

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

091005

水蒸發式空調機

國立崇實高級工業職業學校

作者姓名：

職二 陳怡任 職二 李文瑞 職二 趙世祺
職二 李世偉

指導老師：

賴錫銘 陳晉榮

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：電子、電機及資訊科

組 別：高職組

作品名稱：水蒸發式空調機

關 鍵 詞：地下儲水、冷能回收、節能減廢

編 號：

水蒸發式空調機

摘要

近年來環境溫度日漸升高，民眾日常生活及工商產業活動，都需要借助空調裝置來調節溫、濕度，建設能使身心舒暢的生活環境及提升工作效率創造最佳生產力的工作環境。台灣地區建築物基於節約能源考量都設計成高氣密性，將室內外因空氣洩漏或滲透所造成的空調負荷增加量減至最低程度，但為了維持良好的室內空氣品質，必需引入適量的新鮮外氣，而引進新鮮外氣會造成空調負荷增加，導至能源費用增加，如果能將引進之外氣先做預冷處理，則可以減少空調機負荷。

高樓建築須有地下層，而每一地下樓層均建有地下儲水槽儲存地表滲入的水份，當滲入的水到達某液位時必須以抽水機排出丟棄。如果能將此即將排出之廢棄水之冷能回收用來作為引入外氣時之預冷用，則可在耗費最少能源下達到將外氣溫、濕度降低之目的，如此可減少空調設備耗能，更可以創造舒適之場所。開放空間引進已降溫減濕的外氣可以提供清新、低溫之送風，改善悶熱不舒服的空間空氣品質。

壹、研究動機

民眾之生活水準提高，工商產業活動發展蓬勃，在在都需要借助空調裝置來調節溫、濕度，以創造一個使身心舒暢的生活環境及提升工作效率創造最佳生產力的工作環境，因此空調機組大量裝設。空調機的能源的損耗及廢熱排放造成的熱污染問題，是目前急需解決的嚴重課題。

70 年代能源危機衝擊，建築物基於節約能源考量都設計成高氣密性，以期將室內外因空氣洩漏或滲透所造成的空調負荷增加量減至最低程度，台灣地區氣候溫、濕，尤其濕度常年約在 80%RH 左右，較歐美日地區高出一倍以上，空調機之運轉功能為降溫除濕。但為了維持良好的室內空氣品質，必需引入適量的新鮮外氣，而引進新鮮外氣會造成空調負荷增加，導至能源費用增加。

台灣地區因居住土地限制，建築物均往上發展到處高樓林立，因建築法規規定高樓建築須有地下層，而每一地下樓層均建有地下儲水槽儲存地表滲入的水份，當滲入的水到達設定液位時必須以抽水機排出丟棄。如果能將此即將排出之冷廢棄水之冷能回收用來作為引入外氣時之預冷用，或是作為室內空間換氣冷卻用，則可在耗費最少能源下達到將外氣溫、濕度降低之目的，如此可減少空調設備耗能，更可以創造舒適之活動場所。

貳、研究目的

- (一) 探討利用水份蒸發時吸收之潛熱用於冷能回收再利用之可行性。
- (二) 尋找最節省能源的空調方式。
- (三) 以最自然、最少的能源消耗方式創造最舒適之生活空間。

參、研究設備及器材

名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
熱交換器	1/3HP	4 組	溫濕度計		5 組
風扇	110V 30W	4 台	溫濕度記錄器		1 組
沉水幫浦	110V 30W	1 台	保溫板	34/ "	1 片
銅管		若干	焊接設備		1 組

肆、研究過程或方法

空調之定義為空氣環境之完全控制。即調節空氣之溫度、濕度、清淨度、噪音、、分配率、氣流、氣壓等適於人類居住或產業需求之環境。簡易的空調區間舒適之條件有溫度 = 25~27 、相對濕度 = 65%RH、氣流 = 3~5m/s。國內使用空調裝置場所除了高科技及生物科技產業有較嚴格之要求外，大部份的人對於空調的概念都只認為是冷氣，在裝設冷氣機時極少考慮換氣，空調空間也計盡量密閉以減少外氣滲入增加空調負荷。其實適當的換氣量可以維持室內空氣清新，比較能符合適合人們活動的舒適空調要件。至於因引進外氣而增加的空調負荷，如果能在外氣引進的同時給予降溫則對於負荷的減輕會有很大的幫助。

本研究以本校為研究對象，本校位處市區中心地帶，校地狹窄，行政區及教室、實習工廠建築物都往上發展 - 如圖（一），本校地下總面積總計有 3147M²。而每一地下樓層為防止地下水滲入造成潮溼均建有複式壁阻擋滲入將其引入地下儲水槽儲存，當滲入的水到達設定之液位時則以抽水機排出丟棄，以儲水槽面積為地下室面積 0.9 倍，平均儲水高度 0.8m 計算，總計地下儲水槽儲水量有 2267.09m³ - 如表（一）。

經過討論結果，決定以本校行政大樓地下室儲水槽為測量對象，經長期測量地下室儲水槽溫度及大氣溫度和地下室溫度，每一溫度梯次擇一統計結果，大氣溫度與地下室儲水槽儲水溫度平均有 3~4 之溫差 - 如表（二），



圖(一)本校行政教室工廠配置圖

表(一) 本校地下室面積表及儲水量

樓層	地下室面積 m ²	儲水槽容積 m ³
育英樓	168.93	122.37
行政大樓	454.82	327.47
電機大樓	593.70	427.46
木工科大樓	176.34	126.96
體健館	786.90	566.59
化工大樓	610.62	439.65
學生宿舍	356.38	256.59
總計	3147.69	2267.09

表(二) 本校行政大樓地下儲水槽水溫及氣溫記錄表

室外溫度	室內溫度	水 溫	室外溫度 - 水溫
35	33	31	46
34	31	29	5
33	31	29	4
32	30	28	4
31	29	27	4
30	28	27	3
29	27	26	3
28	27	24	4
27	26	23	4
26	25	23	3
25	22	23	2
24	22	22	2
23	22	21	2
22	22	23	1
21	21	23	2
20	19	23	3
18	19	22	4
17	18	22	5
16	17	21	5
15	16	19	4

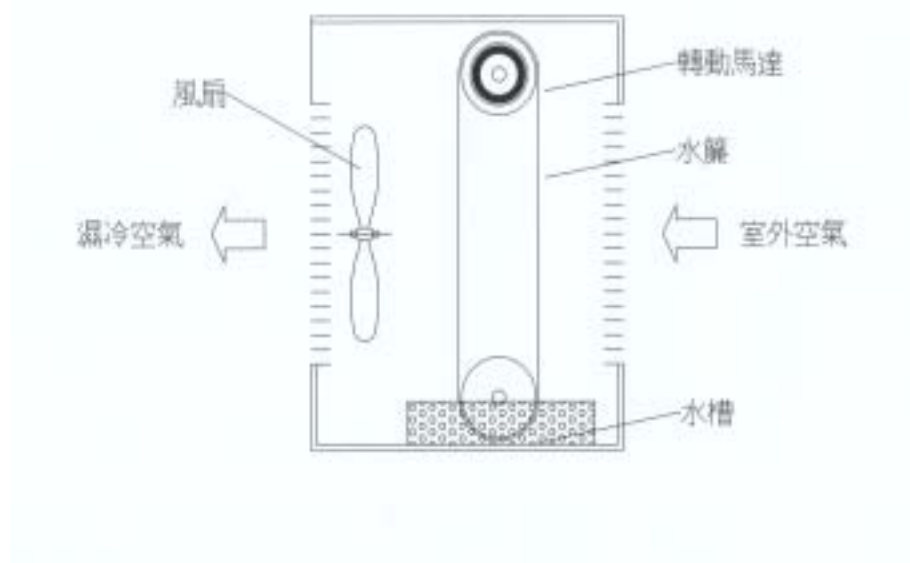
由中央氣局台中測站資料顯示 - 如表(三)，台中地區 93 年全年氣溫由四月開始約平均溫度逐漸升高至十月漸漸降低，大部份時間都處於高溫高濕度狀態。追求低溫舒適的生活空間及工作場合是國民很重要的需求。冷氣機製造廠大發利市，甚至水冷式冷卻機都隨之出現。每到夏天人們無懼於夏季電價猛吹冷氣，以至於用電量履創高峰。

冷氣機的功能為冷卻除濕，除了可降低溫度也可以除去空氣中含水量，提供符合我們所須要的低溫乾燥空氣，最大的缺點是耗用電量高，使我們荷包失血。因此，有些人選擇了使用耗電量較少的水簾式冷卻機，希望能得到比較舒適的生活空間，但常發現使用效果不是很好，其原因可以由水簾式冷卻機動作原理 - 如圖(二)看出。水簾式冷卻機是由一組用馬達輪組轉動一片吸取下方水槽儲水的水簾，置於水簾前方的風扇馬達轉動時吸入後方空氣經過水簾由出風口吹出，形成加濕冷卻狀態空氣使人感覺舒適。

但是由空調區間舒適之條件 25~27 溫度、65%RH 相對濕度、3~5m/s 氣流，其冷卻效果有限濕度卻大為增加，使用者不但不會舒適，反而越覺得悶熱。

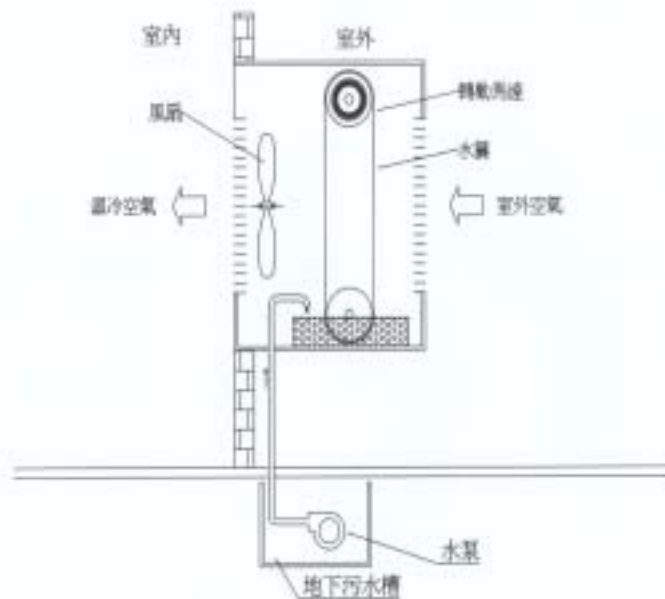
表(三)交通部中央氣象局氣象資料台中測站月平均氣溫

	溫度()		降水量		相對濕度(%)	
	平均	最高/日期	最低/日期	(mm)	平均	最小/日期
93 年 01 月	16.3	28.1/5 日	6.5/25 日	19.8	73	33/9 日
93 年 02 月	17.6	30.4/29 日	9.0/10 日	78.1	76	40/28 日
93 年 03 月	19.4	30.4/17 日	11.1/5 日	85.2	75	44/10 日
93 年 04 月	23.3	32.6/22 日	13.0/5 日	131.2	74	38/5 日
93 年 05 月	27.4	34.8/16 日	20.4/21 日	164.2	71	27/10 日
93 年 06 月	28.4	35.8/30 日	23.3/9 日	76.7	69	39/12 日
93 年 07 月	28.1	39.9/1 日	22.4/18 日	1025.1	76	31/1 日
93 年 08 月	28.3	34.2/26 日	23.1/19 日	466.7	75	47/15 日
93 年 09 月	27.2	34.2/7 日	22.5/14 日	155.8	75	49/1 日
93 年 10 月	23.6	31.4/1 日	16.6/12 日	8.7	63	30/11 日
93 年 11 月	22.4	31.1/14 日	13.9/20 日	0.0	70	36/1 日
93 年 12 月	19.3	27.5/23 日	8.3/31 日	49.2	73	29/15 日
94 年 01 月	16.1	26.4/25 日	6.0/17 日	17.6	77	43/3 日
94 年 02 月	16.9	30.9/16 日	6.9/20 日	155.2	84	43/16 日



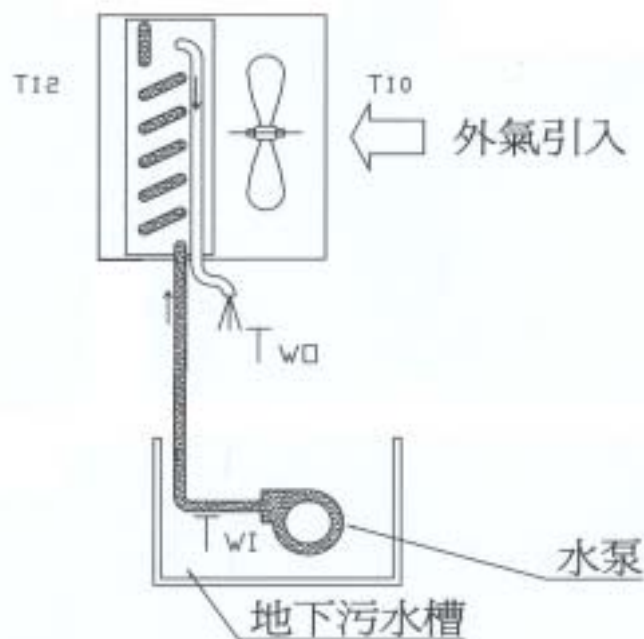
圖(二) 水簾式冷卻機結構圖

如果在水簾式冷卻機的底部儲水槽加入冰塊或是抽取地下室儲水槽較低溫的水加入使用 - 如圖(三)，雖然可以有較好的冷卻效果，但還是無法解決濕度增加的困擾。



(圖三) 水簾式冷卻機應用圖

我們就嚐試利用學校的實習器材氣冷式冷凝器製作熱交換盤管，將地下儲水槽之儲水導入熱交換盤管，其構造及試驗方式 - 如圖(五)，並測量出入口空氣溫度，將水置於管路裡面流動，則空氣與水做熱交換後空氣吹出側的加濕現象已經獲得解決。測試水及出入口空氣溫度的變化情形 - 如表(四)所示。但由表(四) 進口水溫差變化情形顯示水與空氣的熱交換量不大。



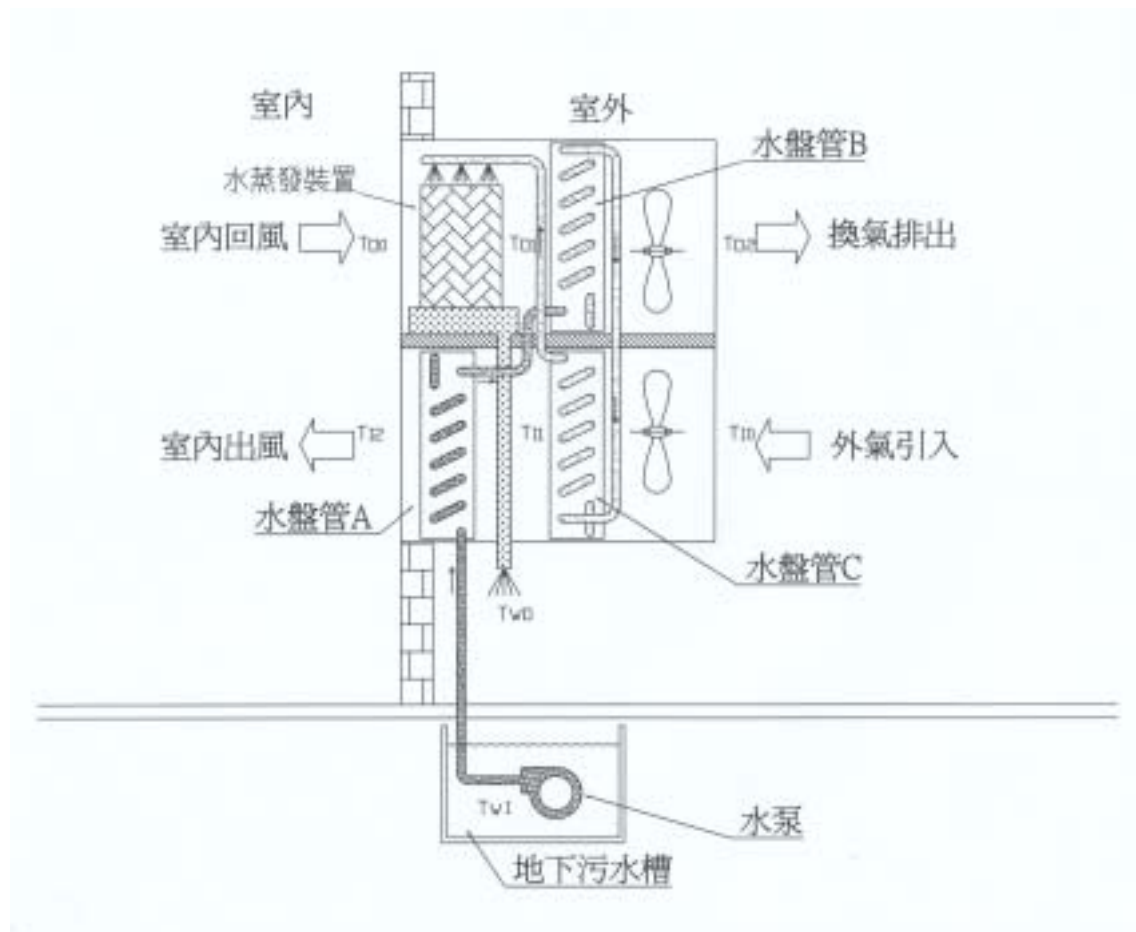
圖(五)熱交換盤管結構造及應用圖

表(四) 熱交換盤管

外界空氣溫度 21	外界空氣 與儲水溫差	Ti 入口水溫	To 出口水溫	Ti0 空氣入口		Ti2 空氣出口	
				DB	WB	DB	WB
循環水 泵流量 30l/min	2	19	20	21	14.5	19	14
	3	18	19	21	14.5	19	13
	4	17	18	21	14.5	19	13
	5	16	17	21	14.5	19	13
	6	15	16	21	14	18.5	13

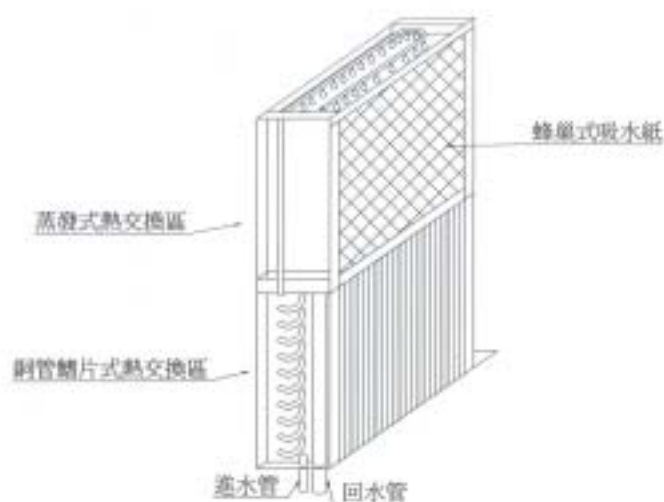
空氣溫度冷卻及濕度不增加問題有了明顯改善，但是，水與空氣的熱交換溫度程度應該可以更理想。於是我們將熱交換器管路增加片數及和空氣接觸次數，並加裝一水蒸發式熱交換裝置 - 如圖(六)，整體組合完成我們稱之為水蒸發式空調機。其中組裝元件及功能有：

- (一) 銅管鋁鰭片式熱交換器 C：室外側空氣與由 B 盤管下來注入 C 盤管的地下儲水槽之水做第一次接觸並做第一階段熱交換。
- (二) 銅管鋁鰭片式熱交換器 A：室外側空氣與剛由地下儲水槽之水做第二階段熱交換，此時地下儲水槽之水溫度為最低狀態，空氣進入後為冷卻減濕狀態。
- (三) 水蒸發式熱交器：當由室外引進之高溫空氣，經二次熱交換與室內空氣混合後準備經由出風口吹出，必須先經過此裝置，水蒸發式熱交器是用吸水保濕性良好蜂巢式結構製作。當水由盤管 C 出來後用散水管將水噴灑在水蒸發式熱交器上方漸漸往下滲透與空氣做最親密接觸，此時水會吸收空氣中大量的熱而部份蒸發，未蒸發的水再經盛水盤排放掉，被吸收熱量的空氣便成為低溫高濕狀態。
- (四) 銅管鋁鰭片式熱交換器 B：從水由盤管 A 出來的水再流過此盤管時有一個重要的工作，由室內欲往室外排出的空氣先經水蒸發式熱交器的過程中，因為水的蒸發須大量的潛熱，這些熱就來自要排除的空氣，因此欲排除到室外的空氣狀態為低溫高濕狀況，此低溫高濕空氣與盤管 B 接觸時會吸收盤管 B 中水的熱量使管內水溫降低，也就是將低溫高濕空氣中的冷能回收再經由盤管 C 與外氣作熱的交換。
- (五) 風扇四只：負責室外側空氣引入與室內側空氣排出作換氣。

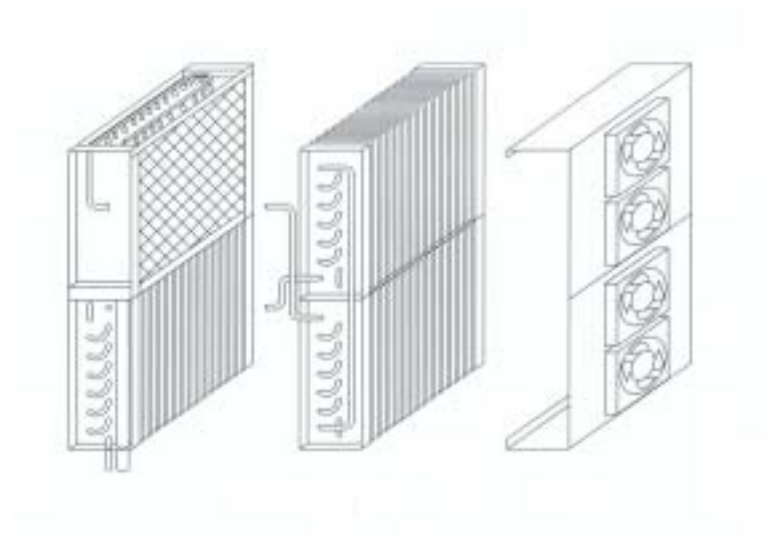


圖(六)水蒸發式熱交換裝置構造圖

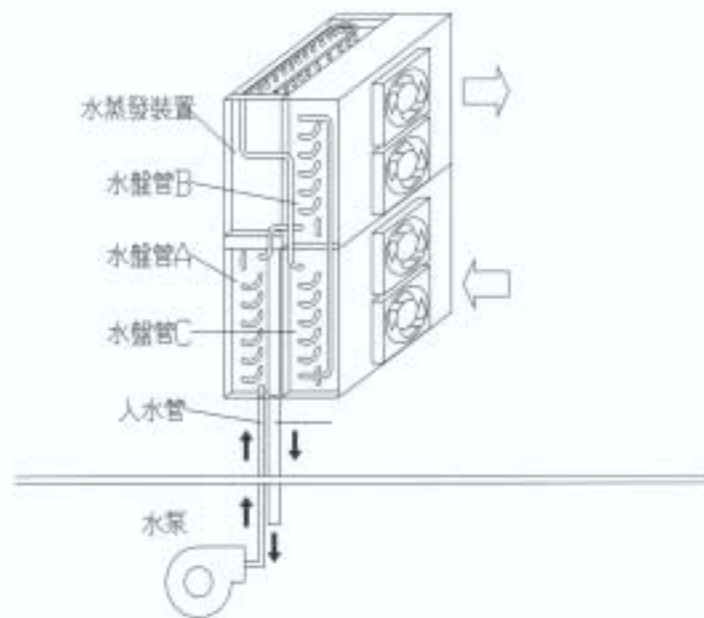
實習用氣冷式冷凝器原本是冷媒系統所用，管裡面沾有冷凍油，須先清洗乾淨以免影響熱交換效果。兩片盤管直立疊起作為盤管 B 及盤管 C，另兩片疊起下方一片作為盤管 A，上方一片將銅管和鋁鰭片去除，加裝一盛水盤作為水蒸發式熱交換器骨架，內裝蜂巢式吸水紙 - 如圖(七)。水蒸發式空調機的所有機件組合構造 - 如圖(八)、圖(九)。



圖(七) 水蒸發式熱交換器圖



圖(八)水蒸發式熱交換裝置分開圖



圖(九)水蒸發式空調機組合圖

將水蒸發式空調機裝置做單機多水溫運轉測試，及結合冷藏庫庫體以模擬實際運轉測試，於室內及室內室外側出入風口各裝置溫濕度計用以測得運轉時之溫濕度變化情形，設置水桶模擬地下室儲水槽，並用一部冷卻用冷凍機控制儲水槽溫度用以模擬儲水溫度與外氣溫度之溫差 - 如圖(十)、圖(十一)、圖(十二)，裝設妥善即運轉測試並記錄運轉溫度變化 - 如表(五)、表(六)。



圖(十) 水蒸發式空調機實際運轉測試圖



圖(十一)運轉測試圖



圖(十二) 水蒸發式空調機實際運轉測試圖

表(五)水蒸發式空調機單機不同水溫運轉測試表

水溫	Ti0		Ti1	Ti2		To0		To1	To2	
	DB	WB		DB	WB	DB	WB		DB	WB
19.5	21.5	17	19	20.5	16	21.5	16	18	20	17
18.5	21.5	17	20	20	16	21.5	16	18	20	17
17.5	21.5	17	20	19.5	15.5	21.5	15.5	17.5	19.5	16.5
16.5	21.5	17	20	19.5	15.5	21.5	16	17.5	19.5	16.5
15.5	21.5	17	20	19	15.5	21.5	16	17.5	19.5	16.5
14.5	21.5	17	19.5	18.5	15.2	21.5	16	17.5	19	16.5

表(六)水蒸發式空調機組合單一水溫運轉測試表

時間 運轉 小時	水溫 Twi	水量 kg	水蒸 發量 kg	室內側 A=0.053M ² V=1.78				外氣側 A=0.044M ² V=1.4			
				入風 Ti2		出風 To0		入風 Ti0		出風 To2	
				DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB
開始	19	7.688									
1	19	6.948	0.74	20	16.5	19.5	17	21	16.5	19.5	15.5
2	19	6.318	0.63	20	17	19.5	16.5	21	17	19.5	17
3	19	5.550	0.77	20	17.5	20	18	21	16	22	17
4	19	4.990	0.56	20	17.5	20	17.5	21	16	22	17
5	19	4.414	0.576	20	17.5	20	17.5	21.5	17	20	16

伍、研究結果

實驗數據與熱交換狀態觀察顯示：

- 1、水蒸發過程吸收自排出之室內空氣之潛熱使空氣降低溫度，於盤管 B 時再次做顯熱交換。
- 2、每一階段熱交換過程都符合預設各司其職，提供室內側所須之冷卻減濕空氣。
- 3、地下室儲水槽之水當經過空調機熱交換過程後，水溫尚可提供室內側所須冷能，可再次排入地下室儲水槽之中，再循環利用。

陸、討論

一、熱交換用冷卻水來源探討：

本次實驗是以地下室儲水槽之中之儲水循環使用，效果非常良好。其實生活周遭還有許多不為人注意可利用之龐大資源，例如空調機凝縮之冷凝水的溫度也非常適合用於本實驗。還有生活用水如洗手、其他清潔用水也都可以加以利用。

二、應用場合：

媒體報導各醫療院所空氣品質不良就是因為換氣次數不夠。在容易產生異味、有害氣體及人員聚集的場所都需要加強換氣循環。本機之應用方式如以下所示；

(一)、一般應用-1：以地下室儲水槽為進水來源。如圖(十三)

(二)、一般應用-2：可以自來水、雨水撲滿、經儲存的清潔用水或冷氣機之冷凝水為進水來源。如圖(十四)

(三)、遠距離房間應用：房間距離地下室儲水槽較遠或換氣不易及不鄰窗夾在中間的房間，可加裝風管以達到換氣目的。如圖(十五)

(四)、需作隔離的房間應用：會產生異味及有感染疑慮需獨立換氣運作的房間，其裝置方式可如圖(十六)所示。

三、使用方式：

已經裝置有空調機搭配本機使用，可增加新鮮空氣補給，在污濁空氣排出時可將冷能回收，不會增加空調機負荷。在沒有空調機的房間使用時，除了新鮮空氣補給外更可以降低進入室內之外氣溫、濕度。

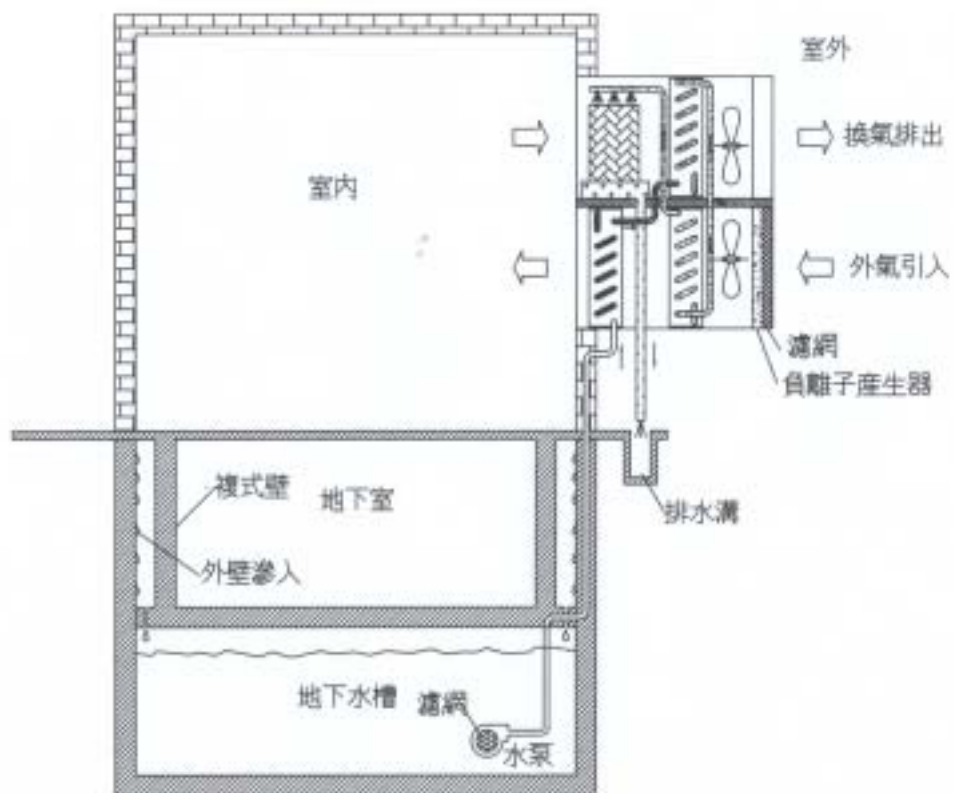
四、應用設計：

隨著不同應用場合可根據使用場所的人員數量、各種條件熱負荷、所需換氣量、地下室儲水量，設計所需機組運轉，以達到所需熱交換量及新鮮空氣補給量。

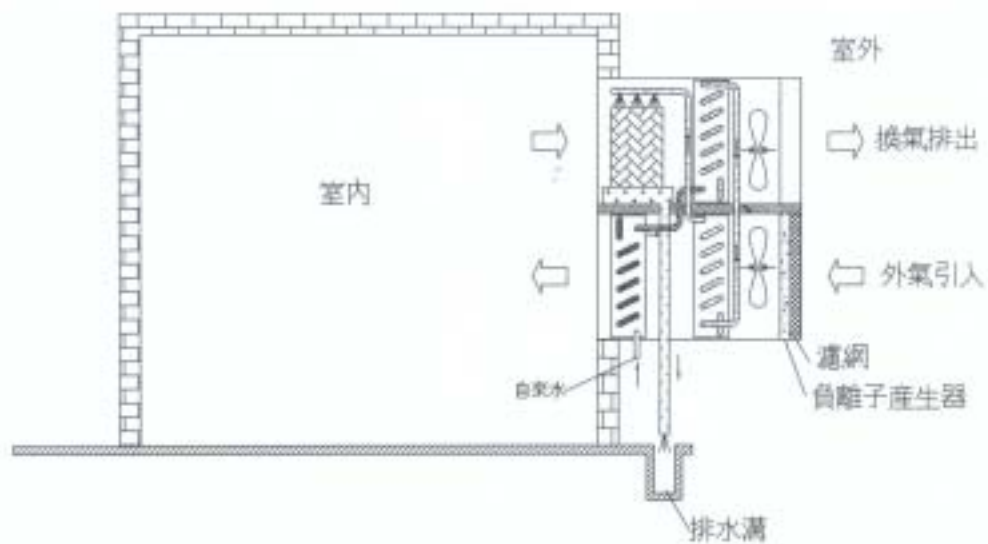
五、廢熱排放與溫室效應的關係：

空調機之運轉是將室內熱量用冷凍系統移轉到室外側，因此，空調機裝設越多排放到室外之廢熱就越多，廢熱的排放即造成大氣溫度升高之威脅。

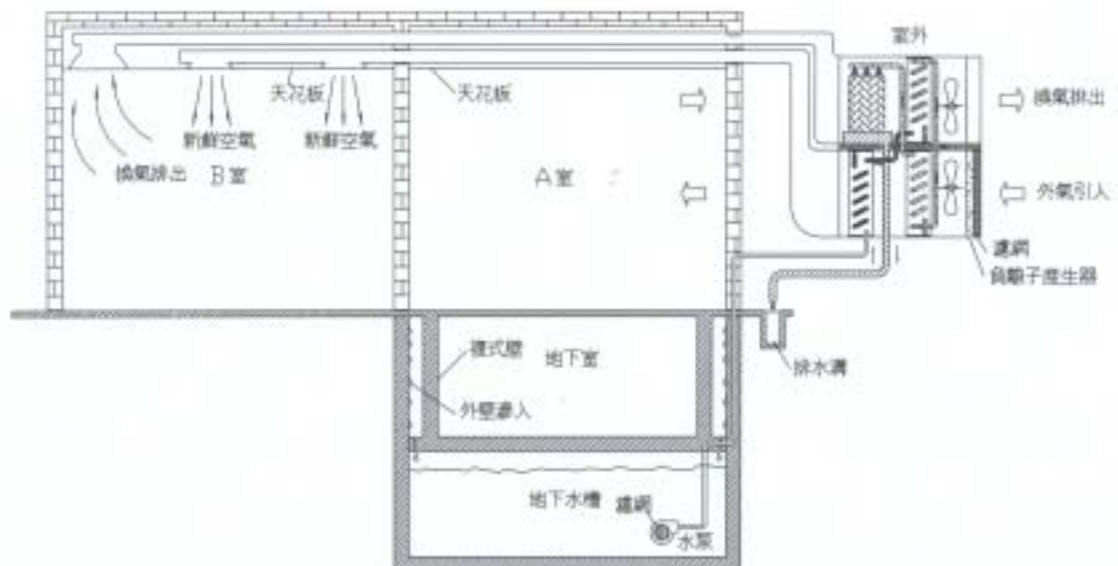
地球表面的溫度，是來自太陽日照的熱量和地球本身向宇宙放出的熱量兩者平衡的結果，地球表面由大氣層所包圍，這層大氣有如溫室的透明膠膜，在陽光照射地面時，可以發揮減少地面熱能散失以及地球向宇宙放出熱量的功能。另外由於廢熱的排放亦會造成造成區域性的溫室效應。而外界溫度每上升 1 冷凍空調耗能即增加 5%，不但浪費能源而且會使整個地球的溫度上升、氣象變異、產生乾旱、豪雨、同時會使氣候帶移位。溫室效應對地球及人類的影響並不只限於氣溫而已，實在值得我們注意。



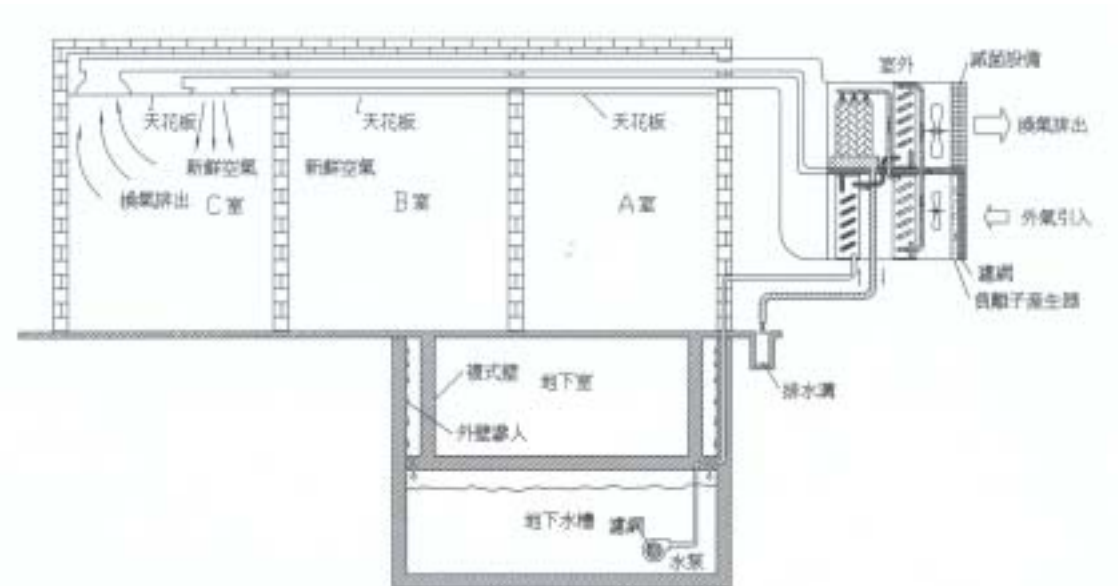
圖(十三)一般應用安裝圖



圖(十四)以自來水為水源應用安裝圖



圖(十五)遠距房間應用安裝圖



圖(十六)負壓隔離房間應用安裝圖

柒、結論

從新聞時事的報導及各研究專題報告和老師教導得知，因工業製程及空調機廢熱排放的因素，地球表面溫度有逐年上升狀況，溫室效應問題日益嚴重。促使我們想進行研究及實驗及找出解決辦法。

我們從生活過程中可以發現，其實我們在日常生活中其實有很多資源是可以加以改善再利用的！我們從學校地下水槽的地下水來開始實驗，利用地下水槽的地下水溫度低的特性，試驗從地下將水抽上至機器作循環，使其室內入風口溫濕度降低以達到減低室內溫濕

度創造舒適的生活空間。不會像使用冷氣機排放廢熱之 ” 室內舒服，室外痛苦 ” 的結果！並且在使用最少的能源下（只用水泵及風扇）達到改善了室內溫濕度優異的效果，對於減少溫室效應所帶來的災害提供些許的貢獻。

在這次實驗裡我們也充分利用學校裡的器材，去思考如何才會使這台機器誕生呢？於是我們慢慢的開始切割，裝配，焊組裝接、實驗。經過同學及師長們的指導下，這台特別的機器在此誕生了！

總而言之，為了減少地球的熱污染，我們不要再過度大量使用冷煤，便可以減少相當多的熱污染！節能減廢方能使地球不再感到過度的疲勞！

捌、參考資料及其他

冷凍空調原理上、下(8705)	王文博、胡興邦	承美科技圖書
冷凍工程上、下（8612）	陳銘章	長諾資訊圖書公司
熱管技術理論	依白光	復漢出版社
空調工程上、下(8401)	許守平	全華科技圖書公司
冷凍實習、（9104、9202）	蔡嘉祥、陳晉榮、賴錫銘	全華科技圖書公司
中央氣象局 http://www.cwb.gov.tw/index-f.htm		

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高職組 電子、電機及資訊科

091005

水蒸發式空調機

國立崇實高級工業職業學校

評語：

本作品以地下室儲水槽之儲水循環使用，符合環保之構想。惟在實際運用之限制，及效能並未有完整之評估，及考量目前之可行性尚未成熟，但值得繼續研究。