

政府機關及學校節能培訓與推動座談會

空調效率提升與設備汰換指南

主講者：江沅晉 副教授
冷凍空調技師

115年07月07日

簡報大綱

- 空調設備與種類
 - 空調設備效率標準
 - 空調設備汰換指南
 - 空調效率提升方法
 - 案例分享
 - 結論
-

空調設備與種類

空調常見設備-空調機

- 空調機為一小型空調系統(5RT以下)，主要可分為：
 - ✓ 窗型冷氣機
 - ✓ 分離式冷氣機 (1對1、1對2、1對3、1對4)
- 空調機於蒸發器中採用直接膨脹方式與空氣進行熱交換，於冷凝器中主要使用空氣冷卻方式進行散熱。



窗型冷氣機



分離式冷氣機-室外機



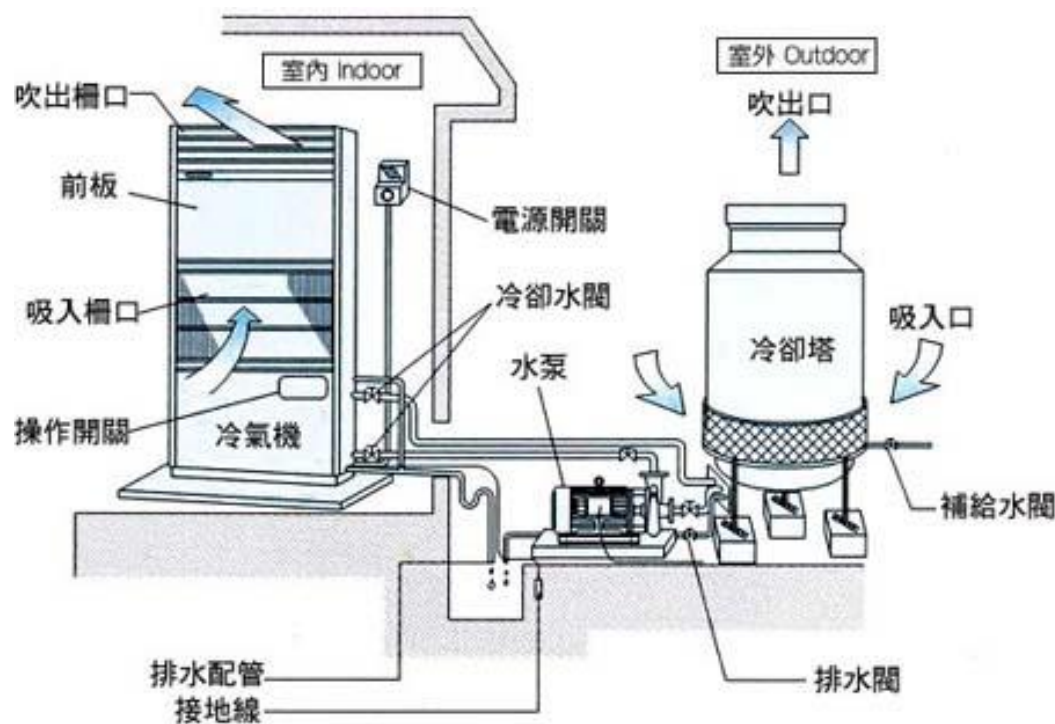
分離式冷氣機-室內機

空調常見設備-箱型冷氣機

➤ 箱型冷氣機為一中型空調系統(5~40RT以上)，於蒸發器中採用直接膨脹方式與空氣進行熱交換。於冷凝器中依噸數大小不同，可使用空氣或冷卻水方式進行散熱。

➤ 主要包含設備

- ✓ 箱型冷氣機
- ✓ 冷卻水塔
- ✓ 冷卻水泵

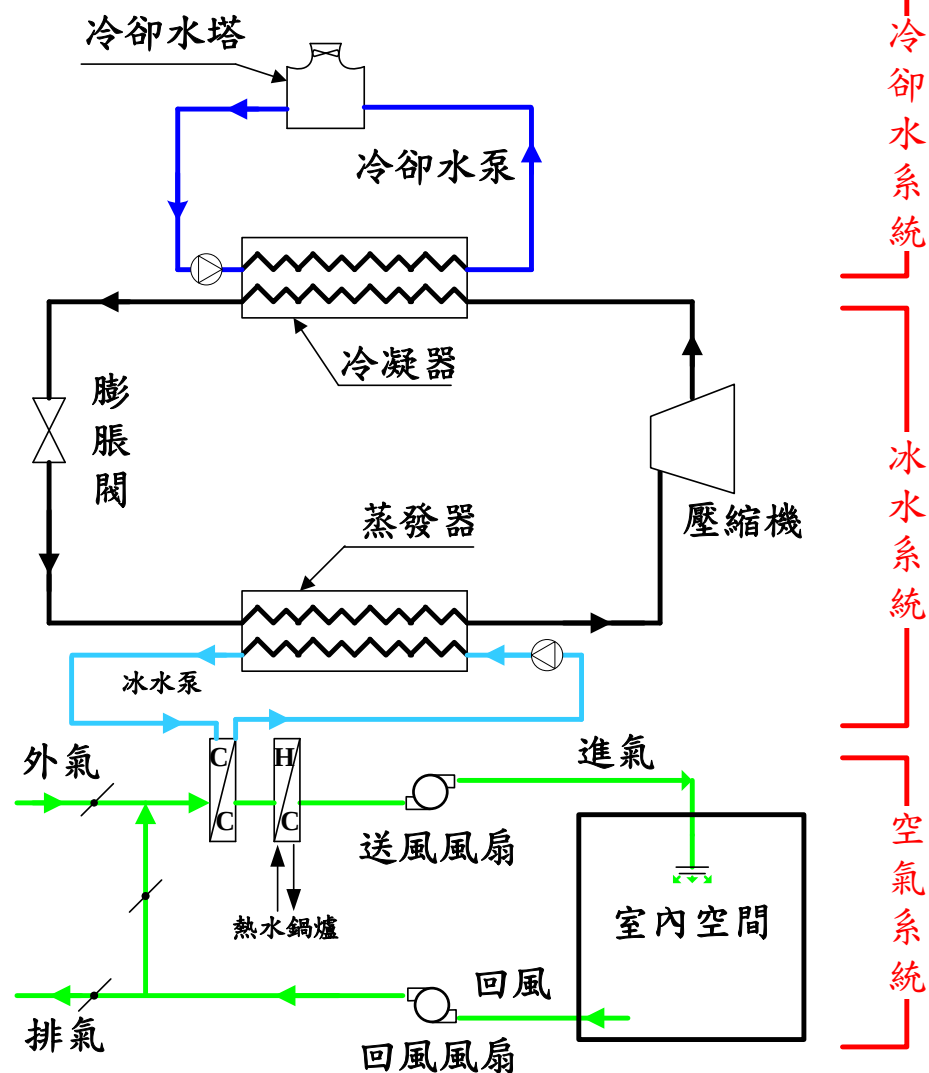


空調常見設備-中央空調系統介紹

➤ 中央空調系統通常為一中大型系統(50RT以上)，於蒸發器中採用二次冷媒與冷媒進行熱交換。於冷凝器中使用冷卻水方式進行散熱。

➤ 主要包含設備

- ✓ 冰水主機(CH)
- ✓ 冰水泵(CHP)
- ✓ 冷卻水泵(CWP)
- ✓ 冷卻水塔(CT)
- ✓ 空氣側設備



空調設備種類

➤ 依冷媒在冷凝器散熱之方式

- ✓ 氣冷式:管外空氣與管內冷媒進行熱交換。
- ✓ 水冷式:水在冷凝器中與冷媒進行熱交換後，冷卻水再至冷卻水塔與空氣進行熱交換。



氣冷式



水冷式

空調設備種類

➤ 依冷媒在蒸發器蒸發之方式

- ✓ 直接膨脹式:空氣與冷媒在蒸發器中直接進行熱交換。
- ✓ 二次冷媒(冰水):冰水與冷媒在蒸發器內進行熱交換後，冰水再於室內與空氣進行熱交換。



直接膨脹式

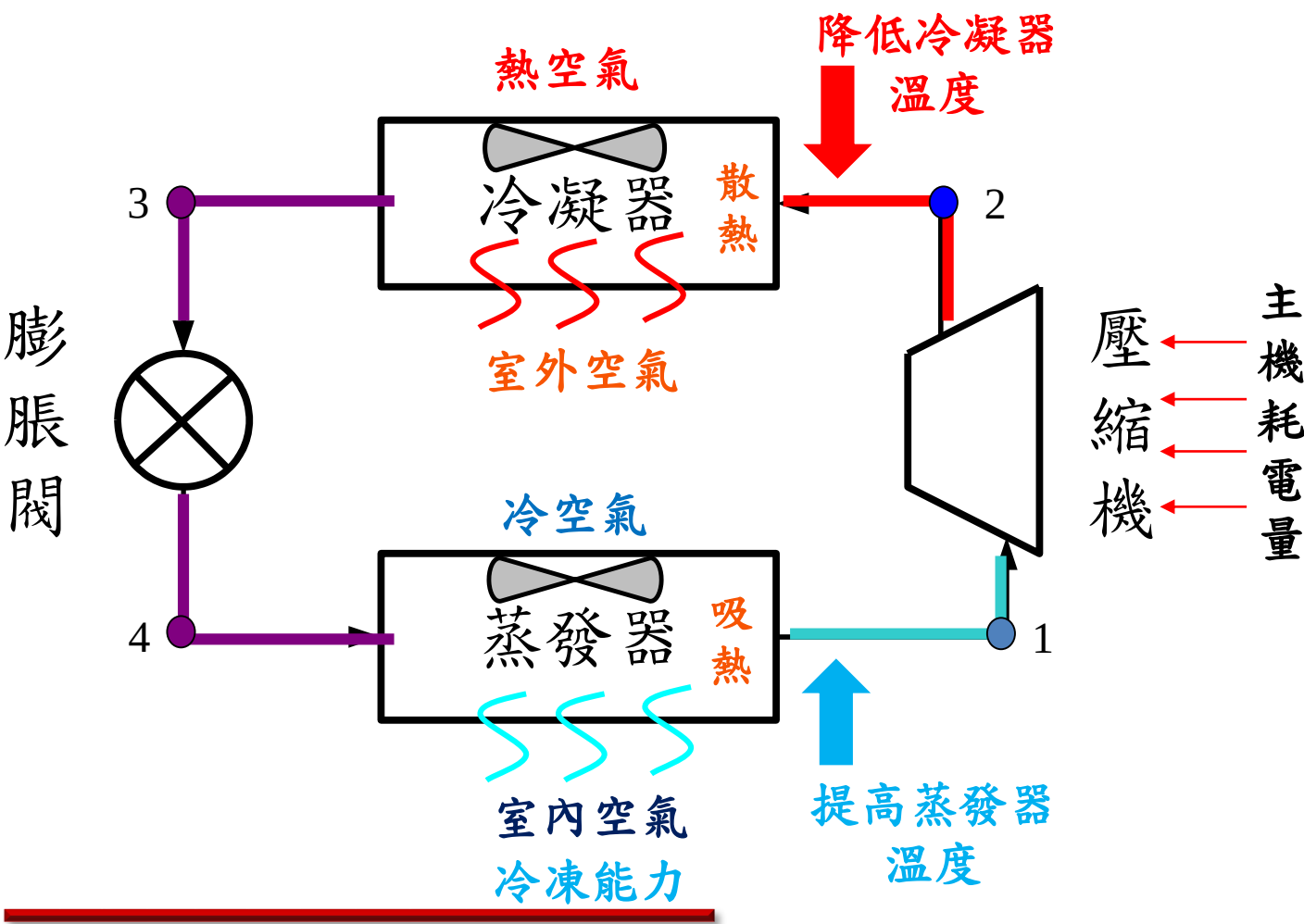


二次冷媒(冰水)

空調設備效率標準

空調設備運轉原理與效率(性能係數)

➤ 空調設備運轉原理



➤ 空調設備性能係數

$$\text{COP} = \frac{\text{冷凍能力(kW)}}{\text{主機耗電量(kW)}} = \frac{2.2(\text{kW})}{0.34(\text{kW})} = 6.47$$

系 列	型 式		性 能				
	冷 暖 型	冷 專 型	冷氣能力 暖氣能力 (冷專型) 無暖氣功能	除濕能力	冷氣		
			kW		l/h	運轉 電流 (最大)	消 耗 電功率
						A	W
	RAS-22NTB RAC-22NP	-	冷 2.2 暖 2.7	1.4	2.1 (6.5)	340	
	RAS-28NTB RAC-28NP	-	冷 2.8 暖 3.4	1.78	2.6 (6.5)	476	

無風管空調機效率標準

- 能源效率指標由EER轉為CSPF後，變頻冷氣機節能效益突顯。
- 分離式冷氣機已快速往變頻化發展，定頻冷氣會越來越少。

中華民國
能源效率標示

每年耗電量
約XXX度

本產品能源效率為第1級

名稱	無風管空氣調節機
型號	00-000000
額定冷氣能力	X.X kW
CSPF 冷氣季節性能指數	X.X kWh/kWh
本產品能源效率符合國家標準，其分級係依經濟部104年8月11日經能字第10404603780號公告之能源效率分級基準表標示	
登錄編號：	

5
4
3
2
1

用電較多

1級

用電較少

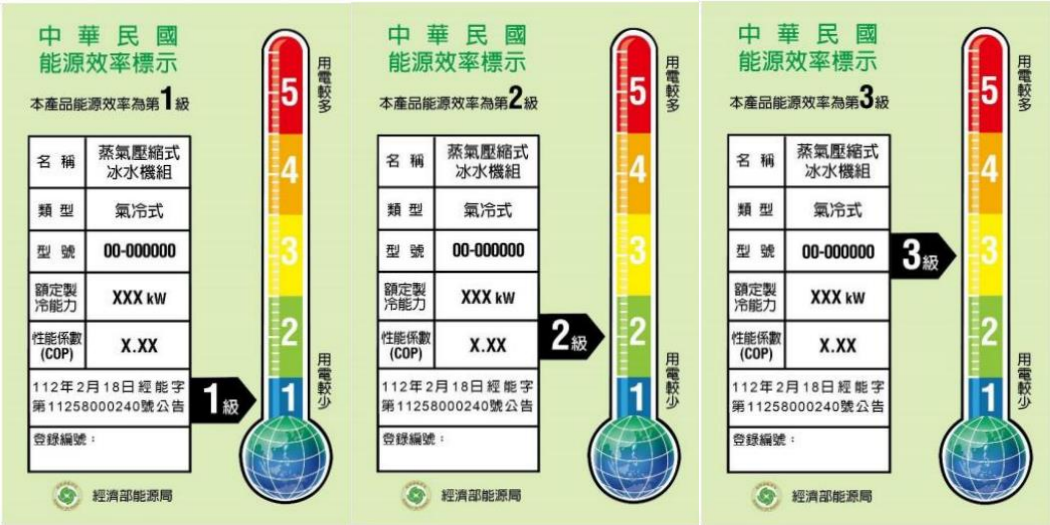
 經濟部能源局

無風管空氣調節機能源效率分級基準表							
機種		額定冷氣能力分類 (kW)	各等級基準(kWh/kWh)				
			5 級	4 級	3 級	2 級	1 級
氣冷式	單體式	2.2 以下	3.40 以上， 低於 3.64	3.64 以上， 低於 3.88	3.88 以上， 低於 4.11	4.11 以上， 低於 4.35	4.35 以上
		高於 2.2，4.0 以下	3.45 以上， 低於 3.69	3.69 以上， 低於 3.93	3.93 以上， 低於 4.17	4.17 以上， 低於 4.42	4.42 以上
		高於 4.0，7.1 以下	3.25 以上， 低於 3.48	3.48 以上， 低於 3.71	3.71 以上， 低於 3.93	3.93 以上， 低於 4.16	4.16 以上
		高於 7.1，71.0 以下	3.15 以上， 低於 3.37	3.37 以上， 低於 3.59	3.59 以上， 低於 3.81	3.81 以上， 低於 4.03	4.03 以上
	分離式	4.0 以下	3.90 以上， 低於 4.41	4.41 以上， 低於 4.91	4.91 以上， 低於 5.42	5.42 以上， 低於 5.93	5.93 以上
		高於 4.0，7.1 以下	3.60 以上， 低於 4.03	4.03 以上， 低於 4.46	4.46 以上， 低於 4.90	4.90 以上， 低於 5.33	5.33 以上
		高於 7.1，10.0 以下	3.45 以上， 低於 3.86	3.86 以上， 低於 4.28	4.28 以上， 低於 4.69	4.69 以上， 低於 5.11	5.11 以上
		高於 10.0，71.0 以下	3.40 以上， 低於 3.81	3.81 以上， 低於 4.22	4.22 以上， 低於 4.62	4.62 以上， 低於 5.03	5.03 以上
水冷式		全機種	4.50 以上， 低於 4.77	4.77 以上， 低於 5.04	5.04 以上， 低於 5.31	5.31 以上， 低於 5.58	5.58 以上

冰水主機效率標準

- 中華民國114年08月28日修正「蒸氣壓縮式冰水機組容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項、方法及檢查方式」
- 製造或進口供國內使用者，應完成登錄與取得能源效率分級標示。

冰水機組類型		標示額定製冷能力	製冷能源效率分級基準		
			性能係數 (COP)		
			3級	2級	1級
水冷式	容積式	< 528 kW	4.45	4.80	5.15
		≥ 528 kW < 1758 kW	4.90	5.30	5.70
		≥ 1758 kW	5.50	5.90	6.35
	離心式	< 528 kW	5.00	5.40	5.80
		≥ 528 kW < 1055 kW	5.55	5.95	6.40
		≥ 1055 kW	6.10	6.60	7.10
氣冷式		全機種	2.79	3.00	3.20



感應電動機(馬達) 能源效率基準

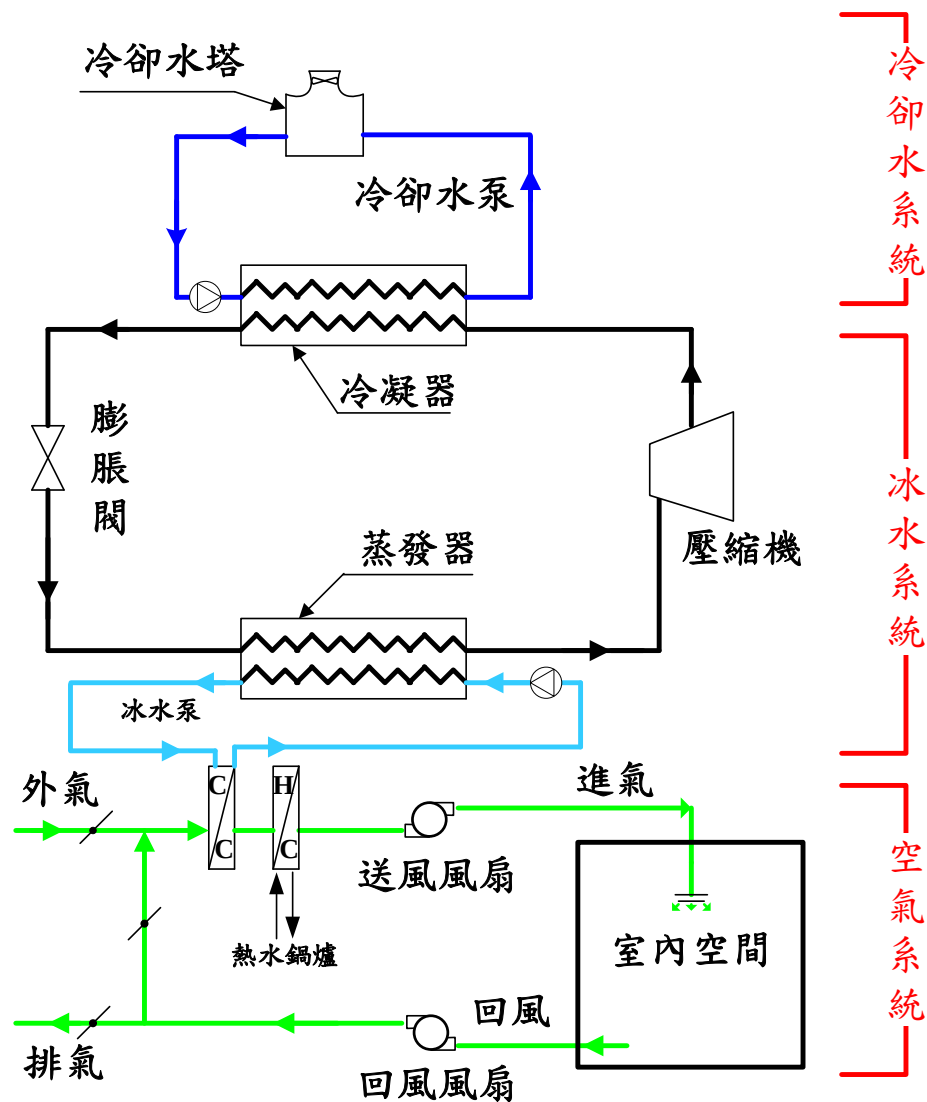
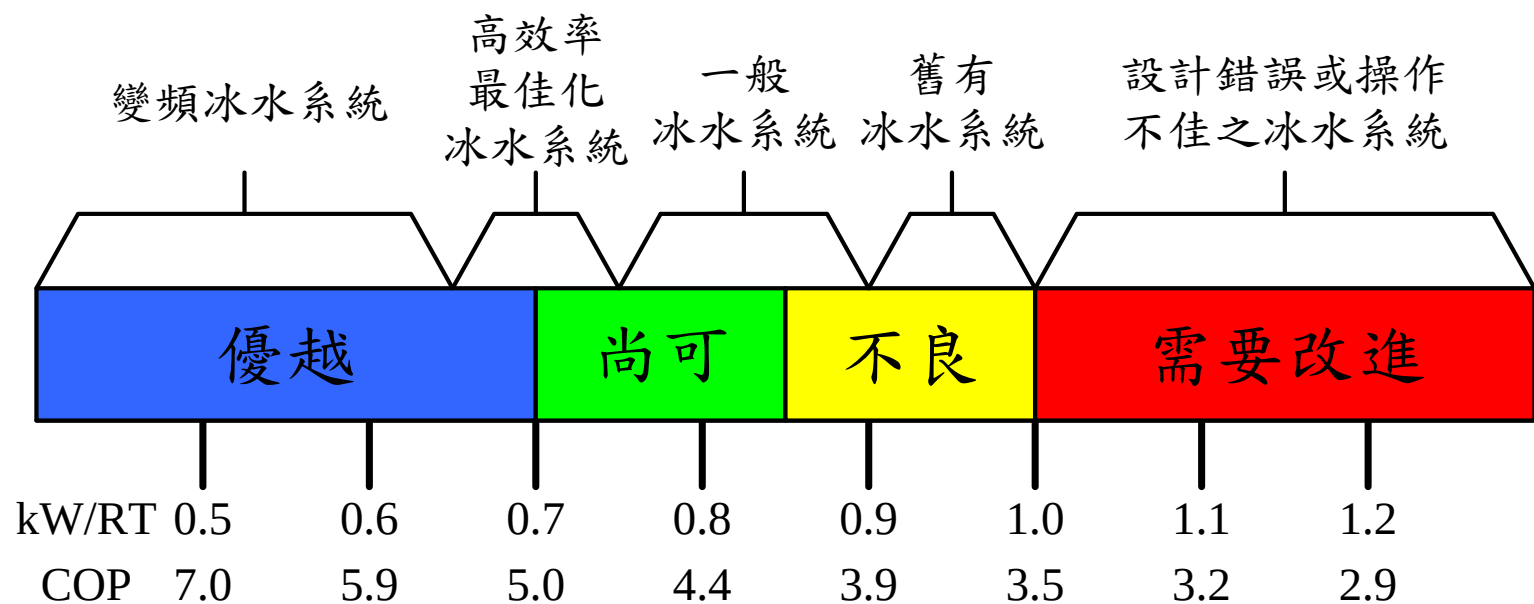
- 馬達為冷凍空調常用設備，例如風扇、水泵、冷卻水塔風扇等。
- 國際電工委員會（IEC）制定了「IE（International Efficiency）」分級標準，廣泛作為全球各國的法規依歸。
- 目前的趨勢已發展到IE4、IE5等級。

60 HZ		2 Pole					4 Pole					6 Pole				
		同步 轉速	額定效率 η (%)				同步 轉速	額定效率 η (%)				同步 轉速	額定效率 η (%)			
			IE1	IE2	IE3	IE4		IE1	IE2	IE3	IE4		IE1	IE2	IE3	IE4
KW	HP	rpm					rpm					rpm				
0.75	1	3600	74.0	75.5	77.0	82.5	1800	78.0	82.5	85.5	85.5	1200	73.0	80.0	82.5	84.0
1.1	1.5		78.5	82.5	84.0	85.5		79.0	84.0	86.5	87.5		75.0	85.5	87.5	88.5
1.5	2		81.0	84.0	85.5	86.5		81.5	84.0	86.5	88.5		77.0	86.5	88.5	89.5
2.2	3		81.5	85.5	86.5	88.5		83.0	87.5	89.5	91.0		78.5	87.5	89.5	90.2
3.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
3.7	5		84.5	87.5	88.5	89.5		85.0	87.5	89.5	91.0		83.5	87.5	89.5	90.2
4.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
5.5	7.5		86.0	88.5	89.5	90.2		87.0	89.5	91.7	92.4		85.0	89.5	91.0	91.7
7.5	10		87.5	89.5	90.2	91.7		87.5	89.5	91.7	92.4		86.0	89.5	91.0	92.4
11.0	15		87.5	90.2	91.0	92.4		88.5	91.0	92.4	93.6		89.0	90.2	91.7	93.0
15.0	20		88.5	90.2	91.0	92.4		89.5	91.0	93.0	94.1		89.5	90.2	91.7	93.0
18.5	25		89.5	91.0	91.7	93.0		90.5	92.4	93.6	94.5		90.2	91.7	93.0	94.1
22.0	30		89.5	91.0	91.7	93.0		91.0	92.4	93.6	94.5		91.0	91.7	93.0	94.1
30.0	40		90.2	91.7	92.4	93.6		91.7	93.0	94.1	95.0		91.7	93.0	94.1	95.0
37.0	50		91.5	92.4	93.0	94.1		92.4	93.0	94.5	95.4		91.7	93.0	94.1	95.0
45.0	60		91.7	93.0	93.6	94.5		93.0	93.6	95.0	95.4		91.7	93.6	94.5	95.4
55.0	75		92.4	93.0	93.6	94.5		93.0	94.1	95.4	95.8		92.1	93.6	94.5	95.4
75.0	100		93.0	93.6	94.1	95.0		93.2	94.5	95.4	96.2		93.0	94.1	95.0	95.8
90.0	125		93.0	94.5	95.0	95.4		93.2	94.5	95.4	96.2		93.0	94.1	95.0	95.8
110.0	150		93.0	94.5	95.0	95.4		93.5	95.0	95.8	96.2		94.1	95.0	95.8	96.2
132.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
150.0	200	1800	94.1	95.0	95.4	95.8	900	94.5	95.0	96.2	96.5	600	94.1	95.0	95.8	96.2
160.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
185.0	250		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.5		94.1	95.0	95.8	96.2
200.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
220.0	300		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
250.0	350		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
300.0	400		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
330.0	450		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
375.0	500		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5

空調系統能源效率指標

➤ 空調系統能源效率指標(kW/RT)

- ✓ 透過此能源效率指標，瞭解空調系統整體運轉效率。
- ✓ 空調系統耗電量包括以下設備：冰水主機、冰水泵浦、冷卻水泵浦、冷卻水塔風車。



空調設備汰換與效率提升方法

空調設備汰換

執行階段			第一階段		第二階段	
實施日期			民國九十二年一月一日		民國九十四年一月一日	
型式		冷卻能力 等級	能源效率比值 (EER) kcal/h·w	性能係數 (COP)	能源效率比值 (EER) kcal/h·w	性能係數 (COP)
水冷式	容積式 壓縮機	<150RT	3.50	4.07	3.83	4.45
		≥150RT	3.60	4.19	4.21	4.90
		≤500RT				
		>500RT				
	離心式 壓縮機	<150RT	4.30	5.00	4.30	5.00
		≥150RT	4.77	5.55	4.77	5.55
		≤300RT				
		>300RT				
氣冷式	全機種		2.40	2.79	2.40	2.79

冰水機組類型		標示額定製冷能力	製冷能源效率分級基準		
			性能係數(COP)		
			3 級	2 級	1 級
水冷式	容積式	< 528kW (150 RT)	4.45	4.80	5.15
		≥ 528kW <1758kW	4.90	5.30	5.70
		≥ 1758kW	5.50	5.90	6.35
	離心式	<528kW	5.00	5.40	5.80
		≥ 528kW <1055kW	5.55	5.95	6.40
		≥ 1055kW	6.10	6.60	7.10
	氣冷式		2.79	3.00	3.20

- 僅設備汰換節能率： $(5.15 - 4.45) / 4.45 = 15\%$

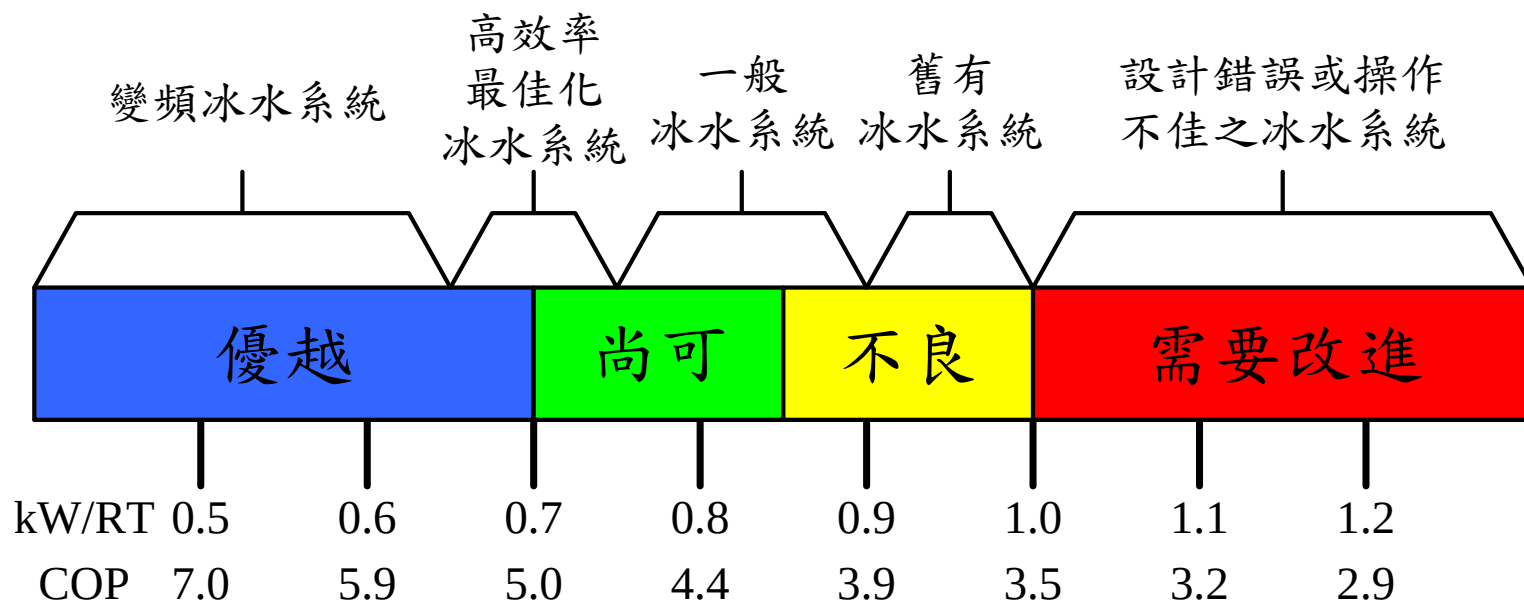
空調設備汰換

- 既有一台10hp的IE1馬達汰換為IE3馬達，效率由87.5%提升至91.7%，節能率為4.8%。
- 既有一台10hp的IE1馬達汰換為IE4馬達，效率由87.5%提升至92.4%，節能率為5.6%。

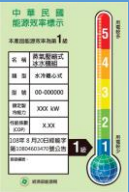
60 HZ		2 Pole					4 Pole					6 Pole				
		同步 轉速	額定效率 η (%)				同步 轉速	額定效率 η (%)				同步 轉速	額定效率 η (%)			
			IE1	IE2	IE3	IE4		IE1	IE2	IE3	IE4		IE1	IE2	IE3	IE4
KW	HP	rpm					rpm					rpm				
0.75	1	3600	74.0	75.5	77.0	82.5	1800	78.0	82.5	85.5	85.5	1200	73.0	80.0	82.5	84.0
1.1	1.5		78.5	82.5	84.0	85.5		79.0	84.0	86.5	87.5		75.0	85.5	87.5	88.5
1.5	2		81.0	84.0	85.5	86.5		81.5	84.0	86.5	88.5		77.0	86.5	88.5	89.5
2.2	3		81.5	85.5	86.5	88.5		83.0	87.5	89.5	91.0		78.5	87.5	89.5	90.2
3.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
3.7	5		84.5	87.5	88.5	89.5		85.0	87.5	89.5	91.0		83.5	87.5	89.5	90.2
4.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
5.5	7.5		86.0	88.5	89.5	90.2		87.0	89.5	91.7	92.4		85.0	89.5	91.0	91.7
7.5	10		87.5	89.5	90.2	91.7		87.5	89.5	91.7	92.4		86.0	89.5	91.0	92.4
11.0	15		87.5	90.2	91.0	92.4		88.5	91.0	92.4	93.6		89.0	90.2	91.7	93.0
15.0	20		88.5	90.2	91.0	92.4		89.5	91.0	93.0	94.1		89.5	90.2	91.7	93.0
18.5	25		89.5	91.0	91.7	93.0		90.5	92.4	93.6	94.5		90.2	91.7	93.0	94.1
22.0	30		89.5	91.0	91.7	93.0		91.0	92.4	93.6	94.5		91.0	91.7	93.0	94.1
30.0	40		90.2	91.7	92.4	93.6		91.7	93.0	94.1	95.0		91.7	93.0	94.1	95.0
37.0	50		91.5	92.4	93.0	94.1		92.4	93.0	94.5	95.4		91.7	93.0	94.1	95.0
45.0	60		91.7	93.0	93.6	94.5		93.0	93.6	95.0	95.4		91.7	93.6	94.5	95.4
55.0	75		92.4	93.0	93.6	94.5		93.0	94.1	95.4	95.8		92.1	93.6	94.5	95.4
75.0	100		93.0	93.6	94.1	95.0		93.2	94.5	95.4	96.2		93.0	94.1	95.0	95.8
90.0	125		93.0	94.5	95.0	95.4		93.2	94.5	95.4	96.2		93.0	94.1	95.0	95.8
110.0	150		93.0	94.5	95.0	95.4		93.5	95.0	95.8	96.2		94.1	95.0	95.8	96.2
132.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
150.0	200		94.1	95.0	95.4	95.8		94.5	95.0	96.2	96.5		94.1	95.0	95.8	96.2
160.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
185.0	250		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.5		94.1	95.0	95.8	96.2
200.0			—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—
220.0	300	1800	94.1	95.4	95.8	96.2	1200	94.5	95.4	96.2	96.8	96.5	94.1	95.0	95.8	96.5
250.0	350		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
300.0	400		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
330.0	450		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5
375.0	500		94.1	95.4	95.8	96.2		94.5	95.4	96.2	96.8		94.1	95.0	95.8	96.5

空調系統效率提升

- 若空調系統的設備皆為為定頻運轉，空調系統能源效率大約介於 **1.00~1.30kW/RT**，若能導入變頻控制技術，空調系統能源效率可改善至 **0.70~0.85kW/RT**，約有**35~50%**的改善潛力。



空調系統效率提升

方式	說明	預估效益
 更換高效率設備	使用一級能效設備	改善前：使用 15 年 60 RT 冰水主機 1 台，效率約 1.2kW/RT。 改善後：汰換新式高效率主機，效率約 0.79kW/RT。 節電量：103,018 度/年。 節能率：103,018÷257,544 度/年 =40%。
 導入變頻控制	冰水主機、水泵、水塔變頻控制	$\frac{\text{功率}_1}{\text{功率}_2} = \left(\frac{\text{轉速}_1}{\text{轉速}_2} \right)^3$
	使用變頻設備	
 設備開啟規劃	冰水主機出水溫度提升	每提高 1℃ 約可減少 2%~4% 冰水主機耗電
	加強冷房溫度管理	每提高 1℃ 約可降低空調系統整體耗電約 4%~7%。
	開機設備策略調整	
 保養	清洗冷卻水塔鰭片或更換	冷卻水塔散熱鰭片積垢嚴重，散熱狀況不理想 每降低冷卻水溫 1℃ 約可減少主機耗電量 1.5%
	清洗冰水主機冷凝器	冷凝器、趨近溫度建議小於 3℃ 每降低趨近溫度 1℃ 約可減少主機耗電量 2%

案例分享

案例-氣冷式冰水主機汰換成水冷式冰水主機

➤ 改善前狀況

單位空調系統採用氣冷式冰水主機(140RT)2台，2台主機使用年限約為10年，並使用R-22冷媒，氣冷式冰水主機出廠時的性能係數(COP)約為2.78。



案例-氣冷式冰水主機汰換成水冷式冰水主機

➤ 改善狀況

建議將氣冷式冰水主機汰換為水冷式冰水主機，設備汰換後節能率預計可達約60%。

改善前冰水主機耗電量

季 度	設備名稱	額定耗電 (kW)	kW/RT	冷凍能 力 (RT)	運轉時數 (hrs/season)	季耗電量 (kWh/season)	年耗電量 (kWh/year)
春	冰水主機	172	1.79	44	828	65,031	290,674
夏			2.10	72	828	125,194	
秋			1.79	48	819	70,172	
冬			1.58	24	801	30,278	

改善後冰水主機耗電量

季 度	設備名稱	額定耗電 (kW)	kW/RT	負載率 (%)	運轉時數 (hrs/season)	季耗電量 (kWh/season)	年耗電量 (kWh/year)
春	冰水主機-NEW	81.2	0.55	44	828	20,038	98,910
夏			0.75	72	828	44,712	
秋			0.60	48	819	23,587	
冬			0.55	24	801	10,573	

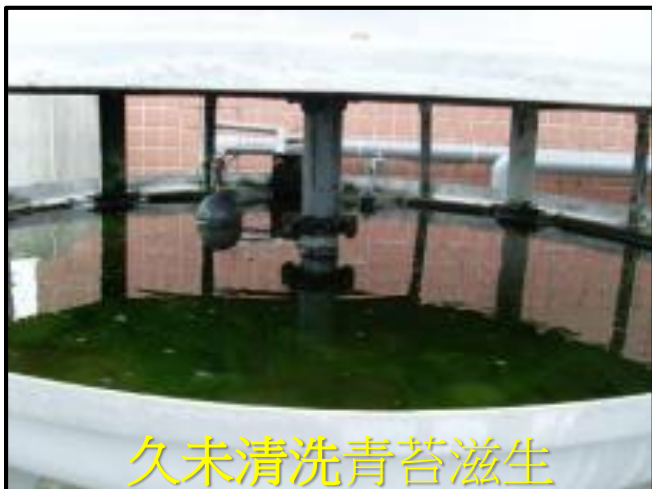
案例-冰水主機汰舊換新

- 單位空調系統採用中央空調冰水系統，目前有6台40RT往復式冰水主機，皆為民國93年出廠之設備，並使用R-22冷媒，此冰水主機已使用22年，效率過差且R-22冷媒已禁止使用，建議進行冰水主機汰舊換新，設備汰換後節能率預計可達約30%。

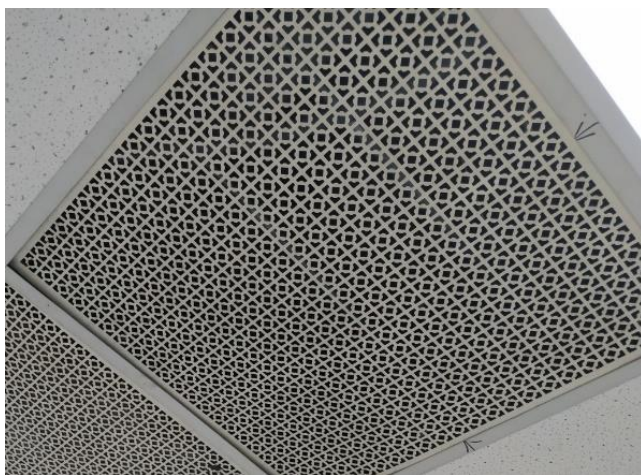


案例-空調設備缺乏維護保養

- 空調設備應定期清洗室內濾網、室外機、冷卻水塔等設備，以維持空調設備散熱效率。



冷卻水塔老舊散熱效率不佳



空調箱濾網髒污未清洗2

案例-空調設備安裝不當

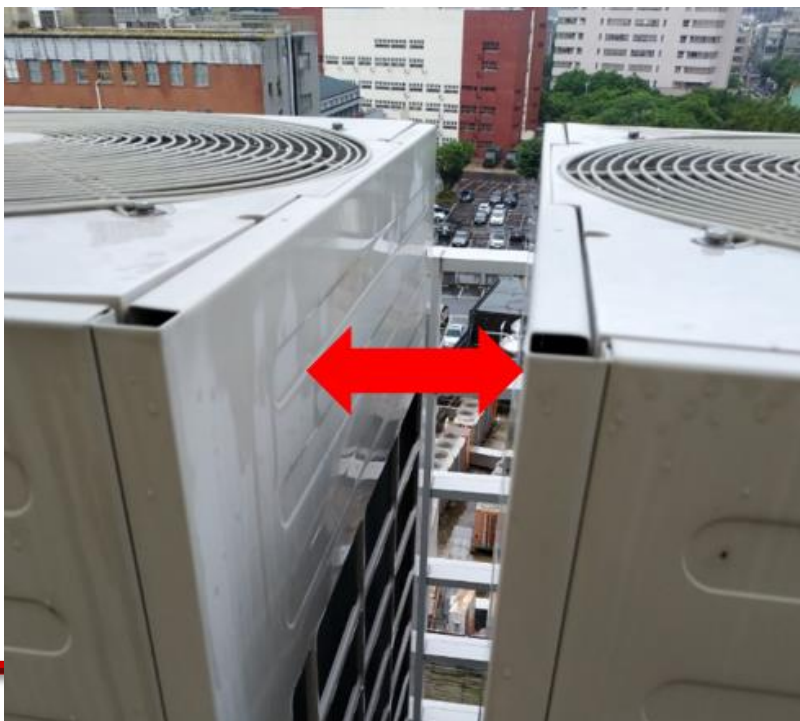
- 室外機出風口避免有雜物且離地面有75公分，吸風口離兩側圍牆能有50公分空間，使空調機散熱效果佳才能發揮冷氣機應有的效能
- 氣冷式主機置於頂樓，並於主機上方加裝遮陽棚，雖然可以避免主機風吹雨淋，但是由於遮陽棚接近主機散熱風扇，因此熱氣不易排散，會導致主機散熱不良影響運作效率。



冷氣機室外機散熱不良導致耗能提高

案例-空調設備安裝不當

- 空調室外機擺放間隔過於密集，容易導致熱氣不易排散，影響主機效率，造成耗電量增加。
- 冷媒管保溫已多處損壞，造成保溫效果不佳且冷媒溫度升高，建於維護保養空調室外機的同時，一併檢查冷媒管保溫包覆是否完整。



案例-室內設定溫度過低

➤ 室內溫度明顯偏低，建議可以調整冷房設定溫度至24℃以上。提高室內溫度1℃約可減少空調6%之耗電。



樓層	位置	溫度(℃)	濕度(%)
6F	辦公區	24.7	62.9
		24.6	61.7
	電梯口	23.4	62.3
		23.8	67.8
7F	電梯口	23.6	66.1
		22.7	67.5
		23.8	66.4
	辦公區	23.6	63.4
		23.9	63.7

結論

- 建立能效指標，用數字管理
 - ✓ 能源使用可視化。
 - ✓ 運用管理機制提供合理化節能資訊與輔導。
 - 針對老舊設備進行汰舊換新
 - ✓ 使用15年以上且使用時數較長空調設備優先汰換。
 - 定期執行空調設備維護保養
 - ✓ 確保空調設備的妥善率與效率。
 - 空調節能從減少空調負載開始
 - ✓ 源頭管理，減少假性需求。
 - ✓ 跟隨空調負載變動，合理調配對應設備，優化運轉策略。
-

敬 請 指 教

媽媽說女孩不會做家事會被人嫌
爸爸說女孩讀理工將來會很辛苦
他們為什麼不對哥哥這麼說？

CEDAW讓女孩有發揮潛能 平等發展的機會



我可以當工程師、科學家、甚至開飛機
我可以、妳也可以

CEDAW

消除對婦女一切形式歧視公約

促進性別平等 讓世界更美好

廣告

【消除歧視 性別平等】

《消除對婦女一切形式歧視公約》簡稱CEDAW，
是全球共同遵行的公約，世界共同的潮流，
我國透過立法使婦女在政治、社會、經濟、就業、
文化、教育、健康、法律、家庭、人身安全等各個領域，
獲得充分的發展與保障，
建立性別平等的幸福社會！



每一個領域 都有妳的位置

| 消除對婦女一切形式歧視 |

消除性別歧視是國際社會潮流。

我國透過立法保障婦女在各領域的基本權益，

讓婦女在社會上能夠平等參與、共治共決，

獲得平等發展的機會，擁有屬於自己的位置。

CEDAW上路，需要你我共同協力來成就性別平等的友善社會。



簡稱
CEDAW

政府正推動《消除對婦女一切形式歧視公約》

更多資訊請上行政院性別平等處 <http://www.gec.ey.gov.tw>

我國已於101年1月1日實施「消除對婦女一切形式歧視公約施行法」，致力於各項法規及行政措施之檢討與改進，在政治、社會、經濟、就業、文化、教育、健康、法律、家庭、人身安全等各個領域，保障婦女獲得平等的發展機會，建立性別平權的幸福國度。



性別平等

從你**我**做起