

伺服器水冷式冷卻產業概況

風生水起，好運真來？

王美珍

08/01/2023

群益投顧



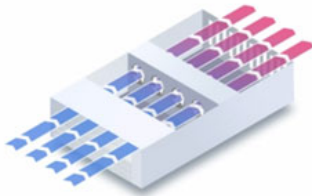
結論

- 各地政府對資料中心PUE要求趨嚴，單用氣冷式冷卻方案難符合要求，搭配水冷式或浸沒式方案已成趨勢。
- 因擅長技術領域不同，氣冷散熱模組廠商於水冷式冷卻較無優勢。
- 與伺服器ODM廠商良好合作關係，為台灣氣冷散熱模組廠商於水冷散熱領域發展最大優勢。
- 伺服器水冷式冷卻除需與既有歐、美廠商競爭外，台廠亦有新競爭者加入，競爭情況將比氣冷散熱劇烈。
- Intel正與中國廠商推動水冷式冷卻各個部件的標準化。中國生產Cold Plate廠商眾多，若標準化設計可行，預期Cold Plate將成為水冷零部件競爭壓力最大的產品。

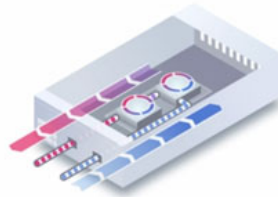
常見的伺服器散熱方案

- 伺服器散熱方案目前常見的有氣冷式(Air Cooling)、直接液體冷卻(Direct to Chip Cooling, Direct Liquid Cooling, DLC)、浸沒式冷卻(Immersion Cooling)。
- DLC亦稱為水冷式冷卻或液冷式冷卻。
- 浸沒式冷卻依冷卻液是否存在相態變化，可分為單相(Single-Phase)和兩相(Two-Phase)兩類。

Air Cooling

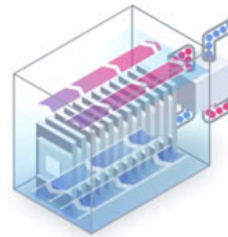


Direct Liquid Cooling

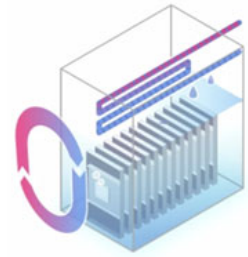


Immersion Cooling

Single-Phase



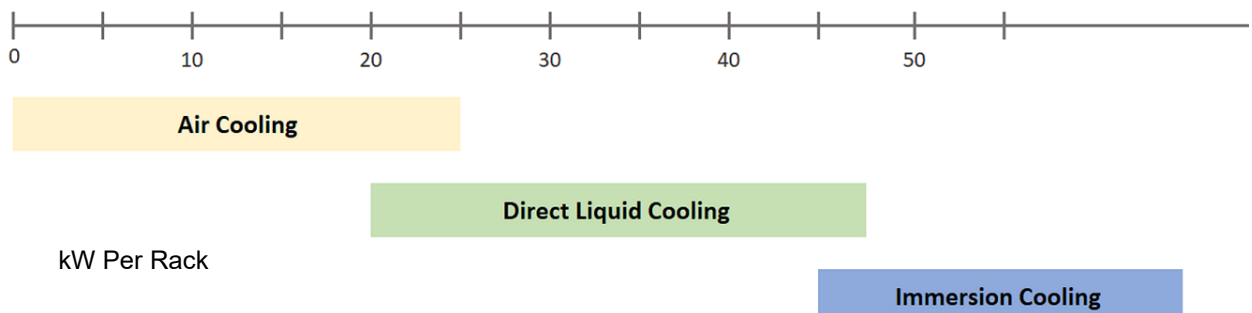
Two-Phase



資料來源：GIGABYTE，群益投顧彙整

依電力需求與可裝置空間選擇冷卻方案

- 氣冷式冷卻：約能處理伺服器使用20kW電力所排出的熱能，適合密度效率比偏低的大型資料中心。
- 水冷式冷卻(DLC)：高效能運算需求，欲省下氣冷裝置空間來安裝更多高密度伺服器。
- 浸沒式冷卻：極度追求高密度的運算模組，如邊緣運算；或數據中心位於封閉空間(<10 m X 10m X 10m)。



資料來源：SuperMicro、GIGABYTE，群益投顧彙整

PUE數值愈低愈好

- 資料中心的電力消耗主要來自電源及空調系統、伺服器及相關設施，與其他支援IT負載及數據中心運作的各項設備。
- 資料中心的效率以Green Grid聯盟於2007年提出的PUE為標準指標。
- PUE理想比率為1.0，意指資料中心所消耗的電力完全用於電腦運算。PUE值越近於1.0，表示資料中心消耗在機房空調冷卻的電力越少。

$$PUE = \frac{\text{設施總用電量}}{\text{IT設備用電量}}$$

資料來源：群益投顧彙整

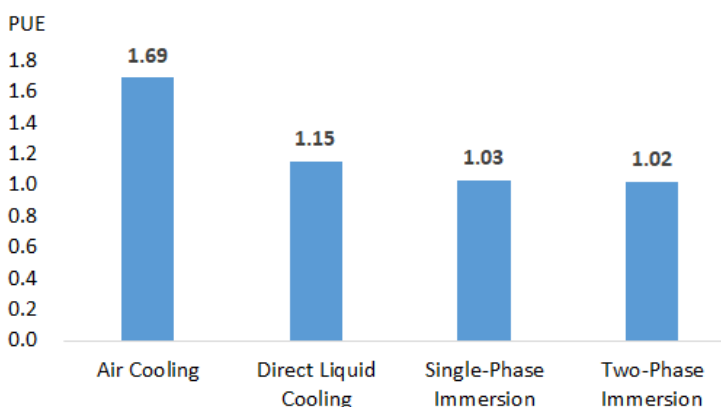
群益投顧

5

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

各地政府對資料中心PUE要求趨嚴

- 各地政府對資料中心PUE要求趨嚴，單用氣冷式冷卻方案難符合要求，搭配水冷式或浸沒式方案已成趨勢。
- 中國部分地區2025年對大型資料中心的PUE要求低於1.25，預期將為水冷式與浸沒式冷卻導入最快速的地區。



地區	PUE規範	執行時間
中國	1.5 ↓	執行中
印度	1.5 ↓	草案
歐盟	1.4 ↓	2025
日本	1.4 ↓	鼓勵形式
新加坡	1.3 ↓	執行中
南韓	1.3 ↓	2025(草案)
德國	1.3 ↓	2025(草案)
荷蘭	1.2 ↓	執行中

資料來源：群益投顧彙整

群益投顧

6

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

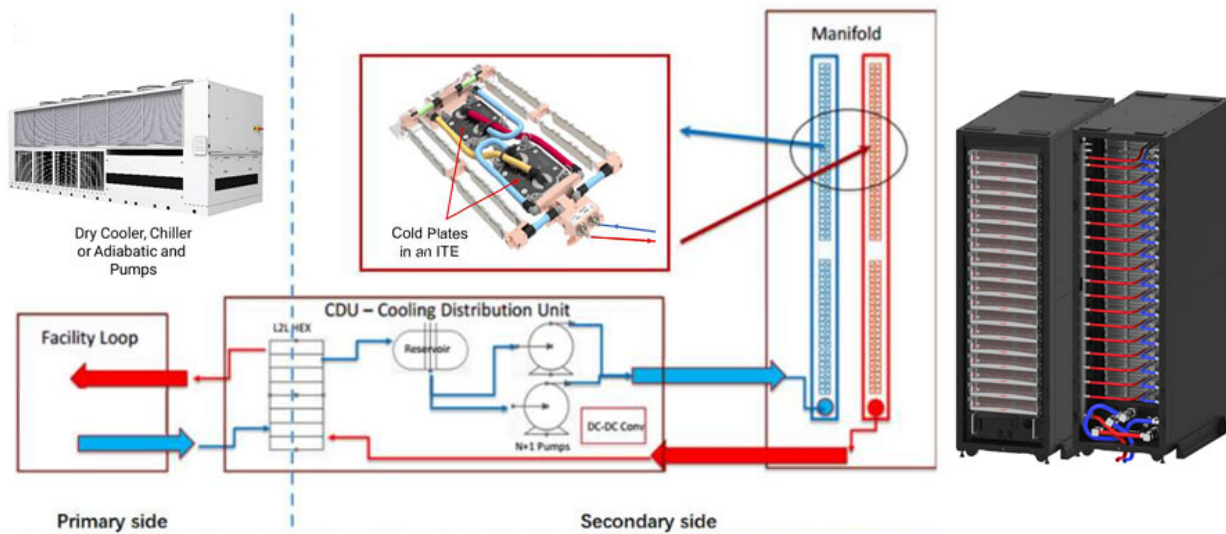
Direct Liquid Cooling原理

- 將發熱器件的熱量通過Cold Plate(水冷板)間接傳遞給封閉式冷卻迴路中的冷卻液體。冷卻液透過熱交換器降溫，再流回伺服器內使用。
- Direct Liquid Cooling系統通常以CDU為分界劃分為一次側系統和二次側系統。其中，一次側系統由室外冷卻系統、一次側水泵、一次側管路組成，二次側系統由水冷機櫃、二次側管路、CDU組成。
- 水冷機櫃內包含Cold Plate、Manifold、流體連接器、設備內水冷管路等。
- Cold Plate用於CPU、GPU主要發熱元件上，部分設計記憶體模組亦會使用。水冷式冷卻技術僅能處理IT設備約60~80%熱量，20~40%熱量仍需由風扇與空調冷卻系統處理。

資料來源：群益投顧彙整

Direct Liquid Cooling System

Liquid to liquid



資料來源：nVent、OCP、H3C，群益投顧彙整



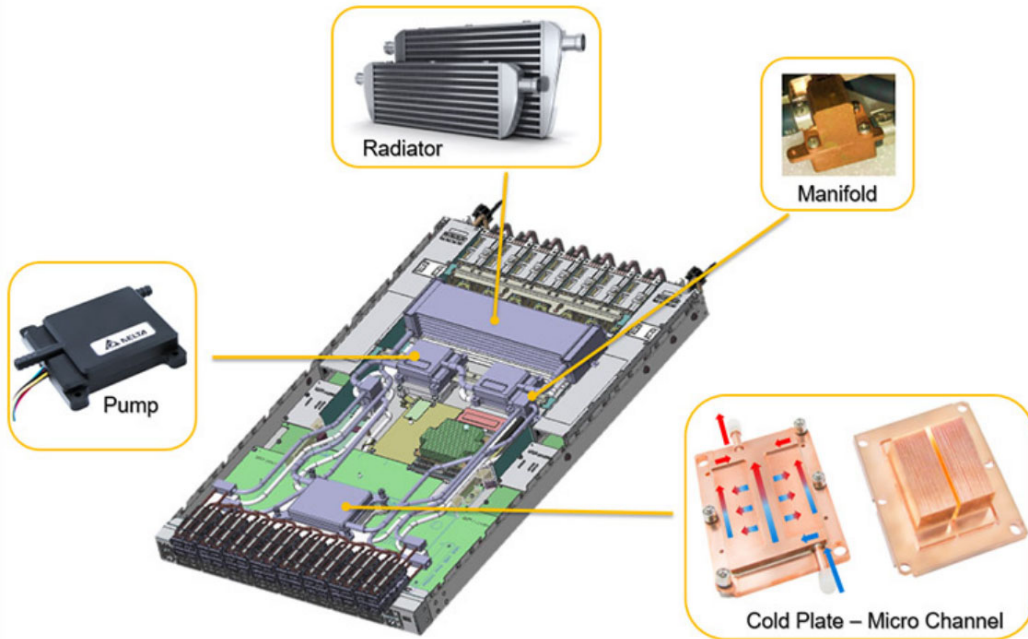
資料來源：ITPUB、Inspur，群益投顧彙整

Direct Liquid Cooling分類

- **Liquid to Liquid**：機房需要安裝液體冷卻管路等設施才能運行。冷卻液傳送到伺服器機房的液體冷卻管線，透過設施的冷卻管路與散熱機制統一排熱。
- **Liquid to Air**：適用於現有氣冷機房，不需另外安裝液體冷卻管路。熱交換器安裝在伺服器機櫃內，把熱能排放到空氣中，但冷卻能力不及Liquid to Liquid。優點為氣冷式伺服器和液冷式伺服器能共存於相同的設施內。
- **Closed Loop Liquid Cooling**：此封閉冷卻系統包含Cold Plate、Radiator、Pump等，不需將冷卻液引導至機櫃進行散熱。

資料來源：群益投顧彙整

Closed Loop Liquid Cooling

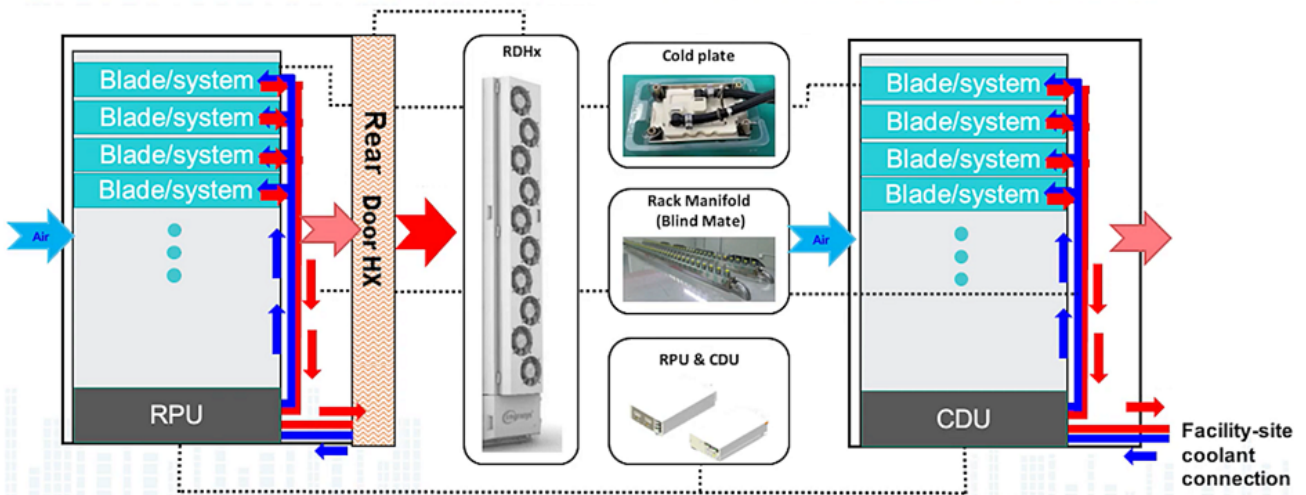


資料來源：Delta，群益投顧彙整

Liquid to Air VS. Liquid to Liquid

Liquid to Air : Hybrid solution which use facility air to cool an internal coolant loop

Liquid to Liquid : Liquid solution which use facility coolant to cool an internal coolant loop



資料來源：Ingrasys，群益投顧彙整

Liquid to Air 需使用 RDHx

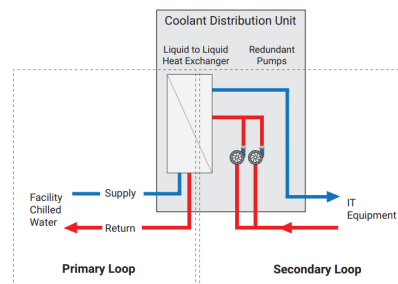
- Liquid to Air 適用現有氣冷機房，內部冷卻迴路管線連接至 RDHx (Rear Door Heat Exchangers) 內部的熱交換器來降低的冷卻液溫度。



資料來源：QCT，群益投顧彙整

Cooling Distribution Unit

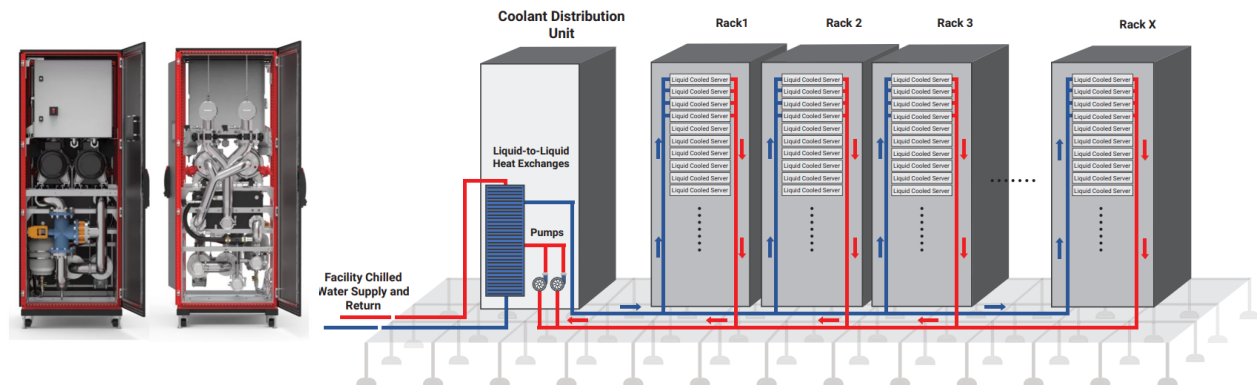
- CDU (Coolant Distribution Unit，冷卻液分配裝置) 用於在液體迴路之間進行熱交換的裝置。將二次側流體回路與一次側迴路隔離，並提供二次側流體迴路和一次側流體迴路之間的連接及熱交換。
- CDU 另有壓力、流量、溫度、露點控制、水質潔淨度及洩漏監測的功能。
- 通過 CDU 控制，可平衡因溫度要求、負載不同、功耗優化造成的各 IT 設備間之差異。



資料來源：nVent，群益投顧彙整

Cooling Distribution Unit

- CDU可分為rack-based CDU、row-based CDU等。CDU支援的機架數量可從單個機櫃擴展到組合機架的組或集群。
- CDU的大小和參數設置取決所有IT設備集群產生的熱負荷。



資料來源：nVent，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

Manifold

- Manifold (分歧管) 主要功能為將從CDU分配進入各機架內的冷卻液均勻分流到各IT設備上的Cold Plate，並從Cold Plate出液端收集回流液體。
- Manifold必需提供符合IT設備需求的冷卻流量，確保機架內冷卻液流量分佈均勻，保障IT設備可在線移出或接入水冷系統。

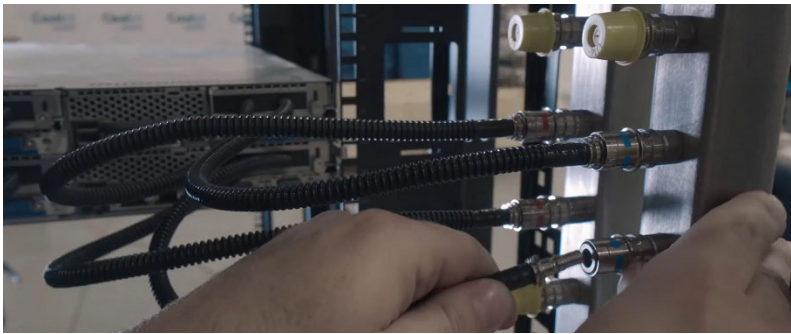


資料來源：CoolIT、DCX、Ingrasys，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

Quick Disconnect

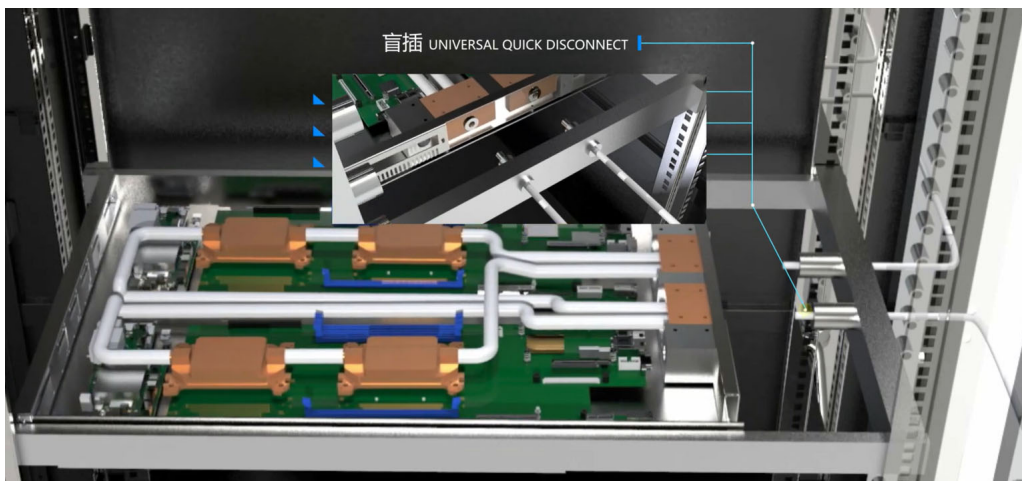
- Quick Disconnect(快速接頭)讓Cold Plate和水冷管路能夠快速連接或分離，方便安裝和維修。斷開連接時，快速接頭具備自封功能，確保冷卻液不會洩漏，水冷系統運行不受影響，IT設備可持續安全運行。快速接頭有手動插拔式和盲插式兩種設計。
- 手動插拔式需要人為手動握住快速接頭，進行插拔連接操作的接頭設計，可分為單手插拔和雙手插拔式，因涉及手動插拔動作，需要保證足夠插拔操作空間。



資料來源：CoolIT Systems、CPC，群益投顧彙整

Blind Mate Quick Disconnect

- Blind Mate Quick Disconnect(盲插接頭)是一種通過壓力將公母頭插入導通或拔開斷開，無需手動操作的接頭設計。
- 需通過精確的滑軌設計或定位銷來輔助定位連接，並要保持導通所需的壓力，以避免公母頭滑移導致接頭液路斷開。



資料來源：KENMEC，群益投顧彙整

UQD / UQDB

- 通用快速接頭(UQD，Universal Quick Disconnect)與通用盲插接頭(UQDB，Universal Quick Disconnect Blind-Mate)是 OCP 為快速接頭開發的全球標準。
- 遵循 UQD / UQDB 標準規格，任何製造商的產品均可連接。
- 因 Intel 有驗證 UQD / UQDB 供應商，故多數廠商會選用通過驗證廠商的產品。

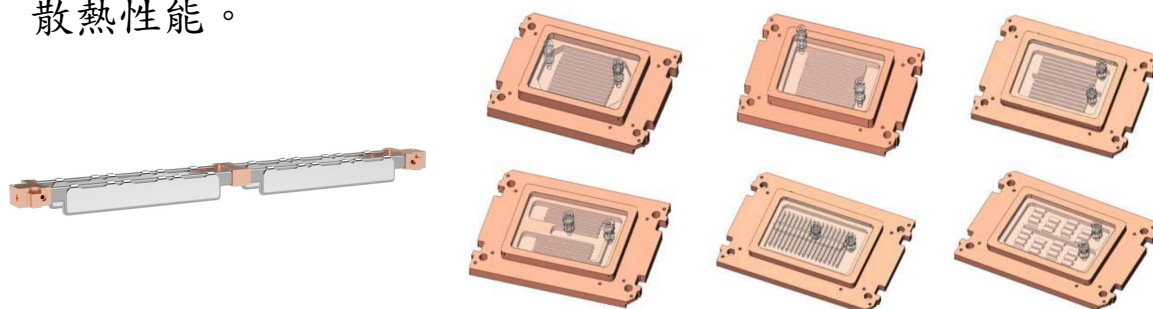
UQD / UQDB Intel Interchange tested Supplier

	AVIC Jonhon	BEEHE	CEJN	CPC	Fujikura	Parker Hannifin	Stäubli
UQD	●			●	●	●	●
UQDB	●	●	●			●	

資料來源：群益投顧彙整

Cold Plate

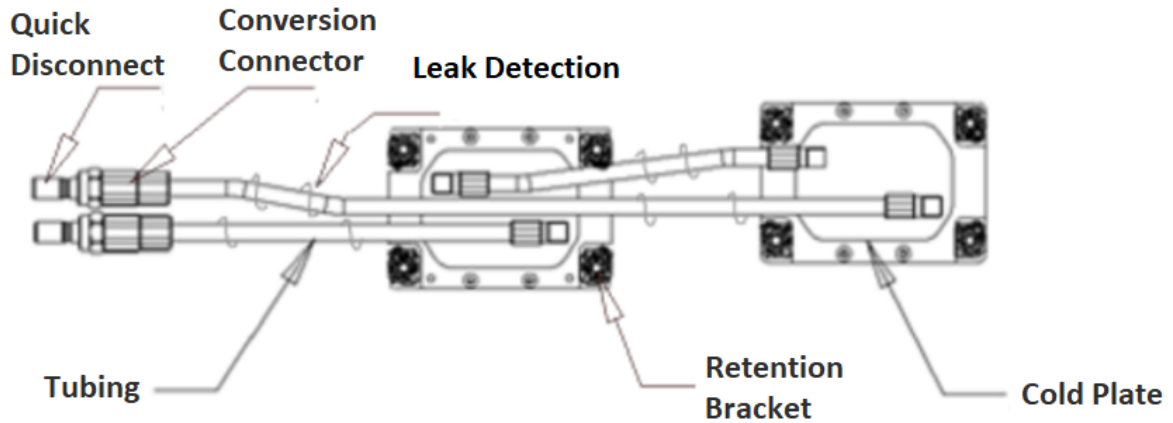
- Cold Plate(水冷板)是帶有內部流體通道並允許冷卻液流過的熱交換器或散熱器。Cold Plate 安裝在需要冷卻的電子元器件熱表面上，將元器件產生的熱量通過冷卻液傳遞到 CDU 的板式熱交換器。
- 目前 Cold Plate 設計多樣，可根據不同的需求對其進行結構設計優化。對於高功耗或高熱密度元器件的散熱設計，流道通常設計成複雜的微通道結構，增加接觸面積，提高其散熱性能。



資料來源：CoolIT、OCP，群益投顧彙整

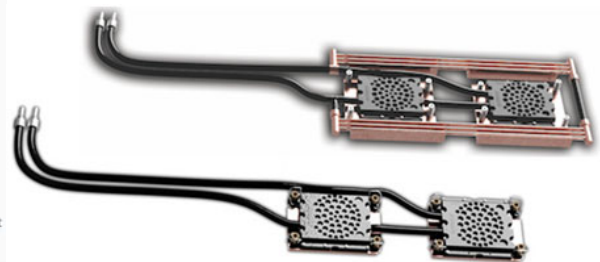
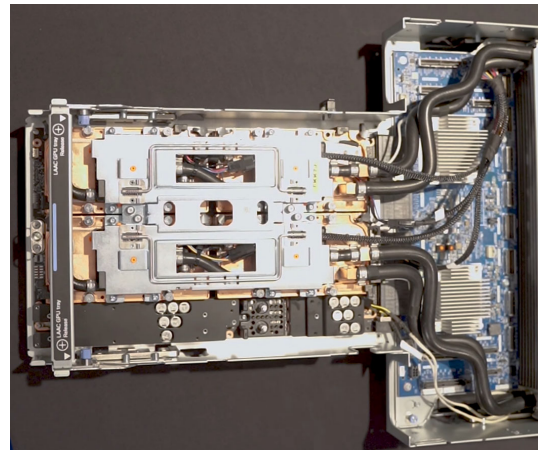
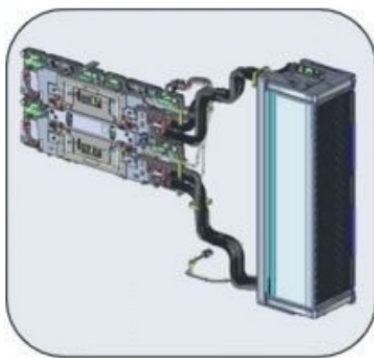
Cold Plate Loop

- Cold Plate廠商出貨方式為 Cold Plate Loop，除Cold Plate 外，需組裝冷卻液管、快速接頭、漏液檢測線等。



資料來源：OCP，群益投顧彙整

Cold Plate Loop



資料來源：Dell、Lenovo、Motivair，群益投顧彙整

洩漏檢測

- 為避免冷卻液體洩漏會導致電子元件損壞，需制定完善的洩漏檢測和干預管理計畫。洩漏檢測有間接與直接兩種方式。
- 間接方式：通過使用現有的壓力、流量、溫度和氣泡等感測器與演算法，來確定洩漏。
- 直接方式：在特定位置使用漏液檢測線作為感測器，直接檢測漏液。

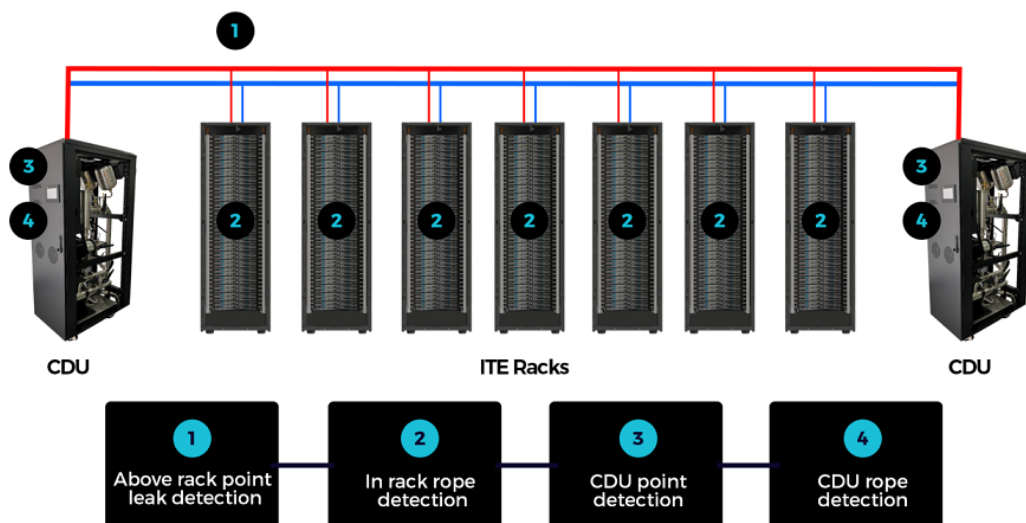


資料來源：Dell、OCP，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

Leak Detection Rope

- Leak Detection Rope(漏液檢測線)安裝於液體冷卻管線、Cold Plate Loop、CDU、RDHx等。



資料來源：OCP，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

- 手動干預：當發生洩漏時，會通知設施人員到現場處理，但人員響應時間內可能已造成損失。
- 自動電氣干預：發送洩漏通知時，同時對 IT 設備進行資料存儲、關機和/或自動斷電。此可降低暴露在洩漏冷卻液中的硬體損壞或資料丟失的機率，但需考慮如何處理被洩漏冷卻液接觸的設備。
- 自動電氣和流體干預：當檢測到洩漏通知時，IT 設備斷電，同時冷卻液關閉。可避免大量硬體設備接觸到洩漏冷卻液，方便維修，減少損失。

資料來源：群益投顧彙整

- 材料相容性佳：冷卻液於管路中流動時，並未與主機板和晶片直接的接觸，材料相容性較佳。
- 安裝較容易：不改變伺服器主機板原有形態，可保留現有伺服器主機板，對其進行改裝，拆卸、安裝較容易。
- 節能性較佳：主要熱源由冷卻迴路處理，可降低整體機房空調系統能耗，伺服器風扇轉速降低，噪音減小。
- 需要更多配件，增加成本和複雜度。
- 需要密封和防漏措施，避免冷卻液損壞硬體。
- 需要更多的維護和監測，確保冷卻液的流量和品質。
- 相較於氣冷散熱方式，水冷式冷卻雖具有節省空間與節能等優點，但冷卻液體洩漏疑慮、成本高、維護複雜度較高是廠商採用意願低的主因。

資料來源：群益投顧彙整

水冷式冷卻供應商以美、歐廠商為主

- 水冷式冷卻方案目前供應商以美國與歐洲地區廠商為主。
- Motivair、DCX除二次側產品外，亦可提供一次側的冷卻系統。

	Direct Liquid Cooling				Immersion Cooling
	Secondary Side			Primary side	
	Coldplate	Manifold	CDU		
CoollIT	●	●	●		
Motivair	●	●	●	●	
Boyd	●	●	●		
Chillydyne	●	●	●		
DCX	●	●	●	●	●
ZutaCore	●	●	●		
JetCool	●				
Mikros	●				
nVent		●	●		
Vertiv			●		
Asetek	●		●		

資料來源：群益投顧彙整

伺服器氣冷散熱模組廠商多為台廠

- 氣冷散熱模組關鍵元件為兩相熱傳元件，如：Heat Pipe(熱導管)、Vapor Chamber(均熱板)、3D VC。
- 多數台灣散熱模組廠商具備兩相熱傳元件生產技術，且伺服器ODM廠商以台灣廠商為主，故伺服器氣冷散熱模組製造商多為台廠。
- 因應水冷式冷卻需求，台灣散熱模組廠商於數年前已投入水冷散熱部件開發。因擅長技術領域不同，氣冷散熱模組廠商於水冷式冷卻較無優勢。

伺服器氣冷散熱模組廠商

	Delta	FOXCONN	SUNON	AVC	Auras	Taisol	NCCI	Cooler Master	Boyd
Fan	●		●	●			●	●	●
Thermal Module	●	●	●	●	●	●	●	●	●
DLC	●	●		●	●	●	●	●	●

資料來源：群益投顧彙整

台灣氣冷散熱模組廠商跨入水冷散熱領域

- 與伺服器ODM廠商良好合作關係，為台灣氣冷散熱模組廠商於水冷散熱領域發展最大優勢。

	Direct Liquid Cooling				Immersion Cooling
	Secondary Side			Primary side	
	Cold Plate	Manifold	CDU		
Delta	●	●	●	●	●
AVC	●	●	●		○
Auras	●	●	●		
Taisol	●				○
NCCI	●	●	●		
Cooler Master	●	●	●		○
Ingrasys	●	●	●		●

資料來源：群益投顧彙整

伺服器散熱領域台廠新競爭者

- 伺服器散熱領域台廠出現多家同時發展浸沒式與水冷式冷卻的新競爭者。
- Cold Plate：廣運、元鈦可自製，高力為外購。
- 廣運、高力、元鈦皆可提供CDU 與Manifold。
- 力致原以NB領域為主，伺服器領域以浸沒式冷卻為發展重心，水冷式冷卻將推出CDU。

	Direct Liquid Cooling				Immersion Cooling
	Secondary Side			Primary side	
	Coldplate	Manifold	CDU		
KAORI		●	●		●
KENMEC	●	●	●		●
MGCooling	●	●	●		●
FCN			●		●

資料來源：群益投顧彙整

中國廠商跨入水冷式冷卻廠商眾多

- 中國部分地區2025年對大型資料中心的PUE要求低於1.25，預期將為水冷式與浸沒式冷卻導入最快速的地區。
- 目前已有比赫、曙光數創、高瀾、英維克、申菱、柯垓等廠商推出水冷式冷卻產品。
- 中國一次側冷卻系統廠商跨入水冷式冷卻領域的意願高。

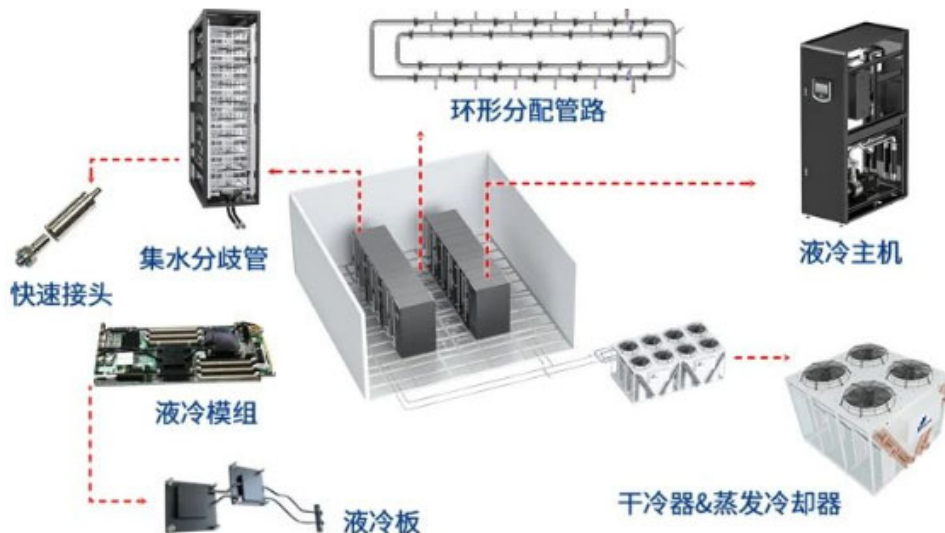
	Direct Liquid Cooling				Immersion Cooling
	Secondary Side			Primary side	
	Cold Plate	Manifold	CDU		
BEEHE	●	●	●	●	
Sugon	●	●	●		●
Goaland	●	●	●	●	●
Envicool	●	●	●	●	
Shenling			●	●	
CoolTera			●		

資料來源：群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

英維克水冷式冷卻產品

英維克XGlacier全链条冷板式液冷系统示意图



資料來源：Envicool，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

Cold Plate 或將面臨價格競爭

- Intel正與中國水冷零部件廠商、ODM/OEM廠商、品牌廠商、終端使用者推動水冷式冷卻各個部件的標準化。期望通過標準化可有效地降低水冷應用的技術門檻和成本門檻，從而實現產業化、規模化。
- Cold Plate設計愈複雜，成本就愈高，故Intel聯合廠商推廣簡化設計。Cold Plate設計主要通過帶有簡易內部流體通道的模組結構來提高冷卻性能、降低成本。
- 中國生產Cold Plate廠商眾多，若標準化設計可行，預期Cold Plate將成為水冷零部件競爭壓力最大的產品。

資料來源：群益投顧彙整

群益投顧

33

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

伺服器氣冷散熱不會消失

- 氣冷式冷卻於伺服器應用比重將降低，但不會消失。未來為氣冷式、水冷式與浸沒式冷卻共存。

Smart Cooling 戴爾智能冷卻解決方案的應用

綠色數據中心
解決方案實踐

戴爾的風冷多
種液冷相結合



戴爾建議客戶的 4.5MW 數據中心採用多種冷卻技術融合部署，最後實現了容納了 88 個浸沒液冷機櫃、97 個 DLC 液冷機櫃和傳統風冷機櫃，冷卻技術包括：

- 浸沒式液冷 (LIC) 技術
- 冷板式液冷 (DLC) 技術
- 傳統風冷技術

整體平均數據中心 PUE 值達到 ~1.2

Dell 所提供的方案และบริการ：

- 冷板式液冷 (DLC) 伺服器
- 定制浸沒液冷 (LIC) 伺服器
- All-in-One Solution & Service Provider

Type	Racks	U Space/Rack	kW/Rack	Total kW	Total U space
浸沒液冷	88	48	18.72	1647.36	4224
Network Racks	44		2.6	114	0
冷板式液冷		40	7.2	698	3880
DCLC Air	97		9.2	892	0
Air Cooling	197	20	7.8	1536	3940
Total				4889	12044

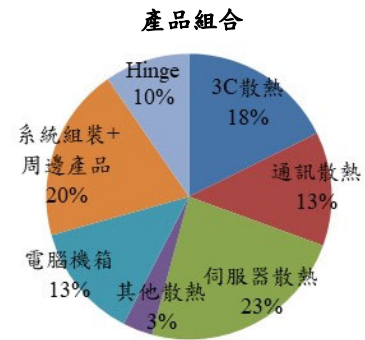
資料來源：Dell，群益投顧彙整

群益投顧

34

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

- 伺服器領域產品為風扇、散熱模組、機殼。目前伺服器散熱模組以氣冷為主，水冷散熱少量出貨。
- 水冷散熱可提供Cold Plate、Manifold、CDU等產品。



單位：百萬元	2022	2023F	2024F	1Q22	2Q22	3Q22	4Q22	1Q23	2Q23F	3Q23F	4Q23F	1Q24F
營業收入淨額	56,017	58,481	65,734	12,593	13,764	14,883	14,777	11,835	14,871	15,477	16,298	14,648
營業毛利淨額	10,850	11,825	13,330	2,269	2,766	3,020	2,794	2,336	2,995	3,142	3,352	2,918
營業利益	6,306	7,093	8,531	1,336	1,528	1,756	1,686	1,352	1,777	1,891	2,073	1,865
稅後純益	4,162	4,891	5,691	746	1,096	1,239	1,081	1,007	1,201	1,293	1,390	1,250
稅後EPS(元)	10.86	12.76	14.85	1.95	2.86	3.23	2.82	2.63	3.13	3.37	3.63	3.26
毛利率(%)	19.37%	20.22%	20.28%	18.02%	20.10%	20.29%	18.91%	19.74%	20.14%	20.30%	20.57%	19.92%
營業利益率(%)	11.26%	12.13%	12.98%	10.61%	11.10%	11.80%	11.41%	11.43%	11.95%	12.22%	12.72%	12.73%
稅後純益率(%)	7.43%	8.36%	8.66%	5.92%	7.96%	8.33%	7.32%	8.51%	8.08%	8.35%	8.53%	8.53%
營業收入YoY/QoQ(%)	18.35%	4.40%	12.40%	3.11%	9.30%	8.13%	-0.71%	-19.91%	25.66%	4.07%	5.30%	-10.13%
稅後純益YoY/QoQ(%)	43.50%	17.51%	16.35%	4.95%	46.93%	13.04%	-12.73%	-6.91%	19.35%	7.63%	7.52%	-10.10%

註：稅後純益係指本期淨利歸屬於母公司業主；EPS預估值以股本38.33億元計算。

資料來源：群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您

群益投顧

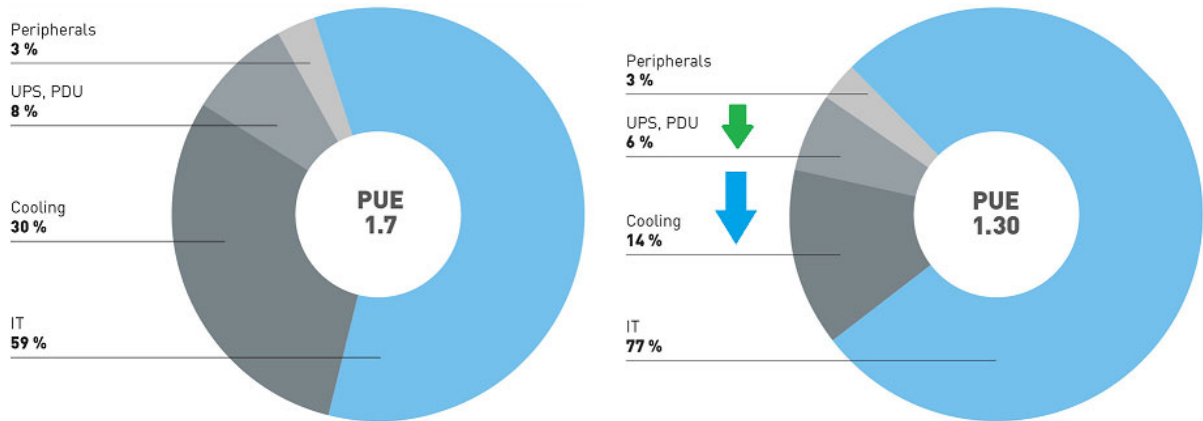
35

台北·香港·上海

Appendix

降低冷卻系統能耗可促進PUE降低

- 硬體算力持續增加，其能耗亦持續提升。在保證算力運轉前提下，通過降低輔助能源的消耗，才能達成節能目標下的PUE要求。
- 純氣冷資料中心能耗佔比如左圖(PUE為1.7)所示，其中，冷卻系統佔比達到30%，於輔助能源中佔比最高，降低冷卻系統能耗可促進PUE降低。



資料來源：Legrand，群益投顧彙整

資料中心的總耗能

Power	Cooling	IT Equipment
UPS	Chiller	Server
PDU	Chilled Water Pump	Storage
Battery	Cooling Tower	Switch
Transformer	Condenser Pump	etc
Rack Distribution Unit	Dry Cooler	
Breaker Panel	CRAC & CRAH	
etc	Humidifier	
	Fan	
	In-Row Cooler	
	In-Rack Cooler	
	In Chassis Cooling	
	etc	

資料來源：群益投顧彙整

各冷卻方案比較

Cooling Technology	Water Usage Efficiency	Future Proof	No Extreme Components Temperature Change	No Humidity Issues	IT Equipment Reliability	Mean Time to Repair (MTTR)	Capital Cost	Typical PUE
Conventional Air Cooling	—	×	—	✓	✓	✓	—	1.6
Air-Side	×	×	—	—	—	✓	—	1.3 - 1.4
Water - Side Economization	—	×	—	✓	✓	✓	×	1.4 - 1.5
Adiabatic (Evaporative)	×	×	×	×	×	✓	✓	<1.2
Liquid to the Chip	✓	—	✓	✓	✓	—	×	<1.2
Single Phase Dielectric Cooling	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	<1.05
2-Phase Dielectric Cooling	✓	×	✓	✓	—	—	×	<1.05

資料來源：Midas，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

投資評等及免責聲明

投資評等說明

評等	定義
強力買進(Strong Buy)	首次評等潛在上漲空間 $\geq 35\%$
買進(Buy)	$15\% \leq$ 首次評等潛在上漲空間 $< 35\%$
區間操作(Trading Buy)	$5\% \leq$ 首次評等潛在上漲空間 $< 15\%$
中立(Neutral)	無法由基本面給予投資評等 預期近期股價將處於盤整 建議降低持股

免責聲明

本研究報告僅提供予特定人之客戶作為參考資料「非經同意不得轉載」。我們並不確保此資訊的完整性與正確性，投資人應了解，報告中有關未來預測之陳述可能不會實現，因而不應被依賴。而且此報告並非根據特定投資目的或依預定對象之財務狀況所撰寫出來的，因此，此研究報告的目的，既非對投資人於買賣證券、選擇權、期貨或其他證券相關之衍生性商品提供詢價服務，亦非作為進行交易的要約。投資人應注意到相關證券之價值及收益，可能會有無預警地上升或下降，產生投資回報金額可能比原始投資來得少的情形。

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海