資料中心散熱技術專利趨勢分析（下）——資料中心熱管理與伺服器散熱

林桂忠*、許培峰**、黃正勛***、李宥甫****

壹、前言

貳、資料中心散熱及熱管理概念

一、伺服器散熱

二、空調及冷熱通道

三、溫度控制方法

參、資料中心散熱及熱管理趨勢分析

一、應用統計與趨勢

二、申請人／專利權人類型統計與趨勢

三、全球前二十大申請人／專利權人分析

肆、伺服器散熱趨勢分析

一、散熱方式統計與趨勢

二、申請人／專利權人類型統計與趨勢

三、全球前二十大申請人／專利權人分析

伍、資料中心熱管理與伺服器散熱創新成熟度矩陣分析

陸、結語

*　作者現為經濟部智慧財產局專利審查官。
**　作者現為經濟部智慧財產局專利助理審查官。
***　作者現為經濟部智慧財產局專利助理審查官。
****作者現為經濟部智慧財產局專利高級審查官兼科長
本文相關論述僅為一般研究探討，不代表任職單位之意見。

摘要

近年生成式 AI 快速發展，推升全球對高速算力之龐大需求，伴隨算力躍升，資料中心與伺服器之熱管理及散熱技術，已成為突破效能瓶頸與實現綠色運算之關鍵。

本文利用全球專利檢索系統與 Derwent Innovation 專利資料庫，深度檢索及分析過去十年我國與全球之專利，分析架構首先探討「資料中心散熱及熱管理」，將領域劃分為伺服器、空調及冷熱通道、熱管理控制，剖析整體專利申請趨勢與主要競爭者，其次聚焦「伺服器散熱技術」，細部拆解氣冷、液冷及浸沒散熱技術發展趨勢，全球前二十大專利權人專利技術分布結構。

最後，本文參考 WIPO 在 SDG 相關專利分析中所採用的「創新成熟度矩陣」、「專利強度」與「相對新近度程度」，評估各項冷卻技術之發展趨勢，期能透過本文分析，提供我國散熱零組件與伺服器產業具價值之智財情報，協助我國企業在技術轉型之關鍵節點上，精準掌握國際大廠研發動向，進而最佳化專利布局策略，提升我國在全球 AI 供應鏈之核心競爭力。

關鍵字：生成式 AI、資料中心、伺服器散熱、氣冷散熱、液冷散熱、浸沒式散熱、專利分析、創新成熟度矩陣

Generative Artificial Intelligence、Data Center、Server Cooling、Air Cooling、Liquid Cooling、Immersion Cooling、Patent Analysis、Innovation Maturity Matrix

壹、前言

「大型雲端資料中心」作為驅動生成式 AI（Generative Artificial Intelligence，下稱生成式 AI）應用的關鍵基礎設施，其內部伺服器群在進行高負載的高速運算過程中會產生極高熱能。若無法即時且有效地排除熱能，不僅將嚴重影響設備的運算效能與系統穩定性，更會大幅增加額外的能耗。因此，針對資料中心內部環境以及核心運算設備（伺服器）的散熱手段與熱管理系統，已成為全球科技大廠與供應鏈競相投入研發的技術核心，更是突破算力瓶頸的關鍵所在。

本文利用全球專利檢索系統（Global Patent Search System, GPSS）與 Derwent Innovation 專利資料庫檢索，蒐集全球資料中心熱管理與伺服器散熱近 10 年相關之專利家族案（共計 8,449 案），深入剖析近 10 年的專利發展動能與技術演進，期能提供我國產官學研各界於技術研發與專利布局之參考。

貳、資料中心散熱及熱管理概念

資料中心是用來集中處理、儲存、管理和傳送大量資料的重要設施，其組成元件可分為資訊科技設備、供電系統及冷卻系統三大類組成。

而冷卻系統中應用區域包含處理資料運算核心的伺服器，以及控制資料中心環境溫度的空調與冷熱通道，最後是針對前述伺服器及環境溫度控制的熱管理控制系統[1]。

一、伺服器散熱

伺服器為資料中心的核心算力設備，其熱能耗管理直接關乎整體系統的穩定性與硬體壽命，若運算產生的熱能未即時移除，會對系統產生效能的下降，一旦熱堆積過高甚至會對硬體產生損毀。傳統散熱架構主要部署高速風扇與散熱鰭片，藉由強迫對流之氣冷機制，將中央處理器（Central Processing Unit, CPU）與圖形處理器（Graphics Processing Unit, GPU）等高發熱元件之熱量導出，然而近

[1] IEA, Energy and AI, https://www.iea.org/reports/energy-and-ai (last visited Aug. 29, 2026).

年隨著生成式 AI 技術躍進，高密度算力需求催生出大量搭載高階 GPU 的 AI 伺服器，隨之而來的熱設計功耗呈指數級增長，使得傳統氣冷散熱技術，已無法滿足高能耗晶片的解熱需求，為此，業界正加速轉向兼具高熱容與高熱傳導率的液冷技術，以維持晶片於高效能區間運作。綜觀現行伺服器熱管理市場，散熱技術之演進與主流部署主要區分為三種類型：氣冷散熱（Air Cooling）、液冷散熱（Liquid Cooling）與浸沒散熱（Immersion Cooling）。

（一）氣冷散熱

主要依靠風扇產生的氣流，將冷空氣導入散熱鰭片間，使熱空氣經由對流帶走，並排出伺服器機櫃，伺服器機櫃與機房需具備良好的前進後出風設計，確保冷熱空氣不混流，提高散熱效率，以維持元件在安全運作溫度[2]。

（二）液冷散熱

工作流體不直接與熱源接觸之冷卻循環系統散熱，而工作流體在冷卻循環系統中是否發生相變化，意即是否產生流體蒸發成氣體之情形，進一步將液冷散熱區分為液冷單相散熱與液冷相變散熱。

液冷單相散熱（Single-Phase Liquid Cooling，下稱間接冷－液相），是指冷卻介質（如水或高導熱混合液）在完整循環中始終維持液態、不發生相變，其架構主要依賴液體進行能量交換，其散熱機制為，當 CPU、GPU 等高功耗運算單元運作並釋放大量熱能時，熱量會先導向緊貼於晶片表面的水冷板或均溫板，熱能經由熱傳導至水冷板管路內部，當低溫冷卻液流經流道時，將同步吸收水冷板之熱量而使液溫升高，隨後此高溫液體在保持液相狀態下，被泵浦驅動輸送至熱交換器或機房外部冷卻系統進行降溫散熱，冷卻後的低溫流體再度迴流至水冷板，構建出連續循環的閉路式熱管理系統[3]。

2 2CRSi GROUP, AIR COOLING, https://2crsi.com/air-cooling (last visited Aug. 29, 2026).

3 AQUASKY，數據中心冷卻解決方案，https://aquaskyplus.com/zh/news-detail/INDUSTRY/lqcolplus-aquasky-168（最後瀏覽日：2026/08/29）。

液冷相變散熱（Two-Phase Liquid Cooling，下稱間接冷－相變），乃是藉由冷卻液體於受熱時產生「液 - 氣轉換」以實現極效降溫的工法，其散熱機制為，當 CPU、GPU 等高功耗運算單元運作並釋放大量熱能時，熱量會先導向緊貼於晶片表面的水冷板或均溫板，熱能經由熱傳導至水冷板管路內部，當低溫冷卻液流經流道時，將同步吸收水冷板之熱量而使液溫升高，冷卻液吸取熱能從液態達到沸點並氣化為蒸氣，從而迅速移除巨量潛熱，氣化後的蒸氣將被送往冷凝器或散熱排，冷凝器藉由與低溫冷卻水或冷風交換熱量，讓蒸氣重新液化成流體，送返至導熱板區，建構出密閉式的循環系統[4]。

（三）浸沒散熱

其工作原理是將熱源直接浸入絕緣冷卻液體中之冷卻循環系統散熱，而工作流體在冷卻循環系統中是否發生相變化，意即是否產生流體蒸發成氣體之情形，進一步將浸沒式散熱區分為浸沒冷－單相散熱與浸沒冷－相變散熱。

浸沒冷－單相散熱（Single-phase Immersion Cooling，下稱浸沒冷－液相）是近年來針對高熱密度 AI 運算需求所發展出的高效能冷卻方式之一，原理是指將整台伺服器直接浸入絕緣冷卻液體中，透過液體吸收熱量再循環降溫，但冷卻液在過程中不會氣化，散熱流程為伺服器發熱元件（GPU、CPU、記憶體）產生大量熱能，發熱元件完全浸泡在具高導熱能力的絕緣液體中（如礦物油或氟碳液），液體直接吸收其表面熱能，加熱後的冷卻液被泵送至外部熱交換器中降溫，降溫後的液體再回到浸沒槽中，持續與伺服器接觸吸熱，形成封閉循環[5]。

浸沒冷－相變散熱（Two-phase Immersion Cooling，下稱浸沒冷－相變），特別針對超高熱功率與高密度 AI 運算設計，它融合了「浸沒冷卻」

[4] Paul Mah, The case for two-phase DTC liquid cooling in Southeast Asia, TechStories, https://www.techstories.co/the-case-for-two-phase-dtc-liquid-cooling-in-southeast-asia/ (last visited Aug. 29, 2026).

[5] 2CRSi GROUP, Single-Phase Immersion Cooling Systems for AI & HPC Infrastructure, https://2crsi.com/single-phase-immersion-cooling (last visited Aug. 29, 2026).

與「冷卻液相變」兩種核心技術，其原理為伺服器完全浸泡於絕緣冷卻液體中，伺服器發熱元件運作時釋放熱能時直接與冷卻液接觸，冷卻液體接觸到發熱元件表面吸收熱能沸騰產生氣泡，液體汽化時吸收大量潛熱，能快速帶走熱量，氣體上升至冷凝器，氣體降溫後冷凝為液體，釋放熱量至冷卻水系統，冷凝後的液體滴回槽內，再次浸泡伺服器，形成被動式自然循環冷卻系統[6]。

二、空調及冷熱通道

在資料中心的運作中，伺服器高密度的運算會持續產生巨大熱能。為了維持設備穩定，空調機組與冷熱通道設計相輔相成，形成一套高效率的熱交換與氣流循環系統，資料中心空調機組負責製冷的設備主要分為兩種，皆是透過將機房內的熱空氣吸入並進行熱交換，再將冷卻後的空氣送回機房[7]。

電腦機房空調（Computer Room Air Conditioner, CRAC），運作原理類似大型家用冷氣，內建壓縮機與冷媒循環系統，CRAC 藉由冷媒的相變來吸收機房內的熱空氣，並將熱量排放至室外的冷凝器中。

機房空調冰水機組（Computer Room Air Handler, CRAH），設備本身無壓縮機，而是搭配建置於外部的冰水主機運作。當機房的熱空氣吹過 CRAH 內部充滿低溫冰水的盤管時，熱量會被冰水帶走，進而向機房吹出冷風。

冷熱通道（Hot And Cold Aisle Containment, HAC/CAC），設計扮演關鍵角色，透過正確的機櫃排列與設計，減少冷、熱氣流的混流，從而提高冷卻效率並降低能耗。

三、溫度控制方法

溫度控制方法係可由硬體與軟體整合而成的資料中心熱管理系統，負責即時監控、分析並動態調節資料中心內部的溫度與氣流，以企業 Meta 為例，其透過

6 2CRSi GROUP, Two-Phase Immersion Cooling Systems for AI & HPC, https://2crsi.com/two-phase-immersion-cooling (last visited Aug. 29, 2026).

7 李魁鵬，資料中心節能應用技術指引，台灣綠色生產力基金會，2018 年 12 月。

導入 AI 演算法與機器學習模型，精準預測潛在的熱點及運算負載，藉由提前啟動熱能調節，在確保伺服器設備維持於最佳運作溫度的同時，亦大幅提升了整體的能源使用效率[8]。

參、資料中心散熱及熱管理趨勢分析

本章節蒐集全球資料中心與伺服器近 10 年相關之專利家族案，經由人工判讀與技術分類分析後，將進一步依序聚焦於「資料中心散熱及熱管理」、「伺服器散熱」以及「創新成熟度矩陣評估」三大主題進行探討。

首先，本主題探討「資料中心散熱及熱管理」之應用領域，將專利技術區分為伺服器散熱、空調與冷熱通道配置，以及溫度控制方法等三大區塊，並剖析其統計數據與整體趨勢，如圖 1 所示。

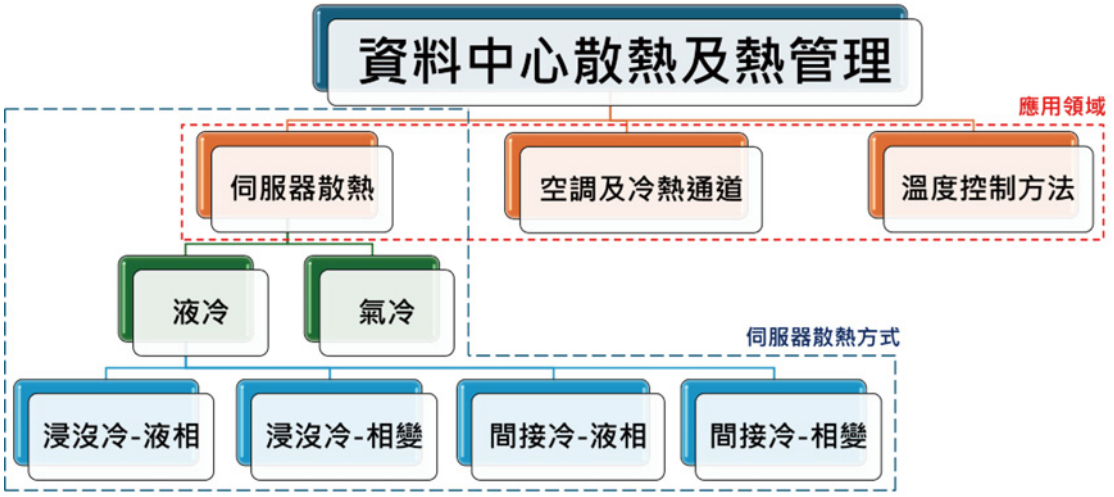


圖 1　資料中心散熱及熱管理樹狀圖

[8] Meta, Simulator-based reinforcement learning for data center cooling optimization, https://engineering.fb.com/2024/09/10/data-center-engineering/simulator-based-reinforcement-learning-for-data-center-cooling-optimization/ (last visited Aug. 29, 2026).

一、應用統計與趨勢

本節針對「資料中心散熱及熱管理」之應用領域進行專利件數統計，其技術分布如圖 2 所示。

由統計結果可知，專利技術高度集中於「伺服器散熱」領域，案量高達 7,546 件，顯示該領域為各大廠研發布局之重鎮；其次為「空調及冷熱通道」相關技術，計有 679 件；而「溫度控制方法」之專利案量則相對較少，計有 224 件。

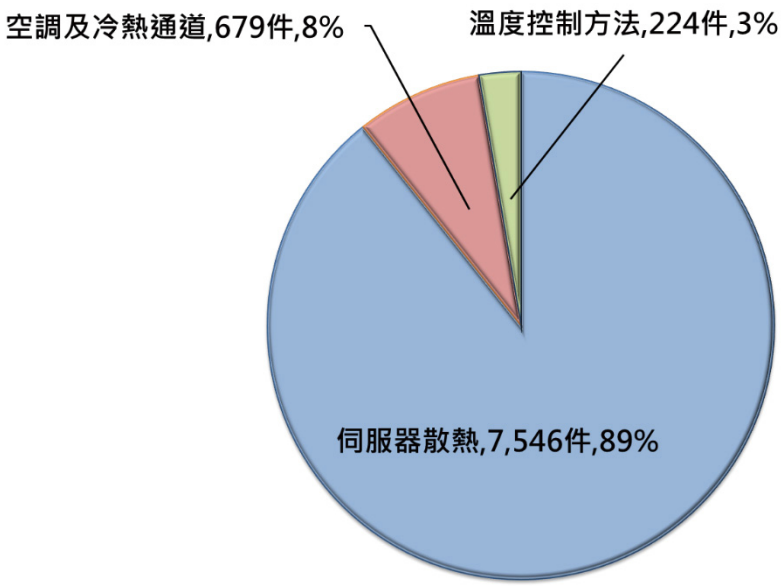


圖 2　資料中心散熱應用領域統計

本節進一步探討「資料中心散熱及熱管理」各應用領域之近 10 年專利公開趨勢，如圖 3 所示。整體而言，三大領域於 2015 至 2024 年間，皆呈現正向成長，其各別之發展趨勢態勢解析如下：

伺服器散熱：專利公開量呈現穩健的成長態勢，自 2015 年的 322 件大幅攀升至 2024 年的 1,640 件，成長約 5 倍，其複合年均成長率（Compound Annual Growth Rate, CAGR）高達約 20%。其中，該領域於 2020 年與 2022 年皆出現顯著的爆發性成長。

空調及冷熱通道：專利公開量自 2015 年的 52 件增至 2024 年的 132 件，成長約 2.5 倍，整體 CAGR 約為 11%。該領域於 2023 年以前之成長曲線較為平緩，直至 2024 年始展現明顯增長。

溫度控制方法：專利公開量自 2015 年的 12 件增至 2024 年的 106 件，成長約 8.8 倍，整體 CAGR 達 27%。該技術領域在 2021 年以前成長曲線未有明顯波動，自 2022 年起步入顯著成長期，2024 年更迎來爆發性增長。

綜合上述趨勢，近 10 年資料中心之散熱及熱管理技術研發能量，已高度集中於「伺服器散熱」領域，基於此技術收斂現象，後續章節將針對伺服器散熱領域向下展開，進一步剖析其所採用之具體散熱技術與手段。

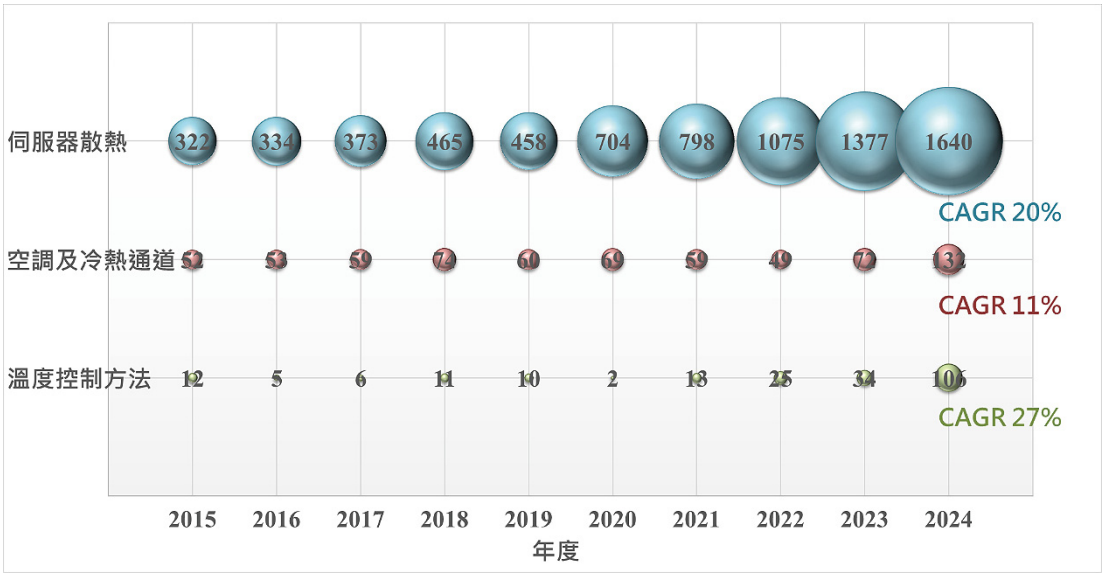


圖 3　資料中心散熱及熱管理應用領域趨勢

二、申請人／專利權人類型統計與趨勢

本節將專利申請人／專利權人類型劃分為「公司」、「學校／研究機構」、「個人」與「合作」四大類別。其中，「公司」涵蓋單一或複數企業法人；「學校／研究機構」涵蓋單一或複數國內外學校、政府機關或研究單位；「個人」係

指單一或複數自然人;「合作」則為前述三種類型（公司、學校／研究機構、個人）中任兩者以上之跨類型共同申請。

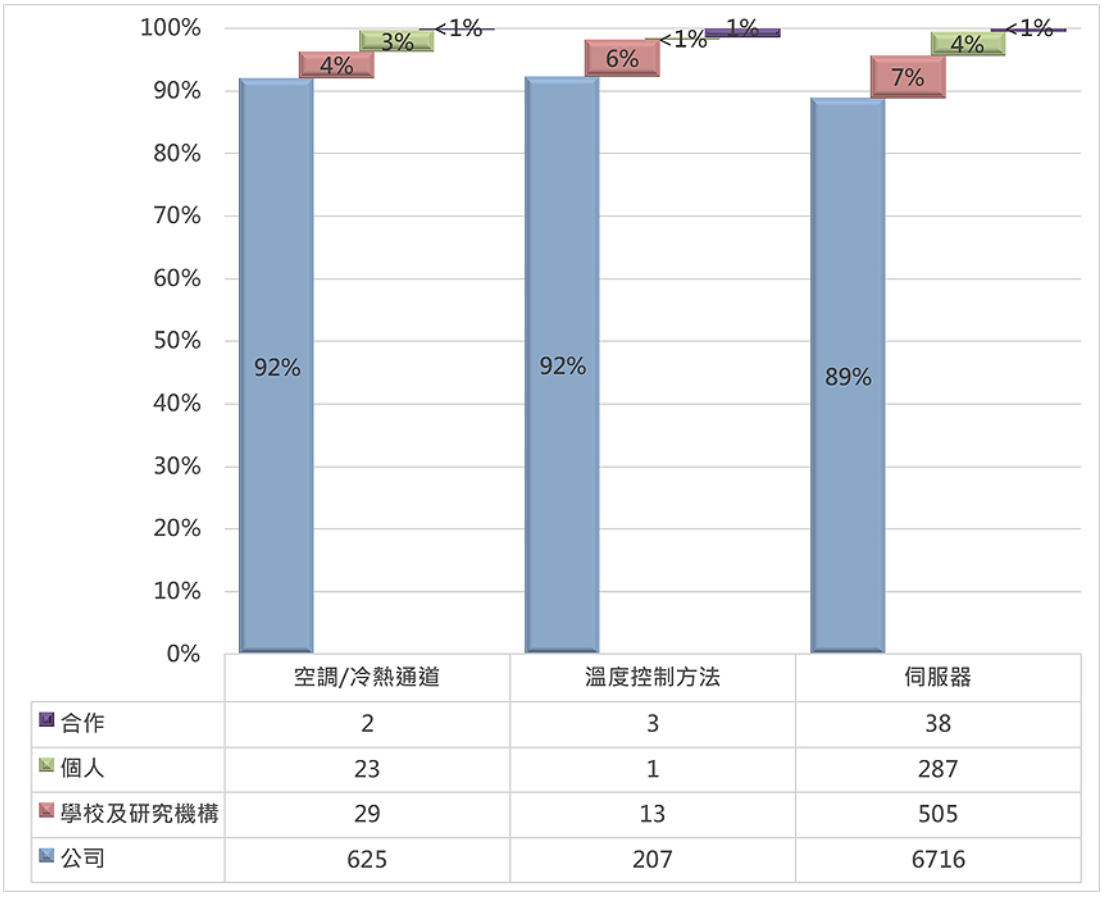
「資料中心散熱及熱管理」各應用領域之申請人／專利權人類型分布統計如圖 4 所示。整體而言，各領域之研發主力皆高度集中於公司端，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：為各領域布局之主力，於「空調及冷熱通道」領域中，計有 625 件，占比達 92%；於「溫度控制方法」領域中，計有 207 件，占比達 92%；於「伺服器散熱」領域中，計有 6,716 件，占比達 89%。

學校／研究機構：專利布局以「伺服器散熱」領域最多，於「空調及冷熱通道」領域中，計有 29 件，占比達 4%；於「溫度控制方法」領域中，計有 13 件，占比達 6%；於「伺服器散熱」領域中，計有 505 件，占比達 7%。

個人：同樣以「伺服器散熱」領域布局較多，於「空調及冷熱通道」領域中，計有 23 件，占比達 3%；於「溫度控制方法」領域中，計有 1 件，占比未達 1%；於「伺服器散熱」領域中，計有 287 件，占比達 4%。

合作：結合公司、學校／研究機構等跨域合作之專利案量極少，於「空調及冷熱通道」領域中，計有 2 件，占比未達 1%；於「溫度控制方法」領域中，計有 3 件，占比達 1%；於「伺服器散熱」領域中，計有 38 件，占比未達 1%。



	空調/冷熱通道	溫度控制方法	伺服器
合作	2	3	38
個人	23	1	287
學校及研究機構	29	13	505
公司	625	207	6716

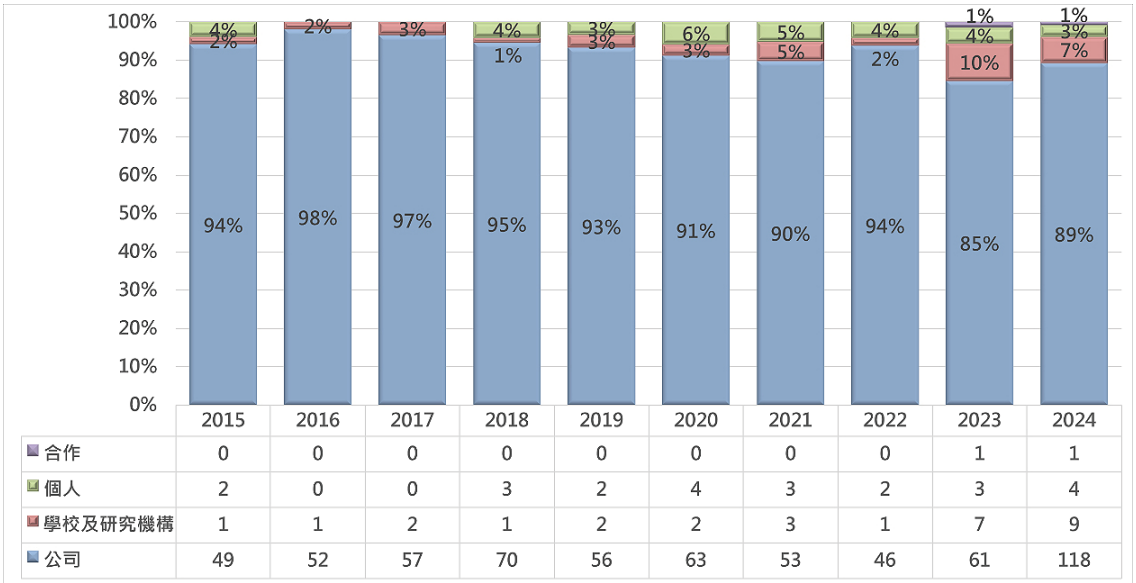
圖 4　資料中心散熱及熱管理應用領域申請人／專利權人類型

「空調及冷熱通道」領域近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 5 所示。整體而言，公司始終為研發及專利主力，惟學校／研究機構近年亦展現出顯著的研發動能，各類型之演變趨勢解析如下：

公司：專利案量自 2015 年的 49 件穩定成長至 2024 年的 118 件，受學校／研究機構端投入增加影響，其占比則由 2015 年的 94% 微幅收斂至 2024 年的 89%，但仍居於主導地位。

學校／研究機構：專利件數由 2015 年的 1 件增至 2024 年的 9 件，占比自 2% 提升至 7%，值得注意的是，該類型之主要增長集中於 2023 至 2024 年，顯示學校／研究機構於近兩年加速投入相關技術研發。

個人與合作：近 10 年來之專利件數極少，且歷年占比未見顯著波動，顯示個人發明人與跨域合作在此領域之專利布局動能相對有限。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
個人	2	0	0	3	2	4	3	2	3	4
學校及研究機構	1	1	2	1	2	2	3	1	7	9
公司	49	52	57	70	56	63	53	46	61	118

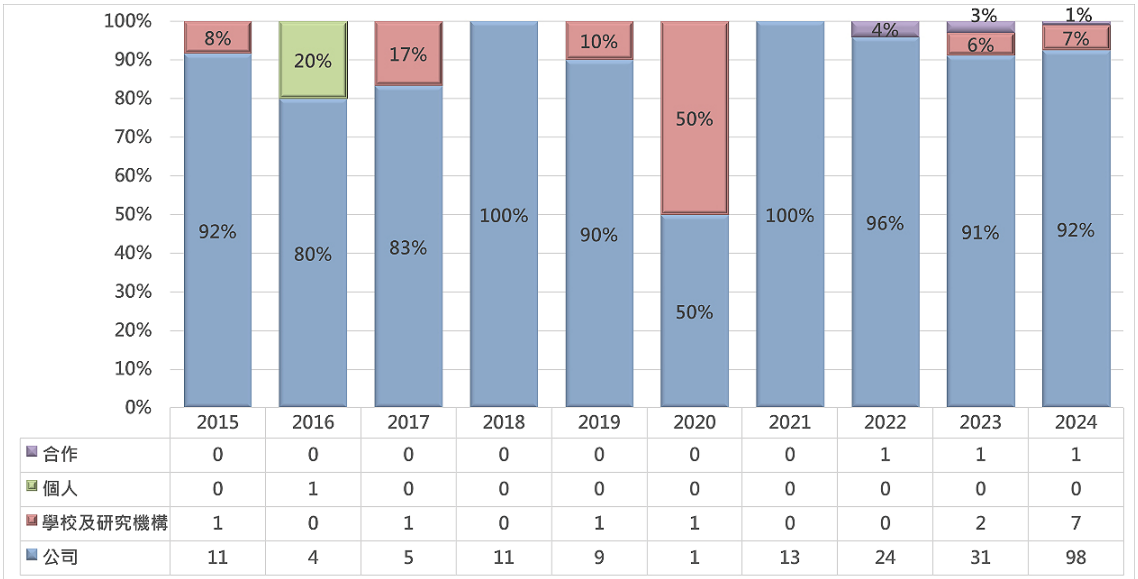
圖 5　空調及冷熱通道申請人／專利權人類型趨勢

「溫度控制方法」領域近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 6 所示。整體而言，公司仍為推動該技術發展之核心力量，且整體領域於近三年呈現爆發性成長。各類型之演變趨勢解析如下：

公司：始終居於主導地位，專利案量由 2015 年的 11 件大幅攀升至 2024 年的 98 件，其中於 2021 至 2024 年間成長最為顯著，顯示公司端於近年高度聚焦投入研發資源於溫度控制方法技術。

學校／研究機構：歷年案量規模較小，專利數由 2015 年的 1 件增至 2024 年的 7 件，惟其顯著的成長動能主要集中於 2024 年，顯現學校／研究機構端於近期始積極投入布局。

個人與合作：此兩種類型之歷年專利件數極微，且占比未見顯著波動，顯示個人與跨域合作研發模式在此領域尚未發酵。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
個人	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
學校及研究機構	1	0	1	0	1	1	0	0	2	7
公司	11	4	5	11	9	1	13	24	31	98

圖 6　溫度控制方法申請人／專利權人類型趨勢

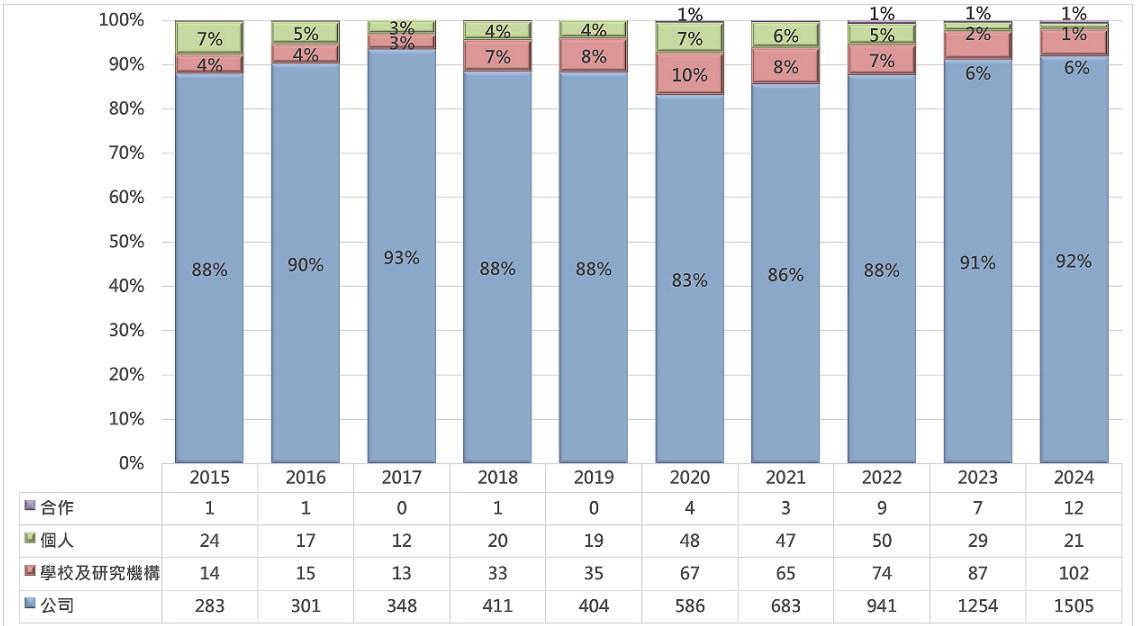
「伺服器散熱」領域近10年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖7所示。整體而言，該領域以「公司」為布局之主力，且「公司」與「學校／研究機構」皆於2022至2024迎來爆發性成長。各類型之演變態勢解析如下：

公司：為帶動該技術發展之核心，專利件數呈現穩定的逐年增長態勢，自2015年的283件增至2024年的1,505件，占比亦由88%擴張至92%，其中，2022至2024年間出現顯著的爆發性成長，顯示企業端於近年投入極為龐大的研發資源。

學校／研究機構：專利案量與公司類型呈現同步成長之趨勢，件數由2015年的14件增至2024年的102件，占比由4%微幅提升至6%，其爆發性成長期同樣落在2022至2024年間。

個人：此類型之專利活躍期集中於2018至2022年，期間占比維持在4%至7%，然自2023年起，其專利件數與占比皆呈現明顯衰退跡象。

合作：跨域合作之專利案量雖於2022至2024年間有增長趨勢，惟其歷年整體占比仍始終低於1%，顯示該領域之聯合研發模式尚待發酵。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	1	1	0	1	0	4	3	9	7	12
個人	24	17	12	20	19	48	47	50	29	21
學校及研究機構	14	15	13	33	35	67	65	74	87	102
公司	283	301	348	411	404	586	683	941	1254	1505

圖 7　伺服器散熱申請人／專利權人類型趨勢

三、全球前二十大申請人／專利權人分析

本節引用資料中心散熱技術專利趨勢分析（上）之全球前二十大申請人／專利權人之專利統計，並進一步將「資料中心散熱及熱管理」專利依據伺服器散熱、空調與冷熱通道、溫度控制方法三大應用領域進行交叉比對，藉以探究全球前二十大申請人／專利權人在各應用領域的技術布局輪廓。

依據圖 8 所示之分布統計，全球前二十大申請人／專利權人之研發重心高度集中於「伺服器散熱」領域，其次為「空調與冷熱通道」，最後為「溫度控制方法」。其中，浪潮集團不僅總體專利數居冠，其於前述三大應用領域之專利件數皆位列第一，展現其於該領域具備全面性之技術壁壘。各應用領域之指標申請人專利布局解析如下：

伺服器散熱：為各國際大廠之布局核心，本領域專利件數前五名依序為浪潮集團（628 件）、百度集團（259 件）、IBM（164 件）、FUJITSU（160 件）及 DELL（144 件）；若自各大廠內部專利比重觀之，可發現各國際大廠在伺服器散熱專利布局比重皆為最高，顯見此領域為資料中心散熱及熱管理的核心技術領域，後續章節將進一步分析伺服器散熱的散熱技術方式。

空調與冷熱通道：專利件數前五名依序為浪潮集團（40 件）、AMAZON（32 件）、鴻海科技（19 件）、百度集團（15 件）及 ALPHABET（15 件）；若自各大廠內部專利比重觀之，AMAZON 於此領域之專利占比高達 45% 居首，其次為施耐德電機（25%）、ALPHABET（20%）及鴻海科技（18%），其中，AMAZON 及 ALPHABET 屬於雲端服務供應商，因此，有興建與營運資料中心的需求，較注重整體環境的能源使用效率（Power Usage Effectiveness, PUE）。

溫度控制方法：專利件數排名前二大分別為浪潮集團（23 件，占自身專利 3%）及施耐德電機（10 件，占自身專利 20%）。

綜上所述，全球前二十大申請人／專利權人在伺服器散熱應用領域專利布局比例最高，且申請人主要都屬於資料中心硬體設備的供應商，後續章節將進一步針對伺服器散熱技術所採用之具體散熱手段進行深入探討。

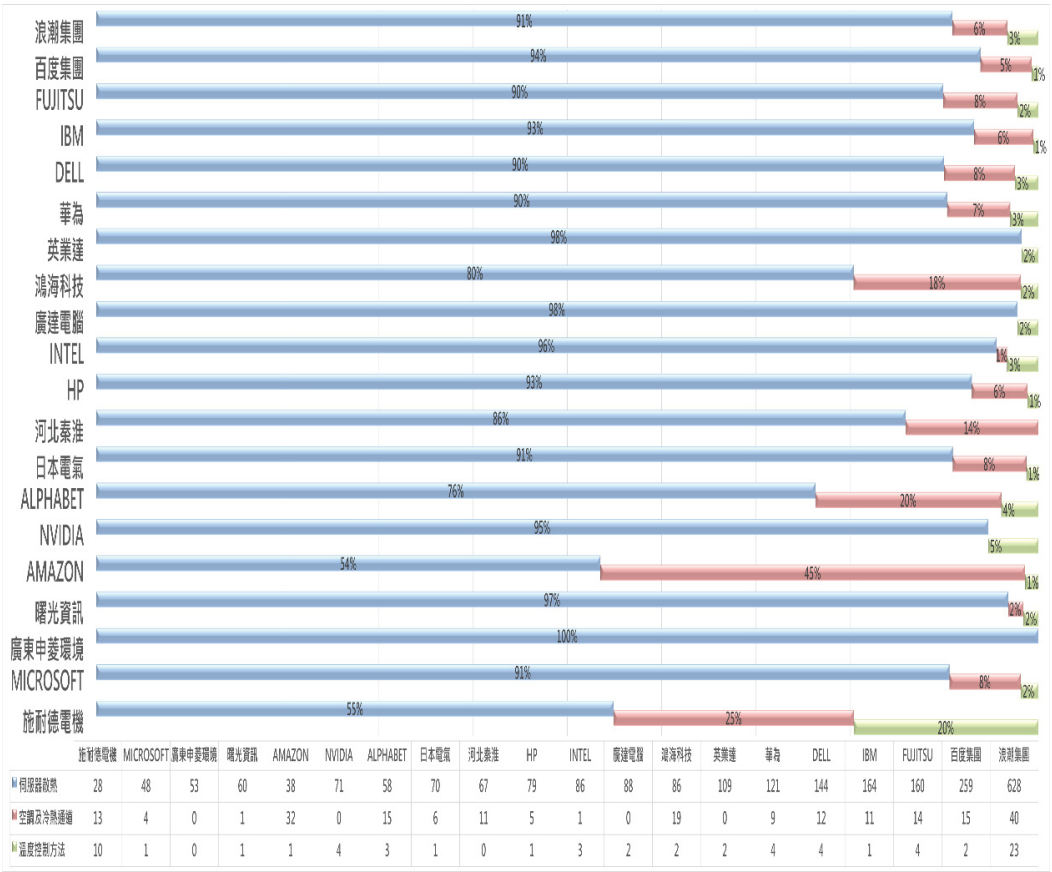


圖 8　全球前二十大申請人／專利權人資料中心散熱及熱管理應用領域統計

肆、伺服器散熱趨勢分析

本主題將針對「伺服器散熱」領域進行細部的技術分類與探討，主要將「伺服器散熱」劃分為「氣冷」與「液冷」兩個架構，其中，液冷技術依其運作機制進一步劃分為「浸沒冷－液相」、「浸沒冷－相變」、「間接冷－液相」及「間接冷－相變」等四大次分類，藉此深入研析伺服器散熱技術之演進軌跡。

一、散熱方式統計與趨勢

本節首先針對「伺服器散熱」之專利件數進行細部分類與統計，如圖 9 所示，總計 7,546 件。在分類架構上，首先將散熱技術區分為「氣冷」與「液冷」兩大區塊；針對液冷技術，依冷卻液是否與熱源直接接觸，劃分為「浸沒冷」與「間接冷」；最後再視工作流體之物理狀態，進一步細分為「液相（單相）」與「相變（兩相）」。

依據統計結果，伺服器散熱專利於各細部技術之分布呈現以下階層情形：

間接冷－液相：專利案量居冠，高達 3,371 件，占總量約 45%，為目前伺服器液冷技術之研發主流。

氣冷：專利案量位居第二，計有 2,175 件，占總量約 29%，顯示傳統氣冷技術仍具備相當之布局基礎。

間接冷－相變：專利數計有 1,246 件，占總量約 16%。

浸沒冷－液相：專利數計有 531 件，占總量約 7%。

浸沒冷－相變：專利數計有 223 件，占總量約 3%。

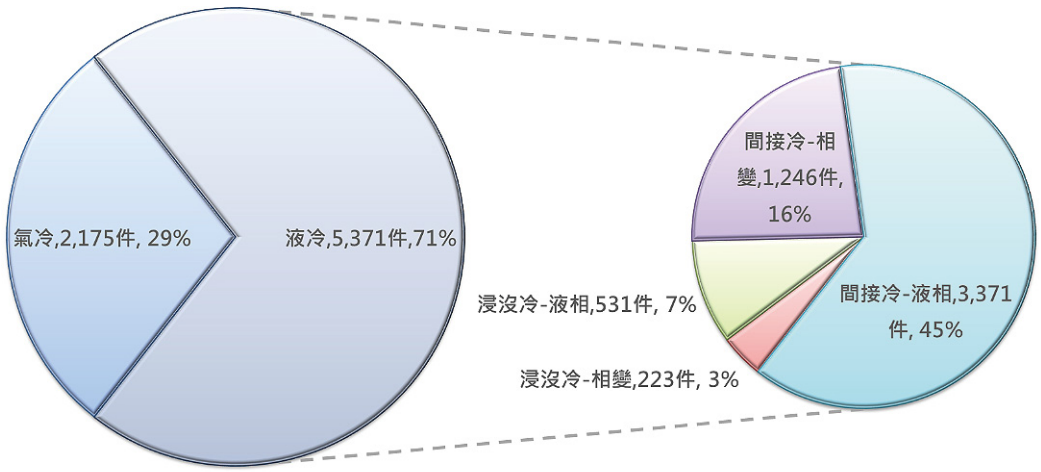


圖 9　伺服器散熱方式統計

本節進一步探討伺服器「氣冷」與「液冷」兩大散熱技術之歷年發展趨勢，如圖 10 所示。數據顯示，液冷散熱專利之申請件數自 2015 年的 185 件大幅攀升至 2024 年的 1,368 件；其占整體伺服器散熱專利之比例，亦由 2015 年的 57% 顯著成長至 2024 年的 83%。

此一液冷技術占比急遽成長之現象，充分反映了產業技術的轉向，為因應新一代伺服器高算力、高效能之解熱需求，以及資料中心對高能源使用效率之嚴格要求，液冷技術已取代傳統氣冷，成為熱管理領域之絕對主流。基於此一發展態勢，後續進一步針對氣冷技術，以及液冷技術轄下之四大次分類，深入研析其逐年之專利趨勢變化。

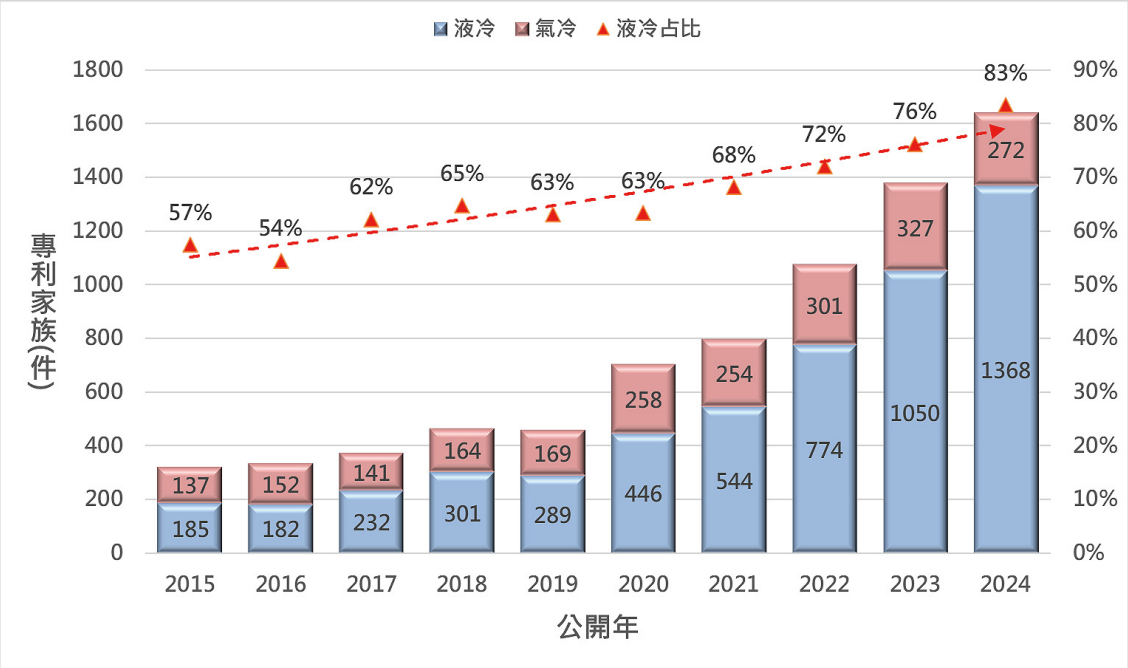


圖 10　伺服器散熱氣液冷占比趨勢

本節最後解析伺服器各項散熱技術之近 10 年發展趨勢，如圖 11 所示。觀察在 2015 至 2017 年間，伺服器散熱專利仍以傳統「氣冷」技術為大宗，然而自 2018 年起，「間接冷－液相」之專利案量正式超越氣冷，形成關鍵的技術交叉點，顯現出伺服器散熱正式由氣冷轉型為間接式液冷架構，綜觀 2015 至 2024 年間，各項散熱技術之發展趨勢態勢解析如下：

間接冷－液相：為過去十年間之絕對發展主流。專利件數自 2015 年的 109 件增至 2024 年的 817 件，成長約 7.5 倍，CAGR 達 25%，且於 2020 至 2024 年間呈現連續且顯著之突破性成長。

間接冷－相變：專利數由 2015 年的 58 件增長至 2024 年的 282 件，成長逾 4 倍，CAGR 約為 19%，其顯著成長期集中於 2022 至 2024 年。

浸沒冷－液相：專利件數由 2015 年的 13 件增長至 2024 年的 189 件，成長逾 10 倍，CAGR 高達 35%，並於 2023 至 2024 年連續兩年呈現爆發性成長。

浸沒冷－相變：前期專利基期較低，專利件數自 2015 年的 5 件增長至 2024 年的 80 件，成長約 16 倍，CAGR 高達 36%，同樣於 2023 至 2024 年呈現爆發性成長。

氣冷：專利件數自 2015 年的 137 件增長至 2024 年的 272 件，成長近 2 倍，CAGR 約為 8%。於 2020 至 2023 年間呈微幅成長，整體成長動能曲線相對趨緩。

綜合上述數據觀之，過去十年伺服器散熱之專利布局係以「間接冷－液相」為主要專利布局之主力，然而，「浸沒冷」散熱技術近年之成長斜率最為陡峭，顯示已有申請人開始積極布局此新興前沿領域。

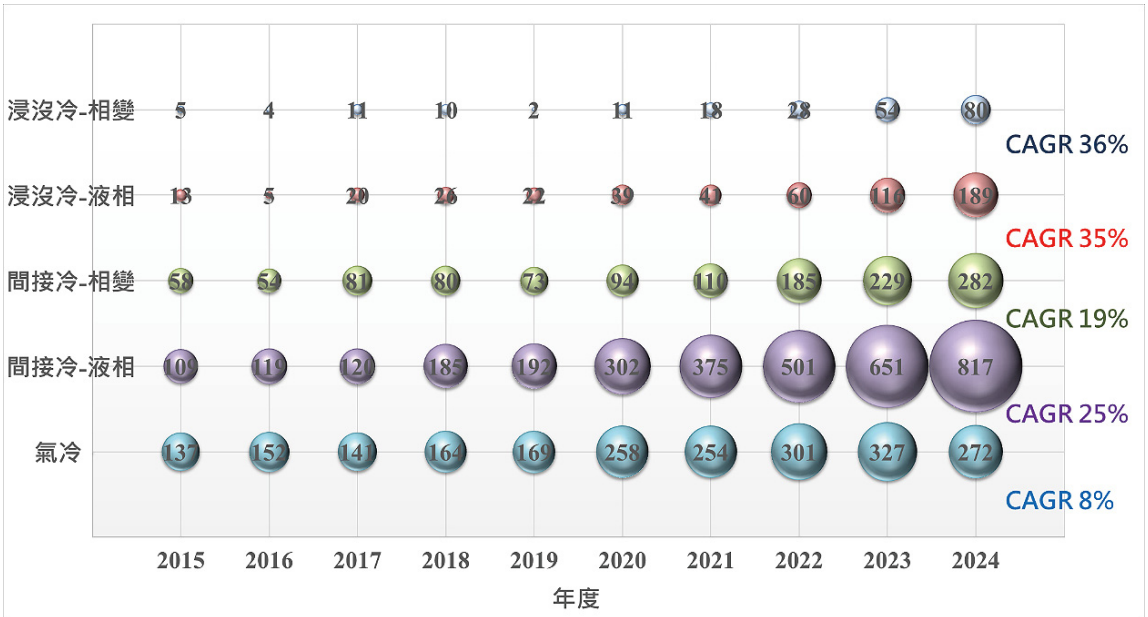


圖 11　伺服器散熱方式趨勢

二、申請人／專利權人類型統計與趨勢

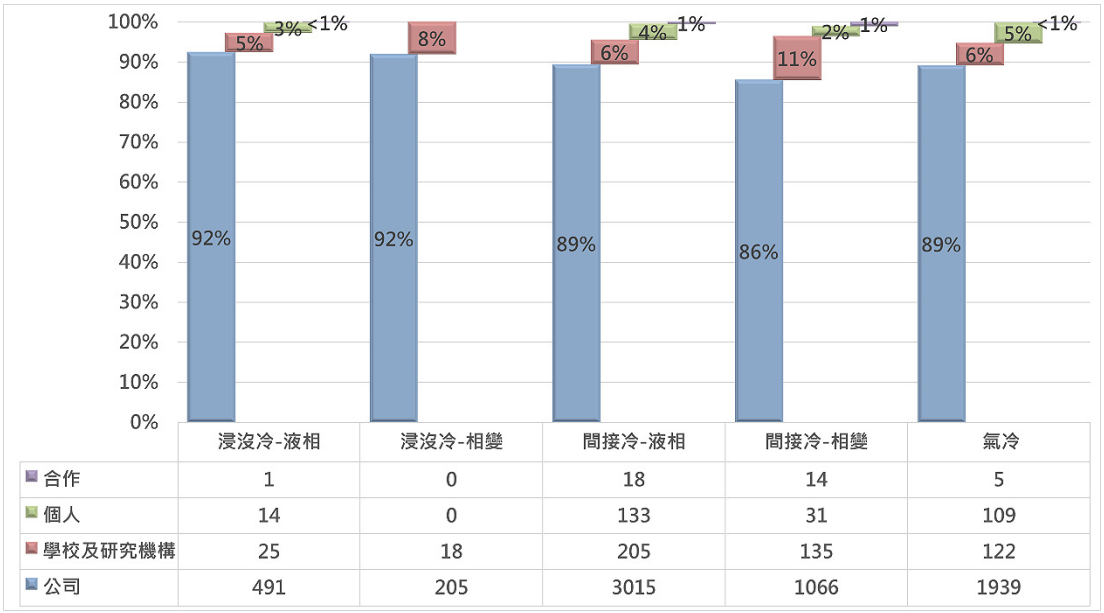
本節首先針對伺服器之五大散熱技術，剖析其專利申請人／專利權人類型之分布差異，如圖 12 所示。整體而言，公司在各項伺服器散熱技術皆占據主導地位，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：於五項伺服器散熱技術中占比皆為最高，於「浸沒冷－液相」中，計有 491 件，占比達 92%；於「浸沒冷－相變」中，計有 205 件，占比達 92%；於「間接冷－液相」中，計有 3,015 件，占比達 89%；於「間接冷－相變」中，計有 1,066 件，占比達 86%；於「氣冷」中，計有 1,939 件，占比達 89%，顯見在各伺服器散熱技術領域中，公司研發占有絕對的領導地位。

學校／研究機構：於相變散熱技術的參與度顯著較高，其中於「浸沒冷－液相」中，計有 25 件，占比達 5%；於「浸沒冷－相變」中，計有 18 件，占比達 8%；於「間接冷－液相」中，計有 205 件，占比達 6%；於「間接冷－相變」中，計有 135 件，占比達 11%；於「氣冷」中，計有 122 件，占比達 6%，此分布顯示學研單位更傾向投入相變散熱技術領域。

個人：技術布局集中於門檻相對較低之傳統或成熟技術，於「浸沒冷－液相」中，計有 14 件，占比達 3%；於「間接冷－液相」中，計有 133 件，占比達 4%；於「間接冷－相變」中，計有 31 件，占比達 2%；於「氣冷」中，計有 109 件，占比達 5%，於「浸沒冷－相變」領域，個人類型申請人申請案量為零。

合作：結合產、學、研跨域合作之專利申請案，於此五項散熱技術中之占比皆微乎其微，其占比均小於 1%，顯示各類型申請人目前多採獨立研發模式。



	浸沒冷-液相	浸沒冷-相變	間接冷-液相	間接冷-相變	氣冷
合作	1	0	18	14	5
個人	14	0	133	31	109
學校及研究機構	25	18	205	135	122
公司	491	205	3015	1066	1939

圖 12　伺服器散熱方式申請人／專利權人類型統計

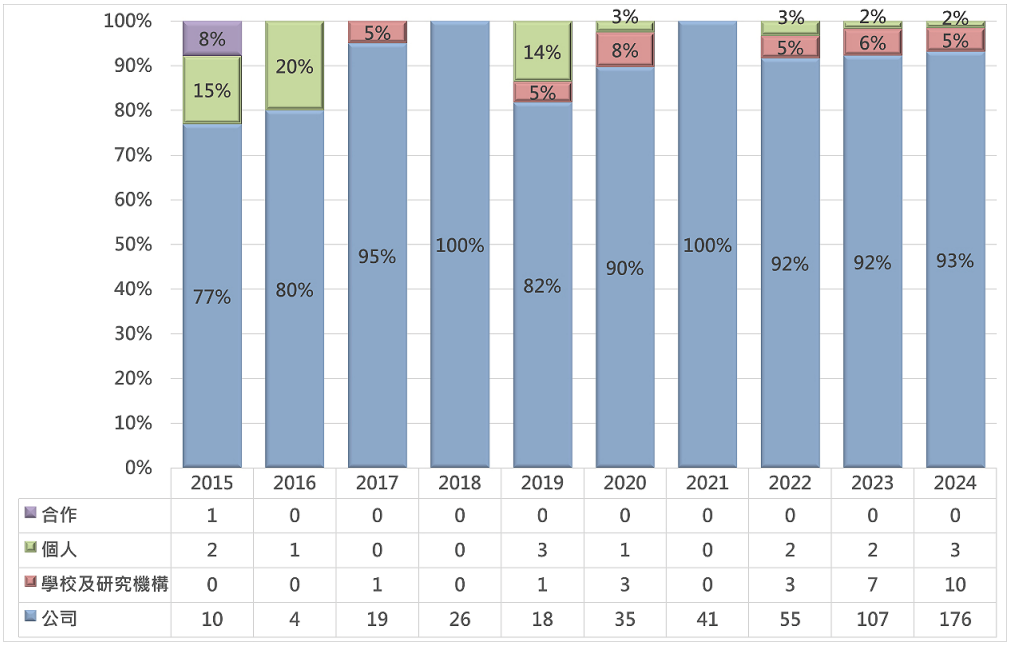
「浸沒冷－液相」散熱技術近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 13 所示。整體而言，該技術之研發動能已高度向「公司」集中，個人發明人之影響力則逐漸被降低，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：為帶動此技術發展之主要推動者，專利件數由 2015 年的 10 件增長至 2024 年的 176 件，占比亦從 77% 擴張至 93%，此一增長趨勢尤以 2020 至 2024 年間最為顯著，顯示公司端於近年大量挹注研發資源以搶占市場先機。

學校／研究機構：屬於較晚進入此領域之類型，專利件數由 2015 年的 0 件增至 2024 年的 10 件，占比提升至 5%，其顯著成長期落於 2022 至 2024 年，反映學研端於近三年方開始加速相關技術布局。

個人：專利產出幾乎停滯，專利件數除 2017、2018、2021 未見有產出，其餘年度的產出皆為個位數，由於公司端案件量基數大增，導致個人發明人之占比由 2015 年的 15% 大幅萎縮至 2024 年的 2%，整體近 10 年皆無明顯成長動能。

合作：除 2015 年僅有 1 件專利公開外，其餘年份皆無相關申請案，顯示跨域合作研發模式在此技術領域尚未成形。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
個人	2	1	0	0	3	1	0	2	2	3
學校及研究機構	0	0	1	0	1	3	0	3	7	10
公司	10	4	19	26	18	35	41	55	107	176

圖 13　伺服器浸沒冷－液相散熱申請人／專利權人類型趨勢

「浸沒冷－相變」散熱技術近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 14 所示。整體而言，該領域為伺服器散熱中技術最為複雜之研發領域，研發量能完全由公司與學研機構把持，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：為帶動此技術發展之主要推動者，專利件數由 2015 年的 4 件顯著增長至 2024 年的 72 件，占比亦從 80% 擴張至 90%。值得注意的是，其爆發性成長期集中於 2022 至 2024 年，顯示企業端於近三年為因應 AI 伺服器的高效能需求，積極對兩相冷卻之技術研發與突破，並開始進入密集的專利布局階段。

學校／研究機構：專利案量微幅增長，專利件數由 2015 年的 1 件增長至 2024 年的 8 件，然歷年來皆無明顯之爆發成長期，且受公司端案件量激增之稀釋效應影響，其整體占比反由 2015 年的 20% 下降至 2024 年的 10%。

個人與合作：近 10 年間皆無任何相關專利申請公開，推測浸沒冷－相變領域技術門檻較高，且研發資金需求較大，個人申請或缺乏資源之合作模式較無法跨足此領域。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
個人	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
學校及研究機構	1	0	1	0	0	1	5	0	2	8
公司	4	4	10	10	2	10	13	28	52	72

圖 14　伺服器浸沒冷－相變散熱申請人／專利權人類型趨勢

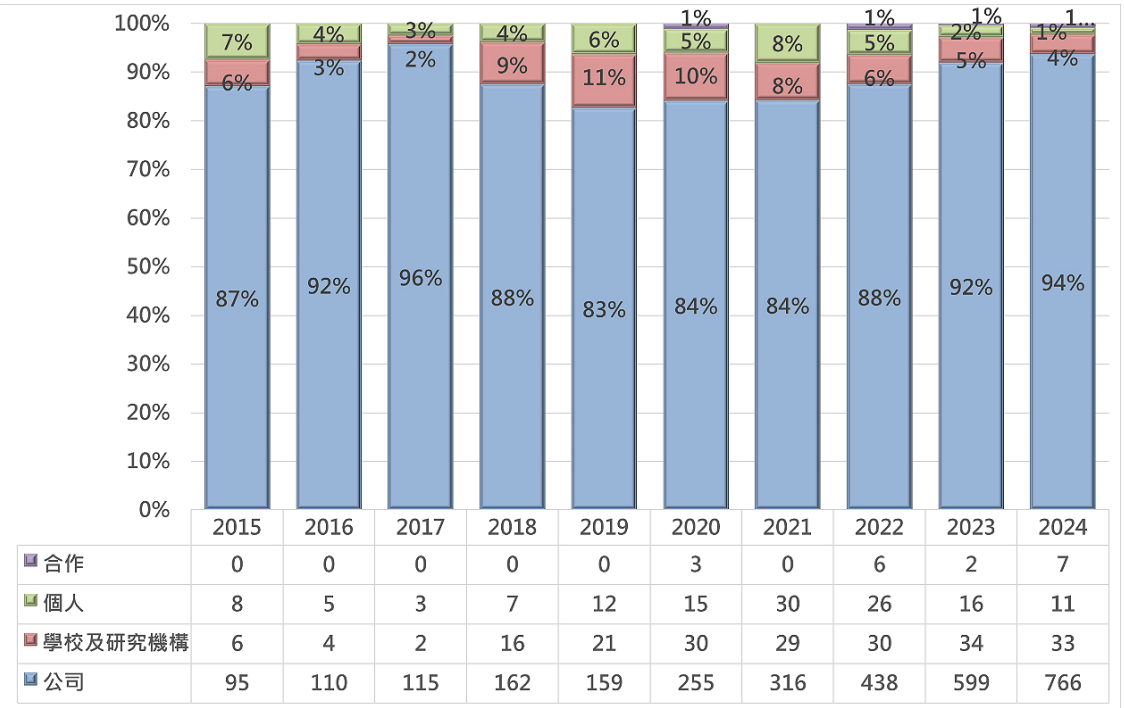
「間接冷－液相」散熱技術近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 15 所示。作為目前伺服器散熱領域之最大宗主流技術，其研發動能呈現向「公司」高度集中之態勢，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：當前伺服器散熱主流技術，公司端專利件案量自 2015 年的 95 件大幅攀升至 2024 年的 776 件，占比亦由 87% 擴張至 94%。其顯著成長期集中於 2020 至 2024 年，顯示伴隨資料中心散熱需求升溫，各大廠已大舉投入資源進行專利布局圈地。

學校／研究機構：專利件數雖由 2015 年的 6 件緩步成長至 2024 年的 33 件，然因缺乏爆發性成長動能，且受公司端專利案量激增之稀釋效應影響，其整體占比反由 2015 年的 6% 萎縮至 2024 年的 4%。

個人：專利近年產出動能疲弱，於 2021 年為高峰；主要成長期在 2018 至 2021 年，專利件數從 7 件成長至 30 件，近期受企業案量擴張排擠，專利件數從 2022 年的 26 件下滑至 2024 年的 11 件，其占比自 5% 大幅滑落至 1%，整體期間皆無明顯成長趨勢。

合作：專利案量由 2015 年的 0 件微增至 2024 年的 7 件，占比則緩升至 1%，顯示跨域聯合研發模式在此成熟技術領域中之影響力仍相當有限。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	0	0	0	0	0	3	0	6	2	7
個人	8	5	3	7	12	15	30	26	16	11
學校及研究機構	6	4	2	16	21	30	29	30	34	33
公司	95	110	115	162	159	255	316	438	599	766

圖 15　伺服器間接冷－液相散熱申請人／專利權人類型趨勢

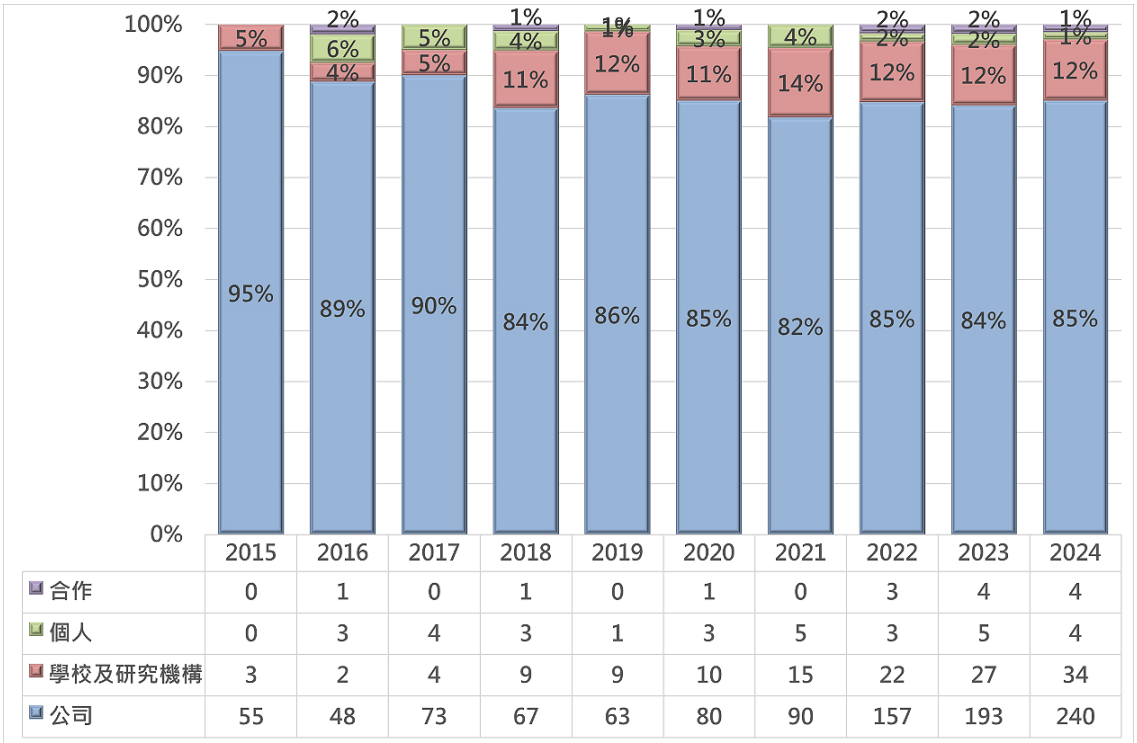
「間接冷－相變」散熱技術近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 16 所示。不同於間接冷－液相領域由公司端完全壟斷的現象，本領域展現出學研機構研發量能顯著攀升之特殊態勢，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：雖仍為技術布局之主力，專利件數由 2015 年的 55 件成長至 2024 年的 240 件，顯著成長期落於 2022 至 2024 年，然受學研端近期投入之影響，其整體占比自 2015 年的 95% 收斂至 2024 年的 85%。

學校／研究機構：近期展現出強勁的成長力，專利數由 2015 年的 3 件躍升至 2024 年的 34 件，成長逾 10 倍，占比亦由 5% 顯著擴張至 12%，其顯著成長期自 2021 年一路延續至 2024 年，顯示學研單位近年正積極攻堅相變冷卻之技術瓶頸，並占有重要戰略地位。

個人：專利數由 2015 年的 0 件微幅成長至 2024 年的 4 件，全期皆無明顯成長動能，近年受到公司端專利案量增加的影響，專利占比於 2024 年僅為 1%。

合作：專利數由 2015 年的 0 件微幅成長至 2024 年的 4 件，與個人端相同全期皆無明顯成長動能，專利占比於 2024 年僅為 1%，顯示個人與跨域合作在此技術領域之影響力依然受限。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	0	1	0	1	0	1	0	3	4	4
個人	0	3	4	3	1	3	5	3	5	4
學校及研究機構	3	2	4	9	9	10	15	22	27	34
公司	55	48	73	67	63	80	90	157	193	240

圖 16　伺服器間接冷－相變散熱申請人／專利權人類型趨勢

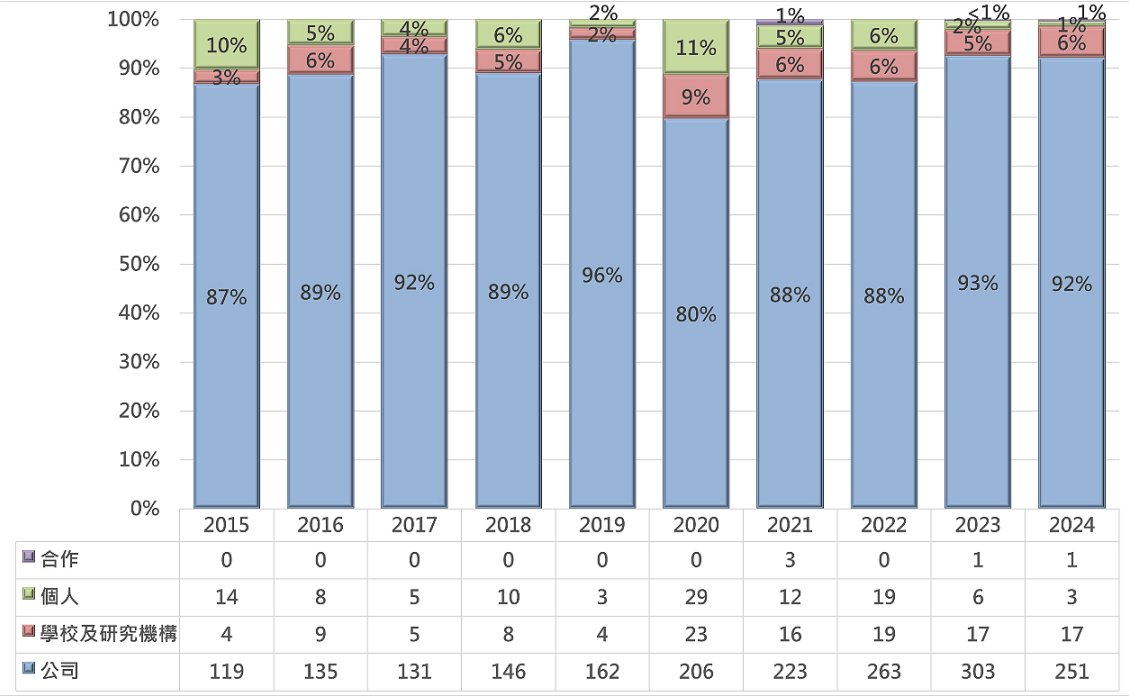
「氣冷」散熱技術近 10 年之申請人／專利權人類型趨勢分析，如圖 17 所示。作為伺服器發展最為成熟之散熱技術，其專利布局仍由公司端穩居主導地位，惟整體成長動能已趨於平緩，且個人發明人呈現明顯之退場趨勢，各申請人／專利權人類型之布局態勢解析如下：

公司：專利件數由 2015 年的 119 件緩步成長至 2024 年 251 件，占比自 87% 提升至 92%。其主要之成長期落在 2018 至 2023 年間，顯示公司端即使在液冷散熱為主流的情形下，於此成熟領域仍維持一定研發量能。

學校／研究機構：專利件數由 2015 年的 4 件微增至 2024 年的 17 件，占比由 3% 緩升至 6%，其顯著成長期僅集中於 2020 年，整體布局動能相對平緩。

個人：呈現顯著之衰退趨勢，其專利件數自 2015 年的 14 件衰減至 2024 年的 3 件，占比更由 10% 大幅滑落至 1%，雖曾於 2020 年出現短暫活躍，但整體而言，顯示個人發明人已逐漸退出此發展成熟與專利高度飽和之技術領域。

合作：僅於 2021、2023 及 2024 年有零星之專利公開，全期皆無明顯成長趨勢，顯示跨域合作在此領域極為罕見。



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
合作	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1
個人	14	8	5	10	3	29	12	19	6	3
學校及研究機構	4	9	5	8	4	23	16	19	17	17
公司	119	135	131	146	162	206	223	263	303	251

圖 17　伺服器氣冷散熱申請人／專利權人類型趨勢

三、全球前二十大申請人／專利權人分析

本節引用資料中心散熱技術專利趨勢分析（上）之全球前二十大申請人／專利權人之專利統計，並進一步將「伺服器散熱」專利界定出五項散熱技術，包含氣冷、間接冷－液相、間接冷－相變、浸沒冷－液相及浸沒冷－相變，進一步剖析全球二十大申請人／專利權人之技術布局藍圖，如圖 18 所示。

綜觀整體布局，「液冷」散熱技術已成為前二十大申請人／專利權人專利布局之主流，僅有 DELL（69%）與廣達電腦（57%）之氣冷專利比例仍大於液冷，其餘十八位申請人之伺服器散熱專利，皆已全面轉向以液冷技術為研發核心，各項伺服器散熱技術主題之指標申請人專利布局解析如下：

間接冷－液相：前二十大申請人／專利權人布局之重點，專利件數前五大依序為浪潮集團（293 件）、百度集團（138 件）、IBM（87 件）、華為（82 件）及英業達（56 件）。若從申請人持有的專利布局占比觀之，比例依序為廣東申菱環境（83%）、華為（68%）、HP（68%）、曙光資訊（58%）及 NVIDIA（54%），顯見該等申請人將過半資源布局重壓於此技術。

間接冷－相變：專利件數前五大為浪潮集團（88 件）、百度集團（58 件）、日本電氣（28 件）、NVIDIA（26 件）及 FUJITSU（25 件）。若從申請人持有的專利布局占比觀之，比例依序為日本電氣（40%）、NVIDIA（37%）、ALPHABET（34%），顯見該等申請人對此技術之投入資源占比較為突出。

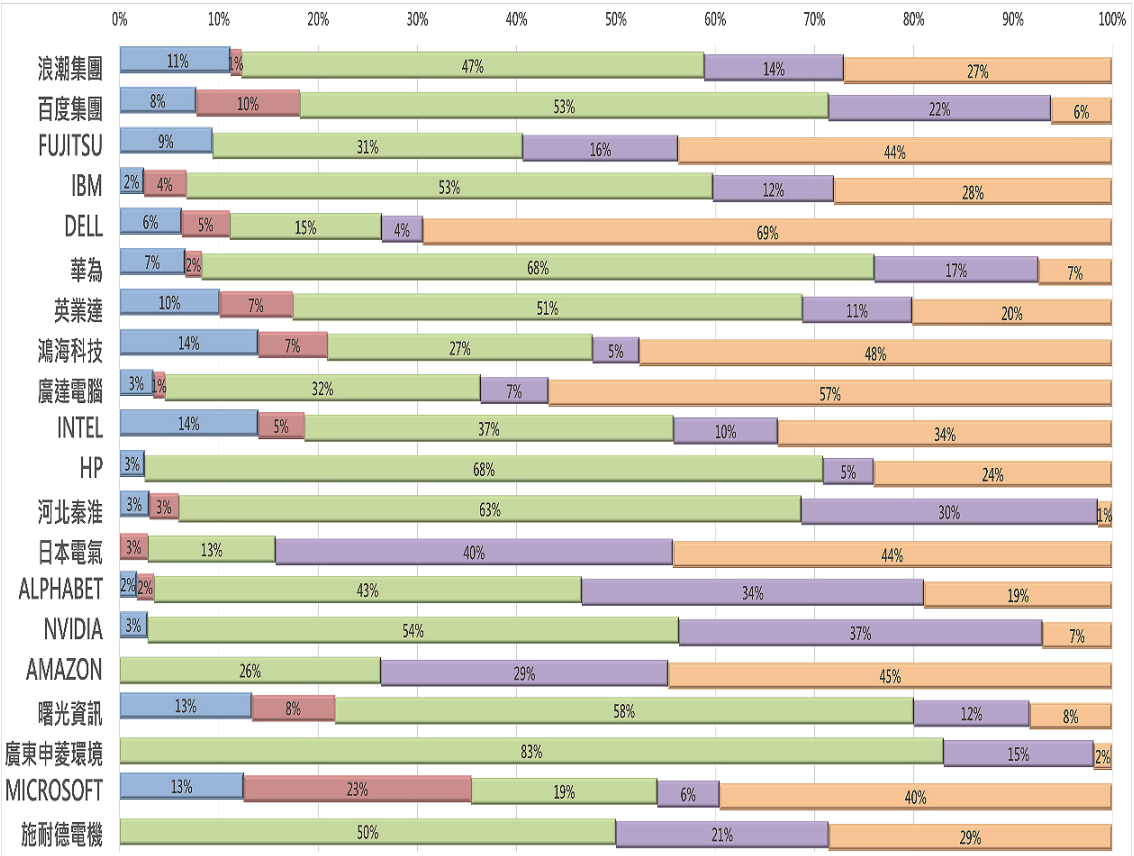
浸沒冷－液相：專利件數前五大為浪潮集團（70 件）、百度集團（20 件）、FUJITSU（15 件）、鴻海科技（12 件）及 INTEL（12 件）。若從申請人持有的專利布局占比觀之，鴻海科技、INTEL、曙光資訊與 MICROSOFT 占比維持在 13%~14%。

浸沒冷－相變：作為技術門檻最高之領域，專利件數以百度集團（27 件）居首，其次為 MICROSOFT（11 件）、英業達（8 件），浪潮集團、DELL 與 IBM 皆為 7 件。其中，MICROSOFT 的持有占比達到 23%，顯示該申請人其對浸沒冷－相變技術的重視。

氣冷：專利件數前五大依序為浪潮集團（170 件）、DELL（100 件）、FUJITSU（70 件）、廣達電腦（50 件）及 IBM（46 件）。若從申請人持有的專利布局占比觀之，除前述之 DELL 與廣達電腦外，尚包含鴻海科技（48%）、AMAZON（45%）等。

綜上所述，浪潮集團於伺服器五項散熱技術之專利件數皆位列領先群，展現對各領域技術的布局程度；百度集團除氣冷技術外，專注布局於液冷之四項散熱

技術；FUJITSU 採取多元並進策略，於氣冷、間接冷－相變與浸沒冷－液相三大主題皆具備一定數量優勢；全球前二十大申請人／專利權人主要布局之技術排序，依序為「間接冷－液相」、「氣冷」與「間接冷－相變」，此結果與前節散熱方式統計與趨勢之排序完全吻合，印證了國際主要申請人之研發動向引領全球伺服器散熱技術之演進風向。



	施耐德電機	MICROSOFT	廣東申菱環境	曙光資訊	AMAZON	NVIDIA	ALPHABET	日本電氣	河北秦淮	HP	INTEL	廣達電腦	鴻海科技	英業達	華為	DELL	IBM	FUJITSU	百度集團	浪潮集團
浸沒冷-液相	0	6	0	8	0	2	1	0	2	2	12	3	12	11	8	9	4	15	20	70
浸沒冷-相變	0	11	0	5	0	0	1	2	2	0	4	1	6	8	2	7	7	0	27	7
間接冷-液相	14	9	44	35	10	38	25	9	42	54	32	28	23	56	82	22	87	50	138	293
間接冷-相變	6	3	8	7	11	26	20	28	20	4	9	6	4	12	20	6	20	25	58	88
氣冷	8	19	1	5	17	5	11	31	1	19	29	50	41	22	9	100	46	70	16	170

圖 18　全球前二十大申請人／專利權人伺服器散熱方式統計

伍、資料中心熱管理與伺服器散熱創新成熟度矩陣分析

為綜合評估過去十年資料中心散熱技術之發展階段與專利動能，本節導入新加坡智慧財產局國際事務機構（IPOS International）所提出之「創新成熟度矩陣（Innovation Maturity Matrix）」[9] 進行量化研析。

該矩陣模型係交疊「專利強度」與「相對新近度程度」兩大指標，據以判定各項技術於產業生命週期中所處之成熟度與活躍情形，本節將前述章節所界定之技術分類全數納入矩陣進行分析，評估標的涵蓋以下兩大維度：

（一）資料中心熱管理應用區域：包含「空調與冷熱通道」及「溫度控制方法」等兩項基礎設施技術。

（二）伺服器散熱方式：包含「氣冷」、「間接冷－液相」、「間接冷－相變」、「浸沒冷－液相」及「浸沒冷－相變」等五大核心冷卻手段。

資料中心與伺服器散熱技術之「創新成熟度矩陣」，如圖 19 所示。透過「專利強度」（專利家族數量）與「相對新近度程度（近期成長動能）」之交叉映射，可明確劃分為四大象限技術聚落：

右上象限【當前熱門】：涵蓋技術為伺服器「間接冷－液相」；為當前主流領域，擁有最多的專利家族基數，且近年專利產出動能依然強勁，代表該技術為當前產業界投入最多研發資源之絕對核心與商業化主流。

左上象限【成熟領域】：涵蓋技術為伺服器「氣冷」；歷史累積專利量龐大，具備極高的產業成熟度，惟近年之專利成長動能已明顯趨緩，技術發展進入平穩維護期。

右下象限【新興領域】：涵蓋技術為資料中心「溫度控制方法」，以及伺服器「間接冷－相變」、「浸沒冷－液相」與「浸沒冷－相變」散熱；此類技術之專利累積存量雖仍屬少數，但近年的研發活躍度與專利成長率極高，展現出極強的爆發潛力，為公司與學研機構競相卡位的新興前沿技術。

[9] Mapping Innovations: Patents and the Sustainable Development Goals 文章中 IPOS 提出創新成熟度矩陣數學模型及架構，WIPO, https://www.wipo.int/en/web/patent-analytics/mapping-innovations-patents-sustainable-development-goals?utm_source=chatgpt.com (last visited Aug. 29, 2026).

左下象限【適度發展】：資料中心「空調及冷熱通道」；專利累積量較少且近期增長動能平緩，其原因可能係該技術之生命週期已步入成熟晚期或衰退期，亦可能代表其屬於需長時間醞釀之基礎架構改良，於本統計區間內尚未成為主流研發之焦點。

綜上所述，當前資料中心散熱產業之研發主力高度聚焦於伺服器「間接冷－液相」散熱技術；傳統「氣冷」技術則具備成熟的既有專利壁壘；值得高度關注的是，新興領域之資料中心「溫度控制方法」與伺服器「間接冷－相變」、「浸沒冷－液相」與「浸沒冷－相變」，展現出極為強勁的技術成長動能。隨著生成式 AI 快速發展，高效能 AI 伺服器之功耗急遽攀升，此類新興冷卻技術是否將逐步突破現有解熱效能瓶頸，甚至在未來取代現行主流之「間接冷－液相」技術，為產業界後續掌握技術轉型與專利布局之重要觀察指標。

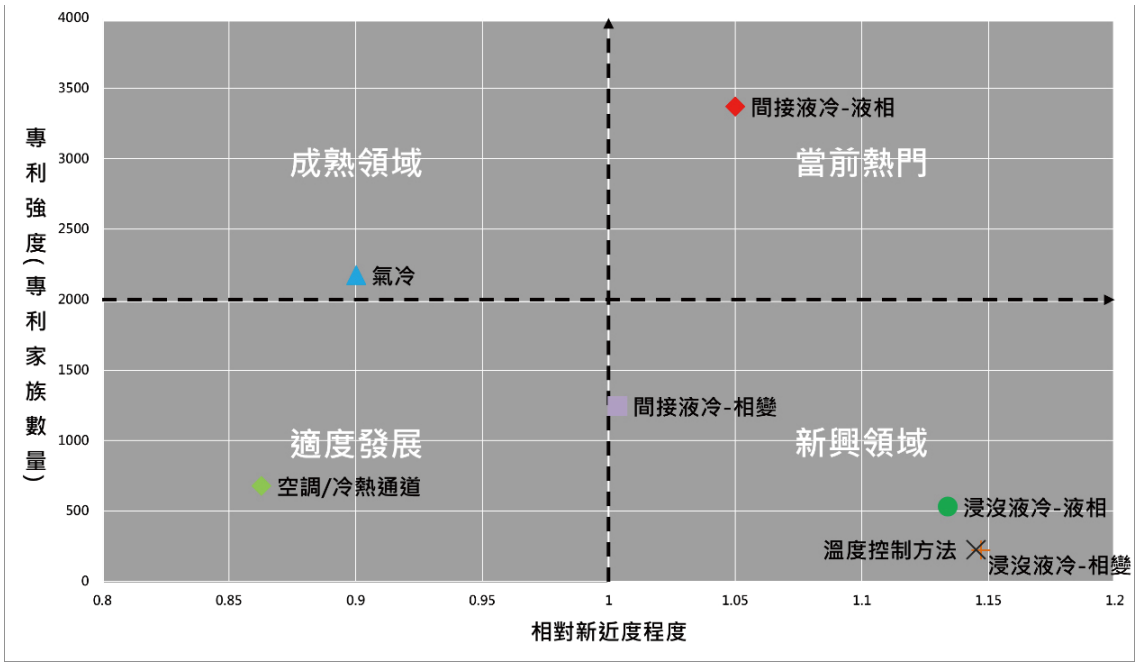


圖 19　創新成熟度矩陣

陸、結語

綜合近 10 年資料中心熱管理與伺服器散熱之專利趨勢，歸納出以下觀察與產業建議：

首先，在技術發展方面，「伺服器散熱」已成為產業核心，自 2018 年「間接冷－液相」專利件數正式超越「氣冷」以來，散熱技術之主流轉移已然確立，液冷技術成為各大廠重點研發與布局之當前主流，而氣冷則憑藉成本優勢退居基礎補充方案。此外，結合智慧演算法之「溫度控制方法」、「間接冷－相變」、「浸沒式冷卻」等新興技術，近年皆呈現爆發性成長，顯示產業正積極尋求能因應新世代 AI 高效能運算伺服器之散熱需求。

在「伺服器散熱」申請人／專利權人類型方面，公司端以逾 86% 之占比主導各項「伺服器散熱」技術，個人發明人因技術門檻攀升而逐漸式微，指標申請人中，浪潮集團於各散熱次領域皆展現全面統治力，百度、IBM、DELL 等大廠高度聚焦伺服器液冷，而 AMAZON、ALPHABET 及施耐德電機則於空調與智控領域表現突出，值得注意的是，學研機構雖整體占比不高，但在技術難度極高之「間接冷－相變」與「浸沒冷－相變」領域卻展現高參與度與強勁成長，成為突破前沿技術之關鍵創新來源。

展望未來布局，建議產業界應以「間接冷－液相」為鞏固市占之核心，並保留氣冷技術作為多樣化解決方案，針對未來 AI 算力挑戰，企業應積極將研發資源朝向相變散熱、浸沒式冷卻與智慧溫度控制等前瞻領域發展，考量目前跨域合作專利占比極低，企業應積極透過與學研機構建立策略聯盟，藉由學術界之基礎科研能量，加速突破技術瓶頸並搶占專利高地，以確保在次世代資料中心熱管理市場之長遠競爭優勢。