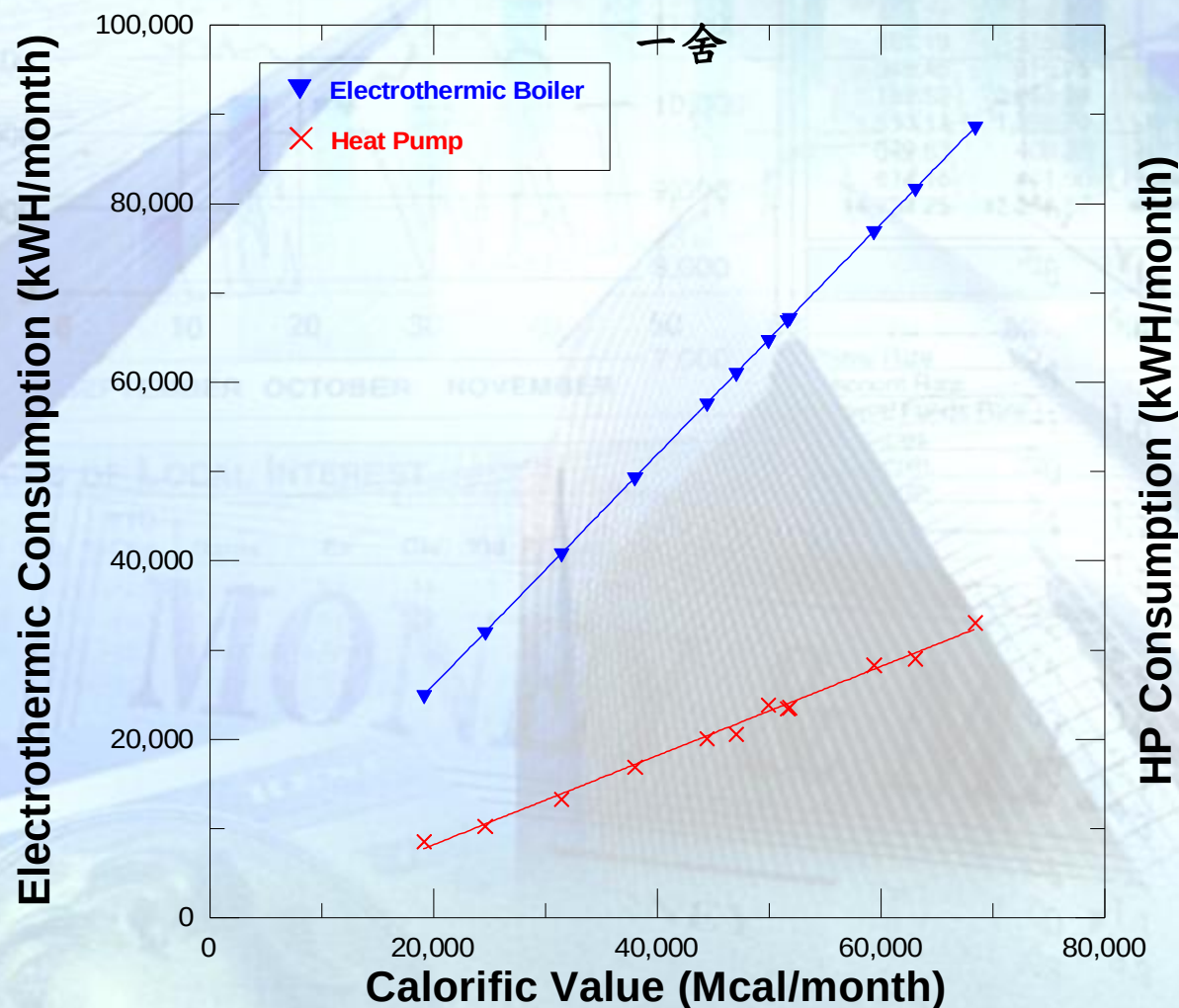


改善前電熱鍋爐示意圖

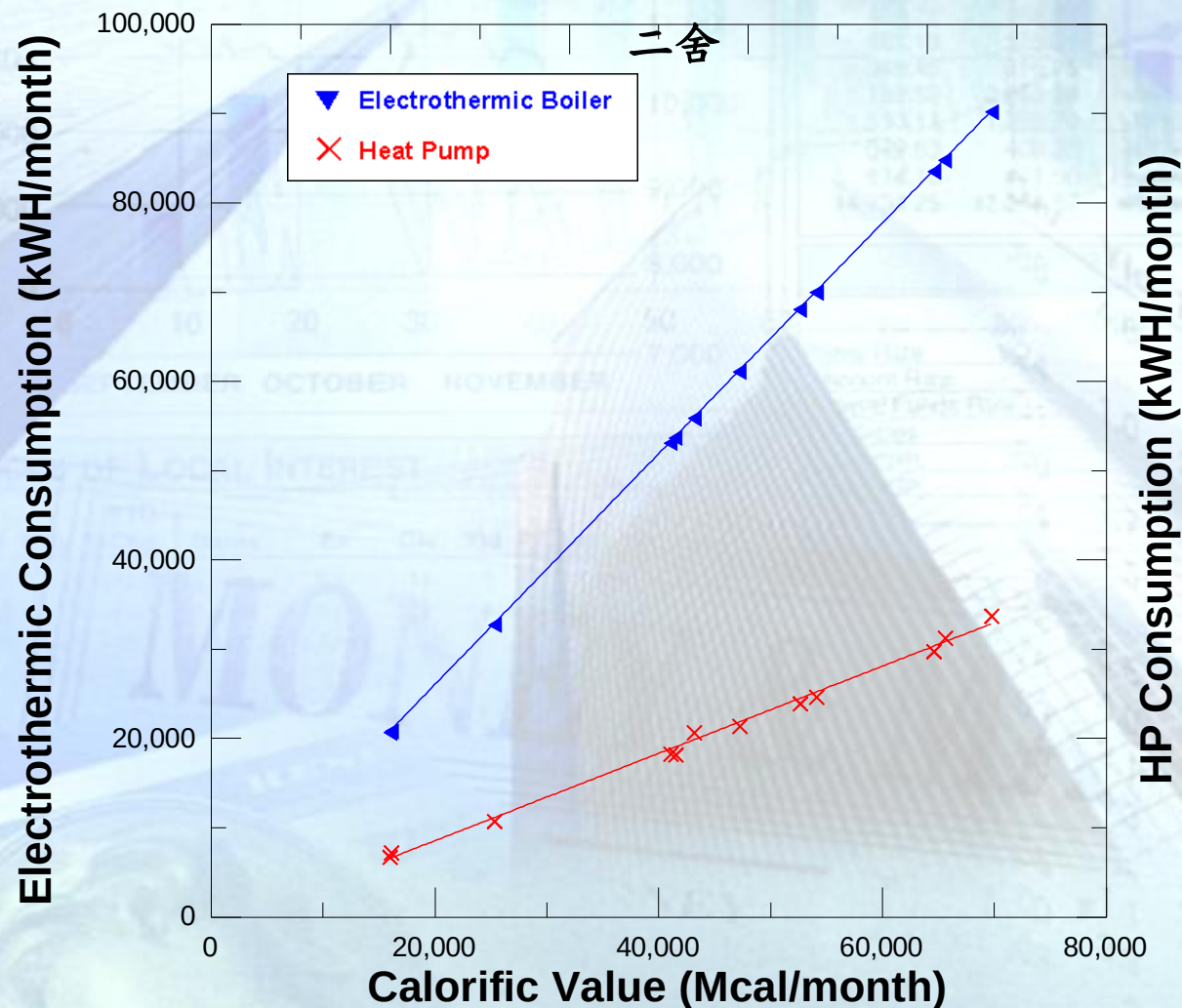


改善後空氣對水熱泵示意圖

熱水系統基線認定與M&V方式^(2/4)



熱水系統基線認定與M&V方式^(3/4)



照明改善基線認定與M&V方式^(4/4)

- 參照96年3月綠基會公告之M&V報告，本案照明設備採用選項A 照明效率量測與燈具耗能，以作為未來量測與驗證之實行方式。
(<http://energy.tgpf.org.tw/esco/index.htm>)
- 照明設備量測方法將隨機取樣一迴路之燈具，實施燈具電氣特性、照度及約定時間下總用電量之量測，其節能評估公式如下。

※節省電力(W/盞)=原燈具輸出功率(W/盞)-新輸出功率(W/盞)

※總節省電力(W)= 節省電力(W/盞)×燈具數量(盞)

※年節省用電度數(kWH)= 總節省電力(kWH)×10小時×220天

※年節省金額(元)= 年節省用電度數(kWH)×電價(元/kWH)



熱水系統ESPC專案執行預算編列

工程名稱：國立臺北科技大學「學生宿舍熱水系統節能績效保證專案統包工程」

項次	名稱		
		原合約	工程結算
一	設計費	714,750	714,750
二	設備材料費	8,614,167	9,488,327
三	施工費(水電工程)	4,379,409	4,379,409
四	工程管理費	431,180	431,180
五	工程保險費	167,224	167,224
六	利息費	1,047,511	1,047,511
七	勞安衛生費	148,038	148,038
八	工程維護保養費	880,572	880,572
九	量測及驗證管理費	571,800	571,800
十	利潤	831,552	831,552
十一	其他	637,606	637,606
十二	稅捐	921,191	964,299
十三	節能績效保證專案管理(PM)	855,000	855,000
總價(含稅)		20,200,000	21,117,268



熱水系統專案財務分析與節省費用

付款時程規劃	預估校方 原本要支出 的能源費用	未來校方 要支付的 能源電費	經濟部能源 局補助金額	校方支付ESCO廠商 節能金額	校方節省 支出的 能源費用
校方獲得能源局補助款後 15天內申請補助款20%	支付PM廠商 855,000	—	一次整筆撥 入補助款五 百萬	1,000,000	—
設備主機及儲熱槽設備進 場後申請補助款40%				2,000,000	
完工驗收完成後申請補助 款40%				1,145,000	
驗收後第1期(年)領款	電熱鍋爐電費為 3,144,079	熱泵電費為 1,188,699	0	2,171,432	386,719
	照明電費為 343,885	照明電費為 209,330			
		電能管理可 省下 468,216			
	總計3,487,964	實際所需能 源費用為 929,813			
驗收後第2期(年)領款	3,487,964	929,813	0	2,171,428	386,723
驗收後第3期(年)領款	3,487,964	929,813	0	2,171,428	386,723
驗收後第4期(年)領款	3,487,964	929,813	0	2,171,428	386,723
驗收後第5期(年)領款	3,487,964	929,813	0	2,171,428	386,723
驗收後第6期(年)領款	3,487,964	929,813	0	2,171,428	386,723
驗收後第7期(年)領款	3,487,964	929,813	0	2,171,428	386,723
合 計	24,415,748	6,508,691	5,000,000	20,200,000	2,707,057

熱水系統本專案的特點^(1/2)

- 本專案可完全由所節省下來之能源費用支付ESCO廠商，並可節省支出7年達2,707,057元。
- 本專案男女生宿舍原有17台電熱鍋爐熱水系統，其設備較為耗能，一舍於78年啟用已使用18年，二舍於82年啟用，藉由本專案執行可獲得全新之節能熱水系統。
- 在專案執行期間，熱水系統保固保修長達7年，是以買熱水非買設備的概念執行，保證節能，並確保使用熱水的穩定性；照明節能執行是提高照明效能，確保燈具使用年限與照明品質。

熱水系統ESPC專案的特點(2/2)

- 管路系統增設節能電子水質處理器，解決水質中所有之影響，可確保熱交換效率不下降。(確保長期運作的完備性)
- 增設能源分析管理系統(EMS)，長期監測診斷用電歷史，可做為未來全校區能源管理的推廣示範。
- EMS透過固定IP連結節能系統的監測紀錄，同時顯示在LCD螢幕上，可立即監視**節能度數、金額與CO₂的排放量**之成果與運轉現況。
- 熱水系統改善前電熱鍋爐的總用電容量為792kW，改善後熱泵加上水泵的總用電容量為182.4kW，可降低用電容量為**609.6kW**；照明設備改善前後降低用電容量為**26kW**，每年可減少超約罰款共**3,160,115元**。

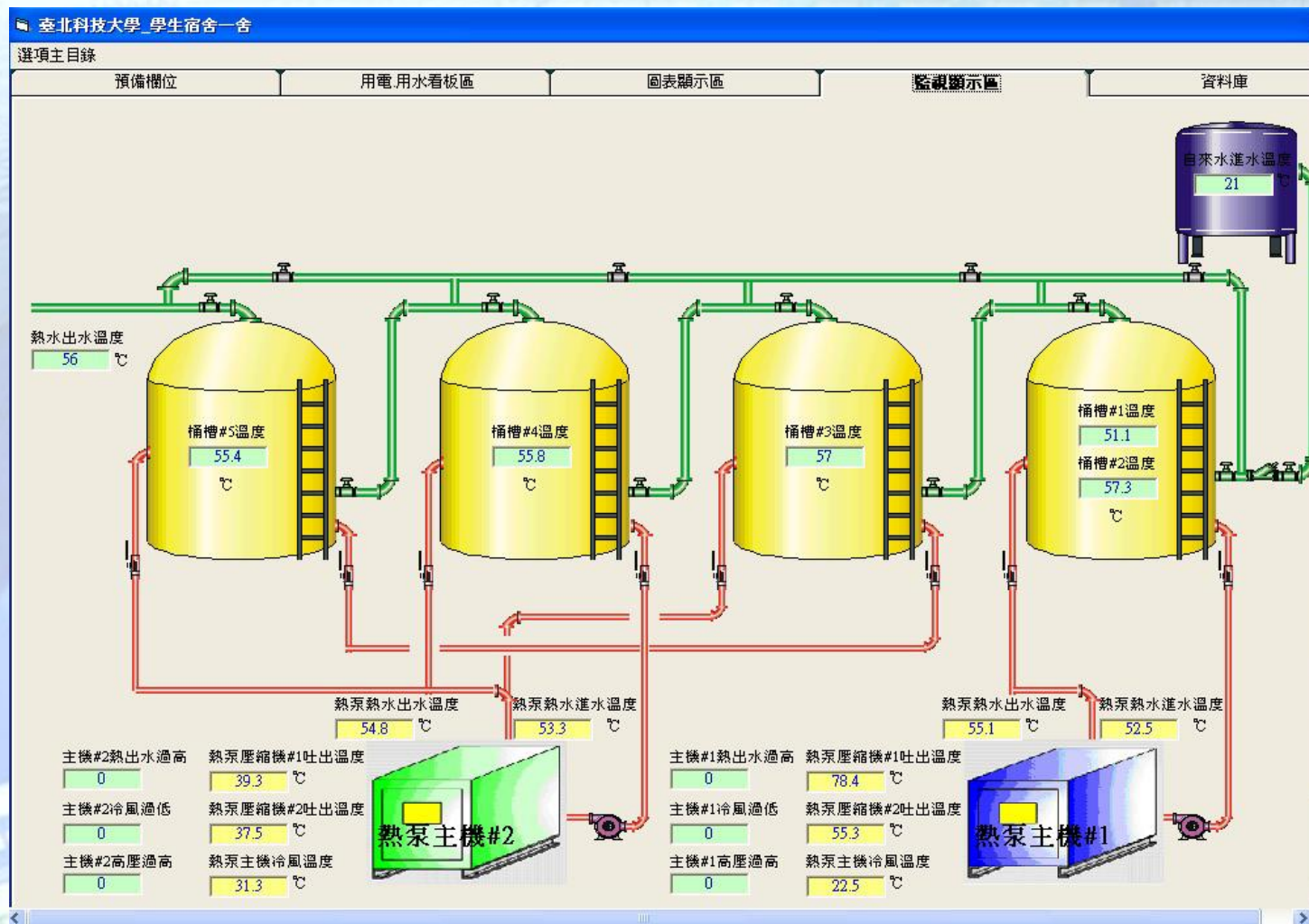
熱水系統ESPC未達預估節能率之處理方式

- 當效益驗證 “**節能率 $\geq 55\%$ 時**” 依合約全額付款。
- 當專案計畫效益驗證 “ **$27\% \leq \text{節能率} < 55\%$ 時**”，當年度以**55%**為**基數**按比例付補助款總額調整。
- 當效益驗證 “**節能率 $< 27\%$ 時**”，本校依合約執行“不付款”，並要求ESCO廠商限期改善、重新訂定1個月節能計算起始點。如果連續二次單位節能率與基線比較**無法達27%以上**，單位即可依合約規定拒絕履行保證效益付款辦法。則已撥付廠商之金額，廠商應全部繳回。

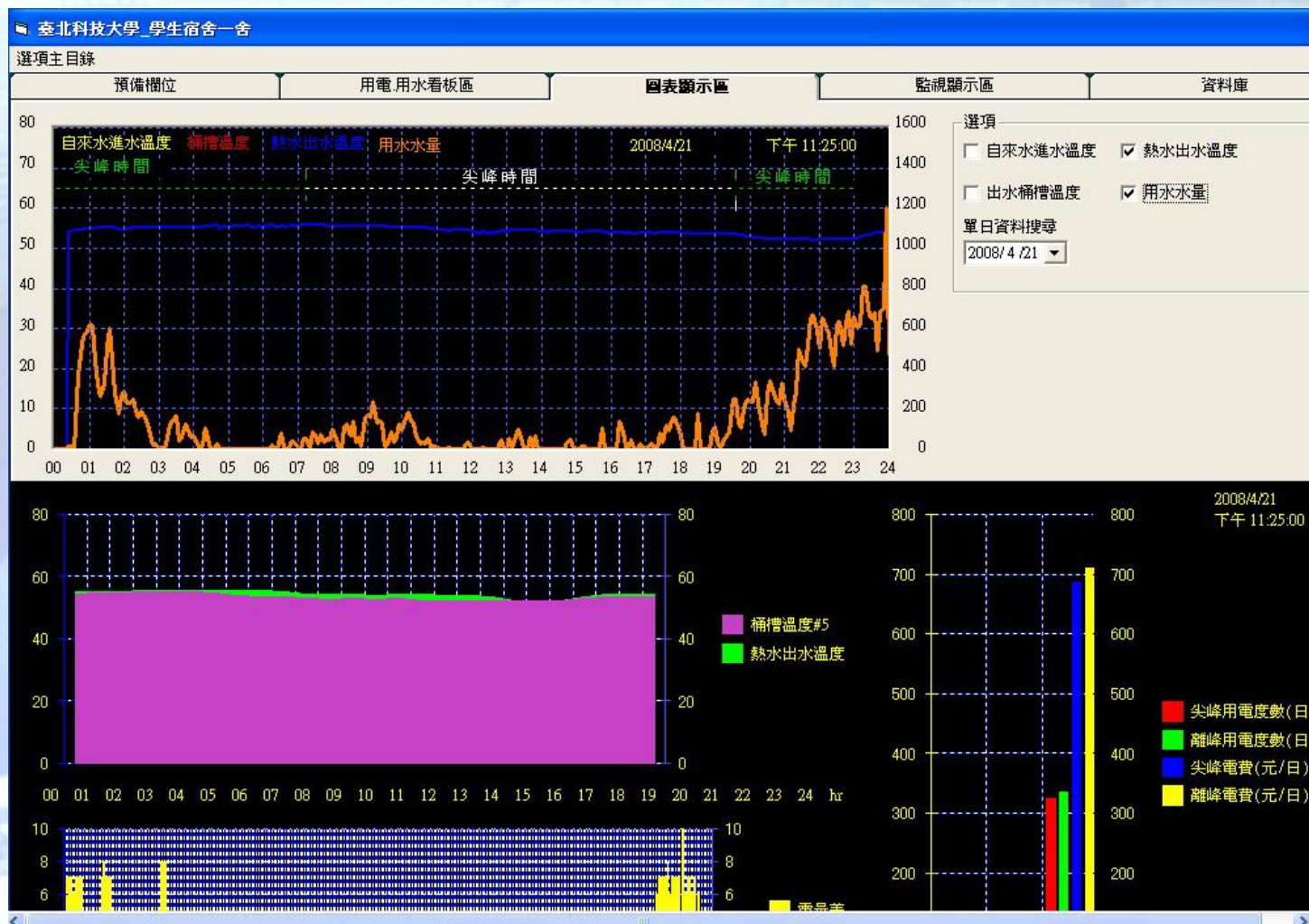
熱水系統節能保證與後續保固維護

- 後續維護及保固：本工程**熱泵系統**自工程驗收合格日(97年)起7年內(104年)為節能效益驗證期，廠商負責此期間工程與設備之無償維護保固及驗證相關資料之提報；**照明設備**正常使用下，燈具及電子安定器保固7年，燈管保固2年。

學生宿舍能源監視畫面



學生宿舍能源監視畫面



學生宿舍能源監視畫面



熱水系統ESPC竣工照片



熱水系統ESPC竣工照片



照明暨建築物智慧化ESPC概況統計

行政圖書大樓、第一教學大樓、第二教學大樓、第三教學大樓、分子館、生物科技大樓、化工館、化學館、綜合科館及各樓梯間等照明燈具現況

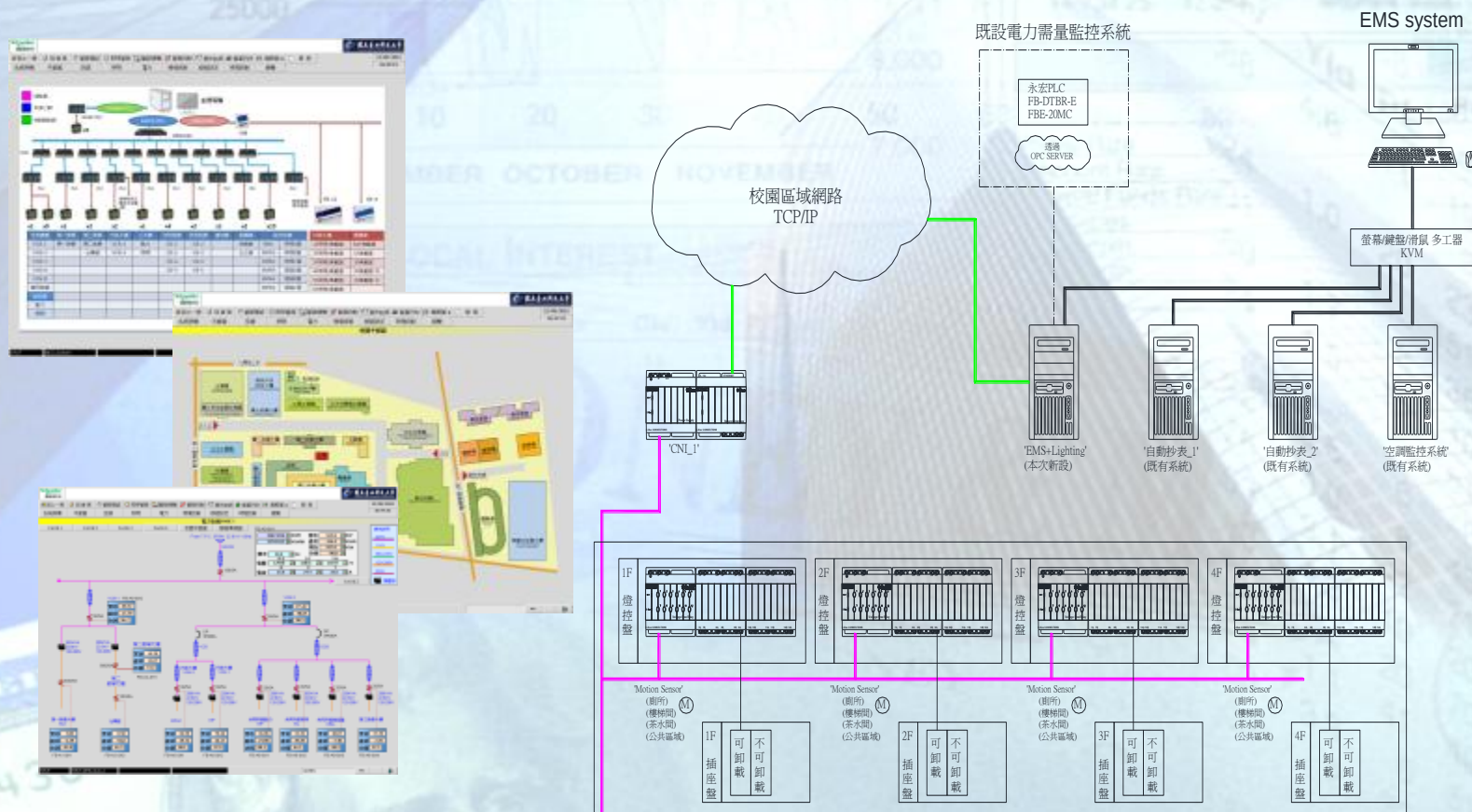
改善前 燈具型式	數量	燈具功率(w/ 盞) 改善前 T8	總消耗功率 (W)	使用時數 (H/年)	使用電量 (KWH/年)	總電費(元/ 年)
10w*1	22	14	308	2800	862	2596
20w*1	25	26	650	2800	1820	5478
20w*2	185	50	9250	2800	25900	77959
20w*3	697	74	51578	2800	144418	434699
20w*4	1202	98	117796	2800	329829	992785
40w*1	343	46	15778	2800	44178	132977
40w*2	2379	90	214110	2800	599508	1804519
40w*3	1123	134	150482	2800	421350	1268262
40w*4	30	178	5340	2800	14952	45006
總計					1582818	4764281

照明暨建築物智慧化ESPC節能規劃

- 設置建築物智慧管理監控系統，含能源電力監控、照明監控及能源管理監控並預留未來空調、消防、給排水...等系統之整合彈性，此系統將有助於了解總空調、照明、電力各系統的用電情形與照明改善效率，並可做電力品質分析與用電需量預測與控制。
- 校區照明設備改善，由現行之T8照明設備改善為高效率之LED燈。
- 行政大樓建置二線式照明控制，透過照明控制的技術，以照度、時程、人員移動三種條件的方式來減少人為因素的能源浪費，達到節能之效益。

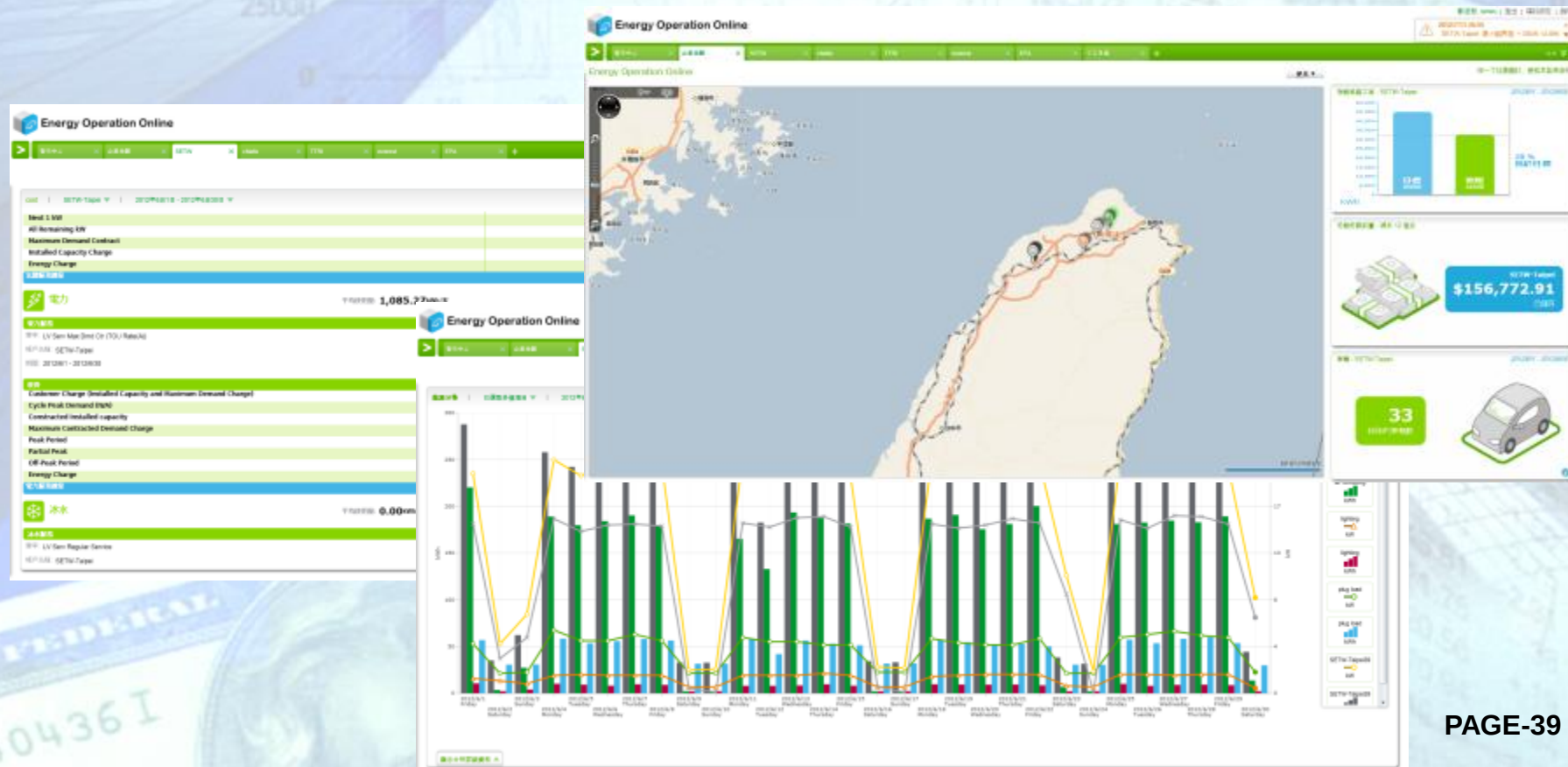
照明暨建築物智慧化ESPC改善方法(1/6)

- ▶ 預計整合現有監控系統包含電力需量監控系統(既有)、空調監控系統-電錶資訊(既有)、C-Bus二線式燈控系統(新設)、行政圖書大樓插座控制系統(新設)系統架構設計。



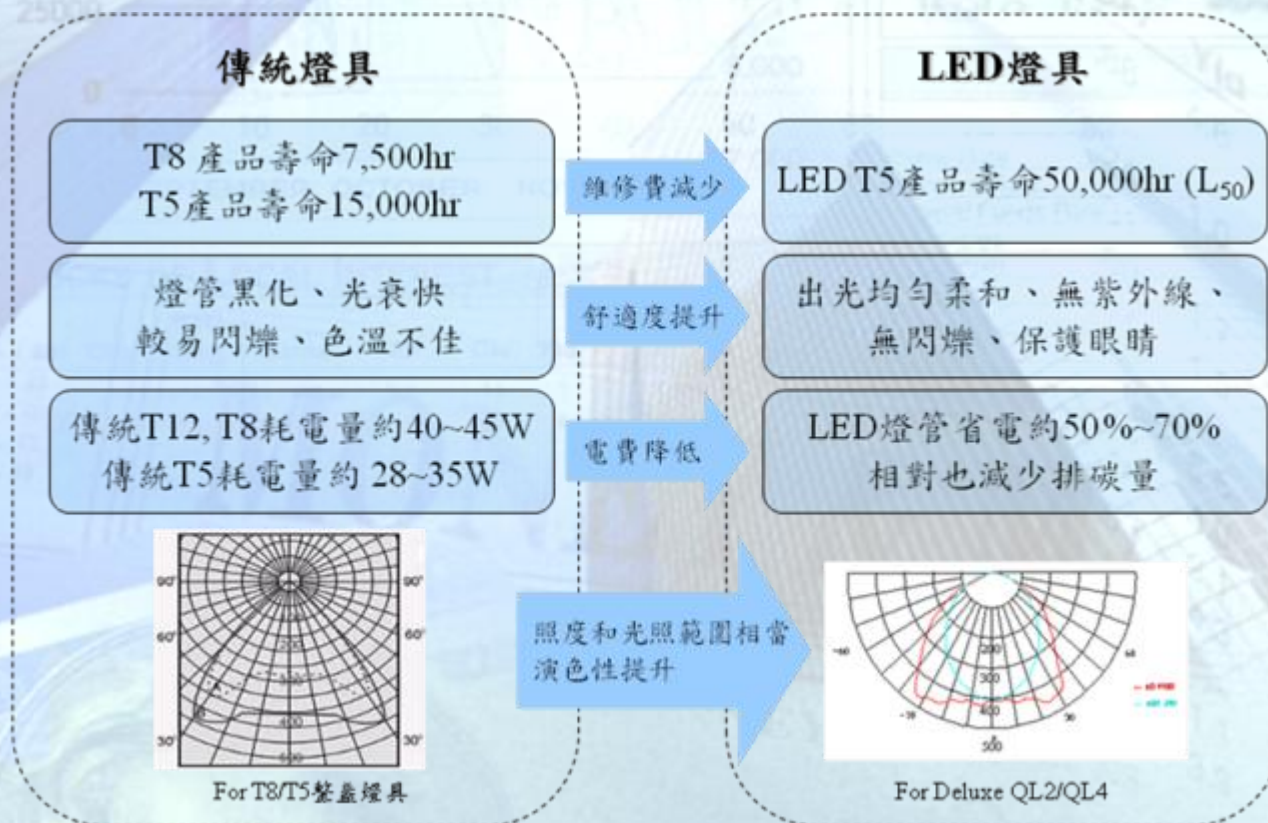
照明暨建築物智慧化ESPC改善方法(2/6)

- 增設雲端能源管理功能及雲端資料庫，透過網路將資訊儲存於雲端資料庫，藉由資料庫內已建置的運算程式可快速的計算統計所有的能耗資料。



照明暨建築物智慧化ESPC改善方法(3/6)

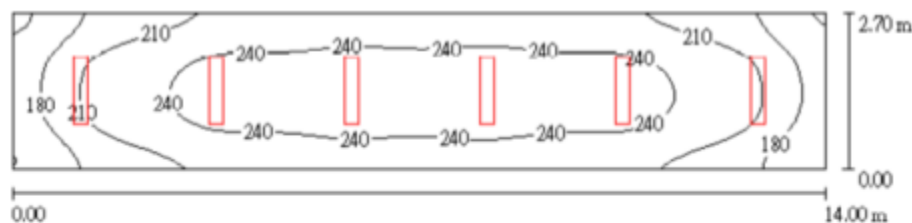
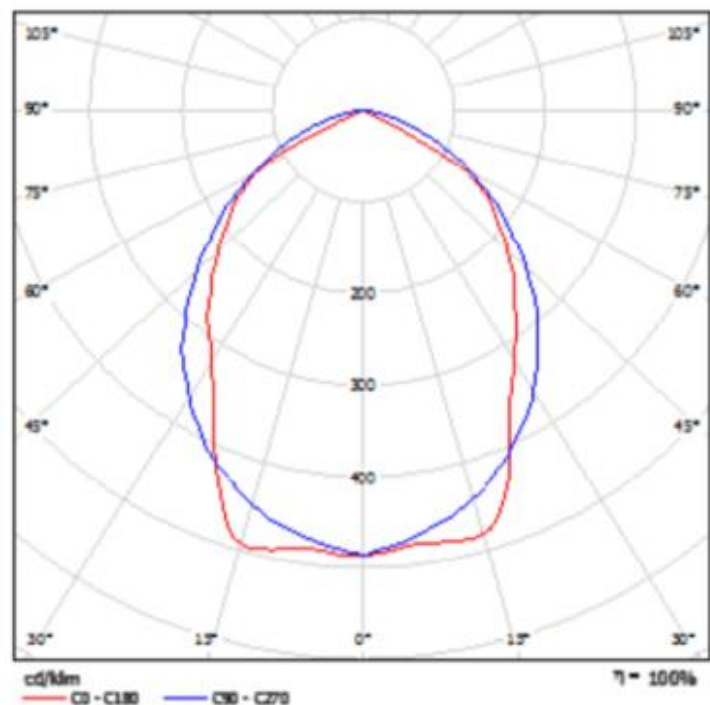
- 燈具汰換以10W之LED燈管取代現有20W之T8燈管，以20W之LED燈管取代現有40W之T8燈管。



照明暨建築物智慧化ESPC改善方法(4/6)

- 規劃藉由本次燈具汰換工程，針對照度過亮區域進行減光改善，經實驗室照度模擬，可得知改善後區域照度情形仍落於CNS之建議範圍內，亦符合本案的照度需求目標。

配光資料 1:



空間高度: 3.200 m, 安裝高度: 3.200 m, 維護係數: 0.80

數值單位: Lux, 比例 1:101

表面	ρ [%]	平均照度 [lx]	最小照度 [lx]	最大照度 [lx]	最小照度 / 平均照度
工作面	/	223	145	260	0.648
地板	20	223	145	260	0.650
天花板	70	55	42	66	0.772
牆壁 (4)	50	127	48	218	/

工作面:
高度: 0.000 m
網格: 64 x 16 點
邊緣區: 0.000 m

燈具表

編號	數量	名稱 (修正係數)	Φ (燈具) [lm]	Φ (燈) [lm]	P [W]
1	6	EVERLIGHT OL-Deluxe/BL4/P44/LF/D60/SR (類型 1)* (1.000)	2849	2850	44.0

*修改過的技術資料

總數: 17094總數: 17100 264.0

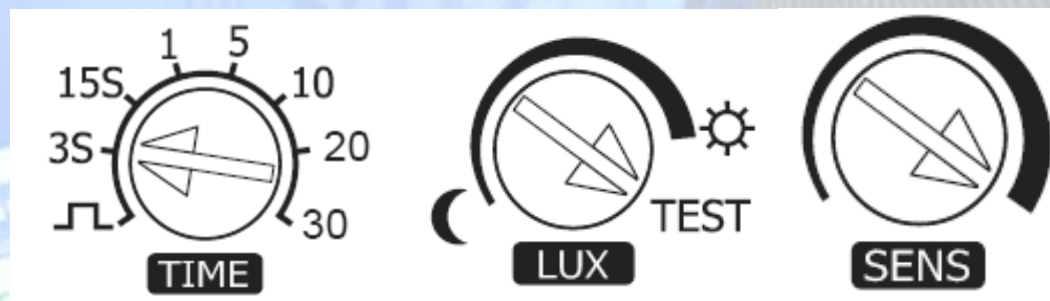
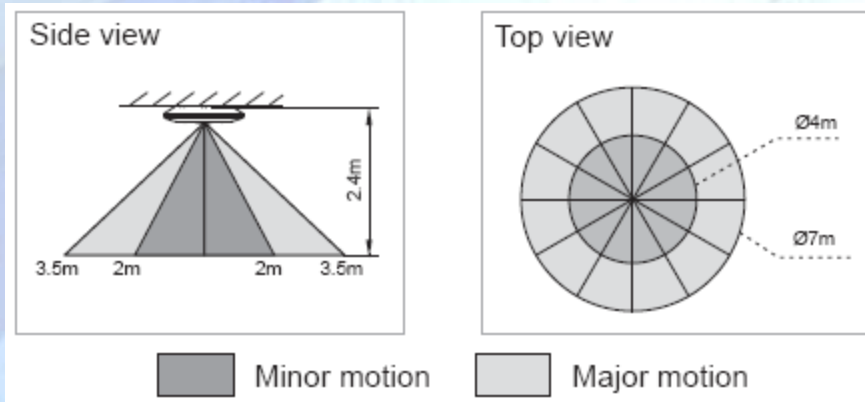
照明暨建築物智慧化ESPC改善方法(5/6)

- 採用二線式燈控系統 (Two Way System)，係指燈具除了供應電源的電力線之外，另外應用二條訊號線串聯所有的控制開關與控制單元，在進行點滅或調光控制時，控制開關的訊號由二線式系統傳到控制單元，進行實際的點滅或調光控制。



照明暨建築物智慧化ESPC改善方法(6/6)

- 於部分區域增設光照度、動作偵測感應器，感知光照度是否足夠與人員是否存在後才啟動光源。



燈具規格

- ▶ 本案照明汰換設備採用億光電子工業股份有限公司生產之LED燈具。

OL-Deluxe
OL-Deluxe/TL2/P33VLF/D50/SR

2呎3管輕鋼架

- 燈具材質：鋁光鋼板背面烤漆+鍍面鋁板
- 電壓：110V/220V
- 光源：LED 燈管 × 3
- 色溫：白光
- 尺寸：600mm(長) × 600 mm(寬) × 58 mm(高)
- 安裝方式：吸頂、嵌入式
- 價格：NTD1,950 (含稅)

OL-DELUXE
OL-Deluxe/QL2P44V/F/D60/SR
OL-Deluxe/QL2P44V/F/D60/SR
OL-Deluxe/QL2P44V/F/D40/SR

2呎4管輕鋼架

- 燈具材質：鋁光鋼板背面烤漆+鍍面鋁板
- 電壓：110V/220V
- 光源：LED 燈管 × 4
- 色溫：白光、暖光
- 尺寸：600mm(長) × 600 mm(寬) × 58 mm(高)
- 安裝方式：吸頂、嵌入式
- 價格：NTD 1,950 (含稅)

OL-DELUXE
OL-Deluxe/ML4

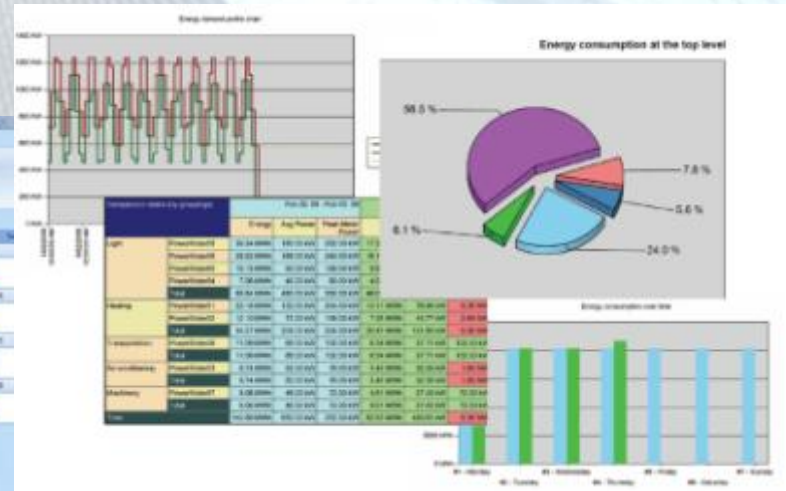
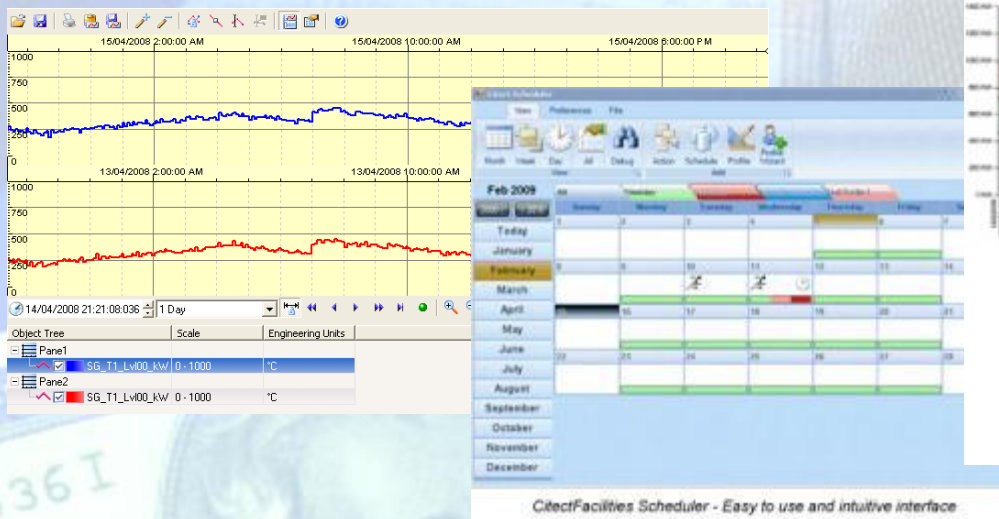
4呎單管輕鋼架

- 燈具材質：鋁光鋼板背面烤漆+鍍面鋁板
- 電壓：110V/220V
- 光源：LED 燈管 × 1
- 色溫：白光
- 尺寸：1200mm(長) × 300 mm(寬) × 58 mm(高)
- 安裝方式：吸頂、嵌入式
- 價格：NTD 1,706 (含稅)



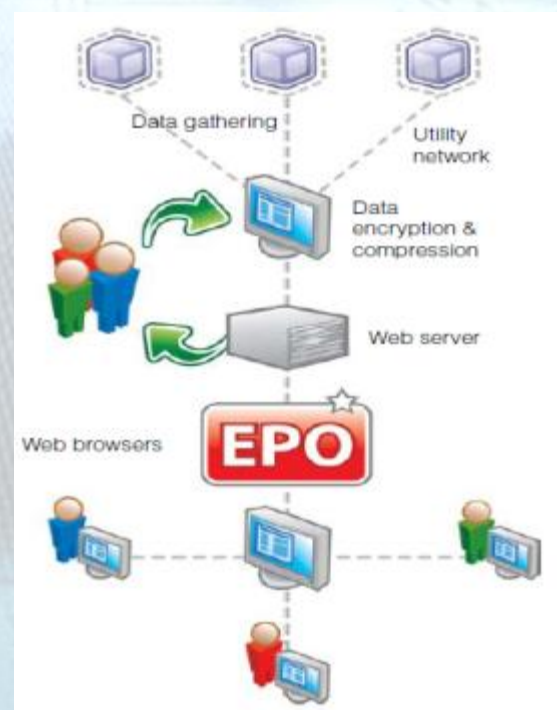
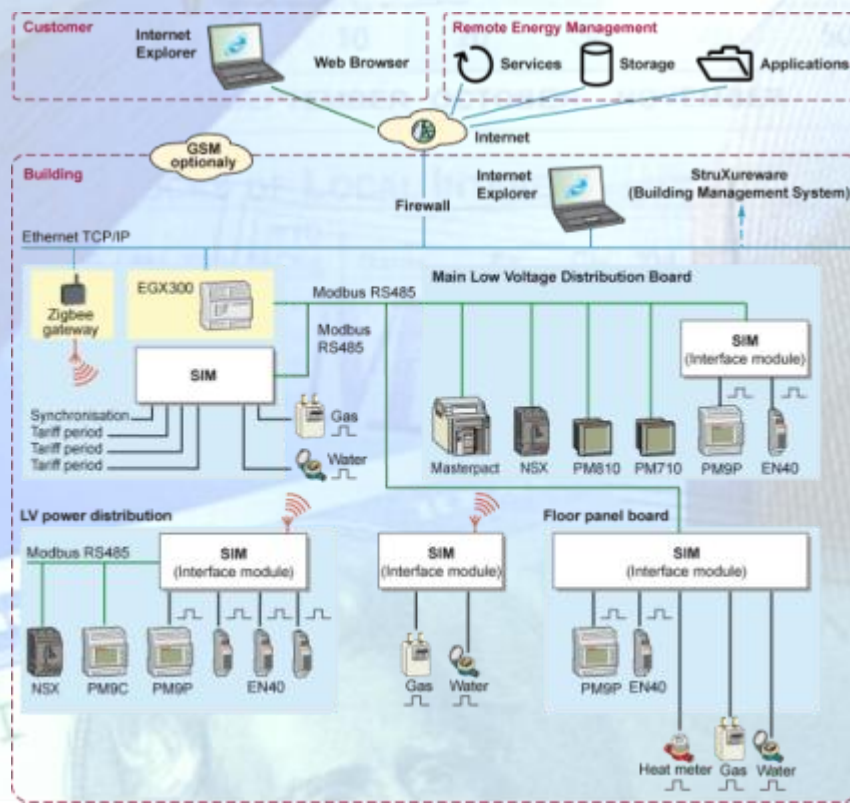
照明暨建築物智慧化ESPC建築物管理系統

- ▶ 本案採用CitectFacilities智慧管理平台，可客制化開發各式軟體套件及報表，依據所收集之各電錶電力數據進行分析，再設定需量警戒值以管制行政圖書大樓照明及插座供電，具萬年曆功能，可設定照明迴路自動管制使用時間，亦可手動操作管制照明電源，可設定各使用者權限及可操作時間，支援經由網頁瀏覽器網路遠端監控行政圖書大樓設備及系統狀態，可提供各種客制化報表，更可依台電尖離峰時間電價不同輸出行政圖書大樓參考耗用電費報表，此外，也具備系統及設備故障訊息警報功能，並支援Modbus、BACnet、Lonworks、OPC等各種通訊協定及介面，方便整合其他樓宇、消防、門禁等系統。



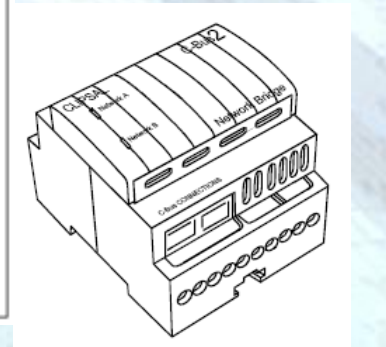
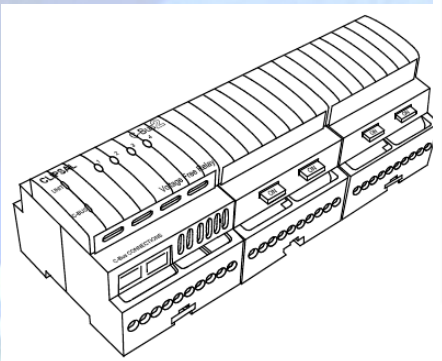
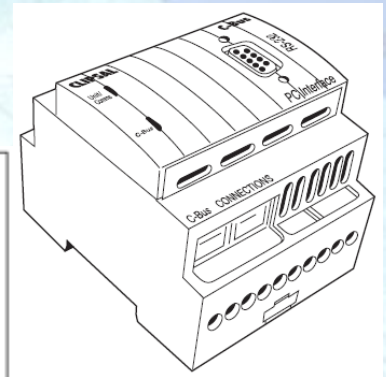
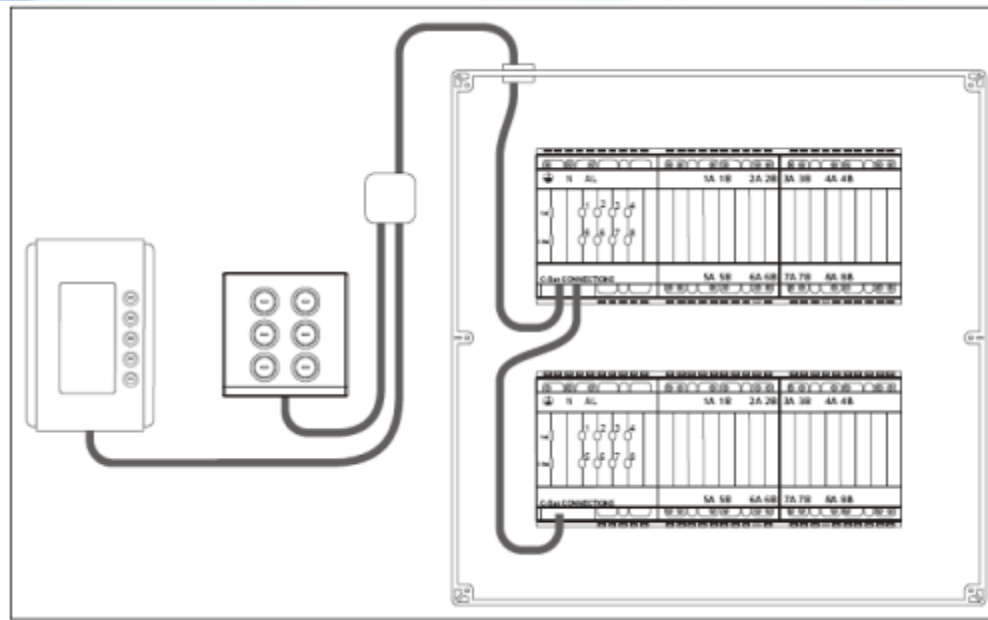
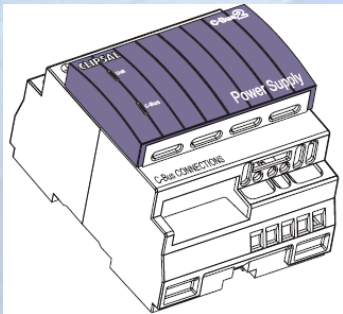
照明暨建築物智慧化ESPC遠端能源管理系統

- 遠端能源管理系統所提供的是一個24小時服務的資訊平台，讓用戶可以隨時掌握能源的使用狀況、也可查出歷史資料紀錄、用電需量的量測和管理、用電資料和功率因數及節能效益改善前後的分析比對，可以正確地估算出電費和單位用電成本，也可以提供各種電能管理所需的報表，利用這些明確的數據可以擬定最佳的用電方式，透過行政管理達到全面節能的作用。



照明暨建築物智慧化ESPC照明控制系統

- ▶ 使用施耐德電機旗下C-Bus系統，屬於分散式、總線型的智慧控制系統，主要使用於照明控制領域，也可用於消防、保全、門禁等系統。



照明暨建築物智慧化ESPC效益驗證計算(1/3)

➤ 改善前迴路耗能表

樓層空間	吸頂式山型	T5輕鋼架燈具					燈具	燈具	吸頂式	吊管式	輕鋼架燈具				層板燈		壁燈	合計 (W)	時數 (h)	全年耗能 (kWh/y)
		嵌入式	嵌入式	嵌入式	嵌入式	嵌入式	黑板燈	中東型	山型	工字型	吸頂式	吸頂式	吸頂式	吸頂式	20w*1	40w*1	20w*1			
		20W*2	20w*3	20w*4	40w*2	40w*3	40w*1	40w*1	40w*2	40w*2	20w*4	20w*3	40w*2	40w*3						
第一教學大樓	977.5	0	0	18685	0	3404	0	0	186.4	0	0	0	0	0	0	0	68.7	23321.6	2800	65300.48
第二教學大樓	1092.5	0	0	22422.4	0	0	1852.8	0	559.2	0	0	0	0	0	0	0	0	25926.9	2800	72595.32
第三教學大樓	0	0	0	0	0	10857	1273.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	503.8	12634.6	2800	35376.88
生物科技館	2817.5	0	0	2878.2	0	888	0	0	13420.8	0	320.7	0	730.8	0	0	0	0	21056	2800	58956.8
化學館	690	0	0	16309.8	3030.5	2812	0	0	93.2	3758.4	0	0	0	0	0	0	0	26693.9	2800	74742.92
分子館	2357.5	0	0	8314.8	313.5	11396	115.8	1448.4	15200	313.2	855.2	0	0	0	0	0	0	40314.4	2800	112880.3
化工館	977.5	0	0	10220	8046.5	13320	0	42.6	2880	626.4	0	0	0	296	0	0	0	36409	2800	101945.2
綜科館B1F	0	0	14917.9	0	0	9686.1	0	937.2	240	27959.8	0	869.4	0	0	503.8	6943.8	0	62058	2800	173762.4
綜科館1F	0	0	8259.3	7122.5	0	24156.9	0	340.8	1280	11810.4	0	2049.3	0	0	0	0	0	55019.2	2800	154053.8
綜科館2F	0	0	6085.8	2590	0	26607.6	0	0	0	11636.9	0	2297.7	1044	0	0	0	0	50262	2800	140733.6
圖書館	0	1725	0	1942.5	97277	25674	0	1320.6	6244.4	0	0	0	208.8	0	0	0	0	134392.3	2800	376298.4
行政大樓	0	0	62.1	277.5	1424	6512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8275.6	2800	23171.68
各樓梯間	0	0	2608.2	0	0	2812	0	0	186.4	0	29397.5	0	0	0	0	0	0	35004.1	2800	98011.48
合計	8912.5	1725	31933.3	90762.7	110091.5	138125.6	3242.4	4089.6	40290.4	56105.1	30573.4	5216.4	1983.6	296	503.8	6943.8	572.5	531367.6	2800	1487829

改善前照明系統耗能基準線

數量(盞)	年耗電度數	油當量	CO ₂ 排放量
	(kWh/年)	(kloe)	(噸)
6006	1, 487, 829	369. 64	910. 55

照明暨建築物智慧化ESPC效益驗證計算(2/3)

➤ 改善後迴路耗能表

樓層空間	吸頂式山型	T5輕鋼架燈具					燈具		吸頂式山型	吊管式工字型	輕鋼架燈具				層板燈		壁燈	合計(W)	時數(h)	全年耗能(kWh/y)
		嵌入式20w*2	嵌入式20w*3	嵌入式20w*4	嵌入式40w*2	嵌入式40w*3	黑板燈40w*1	中東型40w*1			吸頂式20w*4	吸頂式20w*3	吸頂式40w*2	吸頂式40w*3	20w*1	40w*1				
第一教學大樓	450.5	0	0	7393.2	0	1531.8	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	38.7	9509.2	2800	26625.76
第二教學大樓	503.5	0	0	10238.8	0	0	1142.4	0	285	0	0	0	0	0	0	0	0	12169.7	2800	34075.16
第三教學大樓	0	0	0	0	0	6982.5	785.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283.8	8051.7	2800	22544.76
生物科技館	1298.5	0	0	988.2	0	399.6	0	0	6840	0	79.2	0	330.4	0	0	0	0	9935.9	2800	27820.52
化學館	318	0	0	5783.4	1386.2	1303.4	0	0	47.5	1551.6	0	0	0	0	0	0	0	10390.1	2800	29092.28
分子館	1086.5	0	0	2854.8	143.4	5128.2	71.4	809.2	9025	129.3	211.2	0	0	0	0	0	0	19459	2800	54485.2
化工館	450.5	0	0	5180	3680.6	5994	0	23.8	1710	258.6	0	0	0	133.2	0	0	0	17430.7	2800	48805.96
綜科館B1F	0	0	6362.4	0	0	5527.8	0	523.6	142.5	16897.6	0	512.4	0	0	283.8	3879.4	0	34129.5	2800	95562.6
綜科館1F	0	0	5544	0	0	13786.2	0	190.4	760	6551.2	0	1207.8	0	0	0	0	0	28039.6	2800	78510.88
綜科館2F	0	0	2587.2	1024.8	0	15184.8	0	0	0	6249.5	0	1354.2	472	0	0	0	0	26872.5	2800	75243
圖書館	0	792	554.4	0	10994	9457.2	0	23133.6	3182.5	0	0	0	94.4	0	0	0	0	48208.1	2800	134982.7
行政大樓	0	0	26.4	109.8	764.8	2930.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3831.4	2800	10727.92
各樓梯間	0	0	1108.8	0	0	1265.4	0	0	95	0	7260	0	0	0	0	0	0	9729.2	2800	27241.76
合計	4107.5	792	16183.2	33573	16969	69491.3	1999.2	24680.6	22182.5	31637.8	7550.4	3074.4	896.8	133.2	283.8	3879.4	322.5	237756.6	2800	665718.5

改善後照明系統耗能基準線

數量(盞)	年耗電度數	油當量	CO ₂ 排放量
	(kWh/年)	(kloe)	(噸)
6002	665, 718	165. 39	407. 42

照明暨建築物智慧化ESPC效益驗證計算(3/3)

- 系統總體改善後之結果，總節能比例為55.26%，改善前照明用電量為總計用電量1,487,829度/年，改善後總電量為665,718度/年，共節約用電822,111度/年，節省油當量為204.25 kloe，節約金額為247.5萬元/年，減少CO₂排放約503.13噸。

節約電量(kWh)	822,111
節約油當量(kloe)	204.25
節約金額(元)	2,474,553
節約率(%)	55.26%
CO ₂ 減量(噸)	503.13

照明暨建築物智慧化ESPC基線認定與M&V方式 (1/4)

- 依據綠基會ESCO推動辦公室公佈之『照明節能效益之量測與驗證方法-R1.01』，採用「照明效率-A-02」方法，量測專案改善前、後照明燈具的耗電，計算燈具汰換前後的節電量，以雙方約定燈具一年的點燈時數為2,800小時，計算專案的節能績效。
- 本案於績效量測驗證方法內約定抽測LED燈具總數量之3%，各種燈具型式都須含納。

照明暨建築物智慧化ESPC基線認定與M&V方式 (2/4)

➤ 抽測燈具占比統計表

改善前 燈具型式	既有燈具 總數量	預計 抽測數量	抽測 百分比
20w*1	47	12	25.5%
20w*2	185	18	9.7%
20w*3	697	22	3.2%
20w*4	1203	59	4.9%
40w*1	343	30	8.7%
40w*2	2408	107	4.4%
40w*3	1123	38	3.4%
合計	6006	286	4.8%

改善後 燈具型式	安裝燈具 總數量	預計 抽測數量	抽測 百分比
10w*1	47	13	27.7%
10w*2	1084	36	3.3%
10w*3	1001	47	4.7%
20w*1	1284	40	3.1%
20w*2	1541	76	4.9%
20w*3	1045	42	4.0%
合計	6002	254	4.2%

照明暨建築物智慧化ESPC基線認定與M&V方式 (3/4)

- 各類型燈具抽測結果，帶入總燈具數量統計表內，即為改善前基準線數據。

改善前 日光燈具 型式	數量	燈具功率 (w/盞)	總消耗功率 (W)	使用時數 (H/年)	使用電量 (KWH/年)
20w*1	25	Xa	25* Xa	2800	25* Xa/1000*2800
20w*2	185	Xb	185* Xb	2800	185* Xb/1000*2800
20w*3	697	Xc	697* Xc	2800	697* Xc/1000*2800
20w*4	1202	Xd	1202* Xd	2800	1202* Xd/1000*2800
40w*1	343	Xe	343* Xe	2800	343* Xe/1000*2800
40w*2	2408	Xf	2408* Xf	2800	2408* Xf/1000*2800
40w*3	1123	Xg	1123* Xg	2800	1123* Xg/1000*2800
合計	6006				Sa

照明暨建築物智慧化ESPC基線認定與M&V方式 (4/4)

- 將改善後LED燈具型式與數量，帶入改善後燈具數量統計表內，即為改善後效能驗證數據；將此二表格總量數據相減可得年度節能量與節能率。

改善後 LED燈具 型式	數量	燈具功率 (w/盞)	總消耗功率 (W)	使用時數 (H/年)	使用電量 (KWH/年)
10w*1	47	Ya	47* Ya	2800	47* Ya/1000*2800
10w*2	1084	Yb	1084* Yb	2800	1084* Yb/1000*2800
10w*3	1001	Yc	1001* Yc	2800	1001* Yc/1000*2800
20w*1	1284	Yd	1284* Yd	2800	1284* Yd/1000*2800
20w*2	1541	Ye	1541* Ye	2800	1541* Ye/1000*2800
20w*3	1045	Yf	1045* Yf	2800	1045* Yf/1000*2800
合計	6002				Sb

	改善前 使用電量 (KWH/年)	改善後 使用電量 (KWH/年)	節約電量 (KWH/年)	節能率 (%)	節約電費 (元/年)
合計	Sa	Sb	Sa - Sb	(Sa - Sb)/Sa	(Sa - Sb)*3.01

照明暨建築物智慧化ESPC M&V基本約定表

- 改善前：
- 能源單價：以改善前一年西校區的平均能源單價3.01元/kWh
- 量測時間：照明改善前抽測3%，抽測日光燈具以量測10分鐘之平均值為基準。
- 量測資料擷取間隔時間：照明資料擷取間隔時間以每1分鐘一筆作為計算平均值之基準。
- 量測方式：照明採用取樣模式M&V OPTION A取樣比例為3%，擷取10分鐘之平均值資料作為基準線。
- 量測週期：量測一次。
- 使用時間：約定為2800小時/年
-
- 改善後：
- 能源單價：以改善前一年西校區的平均能源單價3.01元/kWh
- 量測時間：照明改善前抽測3%，抽測LED燈具以量測10分鐘之平均值為基準。
- 量測資料擷取間隔時間：照明資料擷取間隔時間以每1分鐘一筆作為計算平均值之基準。
- 量測方式：照明採用取樣模式M&V OPTION A取樣比例為3%，擷取10分鐘之平均值資料作為基準線。
- 量測週期：一年量測驗證一次。
- 使用時間：約定為2800小時/年。

照明暨建築物智慧化ESPC專案執行預算編列

科目	金額 (元)	%
1.設計費	1,640,000	9.22%
2.材料費	11,526,773	64.83%
3.施工費	1,296,000	7.29%
4.保險費	54,000	0.30%
5.勞安費	360,000	2.02%
6.業務費	180,000	1.01%
7.設備使用費	200,000	1.12%
8.管理費	900,000	5.06%
9.稅捐(5%)	846,667	4.76%
10.利潤	690,476	3.88%
11.其他	86,084	0.48%
合計	17,780,000	100.00%

照明暨建築物智慧化ESPC專案財務分析

財務規劃	補助金額 (元)	單位支付 節能金額(元)
學校獲得能源局補助後 15天內申請補助款之30%	1,500,000	
第1次節能績效驗證後請款 (能源局補助 款70% + 單位自籌支付)	3,500,000	400,000
第2次節能績效驗證後請款(102年)		2,476,000
第3次節能績效驗證後請款(103年)		2,476,000
第4次節能績效驗證後請款(104年)		2,476,000
第5次節能績效驗證後請款(105年)		2,476,000
第6次節能績效驗證後請款(106年)		2,476,000
小計	5,000,000	12,780,000
合計		17,780,000

照明暨建築物智慧化ESPC特點(1/2)

- 本專案可完全由所節省下來之能源費用支付ESCO廠商。
- 本專案汰換燈具共有6006具，其設備較為耗能，燈具使用年日長短不一，部分燈具已達老舊汰換年限，藉由本專案執行可獲得全新之高效率照明燈具。
- 在專案執行期間，照明燈具保固保修長達5年，提高照明效能，確保燈具使用年限與照明品質。
- 增設二線式照明控制與負載控制系統，該用則用，該省則省，管理能源使用更加便利，遠端控制節省大量巡檢人力負擔。

照明暨建築物智慧化ESPC特點(2/2)

- 增設遠端能源分析管理系統(REM)，長期監測診斷用電歷史，可做為未來全校區能源管理的推廣示範，可立即監視**節能度數、金額與CO₂的排放量**之成果與運轉現況。
- 建築物智慧管理系統整合校內多套獨立控制系統，使全校區各自運轉系統可透過同一伺服站管理，未來可擴增系統功能至水、電、空調、照明、用油等全方位中央管理站。
- 照明汰換改善前後降低用電容量為**294kW**，每年可減大量少超約罰款。

照明暨建築物智慧化ESPC未達預估節能率之處理方式

- 當效益驗證 “**節能率 $\geq 54.8\%$ 時**” 依合約全額付款。
- 當專案計畫效益驗證 “ **$15\% \leq \text{節能率} < 54.8\%$ 時**”，當年度以**54.8%**為**基數**按比例付補助款總額調整。
- 當效益驗證 “**節能率 $< 15\%$ 時**”，本校依合約執行“不付款”，並要求ESCO廠商限期改善、重新訂定1個月節能計算起始點。如果連續二次單位節能率與基線比較**無法達15%以上**，單位即可依合約規定拒絕履行保證效益付款辦法。則已撥付廠商之金額，廠商應全部繳回。

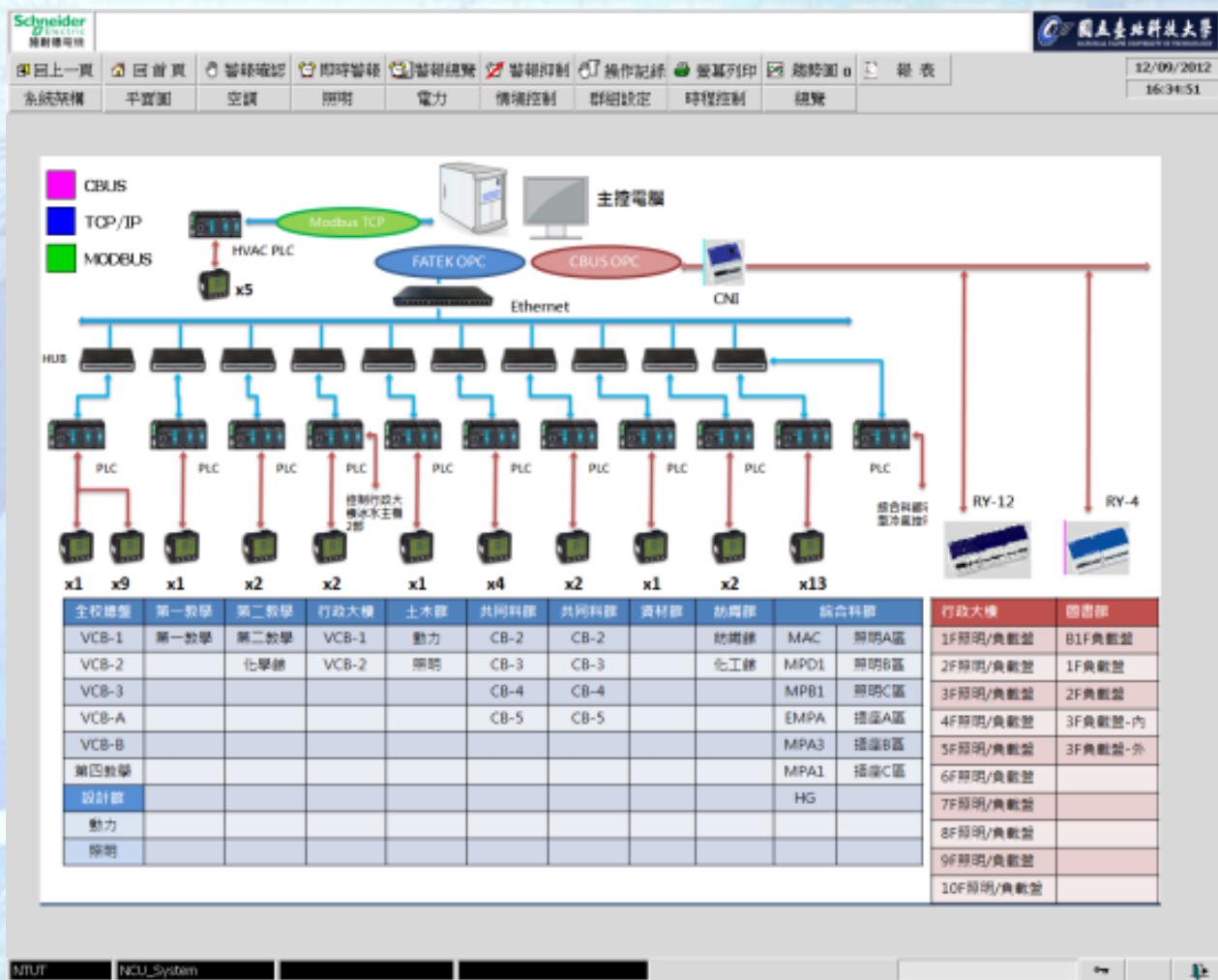
節能保證與後續保固維護

- 後續維護及保固：本工程**建築物智慧管理系統與燈控系统**自工程驗收合格日(101年)起5年內(106年)為節能效益驗證期，廠商負責此期間工程與設備之無償**維護保固及驗證**相關資料之提報；**照明設備**正常使用下，燈具及電子安定器及燈管保固5年。

建築物智慧管理系統畫面



建築物智慧管理系統畫面

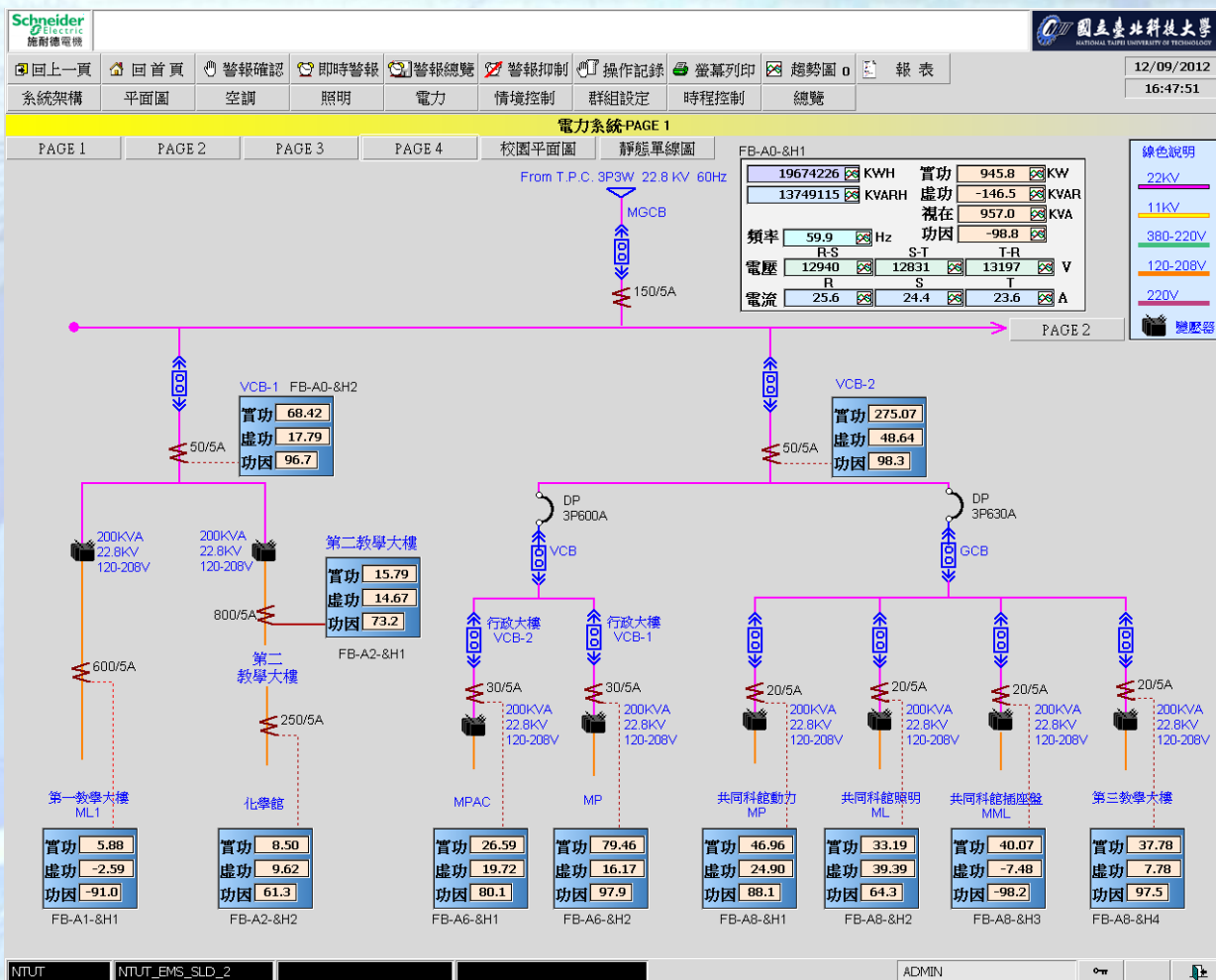


建築物智慧管理系統畫面





建築物智慧管理系統畫面







照明暨建築物智慧化ESPC燈控系统畫面

回上一頁

回首頁

警報確認

即時警報

警報總覽

警報抑制

操作記錄

螢幕列印

趨勢圖

報表

系統架構

平面圖

空調

照明

電力

情境控制

群組設定

時程控制

總覽

12/09/2012
16:49:57

照明時程控制 時段1~6 群組1~30

時段 1~6 Group 1~30

時段 1~6 Group 31~60

時段 1~6 Group 61~90

時段 1~6 Group 91~120

時段 1~6 Group 121~150

時段 1~6 Group 151~180

時段 7~12 Group 1~30

時段 7~12 Group 31~60

時段 7~12 Group 61~90

時段 7~12 Group 91~120

時段 7~12 Group 121~150

時段 7~12 Group 151~180

樓層群組對應參考表

1F-1~20	6F-71~90
2F-21~30	7F-91~110
3F-31~40	8F-111~120
4F-41~60	9F-121~130
5F-61~70	10F-131~140

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
軍訓室 主任室	軍訓室 儲藏室	軍訓室	學務處	學務處 會議室	學務處 主任室	教官值日室	藝文中心	一樓電梯前廳	一樓門廳	一樓門廳 外	一樓公共區域	字畫投射燈	一樓廁所							二樓教學資源中心	二樓教務長室	二樓會議室	二樓出版組	二樓資料室	二樓教務處	二樓廁所			

1 燈光控制

週一 週二 週三 週四 週五 週六 週日

開啟 10: 5 關閉 23: 0

開啟 0: 0 關閉 0: 0

2

週一 週二 週三 週四 週五 週六 週日

開啟 0: 0 關閉 0: 0

開啟 0: 0 關閉 0: 0

3

週一 週二 週三 週四 週五 週六 週日

開啟 0: 0 關閉 0: 0

開啟 0: 0 關閉 0: 0

4

週一 週二 週三 週四 週五 週六 週日

開啟 0: 0 關閉 0: 0

開啟 0: 0 關閉 0: 0

5

週一 週二 週三 週四 週五 週六 週日

開啟 0: 0 關閉 0: 0

開啟 0: 0 關閉 0: 0

6

週一 週二 週三 週四 週五 週六 週日

開啟 0: 0 關閉 0: 0

開啟 0: 0 關閉 0: 0

NTUT

NTUT_Lighting_NormalDa

View1

ADMIN

ON

照明暨建築物智慧化ESPC竣工照片(1/4)



照明暨建築物智慧化ESPC竣工照片(2/4)



照明暨建築物智慧化ESPC竣工照片(3/4)



照明暨建築物智慧化ESPC竣工照片(4/4)



節能績效保證專案(ESPC)特色(1/2)

- 能源技術服務業(ESCO:Energy Services Company)：經濟部商業司定義從事新節淨能源、節約能源、提昇能源使用效率或抑制移轉尖峰用電負載之設備、系統及工程之規劃、可行性研究、設計、安裝、施工、維護、檢測、代操作、相關軟體硬體建構及其相關技術服務之行業，其行業代號為IG03010。
- 節能費用攤還：改善投資費用，由節省能源費用分年攤還，機關不用一次編列大筆經費。
- 節能績效保證：採用節能績效保證合約(ESPC:Energy Savings Performance Contracts)，保證節能績效節能率。

節能績效保證專案(ESPC)特色(2/2)

- 節能績效驗證：以適當方法或程序驗證節能成效，美國能源部於1997年12月發行之「國際節能績效量測驗證規程」(International Performance Measurement and Verification Protocol)，分為兩種類型：獨立改善與整體建築，選項A、B為單一設備，選項C為整體建築、選項D為可以使用單一設備及全設施。
- 專案統包工程：提供能源診斷、改善評估、工程設計規劃、施工、資金籌措及財務計畫等整體性服務。
- 非資產行擔保：以能源改善事業之節能保險效益向銀行融資擔保。

IPMVP M&V選項方案

M&V選項	節能效益計算
選項A：以測量設備的性能為主，測量或約定操作的因素，和每年驗證的「履行的潛力」。	工程計算
選項B：設備或系統在整個合約期間內定期或者連續的量測。	使用量測數據的工程計算
選項C：以整個大樓或工廠的公用儀錶或分錶數據為主，由天氣和/或其它因素作為調整因子。	公用儀錶數據的分析
選項D：以大樓或者製程的電腦模擬計算為主，用量測數據來校正模擬計算。	比較不同的模型

節能績效保證專案(ESPC)執行情序

- 1. 節能績效保證專案(ESPC)先期評估診斷: 確認專案標的、範圍、改善方案、基本約定、IPMVP方式、保證節能率等。
- 2. 委託專案管理技術服務招標: 協助招標文件準備、ESPC合約內容訂定、協辦招標程序、投開標資料、ESPC之執行、基線建立、M&V作業、驗收等。
- 3. 委託監造技術服務招標: 負責ESPC合約之工程監造、各項計畫書、細部設計、設備材料審查、勞安及品管等作業。
- 4. 節能績效保證專案(ESPC)工程招標: 確認招標方式後, 依政府採購法規定之招標作業程序辦理開、決標及工程執行。

節能績效保證專案統包工程(ESPC)招標及履約管理 (1/3)

- 1.招標策略檢討:確定招標方式、決標原則、訂定時程管制表。
- 2.報請上級機關核准採最有利標:檢送機關以最有利標採購案評估表及述明採購案標的、金額。
- 3.成立工作小組:由機關內取得採購人員基本資格者、專案管理單位及採購單位主管組成。
- 4.招開評選委員會:應由具有採購案相關專門知識之人員5人至17人組成，其中外聘學者專家人數不得少於三分之一，審定或訂定評選項目、評選標準及評定方式。
- 5.公開閱覽:特殊或查核金額以上工程須辦理公開閱覽，招標文件疑義澄清及依閱覽意見修正招標文件。

節能績效保證專案統包工程(ESPC)招標及履約管理 (2/3)

- 6.招標公告:招標公告於資訊網路及刊登政府採購公報。
- 7.領(購)標：招標文件領購，含電子檔，異議申訴處理。
- 8.投標：廠商按規定投寄資格文件、規格文件及價格文件、押標金、授權書、投標切結書、相關證明文件。
- 9.開標：資格標審查及規格標審查，公布開標結果及評選時間、地點。
- 10.評選:規格標評選、評選會議紀錄及評定序位，簽報機關首長核定最有利標廠商。
- 11.決標：決議紀錄、決標通知。
- 12.簽約：將承諾納入契約、履約保證、預付還款保證。

節能績效保證專案統包工程(ESPC)招標及履約管理 (3/3)

- 13.統包商履約管理(1):依合約規定時程提送勞安計畫、施工計畫、品質計畫、基線量測計畫、細部設計圖說、設備材料型錄審查。
- 14.統包商履約管理(2):建立基準線，並經審查核定後始可進行節能改善工程。
- 15.統包商履約管理(3):改善工程施工中品質查驗，提送M&V計畫審查，經核可後進行現場改善後量測驗證。
- 16.統包商履約管理(4):依合約規定期限提交改善後量測驗證報告，經審查核可後，並完成功能設備系統測試、操作維護訓練後辦理驗收及付款。
- 17.後序階段驗收及付款：依合約規定進入保固，每年進行量測驗證，報告經審核後辦理驗收付款。



Thanks for your attention!