

WMCM 晶圓級多晶片模組

技術定位、台積電產能佈局與台股供應鏈

從 InFO-PoP 到 WMCM：Apple 2nm 世代封裝升級如何長出一條「非 AI」的先進封裝需求線

2026-07-17 | Stock LLM Wiki 研究整理 | 資料來源：Aletheia Capital、玉山投顧、Goldman Sachs、野村、Morgan Stanley、國泰證期、台新投顧、專家調研、Semiconductor Engineering、TrendForce

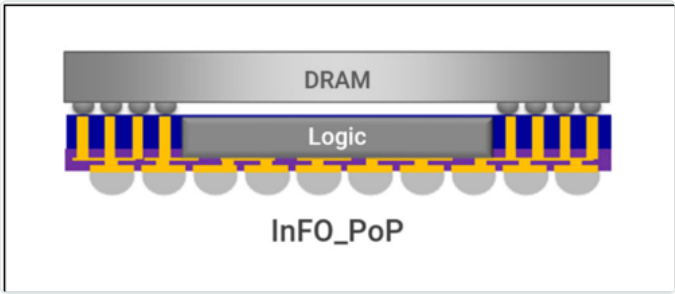
本報告重點 (TL;DR)

- **WMCM (Wafer-Level Multi-Chip Module)** 是台積電 InFO 扇外型封裝的多晶片升級版：把 LPDDR 記憶體從處理器「上方堆疊」改為「平面並排」，用 RDL 重佈線層互連，解決 2nm 世代 SoC 的散熱瓶頸並進一步降低封裝厚度。主要客戶為 Apple (美系手機品牌)，屬消費電子驅動，與 CoWoS 的 AI 驅動分屬兩條需求線。
- **產能爬坡陡峭**：Aletheia 估台積電 WMCM 年底月產能 2025 年 1 萬片 → 2026E 7.5 萬片 → 2027E 12.5 萬片 → 2028E 14.5 萬片；同期 InFO 由 9 萬片降至歸零，是一條「產線世代交替」曲線。各家口徑 (玉山 5 萬、TrendForce 6 萬) 有落差，追蹤時需辨明。
- **台股受惠鏈**：材料端長興 (LMC 液態封裝材料獨供、出貨量季季倍增) 證據最硬；設備端弘塑、志聖、均華、辛耘、鴻勁為玉山點名受惠者；檢測端致茂。GS 已把 WMCM 併入 CoWoS 產能口徑 (end-2027E 280k wpm)，意味 WMCM 已大到影響設備股預估模型。
- **關鍵風險**：客戶高度集中 Apple 且訂單有季節性；多 die 封裝的 die shift / 翹曲良率挑戰；口徑混用造成的預期誤差。

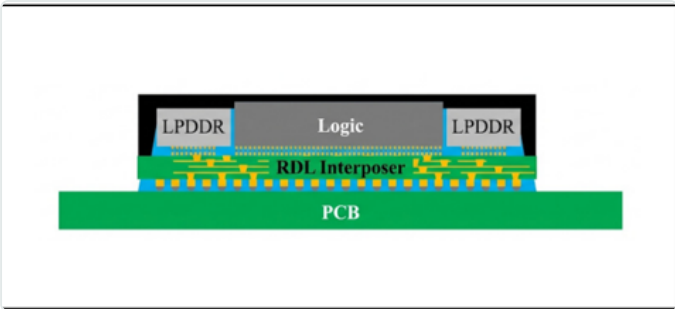
01 WMCM 是什麼：把記憶體從「疊上面」改成「放旁邊」

過去十年 iPhone 處理器的標準封裝是台積電 InFO-PoP (Integrated Fan-Out, Package-on-Package)：邏輯晶片在下、LPDDR 記憶體封裝直接堆疊在上方，靠扇外型 RDL (重佈線層) 省去載板。這個結構薄、便宜、量產成熟，但有一個隨製程演進越來越尖銳的矛盾——處理器的熱要從上方散出，偏偏上面壓著一顆記憶體。當 SoC 進入 2nm 世代、功耗密度再上一階，堆疊式散熱路徑成為瓶頸。

WMCM (Wafer-Level Multi-Chip Module, 晶圓級多晶片模組) 的解法直觀：把 LPDDR 從邏輯晶片上方移到旁邊，多顆晶片 (AP、記憶體、I/O) 並排放在同一層 RDL 中介層上互連，維持無載板設計。玉山投顧指出其製程結構已更接近 CoWoS-R (以 RDL 為互連層的 2.5D 封裝)，目的即取代 InFO-PoP，應用於高階手機與穿戴裝置，終端採用客戶為美系手機品牌廠。



InFO-PoP：DRAM 堆疊在 Logic 上方



WMCM：LPDDR 並排、RDL Interposer 互連

圖 1 | InFO-PoP vs WMCM 封裝剖面對照。左：InFO-PoP 將 DRAM 疊在邏輯晶片上方，熱須穿過記憶體散出；右：WMCM 將 LPDDR 移至邏輯晶片兩側、透過 RDL Interposer 平面互連，散熱面直接外露、封裝更薄。© 玉山投顧〈天虹〉報告（2026-04），供應鏈調查、玉山投顧整理。

換一個座標看：WMCM 是台積電 3DFabric 家族中「行動 / 消費電子」這一支的世代升級。它不是 CoWoS 那種以 HBM 大中介層為核心的 AI 封裝，也不是 SoIC 的 3D 垂直鍵合；它的核心價值是在可量產成本與良率下，把多顆異質晶片做平面整合。

InFO（2016—）
單顆 AP + PoP 堆疊；iPhone 7 起量產，扇出封裝商業化起點

CoWoS（2.5D）
AI GPU/ASIC + HBM；矽中介層 / RDL 互連，AI 資本支出主戰場

SoIC（3D）
hybrid bonding 垂直堆疊；SRAM 堆疊、CPO EIC/PIC 鍵合

▼ 多 die 並排升級（Apple 2nm 世代）

▼ 面板化放大（2028 後）

WMCM ◀ 本報告主題
晶圓級多晶片模組：AP + LPDDR 並排、RDL 平面互連；行動 / 穿戴平台，主要客戶 Apple

CoPoS（面板級）
310×310mm 方形載板取代 12 吋圓晶圓，產出約為 CoWoS 2.5 倍；2028 AP7 P4 量產目標

圖 2 | 台積電先進封裝平台族譜與 WMCM 的位置。自繪整理；量產時點與定位依 Aletheia（2026-06-15）、專家調研（2026-05-26）、玉山投顧（2026-04）。

平台	載體 / 互連方式	主要應用	與 WMCM 的相對位置
InFO	扇出晶圓級 + RDL（chip-first）	行動 AP、薄型封裝（InFO-PoP）	WMCM 的前身；產能正被逐步轉換
WMCM	晶圓級多晶片 + RDL（chip-last）	高階手機 AP + LPDDR、穿戴裝置	本報告主題；Apple 2nm 世代主力封裝
CoWoS	晶圓 + 中介層 + 載板	AI GPU / ASIC + HBM	尺寸、功耗、成本等級更高；不同需求線
SoIC	3D hybrid bonding（Cu-Cu）	SRAM 堆疊、CPO、chiplet 垂直整合	垂直鍵合，可與 WMCM / CoWoS 組合
CoPoS	面板級（310×310mm 方形載板）	次世代大型 AI 封裝	面板化路線，解決大尺寸成本；2028 起

表 1 | 五大封裝平台定位比較。整理自 vault 技術頁與 Morgan Stanley（2026-07-05 / 06）、Aletheia（2026-06-15）。

02 製程與量產難點：chip-last、die shift 與翹曲

WMCM 的製程骨架是扇外型晶圓級封裝（fan-out WLP）：把切好的已知良品晶粒（known-good die, KGD）重新排列到載具上，用封膠重組一片「再造晶圓」，再於其上長出多層 RDL 把訊號互連並扇出。

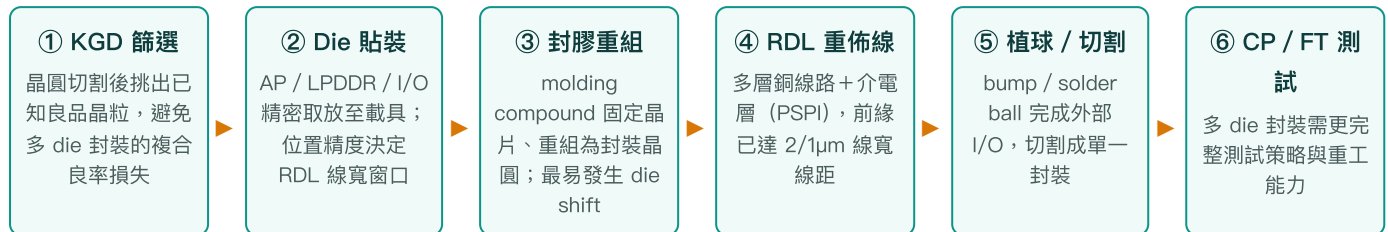


圖 3 | WMCM（fan-out）製程流程。自繪；流程整理自 Semiconductor Engineering〈Fan-Out Packaging Gets Competitive〉與 vault 技術頁。

三個決定良率的物理問題

(1) **Die shift（晶粒位移）**：晶粒放上載具後到封膠固化前的每一步都可能位移，封膠加熱時最嚴重。Cadence 的封裝產品總監 John Park 給過一個直觀描述：一兩顆 die 沒問題，「一旦到六顆以上，每顆各偏一點，拼起來就什麼都接不上了」。這正是 WMCM 從單 die（InFO）走向多 die 的核心挑戰——對策包括雷射輔助鍵合 / 熱壓鍵合取代整批回流，以及 Deca 的 Adaptive Patterning（微影前光學掃描實際 die 位置、逐片重繪 RDL 圖形，貼裝精度要求可放寬到 15μm）。

(2) **翹曲（warpage）**：矽、聚醯亞胺（RDL 介電層）、環氧封膠三者熱膨脹係數不匹配，大面積封裝在熱循環後彎曲，直接吃掉良率——這也是壓縮成型（compression molding）與低溫固化介電材料被導入的原因。

(3) **RDL 微縮**：扇出封裝目前量產前緣約五層 RDL、線寬線距 2/1μm，製程已開始「晶圓化」（damascene 化、CMP 平坦化）。RDL 層數越多、線距越細，微影、電鍍、量測與缺陷控制的設備強度越高。

chip-first → chip-last：一個容易被忽略的結構轉變

野村（2026-06-30）指出，Apple 應用處理器從 chip-first 的 InFO-PoP 遷移到 chip-last 的 WMCM，動機是 chip-last（先做 RDL、後貼晶片）能做更多層、更細線距的 RDL。同一份報告並觀察到 AMD Zen 6 客戶端 CPU「Medusa」可能改採力成的 chip-last FOPLP——換言之 chip-last 化是跨客戶的產業趨勢，不是 Apple 特例。對設備投資的含義：chip-last 把「載板上先長 RDL」的微影 / 壓膜 / 固化設備往前推，與 FOPLP 設備族群高度重疊。

03 台積電產能佈局：InFO 熄燈、WMCM 點火

台積電先進封裝廠區（AP fab）的分工中，WMCM 落在兩個節點：龍潭 AP3（既有 InFO 產線改造，服務 Apple）與嘉義 AP7 P1（新建主力）；亞利桑那 AP9 / AP10 規劃亦含 WMCM，貼近 Apple 美國製造需求。

廠區	地點	技術平台
AP1	新竹	InFO（研發 / 既有線）
AP2	台南	Bumping / CoWoS
AP3	龍潭（桃園）	InFO 與 WMCM——Apple 產品專用，舊線改造
AP5	台中	CoWoS
AP6	竹南 / 苗栗	SolC
AP7	嘉義	六期新巨型廠：P1 WMCM / P2–P3 SolC·CoWoS / P4–P5 CoPoS
AP8	台南	CoWoS（兩期）
AP9 / AP10	亞利桑那	SolC / CoWoS / CoPoS / WMCM / R&D

表 2 | 台積電先進封裝廠區分工。整理自 Morgan Stanley（2026-07-05）、Aletheia（2026-06-15）、國泰證期（2026-06-01）；AP7 分期以國泰甘特圖為準。

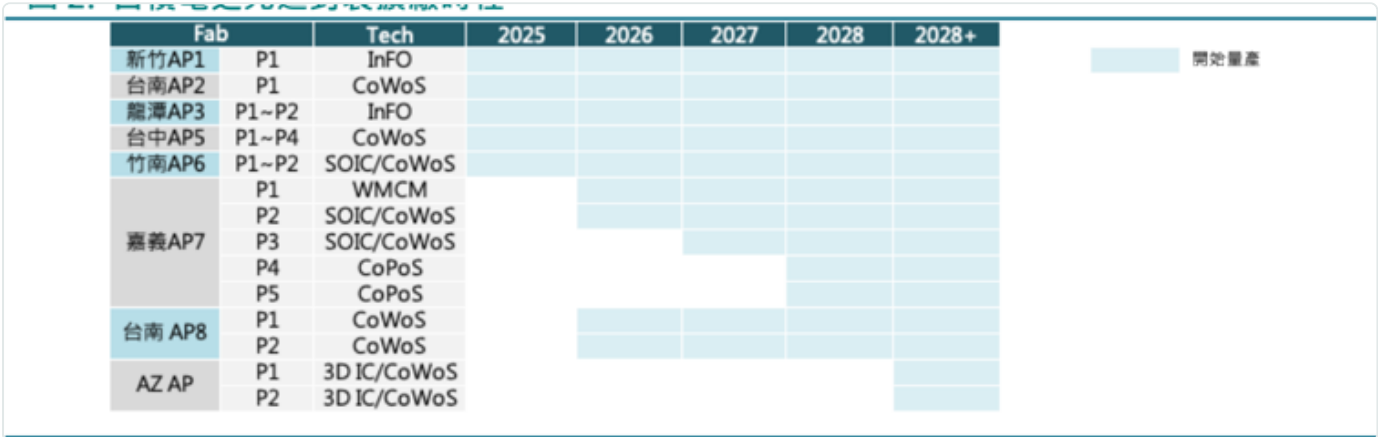


圖 4 | 台積電先進封裝擴廠時程（2025—2028+）。嘉義 AP7 P1 為 WMCM 專線、2026 年開始量產；P2–P3 為 SolC/CoWoS、P4–P5 為 CoPoS。© 國泰證期研究部整理預估（2026-06-01）。



圖 5 | 台積電嘉義 AP7 先進封裝園區衛星空拍。綠框為 AP7 P1/2 (WMCM / CoWoS)，黃綠框為 AP7 P3/4 (SolC / CoPoS?)。© Aletheia Capital / TAG (2026-06-15)。



AP7 P1/2：廠房結構體興建中



AP7 P3/4：尚未動工（吊車整地中）

圖 6 | AP7 各期工程實況 (2026-06 中)。P1/2 (WMCM/CoWoS) 鋼構已起、進度領先；P3/4 仍在整地，呼應「WMCM 先行、SolC/CoPoS 在後」的分期節奏。© Aletheia Capital / TAG (2026-06-15)。

產能曲線：一條世代交替曲線

Aletheia 的年底月產能模型把這場轉換畫得很清楚：InFO 從 2024 年的 10 萬片/月一路降到 2028 年歸零，WMCM 同期從 0 爬到 14.5 萬片/月，2026 年是黃金交叉年。這不是「新增一條產品線」，而是 Apple 封裝平台的整體搬遷——由 AP3 舊線改造與 AP7 P1 新線共同承接。

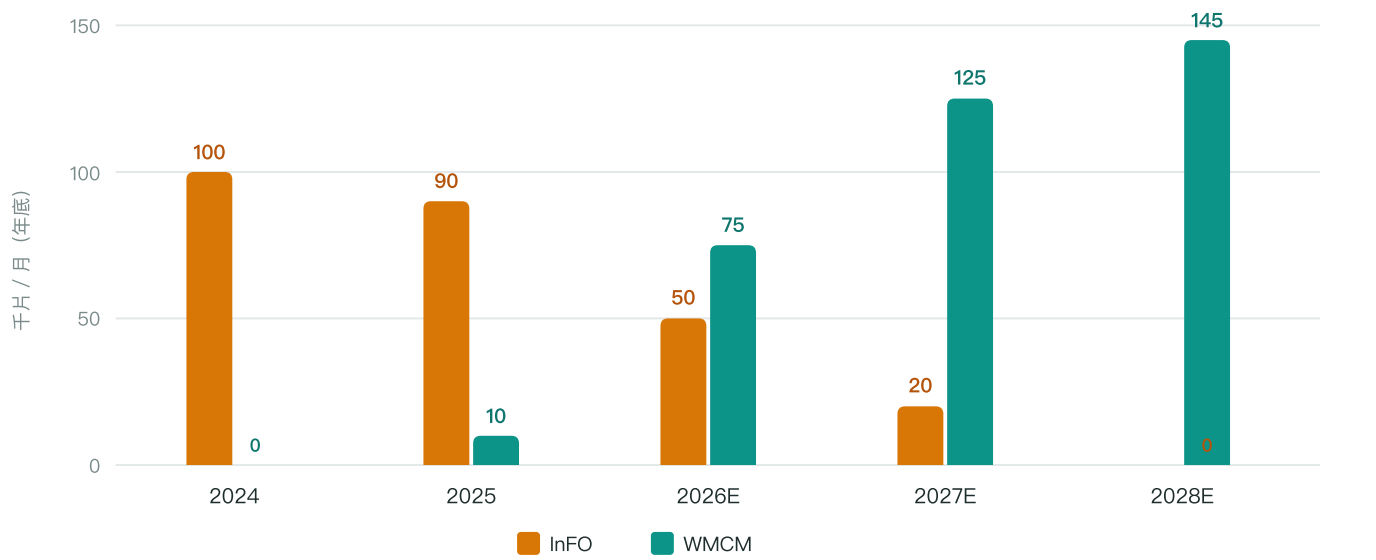


圖 7 | InFO → WMCM 年底月產能交替 (千片/月)。InFO 產能逐年熄燈、WMCM 2026 年放量超車，2028 年達 14.5 萬片/月。資料：Aletheia Capital / TAG 估計 (2026-06-15)，自繪圖表。

各家產能口徑對照：先分清楚在數什麼

來源 (日期)	口徑	數字
玉山投顧 (2026-04)	2026 年底 WMCM 月產能	約 5 萬片
TrendForce 引述機構 (2026-01)	2026 WMCM 月產能 / 2027 展望	約 6 萬片 / 2027 可能倍增至 12 萬片以上
Aletheia (2026-06-15)	年底月產能 (2026E / 27E / 28E)	7.5 萬 / 12.5 萬 / 14.5 萬片
專家調研 (2026-05-26)	產線動態	AP7 P1 現正擴 WMCM；InFO 逐步縮減轉 WMCM；主要客戶 Apple
Goldman Sachs (2026-07-03 / 09)	CoWoS「含 WMCM」合併口徑，end-2027E	280k wpm (前估 250k)；年產能 2026-28E 1,275k / 2,730k / 3,480k 片

表 3 | WMCM 產能各家估計對照。口徑各異 (年底 vs 年均、獨立 vs 併入 CoWoS)，不可直接相加比較。

口徑陷阱：GS 的 280k wpm 不全是 AI

GS 自 2026-07 起把 WMCM 併入 CoWoS 產能口徑 (end-2027E 280k wpm)，並據此上修設備股 (如萬潤) 預估。市場慣性把「CoWoS 產能」全數解讀為 AI 需求，但其中一部分實為 Apple 手機封裝。拆解需求結構時，應把 WMCM (消費電子、季節性強) 與 CoWoS (AI 資本支出) 分開追蹤——兩者的下修風險來源完全不同。

04 需求端：Apple 2nm 世代，與 chip-last 的跨客戶趨勢

Apple 是 WMCM 初期幾乎唯一的需求端。TrendForce（2026-01）引述供應鏈稱 Apple A20 世代處理器由 InFO 升級至 WMCM，台積電為此改造 AP3 並建置嘉義 AP7 新線；專家調研（2026-05-26）證實 AP7 P1 正在擴 WMCM、主要客戶為 Apple。玉山投顧則預估 WMCM 將成為高階手機與穿戴裝置的首選方案。三個獨立來源指向同一件事：2026 年秋季的 2nm 世代 iPhone 是 WMCM 的第一個放量引擎。

需求結構有兩個特徵值得留意：

(1) **季節性**：Apple 拉貨集中在新機備貨季（上半年爬坡、Q3 見頂）。調研指出台積電希望推動 Apple 提前交貨以平滑產能配置，避免單季高峰——這意味 WMCM 相關設備與材料的出貨節奏，會比 CoWoS 那種「全年吃緊」的曲線更有波動。

(2) **擴散路徑**：若 WMCM 從 iPhone AP 延伸到 Mac M 系列或 XR 裝置晶片，需求曲線會被抹平、設備拉貨更平滑。而 chip-last 化本身是跨客戶趨勢——野村觀察 AMD Zen 6「Medusa」客戶端 CPU 可能改用力成的 chip-last FOPLP，理由與 Apple 相同（更多 RDL 層、更細線距）。WMCM 的技術路線正確性，正在被競爭對手用不同供應鏈複製。

05 台股供應鏈受惠圖

WMCM 的台股曝險分三層：**材料**（隨產量線性放大、證據最硬）、**設備**（隨擴產週期跳動）、**檢測 / 測試**（隨多 die 複雜度升級）。以下按證據強度標註信心。

長興 1717

材料 | LMC

信心：高（獨供+出貨數字可驗證）

- LMC 液態封裝材料獨供半導體大客戶、應用於 WMCM 製程；性能（散熱、流動性）優於日系對手
- 2Q26 銷量較 1Q26 翻倍、3Q26 達 1Q26 三倍；4Q26 佔營收 4—5%，2027 年銷量再近翻倍
- 高機能膠帶（切割用）已穩定出貨，待新封裝製程導入放量；量產規模下毛利率上看 50%

弘塑 3131

設備 | 濕製程

信心：中（玉山點名+既有台積電濕清地位）

- CoWoS 濕式清洗於台積電市占約 50%、SolC 濕清獨家；WMCM / CoPoS 列為下一波設備機會
- 新廠 2025Q4 投產、2026 產能倍增；接單能見度至 2026 上半年

志聖 2467

設備 | 壓膜·固化

信心：中-高（製程必經段、排他性高）

- PSPI 無氧固化烤箱為 RDL 介電層固化必經段，CoWoS / InFO / WMCM / FOPLP 共用、排他性高
- 真空晶圓壓膜機為 RDL-first（chip-last）路線起點——正是 WMCM 採用的製程家族

均華 6640

設備 | Die 貼裝

信心：中（規格升級邏輯明確）

- Die Bonder / Chip Sorter 核心廠；WMCM 多 die 並排使貼裝精度與 KGD 篩選需求同步上升，是均華主場
- 日系 Bonder 廠無短期擴產計畫，替代受益

致茂 2360

檢測 | AOI·量測

信心：中（產品線對應明確、滲透待驗證）

- AOI / metrology 產品覆蓋 CoWoS / CoPoS / WMCM / CoWoP 先進封裝檢測，客戶含台積電與 OSAT

辛耘·鴻勁

設備 | 玉山點名

信心：低-中（點名受惠、庫內尚無訂單細節）

- 玉山投顧（2026-04）將弘塑、辛耘、志聖、均華、鴻勁並列 WMCM 擴產主要受惠設備廠
- 辛耘（濕製程 / 再生晶圓）、鴻勁（測試分類機）的 WMCM 實際訂單需後續驗證

萬潤 6187 信心：中（受惠口徑含 WMCM 的產能上修） • WoS underfill 點膠與 TIM heatsink 貼附市占近 100%；GS 因「CoWoS 含 WMCM」產能上修至 280k wpm，將其 CoWoS 相關營收 2027E 上修至 +27% YoY、佔營收 77% • 注意：其設備對應 CoWoS 段為主，WMCM 貢獻屬口徑帶動而非直接對應	特化材料族群 信心：中（產業方向明確、個股需逐一驗證） • 國泰證期（2026-06）：CoWoS / SoIC / WMCM / CoPoS 平台齊擴帶動封裝膠材、RDL 材料、中介層材料需求；抗翹曲、TGV 等技術仍在開發、材料尚有改良空間
--	--

圖 8 | WMCM 台股供應鏈受惠圖。整理自玉山投顧（2026-04）、台新投顧（2026-07-03）、GS（2026-05-26 / 07-09）、國泰證期（2026-06-01）、華南投顧（2026-05-12）與 vault 公司頁。

06 投資觀察與驗證清單

三個非顯而易見的結論

- **WMCM 是先進封裝裡的「非 AI 分散」**：受惠股名單與 CoWoS 高度重疊（弘塑、志聖、均華、致茂），但需求驅動是 Apple 消費電子。對持有 CoWoS 設備股的投資人，WMCM 是第二引擎；反之，若 AI 資本支出降溫，WMCM 無法完全對沖——它自己有 iPhone 銷量風險。
- **「產線轉換」而非「整線新增」**：InFO 熄燈與 WMCM 點火同步發生（AP3 改造 + AP7 P1 新建）。設備增量集中在差異段——更高精度 die 貼裝（均華）、更多層 RDL 的微影 / 壓膜 / 固化（志聖）、多 die 測試——而非全流程等比例放大。挑受惠股要挑「規格升級段」，不是「產能等比段」。
- **材料比設備先給答案**：長興 LMC 已交出 2Q26 翻倍、3Q26 三倍的實際出貨曲線，是目前 WMCM 放量最硬的旁證；設備訂單（tool move-in）通常領先量產、落後材料放量確認。用長興月營收當 WMCM 爬坡的高頻溫度計。

追蹤指標	為什麼重要
AP7 P1 設備進機（tool move-in）與 AP3 改造進度	WMCM 產能兌現的最直接節點；區分「概念受惠」與「實際拉貨」
2026 秋季新 iPhone（2nm 世代）拆解報告	確認 A20 世代是否如供應鏈預期採 WMCM、記憶體配置方式
長興 LMC 月營收與 4Q26 營收佔比 4-5% 兌現	WMCM 產量的線性材料指標，頻率最高、雜訊最低
弘塑 / 志聖 / 均華法說是否點名 WMCM 訂單	把玉山「點名受惠」升級為公司證實
InFO 產能下降斜率	轉換速度指標；若 InFO 降速放緩，代表 WMCM 爬坡不順或需求遞延
台積電法說先進封裝營收佔比與 capex 配置	驗證 WMCM 在整體先進封裝擴張（2026 capex 上修至 US\$60-64bn）中的權重
WMCM 是否擴散至 Mac M 系列 / XR 晶片	決定需求曲線能否從「iPhone 季節性」升級為「多產品平滑」

表 4 | WMCM 投資驗證清單。

風險

客戶集中與季節性：初期需求幾乎全繫於 Apple 一家，iPhone 銷量或備貨策略轉弱將直接打擊產能利用率；提前交貨平滑產能的安排若不順，設備與材料出貨會出現季度落差。**良率風險：**多 die 複合良率（die shift、翹曲、RDL 缺陷）是量產爬坡的主要變數，爬坡不順會遞延後續期別擴產。**口徑與預期風險：**各家產能估計落差大（5 萬 vs 7.5 萬片），且 GS 已將 WMCM 併入 CoWoS 口徑，市場若未拆分，容易在 AI 與消費電子任一端誤讀需求。**資源競爭：**同一廠區內 WMCM 與 CoWoS / SoIC 競爭潔淨室與人力，AI 需求強勁時 WMCM 擴產順位可能被調整。**替代路線：**三星、力成等 chip-last FOPLP 陣營若在 Apple 以外客戶快速成熟，台積電 WMCM 的平台溢價會被稀釋。

07 資料來源

專家調研整理〈台積電先進封裝產能與 WMCM〉，2026-05-26（AP7 P1 擴 WMCM、InFO→WMCM 轉換、Apple 季節性）
Aletheia Capital / TAG〈TSMC〉，2026-06-15（先進封裝產能模型、AP 廠區清單、AP7 衛星與工地照）
玉山投顧〈天虹〉，2026-04（WMCM 定義與示意圖、2026 年底 5 萬片/月、受惠設備廠名單）
Goldman Sachs〈TSMC〉2026-07-02/03、〈All Ring 萬潤〉2026-07-09（CoWoS 含 WMCM 產能 280k wpm 上修與設備股連動）
野村〈AI 半導體：伺服器循環是否見頂〉，2026-06-30（Apple chip-first InFO-PoP → chip-last WMCM 遷移動機、AMD Medusa FOPLP）
Morgan Stanley〈CPO 供應鏈〉2026-07-05、〈科技供應鏈〉2026-07-06（AP 廠區技術分工表）
國泰證期〈特化產業展望 2H26〉，2026-06-01（AP 擴廠甘特圖、封裝材料受惠方向）
台新投顧〈長興 1717〉，2026-07-03（LMC 獨供 WMCM、出貨倍增曲線、高機能膠帶）
華南投顧〈設備產業近況〉，2026-05-12（設備廠 CoPoS / WMCM 兩路線布局）
Semiconductor Engineering, Laura Peters, "Fan-Out Packaging Gets Competitive"（die shift / warpage / RDL 2/1μm / Adaptive Patterning 技術細節）
TrendForce, 2026-01-20, "TSMC Reportedly Expands WMCM Packaging for Apple, Capacity May More Than Double by 2027"
TSMC Research, "InFO (Wafer Level Integrated Fan-Out) Technology," ECTC 2016

本報告由 Stock LLM Wiki 知識庫整理生成（2026-07-17），僅供研究參考，不構成投資建議。產能與財務數字均為第三方機構估計，口徑各異，請以公司正式公告為準。內文之券商觀點均為本報告自行歸納改寫，非原文引用。