

即熱式熱泵 在工業的節能方案



委託單位：經濟部能源局

執行單位：工業技術研究院 綠能與環境研究所

即熱式熱泵在工業的節能方案

目錄

一、前言	1
(一) 能源成本趨勢分析	1
(二) 傳統熱供應方式.....	1
(三) 傳統熱供應成本.....	2
(四) 熱供應限制因素.....	2
(五) 傳統供熱方式圖示	3
(六) 熱泵熱水鍋爐(即熱式高溫熱泵).....	3
(七) 熱泵系統示意圖.....	4
(八) 熱泵節能方案特點	4
二、熱泵種類.....	5
(一) 吸收循環:閉迴路吸收熱泵	5
(二) 壓縮循環-開迴路工業熱泵	6
(三) 壓縮循環-閉迴路套裝熱泵	7
(四) 閉迴路套裝熱泵產品特性(差異分析).....	10
(五) 單位使用成本(效益分析).....	10
(六) 碳排放比較	11
(七) 特性比較.....	11
三、即熱式熱泵節能應用方案	12
(一) 鍋爐補水預熱.....	12



(二) 樹脂床再生	13
(三) 家畜屠宰業	15
(四) 家禽屠宰業	17
(五) 半導體廠熱水系統	18
(六) 太陽能板製程補水	20
(七) 偏光板廠.....	22
(八) 印刷電路板廠.....	24
(九) 電鍍廠.....	26
(十) 汽車廠.....	27
(十一) 水玻璃廠.....	30
(十二) 酒廠.....	33
(十三) 廢熱回收.....	34
(十四) 橡膠手套廠.....	36
四、總結	39

一、前言

能源成本大漲，能源短缺意識強烈

- 燃料油持續上漲(15,000~20,000 元/公秉)
- 節能行動應即刻開展，聚小成多，延緩油荒時代來臨

替代性能源(太陽能、風能、生質能...投產出比仍低) 大部分尚未能量產商業化

- 太陽能發電成本 15~20NT\$/KWH (裝置 20 萬/KW)
- 風力發電成本 2NT\$/KWH (裝置 3 萬/KW)

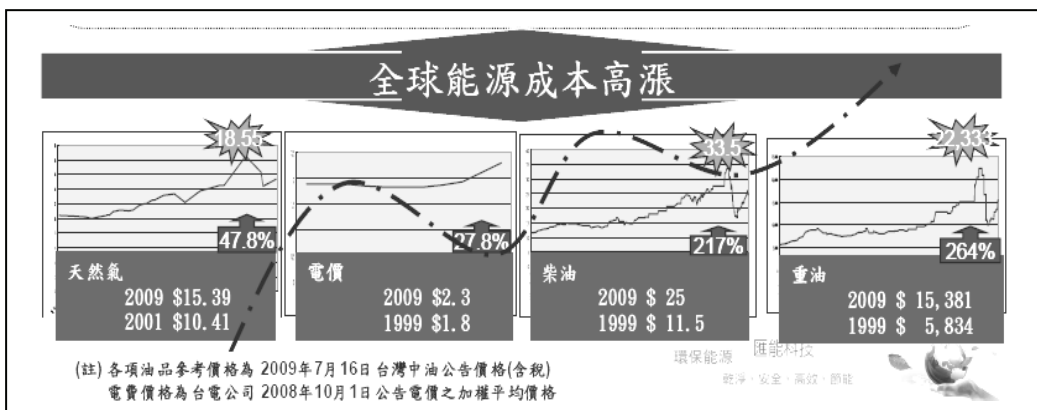
科技進步，能源使用效率提升，節能誘因增加

- 能源成本趨勢分析
- 傳統熱供應方式

(一)能源成本趨勢分析

世界各國鍋爐能源用量約占該國整體工業能源用量之 33~40%，因此提升鍋爐效率為全球工業界當務之急。

- 美國：鍋爐用熱占整體工業能源使用量之 34%
- 台灣：鍋爐用熱 22,946 千公秉油當量，約占整體工業能源用量之 38.5%。



(二)傳統熱供應方式

1. 燃燒燃料：

- 瓦斯鍋爐

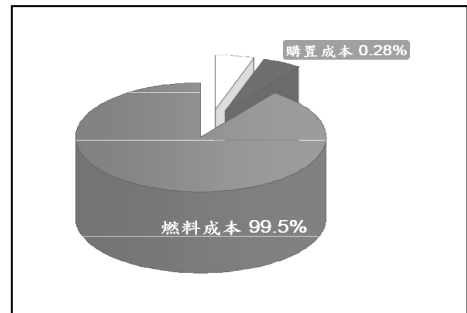


- 燃煤鍋爐
- 燃油(重/柴油)鍋爐
- 2. 電能：
 - 電熱水器
 - 電熱爐 (統稱電熱器)
- 3. 太陽能
 - 太陽能熱水器

(三)傳統熱供應成本

以煙管式鍋爐 10T/H 為例:

- 鍋爐使用壽命：20 年
- 鍋爐終生使用成本
 - 燃料費 99.50 %
 - 購置成本 0.28 %
 - 維修成本 0.22 %



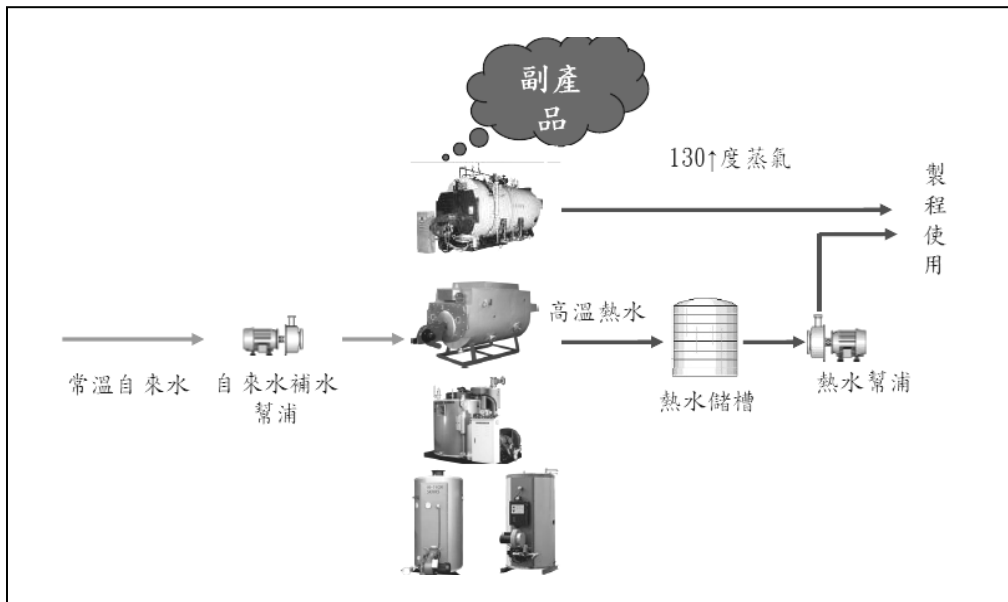
(四)熱供應限制因素

- 燃燒燃料：
 - 產生二氧化碳(溫室氣體)
 - 產生一氧化碳(危害安全)
 - 操作上有安全顧慮，維護費時費工
 - 政府單位會每年定期檢驗排廢系統
 - 鍋爐本身、操作人員需要執照
 - 鍋爐間需要通過安全檢查標準
 - 高耗能
- 電能：
 - 高耗電
- 太陽能：

- 需要大面積向陽場地來作為吸取太陽能用
- 陰天或雨天（無陽光直射日子）則設備效率會大幅降低
- 效能轉換效率低

(五)傳統供熱方式圖示

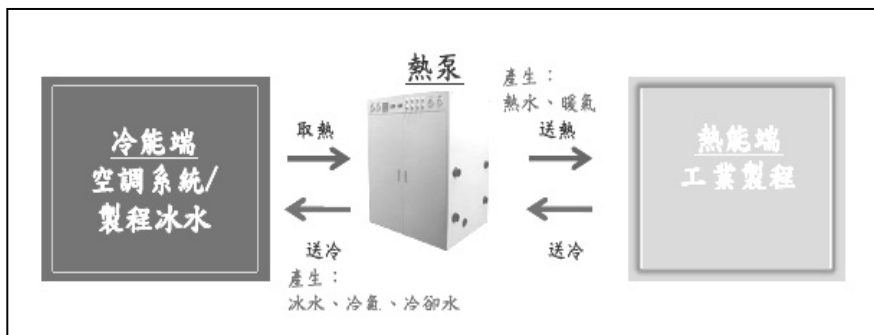
系統示意圖如下：



(六)熱泵熱水鍋爐(即熱式高溫熱泵)

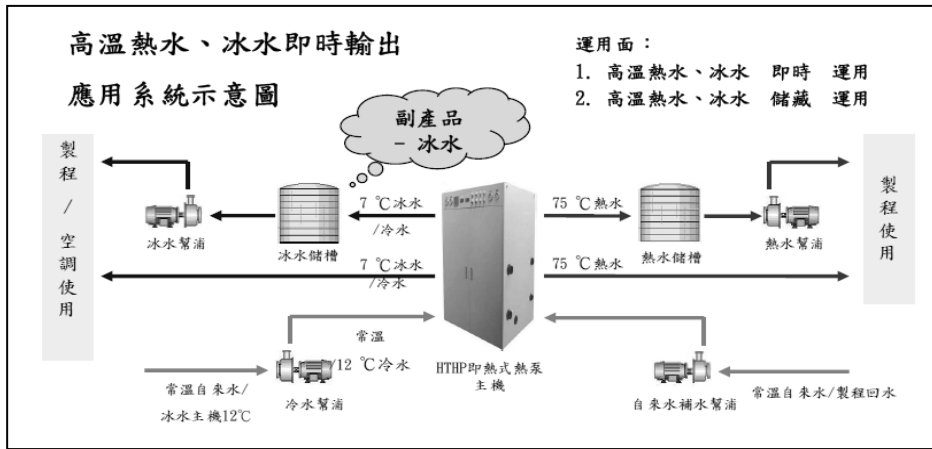
熱泵是一種機具或設備，將熱由一端（低溫）搬到另一端（高溫）-- 維基百科使用熱泵，是對地球環境最乾淨無害的加熱方式

- 作業模式:





(七)熱泵系統示意圖



(八)熱泵節能方案特點

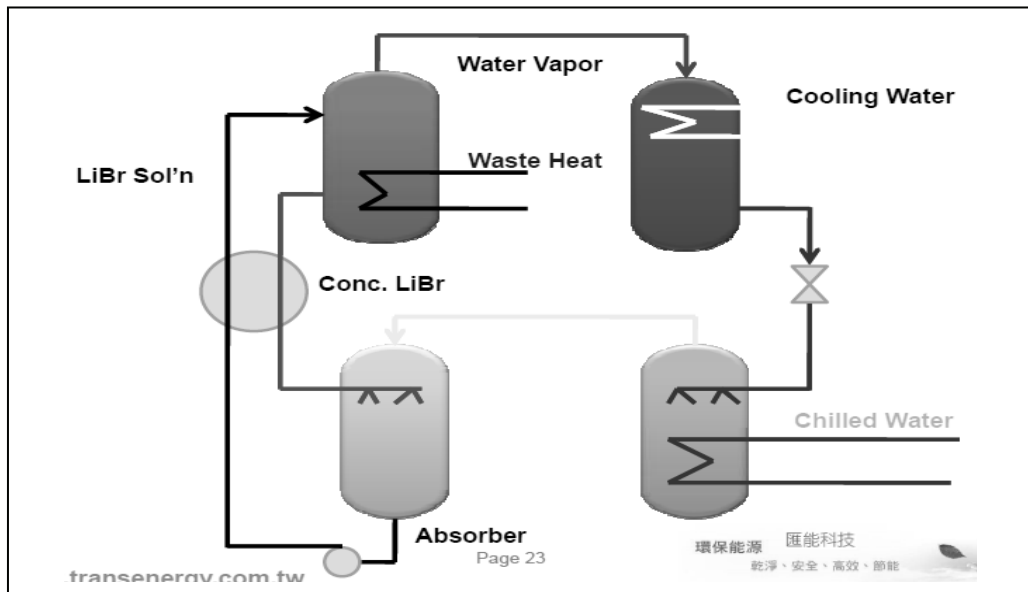
- 節省幅度高 (燃料成本佔能源成本最高)
- 技術最為成熟可行
- 系統導入最迅速
- 單位投資成本最低
- 回收年限最短

二、熱泵種類

(一) 吸收循環:閉迴路吸收熱泵

吸收式熱泵下圖示，其不使用 CFC 冷媒，而以水為冷媒，利用其近乎真空之壓力製造低溫冰水，主要以熱能驅動熱泵，且可用的熱源不侷限於蒸汽，還包括熱水、天然氣、燃料油、鍋爐油及廢熱等。

吸收式熱泵主要靠熱能驅動，因此使用吸收式熱泵將可大幅降低用電契約容量。由於空調系統耗電量佔所有用電量的相當大部份，而空調負載又大多集中於某一時段，因此若使用吸收式熱泵作為空調主機，將可削減尖峰負載的耗電量。往往這些節省的電費，將可使較高的初設投資成本在很短時間內回收。



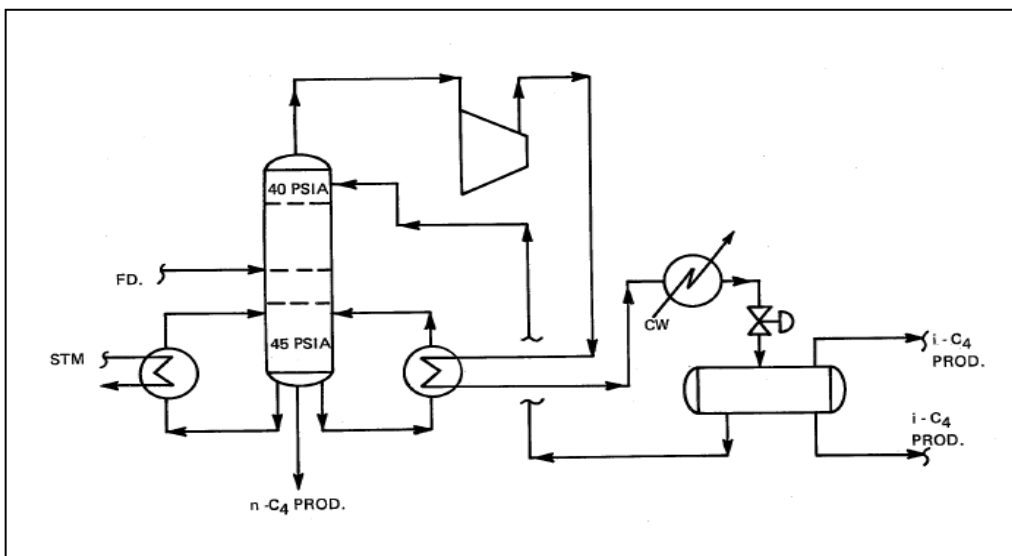
- 以化學吸收方式進行熱量的傳送
- 非轉動機械為核心，電能耗用少
- 多使用在有廢熱產生之系統
- 熱能可以廢熱、燃油或燃氣方式提出
- COP 多在 0.5~1.0 間



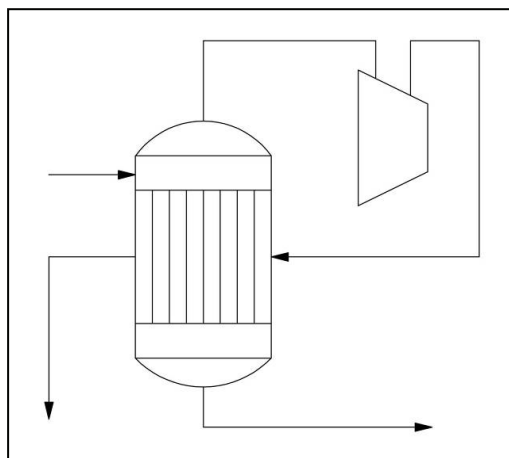
(二) 壓縮循環-開迴路工業熱泵

- 以系統內流體為冷媒加以壓縮
- 適用於蒸餾、蒸發、濃縮系統
- 高 COP，一般可達 10~30
- 技術門檻高
- 需量身訂製

應用系統一：Isomer splitters such as n-butane-isobutane



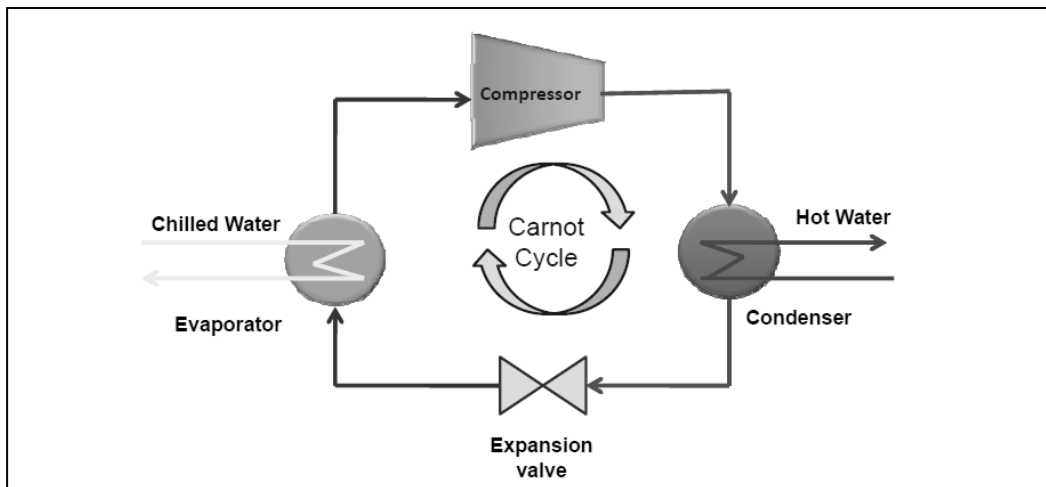
應用系統二：濃縮系統



(三) 壓縮循環-閉迴路套裝熱泵

- 閉迴路套裝熱泵係利用卡諾循環原理將低能階的能量(低熱焓)往高能階(高熱焓)的能量“搬送”(pumping)。
- 閉迴路套裝熱泵不是“製”熱的設備，而是“搬”能的設備，故使用上須有低能階熱源的供應。而所指的低能階能源為現場既存而勿需價購者
- 一旦低能階能源經熱泵進行能源的搬送後，將使得能階更低(熱焓更低)即低溫，而可作為低溫能量之使用
- 系統的耗能即為“搬”動能量所需作的“功”，並無傳統加熱設備的能源消耗

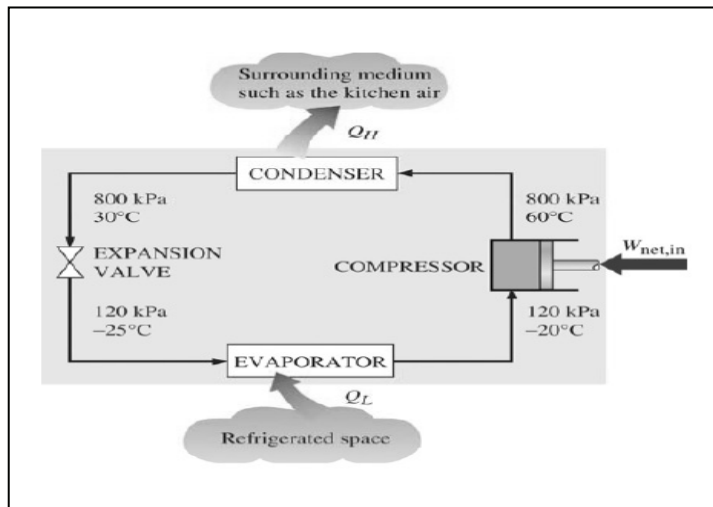
系統運作原理如下圖示：



市場所稱之閉迴路套裝熱泵設備，可分為三種：1) 氣對氣 2) 氣對水 3) 水對水，供熱能力由 1RT 至數百 RT，冷媒多採 R22 (將淘汰) 或 R134a。

供水溫度：一般熱泵可提供 55~60 度熱水，高溫熱泵則可提供 75~80 度熱水；COP 一般在熱側可達 3.0，冷側可達 2.0 以上。

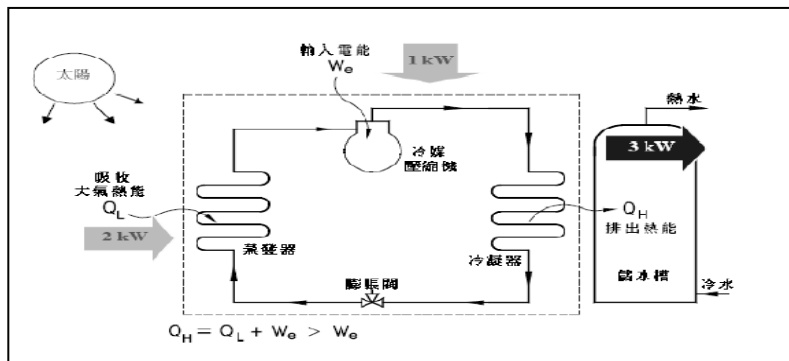
閉迴路套裝熱泵主要由下列元件組成：1) 蒸發器 (evaporator) 2) 壓縮機 (compressor) 3) 冷凝器 (condenser) 4) 膨脹閥 (expansion valve)，架構如下：



依熱源之型態，可分成空氣源、水源、地熱源及太陽輻射源等四種：

1. 空氣對空氣取熱型 (air-to-air)：大氣、冷房

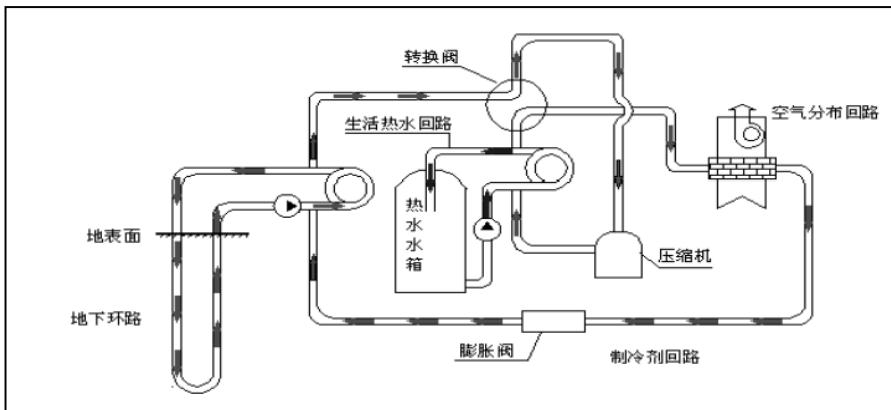
太陽能被大氣層吸收，熱泵再吸收大氣熱能，將它搬移到熱水槽中，也是「太陽能利用」的一種



2. 水對水取熱型(water-to-water)

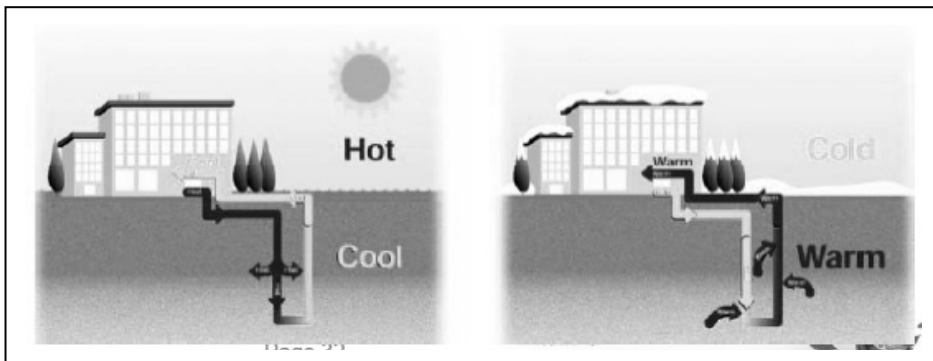
- 空調冰水(冷房)
- 空調系統冷卻水(冰水機廢熱)
- 製程廢熱水(無塵室, 殺菌爐....)

熱泵也可以從河川、泉水、地下水、工業廢熱水或空調系統的回水或冷卻廢水取得熱能，這種熱泵稱為「水源熱泵」，如果產生的熱能用來製造熱水，也稱為「水對水熱泵」。



3. 地熱源型 (Ground-coupled)：地下水、地底

地球蘊藏無限的地熱能源，除一般人所熟知的深層地熱(如溫泉區)外，在離地表 20 公尺以下的地底層，終年溫度變化很小，約維持在 20°C 左右，也是一座巨大無比的蓄能庫，在冬季時利用熱泵可以取得熱源製成熱能以供應用，稱為「地熱源熱泵」。夏季時，熱泵用於冷氣空調時，可以將室內排熱儲存回地底層，形成一個四季循環，節約鉅大能源。



4. 太陽輻射源與大氣熱源型：雙熱源型

利用太陽能集熱板/蒸發器收集太陽能至熱泵壓縮機冷凝/熱虹吸交換器，將熱能儲存至熱水儲槽。如果太陽能集熱板/蒸發器的操作溫度低於大氣溫度，除太陽輻射能外，也會同時吸收大氣熱能，因此就形成「雙熱源型」的熱泵。



(四) 閉迴路套裝熱泵產品特性(差異分析)

如下表：

類別	即熱式高溫熱泵	一般傳統熱泵
熱水輸出溫度	最高可達75°C	最高僅能在55-60°C
節能效益 / COP	熱能價值高，節能效益佳 COP (50°C) : 4.4	熱能價值低，節能效益差 COP : ~3.2
技術特性	<ul style="list-style-type: none"> 專利即熱高溫直接輸出 <ul style="list-style-type: none"> - 75°C 高溫熱水 - 7°C 冰水 - 直接輸出，無需等待 即熱式輸出冰熱水，可24小時不間斷運轉 高溫且即時，所需儲槽體積小 	<ul style="list-style-type: none"> 批次式運轉 <ul style="list-style-type: none"> - 無法直接提供高溫熱水 - 必須利用時間進行全儲槽溫度緩慢提升 視儲槽空間所提供之使用時間而定，無法24小時運轉 必須準備多儲槽進行操作及儲存熱水

(五) 單位使用成本(效益分析)

如下表：

水量	入水溫度	出水溫度	加熱所需熱值				
1,000 L	25°C	75°C	50,000 Kcal				
舉例：每1,000L的補水，由25°C加熱至75°C，所需耗費的能源費用如下表							
鍋爐種類	能源種類	熱值總需求	單位總熱能產出 = (單位熱能 × 轉換效率)	耗費能源	能源單價	能源成本	副產品
HTHP熱泵	電力	50,000 Kcal	2,580 kcal / 度	= 19.4 度	× 2.28 / 度	= \$ 16	冰水 (\$ 29)
			860 kcal / 度 × 300%				
電熱器	電力	50,000 Kcal	817 kcal / 度	= 61.2 度	× 2.28 / 度	= \$140	省 89%
			860 kcal / 度 × 95%				
燃氣鍋爐	天然氣	50,000 Kcal	7,600 kcal / 度	= 6.6 度	× 16.68 / 度	= \$110	省 85%
			8,942 kcal / 度 × 85%				
重油鍋爐	重油	50,000 Kcal	7,820 kcal / 度	= 6.4 升	× 18.03 / 升	= \$115	省 86%
			9,200 kcal / 升 × 85%				
柴油鍋爐	柴油	50,000 Kcal	7,494 kcal / 升	= 6.7 升	× 27.4 / 升	= \$183	省 92%
			8,816 kcal / 升 × 85%				
<small>※ 各項油品參考價格為 2009年12月12日台灣中油公告價格(含稅) ※ 電費價格為台電公司 2009年12月12日(2008年10月1日公告)之工業用戶二階段電價加權平均價格 ※ 單位熱值依經濟部能源局發行之節約能源技術手冊刊載能源熱值單位換算對照表為標準</small>							

(六)碳排放比較

如下表：

水量	入水溫度	出水溫度	加熱所需熱值		
1,000 L	25°C	75°C	50,000 Kcal		
舉例：每1,000L的補水，由25°C加熱至75°C，所需產生CO2如下表					
類別 / CO2排放係數	HTHP / 0.66	電熱器 / 0.66	天然氣 / 2.1	柴油 / 2.76	重油 / 2.89
CO2 排放量 / 噸	0.004	省90% ↓ 0.040	省72% ↓ 0.014	省78% ↓ 0.018	省78% ↓ 0.018
碳稅成本 (每噸750)	\$ 3	\$ 30	\$ 11	\$ 14	\$ 14
HTHP 相對減少CO2 減排量		0.036	0.01	0.014	0.014
HTHP 節省碳稅 (每噸750)		\$27	\$8	\$11	\$11

(七)特性比較

如下表：

類別	封閉式	開放式	吸收式
COP	2-8	10-30	0.5-1
投資成本	低	高	高
設計規劃度	中	高	高
產品類型	標準品	量身訂式	標準品
應用彈性	高	低	低



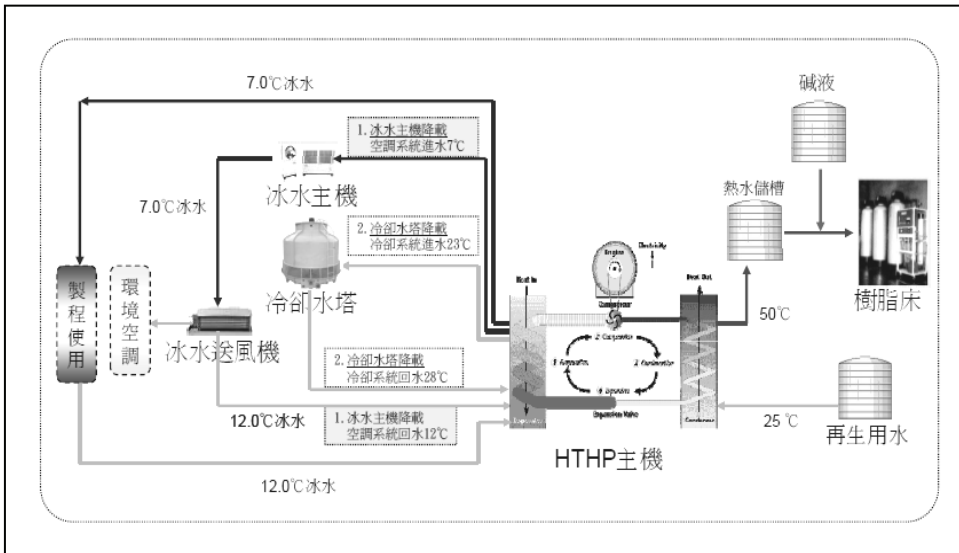
三、即熱式熱泵節能應用方案

(一) 鍋爐補水預熱

- 方案說明
 - 熱側：將 25°C 的補水加熱 75°C，送至脫氧槽
 - 冷側：製作 7°C 的冰水供製程、空調或冷卻系統使用
 - 系統設置：
 - HTHP-I700WW
 - 熱水供應：
 - 製熱能力：34,100Kcal/hr
 - 水 量：0.68M³/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：75°C
 - 冷水供應：
 - 製冷能力：22,600Kcal/hr (7.5RT)
 - 水 量：76LPM
 - 進水溫度：12°C
 - 出水溫度：7°C
- 節能預估
 - 以每日運作 24 小時計算
 - COP：5.00
 - 製熱側 COP 值：3.00
 - 製冷側 COP 值：2.00
 - 僅考慮製熱節能效益：61%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：81%
 - 重油鍋爐所需燃料費：(NT\$ 17.7 元 /L) 678,105 元/年
 - HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 264,756 元/年
 - HTHP 製冷效益：132,378 元/年
 - 僅考量熱水的節能效益：



- 進水溫度：25°C
- 出水溫度：50°C
- 冷水供應：
 - 製冷能力：75,300Kcal/hr (24.9RT)
 - 水 量：250.6LPM
 - 進水溫度：12°C
 - 出水溫度：7°C
- 節能預估
 - 以每日運作 24 小時計算
 - COP：6.58
 - 製熱側 COP 值：3.79
 - 製冷側 COP 值：2.79
 - 僅考慮製熱節能效益：69%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：91%
 - 重油鍋爐所需燃料費：(NT\$ 17.7 元 /L) 1,769,468 元/年
 - HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 543,775 元/年
 - HTHP 製冷效益：379,283 元/年
 - 僅考量熱水的節能效益：
1,769,468 元/年 - 543,775 元/年 = 1,225,663 元/年
 - 考量熱水與製冷的總節能效益：
1,769,468 元/年 - 543,775 元/年 + 379,283 元/年 =
1,604,946 元/年
 - 每年節省碳排量：240 噸
- 系統示意圖



(三)家畜屠宰業

- 方案說明
 - 熱側：將 25°C 水加熱 65°C，儲存在熱水儲槽供屠宰用
 - 冷側：製作 7°C 的冰水供製程保鮮使用
 - 系統設置：
 - HTHP-I2200WW (約可供應每日電宰 530 頭熱水用量。預估每頭耗水量為 117L)
 - 熱水供應：
 - 製熱能力：105,800Kcal/hr
 - 水 量：2.6M³/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：65°C
 - 冷水供應：
 - 製冷能力：73,790Kcal/hr (24.4RT)
 - 水 量：68LPM
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：7°C

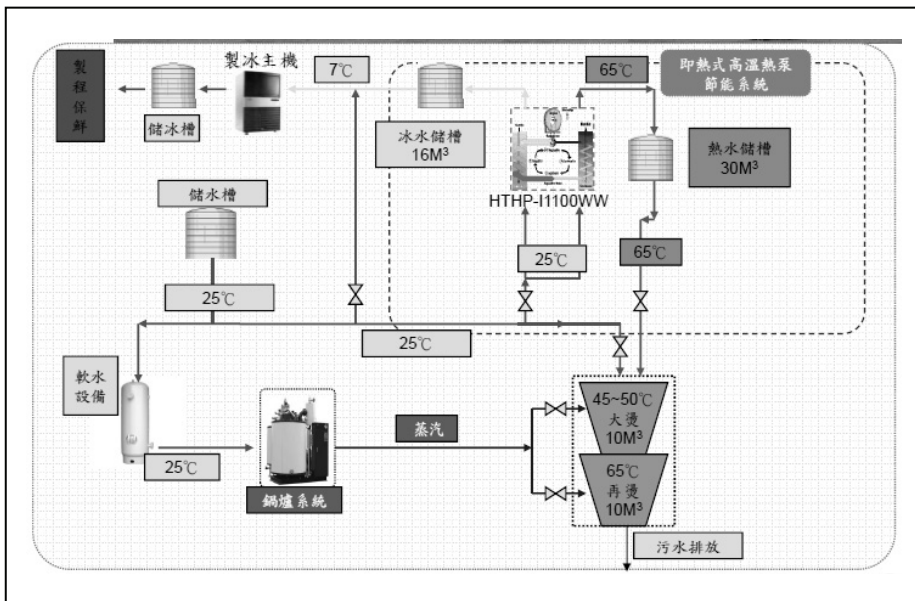
(四) 家禽屠宰業

- 方案說明
 - 熱側：將 25°C 水加熱 65°C，儲存在熱水儲槽供屠宰用
 - 冷側：製作 7°C 的冰水，供應製冰主機製作冰塊，降低製冰主機負載
 - 系統設置：
 - HTHP-I1100WW (約可供應每日電宰 60,000 羽熱水用量。預估每羽耗水量為 0.5L)
 - 熱水供應：
 - 製熱能力：52,920Kcal/hr
 - 水 量：1.3M³/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：65°C
 - 冷水供應：
 - 製冷能力：36,890Kcal/hr (12.2RT)
 - 水 量：2M³/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：7°C
- 節能預估
 - 以每日電宰量 60,000 羽(運作 16 小時)，為計算節能效益
 - COP：5.58
 - 製熱側 COP 值：3.29
 - 製冷側 COP 值：2.29
 - 僅考慮製熱節能效益：65%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：85%
 - 重油鍋爐所需燃料費：(NT\$ 17.7 元/L) 1,050,592 元/年
 - HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 374,032 元/年
 - HTHP 製冷效益：214,033 元/年



- 僅考量熱水的節能效益：
1,050,592 元/年 - 374,032 元/年 = 676,561 元/年
- 考量熱水與製冷的總節能效益：
1,050,592 元/年 - 374,032 元/年 + 214,033 元/年=
890,694 元/年
- 每年節省碳排量：172 噸

● 系統示意圖



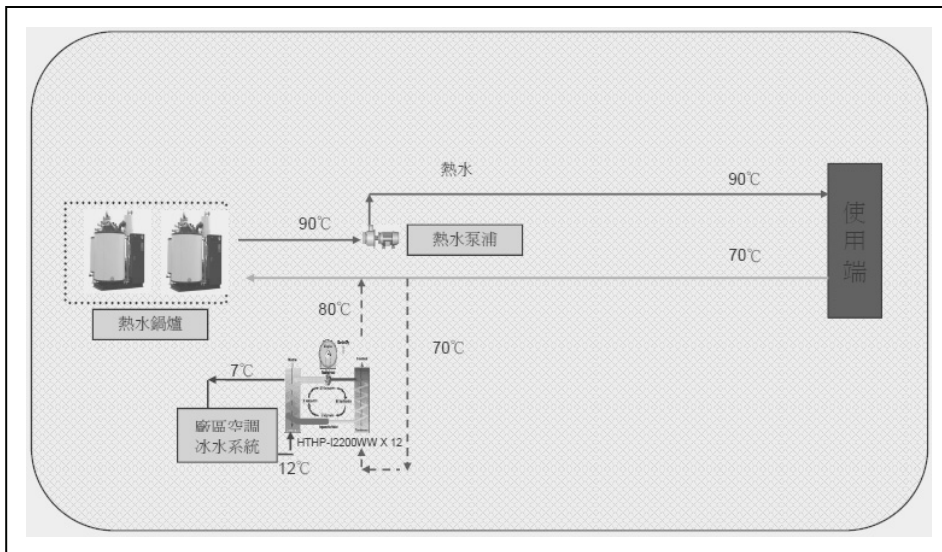
(五)半導體廠熱水系統

- 方案說明：
 - 熱側：以即熱高溫熱泵將回水由 70°C 升溫至 80 °C，再經原熱水鍋爐加溫至 90°C，基於機台使用率考量，設置容量僅滿足平均需求(100cmh)
 - 冷側：製作 7°C 的冰水，降低冰機負載
 - 系統設置：
 - ◆ H THP-I2200WW × 12

- ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：954,370Kcal/hr(315.6RT)
 - 水 量：96M³/h(501LPM)
 - 進水溫度：70°C
 - 出水溫度：80°C
- ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：489,890Kcal/hr(162RT)
 - 水 量：97.9M³/h
 - 進水溫度：12°C
 - 出水溫度：7°C
- 節能預估
 - ◆ COP：3.1
 - 製熱側 COP 值：2.05
 - 製冷側 COP 值：1.05
 - 僅考慮製熱節能效益：42%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：58%
 - ◆ 天然氣鍋爐所需費用：(NT\$ 17.1 元 /度) 18,919,857 元/年
 - ◆ HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 10,875,716 元/年
 - ◆ HTHP 製冷效益：2,854,876 元/年
 - ◆ 僅考量熱水的節能效益：
18,919,857 元/年 - 10,875,716 元/年 = 8,044,141 元/年
 - ◆ 考量熱水與製冷的總節能效益：
18,919,857 元/年 - 10,875,716 元/年 + 2,854,876 元/年 =
10,899,017 元/年
 - ◆ 每年節省碳排量：2 噸



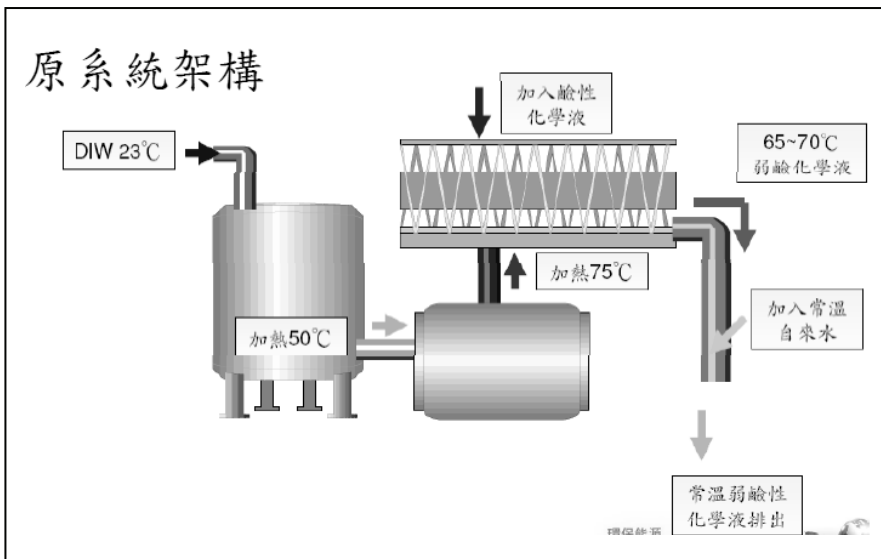
● 系統示意圖



(六) 太陽能板製程補水

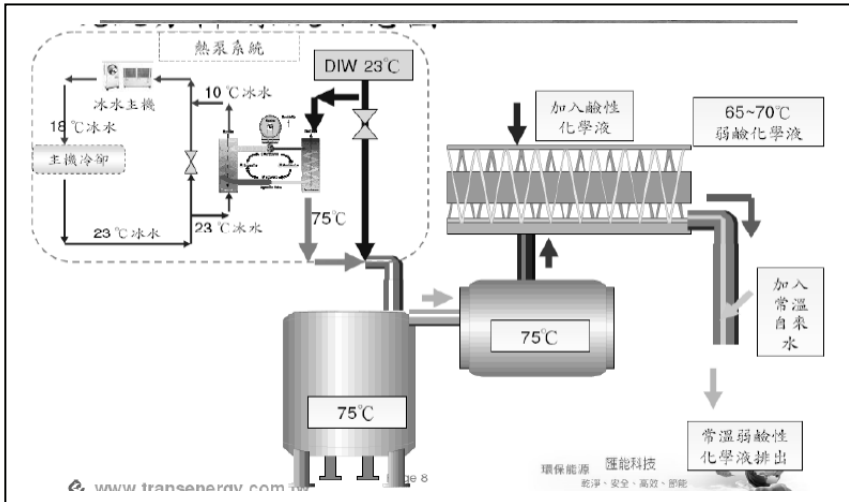
- 方案說明：預估補水預熱需求 28.8 T/D
 - 熱側：將補水預熱至 75°C
 - 冷側：銜接設備冷卻系統回水管路，降低冰機負載
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I700WW x 2
 - ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：64,800Kcal/hr
 - 水 量：15.7M³/D
 - 進水溫度：23°C
 - 出水溫度：75°C
 - ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：46,000Kcal/hr (15.2RT)
 - 水 量：30LPM
 - 進水溫度：23°C

- 出水溫度：10°C
- ◆ 節能預估
 - ◆ COP：5
 - 製熱側 COP 值：3
 - 製冷側 COP 值：2
 - 僅考慮製熱節能效益：68%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：85%
 - ◆ 電熱所需費用：(NT\$ 2.28 元/度) 1,458,556 元/年
 - ◆ HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 461,876 元/年
 - ◆ HTHP 製冷效益：230,938 元/年
 - ◆ 僅考量熱水的節能效益：
 $1,458,556 \text{ 元/年} - 461,876 \text{ 元/年} = 996,680 \text{ 元/年}$
 - ◆ 考量熱水與製冷的總節能效益：
 $1,458,556 \text{ 元/年} - 461,876 \text{ 元/年} + 230,938 \text{ 元/年} = 1,227,618 \text{ 元/年}$
 - ◆ 每年節省碳排量：372 噸
- 系統示意圖





- 改善系統圖示：



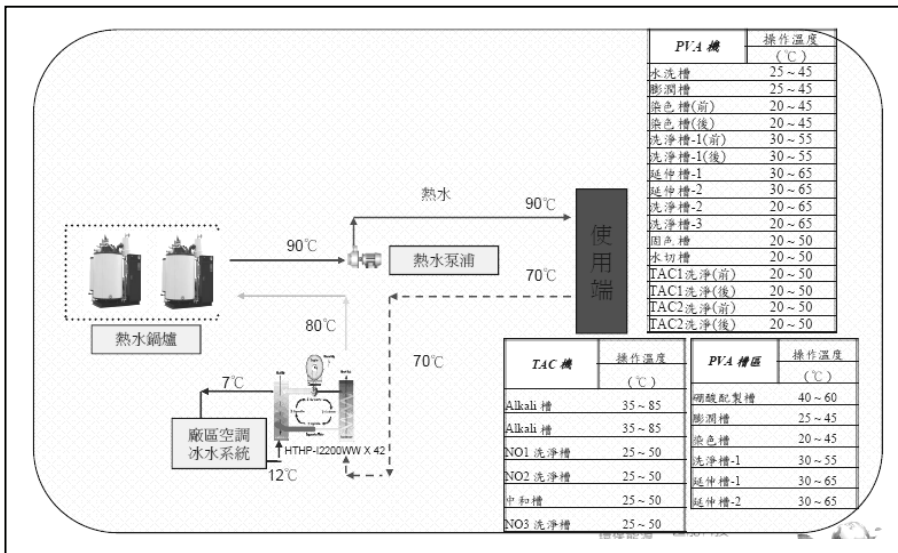
(七)偏光板廠

- 方案說明
 - 熱側：以即熱高溫熱泵將回水由 70°C 升溫至 75 °C，再經原熱水鍋爐加溫至 90°C，基於機台使用率考量，設置容量僅滿足平均需求(349cmh)
 - 冷側：製作 7°C 的冰水，降低冰機負載
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I2200WW × 21
 - ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：1,633,703Kcal/hr(540.2RT)
 - 水 量：349M³/h
 - 進水溫度：70°C
 - 出水溫度：75°C
 - ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：873,861Kcal/hr(288.9RT)
 - 水 量：174.5M³/h
 - 進水溫度：12°C

- 出水溫度：7°C
- ◆ 節能預估
 - ◆ COP：3.3
 - 製熱側 COP 值：2.15
 - 製冷側 COP 值：1.15
 - 僅考慮製熱節能效益：45%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：61%
 - ◆ 天然氣鍋爐所需費用：(NT\$ 17.1 元 /度)34,390,782 元/年
 - ◆ HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度)18,849,398 元/年
 - ◆ HTHP 製冷效益：5,419,202 元/年
 - ◆ 僅考量熱水的節能效益：

34,390,782 元/年 - 18,849,398 元/年 = 15,541,385 元/年
 - ◆ 考量熱水與製冷的總節能效益：

34,390,782 元/年 - 18,849,398 元/年 + 5,419,202 元/年 = 20,960,587 元/年
 - ◆ 每年節省碳排量：336 噸
- 系統示意圖



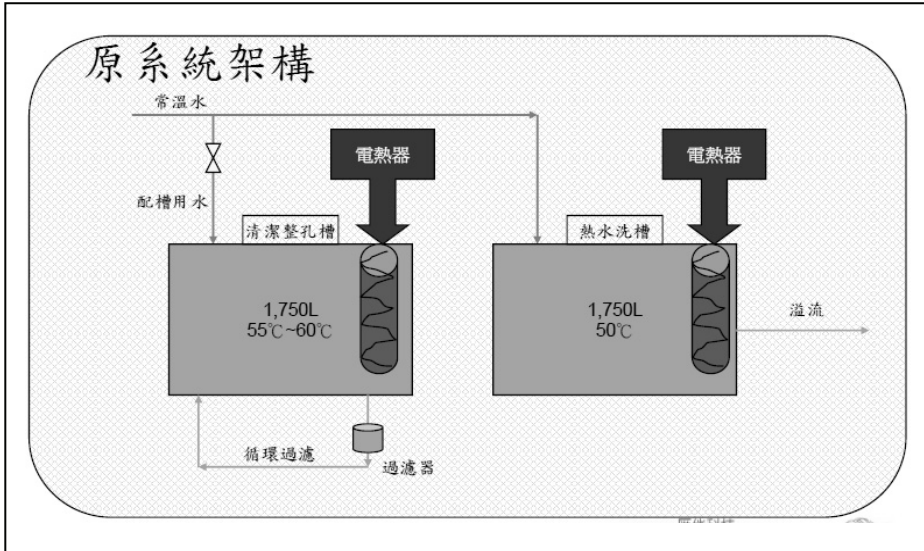


(八) 印刷電路板廠

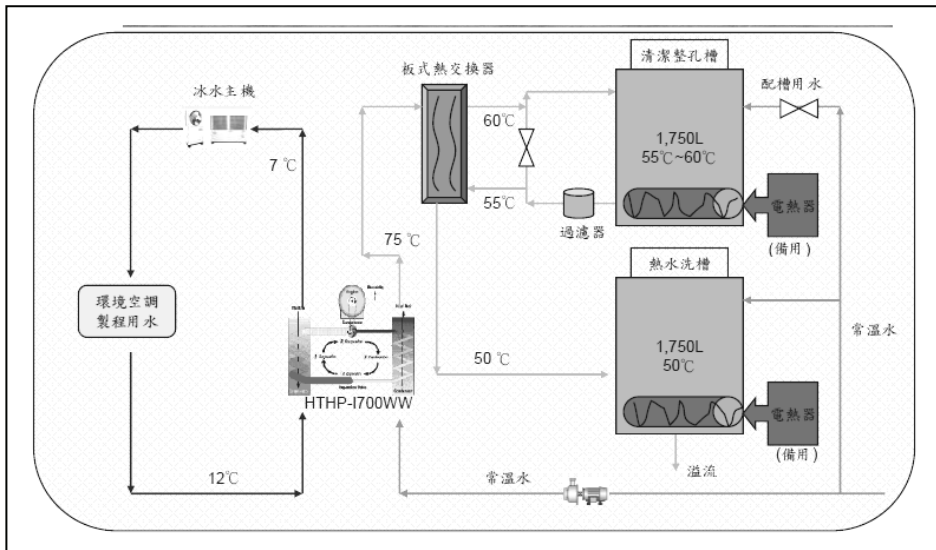
- 方案說明
 - 熱側：由熱泵製作 75°C 熱水，經由板式熱交換器，供應清潔整孔槽所需熱值，再供應 50°C 熱水至熱水洗槽
 - 冷側：製作 7°C 的冰水，降低冰機負載
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I700WW x 1
 - ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：34,100Kcal/hr
 - 水 量：684L/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：7°C
 - ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：22,600Kcal/hr (7.5RT)
 - 水 量：76.1 LPM
 - 進水溫度：12°C
 - 出水溫度：7°C
- 節能預估
 - ◆ COP：5
 - 製熱側 COP 值：3
 - 製冷側 COP 值：2
 - 僅考慮製熱節能效益：66%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：80%
 - ◆ 電熱器所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 850,739 元/年
 - ◆ HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 269,401 元/年
 - ◆ HTHP 製冷效益：134,700 元/年
 - ◆ 僅考量熱水的節能效益：
850,739 元/年 - 269,40 元/年 = 581,338 元/年

- ◆ 考量熱水與製冷的總節能效益：
 $850,739 \text{ 元/年} - 269,40 \text{ 元/年} + 134,700 \text{ 元/年} = 716,038 \text{ 元/年}$
- ◆ 每年節省碳排量：207 噸

● 系統示意圖



● 改善系統圖示：



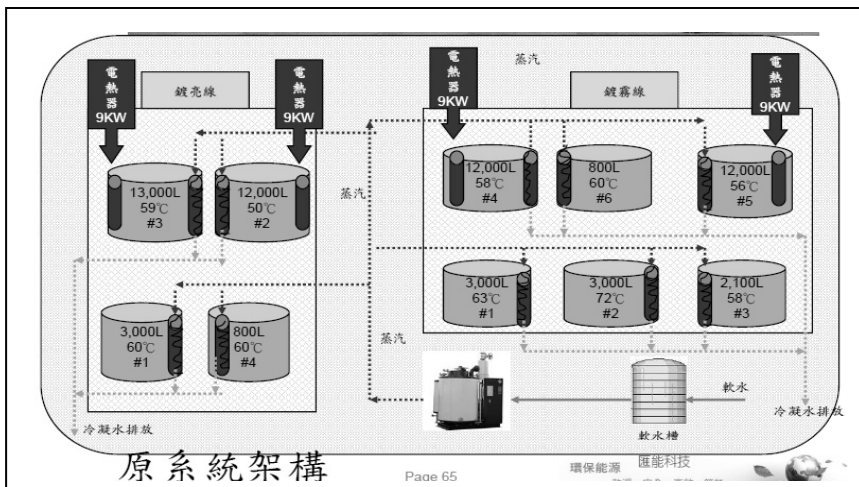


(九)電鍍廠

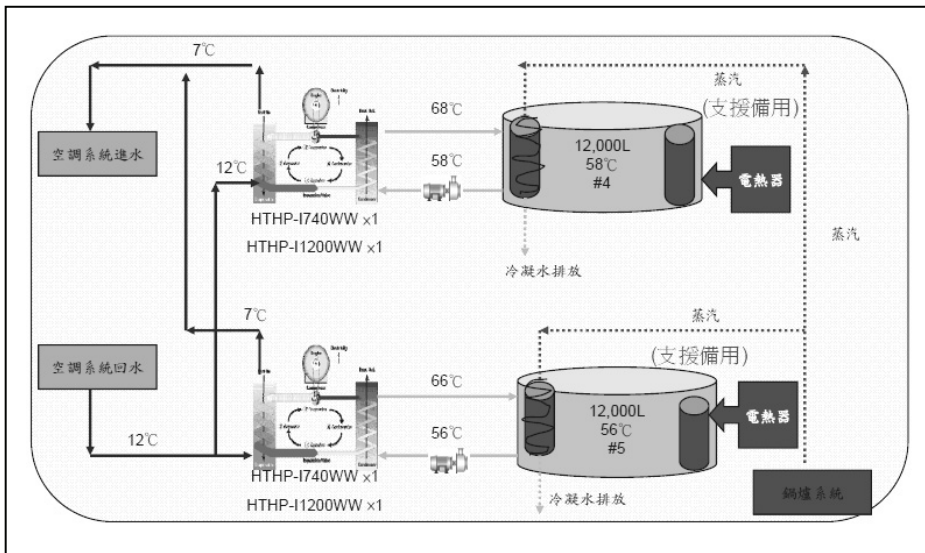
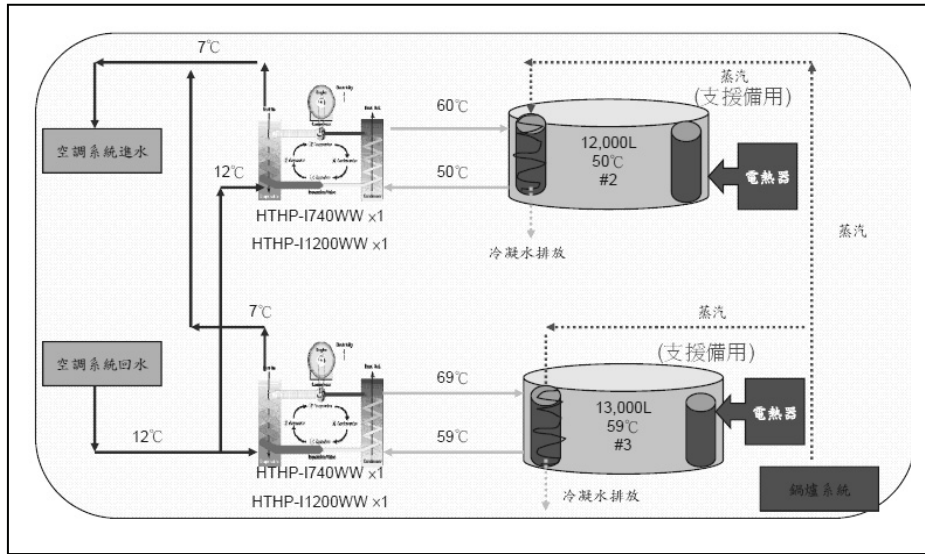
- 方案說明
 - 熱側：採用即熱式高溫熱泵循環加熱槽液
 - ◆ 鍍亮線#2：透過熱泵維持 50°C → 60°C 循環加熱
 - ◆ 鍍亮線#3：透過熱泵維持 59°C → 69°C 循環加熱
 - ◆ 鍍霧線#4：透過熱泵維持 58°C → 68°C 循環加熱
 - ◆ 鍍霧線#5：透過熱泵維持 50°C → 60°C 循環加熱
 - 冷側：製作 7°C 的冰水，降低冰機負載
 - 系統設置及節能預估：

	鍍亮線#2	鍍亮線#3	鍍霧線#4	鍍霧線#5	合計
HHP-I700WW	1	1	1	1	4
HHP-I1100WW	1	1	1	1	4
總製熱能力 (RT)	24.6	22.9	22.9	23.3	93.7
總製冷能力(RT)	16.6	13.7	13.7	14.4	58.4
總 COP	5.06	4.0	4.0	4.24	4.33
熱水的節能效益(NT\$/年)	653,651	535,601	526,009	567,040	2,282,301
熱水與製冷的總節能效益(NT\$/年)	866,621	716,506	703,674	756,592	3,043,393
減碳量(噸/年)	117	81	79	90	368

● 系統示意圖



● 改善系統圖示：



(十) 汽車廠

● 方案說明

- 熱側：由回流主管抽取部分回水，採用即熱式高溫熱泵增溫 10 °C，再與其餘回水混合，提供各流程所需熱水

◆ 各流程熱泵運轉狀況如下：

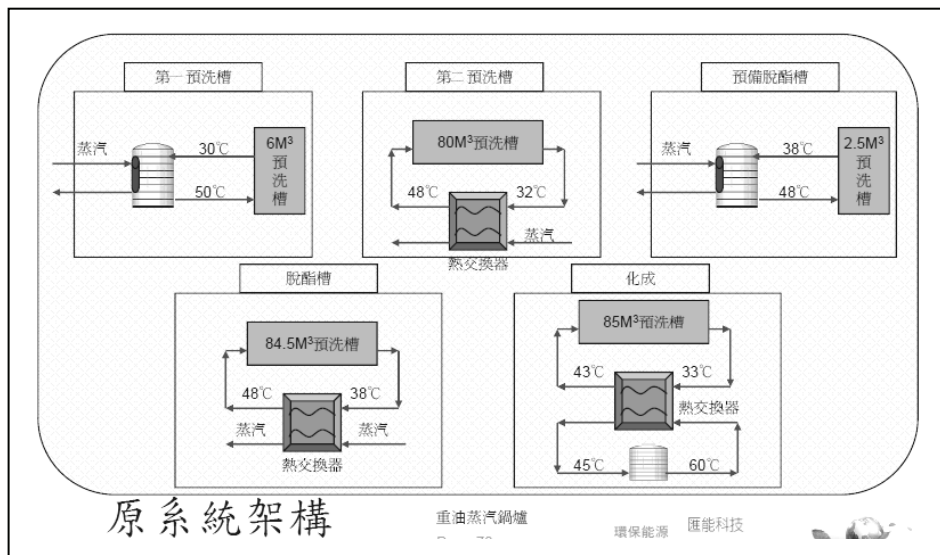
- 第一預洗槽：進水 48°C，出水 58°C



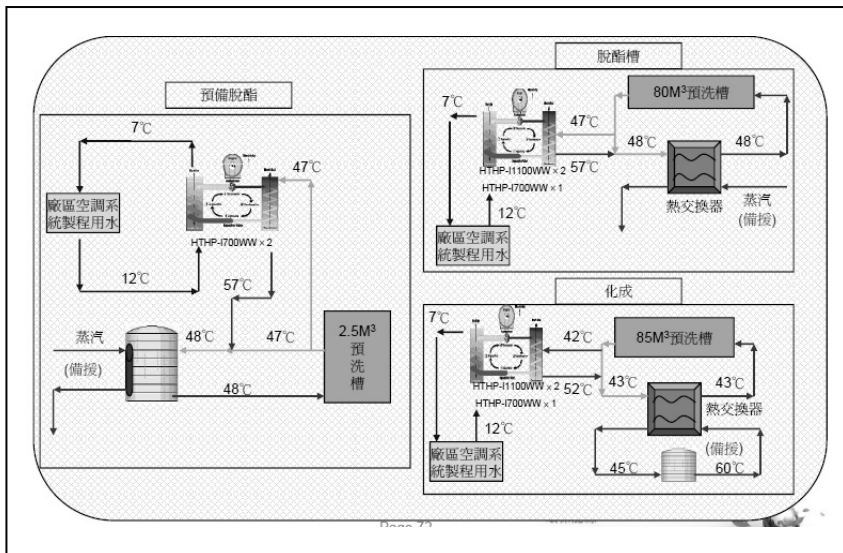
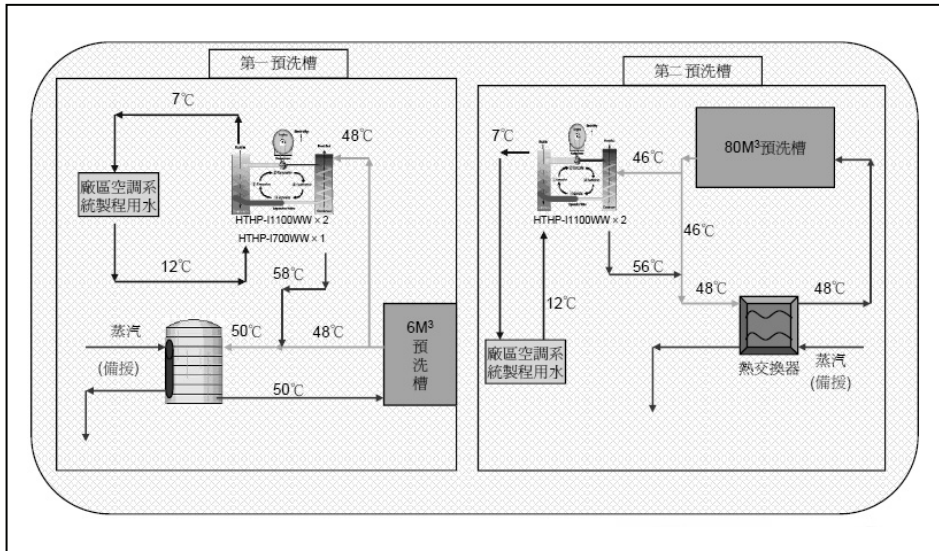
- 第二預洗槽：進水 46°C，出水 56°C
 - 預備脫酯：進水 47°C，出水 57°C
 - 脫酯：進水 47°C，出水 57°C
 - 化成：進水 42°C，出水 52°C
- 冷側：製作 7°C 的冰水，降低冰機負載
 - 系統設置及節能預估：

	第一預洗槽	第二預洗槽	預備脫酯槽	脫酯槽	化成	合計
HTHP-I700WW	1	1	2			4
HTHP-I1100WW				1	1	2
HTHP-I2200WW	1	2		2	2	7
總製熱能力 (RT)	39.8	72.4	19.4	71.5	73.7	276.8
總製冷能力(RT)	26.7	50.4	134.2	49	52.6	312.9
總 COP	5.07	5.58	5.45	5.45	5.99	5.51
熱水的節能效益 (NT\$/年)	1,103,781	2,100,756	546,798	2,036,350	2,206,385	7,994,070
熱水與製冷的總節能效益(NT\$/年)	1,456,786	2,765,416	720,435	2,682,999	2,900,001	10,525,636
減碳量(噸/年)	195	390	100	371	421	1476

● 系統示意圖



- 改善系統圖示：





(十一)水玻璃廠

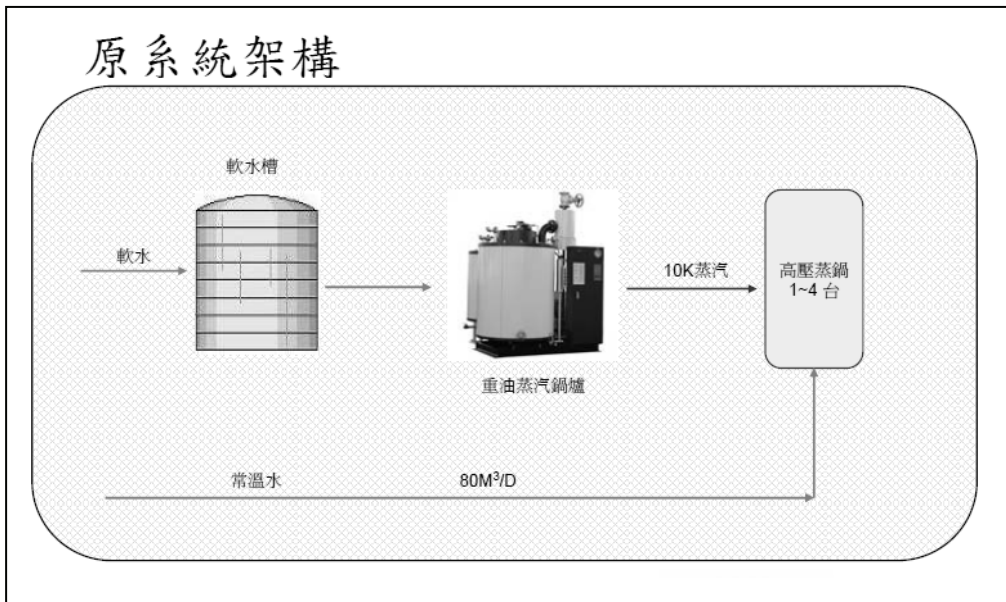
- 方案一說明：本節能設計案將鍋爐補水及製程用水個別設計，因製程用水由常溫經熱泵至 75°C 提供熱值，使得鍋爐補水量每天約可從 24 噸降至 15 噸
 - 熱側：由熱泵製作 75°C 熱水，注入儲槽，供應部份鍋爐補水需求，以液位控制熱泵開關
 - 冷側：由冷卻水系統回水取熱，降低冷卻水系統負載
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I700WW x 1
 - ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：34,100Kcal/hr
 - 水 量：0.7M³/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：75°C
 - ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：22,600Kcal/hr (7.5RT)
 - 水 量：76.1LPM
 - 進水溫度：42°C
 - 出水溫度：37°C
- 方案二說明：
 - 熱側：由熱泵製作 75°C 熱水，注入儲槽，供應製程水需求，以液位控制熱泵開關
 - 冷側：由冷卻水系統回水取熱，降低冷卻水系統負載
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I1100WW × 1 + HTHP-I2200WW × 1
 - ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：164,200Kcal/hr
 - 水 量：3.2M³/h

- 進水溫度：25°C
- 出水溫度：75°C
- ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：109,700Kcal/hr (36.3RT)
 - 水 量：365LPM
 - 進水溫度：42°C
 - 出水溫度：37°C
- 節能預估

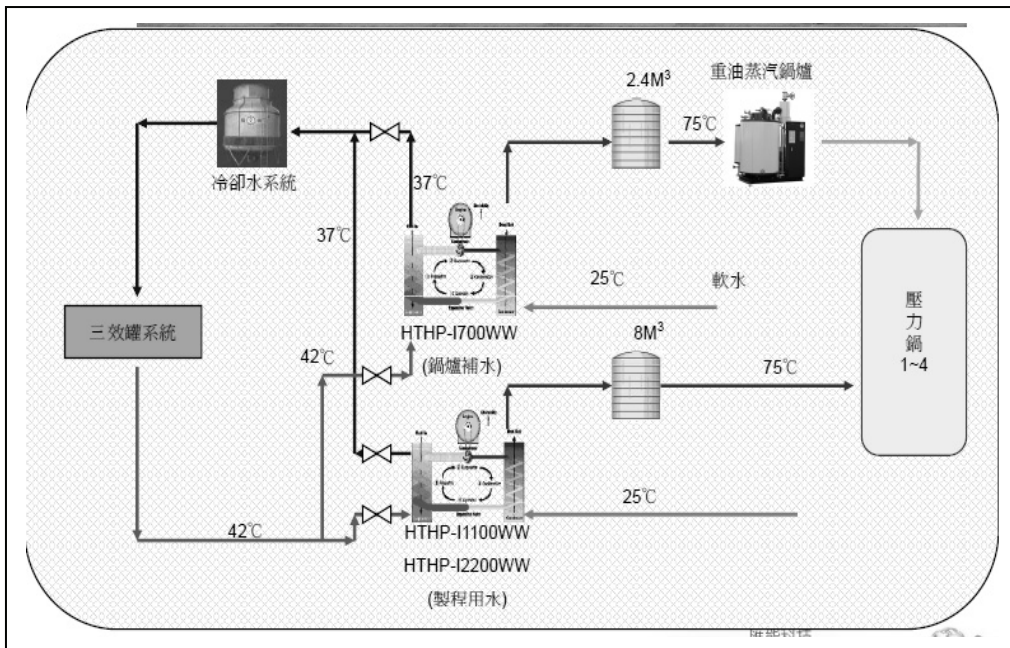
新增熱泵系統總效益分析			減碳量
鍋爐補水	節能效益僅考量製熱	304,633元/年	32噸/年
	節能效益考量製熱與製冷	328,184元/年	
製程用水	節能效益僅考量製熱	1,464,374元/年	154噸/年
	節能效益考量製熱與製冷	1,577,586元/年	
總結		1,905,770元/年	186噸/年
鍋爐補水新增熱泵系統		製程新增熱泵系統	
鍋爐補水	HHP-1700WW	製程用水	HHP-11100WW
			HHP-12200WW
台數	1	台數	2
製熱能力	341,00kcal/hr	製熱能力	164,200kcal/hr
進水溫	25°C	進水溫	25°C
出水溫	75°C	出水溫	75°C
製冷能力	7.5RT	製冷能力	36.3RT
進水溫	42°C	進水溫	42°C
出水溫	37°C	出水溫	37°C



● 系統示意圖



● 改善系統圖示：



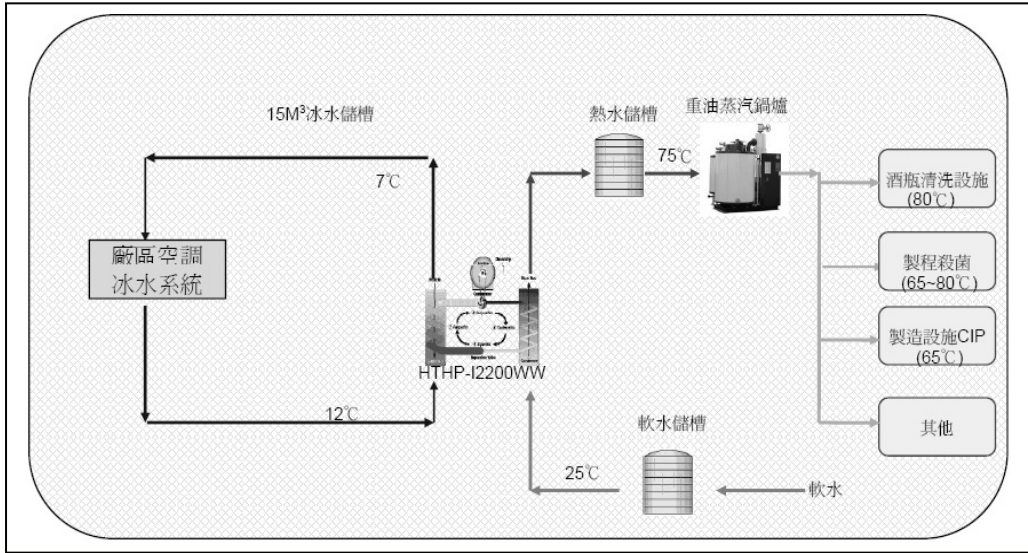
(十二)酒廠

- 方案說明
 - 熱側：以即熱式高溫熱泵，將常溫軟水預熱至 75°C，供應鍋爐補水需求，以節省燃料需求
 - 冷側：製作 7°C 的冰水，降低冰機負載
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I2200WW x 1
 - ◆ 熱水供應：
 - 製熱能力：109,400Kcal/hr(36.2RT)
 - 水 量：2.2M³/h
 - 進水溫度：25°C
 - 出水溫度：75°C
 - ◆ 冷水供應：
 - 製冷能力：74,000Kcal/hr(24.5RT)
 - 水 量：16.1M³/h
 - 進水溫度：12°C
 - 出水溫度：7°C
- 節能預估
 - ◆ COP：5.0
 - 製熱側 COP 值：3.0
 - 製冷側 COP 值：2.0
 - 僅考慮製熱節能效益：67%
 - 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：80%
 - ◆ 重油鍋爐所需燃料費：(NT\$ 17.7 元/L) 1,898,909 元/年
 - ◆ HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 737,235 元/年
 - ◆ HTHP 製冷效益：368,168 元/年
 - ◆ 僅考量熱水的節能效益：
1,898,909 元/年 - 737,235 元/年 = 1,161,674 元/年



- ◆ 考量熱水與製冷的總節能效益：
1,898,909 元/年 - 737,235 元/年 + 368,168 元/年 =
1,530,292 元/年
- ◆ 每年節省碳排量：202 噸

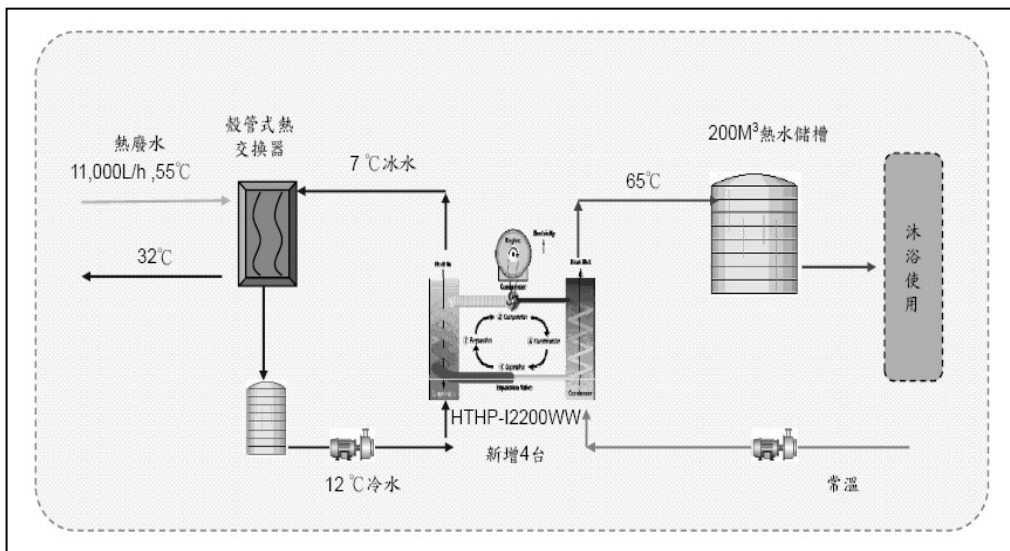
● 系統示意圖



(十三)廢熱回收

- 方案說明：本系統設計規劃，熱泵由熱廢水取熱，製造熱水供沐浴用
 - 熱側：熱泵供應 65°C 熱水，注入熱水儲槽，以液位控制熱泵開關，使用端混合成 42°C 熱水使用
 - 冷側：熱泵製熱同時提供 7°C 冰水，經殼管式熱交換器向熱廢水取熱
 - 系統設置：
 - ◆ HTHP-I2200WW × 4
 - ◆ 熱水儲槽：150M³~200M³ × 1 (需保溫)
 - ◆ 殼管式熱交換器
 - ◆ 熱水供應：

- 製熱能力：423,360Kcal/hr
- 水 量：10.6M³/h
- 進水溫度：25°C
- 出水溫度：65°C
- 節能預估
 - ◆ 以每日運作 16 小時計算
 - ◆ COP：3.29
 - 製熱側 COP 值：3.29
 - 僅考慮製熱節能效益：65%
 - ◆ 柴油所需費用：(澳門幣\$ 9.0 /升) 2,439,683 澳門幣/年
 - ◆ HTHP 運轉所需費用：(澳門幣\$ 1.2 /度) 859,962 澳門幣/年
 - ◆ 僅考量熱水的節能效益：
2,439,683 元/年 - 859,962 元/年 = 1,579,721 澳門幣/年
 - ◆ 每年節省碳排量：275 噸
- 系統示意圖





(十四)橡膠手套廠

- 方案說明：以即熱式高溫熱泵將常溫水加熱至 75°C，供應至使用點與常溫水混合，提供製程所需溫度之熱水。

補水方式變更如下，熱水補水量由各製程水槽之溫度感測器分別控制：

- 製程用水點 1：300L/h (25°C) + 200 L/Hr (75°C) · 合計 500 L/Hr
- 製程用水點 2：150L/h (25°C) + 350 L/Hr (75°C) · 合計 500 L/Hr
- 製程用水點 3：265L/h (25°C) + 110 L/Hr (75°C) · 合計 375 L/Hr

- 熱側：將 25°C水加熱 75°C，儲存在熱水儲槽
- 冷側：製作 7°C的冰水，降低冰機負載
- 系統設置：

- ◆ HTHP-I700WW × 1

- ◆ 熱水供應：

- 製熱能力：34,170Kcal/hr
- 水 量：0.68M³/h
- 進水溫度：25°C
- 出水溫度：75°C

- ◆ 冷水供應：

- 製冷能力：22,680Kcal/hr (7.5RT)
- 水 量：76 LPM
- 進水溫度：12°C
- 出水溫度：7°C

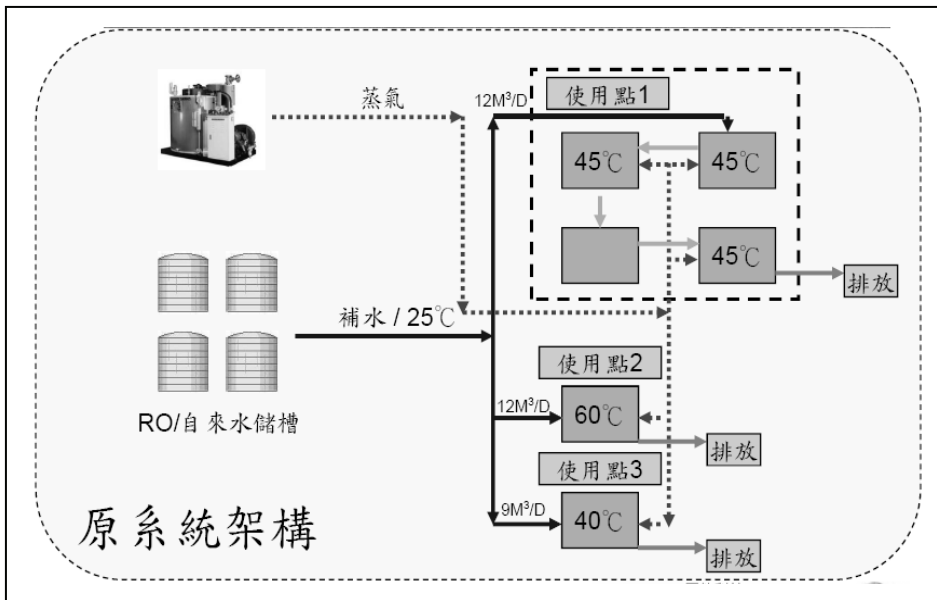
- ◆ 節能預估

- ◆ COP：5.0

- 製熱側 COP 值：3.0

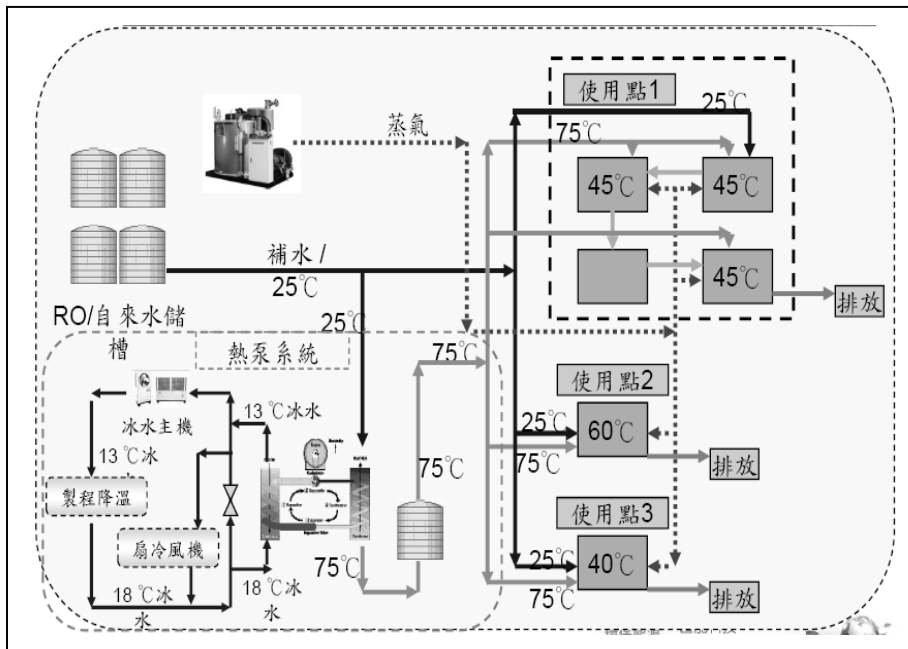
- 製冷側 COP 值：2.0
- 僅考慮製熱節能效益：67%
- 考慮全部節能效益(熱水 + 冰水)：80%
- ◆ 天然氣鍋爐所需燃料費：(NT\$ 17.1 /M³) 670,078 元/年
- ◆ HTHP 運轉所需費用：(NT\$ 2.28 元 /度) 251,663 元/年
- ◆ HTHP 製冷效益：125,832 元/年
- ◆ 僅考量熱水的節能效益：
670,078 元/年 - 251,663 元/年 = 418,415 元/年
- ◆ 考量熱水與製冷的總節能效益：
670,078 元/年 - 251,663 元/年 + 125,832 元/年 =
544,247 元/年
- ◆ 每年節省碳排量：44 噸

● 系統示意圖





- 改善系統圖示：



四、總結

- 熱泵為現階段最省能及最成熟的節能技術
- 熱泵的優點為 COP 高，缺點為彈性低，需要妥善規劃及考量冷熱平衡，以避免系統異常
- 即熱式高溫熱泵，突破傳統限制，可大幅應用於工業領域，而非僅侷限於商業應用
- 重新思考製程 所需要的熱能，就有機會導入熱泵節能系統，大幅節省能源消耗及降低 CO₂ 排放
- 妥善規劃、迅速執行、越早上線、立即節省
- 最綠的能源是節省下來的能源!!



經濟部能源局
BUREAU OF ENERGY, MOEA

<http://www.moeaboe.gov.tw>



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

<http://emis.erl.itri.org.tw>

經濟部能源局廣告品