



news, products, community - R744.com is the industry platform for CO₂ cooling and heating experts worldwide.

Everything R744

Energy from Air & water



CO₂ & 傳統冷煤比較



ECO Cute CO₂ Heat Pumps

CO₂ 高溫熱泵熱水機

Vincent Hsieh

Energy from Air & water

● 熱泵熱水機市場分析

若以冷媒來區分市場, 如下圖所示主要分為一般傳統冷媒和CO2冷媒:

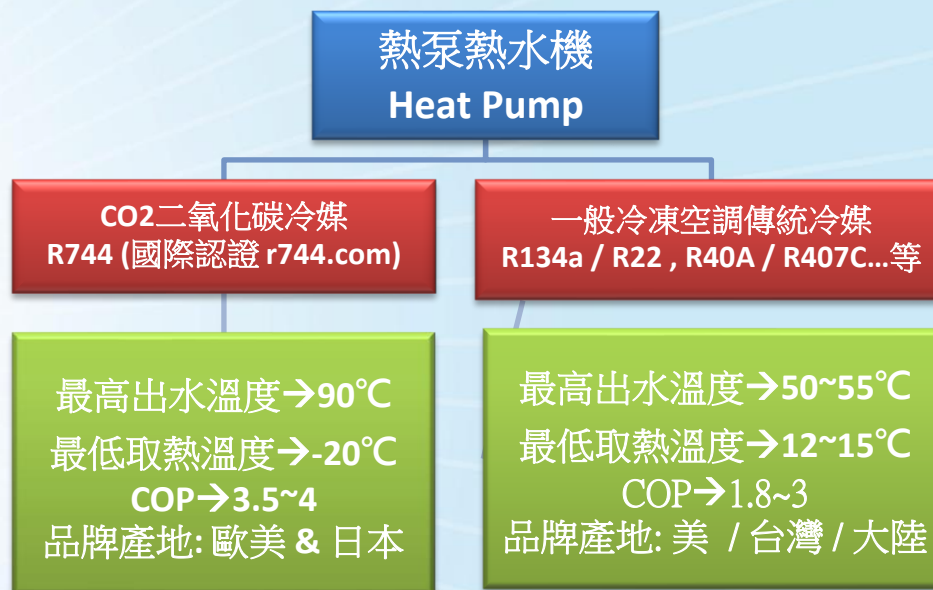


表2. HFC-134a和R-744冷媒的物理特性 (0℃環境下的特性)

冷媒名稱	臨界溫度 °C	臨界壓力 kPa	潛熱值 kJ/m ³	潛熱值 kJ/kg	飽和蒸汽密度 kg/m ³	蒸氣壓 kPa
HFC-134a	101.1	4,067	2,860	198	14.4	350
R-744	31.1	7,381	22,600	232	97.6	3,970

ECO Cute CO2 Heat Pumps

Energy from Air & water

●冷媒應用限制:

冷媒與全球暖化 – 林國偉

1985維也納公約、1987蒙特婁
議定書、1997京都議定書

氟是壞大氣層臭氧的元凶

CFCs, Halons, CCl₄, HCFCs

氟氯碳化物

氫氟碳化物HFCs

(劇毒、易燃、車用)

製熱系統中冷媒效能排名

(製冷系統則反之)

1.CO₂二氧化碳

2. 碳氫類R600a(壓小、小型家電)

3. HFO-1234yf (毒、燃、車用)

表1. 幾種冷媒的臭氧層破壞潛勢 (ODP) 及全球暖化潛勢 (GWP)

冷媒名稱	化學式	在大氣中之殘留年	ODP	GWP (百年計)	可燃性
DP-1			0	40	No
CFC-11	Trichlorofluoromethane CCl ₃ F	50±5	1	4,000	No
CFC-12	Dichlorodifluoromethane CCl ₂ F ₂	102	1	8,500	No
HCFC-22	Chlorodifluoromethane CHClF ₂	13.3	0.055	1,700	No
HFC-32	Difluoromethane CH ₂ F ₂	5.6	0	650	Yes
HFC-41	Methyl Fluoride CH ₃ F		0	97	
HFO-1234yf	CF ₃ CFCH ₂		0	4	Yes
Fluid H	CF ₃ CFCH ₂ (major) + CF ₃ I (minor)		0	<10	No
HFC-125	Pentafluoroethane C ₂ HF ₅	29	0	3,500	
HFC-134a	1,1,1,2-Tetrafluoroethane C ₂ H ₂ F ₄	14.6	0	1,300	No
HFC-152a	1,1-Difluoroethane C ₂ H ₄ F ₂	1.5	0	140	Yes
HC-290	Propane C ₃ H ₈	<1	0	8	Yes
HFC-407C	R-32/R-125/R-134a (23/25/52)				
R-410A	R-32/R-125 (50/50)		0	1,725	
HC-600a	Isobutane CH(CH ₃) ₂ CH ₃	<1	0	3	Yes
R-717	Ammonia NH ₃		0	0	Yes
R-718	H ₂ O				No
R744	CO ₂		0	1	No
HCP-744	CO ₂ + HFC-41 (50/50)		0	46	No
非冷媒					
	CH ₄			25	Yes
	N ₂ O			300	
	SF ₆	3,200		24,000	

註：CH₄溫室效應以20年計算為二氧化碳的72倍；N₂O則為276倍。

● CO2與傳統冷媒比較

最理想冷媒條件: 無毒、不爆炸、對金屬及非金屬無腐蝕作用、不燃燒、泄漏時易於察覺、化學性安定、對潤滑油無破壞性、具有較高的蒸發潛熱、對環境無害，**看起來只有天然的二氧化碳有這樣完美條件。**

表 1. CO₂與傳統人工合成冷媒的性能比較

		CFC12	HCFC22	HFC134a	CO ₂
ODP(臭氧層破壞能力)		1.0	0.05	0	0
GWP(溫室效應)	100 年	7100	1600	1200	1
	20 年	7100	4200	3100	1
可燃性或爆炸性		No	不易	不易	No
分解後產物之毒性/刺激性		是	是	是	否
相對價格		1	1	3-5	0.1
分子量		120.9	86.48	102.03	44.01
臨界點 (Critical)	溫度, °C	112.0	96.2	101.2	31.1
	壓力, bar	41.6	49.9	40.7	73.8
0°C 時壓力, bar		3.09	4.98	2.93	34.85
0°C 時蒸發潛熱, kJ/kg		152.5	204.9	198.4	231.6
0°C 時體積冷凍能力, kJ-m ³		2,740	4,344	2,860	22,600
COP(0°C/40°C)標準行程效率		5.62	5.55	5.49	2.78*
0°C 時 C _p 值(kJ/kg k)	飽和液體	0.93	1.17	1.34	2.42
	飽和氣體	0.65	0.72	0.90	0.58
0°C 時 K 值(W/m k)	飽和液體	0.078	0.100	0.092	0.105
	飽和氣體	0.008	0.009	0.012	0.023
0°C 時 v 值(10 ⁶ m ² /s)	飽和液體	0.192	0.184	0.212	0.095
	飽和氣體	0.656	0.565	0.880	0.156
Isentropic exponent, ideal gas		1.14	1.20	1.12	1.30



● CO2冷媒超臨界

CO2高溫熱泵其運轉時冷媒是在超臨界狀態下進行。放熱時因為不冷凝成液體(冷凝過程entropy變化小)溫度與密度連續變化小，與水作熱交換時比起傳統氟氯碳合成冷媒(HCF, HCFC R134 / 22 / 12)具有更高放熱效率。適合大溫差加熱，也因此製熱側(90℃)和製冷(5℃)側皆能達到定溫出水效果，CO2是屬於高蒸汽壓冷媒，其沸點和臨界點都比一般傳統冷媒為低。其最大的差別是一般冷媒(如R12或R134a)都是在其臨界壓力與溫度之下操作，意是指僅在氣態和液態間轉換，但CO2循環，則是以**貫穿臨界循環(transcritical cycle)**，其冷凝器則是在超臨界(supercritical)狀態下操作，屬於高端高壓(130~150 kg/cm²)冷媒控制技術，絕非一般冷氣壓縮機改裝之傳統熱泵。

傳統冷凍空調系統循環性能則採用熱傳率 $UA \times LMTD$ 來估算，冷凝器部分則分為過熱，兩相及過冷三段計算，蒸發器則分為兩相及過熱兩段，並採用Wolf(1995)的毛細管經驗公式來進行計算系統整體性能。而貫穿臨界循環則將**超臨界狀態視為單相冷卻(放熱)過程處理**，蒸發側(製冷吸熱)則與傳統冷凍系統循環計算相同。

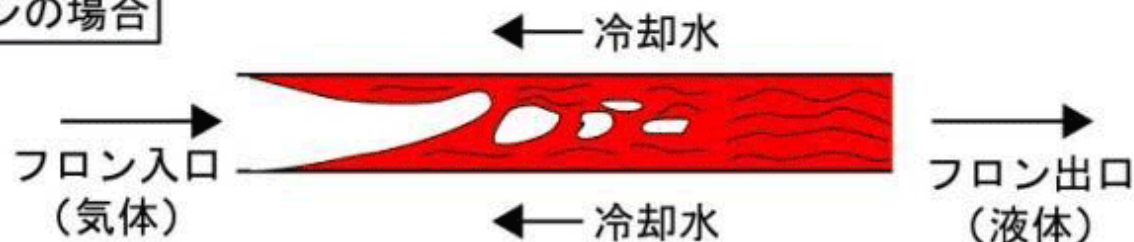


CO2
R744

Energy from Air & water

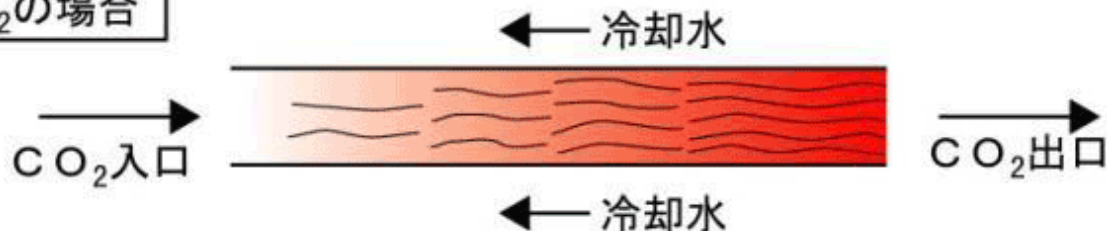
●CO₂冷媒冷凝超臨界態高溫放熱説明

フロンの場合



●フロンは、気体→液体へ変化（凝縮）し、水に熱を与える。

CO₂の場合



●CO₂は超臨界なので温度・密度が連続的に変化し、水に熱を与える。

CO₂
R744

ECO Cute CO2 Heat Pumps

Energy from Air & water

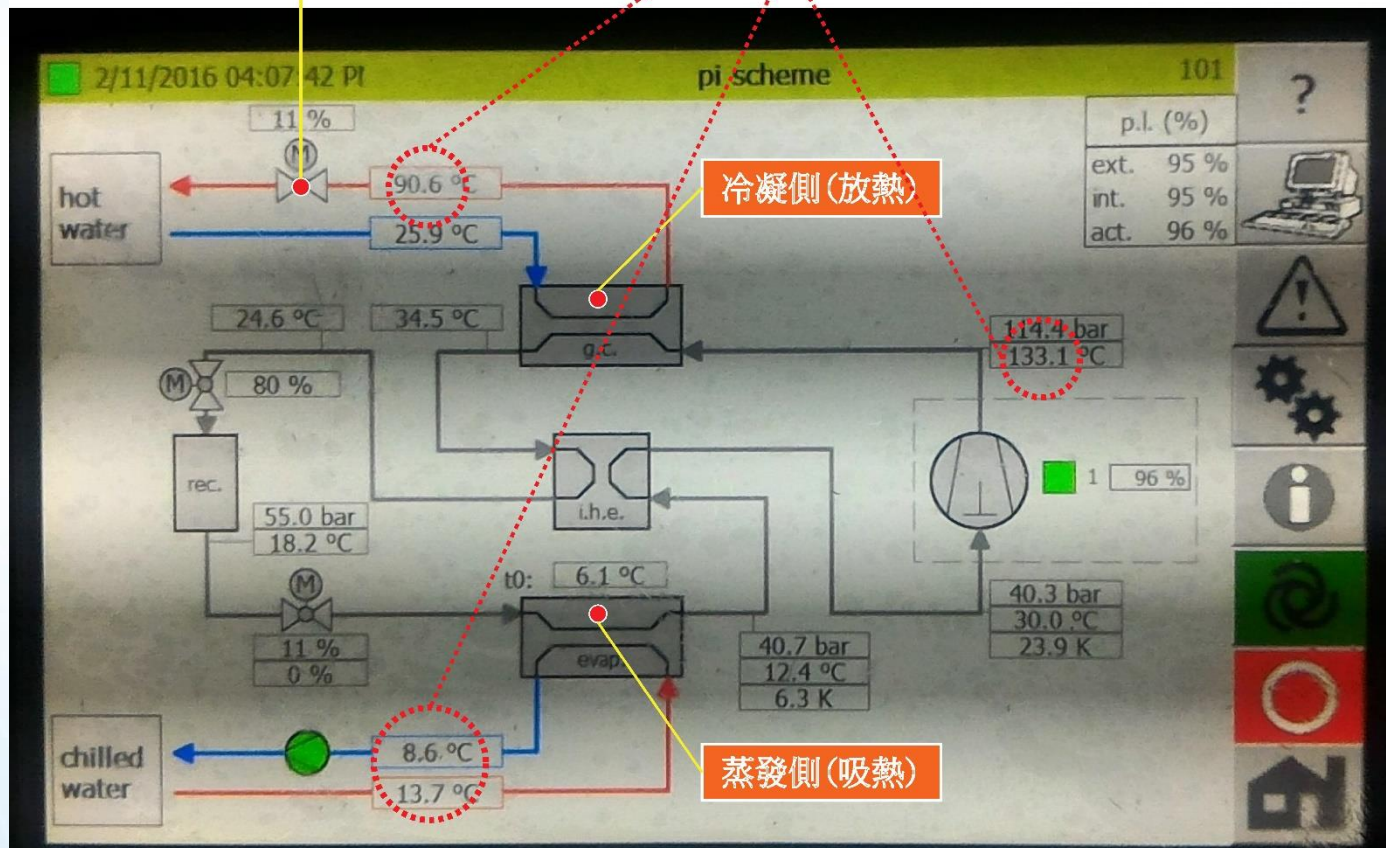
● 90°C 定溫直熱式出水 / 5~10°C 低溫取熱:

以流量比例閥作90°C控溫

90°C定溫出水

冰水側13~8°C取熱5°C (空氣熱源多再20°C以上)

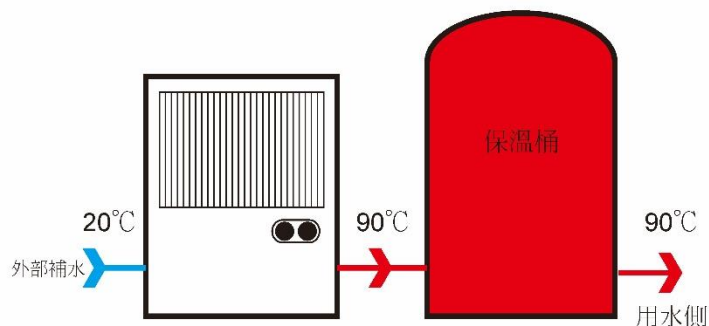
CO2冷媒出口溫度133~140°C



Energy from Air & water

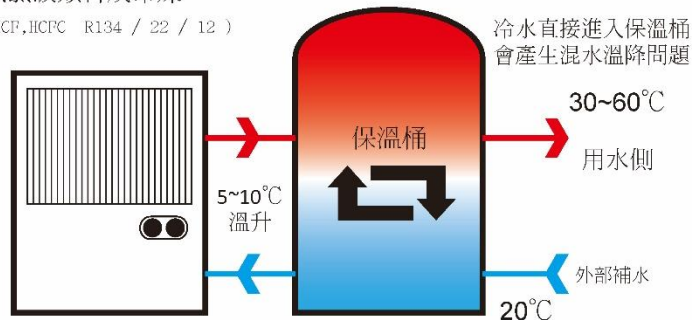
● 熱泵加熱模式分析

直熱式熱泵熱水機



循環式熱泵熱水機
氟氨碳類合成冷媒

(HCF, HCFC R134 / 22 / 12)



熱泵直熱定溫出水時才能正確計算出效能和COP值

流量(L) * 溫升(Δt 20 - 90) = 製熱能力(kw)

COP節能效益 = 製熱能力(kw) / 耗電(kw)

熱泵循環加熱時由於水桶出水後水位下降，冷水不斷補入桶中，雖說可由水錶中確認流量流量(L)但用水側出水溫度浮動，溫升(Δt)成變值，且耗電也會因製熱溫度超過45°C時大幅提高，接近以電熱製熱的狀態十分耗電，這樣浮動的條件更無法計算COP

流量(L) * **溫升(Δt)浮動** = 製熱能力**浮動**(kw)

COP?? = 製熱能力**浮動**(kw) / 耗電(kw)**浮動**

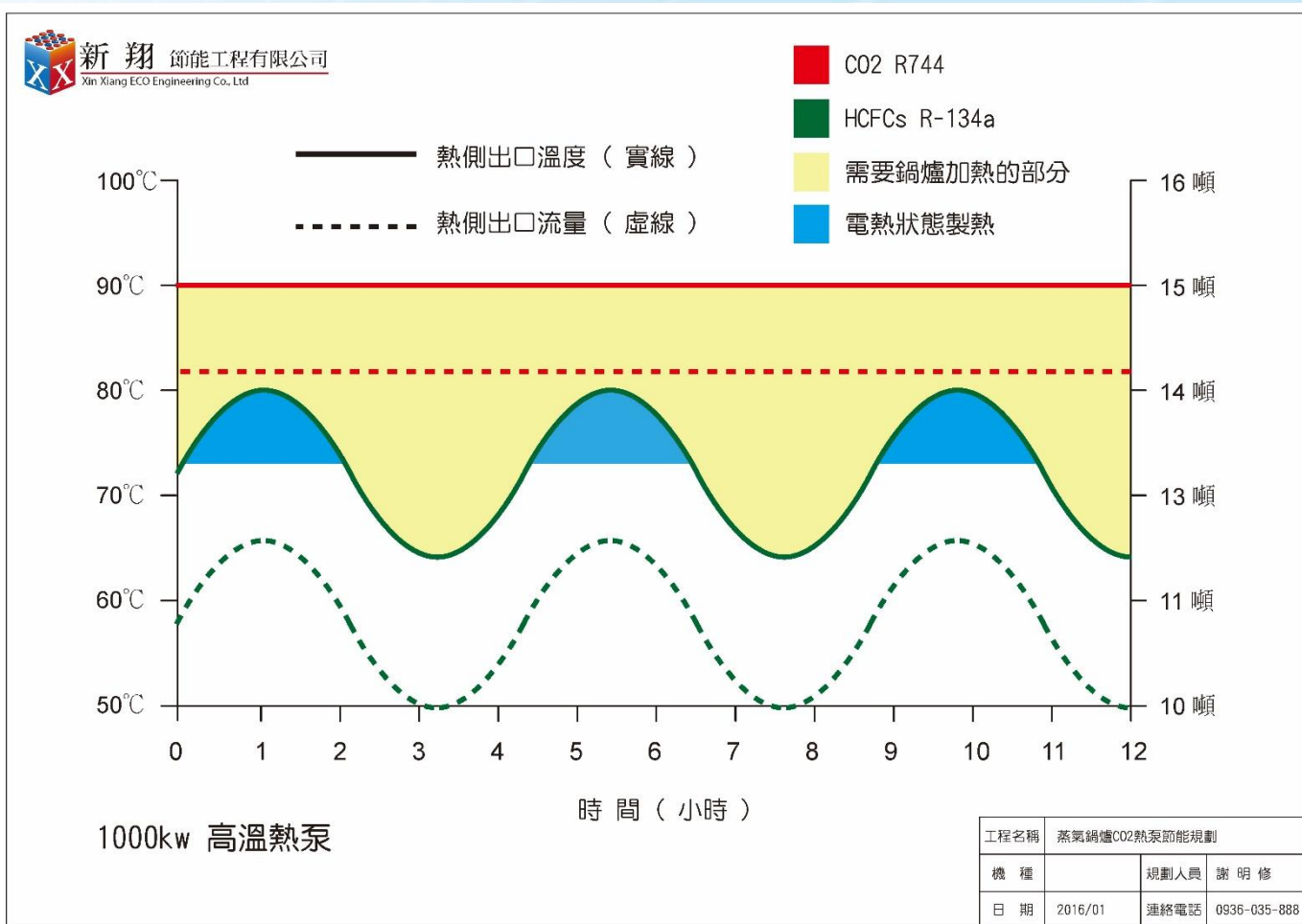
COP?? * 24小時 * 330工作天

一年下來可達到的節能效益落會產生極大的落差
這也為什麼曾經使用傳統熱泵客戶一直以來極大的垢病

ECO Cute CO2 Heat Pumps

Energy from Air & water

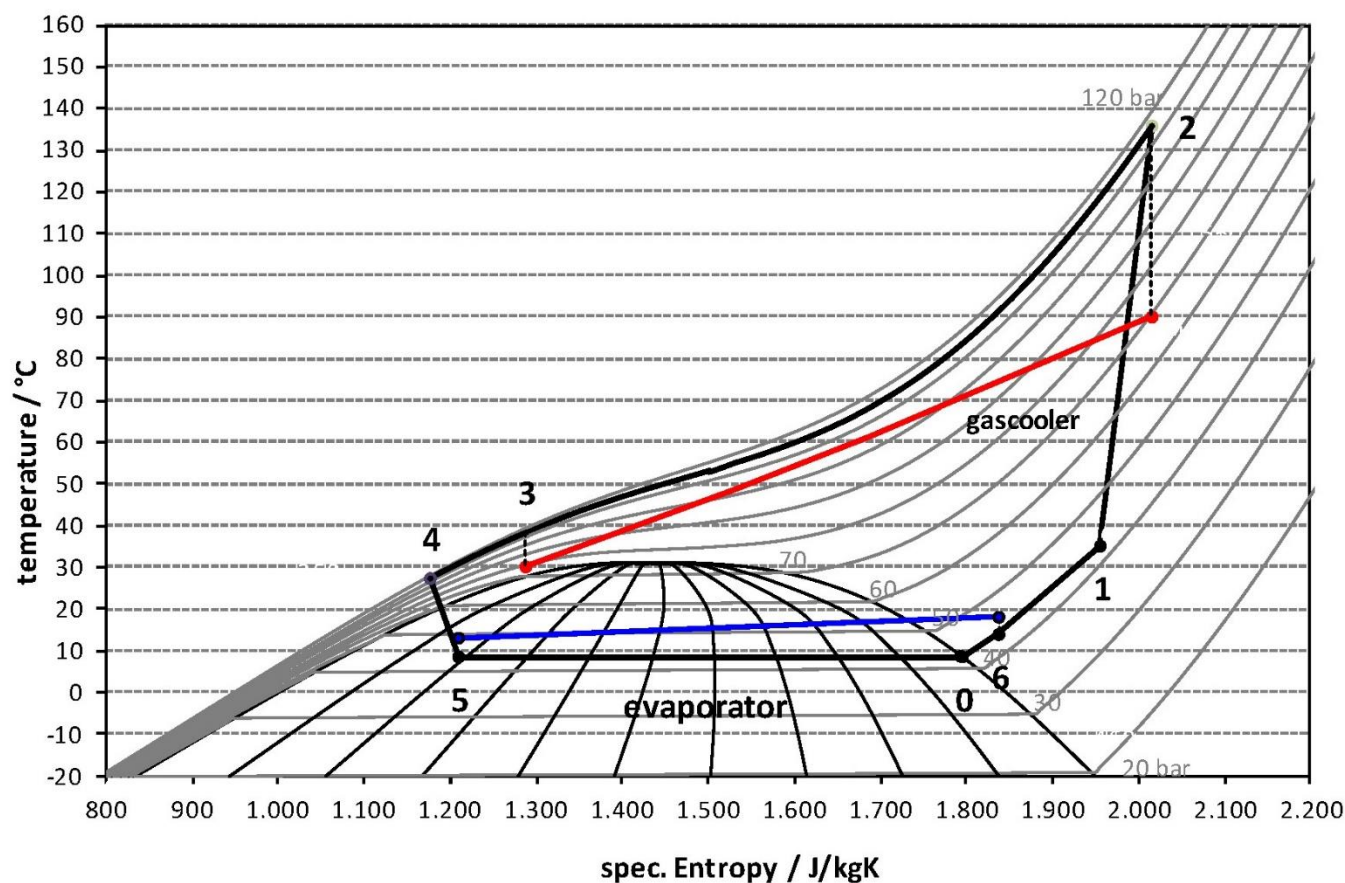
● CO2 R744 & R134a 高溫製熱差異



ECO Cute CO₂ Heat Pumps

Energy from Air & water

- CO₂熱力循環(冷媒約在135°C放熱，熱交換至90°C水中)



ECO Cute CO₂ Heat Pumps

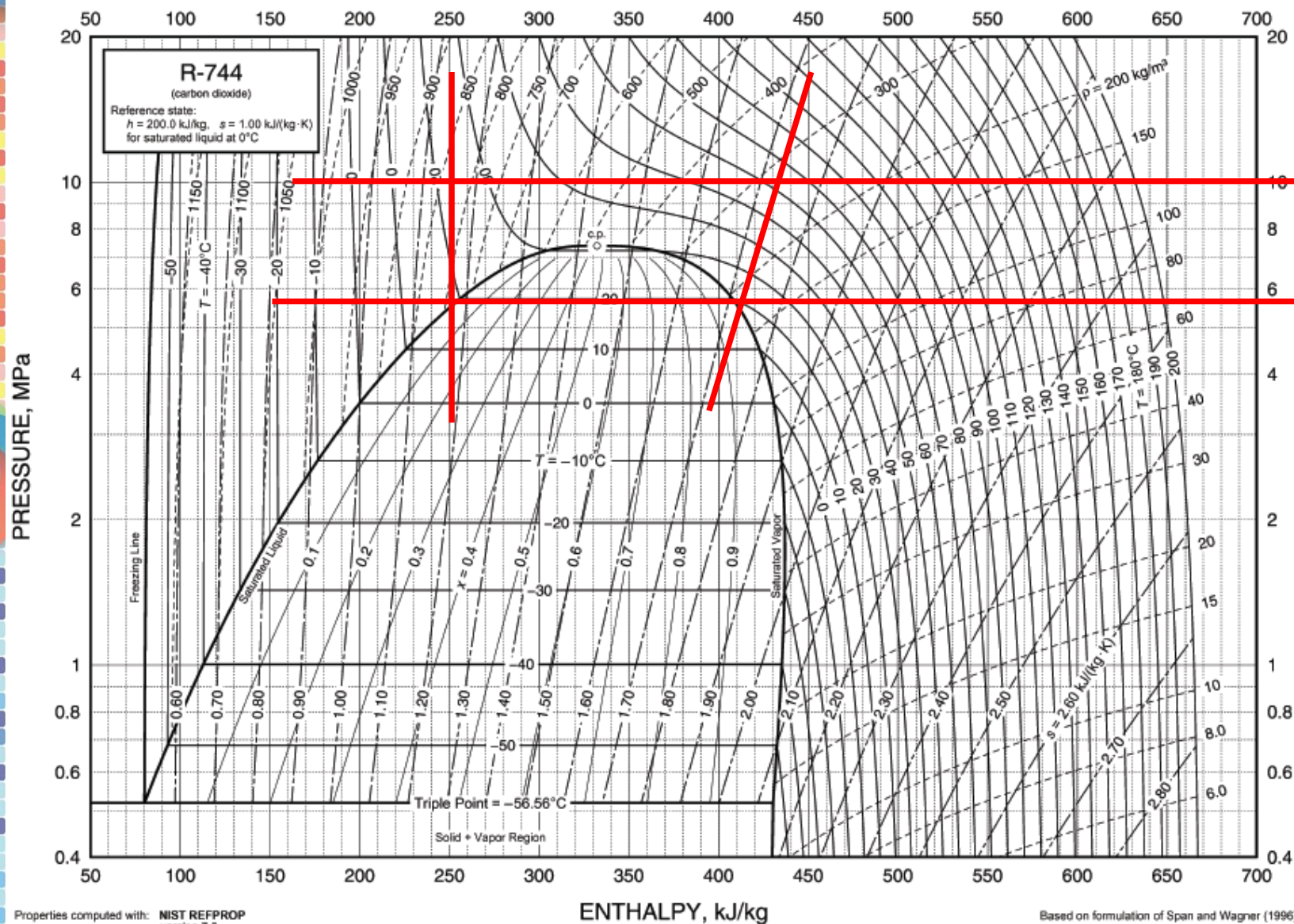
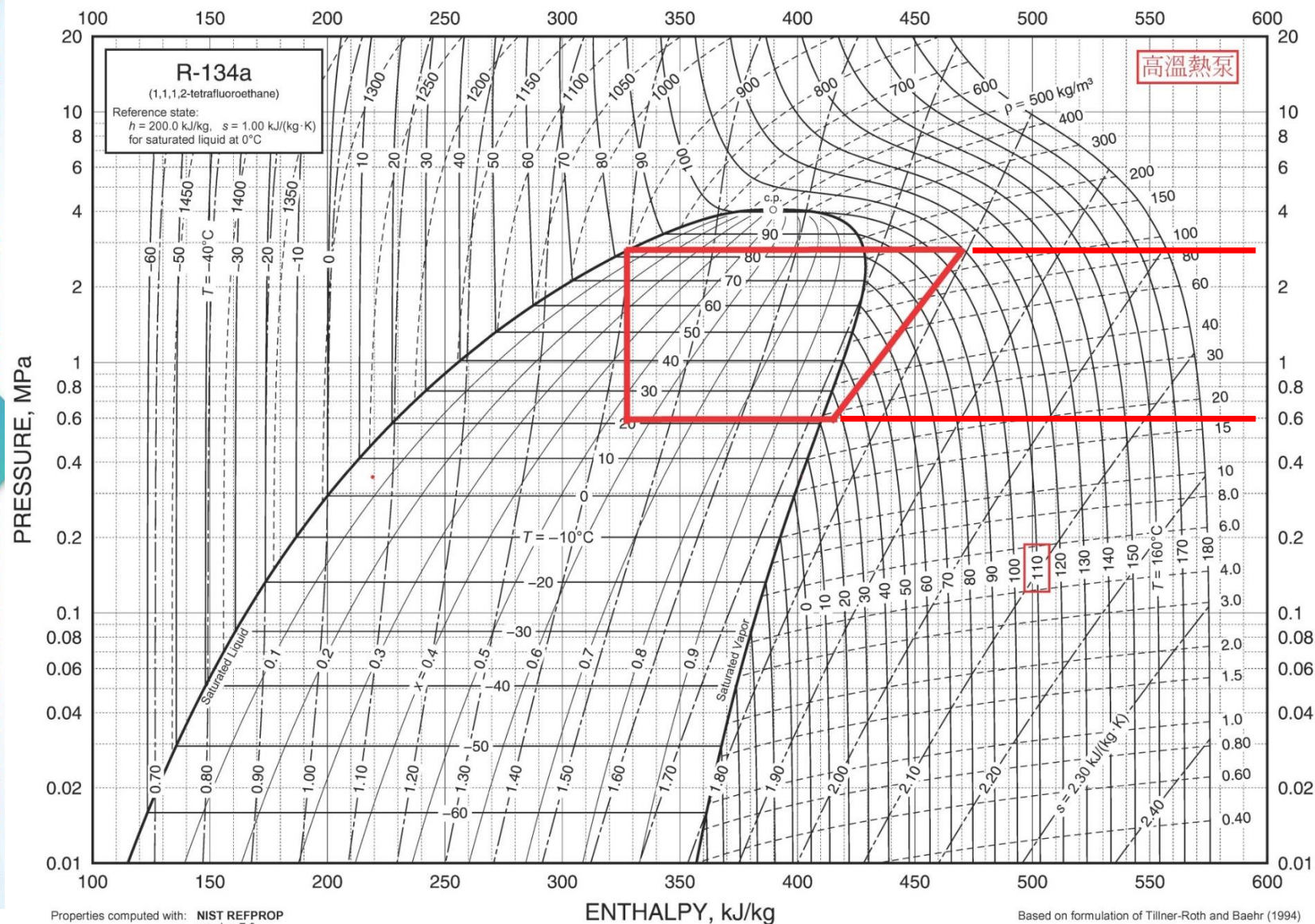


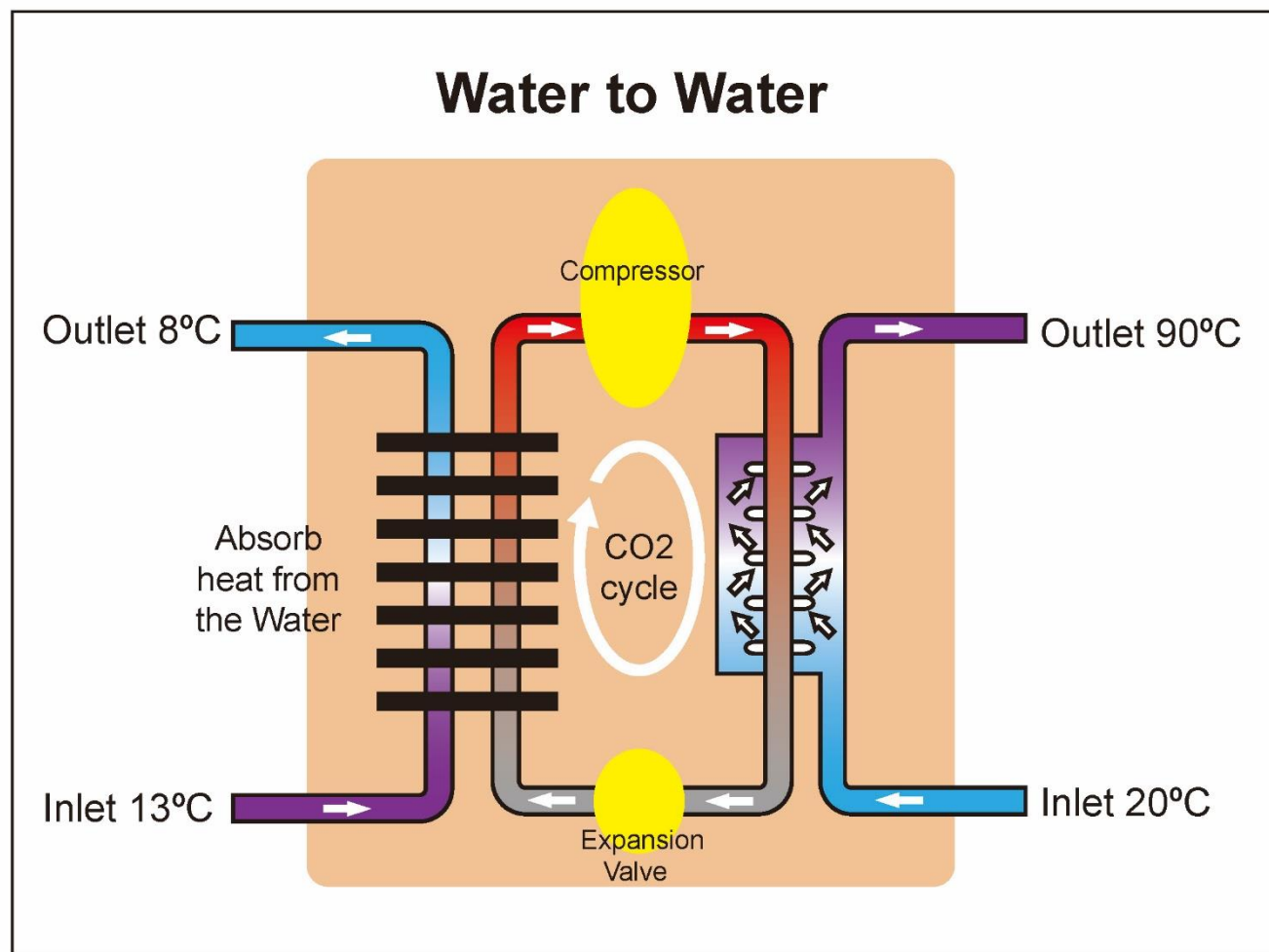
Fig. 18 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 744 (Carbon Dioxide)

XIN XIANG
Xin Xiang ECO Engineering Co., Ltd



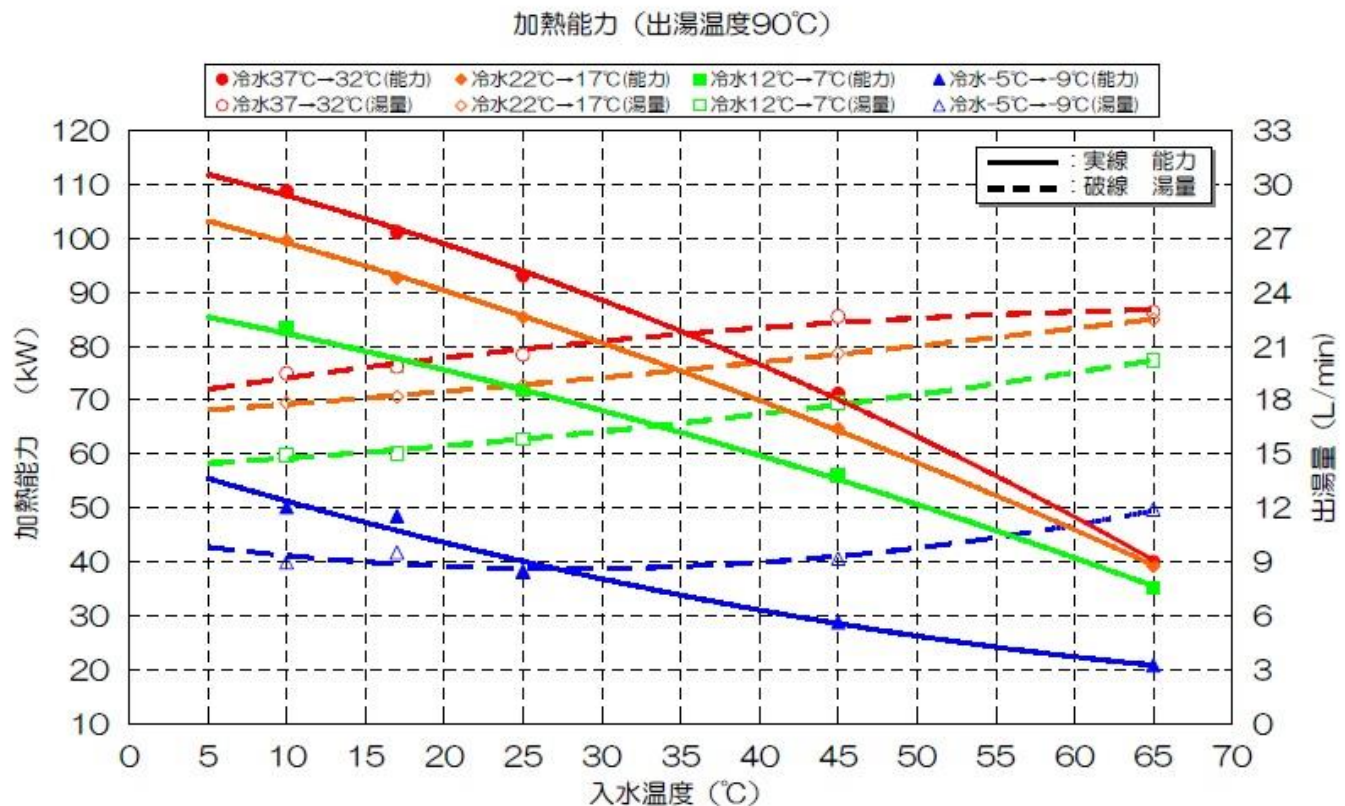
XIN XIANG
Xin Xiang ECO Engineering Co., Ltd

●CO2熱泵冷媒循環



● CO2熱泵效能曲線

b. 出湯温度 90℃時



※ 出湯量上限値を超えた条件での長時間運転は、装置破損の原因になります。出湯温度の設定値を 90℃にするか、入水（温水入口）温度が上がらない設備にして下さい。

Energy from Air & water

● CO2 優勢說明

1. 以CO2作冷媒製作高溫熱水自2005年至今已歷時近20年的考驗，且多以工業商業客戶為主，併獲得各界眾多好評，穩定且值得信賴。
2. CO2冷媒對環保及地球的影響相對於氟氯碳化物冷媒幾乎微乎其微。
3. 技術在地服務問題少。
4. CO2 HP台數分散透過PLC自動控制，可配合客戶產能，作更精準控制。
5. 製冷・製熱只耗一份能，有效快速降低生產成本。
6. 預計未來油價天然氣價約有20~30%漲幅，電價相較之下更為穩定。

