

2024 通訊產業年鑑

2024 Communications Industry Yearbook

主編 | 陳俊儒

委託單位：經濟部產業技術司

執行單位：財團法人工業技術研究院

產業科技國際策略發展所

中 華 民 國 一 一 三 年 七 月

序

在 5G 商轉邁入五年之後，行動通訊產業正專注於 5G 應用的加速落地及與其他產業的合作，全面邁向 5G-Advanced 演進。而生成式 AI(GenAI)風靡全球，亦催生了行動通訊產業的技術革新和裝置升級，驅動無線通訊系統的全面智慧化。許多電信大廠將 GenAI 做為策略核心，從企業端、合作夥伴間進行各種 GenAI 的實證，以搶占市場先機。

雖然說 5G 商用市場還在處於成長階段，然而美國、歐盟、中國、日本、韓國等通訊發展先進國，近年來已紛紛發表 6G 發展願景，例如極致體驗、智慧互連、數位包容、安全韌性、淨零永續等，將更多的目光，從 5G 轉向 6G。隨著 ITU-R IMT-2030 框架初步成形，下世代通訊的技術需求將會越發明確，未來三到五年將會是下世代通訊的研發關鍵期。預期接下來數年，各國通訊廠商將會在全球行動通訊標準組織(3GPP)對 6G 標準展開激烈的討論，屆時全球地緣政治所引發各方角力局勢將會牽動 6G 國際競合。

『2024 通訊產業年鑑』為工研院產業科技國際策略發展所(產科國際所)執行經濟部產業技術司「產業技術基磐研究與知識服務計畫」成果，由本所電子與系統組同仁負責本年鑑的規劃與編撰，期望從整體產業思維來觀測全球暨臺灣通訊產業發展動向、產品技術演變、以及未來趨勢與挑戰等，提供我國相關業者掌握整體產業脈動之參考。

感謝經濟部產業技術司的持續支持，與各作者合力編撰與集結研析成果，使本年鑑得以順利出版，在此一併致上謝忱。同時，亦請業界先進持續支持並不吝指教，作為未來改進之參考。

工業技術研究院
產業科技國際策略發展所
所長

林昭憲

編者的話

通訊產業長期以來為全球重視的關鍵產業領域之一，亦是對我國經濟體系有顯著影響的重點產業。本所多年來接受經濟部委託執行計畫，為詳實記錄各年度全球與臺灣通訊產業發展現況與焦點議題，以協助各界關心產業發展脈動的讀者，快速掌握全球及我國產業發展現況與趨勢，特彙編本通訊產業年鑑。

2023 年臺灣通訊產業雖因全球通膨與貨幣政策不明，對於消費性通訊產品的市場需求有負面影響，但企業數位轉型的動能仍在，尤以人工智慧帶動雲端和資料中心成長，成為支持本年度我國通訊產值成長的主要力量。而生成式 AI 對通訊產業之影響，未來有望帶動交換器、機上盒、5G 基站、Wi-Fi 無線路由器、物聯網設備等需求，並改變通訊產業生態系統。

隨著全球對淨零永續的重視程度，許多國際電信大廠積極採取淨零行動，例如提升網路能源效率、提高可再生能源使用比例、降低車隊和建築物的碳排放量、投資碳補償、透過數位科技幫助其它產業減少碳排放等。而我國通訊產業亦從產品、技術、服務，以及企業管理經營等方面，採取減排相關行動措施，以達到國際淨零永續的要求。

此外，面對國際在數位韌性議題的重視，我國通訊產業亦積極強化風險管理，以及運用各種 ICT 技術，發揮預防(Prevention)、適應(Adaption)以及回復(Recovery)三大能力，以因應韌性社會所處的多種情境，加強抵禦未來的衝擊和危機。

綜上所述，本年鑑的內容以總體經濟指標、通訊產業總覽、新興議題發展趨勢、全球通訊產業個論、臺灣通訊產業個論、未來展望等六大篇所構成。除了持續追蹤與分析主要通訊次產業的現況外，並就 5G 基礎建設、智慧邊緣、物聯網應用、衛星太空永續、6G 通感融合等重點議題，剖析發展重點。

2024 通訊產業年鑑

撰稿單位暨撰稿人

(依單位及姓氏筆劃排序)

撰稿單位	撰稿人	職 稱
工研院產科國際所	古涵詩	產業分析師
工研院產科國際所	呂珮如	資深產業分析師
工研院產科國際所	林亞蒂	研究助理
工研院產科國際所	陳佳滢	部門經理
工研院產科國際所	陳俊儒	資深產業分析師
工研院產科國際所	楊玉奇	資深產業分析師
工研院產科國際所	楊欣倫	產業分析師
工研院產科國際所	葉逸萱	產業分析師
工研院資通所	王韋程	技術副理
工研院資通所	邱建宏	工程師
工研院資通所	溫太銘	部門經理

2024 通訊產業年鑑

目 錄

序	0-2
編者的話	0-3
作者群	0-4
目錄	0-5
圖目錄	0-10
表目錄	0-13

第 I 篇 總體經濟暨產業關聯指標

第一章 總體經濟指標	I-1
一、全球經濟成長率	I-1
二、全球消費者物價年增率CPI	I-2
三、主要國家國內生產毛額(以當期價格計)	I-3
四、主要國家國際收支經常帳	I-4
五、主要國家政府財政收入及債務餘額	I-5
六、主要地區出口貿易量成長率	I-6
七、主要地區進口貿易量成長率	I-6
八、主要國家失業率	I-7
九、主要國家投資占GDP比重	I-7
十、主要國家貨幣對美元均價	I-8
十一、臺灣總體經濟指標	I-9
第二章 產業關聯重要指標	I-10
一、全球電信支出	I-10
二、全球固網用戶數變化	I-10
三、全球固網用戶數普及率	I-11
四、全球行動寬頻用戶數變化	I-11
五、全球行動寬頻用戶普及率	I-12
六、行動通信人口覆蓋率	I-12
七、行動網路人口覆蓋率	I-13

八、LTE / WiMAX行動網路人口覆蓋率	1-13
九、全球行動通訊用戶數變化	1-14
十、全球行動通訊用戶普及率	1-14
參考文獻	1-15

第 II 篇 通訊產業總覽

第一章 全球通訊產業總覽	2-1
一、市場成長預測	2-1
二、未來發展動向	2-4
第二章 我國通訊產業總覽	2-7
一、產業特性	2-7
二、產業發展歷程	2-9
三、研發人數	2-9
四、就業人數	2-10
五、我國產業之全球地位	2-11
六、市場成長預測	2-12
七、未來發展動向	2-14

第 III 篇 關鍵議題探討

第一章 國家政策聚焦產業	3-1
一、6G產業關鍵技術先期研發計畫	3-1
二、國家太空科技發展長程計畫	3-2
三、晶片驅動臺灣產業創新方案	3-4
第二章 重大議題影響分析	3-5
第一節 全球淨零永續趨勢對通訊產業影響分析	3-5
一、背景說明	3-5
二、影響分析	3-5
三、結論與建議	3-6

第二節 國際數位韌性強化對通訊產業影響分析.....	3-7
一、背景說明	3-7
二、影響分析	3-7
三、結論與建議	3-8
第三章 新興產品技術趨勢	3-9
第一節 人工智慧應用於5G基礎建設部署機會分析	3-9
一、全球5G基礎建設部署概況.....	3-9
二、目前5G基礎建設部署常見問題	3-11
三、AI特性與5G網路管理的應用.....	3-13
四、AI應用於5G基礎建設部署的實例	3-14
五、結論與建議	3-17
第二節 國際地緣政治牽動6G競合.....	3-18
一、ITU-R IMT-2030(6G)框架已成形.....	3-18
二、美國鑒於5G競賽落後，加強6G去中化.....	3-20
三、中國在3GPP擴張勢力，欲突破科技圍堵.....	3-25
四、歐盟持中立立場，呼籲全球共同6G標準.....	3-26
五、未來動向	3-27
第三節 生成式AI時代下，智慧邊緣的發展趨勢與商機	3-29
一、智慧邊緣的定義與市場規模.....	3-29
二、全球智慧邊緣的發展趨勢	3-31
三、臺灣智慧邊緣產業發展現況.....	3-33
四、結論.....	3-34
第四節 新AI時代下全球物聯網發展趨勢與應用	3-36
一、物聯網簡介	3-36
二、全球物聯網產業趨勢變化	3-38
三、結論與建議	3-42
第五節 觀全球衛星產業新範疇，擴增太空永續議題	3-44
一、太空永續行動簡介	3-44
二、NASA對太空永續行動策略首部曲.....	3-46
三、太空永續行動主要市場	3-48

四、結論與建議.....	3-51
第六節 6G通感融合技術發展與關鍵應用.....	3-53
一、6G通感融合技術挑戰與特性需求指標.....	3-53
二、關鍵應用情境及人機協作場域展示.....	3-57
三、臺灣在6G技術上的潛力與產業優勢.....	3-61
四、結論與建議.....	3-63
參考文獻.....	3-64

第IV篇 全球通訊產業個論

第一章 全 球.....	4-1
第一節 網路通訊設備產業.....	4-1
一、WLAN產業.....	4-1
二、行動寬頻終端與模組產業.....	4-3
三、xDSL CPE產業.....	4-5
四、Cable CPE產業.....	4-7
五、Switch產業.....	4-12
六、IP STB產業.....	4-14
七、局端與輕局端產業.....	4-17
第二節 行動終端暨通訊服務產業.....	4-20
一、手機產業.....	4-20
二、通訊服務產業.....	4-24
三、雲端服務產業.....	4-26
第二章 新南向國家.....	4-29
第一節 網路與通訊產品產業.....	4-29
參考文獻.....	4-37

第V篇 我國通訊產業個論

第一章 網路通訊設備產業.....	5-1
第一節 WLAN產業.....	5-1

一、產業概述	5-1
二、產業發展現況與趨勢	5-2
三、五年生產統計	5-4
第二節 行動寬頻終端與模組產業	5-6
一、產業概述	5-6
二、產業發展現況與趨勢	5-7
三、五年生產統計	5-9
第三節 xDSL CPE產業	5-11
一、產業概述	5-11
二、產業發展現況與趨勢	5-12
三、五年生產統計	5-15
第四節 Cable CPE產業	5-17
一、產業概述	5-17
二、產業發展現況與趨勢	5-18
三、五年生產統計	5-21
第五節 Switch產業	5-23
一、產業概述	5-23
二、產業發展現況與趨勢	5-24
三、五年生產統計	5-26
第六節 IP STB產業	5-28
一、產業概述	5-28
二、產業發展現況與趨勢	5-29
三、五年生產統計	5-32
第二章 行動終端暨通訊服務產業	5-33
第一節 手機產業	5-33
一、產業概述	5-33
二、產業發展現況與趨勢	5-34
三、五年生產統計	5-37
四、進出口分析	5-38
第二節 通訊服務產業	5-41

一、產業概述.....	5-41
二、產業發展現況與趨勢.....	5-42
三、五年生產統計	5-45
第三章 通訊產業聚落.....	5-47
一、地理區域分布	5-47
二、區域聚落發展現況	5-48
參考文獻	5-53

第VI篇 未來展望

第一章 全球產業展望.....	6-1
一、2024年市場預測	6-1
二、產業發展趨勢	6-6
第二章 我國產業展望.....	6-9
一、2024年市場預測	6-9
二、產業發展趨勢	6-13

附 錄

附錄一 2023年通訊產業大事紀	7-1
附錄二 我國通訊廠商名錄	7-6
附錄三 通訊產業協會.....	7-17
附錄四 2024年通訊產業相關展覽會一覽	7-19
附錄五 中英文專有名詞縮寫/略語對照表.....	7-20

圖目錄

圖3-3-1	全球5G人口覆蓋率	3-9
圖3-3-2	5G基礎建設部署重要議題	3-11
圖3-3-3	波束成型示意圖	3-12
圖3-3-4	AI動態節能模式示意圖	3-16
圖3-3-5	ITU-R IMT-2030(6G)使用場景和性能	3-18
圖3-3-6	3GPP各工作組擔任首席和副首席所屬廠商代表	3-26
圖3-3-7	3GPP工作組首席/副首席所屬國家標準協會(百分比)	3-27
圖3-3-8	智慧邊緣的定義與範疇	3-29
圖3-3-9	全球智慧邊緣軟體市場規模	3-30
圖3-3-10	全球Edge AI硬體出貨量	3-31
圖3-3-11	臺灣5G專網和MEC服務市場規模	3-33
圖3-3-12	物聯網演進圖	3-37
圖3-3-13	全球物聯網終端產值與應用占比圖	3-37
圖3-3-14	各國AIoT物聯網發展政策說明	3-39
圖3-3-15	員工透過Magic Leap 2頭盔可讀取上方貨箱資訊	3-40
圖3-3-16	Maxar在OSAM相關產品	3-49
圖3-3-17	感算融合網路系統概觀架構圖	3-57
圖3-3-18	通訊與感知融合對室內工廠的應用場景	3-58
圖3-3-19	6G感算融合工廠應用架構	3-59
圖3-3-20	模擬未來智慧工廠實際可能情境	3-60
圖3-3-21	通訊與感知融合系統研發示意	3-62
圖3-3-22	6G感算融合網路系統特性	3-63
圖4-1-1	2022~2026年全球WLAN產業市場趨勢	4-1
圖4-1-2	2022~2026年全球行動寬頻終端與模組產業市場趨勢	4-4
圖4-1-3	2022~2026年全球xDSL CPE產業市場趨勢	4-6
圖4-1-4	2022~2026年全球Cable CPE產業市場趨勢	4-8
圖4-1-5	2022~2026年全球Switch產業市場趨勢	4-12

圖4-1-6	2022~2026年全球IP STB產業市場趨勢.....	4-14
圖4-1-7	2022~2026年全球局端與輕局端產業市場趨勢.....	4-17
圖4-1-8	2022~2026年全球手機產業市場趨勢.....	4-20
圖4-1-9	2022~2026年全球通訊服務產業市場趨勢.....	4-24
圖4-1-10	2022~2026年全球雲端服務產業市場趨勢.....	4-26
圖5-1-1	我國WLAN產業概況.....	5-1
圖5-1-2	我國WLAN產業發展歷程.....	5-3
圖5-1-3	我國WLAN產業結構.....	5-4
圖5-1-4	2022~2026年我國WLAN產值(含海內外)趨勢.....	5-5
圖5-1-5	我國行動寬頻終端與模組產業概況.....	5-6
圖5-1-6	我國行動寬頻終端與模組產業發展歷程.....	5-8
圖5-1-7	我國行動寬頻終端與模組產業結構.....	5-9
圖5-1-8	2022~2026年我國行動寬頻終端與模組產值(含海內外)趨勢.....	5-10
圖5-1-9	我國xDSL CPE產業概況.....	5-12
圖5-1-10	我國xDSL CPE產業發展歷程.....	5-13
圖5-1-11	我國xDSL CPE產業結構.....	5-15
圖5-1-12	2022~2026年我國xDSL CPE產值(含海內外)趨勢.....	5-16
圖5-1-13	我國Cable CPE產業概況.....	5-18
圖5-1-14	我國Cable CPE產業發展歷程.....	5-19
圖5-1-15	我國Cable CPE產業結構.....	5-21
圖5-1-16	2022~2026年我國Cable CPE產值(含海內外)趨勢.....	5-22
圖5-1-17	我國Switch產業概況.....	5-23
圖5-1-18	我國Switch產業發展歷程.....	5-25
圖5-1-19	我國Switch產業結構.....	5-26
圖5-1-20	2022~2026年我國Switch產值(含海內外)趨勢.....	5-27
圖5-1-21	我國IP STB產業概況.....	5-29
圖5-1-22	我國IP STB產業發展歷程.....	5-30
圖5-1-23	我國IP STB產業結構.....	5-31
圖5-1-24	2022~2026年我國IP STB產值(含海內外)趨勢.....	5-32
圖5-2-1	我國手機產業概況.....	5-34

圖5-2-2	我國手機產業發展歷程	5-35
圖5-2-3	我國手機產業結構	5-36
圖5-2-4	2022~2026年我國手機產值(含海內外)趨勢	5-37
圖5-2-5	2020~2024年我國手機進出口值趨勢	5-39
圖5-2-6	2023年我國手機主要進出口國	5-40
圖5-2-7	我國通訊服務產業概況	5-41
圖5-2-8	我國通訊服務產業發展歷程	5-44
圖5-2-9	我國通訊服務產業結構	5-45
圖5-2-10	2022~2026年我國通訊服務產值(含海內外)趨勢	5-46
圖5-3-1	我國通訊產業區域聚落現況	5-48
圖5-3-2	我國通訊產業鏈	5-50

表目錄

表3-3-1	感知與通訊融合組網系統之JCAS實作方式評估	3-56
表4-1-1	全球WLAN產業重要廠商發展動向與策略	4-3
表4-1-2	全球行動寬頻終端與模組產業重要廠商發展動向與策略	4-5
表4-1-3	全球xDSL CPE產業重要廠商發展動向與策略	4-7
表4-1-4	全球Cable CPE產業重要廠商發展動向與策略	4-11
表4-1-5	全球Switch產業重要廠商發展動向與策略	4-13
表4-1-6	全球IP STB產業重要廠商發展動向與策略	4-16
表4-1-7	全球局端與輕局端產業重要廠商發展動向與策略	4-19
表4-1-8	全球手機產業重要廠商發展動向與策略	4-23
表4-1-9	全球通訊服務產業重要廠商發展動向與策略	4-25
表4-1-10	全球雲端服務產業重要廠商發展動向與策略	4-27
表4-2-1	東南亞網通產業當地產業政策與需求	4-30
表4-2-2	東南亞網通產業臺商能量與競爭者分析	4-32
表4-2-3	東南亞網通產業臺商優劣勢與機會分析	4-34
表5-3-1	我國通訊產業區域聚落特性與規模	5-50
表5-3-2	我國通訊產業區域聚落發展課題與可行方案	5-52
表6-1-1	全球通訊產業市場預測	6-6
表6-1-2	全球通訊產業發展趨勢	6-6
表6-2-1	我國通訊產業市場預測	6-13
表6-2-2	我國通訊產業發展趨勢	6-13

2024 Communications Industry Yearbook

Contents

Preface	0-2
Editorial Preface.....	0-3
List of Authors.....	0-4
Contents.....	0-5
Contents of Figures.....	0-10
Contents of Tables.....	0-13

Part I Main Indicator of Macro Economy and the Industry

Chapter 1 Main Indicators of Macro Economy	1-1
Chapter 2 Main Indicators of the Industry	1-10

Part II The Status and Trends of Overall Communications Industry

Chapter 1 Global Communications Industry – Current States and Future Trends	2-1
Chapter 2 Taiwan Communications Industry – Current States and Future Trends	2-7

Part III Discussion on Key Issues

Chapter 1 National Industrial Policies	3-1
Chapter 2 Major events of Telecommunication	3-5
Chapter 3 Telecommunication Future Trends	3-9

Part IV Global Communications Industry Overview

Chapter 1 Global Communications Industry	4-1
Chapter 2 Handset Industry in Southeast Asia and India	4-29

Part V Taiwan Communications Industry Overview

Chapter 1 Network Equipment Industry	5-1
Chapter 2 Mobile Device and Communication Service Industry	5-33
Chapter 3 Communication Industry Cluster	5-47

Part VI Future Prospects

Chapter 1 Future Prospects for Global Communications Industry	6-1
Chapter 2 Future Prospects for Taiwan Communications Industry	6-9

Appendices

Appendix 1 Chronology of Communications Industry Events in 2023	7-1
Appendix 2 Directory of Taiwan Communications Company	7-6
Appendix 3 List of Telecommunication Associations	7-17
Appendix 4 2024 Worldwide Communications Exhibition	7-19
Appendix 5 Glossary	7-20

第 I 篇 總體經濟暨產業關聯 指標

第一章 總體經濟指標

第二章 產業關聯重要指標

第一章 總體經濟指標

一、全球經濟成長率

單位：%

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
全球	3.5	3.2	3.2	3.2	3.2
先進經濟體	2.6	1.6	1.7	1.8	1.8
美國	1.9	2.5	2.7	1.9	2.0
加拿大	3.8	1.1	1.2	2.3	1.9
英國	4.3	0.1	0.5	1.5	1.7
日本	1.0	1.9	0.9	1.0	0.8
韓國	2.6	1.4	2.3	2.3	2.2
歐元地區	3.6	0.6	1.1	1.8	1.7
德國	1.8	-0.3	0.2	1.3	1.5
法國	2.5	0.9	0.7	1.4	1.6
義大利	4.0	0.9	0.7	0.7	0.2
其他先進經濟體	2.7	1.8	2.0	2.4	2.2
新興和發展中經濟體	4.1	4.3	4.2	4.2	4.1
俄羅斯	-1.2	3.6	3.2	1.8	1.3
中東和中亞	5.3	2.0	2.8	4.2	3.8
拉丁美洲與加勒比地區	4.2	2.3	2.0	2.5	2.7
亞洲發展中國家	4.4	5.6	5.2	4.9	4.7
中國大陸	3.0	5.2	4.6	4.1	3.8
印度	7.0	7.8	6.8	6.5	6.5
東協五國	5.5	4.1	4.5	4.6	4.6

*註：東協五國包含印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國
資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

二、全球消費者物價年增率 CPI

單位：%

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
全球	8.7	6.8	5.9	4.5	3.7
先進經濟體	7.3	4.6	2.6	2.0	2.0
美國	8.0	4.1	2.9	2.0	2.1
加拿大	6.8	3.9	2.6	1.9	1.9
英國	9.1	7.3	2.5	2.0	2.0
日本	2.5	3.3	2.2	2.1	2.0
韓國	5.1	3.6	2.5	2.0	2.0
歐元地區	9.3	6.3	2.7	2.4	2.1
德國	8.7	6.0	2.4	2.0	2.0
法國	5.9	5.7	2.4	1.8	1.8
義大利	8.7	5.9	1.7	2.0	2.0
其他先進經濟體	5.6	4.2	2.5	2.1	2.0
新興和發展中經濟體	9.8	8.3	8.3	6.2	4.9
俄羅斯	13.8	5.9	6.9	4.5	4.0
中東和中亞	13.9	16.7	15.5	11.8	8.5
拉丁美洲與加勒比地區	14.0	14.4	16.7	7.7	5.6
亞洲發展中國家	3.9	2.4	2.4	2.8	2.7
中國大陸	2.0	0.2	1.0	2.0	2.0
印度	6.7	5.4	4.6	4.2	4.1
東協五國	4.8	3.5	2.5	2.4	2.4

*註：東協五國包含印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

三、主要國家國內生產毛額(以當期價格計)

單位：billion US dollars

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
全球	100,662.9	104,791.1	109,529.2	114,828.0	120,583.4
先進經濟體	58,145.5	61,352.8	63,812.3	66,370.8	69,055.6
美國	25,744.1	27,357.8	28,781.1	29,839.7	31,018.8
加拿大	2,161.5	2,140.1	2,242.2	2,360.6	2,469.2
英國	3,100.1	3,344.7	3,495.3	3,685.4	3,915.6
日本	4,256.4	4,212.9	4,110.5	4,310.4	4,499.5
韓國	1,673.9	1,712.8	1,760.9	1,842.7	1,924.4
歐元地區	16,773.1	18,347.4	18,977.6	19,680.2	20,396.7
德國	4,085.7	4,457.4	4,591.1	4,772.3	4,941.6
法國	2,780.4	3,031.8	3,130.0	3,223.1	3,332.7
義大利	2,068.6	2,255.5	2,328.0	2,390.4	2,439.6
其他先進經濟體	8,649.5	8,748.9	9,110.6	9,536.6	9,954.4
新興和發展中經濟體	42,517.4	43,438.3	45,716.9	48,457.2	51,527.8
俄羅斯	2,272.3	1,997.0	2,056.8	2,090.5	2,117.2
中東和中亞	4,814.1	4,741.4	4,966.0	5,179.1	5,482.7
拉丁美洲與加勒比地區	5,855.4	6,572.5	7,004.7	7,299.9	7,699.6
亞洲發展中國家	25,015.9	25,188.6	26,686.1	28,675.9	30,720.0
中國大陸	17,848.5	17,662.0	18,532.6	19,790.1	21,027.7
印度	3,353.5	3,572.1	3,937.0	4,339.8	4,789.8
東協五國	3,124.5	3,239.7	3,466.8	3,722.7	3,986.5

*註：東協五國包含印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

四、主要國家國際收支經常帳

單位：%；占 GDP 比重

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
先進經濟體	-0.3	0.5	0.7	0.7	0.7
美國	-3.8	-3.0	-2.5	-2.5	-2.5
加拿大	-0.4	-0.6	0.3	0.4	0.2
英國	-3.1	-2.2	-2.6	-2.8	-2.8
日本	2.0	3.4	3.5	3.5	3.6
韓國	1.5	2.1	2.9	3.4	3.8
歐元地區	1.2	3.1	3.0	3.0	2.9
德國	4.4	6.8	7.0	6.9	6.6
法國	-2.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.5
義大利	-1.5	0.2	0.8	1.3	1.5
其他先進經濟體	7.0	6.4	6.6	6.5	6.4
新興和發展中經濟體	1.5	0.6	0.3	0.2	0.1
俄羅斯	10.5	2.5	2.7	2.7	2.8
中東和中亞	8.4	4.0	1.8	1.4	0.7
拉丁美洲與加勒比地區	-2.4	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2
亞洲發展中國家	1.2	1.0	0.7	0.7	0.6
中國大陸	2.3	1.5	1.3	1.4	1.4
印度	-2.0	-1.2	-1.4	-1.6	-1.8
東協五國	2.6	3.0	2.6	2.5	2.4

*註：東協五國包含印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

五、主要國家政府財政收入及債務餘額

單位：%；占 GDP 比重

		2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
主要國家政府財政收入	美 國	32.7	29.3	30.5	30.4	31.0
	加拿大	41.1	41.8	41.1	41.1	41.1
	英 國	39.7	38.6	39.5	39.9	39.6
	日 本	37.6	36.5	35.8	36.5	36.5
	韓 國	27.1	23.9	23.9	24.4	24.4
	德 國	47.0	46.1	46.3	46.5	46.7
	法 國	53.5	51.9	52.0	51.9	51.8
	義大利	47.7	47.8	46.3	47.1	47.1
主要國家政府債務餘額	美 國	94.7	96.3	97.6	100.7	102.9
	加拿大	15.6	12.8	13.3	13.4	13.3
	英 國	90.5	92.5	92.9	94.7	95.5
	日 本	150.3	155.9	157.7	155.7	154.1
	韓 國	23.4	24.7	26.2	26.8	27.4
	德 國	47.1	46.4	46.4	45.7	45.0
	法 國	101.2	102.4	103.4	104.6	105.2
	義大利	129.1	126.6	128.9	130.3	132.8

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

六、主要地區出口貿易量成長率

單位：%

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
全球	5.2	0.5	2.9	3.3	3.5
先進經濟體	5.6	0.9	2.5	2.9	3.0
其他先進經濟體	1.7	1.8	4.5	3.5	3.5
新興和發展中經濟體	4.7	-0.1	3.7	3.9	4.2
中東和中亞	13.1	4.8	2.3	5.9	5.2
拉丁美洲與加勒比地區	7.7	-0.1	3.2	3.3	3.4
亞洲發展中國家	2.6	0.0	3.4	3.4	4.1
東協五國	4.5	2.1	6.5	5.5	5.3

*註：東協五國包含印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

七、主要地區進口貿易量成長率

單位：%

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
全球	5.9	0.1	3.1	3.3	3.4
先進經濟體	7.1	-1.0	2.0	2.8	2.9
其他先進經濟體	2.8	0.2	4.0	3.9	3.6
新興和發展中經濟體	3.9	2.0	4.9	4.1	4.4
中東和中亞	9.8	4.7	4.8	4.2	3.5
拉丁美洲與加勒比地區	7.2	0.7	1.4	3.3	3.1
亞洲發展中國家	2.0	0.6	5.6	4.2	5.1
東協五國	7.2	-1.2	8.6	6.8	5.5

*註：東協五國包含印尼、馬來西亞、菲律賓、新加坡、泰國

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

八、主要國家失業率

單位：%

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
先進經濟體	4.5	4.4	4.6	4.7	4.7
美國	3.6	3.6	4.0	4.2	4.3
加拿大	5.3	5.4	6.3	6.3	6.0
英國	3.9	4.0	4.2	4.1	4.0
日本	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5
韓國	2.9	2.7	3.0	3.1	3.1
德國	3.1	3.0	3.3	3.1	3.0
法國	7.3	7.4	7.4	7.0	6.9
義大利	8.1	7.7	7.8	8.0	8.3

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

九、主要國家投資占 GDP 比重

單位：%

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)
全球	27.51	26.58	26.48	26.65	26.82
先進經濟體	23.54	22.66	22.34	22.51	22.67
美國	21.88	21.33	21.47	21.61	21.86
加拿大	25.36	23.90	23.58	23.56	23.60
英國	19.33	18.37	16.83	17.18	17.61
日本	26.59	26.16	26.31	26.43	26.30
韓國	33.18	32.13	31.35	31.03	30.77
歐元地區	24.96	23.19	22.46	22.66	22.71
德國	25.03	23.57	22.58	22.71	23.09
法國	27.98	27.11	22.92	22.57	22.38
義大利	23.09	20.92	21.81	21.92	21.25
新興和發展中經濟體	33.04	32.20	32.35	32.42	32.48
中東和中亞	24.85	26.21	26.47	26.68	26.87
拉丁美洲與加勒比地區	20.41	19.50	19.47	19.54	19.57
亞洲發展中國家	39.73	38.71	38.92	38.78	38.70
東協五國	26.79	26.23	26.05	26.35	26.71

資料來源：IMF (2024/05)；工研院產科國際所(2024/05)

十、主要國家貨幣對美元均價

		2022	2023	2024(e)
新 臺 幣	NTD	29.78	31.15	31.67
日 圓	JPY	131.50	140.49	149.88
港 幣	HKD	7.83	7.83	7.82
韓 元	KRW	1,291.45	1,305.66	1,339.00
加 拿 大 幣	CAD	1.30	1.35	1.35
新 加 坡 元	SGD	1.38	1.34	1.34
人 民 幣	CNY	6.74	7.08	7.20
印 尼 盾	IDR	14,849.85	15,236.88	15,758.50
泰 銖	THB	35.06	34.80	35.94
馬來西亞幣	MYR	4.40	4.56	4.73
菲律賓披索	PHP	54.48	55.63	56.23
歐 元	EUR*	1.05	1.08	1.08
英 鎊	GBP*	1.23	1.24	1.26
澳 幣	AUD*	0.69	0.66	0.66

註：*為美元兌該國幣值(USD/GBP、USD/AUD、USD/EUR)

*2024 年為 1-4 月對美元加權均價

資料來源：中央銀行；工研院產科國際所(2024/05)

十一、臺灣總體經濟指標

	2022	2023	2024(e)
經濟成長率(%)	2.59	1.31	3.43
名目 GDP(百萬美元)	760,813	755,306	784,907
名目 GNI(百萬美元)	784,118	777,983	808,472
名目國民所得(百萬美元)	655,787	639,509	664,572
平均匯率(元/美元)	29.78	31.15	31.67
國民儲蓄率(%)	41.53	37.75	39.34
消費者物價年增率(%)	2.95	2.49	2.24 ^❶
國產與進口品物價指數年增率(%)	12.42	-1.99	0.05 ^{❶❷}
工業生產年增率(%)	-1.82	-12.30	8.11 ^❶
製造業生產年增率(%)	-1.98	-12.74	8.26 ^❶
民間消費年增率(%)	3.75	8.32	2.64
出口總額年增率(%)	7.40	-9.80	10.59 ^❶
進口總額年增率(%)	12.08	-17.90	3.84 ^❶
外銷訂單年增率(%)	-1.09	-15.86	0.96 ^❶
外匯存底(億美元)	5,549	5,706	5,670 ^❸
失業率(%)	3.67	3.48	3.36 ^❶

註：❶為 2024 年 1-4 月統計數據

❷因應主計處最新公告將「躉售物價指數」調整為「國產與進口品物價指數」

❸為 2024 年 3 月數據

資料來源：中華民國行政院主計處；經濟部統計處；工研院產科國際所(2024/05)

第二章 產業關聯重要指標

一、全球電信支出

單位：百萬美元

	2022	2023	2024(e)	2025(f)	2026(f)	2027(f)	2028(f)
全球終端用戶通訊應用支出	45,393	45,393	44,468	46,092	48,432	50,358	51,432
全球企業網路設備支出	83,881	94,360	104,706	116,314	127,827	138,720	149,021
營運商網路基礎設備支出	102,013	100,647	99,562	101,619	102,737	103,454	103,389
電信營運管理系統支出	59,873	60,511	62,751	67,023	70,934	74,854	78,903
企業固定通信服務支出	182,570	186,387	188,854	190,910	192,707	194,441	195,922
消費者固定通信服務支出	322,897	341,437	360,868	380,720	398,344	414,836	430,432
行動服務支出	941,219	1,000,876	1,047,881	1,092,154	1,133,881	1,174,897	1,215,434
行動裝置支出	486,180	483,972	507,705	549,182	575,345	614,677	656,419
電信總支出(合計)	2,224,027	2,313,583	2,416,796	2,544,014	2,650,208	2,766,237	2,880,951

資料來源：Gartner；工研院產科國際所(2024/05)

二、全球固網用戶數變化

單位：百萬用戶數

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	4	4	4	5	5	6	7	8	9
美洲	182	190	198	207	216	233	249	257	269
阿拉伯國家聯盟	19	21	29	32	33	39	44	49	55
亞太地區	404	461	540	564	615	665	732	801	848
獨立國家聯合體	36	38	43	45	45	48	51	54	57
歐洲	190	198	206	213	220	230	237	243	250

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

三、全球固網用戶數普及率

單位：百分比(%)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8
美洲	18.6	19.2	19.9	20.6	21.3	22.8	24.2	24.9	25.8
阿拉伯國家聯盟	4.7	5.1	6.9	7.3	7.5	8.6	9.7	10.5	11.7
亞太地區	9.7	11.0	12.8	13.2	14.3	15.4	16.8	18.3	19.3
獨立國家聯合體	15.4	16.0	17.8	18.5	18.5	19.7	20.9	22.2	23.2
歐洲	28.2	29.2	30.3	31.3	32.3	33.7	34.6	35.3	36.4

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

四、全球行動寬頻用戶數變化

單位：百萬用戶數

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	180	213	252	289	357	417	441	512	562
美洲	771	842	894	924	990	1,033	1,111	1,150	1,207
阿拉伯國家聯盟	168	184	222	249	269	288	309	332	357
亞太地區	1,554	1,932	2,588	2,963	3,226	3,427	3,647	3,798	3,853
獨立國家聯合體	143	155	174	187	214	227	244	253	260
歐洲	470	539	587	629	670	697	724	731	757

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

五、全球行動寬頻用戶普及率

單位：百分比(%)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	18.9	21.8	25.1	28.1	33.8	38.4	39.7	44.8	48.0
美洲	78.8	85.3	89.7	91.9	97.9	101.2	108.2	111.4	116.2
阿拉伯國家聯盟	41.3	44.3	52.4	57.4	60.8	64.0	67.6	71.4	75.4
亞太地區	37.5	46.3	61.3	69.6	75.2	79.3	83.9	86.9	87.6
獨立國家聯合體	60.4	65.0	72.7	77.5	88.5	93.1	99.8	103.4	105.9
歐洲	69.6	79.5	86.4	92.3	98.2	102.0	105.7	106.3	110.3

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2023)；工研院產科國際所整理(2023/05)

六、行動通信人口覆蓋率

單位：百分比(%)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	87.1	88.9	88.7	90.2	91.8	92.6	93.3
美洲	96.6	96.7	96.0	95.9	96.0	96.4	97.4
阿拉伯國家聯盟	96.4	96.6	96.8	97.1	97.1	97.6	97.6
亞太地區	97.6	97.9	98.6	98.5	98.5	98.6	98.8
獨立國家聯合體	93.5	93.6	98.6	98.6	98.9	99.0	99.0
歐洲	99.7	99.7	99.6	99.8	99.8	99.8	99.8

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

七、行動網路人口覆蓋率

單位：百分比(%)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	62.6	70.3	73.7	74.9	78.1	80.3	83.6
美洲	94.0	94.7	94.5	94.6	94.7	95.4	96.5
阿拉伯國家聯盟	87.0	89.8	91.2	92.5	94.1	94.5	95.4
亞太地區	90.9	93.9	96.3	96.5	96.6	97.0	96.9
獨立國家聯合體	80.0	81.0	87.8	89.9	95.4	96.3	96.3
歐洲	98.2	98.6	98.7	98.7	99.0	99.7	99.7

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

八、LTE / WIMAX 行動網路人口覆蓋率

單位：百分比(%)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	17.9	24.3	33.6	40.0	47.5	57.1	64.3
美洲	82.3	87.6	90.2	91.4	92.2	93.2	94.4
阿拉伯國家聯盟	49.4	59.8	61.8	73.6	74.8	76.4	77.3
亞太地區	86.9	91.2	93.3	94.5	94.7	95.2	95.6
獨立國家聯合體	60.5	66.9	80.3	84.3	86.7	89.6	94.1
歐洲	89.6	91.4	97.5	97.7	98.6	99.1	99.2

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

九、全球行動通訊用戶數變化

單位：百萬用戶數

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	714	714	725	780	835	895	944	1021	1080
美洲	1,052	1,056	1,044	1,049	1,048	1,045	1,098	1,114	1,140
阿拉伯國家聯盟	419	417	417	417	428	433	454	472	488
亞太地區	3,778	4,094	4,335	4,497	4,705	4,703	4,774	4,788	4,939
獨立國家聯合體	325	329	331	329	351	347	357	353	364
歐洲	809	808	812	809	814	811	827	834	843

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

十、全球行動通訊用戶普及率

單位：百分比(%)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
非洲	75.0	73.0	72.2	75.8	79.0	82.5	84.8	89.5	92.3
美洲	107.6	107.0	104.7	104.4	103.4	102.4	107.0	107.9	109.8
阿拉伯國家聯盟	103.0	100.4	98.2	96.3	96.7	96.2	99.2	101.6	103.1
亞太地區	91.2	97.9	102.7	105.6	109.6	108.8	109.8	109.5	112.3
獨立國家聯合體	137.4	138.1	138.3	136.5	144.7	142.6	146.2	144.5	148.5
歐洲	119.8	119.3	119.5	118.8	119.2	118.6	120.9	121.3	122.8

註：區域別之國家名單請參考 www.itu.int/itu-d/sites/statistics 所列

資料來源：ITU (2024)；工研院產科國際所整理(2024/05)

參考文獻

1. Gartner , Forecast: Communications Technology and Services, Worldwide, 2022-2028, IQ24 Update
2. Gartner , Forecast: Communications Services, Worldwide, 2022-2028, IQ24 Update
3. Gartner , Forecast: Enterprise Network Equipment by Market Segment, Worldwide, 2022-2028, IQ24 Update
4. Gartner , Forecast: Unified Communications, Worldwide, 2022-2028, IQ24 Update
5. Gartner , Forecast: Mobile Phones, Worldwide, 2022-2028, IQ24 Update
6. ITU : <https://www.itu.int/itu-d/sites/statistics>

第 II 篇 通訊產業總覽

第一章 全球通訊產業總覽

第二章 我國通訊產業總覽

第一章 全球通訊產業總覽

一、市場成長預測

單位：百萬美元

產值 產業別		2023	2024(e)	2025(f)	2024(e)/ 2023	發展趨勢
網路通訊設備產業	WLAN	7,294	7,600	7,912	4.2%	<ul style="list-style-type: none"> 主流市場 Wi-Fi 6/6E 滲透率持續增加，預期 2024 年滲透率提升至 74% 新產品 Wi-Fi 7 規格確定在 2024 年正式定案，WLAN 大廠皆積極備戰加速切入市場
	行動寬頻 終端與 模組	1,560	1,733	1,945	11.1%	<ul style="list-style-type: none"> 國際旅遊熱潮帶動行動寬頻需求 各國政府注資基礎建設擴張 5G 覆蓋率，5G 接取產品隨之擴張
	xDSL CPE	2,726	2,409	2,217	-11.6%	<ul style="list-style-type: none"> 過去幾年全球網路頻寬需求的快速成長，連帶推升 xDSL CPE 的需求，但從長期而言，全球 xDSL CPE 市場仍呈現快速萎縮 xDSL 在實用性和成本考量下，仍持續做為 FTTx 的協作方案，但在速度與收益之間的取捨下，必須朝向高階技術整合發展
	Cable CPE	2,643	2,661	2,746	0.7%	<ul style="list-style-type: none"> DOCSIS 3.1 技術與規模已漸趨成熟，2023 相關產品出貨量占比已達 81.5% 已有各種支援 DOCSIS 4.0 Cable CPE 相關元件出現在市場

產值 產業別		2023	2024(e)	2025(f)	2024(e)/ 2023	發展趨勢
網路通訊設備產業	Switch	37,502	38,627	39,728	3.0%	<ul style="list-style-type: none"> 企業數位轉型和人工智慧大語言模型應用風潮，帶動資料中心升級高階交換器需求 歐美地區持續加強網路基礎建設和落實 5G 升級進程，挹注交換器市場短期成長動能
	IP STB	4,074	4,061	4,143	-0.3%	<ul style="list-style-type: none"> 整合眾多功能之高階 STB 機種，如具備 Wi-Fi 6、數位內容安全方案、語音助理等，可望帶動未來需求成長 由於免費視頻內容豐富，OTT 機上盒在新興市場的付費電視場景中獲得巨大的吸引力。此外，Netflix、亞馬遜等幾大 OTT 平台都在提供高品質的 4K 內容，帶動 OTT 機上盒的需求
	局端與輕局端	41,923	41,494	39,224	-1.0%	<ul style="list-style-type: none"> 2G、3G 局端設備 2022 年起各國逐步汰除，預期 2025 年前揮別傳統舊技術 5G 網路建置需求雖在新興市場保持成長趨勢，但部分市場面臨地緣政治不確定性
行動終端暨網通服務產業	手機	497,358	517,082	538,243	4.0%	<ul style="list-style-type: none"> 伴隨全球通膨影響減緩，原 2023 年購機需求將遞延到 2024 年，預期需求規模年增 4% 全球 5G 智慧手機市場占約六成，市場仍持續成長，預估 2024 年 5G 手機年成長約 20%

產值 產業別		2023	2024(e)	2025(f)	2024(e)/ 2023	發展趨勢
行動終端暨網通服務產業	通訊服務	1,528,700	1,597,604	1,663,784	4.5%	<ul style="list-style-type: none"> 固定式語音服務受到網路電話服務取代呈現逐年衰退，每年約以 3% 下滑 固定式數據服務和行動服務在大眾和企業用戶需求，每年成長率約在 2% 至 3%
	雲端服務	293,161	370,593	460,352	26.4%	<ul style="list-style-type: none"> 全球 AI / GenAI 投資上升，為了滿足市場不斷成長的需求，帶動超大規模資料中心的快速成長 人工智慧、自駕車、物聯網數據對資料運算與分析的高度需求，邊緣運算可加速數據處理且減少延遲，也因此加速邊緣資料中心的成長

註：雲端服務僅包含雲端基礎設施與平台服務(CIPS)、獨立基礎設施即服務(Stand-alone IaaS)和獨立平台即服務(Stand-alone PaaS)為主，不含 SaaS。

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

二、未來發展動向

(一) 市場規模、促進或阻礙成長要因

產業別	全球市場規模	促進或阻礙成長要因
網路通訊設備產業	WLAN 單位：百萬美元 <p>Bar chart showing WLAN market value (產值) in millions of USD from 2022 to 2026(f). The values are 7,166 (2022), 7,294 (2023), 7,600 (2024(e)), 7,912 (2025(f)), and 8,149 (2026(f)). A line chart shows the growth rate (成長率) in percentage, starting at approximately 4.5% in 2022, dipping to 2.5% in 2023, peaking at 4.5% in 2024(e), and then declining to 3.5% in 2025(f) and 3.0% in 2026(f).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 互聯網和物聯網需求在多種應用迅速成長，WLAN 往更高傳輸速率、更低延遲等效能發展，將持續推動市場成長 • WRC-23 決議將 6425-7125MHz 頻段用於 5G/6G，使 Wi-Fi 6E 和 Wi-Fi 7 的傳輸速率受到抑制，恐影響未來 Wi-Fi 的市場發展
	行動寬頻終端與模組 單位：百萬美元 <p>Bar chart showing mobile broadband terminal and module market value (產值) in millions of USD from 2022 to 2026(f). The values are 1,410 (2022), 1,560 (2023), 1,733 (2024(e)), 1,945 (2025(f)), and 2,155 (2026(f)). A line chart shows the growth rate (成長率) in percentage, starting at approximately 11.5% in 2022, dipping to 11.0% in 2023, peaking at 13.5% in 2024(e), and then declining to 11.5% in 2025(f) and 11.0% in 2026(f).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 國際旅遊熱潮帶動行動寬頻需求 • 5G 網路覆蓋率持續提升，業者續推 5G 新產品，提供市場更多選擇，將逐步取代 4G
	xDSL CPE 單位：百萬美元 <p>Bar chart showing xDSL CPE market value (產值) in millions of USD from 2022 to 2026(f). The values are 3,166 (2022), 2,726 (2023), 2,409 (2024(e)), 2,217 (2025(f)), and 2,039 (2026(f)). A line chart shows the growth rate (成長率) in percentage, starting at approximately 2.5% in 2022, dropping to -12.5% in 2023, rising to -8.5% in 2024(e), and then declining to -9.5% in 2025(f) and -10.5% in 2026(f).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 寬頻技術研發早已轉向 Wi-Fi、XGSPON、NGPON2 等新一代光纖接入網路技術。長期而言，全球 xDSL CPE 市場將持續萎縮 • xDSL 須朝向高階技術整合發展，如提供高階 xDSL IAD 產品

產業別		全球市場規模	促進或阻礙成長要因																		
網路通訊設備產業	Cable CPE	<p>單位：百萬美元</p> <table border="1"><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>2,830</td><td>3.8%</td></tr><tr><td>2023</td><td>2,643</td><td>-6.6%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>2,661</td><td>0.7%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>2,746</td><td>3.2%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>2,848</td><td>3.7%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	2,830	3.8%	2023	2,643	-6.6%	2024(e)	2,661	0.7%	2025(f)	2,746	3.2%	2026(f)	2,848	3.7%	<ul style="list-style-type: none">2023 年歐美地區央行持續升息對抗通膨，企業支出規劃相對保守，需求放緩，電信商與服務供應商對網通 CPE 產品持續進行去化庫存，導致全球 Cable CPE 產業出貨大幅放緩近期 AI 需求需要各種網路串連，推升網路設備更新速度，加上 DOCSIS 3.1 纜線路由器搭載 Wi-Fi 6 等高階機種產品滲透率逐步提升，以及下一代 DOCSIS 4.0 CPE，廠商可望陸續開發出新機種，有利未來帶動需求成長
	年份	產值	成長率																		
	2022	2,830	3.8%																		
2023	2,643	-6.6%																			
2024(e)	2,661	0.7%																			
2025(f)	2,746	3.2%																			
2026(f)	2,848	3.7%																			
Switch	<p>單位：百萬美元</p> <table border="1"><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>36,516</td><td>18.2%</td></tr><tr><td>2023</td><td>37,502</td><td>2.7%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>38,627</td><td>3.0%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>39,728</td><td>2.8%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>40,829</td><td>2.8%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	36,516	18.2%	2023	37,502	2.7%	2024(e)	38,627	3.0%	2025(f)	39,728	2.8%	2026(f)	40,829	2.8%	<ul style="list-style-type: none">下半年客戶庫存增加，訂單需求減少人工智慧和機器學習技術應用趨勢帶動下，為提高資料傳輸速度，資料中心網路升級市場需求正逐漸增加	
年份	產值	成長率																			
2022	36,516	18.2%																			
2023	37,502	2.7%																			
2024(e)	38,627	3.0%																			
2025(f)	39,728	2.8%																			
2026(f)	40,829	2.8%																			
IP STB	<p>單位：百萬美元</p> <table border="1"><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>4,306</td><td>2.0%</td></tr><tr><td>2023</td><td>4,074</td><td>-5.4%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>4,061</td><td>-0.3%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>4,143</td><td>2.0%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>4,250</td><td>2.6%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	4,306	2.0%	2023	4,074	-5.4%	2024(e)	4,061	-0.3%	2025(f)	4,143	2.0%	2026(f)	4,250	2.6%	<ul style="list-style-type: none">2023 年全球機上盒產業成長放緩、加上營運商去庫存調整及通膨等經濟不利因素影響，導致產值下降Android based IP STB 陸續放量，加上廠商整合 Wi-Fi 6、AI 語音助理、支援雲端遊戲等功能至機上盒提高競爭力，可望帶動未來成長	
年份	產值	成長率																			
2022	4,306	2.0%																			
2023	4,074	-5.4%																			
2024(e)	4,061	-0.3%																			
2025(f)	4,143	2.0%																			
2026(f)	4,250	2.6%																			

產業別		全球市場規模	促進或阻礙成長要因																		
網路通訊設備產業	局端與輕局端	<p>單位：百萬美元</p> <table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>41,525</td><td>-4%</td></tr><tr><td>2023</td><td>41,923</td><td>0%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>41,494</td><td>-2%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>39,224</td><td>-6%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>36,773</td><td>-8%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	41,525	-4%	2023	41,923	0%	2024(e)	41,494	-2%	2025(f)	39,224	-6%	2026(f)	36,773	-8%	<ul style="list-style-type: none">● 4G 局端設備全球普及，需求逐年遞減，以更換、維護為主● 5G 局端設備在歐美新一輪基礎建設投資案帶動，印度與東協國家需求成長
	年份	產值	成長率																		
2022	41,525	-4%																			
2023	41,923	0%																			
2024(e)	41,494	-2%																			
2025(f)	39,224	-6%																			
2026(f)	36,773	-8%																			
行動終端暨網路服務產業	手機	<p>單位：百萬美元</p> <table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>454,649</td><td>2%</td></tr><tr><td>2023</td><td>497,358</td><td>9%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>517,082</td><td>4%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>538,243</td><td>4%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>550,455</td><td>2%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	454,649	2%	2023	497,358	9%	2024(e)	517,082	4%	2025(f)	538,243	4%	2026(f)	550,455	2%	<ul style="list-style-type: none">● 近期全球手機產業成長主要來自 5G、GenAI 手機滲透率提升，拉高產品單價，尤以 2023 年漲幅最明顯● 2024 年將承接 2023 年因通膨而後推需求，預期產值與銷售量持續成長 4%、1.3%
	年份	產值	成長率																		
	2022	454,649	2%																		
2023	497,358	9%																			
2024(e)	517,082	4%																			
2025(f)	538,243	4%																			
2026(f)	550,455	2%																			
通訊服務	<p>單位：百萬美元</p> <table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>1,446,687</td><td>5%</td></tr><tr><td>2023</td><td>1,528,700</td><td>6%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>1,597,604</td><td>4%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>1,663,784</td><td>4%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>1,724,933</td><td>4%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	1,446,687	5%	2023	1,528,700	6%	2024(e)	1,597,604	4%	2025(f)	1,663,784	4%	2026(f)	1,724,933	4%	<ul style="list-style-type: none">● 2024 年 5G 朝獨立組網、網路切片與專網的產業垂直應用與加值服務發展● 生成式 AI 橫空出世，打開人們對 AI 應用在各種終端設備的想像，電信業者在通訊負荷、雲端積極準備	
年份	產值	成長率																			
2022	1,446,687	5%																			
2023	1,528,700	6%																			
2024(e)	1,597,604	4%																			
2025(f)	1,663,784	4%																			
2026(f)	1,724,933	4%																			
雲端服務	<p>單位：百萬美元</p> <table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>230,304</td><td>30%</td></tr><tr><td>2023</td><td>293,161</td><td>27%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>370,593</td><td>26%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>460,352</td><td>24%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>557,701</td><td>21%</td></tr></tbody></table>	年份	產值	成長率	2022	230,304	30%	2023	293,161	27%	2024(e)	370,593	26%	2025(f)	460,352	24%	2026(f)	557,701	21%	<ul style="list-style-type: none">● 隨著人工智慧的廣泛採用，加速企業將服務轉向雲端或多雲方向發展● 雲服務供應商積極推出生成式 AI 整合主流軟體產品，也讓 GenAI 產品快速商業化	
年份	產值	成長率																			
2022	230,304	30%																			
2023	293,161	27%																			
2024(e)	370,593	26%																			
2025(f)	460,352	24%																			
2026(f)	557,701	21%																			

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

第二章 我國通訊產業總覽

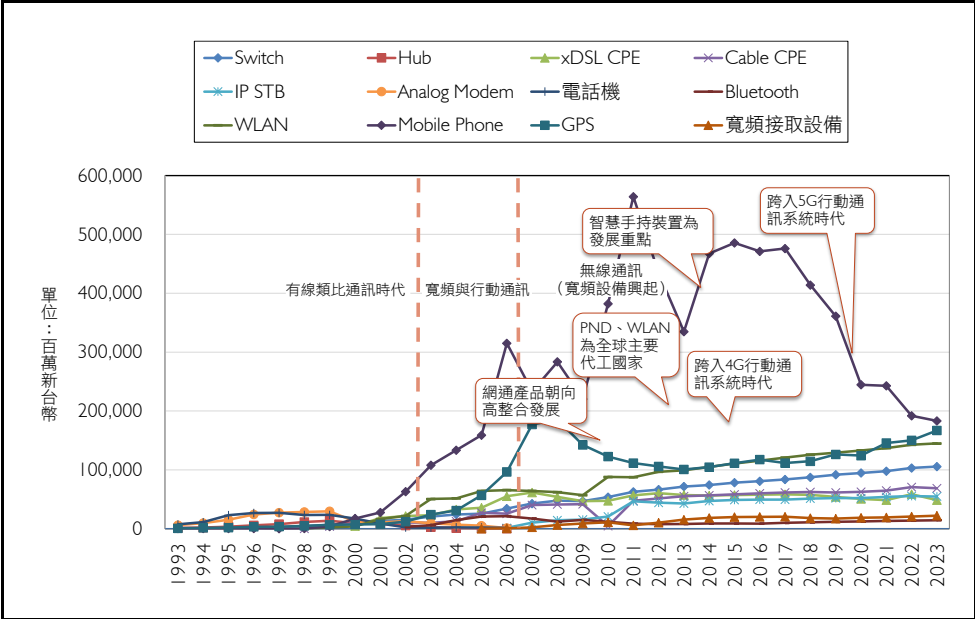
一、產業特性

產業別	我國產業特性
WLAN	<ul style="list-style-type: none"> • 臺灣的 WLAN 產業從晶片、零組件、設計製造和組裝、品牌都有業者投入，整體結構完整，在全球 WLAN 產業中也占有重要地位 • WLAN 晶片方面，聯發科、瑞昱等晶片設計廠商，供應無線通訊晶片廣泛使用於全球各大行動終端裝置品牌商的產品中，包括手持終端、筆電、車用無線通訊模組、無線寬頻接取器和路由器等 • WLAN AP/Router 方面，以終端消費型產品為主的原廠委託設計代工(ODM)和自有品牌生產(OBM)業務是我國 WLAN 產業的重要營收來源
行動寬頻終端與模組	<ul style="list-style-type: none"> • 臺灣行動寬頻終端與模組廠商約有 12~15 家，電信業者持續推出 5G 商用服務，產品將以 5G 技術型態主軸 • 歐美為臺商重點布局區域市場，隨著市場逐年成長，出貨成長空間仍相當樂觀 • 美國推出「基礎設施投資和就業法案」全力建設 5G FWA 高速網路，美中科技戰持續對中國科技封鎖，供應鏈轉至美國認可的夥伴國家，臺灣供應鏈成趨勢受惠者
xDSL CPE	<ul style="list-style-type: none"> • 2023 年臺灣於全球 xDSL CPE 產值與產量仍維持全球第一大的地位，在國際不確定因素下，受惠國際轉單效應，臺廠在產值和產量上皆有不錯的表現 • 隨著物聯網和智慧家庭技術的普及，用戶端為使用服務所添購的設備也隨之增加，逐漸產生整合的需求，臺廠投入研發生產智慧閘道器、智慧機上盒，以及整合性接取設備(Integrated Access Device, IAD)產品(支援 VoIP 功能)，整合 Wi-Fi 6 技術，或者是進階的高速數位用戶線路技術如 VDSL2，嘗試藉由更高的技術門檻以保障獲利。主要外銷市場為新興市場、亞太地區、歐洲、北美等地區
Cable CPE	<ul style="list-style-type: none"> • 我國為全球 Cable CPE 主要生產業者，全球市占率八成以上 • 我國 Cable CPE 產業分為系統產品代工製造和品牌經營 • 業務型態主要以 ODM 為大宗，主要客戶為國際品牌廠商(例如 CommScope、Vantiva 等)。此外，近年 OBM 廠商在全球也逐漸有不錯之表現，如仲琦、鉅寶等

產業別		我國產業特性
網路通訊設備產業	Switch	<ul style="list-style-type: none"> 我國 Switch 產業廠商主要以系統產品研發製造與組裝為主，另外亦有業者從事關鍵晶片研發及品牌經營 我國 Switch 品牌業者迴避與國際大廠直接競爭，以歐美通路及零售市場為基礎，並鎖定新興國家中小企業和消費市場等機會 我國 ODM 廠商開始轉變整體產品結構，除了把握開放網路(Open RAN)架構商機，開發白牌產品外，也已成功研製 800G 高階機種
	IP STB	<ul style="list-style-type: none"> 我國目前從上游系統單晶片、零組件到系統設備代工、品牌皆有廠商投入 在系統單晶片方面，我國著墨於 OTT 與 IPTV 系統單晶片等領域，也積極拓展印度、非洲、歐洲等市場，近年受惠國外業者淡出機上盒晶片市場，我國廠商已成為全球機上盒晶片領導廠商之一 我國 IP STB 產業於設備製造耕耘已久，掌握了多家歐美品牌廠商之代工訂單，如 CommScope、Vantiva 等
行動終端暨通訊服務產業	手機	<ul style="list-style-type: none"> 手機產業統計範疇涵蓋品牌(OBM)與設計代工(ODM)業者，並以 ODM 業務佔大宗(97%)，主要產地位於中國大陸、印度、越南、印尼等地，因應客戶需求提供可靠、彈性、快速的生產調控；國內品牌結合電競、XR 等利基應用進行產品布局，採主導系統設計、生產委外形式 我國手機產業鏈以核心晶片設計製造、PCB、光學鏡頭等元件或模組具備技術優勢，集中在臺研發生產
	通訊服務	<ul style="list-style-type: none"> 2022 年臺灣通訊服務產業主要分為行動與固網兩大業務，行動服務約 93%的營收集中在前三大業者手上，固網服務約 98%的營收集中在前三大業者 臺灣大哥大與台灣之星合併、遠傳與亞太電信合併分別在 2023 年 12 月 1 日、12 月 15 日生效；基地台整併難度高且期程長，將影響兩家的用戶體驗 電信業進入三強鼎立的態勢以一般大眾用戶、企業客戶、垂直應用領域為主，宣示提升用戶價值避免價格競爭

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

二、產業發展歷程



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

三、研發人數

產業別		2021 (人)	2022 (人)	2023 (人)	2023/2022 成長率(%)	說 明
終端產業	個人行動終端	10,045	10,194	9,963	-2.3%	● 2023 年景氣衝擊全球手機市場，廠商投資趨保守，降低研發人員需求
	網路終端產品	20,807	22,625	22,947	1.4%	● AI 發展與數位轉型需求快速成長，帶動網通升級商機，網通廠商在研發人員需求大增
通訊產業		30,852	32,819	32,910	0.3%	● 整體而言因網路終端產品研發人數增加帶動，整體通訊產業研發人數成長 0.3%

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

四、就業人數

產業別		2021 (人)	2022 (人)	2023 (人)	2023/2022 成長率(%)	說 明
終 端 產 業	個人行動終端	29,824	30,633	28,712	-6.3%	• 受全球景氣疲弱，終端需求低靡，影響用人需求
	網路終端產品	69,574	73,615	73,245	-0.5%	• 受全球經濟走緩與通膨影響，加上業者持續調整庫存，影響用人需求
通訊產業		99,398	104,248	101,957	-2.2%	• 整體在個人行動終端與網路終端產品用人需求皆減少下，整體通訊產業就業人數年衰退 2.2%

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

五、我國產業之全球地位

單位：百萬美元

產業別	年	全球排名	產值	全球市占率
網路通訊設備產業	WLAN	2022	4,750	66.3%
		2023	4,648	63.7%
		2024(e)	4,887	64.3%
		2025(f)	5,151	65.1%
		2026(f)	5,272	64.7%
	行動寬頻 終端與 模組	2022	598	42.4%
		2023	641	41.1%
		2024(e)	647	37.7%
		2025(f)	660	33.9%
		2026(f)	674	31.3%
	xDSL 終端	2022	1,912	57.0%
		2023	1,538	56.4%
		2024(e)	1,366	56.7%
		2025(f)	1,254	56.6%
		2026(f)	1,154	56.6%
	Cable 終端	2022	2,372	83.8%
		2023	2,200	83.2%
		2024(e)	2,214	83.2%
		2025(f)	2,286	83.2%
		2026(f)	2,372	83.3%
	IP STB	2022	1,862	43.2%
		2023	1,755	43.1%
		2024(e)	1,756	43.2%
		2025(f)	1,794	43.3%
		2026(f)	1,841	43.3%

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

六、市場成長預測

單位：新臺幣百萬元

產值 產業別		2023	2024(e)	2025(f)	2024(e)/ 2023	發展趨勢
網路通訊設備產業	WLAN	144,844	152,572	160,814	5.3%	<ul style="list-style-type: none"> 主流市場 Wi-Fi 6/6E 滲透率持續增加，加上 Wi-Fi 7 於 2024 年下半年開始出貨，推升 WLAN 整體市場成長
	行動寬頻 終端與 模組	22,062	22,459	22,889	1.7%	<ul style="list-style-type: none"> 5G FWA CPE 為我國行動寬頻接取產品產值成長的關鍵，主要來自北美、印度市場的快速成長
	xDSL CPE	48,446	43,017	39,506	-11.2%	<ul style="list-style-type: none"> 對於臺廠而言，以鞏固代工業務為基礎，研發高階且高毛利的 xDSL CPE 設備，是務實的策略考量 xDSL 將以 VDSL2、G.fast 以及整合 Wi-Fi 或 VoIP，提供高階 xDSL IAD 產品發展，同時支持更多樣化的智慧聯網應用
	Cable CPE	68,519	69,078	70,874	0.8%	<ul style="list-style-type: none"> DOCSIS 3.1 升級趨勢延續至 2023 年，加上歐美寬頻補助政策，刺激下世代寬頻網路商機，帶動我國相關產品出貨成長 DOCSIS 4.0 產品最快有機會於 2025 年出貨

產值 產業別		2023	2024(e)	2025(f)	2024(e)/ 2023	發展趨勢
網路通訊設備產業	Switch	105,507	107,279	105,285	1.7%	<ul style="list-style-type: none"> • 客戶庫存調節陸續告一段落，大多數廠商已恢復穩定出貨 • 人工智慧和機器學習技術應用趨勢帶動下，為提高資料傳輸速度，資料中心網路升級市場需求正逐漸增加
	IP STB	54,660	54,780	55,602	0.2%	<ul style="list-style-type: none"> • 支援 4K 高清 STB 機種，以及採用 Android TV OS 的產品陸續放量，加上語音助理、支援雲端遊戲功能整合至 IP STB 發展趨勢帶動成長 • OTT 平台服務商提供更多存取 OTT 服務的方式，與提高用戶觀看體驗，帶動 OTT STB 需求
行動終端暨通訊服務產業	手機	179,042	132,955	131,625	-25.7%	<ul style="list-style-type: none"> • 國內手機產業經營利潤低薄，多轉向新潛力產品布局(如 AI、車聯網、智慧醫療)，加上客戶轉向自主設計並委外 EMS，使 2024 年國內手機產值預估年減 25.7%
	通訊服務	415,818	420,900	426,372	1.2%	<ul style="list-style-type: none"> • 2023 年 12 月電信業整併成三強鼎立局勢，低資費方案退場、消費者換約 5G 方案提升 ARPU，影音娛樂與數位服務帶動營收成長 • 市內電信、長途電信、國際電話等服務營收逐年下滑

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

七、未來發展動向

(一)市場規模、促進或阻礙成長要因

產業別	我國市場規模	促進或阻礙成長要因																		
網路通訊設備產業	WLAN	<ul style="list-style-type: none"> 臺灣數位發展部開放 6GHz 下半頻段(5945-6425MHz)，釋放支援 Wi-Fi 6E 和 Wi-Fi 7 的無線網路通訊設備在臺銷售 2024 年通膨預期仍在 2% 以上，歐美央行很難提前降息來刺激經濟，恐影響消費性和企業用 WLAN 市場發展 																		
行動寬頻終端與模組	<p>單位：新台幣百萬元</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>年份</th> <th>產值 (新台幣百萬元)</th> <th>成長率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2022</td> <td>20,513</td> <td>~7.5</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>22,062</td> <td>~7.5</td> </tr> <tr> <td>2024(e)</td> <td>22,459</td> <td>~2.2</td> </tr> <tr> <td>2025(f)</td> <td>22,889</td> <td>~2.2</td> </tr> <tr> <td>2026(f)</td> <td>23,336</td> <td>~2.2</td> </tr> </tbody> </table>	年份	產值 (新台幣百萬元)	成長率 (%)	2022	20,513	~7.5	2023	22,062	~7.5	2024(e)	22,459	~2.2	2025(f)	22,889	~2.2	2026(f)	23,336	~2.2	<ul style="list-style-type: none"> 5G 產品將逐步取代 4G LTE 產品 5G FWA 隨著基礎建設的擴展，成為北美、西歐、印度與東協作為快速擴展最後一哩路的解決方案，獲得政府補助快速拓展
年份	產值 (新台幣百萬元)	成長率 (%)																		
2022	20,513	~7.5																		
2023	22,062	~7.5																		
2024(e)	22,459	~2.2																		
2025(f)	22,889	~2.2																		
2026(f)	23,336	~2.2																		
xDSL CPE	<p>單位：新台幣百萬元</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>年份</th> <th>產值 (新台幣百萬元)</th> <th>成長率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2022</td> <td>58,711</td> <td>~15</td> </tr> <tr> <td>2023</td> <td>48,446</td> <td>~-17</td> </tr> <tr> <td>2024(e)</td> <td>43,017</td> <td>~-11</td> </tr> <tr> <td>2025(f)</td> <td>39,506</td> <td>~-8</td> </tr> <tr> <td>2026(f)</td> <td>36,341</td> <td>~-8</td> </tr> </tbody> </table>	年份	產值 (新台幣百萬元)	成長率 (%)	2022	58,711	~15	2023	48,446	~-17	2024(e)	43,017	~-11	2025(f)	39,506	~-8	2026(f)	36,341	~-8	<ul style="list-style-type: none"> 中低階 xDSL CPE 產品毛利雖低，但仍占終端出貨四成到五成的比例，對上游晶片等關鍵零組件的出貨量仍有重要影響 儘管全球市場需求持續縮減，近年來歐洲、亞太、新興國家為推動數位國家和智慧城市有網路基礎建設的需求，因此 xDSL 的需求尚在
年份	產值 (新台幣百萬元)	成長率 (%)																		
2022	58,711	~15																		
2023	48,446	~-17																		
2024(e)	43,017	~-11																		
2025(f)	39,506	~-8																		
2026(f)	36,341	~-8																		

產業別		我國市場規模	促進或阻礙成長要因																		
網路通訊設備產業	Cable CPE	<div><div>單位：新台幣百萬元</div><div><div>產值</div><div>成長率</div></div><div><table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>70,618</td><td>8%</td></tr><tr><td>2023</td><td>68,519</td><td>-2%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>69,078</td><td>2%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>70,874</td><td>3%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>73,071</td><td>3%</td></tr></tbody></table></div></div>	年份	產值	成長率	2022	70,618	8%	2023	68,519	-2%	2024(e)	69,078	2%	2025(f)	70,874	3%	2026(f)	73,071	3%	<ul style="list-style-type: none">• DOCSIS 3.1 纜線路由器搭載 Wi-Fi 6 等高階機種產品滲透率逐步提升，加上下一代的標準品 DOCSIS 4.0 CPE，廠商可望陸續開發出新機種，帶動我國產品出貨• 歐美電信營運商庫存調整約在 2024 年下半年進入尾聲，加上南亞等新興國家也會加速推動寬頻網路建設，帶動出貨成長動能
	年份	產值	成長率																		
	2022	70,618	8%																		
2023	68,519	-2%																			
2024(e)	69,078	2%																			
2025(f)	70,874	3%																			
2026(f)	73,071	3%																			
Switch	<div><div>單位：新台幣百萬元</div><div><div>產值</div><div>成長率</div></div><div><table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>103,138</td><td>5%</td></tr><tr><td>2023</td><td>105,507</td><td>2%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>107,279</td><td>2%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>105,285</td><td>-2%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>109,464</td><td>4%</td></tr></tbody></table></div></div>	年份	產值	成長率	2022	103,138	5%	2023	105,507	2%	2024(e)	107,279	2%	2025(f)	105,285	-2%	2026(f)	109,464	4%	<ul style="list-style-type: none">• 至 2023 年第四季起，客戶庫存調節已陸續完成，有利廠商回復穩定供貨• 人工智慧大語言模型應用風潮興起，因應暴增流量，資料中心加速升級網路設備	
年份	產值	成長率																			
2022	103,138	5%																			
2023	105,507	2%																			
2024(e)	107,279	2%																			
2025(f)	105,285	-2%																			
2026(f)	109,464	4%																			
IP STB	<div><div>單位：新台幣百萬元</div><div><div>產值</div><div>成長率</div></div><div><table><thead><tr><th>年份</th><th>產值</th><th>成長率</th></tr></thead><tbody><tr><td>2022</td><td>55,442</td><td>2%</td></tr><tr><td>2023</td><td>54,660</td><td>-1%</td></tr><tr><td>2024(e)</td><td>54,780</td><td>0%</td></tr><tr><td>2025(f)</td><td>55,602</td><td>2%</td></tr><tr><td>2026(f)</td><td>56,714</td><td>2%</td></tr></tbody></table></div></div>	年份	產值	成長率	2022	55,442	2%	2023	54,660	-1%	2024(e)	54,780	0%	2025(f)	55,602	2%	2026(f)	56,714	2%	<ul style="list-style-type: none">• 2023 年全球通膨高漲，經濟疲軟，加上升息造成消費者購買力下降，致使 STB 產業出貨趨緩• 4K/HDR STB、客製化 UI(使用者介面)、整合語音控制功能於 IP STB 提高產品價值等趨勢，有望帶動未來 IP STB 成長	
年份	產值	成長率																			
2022	55,442	2%																			
2023	54,660	-1%																			
2024(e)	54,780	0%																			
2025(f)	55,602	2%																			
2026(f)	56,714	2%																			

產業別	我國市場規模	促進或阻礙成長要因
行動終端暨通訊服務產業	<p>手機</p> <p>單位：新台幣百萬元</p>	<ul style="list-style-type: none"> 國內手機 ODM 客戶非屬前五大品牌且同國內品牌，受主要品牌規模擴大而削減市占 手機硬體低薄利，品牌往平台、應用內容深化價值，反之對我國大宗的 ODM 發展吸引力降低，轉往高潛力產品發展，如 AIoT、車聯網、智慧醫療等
	<p>通訊服務</p> <p>單位：新台幣百萬元</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年 12 月台台併、遠亞併正式生效，但電信基礎設施與系統調整工程複雜度高且時程長 2024 年 6 月 3G 正式關台 2024 年電費調漲，電信商雖暫不調漲資費，但對於生成式 AI 伺服器、雲端運算等高耗能領域仍須通盤考量

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

第III篇 關鍵議題探討

第一章 國家政策聚焦產業

第二章 重大議題影響分析

第三章 新興產品技術趨勢

第一章 國家政策聚焦產業

一、6G 產業關鍵技術先期研發計畫

(一) 推動方案

當國內產業正加速拓展 5G 開放性無線接入網路(Open Radio Access Network, O-RAN)與專網商機時，國際大廠與研究機構已大舉投入 6G 前瞻技術研發，積極為第三代合作夥伴計畫(3rd Generation Partnership Project, 3GPP)於 2025 年啟動的 6G 標準制定預做準備。經濟部產業技術司配合行政院與國家科學及技術委員會，於 2022 年啟動 6G 產業關鍵技術規劃，並邀集國內產學研專家共議，於 2023 年正式投入與國際同步之 6G 關鍵技術開發。除了與國科會學界分工合作關鍵技術開發外，並與數位發展部資源司整備 6G 可能頻段商議，跨部會合作共同朝向 2027 年國際組織 6G 標準底定後一年，產出我國技術自主的 6G 雛型產品，提升產業競爭力。

(二) 應用驅動因素與臺灣產業發展機會

我國產學研近年協同合作已建立 5G O-RAN 產業鏈，正緊跟國際 3GPP 組織標準演進，協助廠商持續精進 5G 高階基站、雲端化組網等加值 5G 進階產品技術能量，同時含括高頻關鍵材料、元件與模組，及低軌衛星(Low Earth Orbits, LEO)地面設備射頻前端模組等技術。針對 6G 先期研發則與產學研共議篩選，以既有 5G 技術進階開發較快速有商品機會的 6G 潛力技術雛型系統，預計於 2025 年完成系統雛型開發，與國際研發同步。

(三) 研發成果與案例

1. 6G 先期雛型系統規劃與架構驗證

規劃 6G 無線通訊系統發展雛型，訂定 6G 先期基站系統與網元架構，並確立四項 6G 先期重點研發項目及規格，包含可重構智慧表面(Reconfigurable

Intelligent Surface, RIS)通道環境控制技術、6G 感算融合及組網管理技術、AI 原生網路智慧演算技術與非地面網路(Non-terrestrial Networks, NTN)通訊技術。

2. 6G 軟硬體系統技術研發與智財布局

依據國際倡議之需求願景、技術趨勢與國際標準發展時程，先期規劃探索可能 6G 關鍵技術，以利提前進行 6G 核心技術開發與關鍵專利布局。聚焦於特定網路融合領域作技術探勘與研究布局，涵蓋無線接取融合技術、非地面網路融合技術和 6G 通訊與運算融合技術。

3. 6G 技術發展策略與國際布局

成立 6G「產研諮詢工作小組」，建立產學研共議平台機制，針對 6G 國際趨勢、標準組織動態以及研發進展溝通與交流。先期規劃篩選 6G 主流技術，與產學研共議適合臺灣投入之 6G 先期研發關鍵技術及雛型系統項目。掌握國際 6G 主流技術，積極參與國際組織提案、促進交流與合作，爭取國際能見度。

二、國家太空科技發展長程計畫

(一)推動方案

臺灣第 3 期「國家太空科技發展長程計畫」，原先規劃從 2019 年開始，10 年投入新臺幣 251 億元，研發本土太空科技、培育相關人才並建立太空產業鏈。預計每年發射 1 枚衛星，作為國土安全與監測自然環境的高科技工具，於天災發生時可提供即時影像，快速監測國土安全與環境變遷，並能監測森林濫墾濫伐、地層下陷，準確判定災害範圍；另推動外太空探索與科學創新計畫。前總統蔡英文於 2023 年 10 月在臺灣國際太空年會表示，要加碼超過新臺幣 400 億元，投入低軌通訊衛星的研製、規劃國家發射場與人才培育。

(二) 應用驅動因素與臺灣產業發展機會

臺灣不僅有衛星與火箭的自主研製能量，也有堅實的半導體、資通訊、精密機械等產業基礎，足以面對全球新興太空產業的發展，因此政府已將太空產業列為「六大核心戰略產業」之一，持續推動太空技術與產業發展，培育太空科技人才，打造太空經濟成為新的護國群山，早日實現「把臺灣的國力打上太空」的願景。

(三) 研發成果與案例

1. 先導型高解析度光學遙測衛星、超高解析度智慧遙測衛星

傳承福衛五號的技術經驗，搭載臺灣自主研發的光學遙測酬載，解析度更勝福衛五號；其他科學酬載及關鍵零組件，均是國內自行研發製作。

2. 合成孔徑雷達衛星

搭載主動式雷達，從衛星發射電磁波到地面，因土壤、建築物、海水對電磁波有不同的吸收與反射率，衛星接收反射波並進行判讀，不受夜間或多雲天氣而影響取像。

3. 推動外太空探索與科學創新計畫

全球外太空商業化發展的趨勢，推動外太空探索、科學觀測及創新應用任務衛星或星系，為未來臺灣太空科技永續發展奠定良好基礎。

4. 善用短期科研火箭發射場域

位於屏東縣旭海村首座國家短期科研火箭發射場域於 2022 年初啟用，是我國邁向太空基礎設施的第一步，迄今已發射陽明交大 HTTP-3A S2、成功大學兩節式混合火箭、淡江大學淡江一型火箭、Jessie 火箭、逢甲大學單節混合式小型科研火箭 SHSR-Aero I。

三、晶片驅動臺灣產業創新方案

(一) 推動方案

國科會透過跨部會合作提出「晶創臺灣方案」，未來 10 年(2024 至 2033 年)規劃挹注新臺幣 3,000 億元經費執行，將結合「生成式人工智慧」與「晶片」，促進產業突破式創新；強化國內人才培育環境；加速產業創新所需異質整合與先進技術；以及吸引國際新創與投資來臺等四大策略，提早布局臺灣未來科技產業，奠基臺灣科技國力，成為世界上推動晶片設計的重要角色。

(二) 應用驅動因素與臺灣產業發展機會

「晶創臺灣方案」透過晶片設計端、元件製造及封測端、應用端等三構面，推動產學研加速發展異質整合，並邁向先進製程技術。經濟部產業技術司重點推動我國 IC 設計業者投入「具國際領先地位」之晶片及系統研發，藉以提升先進晶片設計能力、並加速異質整合設計及介面，以推動臺灣成為 IC 設計領導國家。

(三) 預期研發效益

驅動臺灣業者投入先進技術應用晶片，至 2026 年等同或超越國際標竿大廠技術指標之晶片設計開發、試產與 Beta Site 驗證。主要技術發展重點：創新技術之先進晶片開發，採用 7nm 含以下製程；先進異質整合封裝技術之創新晶片(如小晶片整合封裝模組、矽光子等其他新興應用晶片開發)；異質整合微機電感測技術之創新晶片開發，採用 0.35 μ m(含)以下之晶圓級製程。預期推動下世代通訊效能提升，例如 5G/6G > 15Gbps、Wi-Fi > 20Gbps、有線傳輸 > 800Gbps。

第二章 重大議題影響分析

第一節 全球淨零永續趨勢對通訊產業影響分析

一、背景說明

面對近年極端氣候對於環境的衝擊，天然災害所帶給人類生存的壓力，以及政治勢力的變化，各國政府開始擬定長遠的淨零排放政策。截至目前，全球超過 130 個國家宣布在 2050 年達成淨零排放(Net Zero Emission)的氣候承諾目標，其中推動綠色轉型與永續發展最為積極的，當非歐盟莫屬。雖然歐盟已達到國內生產毛額(Gross Domestic Product, GDP)成長與溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)排放脫鉤，但碳洩漏(Carbon Leakage)的風險仍然存在，對歐盟產業競爭力不利。

為回應碳洩漏風險的問題，歐盟於 2021 年 7 月通過 55 配套方案(Fit for 55 Package)並正式提出碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)草案，對非歐盟國家進口產品徵收碳邊境稅(Carbon Border Tax)。初期規範產品為水泥、肥料、鋼鐵、鋁、氫氣、以及電力此六大產業產品之直接/間接排放，已從 2023 年 10 月開始試行，預計 2026 年正式實施。

二、影響分析

雖然通訊產業不在這次歐盟 CBAM 產品範圍，但普遍預期歐盟未來可能將產品範圍擴大，而通訊相關產品，例如電子零組件、光纖電纜，也列於歐盟碳洩漏清單之中，可能是歐盟下一波 CBAM 的關注焦點。除了歐盟之外，美國、日本、加拿大等國也正積極討論碳邊境稅的可行性。

根據 GSM 協會(Groupe Spécial Mobile Association, GSMA)的統計數據顯示，行動營運商三種範圍的溫室氣體排放，Scope I 直接排放(直接溫室氣體

排放，公司擁有或控制的排放源)約占 3%，Scope 2 能源間接排放(間接溫室氣體排放，公司外購之能源所排放的溫室氣體)約占 25%，Scope 3 其他間接排放(其他間接溫室氣體排放，非屬公司擁有，但因為執行公司業務之排放源)約占 72%，可以說通訊產業直接排放的溫室氣體不多，絕大部分是來自於間接排放。

如果其它各國跟進實施 CBAM，產品又擴大到與通訊有關，這將會對全球通訊產業產生相當大的衝擊。故部分通訊大廠為預先預備以因應未來 CBAM 衝擊，已先制定相關減排計畫，甚至有些國際電信大廠，例如英國 Vodafone、德國 Deutsche Telekom、西班牙 Telefónica 等，對淨零永續更為積極，從 2050 的目標年提前十年以上。

三、結論與建議

根據我國財政部統計，2023 年臺灣在電子零組件產品出口達 1,787 億美元，占臺灣整體出口 41.3%，此與通訊網路上游產品多有相關，例如寬頻網路主晶片、微處理器、被動元件、印刷電路板等。雖然說目前歐盟 CBAM 還不會對臺灣通訊產業造成太大的影響，但隨著全球對碳定價制度的重視程度越來越高，如果未來中國、東協、南韓等國跟進實施 CBAM，並擴大產品範圍至電子零組件，臺灣通訊產業將會受到嚴峻的衝擊。

臺灣通訊產業因應對策方面，企業首先需要針對個別重點產品建立碳足跡管理，產品碳足跡(或產品效率標準)將會是國際碳邊境稅課徵依據，亦是未來企業低碳轉型指標。通訊廠商亦可透過對外減排成效揭露的國際管道，例如碳揭露專案(Carbon Disclosure Project, CDP)、科學基礎減量目標倡議(Science-Based Targets Initiatives, SBTi)、道瓊永續指數(Dow Jones Sustainability Index, DJSI)等，訂定企業減碳短中長期目標，並提升公司的名聲與市場價值。此外，臺灣通訊產業應啟動以循環經濟為核心的減碳模式，並積極運用通訊技術開發減碳科技，例如運用 5G 擴大數位科技在各個垂直產業的淨零應用，將減碳投資轉換成企業碳權，運用碳權經營加強避險，逐步達成淨零永續目標。

第二節 國際數位韌性強化對通訊產業影響分析

一、背景說明

今日社會在一個日益數位化的世界中成長，數位科技出現在生活的大部分領域，而新興數位產品和服務亦成為未來創新和希望的源泉。然而 COVID-19 全球性疫情的出現，顯示出民眾生活對數位產品和服務有極大的依賴，亦暴露了我們數位生態系統的脆弱性。這也促使國際組織更加重視數位韌性(Digital Resilience)議題，並加速重新思考和設計數位韌性戰略。

例如：聯合國亞洲及太平洋經濟社會委員會(Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ESCAP)提供國家層面 E-Resilience 衡量指標，包含 ICT 基礎設施、ICT 政策、新興系統與應用、數位資料、以及危害與暴露；歐盟委員會(European Commission, EC)強調數位韌性在整個歐盟的作用，並將數位韌性定義為，確保在數位時代生活、工作、學習、互動和思考方式的維護，以及加強人類尊嚴、自由、平等、安全、民主和其他歐洲的基本權利和價值觀；IEEE 標準協會計畫開發數位韌性相關框架、技術標準、工具組、指南等，建立整體的數位韌性生態，以因應各式災難的應急準備、減災以及反應。

二、影響分析

然而除了 COVID-19 全球性流行病的危機之外，其他災難性威脅，例如極端氣候(Extreme Weather)和自然災害(Natural Disaster)、物理攻擊(Physical Attack)、網路攻擊(Cyber Attack)等，預期將對國家、社會、產業發展造成顯著衝擊，故強化數位韌性已成為許多國家與社會發展的重要目標，而通訊產業在其中亦扮演相當重要的角色。面對國際對數位韌性議題的重視，通訊產業需強化風險管理，以及運用各種 ICT 技術，發揮預防(Prevention)、適應(Adaption)以及回復(Recovery)三大能力，以因應韌性社會所處的多種情境，以加強抵禦未來的衝擊和危機。

國際組織和政府越來越重視數位韌性議題，而 6G 重要國際聯盟亦強調數位韌性發展，例如北美 Next G 聯盟強調提高未來網路信任、安全性和韌性，以得到民眾、企業和政府的完全信任；歐盟 Hexa-X 強調將可信賴(Trustworthiness)列為 6G 關鍵推動因素之一。此外，美日印澳四方安全對話(Quadrilateral Security Dialogue, QSD)於 2023 年 1 月決定 6G 安全路線圖，確保『通過(自主)設計實現安全』和『以實踐網路安全為最高優先事項』。因此，下世代通訊技術朝向強化數位韌性方向發展將是必然的趨勢。

三、結論與建議

6G 數位韌性相關技術可以分為兩方面，一方面是『強化 6G 通訊系統韌性的技術』，主要是要增強 6G 通訊系統本身的韌性程度，因未來連接到 6G 網路設備數量將大幅增加(每平方公里高達 10 億個物聯網裝置)，造成資安攻擊的面向亦發擴大，所以 6G 對於通訊網路的安全性、韌性、可靠性等方面將提出更高的要求。另一方面是『6G 通訊賦能韌性社會的技術』，主要是運用 6G 通訊技術發揮預防(Prevention)、適應(Adaption)以及回復(Recovery)三大能力，以因應韌性社會所處的多種情境。相關技術例如電網數位雙生、韌性供應鏈數位管理、救災機器人等。

我國國科會於 2023 年 4 月在第四次會議提報『6G 前瞻布局規劃』，強調以 6G 社會賦能應用驗證協助解決包容與韌性議題，促進我國社會平權與產業經濟共同成長。臺灣在發展 6G 的過程中，需同步展開『強化 6G 通訊系統韌性的技術』，例如非地面網路、後量子密碼學、物理層安全、AI/ML 安全保證與防禦等；以及『6G 通訊賦能韌性社會的技術』，例如電網數位雙生、韌性供應鏈數位管理、救災機器人等。我國一方面要增強 6G 通訊系統本身的韌性程度，另一方面還要使 6G 通訊技術充分發揮預防(Prevention)、適應(Adaption)以及回復(Recovery)三大能力，以提升臺灣數位韌性。

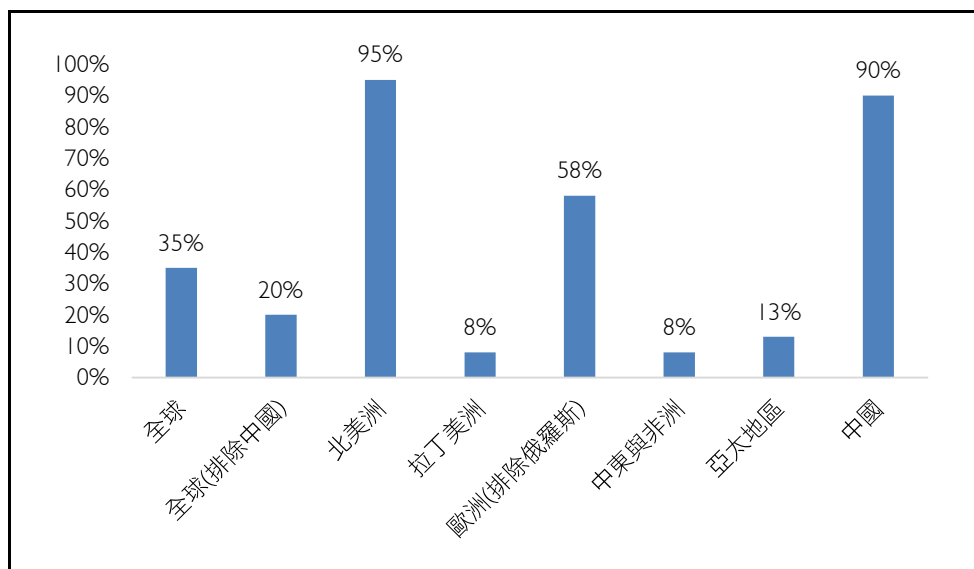
第三章 新興產品技術趨勢

第一節 人工智慧應用於 5G 基礎建設部署機會分析

一、全球 5G 基礎建設部署概況

5G 自 2019 年開始提供網路服務已超過四年，從 4G 跨越到 5G，速率更快，延遲更低。5G 使用的毫米波段使得傳輸速率更快，但因為 5G 使用的頻段較 4G 高，傳輸距離較短，以相同的範圍而言，5G 需要部署更多的基站來提供服務。目前 5G 行動網路多是基於 4G 的基礎上再多加 5G 基地台。

根據 Ericsson 對全球 5G 人口覆蓋率的調查，全球的整體 5G 覆蓋率約為 35%。北美洲是表現最佳的區域，覆蓋率達 95%，其次是歐洲的 58%。但是單一國家中國的覆蓋率即達 90%，觀察全球去掉中國的覆蓋率，只剩下 20%，可見中國的數據對其他數據的主導性。



資料來源：Ericsson(2024/05)

圖 3-3-1 全球 5G 人口覆蓋率

亞洲部分，雖然平均人口覆蓋率只有 13%，但有幾個 5G 發展不錯的國家。如第一個開啟 5G 服務的國家南韓，截至 2023 年 11 月，南韓已有大約三千萬 5G 用戶，總共部署了超過 16.5 萬個 5G 基地台，人口覆蓋率超過 90%。日本的 5G 用戶在 2022 年 3 月已達到 4,500 萬，宣布計畫在 2023 年底 5G 人口覆蓋率要達到 95%。臺灣方面，根據 NCC 在 2024 年 2 月的統計，5G 用戶已達到 861 萬，人口覆蓋率已達到 97%。

中國在 5G 發展一直走在世界的前端。中國的 5G 基地台數量占全球的六成以上，5G 用戶占全球大約三成。中國的人口覆蓋率達 90%，其快速且大面積的基礎建設部署，與其技術的累積和政府政策有關。華為握有全球最多的 5G 專利，相比歐洲的 Nokia 與 Ericsson 相加還是超出許多。中國的政策對於 5G 部署更是重要的推動力量，其對於 5G 基礎建設寄予厚望，希望可以帶動其他產業發展。

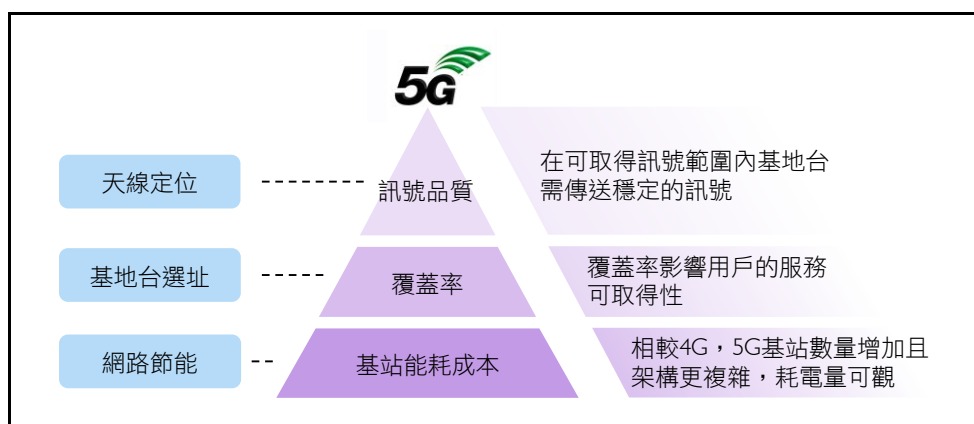
北美洲在調查中是人口覆蓋率最高的地區。美國是全球首批開通 5G 商用的國家，截至 2023 年底，電信商中的最高 5G 人口覆蓋率是 T-Mobile 的 98%。加拿大的 5G 布建相對緩慢，目前只有 70% 的人口覆蓋率。加拿大有多家電信商，布建 5G 地點多集中在多倫多、渥太華、艾德蒙頓等大都市區域，無法形成大面積的網路連接。

歐洲部分，人口覆蓋率逼近六成。相比於亞洲、美洲，歐洲的人口分布較平均，需要在各個城市平均布建基地台以提升人口覆蓋率。但歐洲中還是有前段班國家，如芬蘭、義大利、德國、法國等覆蓋較高。

南美洲、中東與非洲的 5G 發展較晚開始，總體仍在進行中。南美洲國家中，5G 發展最快的巴西在 2021 年才開始頻譜競標，2022 年開始商用 5G 行動網路。中東國家裡差異較大，阿拉伯聯合大公國是 5G 發展最快的，早在 2019 年就已進入商用，目前人口覆蓋率已達 97%。非洲最早發展 5G 的是南非，在 2020 年進入商用，其他國家集中在 2022 年才啟用 5G。

二、目前 5G 基礎建設部署常見問題

觀察全球 5G 現況，各國發展情況不同，對於用戶而言，最在意的還是可取得性與訊號品質，衡量 5G 可及性的其中一個指標為覆蓋率，期望以最合理的基礎設施量，覆蓋最大的訊號範圍。基地台選址所關注的就是如何在提供用戶穩定服務的同時，還要考慮地形、地貌與人流等問題；有了網路訊號後還需要確保訊號持續穩定，對於訊號發送定位精準的需求愈來愈高，掌握並追蹤用戶位置是一大關鍵因素；5G 由於高頻的緣故，需要更大量的基地台，布建後往往都會面臨嚴重的耗電問題；這些問題影響營運商的獲利能力、投資成本和服務品質，亟需有效方案克服。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-2 5G 基礎建設部署重要議題

(一) 基地台選址問題複雜，處理不好使成本增加

在選擇基地台放置位置時，需要綜合考慮地形因素和用戶分布因素以達到訊號最大覆蓋率。地形因素方面有地形變化，以及前一代行動通訊基地台位置等，5G 在剛開始布建時，會優先使用 4G 基地台為基礎進行升級，新架設的基地台也需要建在一個容易到達的地方，以便後續的維護。人口因素方面有人口分布以及潛在用戶，除架設在人口密集的區域以外，還可以藉由 4G 用量資料找到哪些區域的用戶對於升級 5G 較有興趣。

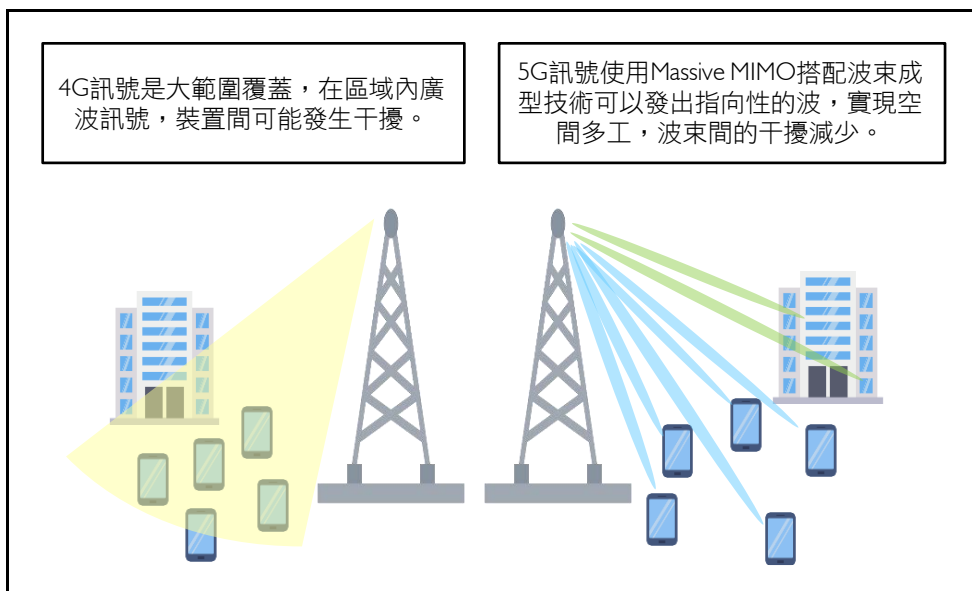
基地台是提供網路最重要的節點，若是點位設置不佳，網路服務不穩定，則需要再另外加裝增強訊號的裝置，造成成本增加。基地台選址時需

要綜合考慮諸多複雜因素，憑藉經驗或只考慮部份主觀的重點因素時，不免會漏掉某些條件。5G 網路布建需要的基站數量又更多了，需要評估的條件更複雜，一旦選址不當，儘管投入了龐大資源，卻無法換得覆蓋率和服務品質的提升。

(二) 天線使用波束成型來幫助定位

多輸入多輸出(MIMO)的概念已經被研究已久，但使用的天線數不多，大多在 10 支以下。得益於 5G 使用的頻段高，波長小，在放置天線時能夠將多個天線放在一起，數量可達 32 或 64。Massive MIMO 被認為是可以滿足 5G 高速率、高容量、多用戶同時使用的技術。

波束成型(Beamforming)這項技術幫助 Massive MIMO 天線陣列精準定位傳送集中的訊號波束給需要的裝置。相比 4G 基地台向訊號範圍內廣播訊號，5G 使用 Massive MIMO 搭配波束成型能夠同時傳送指向性訊號到多個裝置，不僅達到精準傳送訊號，減少訊號之間的干擾，也達到空間多工的功效。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-3 波束成型示意圖

Massive MIMO 與 Beamforming 可以幫助增加功效、精準定位，但同時也還有很多待解決的問題。從原本 MIMO 到 Massive MIMO，數量增加到 10 倍以上，未來還會更多，這些大量的天線會使能耗增加。Beamforming 在波束管理與波束挑選上也是一個複雜的問題，要同時服務多個用戶，還要考慮用戶的動向與避免波束之間的干擾等。每個區域的用戶移動特性不同，要開發出一個符合特定區域的天線定位系統還需要大量的資料來幫助。

(三) 基地台耗電量大，尋求動態節能辦法

以網路體驗來說，基地台數量愈多涵蓋率愈大，但就能源消耗的角度來說，基地台愈多用電量也愈多。遠傳電信曾表示基地台耗電量占了全年用電量的 70% 以上。在相同的覆蓋率目標下，5G 基地台數量要比 4G 基地台數量多 3 到 4 倍，簡單推算下即可概估出 5G 網路所需的基地台總體電量會是 4G 的 9 倍以上。此外，基地台機房需要的冷卻設備在能耗上也相當可觀，能源費用對於電信商而言是一筆很大的支出。

在 5G 剛開始發展時，廠商已經預見基地台數量會明顯增加，早已開始從硬體方面著眼降低耗能。除了硬體本身的效能提升、耗能降低外，因應 5G 未來大量的基站，新研發出小型機房。相比大型機房需要全天冷氣運轉降溫，小型機房搭配的是自然通風的對流散熱風扇。在硬體之外，也有廠商以定時關閉基地台的方式來降低耗能，這些改善方案雖然小有成效，但難免影響服務品質，硬體本身的物理散熱能力也終究有其限制。

三、AI 特性與 5G 網路管理的應用

由於 5G 網路架構的特殊性，能夠更高程度的體現雲端化和虛擬化，使模組可以被獨立部署，軟體與硬體可以解構，進而走向開放式的網路架構(Open RAN)。以往是由少數大型電信設備商提供一整組的網通設備產品，將大多數的軟硬體都預先組裝好，而 Open RAN 可讓電信商重拾主導權，因應自己對網路需求的規劃，使用不同設備商的產品。然而，這樣高度靈

活的配置增加了整合和管理的困難，需要更進階的智慧化管控系統，對這些硬體與軟體來進行整體的管理，否則不但無法達到期望效益，還可能造成整體系統性能與效能的低落。

使用不同的單元管理軟體容易發生衝突，尤其是不同的軟體要求變動同一組參數時，例如：管理追蹤定位與提供訊號的軟體在各自的最佳化結果中，同時提出要對天線角度參數進行更改，這時候就會發生衝突，需要協調先後與重要性。因應多個不同廠商的元件與各自的單元管理軟體，需要一個中央的管控系統來對所有的硬體軟體進行統一管理與資源協調。

AI 因為可快速處理複雜系統的特性，已經被應用在許多領域，其中用來管理網路資源的無線存取網路智慧控制器(RAN Intelligent Controller, RIC)，在開放網路架構的趨勢下成為關注焦點。RIC 分為 Non-real time RIC 與 Near-real time RIC，前者負責蒐集不同元件軟體的數據進行 AI 模型訓練，後者負責對 RAN 進行資源分配與切換調整。AI 在此處幫助做出決策，進行整體協調，達到資源分配最適化、整體效能最佳化。

四、AI 應用於 5G 基礎建設部署的實例

AI 已被應用在網路管理，對於基地台布建的複雜問題，有些電信商已有應用 AI 來解決的案例。在基地台選址、天線定位、網路節能三個方面皆有案例證實 AI 有助於在減少成本、增加功效、智慧化管理等方面帶來效益。

(一) AI 輔助基地台選址達到覆蓋範圍最大化

AI 輔助基地台選址可以緩解因基地台不足導致覆蓋率變差的問題，在既定的基地台數量下，達到最大的覆蓋效果。2019 年 Small Cell Forum (SCF) 與 5G Americas 發表白皮書，比較了 AI 輔助基地台選址與人工基地台選址方法。結果顯示對於相同範圍，使用 AI 選址相較於人工選址可以減少 40% 需要的基地台數量，對於固定的基地台數量而言，使用 AI 選址可以覆蓋更大的範圍。

2021 年阿拉伯聯合大公國的阿聯電信(Etisalat)發表了使用 AI 幫助 5G 基地台選址進行分析模擬。其中考慮使用者行為、聯網裝置分布、單個蜂巢網路的性能等條件，對於 5G 網路的負載，集合所有蜂巢網路的優先次序要求的服務品質，使用 AI 去處理這些條件之間的複雜關係，最後 AI 給出一個 5G 基地台位置的表單。

2022 年 Nokia 與日本電信商 NTT Docomo 合作，用 AI 射頻容量規劃軟體幫助 NTT Docomo 加速 5G 基地台位置規劃。系統基於 NTT Docomo 在 4G 基地台產生的數據，去預測區域的射頻容量需求，藉以找到滿足通訊需求的 5G 基地台位置。藉由 Nokia 的軟體，NTT Docomo 可以更好地掌握哪裡的網路開始擁擠，需要在哪裡升級網路以避免流量超出限制。

(二) 藉由 AI 提升基地台定位準確率以提升資料傳輸率

美國 Deepsig 推出的 OmniPHY 軟體與 Intel FlexRAN 結合，讓 5G Massive MIMO 性能提升並減少所需能量。Deepsig 推出的 OmniPHY，在傳統 RAN 接收器演算法加入 AI 算法，估計提升通道速度 5 倍、正確率 4 倍。在高速情景下，OmniPHY 讓 Massive MIMO 的資料傳輸率、頻譜效率上升，整體成本下降。

三星發表 Mobility Enhancer 網路技術，藉由提升 Massive MIMO 無線基地台的波束成型性能改善行動裝置使用體驗。Mobility Enhancer 是用 AI 與訊號處理技術結合優化 Massive MIMO 波束準確率，提升訊號覆蓋範圍與傳輸率。其在自有平台進行測試，考慮用戶步行的情境下測量出 5G Massive MIMO 無線網路的傳輸率，可以提升百分之三十。

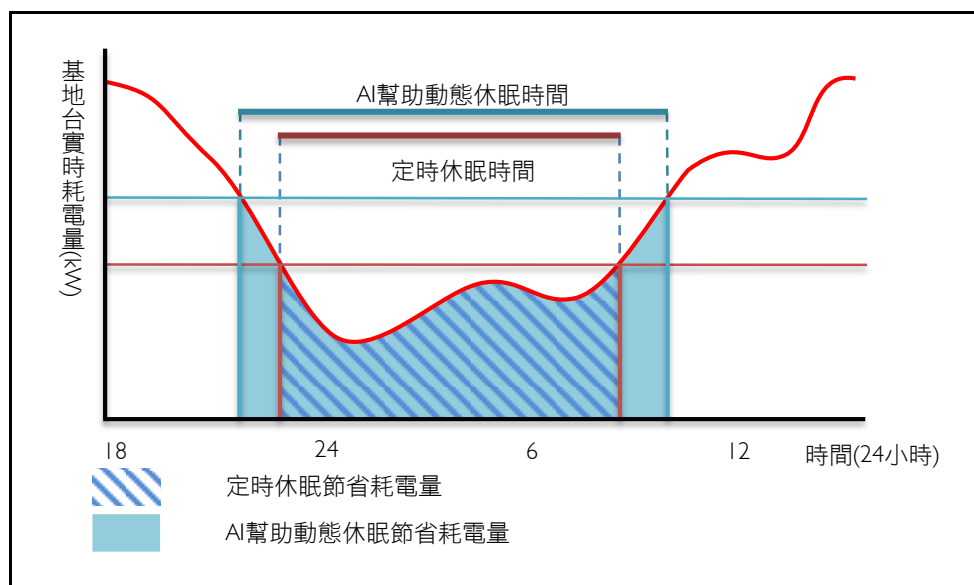
高通發表 AI 協助波束預測，包括波束轉換預測與接收能量預測。根據使用者在地面移動的模型，用 AI 幫助天線定位與協調天線中波束的轉換。高通在聖地牙哥總部真實環境進行模擬，架設一個基地台搭載設計的 AI 輔助波束管理系統來提供地面移動的用戶穩定服務。模擬結果顯示，將 AI 導入波束管理有助於預測波束使用與降低大量能耗。

(三)AI 動態調整基地台進入休眠模式

Nokia 在節能方面提出節省網路能量並不需要更換硬體設備，只需要使用 AI 可以達到能源節省。中國移動使用 Nokia 的能源節省方式來減少能耗同時保證用戶的使用體驗，藉由 AI 來預測與動態的調整模組的開關，而非定時設定模組的運行時間，如此來提供用戶服務同時動態的節能。使用 AI 去調整節能是需要每天每個基地台的資料，需要不斷的更新運算。Nokia 實驗結果顯示，在 AI 的幫助下，原本定時的休眠模式可以增加 86%的休眠時間。

華為也採用 AI 來協助基地台節能，使用 AI 來預測可以關閉基地台的時間。預測關閉時間需要有基地台的歷史資料、基地台之間的關係、基地台資源使用的資料。藉由這些資料可以訓練出一個 AI 預測系統，設定關閉的標準。在維持同樣覆蓋率的情況下，整個系統可以節省 10%~15%的能耗。

同樣 Ericsson 在基地台節能方面也有類似成果，用 AI 幫助節能可達到 14%的功效。可以把沒有在運作中的天線模組轉到休眠模式，如此可以動態反應使用情況。使用 AI 去幫助觀察、預測、回應使用者流量，決定何時要轉成休眠模式，何時要激活。比起傳統節能方式，用 AI 輔助動態節能可以達到 14%的能量節省。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-4 AI 動態節能模式示意圖

五、結論與建議

5G 布建過程中，有三個重要議題，包括基地台選址、天線定位，以及網路節能值得討論。AI 被應用在這三個議題中幫助解決各自複雜的問題，幫助智慧化系統與提升效能。基地台選址方面，AI 幫助考慮各個複雜條件並給出最佳的布建地點；天線定位方面，AI 幫助管理並預測波束、提升通道預測等性能；節能改善方面，AI 動態調整基地台進入休眠模式，在不影響服務品質的前提下減少能耗。AI 在這些方面顯著優化了 5G 基礎建設的布建決策，且不論是電信商還是設備商，都在應用 AI 來幫助處理這些問題，或直接提供 AI 解決方案給客戶。在臺灣已經有電信商如遠傳電信，用 AI 幫助基地台選址與節能，並達到成效。

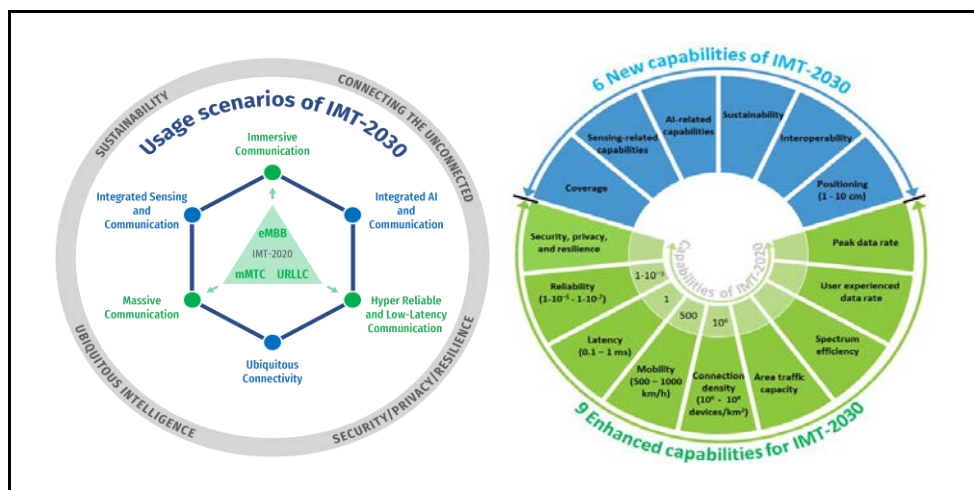
時下對 AI 在通訊領域的應用機會，往往聚焦在創新的服務模式，卻鮮少關注從基礎建設部署的角度著手。全球電信業普遍遭遇到，雖然應用服務不斷推陳出新，而 ARPU 卻逐漸降低的窘境，對 5G 甚至是未來 6G 的鉅額投資能否回收有所質疑。利用 AI 改善 5G 基礎建設部署決策品質，進而極小化 CAPEX 和 OPEX，或許是在「開源」不易情況下，從「節流」另闢戰場的替代方案。臺灣地小人稠且訊號干擾來源眾多的場域環境，對於營運商部署 5G 基礎建設來說，也迎來多重條件與資源限制的挑戰，正是借助 AI 之力駕馭複雜的有利機會。

第二節 國際地緣政治牽動 6G 競合

一、ITU-R IMT-2030(6G)框架已成形

通訊發展先進國，包含美國、歐盟、中國、日本、韓國等，其 6G 發展相關的產官學研單位，近年來紛紛發表 6G 發展願景，例如極致體驗、智慧互連、數位包容、安全韌性、淨零永續等。綜整各方的論述，6G 可以說是現今 5G 的進一步演化，預期 6G 技術會有很大的程度優化並改善 5G 的性能。

過去的三十年，國際電信聯盟無線電通訊部門(ITU-R)積極協調各國政府和產業，以推動全球寬頻國際行動通訊(International Mobile Telecommunications, IMT)系統發展，已經成功引領 IMT-2000(3G)、IMT-Advanced(4G)、IMT-2020(5G) 的開發，現在正處於邁向 2030 年的新階段 IMT-2030(6G)。ITU-R 工作組 WP 5D 於 2021 年初正式啟動 IMT-2030(6G)框架建議書的研究，與 6G 相關組織機構，例如通訊監管機構、營運商、供應商、研究平台等，經過兩年多的討論，於 2023 年 6 月完成 IMT-2030(6G)框架建議書草案。



資料來源：The ITU-R Framework for IMT-2030(2024/05)

圖 3-3-5 ITU-R IMT-2030(6G)使用場景和性能

IMT-2030(6G)定義了六種使用場景，其中三種是 IMT-2020(5G)使用場景的進一步加強，從 eMBB、mMTC 和 URLLC，提升至沉浸式通訊(Immersive Communication)、大規模通訊(Massive Communication)，以及超可靠和超低延遲通訊(Hyper Reliable & Low-Latency Communication)。IMT-2030(6G)新的使用場景，像是無所不在的連接(Ubiquitous Connectivity)，透過地面網路(Terrestrial Networks，TN)和非地面網路(Non-Terrestrial Networks，NTN)的整合，有望將當前的寬頻和物聯網服務擴展到偏遠農村和人口稀少的地區。還有人工智慧和通訊整合(Integrated AI and Communication)，以及感測和通訊整合(Integrated Sensing and Communication)，將定義感測精度、解析度等新功能，以及與人工智慧相關的分散式訓練和推理能力，與通訊相結合，使 6G 網路成為一種分散式的神經系統，幫助物理、生物和數位世界的融合，為未來智聯網(Intelligence of Thing)的實現奠定基礎。以下為 IMT-2030(6G)六種使用場景的典型用例：

- 沉浸式通訊(Immersive Communication)：沉浸式延展實境(Extended Reality，XR)、多感官遠端臨場(Multi-Sensory Telepresence)、全息影像通訊(Holographic Communication)等。
- 大規模通訊(Massive Communication)：在智慧城市、交通、物流、健康、能源、環境監測、農業等領域新應用擴展；各種長壽命電池或無電池的物聯網設備應用。
- 超可靠和超低延遲通訊(Hyper Reliable & Low-Latency Communication)：實現工業環境全自動控制和操作；促進機器人交互、緊急服務、遠端醫療、輸配電監控的應用。
- 無所不在的連接(Ubiquitous Connectivity)：物聯網通訊、行動寬頻通訊等。
- 人工智慧和通訊整合(Integrated AI and Communication)：自動駕駛輔助、醫療輔助應用、跨設備和跨網路的繁重運算卸載操作、數位雙生(Digital Twins，DT)的創建和預測、機器人協作(Collaborative Robot，Cobot)輔助等。
- 感測和通訊整合(Integrated Sensing and Communication)：導航輔助、活動偵測和移動追蹤、環境監測、為 XR 和數位雙生等應用提供周圍環境的感測數據。

IMT-2030(6G)框架亦列出不同維度的性能，其中有九種是 5G 原有性能的增強，包括尖峰資料傳輸率(Peak Data Rate)、用戶體驗數據速率(User Experienced Data Rate)、頻譜效率(Spectrum Efficiency)、區域傳輸流量(Area Traffic Capacity)、連接密度(Connection Density)、移動性(Mobility)、延遲(Latency)、可靠度(Reliability)和安全/隱私/韌性(Security/Privacy/Resilience)。此外，IMT-2030(6G)有六種新的性能，包括覆蓋(Coverage)、定位(Positioning)、感知相關性能(Sensing-related Capabilities)、人工智慧相關性能(AI-related Capabilities)、永續(Sustainability)和互操作性(Interoperability)。2024 年到 2026 年，ITU-R WP 5D 將會研究詳細的技術性能要求以及評估標準和方法，為 2027 年到 2030 年的 IMT-2030(6G)技術提案評估階段預備道路。

基本上，IMT-2030(6G)框架已經初步成形，這表示下世代通訊的技術需求將會越發明確，未來三到五年將會是下世代通訊的研發關鍵期。預期接下來數年，美國、歐盟、中國、日本、韓國等通訊發展先進國將會在全球行動通訊標準組織(3rd Generation Partnership Project, 3GPP)對 6G 標準展開激烈的討論，屆時在全球地緣政治各方角力局勢將會牽動 6G 國際競合。

二、美國鑒於 5G 競賽落後，加強 6G 去中化

當 5G 開始邁入商用之初期，美國意識到華為在 5G 的實力和影響力，可能會威脅到美國在世界經濟和科技的霸主地位，甚至威脅到美國的國防安全。所以繼美中貿易戰之後，在 5G 戰場吹響了美中科技戰的號角，美國對中國採取了一系列的科技圍堵的戰略行動，例如將多家中國公司列入出口管制實體清單(Entity List)、禁止美國政府機構或美國官方合作單位採購與使用可能危及國安的中國廠商技術與設備、遊說其他國家對華為等中國廠商防範國家安全問題、限制中國公民和華裔科學家在美從事敏感科技研究等。

美國鑒於在 5G 開發競賽落後中國，為避免 6G 的發展重蹈覆轍，近年積極為下世代通訊進行相關之戰略布局，並頻頻發動對中國 6G 的科技圍堵。例如：美國電信產業標準聯盟於 2020 年 10 月成立『Next G 聯盟』發展 6G，成員亦有歐、日、韓、臺等國的企業和研究機構，去中化立場鮮明；

美日兩國於 2021 年 4 月發布聯合投資 45 億美元，緊接著美韓兩國於 2021 年 5 月聯合聲明共同投資 35 億美元用於次世代通訊技術，制約中國通訊發展的意味濃厚。2022 年 9 月美國鮑丹-馬丁於當選 ITU 秘書長，日本尾上誠藏當選 ITU 電信標準化局主任，對國際規則的制定和決策具有重要影響力，美日在 ITU 此次選舉加大支持力度，針對中國的意圖明顯。而在 2023 年之後，美國更是加強對中國 6G 科技圍堵的力道，其去中化相關的行動如下：

(一) 美澳日印將重點應對中國電信和 6G 技術領域之威脅

四方安全對話(Quadrilateral Security Dialogue，縮寫為 QSD，或簡稱 QUAD)，是美國、澳洲、日本和印度之間的戰略對話，強調對「自由開放的印度-太平洋的共同目標和實現」。雖然 QUAD 於 2007 年由時任日本內閣總理大臣安倍晉三發起，主張四國加強合作以因應中國崛起，但澳洲擔心此舉恐激怒中國而退出，故 QUAD 隨後沉寂了近十年。2017 年四國因美中貿易戰之緣故，導致對印太地區安全的擔憂，四方安全對話再次得到重視。而美國欲主導建立印太新秩序，於 2022 年 2 月推出《美國印太戰略》(Indo-Pacific Strategy of the United States)，拜登政府進一步加強美國對 QUAD 的承諾，特別是在前瞻科技發展形成夥伴關係，以促進自由、開放、互聯、繁榮、安全和永續的發展。

QUAD 於 2023 年 1 月在新德里所舉行的四國高級網路小組會議中，強調在中國電信和 6G 技術領域的威脅下，美澳日印決定 6G 安全路線圖，包括確保「通過(自主)設計實現安全」和「以實踐網路安全為最高優先事項」。QUAD 在其會議後的聯合聲明指出，電信安全是國家安全的一項核心職能，QUAD 將努力確保網路安全的設計和最佳作法，納入開放性無線接入網路(Open Radio Access Network，O-RAN)和 6G 技術中。從長遠來看，QUAD 還承諾：利用電腦學習和相關的先進技術來加強網路安全；為電腦緊急應變團隊(Computer Emergency Response Team，CERT)和民營企業的威脅訊息共享建立安全渠道；為確保關鍵部門的資通訊技術(Information and Communications Technology，ICT)和營運技術(Operation Technology，OT)系統的供應鏈安全和復原力創建一個框架和方法。

(二) 白宮發布《6G 原則》，打造美方陣營 6G 生態系統

美國白宮強調，面對中國在 6G 技術發展方面的競爭，美國及其盟友和合作夥伴必須採取積極行動，以確保自身的經濟和國家安全利益。2023 年 6 月白宮正式發布了《6G 原則：透過設計實現開放和韌性》(Principles for 6G: OPEN & RESILIENT BY DESIGN)，強調美國需要打造一個具全球競爭力、安全和包容性的 6G 生態系統。該生態系統優先考慮可負擔性、可及性、永續性和隱私保護，亦強調政府與學術界、產業界和社會的利害關係人之間，為實現目標而進行合作的重要性。其 6G 的六大原則如下：

- 值得信賴的技術和國家安全的保護：通過可信任的供應商，促進無線通訊系統和通訊生態系統的發展，以增強國家安全能力。
- 開放和互通性的創新：推動開放和互通性的無線通訊系統，尤其在虛擬化和軟體定義領域。
- 注重安全、韌性和隱私保護：構建具有網路安全系統的無線通訊系統，確保系統的安全性、韌性和用戶隱私保護。
- 可負擔、環境永續和全球連接：開發價格合理、易於使用、能夠縮小數位鴻溝的無線通訊系統，同時關注可持續性和全球連接。
- 韌性和多樣化的供應鏈：建立具有韌性供應鏈的無線通訊系統，降低供應鏈斷鏈的風險，實現多個競爭供應商的參與。
- 建立 6G 標準與國際合作：推動國際標準的制定，促進技術的研究、開發、測試和評估，與合作夥伴共同推動美國 6G 技術的發展。

(三) 美印兩國共同推動 O-RAN 和 5G/6G 研發

美國白宮官網於 2023 年 6 月發布美國和印度的聯合聲明(Joint Statement from the United States and India)，提到美國總統拜登與印度總理莫迪達成多項合作協議，除雙方最為關切的半導體產業外，也就 O-RAN、5G/6G 等關鍵通訊技術發展達成戰略合作夥伴協議。美印雙方對電信發展

有安全可靠、供應鏈韌性、實現全球數位包容等共同願景，共同成立兩大公私合作工作小組，一組致力於 O-RAN 架構發展，另一組則專注於 5G/6G 技術研發。5G/6G 工作小組則致力於標準制定，促進可用於系統開發的晶片組，並建立聯合研發項目。據悉，上述合作將分別由印度 Bharat 6G Alliance 和美國 Next G Alliance(NGA)領導。

美國推動印太戰略，對中國大陸升級為全面性的國際戰略競爭，並要達成開放、互聯、繁榮、韌性和安全等目標。預期印太戰略接下來的決定性十年，特別是影響國家安全與發展利益的敏感科技，例如次世代通訊 6G，將會成為印太地區科技戰的一級戰區。可預期 6G 在印太地區將扮演極具重要的角色，美國亦會與印太地區盟友加強 6G 科技合作。

(四) 美國積極與歐洲通訊先進國深化 6G 合作，以應對中國的挑戰

美國國務卿布林肯(Antony Blinken)於 2023 年 6 月在芬蘭首都赫爾辛基與芬蘭外交部長佩卡·哈維斯托(Pekka Haavisto)會晤，並簽署了一項關於通訊技術的聯合聲明，兩國同意在聚焦於 6G 技術的先進無線通訊方面開展合作，並探索為 6G 通訊研發創建聯合生態系統的可能性。美國布林肯表示，這個合作能使芬蘭與美國政府共享開發先進通訊系統的最佳方案，包含將開放無線電接入網路中；另外也能針對國營、民營企業夥伴創造更多機會，提供更多頂尖人才交流。芬蘭外長表示，芬蘭是全球 6G 通訊技術的先驅，而美國也是開發新技術的領銜者，雙方都希望看到一個「民主、透明且尊重人權」的 6G 系統，透過簽署合作聲明，將能加強與美國在 6G 方面的合作；同時哈維斯托也指出「可能破壞該系統信譽或採取行動反對該系統的國家表達擔憂」。

美國總統拜登於 2023 年 7 月在白宮接待瑞典首相烏爾夫·克里斯特松(Ulf Kristersson)，兩位領導人強調對於繼續支持烏克蘭抵抗俄羅斯入侵的共同承諾，以及協調跨大西洋應對中國挑戰的努力，還進一步提到要致力於深化 6G 先進電訊領域的聯合研究。拜登特別強調，美國和瑞典正在共

同努力開發新興技術，在此要感謝克里斯特松總理建立安全的 5G 和 6G 網路所做的工作。克里斯特松表示，感謝拜登為建立跨大西洋團結做出了巨大的努力，這不僅有助於應對氣候危機、減緩氣候變化，也適用於應對中國給民主國家帶來的挑戰。

(五) 美英加澳日聯合成立全球電信聯盟，針對中國意味濃厚

美國國家電信暨資訊管理局(National Telecommunications and Information Administration, NTIA)、英國創新科技部(Department for Science, Innovation and Technology, DSIT)、加拿大創新科學暨經濟發展部(Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED)、澳洲基礎設施、交通、區域發展、通訊及藝術部(Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Communications and the Arts, DITRDCA)，以及日本總務省(Ministry of Internal Affairs and Communications)，於 2023 年 10 月聯合成立了新的全球電信聯盟(Global Coalition on Telecommunications, GCOT)，將重點關注“電信供應鏈多元化和開放網路架構等共同優先事項，就電信政策關鍵領域建立更廣泛的國際共識，並促進產業創新和成長機會。”

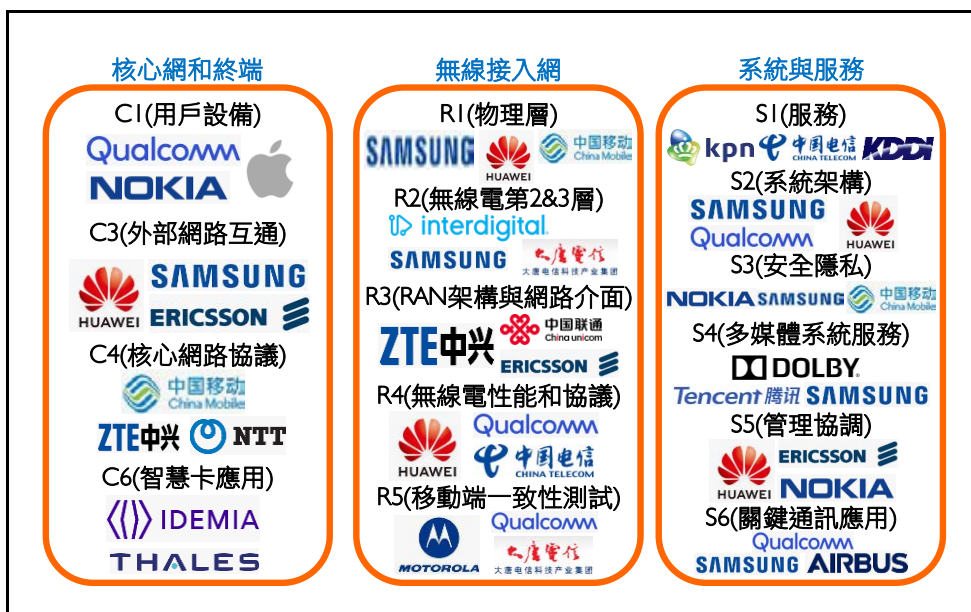
GCOT 在聯合意向聲明首段即寫到『確保電信網路的安全性、韌性和創新是一個全球性問題。國際社會需要共同努力，培育多元化的供應鏈、安全和可互通的標準以及創新一包括開發 6G 等未來電信技術。』而 GCOT 幾乎是五眼聯盟的成員，除了紐西蘭之外，美國、英國、加拿大和澳洲皆有參與，再加上日本，其防衛大臣河野太郎曾表示可以成為『第六隻眼』，成員組合可說是鐵打的美方陣營。此外，GCOT 重點放在電信供應鏈多元化和開放網路架構等主題，雖然未提及地緣政治牽動 6G 國際競合的相關字眼，但此舉針對中國的意味濃厚，可能會增加未來 6G 標準在美中雙方之間破裂的風險。

三、中國在 3GPP 擴張勢力，欲突破科技圍堵

面對美國的科技圍堵，中國除了繼續壯大自身 6G 技術的實力，還積極地尋求在下世代通訊發展的國際合作，並在一些 6G 相關國際聯盟擔任重要職位，例如：

- One6G 主要由全球電信商與電信設備商組成，願景使命為發展、測試和推廣基於蜂巢和無線技術的下一代通訊解決方案。華為是 One6G 創建會員，在該聯盟的 6G 技術研究計畫，多有華為參與其中和貢獻的身影。
- NGMN(Next Generation Mobile Networks)聯盟於 2020 年 10 月啟動 6G 研究項目，將針對未來 6G 標準提供方向。中國移動是 NGMN 聯盟的創建成員，於 2008 年聯盟成立之初就已經參與 4G 計畫。此外，華為和大唐電信也是 NGMN 聯盟的 Contributor，可見中國在 NGMN 聯盟扎根已久且頗具影響力。
- WWRF(Wireless World Research Forum)新成立 6G 願景和技術工作組，研究 6G 新興應用需求，以及潛在新商業模式。華為是 WWRF 的贊助會員，而且 WWRF 指導委員會主席是由華為的無線標準顧問擔任，預期華為將會利用 WWRF 推動和補充 B5G/6G 的標準。

此外，在 3GPP 的核心網和終端(Core Network & Terminals, CT)、無線接入網(Radio Access Networks, RAN)，以及 Service & System Aspects, SA)三大領域底下各個工作組，從其首席和副首席所屬的廠商來看，可發現中國廠商，例如華為、中興通訊、中國移動、中國電信、中國聯通、大唐電信、騰訊等，在 3GPP 裡頭頗具勢力，這也顯示中國在 6G 標準制定有某種程度的優勢。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-6 3GPP 各工作組擔任首席和副主席所屬廠商代表

四、歐盟持中立立場，呼籲全球共同 6G 標準

根據英國金融時報(Financial Times)2023 年 6 月的報導，華為參與歐盟旗艦研究和創新計畫「展望歐洲」(Horizon Europe)的 11 項專案，其中涉及人工智慧、6G、雲端運算等多項敏感性科技。歐盟執委會對此表示：「展望歐洲工作計畫對於國際合作的開放性，跟保衛歐盟戰略領域利益的必要性，以及尊重國際規範和歐盟基本價值之間，相互保持平衡。」

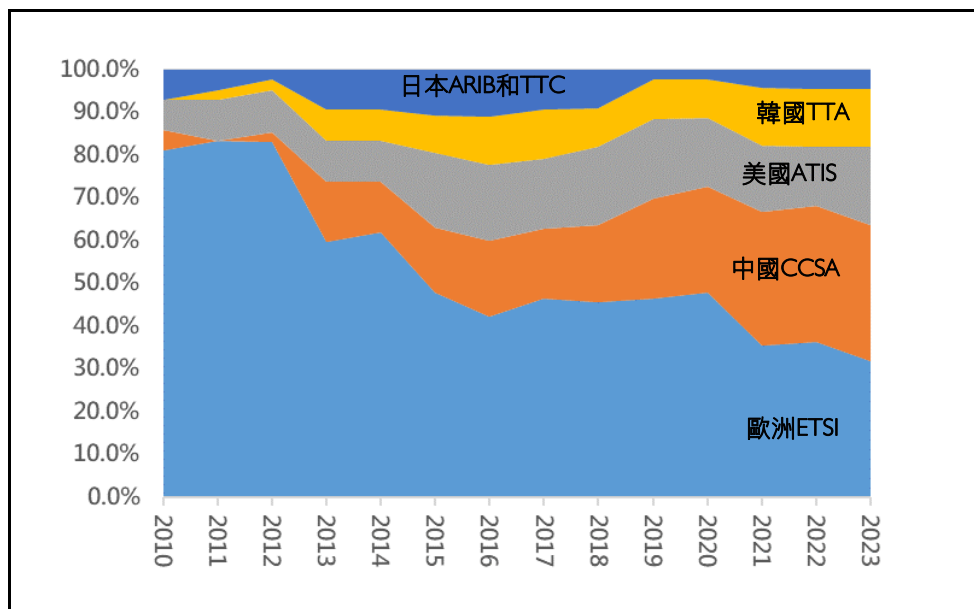
即使已有數個歐洲國家政府禁止自家電信網路使用中國科技巨頭華為的產品，但歐盟仍有資助華為進行下一代通訊系統的前瞻研究。以歐盟 6G 旗艦計畫 Hexa-X 為例，其顧問團亦有中方機構參與，不像美國有這麼強烈的去中化立場，與中國還是留有合作的關係。歐盟為保衛自身在 6G 領域的利益，現階段還是採取較為開放的國際合作。

歐盟除了盡量保持中立立場以積蓄自身 6G 的實力，也開始有廠商和組織機構發聲，呼籲推動全球共同 6G 標準，例如：Nokia 於 2023 年 7 月在 ITU 工作坊《2030 未來科技趨勢》，強調地緣政治緊張局勢不應該分裂

世界，機器需要說同一種語言，呼籲推動『One Global 6G』；NGMN 於 2023 年 9 月發布《6G 立場聲明：營運商觀點》，在指導原則的第一點，即優先強調『6G 行動網路標準必須在全球範圍內協調一致』。

五、未來動向

從 3GPP 工作組首席/副首席所屬國家標準協會的歷史趨勢，在 2012 年之前，3GPP 工作組首席/副首席有八成是出自於歐洲電信標準協會 (European Telecommunications Standards Institute, ETSI)，可見當時歐洲企業在 3GPP 行動通訊標準制定有非常強大的話語權和主導權。但是從 2013 年之後，中國、美國、韓國和日本，積極在 3GPP 各工作組擔任要職，特別是中國勢力擴張尤為明顯。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-7 3GPP 工作組首席/副首席所屬國家標準協會(百分比)

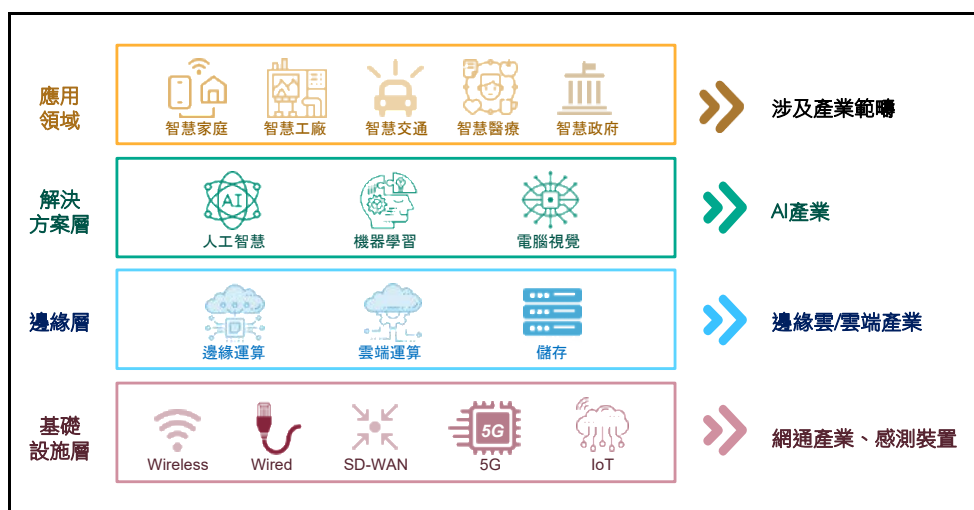
3GPP 經過各國勢力的重整，目前可說是美方陣營(包含日韓)、中國，以及歐洲，呈現三足鼎立的態勢，在 6G 標準的主導權和話語權沒有任何一方有絕對優勢。而歐盟意識到，如果任憑美中 6G 科技戰的態勢發展下去，6G 可能會形成『兩套標準』，這對 6G 發展將會造成阻礙，也會影響歐盟的利益。故歐盟在美中 6G 科技戰之下持中立立場，強調地緣政治緊張局勢不應該分裂世界，預期歐盟未來在 3GPP 會積極協調美中衝突，呼籲推動全球共同的 6G 標準。6G 會走向『兩套標準』？或是『One Global 6G』？未來還需特別關注美方陣營、中國、歐洲在 3GPP 勢力之變化，以及各國 6G 政策的走向。

第三節 生成式 AI 時代下，智慧邊緣的發展趨勢與商機

一、智慧邊緣的定義與市場規模

(一) 智慧邊緣的定義

所謂智慧邊緣意指將資料處理和分析的功能移至接近數據源的位置(邊緣伺服器)，僅將必要結果傳送到雲端伺服器，從而減少對網路頻寬的需求、降低對雲端伺服器的依賴，提供更快速的回應和高效的資料處理。其涉及產業範疇包含基礎設施層-網通產業、感測裝置產業等；邊緣層-邊緣雲服務商、雲端服務商；解決方案層-AI 相關產業；以及可應用之智慧家庭、智慧工廠、智慧交通、智慧醫療、智慧政府等多元情境。



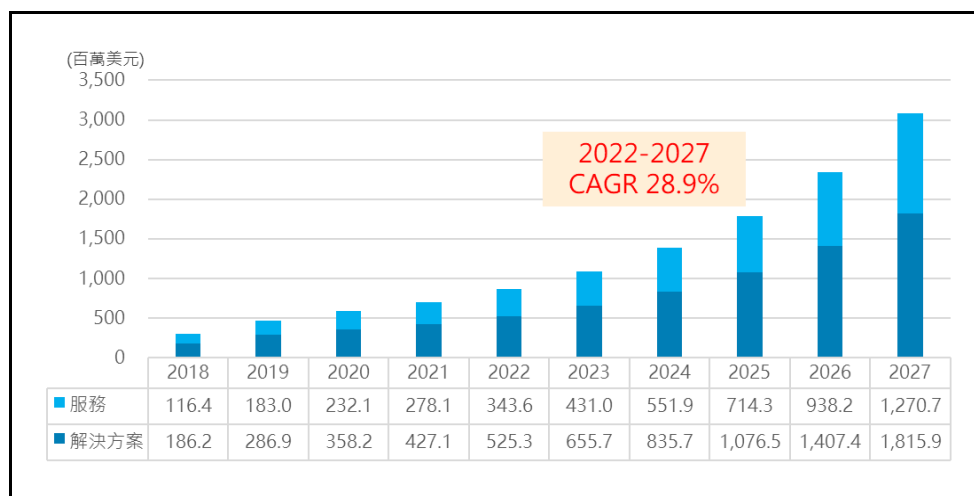
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-8 智慧邊緣的定義與範疇

(二) 全球智慧邊緣的市場規模

2023 年起隨著 5G 技術成熟、生成式 AI(GenAI)的熱潮更在各產業領域掀起巨大的浪潮，我們正見證一個全新數位時代的崛起。GenAI 的興起促

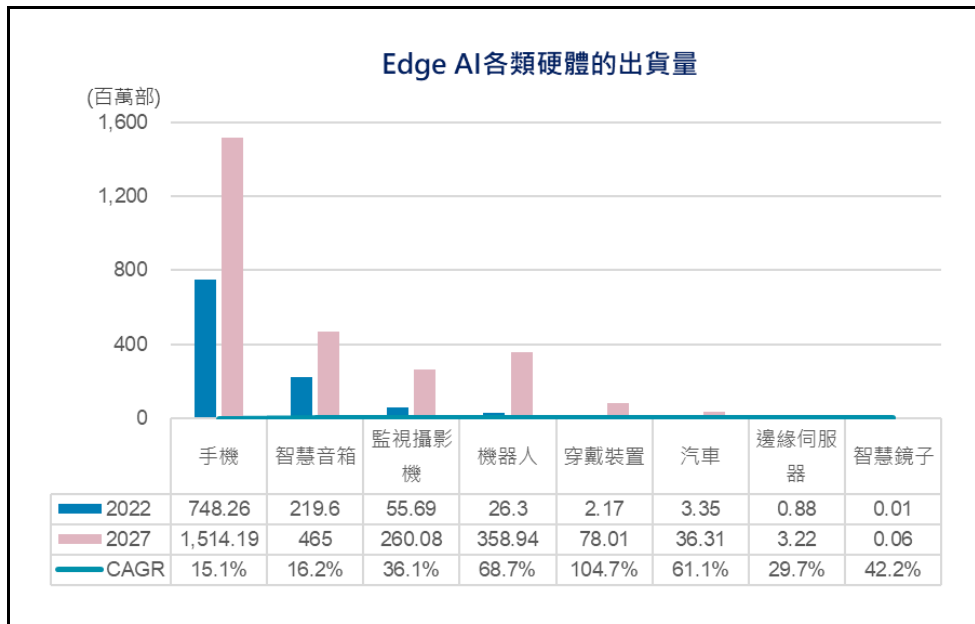
進了整個 AI 生態系統的蓬勃發展，對軟硬體產業帶來多元的機遇，並推動相關技術和服務的創新。2022 年全球 Edge AI 軟體產值為 8.69 億美元，2027 年達到 30.87 億美元，2022 年至 2027 年年複合成長率(CAGR)為 28.9%。其中以智慧能源、智慧交通、智慧製造、電信、智慧健康為前五大應用。在解決方案方面，以即時數據分析需求最大，為 2.8 億美元，2027 年達到 9.65 億美元，2022~2027 年 CAGR 為 27.2%；其次為影片/影像辨識，為 2.52 億美元。在服務方面，訓練和顧問服務占最大市場份額，為 1.69 億美元，2027 年達到 5.99 億美元 2022~2027 CAGR 為 28.8%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-9 全球智慧邊緣軟體市場規模

硬體出貨量方面，2022 年 Edge AI 硬體出貨量為 10.56 億部，預期 2027 年將達到 27.16 億部，2022~2027 年 CAGR 為 20.8%。其中以智慧能源、智慧交通、智慧製造、電信、智慧健康為前五大應用；主要設備為手機、智慧音箱、監視攝影機、機器人、汽車。儘管 Edge AI 可以處理小型遷移式學習任務，在深度學習的任務上仍有限制，加上若要建構較複雜的邊緣網路將會有挑戰、且成本也高，對於中小型企業仍是不易負擔。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-10 全球 Edge AI 硬體出貨量

二、全球智慧邊緣的發展趨勢

(一) 算法：AI 小聰明變大聰明

生成式 AI 發展三大關鍵：成本、資源、參數。其中，10B 以下的模型參數有助於裝置端 GenAI 的普及。也因此，國際大廠與新創相繼投入研發，推出不同參數版本的大語言模型(LLMs)，嘗試運用參數範圍較小的模型保持高準確率和推理能力。根據 Valuates Reports 指出，2022 年全球小語言模型(Small Language Models, SLM)市場規模為 51.8 億美元，至 2029 年將成長至 171.8 億美元，2023-2029 年 CAGR 為 17.8%。常見應用為自然語言處理(NLP)任務、資訊擷取和摘要、語言生成(如內容生成、程式碼生成)、跨國語言翻譯、智慧助理與對話系統等。目前一般手機、個人電腦中常見的 AI 模型為 1B 參數，7B 左右 SLM 正在快速發展。

(二) 安全：AI 強化機敏數據安全

邊緣裝置的 AI 有助於保護用戶的隱私安全，例如：生成程式碼的程式設計助理僅在裝置執行，不會將資訊上傳至雲端；端到端加密保障傳輸安全；端點的臉部識別，並進行匿名化處理；採隱私設計原則，最小化收集和處理個人數據等。例如：奧義智慧推出 AI 資安威脅管理平台「XCockpit」，整合分析 EDR 端點安全、AD 帳號安全、ASM 外部曝險等三種常見資安場景，以 AI 自動化調查與關聯分析找出根因脈絡，再利用工單管理系統自動整併案件，協助第一線 SOC 人員執行分流。此外，將 AI 助理(ChatGPT)整入 XCockpit，提供案情摘要和建議做法，快速掌握企業的資安風險狀況，同時解決資安人力短缺問題。

由於 Edge AI 形成的分散式網路，讓駭客有更多機會針對防護力較弱的邊緣節點、邊緣設備進行攻擊，因此仍有資安疑慮！

(三) 永續：邊緣發展順應永續政策

大型 GenAI 模型的推論需使用多個 AI 加速器、甚至多個伺服器，再透過複雜網路與雲端間傳輸資料，所需的能耗呈指數成長。近年來，各國永續法規監管加強，如 2023 年 1 月 5 日歐盟的企業永續報告指令(Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD)正式生效，要求企業定期公布有關其社會和環境影響的資訊，從而提高企業的公開責任。隨著監管力度加大，資料中心正採用節能設計、再生能源和冷卻技術，預計未來擁有綠色認證(如 LEED、ISO 50001)、節能設計、並透過智慧能源管理的綠色資料中心(Green Data Center)將會越來越多。

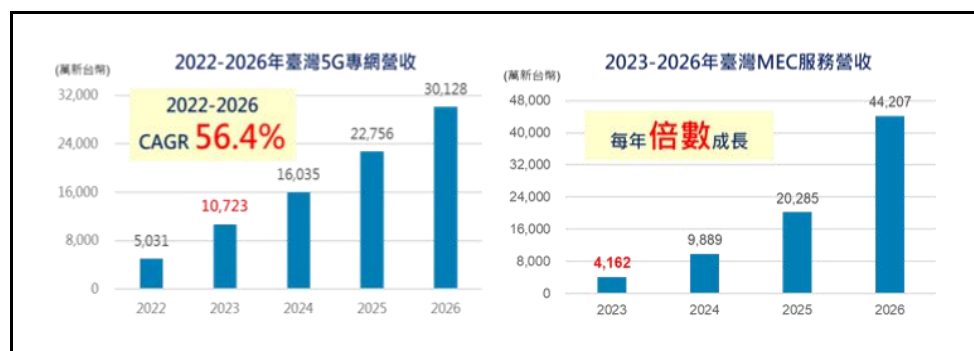
(四) 推動力：雲端大廠布局由雲端、邊緣、推至外太空

越來越多的智慧裝置連接到網路，以及對即時數據分析和處理的需求不斷增加，邊緣資料中心正迅速擴張其市場規模。AWS、Microsoft Azure、Google Cloud 三大超大型雲端公司也為客戶提供多樣化邊緣服務的企業解

決方案，並透過自身全球規模的資料中心網路，自成完整的產業鏈生態。近年來，雲端大廠除了將版圖擴展至邊緣，更布局太空應用，整合 5G、衛星通訊打造無所不在的連網能力。例如：AWS 與 D-Orbit、Unibap 太空公司合作，在低軌衛星(LEO)整合邊緣運算和 AI/ML，讓客戶透過雲端直接在 LEO 上收集和分析有價值的太空數據。AI 自動識別與分析在軌的大量原始數據(如空中特定物體、地球上物體)，僅下載最有用的圖像且進一步分析，可降低成本且及時決策。此解決方案可用於精準農業、災害預估/損失理賠、極端氣候救災等；2023 年 4 月 NTT 與 SES 衛星內容連結服務商合作，透過 SES 中軌衛星(MEO)系統 O3b mPOWER，結合 NTT 的 5G 專網、邊緣運算，提供邊緣即服務的全託管整合解決方案。其目標客戶為缺乏地面網路的區域營運商、或是希望透過高效連結提高效率和營收的企業，如能源、採礦、海事、製造、工業等。

三、臺灣智慧邊緣產業發展現況

2023 年臺灣 5G 專網營收為 1 億新臺幣左右，2026 年達到 3 億多新臺幣，2022~2026 年 CAGR 為 56.4%。其中以製造業、公用事業和交通運輸為主要應用產業。在 MEC 服務方面，2023 年臺灣 MEC 服務為 4,162 萬新臺幣，至 2026 年達到 4.4 億新臺幣，年成長率呈倍數快速成長。營收來源為邊緣運算和儲存服務為主，主要應用為遊戲、AR、VR 和元宇宙等，顯示智慧邊緣相關市場的高度需求。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-11 臺灣 5G 專網和 MEC 服務市場規模

從整體產業發展看，相較於國際大型業者，我國企業在邊緣資料中心領域仍處於發展階段，但硬體業者相當多元，從企業級到消費級，皆有對應的解決方案。如晶片、伺服器方面，2022 年全球伺服器產值約新臺幣 2.02 兆元，其中臺灣伺服器產業出口產值達新臺幣 1.8 兆元，占 91.8%；2023 年 95%以上 NVIDIA HGX GPU 模組出貨由緯創代工。5G 邊緣伺服器方面，廣達、緯穎、鴻海以既有雲端伺服器硬體設計為基礎，整合自身集團資源(含伺服器、網通設備、SI 等單位)，共同發展 5G 邊緣伺服器相關軟硬體方案。臺灣 AI 產業而言，目前 AI 軟體平台多以美國為主導，儘管我國研發能量尚待增強，但許多業者仍積極投入發掘新商機。例如：台智雲協助國際大型集團客戶進行 LLMs 訓練與應用部署，再提供相應的軟硬體服務。

隨著 5G、IoT、GenAI 等新技術的崛起，我國政府和企業都在積極尋求與國際業者合作的機會。這些合作不僅包括技術交流和知識轉移，還涉及到市場擴張與投資。為了真正突破國際市場，我國企業需要加強在 AI、機器學習，以及高度可擴展的資料儲存、傳輸、散熱與處理技術的研發。只有通過不斷創新和提升核心競爭力，才能在與國際大型業者的競爭中佔據一席之地。

四、結論

智慧邊緣發展至今，企業可在不同層次邊緣發展不同的 AI 運算、分析和模型，並依需部署相應的硬體解決方案，如裝置至網路邊緣，適合發展 AI 推論或訓練 10B 參數以下的模型，相應的硬體則包含手機、AI PC、無人機及自駕車等；網路邊緣至雲端，則適合發展 AI 模型同步學習與更新(大型/超大型參數)。

為了實現分散式運作並減少 AI 模型訓練所需的時間和資源，建議方向如下：

- 晶片：少量多樣、高彈性製造為我國企業強項，因此，與雲端大廠的互補合作，我國業者可協助研發高性能運算晶片(HPC)、客製化 RISC-V 運算加速卡，以滿足特定領域需求。

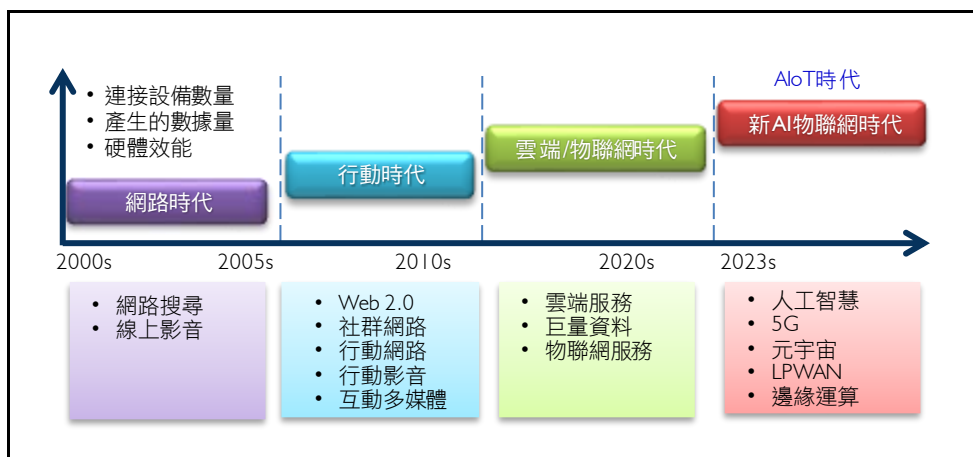
- 最適演算法，勝於最佳演算法：不同場域的資料特性、算力需求等皆不盡相同，進行多種 AI 模型結合應用，才能得到最合適的解法。
- 建置可支援多場景部署架構：各種裝置因硬體資源差異，須針對不同 AI 模型進行重新訓練，如此過程既繁瑣又耗費大量成本。如能設計一次性網路部署，將可直接在不同硬體配置上部署，從而分攤訓練成本和降低能源消耗。

第四節 新 AI 時代下全球物聯網發展趨勢與應用

一、物聯網簡介

(一) 物聯網概念

物聯網(IoT)技術串聯各個裝置、設備彼此溝通，並可將分散的資訊統合後進一步作為決策依據，已大幅提升許多產業中的生產運作、管理效能。物聯網概念自國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)於 2005 年正式提出，現階段已經步入應用服務發展階段。英國研究公司 Transforma Insights 估計 2022 年底全球有 132 億台物聯網設備，到 2032 年，全球物聯網裝置數量將達到 344 億臺，年複合成長率(CAGR)為 10%；麥肯錫公司報告《物聯網：抓住加速機遇》也指出，到 2030 年，預計物聯網將在全球創造 5.5 兆至 12.6 兆美元的經濟價值，包括 B2C 消費物聯網和 B2B 物聯網產品與服務所獲得的價值；IDC 則表示估計 2023 年全球物聯網支出達到 8,057 億美元，相較 2022 年成長 10.6%，預計至 2026 年，投資於物聯網生態系的金額將突破 1 兆美元，2023 至 2027 年期間的年複合成長率(CAGR)為 10.4%，說明許多企業對物聯網發展前景樂觀。顯示幾家國際市場調查機構一致認為，物聯網將帶動科技產業再次革命，進而創造資通訊產業另一波發展榮景。而隨著資通訊科技的快速發展，全球產業已進入後 IoT 世代、並結合多方技術(如人工智慧、LPWAN、邊緣運算、元宇宙、新興資安等)加速產業前進，近期熱門物聯網應用包含淨零碳排、元宇宙、工業自動化、零接觸等應用。

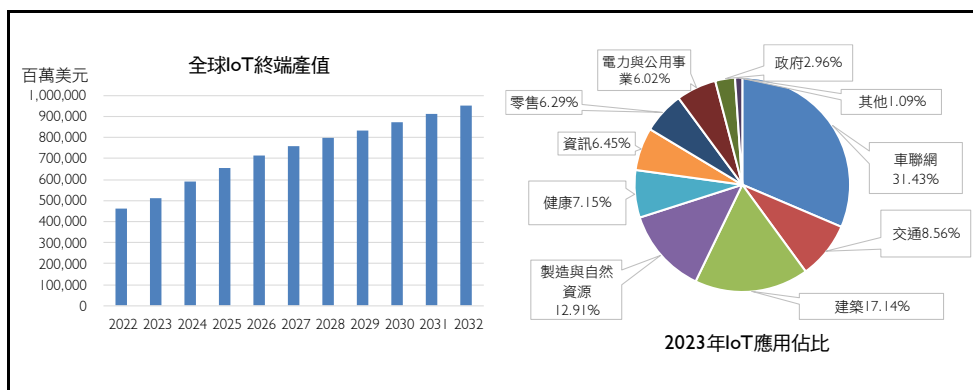


資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-12 物聯網演進圖

(二) 全球物聯網終端產品市場產值

根據 Gartner，IoT 終端電子產品 2022 年產值為 4,618.18 億美元，2032 年達到 9,515.65 億美元，2022 年到 2032 年 CAGR 為 7.5%。其中以車聯網、智慧建築、智慧製造、智慧交通與智慧健康為前五大應用。在通訊領域，5G 技術於 2021 年開始崛起，至 2032 年，全球 5G 企業和汽車物聯網服務連接數將達到 4.27 億。此外，3GPP 低功耗廣域網路(LPWAN)全球連接數在 2032 年將達 39 億，2022 年到 2032 年 CAGR 為 22%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)





圖 3-3-13 全球物聯網終端產值與應用占比圖

二、全球物聯網產業趨勢變化

(一) 影響物聯網重大事件與全球政策

近年來物聯網技術發展日趨成熟，近幾年有四件大事牽動全球物聯網產業發展。首先是 Covid-19 疫情：防疫新生活帶動智慧照護、數位學習等 IoT 應用蓬勃發展，遠距需求也持續延燒數年，非接觸式產品、雲端服務等需求持續至 2023 年；第二是美中科技戰，延燒許久的美中貿易戰已轉變成美中科技戰，美中雙方各自布局，全球生產產業鏈已然變遷，美中摩擦恐將成為長期趨勢，主要影響包含供應鏈製造被迫移地生產、關鍵性軟硬體管制日趨嚴格、美中戰略科研陣營分明等，主要影響我國 IoT 感測層廠商；第三則是 5G 發展，5G 滲透率提高與 5G 專網推出將創造新的物聯網應用，同時也有機會帶動不同終端裝置對 IoT 應用的需求，如車聯網、智慧製造、遠距醫療等應用；最後則是 2022 年初發生的俄烏戰爭，從俄羅斯和烏克蘭進口的科技材料受到影響，特別是在半導體領域，晶圓製造與封測過程中使用的氖氣(Ne)、鈀(Pd)和氟(F)的供應減少，長期可能影響 IoT 晶片製程交期。

觀察全球物聯網產業發展，目前全球在物聯網投資支出仍然以第一層感測層中的硬體、模組為大宗。然而產業對於服務和軟體支出已有明顯提高的趨勢，尤其是物聯網第三層系統整合層，以及第四層應用服務層中的安全軟體等數據分析處理等解決方案，需求逐年成長。此外，隨著 AI 技術逐漸成熟並與 IoT 整合，AIoT 成為未來發展趨勢，從各國 AIoT 物聯網政策可發現，各國重視 AI 在多種應用領域的擴散，也注重 AI 人才培育、AI 倫理規範與強化 AI 軟硬能力(如晶片、運算平台、資料共享平台)。此外，物聯網也帶來許多資安與隱私威脅，全球各國也開始針對物聯網立法，例如 2022 年 11 月澳洲正式通過隱私法修正案；2023 年 7 月美國針對物聯網推出網路信任標章，標示哪些裝置符合資安標準。

美國	歐盟	中國	韓國
			
<ul style="list-style-type: none"> • 2015-2020年間在物聯網政策包含以智慧城市發展物聯網應用，以及推動物聯網安全、軟體溯源等政策 • 2021年美國國家人工智慧安全委員會報告指出2025年前做好軍事AI準備、培育AI數位人才、制定AI管理民主模式與強化國內AI晶片製造等 • 2023年7月美國針對物聯網推出網路信任標準，來標示哪些裝置符合美國資安標準 	<ul style="list-style-type: none"> • 2022年9月發表人、技術與基礎設施-歐洲在虛擬世界中的發展計畫(歐盟元宇宙計畫) • 通過2023-2024年數位歐洲計畫，涵蓋超級電腦、人工智慧、網路安全、數位技能，以及確保數位技術被廣泛使用 • 2023年歐盟將要求資訊設備符合包含歐盟網路韌性法案及無線電設備(補充)指令，要求有線及無線數位設備均須符合資安規範 	<ul style="list-style-type: none"> • 發布十四五規劃，透過5G+雲端運算+AI協同融合，並在製造、醫療、養老、教育、文化、資安、軍民融合等開啟新應用 • 2022年8月在上海成立元宇宙與虛實交互聯合研究院 • 2023年2月提出數字中國建設整體佈局規劃，以加快5G和光網協同建設，推動行動物聯網全面發展 	<ul style="list-style-type: none"> • 針對元宇宙及碳中和議題作出補強，於2021年推出數位新政2.0 • 2023年4月韓國發表超大型AI競爭力強化方案推動計畫，包含發展高速運算、應用服務旗艦計畫、培育人才與完善監管制度、提升AI信任度等 • 2023年9月開始實施物聯網裝置的安全認證新制度，以減輕IoT業者的負擔，促進發展多樣化的IoT產品

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-14 各國 AIoT 物聯網發展政策說明

(二) 全球物聯網發展關鍵議題

觀察全球物聯網產業發展趨勢，可看到以下幾個重點發展：

1. AI 熱潮結合 IoT 開啟智慧生活新體驗

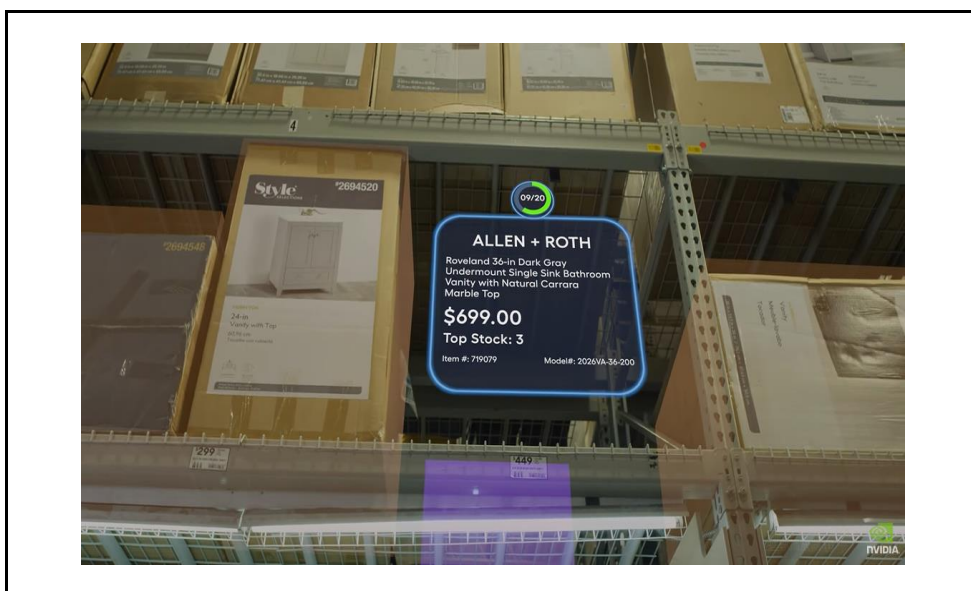
2019 年物聯網設備產生 18.3ZB 的數據，預估 2025 年將產生 73.1ZB 數據，將是 2019 年的 4 倍，有了這些數據，人工智慧和機器學習的使用將非常重要。生成式 AI 聊天機器人 ChatGPT 的空前成功，再次帶起 AI 熱潮，根據 Bloomberg Intelligence，生成式 AI 市場規模預估從 2022 年 400 億美元，成長至 2032 年 1.3 兆美元，生成式 AI 有可能徹底改變內容創作，影響營銷、設計、娛樂、軟體開發和媒體組織等產業。此外，導入 AI 時會產生疑慮或道德風險，可信任 AI 也因而興起，目前全球產官學研積極布局可信任 AI，例如 EU 提出可信任 AI 規範草案與 AI 風險設定；微軟、Cisco 公布 Responsible AI 準則，該趨勢也促使 AI 新解決方案或 AI 驗測工具興起。

再者，ChatGPT 竄紅激勵邊緣裝置，邊緣 AI 可即時分析、隱私保護、彈性客製。根據 Business Insider，2022 年 Edge AI 全球市場達 156 億美元，預估 2029 年將達 1,074.7 億美元，目前邊緣 AI 發展已從 AI 晶片層次邁向 AI 演算法在邊緣端、裝置端處理分析端/網上所產生或收集的數據。最後則

是全球需要 AI 工具協助減碳，促使永續 AI 逐漸崛起，估計 2030 年 AI 環境應用將貢獻 GDP 收入約 3.1%~4.4%，約 3.6~5.2 兆美元。

2. 數位分身與元宇宙融合打造城市創新應用

元宇宙(Metaverse)被視為下世代網路(Web3)所創造的網宇融合世界，人們能夠和虛擬化身一起生活在網宇實體融合的空間中，進行各式社交及交易的自我實現活動。根據 Gartner 預測，2026 年 25%的人每天至少花一個小時在元宇宙中，進行工作、購物、教育、社交和娛樂。數位分身(Digital Twin)概念包含實體產品與虛擬分身，藉由感測器收集實體產品資料，提供給軟體世界中虛擬分身，可即時監控實體產品狀態，並進行資料預測與分析。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 3-3-15 員工透過 Magic Leap 2 頭盔可讀取上方貨箱資訊

數位分身模型可以用於模擬和改善元宇宙虛擬實境體驗，提高元宇宙的營運效率，和預測虛擬經濟、社交活動的趨勢。目前可觀察到市場上已經逐漸將數位分身與元宇宙兩者結合發展創新應用，例如從事家居裝修的美國零售公司 Lowe's 與 Nvidia 和 Magic Leap 合作創建數位分身互動商店，2022 年 9 月起在兩家店家進行測試，透過數位分身，Lowe's 員工可以進行

重新配置布局和補貨支援、協同合作以及 X 光視覺，其中 X 光視覺是指員工運用 AR 頭盔即可讀取上方貨箱標籤或看到箱子內容物。

3. 透過 IoT 數位解決方案實現淨零排放競賽興起

歐盟碳邊境調整機制(CBAM)於 2023 年 10 月開始試行，2026 年正式開始實施，促使法令規範趨嚴、客戶加大要求、排放揭露等皆是廠商須面對的挑戰，也促使產業加快綠色轉型的腳步。此外根據世界經濟論壇，物聯網與 5G、人工智慧等技術相結合，在全球範圍內協助減少二氧化碳排放量可達 15%。有鑑於上述趨勢，目前全球透過物聯網解決方案來達到淨零排放有三個途徑：

- (1) 監測碳排放：透過各類感測器可以讓企業及時掌握能源和損耗數據，有效偵測浪費情況的發生。
- (2) 預測/減少碳排放：AI 可根據工作過程、減排方法和需求，預測未來碳排放量，有助於制定、調整和實現碳排放目標。此外 AI、5G、雲端等結合 IoT 解決方案可協助企業減碳，如智慧農業可節約用水、IoT 車隊管理可節省燃油、降低塞車和汙染等。
- (3) 創新商業模式：有公司將物聯網和區塊鏈技術結合，以實現碳交易，如永續能源的交易、廢棄物回收或再製造的循環經濟交易。此外，「碳手印」概念興起，其核心概念是將「企業自身做到減少碳排」，提升到「鼓勵企業伸手出去協助其客戶積極減少碳足跡」，透過發展綠色 IoT 解決方案賦能其它產業減碳，從中賺取收益。

4. 競逐垂直應用商機，衛星物聯網崛起

根據 MarketsandMarkets 報告，2022 年全球衛星物聯網產值達 10.79 億美元，2027 年將達 29.03 億美元，2022 年到 2027 年的 CAGR 約 21.9%。2022 年全球衛星物聯網聚焦運輸與物流、軍事國防等應用，未來在氣候變遷、食安危機議題下，衛星物聯網將強化對農牧業的管理需求，以提高產量避免災損。

國內物聯網產業鏈硬體供應著重在感測層，具備國際外銷實力，網路層中與衛星物聯網布建基礎相關的有地面站、收發天線與終端裝置。其中

收發天線國內已有成熟技術的產品、地面站雖國內無供應，但因市場規模小，關鍵掌握在營運商或後台雲端服務，國內發展商機小、終端裝置則多由衛星物聯網營運商開發提供，或部分基於營運商 Modem 再行開發，國內以個人追蹤裝置供應為主。最後國內物聯網應用多採地面網路為主，部份解決方案場域有面臨網路訊號不足的可能(尤其面對未來國際輸出時)，因此評估雙模或多元網路(地面網路+衛星物聯網)有助於拓寬場域適用範圍，如災害/環境偵測、魚場偵測等應用。

5. IoT 資安法規相繼出爐，相關技術需求大增

在物聯網的高速成長以及廣泛應用的同時，也帶來許多資安與隱私威脅，例如駭客進行 DDoS 攻擊與殭屍網路、聯網裝置本身的隱私資料洩漏等。有鑑於此，全球各國也開始針對物聯網立法，例如 2022 年 11 月澳洲正式通過隱私法修正案；2023 年 7 月美國針對物聯網推出網路信任標章，標示哪些裝置符合資安標準。此外，在技術面上企業也增加隱私強化技術的採用，如聯邦式學習法、同態加密、差分隱私等，並持續精進資料倫理原則，強化 IoT 數據使用之信任基礎。在安全方面，也有抗量子密碼演算法、利用區塊鏈建立不可竄改紀錄、AI 提高資安事件的檢測與預測能力等。

三、結論與建議

(一) 利用 AI 作為綠色數位雙轉型手段，及早布局可信任 AI

在疫情與氣候變遷的催化下，可看到全球人類的生活型態呈現極大轉變，加速全球各行各業導入 AI 進行數位轉型；也促進以人工智慧技術布局的科技新觀，利用數位科技精準掌握各產業的能源消耗，提升碳管理敏捷性，加速達成淨零永續。臺灣應把握物聯網產業中的感測層優勢，比如：提供連結元宇宙終端的穿戴裝置所需的影像、語音辨識、省電 AI 晶片等，以國內產業擅長硬體設計及系統整合，作為切入全球市場的良機；此外，企業也須持續運用 AI 提升企業韌性，在進行數位創新轉型升級的同時，切入淨零永續，導入 AI 成為數位與永續之雙軸轉型，致力企業永續經營。

此外，AI 已進入各種產品之中，但是多數企業或個人對於 AI 產品仍有疑慮，也促使國際大廠或新創正發展出各種可信任 AI 工具或解決方案。建議政府可發展輔導措施，輔導企業將 AI 產品服務納入可信任 AI 概念與 AI 風險應對措施，協助企業掌握國際 AI 發展趨勢與支持 AI 產品服務開發，也思考科技發展策略納入社會責任，發展以「人」為本的 AI，推動臺灣 AI 科技成為全球可信任的合作夥伴。

(二) 布局衛星物聯網，共創產業生態系

衛星物聯網技術是將衛星通訊和微型環境物聯網相結合的技術，它克服了地面網路的種種限制，為多個產業帶來了前所未有的機遇。目前衛星物聯網市場正處於蓬勃發展的階段，預計在未來數年內將經歷爆炸性的成長。Markets & Markets 預測顯示，衛星物聯網市場規模將從 2022 年的 11 億美元迅速擴大至 2027 年的 29 億美元，年複合成長率達 21.9%，此技術的潛力廣泛應用於農業、海事、資產追蹤、環境監測和緊急應變等領域。建議臺灣業者可提早布局衛星物聯網掌握商機，例如在硬體面，我國廠商可布局衛星物聯網基礎相關收發天線與終端裝置；在應用上可評估地面網路 + 衛星網路擴大應用場域範圍，如資產追蹤/物流、災害/環境偵測、農漁業偵測等。

(三) 整合資源與媒合管道，可加速 IoT 解決方案輸出海外

鑑於臺灣業者相對國外大廠而言規模較小，難以投入大量資源掌握國外市場需求，亦缺乏國際曝光管道，因此 IoT 產品或解決方案較難輸出海外。建議政府可以鏈結國際組織及國內外公協會力量，協助國內廠商爭取國際商機，或透過國際展會、國際參訪、國外城市 Demo Show 活動以提高臺灣解決方案國際曝光度，最後也能組成系統整合國家隊帶領臺灣廠商進軍國外市場，加速臺灣 IoT 解決方案輸出海外。

第五節 觀全球衛星產業新範疇，擴增太空永續議題

一、太空永續行動簡介

除了衛星產業常見的衛星製造、衛星發射、衛星地面設備、衛星服務四大次產業之外，考量到巨型星系出現，預期太空容納衛星數量激增，將衍生出太空永續行動商用價值，故美國太空產業協會(SIA)在 2022 年起將其納入產業範疇，該產業營收貢獻約 2.5 億美元。

目前針對太空永續大致包含「擴增任務壽命」、「恢復/增強衛星功能之服務」、「在軌衛星製造與組裝」、「碎片回收」、「太空現況探查」、「衛星拖移」等六大行動：

(一) 擴增任務壽命

運用外部航空器協助定向及保有姿態控制功能，並透過燃料充填提供太空站持續保有運作、姿態推進能量。

(二) 恢復/增強衛星功能之服務

除燃料填充服務外，凡透過操控、維修、替換或增加元件方式之服務，來恢復或增強在軌衛星功能。

(三) 在軌衛星製造與組裝

不論採用在地面所生產之元件或在軌製造元件，凡在軌進行衛星組裝工程皆在此範疇，另在軌製造元件亦包含其中。

2022 年 4 月美國國家科學與技術委員會發布一份太空中服務、組裝與製造(In-space Servicing, Assembly, and Manufacturing, ISAM)的國家策略，預立

六大策略目標，包含(1)ISAM 先進研究與開發；(2)優先擴展可擴充之基礎建設；(3)加速推廣新興 ISAM 進入商用階段；(4)推廣國際合作以促成 ISAM；(5)發展 ISAM 能力時須優先考慮環境永續性；(6)藉由 ISAM 的創新激發未來多元化的人才。

推行 ISAM 仍具挑戰，包含在太空嚴峻環境中施行檢測服務或元件更替以及高成本的議題，因此，衍生發展出太空機器人的創新應用及更替產品模組化，其技術挑戰包含有別地面是在微重力空間操控機械手臂，其運動參數無法比照調整，加上太空中明暗區域反差大，或有高輻射粒子的干擾，對採用視覺或雷射辨識都相對具開發難度。

(四)碎片回收

太空碎片清理、回收。截至 2023 年 7 月 31 日統計數據，全球仍殘存的太空碎片約 19,200 個，其中登記在案的碎片(共計 13,683 個)多數由獨立國家國協(Commonwealth of Independent States，CIS)貢獻，佔 33.6%；美國、中國則各佔 31.6%，三大在太空領域掌握制空權的國家約各持有逾 4,000 個碎片。

為避免非地球同步軌道衛星(NGSO)之巨型星系未來除役後可能產生的碎片墳場，形成營運中衛星遭受碎片碰撞的風險，2022 年 9 月公告之 FCC 22-74 文件中揭示，針對低軌道之美國核准的航空器或進入美國市場營運服務的航空器，在航空器/衛星任務終止時將須於 5 年以內進行處置，包含脫離原軌道、衰變重返大氣層燃燒殆盡，以降低閒置衛星殘骸或碎片可能所致的碰撞風險。

該規定將有兩年緩衝期，因此將適用於 2024 年取得授權許可之星系；至於針對學術或研究任務衛星之申請是否得以豁免，目前將以特殊類別的個案進行申請豁免。

(五) 太空現況探查

提供太空現況探查服務，該資訊的蒐集與分析將有助於衛星運行或發射、通訊傳輸時，提供可能遭遇太空環境異常的風險事件評估，相對創造營收效益。

(六) 衛星拖移

針對脫離軌道無法自主回歸之尚具營運能力衛星或剛發射衛星，透過專用航空器或軌道轉移飛行器(Orbit Transfer Vehicle, OTV)協助衛星重新定位或入軌，抑或是藉由衛星拖移工具將任務結束待處置之衛星拖移到衛星墳場軌道。如 D-Orbit(義大利)、porkchop(瑞典)、Quantum Space(美國)、Exolaunch(德國)、Exotrail(法國)、ClearSpace(瑞士)等業者提供該類服務。

二、NASA 對太空永續行動策略首部曲

當前太空永續牽涉技術面、組織協調、資訊整合面相對複雜，跨國跨組織的政策制訂挑戰性極高，因此現有措施政策相對受限，如多國採用的 Inter Agency Space Debris Coordination Committee(IADC) 與 United Nations Office for Outer Space Affairs(UNOOSA)中的太空碎片緩解指引(Space Debris Mitigation Guidelines)、美國政府的軌道碎片減緩標準實踐、太空交通管理、與新太空時代軌道碎片緩解之太空創新。

美國太空總署(NASA)作為美國多功能的太空任務執行單位與領導組織，具備跨國協調的能力，為了因應快速變化的太空運行環境，NASA 在 2024 年 4 月發布太空永續戰略的第一部分，即針對太空永續行為發生在地球(on Earth)、地球軌道(in Earth's orbit)、地月空間(Cislunar space)、深太空(Deep space)四處中的地球軌道進行策略規劃。

對於地球軌道上的太空永續行動，NASA 提出五大阻礙挑戰，包含：

- 挑戰一「太空永續的單一框架難被各個太空社群所接受」：存在不同框架下將使確認太空永續問題與解決方案之資訊不對稱。
- 挑戰二「目前指標與模型不足以支持整體框架」：既存模型中並未全面考量，如追蹤與未追蹤軌道碎片的關聯、可運作飛行體/太空艙數量與樣式的成長、飛行體的異動狀態、高度變化太空環境導致的危險、減少太空作業風險的方法等。
- 挑戰三「太空環境與太空作業中存在的不確定性是太空永續風險的主要驅動因素」：以往太空/衛星任務之規劃、操作、決策是根據有限、不完整或不一致的資訊與假設所制定，因此須盡量降低各種不確定因素，才有助於對太空永續行動有突破。
- 挑戰四「太空永續性將增添其他任務發展的難度」：以往衛星任務首要考慮是在成本與進度限制下的執行成功率，然加入永續行動的考量因素，可能會影響任務發展性，如增加成本、遞延時程、任務達成度。
- 挑戰五「太空永續是全球性的議題，須建立一個可協調多邊的應對平台」：即便目前美國政府已在協調制定相關策略與指導原則，但仍在早期階段，就策略與指導原則仍存發展差距。

對此 NASA 制定六大推動目標，應用於地球軌道上的太空永續行動。

- 目標一「在 NASA 發展一套存取太空永續框架」：為各利益團體或太空社群(Space Community)提出定義識別參數一致的評估架構，可檢視關聯因子的相互影響性；並協調各組織取得對太空碎片與太空交通(壅塞程度)的相關共識，釐清未來操作環境中可容忍與理想的風險水平；每年 NASA 會發布太空永續的影響。
- 目標二「優先考慮採用最有效方式，盡可能減少太空碎片和太空環境操作的不確定性」：識別操作環境的感知與預測能力上突破性改進的機會；研究在太空環境新操作方法(如自主防撞系統)的可行性；識別具成本效益之減少新太空碎片產生的方法，其中包含量測毫米等級碎片的形體與組成研究；針對既存碎片帶來的風險提供優先管理方法。
- 目標三「降低太空永續發展與轉移技術的進入障礙」：降低企業導入太空永續所需成本與技術障礙，NASA 將持續評估早期軌道碎片管理；針對太

空環境掌握、太空交通協調業務增加投資商機；協尋潛力夥伴以支援碎片處理的相關技術與演示。

- 目標四「更新或發展可支援太空永續相關措施方案之政策」：為迎合前述目標(包含碎片修復)發展更新 NASA 相關政策與標準；為太空永續的相關經濟活動與政策研究提供支援；提前考慮修復軌道碎片相關的國際議題。
- 目標五「持續與增進 NASA 組織外的協調與合作性」：太空永續本質就是跨國協調的議題，因此需協調美國其他政府單位、美國商業部門、學術單位、國際太空利害關係人取得公認的方案才最有效。因此 NASA 作為領導組織出來做協調合作角色，一來持續與跨機構夥伴在太空永續議題上合作，並優先發展此議題；二來與國際太空社群分享太空永續行動之最佳範例；三來提高 NASA 整合能力，以吸納更多太空社群可支援的先進技術。
- 目標六「改善 NASA 內部組織以支援太空永續的發展」：NASA 作為太空運作、科學研究、技術研發的多功能大型組織，需要在太空永續議題下鼓勵跨部門資源整合，因此 NASA 將規劃一個獨立單位專責於致力太空永續的日常協調，以維持對外的一致性。

三、太空永續行動主要市場

根據 MarketsandMarkets 針對在軌衛星服務市場的預估，2030 年整體市場規模可望上看 51.6 億美元，相比於 2023 年表現有雙位數 10%~15% 的年複合成長率。

以技術項來看包含「碎片主動移除與軌道修正」、「機器手臂服務」、「燃料填充」、「組裝」等，個別對 2030 年規模貢獻比重為 40%、21%、20%、19%，顯見在太空永續行動中市場潛力多聚焦在清除太空碎片與軌道修正，以協助太空運作與延長衛星壽命。

在此領域主要業者包含 Maxar Tech.(美國)、Astroscale(日本)、SpaceLogistics(美國)、AirBus SE(美國)、Thales Alenia Space(法國)，可概分為傳

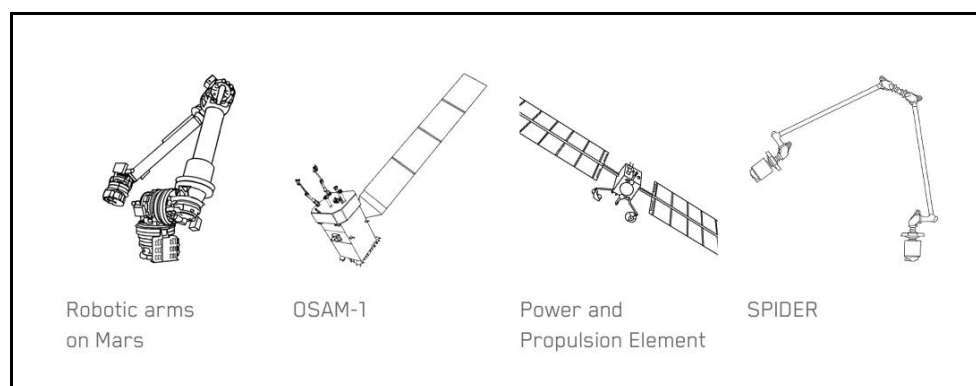
統大型企業其中事業體下的業務，如 Maxar、SpaceLogistics、AirBus、Thales Alenia Space，以及新創企業專注特定技術，如 Astroscale。

(一) 大型企業分支業務—以 Maxar Tech. 為例

Maxar 前身為 SSL MDA Holdings，成立於 1969 年，曾併購美國知名影像處理公司 DigitalGlobal，目前主要業務包含 Maxar Intelligence 與 Maxar Space Systems。

前者以自有的 WorldView 低軌遙測星群營運，主要提供政府與商用之高分解析衛星影像與分析；後者則延續 SSL MDA 能量，提供衛星、太空艙元件的設計製造，並提供在軌服務與組裝。

Maxar Space Systems 中相關太空永續行動的技術與產品，主要建立於其機器人系統，提供在軌服務、組裝、製造(On-orbit Service, Assembly, and Manufacturing, OSAM)，與 NASA 計畫(如 Artemis 探月計畫)協同開發出 SPIDER、OSAM-I、PPE、Outspot 等產品。



資料來源：Maxar Technologies 官網(2024/05)

圖 3-3-16 Maxar 在 OSAM 相關產品

- SPIDER：於 2020 年中發布，為擁有 7 個自由度的 5 公尺長半自動機械手臂，由 Maxar、NASA、the West Virginia Robotic Technology Center 共同開發，主要整合於 OSAM-I 太空艙中，提供燃料充填、重新定位、在軌組裝等任務。
- OSAM-I：於 2020 年中發布，該太空艙本體設計基於 Maxar I300 等級平台，由 NASA 維運於低軌道，主要為政府持有的衛星提供壽命延長的任务，提供抓取、燃料充填、重新定位等功能。
- PPE：為 Maxar I300 等級平台下的動力與推進元件，並與 Northrop Grumman 的 HALO 模組整合為太空艙，協助登月計畫中的 Gateway 空間站相關動力、姿控、通訊系統進入繞月軌道。
- Outspot：作為 Gateway、土星探勘、其他探索之前哨設備，可支援各項太空永續行動。

(二) 新創企業專注業務—以 Astroscale 為例

Astroscale 成立於 2013 年，為新創獨角獸，核心業務聚焦於太空永續服務，包含衛星壽命延續/終止、太空環境感測、主動碎片清除。

1. 衛星壽命終止

在壽命終止行動中，Astroscale 於 2021 年發射全球首顆商用磁力捕獲示範衛星 ELSA-d，其中包含服務端衛星(175 kg)與客戶端衛星(17 kg)，前者配置鄰近交會技術(proximity rendezvous technologies)與磁力對接機制(magnetic docking mechanism)，為軌道上的碎片提供主動清除；後者則為一個帶有鐵磁板可對接的碎片仿品。該技術演示將由服務端衛星反覆對客戶端衛星進行搜尋、檢查、交會與對接，而該演示任務已於 2024 年 1 月退役。

接續 ELSA-d 任務的 ELSA-M 預計將於 2025 年進行在軌演示，針對配置對接板的仿客端星群，展示一次任務性捕獲多顆退役衛星。目前退役機制(對接板配置)也被用至 OneWeb 2023 年發射的 JoeySat 試驗衛星中。

2. 衛星壽命延續

在壽命延長行動中，針對造價不菲的衛星其修復、更新的價值多會超過淘汰新衛星取代之，尤其針對高軌衛星往往造價超過 2 億美元，目前該行動任務將交由美國分公司(負責政府端需求提供在軌服務)與旗下以色列子公司(研究壽命延長服務與有效酬載開發)負責開發。

3. 太空環境感測

目前在太空環境感測行動中，其活動包含遠距使用雷達或光學遙測太空物體，近距針對特定目標觀測檢查。而 Astroscale 基於 ELSA-d、ADRAS-J、COSMIC 等任務基礎下進行近距感測。

以 ADRAS-J 為例，基於日本宇宙航空研究開發機構(JAXA)的商業碎片清除示範專案(CRD2)，演示 ADRAS-J 透過待清除物體影像與相關數據的觀測獲取，進行鄰近交會物體的精準操作，後續第二階段任務規劃將涉及碎片捕獲與清除等行動。

4. 主動碎片清除

在主動碎片清除行動中，除了上述 CRD2 第二階段任務外，COSMIC 任務則是基於英國太空局計畫，協同 MDA UK、Thales Alenia Space UK、Nammo、GMV、Goonhilly 等英國合作夥伴，目標在 2026 年發射 COSMIC 導入鄰近交會操作技術與機器人捕捉，用於移除兩顆已失效的英國衛星。

四、結論與建議

太空永續主要因應當前太空環境越趨壅塞下的維持與預防運行安全的行動議題，牽涉面向廣泛，包含跨國協調政策措施、太空環境評估要素定義架構、前瞻技術研發(如太空機器手臂操作、轉移軌道飛行體、物體鄰近交會操作、3D 列印、太空碎片精密偵測、自動避障系統)。

尤其在大量衛星發射到低地球軌道下，未來低地球軌道衛星在申請許可上將面臨更多條件限制，包含退役五年內離軌規劃、規避對既有衛星頻

段的干擾、運行軌道相近的警示與避障機制等等，對於國內發展太空衛星飛行體將增加發展限制，如同 NASA 提到的挑戰四，而借鏡其作法則是由領導組織(如國家太空中心)評估、協尋相關技術潛力夥伴，並透過技術發展專案與獎勵措施等，引導企業導入太空永續所需技術，朝減少導入成本與技術障礙為目標。

有鑑於太空永續行動領域的領導方以美、歐、日組織、社群或企業為主，且多數切入該領域的業者都是參與、深耕國內(如 Maxar 與 NASA 合作)或國外(如 Astroscale 與英國太空局)研究計畫，太空永續商機多仰賴政府單位計畫需求。

相對在國內太空經費資源有限下，缺乏誘因投注於此，即便國內產業在機械手臂、鄰近交會操作、自動避障系統、3D 列印等技術於地面應用具備設計、製造、甚至系統整合能量，然太空環境的特殊專業性有極大的進入門檻，因此以國內目前產業能量未有實績之下，不適合貿然切入該領域，反而可從併購國外小型或新創企業或投資、策略合作等模式，取得技術或供應上的合作。

第六節 6G 通感融合技術發展與關鍵應用

一、6G 通感融合技術挑戰與特性需求指標

(一) 6G 通感融合的研究背景與目的

未來 6G 網路的發展已經引起各大科技公司的積極投入研究與開發。隨著網路技術的不斷進步，6G 網路的應用範圍將更廣泛，從智慧家居到自動駕駛，從智慧城市到智慧醫療，都將受益於 6G 網路的普及。在未來的生活中，6G 網路將成為這些智慧應用的基石，為人們帶來更智慧、更高效和更便利的生活方式。

然而，要實現這樣的未來，我們需要更先進的通感融合(Joint Communication and Sensing, JCAS)技術。在傳統的通訊網路中，人與人之間的溝通是主要的應用場景，但在 6G 網路中，許多智慧設備將成為網路的重要組成部分。這些設備需要能夠感知和理解環境，以更好地與其他設備進行通訊和協作。因此，在 6G 網路中，通訊與感知將是密不可分的，其融合系統將成為未來 6G 網路的重要組成部分。

通訊與感知融合系統能夠實現更高效、更智慧的網路通訊。通過感知技術，設備能夠即時感知周圍的環境，收集各種數據，並進行分析和處理，以實現更智慧的決策和控制。通過通訊技術，設備能夠與其他設備進行即時通訊和協作，從而實現更高效、更可靠的網路通訊。通訊與感知融合系統能夠讓 6G 網路更好地支援自動駕駛、智慧家居、智慧城市等應用，從而實現更高效、更智慧的生活方式。

(二) 6G 通感融合的技術特點與優勢指標

通訊與感知融合技術是一項整合感知技術和通訊技術的系統，其能夠實現更加智慧、高效和可靠的通訊。該系統對於國內基地台產業的發展至關重要，尤其是在雷達感知相關技術方面，通過開發定位模組和動態感知模組，此技術可提供公分級高精準度的三維環境定位指標，進而協助基地

台進行訊號最佳化等參數配置，從而提高整體網通效能。此外，該技術還能夠滿足智慧工廠等場域對物件追蹤或定位的需求，進而提升生產線的達成率和品質。

感知技術所收集的資訊對系統實現更加準確的控制和調節有著關鍵作用，從而提高系統的穩定性和可靠性。通過感知技術，系統能夠實現自主感知和判斷，並更智慧地完成各種任務。此外，感知技術還能夠有效地管理和最佳化能源消耗，從而降低系統的執行成本。在 6G 網路的情境下，更高的頻寬、更低的延遲和更快的速度能夠實現即時傳輸感知訊息，並將各項運算服務乘載於通訊系統上，以此來支援彈性的運算部署機制，包括即時控制和預測警告功能，進而建構新型態的感知網路通訊系統。

(三) 6G 通感融合的挑戰與發展方向

通訊與感知融合系統的開發過程中，已有多項文獻提出了兩種實現方式，即協調系統和聯合波形設計。協調系統的挑戰在於信號處理，它利用通訊電波通過環境目標的回波來提取雷達資訊，但需要增強硬體和演算法以提升雷達傳感性能，以更好地利用通訊電波於雷達傳感功能。另一方面，聯合波形設計的挑戰在於波型最佳化，它同時規劃無線通訊和雷達傳感系統，用於提供無線通訊和雷達傳感之間的性能可調性，但目前仍需等待標準制定新波型和新硬體架構。

在建構通訊與感知融合系統時，資源的最佳化配置是關鍵課題，需要有效管理計算資源、傳輸帶寬和能源等。此外，此融合系統依賴於先進的感知演算法和信號處理技術，以從大量傳感器數據中提取有用資訊。如何有效地設計和實現這些演算法和技術仍是目前設計的重點。另需要在不同層次上進行系統的設計和最佳化，包括物理層、網路層和應用層，實現協同設計和最佳化是一大挑戰。

此融合系統需要適應各種不同環境和應用場景，並具有可擴展性以支援不斷成長的需求。由於此系統涉及大量的數據交換和傳輸，因此安全性和隱私保護至關重要。隨著技術的發展，此融合系統也面臨著更多的挑戰

和發展方向。例如，在 6G 網路中，網路切片技術將會進一步發展，使得通訊與感知融合系統能夠更加靈活地配置和管理資源，從而更好地滿足不同應用場景的需求。

因此，在未來的研究中，通訊與感知融合系統需要進一步加強對先進技術的研究和應用，開發出更加高效、靈活和可靠的系統，並且需要加強與其他相關領域的合作，例如物聯網、人工智慧等，以實現更加全面的技術創新和應用。同時，需要在技術研究的同時加強對感知與通訊融合系統的應用探索，探索其在智慧城市、智慧交通、智慧工廠等領域的應用，進一步推動產業的發展和社會的進步。

通訊與感知融合的設計和最佳化需要跨越不同層次，包括物理層、網路層和應用層的協同設計。技術發展方向包括以下四個方向：

- 多模態感知技術：整合多種傳感器，實現多維度感知，以提高感知的準確度。
- 6G 通訊網路技術整合：利用 6G 的高速率、低延遲和大頻寬等特性進行即時運算處理，同時支援靈活的運算資源部署。
- 軟硬體一體化技術：整合多種硬體和軟體，包括感測器、通訊模組和軟體系統，實現軟硬體的無縫結合，提高系統的可靠性和穩定性。
- 安全性和隱私保護技術：由於感知與通訊融合系統涉及大量的數據交換和傳輸，必須採取多種技術手段，如加密、認證和訪問驗證，以確保系統的安全性和用戶的隱私性。

(四) 通感融合的技術實作評估

通訊與感知融合系統正朝著感知與通訊融合以及網路運算融合的趨勢發展。其中，通感融合技術專注於協調系統的實現，包括資源管理、先進雷達感測、定位/映射/追蹤與感知輔助通訊等功能，以提供 6G 網路高分辨率的感知能力。這項技術不僅能感測 6G 裝置，還能感知其他不具傳感與通訊能力之物件，實現更高的精準度和更低的延遲，進而提升高頻段通訊性能。此外，協調系統具有時程快、不需等待標準制定，以及可與現行 5G

環境進行整合等優點，因此值得先期投資試驗，以挖掘潛在應用需求並回饋至未來的技術標準制定和研發實作。以下是通感融合技術實作方式的評估結果：

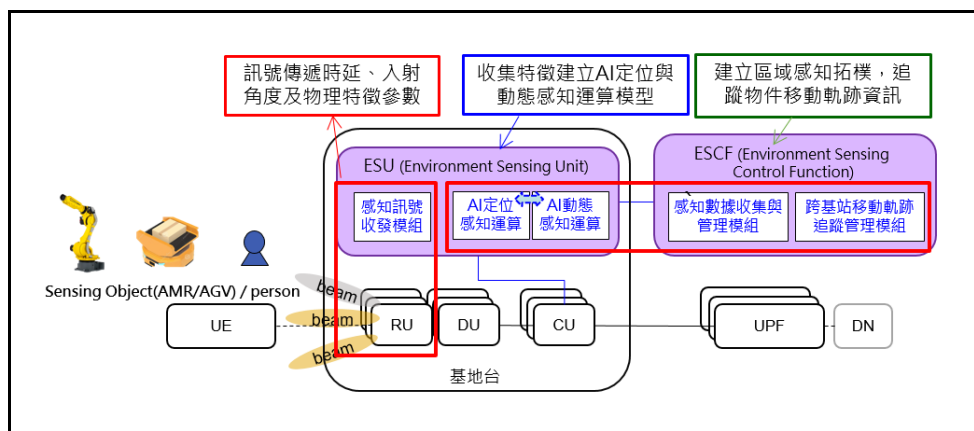
表 3-3-1 感知與通訊融合組網系統之 JCAS 實作方式評估

實作方式	優點	缺點
協調系統	<ul style="list-style-type: none"> • 低成本 • 易於實現 • 時程快，不需等待標準制定 	<ul style="list-style-type: none"> • 分散式設計 • 較消耗頻譜資源
聯合波形設計	<ul style="list-style-type: none"> • 節省頻譜 • 一體式設計 	<ul style="list-style-type: none"> • 高成本 • 需等待標準制定新波形 • 通訊頻率干擾問題

資料來源：工研院資通所(2024/05)

JCAS 系統實現方案，通過在原有的基地台上增加感知訊號的發射和接收模組，採用 60~81GHz 的 mmWave 頻段進行規劃，並支援毫米波感知元件的介面。利用 BM502(UART to USB)、RS-232、RS485 和 Restful API 等通訊協定進行串接。基地台中的 DU/CU 伺服器符合 O-RAN 架構，支援基站北向介面，使用 SNMP、Restful API 和 NETCONF 等通訊協定。在基地台中建立了環境感知單元(ESU)，使用無線射頻數據接收介面(NESU)，從 RU 獲取射頻數據，包括信號傳遞時延、入射角度和物理特徵參數。利用收集的特徵建立了 AI 定位感知運算模型和 AI 動態感知運算模型，前者用於對不具有連網和感知裝置的物體進行定位，後者提供物體微動感知的判斷能力。

環境感知控制功能(Environment Sensing Control Function, ESCF)擁有通訊感知存取介面(NESCF)，可提供環境感知資訊，需與 ESU 進行溝通，實現單一 ESCF 與多個 ESU 之間的通訊，同時具備協作功能。ESCF 包含感知數據收集與管理模組和跨基站移動軌跡追蹤管理模組。前者用於跨區域資源分享和分析，後者則負責建立跨區域環境感知拓樸，提供跨區移動物件的最佳化控制。



資料來源：工研院資通所(2024/05)

圖 3-3-17 感算融合網路系統概觀架構圖

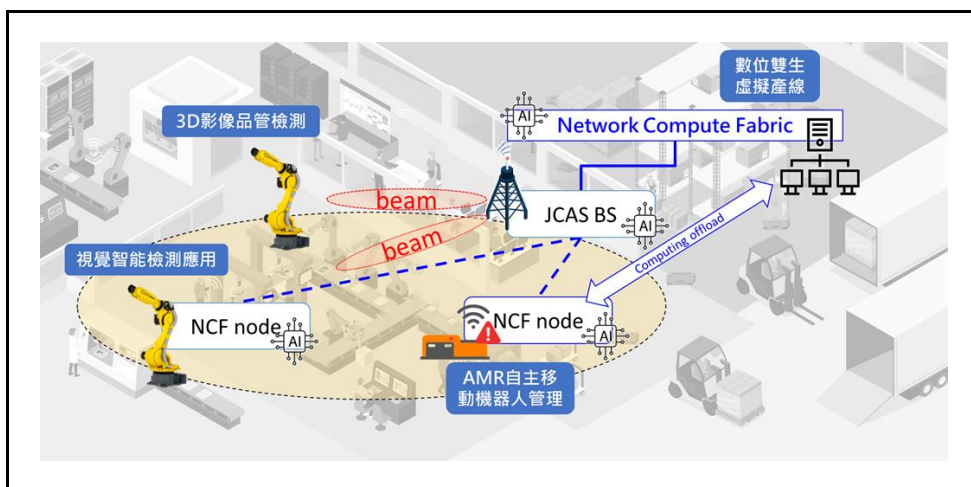
二、關鍵應用情境及人機協作場域展示

(一) 6G 通感融合在智慧工廠應用中的角色

隨著全球人口老化趨勢加劇，各國青壯年人口逐漸減少，許多工廠透過自動化設備和物聯網技術的導入，結合人工智慧技術，開發出智慧巡檢、視覺智慧檢測、自主移動機器人管理和數位雙生虛擬產線等應用，致力於實現無人工廠的目標。

6G 通訊與感知融合組網技術不僅能提供高度可靠的通訊網路，還可以提供精確的定位和感知功能。透過 6G 邊緣運算技術，該技術能夠支援自動化設備和物聯網感知功能，並為場域設備提供智慧運算和感知的網路系統。

在智慧工廠應用方面，6G 技術的發展將促進物聯網的發展，使其更加智慧化和自動化。例如，在生產線上，工廠可以利用 6G 技術實現物聯網的無線連接和高速通訊，實現生產過程的即時監控和控制。同時，6G 邊緣運算技術也可以為工廠提供更強大的運算能力，使其能更加智慧地處理和分析生產數據。此外，6G 技術還可應用於智慧物流方面，實現更高效的物流運作和管理，從而降低成本並提高效率。



資料來源：工研院資通所(2024/05)

圖 3-3-18 通訊與感知融合對室內工廠的應用場景

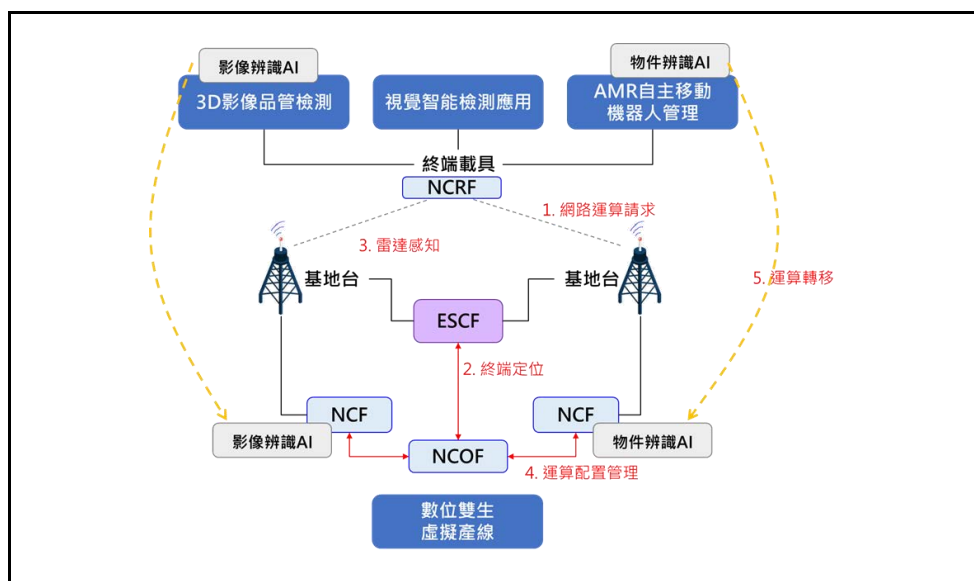
針對智慧工廠生產線/加工線的作業運算需求，提供按需佈署的運算資源是至關重要的。透過網路運算架構(Network Compute Fabric, NCF)技術，我們可以實現網路運算的卸載，以支援每個使用者設備高達 1Gbps 的傳輸吞吐量，同時確保網路服務的延遲低於 1ms。這樣的特性能夠滿足工廠自主式移動機器人(Autonomous Mobile Robot, AMR)所需的 6G 運算反應時間小於 1 秒的要求，並保證移動性運算轉移服務的穩定性。

在此背景下，通感融合技術提供了雷達感知特性，符合智慧工廠對於高精準度定位的需求。結合分散式的 NCF 架構運算，確保了跨區域的按需部署，特別適用於工廠 AMR 高度移動協作的場景，同時滿足低延遲和萬物定位的要求。這樣的配置能夠支援智慧工廠應用，如 3D 影像品管檢測、3D 隨機取件和 AMR 自動送料等功能，進一步提升工廠的自動化程度和生產效率。

總之，6G 技術的發展將帶來全新的智慧生活和工作方式，改變人們的生活和工作方式，提高生產力和效率。雖然 6G 技術的發展仍然處於起步階段，但相信在未來，隨著技術的不斷發展和完善，其應用領域和影響力將不斷擴大和加強。

(二) 智慧工廠中的聯邦式學習與邊緣運算

NCF 旨在提供動態部署的運算資源和即時/移動性的運算服務，包括運算接入與配置、網路運算解耦技術和運算自治與轉移管理技術。網路運算註冊功能(Network Compute Register Function, NCRF)提供網路運算接入介面和資安防護，結合區塊鏈技術進行網路感知加密運算管理。網路運算編排功能(Network Compute Orchestration Function, NCOF)整合網路控制單元(Network Control Unit, NCU)資源，建立運算轉移與用戶追蹤機制，提供終端局部的運算管理功能。聯邦式學習(Federated Learning, FL)結合 NCF 帶來的效益包括緩解數據隱私疑慮、最佳化各場域的 AI 應用服務、填補低運算資源的 6G UE，滿足高 AI 效能的需求。



資料來源：工研院資通所(2024/05)

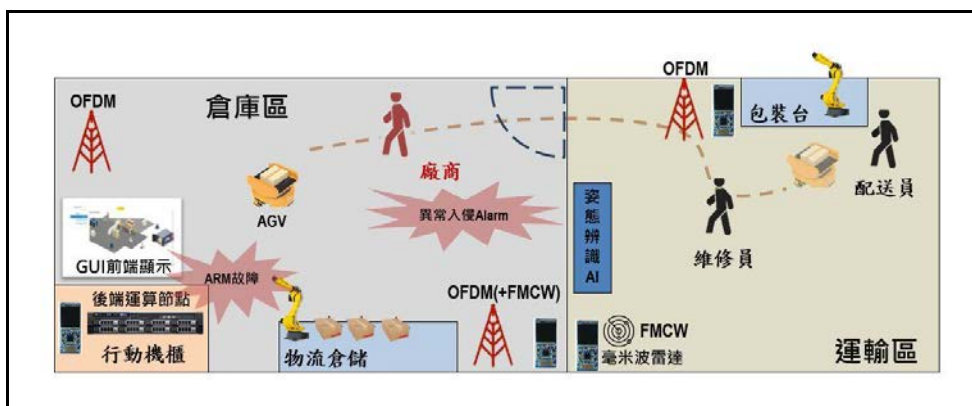
圖 3-3-19 6G 感算融合工廠應用架構

圖 3-3-19 展示了工廠生產線上大量協作機器人裝置的配置，並引入了 AI 模組，使其能夠在面對突發情況時自主做出對應決策，相關運算則卸載至 NCF 節點，以讓機器人裝置專注於場域推論。除了人之外，邊緣運算裝置還部署了支援和最佳化場域機器人決策的 AI 相關最佳化模組。大量原始資料由各種感應器(如攝影機、溫度感測器等)收集，然後傳送至邊緣伺服器

進行儲存，以便透過 AI 模組的資料分析和特徵提取元件進行處理。透過聯邦式學習的引入，機器人裝置在分散式 NCF 節點的運算資源動態分配下，可以實現即時模組最佳化。而且，由於聯邦式學習的效益，大量原始資料無需在 NCF 節點間交換，同時實現頻寬資源的有效利用和 AI 模組的最佳化。

(三) 人機協作場域展示與模擬情境

圖 3-3-20 展示了一種操作員可以透過姿態控制機器人而無需使用裝置、平板或攝影機的場景，這樣一來可以減輕操作員的負擔並降低成本，同時保護隱私和商業機密。機器人無需額外的感測器和運算，僅需接收中央指令即可移動，這使得機器人能夠專注於機械操作，降低成本並提高續航力。當環境越智慧時，裝置越簡單。此設備提供高精準的感知和定位，使操作員能夠直接與機器人進行互動組裝協作，在機器人需要與人手協作的前提下，展現 10cm 精準度的需求和效果。無需攝影機，即可實現人員和風險管控，以確保隱私和機密。在緊急情況下，可以啟動機器人攝影機，輔助操作員判斷情勢，實現通感融合。



資料來源：工研院資通所(2024/05)

圖 3-3-20 模擬未來智慧工廠實際可能情境

三、臺灣在 6G 技術上的潛力與產業優勢

(一) 通訊產業現況與需求

在 5G 蓬勃發展、第二階段標準化進行中的情況下，3GPP 何時將啟動 6G 標準化工作？我們可以從 ITU-R 的最新動態中得到一些線索。ITU-R 從 2021 年開始進行了一系列關於 6G 的先期研究，首先是關於「6G 未來技術願景」的探索。到了 2022 年 6 月，這一研究已經初具雛形，該報告探討了未來 6G 技術的發展方向。與此同時，ITU-R 6G 願景小組還制定了「6G 願景報告」，詳細描述了 6G 的應用場景、主要系統能力和特性，以及一份研究超過 100GHz 頻譜使用可行性的報告。ITU-R 計劃將 6G 正式定名為 IMT-2030。

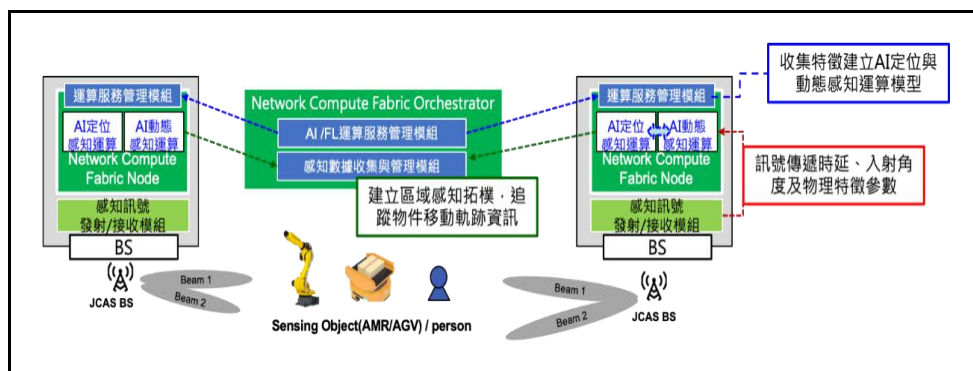
這些研究都是關於 6G 願景的一部分，暗示著 3GPP 將隨後啟動 6G 的研究項目和標準化工作。樂觀的估計是，3GPP 最早將在 Release 20 開始 6G 的標準化工作；然而，Qualcomm 則認為 Release 18 至 Release 20 仍然是 5G Advanced 標準化的階段，因此 6G 的標準化可能要等到 Release 21 才會開始。不論如何，國際上普遍認為，2030 年是 6G 正式進入商用階段的關鍵時間點。

在 2022 年 6 月的第 41 次 ITU-R WP 5D 會議過程中，完成了名為「6G 未來技術趨勢報告」(原名「2030 年及其後的地面 IMT 系統技術趨勢」)的撰寫，並提交給 ITU-R WP 5D 研究組批准後正式發佈。

該報告特別闡述了 IMT-2030 及其後的行動通訊可能發展的新興服務與應用、驅動因素以及技術方面的各種考量。從社會、市場和營運等三個方面出發，探討了對永續發展的促進、基於新技術/功能的新差異化服務的形成，以及對營運方提高效率、降低成本等方面的迫切需求。基於這些考慮，思考了 6G 世代可能出現的新興服務與應用，包括全息通訊、數位雙生、多維感測、全球覆蓋等。為了實現這些服務應用，除了關注速度、延遲和覆蓋等傳統指標外，還需要更多地依賴於人工智慧、提升能源效率，以及確保覆蓋可在各種環境中獲得良好的接入。

感知與通訊融合系統在協助基地台產業整合雷達感知相關技術方面發揮關鍵作用。透過該系統，臺灣能夠開發 AI 定位模組與 AI 動態感知模組，以滿足 6G 智慧工廠在 3D 環境中達到 10cm 高精準度定位的需求。同時，

借助分散式 NCF 架構的運算能力，我國可以確保跨基站間按需部署應用服務，以滿足交通、工廠 AMR 等高移動協作場景中的 6G 要求，包括 5ms 低延遲和 10cm 高精準度的萬物定位需求。



資料來源：工研院資通所(2024/05)

圖 3-2-21 通訊與感知融合系統研發示意

(二) 臺灣產業 6G 潛力技術分析

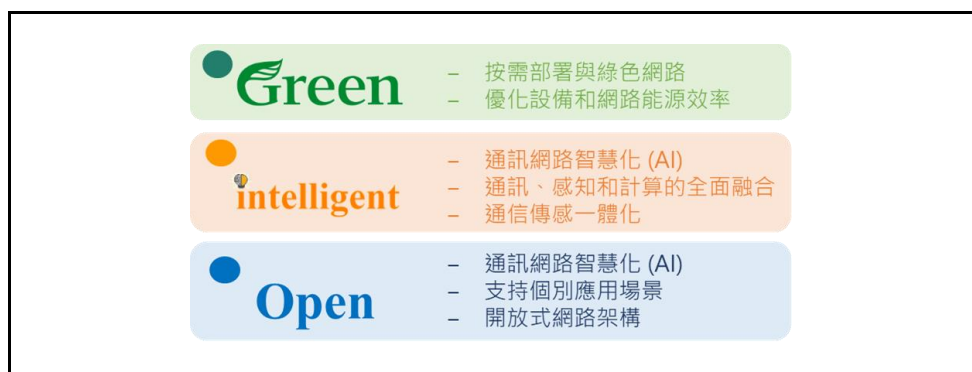
從 3G、4G 時代開始，臺灣產業就積極投入行動通訊相關的資通訊產品，主要集中在行動終端和網路接取終端。隨著 5G 時代的到來，臺灣產業逐漸擴展至通訊關鍵零組件、開放式架構基站、局端基礎建設設備以及系統整合等市場。在過去的積累基礎上，臺灣的產業在行動通訊零組件、設備、系統和服務等領域已經建立了一定的規模。加上之前已經進行的半導體射頻元件產業技術和新興材料技術的發展，臺灣有望在 6G 時代克服關鍵技術挑戰，並在高附加價值的市場上占據一席之地。

鑒於臺灣具備強大且豐富的伺服器產業供應鏈，該地區非常適合發展 6G 通訊與感知融合系統基站及 6G 通訊網路運算雛型。這意味著可以通過媒合臺灣開放架構無線接取網路、網通伺服器廠及毫米波感知通訊商，制定並研發公分等級全區定位服務、10 毫秒定位延遲等專案，針對運算預測按需部署與最佳化運算資源配置，滿足未來在智慧交通、智慧工廠等具移動性協作運算及感知的需求。此外，由於通訊與感知融合系統具有更高的通訊速度和更低的延遲，因此也可以應用於即時的虛擬實境、擴增實境等場景，讓用戶享受更加逼真的虛擬體驗。

同時，該融合系統還可以廣泛應用於智慧交通、智慧城市、智慧製造等領域，從而提高這些領域的智慧化水平，實現更高效、更節能、更安全的運作模式。因此，通訊與感知融合系統不僅是未來網路發展的重要方向之一，同時也是提升產業競爭力、推動數位經濟發展的重要手段之一。

四、結論與建議

未來製造業將更多地採用自動化設備來取代人力，以應對 2030 年的綠色網路目標。在這個背景下，6G 邊緣運算應該導入 AI 感知技術和開放式網路運算架構，以實現通訊和運算的節能機制。通過分散式的 NCF 架構與 JCAS 感知能力的結合，打造感知與運算融合的組網技術，精準提供運算資源並實現環境的公分級精準定位。此外，AI 定位判斷反應時間控制在小於 5 毫秒，為高密度、高運算需求的終端設備提供高可靠的通訊運算服務。同時，網路運算力指標將提供高可靠低延遲的通訊技術，實現端到端的傳輸體驗，並應用區塊鏈機制以達到服務的資安防護規格。研發 6G 感知與運算融合智慧技術，以降低終端成本和運算能耗。



資料來源：工研院資通所(2024/05)

圖 3-3-22 6G 感算融合網路系統特性

參考文獻

1. 2021 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC) , AI Based 5G RAN Planning
2. 3GPP Groups : <https://www.3gpp.org/3gpp-groups>
3. Astroscale : <https://astroscale.com/>
4. AWS , AWS for Aerospace and Satellite : <https://aws.amazon.com/tw/aerospace-and-satellite/>
5. Ericsson , 利用 AI 和自動化實現商業價值最大化 :
<https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/further-insights/ai-business-potential>
6. Gartner , Forecast: Internet of Things, Endpoints and Communications, Worldwide, 2021-2032, 2Q23 Update :
<https://www.gartner.com/en/documents/4495999>
7. Gartner : 2026 年 25%的人每天將至少在元宇宙中花費一小時 :
<https://www.gartner.com/cn/newsroom/press-releases/2022-metaverse-forecast0>
8. Global Coalition on Telecommunications :
<https://www.infrastructure.gov.au/media-communications-arts/phone/global-coalition-telecommunications>
9. IDC , Asia/Pacific (Excluding Japan) 5G Enterprise Services Forecast 2022 - 2026 :
<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=AP48929222>
10. IoT 的趨勢與物聯網新創的發展方向 :
<https://www.koryu.or.jp/Portals/0/BokeibuJ-Startup/su2023tacc04tw.pdf>
11. ITU-R Framework for IMT-2030 : https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2030/Documents/IMT-2030%20Framework_WP%205D%20Management%20Team.pdf

12. Markets and Markets , Edge AI Hardware Market Global Forecast to 2027
13. Markets and Markets , Edge AI Software Market Global Forecast to 2027
14. MarketsandMarkets , On-orbit satellite servicing market :
<https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/on-orbit-satellite-servicing.asp>
15. Maxar Technologies : <https://www.maxar.com/>
16. NASA , NASA's Space Sustainability Strategy :
<https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/04/nasa-space-sustainability-strategy-march-20-2024-tagged3.pdf?emrc=9a7020>
17. Valuated Reports , Global Small Language Model Market Research Report 2024 :
<https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-16C16291/global-small-language-model>
18. White House , Indo-Pacific Strategy of the United States :
<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/U.S.-Indo-Pacific-Strategy.pdf>
19. White house , In-space Servicing, Assembly, and Manufacturing(ISAM) :
<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/04/04-2022-ISAM-National-Strategy-Final.pdf>
20. White House , Joint Statement from the United States and India :
<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/09/08/joint-statement-from-india-and-the-united-states/>
21. White House , Principles for 6G: OPEN & RESILIENT BY DESIGN :
<https://www.openranpolicy.org/wp-content/uploads/2023/04/principles-for-6g.pdf>
22. 中央社 , NTT 和 SES 向企業提供建基於衛星的邊緣專用 5G 網絡解決方案 : <https://www.cna.com.tw/postwrite/chi/338466>

23. 生成式 AI 前景看好，2032 年市場規模上看 1.3 兆美元：
<https://technews.tw/2023/06/13/generative-ai-to-become-a-1-3-trillion-market-by-2032/>
24. 物聯網價值正在加速中，預計到 2030 年可創造 5.5 兆至 12.6 兆美元的價值：
<https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=18506>
25. 美國通過「物聯網產品信任標章計畫」有望成全球標準：
https://www.informationsecurity.com.tw/article/article_detail.aspx?aid=10994
26. 新運算時代 Edge AI 落地開花：
<https://www.netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/feature/9C4D3241A0014D66A807CA0DEA84DBD2>
27. 零售業革新：Lowe's 與 NVIDIA 和 Magic Leap 攜手合作：
<https://blogs.nvidia.com.tw/blog/lowes-retail-digital-twins-omniverse/>
28. 澳洲通過新修正之隱私法，大幅提高罰責以期遏止個資事故：
<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=8935>

第Ⅳ篇 全球通訊產業個論

第一章 全 球

第二章 新南向國家

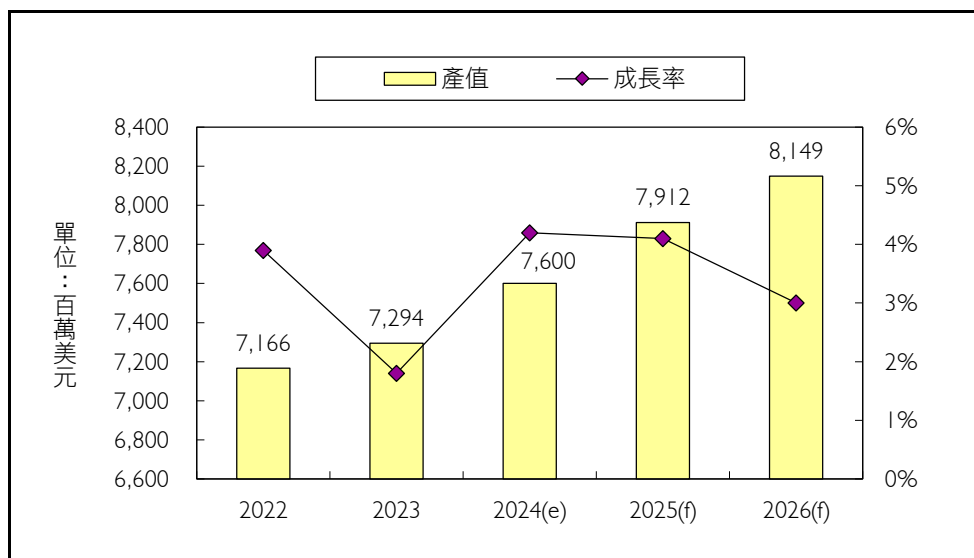
第一章 全 球

第一節 網路通訊設備產業

一、WLAN 產業

(一) 五年市場統計

2023 年全球 WLAN 市場整體規模估計約為 72.9 億美元，成長率約為 1.8%。2023 年上半年全球因通膨高漲壓力導致經濟疲軟之疑慮，WLAN 下游廠商對於庫存準備，新增訂單呈現保守態度。到了下半年，庫存調整效應逐步淡化，WLAN 出貨回暖；再加上非蘋果手機有新機備貨需求，出貨動能開始轉強，促使 Wi-Fi 4/5 升級到 Wi-Fi 6/6E 持續進行，在各市場的滲透率持續有穩定的增加。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-1 2022~2026 年全球 WLAN 產業市場趨勢

展望 2024 年，預期非蘋陣營手機開始跟進蘋果 iPhone 15 系列採用 Wi-Fi 6E 技術，將持續提升 Wi-Fi 6E 市場滲透率。此外，新產品 Wi-Fi 7 規格確定在 2024 年第一季正式定案，WLAN 大廠皆積極備戰加速切入市場。預估 2024 年整體市場規模將可達到 76.0 億美元，年成長率約為 4.2%。

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

在全球消費級(Consumer-Class)的 WLAN 產業，主要廠商包含普聯(TP-Link)、CommScope 和 Vantiva 等，其中以中國 TP-Link 在全球消費級 WLAN 的市占率最高。TP-Link 布局高階路由器市場，持續推出相對平價的高階路由器產品，並結合 AI 技術為智慧生活帶來更便利的解決方案，以拓展 Wi-Fi 產品的整體布局。

TP-Link 於 CES 2024 推出家庭 Mesh Wi-Fi 系統 Deco，全面支援 Wi-Fi 7 與最新的 6 GHz 頻段，透過 Multi-RUs 和前導碼刪除(Preamble Puncturing)技術解決傳統設備之間干擾問題，以及借助多重連接模式(Multi-Link Operation)，讓用戶設備可以同時與多個無線網路頻段建立連接，顯著提升網路的穩定性和傳輸效能。此外，TP-Link 開發智慧漫遊技術，讓用戶在不同房間移動時，仍可流暢地觀看串流媒體、玩遊戲或視訊，實現無縫高速網路體驗。

在全球企業級(Enterprise-Class)的 WLAN 產業，主要廠商包含思科(Cisco)、HPE/Aruba 和 Ubiquiti 等。美國思科是全球企業級 WLAN 龍頭廠商，專門提供網路建構、無線網路、資訊安全、資料中心、物聯網布局、以及網路支援軟體產品等服務。商業收入主要來自 Wi-Fi 硬體的基礎建設、雲端資訊管理服務為主。

思科於 2023 年 12 月發布首款支援 6 GHz，適用於標準電源 Wi-Fi 6E 的室外 Catalyst AP，型號為 CW9163E，與現有低功耗和僅限室內的 6 GHz Wi-Fi 相比，將大幅提升 Wi-Fi 連接範圍和品質。待美國聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)批准自動頻率控制(Automated Frequency Control, AFC)服務，預期戶外 Wi-Fi 6E AP 將擴展至潛在應用情境，例如大學校園、酒店和度假村、機場等室外 Wi-Fi。

表 4-1-1 全球 WLAN 產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/重要性	近一年發展動向	發展策略
TP-Link	• 全球消費級 WLAN AP/Router 第一大品牌	• TP-Link 於 CES 2024 推出 Deco Mesh Wi-Fi 系統，全面支援 Wi-Fi 7 技術	• 結合 Wi-Fi 7 和 AI 技術為智慧生活帶來更便利的解決方案，以拓展 Wi-Fi 產品的整體布局
Cisco	• 全球頂級 WaaS (Wi-Fi as a Service) 提供商	• 思科發布首款支援 6 GHz，適用於標準電源 Wi-Fi 6E 的室外 Catalyst AP	• 思科發展標準功率 6 GHz Wi-Fi 產品，以擴展潛在戶外應用市場

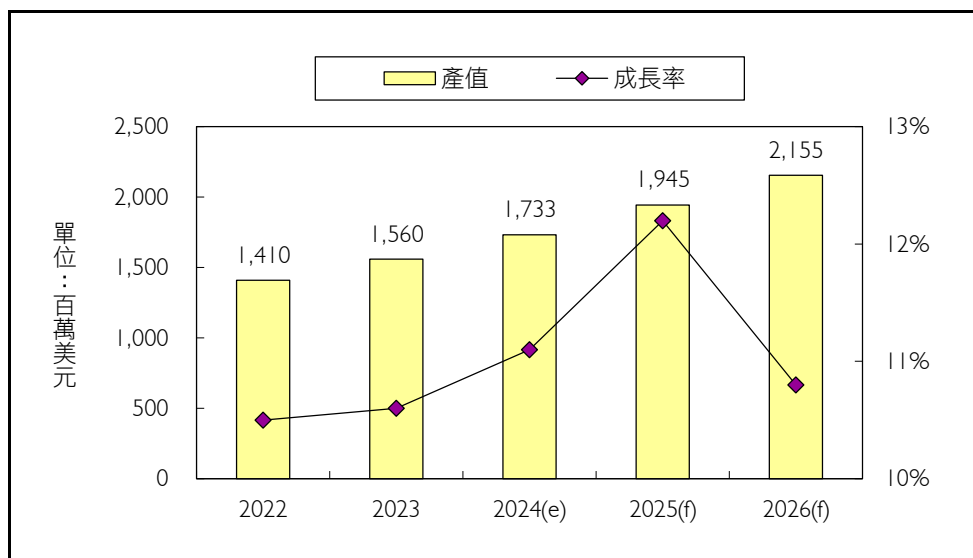
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

二、行動寬頻終端與模組產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年，在整體出貨表現上，全球電信商及各國政府升級基礎網路的需求，在原物料供貨穩定且市場需求熱度預計能夠保持的前提下，將帶動 5G FWA CPE 出貨成長。雖然市場面因高通膨與調整庫存壓力而使發展力道受到影響，但仍受益於各國政策支持而持續保持成長趨勢。2023 年全球行動寬頻接取產品市場規模估計為 15.6 億美元，較 2022 年成長 10.6%。

展望 2024 年，在 FWA 寬頻服務方面，全球行動設備供應商協會(Global Mobile Suppliers Association, GSA)指出有來自 187 個國家和地區的 554 家營運商已公佈使用 LTE 或 5G 的服務。使用 LTE 或 5G 提供 FWA 服務的業者數量因地區而異，其中歐洲是主要地區。預估 2024 年全球行動寬頻接取產品市場規模可達 17.3 億美元，成長率 11.1%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-2 2022~2026 年全球行動寬頻終端與模組產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

中興通訊(ZTE)在 MWC 2024 展會上發佈第五代 5G 室外 FWA 產品 G5F，支持 5G Advanced-ready，支援 Sub6G 和 mmW 載波聚合及雙連接，峰值速率高達 10Gbps，為用戶提供前所未有的超高速網路體驗。G5F 搭載 13dBi 超高增益天線，基於中興通訊最新的 AI 天線演算法，高增益波束寬度提高約 70%，信號覆蓋範圍提升約 25%，實現多場景、全維度、廣區域的自我調整智慧天線切換，時刻保障設備信號穩定接入。除此之外，中興 G5F 支持抱杆、釘牆、貼窗等多場景及多角度安裝調節，為使用者提供靈活便捷的設備安裝體驗。

華為消費端推出室內型及室外型 5G FWA CPE，分別為 5G CPE Pro2 及 Huawei 5G CPE Win，皆搭載 Balong 5000 5G 晶片，支援 Sub-6GHz 頻段，5G CPE Pro 2 較首代的產品上傳速度提升 60%。面對美中貿易戰升級至科技管制與資安禁令的全面封殺，持續提高供應鏈自主能力，產品銷售則轉往東南亞、中東、非洲及中國本身的內需市場，維持市場能見度。2024 年華為攜手中國電信推出首個 5G FWA 商用試點專案，為數位鄉村的發展注入新的動力。

表 4-1-2 全球行動寬頻終端與模組產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/重要性	近一年發展動向	發展策略
中興通訊	● 全球第一大行動寬頻路由器廠商	● 2024 年發布支持 5G Advanced-ready 產品，採用最新 AI 天線演算法，支援 Sub6G 和 mmW 頻段	● 中興通訊升級打造全場景智慧生態 3.0，納入 AI 賦能，透過星雲 OS 提供全連接的革新體驗，並覆蓋運動健康、影音娛樂、商務出行、家庭教育和智慧駕駛五大場景
華為	● 全球第二大行動寬頻路由器廠商	● 中國電信股份有限公司北京分公司與華為攜手推出中國電信首個 5G FWA 商用試點專案，下行速率可與 300M 有線寬頻相媲美，上行速率亦可達百兆級別	● 考量使用者業務行為為關鍵特徵、區域收入，多維度綜合識別高價值用戶 ● 基於用戶的流量消耗、套餐使用飽和度等資訊，指導方案設計，並為用戶匹配最佳資費方案

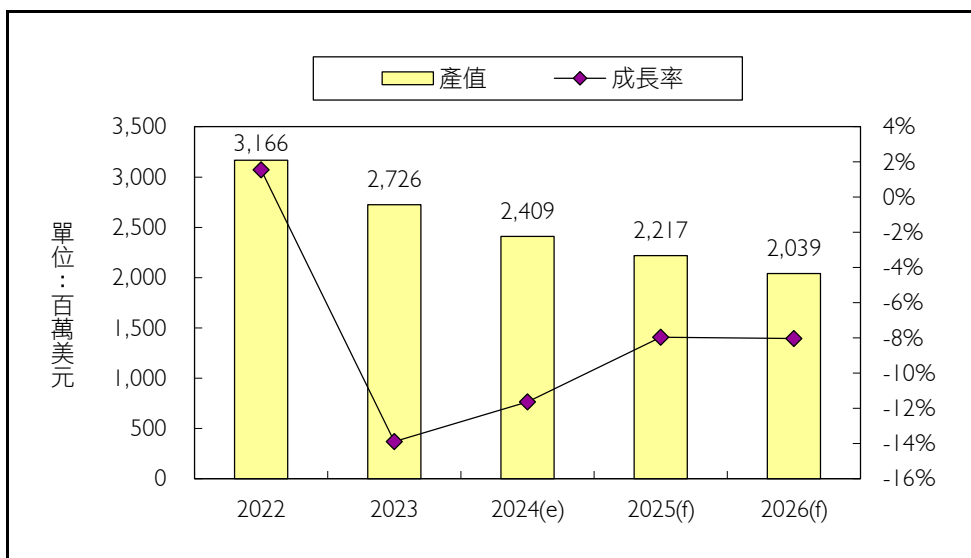
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

三、xDSL CPE 產業

(一) 五年市場統計

2023 年全球 xDSL CPE 產業市場整體規模估計約 27.3 億美元，年成長率約為-13.9%，主因為 2022 年至 2023 年各國明確的網路升級計畫，許多電信營運商從 VDSL、G.Fast 轉向光纖解決方案，導致 xDSL CPE 市場快速萎縮。

展望 2024 年，雖然多數國家因光纖網路尚未完全布建完成，對於 ADSL 2+、G.Fast 和 VDSL2 等產品需求尚在，但全球 xDSL CPE 市場仍持續萎縮。因此，2024 年整體市場規模預估約 24.1 億美元，年成長率為-11.6%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-3 2022~2026 年全球 xDSL CPE 產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

全球 xDSL CPE 產業主要品牌供應商包含智易、中興、華為、Sagemcom、Vantiva、AVM、康全電訊、中磊等。臺灣與中國在 xDSL CPE 產品上競爭多年，中國品牌大廠如華為、中興持續以低價策略搶進低階產品市場，然在國際不確定因素，2023 年臺灣廠商受惠國際轉單效應，在產值和產量上皆有不錯的表現。尤其是智易，在 2023 年的營收和出貨量皆優於華為和中興兩大廠，成為全球第一領先廠商；而中興和華為則位居第二、三名。

隨著物聯網和智慧家庭技術的普及，用戶端為使用服務所添購的設備也隨之增加，逐漸產生整合的需求，中國廠商同臺灣廠商開始轉投入研發生產智慧閘道器、智慧機上盒，以及整合性接取設備(Integrated Access Device, IAD)產品(支援 VoIP 功能)，整合 Wi-Fi 6 技術；或者是進階的高速數位用戶線路技術如 VDSL2，嘗試藉由高價策略提升品牌形象。

表 4-1-3 全球 xDSL CPE 產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/重要性	近一年發展動向	發展策略
中興	<ul style="list-style-type: none">全球 xDSL CPE 市占率第二，約 14.7%	<ul style="list-style-type: none">產品研發集中於 5G-Advanced、6G、FTTR、全光網路等品項。傳統固網接入網路如 DSL，則維持穩定產品生產	<ul style="list-style-type: none">中興定位為數位經濟築路者，將重點放在高效數位基礎設施和高效產業數位化應用部署兩大面向順應國際數位化和低碳化的發展趨勢，投入大量研發以強化核心技術及產品競爭力寬頻網路戰略：建構下一代全光網路
華為	<ul style="list-style-type: none">全球 xDSL CPE 市占率第三，約 11.3%	<ul style="list-style-type: none">為了加速營運商和中小企業數位化，將有線、無線、辦公和物聯網網路進行整合，推出單一網路服務體驗；此外，利用光纖、Wi-Fi 7 等技術，滿足元宇宙、AR/VR、娛樂等高頻寬和低延遲情境的需求	<ul style="list-style-type: none">持續配合中國光進銅退、5G 政策，以及新型基礎設施建設行動方案，朝提供合理、完善的網路規劃，滿足企業在 DSL 與光纖網路布建上的投資最大化協助全球營運商和政企客戶建構光網路和智慧 IP 網路，以打造智慧家庭、高品質園區網路、超融合資料中心網路、整合廣域網路等

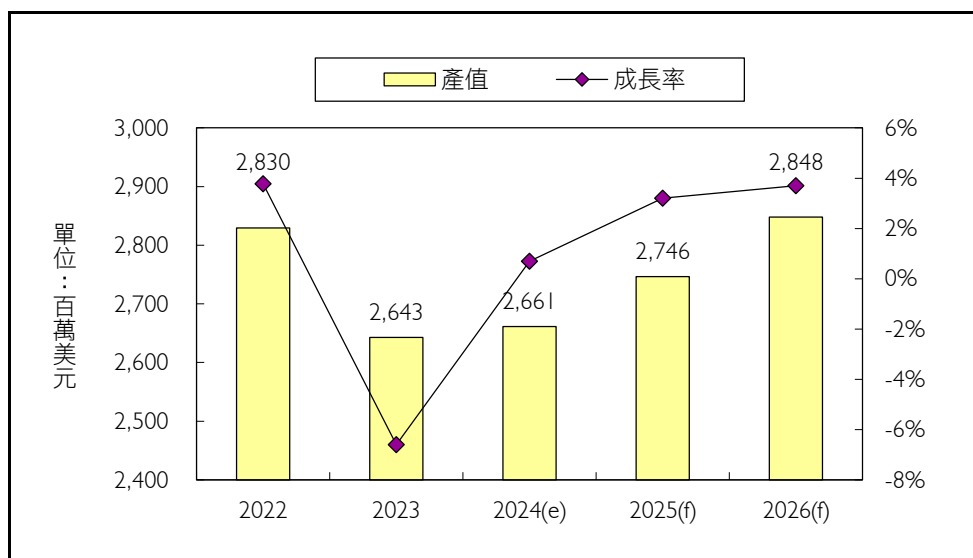
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

四、Cable CPE 產業

(一)五年市場統計

回顧 2023 年，雖歐美國家與新興市場網路通訊基礎建設持續進行相關布建，但 2023 年下半年北美企業持續裁員，中國出口、內需皆未出現回溫跡象，終端需求下滑，加上歐美地區央行持續升息對抗通膨，企業支出規劃相對保守，需求放緩，電信商與服務供應商對網通 CPE 產品持續進行去化庫存，導致全球 Cable CPE 產業出貨大幅放緩。在上述因素影響下，整體而言，2023 年產值約達 26.4 億美元，衰退約 6.6%。

展望 2024 年，歐美國家通訊基礎建設補助陸續釋出外，南亞等新興國家也會加速推動寬頻網路建設，輔以近期 AI 需求激增，各種應用蓬勃發展，網路串連皆不可缺，有機會進一步帶動升級需求，推升網路設備更新速度。最後 DOCSIS 3.1 纜線路由器搭載 Wi-Fi 6 等高階機種產品滲透率逐步提升，加上下一代的標準品 DOCSIS 4.0 CPE，廠商可望陸續開發出新機種，有利未來帶動需求成長。然歐美等市場上半年仍持續進行終端產品庫存調整，預計 2024 年下半年才能陸續回溫，該情況也削弱成長動能。整體而言，預估 2024 年全球產值將達 26.6 億美元，成長約 0.7%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-4 2022~2026 年全球 Cable CPE 產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

I. Vantiva(Technicolor)

Technicolor 是一家源於法國的媒體及娛樂科技公司，成立於 1915 年，公司營收來自 Connected Home 和 Entertainment Service 兩類。2022 年 9 月 Technicolor Creative Studios 正式從 Technicolor 集團分出，原 Technicolor 的剩餘部分更名為 Vantiva，它由 Connected Home 和 Vantiva 供應鏈服務部門組

成，其中 Connected Home 產品線包含 5G Fixed Wireless Access(FWA)、Cable CPE、DSL CPE、光纖、Wi-Fi Extender 與 IP STB 等產品。Vantiva 的客戶包括全球各地的有線電視和營運商，如 Comcast、Cox、Rogers、Telefonica、Vodafone。Vantiva 為 Cable 用戶端設備市占排名第一之廠商，2023 市占率約為 38.3%。

Vantiva 在 Cable CPE 相關產品的研發與布局，除了與 MSO 營運商密切合作(例如 2023 年 6 月 Vantiva 和 Orange Belgium 合作部署名為 Livebox 的下一代 DOCSIS 3.1 混合光纖同軸電纜(HFC)閘道器，以提供家庭和公司用戶寬頻優化的新體驗)，亦提供 DOCSIS 3.1 解決方案以協助 MSO 從 DOCSIS 3.0 設備無縫升級到 DOCSIS 3.1 設備，在高頻寬的激烈競爭中取得競爭優勢外，並整合 RDK-B Stack(Reference Design Kit- Broadband)寬頻軟體(RDK-B 為一種開放原始碼)於 Cable 設備中，其中透過 RDK-B 可以提供特定的功能來管理複雜的寬頻功能，例如廣域網路(WAN)、區域網路(LAN)、數據報告和管理、家庭網路技術，如 ZigBee、藍牙、和 AllJoyn / OIC 等，並可整合更多應用服務等。最後上述提到與 Orange 合作之閘道器還包括 EasyMesh 技術和最新 Wi-Fi 6 擴展增強器，可實現 Wi-Fi 服務的無縫擴展。此外，閘道器和 Wi-Fi 增強器模組的設計都由 95%的再生塑料製成，不含一次性塑料，並用再生紙板包裝，以達到 Vantiva 對永續發展的承諾。

許多有線電視業者現在正在測試 DOCSIS 4.0 技術，Vantiva 也開始針對 DOCSIS 4.0 Cable CPE 設備進行研究與開發，例如 2023 年 7 月 Vantiva 參與 CableLabs 舉辦的 DOCSIS 4.0 互通測試活動，在該活動中 Vantiva 提供其 DOCSIS 4.0 纜線數據機(CM)原型與其它營運商提供之 DOCSIS 3.1 頭端設備(CMTS)進行功能與互通測試。最後 Vantiva 還透過 Vantiva Hero 合作夥伴計劃匯集包含網路優化、貨幣化、導航、安全、遠端支援，以及其它關鍵營運領域的產業領先聯網家庭參與者，例如提高互聯家庭中的無線網路功能(與 Airties 合作)、優化多個設備的影像傳輸(與 Broadpeak 合作)、利用 AI 管理用戶的安全性和隱私性(與 CUJO AI 合作)。

2. CommScope

CommScope 於 2019 年 4 月完成收購電信設備領導廠商 Arris，在 2023 年全球 Cable 用戶端設備市占排名第二，市占率約為 20.8%。CommScope 公司原營運主要為局端設備，完成收購 Arris 後，擴展產品從局端至終端寬頻設備與無線設備，強化有線／無線連結解決方案。

在 Cable 布局方面，CommScope 將重要技術整合至 Cable 設備(包含 Wi-Fi 6/6E/7、Bluetooth、ZigBee、IoT 等)，也積極布局 DOCSIS 3.1 技術產品，包含頭端、傳輸端、客戶端等方案；為因應 Cable 發展趨勢，更將新興技術導入整合資訊與影音傳輸的 CCAP 設備，且優化 Cable 固網寬頻網路支援數位電視、數據、語音之能力。例如 CommScope 在 2023 年 10 月 SCTE Cable-Tec Expo 展會上展出結合 DOCSIS 3.1 與四頻 Wi-Fi 7 的 Cable CPE(型號為 SURFboard G54)，並同時於 2023 年 10 月中在零售市場上市。

CommScope 認為 DOCSIS 3.1 應該還能夠為 Cable 營運商服務一段時間，但現在應開始對未來 DOCSIS 4.0 網路架構所需的被動、放大器與頭端設備(CMTS)等進行布局，例如 CommScope 推出可實現高分歧(High-Split)的發射器與接受器，過去有線電視系統的 HFC 網路架構將上傳容量限制在 5MHz-42MHz 的頻譜範圍內，中分歧(Mid-Split)功能產品能將上限擴展到 5MHz-85MHz，但中分歧上傳速度也限制在 300Mbps 以下。而採用高分歧的 DOCSIS 3.1 產品則能將上傳使用的頻譜範圍擴展到 5MHz-204MHz，使得上傳速度提升至 1Gbps，提供用戶更佳的網路使用體驗，未來此高分歧功能發射器與接受器也能用在 DOCSIS 4.0 網路架構中。此外，CommScope 也在 2023 年 7 月和 8 月 CableLabs 舉辦的 DOCSIS 4.0 互通測試活動，展示其整合有線接取平台(I-CCAP)、具備 vCore/vCMTS 的遠端 PHY、具備實體 CCAP 核心的遠端 PHY 和遠端 MAC 等 CMTS 架構相關產品，以實現混合 DOCSIS 3.1/4.0 配置的互通性。最後，2023 年 10 月 CommScope 也推出支援高達 1.8GHz 下載頻率和 684MHz 上傳頻率 DOCSIS 4.0 擴展頻譜(ESD)的射頻放大器和光節點平台，該產品可為營運商針對當前 DOCSIS 3.1 的簡單 ESD 升級以最少資本實現未來過渡至 DOCSIS 4.0 設備。

表 4-1-4 全球 Cable CPE 產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/重要性	近一年發展動向	發展策略
Vantiva	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年全球市占率 38.3%，排名第一 	<ul style="list-style-type: none"> 持續投入研發與推出 DOCSIS 3.1 解決方案，如整合 Wi-Fi 6 與 RDK-B Stack 軟體於 Cable CPE 產品中 2023 年 6 月 Vantiva 和 Orange Belgium 合作部署名為 Livebox 的下一代 DOCSIS 3.1 混合光纖同軸電纜 (HFC) 閘道器，以提供家庭和公司用戶寬頻優化的新體驗 參與 2023 年 7 月 CableLabs 舉辦的 DOCSIS 4.0 互通測試活動 	<ul style="list-style-type: none"> 透過與策略夥伴進行產品創新研發 (New Hero 創新合作夥伴計畫)，近年開始注重 AI、IoT、資安等相關技術 投入 DOCSIS 4.0 的研究與開發
CommScope	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年全球市占 20.8%，排名第二 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年 10 月推出結合 DOCSIS 3.1 與四頻 Wi-Fi 7 的 Cable CPE (型號為 SURFboard G54) 在市場上進行販售 2023 年 10 月同時推出支援高達 1.8GHz 下載頻率和 684MHz 上傳頻率 DOCSIS 4.0 擴展頻譜 (ESD) 的射頻放大器和光節點平台 	<ul style="list-style-type: none"> 積極部署 DOCSIS 3.1 技術相關產品，包含客戶端、傳輸與頭端解決方案 針對未來 DOCSIS 4.0 網路架構所需的被動、放大器等元件與頭端設備相關產品進行布局

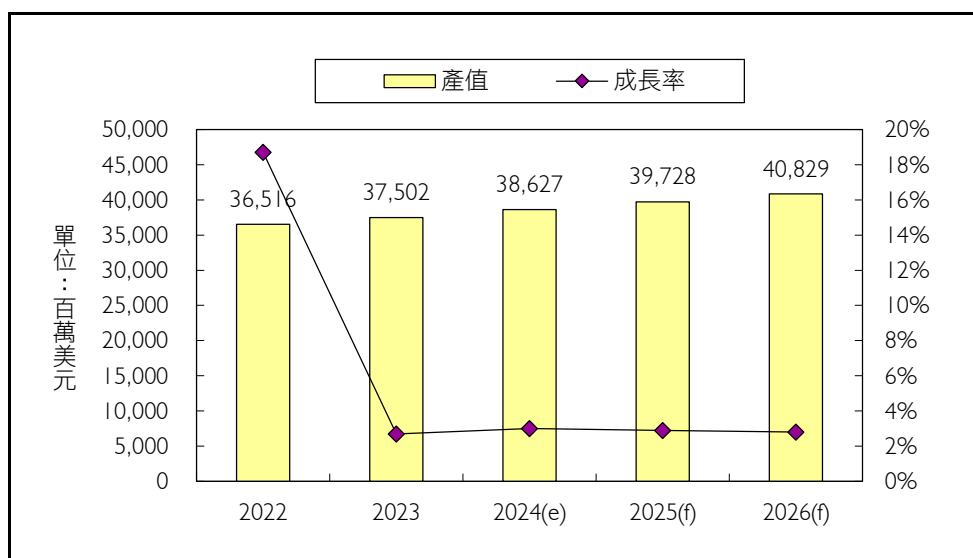
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

五、Switch 產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年全球交換器市場的發展，主要受到資料中心建設加速、工業自動化和物聯網應用、5G 網路建設、智慧家庭應用、企業數位轉型等因素所驅動。整體來說，雲端運算、人工智慧和物聯網等技術的發展，推動了企業交換器市場的成長。另一方面，資料中心交換器市場的表現強勁，尤其在生成式 AI 技術帶動大語言模型的訓練和應用趨勢下，網路流量需求暴增，必須加速進行網路交換器的升級和增購。

展望 2024 年，全球網路交換器市場在企業和個人對網路連線需求持續增加的帶動下，仍將保持成長。電信營運商針對 5G 網路建設將增加投資，資料中心業者也將增加新機型如 800G 高階機種採購，都有助於提升交換器的市場需求。預估 2024 年全球網路交換器市場規模可達 386.3 億美元，年成長率約 3.0%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-5 2022~2026 年全球 Switch 產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

全球 Switch 產業，主要由 Cisco、Arista、華為、HPE、Juniper、Dell、Extreme Networks 等設備國際品牌大廠主導，我國 Ethernet Switch 品牌業者則以友訊(D-Link)、合勤(Zyxel)為代表。

Cisco 為 Switch 全球領導廠商，2023 年全球市占率達 43.7%，營收相較 2022 年增加 22.2%。近期 Cisco 針對旗下 Catalyst 9000 系列的 9300 和 9400 推出新款型號，可支援 Wi-Fi 6 和 5G 連接，以及新興的 PoE(Power over Ethernet)技術,實現更智慧高效的供電管理。2023 年 6 月，Cisco 推出新的 SaaS 工具和 400G 資料中心交換器，以滿足不斷成長的網路需求。

全球市占第二的 Arista，在 2023 年交換器全年營收成長 35.2%，整體市占率約為 11.1%。推出新一代 7800 系列網路交換器產品，採用更快的處理器和記憶體提升交換效能和吞吐量。此外，Arista 也持續投入人工智慧網路自動化技術的研發，推出升級版的 DANZ Monitoring Fabric，強化網路分析和可視化能力，結合機器學習算法,提供智慧化的網路故障診斷和問題預測功能。

表 4-1-5 全球 Switch 產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/重要性	近一年發展動向	發展策略
Cisco	● 全球 Switch 市占第一(43.7%)	● 推出新一代 Catalyst 9000 系列交換機 ● 持續加強 SDWAN 和 SD-Access 技術的整合 ● 重點關注可持續發展和網路能耗優化	● 持續創新交換機產品能力，聚焦 5G、工業互聯網等新興應用 ● 深化網路自動化和可持續發展等關鍵技術
Arista	● 全球 Switch 市占第二(11.1%)	● 推出新一代 7800 系列網路交換器產品 ● 持續投入人工智慧網路自動化技術的研發 ● 增強雲端和 5G 網路應用的解決方案能力	● 持續專注於網路產品創新，提升自動化和雲網融合等關鍵技術 ● 拓展在電信、金融等產業的市場份額，鞏固 Arista 在數據中心網路領域的領先地位

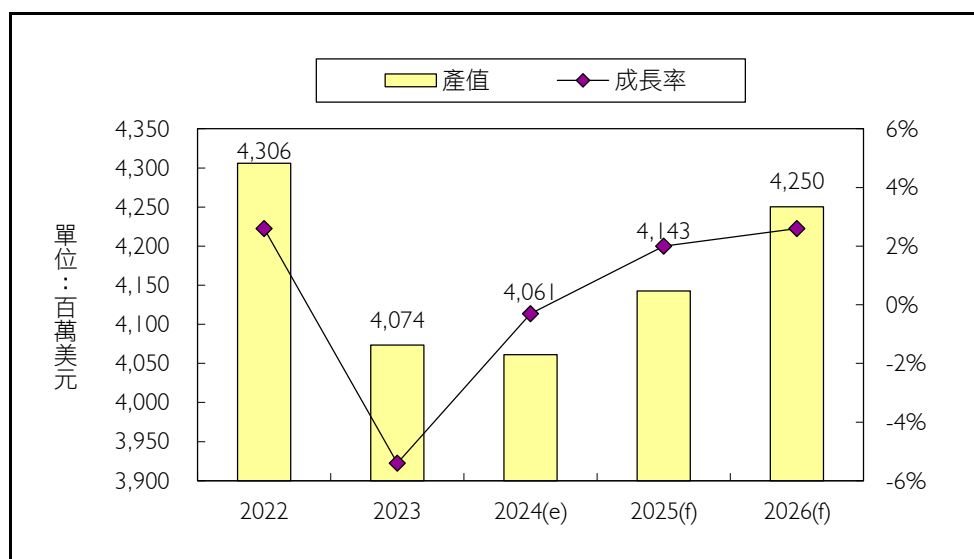
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

六、IP STB 產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年，電視網路日益數位化和數位廣播技術的進步是推動 STB 市場成長的關鍵因素，此外消費者越來越需要高畫質影片，以及加值服務，如頻道包訂閱、高清 4K 頻道和互動視頻等。唯近年成長較大的亞洲市場，如中國大陸 IPTV 市場逐漸飽和，加上因通膨及升息造成消費者購買力下降，電視機需求下滑，也間接導致 STB 出貨下滑，使得 STB 出貨大幅衰退。整體而言，2023 年全球 IP STB 市場規模達約 40.7 億美元，衰退約 5.4%。

展望 2024 年，2024 年第一季歐美等地區需求未見好轉，壓抑 STB 需求，但預期隨著各種技術進步，如運動感測器、藍牙連接、IoT 整合，以及機上盒引入互動式遊戲平台、虛擬實境和人工智慧的支援，推動對 IP STB 產品的需求。此外，隨著 2024 年下半年廠商去庫存化落底調整結束，加上經濟復甦，以及奧運活動加持，有機會帶動機上盒需求回溫。整體而言，預估 2024 年 IP STB 產值達 40.6 億美元，微幅衰退約 0.3%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-6 2022~2026 年全球 IP STB 產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

1. Sagemcom

Sagemcom 是一家法國工業集團，也是寬頻、影音解決方案和能源市場高附加價值通訊終端機和解決方案領域的全球領導者。依靠自有工廠和遍布各大洲的產業合作夥伴，Sagemcom 每年為全球客戶設計、製造和供應超過 4,000 萬台終端機。Sagemcom 擁有 5,500 名員工，遍布 50 多個國家。2008 年，Sagemcom 透過槓桿收購(LBO)形式從賽峰集團(Safran)中分割出來，至 2023 年成為全球第一大 IP STB 業者，產值市占率約為 12.2%。Sagemcom 不斷投入下世代 IP STB 新機種功能之研發，包含數位錄影(Digital Video Recorder, DVR)、4K/UHD、高動態範圍成像(High Dynamic Range, HDR)、語音助理等，以滿足未來市場趨勢。

例如 2023 年德國營運商 Tele Columbus 選擇 Sagemcom 的 4K UHD Android TV 混合機上盒，用於部署新的混合有線和多螢幕解決方案 PUR TV 服務，該服務除可提供強化 AI 個人化卓越使用者體驗，還與 OTT 內容相結合，包括 Netflix、Prime Video、Disney+ 和 YouTube 等熱門應用程式安裝於機上盒，以及配有四個 DVB-C 數位調變器、Wi-Fi 6 等。

2. 中興通訊

中興通訊是 2023 年全球第二大 IP STB 業者，全球產值市占約為 11.9%。中興通訊是全球性電信設備與網路解決方案提供商。其藉由提供純 OTT 模式、IPTV+OTT 解決方案與數位視訊廣播 DVB+OTT 等三種方案與全球營運商進行合作，幫助營運商抵抗來自 OTT TV 的競爭，使 IPTV STB 逐步成為家庭媒體娛樂中心。近年也逐步跨入 4K Android TV 機上盒，藉此提供營運商在傳統 IPTV 業務的基礎上，能夠整合 Android TV 生態系統，以提升用戶體驗。此外也將 Google 語音系統整合至 STB，具備降噪功能，可在嘈雜的環境中收聽來自用戶的每條命令，並支援 HDR 格式，通過藍牙與 Wi-Fi 可連接各種智慧家電等。

此外中興通訊也與晶晨合作推出中興 8K 機上盒，該 8K 機上盒提供沉浸式 4K UI 和增強的超高畫質影像品質，為觀眾帶來卓越的視聽體驗。另

外它也配備 AI 運算功能，可讓觀眾在電視上即可享受數位博物館、數位影院、數位遊覽等 3D 數位服務，至 2023 年該機上盒已經在四川成都多個行動營業廳使用。最後中興通訊也提出 vSTB 解決方案，利用雲端運算能力對機上盒做能力補充，建立端雲協同機制，將原本安裝、運行在機上盒內的功能上移至雲端運作，例如 vSTB 解決方案可將 VR 內容在雲端編碼、壓縮，再下傳至機上盒終端，僅需一台機上盒，用戶就能體驗 VR 影音內容。

表 4-1-6 全球 IP STB 產業重要廠商發展動向與策略

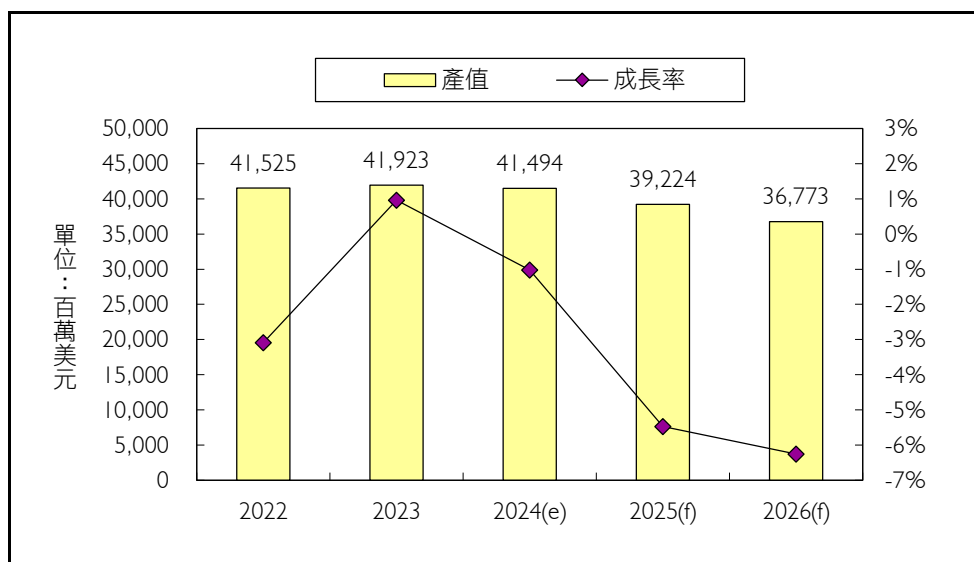
廠商名稱	在產業中的地位/ 重要性	近一年發展動向	發展策略
Sagemcom	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年全球市占率 12.2% 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年與德國營運商 Tele Columbus 合作推出 4K UHD Android TV 混合機上盒，用於部署新的混合有線和多螢幕解決方案 PUR TV 服務 	<ul style="list-style-type: none"> 投入下世代 IP STB 新機種功能之研發，包含 4K/UHD、語音助理、整合 OTT 功能等 積極與各地電信商合作發展當地需求功能之機上盒
中興通訊	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年全球市占率 11.9% 	<ul style="list-style-type: none"> 推出與晶晨合作的中興 8K 機上盒，並於四川成都開始使用 推出 vSTB 解決方案 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由提供 OTT、IPTV/OTT 與 DVB/OTT 等解決方案與全球營運商進行合作 近年開始提供支援 Android TV 之 4K UHD 機上盒 整合 AI、5G 網路與 STB 產品

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

七、局端與輕局端產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年，5G 基礎建設由東協、印度等新興市場接力。愛立信(Ericsson)指出全球 5G 用戶成長超乎預期，2023 年底已達 16 億，預估 2029 年達到 53 億，帶動電信商的營收也持續成長，將有助於下一階段的 5G 發展。無線固網接入(FWA)在寬頻未服務或服務不足的市場中尤其受重視，為電信商提供具吸引力的收入成長潛力。全球已有 40 個 5G 獨立組網(SA)進入商用階段，5G 網路切片與專網的企業與政府應用將成為下階段的發展重點。2023 年全球局端與輕局端市場規模估計達到 419.2 億美元，年成長率為 1.0%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-7 2022~2026 年全球局端與輕局端產業市場趨勢

展望 2024 年，部份市場面臨經濟挑戰及地緣政治不確定性，如俄烏衝突延續多年未解，以色列哈瑪斯衝突恐觸發周邊國家連鎖反應的憂慮，遞延相關基礎建設的需求。北美、西歐、東北亞 5G 用戶數持續成長滲透率提高，而 5G 基礎建設大致已具成果。5G-Advance 階段可觀察新型應用的發

展，特別是「生成式 AI」推升行動數據量進一步成長，受到終端裝置效能提升、數據密集型內容增多，將促使電信營運商持續投入，以強化與維護網路性能。2024 年全球局端與輕局端市場規模預估將達到 414.9 億美元，年成長率為-1.0%。

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

華為推進 5G-A 技術驗證和網路部署助力營運商客戶在全球 20 多個城市啟動 5G-A 商用驗證和測試。在中國，三大營運商已啟動全國重點城市的 5G-A 網路部署，並全面開展聯人、聯物、聯車、聯產業、聯家庭的五聯業務探索；在香港，營運商完成 C-band+毫米波的 5G-A 萬兆測速驗證，並啟動發放 5G-A FWA 業務；在芬蘭，營運商在商用網路上完成 5G-A 技術驗證，實現超過 10Gbps 峰值速率和 Passive IoT 的技術驗證；在德國，營運商通過 6GHz 多載波突破 12Gbps 峰值速率。

愛立信導入 AI 智慧節能網路解決方案，透過愛立信人工智慧和機器學習技術，實現網路智慧化營運，可節省超過 30%的能源消耗，並提升高溫預警能力。透過 AI 與機器學習技術，在不影響網路表現的情形下降低基地台能耗，協助電信商轉型邁向低碳未來。為協助電信業者部署兼具高性能、永續與開放的行動網路，愛立信發表 12 款全新硬體和軟體解決方案，包含無線、傳輸和天線產品組合。以旗艦產品 AIR 3225 為首，搭載新一代 Massive MIMO 愛立信晶片科技(SoC 架構)，與上一代無線設備相比能降低 25%能耗。

諾基亞(NOKIA)攜手導入智慧網路切片技術，透過 5G 獨立組網(SA)架構的網路切片(Network Slicing)技術，可保證企業關鍵應用所需頻寬，提供企業級生成式 AI 人工智慧應用。透過高效的 5G 基地台新世代設備，運用 AI 技術進一步降低 11%~39%用電量，提高設備使用效率，加速淨零步伐並降低網路營運成本。

三星電子(Samsung Electronics)宣布以創始成員身分加入 AI-RAN 聯盟，目標藉由結合 AI 科技與無線通訊技術，促進 6G 創新產業發展。三星計畫

運用此聯盟行動，結合 AI 與無線通訊技術，引領技術融合和服務創新。此外，三星亦憑藉其在半導體、AI 軟硬體技術、無線通訊系統與終端裝置等 AI 與無線通訊解決方案領域的業界領導地位，致力建構 6G 生態圈。三星研究院深信，AI 身為 6G 系統功能的原生部分，未來網路將顯著提升系統容量並擴大涵蓋範圍，達成全自動化和高能源效率。

表 4-1-7 全球局端與輕局端產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/ 重要性	近一年發展動向	發展策略
華為	● 全球第一大行動基礎設備業者，2023 年市占率為 28.7%	● 華為遭受美國制裁，5G 基地台內零組件逐步「去美化」；推出內建 7 奈米晶片的 Mate60 pro 手機，突破美國半導體封鎖	● 推動 5G-A 網路部署，推出超低功率的 5G 基地台，號稱業界獨家「0 Bit 0 Watt」(指沒有傳輸時零耗電)綠色解決方案，大幅降低 5G 基地台的耗電問題
愛立信	● 全球第二大行動基礎設備業者，2023 年市占率為 16.3%	● 愛立信和澳洲電信 (Telstra)採用第四代 AMD EPYC 處理器，為 5G 核心功能帶來能源效率與現代化	● 打造性能卓越的行動網路，以提供差異化服務與優質使用者體驗、並利用 AI 技術加速節能與減少碳排放、持續探索網路演進技術以打造安全可靠的網路
諾基亞	● 全球第三大行動基礎設備業者，2023 年市占率為 16.2%	● 推進智慧網路切片技術，透過 5G 獨立組網架構的網路切片技術，可保證企業關鍵應用所需頻寬，提供企業級生成式 AI 人工智慧應用	● 為企業和消費者開發更豐富實用的內容，更透過 AI 技術，實現高效率的資源利用與節能，同時藉由新世代設備降低網路營運成本
三星	● 全球第七大行動基礎設備業者，2023 年市占率為 2.3%	● AMD 與三星在電信領域持續合作，攜手推出由 AMD EPYC 處理器挹注效能的虛擬 RAN 解決方案	● 聚焦虛擬 RAN、核心網路、私有網路解決方案、到 AI 自動化工具，引領產業推動 5G 網路的未來發展

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

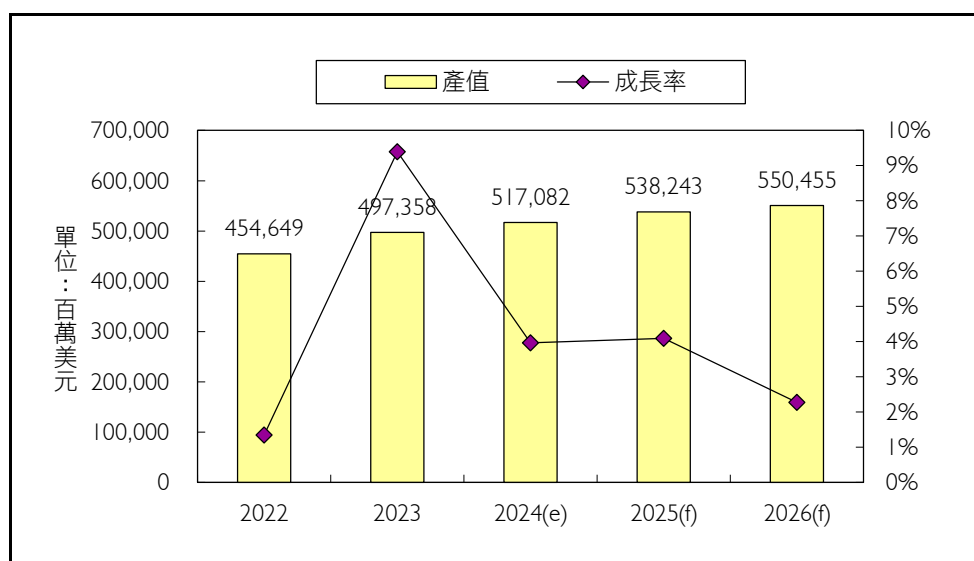
第二節 行動終端暨通訊服務產業

一、手機產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年，全球手機產值為 4,973.6 億美元，年成長 9.4%，其中智慧手機貢獻 94%；反觀銷售規模表現上，則為 1,308.8 百萬支，年減 5%，其中智慧手機佔 88%。從產值成長、銷售規模下滑，一則可見需求仍延續 2022 年受到總體經濟不振、通膨等因素而致使購買意願延後、舊機持有時間拉長，二則反應通膨下手機銷售的單價持續上升，同時消費者預期新機持有年限加長，購買高階或旗艦機種的意願增加，致使手機單價年增 15%。

展望 2024 年，全球手機雖在通膨下仍潛存需求不確定性，但從 2023 下半年的回溫跡象，可預期全年產值與銷售規模為正成長。2024 年產值預估為 5,170.8 億美元，年增 4%，智慧手機將貢獻近 97%；全年銷售規模則估為 1,325.8 百萬支，年增 1.3%，智慧手機將貢獻近 90%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-8 2022~2026 年全球手機產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

全球手機產業主要表現在智慧手機的變革，2023 年全球智慧手機的前三大品牌而言，依序為 Apple(美國)佔 20.2%、Samsung(南韓)佔 19.6%、Xiaomi(中國)佔 12.6%，較 2022 年市占表現，Apple 超越 Samsung 取得全球智慧手機龍頭地位，市占增幅 1.1%；Samsung 則位居第二，市占減幅 2%，高中低階全機種的布局策略僅高階維持成長動能；Xiaomi 排名第三，市占減幅微下滑 0.1%。

1. Apple

Apple 於 2023 年銷售規模達 233.8 百萬支，年增 1.7%，其產品策略持續延續 2022 年，iPhone 15 四款新機分為兩派，一派為採用 A16 核心舊晶片的 15 系列新機，提供高階機種相對親民價格；一派為採用 A17 核心新晶片的 15 Pro 系列新機，提供旗艦高規且高價的產品定位。新產品同時導入鈦金屬邊框與改用 type-C 接口，以因應歐盟針對消費電子產品永續的要求。

此外，Apple iPhone 組裝廠從原先鴻海、和碩、緯創等臺系代工供應的局面，轉多元分散策略以因應中國與非中市場的布局，因此不僅在產地去中心化，降低中國主力產地的比重外。同時供應商多元化，加入立訊(中國)、Tata 集團(印度)，推測主要是因應新供應商所屬國本土企業製造的政治策略布局。

同時在手機產業新議題中，繼 iPhone 14 支援衛星直連功能，後續新機種持續支援，並規劃新服務 2025 年底前仍提供用戶免費使用，並在 2023 年初僅支援美國、加拿大、法國、德國、愛爾蘭和英國等國，年底擴展到 16 個國家開通服務；而與衛星營運商 Globalstar 的合作，計畫於 2025 年再擴建與營運 17 顆低軌衛星，將其星群 85%資源供 Apple 使用。

2. Samsung

Samsung 於 2023 年銷售規模達 226.3 百萬支，年減 12.9%，為前三大智慧手機品牌商中，唯一在 2023 年每一季皆為負年成長。其產品定位涵蓋低/中/高階機種的 F 與 M 系列、A 系列、S 系列與折疊機種的 Z 系列，以往中階為其主銷售產品，通吃成熟與新興市場，然 2023 年因通膨衝擊 A 系列銷售表現在需求不振下明顯下滑，反由 S 系列與 Z 系列新機支撐需求。

在迎接智慧手機重要議題的衛星直連手機、GenAI 功能、折疊機加持之下，Samsung 皆有相應的布局，在衛星直連手機下主要投注在晶片，以相容於 3GPP 標準協議下的 5G NB-IoT NTN 衛星雙向連結技術，透過旗下 Exynos Modem 5300 晶片完成手機直連衛星訊號的模擬測試，並與 Skylo 展示相關衛星連網影片，同時集團下的 Samsung NEXT 亦投資新創 NTN D2C 衛星營運商 AST SpaceMobile，然考量 D2C 需求仍未顯，尚未放入旗下手機產品。

GenAI 功能則在年初 S24 系列旗艦新機帶入中間世，有別於語音助理，GenAI 功能設計多從用戶常用手機操作模式下補足應用需求，包含圖片搜尋／編輯、通話即時翻譯，目前將先以 S 與 Z 系列等高階機種優先導入。

旗下 Z 系列折疊手機根據 DSCC 研究機構銷售市占分析，2023 年每季全球市占依序約 50%、33%、73%、45%，仍位居折疊手機之首，然陸系品牌新機種的湧現形成分食風險，DSCC 預估 2024 年華為可能在內需推力下超越 Samsung 在折疊手機領先地位。

3. Xiaomi

Xiaomi 於 2023 年銷售規模達 146.3 百萬支，年減 4.4%，受到兩大主力市場—中國(銷售佔比 25%)與印度(18%)，延續 2022 年下半年至 2023 上半年受通膨與需求不穩定影響，銷售規模呈上半年淡季大跌，下半年旺季回溫。

小米集團主打雙品牌策略，以 Xiaomi 與 Redmi 鎖定不同客群，並擁有獨立品牌 POCO 主打海外市場。Xiaomi 品牌定位趨向高階化、產品精煉，2023 年以 Xiaomi 13 系列與 14 系列與 Mix Fold 3 新機為主，除了多數機種配置 Leica 高階光學鏡頭外，14 系列配置自研的龍晶玻璃，提升螢幕 Cover lens 硬度表現(宣稱達 860 維氏硬度)，同時 Mix Fold 3 採用自研龍骨轉軸，並導入自研澎湃 G1 電源管理晶片及澎湃 P2 充電晶片，其布局策略對應到小米 2023 年 8 月所宣布的「新十年目標」，即大規模投入產品底層核心技術，成為硬科技領導者。

Redmi 品牌與 POCO 則提供高性價比產品，後者偏向走電商通路，且採用 MIUI 定制操作介面，不同 Xiaomi 與 Redmi 所採用的 HyperOS(澎湃 OS)。

同時為了發展集團產品全生態融合，在 2023 年 10 月推出人車家全生態的新戰略，將旗下智慧終端、AIoT 設備與平台、智慧電動車系統進行全產品生態串聯，推出基於 Android 作業系統架構下的小米澎湃 OS。

表 4-1-8 全球手機產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/ 重要性	近一年發展動向	發展策略
Apple	<ul style="list-style-type: none">2023 年全球智慧手機銷售規模市占比 20.2%，排名第一	<ul style="list-style-type: none">2023 年 Apple iPhone 手機產品策略延續 2022 年，推出親民 iPhone 15 系列，延續採用上一年的核心晶片；旗艦版的 iPhone 15 Pro 系列則採用新核心運算晶片新機導入鈦金屬新邊框材質及改用 type-C 接口，以因應歐盟在產品永續的要求	<ul style="list-style-type: none">旗下智慧手機支援衛星直連(D2C)功能，主要供 NTN 緊急救援之需，預計 2025 年後該手機服務逐步轉付費商模持續強化供應商與產地分散策略持續推動產品永續策略
Samsung	<ul style="list-style-type: none">全球市占 19.6%，排名第二	<ul style="list-style-type: none">低中高階全系列機種布局，然中階銷售明顯下滑，僅由高階機種支撐	<ul style="list-style-type: none">折疊機種往中低價位滲透，以因應近一兩年陸系品牌折疊機種問市的分食推出 GenAI 功能深化旗艦機種硬體與體驗差異持續推動產品永續策略，移除耳機與充電頭的標配
Xiaomi	<ul style="list-style-type: none">全球市占 12.6%，排名第三	<ul style="list-style-type: none">旗下擁有 Xiaomi、Redmi、POCO 等品牌，持續以高性價比、業界硬體高規產品定位拓展Xiaomi 品牌布局高階化，導入自研科技如電源管理晶片與系統、轉軸、螢幕 cover lens	<ul style="list-style-type: none">推出「人車家全生態」戰略投入「新十年目標」開發自研平台與澎湃電池管理晶片

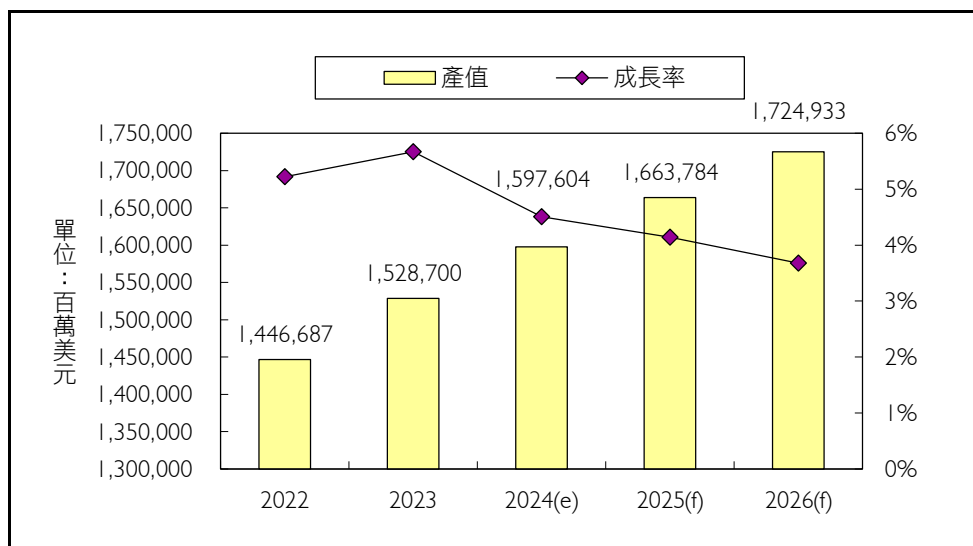
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

二、通訊服務產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年，因應電價高漲、通貨膨脹、歐盟課徵碳稅等挑戰，電信產業發展更聚焦高效與節能解決方案。隨著基礎設施廣布，逐步邁向獨立組網、網路切片與專網應用，開放網路生態系將持續擴大。元宇宙仍是熱門變現服務，電信業者開始從消費端走向發展企業元宇宙，從數位雙生、結合 AR/VR 眼鏡使用，更廣泛地運用在企業生產流程與前端研發設計。2023 年全球通訊服務市場規模估計為 1 兆 5,287 億美元，較 2022 年成長 5.7%。

展望 2024 年，生成式 AI 於 2023 年崛起後，任何人都能透過自然語言使用 AI 技術，主要應用有翻譯、摘要、寫作、對話機器人，應用開始普惠到個人。未來邊緣 AI、終端 AI 發展後，AI 將隨身化、行動化、食衣住行育樂，無所不在。隨著數據量激增，電信業者以 5G 為基礎，強化邊緣運算、提供低延遲、大頻寬、資料不落地的算力服務資本投入，以支持生成式 AI 整合服務。預估 2024 年全球通訊服務市場規模預估為 1 兆 5,976 億美元，較 2023 年成長 4.5%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-9 2022~2026 年全球通訊服務產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

2023 年 AT&T 持續增強北美最大的無線網路並擴展最可靠的 5G 網路，已覆蓋超過 2.1 億人口。其發展光纖網路，覆蓋超過 2,600 萬個消費者和企業地點。展望 2024 年，AT&T 目標達成無線服務收入成長 3%，寬頻收入成長 7%以上。AT&T 計劃透過增加優質客戶、擴展光纖網路以及探索融合連接機會。2024 年資本投資預計將在 210 億至 220 億美元之間。預估 2024 年營收可達 1,261 億美元，較 2023 年成長 3.0%。

中國移動 2023 年實現營收 1 兆 93 億元(人民幣，以下同)，較 2022 年成長 7.7%。其中個人市場，收入達到 4,902 億元、家庭市場收入達到 1,319 億元、政企市場收入達到 1,921 億元、新興市場收入達到 493 億元、數位內容收入達 280 億元。2023 年中國移動資本開支完成 1,803 億元，2024 年預計資本開支約為 1,730 億元，較 2023 年下降 4.0%。2024 年中國移動將打造「模型即服務」，向千行百業提供軟硬結合的「AI 算力+大模型」服務；同時建構 AI 產品，推動行動雲盤、視訊彩鈴、5G 新通話等產品 AI 化升級。而在產業 AI 應用的拓展方面，2024 年將推動醫療、教育、製造業、能源、交通等熱門產業 AI 應用突破。

表 4-1-9 全球通訊服務產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/重要性	近一年發展動向	發展策略
AT&T	<ul style="list-style-type: none">● 全球第一大通訊服務業者● 美國第一大通訊服務業者	<ul style="list-style-type: none">● 光纖已成為 AT&T 消費寬頻重要營收動能，並樂觀看待美國 5G FWA 在農村的滲透率提升，2023 年 5G、光纖資本開支全年達 179 億美元	<ul style="list-style-type: none">● 持續擴大 5G、光纖網路覆蓋率、骨幹網路承載能力，以提升網路服務體驗
中國移動	<ul style="list-style-type: none">● 全球第二大通訊服務業者● 中國第一大通訊服務業者	<ul style="list-style-type: none">● 2023 年客戶總連接數達到 33.5 億，淨增 4.1 億，5G 網路用戶端、家庭寬頻客戶、政企客戶均圓滿完成年初發展目標。產品方面，打造數智服務「產品雁陣」，取得良好實效	<ul style="list-style-type: none">● 全面升級智慧家庭生態，重點聚焦泛安全、健康養老、全屋智能、智慧社區、智慧教育、家庭辦公等場景

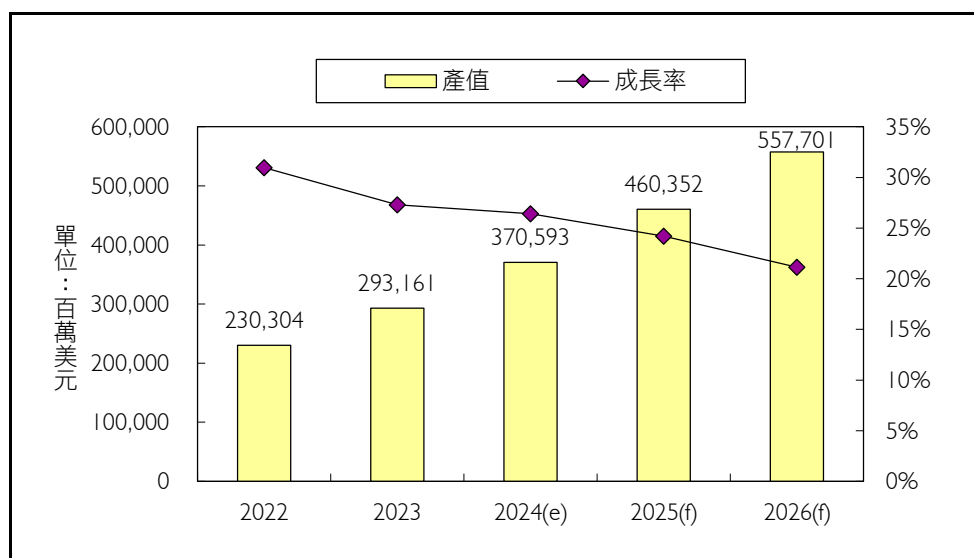
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

三、雲端服務產業

(一) 五年市場統計

回顧 2023 年，隨著混合雲和多雲環境成為主流，未來客戶將不只有一個雲端服務供應商，雲端供應商將開始思考如何在不同雲端間建立跨雲功能，以提供客戶簡化且多元的多雲服務。此外，根據 IDC 研究指出 2023 年企業雲端大數據與分析的投入將首次超越在地端的部署，顯見企業對雲服務的重視。整體而言，全球雲端基礎設備與服務產業 2023 年市場規模約為 2,932 億美元，成長率達 27.3%。

展望 2024 年，雲服務市場呈現持續成長的趨勢，預期整體市場規模將達 3,706 億美元，成長率約 26.4%。從人工智慧、生成式 AI 到大數據分析等技術的快速發展，企業為因應市場不確性的挑戰、維持業務靈活性、市場競爭優勢等，雲端策略已從單純儲存和運算，轉變為更全面的戰略布局，將更重視合規性、安全性與永續發展。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 4-1-10 2022~2026 年全球雲端服務產業市場趨勢

(二) 主要廠商發展動向與策略分析

全球雲端基礎設備與服務廠商方面，主要雲端服務領導品牌有 AWS、Microsoft Azure、Google Cloud、阿里雲、IBM 等。2024 年第一季市占率前三大服務供應商為 AWS，市占率最高為 31%、其次為 Microsoft Azure，市占率為 25%、第三為 Google Cloud，市占率為 10%。在伺服器方面，主要領導品牌有 Dell、HPE/H3C、Supermicro、Inspur、Levono、IBM 等。由於 AI 應用快速擴散至企業端，大型企業對於 AI 伺服器的採購意願強烈，因此品牌伺服器業者的訂單增加。

表 4-1-10 全球雲端服務產業重要廠商發展動向與策略

廠商名稱	在產業中的地位/ 重要性	近一年發展動向	發展策略
AWS	<ul style="list-style-type: none">● 全球雲端服務市占第一品牌商● 市占率約 31%	<ul style="list-style-type: none">● 為滿足市場 AI 需求，投入超大規模資料中心的建置● 與 D-Orbit、Unibap 太空公司合作，在低軌衛星 (LEO) 整合邊緣運算和 AI/ML，讓客戶透過雲端直接在 LEO 上收集和分折有價值的太空數據● 自行設計基頻晶片 Prometheus，用於消費市場端的天線、以及 Kuiper 衛星、地面閘道器天線上，處理每顆衛星高達 1Tbps 的網路流量	<ul style="list-style-type: none">● 結合電信商、系統整合商、品牌伺服器業者等，布局邊緣雲、IoT 邊緣雲、5G 行動邊緣等● 在雲端整合資安服務上，透過併購、夥伴合作方式，強化端、網、雲資安防護能力● 整合 5G、衛星通訊，確保客戶可從全球各地上雲，從而直接存取與分折太空數據後，再進一步進行數據加值創造
Microsoft Azure	<ul style="list-style-type: none">● 全球雲端服務市占第二品牌商● 市占率約 25%	<ul style="list-style-type: none">● 受益於投資 OpenAI，在生成式 AI 領域取得領先地位，讓微軟全球市占率上升 2%● 2023 年 1 月 Azure OpenAI 服務上市，讓企業客戶可申請 GPT-3.5、Codex、DALL·E 2 等 AI 模型	<ul style="list-style-type: none">● 持續加強 Azure 平台架構的優化，以提供業務為中心的服務● 透過無所不在的連線能力、太空數據、AI、以及開發者工具來延伸雲端服務平台功能，同步帶動產業生態系發展

表 4-1-10 全球雲端服務產業重要廠商發展動向與策略(續)

廠商名稱	在產業中的地位/ 重要性	近一年發展動向	發展策略
Microsoft Azure (續)		<ul style="list-style-type: none">• 推出生成式 AI 資訊安全助手 Copilot，旨在協助資安專業人員快速發現潛在威脅、加快反應速度並強化團隊專業知識，提升企業的資訊安全防護能力	<ul style="list-style-type: none">• 企業應用擴展：例如提高財務作業效率、提供更佳的客戶服務體驗、管理和操作企業環境等，並開發自訂的生成式 AI 應用程式和 Copilot
Dell	<ul style="list-style-type: none">• 全球伺服器市占第一品牌商• 市占率約 12.5%	<ul style="list-style-type: none">• 升級 PowerMax 、PowerStore 企業儲存解決方案：提升性能、基礎設施現代化、Apps-ON 的擴展能力• 將從基礎架構、模型、訓練、應用程式開發與部署，直至推論和簡化結果，協助企業將 AI 整合至核心業務	<ul style="list-style-type: none">• 以 AI-In、AI-On、AI-For 與 AI-With 四大策略落實 AI 應用，並從五大創新關鍵著手，推動企業提升永續數位競爭力• 推出多款針對 AI 運算力、自動化、永續節能等符合市場需求的伺服器產品• 面對不同邊緣層次所需的產品，採用通用型產品，也就是將既有設備新增新一代 AI 運算效能的模式切入
HPE/H3C	<ul style="list-style-type: none">• 全球伺服器市占第三品牌商• 市占率約為 7.8%，較去年同期減少	<ul style="list-style-type: none">• 優化 HPE GreenLake 邊緣到雲端平台：讓需要在不同環境中部署應用和運算數據的企業彈性配置資源，且所有操作在一致性界面• 布局 AI 推論運算解決方案	<ul style="list-style-type: none">• 顧問服務、解決方案、邊緣或雲端等服務皆為合作夥伴、客戶提供一站式服務，以滿足其業務需求• 持續擴展合作夥伴生態系和市場產品，提供完整之解決方案；並利用 AI 和預測分析技術改善自我優化服務流程

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

第二章 新南向國家

第一節 網路與通訊產品產業

臺灣具備豐沛的網路通訊產業，產業鏈的上游包括組成各類通訊終端之零組件供應商，如網路 IC、記憶體、印刷電路板、微處理器、主/被動元件、機殼、線材等其他零組件；下游為各類終端應用產品之供應商，含各種網路及通訊設備業，如數據機、網路卡、路由器、傳輸設備、行動電話、衛星通訊設備等級電信服務業。網通產業的商機，往往與當地的電信產業發展進程及各國政府政策息息相關。此外，政府、企業或家計部門對於智慧裝置及設備的需求，亦帶動網通產品的市場商機。臺灣具備豐沛的資通訊產業發展能量，可協助發展中國家改善網路通訊情況，並可為當地發展智慧城市作為堅實後盾。

在網路通訊產業方面，臺灣網通產業長期以來都以中國為主要生產基地，但受到美中貿易戰、Covid19 疫情影響，臺商基於風險分散、多元布局的考量，紛紛將生產基地從中國轉往其他國家，特別是東南亞等新興國家成為熱門的投資地點。在全球供應鏈重組之下，東協重點五國印尼、泰國、越南、馬來西亞、菲律賓是主要受益國家。這些國家皆有簽訂全球最大的自由貿易協定—區域全面經濟夥伴協定(RCEP)，該協定的全體成員國合計占全球貿易總額的四分之一以上。由於美中貿易矛盾關係加劇，促使各國與印度、東協各國建立更密切的合作。

在地緣政治風險持續影響下，分散據點成為企業布局的策略主軸，2023 年臺灣企業於南向的投資動能強勁，根據經濟部投資審議司統計，2023 年臺灣於南向 6 國總投資金額達 28.6 億美元，年成長率 112%。越南為臺灣企業投資最多的國家，2023 年整體投資金額為 10.3 億美元。泰國排名第二，金額為 9.2 億美元。在產業趨勢方面，電子製造業仍為主力產業，電動車、數位轉型等相關產業為未來十年各國競逐的焦點，亦成為中長期經濟發展的核心成長動力。

表 4-2-1 東南亞網通產業當地產業政策與需求

國家別	當地產業政策	當地產業需求
印尼	<ul style="list-style-type: none">• 印尼政府已在 2020 年發布印尼人工智慧國家策略(Stranas KA)包括人工智慧倫理和政策、人工智慧人才發展、數據生態系統和人工智慧發展基礎設施。印尼金融服務管理局(OJK)亦於 2023 年 12 月制定人工智慧相關規範。	<ul style="list-style-type: none">• 微軟於 2024 年宣布將在未來 4 年於印尼投入 17 億美元，用於雲端服務以及人工智慧(AI)相關發展，其中包括資料中心的建立。此項投資將為印尼帶來「最新的 AI 基礎架構」。• 2024 年 4 月 NVIDIA 計劃與印尼電信大廠 Indosat Ooredoo Hutchison 合作，共同投資約 2 億美元在印尼建造一座 AI 中心，雙方也將增強當地電信網路基礎設施、培訓人力。此兩家公司合作具有戰略意義，希望透過技術轉移，讓印尼可成為全球 AI 重要參與方之一。
越南	<ul style="list-style-type: none">• 越南總理於 2024 年 2 月下旬提出，指定國營企業為主導力量，引領創新、數位轉型和經濟復甦，普及數位基礎設施，發展數位經濟。	<ul style="list-style-type: none">• 越南以優越的地理位置、快速發展市場及與多國簽訂自由貿易協定等優勢，吸引國際手機及電腦相關電子供應鏈廠商至當地投資設廠。• 除手機等通訊產品貢獻外，近年因大廠增加越南當地封測產能，帶動半導體對電子產品出口成長貢獻之動能。
泰國	<ul style="list-style-type: none">• 泰國政府積極推動「泰國 4.0」計畫，促進產業升級成自動化、數據化及智慧化，並在各產業領域引入新技術以提升傳統產業並加強新興產業的發展。• 泰國政府同時致力於「東部經濟走廊」(EEC)的建設，將泰國轉變成以高科技、高附加價值與高創造力的國家。另外，也積極開發電子錢包與陸橋計畫，以及提升本地 PCB 及新能源車產業。	<ul style="list-style-type: none">• 微軟與泰國政府簽訂合作備忘錄，願景是創造「數位優先、AI 驅動的未來」。該計畫目標是在 2030 年，將泰國打造成地區的數位經濟中心，強化創新與研發能力，以及科技人才發展。微軟不僅將在泰國建立新的資料中心，也會有雲端和 AI 基礎設施投資，以及培養至少 10 萬名能夠駕馭 AI 工具的人才。

表 4-2-1 東南亞網通產業當地產業政策與需求(續)

國家別	當地產業政策	當地產業需求
馬來西亞	<ul style="list-style-type: none"> 馬來西亞柔佛州(Johor)已成為大馬資料中心建設的主要據點，鄰近新加坡地利之便，加上相對便宜的土地、水、電資源，以及美中貿易衝突局勢，都吸引更多跨國企業。馬來西亞政府支持塞德納克科技園(Sedenak Tech Park ; STeP)以及努沙再也科技園(Nusajaya Tech Park)，扮演產業加速器角色。 	<ul style="list-style-type: none"> 馬來西亞目前也是東南亞地區資料中心重要投資區域，2024-2025 年將有 5 條鏈結馬來西亞及周邊國家甚至歐洲國家的新海底電纜投入啟用，將大幅增加馬來西亞的數位基礎設施韌性。
印度	<ul style="list-style-type: none"> 印度 2023 年 5 月 17 日公布一項擴大激勵計畫，旨在刺激 IT 硬體在當地生產。莫迪力倡 Make in India 政策，積極到海外招商，試圖讓印度成為「全球製造中心」，吸引外商爭相赴印投資。 印度政府推動「在印度製造」、「數位印度」、「技能印度」、「智慧城市」等政策，積極吸引各國投資與技術合作。 	<ul style="list-style-type: none"> 印度近年來無論是在 AI、數據分析、數據科學或大數據領域，IT 技術都蓬勃發展。IT 產業成長速度和規模發展非常之快，隨著大約 5.6 億的網路用戶，印度現在是中國之後的第二大線上市場，印度在 IT 產業極具發展潛力。

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

表 4-2-2 東南亞網通產業臺商能量與競爭者分析

國家別	臺商布局能量	當地競爭者分析
印尼	<ul style="list-style-type: none"> Garmin 近期決定南向擴廠，地點落在東南亞地區，包括印尼、越南、馬來西亞，初期產線以車用導航 OEM 產品為主。Garmin 在東南亞生產是為就近服務汽車客戶在當地供應鏈，預計最快 2026 年正式投產。 和碩於 2023 年 5 月表示，已分別在越南與印尼工廠與當地電信業者合作 5G POC 案，目前進入測試階段，並有望於 2023 年底或 2024 年實際上線，接下來也會針對 5G 整廠輸出、5G 專網及低軌衛星有諸多布局。 	<ul style="list-style-type: none"> 印尼電信與華為印尼公司於 2024 年 3 月在首都雅加達舉行 5G 智慧倉庫和 5G 創新中心開幕式。華為協助印尼政府和當地產業進行數位轉型。
越南	<ul style="list-style-type: none"> 在智慧裝置方面，英業達在智慧型手機、遊戲耳機等產品陸續出貨帶動、核心 5G 相關事業的市場持續成長，以及越南廠訂單陸續回歸且增單等因素的帶動下，智慧裝置在 2024 年將較 2023 年成長，且主要成長動能將落在下半年為主，約將佔全年的 60%。 廣達於 2023 年 4 月董事會通過在越南設立子公司，預計投資 5,000 萬美元。主要生產產品以 PC 及消費性電子為主。業界傳出設廠地點將在越南北部南定省。 	<ul style="list-style-type: none"> 蘋果公布 2023 財政年度(FY23)全球供應鏈清單(Supplier List)，降低供應鏈過度集中並仰賴中國的風險，開始轉往越南生產。2023 年蘋果在越南的供應商數量有 35 家，比 2022 年增加了 10 家，新增的中國供應商，包括瑞聲科技、英思特、領益智造、德賽電池、信維通信、欣旺達等，與臺廠形成競爭態勢。
泰國	<ul style="list-style-type: none"> 敬鵬 2024 年現有產能利用率可望向上提升，泰國的 PCB 產能預計在 2024 年上半、2025 年都有新產能開出，此外將持續投入低軌衛星板及汽車板。敬鵬臺灣廠區生產比重約 54%，中國佔 37%，泰國則是 8%。未來敬鵬會在泰國加快生產產能布局，目標先轉虧為盈，規劃對泰國廠現增 10 億泰銖，盼 2024 年全部廠區稼動率可達 90%。 	<ul style="list-style-type: none"> 2021 年起，泰國成為 PCB 產業的 China+1 投資聚集地，中、日、臺系 PCB 業者紛紛前往泰國投資設廠。自 2022 年底起，中系大廠紛紛宣布前進泰國設廠，預估 2026 年中系 PCB 海外生產之產值比重將提升至 1.5~2%。目前 PCB 投資熱潮集中於以曼谷及東部經濟走廊(EEC)的產業群聚地帶，週邊集結泰國六成以上汽機車及電子製造業工廠。

表 4-2-2 東南亞網通產業臺商能量與競爭者分析(續)

國家別	臺商布局能量	當地競爭者分析
馬來西亞	<ul style="list-style-type: none"> 和碩宣布在馬來西亞成立子公司砸下 1,200 萬美元(約新臺幣 3.9 億元), 新廠計劃生產消費性電子產品, 主要包括遊戲機、平板與物聯網(IoT)設備。 	<ul style="list-style-type: none"> 近年來華為開始在馬來西亞發展消費性電子產品, 藉由智慧型手機切入馬來西亞市場。華為為了開發 APP 生態圈(整合手機、平板和筆電), 華為通過大規模廣告和置入行銷推廣筆電, 使得華為品牌聲量急速上升。
印度	<ul style="list-style-type: none"> 自 2023 年起, 宏碁與印度當地供應鏈業者合作良好, 業者希望能夠生產更多機款和產量。印度已經成為宏碁第二大市場, 僅次於美國, 出貨量與營收皆然。宏碁打算提升消費級 NB 在當地的銷售, 並與當地供應鏈業者討論, 以增加產能。 華碩在印度推出電競筆電、電競手機等產品, 並和印度當地業者合作, 華碩位於印度的供應商多半是負責組裝業務, 華碩未來將有更多零組件在當地製造。2024 年開始, 開拓印度商務 NB 市場將成為重點之一。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年印度整體市場達 1.46 億支手機, 各大品牌在印度手機市占依序為韓國三星 17%、中國 Vivo 15.2%、中國 Realme 12.5%、中國小米 12.4%、中國 Oppo 10.3%、美商 iPhone 6.4%, 中國 4 個品牌合計市占 50.4%。

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

表 4-2-3 東南亞網通產業臺商優劣勢與機會分析

國家別	臺商優劣勢	臺商機會分析
印尼	<ul style="list-style-type: none"> ● 優勢：(1)印尼投資部公布 2024 年第 1 季外人投資統計，臺灣投資總額約 3,811 萬美元，為印尼第 23 大投資來源。外資主要投資業別為金屬產業、礦業及「運輸、倉儲及通訊產業」等；(2)由於是美中貿易戰的供應鏈重組和電動車產業發展趨勢，對擁有廣大年輕勞工、工資低廉的印尼而言更是機不可失。 ● 劣勢：由於印尼的准證審核與稅務制度較為繁雜、公務人員薪資偏低，多數稅務人員與油、電、水等公營事業員工效率偏低，且自行訂定收費規則，司法及海關體系亦不甚透明。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 印尼政府積極發展智慧城市(Smart City)，例如利用 IoT 科技監督路況、公共交通、監控公共場所如垃圾回收等，或是利用智慧測量表來管控能源利用避免浪費。印尼政府朝向提升數位科技來解決城市問題，其中以發展「100 個智慧城市計畫」為目標，包括智慧政府、智慧社會、智慧生活、智慧環境、智慧經濟、智慧品牌等領域，可為臺商切入智慧城市商機之機會。
越南	<ul style="list-style-type: none"> ● 優勢：(1)2024 年 4 月份越南電腦、電子產品及其零件進口金額達 76 億美元。累計本年前 4 個月該類產品進口總額約達 316.5 億美元，較去年同期成長 24.3%，為越南進口金額最大之產品，最大進口來源國為中國、韓國、臺灣及日本，佔越南電腦、電子產品及其零件進口總額之 81.3%。 ● 劣勢：(1)越南近年來經濟快速發展，自然環境隨之惡化，環保意識亦日益提高；越南政府亦公開承諾到 2050 年實現淨零排放，惟尚未公布具體因應淨零碳排及碳中和的相關法令及獎勵措施，企業推動時尚無所依據；(2)我商與越商訂定之書面合約，多僅越文版本，即便同時簽署越文及其他語文版本，在正式簽約前，務必請他人核校合約內容及翻譯有無出入。以往發生臺越廠商已協議之草案，在正式簽署時，因越方擅改內容，而我方未予詳察，以致日後發生糾紛。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 越南電子產業進出口總額創近 10 年新高，在加工及製造業出口居領先地位，占越南 GDP 之 30~40%。越南電子產業主要以生產零配件及組裝電子產品為主，如手機、筆電、螢幕顯示器等。目前電子產業聚落位於越南北部地區之海防市、北寧省、北江省、河南省及永福省；而越南南部地區則為胡志明市及平陽省為主。越南電子產業供應鏈體系與人力資源尚屬發展初期，投資者宜有適切規劃，可推動在地深耕與共榮合作方案。

表 4-2-3 東南亞網通產業臺商優劣勢與機會分析(續)

國家別	臺商優劣勢	臺商機會分析
泰國	<ul style="list-style-type: none"> • 優勢：(1)臺泰產業界持續有密切的互訪、合作與交流，在產業合作方面，透過臺泰產業鏈結高峰論壇，在食品生技、紡織、智慧城市、自動化及循環經濟等領域進行合作，並已有多項成果。 • 劣勢：臺商投資泰國主要考量布局東南亞及前進亞洲市場，目前泰國政局及社會尚稱穩定，惟面臨勞工短缺及最低薪資連續調高等挑戰，泰國三方工資委員會於 2024 年 3 月核准部分地區每日最低工資調漲至 400 泰銖(1 泰銖約 0.89 新臺幣)。 	<ul style="list-style-type: none"> • 泰國政府已採取措施刺激國內對電動車的需求，並吸引廠商赴泰投資，目標是至 2030 年汽車總產量的 30%是電動汽車。對泰國而言，發展電動車將開啟新的無限商機，包含生物燃料生產、電力儲存技術、充電設備及智慧電子產品等，均有重要商機。 • 泰國工業發展程度與我國尚有差距，臺商可考慮以產業上下游合作方式，將技術層次低、勞力密集之產品零組件，以技術合作或合資的方式在泰國生產，並運回臺灣裝配後再出口，以充分發揮產業國際分工之競爭優勢。在考量我產業未來發展方向及泰國較具發展潛力產業，技術合作項目以電子、電器、汽車零組件、食品加工等產業為可行項目。
馬來西亞	<ul style="list-style-type: none"> • 優勢：(1)由於受到跨國企業進駐投資推動，馬來西亞柔佛州已崛起成為馬來西亞最大資料中心投資據點。目前柔佛擁有約 13 個資料中心；(2)我出口馬來西亞以電機與電子產品、精煉石油產品、鋼鐵製品等為大宗；自馬來西亞主要進口電機與電子產品、精煉石油產品、光學設備及零件等。 • 劣勢：(1)由於馬國面臨勞動人力不足問題，故不歡迎勞力密集產業投資，轉而鼓勵技術密集、資本密集產業投資，尤其電子、生化、機械等。 	<ul style="list-style-type: none"> • 馬來西亞之電機電子業發展超過 30 年，至今已發展成馬來西亞最重要的製造業以及最主要的外銷產業，許多國際大廠皆在馬投資，故在臺灣、日本等常可看到馬來西亞製造的家電產品。電子與電器產品仍為馬來西亞歷年來主要出口項目，占該國總出口額近四成左右。

表 4-2-3 東南亞網通產業臺商優劣勢與機會分析(續)

國家別	臺商優劣勢	臺商機會分析
印度	<ul style="list-style-type: none">● 優勢：(1)印度近年經濟發展迅速，潛藏無窮商機，我主要競爭對手國日本、韓國之企業分別自 80、90 年代起即開始積極布局印度市場，目前日本的汽、機車、機電設備產業，韓國的汽車、資通訊、家電、工程等產業已在印度建立相當的市場占有率及知名度。我國產業應著眼印度內需市場未來之成長動能，以長期眼光經營印度市場，方有機會逐步建立市場競爭優勢。● 劣勢：相較我國廠商在中國與東南亞國家之投資力道與數量，我商目前在印度投資之比例相對較低，對印度環境、市場、商業習慣、文化不熟悉、欠缺華人網絡關係、對印度夥伴與商業體系缺乏信任感為我商來印投資之主要挑戰。	<ul style="list-style-type: none">● 印度政府為促進手機、筆電、桌電、穿戴式裝置及伺服器電子設備的本土製造，提供優渥的誘因。2025 年印度電子產業商機將達 3,000 億美元，電子製造成長亦將帶動半導體需求，印度政府高達 300 億美元的半導體獎勵措施更是臺商進軍印度機遇。● 鑒於印度電子產品進口金額持續擴大，印度政府已將發展國內電子製造業列為重點政策，而電子產業向為我商強項，值得我相關電子廠商考慮來印度投資設廠。

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

參考文獻

1. 經濟部國際貿易署，貿協全球資訊網，
<https://www.taitraesource.com/default.asp>
2. 經濟部國際貿易署，全球商機資訊，
<https://www.trade.gov.tw/World/ListWorld.aspx?code=7020&nodeID=45>
3. DIGITIMES，科技網-東南亞、印度新聞報導，
<https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/ftcategory.asp?CnIID=9>
4. IEK 產業情報網，2024 年東協和印度政經重點觀察，
https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt_detail.aspx?indu_idno=11&domain=84&rpt_idno=135230106
5. 吳佩玲，眺望 2024 系列 | 新興市場重點產業發展與商機，IEK 產業情報網，
https://ieknet.iek.org.tw/iekppt/ppt_detail.aspx?actiontype=ppt&indu_idno=11&domain=84&sld_preid=7355

第Ⅴ篇 我國通訊產業個論

第一章 網路通訊設備產業

第二章 行動終端暨通訊服務產業

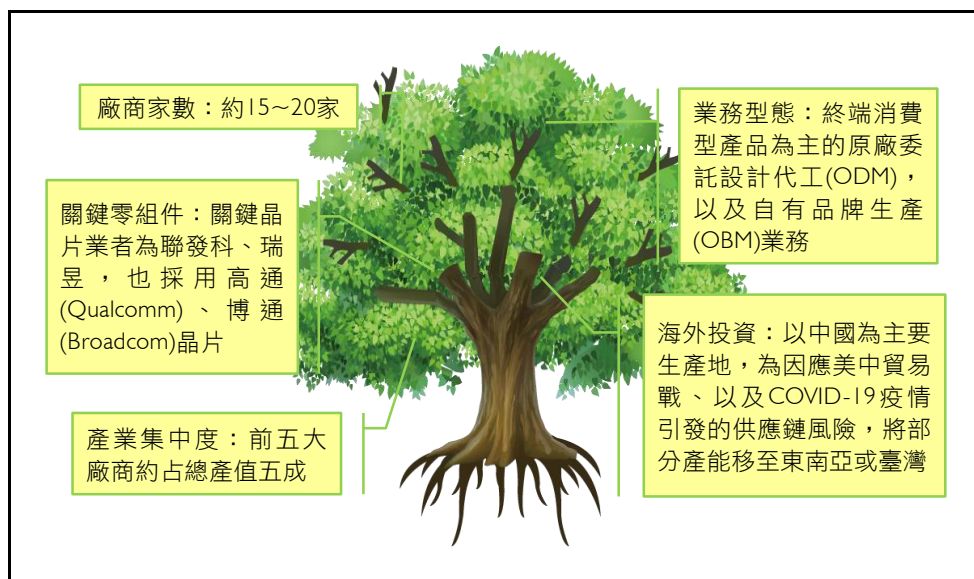
第三章 通訊產業聚落

第一章 網路通訊設備產業

第一節 WLAN 產業

一、產業概述

臺灣的 WLAN 產業從晶片、零組件、設計製造和組裝、品牌都有業者投入，整體結構完整，在全球 WLAN 產業中也佔有重要地位。我國 WLAN 產業(WLAN AP/Router、WLAN 模組/SiP)業者約有十多家廠商，例如中磊、友勁、友訊、正文、光寶、合勤、亞旭、明泰、建漢、海華、啟碁、智邦、智易、華碩、鴻海等。2018 年起美中貿易戰導致臺灣網通廠將中國的產能，及早調節到東南亞如越南等地，將貿易戰衝擊降至最低。而 2020 年開始因 COVID-19 疫情引發的供應鏈重組，促使臺廠將產能自中國移出。到了 2023 年雖疫情趨緩，然而臺廠考量地緣政治因素，仍有將產能移出中國進行調動。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-1 我國 WLAN 產業概況

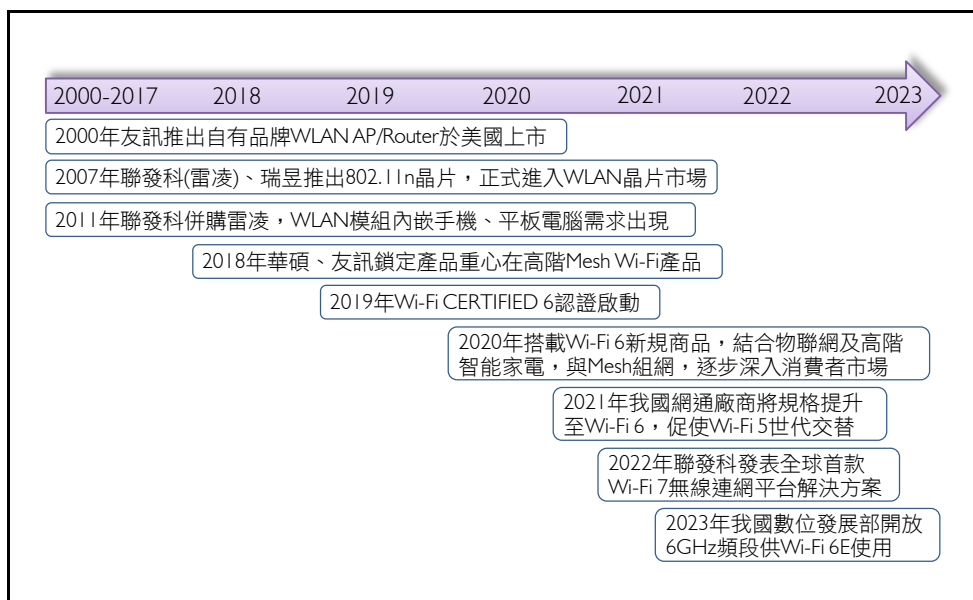
二、產業發展現況與趨勢

(一) 產業發展歷程

WLAN 技術市場以產業結構來區分主要分為：關鍵晶片、零組件、設計製造組裝、與終端品牌等四大市場。臺灣廠商在封裝技術的長期投入下，WLAN 模組/SiP 網通業者扮演著全球重要代工角色，現階段 Wi-Fi 模組市場發展，應用於智慧家電、智慧城市等物聯網應用場景，價格仍可維持較高的收益。近年受雲端運算和整體無線通訊的市場需求下，WLAN 大廠皆對關鍵技術有所布局，以定位出市場差異。

我國 WLAN 的發展，早年是由 Intel 成功開發出無線網路通訊晶片開始，自此讓通訊產業認識到將來廣泛應用與迅速發展的可能性。隨著國際 Wi-Fi 聯盟與電氣和電子工程師協會(IEEE)制定的通訊協定陸續進展，2010 年代進展到無線網路大量商業化的領域，而臺灣廠商也於 2016 年積極轉型，擺脫純代工的印象，以提供網路解決方案與軟體開發投資的布局，整合管理系統與應用端的連結，積極投入雲端服務的市場。結合臺灣優異的上下游廠商整合能力，不只打造出高階無線通訊晶片技術，在關鍵零組件、組裝製造，以及終端品牌經營上，都積極帶動整體無線通訊的產業發展。

在 2018 年間，新的無線網路組網技術 Mesh Wi-Fi 開始布局新的市場需求，Mesh Wi-Fi 組網的特色在於去中心化，且因 Mesh Wi-Fi 組網內的節點互相連結，不易造成連線中斷，擁有易於維護管理的優勢，可在大範圍空間內建構穩定網路連線。2019 年由國際 Wi-Fi 聯盟啟動的 Wi-Fi 6 認證計畫，提高搭載 Wi-Fi 6 的晶片設計與 AP/Router 製造的需求，直接帶動設備的增加趨勢。2020 年搭載 Wi-Fi 6 新規商品，結合物聯網及高階智慧家電，與 Mesh 組網，逐步深入消費者市場。2022 年聯發科推出 Wi-Fi 7 無線連網平台解決方案，支持商用和消費性高頻寬應用市場。2023 年我國數位發展部開放 6GHz 下半頻段(5945-6425MHz)，釋放支援 Wi-Fi 6E 的無線網路通訊設備在臺銷售。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-2 我國 WLAN 產業發展歷程

(二) 產業結構

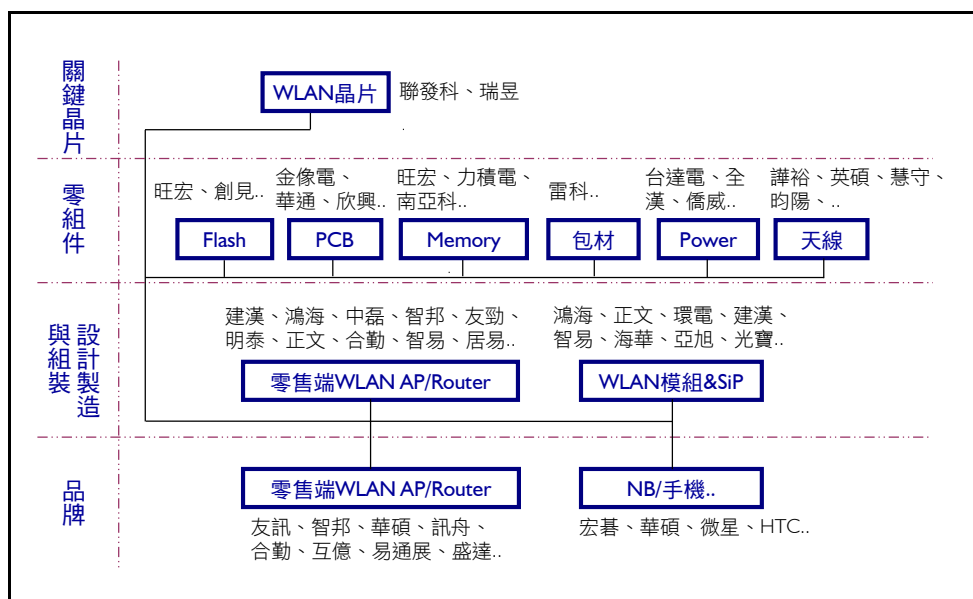
由於臺灣廠商長期以來承接歐美 WLAN AP、路由器、智慧行動裝置、筆記型電腦等品牌商之 WLAN 模組和 SiP 產品代工訂單，搭配關鍵零組件晶片研發能力，2023 年臺灣 WLAN 產業的產值全球市占率達 63.7%，居於全球第一位。

臺灣的 WLAN 產業相當成熟，從上游的晶片設計、中游的零組件、設計製造和組裝、終端的品牌，皆有業者投入，產業結構完整，在全球 WLAN 產業中也佔有重要的地位。

WLAN 晶片方面，聯發科、瑞昱兩大晶片設計廠商，不僅品質優良且具強大研發能量，其供應的無線通訊晶片廣泛使用於全球各大行動終端裝置品牌商的產品中，包括手持終端、筆電、車用無線通訊模組、無線寬頻接收器、路由器等，持續為臺灣 WLAN 產業注入成長能量。

在 WLAN AP/Router 方面，以終端消費型產品為主的原廠委託設計代工(Original Design Manufacturer, ODM)和自有品牌生產(Original Brand Manufacturer,

OBM)業務是我國 WLAN 產業的重要營收來源。我國 ODM 業務長期以來承接歐、美、日等廠商的訂單，設備製造能力素有優勢，更可提供設計服務，目前已是全球主要消費型 WLAN AP/Router 品牌業者，在產品設計、製造與組裝的重要服務提供者，訂單量持續且穩定。OBM 業務則以歐洲地區和新興區域國家為主要目標市場，我國品牌在出貨量和市占率皆有不錯的表現，廠商如華碩更有部份產品獲得頗高的市場評價排名。



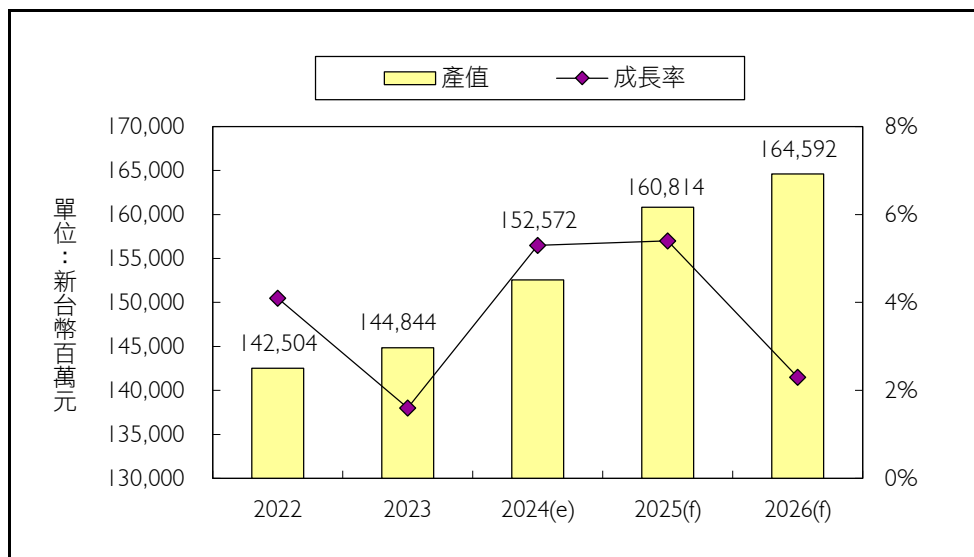
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-3 我國 WLAN 產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年，上半年全球因通膨高漲壓力導致經濟疲軟之疑慮，WLAN 下游廠商對於庫存準備，新增訂單呈現保守態度。到了下半年，庫存調整效應逐步淡化，WLAN 出貨回暖；再加上非蘋果手機有新機備貨需求，出貨動能開始轉強，促使 Wi-Fi 4/5 升級到 Wi-Fi 6/6E 持續進行，在各市場的滲透率持續有穩定的增加。整體而言，2023 年我國 WLAN 產值達新臺幣 1,448 億元，成長 1.6%。

展望 2024 年，主流市場 Wi-Fi 6/6E 滲透率持續增加，預期在 PC 的滲透率為 80%，路由器為 70%。此外，新產品 Wi-Fi 7 規格確定在 2024 年第一季正式定案，WLAN 大廠皆積極備戰加速切入市場。整體而言，預估 2024 年我國 WLAN 產值將成長 5.3%，達新臺幣 1,526 億元。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

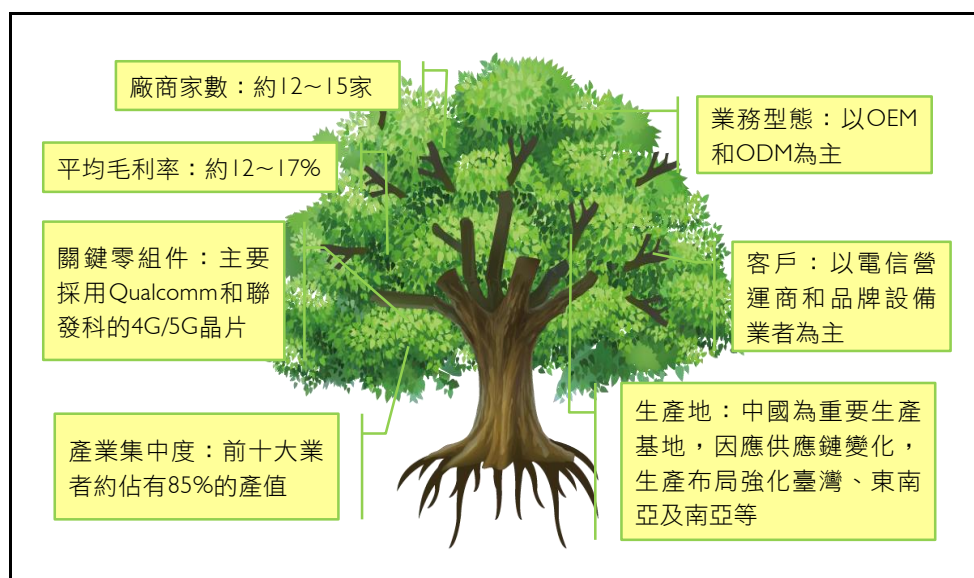
圖 5-1-4 2022~2026 年我國 WLAN 產值(含海內外)趨勢

第二節 行動寬頻終端與模組產業

一、產業概述

歐盟「Gigabit 基礎建設法案」、美國「寬頻公平、使用與部署計畫(BEAD)」等政策補助資金到位與持續執行，有助寬頻設備需求成長。來自北美、西歐、印度電信商 5G CPE 新品放量，營運商需求谷底已過，臺灣網通廠 5G FWA CPE 可望成為網通廠 2024 年成長主動力之一。

臺灣行動寬頻終端與模組廠商約有 12~15 家，隨著電信業者陸續推出 5G 商用服務下，出貨產品將逐步朝 5G 技術型態發展。在毛利率表現上，高毛利新品需求將延續至 2024 年，且軟韌體整合需求持續增加，也使得產品的附加價值提升，連帶提升整體毛利率，2024 年約在 12%至 17%之間。業務型態仍以 ODM、OEM 為主，其中 ODM 直接供貨給電信業者的比重持續增加，OEM 則以承接品牌設備業者，如 Netgear、Vantiva 的代工訂單為主。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-5 我國行動寬頻終端與模組產業概況

二、產業發展現況與趨勢

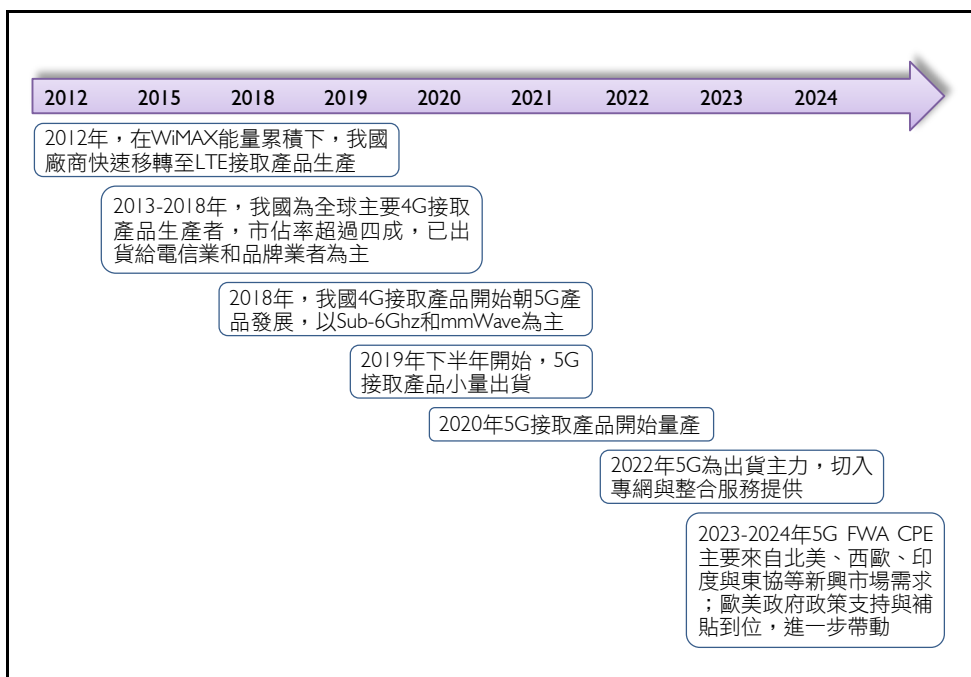
(一) 產業發展歷程

臺灣網通廠商過去在 WiMAX 經驗累積下，成功切入無線寬頻產品市場，2012 年因應 4G 主流技術朝 LTE 發展，我國網通廠商快速移轉到 LTE 產品開發，持續為國際主要行動寬頻接取產品製造業者。

2019 年開始愈來愈多電信業者推出 5G 商用服務，我國網通廠商也積極布局電信客戶，參與美國、日本、中國等國家的 5G 服務測試，2019 年已小量出貨 5G 接取產品。雖然 2020 年 COVID-19 疫情影響整體市場運作，但因為遠距會議、教學、宅經濟等需求，5G 網路建置工作仍將持續，對於 5G 接取產品需求較 2019 年高，故 2020 年我國網通廠商的 5G 接取產品進入量產階段。

2021 年行動/固網升級動能持續創造市場成長機會，且轉換 5G 的產品逐步取代 4G。我國 5G 產業以硬體設備為基礎，並朝軟體與系統整合等新興領域發展，逐步藉 5G 專網切入數位轉型，期待建構出完整生態系以爭取商機。2022 年持續受到半導體缺貨潮、上游漲價、貨運等供應鏈等議題影響，而市場需求受惠於中國、美國通訊基礎建設政策激勵。

2023 年 5G FWA 在布建或維護成本上具有吸引力，歐盟提出「Gigabit 基礎建設法案」、美國提出「寬頻公平、使用與部署計畫(BEAD)」等帶來助力。2024 年相關政策補助資金到位並開展業務，除了北美、西歐、中歐、東歐電信業者積極推動 FWA 服務之外，印度兩家主要電信業者也推出 5G FWA 服務，且對於未來目標相當樂觀。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

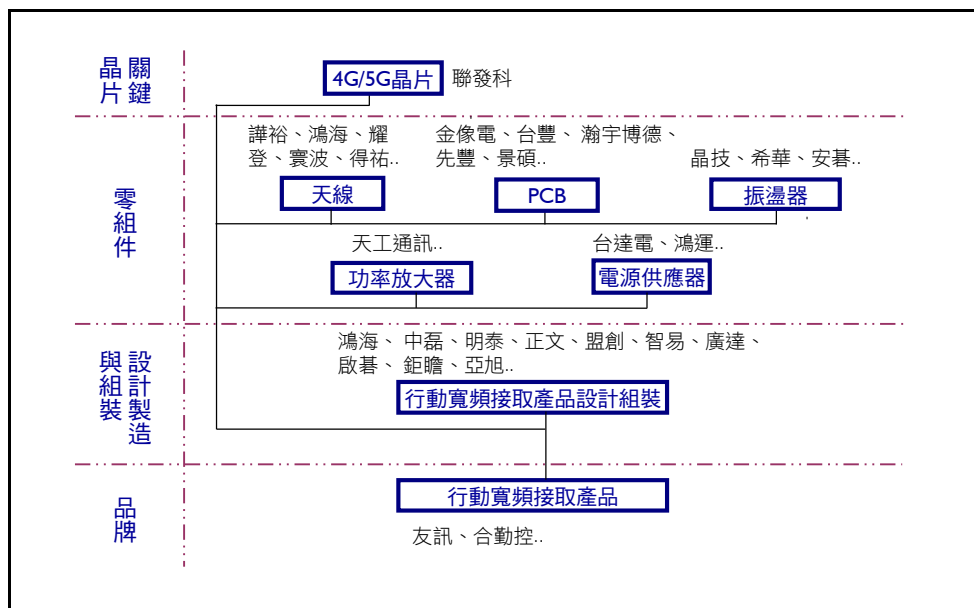
圖 5-1-6 我國行動寬頻終端與模組產業發展歷程

(二) 產業結構

我國行動寬頻終端與模組產業結構從上游關鍵晶片、零組件、設計製造與組裝、下游品牌皆有廠商投入。關鍵晶片以聯發科為主，除了 4G 基頻晶片外，也於 2019 年推出 5G 晶片，並積極與電信業者、手機業者接洽合作中，於 2020 年進入量產出貨，但 5G 晶片僅適用於中國等地廣泛使用的 5G 網路 Sub-6 頻段。2021 年推出新 5G 晶片，可支援速度更快的毫米波技術，有助於搶攻美國市場。

5G 商機持續衝高滲透率，除了手機晶片需求大增，其他舉凡電源管理 IC、Wi-Fi、AMOLED 驅動 IC 及伺服器遠端管理晶片(BMC)等，市場需求都同步增加。IC 設計廠已卡位進入相關供應鏈，進入 2022 年後，IC 設計廠營運則將持續搭上 5G 高速成長列車。零組件廠商多以臺灣廠商為主，包括 PCB、電源供應器、天線等都有廠商投入，但在功率放大器、震盪器上，由於客戶指定需求，故多以採用日本和美國廠商的零組件為主。

在設計製造與組裝上，臺灣網通廠商包括鴻海、中磊、明泰、正文、盟創、智易、廣達、啟碁、亞旭等，以直接供貨給電信業者、品牌設備業者為主。2022 年受惠於美國斥資 650 億美元打造寬頻網路大基建，歐盟也跟進提出 2025 年歐洲家庭網速達 100Mbps 目標，2030 年數位轉型願景，歐洲家庭網速需達到 Gbps 速度，同時加速城市跟運輸路線的 5G 網路覆蓋。各國政策驅動下，促使各大電信營運商積極推動網路升級及 5G 投資，趨勢持續延續至 2023 年，我國業者積極爭取 5G 接取產品市場訂單。品牌業者包括友訊、合勤控，主要客戶為歐洲和新興市場。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

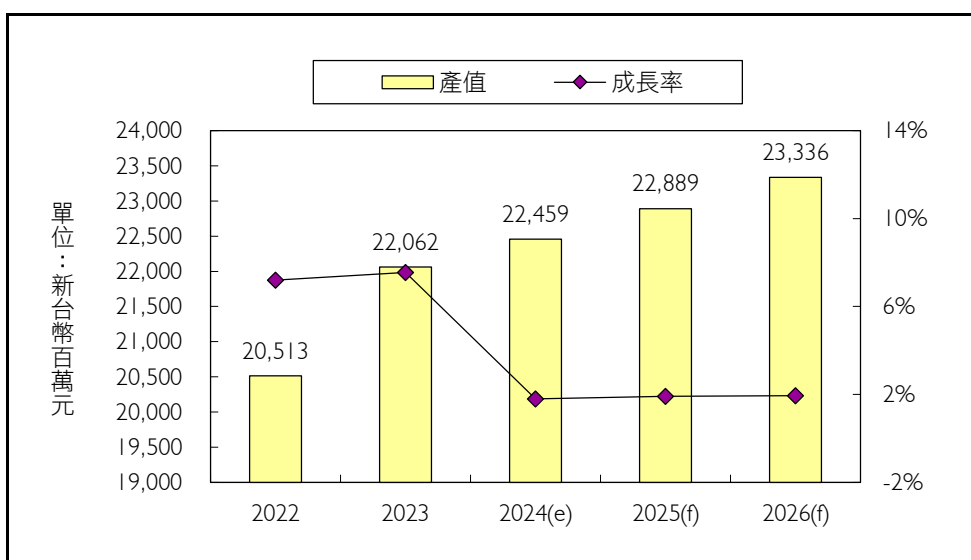
圖 5-1-7 我國行動寬頻終端與模組產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年，在整體出貨表現上，全球電信商及各國政府升級基礎網路的需求，在原物料供貨穩定且市場需求熱度預計能夠保持的前提下，將帶動 5G FWA CPE 出貨成長。由於 4G 時代的兩大領導廠商 Huawei 與 ZTE 淡出歐美市場，Tier 2 品牌商及臺灣 ODM 業者都有更好的機會。臺灣網通廠商憑藉品質及更具競爭力的價格，正逐步進入更多歐美電信商的 5G FWA

CPE 標案。2023 年我國行動寬頻接取產品產值估計為新臺幣 220.6 億元，較 2022 年成長 7.6%。

展望 2024 年，寬頻網路基礎建設需求旺盛、零組件物流困境舒緩。北美市場因企業網通市場庫存調整，導致出貨放緩。印度市場的寬頻布建工作持續升溫，其光纖、5G 並進的策略，帶動 5G FWA 客戶端 CPE 設備需求成長。預估 2024 年我國行動寬頻接取產品產值為新臺幣 224.6 億元，成長率 1.8%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-8 2022~2026 年我國行動寬頻終端與模組產值(含海內外)趨勢

第三節 xDSL CPE 產業

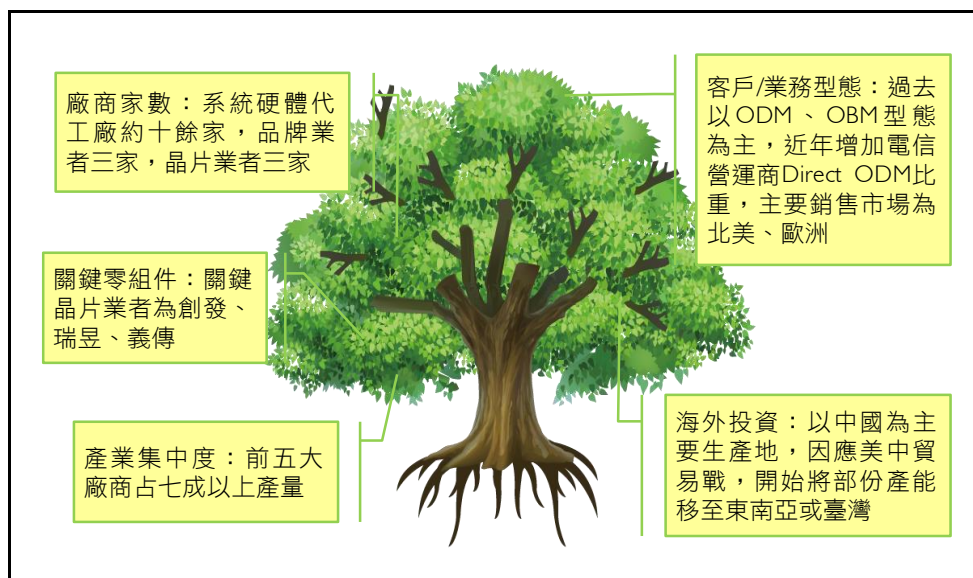
一、產業概述

xDSL CPE 對臺灣網通廠商而言是相當成熟的產品，無論在研發或製造都具備豐富經驗和能量，隨著 PON(Passive Optical Network)技術的發展與普及，其具備更高的傳輸速率、覆蓋範圍和可靠性，促使多數用戶和電信業者將 PON 作為升級或替代 xDSL 服務的解決方案。近年來，更因美中貿易戰、COVID-19、俄烏戰爭等因素影響，美國、英國、義大利、瑞士、歐盟等各國加速淘汰傳統銅線網路降低成本的計畫，例如使用 5G FWA 或光纖升級並替換現有 xDSL，也導致全球 xDSL 用戶數呈現快速遞減。儘管臺灣主要出口之歐美市場需求下滑影響相關產值表現，但部分歐洲、中東、非洲與亞太地區因智慧家庭、智慧建築需求劇增，連帶提升 G.Fast 和 VDSL2 等超高速數位用戶迴路技術市場成長，所以臺灣仍持續維持 xDSL CPE 全球第一大產值與產量的地位。

在關鍵零組件供應方面，臺灣廠商皆已有相關產品。在終端用戶設備方面，隨著物聯網和智慧家庭技術的普及，用戶端為使用服務所添購的設備也隨之增加，逐漸產生整合的需求，臺灣廠商投入研發生產智慧閘道器、智慧機上盒以及整合性接取設備(Integrated Access Device, IAD)產品(支援 VoIP 功能)，整合 Wi-Fi 6 技術；或者是進階的高速數位用戶線路技術如 VDSL2，嘗試藉由更高的技術門檻以保障獲利。

除了代工業務外，xDSL CPE 也是我國網通產業發展出自有品牌外銷國際市場的重要產品，新興市場及亞太地區、歐洲、北美為主要外銷目標市場。我國品牌廠商大多採取參與電信建設標案競爭的方式，將產品直接銷售給電信商，由電信商提供綜合解決方案，或其他的設備品牌廠商，提高在網通市場的競爭力。例如：智易在 xDSL 產品整合 Wi-Fi 或 VoIP，提供全系列的 xDSL IAD 產品、在光纖產品上依客戶需求提供 XGSPON、10G EPON、NGPON2 等各種 FTTx 解決方案，並協助電信營運商客製化其服務內容，以達節省營運成本；友訊擅長於網路系列產品的垂直整合，布局技術及單價更高的產品研發，穩固國際市場。在策略上，以集中少數有競爭力的品項，同時也投入 GPON 光纖網路，提升軟硬體客製附加價值，擴大電信專案投標。臺灣廠商從技術、產品端切入，建立自有品牌的同時，也注重企業社會責任，打造出臺灣品牌的層次。

近年來歐美市場持續減少對 xDSL 的設備需求，新興市場國家面對新增的有線網路基礎建設時，也大多決定採用 PON 技術，以致於 xDSL 用戶逐漸減少，我國 xDSL 產值也持續受到影響。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-9 我國 xDSL CPE 產業概況

二、產業發展現況與趨勢

(一) 產業發展歷程

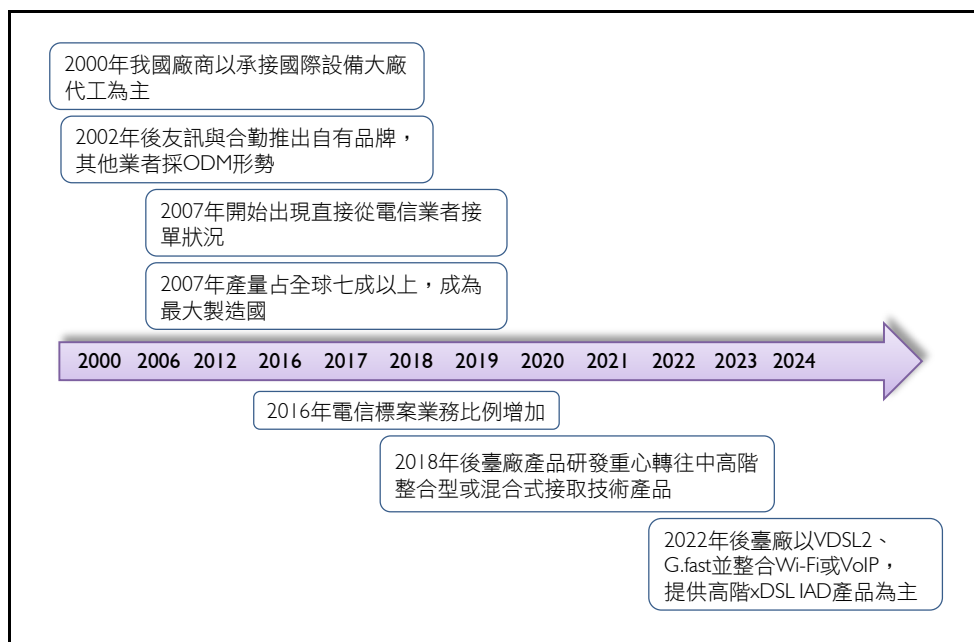
xDSL 技術可回溯到貝爾實驗室初期發布了一種方法可以讓數位訊號載入到電話線路未使用頻段，實現了不影響電話通訊服務的前提下在電話線路上提供資料的傳輸。到了 1990 年代，隨著有線電視業者開始推行寬頻網際網路存取時，xDSL 技術開始受重視。而我國也早在 2000 年左右，開始著手布局相關產業，發展初期多以系統廠商跨域切入為主，且以承接國際大廠上游客戶為主要業務，多以 OEM 為大宗。

自 2002 年起，臺灣廠商成功推出自有品牌(OBM)，網通代工廠商也逐漸提升自身的研發實力，在客戶來源增加與生產規模逐漸擴大下，我國 xDSL 終端產業之業務逐漸轉向為專業設計代工(ODM)為主流。2008 年間，

Google 宣佈在臺灣啟動-雲端運算學術計畫，與學術界合作布局大規模及快速的運算技術，也間接帶動了我國 xDSL 產業的成長。而當時我國系統產品代工廠為了尋求更高的利潤，部分廠商直接向國際電信業者接觸，產生了新的業務型態，慢慢往高利潤的市場方向進行布局，促成了我國 xDSL 終端代工產業的成長態勢，使我國成為全球 xDSL 產業的主要生產據點。

雖然中國以低價策略進入較低階的 xDSL 終端代工市場，我國廠商隨即轉為投入研發，以更高階的產品性能為市場區隔，如 G.fast、VDSL2、xDSL 產品整合 Wi-Fi 或 VoIP，提供全系列的 xDSL IAD 產品，同時也針對產品附加的控制端與操作端的軟體、韌體投入開發能力，提高競爭實力，建立市場優勢。

2023 年臺灣 xDSL CPE 產值全球市占率為 56.4%，中國排名第二。然而越來越多電信營運商從 VDSL、G.Fast 轉向光纖解決方案，以及各國加速網路升級計畫，未來全球 xDSL CPE 市場將持續萎縮。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

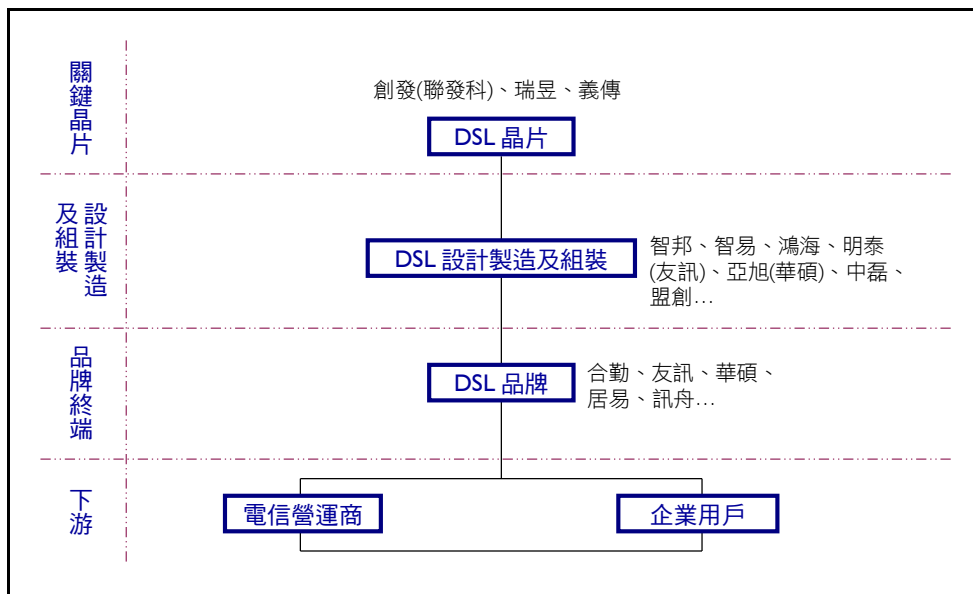
圖 5-1-10 我國 xDSL CPE 產業發展歷程

(二) 產業結構

臺灣關鍵廠商對於 xDSL CPE 產業在上、中、下游均有布局，在關鍵 xDSL 晶片方面，臺灣廠商包括創發科技、瑞昱半導體、義傳科技皆有布局。至於設計製造及組裝方面，代表廠商包括智易、中磊、明泰、智邦、亞旭、鴻海、盟創等，而 xDSL 品牌終端有合勤、友訊、智邦、居易等廠商投入。產業結構十分完整，技術成熟且穩定發展。由於新興市場商機的快速發展，我國廠商 VDSL2 與 G.fast 等擁有較高端技術的晶片組也因此受惠。

雖然過去全球網路頻寬需求快速成長，連帶推升 xDSL CPE 的需求，但從長期而言，全球 xDSL CPE 市場仍呈現快速萎縮。寬頻技術研發早已轉向 Wi-Fi 解決方案或是 XGSPON、NGPON2 等新一代光纖接入網路技術。FTTx 為目前的主流，不過，要完全取代 xDSL 也非一朝一夕可達成，畢竟對電信營運商還是用戶來說，實用性和成本仍然是重要考慮因素，xDSL 將持續做為 FTTx 的協作方案。但在速度與收益之間的取舍下，必須朝向高階技術整合發展，因此 xDSL 將以 VDSL2、G.fast，以及整合 Wi-Fi 或 VoIP，提供高階 xDSL IAD 產品發展，同時支持更多樣化的智慧聯網應用。

對於臺灣廠商而言，以鞏固代工業務為基礎，研發高階且高毛利的 CPE 設備，是務實的策略考量。中低階產品毛利雖低，但仍占終端出貨四成到五成的比例，對上游晶片等關鍵零組件的出貨量仍有重要影響。僅管全球市場需求持續縮減，近年來歐洲、亞太、新興國家為推動數位國家和智慧城市有網路基礎建設的需求，因此 xDSL 持續扮演延伸光纖網路整體布局的最後一哩路。



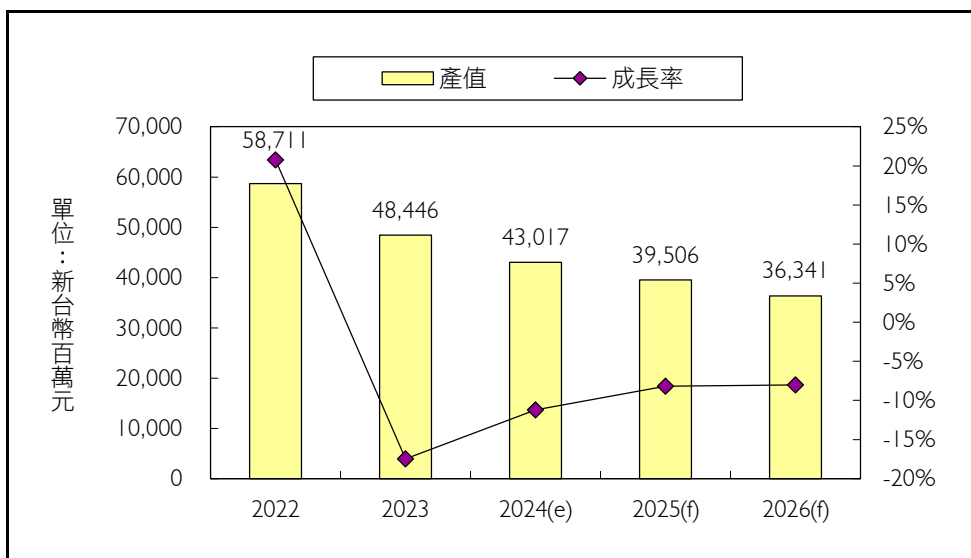
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-11 我國 xDSL CPE 產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年在美中貿易戰、COVID-19、俄烏戰爭等國際不確定因素影響下，臺灣廠商受惠國際轉單效應，在產值和產量上有不錯的表現。然而各國網路升級計畫與光纖解決方案的高度需求，xDSL CPE 市場仍呈現持續萎縮。整體而言，2023 年我國 xDSL CPE 產值約新臺幣 484.5 億元，較 2022 年衰退 17.5%。

展望 2024 年，儘管全球 xDSL CPE 市場需求持續驟減，但多數國家的光纖網路尚未完全布建完成，xDSL 的需求尚在。不過長期而言，xDSL 市場前景並不樂觀。因此，2024 年我國 xDSL CPE 出貨量將持續減少，預估產值約新臺幣 430.2 億元，年成長率約-11.2%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-12 2022~2026 年我國 xDSL CPE 產值(含海內外)趨勢

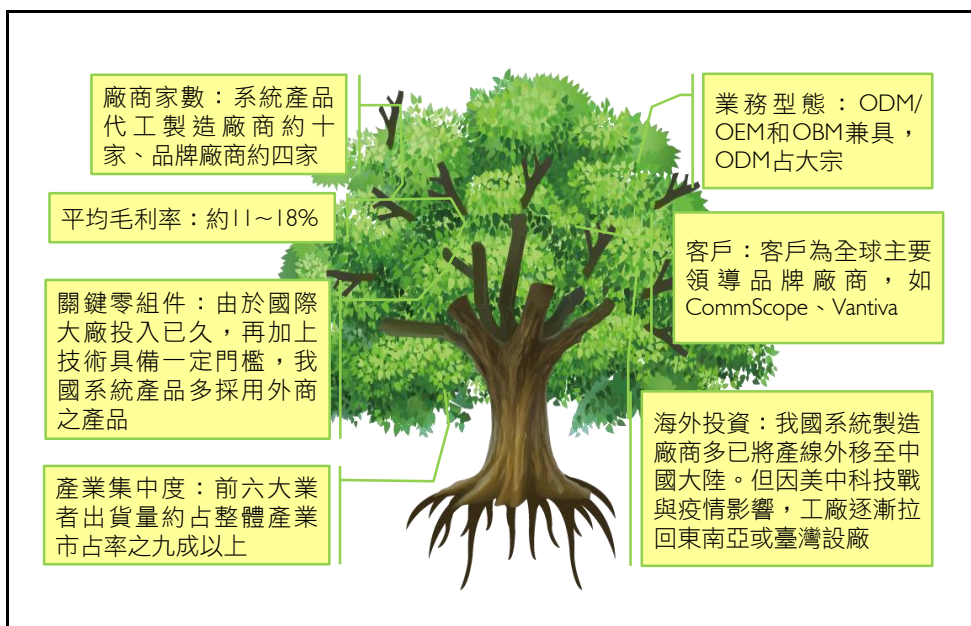
第四節 Cable CPE 產業

一、產業概述

我國 Cable CPE 產業鏈大致由系統設備代工和品牌廠商組成，主要廠商約在十家左右，其中出貨量前六大業者約佔整體產業市占率九成以上，主要代工業者包括和碩、鴻海、亞旭、中磊、仲琦，以及 2020 年下半年開始投入生產之智易等公司，產業集中度偏高。而品牌廠商有仲琦、鉉寶、Ubee Interactive、Askey 等廠商投入市場耕耘，在美國、歐洲及新興市場等已有不錯市場表現。而關鍵零組件的供應方面，由於 Cable CPE 關鍵晶片已有 Broadcom 和 MaxLinear(收購 Intel 家庭連接部門，包含 DOCSIS 技術)等大廠投入，再加上技術有一定門檻，我國並未有廠商投入關鍵晶片之開發。

由於 Cable CPE 產品出貨前，必需完成與頭端(Headend)的連線測試，與通過美國 CableLabs 或歐洲 Excentis 的產品認證後方能上市，因此必須投入較多的研發，以及認證的時間與成本，因此在市場進入門檻上相對較高，我國業者投入已久，於此一產業已累積相當的能量，Cable CPE 年產值在全球市占率超過 80%。

在產業業務型態方面，我國 Cable CPE 產業以 ODM 服務居多，近年 OBM 廠商在全球逐漸有不錯表現。在下游客戶方面，我國系統設備代工廠商主要客戶多為全球領導品牌業者，包含 CommScope、Vantiva(Technicolor)等，產品再由這些廠商提供給全球各地之 MSO。近來結合 Gateway 與智慧應用，並提供客戶更完整的智慧型 Cable Gateway 解決方案，如支援 Wi-Fi 6/6E/7、具備 GigE 連接埠、語音功能，與雲端家庭網路管理功能等成為發展趨勢。另外，觀察 2023 年佔有較大比例的主流技術規格已經轉為 DOCSIS 3.1 相關產品，然而在全球有線電視產業積極發展「Gbps」超高速等級上網趨勢與需求帶動下，眾多業者也紛紛進行 DOCSIS 4.0 新標準驗證測試，例如 2023 年 7 月有 10 家供應商(如 Arcadyan、Sagemcom、Ubee 和 Vantiva 等)參與 CableLabs 的 DOCSIS 4.0 測試系統原型的互通，包含將 DOCSIS 4.0 的纜線數據機(CM)與 Casa System、Cisco、CommScope 的 DOCSIS 3.1 的纜線數據機終端系統(CMTS)進行互連；2023 年 10 月 MaxLinear 也宣布推出首款 DOCSIS 4.0 的數據機晶片組。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-13 我國 Cable CPE 產業概況

二、產業發展現況與趨勢

(一) 產業發展歷程

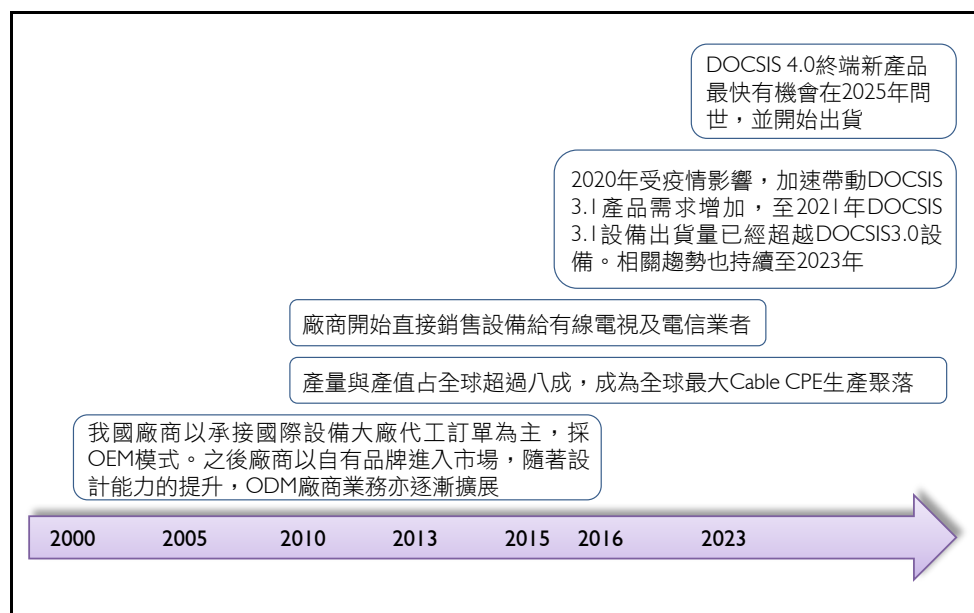
我國 Cable CPE 產業約在 2000 年前後開始萌芽，產業發展初期以系統設備代工廠商投入最多，業務型態則以承接國際品牌大廠 OEM 代工訂單為主。隨著我國代工廠商產品設計製造能力、成本控管能力以及品質逐步受到國際品牌大廠的肯定，我國 Cable CPE 產業也逐漸成為全球之最大供應來源，自 2006 年以來逐漸佔有全球八成以上之產量與產值。

2010 年以後，我國廠商基於提升產品利潤之目的，部分廠商開始直接與 MSO 業者接洽承接訂單，由於我國廠商產品設計能力及快速回應能力已受品牌客戶肯定，近年採取產品直接銷售模式的廠商有逐漸增多趨勢。例如中磊 2017 年之前營運以 ODM 代工為重心，之後公司全面轉型，改為直接銷售給電信營運商，至 2022 年底直供產品營收占比已超過八成。

我國廠商產品設計技術能力不斷提升，已由純硬體代工模式漸漸跨入專業 ODM 業務與整合服務，目前 ODM 已是我國 Cable CPE 產業主流之業務

型態。由於 Cable CPE 研發涉及嚴格的認證程序與昂貴的認證費用，產品出貨前必須符合出貨地區與 MSO 的環境要求，並完成歐洲的 Excentis(EuroDOCSIS 規範)或北美的 CableLabs(DOCSIS 規範)標準認證，因此市場進入門檻相對較 xDSL 等一般網通產品高，我國廠商於此仍具一定技術與實績優勢。

2020 年受疫情影響，居家辦公、視訊教學、串流娛樂等遠距應用成為新常態，並帶動資料傳輸量倍增，加速頻寬升級需求，促使我國 DOCSIS 3.1 產品出貨增加，至 2021 年 DOCSIS 3.1 設備出貨量已經超越 DOCSIS 3.0 設備，相關趨勢也持續至 2023 年。此外未來結合 DOCSIS 3.1 與 Wi-Fi 6/6E/7 無線技術產品也將成為未來主流設備，以及 DOCSIS 4.0 終端新產品最快有機會在 2025 年問世，並開始出貨。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-14 我國 Cable CPE 產業發展歷程

(二) 產業結構

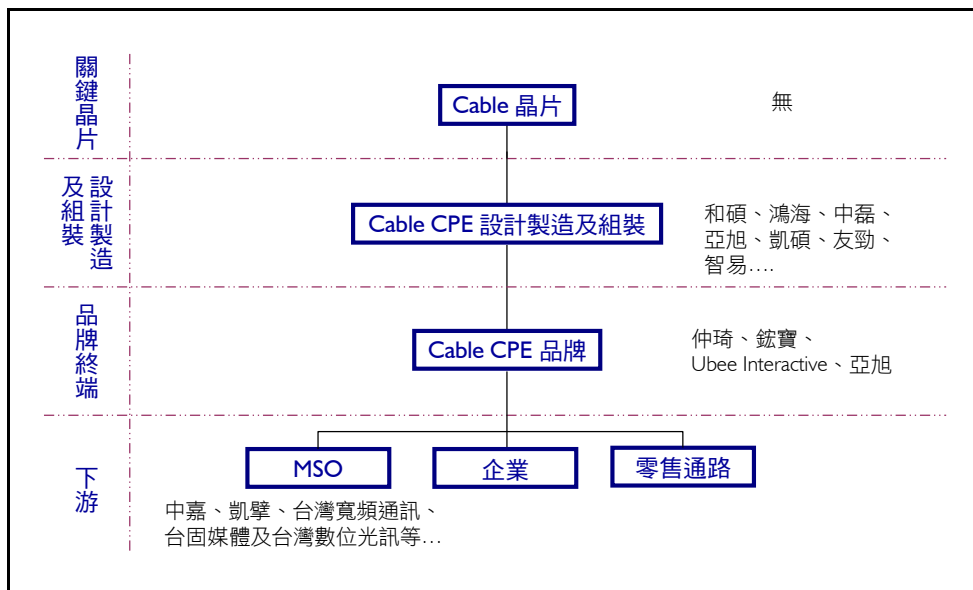
Cable CPE 產業鏈包含關鍵晶片、設備製造業者、品牌業者與下游的 MSO 營運商、零售商、企業用戶及一般使用者等。其中晶片業者主要為 Broadcom、MaxLinear(收購 Intel 家庭連接部門，包含 DOCSIS 技術)兩家業

者。目前，業者主流技術規格為 DOCSIS 3.0/3.1、8×4、16×4、24×8、32×8 等的 Channel Bonding 產品，然而在全球有線電視產業積極發展「Gbps」超高速等級上網趨勢與需求帶動下，眾多業者也紛紛開始布局 DOCSIS 4.0 相關設備。此外，由於技術有一定門檻，不易切入上述主要業者耕耘之市場，因此我國並未有廠商投入關鍵晶片之開發。

而在設備製造方面，我國一直是全球 Cable CPE 產業最重要的研發生產基地，如鴻海、和碩、中磊、亞旭等，已具備上下游整合以及軟硬體開發能力。我國業者投入已久，於此產業已累積相當的能量，目前全球市占率不論是由產值或是產量來看，均約佔全球八成以上，長期與全球 MSO 合作之經驗，累積出我國代工業者快速回應的產品設計及量產能力。為了爭取更高毛利，近年我國越來越多廠商逐漸跳過品牌廠商，直接與 MSO 進行業務洽談，加上 ASP 較高之 DOCSIS 3.1 產品出貨量大幅增加，皆有助於產品利潤之維持。

最後在品牌方面，全球 Cable CPE 主要領導品牌廠商包含 Vantiva(Technicolor)、CommScope、Sagemcom 等，其中 Vantiva 穩定出貨 DOCSIS 3.1 產品，使得 Vantiva 取得 Cable CPE 設備市占的絕對領先，至 2023 年市占率達 38.3%。臺灣亦有如：仲琦(Hitron)、Ubee Interactive、鉉寶等品牌業者，已在國際做出不錯成績。

整體而言，Cable 產業鏈相對封閉，除 Cable 晶片市場掌握在主要幾家國際大廠外，有線電視業者與品牌廠商具有緊密，甚至一對一之供貨關係，品牌廠商在供應鏈體系具備強大主導能力，頭端設備(Cable Modem Termination System，CMTS)技術與製造仍由大廠自行掌握，主要業者如 CommScope 與 Cisco，其他新進 CMTS 業者如 Casa Systems、Nokia Networks、Huawei 則在 DOCSIS 3.1 上急起直追；Cable 終端設備主導廠商則為 Vantiva 與 CommScope，並將 Cable CPE 交由臺灣網通廠商生產。由於封閉之產業供應鏈特質，大者恆大之效應持續發酵，壓縮中小廠商生存機會。面臨上述產業狀況，為了維持國際競爭力，宜及早布局整合性產品(如整合 Wi-Fi 6/6E/7)，強化門檻較高之 DVB/C Middleware、Security 與 SDN/NFV 等軟體開發與整合能力，以及運用大數據與 AI 來提升生產品質及降低成本，提高獲利。



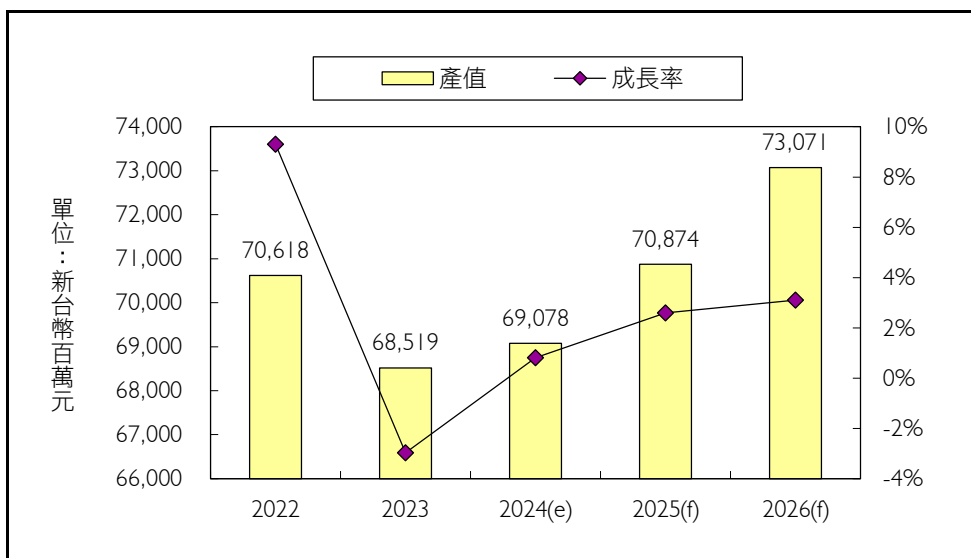
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-15 我國 Cable CPE 產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年，雖歐美國家與新興市場網路通訊基礎建設持續進行相關布建，但 2023 年下半年北美企業持續裁員，中國出口、內需皆未出現回溫跡象，終端需求下滑，加上歐美客戶持續去化庫存，導致我國產業出貨大幅放緩。整體而言，2023 年產值將達新臺幣 685.2 億元，衰退約 3.0%。

展望 2024 年，上半年我國廠商仍持續受制於歐美國家客戶端的庫存化調整，預計至 2024 年下半年才會落底回升，因此整年度出貨成長動能將會有所壓抑。然在全球 DOCSIS 3.1 纜線路由器搭載 Wi-Fi 6 等高階機種產品滲透率逐步提升，加上除歐美基礎建設外，臺廠也打入印度固網寬頻市場，以及下一代標準品 DOCSIS 4.0 CPE，廠商可望陸續開發出新機種，最快有機會 2025 年開始出貨。整體而言，2024 年產值將達新臺幣 690.8 億元，成長約 0.8%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-16 2022~2026 年我國 Cable CPE 產值(含海內外)趨勢

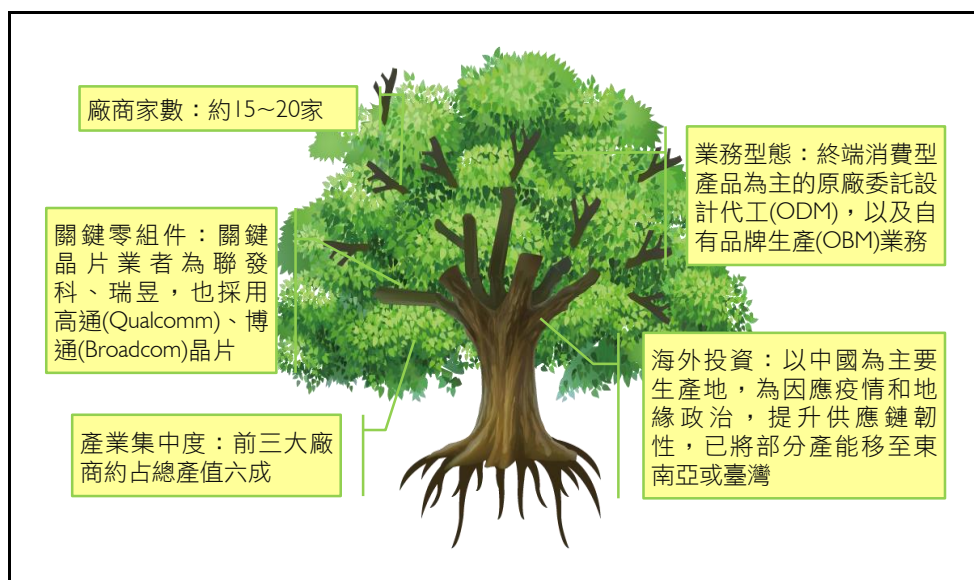
第五節 Switch 產業

一、產業概述

我國 Switch 產業主要營收貢獻來自於系統產品研發代工製造 (ODM/OEM)，其次則為關鍵晶片研發製造及品牌經營，主要三家系統研發製造廠商約掌握六成以上的產業產值，以及四成以上的產業產量。

在關鍵晶片供應方面，我國廠商在 port 數較低，以及中低階產品晶片多能自給自足，至於較高階晶片則需向國外廠商購買。品牌經營方面，我國主要代表廠商為友訊(D-Link)、合勤以及 SMC，客戶目標則鎖定中小企業市場。

受到中國廠商壓低成本的競爭壓力，我國 ODM 廠商提升技術能力或掌握特殊製程，轉攻中高階網管型產品，或是資料中心等級核心交換器，進入 Google、Facebook 等大廠的白牌交換器供應鏈。近期亦有廠商把握 5G 開放架構趨勢、資料中心光化和美國基礎建設計畫帶動之白牌交換器商機，多家廠商如智邦、明泰、合勤、神準等，皆獲得豐厚業績。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-17 我國 Switch 產業概況

二、產業發展現況與趨勢

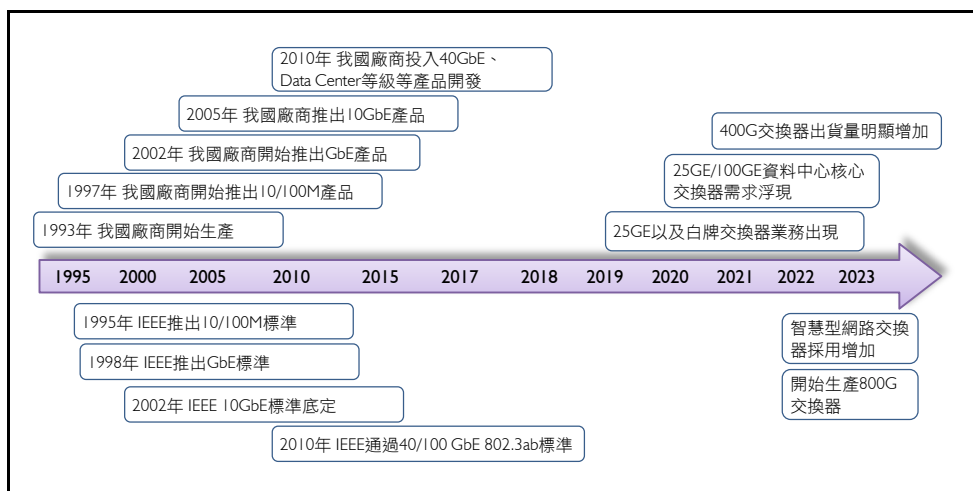
(一) 產業發展歷程

我國 Switch 產業經歷近二十年的發展，已能快速跟進國際主流標準和規格(如 IEEE 802.3ab/1000BASE-T)，主要廠商具備良好硬體開發及生產製造能力，加上具備網路管理軟體開發能量，現今已是全球 Switch 主要生產國家。主要客戶涵蓋歐、美、中等知名品牌大廠，且隨著產業生態體系中各業者持續投入高階產品的研發，整體產業技術實力也不斷提升，我國 Switch 產業於 2010 年後，已邁入產業成熟期。

國內部分廠商，有鑒於企業等級之中低階 Switch 代工毛利逐年下降，開始轉向研發產品毛利較高的中高階產品，如電信級(Carrier Grade)交換器、資料中心交換器，以及雲端應用的交換器，如此將有助於我國 Switch 產業產值及毛利率之成長。

近年來雲端運算、大數據分析以及軟體定義網路資料中心(Software Defined Data Center, SDDC)概念成為網路主流，加上開放網路架構趨勢帶動，電信營運商和資料中心對於白牌交換器的需求有增無減。我國部分廠商已陸續進入大型資料中心業者產業鏈中，或者在國際大型標案中展露頭角。

2023 年受地緣政治衝突和景氣衰退預測心理影響，且庫存調節仍未完全結束。然而，生成式 AI 大語言模型應用興起，引發流量規模爆發性成長，個人與企業對發展應用皆趨之若鶩，此需求已明顯造成資料中心業者升級和擴充設備壓力，進而有增加新機採購的訂單，亦有助於促進交換器產業產值提升。



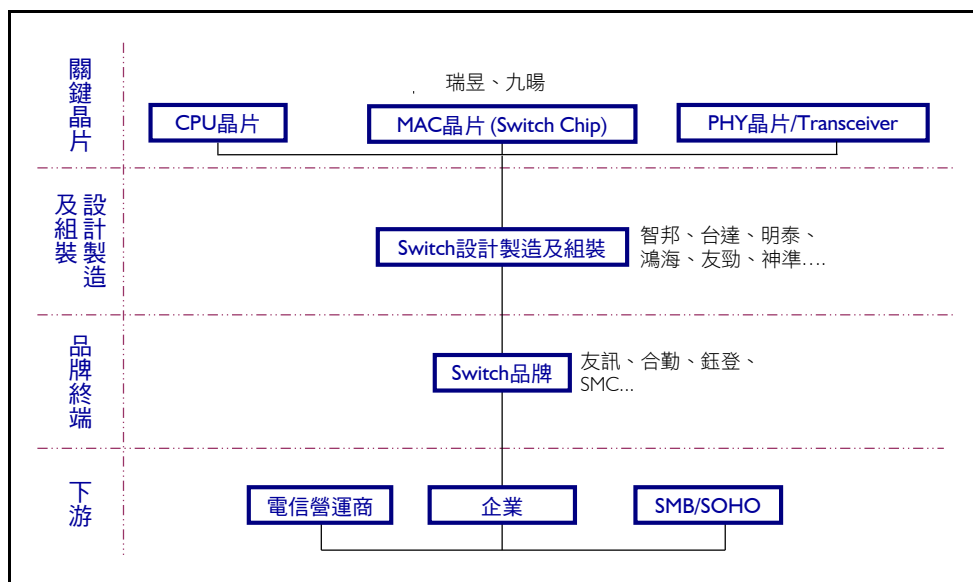
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-18 我國 Switch 產業發展歷程

(二) 產業結構

我國 Switch 產業，在終端系統產品設計組裝業者部分，三大 Switch ODM 廠商為智邦、明泰及台達，專業代工廠鴻海以及新進業者神準、啟碁也投入此一領域。發展 20 多年來，我國廠商在 10G/100G 等級或資料中心、雲端應用產品製造技術，已有相當成熟度，近年少數廠商如智邦、明泰等更已成功邁入高階交換器如 400G、800G 製造，智邦在 ODM 市場上更有超過七成以上市占率。

在品牌業者方面，目前已有友訊、合勤、智邦(旗下 SMC)等業者投入，然而，我國品牌業者在國際大廠之夾擊下，目前專注耕耘中小企業、消費者、零售等市場，以及資料中心產業，且主要的營收來源仍以承攬 Cisco、HP 等國際品牌大廠的代工訂單為主。此外，我國業者也零星投入 Switch IC 晶片之開發，但因博通在高階 Switch 晶片市占率約有九成以上，國內廠商拓展市場不易。



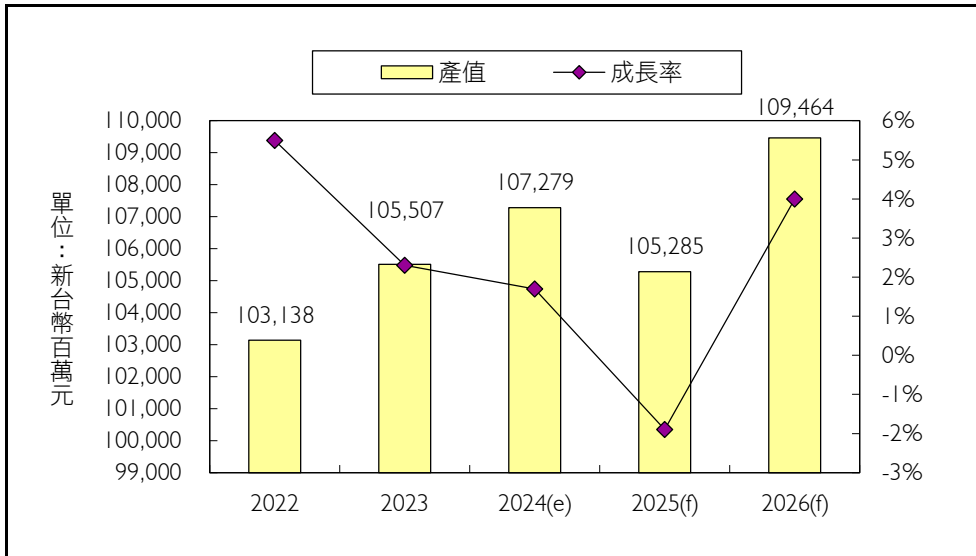
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-19 我國 Switch 產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年受地緣政治衝突和景氣衰退預測心理影響，以及庫存調節仍未完全結束，對 Switch 產業有負面影響。然而，生成式 AI 大語言模型應用興起，網路流量需求隨之大增，此需求帶動資料中心業者升級和擴充設備，進而拉升交換器產業產值。2023 年我國 Switch 產業產值成長 2.3%，達新臺幣 1,055.1 億元。

展望 2024 年，我國 Switch 產業全年度在應用面仍有人工智慧高流量應用需求帶動企業級交換器升級動能，基本面則有全球寬頻基礎建設需求支持網路頻寬升級，整體而言產業應仍呈現成長發展趨勢。預期 2024 年產值年成長率達 1.7%，可達到新臺幣 1,072.8 億元。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-20 2022~2026 年我國 Switch 產值(含海內外)趨勢

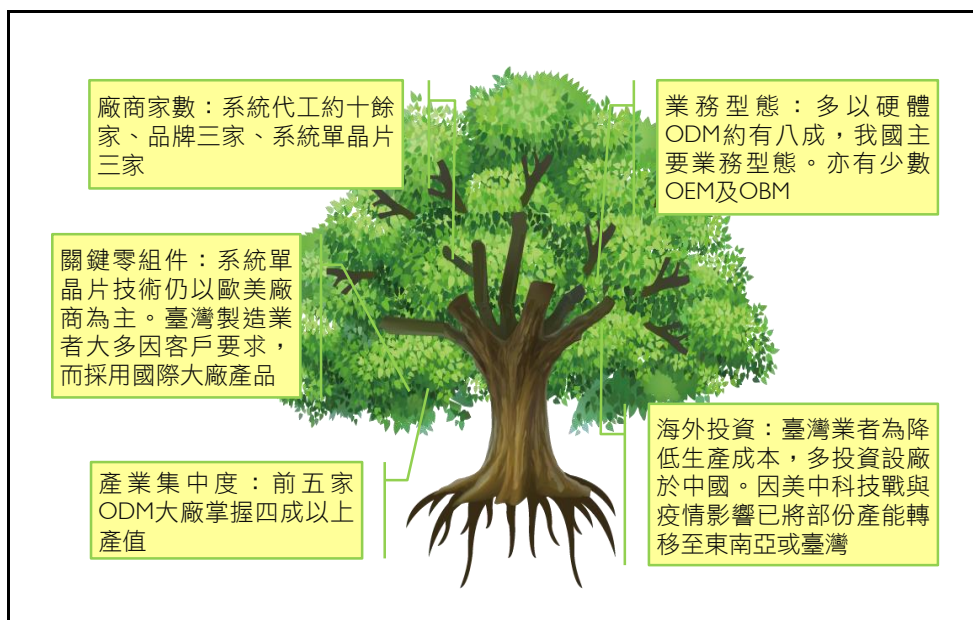
第六節 IP STB 產業

一、產業概述

我國自 2002 年開始發展 IP STB 產業迄今，目前從上游系統單晶片、零組件到系統設備代工、品牌皆有廠商投入。目前我國系統單晶片為三家；其他關鍵零組件，如 PCB、Power、機殼等也具備較完整之供應鏈；系統設備代工則有十幾家廠商投入，目前 IP STB 設備代工廠佔全球約四成市占率。

在系統單晶片方面，早期由於我國系統單晶片發展時程較晚，加上我國代工廠商主要出貨以歐美品牌業者為主，受到客戶之要求下多採用國際大廠之系統單晶片解決方案，因此相較於國際晶片大廠出貨量尚不多，然我國晶片廠商如揚智著眼於 SD 轉 HD 市場，並著墨於 OTT 與 IPTV 系統單晶片等領域，策略上以切入新興市場為主，如中國大陸、東歐、俄羅斯、印度與非洲市場，加上近年受惠國外業者淡出機上盒晶片，已後來居上取得市占率第一地位。在其它零組件方面，因我國在 IP STB 零組件之布局較為完整，加上價格優勢，產業發展前期已能吸引我國 IP STB 設備廠之採用。IP STB 系統設備代工方面，我國廠商在 IP STB 產業之設備製造耕耘已久，透過代工的方式協助國際品牌大廠依照其需求，進行高中低階產品之委託製造，並且於製造成本控管與生產品質上具有競爭優勢，因此掌握多家歐美品牌廠商之代工訂單，如 CommScope、Vantiva 等。業務型態以硬體 ODM 為主佔有 80%產值比重，主要出貨到歐洲及北美地區。

除臺灣、南韓既有製造廠商外，由於近年來中國廠商持續加入，IP STB 設備競爭日益劇烈，導致產品毛利持續下滑。近年來為了擺脫低毛利困境，臺灣部分業者跳過國際品牌業者，直接與電信業者合作之 Direct ODM 模式，例如智易在印度市場即供應當地電信商客戶 STB 產品，促使臺灣 IP STB 產業發展朝向高附加價值與提升毛利率有更好的表現。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-21 我國 IP STB 產業概況

二、產業發展現況與趨勢

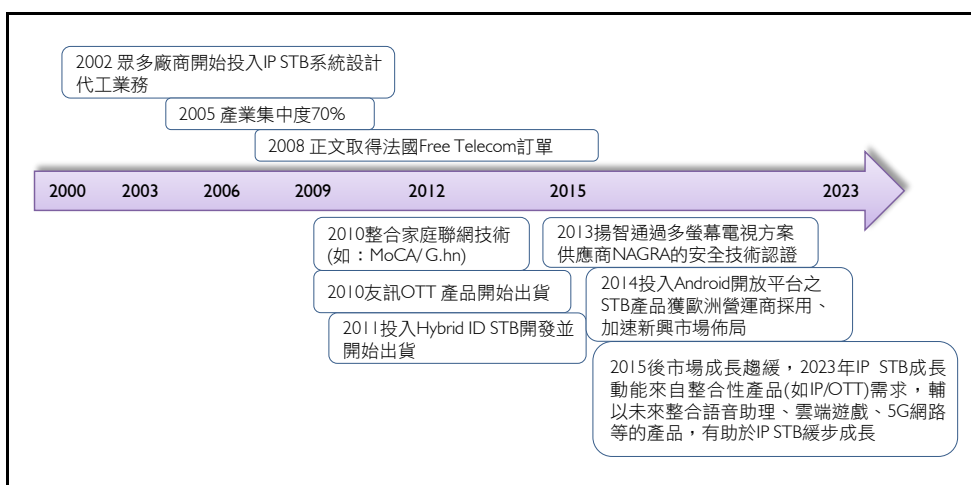
(一) 產業發展歷程

自 2001 年起，我國 IP STB 產業已有相關廠商投入系統代工的研發業務，包含鴻海、亞旭、世達發、承啟、泰金寶和大同等，為我國較早投入此產業之業者。至 2005 年，前三大廠商約囊括全球 70% 的產量，顯示我國 IP STB 廠商生產及研發能量逐日增強，然產業競爭環境也日漸嚴苛。

2008 至 2011 年，臺灣系統代工廠商逐漸有能力直接供貨給大型電信營運商，例如 2008 年正文取得法國 Free Telecom 訂單。此外，隨著線上影音服務業態興起，帶動 OTT STB 之需求成長，同期我國業者為因應國際潮流也陸續開發家庭聯網技術，如 MoCA、G.hn 等，整合到機上盒產品中。

2011~2014 年，Hybrid STB 的概念興起，我國設計代工廠商也順應國際發展潮流，以結合 Cable 及 IP STB 之產品為發展重點，但也隨之進入高度競爭的時期。2014 年隨著系統代工廠智易投入 Android 開放平台之新產品開始出貨，顯示我國 IP STB 之產品開發調整吻合全球潮流，並於歐美市場取得良好成績。

整體而言，受中國 IPTV 市場逐漸接近飽和，加上全球有線電視數位化與關閉類比訊號逐漸完成，以及北美付費電視用戶增加趨緩等影響，自 2015 年後全球 IP STB 成長開始趨緩，連帶影響我國代工出貨。然觀察 2023 年 IP STB 成長動能來自於支援超高畫質或 4K 影像之 IP STB，與整合性產品(如 IP/OTT 和 IP/DVB)需求，加上美國市場越來越多人開始收看 OTT 視訊，帶動 OTT STB 需求增加。最後，整合語音助理、Wi-Fi 6/6E、5G 通訊、更先進的安全機制，或支援健身應用與雲端遊戲等 STB 產品也成為未來發展趨勢，有機會帶動未來 IP STB 緩步成長。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-22 我國 IP STB 產業發展歷程

(二) 產業結構

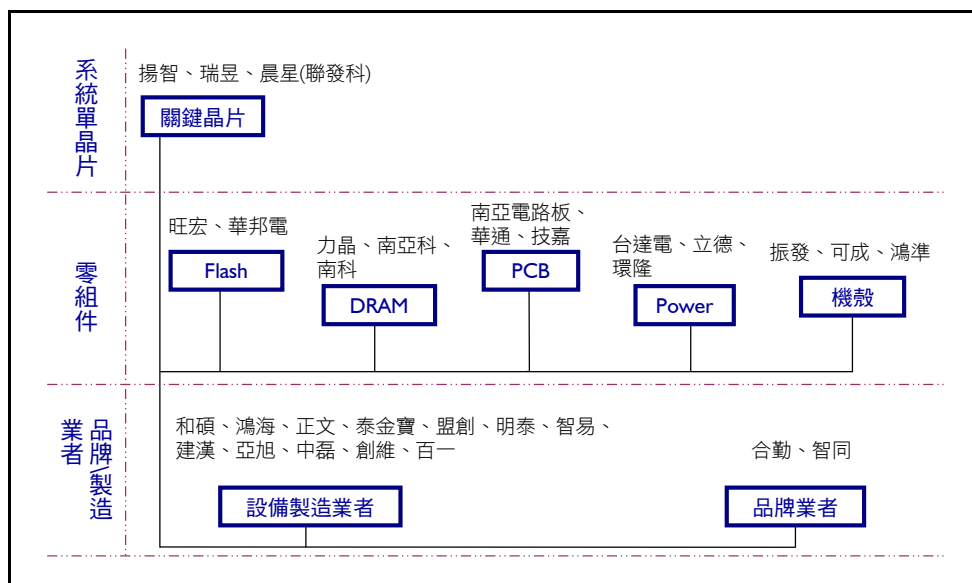
臺灣 IP STB 產業鏈完整，目前從上游系統單晶片、零組件到系統設備代工、品牌皆有廠商投入。臺灣廠商憑藉著高度客製化能力，以及成本與品質兼備之生產能力，因此長期保持與國際品牌大廠合作機會。目前以系統代工廠為大宗，產值占比高達 80%，近期更有系統代工廠直接與網路營運商直接合作，顯示我國產品設計與製造能力受到國際營運商客戶的肯定。

在關鍵晶片方面，早期市場領導者以 Broadcom、Intel、Sigma Designs 等廠商為主，多數國際品牌業者多採用其晶片解決方案，主打高階 IP STB 市場。國內晶片廠揚智為主要 STB 系統單晶片提供商，營運成長動能來自於

IP STB 與 OTT STB，並受惠於國內外業者淡出機上盒晶片市場，市占率為第一。

IP STB 所需之 Conditional Access 與 Middleware 軟體技術主要掌握在國際廠商手上，例如：CA 技術大廠有 Irdeto、Nagra、Verimatrix、Viaccess 及 Widevine 等，Middleware 技術部分則有主要業者有 Cisco、Motorola 和 Microsoft，新進業者如：nodija、Acceto、envivio、Beenius 等。臺灣在上述軟體技術相關能量較為不足。

零組件方面包括 Flash、DRAM、PCB、Power 及機殼，對應之主要業者包括旺宏、力晶、南亞、華通、台達電及可成等。我國主要系統代工業者則有和碩、正文、鴻海、泰金寶、智易、明泰、亞旭等，代工產值占比高達 80%。除了代工製造外，臺灣亦有如合勤、智同等品牌業者，其主要專注於品牌及通路經營，目前多以零售通路為主，而產品生產的部分則是交由代工廠商製造。



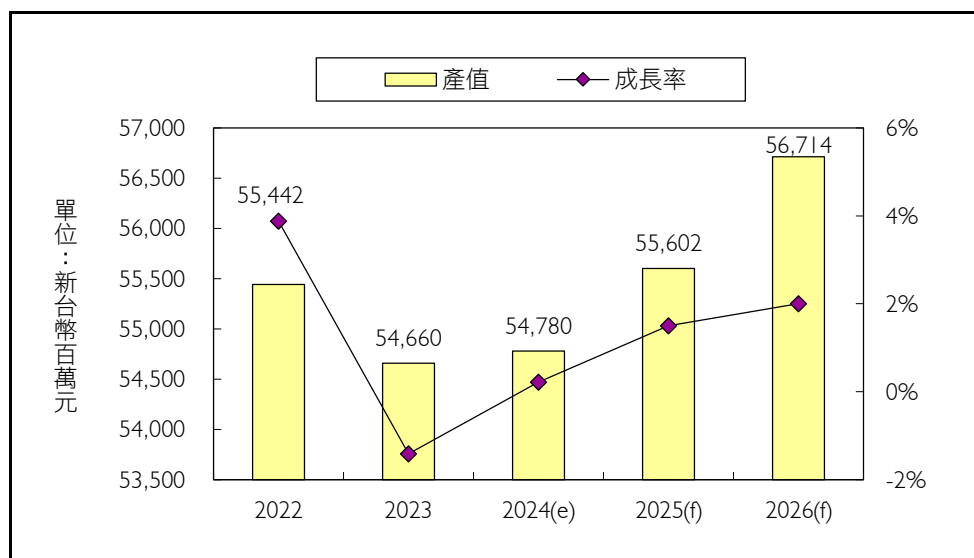
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-23 我國 IP STB 產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年，在日益成熟的機上盒市場，營運商為維持競爭優勢吸引消費者，將要求供應商開發更先進高階整合機上盒，包含整合 AI 技術等產品逐漸增加，帶動相關產品動能。但全球通膨高漲，經濟疲軟，加上升息造成消費者購買力下降，抵銷 STB 成長幅度。整體而言，2023 年產值達新臺幣 546.6 億元，衰退約 1.41%。

展望 2024 年，預計庫存水位調整將在 2024 年上半年進入尾聲，加上國際體育賽事換機需求，訂單能見度成長，加上由於 IPTV STB 市場參與者不斷技術發展與推出新產品，如 Android 機上盒提供 Wi-Fi、乙太網路、HDMI 和藍牙等連接選項，並整合 AI 語音遙控器、全高畫質和 4K/8K 解析度支援等技術帶動成長。OTT 平台服務商 Netflix、Disney+、HBO Max 近期也推出簡化付款方式、縮短內容產生時間以及方便的時移觀看服務帶動 OTT STB 需求。整體而言，2024 年產值達新臺幣 547.8 億元，成長約 0.2%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-1-24 2022~2026 年我國 IP STB 產值(含海內外)趨勢

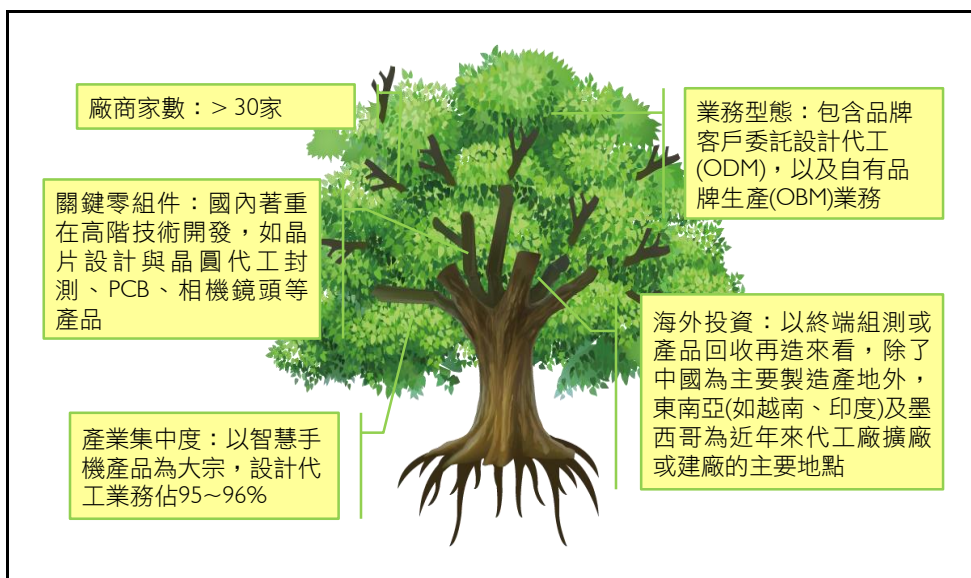
第二章 行動終端暨通訊服務產業

第一節 手機產業

一、產業概述

國內手機產業能量雖從上游晶片、零組件，一路擴展到下游產品設計代工與品牌經營，涵蓋超過 30 家廠商，然在全球供應競合態勢下，我國產業主力深耕的產品聚焦晶片(如應用處理器、驅動/感測晶片設計與晶圓代工封測)、印刷電路板、相機鏡頭等元件上，並以高單價的智慧手機產品為大宗，終端市場主要包含設計代工(ODM)與品牌(OBM)業務，且國內整體手機產業偏重手機 ODM 業務佔 95%~96%。

全球手機市場因前五大品牌市占合計達 69%，擠壓國內主要 ODM 客戶市場與國內品牌發展空間，就代工面影響國內代工訂單在大環境變異因素眾多下多為不穩定的短單，不利於產能規劃與維持營利，因此近年來 ODM 業者多元布局新事業戰線，期開拓 AI 伺服器、智慧醫療、車聯網、XR 等新商機；此外，國內 ODM 海外投資多因應客戶產地去中心化，驅動國內 ODM 業者轉移到越南、印度等地擴/設廠，部分後勤服務則評估到墨西哥進行。就品牌面，多數國內品牌業者目前手機銷售並非其主要業務，亦朝向新商機開始轉型發展。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-1 我國手機產業概況

二、產業發展現況與趨勢

(一) 產業發展歷程

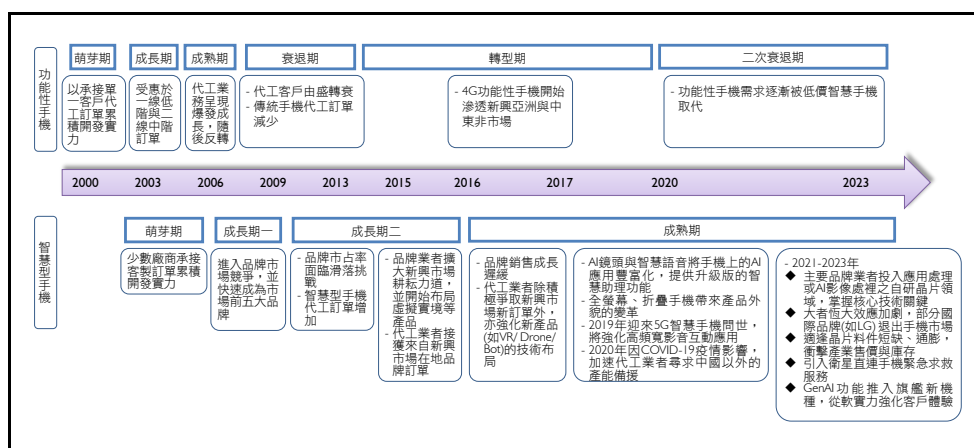
我國手機產業發展歷程，最早以功能性手機為主，業務自 2000 年開始萌芽，發展至 2006 年，以切入國際一、二線品牌客戶協助代工中低階產品。而後，受到全球手機產品型態往高階發展，低階手機需求開始走緩，影響我國功能性手機代工產值開始走緩，轉向智慧手機代工業務發展。

我國發展智慧手機，最早在 2000 年宏達電便開始協助國際電信營運商代工 Windows Mobile 手機，至 2009 年經營自有品牌，並在高階智慧手機逐漸嶄露頭角，締造我國品牌打入全球前五大的銷售佳績。同期，以筆電品牌起家的華碩亦開始加大資源投注在智慧手機的研發及品牌業務。

在 2010~2011 年開始，宏達電受到專利訴訟，以及在中低階智慧手機品牌市場布局過慢等因素影響，全球品牌廠商市占逐漸滑落；不過，在我國代工業務上，反而因為受惠於國際品牌廠商在中低階產品的擴大布局，增加委外訂單之比重而拉抬代工產值。

2015~2016 年間，智慧手機進入硬體規格微創新，加上全球智慧手機進入個位數成長之成熟期，除了擴大布局新興高潛力區域市場外，同時亦及早布局轉型商機，策動品牌與代工業者強化在創新產品的投入力道，包含 VR、智慧音箱、服務型機器人、健康應用等產品。2017~2019 年，智慧手機掀起應用與硬體的變革，加入 AI 應用、AR 應用、多鏡頭、全螢幕、折疊設計、臉部辨識、屏下指紋感測等亮點，並在 2019 年迎來 5G 手機，除了衝破手機單價的天花板外，同時拓展多元跨域的智慧應用服務。

2020~2023 年，經歷疫情壟罩影響下，多數代工品牌客戶受到營利持續下滑壓力，如 LG 於 2021 年宣布退出手機市場，宣告品牌大者恆大效應加劇，對我國品牌或非前五大品牌之代工客戶皆面臨市場需求縮小的議題。2022 年手機市場雖緩解缺料風險，但持續因全球政經不穩定，衝擊消費購買力，使多數品牌在 2022 年銷量呈下滑趨勢，唯在折疊手機產品除韓系品牌主導外，陸系知名品牌加入此新型產品布局；以及衛星通訊導入智慧手機，帶動多方共創新興應用發展。2023 年手機市場面臨通膨壓力全年呈現走低後回溫，多數新機在下半年亮相，在旗艦機款中開始導入 GenAI 功能，在產品差異化與使用者體驗優化方面強化軟實力。

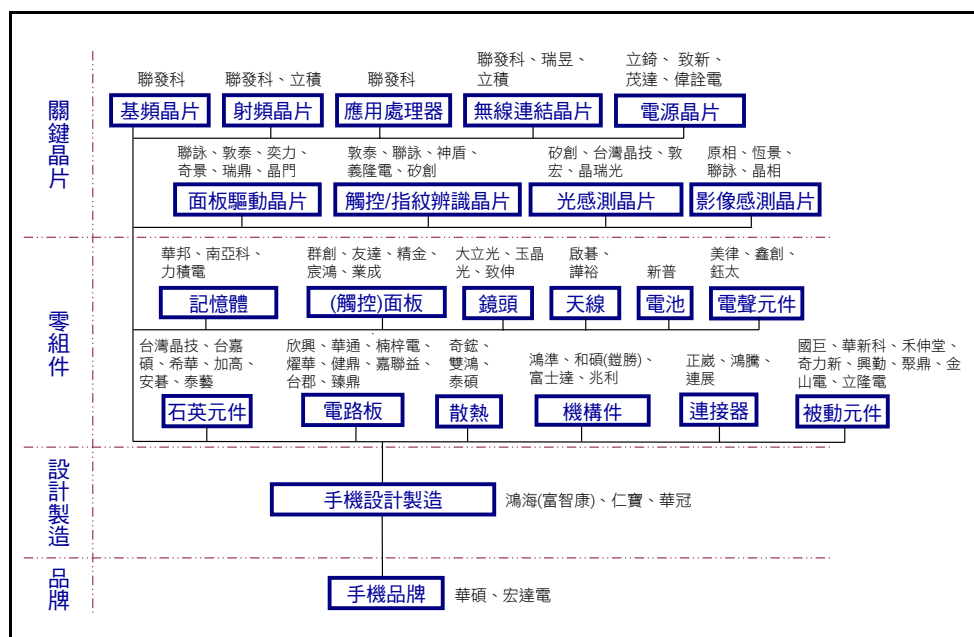


資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-2 我國手機產業發展歷程

(二) 產業結構

我國手機產業結構下游到上游主要可分品牌、代工、零組件供應、關鍵晶片等四大類型。以品牌業務在全球進入手機成熟期，將強化大者恆大效應，擠壓國內品牌全球市占率，在規模小與缺少營利動能下，走向產品精簡、製造委外，並因應市場需求縮小，已轉向新興業務布局發展，包含雲端服務、AI、XR 等領域。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-3 我國手機產業結構

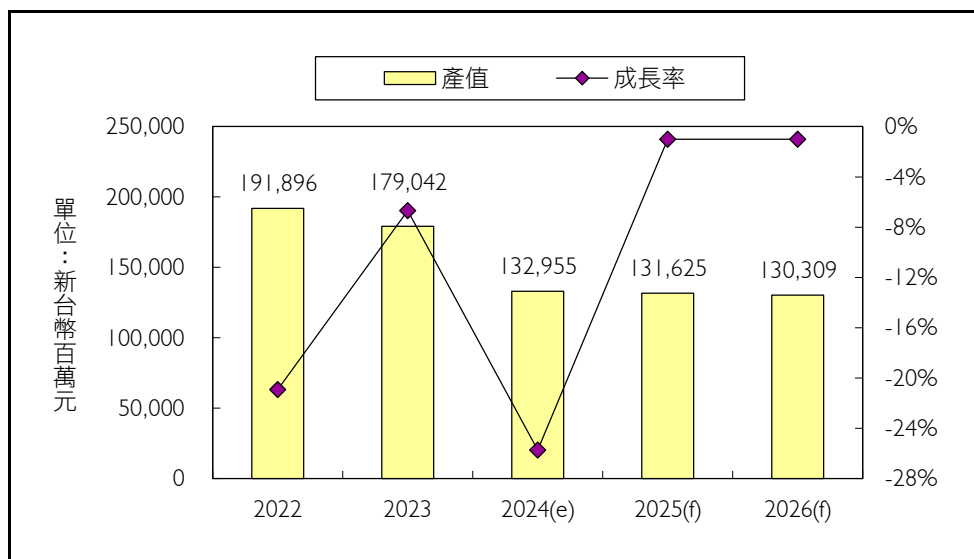
代工業務則可分為設計代工(ODM)與組裝代工(EMS)，因前者具備產品設計與元件採購甚至共同研發的能量，而後者主要依循客戶設計需求與選定的供應商，主要提供低附加價值的組裝檢測服務，因此在本年鑑產值涵蓋範疇僅框列前者貢獻。

在零組件方面，我國持續在晶圓代工封測、光學鏡頭、PCB 等元件維持主要供應商地位，尤其首重於高階機種的布局，透過技術與品質拉高競爭差距；同時在 5G、折疊等仍具成長性的議題下，將有助於拉升高頻元件、均熱板散熱方案、軸承等產品的需求。

在關鍵晶片方面，我國領導廠商在手機應用處理 SoC 市場名列全球前二大，根據 IDC 統計分析，2023 年全球手機整合基頻處理器市場營收，聯發科位居第二佔 32%；出貨規模則高居第一，佔 36%。不僅在國際上參與通訊標準制定，同時產品迭代的技術推進，奠定國內業者主導或跟進新技術開發的產業地位。

三、五年生產統計

回顧 2023 年，伴隨全球總體經濟的低迷延續影響上半年，在國內品牌端可見其出貨量與營收大幅下降，產值年減 32%，主要受到全球智慧手機中階產品在消費者考慮通膨下，多降低新購機需求或轉購買使用壽命長的高階產品所致；代工端則面臨品牌客戶需求不穩，多為短單，唯特定美系客戶市場動能年增 300 萬支，緩和多數代工訂單營收之降幅，年減約 5%。全年國內手機產值為新臺幣 1,790 億元，年減 6.7%。



註：圖示為臺灣手機 OBM+ODM 之海內外產值，而計入 EMS 之 2022~2026 年臺灣手機產值如下

- 2022：新臺幣 2,166,209 百萬元
- 2023：新臺幣 2,075,611 百萬元
- 2024(e)：新臺幣 1,766,612 百萬元
- 2025(f)：新臺幣 1,847,769 百萬元
- 2025(f)：新臺幣 1,871,432 百萬元

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-4 2022~2026 年我國手機產值(含海內外)趨勢

展望 2024 年，觀測國內手機品牌與代工廠動向，多數業者轉型新興業務發展，一則因品牌市場經營難敵全球前幾大的分食，二則在智慧手機前五大品牌走向自研趨勢，代工商機走向 EMS(且面臨多供應商分化)，國內手機 ODM 訂單為短單且需求下滑之勢將延續，推估全年產值近新臺幣 1,330 億元，年減 26%。

四、進出口分析

(一)進出口規模分析

根據 World Customs Organization 稅則編號調整，我國手機產品相關稅則編號於 2023 年 6 月由 851712(蜂巢式網路或其他無線網路電話)變更為 851713(智慧手機)與 851714(其他蜂巢式網路或其他無線網路電話)。

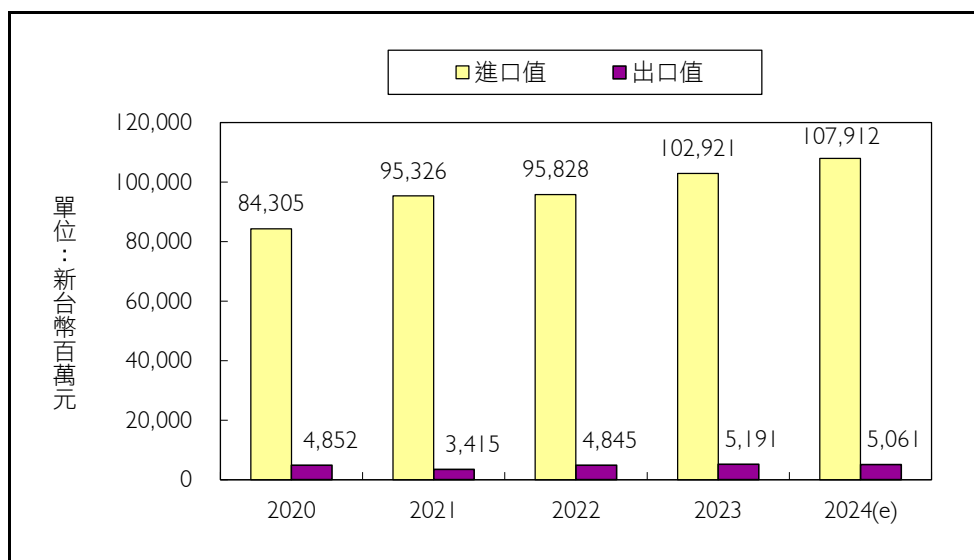
2023 年綜合三個手機稅則編號之進口總額(含復進口)為新臺幣 1,029 億元，年成長 7%；然 2023 年我國手機進口量為 587 萬支，年減 3%，可見該年進口額成長主因來自產品進口單價提升 11%，與全球手機單價年成長約 15%相近。

同年國內手機出口總額(含復出口)則近新臺幣 52 億元，年成長 7%，而出口量則近 46 萬支，年減 20%；因應國內手機產業型態多國內接單、海外生產的代工模式，國內代工廠產線多數做研發測試之用，加上國內品牌轉委外代工，且國內品牌自營產線轉以生產潛力產品如虛擬實境裝置、5G 設備等，因此出口量持續下滑。

展望 2024 年，國內手機進口表現主要仰賴內需市場規模變化，尤其受到國內手機銷售前兩大(合計 2023 年市占過半)品牌—Apple 與 Samsung 的影響，預期 2024 年 GenAI 功能將為這兩大品牌旗艦機的亮點，預期產品單價持續拉高，預估今年國內手機進口總額約新臺幣 1,079 億元，年成長 7%。

在出口表現上，由於國內手機製造量能多用於產品前期的研發組測，代工廠商主要量產產地多由中國、印度、越南廠出貨，加上國內部分品牌原 in-house 轉向委外代工策略布局，因此近四年國內手機出口量年複合成

長率 CAGR(2020~2023)為-32%，預估 2024 年出口量年減 4%，然伴隨產品單價微幅上升，預估出口總額表現上近新臺幣 51 億元，年減 3%。



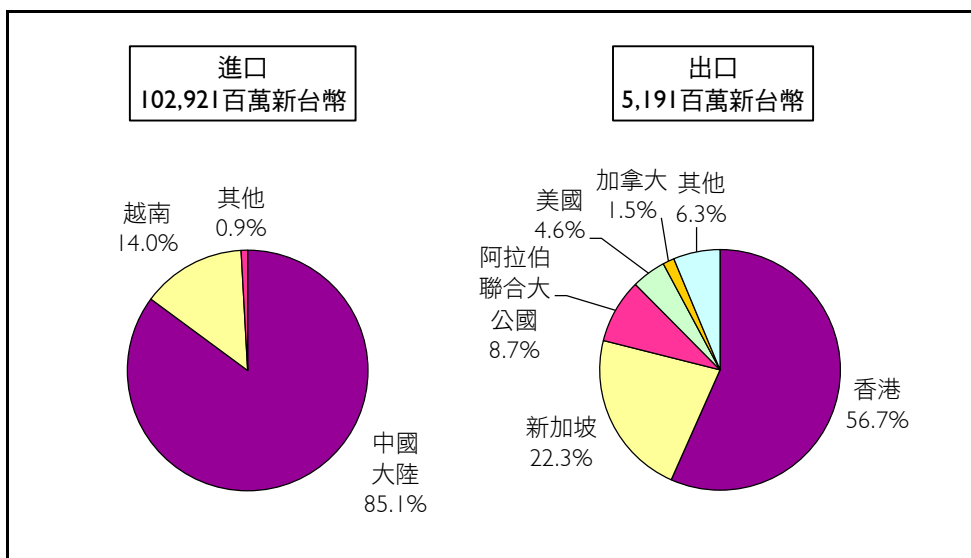
資料來源：中華民國關稅總局海關進出口貿易統計；工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-5 2020~2024 年我國手機進出口值趨勢

(二) 主要進出口國分析

國內手機進口依據內需市場熱銷品牌的產地而定，2023 年國內主要品牌依序為 Apple(國內市占率為 38%)、Samsung(18%)、Vivo(6%)、OPPO(6%)、華碩(3%)、Google(3%)，除了 Samsung 手機主要以越南產地出貨外，其餘品牌手機產地以中國為主，因此國內手機進口國集中於中國(佔 85%)、越南(14%)。

2023 年國內手機主要出口國則依序為香港(佔 57%)、新加坡(22%)、阿拉伯聯合大公國(9%)、美國(5%)、加拿大(2%)，前三國為主要手機通路集散地，相較 2022 年出口總額，香港出口佔比下降 8.1%，轉以新加坡與阿拉伯聯合大公國為主要集散，兩地分別出口佔比增加 6.5%、5.6%。美國出口佔比亦下降 3.4%，主要受到各區域市場需求下滑所致。



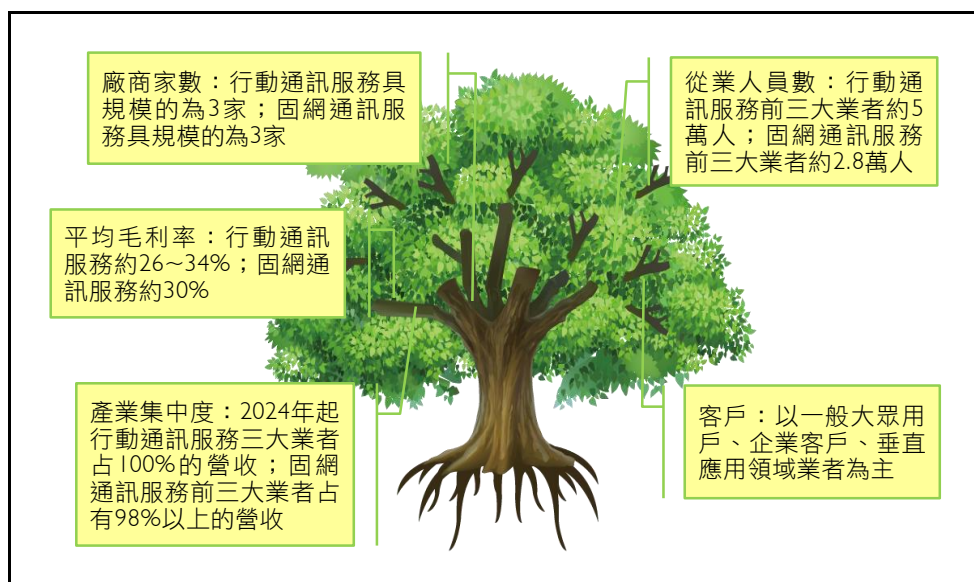
資料來源：中華民國關稅總局海關進出口貿易統計；工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-6 2023 年我國手機主要進出口國

第二節 通訊服務產業

一、產業概述

臺灣通訊服務產業主要分為行動與固網兩大業務，由中華電信、臺灣大哥大、遠傳電信、台灣之星、亞太電信等占有大部分市場份額，其中行動服務約 93%的營收集集中在前三大業者手上。隨著電信合併案的審查通貨與相關法律程序的執行，台灣大哥大與台灣之星合併在 2023 年 12 月 1 日生效、遠傳與亞太電信合併於 2023 年 12 月 15 日生效，形成三大電信商的局勢。固網服務約 98%的營收集集中在前三大業者，整體來看，產業集中度非常高。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-7 我國通訊服務產業概況

在業者毛利率上，過去前三大通訊服務業者的毛利率約在 30%上下，在電信合併後的三強鼎立局勢下，2024 年第一季以中華電信毛利率最高(37.3%)，其次為遠傳電信(30.1%)、台灣大哥大(19.3%)。在從業人員方面，前三大行動通訊服務業者約 5 萬人，前三大固網服務業者約 2.8 萬人。

在客戶組成上，以一般大眾用戶、企業客戶、垂直應用領域為主，隨著來自於大眾用戶的營收成長趨緩，電信服務業者正積極搶攻企業和垂直應用市場，提供如雲端、物聯網、資安等專案服務。

二、產業發展現況與趨勢

(一) 產業發展歷程

2020 年 2 月 21 日國家通訊傳播委員會(NCC)完成 5G 頻譜首波競標，共有五大電信業者得標 5G 頻譜執照。中華電信取得 3.42~3.51GHz(數量競標標金新臺幣 456.75 億元，位置競標標金新臺幣 20.8 億元)、27.9~28.5GHz(數量競標標金新臺幣 6.18 億元，位置競標標金新臺幣 0 元)，合計總標金新臺幣 483.73 億元。台灣大哥大取得 3.51~3.7GHz(數量競標標金新臺幣 304.5 億元，位置競標標金新臺幣 0 元)、29.3~29.5GHz(數量競標標金新臺幣 2.06 億元，位置競標標金新臺幣 0 元)，合計總標金新臺幣 306.56 億元。遠傳電信取得 3.34~3.42GHz(數量競標標金新臺幣 406 億元，位置競標標金新臺幣 20.3 元)、28.5~28.9GHz(數量競標標金新臺幣 4.12 億元，位置競標標金新臺幣 0 元)，合計總標金新臺幣 430.42 億元。

亞太電信取得 28.9~29.3GHz(數量競標標金新臺幣 4.12 億元，位置競標標金新臺幣 0 元)，合計總標金新臺幣 4.12 億元。台灣之星取得 3.3~3.34GHz(數量競標標金新臺幣 456.75 億元，位置競標標金新臺幣 20.8 億元)，合計標金新臺幣 197.08 億元。

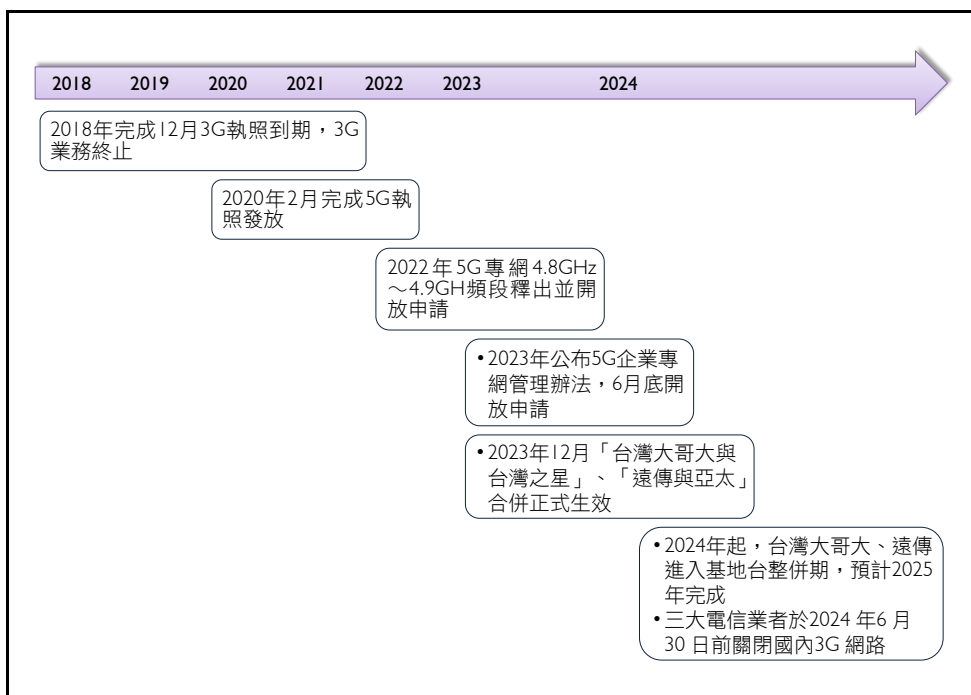
行政院在 2022 年釋出 5G 專網的專用頻段，4.8 到 4.9GHz(n79)頻譜。配合專用頻段釋出，2023 年數位部預告 5G 企業專網管理辦法草案，執照使用期限維持 10 年，新版降低頻率使用費、符合條件者可簡化申請程序，也希望鼓勵更多產業申請應用，6 月底前可申請。不採取電信業者競標作法，而是開放一般企業皆可申請，而且沒有執照數量上限，企業只要提出申請，符合規定、繳交頻譜使用費就能使用。新辦法上路後，企業不只能向電信業者租用商頻專網，還能向 NCC 申請專用頻段執照，以專用頻段架構自己的 5G 專用網路。企業可以依自身需求選擇適合方式發展 5G 垂直場

域的創新應用。原本規畫自建 5G 專網的大型企業，考量電信領域的專業背景不足，改選擇與電信公司合作 5G 專網的趨勢仍在。

NCC 於 2023 年 1 月 18 日以附加附款核准台灣大哥大申請合併台灣之星並以台灣大哥大為存續公司案，及遠傳申請合併亞太電信並以遠傳電信為存續公司案。後續公平會審理電信合併案的重點為「市場競爭」和「消費者權益」。

台灣大哥大與台灣之星合併在 2023 年 12 月 1 日生效、遠傳與亞太電信合併於 2023 年 12 月 15 日生效，遠傳合併亞太電信後，網路整合會是首要目標，規劃 2024 年 6 月底前拆除重複的基地台，2025 年前則會針對核心網路進行整併，由於此項需要各單位在遷移過程中保持一致，因此才會落在 2025 年進行。

台灣大哥大的基站整併橫跨 3G、4G 和 5G 是項巨大的工程，整體網路整併作業預計於 2024 年底完成，隨著時間逐區逐站會讓用戶感受到整合後的體驗有感提升。雙方 4G 網路也逐站、逐區開始進行智慧化佈署，目前先從郊區進行雙網共五個頻段的整併作業；5G 也已完成 MOCN 技術相關設定，待 4G 基地台設備整合後，將開始進行 5G 逐站整合作業，隨著完成整合區域持續擴大，預期讓原台灣之星用戶取得更大涵蓋、更高速率的 4G + 5G 網路服務。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

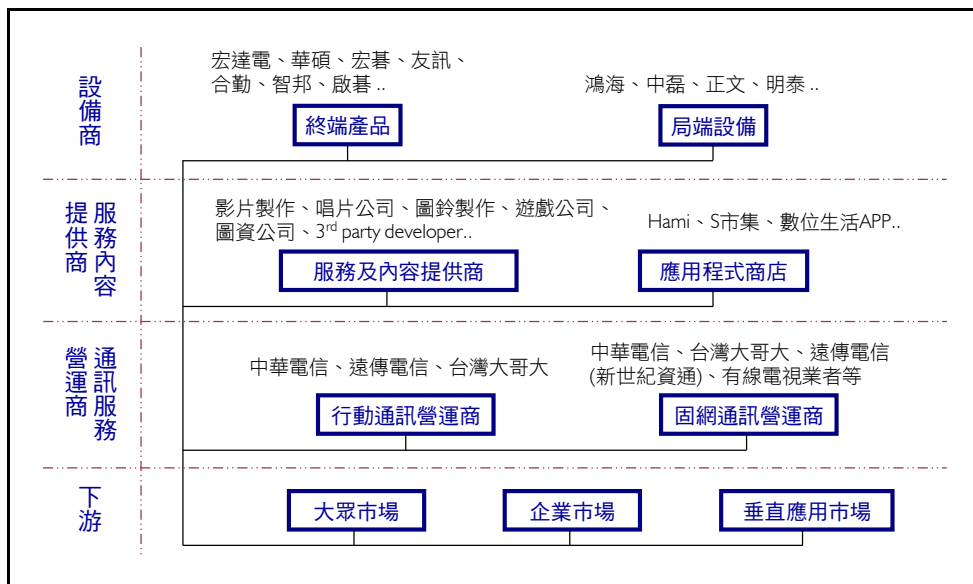
圖 5-2-8 我國通訊服務產業發展歷程

(二) 產業結構

臺灣通訊服務產業結構以通訊服務營運商為主，分為行動通訊與固網通訊兩大業務，其中行動通訊以中華電信、遠傳電信、台灣大哥大、台灣之星、亞太電信為主，固網通訊以中華電信、台灣大哥大、遠傳電信(新世紀資通)和有線電視業者為主，整體業務多集中在前三大業者。

通訊服務營運商的上游業者可分為設備商與服務內容提供商，設備商包括終端產品(如智慧手機、平板電腦、寬頻接取產品、數位機上盒等)和局端設備(如基地台、小型基地台、交換機等)，服務內容提供商以影音娛樂、圖資製作、遊戲、應用程式等為主。

下游客戶以一般大眾用戶、企業客戶、領域垂直應用市場為主，近年來電信業者除了以大眾用戶為主外，也積極拓展企業和領域垂直應用，提供雲端、資安、人工智慧、物聯網、系統整合專案。



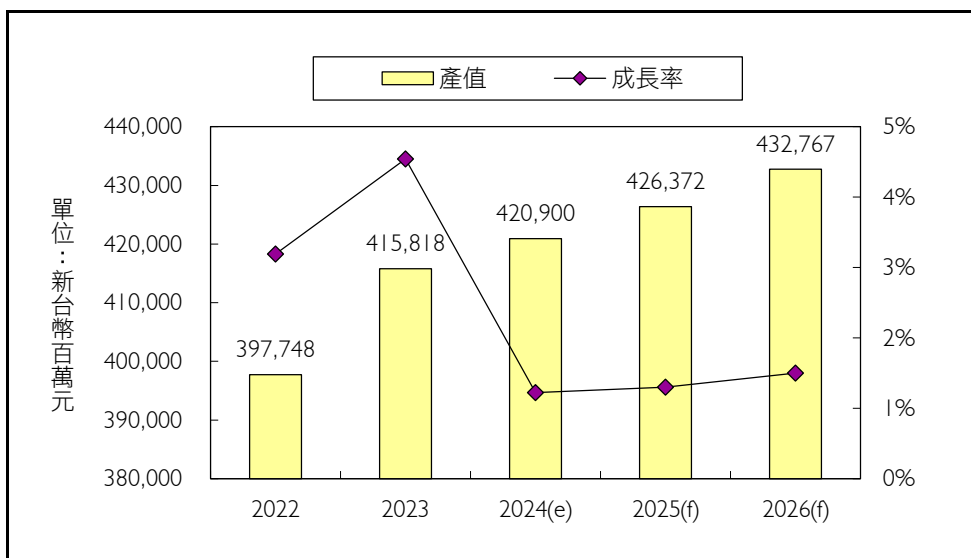
資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-9 我國通訊服務產業結構

三、五年生產統計

回顧 2023 年，三大電信業者耕耘 5G 企業專網結合 AI，貢獻營收的時間點落在 2023 年，預估 2024 年明顯挹注營收成長。5G 滲透率為電信商第一階段目標，5G 發展前三年主要受益於用戶增加，第三年之後，來自 5G 應用的貢獻將逐年發酵。電信商不斷與企業用戶洽談如何利用 5G 專頻專網進行下一階段數位轉型，聚焦智慧工廠、智慧零售、智慧物流、智慧醫療，搭配企業主的需求在不同場域應用。「台台併」及「遠亞併」之後的電信新三雄時代，三家轉型路線已有不同，朝向創造價值而非殺價競爭，對於資費定價更加謹慎。因此，2023 年我國通訊服務產值，達新臺幣 4,158.2 億元，較 2022 年成長 4.5%。

展望 2024 年，電信商三足鼎立局面，均宣示將走向以價值取向的競爭。台灣大哥大與遠傳需在合併後進行基礎設施調整，提升涵蓋率、拆除不相容設備等。面對電價調漲，三大電信基於民生考量暫不調漲，對於網路資料中心(IDC)及需要圖形處理器(GPU)高算力的產業則有費率調整壓力，整體影響仍需估算。因此，預估 2024 年我國通訊服務產值，達新臺幣 4,209.0 億元，較 2023 年將成長 1.2%。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-2-10 2022~2026 年我國通訊服務產值(含海內外)趨勢

第三章 通訊產業聚落

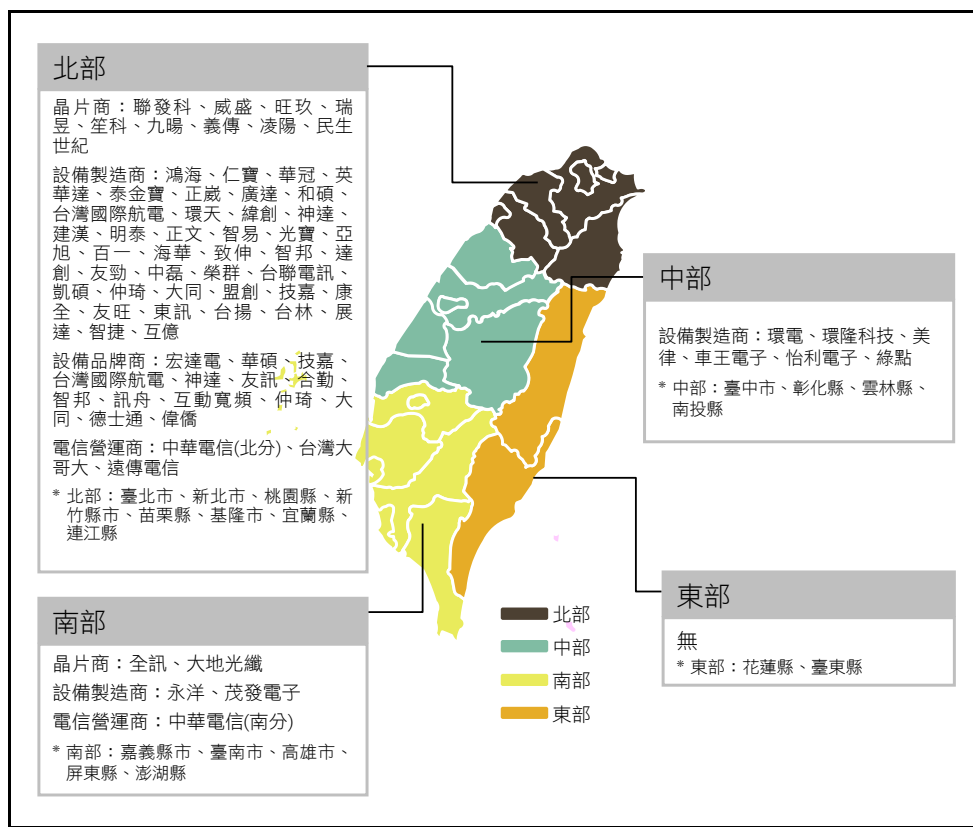
一、地理區域分布

我國通訊產業自上、中、下游，涵蓋晶片、設備製造、設備品牌以及電信營運等業者，產業鏈布局完整。主要產業聚落有逾九成業者總部座落於臺北市、新北市、桃園與新竹等北部區域，多數位於主要的工業區或科學園區，如內湖科學園區、新竹科學園區、台元科學園區及桃園龜山，所涵蓋的通訊次產業最廣，如通訊晶片、手機、GPS、網通設備、VOIP 設備、光通訊設備等等。

中部區域則為汽車通訊電子製造商之重點聚落，且為少數消費電子製造商如美律、綠點的據點，所涵蓋的通訊產業聚焦在車用通訊、藍牙耳機、手機與新興載具的機構組件研發設計等。

南部區域產業發展規劃以重工業為主，然而台南市 2023 年配合「臺灣 5G 行動計畫」，爭取作為南部首座 5G 應用及展示示範場域，提供業者開放式環境進行試驗，促進 5G 應用服務之開發、導入與擴散。此外，隨國網雲端資料中心於 2023 年落腳台南科學園區，將於 2025 年竣工，預期能吸引國際海纜業者與國內網路、雲端服務業者進駐。南科近年營業額不斷提升，已連續三年營業額破兆，2023 年已超越竹科，主要是積體電路產業受惠全球 AI 晶片需求快速成長，及 3 奈米製程投產放量的穩健支撐。

整體而言，北部地區為我國通訊產業發展的重鎮，主要廠商多設立營運總部在此，已形成上下游完整串連的產業聚落。而南部科學園區有其餘科技大廠相繼擴廠的形勢帶動下，或有機會成為另一個新興的通訊產業聚落，可持續觀察產業發展生態。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-3-1 我國通訊產業區域聚落現況

二、區域聚落發展現況

(一) 產業鏈

我國上游通訊晶片(如基頻、WLAN、GPS、藍牙等)業者多集中於新竹科學園區或台元科學園區，主要關鍵晶片業者超過 10 家。其中，以聯發科近年來持續整併使其涵蓋之通訊晶片種類最廣，為我國行動通訊與無線連結晶片主要供應廠商，聯發科行動應用處理暨基頻之 SoC 為其核心產品，同時也著力開發高成長之物聯網平台晶片產品，並整合自身 AI 晶片開發的優勢，推出高階連網智慧家電晶片，以 AI 技術優化串流體驗，使我國關鍵通訊晶片，帶來市場區隔，並引領我國在 5G 行動通訊基頻晶片的發展。

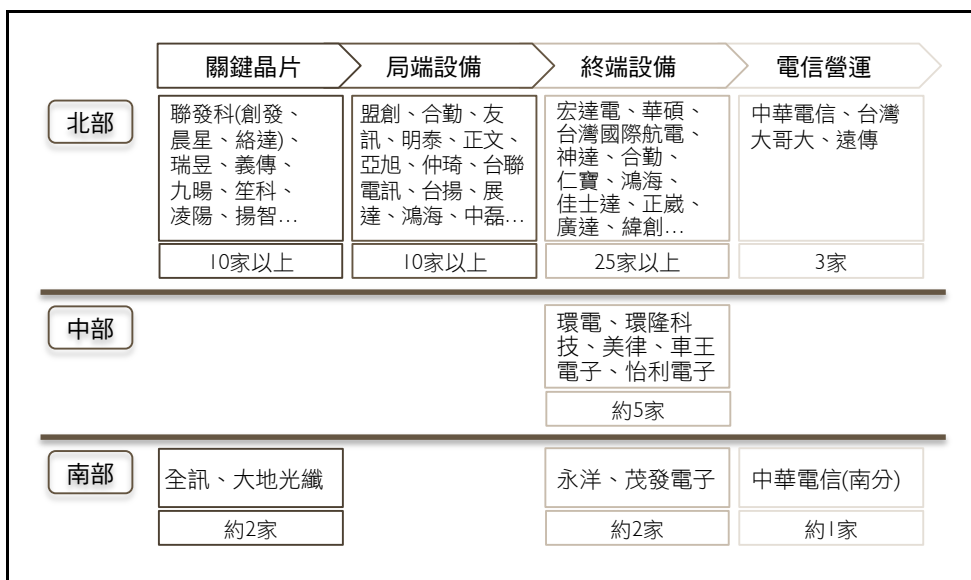
我國通訊產業中游以局端與終端設備之品牌及代工製造業者為主，2023 年約有 75%產值源自代工業者，尤以網通設備更高度集中於代工業

務，逾 85%產值由代工貢獻；個人行動終端則約有 30%產值由品牌貢獻。整體而言，通訊中游業者集中於北部，並以技術研發為主，多數產能因應生產規模效應及製造成本多聚集於中國。

其中在局端設備方面，我國業者集中於北部，並為國際電信設備商代工，部分歐洲市場則提供貼牌產品之服務。而終端設備方面，主要業者經營總部集中於桃園以北地區，如臺灣國際航電、華碩、宏達電、神達、英業達，且關鍵零組件廠如印刷電路板、記憶體、電池模組等，多集中於新竹以北地區，面板產業則分散於竹科與桃園、中科與南科等地區，光學模組在臺中精密機械園區，機殼則北中南各有研發中心，主要產能集中於中國。

我國通訊下游之電信營運商，包括中華電信、台灣大哥大，以及遠傳，經營總部集中於北部，並以內需行動通訊市場為主要營收來源。近年來，因應物聯網需求興起，加入 NB-IoT 的服務部署，並因應 5G、Wi-Fi 6 等新興技術和通訊標準，針對全球物聯網終端(含智慧電錶、智慧路燈、智慧農業)的應用需求，推出新的服務模式。

2023 年，雖全球通膨與貨幣政策不明，對於消費性通訊的市場需求有負面影響，但企業數位轉型的動能仍在，使全球網路設備、5G 通訊產品的需求成長。此外，因應全球倡議淨零排放、低碳轉型，5G 通訊布建也搭上 ESG(環境、社會責任、公司治理)潮流，雖然目前資通訊產業還不算是高碳排放產業，但臺灣在國際 ICT 供應鏈中扮演重要角色，主要客戶為達成淨零碳排放目標也將對供應商提出相應的要求和配合，臺灣廠商應多加關注並及早準備。



資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

圖 5-3-2 我國通訊產業鏈

(二) 聚落特性與規模

表 5-3-1 我國通訊產業區域聚落特性與規模

區域	特性	規模
北部地區	<p>◎我國的通訊產業多以北部的地區為經營研發中心，在各上中下游業者的分工下，已掌握成本優勢，形成具競爭力且產業鏈完整成熟的產業聚落</p> <p>◎手機產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 華碩、宏達電等手機品牌廠將研發設計中心及部分製造功能設置在此區域，主要生產製造設置於海外或委外進行；近年來積極強化新興應用載具與服務應用的研發能量，包含 VR、機器人、智慧家庭終端等應用 	<p>◎手機產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 我國手機品牌佔全球銷量市占率小於 1% 我國手機(含 EMS)產值佔全球產值比約 17.6% <p>◎WLAN 產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 我國 WLAN 產值佔全球產值比約 63.7% <p>◎CPE (xDSL/ Cable/ Switch)產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 我國 xDSL 終端產值佔全球產值比約 56.4% 我國為全球 Cable CPE 主要生產業者，海內外產值佔全球市占約 80%以上 我國 Switch 產值佔全球產值比約 9.5%

表 5-3-1 我國通訊產業區域聚落特性與規模(續)

區域	特性	規模
北部地區 (續)	<ul style="list-style-type: none"> 我國的手機代工業者，如英業達、仁寶、華冠、鴻海、和碩、緯創等，將總部設於此區域，生產據點集中於中國，部分產能開始布局於東南亞，如印度、印尼、越南等，以提供生產風險的調整 <p>◎WLAN 產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 我國 WLAN 產值佔全球近七成，產地以中國為主，部分高階產品生產或新品的測試與研發在在北部區域進行 <p>◎CPE (Switch/ Cable/ xDSL)與 IP STB 產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 國內主要 CPE 與 IP STB 產業以 ODM 服務為主，多以國內接單、設計研發，並在中國生產的模式為主 <p>◎電信營運產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 以內需市場業務為大宗，主要業者總部集中於北部區域 	<p>◎IP STB 產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 我國 IP STB 產值佔全球產值比約 43.1% <p>◎電信營運產業：</p> <ul style="list-style-type: none"> 我國電信營運產值佔全球產值比約 0.9%
中部地區	<p>◎此區域僅有環電、美律、車王電與怡利電子等業者在此發展，由於產品的通訊功能並非主要用途，與通訊產業供應鏈上下游連結性較低，聚落效應不顯著</p>	
南部地區	<p>◎中華電信南部分公司在此經營</p> <p>◎晶片廠商如全訊、大地光纖，通訊設備業者如永洋、茂發電子在此發展，提供光通訊、無線通訊與智慧家庭解決方案，零星散布缺乏群聚效益</p>	

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

(三) 聚落發展課題與可行方案

表 5-3-2 我國通訊產業區域聚落發展課題與可行方案

區域	發展課題	可行方案
北部地區	<ul style="list-style-type: none"> • 缺乏針對人機介面、硬體服務化、應用情境設計等軟實力研發和國際市場介接的管理、行銷人才 • 通訊硬體需求與利潤下滑，除了藉由硬體服務化提供增值空間外，另闢國際化的新興聯網應用生態系統成為轉型方向，將凸顯跨域應用的整合商業模式、人才、技術、資金等資源的整合需求 	<ul style="list-style-type: none"> • 透過產學合作或企業徵才競賽平台，培育或篩選依企業需求為導向的人才，建立國際人才來臺就業的友善環境，強化內部技術交流 • 發掘我國優勢垂直領域如製造、醫療、交通等進階智慧化應用需求，規劃產品與服務實測驗證場域，協助廠商累積解題經驗並且建立發展整合式解決方案能力，奠定跨入國際市場競爭能力

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

參考文獻

1. 2023 臺灣產業群聚發展地圖，工研院產科國際所
2. 主計處中華民國統計資訊網：
<https://www.stat.gov.tw/lp.asp?CtNode=2107&CtUnit=1038&BaseDSD=7&mp=4>

第 VI 篇 未來展望

第一章 全球產業展望

第二章 我國產業展望

第一章 全球產業展望

一、2024 年市場預測

綜整全球通訊產業之主要次產業，繼 2023 年後邁向 2024 年的主要市場變化分析如下：

(一) WLAN

回顧 2023 年，上半年全球因通膨高漲壓力導致經濟疲軟之疑慮，WLAN 下游廠商對於庫存準備，新增訂單呈現保守態度。到了下半年，庫存調整效應逐步淡化，WLAN 出貨回暖，再加上非蘋果手機有新機備貨需求，出貨動能開始轉強，促使 Wi-Fi 4/5 升級到 Wi-Fi 6/6E 持續進行，在各市場的滲透率持續有穩定的增加。整體而言，2023 年全球 WLAN 市場整體規模為 72.9 億美元，成長率約為 1.8%。

展望 2024 年，預期非蘋陣營手機開始跟進蘋果 iPhone 15 系列採用 Wi-Fi 6E 技術，將持續提升 Wi-Fi 6E 市場滲透率。此外，新產品 Wi-Fi 7 規格確定在 2024 年第一季正式定案，WLAN 大廠皆積極備戰加速切入市場。整體而言，預估 2024 年全球 WLAN 市場整體規模為 76.0 億美元，年成長率約為 4.2%。

(二) 行動寬頻終端與模組

回顧 2023 年，5G 市場帶起新一波網通商機，FWA 在施工成本較低情況下，已經成為電信商在 5G 骨幹網路補強最後一哩路的重點。受惠於美國政府斥資 650 億美元(約新臺幣 1.9 兆元)推動「寬頻大基建計畫」、歐盟 gigabit 計畫，以及新興國家對 5G FWA 需求擴張。普遍認為歐洲、美洲、亞太地區 5G 都有不錯的需求，特別在 FWA CPE 已有一些出貨成績，2023 年

電信商客戶 5G FWA 用戶跳躍式成長，2023 年全球行動寬頻接取產品市場規模為 15.6 億美元，較 2022 年成長 10.6%。

展望 2024 年，寬頻網路基礎建設需求旺盛，零組件物流困境舒緩。北美市場因企業網通市場庫存調整，導致出貨放緩。印度市場的寬頻布建工作持續升溫，其光纖、5G 並進的策略，帶動 5G FWA 客戶端 CPE 設備需求增長。預估 2024 年全球行動寬頻接取產品市場規模可達 17.3 億美元，成長率 11.1%。

(三) xDSL CPE

回顧 2023 年，延續全球網路頻寬的高需求，連帶推升 xDSL CPE 的需求，但長期而言，全球 xDSL CPE 市場仍呈現快速萎縮。xDSL 技術方面，VDSL2 和 G.Fast 可提供更高速和優質的傳輸速度，成為目前 xDSL 的主流產品。然而，在過去幾年寬頻技術研發已轉向 Wi-Fi 解決方案或是 XGSPON、NGPON2 等新一代光纖接入網路技術，網通大廠也紛紛調整寬頻產品品項，如多功能產品整併、其他新技術研發，或終止 xDSL CPE 產品等。

展望 2024 年，xDSL CPE 市場前景不樂觀下，依舊呈現快速萎縮，但在實用性和成本考量下尚有需求。因此，預估 2024 年整體市場規模約 24.1 億美元，年成長率約為-11.6%。

(四) Cable CPE

回顧 2023 年，因北美企業持續裁員，中國出口、內需皆未出現回溫跡象，終端需求下滑，加上歐美地區央行持續升息對抗通膨，企業支出規劃相對保守，需求放緩，電信商與服務供應商對網通 CPE 產品持續進行去化庫存。整體而言，2023 年產值約達 26.4 億美元，衰退約 6.6%。

展望 2024 年，雖有歐美國家通訊基礎建設補助陸續釋出，南亞等新興國家也會加速推動寬頻網路建設，以及 DOCSIS 3.1 纜線路由器搭載 Wi-Fi 6 等高階機種產品滲透率逐步提升，然歐美等市場上半年仍持續進行終端產

品庫存調整，預計 2024 年下半年才能陸續回溫，預估該情況將削弱成長動能。整體而言，預估 2024 年全球產值將達 26.6 億美元，成長約 0.7%。

(五) Switch

回顧 2023 年，隨著 5G 和雲端運算的普及，對高性能網路交換器的需求顯著成長。5G 技術需要更高的頻寬和低延遲，促使網路基礎設施進行升級。此外，雲端運算流量增加，資料中心具備更高效的網路處理能力，進一步推動了市場對高性能交換器的需求。

展望 2024 年，開放網路架構為中小型供應商帶來更多機會，軟體定義網路(SD-WAN)技術的普及，也將促進網路交換器市場的成長。人工智慧和機器學習技術將更多應用於網路交換器中，實現自動化管理和故障排除，提升網路的智慧化水平，減少人為錯誤，提高營運效率。此外，隨著企業越來越重視環保，高能源效率網路交換器將成為市場主流。廠商需要研發更節能的產品以滿足市場需求，這也將推動技術創新和產品升級。預估 2024 年全球交換器產業整體產值約 386.3 億美元，成長率達 3.0%。

(六) IP STB

回顧 2023 年，因近年成長較大的亞洲市場，如中國 IPTV 市場逐漸飽和，加上因通膨及升息造成消費者購買力下降，電視機需求下滑，使得 STB 出貨大幅衰退。整體而言，2023 年全球 IP STB 市場規模達約 40.7 億美元，衰退約 5.4%。

展望 2024 年，2024 年第一季歐美等地區需求未見好轉，壓抑 STB 需求，但預期隨著各種技術進步，包含 IoT 整合和 AI 支援的引入機上盒推動對 IP STB 產品的需求。此外，隨著 2024 年下半年廠商去庫存化落底調整結束，加上經濟復甦，以及奧運活動加持，有機會帶動機上盒需求回溫。整體而言，2024 年 IP STB 產值達 40.6 億美元，微幅衰退約 0.3%。

(七) 局端與輕局端

回顧 2023 年，在東亞、西歐等市場的電信基礎建設的紅利已逐步趨緩，大致由北美、東協、印度等新興市場接力。整體而言，2023 年全球局端與輕局端市場規模達到 419.2 億美元，年成長率為 1.0%。

展望 2024 年，部份市場面臨經濟挑戰及地緣政治不確定性，如俄烏衝突延續多年未解，以色列哈瑪斯衝突恐觸發周邊國家連鎖反應的憂慮，遞延相關基礎建設的需求。北美、西歐、東北亞 5G 用戶數持續成長滲透率提高，而 5G 基礎建設大致已具成果，印度與東協國家目前成為 5G 發展的重要市場。2024 年全球局端與輕局端市場規模預估將達到 414.9 億美元，年成長率為-1.0%。

(八) 手機

2023 年全球手機市場受通膨與經濟不穩定，上半年大幅下降，下半年才逐漸回溫，整體銷售規模為 1,308.8 百萬支，年減 5%。尤其中階產品需求明顯下滑，對 Android 陣營以往大宗銷量聚集中階產品，備受影響，反而在旗艦機種需求有所增溫，因此，除 Apple、傳音、華為、Google 為成長外，多數品牌銷售呈下滑。同時產品單價拉高下，影響全球手機產值為 4,973.6 億美元，年成長 9.4%。

2024 年全球手機市場繼 2023 下半年的回溫跡象，預估全年產值與銷售規模皆有提升，預期產值上看 5,170.8 億美元，年增 4%；銷售規模約 1,325.8 百萬支，年增 1.3%。其中，5G、折疊手機動能接續外，GenAI 功能、中階產品規格升級等因素都將灌注新購機動能。

(九) 通訊服務

回顧 2023 年，固定電話服務、行動電話服務、簡訊服務等基本電信服務收入因免費通訊應用程式(如 Line、WhatsApp 等)的普及而大幅減少；而數

位平台服務所提供的各種應用程式和數位內容，也改變了消費者的使用習慣與服務體驗，使得電信服務業者需要提供更穩定、更高品質的網路頻寬與數位服務以滿足消費者需求。5G 公網與基礎建設的建置，從直接面向消費者的服務，轉而朝向私網領域的獨立組網、網路切片與專網的產業垂直應用與增值服務發展。2023 年全球通訊服務市場規模為 1 兆 5,287 億美元，年成長率達 5.7%。

展望 2024 年，隨著生成式 AI 技術的日趨成熟與應用普及，其產生的深遠影響與潛在價值將加速各行各業的導入與產業變革。電信服務業身處此大趨勢中，也必將戮力發展並導入各項創新應用服務，以提升自身經營競爭力；同時隨著數據量的激增，對於伺服器與資料中心的投入也將同步增加。預期 2024 年全球通訊服務市場規模將達為 1 兆 5,976 億美元，年成長率達 4.5%。

(十) 雲端服務

回顧 2023 年，隨著混合雲成為主流，未來客戶將不只有一個雲端服務供應商，雲端供應商將開始思考如何在不同雲端間建立跨雲功能，以提供客戶簡化且多元的多雲服務。整體而言，全球雲端基礎設備與服務產業 2023 年市場規模約為 2,932 億美元，成長率達 27.3%。

展望 2024 年，全球 AI / GenAI 投資上升，為了滿足市場不斷成長的需求，帶動超大規模資料中心的快速成長；同時人工智慧、自駕車、物聯網數據對資料運算與分析的高度需求，邊緣運算可加速數據處理且減少延遲，也加速邊緣資料中心的成長。因此，雲服務市場呈現持續成長的趨勢，預期 2024 年整體市場規模將達 3,706 億美元，成長率約 26.4%。

表 6-1-1 全球通訊產業市場預測

單位：百萬美元

產業別		2023	2024(e)	2024(e) / 2023
通訊總體產業		2,416,941	2,583,864	6.9%
網路通訊設備產業	WLAN	7,294	7,600	4.2%
	行動寬頻終端與模組	1,560	1,733	11.1%
	xDSL CPE	2,726	2,409	-11.6%
	Cable CPE	2,643	2,661	0.7%
	Switch	37,502	38,627	3.0%
	IP STB	4,074	4,061	-0.3%
	局端與輕局端	41,923	41,494	-1.0%
行動終端暨 網通服務產業	手機	497,358	517,082	4.0%
	通訊服務	1,528,700	1,597,604	4.5%
	雲端服務	293,161	370,593	26.4%

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

二、產業發展趨勢

綜合本年鑑內容，全球通訊產業發展趨勢如表 6-1-2 所示，茲說明如下：

表 6-1-2 全球通訊產業發展趨勢

產業別		產業發展趨勢
網路通訊設備產業	WLAN	<ul style="list-style-type: none"> 非蘋陣營手機開始跟進蘋果 iPhone 15 系列採用 Wi-Fi 6E 技術，將持續提升 Wi-Fi 6E 市場滲透率 Wi-Fi 聯盟於 2024 年 1 月宣布開始認證 Wi-Fi 7 裝置，預期智慧型手機、PC、平板電腦與無線存取(AP)裝置將成為 Wi-Fi 7 的最早採用者，繼之為客戶端裝置與 AR/VR/XR 裝置
	行動寬頻終端與模組	<ul style="list-style-type: none"> 國際旅遊熱潮帶動行動寬頻需求 5G 產品逐步取代 4G，且終端產品價格預期在 2025 年趨於與 4G 一致 各國政府注資基礎建設擴張 5G 覆蓋率，5G 接取產品隨之擴張

表 6-1-2 全球通訊產業發展趨勢(續)

產業別		產業發展趨勢
網路通訊設備產業 (續)	xDSL CPE	<ul style="list-style-type: none"> • 許多電信營運商投入光纖解決方案、各國加速網路升級計畫，對 xDSL CPE 產生強烈替代效應，全球市場需求呈現快速衰退走勢 • xDSL 朝智慧閘道器、智慧機上盒，以及 IAD 產品(支援 VoIP 功能)，具整合 Wi-Fi 6 技術；或者是進階的高速數位用戶線路技術(如 VDSL2)發展
	Cable CPE	<ul style="list-style-type: none"> • AI 應用增加帶動網路設備升級需求增加，結合 DOCSIS 3.1 與 Wi-Fi 6/6E/7 無線技術產品將成為未來主流設備 • DOCSIS 4.0 Cable CPE 設備將成為未來 5 年產業發展趨勢，相關設備最快有機會於 2025 年在市場面世
	Switch	<ul style="list-style-type: none"> • AI 和機器學習技術將更多應用於網路交換器中，也由於 5G 普及和 AI 應用引發網路流量增加，進而帶動網路交換器市場成長 • 隨著中小企業數位轉型需求日增，對網路交換器的需求將顯著增加，推動市場進一步擴大
	IP STB	<ul style="list-style-type: none"> • 多種技術整合至 STB，例如支援 4K 高畫質、利用語音助理控制智慧家庭產品，支援多元 OTT 平台等，成為未來產品發展趨勢 • OTT 串流影音服務快速發展，主要業者包含 Netflix、Disney+、Amazon Prime Video 紛紛推出各種加值服務，帶動 OTT STB 需求
	局端與輕局端	<ul style="list-style-type: none"> • 2G、3G 局端設備 2022 年起各國逐步汰除，預期 2025 年前揮別傳統舊技術 • 5G 網路建置需求在新興市場保持成長趨勢 • 3GPP Release 18 公布正式邁入 5G-Advance 階段，電信商將須逐步更新設備，並且因應生成式 AI 應用興起的電信使用情境
行動終端暨通訊服務產業	手機	<ul style="list-style-type: none"> • 伴隨全球通膨影響減緩，原 2023 年購機需求將遞延到 2024 年，預期需求規模將年增 4% • 全球 5G 智慧手機市場占約六成，市場仍持續成長，預估 2024 年 5G 手機將年成長約 20% • 5G 動能接續外，GenAI 功能、中階產品規格升級等因素都將灌注新購機動能

表 6-1-2 全球通訊產業發展趨勢(續)

產業別		產業發展趨勢
行動終端暨通訊服務產業 (續)	通訊服務	<ul style="list-style-type: none"> • 人工智慧的採用可望達到新高峰，改變產業並重塑電信服務商業格局 • 永續發展為全球關注議題，隨著電價上漲對電信服務商的能源支出產生壓力、碳稅與綠色能源採購也成為營運的挑戰 • 5G 專網和邊緣運算的興起，製造業者和服務供應商之間的合作將更密切
	雲端服務	<ul style="list-style-type: none"> • 全球 AI / GenAI 投資上升、AIoT 應用情境對數據運算分析的高度需求，帶動超大規模資料中心與邊緣資料中心的成長 • 企業為因應市場不確性的挑戰、維持業務靈活性、市場競爭優勢等，雲端策略已從單純儲存和運算，轉變為更全面的戰略布局，將更重視合規性、安全性與永續發展

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

第二章 我國產業展望

一、2024 年市場預測

綜整我國通訊產業之主要次產業，繼 2023 年後邁向 2024 年的主要市場變化分析如下：

(一)WLAN：全球逐步開放 6GHz 推動 Wi-Fi 6E/7 市場

回顧 2023 年，上半年受到通膨高漲壓力導致經濟疲軟之疑慮，造成智慧型手機和筆電等消費性電子產品的市場需求疲弱，Wi-Fi 產品在消費性市場的需求有放緩之趨勢。下半年消費性產品開始回補，出貨動能開始轉強，再加上我國數位發展部開放 6GHz 下半頻段(5945-6425MHz)，釋放支援 Wi-Fi 6E 的無線網路通訊設備在臺銷售。整體而言，2023 年我國 WLAN 產值達新臺幣 1,448 億元，成長 1.6%。

展望 2024 年，非蘋陣營手機，例如 Samsung、Oppo、Vivo 等，開始跟進蘋果 iPhone 15 系列採用 Wi-Fi 6E 技術，持續提升 Wi-Fi 6E 市場滲透率。此外，Wi-Fi 聯盟於 2024 年 1 月啟動對 Wi-Fi 7 產品認證，加上全球多數地區逐步開放 6GHz 頻段，將推動更多 Wi-Fi 7 產品問世。整體而言，預估 2024 年我國 WLAN 產值將成長 5.3%，達新臺幣 1,526 億元。

(二)行動寬頻終端與模組：FWA 成部署 5G 主流設備

回顧 2023 年，LTE 用戶漸漸轉移至 5G，在原物料供貨穩定且市場需求熱度提升的情況下，5G FWA CPE 成主要產品。雖然市場面因高通膨與調整庫存壓力而使發展力道受到影響，但仍受益於各國政策支持而持續保持成長趨勢。2023 年全球行動寬頻接取產品市場規模達新臺幣 220.6 億元，成長率 7.6%。

展望 2024，預期有越來越多的國家政府與電信營運商使用 FWA 做為偏鄉地區的寬頻網路替代方案，將持續帶動 5G FWA CPE 的出貨能量。臺廠在北美、歐洲，乃至印度、新興亞洲等市場，對 5G FWA CPE 布局已久，預估 2024 年我國行動寬頻接取產品市場規模可達新臺幣 224.6 億元，成長率 1.8%。

(三)xDSL CPE：光纖替代效果使市場持續萎縮

回顧 2023 年，在中美貿易戰、COVID-19、俄烏戰爭等國際不確定因素影響下，臺灣廠商受惠國際轉單效應，在產值和產量上有不錯的表現。然而各國網路升級計畫與光纖解決方案的高度需求，使得 xDSL CPE 市場持續萎縮。2023 年我國 xDSL CPE 產值約新臺幣 484.5 億元，較 2022 年衰退 17.5%。

展望 2024 年，雖然多數國家因光纖網路尚未完全布建完成，對於 xDSL 的需求尚在，但 xDSL CPE 市場仍持續萎縮。因此，預估 2024 年我國 xDSL CPE 整體出貨量將持續減少，產值約新臺幣 430.2 億元，年成長率約-11.2%。

(四)Cable CPE：基礎建設與新興市場需求浮現

回顧 2023 年，北美企業持續裁員，中國出口、內需皆未出現回溫跡象，終端需求下滑，加上歐美客戶持續去化庫存，導致我國產業出貨大幅放緩。整體而言，2023 年產值將達新臺幣 685.2 億元，衰退約 3.0%。

展望 2024 年，上半年我國廠商仍持續受制於歐美國家客戶端的庫存化調整，預計下半年才會落底回升，因此 2024 整年度出貨成長動能將會有所壓抑。然而在全球 DOCSIS 3.1 纜線路由器搭載 Wi-Fi 6 等高階機種產品滲透率逐步提升，加上除歐美基礎建設外，臺廠也打入印度固網寬頻市場。整體而言，2024 年產值將達新臺幣 690.8 億元，成長約 0.8%。

(五) Switch：生成式 AI 帶動企業級交換器升級動能

回顧 2023 年，受地緣政治衝突和總體經濟景氣衰退影響，客戶持續庫存調節，對 Switch 產業造成些許負面影響。然而，市場需求面拉動力道更大，生成式 AI 應用興起，網路流量需求大增，迫使資料中心業者加速升級和擴充設備，進而增加採購交換器需求。2023 年我國 Switch 產業產值成長 2.3%，達新臺幣 1,055.1 億元

展望 2024 年，我國 Switch 產業全年度在應用面仍有人工智慧高流量應用需求帶動企業級交換器升級動能，基本面則有全球寬頻基礎建設需求支持網路頻寬升級，以及中小企業持續推動數位轉型，整體而言產業應仍呈現成長發展趨勢。預估 2024 年產值年成長率達 1.7%，可達到新臺幣 1,072.8 億元。

(六) IP STB：加值服務與高階產品推升市場成長動能

回顧 2023 年，因全球通膨高漲，經濟疲軟，加上升息造成消費者購買力下降，影響我國 STB 出貨，整體而言，2023 年我國 IP STB 產值達新臺幣 546.6 億元，衰退約 1.4%。

展望 2024 年，預計庫存水位調整將在上半年進入尾聲，加上巴黎奧運國際體育賽事換機需求，訂單能見度成長，以及 IPTV STB 市場參與者不斷技術發展與推出新產品，如 Android 機上盒提供 Wi-Fi、乙太網路、HDMI 和藍牙等連接選項，並整合 AI 語音遙控器、全畫質和 4K/8K 解析度支援等技術帶動成長。OTT 平台服務商 Netflix、Disney+、HBO Max 近期也推出如縮短內容產生時間、方便時移觀看服務等，帶動 OTT STB 需求。整體而言，2024 年產值達新臺幣 547.8 億元，成長約 0.2%。

(七) 手機：代工商機走向 EMS 且面臨多供應商分化的情況

回顧 2023 年，隨著全球經濟低迷的持續影響，國內手機品牌在上半年的出貨量和營收都大幅下降，產值年減 32%。這主要是因為全球智慧手機中階產品在通膨考量下，消費者降低了新購機的需求，或轉而購買使用壽命較長的高階產品。而代工端則面臨品牌客戶需求不穩定，多數訂單都是短期的，唯一的例外是特定美系客戶，他們銷售規模增加了 300 萬餘支，緩和了多數代工訂單營收的下降，年減約 5%。全年國內手機產值為新臺幣 1,790 億元，年減 6.7%。

展望 2024 年，我們觀察到國內手機品牌和代工廠商都在轉型發展新興業務。一方面，品牌市場難以與全球前幾大品牌競爭，另一方面，智慧手機前五大品牌趨向自研，代工商機走向 EMS，且面臨多供應商分化的情況。因此，國內手機 ODM 訂單將繼續呈現短期需求下滑的趨勢，預估全年產值將近新臺幣 1,330 億元，年減 25.7%。

(八) 通訊服務：電價調漲與生成式 AI 的能耗挑戰

回顧 2023 年，台灣大哥大與台灣之星合併在 2023 年 12 月 1 日生效、遠傳與亞太電信合併於 2023 年 12 月 15 日生效，將使存續公司發揮連續頻寬優勢。電信商聚焦開發淨零碳排、ESG、5G+ 創新轉型的策略主軸，協助企業強化創新與數位轉型，推動 5G 企業專網，與企業夥伴共同發展 5G 智慧應用，進一步推升行動業務營收，並帶動資通訊業務成長。整體而言，2023 年我國通訊服務產值達新臺幣 4,158 億元，成長 4.5%。

展望 2024 年，電價於 4 月第一階段調漲且後續仍有上調電價的可能性，固定的基地台與設施用電，以及大量耗能的生成式 AI 伺服器與雲端運算，三大電信商雖宣布基於民生考量暫不調漲，但對於 IDC 及需要 GPU 高算力的產業則有費率調整壓力。隨著 AI 趨勢帶動大算力及大傳輸需求，預期電信商將推出符合 AI 需求的解決方案，預估 2024 年我國通訊服務產值為新臺幣 4,209 億元，成長 1.2%。

表 6-2-1 我國通訊產業市場預測

單位：新臺幣百萬元；%

產業別		2023	2024(e)	2024(e) / 2023
通訊總體產業		1,309,193	1,289,792	-1.5%
網路通訊設備產業	WLAN	144,844	152,572	5.3%
	行動寬頻終端與模組	22,062	22,459	1.8%
	xDSL CPE	48,446	43,017	-11.2%
	Cable CPE	68,519	69,078	0.8%
	Switch	105,507	107,279	1.7%
	IP STB	54,660	54,780	0.2%
行動終端暨通訊服務產業	手機	179,042	132,955	-25.7%
	通訊服務	415,818	420,900	1.2%
其他		270,295	286,752	6.1%

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

二、產業發展趨勢

綜合本年鑑內容，我國通訊產業發展趨勢如表 6-2-2 所示，茲說明如下：

表 6-2-2 我國通訊產業發展趨勢

產業別		產業發展趨勢
網路通訊設備產業	WLAN	<ul style="list-style-type: none">我國數位發展部開放 6GHz 下半頻段(5945-6425MHz)，釋放支援 Wi-Fi 6E 的無線網路通訊設備在臺銷售Wi-Fi 聯盟於 2024 年 1 月啟動對 Wi-Fi 7 產品認證，加上全球多數地區逐步開放 6GHz 頻段，將推動更多 Wi-Fi 7 產品問世
	行動寬頻終端與模組	<ul style="list-style-type: none">受惠美國 BEAD 法案總額 420 億美元於 2023 年 12 月核發首批資金，後續資金持續到位歐盟、新興市場持續在 5G 擴大投資，提升覆蓋率與滲透率，相關應用服務的推出帶動終端設備的成長
	xDSL CPE	<ul style="list-style-type: none">儘管 xDSL 市場持續縮減，但對 ADSL 2+、G.Fast 和 VDSL2 等產品還是有需求因應永續議題，xDSL CPE 產品在設計和製造過程中須注重節能環保，以符合淨零排碳的需求

表 6-2-2 我國通訊產業發展趨勢(續)

產業別		產業發展趨勢
網路通訊設備產業 (續)	Cable CPE	<ul style="list-style-type: none"> • DOCSIS 3.1 產品於 2023 年滲透率持續增加，以及與 Wi-Fi 6 整合之 DOCSIS 3.1 新機種也於歐美市場持續出貨增加，帶動我國產值成長 • 未來歐美與印度等寬頻補助政策，陸續帶動我國 Cable CPE 出貨
	Switch	<ul style="list-style-type: none"> • 因應 5G、物聯網，以及人工智慧等新技術的興起，帶動流量市場需求上升，資料中心客戶增加新機採購，擴充和升級設備 • 共同封裝光元件技術(CPO)可減少電訊號損失，提高資料傳輸效率，除交換器晶片商外，部份交換器設備商也投入研發 CPO 技術，導入傳輸速度更快的 800G 高階機種
	IP STB	<ul style="list-style-type: none"> • 整合眾多功能之高階 STB 機種，如具備 Wi-Fi 6 連接、DVR、支援 DVB 網路、安全條件接取(CA)、數位內容安全方案、OTT 服務等，為未來產業趨勢 • 支援高畫質 4K 與高動態範圍影像(HDR)、Android based 與整合語音控制功能之 STB 也是產業發展趨勢
行動終端暨通訊服務產業	手機	<ul style="list-style-type: none"> • 國內手機產業經營利潤低薄，多轉型向新潛力產品布局(如 AI、車聯網、智慧醫療、XR)，加上客戶轉向自主設計並委 EMS，使 2024 年國內手機產值預估年減 26%
	通訊服務	<ul style="list-style-type: none"> • 2023 年 12 月完成國內電信市場「台台併」和「遠亞併」，電信三雄朝向提升用戶價值與提供加值服務來創造營收，避免價格競爭 • 面對電價調漲、生成式 AI 牽動的營運成本增加、基礎設施如何因應暴增的數據流量、運算能耗，以及既定的淨零排放目標，將需投入更多資源與調整周期來達成

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

附 錄

附錄一 2023年通訊產業大事紀

附錄二 我國通訊廠商名錄

附錄三 通訊產業協會

附錄四 2024年通訊產業相關展覽會一覽

附錄五 中英文專有名詞縮寫/略語對照表

附錄一 2023 年通訊產業大事紀

第一節 全球通訊產業大事紀

時 間	事 件
2023 年 1 月	<ul style="list-style-type: none"> • 微軟購併半導體新創 Fungible，強化微軟 Azure 的服務。 • 南韓科技資通訊部(MSIT)拍板「2023 年 ICT 核心研發計畫實行計畫」，決定以 1,557 億韓元推動 17 項計畫，其中有 530 億韓元用於 8 個新計畫。 • 衛星通訊服務供應商 OneWeb 證實已成功在 SpaceX 的協助下，完成 40 顆衛星的部署。 • 為推動國內 6G 技術發展，法國政府在 2025 年前將投入 7.5 億歐元的經費從事 5G 與 6G 研發。
2023 年 2 月	<ul style="list-style-type: none"> • 美國 NIST 宣佈，名為 Ascon 的認證加密和散列演算法系列將成為物聯網通信資料的標準加密演算法。 • 美國通訊產業解決方案聯盟(ATIS)與 O-RAN Alliance 簽訂合作備忘錄(MOU)拓展雙方在 Open RAN 領域的合作關係。 • 三星攜手高通、Google 合作開發 XR 產品。 • Amazon 獲得 FCC 的核可，可以開始發射 Project Kuiper 的網路衛星群，最終總數可達到 3,236 顆。
2023 年 3 月	<ul style="list-style-type: none"> • 鑑於中國電信設備的安全風險，德國計劃跟進美國、日本等國，將華為技術公司排除在第 5 代行動通訊技術(5G)之外，強制已安裝的電信業者更換設備。 • KDDI 與 NTT 合作，開發 IOWN 週邊技術，目前已進入協議書條文審議階段，即將正式簽訂。 • SpaceX 完成南韓子公司 Starlink Korea 登記程序，資本額為 3 億韓元(約 23 萬美元)，成為繼南韓電信三雄之後的第四家電信業者。
2023 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> • 4/21 美國白宮發布《6G 原則：透過設計實現開放和韌性》，期望透過 6G 減少數位落差、擴大國內及國際網路存取，並推動 6G 在健康、能源、交通、農業領域的應用。 • 微軟斥資 5,000 萬美元購買位於密爾瓦基(Milwaukee)郡以南約 50 公里處的拉辛郡(Racine County)芒特普萊森特村(Mount Pleasant)佔地 315 英畝的土地，計畫在該土地上建造一個價值 10 億美元新資料中心園區。

時 間	事 件
2023 年 5 月	<ul style="list-style-type: none"> 亞馬遜(Amazon)旗下衛星網路服務項目 Project Kuiper，已完成衛星群部署規畫，並已與聯合發射聯盟(United Launch Alliance；ULA)簽訂合約，將藉由後者火箭進行衛星發射部署，目前規畫部署運作 3,200 顆通訊衛星。 歐盟執行委員會(EC)通過美國衛星寬頻服務供應商 Viasat 對英國衛星通訊業者 Inmarsat 的購併交易案，為歐洲經濟區(EEA)和全球商用客機提供衛星寬頻網路服務。 5/8 高通宣布收購以色列車用晶片商 Autotalks，強化 V2X 技術發展。
2023 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> 歐洲聯盟執行委員會(European Commission)表示，中國電信巨擘華為、中興通訊對歐盟安全構成風險，宣布不再使用這兩家公司的服務。 三星電子(Samsung Electronics)與英國行動通訊業者 Vodafone，成功在歐洲地區市中心實現 5G 開放式無線接取網路(Open RAN)商用化。 中國電信宣布投資人民幣 30 億元(約 4.21 億美元)，成立中電信量子信息科技集團，未來將致力於量子技術研發、加速量子產品更新，以及全國量子產業的發展。 新加坡發布《數位互聯互通發展藍圖(Digital Connectivity Blueprint)》，透過涵蓋硬體、實體與數位(Physical-Digital)、軟體基礎設施在內的五大優先要務，強化該國數位基礎架構堆疊。
2023 年 7 月	<ul style="list-style-type: none"> 智慧電表通訊系統 AMI 大廠優必閣科技(Ubiik)宣佈，併購總部設於紐西蘭的美國電力公用事業 SCADA 通訊系統領導廠商 Mimomax Wireless。 愛立信(Ericsson)宣布將斥資 1.55 億歐元整合愛沙尼亞現有的 4 座設施，成立 1 座新的智慧製造與技術中心，強化研發與生產間的連結。
2023 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> 瑞薩電子(Renesas Electronics)宣布收購 5G/4G 蜂巢式物聯網晶片/模組供應商 Sequans Communications S.A.，進軍蜂巢式物聯網市場。 德國電機大廠西門子(Siemens)宣布重大投資計畫，將推動總額度 20 億歐元(約 22 億美元)的工業元宇宙(Metaverse)應用研究。 高通(Qualcomm)攜手在英國營運 EE 行動網路的英國電信集團(BT Group)，在高通子公司高通科技(Qualcomm Technologies)位於英國法恩堡(Farnborough)的辦公室設立新的 5G 測試實驗室。
2023 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> 南韓科學技術 ICT 部(MSIT)發表《衛星通訊活化戰略》，南韓政府將於 2023 年 9 月申請 4,800 億韓元(3.6 億美元)規模的衛星通訊研發預備妥當性調查，致力確保本土衛星網路、頻率供應、強化衛星電波監控等。
2023 年 10 月	<ul style="list-style-type: none"> 歐盟於日前宣布，將向 27 項 6G 技術開發相關研究專案提供 1.3 億歐元(約 1.39 億美元)資金，以促進項目推進，讓歐盟在次世代行動通訊技術領域佔據領先優勢。 SpaceX 獲得美國太空軍(US Space Force)的 7,000 萬美元合約，透過名為「Starshield」的計畫，提供美國政府衛星通訊的服務。

時 間	事 件
2023 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> • 愛立信(Ericsson)宣布「印度 6G 計畫」，將在其位於清奈(Chennai)的研發中心組建一支 6G 研發團隊。 • 墨西哥政府與 SpaceX 旗下衛星連網服務 Starlink 簽署價值達 15.6 億墨西哥披索(將近 9,000 萬美元)的合約，預計在 2026 年底之前於墨西哥境內提供免費無線網路連接服務。
2023 年 12 月	<ul style="list-style-type: none"> • 12/5 大陸 6G 推進組發布《6G 網路架構展望》和《6G 無線系統設計原則和典型特徵》等技術方案，為 6G 的發展提供技術路徑。 • 美國電信龍頭 AT&T 宣布與瑞典電信設備製造商愛立信(Ericsson)攜手合作，簽署 140 億美元供貨協議，在美國超前部署開放式無線接取網路(Open RAN)。 • 南韓電子通訊研究院(ETRI)宣布與國防科學研究院(ADD)在衛星通訊技術領域合作，推動微型衛星(cubesat)系統研發計畫、425 計畫、南韓式衛星航行系統(KPS)開發計畫，以及低軌道衛星通訊。

資料來源：各大新聞媒體網站；工研院產科國際所整理(2024/05)

第二節 我國通訊產業大事紀

時 間	事 件
2023 年 1 月	<ul style="list-style-type: none"> 思科臺灣擴大 5G ORAN 陣營，除之前已攜手仁寶之外，預計 2023 年也會與 1~2 家臺廠合作。
2023 年 2 月	<ul style="list-style-type: none"> 太空中心推動 B5G 計畫今年完成關鍵模型，拚 2025 年發射。 聯發科於 2023 世界行動通訊大會(MWC 2023)展示全球首款的 3GPP 5G 非地面網路(NTN)衛星通訊技術，將 5G 帶入太空，為智慧手機提供雙向衛星通訊功能。
2023 年 3 月	<ul style="list-style-type: none"> 愛立信與中華電信於巴塞隆納舉行的 2023 世界行動通訊大會(Mobile World Congress, MWC)簽署 5G-Advanced 與 6G 合作備忘錄，結合雙方在先進行動通訊技術的研發能量，共同探索 5G 創新應用。
2023 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> 4/9 鴻海科技集團宣布，和高雄市政府簽署投資意向書，攜手規劃智慧城市完整解決方案，設立南區總部以及國際研訓中心，預計將投資新臺幣 250 億。 聯發科將與英國衛星通信公司國際海事衛星組織(Inmarsat)合作，透過後者以 L 波段(L-band)銜接的 Elera 衛星群提供直接對裝置(direct-to-device, D2D)的通訊服務。
2023 年 5 月	<ul style="list-style-type: none"> 5/15 聯發科發表《6G NTN 技術白皮書》，強調未來將可透過衛星網路與地面網路的兼容互補，打造陸海空全地形、全空間的立體覆蓋範圍，提供使用者無縫智聯通訊服務。 佳世達集團宣布投資鐳洋科技(Rapidtek Technologies Inc.)新臺幣 3.2 億元，聯手拓展低軌衛星全球商機。 英飛凌(Infineon)與鴻海集團簽訂一份合作備忘錄(MOU)，兩家公司將在電動車領域建立長期的合作關係，共同致力於開發具備高能效與先進智慧功能之電動車。 5/30 歐盟 6G 智慧網路和服務產業協會(6G IA)與臺灣資通產業標準協會(TAICS)簽訂 6G 合作備忘錄(MOU)，將強化台歐盟 6G 的科技研發合作。
2023 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> 聯發科攜手國際多家網通 CPE 生態圈夥伴，建構完整 5G CPE 生態圈。 中華電信宣布與電信設備製造商諾基亞簽署 5G 技術演進及 6G 合作備忘錄，延續雙方 5G 策略合作，推進臺灣 5G 網路邁向下一個 Beyond 5G 新階段。 為了加速發展 AIoT 解決方案及服務應用，夏普在臺灣設立了第一個以解決方案為導向的海外研發中心。
2023 年 7 月	<ul style="list-style-type: none"> 鴻海出資約新臺幣 48 億元與沙烏地阿拉伯公共投資基金(PIF)合資成立沙國第一個電動車公司 CEER。

時 間	事 件
2023 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> 臺灣智慧電表通訊系統 AMI 第一大廠優必閣科技(Ubiik)宣佈併購總部設於紐西蘭的美國電力公用事業 SCADA 通訊系統領導廠商 Mimomax Wireless。 國家太空中心宣布啟動為期 10 年的「新創追星計畫」，提供臺灣太空產業資金、技術協助，發展 3 個遙測與通訊整合應用立方衛星星系計畫，得標者可獲新臺幣 1.45 億元預算。 鴻海集團加碼投資 AI 新創業者耐能智慧(Kneron)，交易總金額達 1,400 萬美元(約新臺幣 4.43 億元)。
2023 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> 中華電信偕同國際重要 5G/6G 推動倡議組織新世代行動網路聯盟 (NGMN, Next Generation Mobile Networks)之 20 家全球標竿電信業者，發布「6G 定位倡議」(6G Position Statement: An Operator View)及「雲原生宣言」(Cloud Native Manifesto: An Operator View)。 9/8 工業物聯網領導廠商研華宣布，以現金併購北美高階影像擷取卡公司 BitFlow, Inc. 100%股權。
2023 年 10 月	<ul style="list-style-type: none"> 10/9 微波通訊元件廠昇達科向政府提出申請的「新型態低軌衛星通訊酬載一毫米波雙頻雙極化次系統研究發展計畫」，獲經濟部 7,000 萬元研發經費補助。 10/27 緯創董事會通過決議，以 1.25 億美元(約新臺幣 38.9 億元)出售印度子公司 Wistron InfoComm Manufacturing(India)Private Limited(WMMI)100%股權予塔塔集團。
2023 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> 中華電信宣布與新加坡電信(Singtel)簽署合約，將運用新加坡電信 Paragon 平台，打造整合 5G 網路切片及雲端應用的服務平台，提供客戶快速布建其 5G 切片應用及所需的雲端資源。 11/12 鴻海表示，該公司兩顆衛星，代號 PEARL-1H 和 PEARL-1C，已於台北時間 11 月 12 日凌晨，透過 SpaceX 的獵鷹 9 號，在 Transporter-9 發射任務中順利升空，完成軌道部署。 11/14 工研院宣布與歐盟 6G－SANDBOX 簽訂合作研發與交流意向備忘錄，搶進歐盟 6G 研發實驗平台。
2023 年 12 月	<ul style="list-style-type: none"> 12/1 台灣大哥大與台灣之星正式宣布完成合併，合計用戶數來到 1,028 萬，僅次於中華電信，為國內第二大行動電信業者。 12/6 台灣資通產業標準協會(TAICS)與全球最大製造業 5G 推動組織「全球 5G 智慧工廠聯盟(The 5G Alliance for Connected Industries and Automation, 5G-ACIA)」共同簽署合作備忘錄(MoU)。 12/15 遠傳電信正式合併亞太電信，合併後，新遠傳立刻擁有總頻寬最大(4G+5G 總頻寬 980MHz)、攸關室內收訊 1GHz 以下連續 700MHz 低頻(低頻連續頻寬最大)、5G 頻寬 120MHz(5G 頻寬最大)的優勢。

資料來源：各大新聞媒體網站；工研院產科國際所整理(2024/05)

附錄二 我國通訊廠商名錄

產品類別	公司名稱
網路通訊設備	中磊電子、兆勁科技、友勁科技、友訊科技、正文科技、永洋科技、合勤投資控股、仁寶、啟碁科技、宏正自動、易通展科技、居易科技、明泰科技、東訊、威創科技、建漢科技、展達通訊、益網科技、訊舟科技、崧智科技、康全電訊、盛達電業、凱碩科技、普萊德、智邦、智易、智捷、進宣科技、達威電子、零壹科技、德勝科技、環隆電氣、鴻海精密工業、亞旭電腦、盟創、泰金寶電通等
VOIP 設備	昱源科技、舜遠科技、德士通、悅達科技、世紀民生科技等
光通訊元件或設備	上詮光纖通信、大地光纖、今皓、台林通信、台通、台達電、台聯電訊、全科、仲琦科技、光環科技、光紅建聖、光騰國際科技、卓越光纖、東盈光電、波若威科技、冠西電子企業、冠德光電、前源科技、前鼎光電、星通資訊、捷耀光通訊、連展科技、創威光電、萬旭電業、榮群電訊、誼虹科技、環隆科技、聯合光纖、康聯訊科技等
衛星通訊設備	芳興科技、中衛科技、台揚科技、兆赫電子、百一電子、系通科技等
手機終端設備	宏達電、華碩、仁寶、華冠、英業達、緯創、和碩、鴻海等
GPS 定位設備	太盟光電、臺灣松下電腦、臺灣國際航電、伯碩科技、車王電子、怡利電子、金寶電子、長茂科技、英華達、神達電腦、康訊科技、鼎天國際、環天世通、麗臺科技等
藍牙設備	互億科技、精冠、廣宇科技、美律、致伸、海華等
電信服務	中華電信、台灣大哥大、遠傳電信

資料來源：公開資訊觀測站；經濟部商工登記資料；各公司網站；工研院產科國際所(2024/05)

網路通訊設備

中磊電子 SERCOMM

地址：台北市南港園區街 3 之 1 號 8 樓
電話：02-2655-3988 傳真：02-6615-8898
網址：www.sercomm.com

兆勁科技 AboCom

地址：苗栗縣竹南鎮科研路 50-8 號 2 樓
電話：037-580777 傳真：037-580-099
網址：www.abocom.com.tw

友勁科技 CAMEO

地址：台北市內湖區瑞湖街 158 號 5 樓
電話：02-7736-3000 傳真：02-7733-5253
網址：www.cameo.com.tw

友訊科技 D-LINK

地址：台北市內湖區新湖三路 289 號
電話：02-6600-0123 傳真：02-2790-0977
網址：www.dlink.com.tw

正文科技 GEMTEK

地址：新竹縣湖口鄉中華路 15-1 號
電話：03-598-5535 傳真：03-597-2103
網址：www.gemtek.com.tw

永洋科技 AMIT

地址：臺南市新市區環東路 1 段 31 巷 28 號
1-2 樓
電話：06-505-8026 傳真：06-505-8070
網址：www.amit.com.tw

合勤投資控股 Unizyx

地址：新竹科學園區創新二路 6 號
電話：03-578-8833
網址：www.unizyx.com.tw

仁寶 Compal

地址：臺北市內湖區瑞光路 581 號及 581
之 1 號
電話：02-8797-8588 傳真：02-2659-1566
網址：www.compal.com

啟碁科技 WNC

地址：新竹科學園區新竹縣園區二路 20 號
電話：03-666-7799 傳真：03-666-7711
網址：www.wnc.com.tw

宏正自動 ATEN

地址：新北市汐止區大同路二段 125 號 3 樓
電話：02-8692-6789 傳真：02-8692-6577
網址：www.aten.com.tw

易通展科技 AMIGO

地址：臺南市安南區工業二路 82 號
電話：06-384-0077 傳真：06-384-1367
網址：www.amigo.com.tw

居易科技 DrayTek

地址：新竹縣湖口鄉新竹工業區復興路 26 號
電話：03-597-2727 傳真：03-597-2121
網址：www.draytek.com.tw

明泰科技 Alpha

地址：新竹市科學工業園區力行七路 8 號
電話：03-563-6666 傳真：03-563-6789
網址：www.alphanetworks.com

東訊 TECOM

地址：新竹科學園區新竹市研發二路 23 號
電話：03-577-5141 傳真：03-578-0576
網址：www.tecom.com.tw

威創科技 Fiber Logic

地址：新竹市科學工業園區展業一路 9 號
5 樓之 3
電話：03-563-8889 傳真：03-563-8899
網址：www.fiberlogic.com

建漢科技 CyberTAN

地址：新竹市科學工業園區園區三路 99 號
電話：03-577-7777 傳真：03-577-7788
網址：www.cybertan.com.tw

展達通訊 XAVi

地址：新北市三重區光復路 2 段 69 號 22 樓
電話：02-6626-0168 傳真：02-2995-8167
網址：www.xavi.com.tw

益網科技 EtherWAN

地址：新北市新店區寶橋路 235 巷 6 弄 2 號
8 樓
電話：02-6629-8986
網址：www.etherwan.com

訊舟科技 EDIMAX

地址：臺北市內湖區新湖一路 278 號
電話：02-7739-6888 傳真：02-7739-6887
網址：www.edimax.com.tw

崧智科技 CeLAN

地址：新竹縣湖口鄉新竹工業區光復南路
12 號
電話：03-597-4760 傳真：03-597-8765
網址：www.celan.com.tw

康全電訊 Comtrend

地址：新北市三重區重新路五段 609 巷 10 號
3 樓之 1
電話：02-2999-8261 傳真：02-2999-8497
網址：www.comtrend.com.tw

盛達電業 BILLION

地址：新北市新店區中興路二段 192 號 8 樓
電話：02-2914-5665 傳真：02-2918-2895
網址：www.billion.com.tw

凱碩科技 CTI

地址：新北市深坑區北深路 3 段 141 巷 14 號
電話：02-7705-8001 傳真：02-2662-2660
網址：www.castlenet.com.tw

普萊德 Planet

地址：新北市新店區民權路 96 號 10 樓
電話：02-2219-9518 傳真：02-2218-2248
網址：www.planet.com.tw

智邦科技 ACCTON

地址：新竹市科學工業園區研新三路 1 號
電話：03-577-0270 傳真：03-563-7261
網址：www.accton.com

智易 Arcadyan

地址：新竹市光復路二段 8 號 8 樓
電話：03-572-7000 傳真：03-572-7006
網址：www.arcadyan.com

智捷 Z-COM

地址：新竹市科學工業園區新安路 8 號 5 樓
電話：03-577-7364 傳真：03-577-3359
網址：www.zcom.com.tw

進宣科技 NETSYS

地址：新北市汐止區大同路三段 208 號 9 樓
電話：02-6616-2880 傳真：02-8647-1120
網址：www.netsys.com.tw

達威電子 QMI

地址：桃園市龜山區文化里文化二路 188 號
電話：03-397-9000 傳真：03-397-9906
網址：www.qmitw.com

零壹科技 ZERO ONE

地址：臺北市內湖區內湖路一段 360 巷 8 號
10 樓
電話：02-2656-5656 傳真：02-2656-0810
網址：www.zerone.com.tw

德勝科技 RUBY TECH

地址：臺北市南港區南港路 3 段 50 巷 1 號
3 樓
電話：02-2785-3961 傳真：02-2786-3012
網址：www.rubytch.com.tw

環隆電氣 USI

地址：南投縣草屯鎮太平路一段 351 巷 141 號
電話：04-2359-0096 傳真：049-232-9561
網址：www.usi.com.tw

鴻海精密工業 FOXCONN

地址：新北市土城區自由街 2 號
電話：02-2268-3466 傳真：02-2268-6294
網址：www.foxconn.com

亞旭電腦 ASKEY

地址：新北市中和區建康路 119 號 10 樓
電話：02-2228-7588 傳真：02-3234-9346
網址：www.askey.com.tw

盟創科技 MitraStar

地址：新竹市科學工業園區創新二路 6 號
電話：03-577-7998 傳真：03-563-1341
網址：www.mitrastar.com.tw

泰金寶電通 Cal-Comp

地址：臺北市松山區南京東路 5 段 99 號 3 樓
電話：02-8913-2001 傳真：02-8913-2037
網址：www.calcomp.co.th

VOIP 設備

昱源科技 VODTEL

地址：新北市中和區中山路二段 348 巷 2 號
5 樓

電話：02-8245-7200 傳真：02-8245-8578

網址：www.vodtel.com.tw

舜遠科技 TeleSynergy

地址：新竹科學園區新竹市工業東二路 17 號
1 樓

電話：03-563-5858 傳真：03-563-5959

網址：www.telesynergy.com.tw

德士通 DSG

地址：新北市三重區光華路 63 號 4 樓

電話：02-8511-2616 傳真：02-8511-2615

網址：nc.dsg.com.tw/index.php

悅達科技 Yoda

地址：新竹市工業東九路 3-1 號 2 樓

電話：03-563-2323 傳真：03-563-6420

網址：www.yoda.com.tw

世紀民生科技 Myson

地址：新竹市科學工業園區工業東四路
24 之 2 號 2 樓

電話：03-578-4866 傳真：03-578-5002

網址：www.myson.com.tw

光通訊元件或設備

上詮光纖通信 FOCI

地址：新竹市科學工業園區展業二路 18 號

電話：03-577-0099 傳真：03-564-4732

網址：www.foci.com.tw

大地光纖 Global Fiberoptics

地址：高雄市前鎮區新生路 248-28 號 6 樓

電話：07-815-8055 傳真：07-815-8456

網址：www.goglobal.com.tw

今皓實業 JI-HAW

地址：新北市新店區寶興路 53 號

電話：02-2918-9189 傳真：02-2918-9188

網址：www.jh.com.tw

台林通信 Tailyn

地址：桃園縣蘆竹鄉榮安路 10 號

電話：03-322-2201 傳真：03-312-7314

網址：www.tailyn.com.tw

台通光電 TTCC

地址：新北市新莊區福慧路 219 號

電話：02-2299-1066 傳真：02-2299-3958

網址：www.ttcc.com.tw

台達電 DELTA

地址：桃園市龜山區山頂里興邦路 31 之 1 號

電話：02-8797-2088 傳真：02-8797-2351

網址：www.deltaww.com/zh-TW/index

台聯電訊 TAINET

地址：臺北市內湖區瑞光路 108 號 3 樓
電話：02-2658-3000 傳真：02-8792-2226
網址：www.tainet.com.tw

全科 ALLTEK

地址：臺北市內湖區瑞光路 360 號 9 樓
電話：02-2627-5859 傳真：02-2627-5869
網址：www.alltek.com

仲琦科技 Hitron

地址：新竹市科學工業園區力行一路 1-8 號
電話：03-578-6658 傳真：03-577-8856
網址：www.hitrontech.com

光環科技 TrueLight

地址：新竹市科學工業園區展業一路 21 號
電話：03-578-0080 傳真：03-578-0555
網址：www.truelight.com.tw

光紅建聖 EZconn

地址：新北市淡水區中正東路 2 段 27-8 號
13 樓
電話：02-2808-6333 傳真：02-2809-6161
網址：www.ezconn.com

光騰國際科技 GOC

地址：桃園縣中壢市自強一路 11 號
電話：03-455-5465 傳真：03-455-3805
網址：www.goc-h2.com

卓越光纖 POFC

地址：苗栗縣竹南鎮科中路 11 號 2 樓
電話：037-586-999 傳真：037-586-899
網址：www.pofc.com

東盈光電 Lightwave Link

地址：新竹市科學工業園區工業東九路 31 號
2 樓
電話：03-578-5574 傳真：03-578-5815
網址：www.lightwavelink.com.tw

波若威科技 Browave

地址：新竹市科學工業園區工業東九路 30 號
3 樓
電話：03-563-0099 傳真：03-563-0022
網址：www.browave.com

冠西電子企業 COSMO

地址：新北市中和區連城路 258 號 11 樓
電話：02-8226-9893 傳真：02-8226-2800
網址：www.cosmo-ic.com

冠德光電科技 BAYCOM

地址：新竹市新竹科學園區研發二路 23 號
電話：03-578-6178 傳真：03-577-0650
網址：www.baycom.com.tw

前源科技 CORETEK

地址：新竹科學園區新竹市創新三路 8 號 6 樓
電話：03-578-7871 傳真：03-746-0192
網址：www.coretek.com.tw

前鼎光電 APAC

地址：新竹縣湖口鄉鳳山村自強路 3 號
電話：03-598-6799 傳真：03-597-3852
網址：www.apacoe.com.tw

星通資訊 Loop Telecom

地址：新竹市科學工業園區新安路 8 號 7 樓
電話：03-578-7696 傳真：03-578-7695
網址：www.looptelecom.com

捷耀光通訊 RADIANTECH

地址：新竹科學園區新竹縣園區二路 56 號 3 樓
電話：03-577-7818 傳真：03-577-7817
網址：www.radiantech.com.tw

連展科技 ACON

地址：新北市新店區寶興路 45 巷 9 弄 2 號 3 樓
電話：02-2917-5598 傳真：02-2911-5268
網址：www.acon.com.tw

創威光電 Axcen

地址：新北市新店區寶中路 119 號 6 樓
電話：02-8911-1840 傳真：02-8911-1825
網址：www.axcen.com.tw

萬旭電業 WanShih

地址：新北市五股區五工六路 72 號 3 樓
電話：02-2298-8066 傳真：02-2298-8131
網址：www.wanshih.com.tw

榮群電訊 OPNET

地址：新竹市科學工業園區工業東九路 5 號 3 樓
電話：03-578-8693 傳真：03-5789788
網址：www.opnet.com.tw

誼虹科技 Optoway

地址：新竹縣湖口鄉光復南路 38 號
電話：03-597-9798 傳真：03-597-9737
網址：www.optoway.com.tw

環隆科技 UMEC

地址：臺中市南屯區工業區二十七路 3 號 1-3 樓
電話：04-2359-0096 傳真：04-2359-0129
網址：www.umec.com.tw

聯合光纖 UFOC

地址：新竹科學園區新竹市研新四路 12 號
電話：03-577-9211 傳真：03-577-9333
網址：www.ufoc.com.tw

康聯訊科技 CTS

地址：新北市汐止區新台五路 1 段 79 號 18 樓之 6
電話：02-2698-9661 傳真：02-2698-9662
網址：www.ctsystem.com/tw

衛星通訊設備

芳興科技 Pyras

地址：新北市汐止區福德一路 396 號
電話：02-8693-3799 傳真：02-8693-3798
網址：www.pyras.com.tw

中衛科技 Jonsa

地址：南投縣南投市永豐里成功三路 206 號
電話：049-226-0666 傳真：049-225-9108
網址：www.jonsa.com.tw

台揚科技 MTI

地址：新竹市科學工業園區創新二路 1 號
電話：03-577-3335 傳真：03-577-0194
網址：www.mtigroup.com

兆赫電子 ZINWELL

地址：新北市中和區員山路 512 號 7 樓
電話：02-2225-1929 傳真：02-2221-4971
網址：www.zinwell.com.tw

百一電子 Prime

地址：桃園市中壢區自強一路 3 號
電話：03-461-5000 傳真：03-461-4000
網址：www.pesi.com.tw

系通科技 TranSystem

地址：苗栗縣竹南鎮科中路 31 號 3 樓
電話：037-585-920 傳真：037-585-530
網址：www.transystem.com.tw

手機終端設備

宏達電 HTC

地址：桃園縣桃園市興華路 23 號
電話：03-375-3252 傳真：03-375-3251
網址：www.htc.com

華碩 ASUS

地址：臺北市士林區文林路 342 號 3 樓
電話：02-2894-3447 傳真：02-2895-6796
網址：www.asus.com

仁寶 Compal

地址：臺北市內湖區瑞光路 581 號及 581 之 1 號
電話：02-8797-8588 傳真：02-2659-1566
網址：www.compal.com

華冠 Arima

地址：臺北市內湖區瑞光路 258 巷 2 號 7 樓
電話：02-2658-7718 傳真：02-2658-9916
網址：www.arimacomm.com.tw

英業達 Inventec Appliances

地址：臺北市士林區後港街 66 號
電話：02-2881-0721 傳真：02-2882-8086
網址：www.inventec.com

緯創資通 Wistron

地址：新竹科學園區新竹市新安路 5 號
電話：02-6616-9999 傳真：02-6612-2394
網址：www.wistron.com

和碩 PEGATRON

地址：臺北市北投區立功街 76 號 5 樓

電話：02-8143-9001 傳真：02-2893-9366

網址：www.pegatroncorp.com

鴻海精密工業 FOXCONN

地址：新北市土城區自由街 2 號

電話：02-2268-3466 傳真：02-2268-6294

網址：www.foxconn.com

GPS 定位設備**太盟光電 CIROCOMM**

地址：桃園市平鎮區工業二路 5 號

電話：03-469-9868

網址：www.cirocomm.com.tw

臺灣松下電腦 PAVCTW

地址：新北市中和區員山路 579 號(3 棟 3 樓)

電話：02-2223-5121 傳真：02-2227-1186

網址：www.panasonic.com.tw

臺灣國際航電 Garmin

地址：新北市汐止區樟樹二路 68 號 6 樓

電話：02-2642-8999 傳真：02-2642-9099

網址：www.garmin.com.tw

伯碩科技 ProSense地址：新北市三重區重新路 5 段 609 巷 6 號
4 樓之 7

電話：02-2278-1581 傳真：02-2278-1582

網址：www.prosense.com.tw

車王電子 MOBILETRON地址：臺中市大雅區文雅里 20 鄰中清路
4 段 85 號

電話：04-2568-3366 傳真：04-2567-3069

網址：www.more.com.tw

怡利電子 E-LEAD地址：彰化縣伸港鄉全興工業區溪底村
工東一路 37 號

電話：04-797-7277 傳真：04-7977271

網址：www.e-lead.com.tw

金寶電子 KINPO

地址：臺北市松山區南京東路 5 段 99 號 10 樓

電話：02-2662-2660 傳真：02-2662-4900

網址：www.kinpo.com.tw

長茂科技 EverMore地址：新竹科學園區新竹縣寶山鄉研發一路
5 號 1 樓

電話：03-564-2062 傳真：03-579-8303

網址：www.emt.com.tw

英華達 Inventec Appliances

地址：新北市新北產業園區五工五路 37 號

電話：02-2299-9329 傳真：02-2299-4097

網址：www.iac.com.tw

神達電腦 MiTAC

地址：新竹科學園區新竹縣研發二路 1 號

電話：03-328-9000 傳真：03-577-6209

網址：www.mitac.com

康訊科技 Systems & Technology

地址：新北市汐止區新台五路 I 段 79 號
18 樓之 5
電話：02-2698-1599 傳真：02-2698-1211
網址：www.systech.com.tw

鼎天國際 RoyalTek

地址：桃園縣龜山鄉文化二路 40 號 8 樓
電話：03-396-0001 傳真：03-396-0065
網址：www.royaltek.com

環天世通 Globalsat

地址：新北市中和區建一路 186 號 16 樓
電話：02-8226-3799 傳真：02-8226-3899
網址：www.globalsat.com.tw

麗臺科技 LEADTEK

地址：新北市中和區建一路 166 號 18 樓
電話：02-8226-5800 傳真：02-8226-5801
網址：www.leadtek.com.tw

藍牙設備

互億科技 Billionton

地址：新竹市水利路 21 號
電話：03-572-9399 傳真：03-572-9393
網址：www.billionton.com.tw

精冠科技 MAVIN

地址：新竹縣竹北市泰和里 12 鄰新泰路
33 號 3 樓
電話：03-553-5898 傳真：03-553-3589
網址：www.mavintec.com

廣宇科技 Pan-International

地址：新北市新店區安興路 97 號
電話：02-2211-3066 傳真：02-2212-0081
網址：www.panintl.com

美律 Merry

地址：臺中市南屯區寶山里工業區二十三路
22 號
電話：04-2359-0811 傳真：04-2350-5887
網址：www.merry.com.tw

致伸 Primax

地址：臺北市內湖區瑞光路 669 號
電話：02-2798-9008 傳真：02-8798-7675
網址：www.primax.com.tw

海華 AzureWave

地址：新北市新店區寶中路 94 號 8 樓
電話：02-5599-5599 傳真：02-6628-9666
網址：www.azurewave.com

電信服務

中華電信 Chunghwa Telecom

地址：臺北市中正區信義路 1 段 21 之 3 號

電話：02-2394-1845 傳真：02-3393-8188

網址：www.cht.com.tw/

台灣大哥大 Taiwan Mobile Co.

地址：臺北市信義區菸廠路 88 號 12 樓

電話：02-6638-6888 傳真：02-6636-8660

網址：www.taiwanmobile.com

遠傳電信 FAREASTONE

地址：臺北市大安區敦化南路 2 段 207 號
28 樓

電話：02-7723-5000 傳真：02-7723-5199

網址：www.fareastone.com.tw

附錄三 通訊產業協會

第一節 全球通訊相關產業協會網址

協會名稱	網址
美國電信產業解決方案聯盟 Alliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS)	www.atis.org
無線產業協會 CTIA – The Wireless Association	www.ctia.org
CDMA 開發組 CDMA Development Group (CDG)	www.cdg.org
聯邦通信委員會 Federal Communications Commission (FCC)	www.fcc.gov
GSM 協會 Groupe Speciale Mobile Association (GSMA)	www.gsma.com
國際電信聯盟 International Telecommunication Union (ITU)	www.itu.int
國際電工委員會 International Electrotechnical Commission (IEC)	www.iec.ch
電信產業協會 Telecommunications Industry Association (TIA)	www.tiaonline.org

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

第二節 臺灣通訊相關產業協會網址

協會名稱	網址
臺灣區電機電子工業同業公會 Taiwan Electrical And Electronic Manufactuser Association (TEEMA)	www.teema.org.tw
臺灣車聯網產業協會 Taiwan Telematics Industry Association (TTIA)	www.ttia-tw.org
臺灣電信產業發展協會 Taiwan Telecommunication Industry Development Association (TTIDA)	www.ttida.org.tw
臺灣網際網路協會(TWIA)	www.twia.org.tw
臺灣資通產業標準協會 Taiwan Association of Information and Communication Standards (TAICS)	www.taics.org.tw
臺灣雲端物聯網產業協會 Cloud Computing & IoT Association in Taiwan	www.twcloud.org.tw
臺灣虛擬及擴增實境產業協會 Taiwan Association for Virtual and Augmented Reality (TAVAR)	www.tavar.tw

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

附錄四 2024 年通訊產業相關展覽會一覽

展覽名稱	展出日期	展出地點	主辦單位	聯絡電話
International CES	01/09-01/12	美國 拉斯維加斯	Consumer Technology Association	03-866-233-7968
Mobile World Congress (MWC)	02/26-02/29	西班牙 巴塞隆納	GSM Association	34-93-233-2000
中國電子資訊博覽會(CITE)	04/09-04/11	中國 深圳	工業和資訊化部 深圳市人民政府	86-010-5166-1100
Expo Comm Wireless Japan	05/29-05/31	日本 東京	Ric Telecom	81-3-5530-1111
Communic Asia	05/29-06/31	新加坡	Singapore Exhibition Services Pte Ltd	65-6233-6638
Computex Taipei	06/04-06/07	臺灣 台北	經濟部國際貿易局	886-2-2725-5200
中國國際消費電子博覽會	06/21-06/23	中國 青島	中華人民共和國商務部 中華人民共和國科學技術部 山東省人民政府	86-21-5709-3003
IFA - Consumer Electronics Unlimited	09/06-09/10	德國 柏林	Messe Berlin GmbH、gfu Consumer & Home Electronics GmbH	49-3-03-9830-9919
CEATEC JAPAN	10/15-10/18	日本 千葉	JEITA、CIAJ、CSAJ	81-3-6212-5233
Japan IT Week Autumn	10/23-10/25	日本 千葉	Reed Exhibitions Japan Ltd.	81-3-6739-4104

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

附錄五 中英文專有名詞縮寫/略語 對照表

縮語/略語	英文全名	中文名稱
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作夥伴計劃
5G	Fifth Generation	第五代行動通訊技術
5G-A	5G-Advanced	現有 5G 標準的持續增強
6G	Sixth Generation	第六代行動通訊技術
AIoT	Artificial Intelligence of Things	人工智慧物聯網
AMR	Autonomous Mobile Robot	自主式移動機器人
ARPU	Average Revenue Per User	每用戶平均收入
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism	碳邊界調整機制
CDP	Carbon Disclosure Project	碳揭露專案
CIPS	Cloud Infrastructure and Platform Services	雲端基礎設施服務
Cobot	Collaborative Robot	機器人協作
CPE	Customer Premise Equipment	用戶端設備
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive	歐盟企業永續報告指令
CU	Centralized Unit	集中式單元
DJSI	Dow Jones Sustainability Index	道瓊永續指數
DOCSIS	Data-Over-Cable Service Interface Specifications	纜線數據資料服務介面規格
DSL	Digital Subscriber Line	數位用戶線路
DT	Digital Twins	數位雙生
DU	Distributed Unit	分散式單元
DVR	Digital Video Recorder	數位錄影
EMEA	Europe , Middle East and Africa	歐洲，中東及非洲三個地區的合稱
EMS	Electronics Manufacturing Service	電子製造服務
ESCAP	Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	聯合國亞洲及太平洋經濟社會委員會
ESCF	Environment Sensing Control Function	環境感知控制功能

縮語/略語	英文全名	中文名稱
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	歐洲電信標準協會
eURLLC	enhancement Ultra-Reliable Low-Latency Communication	增強型超可靠低延遲通訊技術
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通信委員會
FTTx	Fiber-to-the-X	光纖到某地
FWA	Fixed Wireless Access Network	固定無線存取網路
GenAI	Generative AI	生成式人工智慧
GHG	Greenhouse Gas	溫室氣體
GSA	Global Mobile Suppliers Association	全球行動設備供應商協會
HD	High Definition	高解析度
HDR	High Dynamic Range	高動態範圍成像
IaaS	Infrastructure as a Service	基礎設施即服務
IAD	Integrated Access Device	整合性接取設備
IIoT	Industrial Internet of Things	工業物聯網
IMT	International Mobile Telecommunications	國際行動通訊
ISAM	In-space Servicing, Assembly, and Manufacturing	太空中服務、組裝與製造
ITU	International Telecommunication Union	國際電信聯盟
JCAS	Joint Communication and Sensing	通信與感知融合
LEO	Low Earth Orbit	低地球軌道
Massive MIMO	Massive Multi-input Multi-output	巨量天線
MEC	Mobile Edge Computing	行動邊緣計算
mmW	Minimeter Wave	毫米波
NCC	National Communications Commission	國家通訊傳播委員會
NFV	Network Function Virtualization	網路功能虛擬化
NGMN	Next Generation Mobile Networks	新世代行動網路聯盟
NIST	National Institute of Standards and Technology	美國國家標準技術研究所
NR	New Radio	新的無線接入技術，5G 新空中介面
NSA	Non Standalone	非獨立組網
NTN	Non-Terrestrial Network	非地面網路
OBM	Original Brand Manufacturer	自有品牌生產

縮語/略語	英文全名	中文名稱
ODM	Original Design Manufacturer	原廠委託設計代工
O-RAN	Open Radio Access Network	開放性無線接入網路
OSAM	On-orbit Service, Assembly, and Manufacturing	OSAM
OTT	Over-the-top	一種透過網際網路直接向觀眾提供串流媒體影音的機上盒
OTV	Orbit Transfer Vehicle	軌道轉移飛行器
PaaS	Platform as a Service	平台即服務
QoS	Quality of Service	服務品質
QSD	Quadrilateral Security Dialogue	四方安全對話
RAN	Radio Access Network	無線接取網路
RF	Radio Frequency	射頻
RIC	RAN Intelligent Controller	無線存取網路智慧控制器
RIS	Reconfigurable Intelligent Surface	可重構智慧表面
RU	Radio Unit	無線電單元
SA	Standalone	獨立組網
SBTi	Science-Based Targets Initiatives	科學基礎減量目標倡議
SD	Stand Definition	標準解析度
SDDC	Software Defined Data Center	軟體定義網路資料中心
SDN	Software Defined Network	軟體定義網路
SDP	Software Defined Perimeter	軟體定義網路邊界
SIG	Secure Internet Gateway	安全的網路閘道器
STB	Set-top-Box	機上盒
V2X	Vehicle-to-everything	車聯網
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line	超高速數位用戶線路
VDSL2	Very High Speed Digital Subscriber Line 2	超高速數位用戶線路第二代
VoIP	Voice over Internet Protocol	基於 IP 的語音傳輸
VR	Virtual Reality	虛擬實境
vRAN	Virtual Radio Access Network	虛擬無線接取網路設備
Wi-Fi	Wireless Fidelity	無線相容性認證
WLAN	Wireless Local Area Networks	無線區域網路
XR	Extended Reality	沉浸式延展實境

資料來源：工研院產科國際所(2024/05)

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

通訊產業年鑑. 2024 = 2024 Communications industry
yearbook/陳俊儒, 陳佳榮, 楊欣倫, 呂珮如, 楊玉奇,
葉逸萱, 溫太銘, 邱建宏, 王韋程, 古涵詩, 林亞蒂作 ;
陳俊儒主編. -- 初版. -- 新竹縣竹東鎮 : 財團法人工
業技術研究院產業科技國際策略發展所出版 ; 臺北
市 : 經濟部產業技術司發行, 民113.07
面 ; 公分
ISBN 978-986-264-411-9(平裝)

1.CST: 通訊產業 2.CST: 年鑑

484.6058

113009119

書 名 : 2024通訊產業年鑑

發行單位 : 經濟部產業技術司/臺北市福州街15號/02-23212200

<https://www.moea.gov.tw>

出版單位 : 財團法人工業技術研究院產業科技國際策略發展所

310新竹縣竹東鎮中興路四段195號

<http://ieknet.iek.org.tw/>

03-5912340

作 者 : 陳俊儒、陳佳榮、楊欣倫、呂珮如、楊玉奇、葉逸萱、溫太銘、
邱建宏、王韋程、古涵詩、林亞蒂

其他類型版本說明 : 本書同時登載於ITIS智網(網址<http://www.itis.org.tw>)及IEK產業
情報網(網址<http://ieknet.iek.org.tw/>)

出版日期 : 中華民國113年7月

版 次 : 初版

售 價 : 新臺幣 6,500 元整

展 售 處 : 財團法人工業技術研究院產業科技國際策略發展所/03-5912340/
新竹縣竹東鎮中興路四段195號10館

I S B N : 978-986-264-411-9

著作權利管理資訊 : 財團法人工業技術研究院產業科技國際策略發展所保有所有權利。
欲利用本書全部或部分內容者，須徵求出版單位同意或書面授權。

聯絡資訊 : 工研院產科國際所 電話 : 03-5912340

著作權所有，請勿翻印，轉載或引用需經本單位同意

Published by Industry, Science and Technology International
Strategy Center(ISTI),
Industrial Technology Research Institute(ITRI), 2024
195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu, Taiwan
31040, R.O.C.

Copyright © 2024 by ISTI, ITRI

All rights reserved.

Price : NT\$ 6,500

ISBN : 978-986-264-411-9