



散熱產業分析

2026/06/30

研究員：Derrick



大綱

- 01 | 散熱產業介紹
- 02 | 產業動能 - ASIC
- 03 | 產業動能 - GPU
- 04 | 關注個股
- 05 | 附錄

01

散熱產業介紹

台廠多位於散熱供應鏈中游

上游

金屬材料：

銅、鋁、鎳等，應用於鰭片、熱管、均熱板、冷板。

導熱介面 TIM：

降低晶片與散熱模組間熱阻，材料包含矽膠、石墨、碳材、液態金屬。

廠商：Shin-Etsu、Henkel、Laird

冷卻液 / 浸沒液：

用於直接液冷或浸沒式液冷的工作流體。

廠商：3M、Shell

中游

氣冷模組：

導熱底座、熱管、均熱片、鋁/銅鰭片、風扇、馬達。

廠商：奇鋆、健策、超眾、雙鴻、台達電、建準。

液冷模組：

水冷板、分歧管、CDU、UQD。

廠商：奇鋆、Cooler Master、雙鴻、健策、台達電、Vertiv、富世達。

下游

伺服器 ODM/OEM：

組裝與整櫃出貨，承接液冷模組導入。

廠商：廣達、緯穎、鴻海

雲端服務商 CSP：

建置與營運資料中心，決定液冷滲透率與建置節奏，或者自有 ASIC 晶片。

廠商：AWS、Azure、Google Cloud、Meta

GPU / CPU 晶片公司：

熱源核心，功耗提升驅動散熱升級。

廠商：NVIDIA、AMD、Intel

散熱方案由氣冷逐漸過渡至液冷

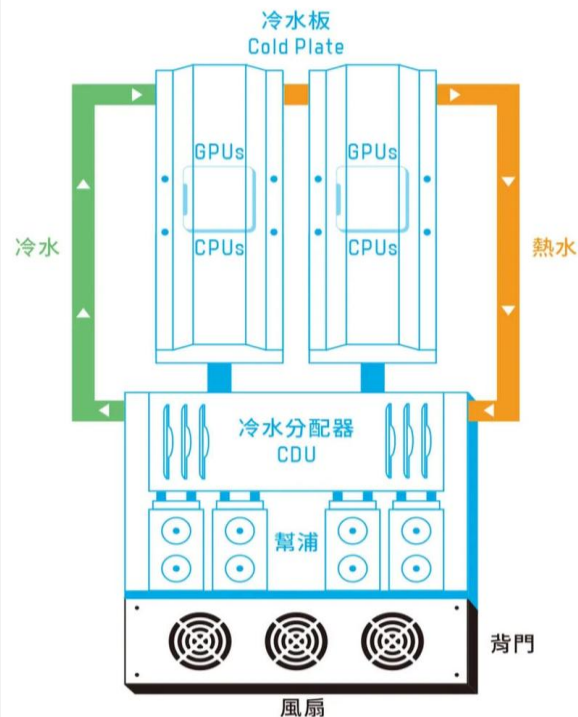
- AI GPU、CPU 功耗從過去幾百瓦邁向 1,000W 以上，傳統氣冷已接近極限，液冷式散熱將成為未來的主流方案。
- 散熱價值鏈正由傳統熱管、均熱板、風扇，擴展到液冷板（cold plate）、分歧管（manifold）、UQD（水冷快接頭）、CDU（冷卻液分配）與機櫃級液冷方案。
- 散熱產業已成為資料中心建置與 AI 基建擴張的必要核心之一。

項目	氣冷		液冷				
面向	一般氣冷	水對氣	水對水	單相浸沒式	兩相浸沒式	微通道冷板（MCCP）	微通道散熱蓋（MCL）
TDP	500–1,000W	800–1,200W	1,200–1,500W	1,500–1,800W	1,800–2,000W	2,000W+	3,000W+
優點	成本低、技術成熟、維護簡單	易導入、可靠度高	高散熱效率、高散熱密度	對伺服器改造少、高散熱密度	可密集堆疊、散熱極佳	導熱效率最佳、散熱均勻	高散熱效率、降低成本、縮短熱傳導路徑
缺點	無法應對高功耗、噪音大	成本較高、效率中等	初期建置成本高	液體成本高、維護管理複雜	液體相容性問題、標準化不足	製造難度高、成本高	液體滲漏可能損壞晶片
採用時間	已成熟	過渡期	2025–2030 年	2027 年以後	2028 年以後	2026 年進入量產	2H26 開始採用
終端應用	傳統伺服器	適合部分 AI / HPC 導入。	NVIDIA DGX H100 / GB200 NVL72	AI 訓練叢集、高密度邊緣資料中心	Hyperscale AI 超級叢集	NVIDIA Rubin Ultra 平台、Other ASIC	NVIDIA Rubin Ultra 平台

水對氣液冷藉由導入液冷模組提高單位面積散熱效率

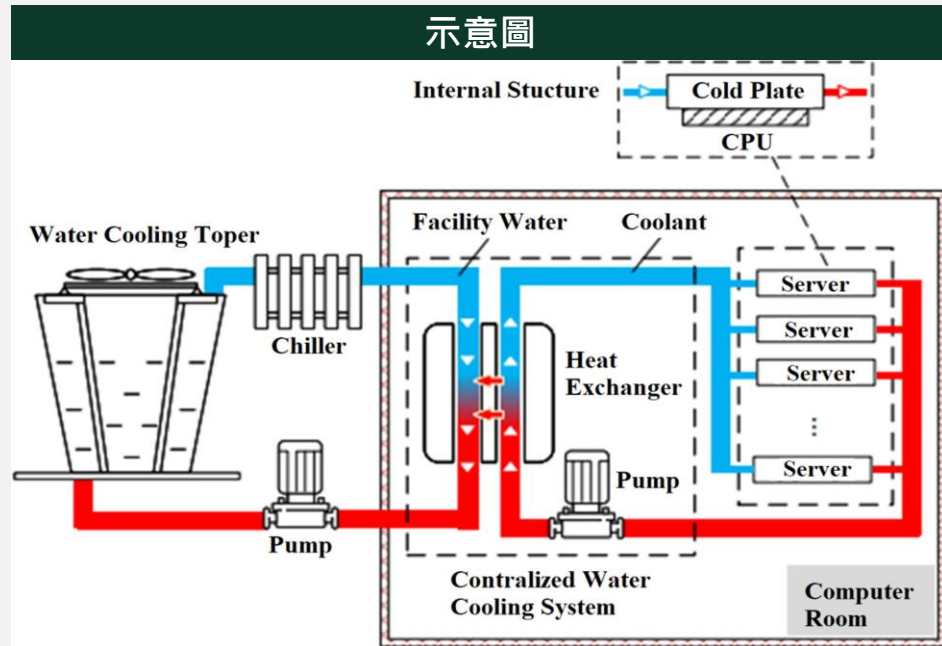
- 水對氣液冷是一種混合式散熱架構，通常以 rear-door heat exchanger (RDHx) 的形式，利用冷卻水在熱交換器內吸收伺服器排出的熱空氣，再把熱量帶回冷卻系統處理。
- 相較於 direct-to-chip 液冷，水對氣方案不需大幅修改伺服器內部結構，因此特別適合既有資料中心改建，但散熱效率與可支援功率密度仍低於前者。
- 其典型熱路徑為：晶片 → Cold Plate (吸熱) → UQD (冷卻液快接頭) → 管路 (輸送冷卻液) → Manifold (分流、匯流) → CDU (與建築冷卻水熱交換) → Facility Loop (建築冷卻水循環) → 冷卻塔 (散熱至空氣) → 回到 CDU 形成封閉循環。
- 此方案被視為一種過渡方案，因其無法支援 TDP 1,200W+ 的 AI server，必須推動直接液冷方案。

示意圖



水對水液冷藉由移除機櫃風扇實現更高功率與密度散熱效率

- 相較於水對氣方案，水對水可移除更多機櫃內風扇負擔，降低 rack 環境熱負載，並更適合高密度 AI/HPC 應用，是目前 direct-to-chip liquid cooling 的主流基礎架構之一。
- 其典型熱路徑為：晶片 → Cold Plate（吸熱）→ UQD → 管路 → Manifold → CDU → Facility Water Cooling Tower，其中 CDU 負責流量、壓力、溫度與冷卻液品質控制，是整個液冷系統的樞紐元件。
- 水對水冷卻方案 TDP 介於 1,200W ~ 1,500W，隨著 AI Server 的功率增長，需要 2,000W+ 以上的冷卻方案，未來將進入到物理冷卻技術極限的微通道（Microchannel）的冷卻技術。

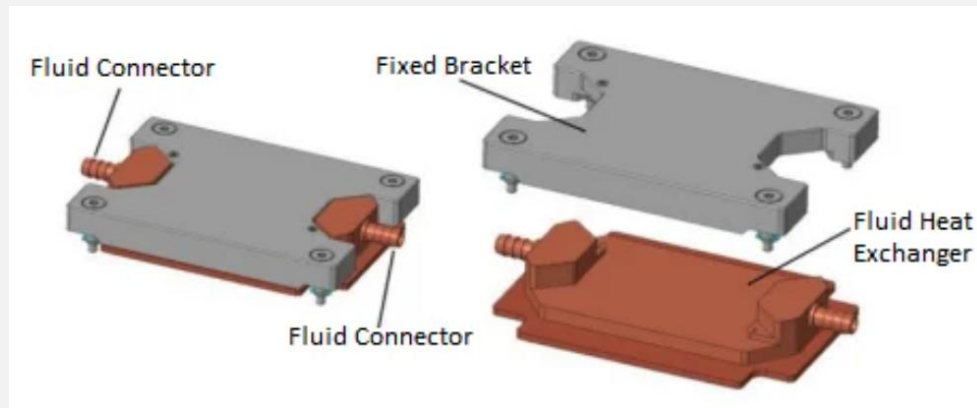


散熱關鍵元件介紹

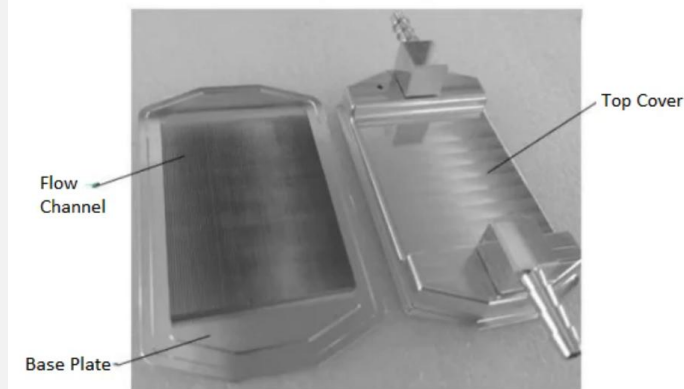
液冷板 (Cold Plate, CP) :

- 直接貼附 GPU / CPU / ASIC 熱源，是液冷系統中最靠近熱源的核心散熱零件。
- 設計重點在材料、流道結構與封裝貼合能力，微通道化 (MCCP) 有助提升熱交換效率，但製造難度與成本也同步上升。
- 供應鏈價值最高 (通常 ASP 為 200 - 400 美元)，通常需要與晶片、伺服器平台共同開發。
- 主要競爭廠商有奇鋌、健策、雙鴻、Cooler Master、BOYD、Furukawa。

Cold Plate 外部構造示意圖



Cold Plate 內部構造示意圖



散熱關鍵元件介紹

冷卻液分配位元 (CDU) :

- CDU 負責 server-side coolant 與 facility water 間的液對液熱交換，並整合泵浦、熱交換器、感測器、過濾與控制模組，是液冷系統的中樞。
- CDU 的能力直接影響機櫃功率密度、流量控制與系統可靠度，因此也是電源與機房基礎設施廠切入液冷的重要產品線。
- 主要競爭廠商有台達電、Vertiv、nVent、奇鋌。

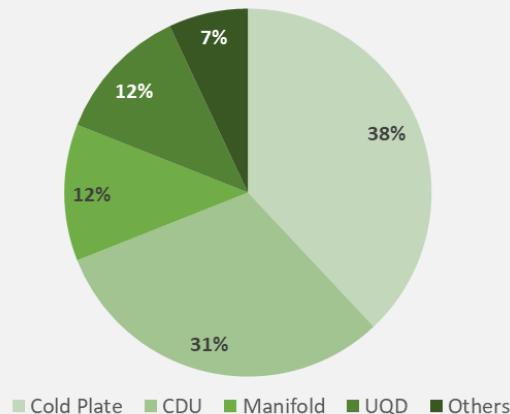
液對液 CDU



液對氣 CDU



CDU&CP 佔 GB200 NVL72 散熱零組件價值 70%

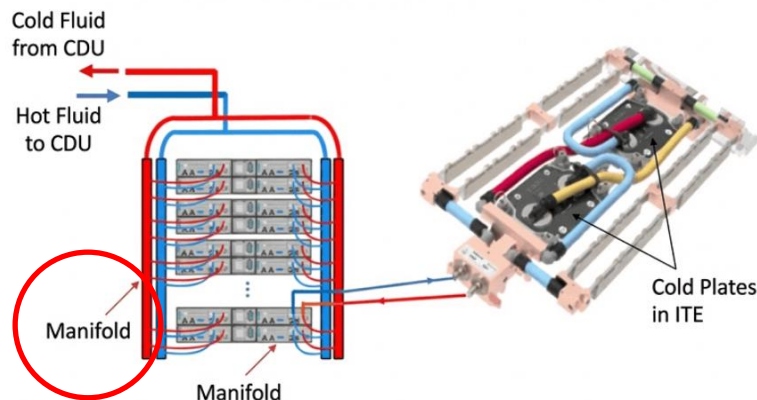


散熱關鍵元件介紹

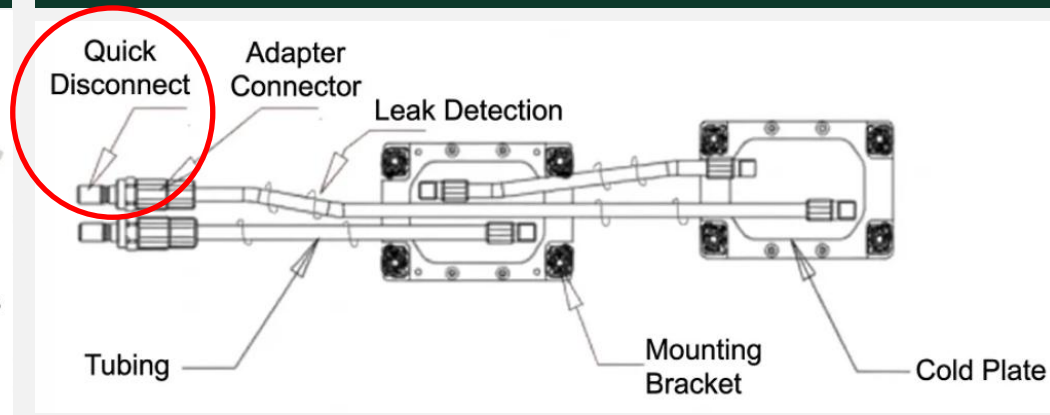
Manifold / QD :

- Manifold 有分成機櫃分歧管與內部分歧管，負責把冷卻液分流至各節點冷板；QD 則負責快速插拔與連接，是液冷系統可維運性的關鍵元件。
- 設計重點在流量均勻、耐壓、低漏液風險與維修便利性，隨著 rack-level liquid cooling 普及，重要性快速提升。NV 系列有自己設計的更高規格 NVQD，廠商必須通過特定雙重驗證。
- Manifold 主要競爭廠商有奇鋌、雙鴻、台達電；QD 有 Stäubli、CPC、雙鴻、富世達。

Cold Plate 外部構造示意圖



Cold Plate 內部零組件



液冷現行方案與下一代方案

現行方案：Direct-to-Chip 冷板

- 目前多採「晶片 → TIM1 → Lid → TIM2 → Cold Plate」的傳導路徑，CP 本身雖已是液冷，但因為中間仍有蓋板 (Lid) 與 TIM2，整體熱阻相對較高，因此實際散熱能力通常落在約 2,000W 等級，是現階段 AI GPU / CPU 的主力解法。
- 優點是沿用既有有蓋封裝 (lidded package) 與伺服器機構設計，只要在散熱模組層級換成水冷冷板即可，對封裝與系統設計的侵入度相對較低，導入風險與 NRE 都可控。

下一代方案：Micro Channel Lid (MCL)

- MCL 的關鍵在於把冷卻結構做到 Lid 本身，傳熱路徑縮短為「晶片 → TIM1 → MCL」，等於把原本獨立的 CP 與 Lid 合一，直接把微流道做到 Lid 裡面，讓熱阻明顯下降，散熱功耗可拉到 3,000W 以上。
- 預計將會在 2027 年以後 3kW + ver Feynman 世代成為應用主流，目前尚在測試階段，主要由健策研發，奇鋌則不看好。

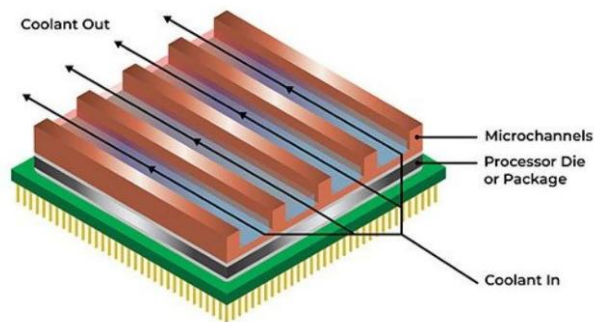
最終目標：In-Chip Microfluid (晶片內流道)

- In-Chip 則是把冷卻微流道直接做到晶片或矽中介層內，讓冷卻液在晶片內部流動，理論上可把可支援功耗推到 5,000W 等級以上，並且在熱均溫與瞬時熱尖峰控制上有顯著優勢。
- 但這條路線牽涉到晶圓製程、封裝設計、冷卻液純度與可靠度等系統性變革，導入成本與風險極高。

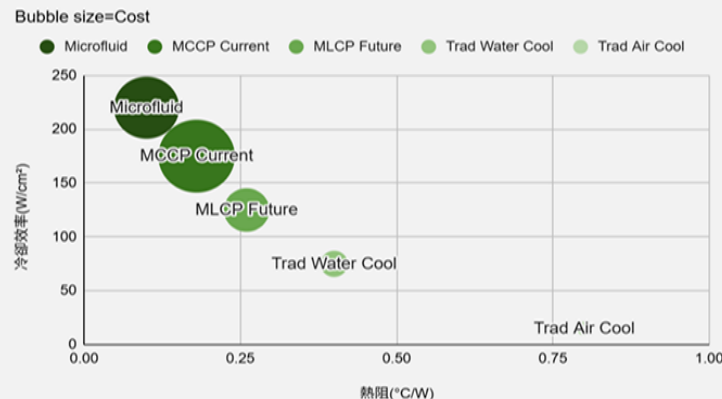
奇鋌提供之 MCCP（微通道水冷板）方案

- 把現有水冷板內部水道從 1–3 mm 縮到微米等級、增加通道數量，提升單位面積換熱能力，但傳熱路徑仍是晶片 → TIM1 → Lid → TIM2 → 冷板，算是「強化 Direct-to-Chip 的水冷板」，不是封裝層級方案。
- 多數技術與產業文章會把 MCCP 與 MCL 放在同一個「微通道世代」裡，差別在於：MCCP 站在系統端，優點是沿用既有封裝與機構、技術成熟度較高，導入時程預期會早於 MCL；MCL 則把微通道推進封裝蓋板，熱性能更好、單價與技術門檻也更高，但有可能整組壞。

MCCP 構造示意圖



散熱效率對比

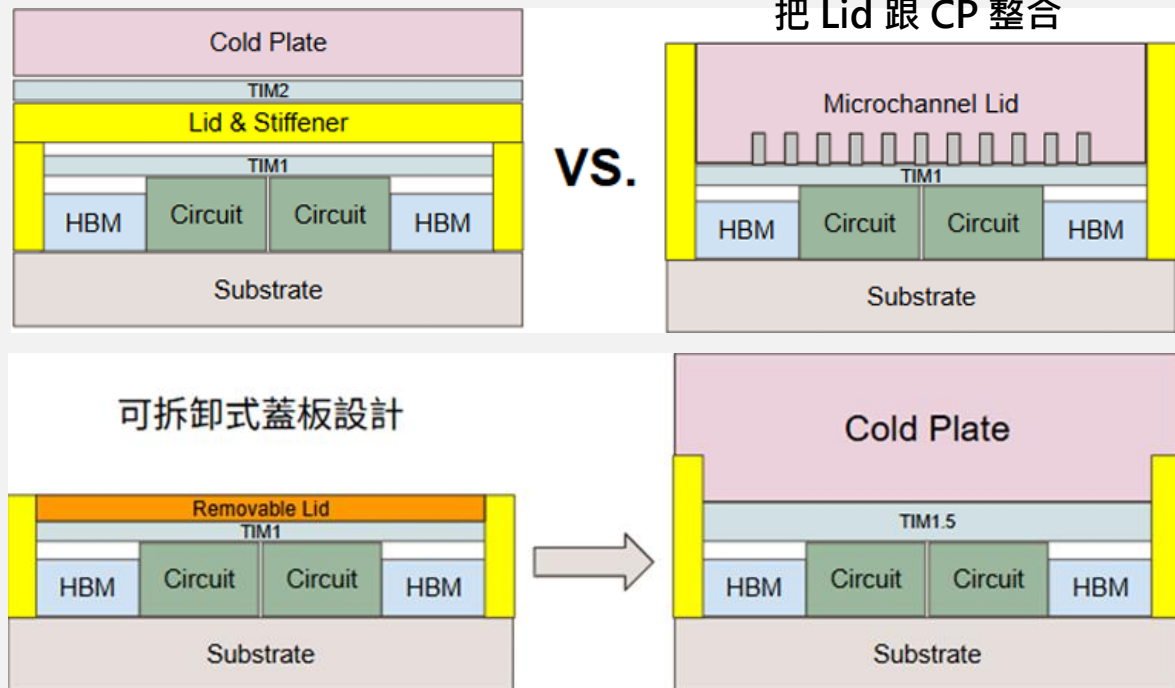


健策提供之兩種方案，MCL & Removable Lid

MCL 過渡方案：Removable Lid

- Removable Lid 是一種在液冷散熱後，往 MCL 方向邁進的過渡方案，與 MCL 相同的是，Removable Lid 也是透過在晶片上封裝可拆卸式上蓋，讓 SoC 與 Cold Plate 中間只剩下一層TIM 1.5 (本來有 TIM1 & TIM2)，來讓散熱效率極大化。

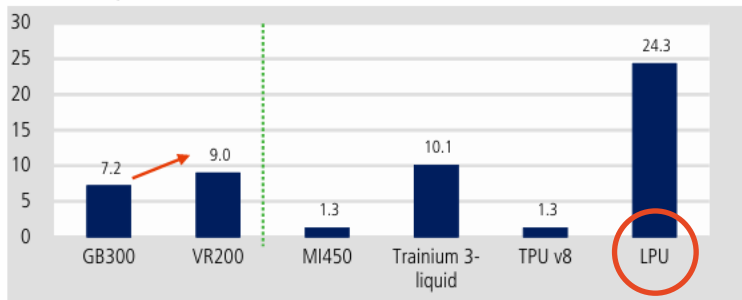
當前水冷板設計對比 MCL 設計 / Removable Lid 設計



主要關鍵供應鏈受惠者仍集中於內含價值升級

水冷板內含價值

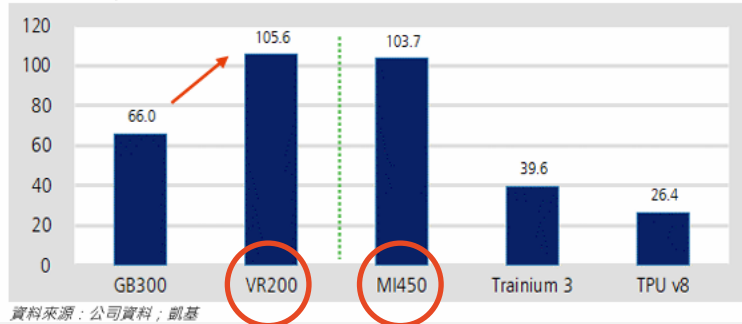
每機架含量,千美元



資料來源：公司資料；凱基

均熱片內含價值

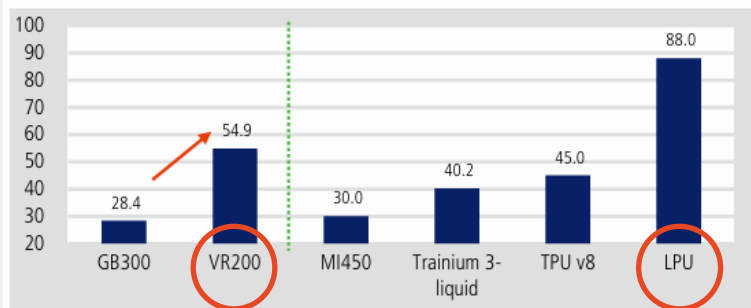
每機架含量,千美元



資料來源：公司資料；凱基

快接頭內含價值

每機架含量,千美元



資料來源：公司資料；凱基

主要受惠廠商

Segment	Company	Ticker	GPU		ASIC	
			NVIDIA GB	AMD Helios	AWS Trainium / Google TPU	
Thermal	AVC	3017 TT				
	Auras	3324 TT				
	Fositek	6805 TT				
	Jentech	3653 TT				

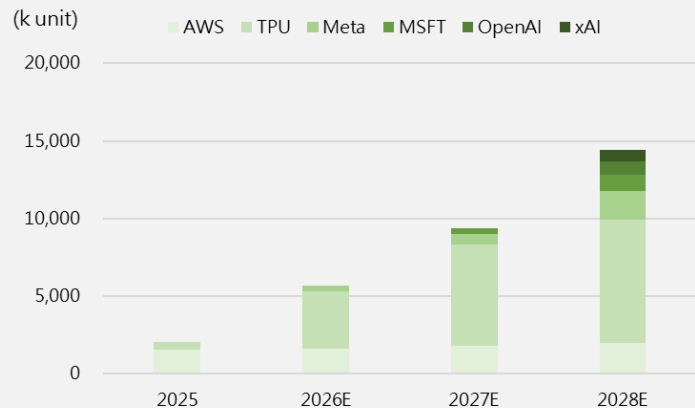
02

產業動能 - ASIC

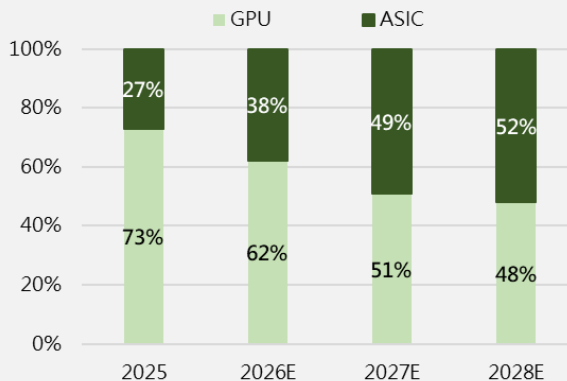
ASIC 出貨量大幅成長，高功耗密度轉向液冷架構

- 預估 2026 年四大CSP 資本支出上修至 7,250 億美元 (YoY +80%)，2027 年更達到 1 兆美元，顯示 AI 投資需求並未放緩。其中，2027 年的 AI ASIC 的出貨量將達到 2024 年的 3 倍以上。
- 隨着 LLM 逐步落地為商用 Agentic AI，AI 算力消耗有 70% 以上將轉移到「推論階段」，而 ASIC 具備高能源效率、低單位推論成本的特性，迎合了 2026 年後 CSP 客戶追求降本增效的需求。
- ASIC 在效能、功耗比上優於通用 GPU，當 CSP 把整體 TCO 壓到每 Watt / token 成本時，散熱與供電效率變成 ASIC 成本曲線的一部分，推動資料中心導入更高效率的液冷方案。

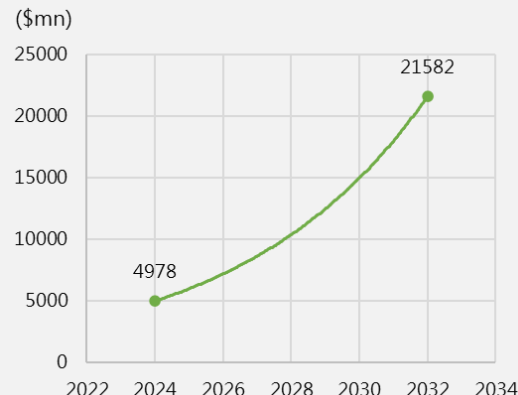
ASIC 各廠出貨量預測



ASIC & GPU 佔比



TPU 效能成長快速



Google TPU 崛起和 ASIC 迭代更新推升散熱剛需

	2023		2024		2025		2026		2027		2028
	1H	2H	1H	2H	1H	2H	1H	2H	1H	2H	1H
GOOG	TPU v5p	TPU v5e		TPU v6 (Trillium)		TPU v7 (Ironwood)		TPU v8i/v8t (Sunfish/ Zebrafish)		TPU v9 (Humufish)	
AWS				Trainium 2			Trainium 3			Trainium 4	
MSFT			Maia 100				Maia 200			Maia 300	
Meta			MITA 100			MITA 200	MITA 300	MITA 400	MITA 450	MITA 500	
TSLA										A15	

晶片/平台名稱	TDP (熱設計功耗)	散熱方案與相關零件配置
AWS Trainium 3	1,200 W	Trainium 3 採氣冷與水冷雙軌設計，水冷預計於 4Q26 出貨，初期水冷滲透率約 10-20%。
Google TPU v8	1,300 ~ 1,600 W	因考量改用鋼片 (Indium) 作為 TIM2，水冷板底座需鍍金處理防脆化。單層 Tray 配置 4 個 ASIC 水冷板及 8 個小水冷板，CPU 則維持氣冷。
vs NV VR300	1,800 ~ 2,300 W	運算與交換托盤全面採無風扇全液冷設計，NVIDIA 將水冷板供應商集中至 3-4 家。

ASIC 出貨量預估與散熱方案

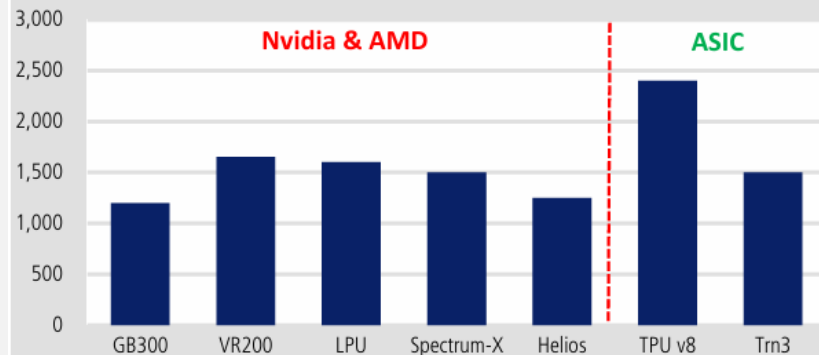
單位：千顆	2025	2026E	2027E	2028E	散熱方案
TPU v7	500	2,300	500		- 每 Compute Tray 配置 4 個 ASIC 水冷板，16 層 Tray 共 64 顆水冷板。 - 採用 Stiffener 以防止晶片翹曲，ASP 15 美元。
TPU v8i		900	3,000	2,500	- 每 Compute Tray 一層配置 4 個 ASIC 水冷板 + 8 個小水冷板，水冷板底座同樣需進行鍍金處理以配合銅片介質，CPU 維持風冷。 - 水冷板 ASP 約 200-300 美元，預估 v8/9 奇鋁市佔率 >50%。 - v8 單層 Tray 的液冷零組件總價值約 3,000 美元。 - 未來 v9 會把晶片、電源模組及 Transceiver 等更多部分一起納入散熱設計，假設單層 Tray 的液冷零組件總價值約 3,500 美元。 - 均採用 Stiffener 以防止晶片翹曲，ASP 15-30 美元。
TPU v8t		500	2,600	2,300	
TPU v9			400	3,100	
Trainium 2	1,500				- 每 Compute Tray 一層配置 4 個 ASIC 水冷板。 - 附加 Teton max 水冷板：T3/4 在基板上附加一片水冷板（T2 無），且是雙面接觸（晶片 + 電源），設計結構複雜。 - v3/4 單層 Tray 的水冷板總價值上看 2,000-3,000 美元，v2 1,500-2,000 美元。 - 預估 v3/4 奇鋁市佔率 >50%。
Trainium 3	20	1,600	1,200		
Trainium 4			600	2,000	
MTIA 2/3		360	680	1,900	- 假設每 Compute Tray 4 顆 MTIA + 1 CPU，每 Tray 5 個水冷板。 - 假設每 Rack 8-10 Tray。 - 假設採用 Stiffener 以防止晶片翹曲，ASP 15 美元。 - 假設奇鋁市佔率 >50%。
MITA 3.5			500	2,200	
Maia 200/300		330	500	1,000	

NV 在 CSP 內的整體市佔率因客戶「自研晶片」而下滑

- Anthropic：一供 TPU，二供 Nvidia、三供 Trainium，未來 Trainium 將轉為二供。
- 微軟：一供 Nvidia，二供 AMD、三供 MAIA。
- Google：一供 TPU，二供 Nvidia。
- AWS：一供 Nvidia，二供 Trainium，之後將逆轉。
- Meta：一供 Nvidia，二供 AMD、三供 MTIA。

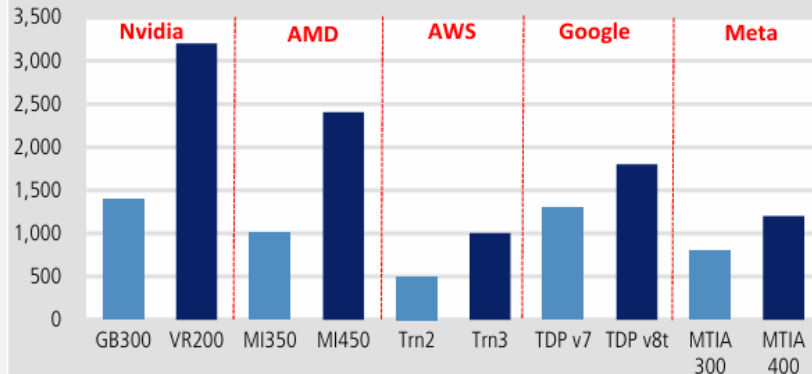
迭代晶片推升晶片功耗，也拉升水冷板內含價值

每層 compute tray 之水冷板內含價值，美元



AI晶片熱設計功耗逐代提升，帶動水冷設計升級

熱設計功耗(TDP)，W



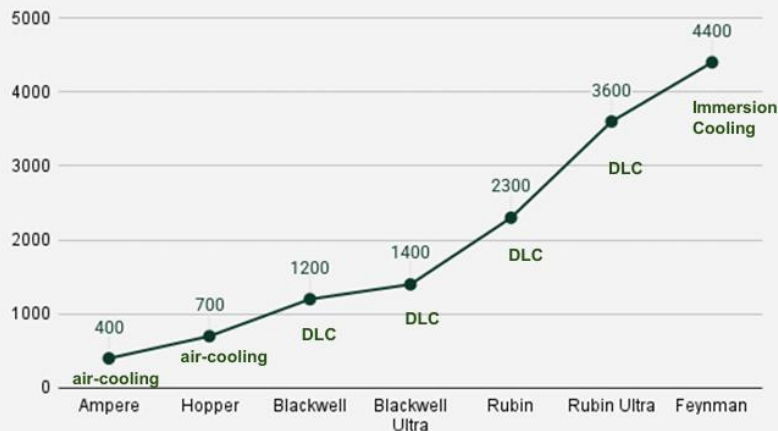
03

產業動能 - GPU

GPU 熱功耗提升，推動散熱由傳統水冷板導向 MCCP 或 MCL

- Nvidia Blackwell & Rubin 系列晶片於 2026/2027 年放量，其中 Rubin Ultra 單顆晶片 TDP 更是超過 2,000W，傳統液冷方案已無法滿足需求，技術往封裝級散熱 MCL 或 MCCP 來做演進。
- 預期 Rubin 仍使用 Bigger Lid + CP 之方案，下一代 Rubin Ultra 則採用 stiffener + 雙鍍金 Lid 方案，ASP 預測分別為 80/150 美元，MCL 或 MCCP 也有可能部分測試採用。
- Rubin CPX 平台 (NVL144) 以單晶片設計整合了 8EF 算力，其效能相較於前代 GB300 NVL72 提升達7.5 倍。該平台專為處理程式碼、影音等長序列的百萬 token 任務而設計，預計於 2026 年底上市。

Nvidia 歷代晶片熱功耗 TDP (W)



Nvidia 因應 Vera Rubin 機櫃功耗攀升全面導入液冷

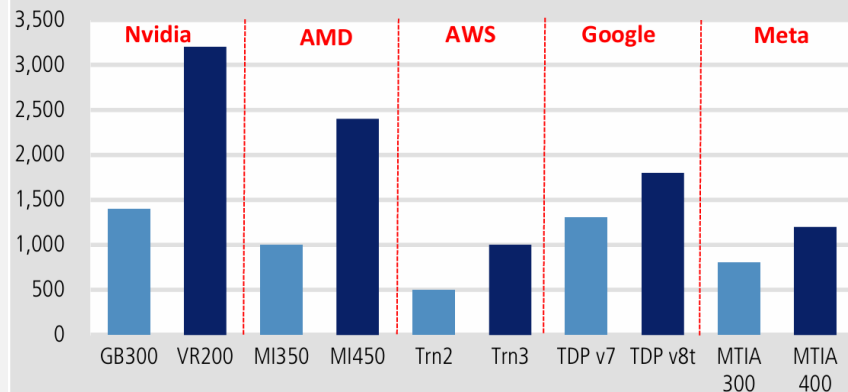
項目	GB200 NVL72	GB300 NVL72	VR200 NVL144	VR200 NVL144 CPX	Vera Rubin CPX only
TDP	<130kW	<160kW	<230kW	<370kW	<190kW
液冷占比	80%	85%	100%	100%	100%

AMD 液冷散熱導入加快，2H26 放量挹注散熱零組件需求

- AMD MI400 系列晶片於 3Q26 後開始放量，MI450 預計將於 4Q26 開始出貨，初步出貨量約 30 萬顆，MI455 晶片 2027 年的出貨量則上修至 150 - 160 萬顆 (YoY +40%)。
- MI455 平台稱為 Helios，2027 年則將推出升級版的 Helios R (搭配下一代 MI500)。整體 Helios 機櫃的總需求預估將從 2026 年的 3,200 櫃，大幅躍升至 2027 年的 11,000 櫃。
- MI455 機櫃的每層 Compute Tray 皆配置高達 5 組 MCCP，並搭配水冷分歧管；MI450 則預計採用 stiffener + 雙鍍金 Lid 方案，同 Rubin Ultra 方案。

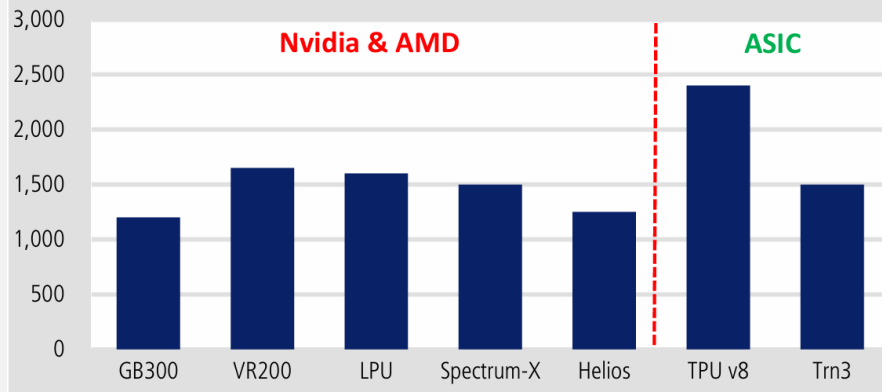
AI晶片熱設計功耗逐代提升，帶動水冷設計升級

熱設計功耗(TDP)，W



迭代晶片推升晶片功耗，也拉升水冷板內含價值

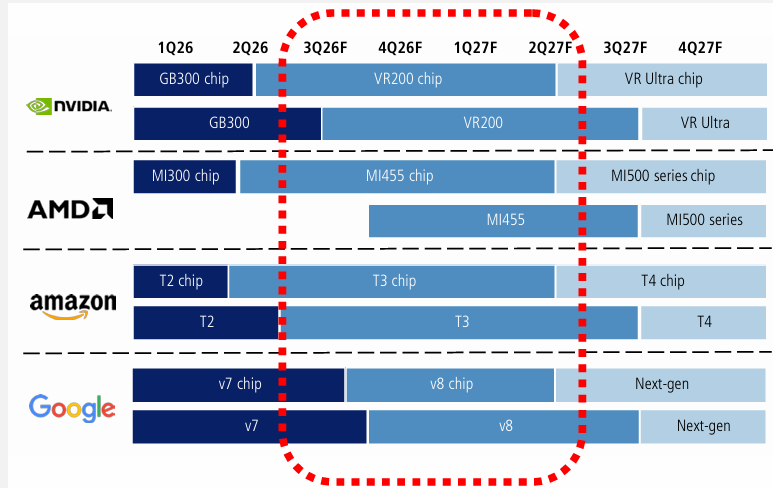
每層 compute tray 之水冷板內含價值，美元



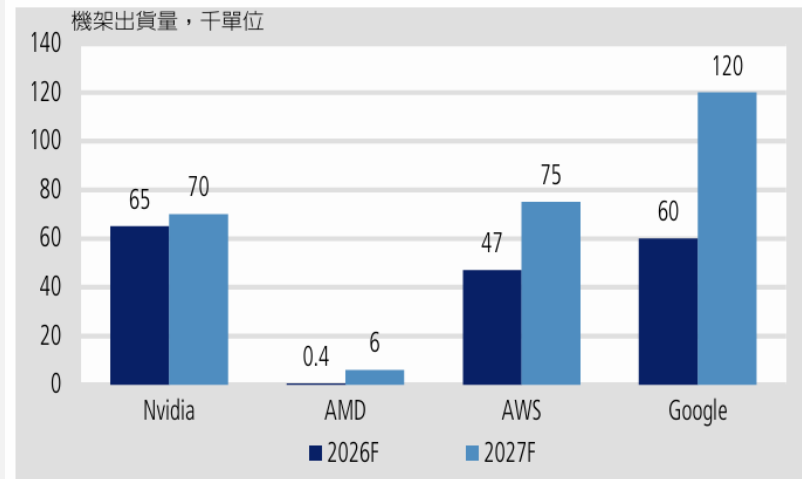
各廠機櫃放量時程

- 市場重點轉向 AWS Trainium 3 機櫃從 2Q26 末開始放量，並領先於 GB/VR 機櫃轉換。
- Google TPU v8 機櫃和 AMD MI450 Helios 機櫃也將於 4Q26 起進入放量階段，驅動供應鏈營收成長。

零組件廠商的營收放量時間將較組裝廠提早約一個月



機櫃銷售將較去年大幅成長



Vera Rubin 水冷模組內涵價值提升

Thermal value per Vera Rubin NVL 144 rack			
Compute tray (Bianca)	unit	BoM (US\$)	
Cold plate module - Compute Board		\$	400
- # per compute tray	2	\$	800
NVQD		\$	20
- # per compute tray	4	\$	80
Tray manifold		\$	1,000
Cold plate module - Bottom Half		\$	150
- # per compute tray	3	\$	450
NVQD		\$	20
- # per compute tray	16	\$	320
Floating mount			50
- # per compute tray	2	\$	100
Thermal value per compute tray		\$	2,750
- # of compute tray per rack	18		
Thermal value for compute tray per rack		\$	49,500
Switch tray	unit	BoM (US\$)	
Cold plate module		\$	200
- # per switch tray	2	\$	400
NVQD		\$	20
- # per compute tray	18	\$	360
Floating mount			50
- # per compute tray	2	\$	100
Others		\$	60
Thermal value per compute tray		\$	920
- # of switch tray per rack	9		
Thermal value for switch tray per rack		\$	8,280

Cooling content (US\$)	GB300	VR200
Cooling (In-tray only)	\$50,310	\$57,780
Rack Manifold	\$13,500	\$13,500
Rack-level other cooling	\$800	\$800
Total cooling (ex-Side-car CDU)	\$64,610	\$72,080
Side-car CDU	\$50,000	\$50,000
Total cooling	\$114,610	\$122,080

圖 5：GB300 與 VR200 機櫃液冷內含價值持續提升

		GB200	GB300	VR200	LPU
水冷板用量 (每櫃)	Compute tray	108	108	198	256
	Switch tray	18	27	36	
	總計	126	135	234	256
QD用量 (每櫃)	Compute tray	180	180	396	832
	Switch tray	0	180	54	
	總計	180	360	450	832
(美元)		GB200	GB300	VR200	LPU
Compute tray 水冷板單價		280	200	150	
Switch tray 水冷板單價		250	250	200	250
QD單價		20	20	20	20
Compute tray 內分歧管單價				1,000	
(US\$)		GB200	GB300	VR200	LPU
內含價值(每櫃)	水冷板	34,740	28,350	36,900	64,000
	QD	3,600	7,200	9,000	16,640
	內分歧管			18,000	
總計		38,340	35,550	63,900	80,640

資料來源：公司資料、凱基預估

04

關注個股

XXX

XXX

- XXX
- XXX

05

附錄

XXX

- XXX
- XXX

NVIDIA GPU / 系統機櫃系列

GB200 機櫃

- 整櫃共 126 片水冷板、180 組 QD：Compute Tray (18層) 每層 2 片 CP、4+2 組 QD；Switch Tray (9層) 每層 2 片 CP、無 QD。
- ASP：Compute CP 約 \$280，Switch CP 約 \$250，QD 約 \$20；整櫃液冷價值約 \$38,340。

GB300 機櫃

- 整櫃共 135 片水冷板、360 組 QD：Compute Tray (18層) 每層 2 片 CP、4+2 組 QD；Switch Tray (9層) 每層 2 片 CP、4+2 組 QD。
- ASP：Compute CP 約 \$200，Switch CP 約 \$250，QD 約 \$20；整櫃液冷價值約 \$35,550。
- 均熱片維持石墨烯封裝與沙漏形結構。

VR200 機櫃

- 整櫃共 234 片水冷板、450 組 QD：Compute Tray (18層) 每層 5 片 CP、10+2 組 QD，並新增內部分歧管取代風扇；Switch Tray (9層) 每層 3 片 CP、9 組 QD。
- ASP：Compute CP 約 \$150，Switch CP 約 \$200，QD 約 \$20，內部分歧管單層約 \$1,000；整櫃液冷價值約 \$63,900。

VR NVL144 CPX

- 單層 Compute Tray 需要 5 片 CP 及 12+2 組 QD。

NVIDIA GPU / 系統機櫃系列

Rubin Ultra

- 單晶片最高達 2500~2800W，奇鋁正與供應商共同研究「鑄金水冷板」方案，若 2027 年解決技術問題則有機會採用。

Vera CPU (Neutrino)

- 將做為獨立的 CPU Rack (Sandbox 用途)。
- 每層 Tray 包含 8 個 CPU，總共 32 個 Tray (共 256 顆 CPU)。