

水側管路節能管理要點

簡煥然

1.能效指標

應用	計算對象	指標	數值
1.泵浦單獨能效 2.泵浦整機能效	1.以歐盟MEI0.4標準選用泵浦 2.歐盟馬達能效 3.泵浦整機能效 4.泵浦流功(kW) 5.泵浦耗電量(kW)	1.MEI0.4能效%=C40能效% =流功(kW)/軸功(kW) 2.耗電比=耗電功(kW)/流功(kW)	耗電比<1.5
3.設備冷卻能效	6.設備散熱量(kW), (RT)	3.搬運效率(kW/kW)=散熱量(kW)/耗電量(kW) 4.能效(kW/RT)=耗電量(kW)/散熱量(RT) 5.搬運效率(kW/kW)=散熱量(kW)/流功(kW)	耗電搬運效率>72 流功搬運效率>80
4.空調系統	7.熱負載(RT)	6.能效(kW/RT)=耗電量(kW)/熱負載(RT) 7.能效(kW/kW)=COP =熱負載(kW)/耗電量(kW)	泵浦<0.05, 系統<0.75 系統<0.6, COP>5.5
5.橫流式冷卻塔	8.風扇耗電量(kW)	8. 能效(kW/RT)=耗電量(kW)/熱負載(RT)	風機<0.02開放式 風機<0.06密閉式

2.流量規格

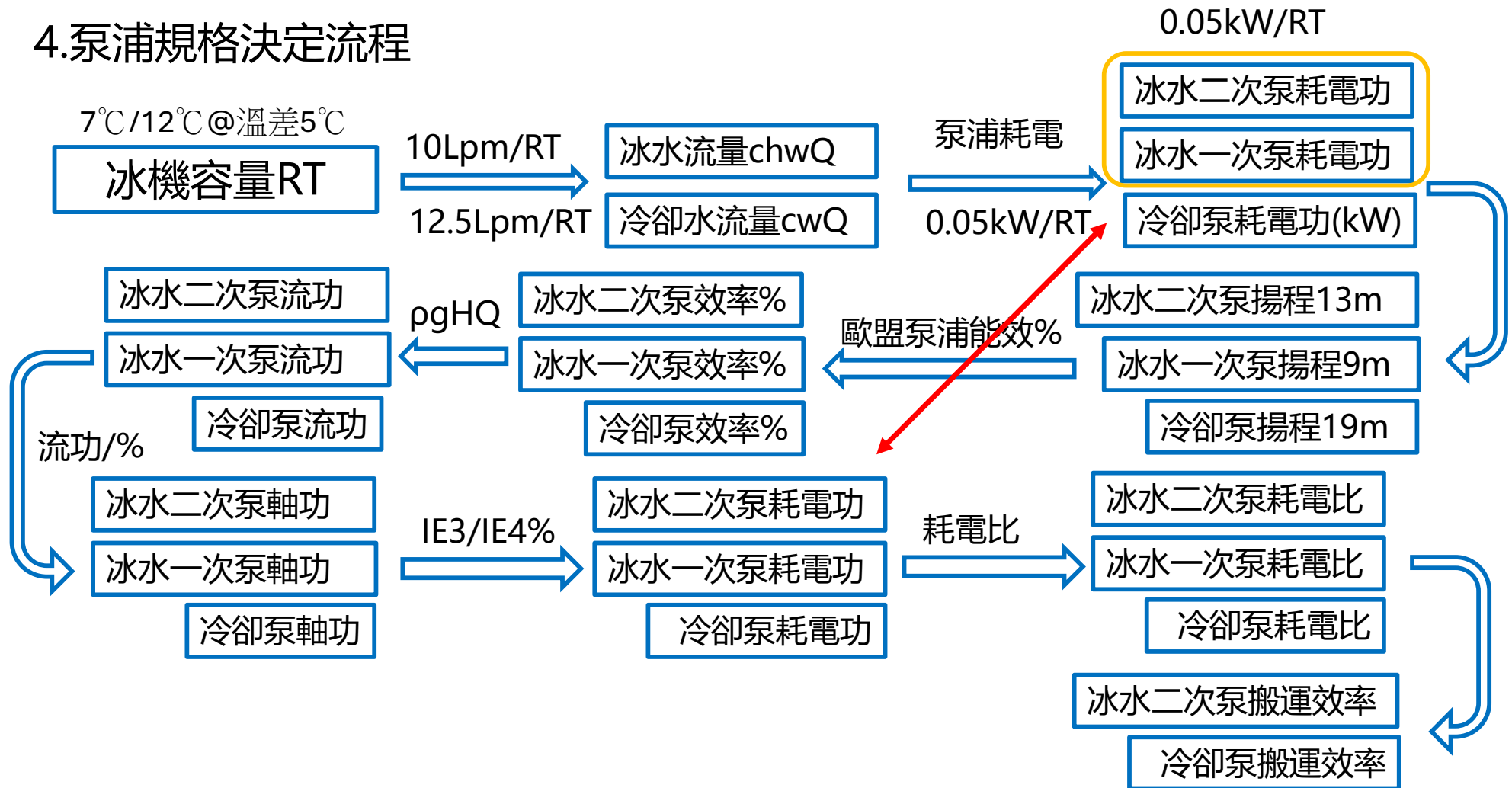
系統	散熱溫差 $^{\circ}\text{C}$	流量標準
冰水機	5°C	1.冰水泵 10Lpm/RT 2.冷卻泵 12.5Lpm/RT
熱泵	5°C	1.冰水泵 10Lpm/RT , RT熱負載 2.熱水泵 15Lpm/RT , RT熱源
冷卻塔	橫流式, 5°C , 趨近溫度 $<3^{\circ}\text{C}$ 密閉式, 5°C , 趨近溫度 $<5^{\circ}\text{C}$	1.冰機 12.5Lpm/RT, RT熱負載 2.設備 10Lpm/RT , RT散熱量

泵浦	流速 m/s	轉接管	速度轉換
入口流速	3-4.4 m/s	偏心管, 由大轉到小	由2m/s 加速為 $>3\text{m/s}$ -4.4m/s
出口流速	5-9 m/s	對稱管, 由小轉到大	由5m/s-9m/s 減速為 $>2\text{m/s}$

3.揚程規格

系統	管路	揚程標準
一般管路	直管+彎頭+大小頭 +閥全開	4m/100m 每100m常需要4m揚程 流速2m/s
冰水機	一次泵 二次泵 冷卻泵	1.一次泵<9m，蒸發器揚程5m 2.二次泵<13m，室內機2-3m，空調箱4-6m 3.冷卻泵<19m，冷凝器揚程5m
熱泵+板熱	一次泵 二次泵 熱水泵	1.一次泵<9m，蒸發器揚程5m 2.二次泵<13m，室內機2-3m，空調箱4-6m 3.熱水泵<12m，冷凝器揚程5m 4.熱水循環泵<10m，板熱揚程4m 5.熱水加壓泵<50m，歐洲規格水龍頭，15-50m
冷卻塔	橫流式，散水盤-盛水盤 密閉式，盤管	1.開放式冷卻塔， $C_0=1.8m$ ，3m 2.密閉式冷卻塔9m
水龍頭臉盆	水龍頭+加壓泵	1.加壓泵<50m，歐洲規格水龍頭，15-50m

4. 泵浦規格決定流程



5.冷卻塔標準與能效

中國CCTI性能評價及行業GB/T-7190.1-2018標，准適用於單塔冷卻水量小於1000m³/h, 裝有淋水填料的逆流、橫流機械通風開式冷卻塔。

表 1 标准工况

标准设计	标准工况 I	标准工况 II
进水温度/℃	37.0	43.0
出水温度/℃	32.0	33.0
设计温差/℃	5.0	10.0
湿球温度/℃	28.0	28.0
干球温度/℃	31.5	31.5
大气压力/kPa	99.4	



趨近溫度<4°C

趨近溫度<5°C

中國CCTI性能評價及行業GB/T-7190.1-2018標準規定標準工況下能耗 $\leq 0.028 \text{KW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$,是對冷卻塔耗電比的硬性指標，為此，冷卻塔的能耗對空調系統運行成本起著重要作用。

項 目		能效等級				
		1	2	3	4	5
风机耗电比	标准塔	≤ 0.028	≤ 0.030	≤ 0.032	≤ 0.034	≤ 0.035
(Kw/(m ³ /h))	工业塔	≤ 0.030	≤ 0.035	≤ 0.040	≤ 0.045	≤ 0.050

$$\text{耗電比} = \frac{\text{風機耗電功}(kW)}{\text{水量}(cmh)}$$

$$\text{冷卻塔能效} = \frac{\text{風機耗電功}(kW)}{\text{熱負載}(RT)}$$

6.冰機最新能效

GB 19577-2024 表 2 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组能效等级指标(二)

机组类型		名义制冷量(CC) kW	能效等级			
			1 级	2 级	3 级	
产品标准	型式		COP _l	COP _l	CSPF/ IPLV/ ACCOP*	COP _l
GB/T 18430.1、 GB/T 18430.2	舒适型	水冷式				
		CC ≤ 300	5.30	5.10	5.20	4.20
		300 < CC ≤ 528	5.80	5.60	5.70	5.00
		528 < CC ≤ 1 163	6.20	6.00	6.20	5.40
		CC > 1 163	6.40	6.20	6.30	5.60
	风冷式	CC > 50	3.40	3.20	3.30	2.80

0.66
0.606
0.567
0.549

* 执行 GB/T 18430.1 和 GB/T 18430.2 的水冷式舒适型机组的能效指标为 IPLV, 风冷式舒适型机组的能效指标为 CSPF。

• 1 冷凍噸(RT) = 12000 BTU/H = 3024 kcal/h = 3.516kw = 12660KJ.

$$COP=5.8 = \frac{5.8 \text{ 熱負載}(kW)}{1 \text{ 耗電功}(kW)} = \frac{5.8}{3.516} \frac{\text{熱負載}(RT)}{\text{耗電功}(kW)} \Rightarrow \text{冰機能效} = \frac{\text{耗電功}(kW)}{\text{熱負載}(RT)} = \frac{3.516}{5.8} = 0.606$$

GB 19577-2024 表 1 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组能效等级指标(一)

机组类型		名义制冷量(CC) kW	能效等级				
产品标准	型式		1级	2级	3级		
			CSPF/IPLV/ ACCOP*	CSPF/IPLV/ ACCOP*	CSPF/IPLV/ ACCOP*	COP _a	
GB/T 18430.1、 GB/T 18430.2	舒适型	水冷式	CC≤300	6.00	5.60	5.20	4.20
			300<CC≤528	7.20	7.20	5.70	5.00
			528<CC≤1 163	8.10	7.50	6.20	5.40
			CC>1 163	8.50	8.10	6.30	5.60
		风冷式	CC≤50	4.50	4.0	3.50	2.70
			CC>50	4.30	3.85	3.30	2.80
		蒸发冷却式	CC≤300	5.40	5.00	4.40	4.00
			CC>300	5.80	5.40	5.10	4.60
	数据中心专用型	水冷式	CC≤528	8.20	7.50	6.80	6.00
			528<CC≤1 163	10.00	8.00	7.40	6.50
CC>1163			12.00	10.00	8.00	7.00	
	风冷式	—	6.80	5.80	4.80	3.00	

* 执行 GB/T 18430.1 和 GB/T 18430.2 的水冷式舒适型、蒸发冷却式舒适型机组的能效指标为 IPLV,风冷式舒适型机组的能效指标为 CSPF,数据中心专用型机组的能效指标为 ACCOP。

能效(kW/RT)

0.586

0.451

0.434

0.414

0.429

0.351

0.293

變頻系統是必要選擇

* 执行 GB/T 18430.1 和 GB/T 18430.2 的水冷式舒适型、蒸发冷却式舒适型机组的能效指标为 IPLV, 风冷式舒适型机组的能效指标为 CSPF, 数据中心专用型机组的能效指标为 ACCOP。

7. 112年冰機最新能效

附表一

冰水機組製冷能源效率基準

冰水機組類型		標示額定製冷能力	製冷能源效率基準
			性能係數(COP)
水冷式	容積式	< 528kW	4.45
		≥528kW <1758kW	4.90
		≥ 1758kW	5.50
	離心式	<528kW	5.00
		≥528kW <1055kW	5.55
		≥ 1055kW	6.10
氣冷式		全機種	2.79

附表五

冰水機組製冷能源效率分級基準表

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	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		全機種	2.79	3.00	3.20

8.討論

當冰機組的能效可以低於0.606kW/RT時，150RT冰機組為例，空調水側系統要求的0.75kW/RT的最低要求視輕易可達成，因為泵浦的能效為0.05kW/RT及冷卻塔的能效為0.02kW/RT，二者都是最低要求，則系統最低要求的能效計算如下：

設備	額定點能效(kW/RT)	IPLV能效(kW/RT)
冰機組	0.606	0.451
冰水泵(一次、二次合計)	0.05	0.025
冷卻泵	0.05	0.025
冷卻塔	0.02	0.012
合計	0.726	0.513
商用建築法規最低要求	≤0.75	NA

以上IPLV能效的推算中，係以冰機組的IPLV為參考，泵浦與冷卻塔部分則來自現場量測經驗，這些數據對工程師進行現場量測時會很有幫助。