

零组件雜誌

2026年 2月號 Vol. 411

MCU轉大人

智慧終端關鍵元件





COMPUTEX TAIPEI InnoVEX

AI TOGETHER



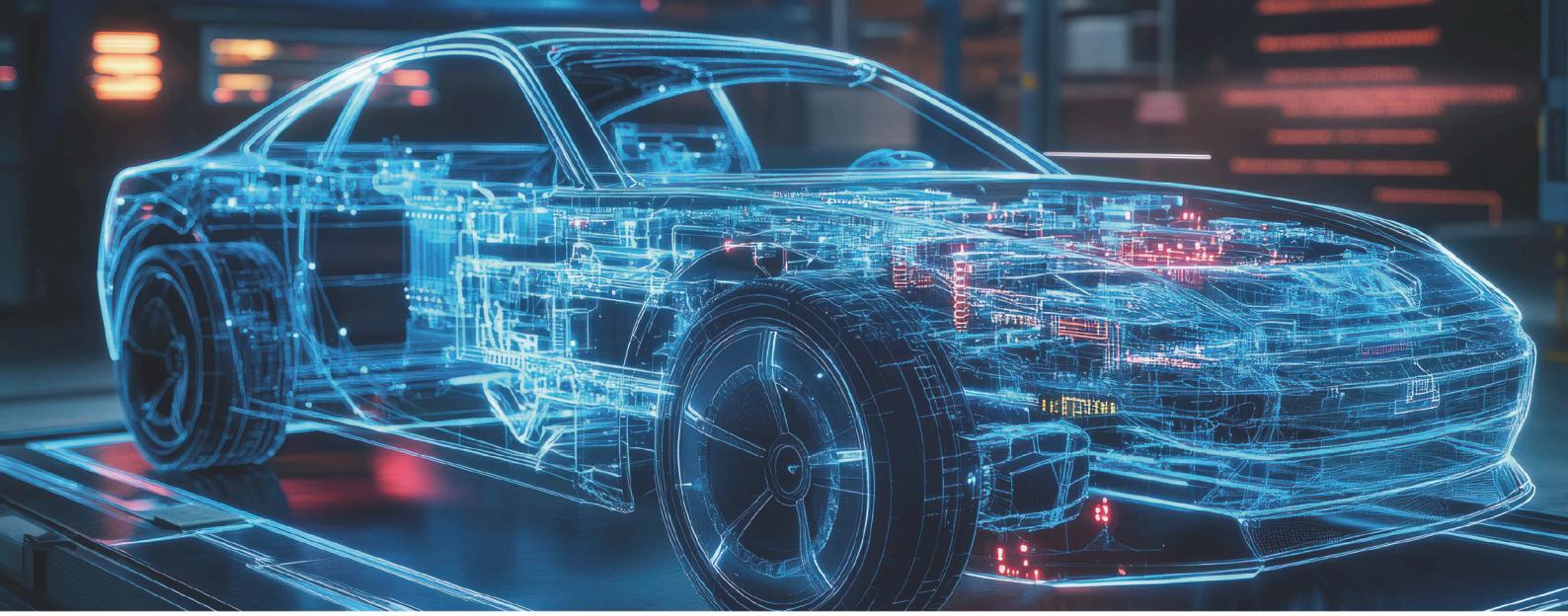
www.COMPUTEXTaipei.com.tw

www.InnoVEX.com.tw

2026年6月2日至5日

TaiNEX 1 & 2 | TWTC | TICC

organizers:  TAITRA 



Microchip 單對乙太網路 透過遠端控制協議實現智能連接

LAN866x 助您打造更智慧的集中控制解決方案

LAN866x 系列支援 10BASE-T1S 遠端控制協議 (RCP) 的端點裝置，透過在邊緣節點直接實現高效安全的網路功能，大幅優化乙太網路設計。這種集中控制架構無需為每個節點編寫程式碼，有效加快上市速度。此系列端點裝置特別適合區域網路應用，並有助於實現全乙太網路架構。Microchip 的 VelocityDRIVE™ 汽車乙太網路產品組合提供完整的互補型單對乙太網路 (SPE) PHY、交換器與橋接器，讓 Microchip 成為您建構 SPE 解決方案的最佳合作夥伴。

主要特性

- OPEN Alliance 遠端控制協議 (RCP) 與 SOME/IP
- gPTP
- TC10/14
- ISO26262 ASIL B
- AEC-Q100 1 級 (-40°C 至 125°C)

聯繫信息

Microchip 台灣分公司

電郵 : rtc.taipei@microchip.com

聯絡電話 : • 新竹 (03) 577-8366

技術支援專線 : 0800-717-718

• 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



microchip.com/Ctimes-LAN8660



Microchip 的名稱與標誌組合及 Microchip 標誌均為 Microchip Technology Incorporated 在美國和其他國家或地區的註冊商標。VelocityDRIVE 為 Microchip Technology Incorporated 在美國和其他國家或地區的商標。在此提及的所有其他商標均為各持有公司所有。© 2026 Microchip Technology Inc. 及其子公司，保留其版權及所有權利。

目錄一

編輯室報告

7 喝下這碗轉骨湯

矽島論壇

8 關稅變局下的資通訊產業與AI新動能

王怡方、洪春暉

新聞分析

10 每瓦智慧揭示分散式AI運算新準則

王岫晨

11 「盲插浮動結構」液冷連接方案問世

陳念舜

產業觀察

12 半導體技術如何演進以支援太空產業

Nicolas Ganry



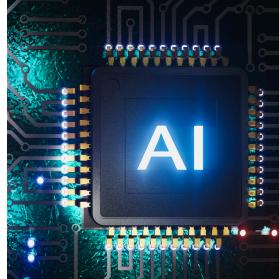
封面故事

邊緣AI應用下的MCU發展

智慧終端的原生AI時代

籃貫銘 p.18

MCU作為電子設備的核心元件，正經歷一場架構變革，從單純的邏輯控制，轉向以NPU為核心的異質運算架構。



MCU撐起智慧防護網

p.24

王岫晨

MCU走向智慧裝置神經中樞

p.30

陳復霞



關鍵技術報告 p.65

以碳化矽為開關元件的電子式迴路保護裝置

劉滄榆



本期明信片 (訂閱獨享)

迎春納福

AI的民主化並非發生在超算中心，而是發生在數以十億計的MCU之中。

STM32N6 系列



首款具備AI硬體加速的高效能
STM32微控制器



重新定義工業及消費電子領域中微控制器的性能表現

STM32N6搭載運行速度達 800 MHz 的 Arm® Cortex® -M55 核心，是首款STM32微控制器內建ST自研神經處理單元NPU — ST Neural-ART 加速器，專為高效能邊緣AI應用而設計。

針對圖影像設計，STM32N6具備H264硬體編碼及NeoChrom™圖形加速器，適用於具高效要求及功能豐富的產品。

此外，STM32N6也提供高標準的安全防護，符合最新安全法規標章。

主要功能和優勢

- 內建神經處理單元: 600 GOPS 運算力，僅 3 TOPS/W 功耗
- 搭載 Arm® Cortex®- M55 核心: 取得1280 DMPIS 及 3360 Coremark
- 提供六種封裝，引腳範圍169 – 264
- 適用於邊緣AI或圖像設計應用，具備4.2MB RAM
- 擴展的多媒體功能: 2.5D圖形加速器、H264編碼器、JPEG編碼 / 解碼器
- 電腦視覺處理: MIPI CSI-2、相機介面、影像處理器
- 目標符合 SESIP3 和 PSA Level 3 認證

主要應用

- 智慧工業: 視覺異常偵測
- 智慧家庭: 事件偵測
- 智慧城市: 建築自動化
- 車用: 環境感測
- 個人電子產品: 穿戴式裝置
- 醫療保健: 身體測量

意法半導體

TEL: (02)6603 2588

FAX: (02)6603 2599

代理商

伯東: (02)8772 8910

文暉: (02)8226 9088

友尚: (02)2659 8168

安富利: (02)2655 8688

艾睿: (02)7722 5168

益登: (02)2657 8811

www.st.com/stm32n6

目錄二

東西講座

36 挑戰3000 W氣冷極限：
解析AI伺服器散熱新路徑
清華大學動力機械工程學系特聘教授 王訓忠博士
籃貫銘

39 碳基電磁波吸收超穎材料突破
黑色方案公司創辦人兼執行長 吳豐宇
陳復霞

42 健康照護技術的創新應用
CTIMES資深編輯 陳復霞
陳復霞

44 以科學革命的結構解析實體AI
零組件雜誌資深編輯 王岫晨
王岫晨

專題報導

48 高頻記憶體
重塑2026年半導體版圖
王岫晨

54 6G波形設計與次微米波通道量測
王岫晨

關鍵技術報告

69 為特定應用選擇溫度感測器
Mehrdad Peyvan

76 SIP技術：克服製造瓶頸
掌握異質整合關鍵
意法半導體

零組件 雜誌

Founded in 1991

社長 黃俊義 Wills Huang

編輯部/

副總編輯 節貫銘 Korbin Lan

資深編輯 王岫晨 Steven Wang

陳復霞 Fuhsia Chen

陳念舜 Russell Chen

產業服務部/

主任 翁家騏 Amy Weng

執行專員 劉家靖 Jason Liu

發行部/

主任 孫桂芬 K.F. Sun

資訊管理部/

專員 何宗儒 Dave Ho

會計 林寶貴 Linda Lin

發行人/ 黃俊隆

遠播資訊股份有限公司

台北市大同區承德路三段287-2號

電話：(02) 2585-5526

社群服務/



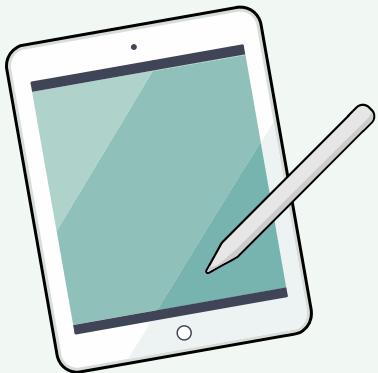
粉絲專頁



影音頻道



新聞信箱



喝下這碗轉骨湯

如果您家裡有正值青春期的孩子，您一定懂那種感覺：前一天還在跟你要零用錢買糖果，隔天突然就長得比你高，開始跟你討論起人生哲學或資安防火牆。這種轉大人的驚喜（或驚嚇），正是我們這期封面故事想跟大家聊聊的主題—主角正是長年窩在您家吸塵器、咖啡機裡那顆不起眼的微控制器。

長期以來，MCU就像家裡那個乖巧但一個指令一個動作的小跟班。給它按鈕，它才給燈光；給它訊號，它才轉動馬達。但這位小跟班突然發現世界變複雜了。當家門口攝影機、智慧鎖到廚房的氣炸鍋都吵著要連上網路，如果所有的數據都還得眼巴巴地送去「雲端總部」請示，那家裡的隱私不就跟敞開的大門沒兩樣嗎？

於是，我們看到晶片界的「轉骨湯」正式上桌—那就是 AI。

MCU 加入了 AI 能力後，這場轉大人儀式才算完整。以前它只會看見訊號，現在它開始能理解意義。它不再需要凡事上奏雲端，而是在邊緣端就能當機立斷。這不僅僅是變得更聰明，更是一場關於防禦力的覺醒。當每一件電器都長出大腦，MCU 就成了守住家庭隱私的最後一道數位防線。就像我們標題說的，每瓦智慧才是硬道理，要在極低的功耗下展現最強的保護力。



看著這些晶片從小跟班變身守護者，我不禁感嘆，科技的進步有時就像養孩子—你給它對的營養（算力與演算法），它就能在關鍵時刻幫你撐起一片天。



洪春暉

資策會產業情報
研究所(MIC)所長

chrishung@micmail.iii.org.tw

關稅變局下的資通訊產業 與AI新動能

本文為洪春暉、徐子明共同執筆

徐子明為資策會MIC資深產業分析師兼研究總監

2025年美國川普總統上任後，「關稅」成為包含台灣在內，全球最關注焦點。隨著美國公布各國稅率後，許多國家爭取與美方進行雙邊談判與調整內容，但過程中仍對部分倚靠美國市場的產業帶來不小衝擊。其中，台灣的資通訊產業從上游半導體到下游的伺服器，許多業者營收卻持續創新高，展現國際競爭力。

上述原因之一是受惠於AI市場的持續熱絡，國際資料中心建設帶動相關資通訊設備數量以及規格提升的需求；另一方面，則是美中對抗的地緣政治影響，雙邊皆以關

鍵資源作為武器拉攏國際盟友。

展望2026年，AI有望持續帶領資通訊產業成長；從國家與產業競爭層面，以及對於AI治理的需求，預期將會出現AI基礎建設持續擴充，而市場仍將熱絡的產業動向。

NVIDIA 與 OpenAI 等大廠是推動AI軟硬體創新的重要引擎，並引領AI生態系持續演進；然而隨著算力需求外溢及新應用發展，圖形處理器(GPU) 以外如Google



TPU等具備成本優勢的客製化積體電路（ASIC）方案，也獲得市場重視。

同時，國際大廠為資料中心散熱與電力效能制定更嚴格的國際規範，如此一來，不僅墊高技術門檻，相對的，也會讓包括台廠在內的現有供應商體系帶來競爭壓力。

另一方面，主要國家正在積極投入主權AI／AI工廠的建置熱潮，重點在於如歐盟提出200億歐元「InvestAI」計畫、日本與韓國則分別編列約650億美元，以及約730億美元的AI投資計畫，都將發展本土化、高資料中心電力容量的AI工廠，視為提升國家競爭力的重點方向。

台廠除爭取與國際雲端服務供應商（CSP）客戶進行全球布局，並可與新興國家熟悉市場法規與生態系的在地EPC（Engineering設計、Procurement採購、Construction營造）工程統包商合作，藉此建立良好的關係，以利進一步爭取後續訂單。

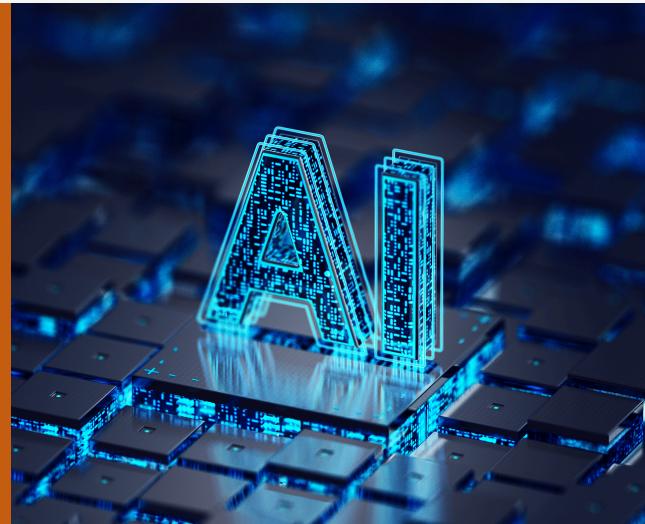
此外，國際上中下游大廠近期皆聚焦「邊緣AI」（Edge AI）與「網路AI化」的布局呈現明顯的態勢。

以晶片商高通（Qualcomm）新一代Snapdragon 8為例說明，能夠促使端側AI的運算能力大幅提升，滿足如智慧製造、智慧醫療等不同的領域應用場景，加速AI滲透率提升。

至於在電信營運商方面，則有T-Mobile與SoftBank將於2026年啟動AI-RAN網路實測驗證AI在頻譜利用、功耗管理、網路效率的實際表現。

整體來看，邊緣AI的生態正快速成形，產業正推動製造、醫療與電信等領域導入AI Box與邊緣推論等方案，更多的台廠也將與上下游合作開發產品，滿足AI帶來的新一波創新發展需求。■

效能不再是唯一指標 每瓦智慧揭示分散式 AI 運算新準則



全球運算產業正經歷從「追求絕對效能」到「追求每瓦智慧」的典範轉移。預測指出，未來的勝負關鍵不再於誰能提供最強大的運算力，而在於誰能以最少的能耗，在終端設備上實現最精準的 AI 決策與感知。

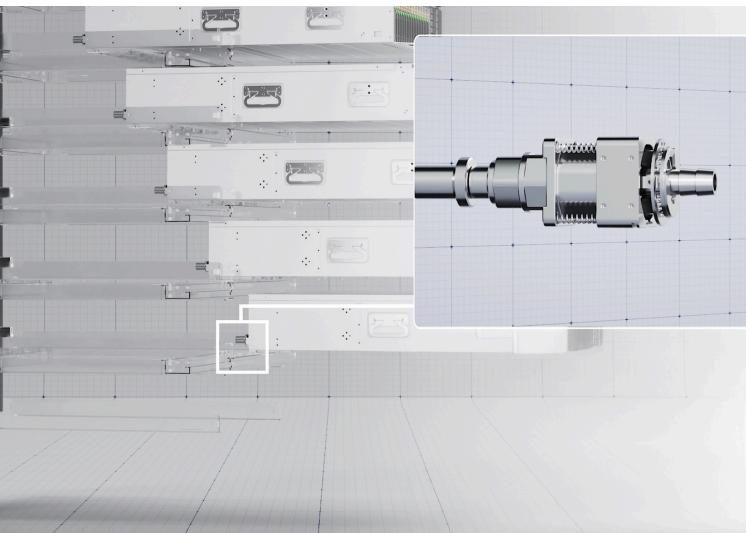
隨著「實體 AI」成為技術主流，汽車、機器人與穿戴裝置被要求具備長時間理解現實物理世界的能力。為了讓這些裝置能 24 小時不間斷地感知環境，「每瓦智慧」成為最重要的衡量指標。

AI 任務正大規模從雲端遷移至本地裝置，這正是「每瓦智慧」發揮價值的時刻。在每瓦智慧的技術框架下，硬體層級的運算與記憶體協作被推向極致，確保設備在處理本地語音控制或存在偵測時，既能精準響應，又不會因算力全開而導致續航力崩潰，完美解決了安全與續航的兩難困境。

為了將每瓦智慧推向新高度，晶片設計正全面走向模組化小晶片革命。這項技術允許開發團隊根據特定的 AI 工作負載，靈活組合不同製程的運算模組。這種客製化能力確保了每一焦耳的電力都能精確用於最關鍵的推論任務，避免了傳統通用晶片在處理專用 AI 任務時的能源浪費。

在 2026 年，物聯網正進化為具備就地解決能力的邊緣決策模式，比將資料上傳雲端再下達指令更具能源效率。在追求「每瓦智慧」的最大化過程中，這些微小裝置正建構出一套具備高度韌性且低碳排的動態基礎設施，引領產業進入真正的永續自主時代。

每瓦智慧已成為智慧設備的靈魂。這場革命讓 AI 不再是吃電怪獸，而是能以更智慧、更環保的方式，無縫滲透進我們生活的每個角落，為人類文明構築出更穩固的技術基石。(王岫晨)



提升新一代資料中心冷卻效率 「盲插浮動結構」 液冷銜接開放標準

基於AI應用快速發展，全球算力需求呈現爆炸性增長。導入功耗達2,700W以上的高密度晶片及功率密度超過40kW的資料中心機架，已成為業界的新常態。

且面對傳統氣冷技術已逐漸逼近物理極限的挑戰，液冷技術憑藉百倍高於於氣冷的散熱效率，逐漸轉變為資料中心的「核心基礎架構」。

對於擁有成千上萬個液冷介面的超大規模資料中心而言，液冷系統的連接介面精準度，將成為影響整體冷卻效能的關鍵因素，可能導致每年數百萬千瓦的額外電力消耗，進而增加營運成本。

目前液冷系統雖然已被視為突破性的散熱解決方案，惟其連接介面的穩定性，仍是推動技術普及的最大瓶頸。

機構設計在容差控制方面仍顯不足，將難以應對複雜環境下的安裝誤差與動態變化，進而限制資料中心效能的進一步提升，傳統空氣散熱與剛性連接已難以應對。

盲插（Blind Mate）技術因為擁有更高的容差能力，可適應更複雜的機架環境和動態變化而提升可靠性，滿足零洩漏、長壽命、耐極端工況的要求；需要仰賴精準視覺對準校正來完成連接，具備快速部署與高效維護的優勢，而成為液冷系統的核心介面方案之一。

此外，透過智能整合流量、溫度、壓力等感測器，盲插技術還可實現即時監控和預測性維護。利用標準化與高度相容的特性，能支援OCP、ORV3等開放標準，實現系統跨平台、跨廠商的無縫整合。（陳念舜）



自美國第一顆人造衛星Explorer搭載Jupiter-C火箭升空以來，Microchip所提供的元件就已展現太空適航性，通過高輻射與高可靠度標準認證。

初期的太空任務多仰賴高精度頻率控制元件，如石英震盪器、電壓控制SAW震盪器（VCSO）與原子鐘等。這些元件確保太空電子系統中的訊號傳輸穩定、資料完整、系統同步無誤，是1958年任務成功的關鍵，也奠定了太空應用中半導體的可靠基礎。

1969年阿波羅11號成功登陸月球，更是人類太空探索史上的里程碑。

從阿波羅11號到Starlink 半導體技術如何演進以支援太空產業

文／Nicolas Ganry

在極端嚴苛的太空環境中，半導體元件是確保任務順利執行的重要關鍵。過去60年來，從1958年美國首度成功發射人造衛星，到當前的阿提米絲（Artemis）任務，半導體始終扮演著不可或缺的角色。

當時，Microchip 為登月艙提供了關鍵通訊支援，協助完成歷史性的任務。

目前，Microchip 的鉤原子鐘、聲表面波（SAW）與石英震盪器廣泛應用於軍用通訊、衛星地面站、測試

與量測等系統，成為全球最受信賴的高精度頻率參考設備之一。

從Voyager 1到火星探測車的長征

Voyager 1 是至今最遠離地球的人造探測器，其卓越表現再次證明半導體在太空的可靠性。該任務使用了 TTL 與 CMOS 邏輯 IC、類比元件、記憶體晶片與客製化晶片。主處理器 (CPU) 採用 NASA 設計的 SPS-8，展現當時先進的電子工程實力。

進入火星探索階段，Curiosity 與 Perseverance 探測車深入紅色星球，帶來珍貴科學資訊。Perseverance 配備 Microchip 的微控制器與電源管理 IC，負責各項控制與資料處理，並採用抗輻射 (Rad-Hard) 設計，確保在火星極端環境下穩定運作。

此外，印度的 Chandrayaan-3 月球任務也導入了具抗輻射能力的 FPGA，支援通訊、導航與科學實驗。當前的 Artemis 任務則持續倚賴這些高可靠度的半導體，目標重

返月球，甚至進一步探索火星。

太空計畫中可靠度與效能的重要性

在嚴峻的太空環境中，可靠度與效能不只是重要，而是關鍵中的關鍵。半導體元件是現代太空任務的核心，驅動從衛星、探測車到通訊系統與太空站等各種設備。

由於太空環境極端嚴苛—劇烈的溫度變化、強烈輻射，以及真空狀態—半導體元件必須在長時間內毫無失誤地運作。即使是最微小的故障，也可能導致整個任務失敗，這正凸顯了選用高度可靠元件的重要性。

太空中的輻射挑戰

太空充滿高強度的輻射，這對電子元件來說可能是毀滅性的。這些輻射會使材料劣化、導致電性故障，甚至破壞正在傳輸的資料。例如，地球保護性大氣層外的太陽輻射環境會讓元件暴露於高能粒子，這些粒子可能造成單一事件翻轉 (SEU) 或累積輻射總劑量損害。

為了應對這些挑戰，先進的抗輻射 (Radiation-Hardening) 技術包括使用專門材料（例如抗輻射半導體）、以及設計改良以降低對輻射的脆弱度。例如，太空等級的微處理器用於飛行電腦 (On-Board Computers) 時，通常採用抗輻射設計 (Radiation-Hardened by Design, RHBD)，確保即使發生局部故障，也不會使整個系統癱瘓。

模擬太空環境的嚴格測試

除了抗輻射設計之外，具有太空任務經驗的企業也開創了嚴格的測試與驗證流程，以確保元件的可靠度與效能。這些測試遠遠超越一般製造品質管制。

太空等級半導體必須經過廣泛的熱循環測試，模擬太空中極端的溫度變化—從太陽的高熱到深空的嚴寒。例如，NASA 為火星探測車「毅力號」(Perseverance) 測試元件時，必須承受 -55°C 到 125°C 的溫差，要求元件在這樣的極端條件下仍能穩定運作。

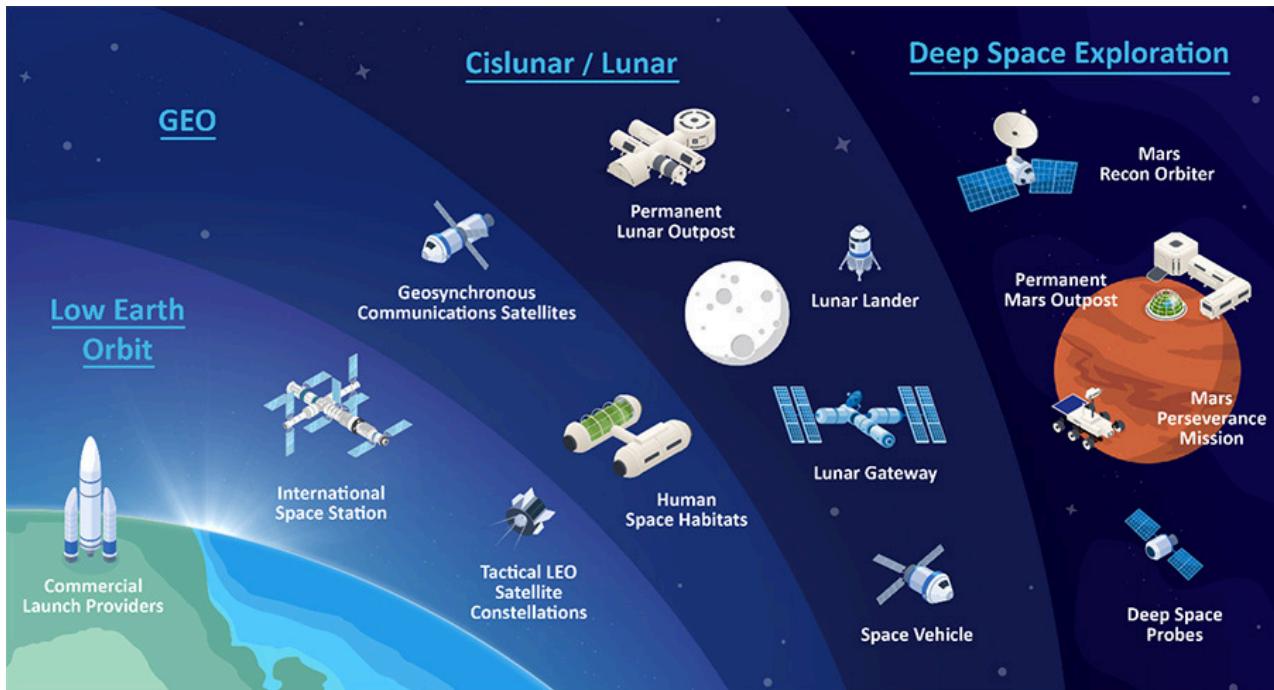
元件還需通過振動測試，模擬火箭

發射時的應力與震動。火箭升空時產生的巨大力量是地球上無可比擬的，因此半導體元件必須能在不損害結構完整性的情況下承受這些條件。例如，在阿波羅11號任務中，關鍵電子設備就曾接受振動測試，以確保它們能承受強大的發射力，最終促成登月成功。

長期可靠度： 太空歷史中的案例

太空任務要求的不只是任務期間能正常運作，更需要長期穩定。1977年發射的「旅行者1號」(Voyager 1) 就是長時間任務中可靠度至關重要的典範。經過超過40年的太空飛行，這艘探測器仍能與地球保持通訊，這歸功於其採用的抗輻射並經過嚴格測試的半導體元件，能夠耐受極端環境。

另一個例子是國際太空站 (ISS)，它依賴大量半導體系統來維持生命維持裝置、進行科學實驗並保持通訊暢通。ISS 長期暴露於嚴酷的太空輻射環境，溫度從 $+121^{\circ}\text{C}$ (朝向太陽) 到 -157°C (背光面) 劇烈變



圖一 拓展邊界：太空市場的演進

化，但艙內的半導體元件仍必須日復一日地可靠運作。

太空半導體的未來

隨著低地軌道（LEO）衛星星座與太空商業化快速興起，對高可靠、高效能半導體元件的需求也持續增加。新一代太空計畫要求元件同時兼顧高可靠性、創新性與成本效益，這是商業化太空的新挑戰。

太空產業一個顯著的趨勢，是商用現成元件（COTS, Commercial Off-The-Shelf）的廣泛採用，因其即時

可得、成本效益高，成為太空任務的熱門選擇。Starlink 衛星網路就大量採用 COTS 元件來降低成本並加快生產。許多非關鍵系統的機載電子設備仰賴這些價格親民但經過精選的元件，確保其在太空環境中仍具可靠性。

一個典型案例是歐洲太空總署（ESA）與法國國家太空研究中心（CNES）合作的「亞利安」（Ariane）火箭。Ariane 5（1985 年）搭載封裝於氣密封殼、QML 等級的強化型 Sparc 中央處理器，並