

浸沒式冷卻產業概況

PUE規範促使需求提升

王美珍

07/05/2023

群益投顧



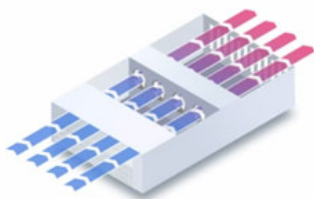
結論

- 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。
- 相較於氣冷散熱，浸沒式冷卻可提升IT設備的可靠性。但浸沒式冷卻供應鏈尚未標準化，零件驗證時間長，各廠商設備與冷卻液相容性低，為發展阻力。
- 氟化液為PFAS，部分地區已限制PFAS的使用。兩相浸沒式冷卻目前冷卻液僅能使用氟化液，尚無替代方案，發展受阻。
- 單相浸沒式冷卻液使用油類為趨勢。
- 浸沒式冷卻無需使用散熱模組與風扇，若市場滲透率提升，對氣冷散熱模組廠商不利。

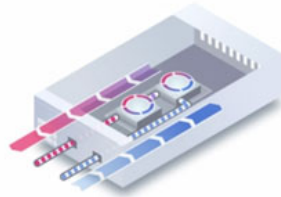
常見的伺服器散熱方案

- 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)。
- 浸沒式冷卻依熱交換過程中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

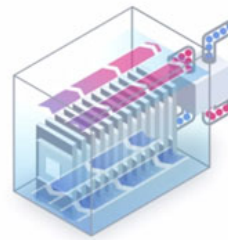


Direct Liquid Cooling

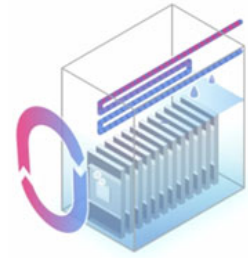


Immersion Cooling

Single-Phase



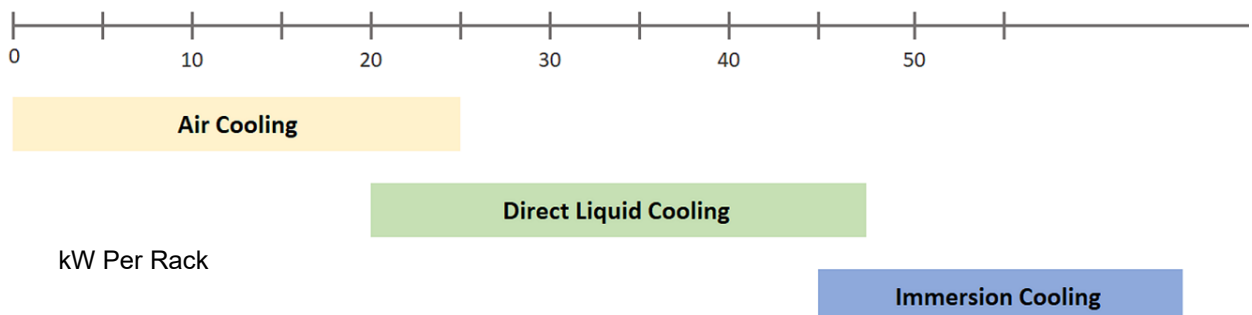
Two-Phase



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

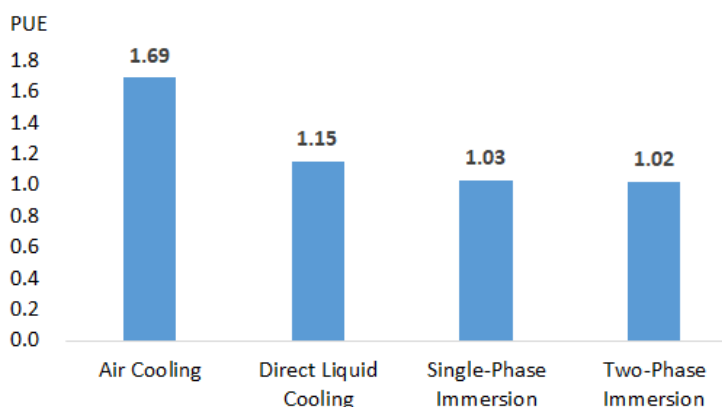
- 數據中心的電力消耗主要來自電源及空調系統、伺服器及相關設施，與其他支援IT負載及數據中心運作的各項設備。
- 數據中心的效率以Green Grid聯盟於2007年提出的PUE為標準指標。
- PUE是設施總用電量除以IT設備用電量所產生的比值，可用於評估數據中心的運行效率是否有改善的空間。

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

資料來源：群益投顧彙整

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。

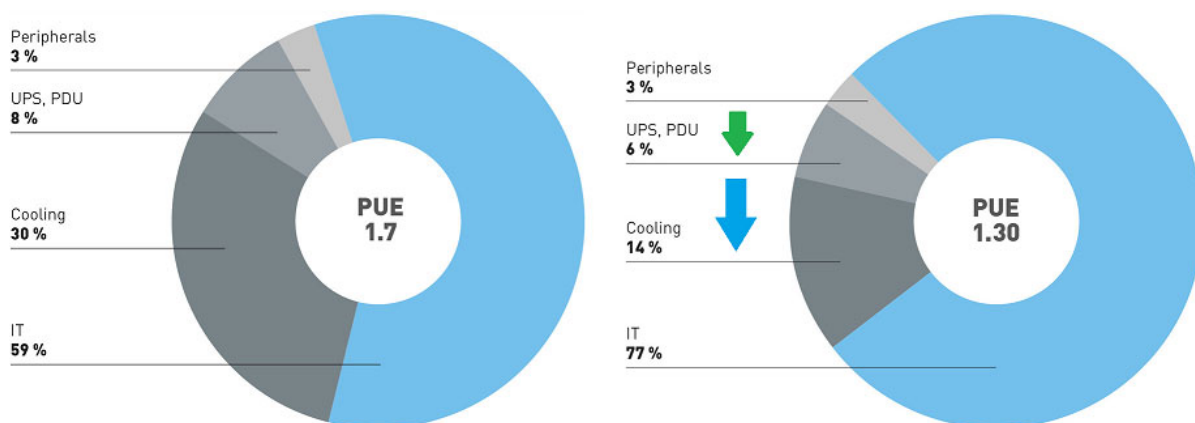


地區	PUE規範	執行時間
中國	1.5 ↓	執行中
印度	1.5 ↓	草案
歐盟	1.4 ↓	2025
日本	1.4 ↓	鼓勵形式
新加坡	1.3 ↓	執行中
南韓	1.3 ↓	2025(草案)
德國	1.3 ↓	2025(草案)
荷蘭	1.2 ↓	執行中

資料來源：群益投顧彙整

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

浸沒式冷卻原理與分類

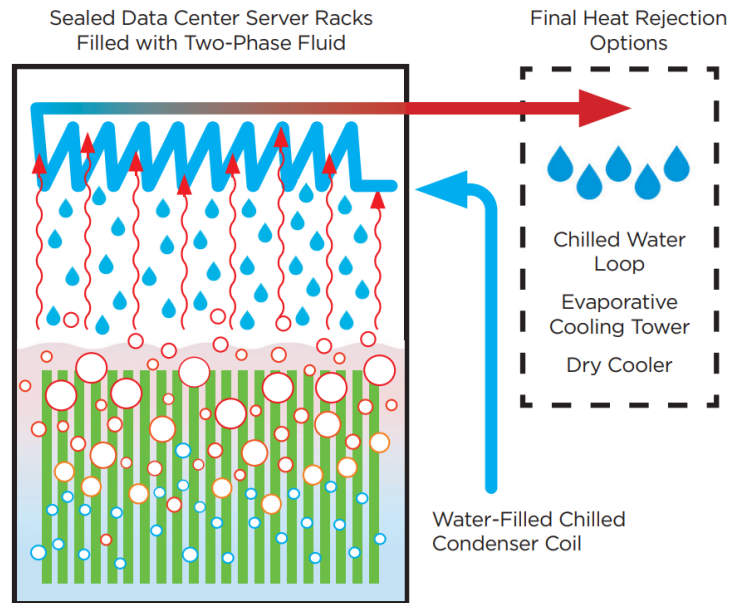
- 浸沒式冷卻是以冷卻液作為傳熱介質，將發熱器件完全浸沒在冷卻液中，透過液體與發熱零件直接接觸與液體流動來傳導熱能。
- 不需使用其他散熱元件，如散熱模組、風扇等。
- 與發熱器件接觸的冷卻液需採用不導電液體，如礦物油、合成油、氟化液等。
- 依熱交換過程中冷卻液是否存在相態變化，可分為單相浸沒冷卻和兩相浸沒冷卻兩類。

資料來源：群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您

兩相浸沒式冷卻

- 冷卻液在熱量傳遞過程中發生相態轉變，依靠物質的潛熱變化傳遞熱量。



資料來源：GRC，群益投顧彙整

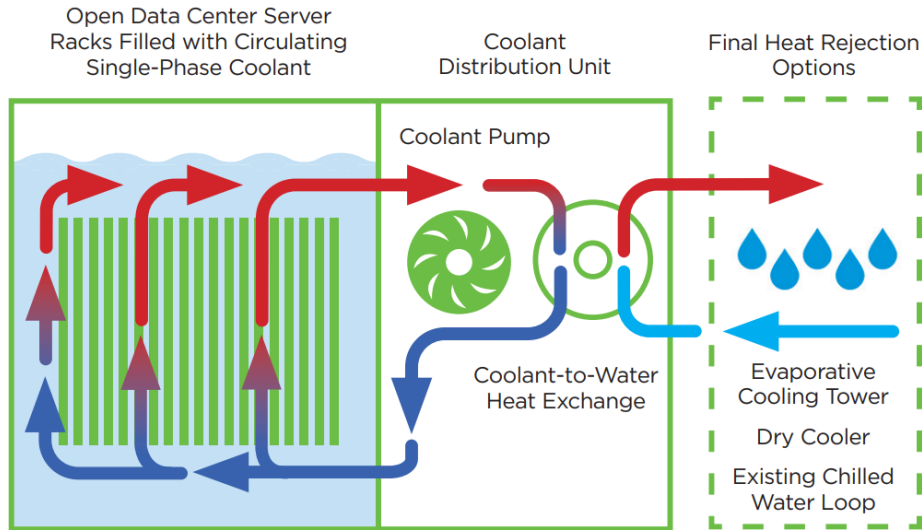
兩相浸沒式冷卻實際應用



資料來源：Wiwynn、Microsoft、GIGABYTE、Delta，群益投顧彙整

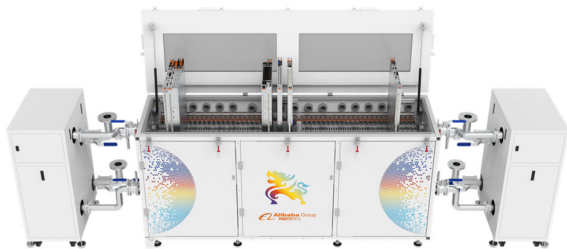
單相浸沒式冷卻

- 冷卻液在熱量傳遞過程中僅發生溫度變化，無相態轉變，依靠物質的顯熱變化傳遞熱量。



資料來源：GRC，群益投顧彙整

單相浸沒式冷卻實際應用



資料來源：Alibaba，群益投顧彙整

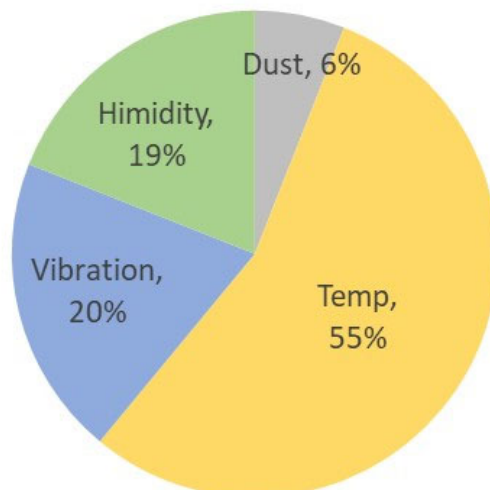
浸沒式冷卻優點多

- 機房不需空調和冷凍機組、無需架空地板、無需安裝冷熱通道封閉設施。
- 將伺服器完全浸沒於冷卻液體中，從而脫離空氣，免受濕度、粉塵環境的影響。
- 伺服器未使用風扇進行散熱，不會產生因風扇震動導致內部元件疲勞而縮短運作壽命的問題。
- 因無空調與風扇，機房內接近無噪音。

資料來源：群益投顧彙整

浸沒式冷卻可提升IT設備的可靠性

- 依據統計，在導致電子設備失效的因素中，溫度佔55%、振動20%、濕度19%、灰塵6%。
- 相較於氣冷散熱，浸沒式冷卻可提升IT設備的可靠性。

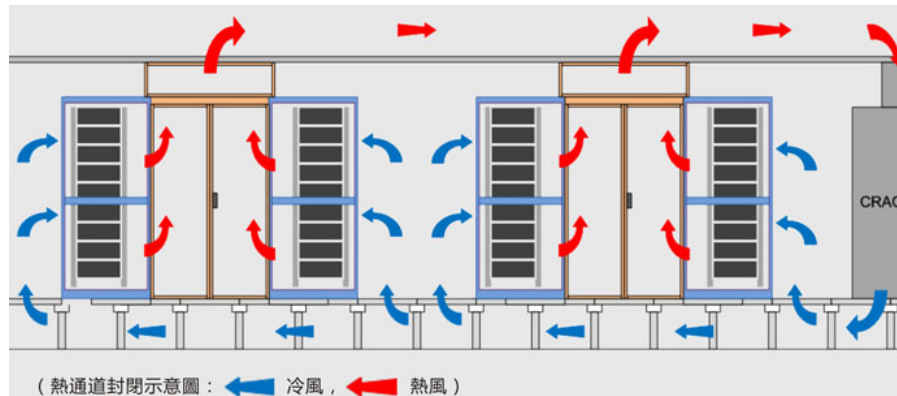


資料來源：US Air Force Avionics integrity Program，群益投顧彙整

浸沒式冷卻之機房有承重要求

- 浸沒式冷卻系統的浸泡槽內充滿冷卻液，整櫃重量大幅增加，對機房有特殊承重要求，普遍要求機房地板承重應大於 1500kg/m²。
- 氣冷式機房多為高架地板，承重較弱，難使用浸沒式冷卻，故新建或翻修機房採用浸沒式冷卻機會較高。

熱通道封閉設計的氣冷機房



資料來源：Aiworld Technology，群益投顧彙整

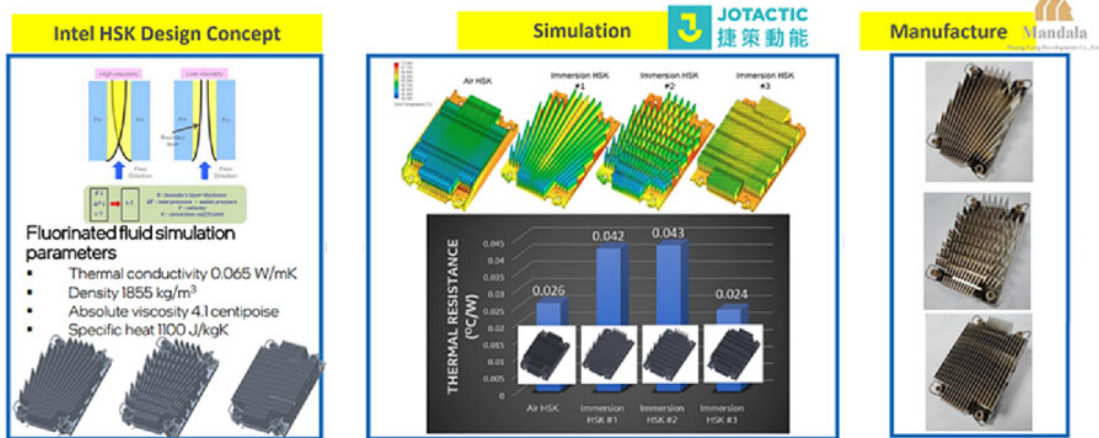
零件選擇局限性

- 目前電子零件為因應氣冷而設計，用於浸沒式冷卻必需先驗證在冷卻液體中的穩定度，部分零件需變更材質。
- 供應鏈尚未標準化，各廠商的浸泡槽相容性低，不能隨意更換伺服器與冷卻液。
- 硬碟：冷卻液滲入使普通機械硬碟無法正常運轉，需替換為SSD，或氮氣硬碟。
- 導熱介面材料：使用一般的導熱矽脂會被冷卻液沖刷溶解，需要使用固態導熱介面材料。
- 光模組：為避免出現由冷卻液滲入引起的信號失真和錯亂，需選用全密封處理的光模組。

資料來源：群益投顧彙整

散熱鰭片需另外設計

- 早期浸沒式冷卻標榜不需使用散熱鰭片，但為提升散熱效果，近年也導入散熱鰭片設計。
- 氣冷式鰭片為增加散熱效果，其鰭片設計較密集。考量冷卻液流動，浸沒式冷卻使用的鰭片需另外設計。

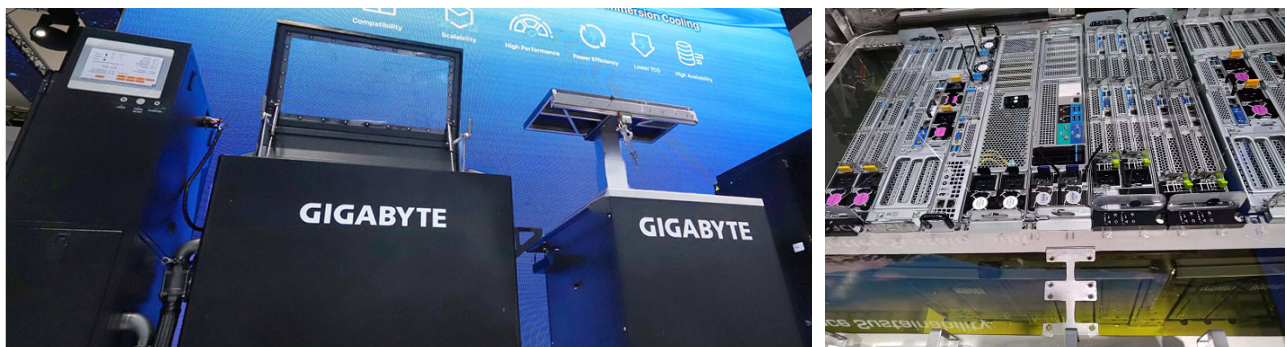


資料來源：Intel，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

維護局限性

- 浸沒式冷卻設備維護時需配備可移動機械吊臂或專業維護車取出伺服器，維護複雜度較高，耗時較長。
- 單相浸沒式的油類冷卻液黏度高，不便於維護，需要清洗劑。
- 兩相浸沒式開蓋維護過程會有冷卻液揮發問題，增加運行成本。



資料來源：GIGABYTE，群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

冷卻液各有優缺點

- 碳氟類(Fluorocarbon)冷卻液

將碳氫化合物中所含的部分或全部氫換為氟而得到的有機化合物。具有無閃點不可燃、壽命長、不易變質、相容性好、低粘度易維護等優點；但可能產生溫室效應。

- 碳氫化合物(Hydrocarbon)及有機矽類冷卻液

一般統稱為油類冷卻液，分為天然礦物油、合成油、有機矽油 3類。常溫下呈黏稠狀，比熱容和導熱率較高，具有沸點高不易揮發、不腐蝕金屬、環境友好、毒性低等特性，且成本較低；但有閃點，使用中有可能有可燃助燃風險。

資料來源：群益投顧彙整

群益投顧

21

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

單相浸沒式冷卻液使用油類為趨勢

- 美國國家環境保護局(EPA)於08/2022將全氟/多氟烷基物質(PFAS)指定為永久化學品(Forever Chemicals)。
- 氟化液為PFAS，部分地區已限制PFAS的使用。
- 3M於12/20/2022宣布將於2025年前逐漸停產含PFAS產品。使用3M氟化液為冷卻液的廠商需重新認證其他廠商之氟化液。
- 兩相浸沒式冷卻目前冷卻液僅能使用氟化液，尚無替代方案，發展受阻。
- 單相浸沒式冷卻主推礦物油、合成油方案，部分廠商亦提供氟化液方案供客戶選擇。

資料來源：群益投顧彙整

群益投顧

22

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

浸沒式冷卻供應商以美、歐廠商為主

- 浸沒式冷卻方案目前供應商以美國與歐洲地區廠商為主。
- 多數廠商專注於浸沒式冷卻領域，DCX為少數跨入水冷式冷卻領域廠商。
- 單相浸沒式冷卻廠商多數有開發專屬冷卻液，兩相浸沒式冷卻廠商則使用3M冷卻液。

	GRC	Submer	Asperitas	Midas	TMGcore	LiquidStack	DCX
Single-Phase	●	●	●	●	●		●
Two-Phase					●	●	
Coolant	●	●		●			●
DLC							●

資料來源：群益投顧彙整

中國地區市場成長潛力大

- 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。
- 中國已有曙光數創、高瀾、云酷、綠色云圖、蘭洋等廠商推出浸沒式冷卻產品。
- 3M氟化液將停產，使用氟化液的廠商開始測試中國廠商生產之氟化液。

	Sugon	Goaland	KeenCool	Eco-atlas	BLUEOCEAN
Single-Phase		●	●	●	●
Two-Phase	●				
Coolant			●		●
DLC	●	●			

資料來源：群益投顧彙整

台灣浸沒式廠商亦發展水冷式領域

- 台灣的浸沒式冷卻領域廠商多數同時發展水冷式冷卻領域。
- 台達電：兩相浸沒式冷卻系統，冷卻液體為氟化液。
- 高力：以單相浸沒式冷卻系統為主，目前主推礦物油方案。
- 廣運：兩相浸沒式冷卻系統，此為與其陽共同開發，並與工研院電光所合作冷凝器的優化設計，使用冷卻液體為氟化液。
- 元鈦：單相浸沒式冷卻系統，主推合成油方案，客戶亦可選擇使用氟化液，另有兩相浸沒式可供選擇。合成油、氟化液皆為自行開發。

	Delta	KAORI	KENMEC	MGCooling	Ingrasys
Single-Phase		●		●	●
Two-Phase	●	●	●	●	●
Coolant				●	
DLC	●	●	●	●	●

資料來源：群益投顧彙整

Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

伺服器廠商似有意主導浸沒式冷卻

- 鴻佰：主推單相浸沒式冷卻系統，客戶可選擇使用冷卻液體為氟化液或礦物油，亦可提供兩相浸沒式方案。
- 技嘉：與Asperitas、GRC、Submer、台達電等廠商合作，但亦展出自有產品。
- 緯穎：投資LiquidStack，發展兩相浸沒式冷卻技術。

資料來源：群益投顧彙整

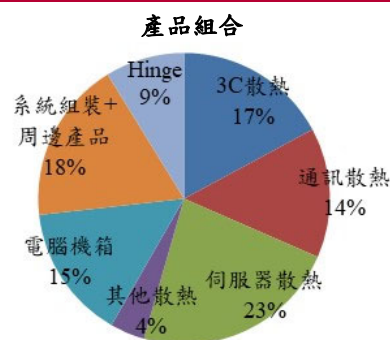
Capital Care 群益關心您
台北 · 香港 · 上海

- 因擅長技術領域不同，氣冷散熱模組廠商於浸沒式冷卻無優勢。
- 奇鋹：開發兩相浸沒式冷卻，伺服器散熱領域目前以氣冷為主，水冷散熱少量出貨。
- 泰碩：浸沒式冷開發中，伺服器領域目前以氣冷散熱模組為主，水冷散熱2022年已出貨。
- 力致：浸沒式冷卻與客戶開發設計中，伺服器散熱領域將以浸沒式冷卻為發展重心。
- 浸沒式冷卻無需使用散熱模組與風扇，若市場滲透率提升，對氣冷散熱模組廠商不利。

資料來源：群益投顧彙整

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
- 浸沒式冷卻若興起，未來有機會提供PUMP與機箱。



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	57,546	62,756	12,593	13,764	14,883	14,777	11,835	14,811	15,073	15,827	13,993
營業毛利淨額	10,850	11,692	12,779	2,269	2,766	3,020	2,794	2,336	2,993	3,083	3,280	2,799
營業利益	6,306	7,035	7,984	1,336	1,528	1,756	1,686	1,352	1,780	1,865	2,038	1,746
稅後純益	4,162	4,795	5,331	746	1,096	1,239	1,081	1,007	1,178	1,260	1,351	1,171
稅後EPS(元)	10.86	12.51	13.91	1.95	2.86	3.23	2.82	2.63	3.07	3.29	3.52	3.05
毛利率(%)	19.37%	20.32%	20.36%	18.02%	20.10%	20.29%	18.91%	19.74%	20.21%	20.45%	20.72%	20.00%
營業利益率(%)	11.26%	12.22%	12.72%	10.61%	11.10%	11.80%	11.41%	11.43%	12.02%	12.37%	12.87%	12.47%
稅後純益率(%)	7.43%	8.33%	8.49%	5.92%	7.96%	8.33%	7.32%	8.51%	7.95%	8.36%	8.54%	8.37%
營業收入YoY/QoQ(%)	18.35%	2.73%	9.05%	3.11%	9.30%	8.13%	-0.71%	-19.91%	25.15%	1.77%	5.00%	-11.59%
稅後純益YoY/QoQ(%)	43.50%	15.21%	11.16%	4.95%	46.93%	13.04%	-12.73%	-6.91%	17.01%	7.00%	7.20%	-13.35%

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
台北 · 香港 · 上海

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。