

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高職組-電子

科 別：電子、電機及資訊科

組 別：高 職 組

作品名稱：分離式冷氣凝結水於節能之研究

關 鍵 詞：水資源再利用、節約能源、提高 EER 值

編 號：091001

學校名稱：

國立苗栗高級農工職業學校

作者姓名：

張立錦、邱建霖、林安羽、林怡德

指導老師：

劉志強



分離式冷氣凝結水於節能之研究

壹、研究主題：

分離式冷氣凝結水於節能之研究

貳、研究動機：

分離式冷氣機具有安靜無噪音的優點，被視為未來小型冷氣的主流趨勢，為一般家庭安裝冷氣的優先考慮，亦為本科(電機空調科)必須熟練且參加檢定的技術之一，一般分離式冷氣的凝結水都是直接排到室外，若將其用於室外機可增加散熱效果，藉以提昇 EER 值，並達到節省能源的目的。希望藉此次研究結論，提供給冷氣相關製造廠商，作為設計分離式冷氣機的參考依據。

參、研究目的：

將分離式冷氣機室內機之凝結水，運用於室外機之冷凝器，幫助冷凝器散熱，藉以增加冷卻效果及提昇 E.E.R.值(能源效率比值 Energy Efficiency Ratio)之研究。

肆、相關理論探討：

一、分離式冷氣機於運轉的過程中，會不斷的吸收室內空氣的水份，並透過排水管將之直接排出室外，若能將室內機凝結水，運用於室外機之冷凝器，幫助其散熱，藉以提昇室內冷凍效果，提昇 EER 值(能源效率比值 Energy Efficiency Ratio)以達到節能之目標。

二 分離式冷氣機相空調公式及 EER 值(能源效率比值 Energy Efficiency Ratio)之計算理論：

(一)空氣線圖

1.經過蒸發器之循環空氣體積:

$$V_0 = V \cdot A \cdot 60$$

V:出風口風速 m/min

A：出口面積 m^2

2.循環空氣量(G：kg/hr):

$$G = V_0 / Spv \quad Spv : \text{空氣比體積 } m^3/kg$$

3.冷房能力(Qr kcal/hr):

$$Qr = G \cdot \Delta i$$

$$Qr = G(i_1 - i_2)$$

i1:蒸發器入口空氣焓

i2: 蒸發器出口空氣焓

Δi : 蒸發器出入口空氣焓差

4.EER 值(kcal/W-h):

EER=冷房能力 Q_r/w (EER 值越高越省電)

(二)莫理爾線圖

1.蒸發器冷凍能力 (kcal/hr) :

$$Q_r = G(h_1 - h_4)$$

h1: 壓縮機吸入口

h4: 蒸發器入口

2.壓縮機之壓縮熱 (kcal/hr) :

$$AW = G(h_2 - h_1)$$

h1: 壓縮機吸入口

h2: 壓縮機排氣口

3.成績係數:

$$C.O.P = Q_r / AW = G(h_1 - h_4) / G(h_2 - h_1)$$

h1: 壓縮機吸入口

h2: 壓縮機排氣口

h4: 蒸發器入口

(三)電費計算相關資料:

1.適用範圍：

(1)住宅之用電。

(2)其他非生產性質用電場所之電燈、小型器具及動力，合計容量未滿100瓩者。

(3)生產性質用電場所之電燈及小型器具。

2.供電方式：

以交流60赫，單相二線式110或220伏特，單相三線式110/220伏特，三相三線式220伏特或三相四線式220/380伏特供電，但每戶概以單一方式供電。

3.電價:單位:元/度

分 類		夏 季	非夏季
非 營 業 用	110 度以下部分	2.20	2.00
	111 330 度部分	2.70	2.30
	111 330 度部分	3.30	2.60
營 業 用		3.30	2.60

註：季節之劃分：

夏月：六月一日 九月卅日

非夏月：夏月以外之時間

4.電費之計算：電的計量單位「度」(KWH、瓩時)

「一度電」就是 1,000(W)瓦耗電的用電器具，使用一小時所消耗的電量，表示為 1000 瓦，小時(WH)或 1 瓩，小時(KWH)。其關係如下：

1 度電 = 1000 瓦．小時(WH) = 1 瓩．小時(KWH)

例：10 瓦的小夜燈，用電 1,000 小時消耗多少度電？

$10 \text{ 瓦} \times 1,000 \text{ 時} = 10,000 \text{ 瓦．小時(WH)}$

$= 10 \text{ 瓩．小時(KWH)}$

$= 10 \text{ 度電}$

要知電器用品耗電電力，可由銘牌中查知或說明書內得知。購買電器應確認其耗電量，同樣產品應選擇耗電量較小者，對於不符規定，未標明耗電電力之產品請勿購買

5.家用電器的耗電估算

現代家庭用電設備琳瑯滿目，小至電刮鬍刀大至冷氣機、電熱器不一而足，而每樣設備使用又隨時間、季節、生活習慣有所不同，因此電費支出也隨之增減。以台北市用戶為例，86 年 8 月夏天均用電度數為 742 度，87 年 2 月冬天則為 457 度，因此季節對用電有極大的影響。

夏季冷氣機、電扇、冰箱等用電量增加，且夏季休閒活動增多，照明、洗衣機也相對增加。在冬、春季乾衣機、電熱器、電磁爐的使用次數增加。下表為「常用電器日耗電估計表」，讀者可依據該表及「表燈電價表」估算家中每月電費。

- (1)每月電費按實用電度照上列電價計算，但實用電度不及底度者按底度計收。
- (2)非營業用戶因實施隔月抄表、收費，其計費之分段度數概加倍計算。
- (3)軍眷用電按「現役軍人家屬用電優待付費辦法」之規定計收。
- (4)公私立各級學校用電按非營業用電電價第一段單價計收。
- (5)公用路燈用電按非營業用電電價五折計收。
- (6)用戶遲延繳付電費，依本公司營業規則第五十七條規定加計遲延繳費用，併於下次電費中收取。
- (7)如依本公司營業規則第三十八條第一項各款停止供電或限制用電時

，按同規則第三十九條相關規定扣減電費
(以上資料依據台灣電力公司公佈最新標準)

伍、實驗設備及器材：

一、設備

分離式冷氣機	綜合壓力錶組	夾式電流表	電子式風速計	直尺
計算機	R-22 冷媒瓶	空氣線圖	瓦特計	乾濕球溫度計 6 支
冷煤回收機	水平尺			

二、工具

螺絲起子	活動板手	六角板手	尖嘴鉗	斜口鉗
剝線鉗	壓接鉗	切管刀	美工刀	絞刀

三、材料

銅管 3/8	強力膠	保特瓶	保溫材料	水盆
透明水管	導線 2.0mm(紅;黑;藍;白)接地線 3.5mm(綠)			

陸、實驗方法與步驟：

一、安裝分離式冷氣機，規格如下：

分離式冷氣機名牌如下：

大同冷暖氣機

(一) 室內機銘牌

型號:FT-252SYE
電源:1 φ 220V60HZ
冷氣消耗電功率:室內 22W
冷氣運轉電流:室內 0.11A
總重量:8KG
機體外觀尺寸:790*265*174 寬*高*深(mm)

(二) 室外機銘牌

型號:R-252SYE
電源:1 φ 220V60HZ
能源效率比:2.43kcal/hw
冷氣消耗電功率:1.028kw
冷氣運轉電流:5A
起動電流:25A
總重量:31kg
機體外觀尺寸:770*530*200 寬*高*深(mm)
冷媒種類及填充量:R-22 0.69kg

二、運轉分離式冷氣，並按照以下程序記錄相關數據與及理論計算

(一) 室內機凝結水直接排掉（採數位式電流錶電壓錶測試）

1. 運轉數據計算：

(1) 室內機出風口溫度：21 d.b. 22 w.b.

室內機回風口溫度：29 d.b. 25 w.b

電流：3.3A

電壓：223V

風速 (v)：4 m/sec

面積 (A)：0.0576 m²

$Q=v \cdot A=0.0576 \text{m}^2 \cdot 4 \text{m/sec} \cdot 3600 \text{sec/hr} \cdot 0.9=746 \text{m}^3/\text{hr}$

$G=Q/\text{SPV}=746/0.83=899 \text{kg/hr}$

$R=G \cdot I=899 \cdot 3.7=3326 \text{kcal/hr}$

$P=VI=223 \cdot 3.3=735.5 \text{W}$

$\text{EER}=R/W=3326/735.5=4.5 \text{kcal/hr/w}$

(2) 室內機出風口溫度：21 d.b. 22 w.b.
室內機回風口溫度：29 d.b. 25 w.b
電流：3.2A
電壓：223V
風速 (V)：4 m/sec
面積 (A)：0.0576 m²
風量：12960
 $Q=0.0576\text{m}^2 \times 4\text{m/sec} \times 3600\text{sec/hr} \times 0.9=746\text{m}^3/\text{hr}$
 $G=Q/SPV=746/0.83=899\text{kg/hr}$
 $R=G \times I=899 \times 3.7=3326\text{kcal/hr}$
 $P=VI=223 \times 3.2=715.5\text{W}$
 $EER=R/W=3326/714=5 \text{ kcal/hr/w}$

(3) 室內機出風口溫度：20.5 d.b. 21 w.b.
室內機回風口溫度：28 d.b. 24 w.b
電流：3.2A
電壓：225V
風速 (V)：4 m/sec
面積 (A)：0.0576 m²
 $Q=0.0576\text{m}^2 \times 4\text{m/sec} \times 3600\text{sec/hr} \times 0.9=746\text{m}^3/\text{hr}$
 $G=Q/SPV=746/0.83=899\text{kg/hr}$
 $R=G \times I=899 \times 2.7=2427\text{kcal/hr}$
 $P=VI=225 \times 3.2=720\text{W}$
 $EER=R/W=2723/720=3.3 \text{ kcal/hr/w}$

(4) 室內機出風口溫度：20.5 d.b. 21 w.b.
室內機回風口溫度：29 d.b. 25 w.b
電流：3.2A
電壓：222V
風速 (V)：4 m/sec
面積 (A)：0.0576 m²
 $Q=0.0576\text{m}^2 \times 4\text{m/sec} \times 3600\text{sec/hr} \times 0.9=746\text{m}^3/\text{hr}$
 $G=Q/SPV=746/0.83=899\text{kg/hr}$
 $R=G \times I=899 \times 3.7=3326\text{kcal/hr}$
 $P=VI=222 \times 3.2=710.4\text{W}$
 $EER=R/W=3326/710.4=4.6 \text{ kcal/hr/w}$

2.室內機凝結水直接排掉運轉結果分析：EER 值為 3.3 到 5 之間

(二) 室內機凝結水直接排掉 (採傳統式瓦特計測試)

分離式冷氣運轉數據表(凝結水直接排除)EER 值=5.4

時間	室外機溫度		室內機溫度		瓦特計	室內機出風口			系統各處溫度點				低壓 表壓 力 psig
	回風	出風	回風	出風	W	風速 m/sec	面積 m ²	風量 m ³ /hr	冷凝器	蒸發器	液體管	吸氣管	
20min	27.9	33	27.3	16.6	1050	4	0.0576	12960	47.2	11.7	36.9	16.5	89
40min	27.7	33.7	26.9	16.9	1050	4	0.0576	12960	46	13.3	32.3	18.8	88
60min	27.1	29.3	27.3	16.3	1050	4	0.0576	12960	44.5	11.5	34.2	22	87
80min	26.9	29.2	25	15.2	1050	4	0.0576	12960	45.8	10.8	35	15.2	87
100min	27.9	29.4	27.3	16.2	1050	4	0.0576	12960	44.6	12.6	29	14.8	86
120min	28.1	29.7	27.6	19.7	1050	4	0.0576	12960	48	11.2	29.8	16.8	87
140min	28.1	30.4	26.8	16.7	1050	4	0.0576	12960	44	10.9	31.4	18.5	87
160min	27	29.7	27.4	15.7	1050	4	0.0576	12960	36.4	10.4	27.8	17	86
180min	28	29.7	27.4	15.7	1050	4	0.0576	12960	36.4	10.4	27.8	17	86
200min	27.1	32.8	27.7	16.5	1050	4	0.0576	12960	42	12	31.4	16.5	87
220min	27.8	28.5	27.1	16.7	1075	4	0.0576	12960	41	12.2	28.5	18.2	89

(三)室內機凝結水接到室外機幫助散熱 (採數位式電流錶電壓錶測試)

1. 運轉數據計算：

(1) 室內機出風口溫度：22 d.b. 21 w.b.

室內機回風口溫度：28 d.b. 25 w.b

電流：3.2A

電壓：223V

風速 (V)：4 m/sec

面積 (A)：0.0576 m²

$Q=0.0576\text{m}^2 \times 4\text{m/sec} \times 3600\text{sec/hr} \times 0.9=746\text{m}^3/\text{hr}$

$G=Q/SPV=746/0.83=899\text{kg/hr}$

$R=G \times I=899 \times 3.7=3326\text{kcal/hr}$

$P=VI=223 \times 3.3=735.5\text{W}$

$EER=R/W=3326/735.5=4.5 \text{ kcal/hr/w}$

(2) 室內機出風口溫度：19 d.b. 20 w.b.

室內機回風口溫度：26 d.b. 24 w.b

電流：3.1A

電壓：222V

風速 (V)：4 m/sec

面積 (A)：0.0576 m²

$Q=0.0576\text{m}^2 \times 4\text{m/sec} \times 3600\text{sec/hr} \times 0.9=746\text{m}^3/\text{hr}$

$G=Q/SPV=746/0.83=899\text{kg/hr}$

$R=G \times I=899 \times 4.3=3865.7\text{kcal/hr}$

$P=VI=223 \times 3.3=668.2\text{W}$

$EER=R/W=3326/735.5=5.78 \text{ kcal/hr/w}$

2.室內機凝結水直接排掉運轉結果分析：EER 值為 4.5 到 5.78 之間

(四)室內機凝結水接到室外機幫助散熱（採傳統式瓦特計測試）

分離式冷氣運轉數據表(凝結水幫助散熱)EER 值=6.4

時間	室外機溫度		室內機溫度		瓦特計	室內機出風口			系統各處溫度點				低壓表壓力
	回風	出風	回風	出風	W	風速 m/sec	面積 m ²	風量 m ³ /hr	冷凝器	蒸發器	液體管	吸氣管	psi
20min	26.9	35	28	16.7	950	4	0.0576	12960	45.2	12.4	29.7	28.3	89
40min	24.9	32.2	28.5	16.8	950	4	0.0576	12960	45	11.6	29.5	24.3	88
60min	27.7	30.9	27	17.2	950	4	0.0576	12960	43.9	13.3	31.1	18.7	88
80min	27.3	29.3	28	16.2	950	4	0.0576	12960	45.5	12.4	27.8	16.9	87
100min	26.6	29.2	28.3	15.5	950	4	0.0576	12960	45	10.6	33.7	18	87

柒、結果分析與討論：

- 一、般冷氣若要做正式的 EER 值測試時，都在實驗室中(例如：大電力研究中心)設定室外溫度在攝氏 35 度，室內溫度在攝氏 27 度的狀態下運轉冷氣主機，是屬於絕對的 EER 值，可定為國家標準的 EER 值。
- 二、次研究無法像實驗室有較精密的儀器設定實驗環境及條件，所以採取開放式運轉，將兩臺機組運轉條件(例如：冷媒壓力)調整在相同狀態下，再加上運用凝結水幫助散熱的條件。所以本次研的兩臺分離式冷氣的 EER 值，是屬於加入凝結水條件前、後的相對 EER 值。與大電力研試中心所定的國家標準 EER 值無關。
- 三、分離式冷氣運轉後的 EER 值（採傳統式瓦特計測試）：
 - （一）直接將室內機凝結水排除之冷氣 EER 值=5.4
 - （二）將室內機凝結水收集幫助散熱之 EER 值=6.4
 - （三）EER 值提高了 1.0
- 四、冷氣運轉後的耗電量：
 - （一）直接將室內機凝結水排除之冷氣耗電量=1050W
 - （二）將室內機凝結水收集幫助散熱之耗電量=950W
 - （三）每小時省電 100W
- 五、機電費之計算：

假設以一台分離式冷氣來計算,一個月有 30 天,夏天每日平均運轉 15 小時,每度電以新台幣 3.3 元計算

 - 1.將室內機凝結水排除
 $1.05\text{kcal/hr} \times 30 \text{ 天} \times 15\text{hr} \times \text{每度電 } 3.3 \text{ 元} = 1559 \text{ 元。}$
 2. 將室內機凝結水收集利用
 $0.95\text{kcal/hr} \times 30 \text{ 天} \times 15\text{hr} \times \text{每度電 } 3.3 \text{ 元} = 1410 \text{ 元,則每個月減少耗電量 } 45 \text{ 度可省下 } 149 \text{ 元。}$

捌、結語：

- 一、強烈建議冷氣廠商於分離式冷氣設計時，將室內機凝結水收集後運用於室外機冷凝器幫助散熱。
- 二、如果能將凝結水霧化後運用來幫助室外機散熱，可達到蒸發冷卻的效果，勢必可大大提升 EER 值，是值得再深入研究的部分。

玖、參考文獻：

1. 許祺清 陳聰明 冷凍空調原理:大中國圖書公司(2001)
2. 許守平 空調工程：全華科技圖書股份有限公司(1999)
3. 連錦杰 陳聰明 許祺清 空調工程：大中國圖書公司(2000)
- 4.連錦杰 蕭明哲冷凍空調實習(二):全華科技圖書股份有限公司(2000)