

# 熱泵熱水節能系統量測

(子午線) 永續先進能源公司  
主講人：黃瑞湄 / 工程師  
95年9月27日

熱泵 瑟瑪司妥 HP-10型能源轉換模式

電力消耗量 14.1KW(單位能量)

製冷能量  
131,000 BTU/H

製熱能量  
190,000 BTU/H

(子午線) 永續先進能源公司

網址: <http://www.geo-shine-solar.com.tw>

# 目錄大綱


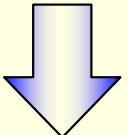
- 前言
- **IPMVP之M&V**選項概觀
- 熱泵系統與**M&V**選項
- 熱泵性能與節能績效的關係
- 熱泵與各種熱能設備能源費用比較表
- 成功運轉 10 年熱泵節能系統量測實施例（一）
- 成功運轉 8 年熱泵節能系統量測實施例（二）
- 熱泵節能設備性能及系統績效檢測實施例（三）

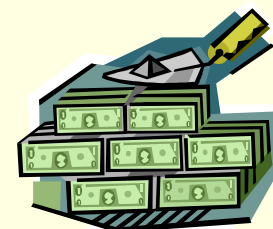
# 前言

- 現行的熱泵熱水節能系統量測與驗證，皆採 **IPMVP (M&V) 選項 A 或 B** 方式的「節能績效保證合約」，做節能分期付款之依據，其建立基準線及流程，在此不加著墨。
- 熱泵熱水節能系統**算是較簡單的節能系統，循環原理與冷氣機類似**；在前幾場觀摩會已介紹非常詳盡，不再重覆。

# 前言

■ 「節能績效保證合約」成功案例正確的定義？

★ 熱泵能源效率 (COP) 值   = 節能費用的多寡



★ 設備及系統必須通過長時間 (至少 8 年或 10 年) 運轉的考驗及其設備之耐用性。(這兩項是最重要)

## 熱泵設備選購之重要選項

■ 熱泵能源效率值**COP**值

低、耗電

愈高、愈省電

■ 外殼耐蝕 (置室外居多)

塗裝烤漆  
不耐候

不鏽鋼 (ST)  
耐候

■ 鰭片

鋁鰭片

銅鰭片較佳

■ 保護措施

簡單、不安全

週全、耐用

# 熱泵熱水節能績效量測

- (例舉) **ESCO**產業未成立之前，以正常買賣交易方式，施作運轉至今10年的成功節能實例。
- 分析運轉**10**年至今產出的節能效益貢獻值。
- 熱泵主機設備性能檢測。

# IPMVP之M&V方案選項

## 熱泵節能系統 (M&V)常態皆採取選項A 或 B

M & V 方案 選項	如何做節能效益
<p><b>方案選項 A</b></p> <p><u>以測量設備效率為基礎</u>，測量或約定操作的參數。</p> <p>主要功能因素(例如:冰水機效率)是以<b>暫態</b>或短期量測數據為主。</p> <p>操作因素(如:冷房時數)是以雙方約定的歷史經驗數據或暫態／短期量測為主。</p> <p>功能因素與正常操作情況做為每年的檢驗。</p>	<p>使用工程計算。</p>
<p><b>方案選項 B</b></p> <p><u>對設備或系統在節能績效保證合約期間內，做定期或連續性的量測。</u></p>	<p>使用量測數據的工程計算</p>

## 熱泵節能系統 (M&V) 常態皆採取 選項A 或 B 舉例採用(選項A)－改善前一數據來源參考

### ■ 設置前一依設備數據或收集、量測部份的數據來源

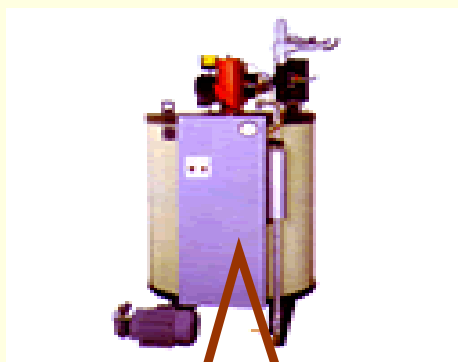
#### ■ 【熱水鍋爐或其他熱水設備(器)】

(1)熱能輸入熱值 (電-KW/H、瓦斯 $m^3$ 、kg、柴油L)

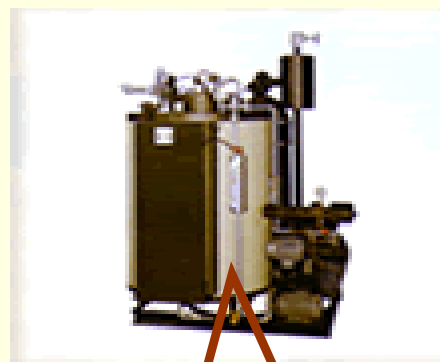
(2)能源單價 (電-元/度、瓦斯-元/ $m^3$ 、kg、柴油-元/L)



電能鍋爐



柴油鍋爐



重油鍋爐



瓦斯鍋爐

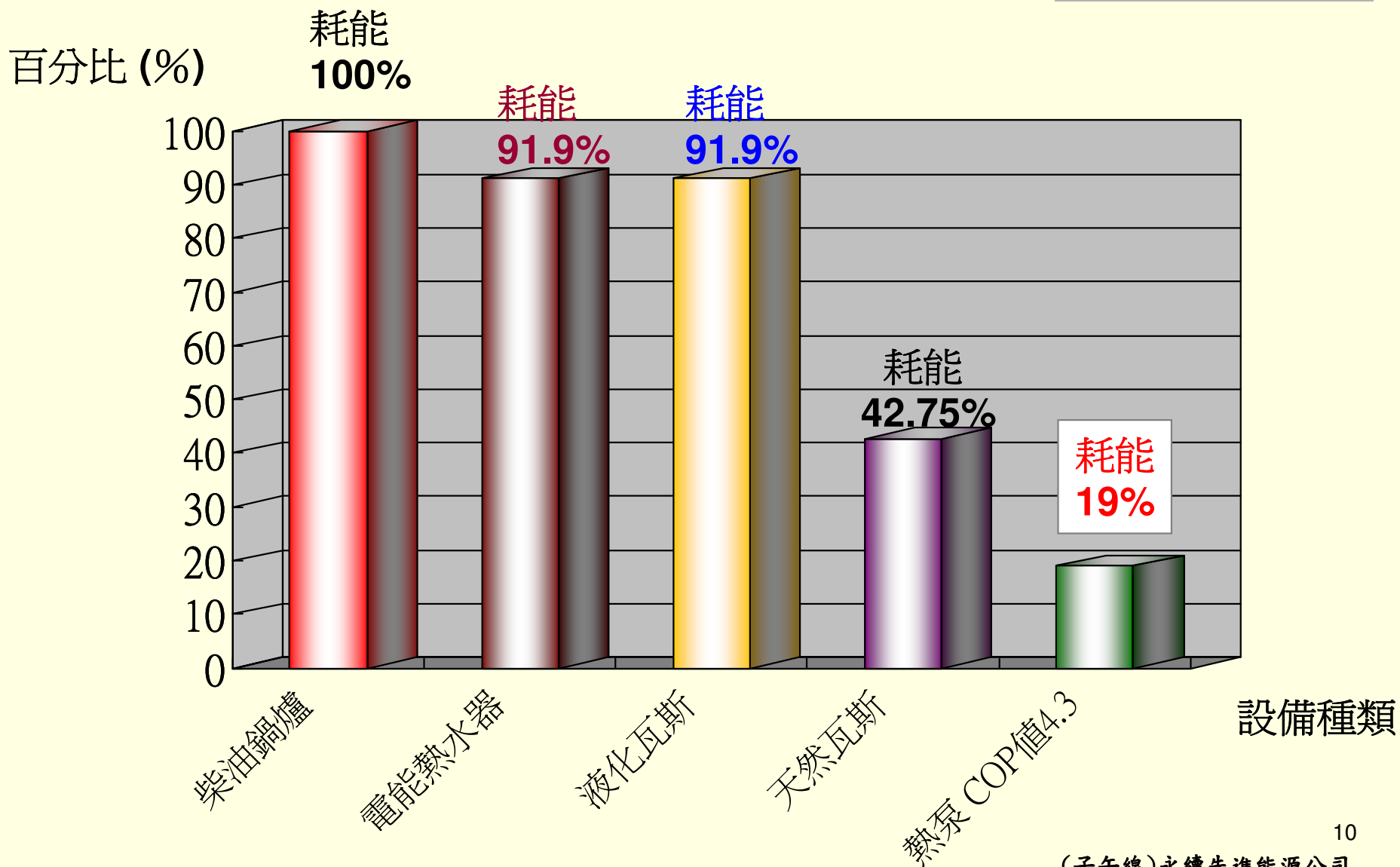


# 各種熱能設備與熱泵設備能源 費用支出比較

以1,000公升 自 21°C 常溫水加熱至 55°C 熱水，所需要熱值：34,000仟卡

熱能設備 種類及轉換 效率	所需熱值 (仟卡)	÷	每單位 產出之熱值	=	需要耗用量	×	能源單價	=	能源費用
電能熱水器 90%	34,000		$860 \times 0.9$ =774仟卡/度		44度		2.6元/度		114元
液化瓦斯 熱水器 75%	34,000		$9900 \times 0.75$ =7425仟卡/kg		4.57kg		25元/kg		114元
柴油鍋爐 75%	34,000		$8800 \times 0.75$ =6600仟卡/公升		5.15公升		24元/公升		124元
天然瓦斯 熱水器 75%	34,000		$8900 \times 0.75$ =6675仟卡/度		5.09度		14元/度		71元
熱 泵 Cop 4.3	34,000		$860 \times 4.3$ =3698仟卡/度		9.19度		2.6元/度		24元

# 各種熱能設備相對能源成本分析圖



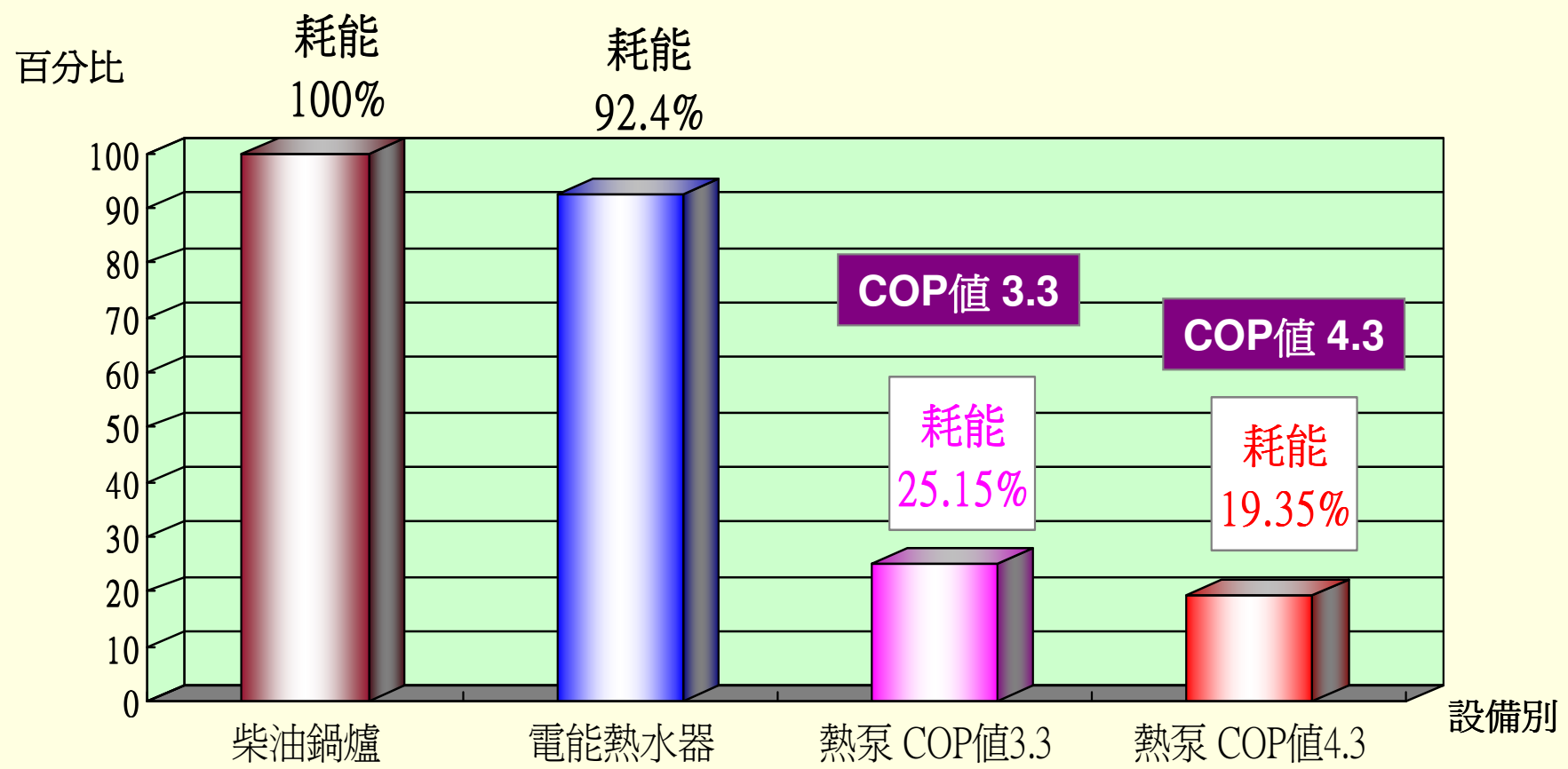
# 以 600 人-每人 50 公升/天-55°C 使用熱泵熱水設備 與電能、柴油設備能源費用支出比較

600 人、每人 50 公升/天、用水量以 30,000 公升 常溫水 21°C 加熱至 55°C 熱水  
所需要熱值：1,020,000 仟卡

熱能設備 種類及轉換 效率	所需熱值 (仟卡)	÷	每單位 產出之熱值	=	需要耗用量	×	能源單價	=	能源費用
電能熱水器 90%	1,020,000		$860 \times 0.9$ =774仟卡/度		1 3 1 8 度		2.6元/度		3,4 2 7 元
柴油鍋爐 75%	1,020,000		$8800 \times 0.75$ =6600仟卡/公升		1 5 5 公升		24元/公升		3,7 0 9 元
熱 泵 Cop 3.3	1,020,000		$860 \times 3.3$ =2838仟卡/度		3 5 9 度		2.6元/度		9 3 3 元
熱 泵 Cop 4.3	1,020,000		$860 \times 4.3$ =3698仟卡/度		2 7 6 度		2.6元/度		7 1 8 元

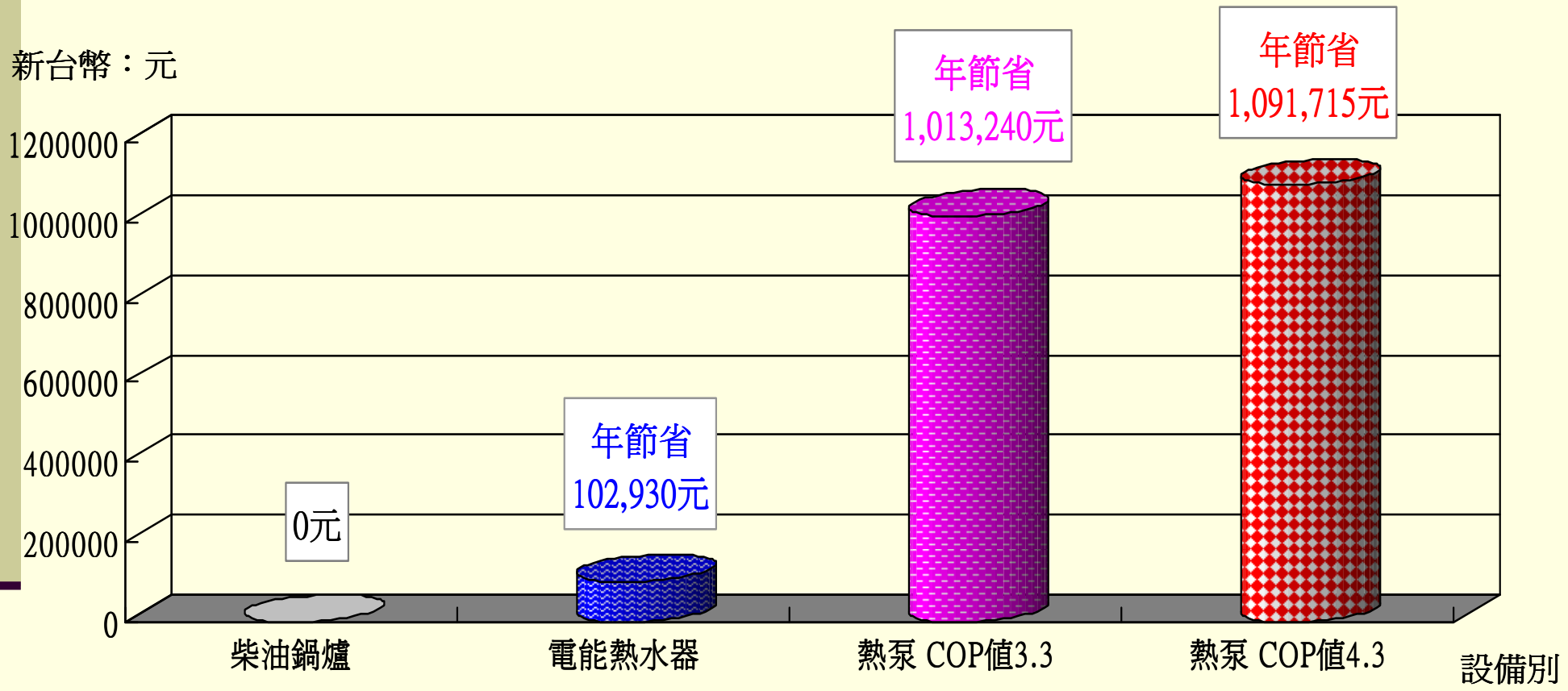
# 600人使用

## 熱泵性能係數(COP)與柴油／電能熱水設備 耗能比較



# 600人使用系統

## 熱泵COP性能係數與柴油／電能熱水設備 節能費用比較



**COP值3.3與COP值4.3熱泵**  
 兩者一年節能相差約8萬元  
 三年相差約24萬元  
 10年相差約80萬元  
 可見熱泵**COP**值的高低與節能績效是具相當的直接關係。

# 熱泵熱水節能系統量測實施例 (一)

# 1996(85)年安裝台灣第一套「成功商轉10年」 熱泵熱水節能系統－成功按裝實例

## M&V 採選項A

- 使用單位：南投大西洋溫水泳池。
- 新裝設備：「空氣對水」熱泵。
- 裝置數量：3台。
- 電力供應：14.1 KW/H · 台
- 熱水輸出能力：190,000BTU/H。
- 冷氣輸出能力：131,000BTU/H。
- 使用時間：上午6:00~晚上10:00。  
(16小時)
- 年運轉天數：365天。



池水加溫  
熱水淋浴

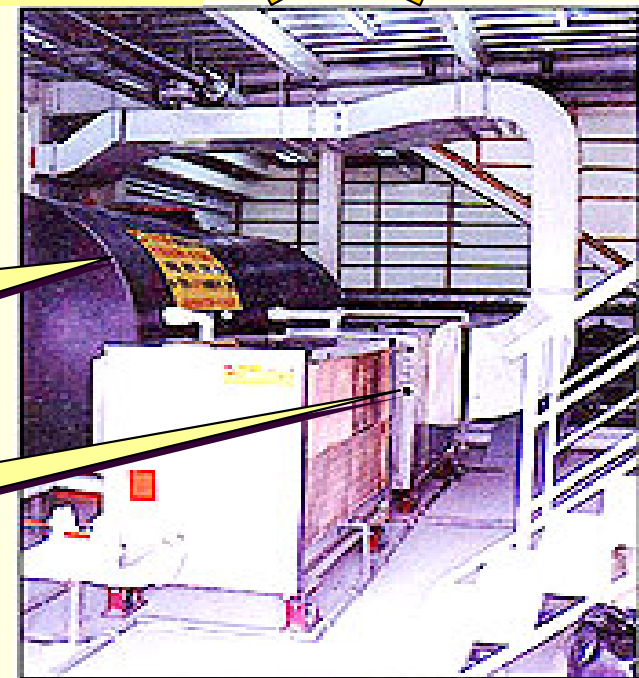


販賣部空調



保溫儲水槽

熱泵3台



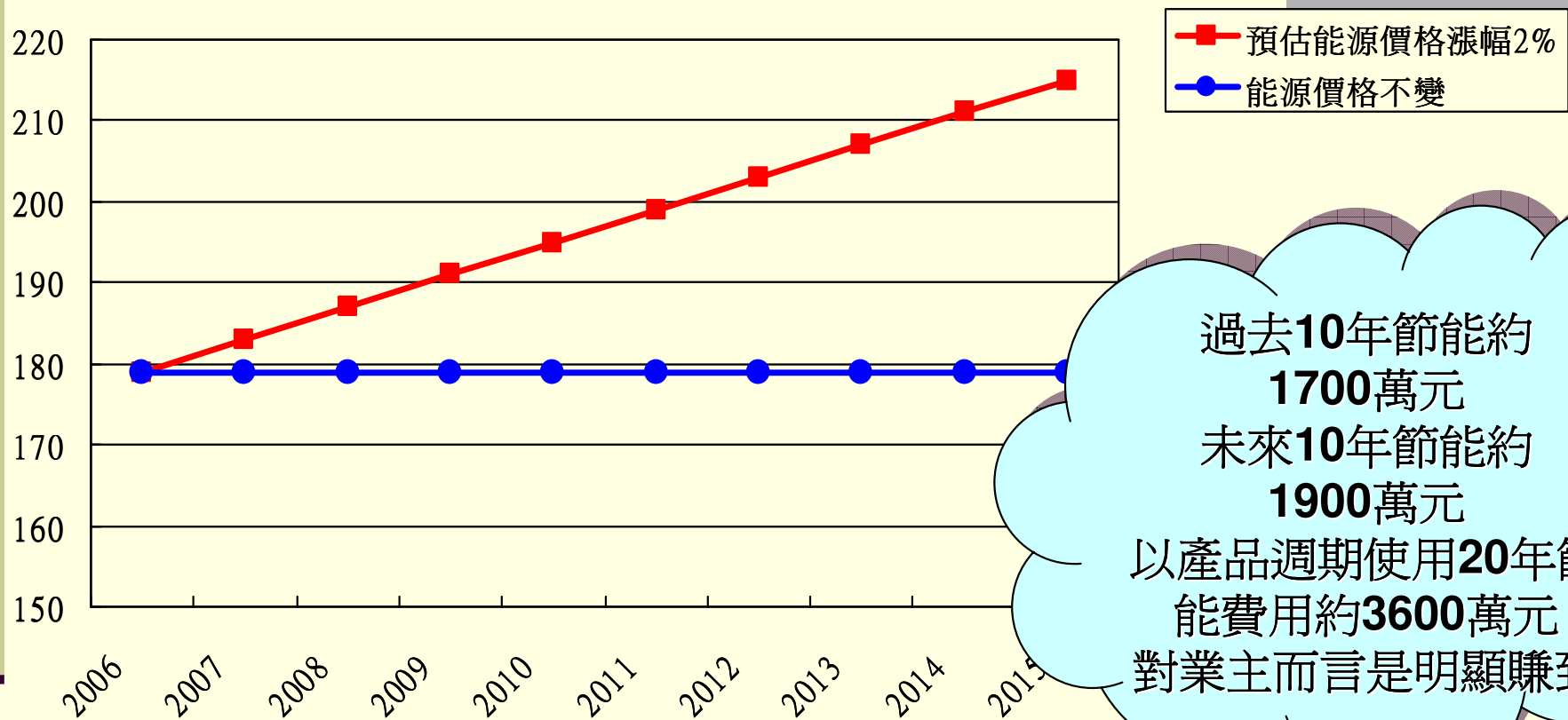
# 「成功商轉 10 年」之節能效益

## — 採用 M&V (選項 A) 設備性能效率為基礎 【節能估算】

	熱泵熱水附加冷氣系統	柴油鍋爐	空調系統
設備性能數據	熱水輸出能力：190,000BTU/H。 冷氣輸出能力：131,000BTU/H。 輸入電力：14.1 KW/H 數量：3 台	熱水輸出能力： 190,000BTU/H。 數量：3 台	冷氣輸出能力：131,000BTU/H。 數量：3 台
能源費用支出	一機二用 $14.1\text{KW/H} \times 3\text{台} = 42.3\text{ KW/H}$ $42.3\text{KW/H} \times 16\text{小時} \times 365\text{天}$ $\times 1.9\text{元/度} = 469,360\text{元/年}$	$570,000\text{BUT} \div 3.968 =$ 143,649 仟卡/H 143,649 仟卡 $\div$ (8,800kcal $\times$ 0.8) $\times$ 16小時 $\times$ 365天 $\times$ 14 元/公升 = 1,668,287 元/年	$393,000\text{BUT} \div 3.968 = 99,042\text{仟卡/H}$ [99,042 仟卡 $\div$ (860kcal $\times$ 0.9) $\div$ EER 2.5] $\times$ 16小時 $\times$ 365天 $\times$ 1.9元 /度 = 567,945 元/年
	動力基本費 $42.3\text{KW/H} \div 0.75\text{KW/HP} \times \text{基本費}$ $177\text{元/HP} \times 12\text{個月} = 119,794\text{元}$ /年		動力基本費 [99,042 仟卡 $\div$ (860kcal $\times$ 0.9) $\div$ EER 2.5] $\div$ 0.75KW/HP = 68HP $\times$ 基本費 177元/HP $\times$ 12個月 = 144,432 元/年
	\$ 589,154 元/年	\$ 1,668,287 元/年	\$ 712,377 元/年
		\$ 2,380,664 元/年	
省能效益	約 \$ 179 萬元/年		
10年總省能效益		約 \$ 1,792 萬元	



# 預估未來持續商轉10年省能效益



過去10年節能約  
**1700萬元**  
 未來10年節能約  
**1900萬元**  
 以產品週期使用**20年**節  
 能費用約**3600萬元**  
 對業主而言是明顯賺到

- 以預估未來能源漲幅一年2%計算。
- **2006年一年省能179萬元。**
- 未來持續商轉**10年**，預期未來**10年**節能效益約**1,970萬元**

# 熱泵熱水系統節能量測實施例 (二)

## 成功節能案例 高雄文藻學院「運轉 8 年」熱泵系統

- 節能單位：高雄文藻技術學院。
- 新裝設備：「空氣對水」熱泵。
- 裝置數量：2 台。
- 電力供應：14.1 KW/H · 台
- 熱水輸出能力：190,000 BTU/H。
- 冷氣輸出能力：131,000 BTU/H。
- 新設熱水儲存槽：40 噸 (40000 公升)
- 使用時間：1 2 小時
- 年運轉天數：270 天。

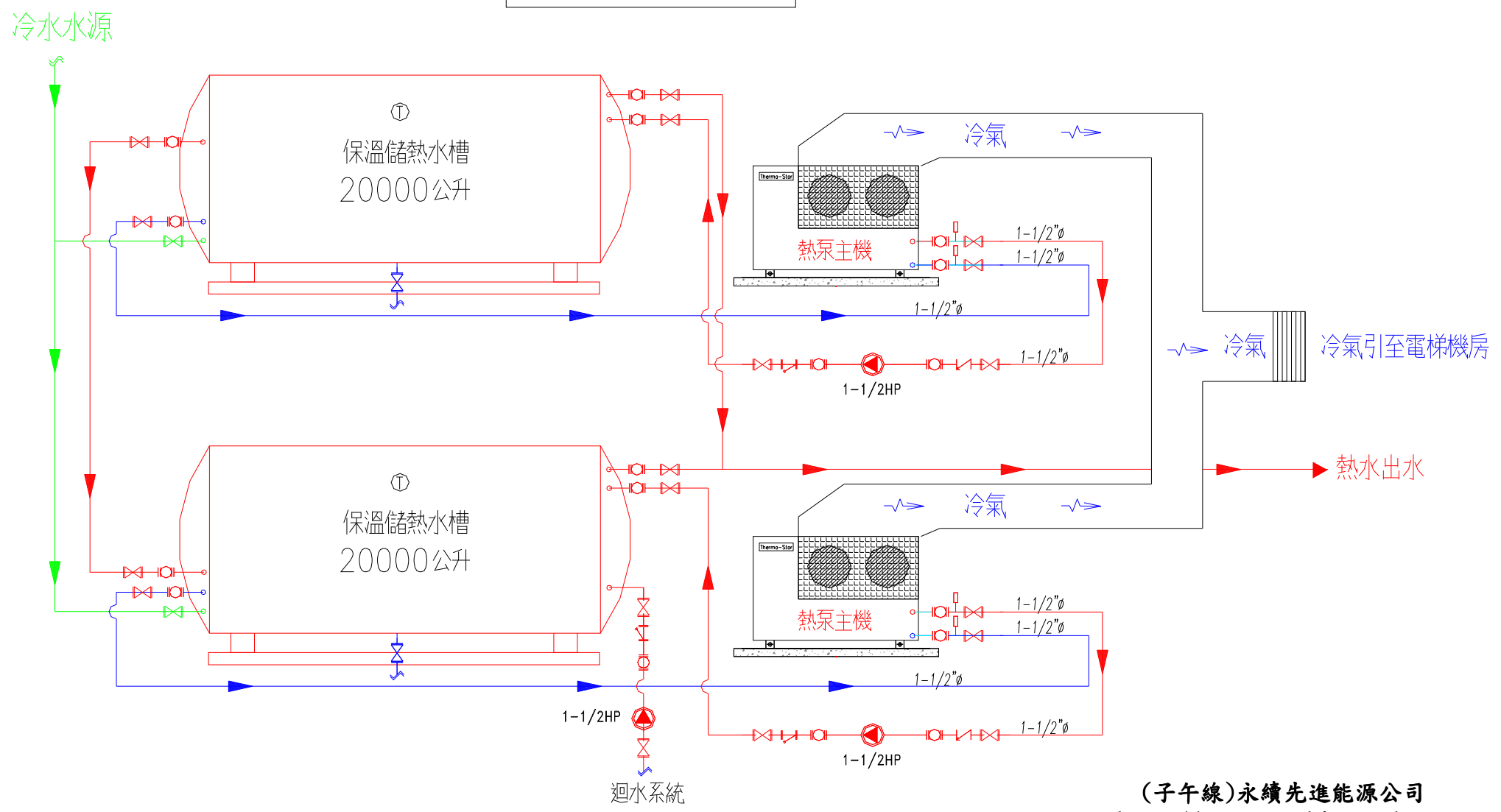


千禧大樓

總面積**7974**平方公尺,共**149**間房間,提供**1000**人學生住宿

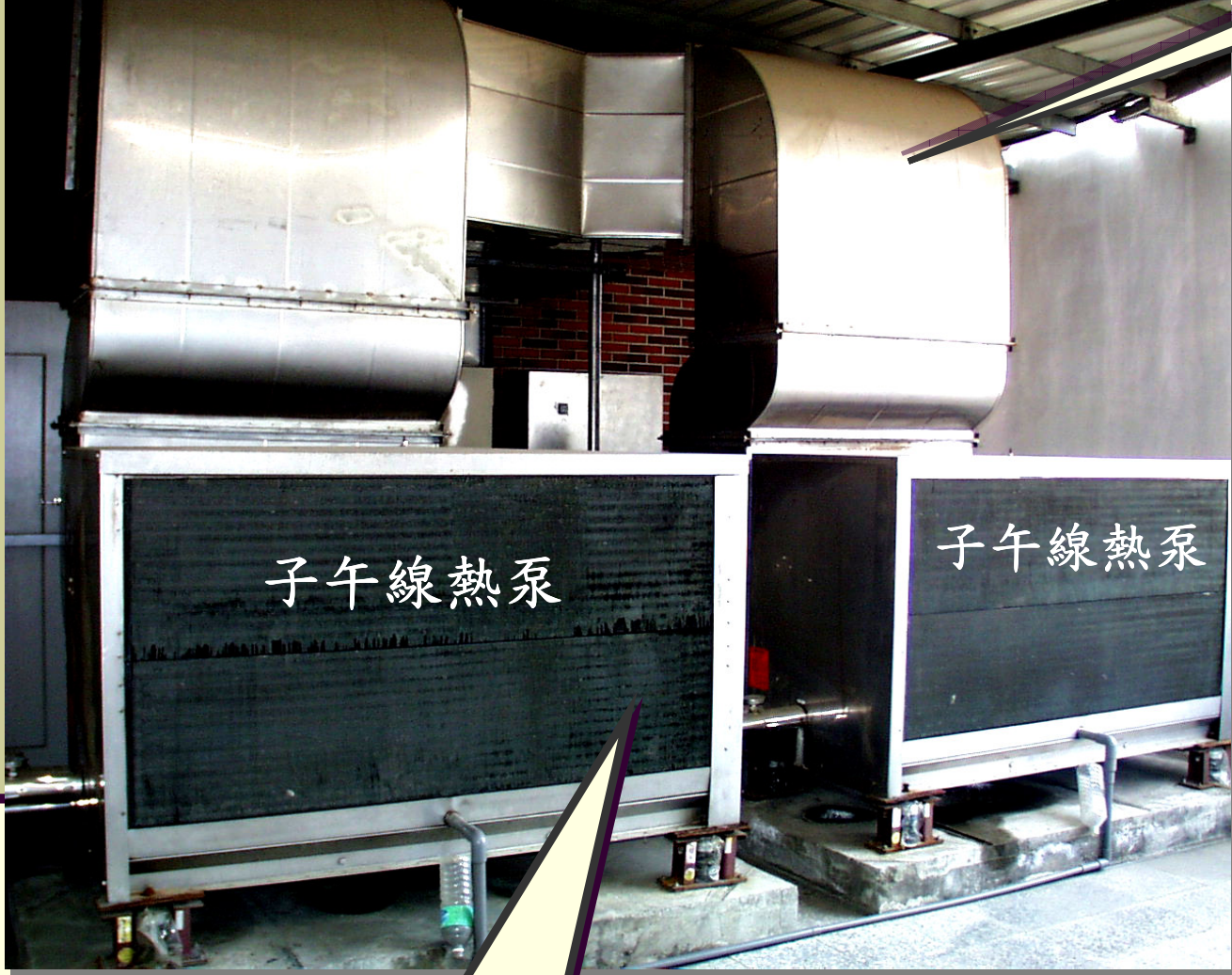
# 系統設計流程示意圖(1)

熱泵系統流程示意圖



# 熱泵熱水節能系統 安裝實景一隅

風管



冷氣引至電梯  
機房使用

熱泵設備  
裝設實景2台

# 熱泵熱水節能系統 安裝實景一隅



保溫儲熱水槽 20噸 x2只  
40,000公升 (40噸)



全自動控制面盤

# 「成功運轉 8 年」之節能效益

## — 採用 M&V (選項 A) 設備性能效率為基礎 【節能估算】

	熱泵熱水附加冷氣系統	電能鍋爐	空調系統
設備性能數據	熱水輸出能力：190,000BTU/H。 冷氣輸出能力：131,000BTU/H。 輸入電力：14.1 KW/H 數量：2 台	熱水輸出能力： 190,000BTU/H。 數量：2 台	冷氣輸出能力： 131,000BTU/H。 數量：2 台
能源費用支出	一機二用	$14.1\text{KW/H} \times 2\text{台} = 28.2\text{ KW/H}$ $28.2\text{KW/H} \times 12\text{小時} \times 270\text{天}$ $\times 1.9\text{元/度} = 173,599\text{元/年}$	$380,000\text{BUT} \div 3.968 = 95,766$ 仟卡/H $[95,766\text{ 仟卡} \div (860\text{kcal} \times 0.9)] \times 12\text{小時} \times 270\text{天} \times 1.9$ 元/度 = 761,675 元/年
	動力基本費	$28.2\text{KW/H} \div 0.75\text{KW/HP} \times \text{基本費} 177\text{元/HP} \times 9\text{個月} = 59,897\text{元/年}$	$[95,766\text{ 仟卡} \div (860\text{kcal} \times 0.9)] \div 0.75\text{KW/HP} = 165\text{HP}$ $\times \text{基本費} 177\text{元/HP} \times 9\text{個月} = 262,845\text{元/年}$
	\$ 233,496元/年	\$ 1,024,520元/年	\$ 282,539元/年
	\$ 1,307,059元/年		
省能效益	約 \$ 107萬元/年		
10年總省能效益		約 \$ 1,074萬元	

# 熱泵機組性能及系統績效檢測 實施例 (三)



本公司1997(86)年為在國內推動「熱泵熱水系統」市場  
特利用中正大學宿舍場地，做為熱泵性能及系統效率檢測用途  
委請「中技社」**M&V (採選項B)** 掛錶量測

### ■ 改善前現況：

- 電能熱水鍋爐**54KW**×2台 容量:**119**加侖/台
- 全天候24小時供應熱水
- 熱水使用時間：不限制。
- 住宿使用天數：265天。
- 使用人數：90人。
- 裝置量：一區2台、共4區
- 一區僅啓動運轉一台電能鍋爐。



# 節能設備主機規格

## ■ 增設熱泵設備（一區）：

- 增設美國進口「瑟碼司妥」熱泵機組一台。

★電力需求：**14.1 KW/H**

★加熱能力(21°C ~ 60°C)：**47,880KCAL/H**  
**(190,000BTU/H)**

★造冷能力：**33,014KCAL/H**  
**(131,000BTU/H)**

- 增設**10噸 (10,000公升)** 儲熱水槽一座。



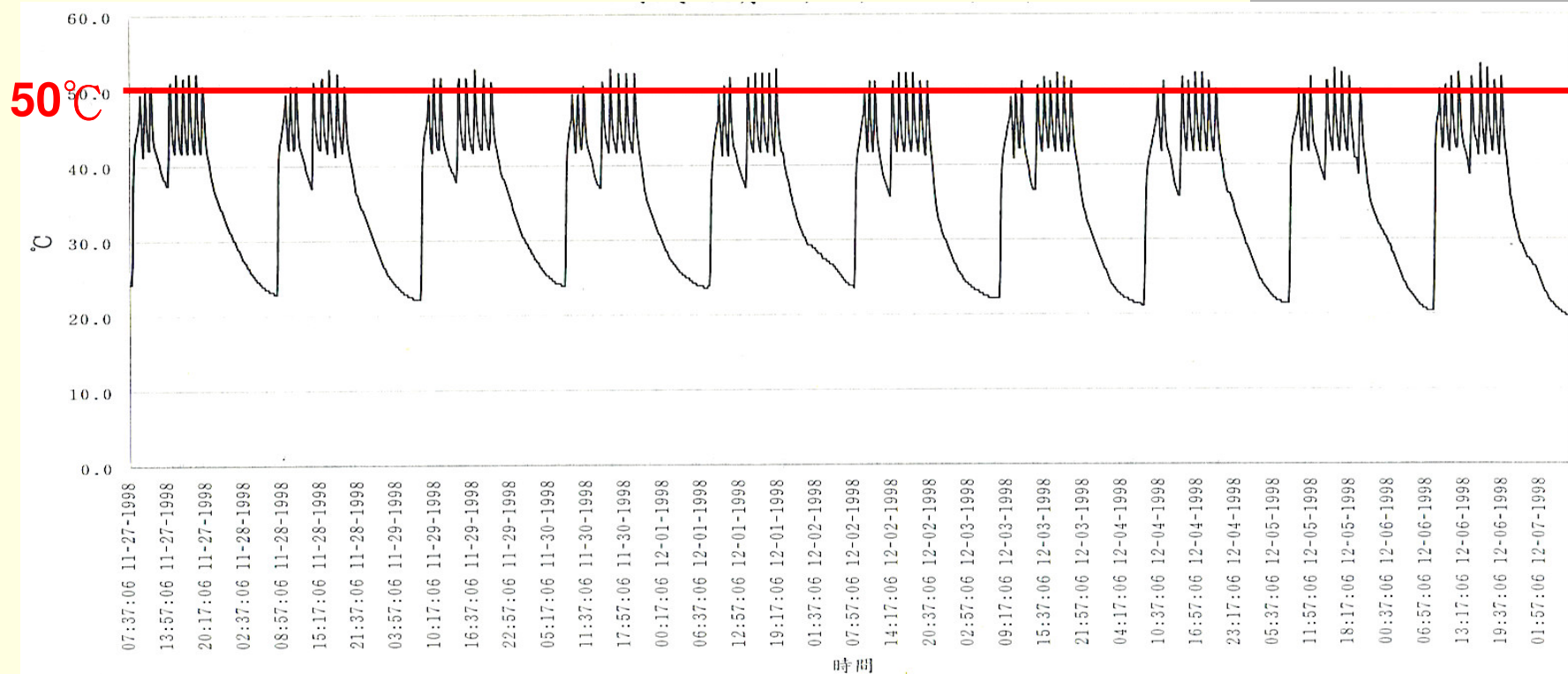
## 測量儀器

- 電力分析儀：
  - (KW) 準確度：讀數的 $\pm 0.1\%$
  - (V) 準確度：讀數的 $\pm 0.1\%$
  - (A) 準確度：讀數的 $\pm 0.1\%$
- 流量計：
  - 準確度：1~2%以內
  - 靈敏度：0.05 FPS
- 溫濕度記錄器：
  - 準確度：
    - (1) 溫度：0.3°C
    - (2) 相對濕度：1.5%RH



# 測量熱泵出水溫度曲線圖

## 日負載溫度變化 11/27~12/7



- 抄錶記錄熱泵電錶KWH及水錶M<sup>3</sup>之累積量。
- 利用電力分析儀掛錶記錄熱泵熱水系統用電量V、A、KW、PF，並繪制負載曲線圖，了解每15分鐘日負載變化。
- 抄錶記錄出水溫度(設定值50°C)繪制日負載曲線圖，了解每10分鐘日負載溫度變化。

# 熱泵系統耗能成本計算 (表一)

日期時間	尖／離峰	用電量(KWH)	用電量(KWH/天)
11/27(五) 07:45-22:30	尖峰	49	49
11/27-28 22:45-07:30	離峰	0	
11/28(六) 07:45-22:30	尖峰	44	44
11/28-29 22:45-07:30	離峰	0	
11/29(日) 07:45-22:30	尖峰	32	32
11/29-30 22:45-07:30	離峰	0	
11/30(一) 07:45-22:30	尖峰	36	36
11/30-12/01 22:45-07:30	離峰	0	
12/01(二) 07:45-22:30	尖峰	44	44
12/02-03 22:45-07:30	離峰	0	
12/02(三) 07:45-22:30	尖峰	51	51
12/02-03 22:45-07:30	離峰	0	
12/03(四) 07:45-22:30	尖峰	56	56
12/03-04 22:45-07:30	離峰	0	
12/04(五) 07:45-22:30	尖峰	59	59
12/04-05 22:45-07:30	離峰	0	
12/05(六) 07:45-22:30	尖峰	36	36
12/05-06 22:45-07:30	離峰	0	
12/06(日) 07:45-22:30	尖峰	32	32
12/06-07 22:45-07:30	離峰	0	
平均用電量	尖峰	44	44
	離峰	0	

分類	天數	用電單價 (元/度)	尖／離峰用電度數 (KWH/天)
夏月尖峰時間(天/年)	40	1.96	44
夏月離峰時間(天/年)	20	1.89	0
非夏月尖峰時間(天/年)	141	1.95	44
非夏月離峰時間(天/年)	71	1.88	0

**流動電費 15,547元/年**

# 電能熱水鍋爐耗能分析(表二)

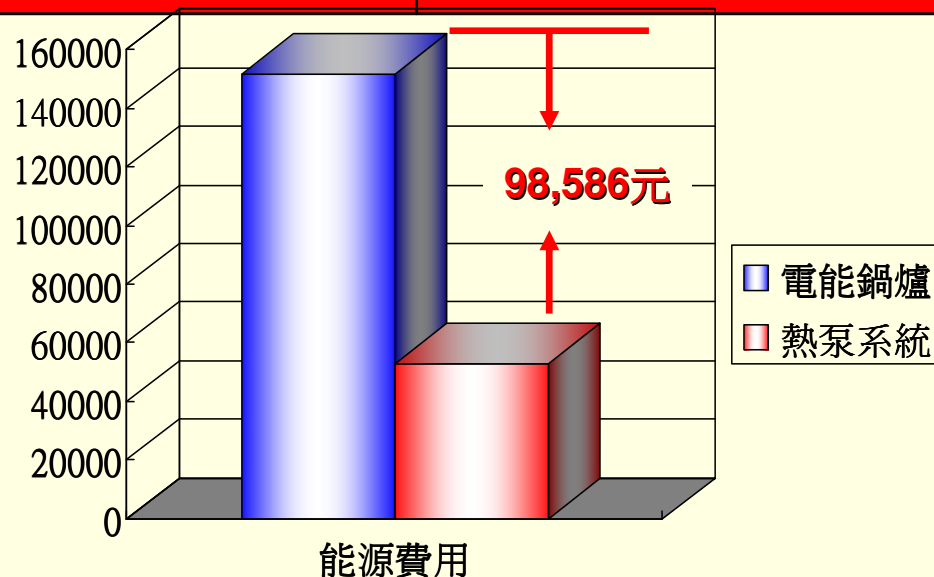
日期時間	尖／離峰	用電量 (KWH)	用電量 (KWH/天)
11/27(五) 07:45-22:30	尖峰	77	138
11/27-28 22:45-07:30	離峰	60	
11/28(六) 07:45-22:30	尖峰	62	123
11/28-29 22:45-07:30	離峰	61	
11/29(日) 07:45-22:30	尖峰	95	156
11/29-30 22:45-07:30	離峰	61	
11/30(一) 07:45-22:30	尖峰	95	158
11/30-12/01 22:45-07:30	離峰	63	
12/01(二) 07:45-22:30	尖峰	85	149
12/02-03 22:45-07:30	離峰	64	
12/02(三) 07:45-22:30	尖峰	66	146
12/02-03 22:45-07:30	離峰	80	
12/03(四) 07:45-22:30	尖峰	76	128
12/03-04 22:45-07:30	離峰	52	
12/04(五) 07:45-22:30	尖峰	57	106
12/04-05 22:45-07:30	離峰	49	
12/05(六) 07:45-22:30	尖峰	49	101
12/05-06 22:45-07:30	離峰	52	
12/06(日) 07:45-22:30	尖峰	92	139
12/06-07 22:45-07:30	離峰	47	
平均用電量	尖峰	75	134
	離峰	59	

分類	天數	用電單價 (元/度)	尖／離峰用電度數 (KWH/天)
夏月尖峰時間(天/年)	40	1.96	75
夏月離峰時間(天/年)	20	1.89	59
非夏月尖峰時間(天/年)	141	1.95	75
非夏月離峰時間(天/年)	71	1.88	59

**流動電費**      **36,607元/年**

# (M&V) 【選項B】掛錶量測省能效益

設備別\項目	既設原有電熱水鍋爐	新設熱泵系統
基本電費(1)	54KW×(213元/KW×4月/年+159元/KW×8月/年) =114,696元/年	17.5KW×(213元/KW×4月/年+159元/KW×8月/年) =37,170元/年
流動電費(2)	36,607元/年(見表二)	15,547元/年(見表一)
(3)合計(1)+(2)	151,303元/年	52,717元/年
省能效益 (一區) (電能鍋爐－熱泵)	<b>98,586元</b> (啟動一台電能熱水鍋爐)	



推估若四區全汰換  
 電能鍋爐 8 台  
 改由熱泵供應大幅  
 降低契約容量  
**300KW以上**

# 熱泵熱水系統與電能鍋爐比較

## 經掛錶量測－熱泵性能COP值檢測記錄分析表

檢測項目 ／ 測試分析	熱泵熱水系統		電能鍋爐	
	電錶度數	水錶度數	電錶度數	水錶度數
4月9日	5050	581.8	17120	265.6
9月1日	7240	1180.4	32250	552.5
9月8日	7336	1189.8	32705	561.2
平均水溫	50°C		65°C	
熱效率 (仟卡／度)	4.70 註：水溫50°C時 熱效率為4000仟卡／度		688	
性能系數 COP值	COP值4.0 註：水溫55°C時 熱效率為3440仟卡／度		0.8	

★計算COP值：輸出熱量÷輸入電能

熱泵出廠數據水溫  
55°C  
COP值4.3



熱泵  
安裝實績



桃園啟智學校



南投大西洋



雙連安養中心



台中健康休閒俱樂部



后里長青渡假山莊



統一健康世界俱樂部



新竹休閒俱樂部



中華汽車人才培訓



高雄文藻語文技術學院



群鹿紡織公司



長億別墅俱樂部



梨山大興別墅

# 報告完畢 謝謝指教

研討連絡 請洽 TAESCO 協會  
或(子午線)永續能源公司 黃瑞湄  
電話:04-23806721 傳真:04-23806728  
E-mail:geoshine@ms19.hinet.net

