

生態系策略 加速邁向智能化



新聞十日談

P.10 你也可以上太空·全民瘋衛星時代來臨!

透視智慧物聯

P.52 速度大幅進化 Wi-Fi 6開創串流應用新資源

專題報導

P.56 AI依賴度提升 智慧邊緣為物聯終端加分



定價180元



線上供應超過
1,040 萬款產品

DIGIKEY.TW

過去 90 天內新增超過 10 萬款最新產品

DIGIKEY.TW

促進世界各地的想法萌芽

訂購滿新台幣 1400 元
或美元 50 元

免運費



Digi-Key[®]
ELECTRONICS

*低於新台幣 1400 元的所有訂單將收取新台幣 600 元運費。低於美元 50 元的所有訂單將收取美元 20 元運費。所有訂單將透過 UPS 運送，在 1 至 3 天內送達（視最終目的地而定）。無任何手續費。所有費用將以新台幣或美元計價。Digi-Key 是所有合作供應商的授權經銷商。每天新增產品。Digi-Key 和 Digi-Key Electronics 是 Digi-Key Electronics 在美國及其他國家的註冊商標。
© 2021 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel



Qi 無線充電使您氣定神閑

提供實現 Qi 1.3 無線充電解決方案需求的所有支援

對於系統開發人員，如果需要在限定時間內推出經過認證的 Qi 1.3 發射器，Microchip 的三線圈 Qi 1.3 無線發射器參考設計將是理想的平臺。此參考設計全方位整合了安全存儲子系統功能與無線充電 MCU。

此外，由於 Microchip 是無線充電聯盟 (WPC) 授權的製造憑證廠商，我們為您的安全金鑰和證書供應提供指導，以使您的 Qi 1.3 設計輕鬆通過認證。

Microchip 為您提供所需的一切資源：

- 基於 dsPIC33 DSC 的靈活 Qi 控制器，具有多個 PWM 輸入和高速 ADC，可實現最佳化設計
- 設計靈活性，通過功能安全就緒控制器實現自訂拓撲
- Qi 應用軟體
- 身份驗證控制器 (WPC 核准的安全存儲子系統)
- 加密軟體庫
- Microchip 提供配套器件以實現完整的系統解決方案

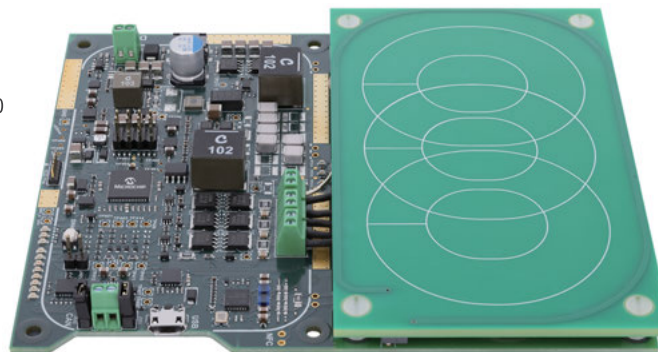
聯繫信息

Microchip 台灣分公司

電郵：rtc.taipei@microchip.com

技術支援專線：0800-717-718

聯絡電話：• 新竹 (03) 577-8366 • 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



microchip.com/Ctimes-wireless-power



Microchip 的名稱和標誌組合及 Microchip 標誌均為 Microchip Technology Incorporated 在美國和其他國家或地區的註冊商標。在此提及的所有其他商標均為各持有公司所有。© 2021 Microchip Technology Inc. 及其子公司，保留其版權及所有權利。

CONTENTS

封面故事 生態系策略

24

連接不同需求
弭平半導體產業差距
生態系策略不可或缺

王岫晨

28

生態系新商模
「共好」策略下的成功契機

季平

34

COVID-19 重塑產業鏈與價值鏈
如何因應疫後的生態系變局：
電子產業的挑戰與機會

盧傑瑞

6

編輯室報告

產業鏈的重整契機

10

矽島論壇

從中國限電危機看ICT供應鏈動向
洪春暉、許桂芬

8

新聞十日談

你也可以上太空，
全民瘋衛星時代來臨！

64

產學技術文章導讀

66

電子月總匯

46

新東西

TI 高性能微控制器「Sitara AM2x」系列
創新RAM架構 實現即時訊號處理與控制性能
藍貫銘

9

17

45



上橋臂電流感測放大器

在極端環境下其準確度與效率也不受影響

Microchip 最新推出的上橋臂電流感測放大器可以應對極端溫度與電氣雜訊環境下不犧牲其解析度。

MCP6C02 與 MCP6C04 採用零漂移架構，俱備領先業界的超低偏移，因此可以使用體積更小、能效更高的分路電阻器，同時提供高準確度電流測量結果。

MCP6C02 符合車用 AEC-Q100 標準，最大偏移誤差僅有 $12\mu\text{V}$ ，這是業界所有 0 級上橋臂電流感測放大器的最低偏移電壓。MCP6C02 與 MCP6C04 另外還具有晶片上抗電磁干擾 (EMI) 的過濾器。晶片上 EMI 過濾功能對無法預測的高頻電氣干擾 (包括無線熱點與無線電頻率在內) 提供保護。此功能與放大器的零漂移架構相結合，可適用於開發馬達控制、電源供應器與電池管理等各種應用提供更高效能的解決方案。

為了支援及加速您的設計開發，我們全新的 ADM01104 評估板能夠同時支援 MCP6C02 與 MCP6C04。此評估板已預建相關功能，並且提供多種參考電壓選項。

主要特性

- 超低偏移
- 在寬電壓範圍內監視電流
- 適合電氣雜訊或惡劣環境
- 速度快、穩定時間短，適合控制迴路應用

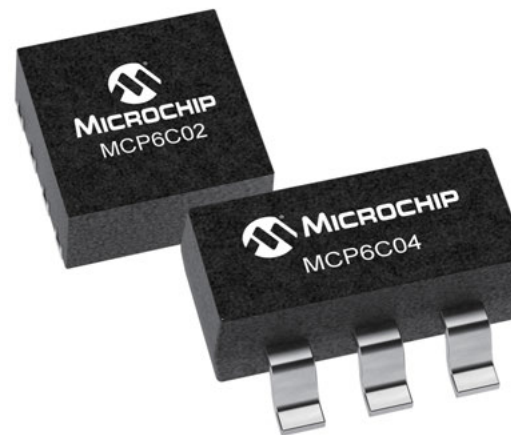
聯繫信息

Microchip 台灣分公司

電郵：rtc.taipei@microchip.com

技術支援專線：0800-717-718

聯絡電話：• 新竹 (03) 577-8366 • 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



microchip.com/Ctimes-HighSideCurrentSenseAmps

Microchip 名稱和徽標組合及 Microchip 徽標
均為 Microchip Technology Incorporated
在美國和其他國家或地區的註冊商標。
在此提及的所有其他商標均為各持有公司所有。
© 2021 Microchip Technology Inc. 及其子公司，
保留其版權及所有權利。

CONTENTS

CTIMES 零組件雜誌
Founded from 1991

12

產業觀察

新型工具、模型與初始測量
破解5G基地台迷思 評估大規模MIMO的電磁波效應
Wout Joseph

18

以色列Valens Semiconductor汽車晶片專利解析(二)
如何透過技術聯盟與專利組合攻略汽車晶片市場
約書亞

40

特別報導

徹底優化每一道電源
「2021電源管理與電力設計研討會」特別報導
編輯部

52

透視智慧物聯

令人期待的無線技術
速度大幅進化 Wi-Fi 6開創串流應用新資源
王岫晨

56

專題報導-軟性電子

更高運算效能
AI依賴度提升 智慧邊緣為物聯終端加分
王岫晨

60

專題報導-量測專欄

改變世界的一次飛躍
超高速5G推動顛覆性數位變革
王岫晨

運用RTD打造高EMC效能的
精準溫度量測方案

ADI提供

設計攻略：揭開紅外線溫度
感測器設計選型的神秘面紗

Alan Yang

使用低功耗藍牙技術，擺脫線纜束縛

Vishal GOYAL

68

73

關鍵技術報告

77

社長 / 黃俊義 Wills Huang

編輯部 /
副總編輯 籃貫銘 Korbin Lan
資深編輯 王岫晨 Steven Wang
助理編輯 陳復霞 Fuhsia Chen
採訪編輯 陳念舜 Russell Chen
美術編輯 陳宇宸 Yu Chen
影音編輯 黃慧心 Ellen Huang
特約記者 王景新 Vincent Wang

CTIMES 英文網 /
專案經理 籃貫銘 Korbin Lan
兼主編 Phil Sweeney
特約編譯

產業服務部 /
經理 曾善美 Angelia Tseng
主任 翁家騏 Amy Weng
主任 曾郁期 Grace Tseng
產服特助 劉家靖 Jason Liu

整合行銷部 /
發行專員 孫桂芬 K.F. Sun
張惟婷 Wei Ting Chang

管理資訊部 /
會計主辦 林寶真 Linda Lin
法務主辦 顏正雄 C.S. Yen
行政專員 張惟婷 Ting Chang

發行人 / 黃俊隆 Robert Huang
發行所 / 遠播資訊股份有限公司
INFOWIN INFORMATION CO., LTD.
地址 / 台北市中山北路三段 29 號 11 樓之 3
電話：(02) 2585-5526
傳真：(02) 2585-5519

輸出印刷 上海印刷廠股份有限公司
行政院新聞局出版事業登記證
局版北市字第 672 號
中華郵政台北雜字第一四九六號
執照登記為雜誌交寄
國內總經銷 聯華書報社
(02) 2556-9711
港澳總經銷 高業企業股份有限公司
TEL：(852) 2409-7246
FAX：(852) 2409-6438
紐約總經銷 世界日報 世界書局
洛杉磯總經銷 洛杉磯圖書部
舊金山總經銷 舊金山圖書部
零售商 全台誠品書店及各大連鎖書店均售
郵政帳號 16854654
國內零售 180 元
訂閱一年 1800 元
國內掛號 一年加收 250 元掛號費
國外訂閱 普通：港澳 2800
亞太 3150
歐美非 3400

5G智慧工廠的 AIoT系統建置研討會

2021 11.18 (四)
09:00-16:50

南科育成中心

時間	議題	講師
08:30~09:05	報到	
09:05~09:10	Opening	
09:10~10:00	5G AIoT應用新趨勢-MaaS移動即服務	工業技術研究院 南分院 智慧製造服務系統組 副組長 李坤敏
10:00~10:20	茶歇時間/攤位交流	
10:20~11:10	5G網路的IIoT系統建置關鍵	(預定中)
11:10~12:00	全方位無線解決方案打造安全、 智慧的低功耗工業物聯網	Silicon Labs (芯科科技) 資深應用工程師 林仕文
12:00~13:00	午餐時間	
13:00~13:50	架構新世代的AIoT智慧邊緣系統 (暫定)	戴爾科技集團 資深技術顧問 黃敏俊
13:50~14:40	確保電力無慮智慧廠房的 能源數位轉型策略	安馳科技 產品市場部副理 蔡勝偉
14:40~15:00	茶歇時間/攤位交流	
15:00~15:50	新型態 AIOT 系統建置網安解決方案	中華電信 電信學院高雄所 林禎吉 博士
15:50~16:40	工業物聯網融合資安防護之 場域解決方案	艾訊Axiomtek IIOT產品企劃部經理 呂柏冠
16:40~16:50	幸運抽獎	

抽獎禮

頭獎



● SONY WF-XB700
無線藍牙耳機

● COUGAR 美洲獅
FORTRESS 多功能電競背包

● SSD Blue SN550 500G x1
SSD Blue SN550 1TB x1

問卷禮

超越一切可能
珪藻土杯墊



主辦單位 **CTIMES** 智動化
SmartAuto

協辦單位

白金贊助 SILICON LABS 文暉科技

一般贊助 貿澤電子 Western Digital.

ANALOG DEVICES 超越一切可能™ ANStek Answer Technology Co., Ltd.

報名方式：線上報名 <https://www.ctimes.com.tw>
報名洽詢：02-2585-5526分機225孫小姐
傳真：02-2585-5519
e-mail：imc@ctimes.com.tw



免費報名

注意事項：

1. 若因不可預測之突發因素，主辦單位得保留研討會課程主題及講師之變更權利。
2. 活動期間如有任何未盡事宜，本公司保留變更或終止本活動之決定權，相關變更內容將不定期公告於網頁。
3. 本公司有絕對的權力審核學員入場與否，恕不接受現場報名。如無收到上課通知，前來聽課學員，需繳交1000元入場。
4. 因應近期疫情變動，本單位除了遵照中央防疫指揮中心發布所有防疫措施，活動前若有任何地點與日期變動，皆請與會者上CTIMES官網查詢最新公告為準。



產業鏈的重整契機

在新冠病毒的肆虐下，各行各業都有輕重不同的影響，受創最嚴重的莫過於旅遊、餐飲業，其次則是娛樂場所、百貨公司、補教業與一般店面。逆向成長的則是醫藥產業、醫療器材業與其它公共衛生供應鏈，影響相對輕微的應是提供數位產品與數位服務的相關產業，甚至因禍得福，業績不減反增。

未來不論疫情發展如何，各種供應鏈都到了必須重新調整的關卡，大部分產業廠商也都必須尋找新的定位與出路。所以本期〈封面故事〉特別為讀者整理、報導相關的產業生態系的發展策略，希望有助於業者從中找到未來在電子產業生態系統的定位。更由於各行各業都需要依靠數位轉型來因應後疫情時代，電子產業的領頭發展，也顯得更加突出重要。

本期新聞十日談則是針對日前素人上太空的熱門議題，提到太空科技產業的發展面向，特別是低軌道衛星大量布局後的整體結構改變，以及台灣廠商因應的模式都有所探討，讀者除了閱讀本期文字的要點介紹外，也可以上本刊的視訊頻道觀看更詳細生動有趣的對談內容。

當然，5G與AI、AIoT仍是現階段產業的重點，但已經逐漸成熟，並有眾多已上市的Wi-Fi 6相關產品，也是另一波被看好的無線網路應用。大體上WiFi 6與5G並不衝突，會有各自發展的空間，甚至互利互補。所以本期也針對WiFi 6的市場與技術做了特別報導。

另外，本刊在改版之後，已把實用性的〈新東西〉報導設為一大篇章，一般新品報導會分類穿插在文章之間，但特別點評的〈新東西〉則會再做編選分析，除了根據五項指標給予評等之外，也會提供編輯評語，在視訊頻道也會同時推出完整的編採報導，是業界研發與採購的重要參考資料。

事實上，媒體產業是這波產業鏈重整首當其衝的產業之一，主要是受到數位轉型的影響，還有就是科技帶來的媒介改變。當人們滑手機的樂趣多於翻閱雜誌時，還有觀看視訊多於讀取圖文時，甚至還有種種自動控制的實用功能時，一般平面媒體也就被邊緣化了，但平面媒體仍有上述帶狀媒介所欠缺的特色，它能作為各類媒介的導引，也是公信力凝聚的象徵，找好自己的定位，也一定能成為產業生態系的一環。

所以，本刊從上一期做了全新的定位與改版之後，當然還有許多未臻完善之處，為了配合業界讀者實用性的需要，我們也會一步步調整內容單元，以及做好多媒介導引，達到為產業發展做見證、具有恆久公信力價值，以及提供訊息與功能連結的產業生態系目標。

CTIMES 編輯大綱

新專欄

數位轉型

2022 CONTENT PLAN

01	封面故事：2022回顧與展望	數位轉型 數位經濟面面觀
JAN	關鍵技術報告：儲存系統 量測專欄：OTA測試	專題報導：資料中心
02	封面故事：運算新時代	數位轉型 數位化與資料擷取
FEB	關鍵技術報告：感測技術 量測專欄：車用雷達訊號測試	專題報導：FPGA
03	封面故事：超精準室內定位	數位轉型 數據儲存與管理
MAR	關鍵技術報告：IoT 量測專欄：載波聚合	專題報導：MCU
04	封面故事：車用晶片	數位轉型 EC四流
APR	關鍵技術報告：人工智慧 量測專欄：高速數位訊號	專題報導：電池管理
05	封面故事：雲端運算的五道金牌	數位轉型 大數據與AI
MAY	關鍵技術報告：智慧系統 量測專欄：Massive MIMO	專題報導：智慧邊緣
06	封面故事：軟體與硬體的對話	數位轉型 數位組織與管理
JUN	關鍵技術報告：資訊安全 量測專欄：5G量測	專題報導：5G
07	封面故事：PC大亂鬥	數位轉型 研發新流程
JUL	關鍵技術報告：電源管理與控制 量測專欄：波束成形	專題報導：COMPUTEX
08	封面故事：高壓電源控制	數位轉型 虛擬貨幣
AUG	關鍵技術報告：EDA 量測專欄：混合訊號	專題報導：無線充電
09	封面故事：類比晶片全攻略	數位轉型 行動支付
SEP	關鍵技術報告：微控制器 量測專欄：半導體測試	專題報導：半導體製程
10	封面故事：電池	數位轉型 OT與IT
OCT	關鍵技術報告：模擬與驗證 量測專欄：毫米波量測	專題報導：光學感測
11	封面故事：硬體安全	數位轉型 新零售
NOV	關鍵技術報告：功率元件 量測專欄：模組化儀器	專題報導：智慧眼鏡
12	封面故事：年度產業調查-MCU	數位轉型 數位服務
DEC	關鍵技術報告：能源與電池 量測專欄：RF通訊測試	專題報導：衛星通訊



洪春暉

資策會產業情報
研究所(MIC)
資深產業顧問
兼副所長(代理所長)



chrisung@micmail.iii.org.tw

從中國限電危機看ICT供應鏈動向

中國大陸「十四五規劃」不再強調經濟快速成長，而更重視創新轉型。透過產業政策要求當地製造業升級轉型，並投入新興綠色產業之研發。

全球資通訊產業歷經上半年零組件缺料風暴，在九月底又面臨中國大陸限電危機。第四季原為傳統資通訊產品出貨旺季，但是零組件長短料、物流壅塞及中國大陸限電措施等，皆促使全球資通訊產品供給增添變數。

中國大陸實施「能耗雙控」政策，控管能耗強度（單位GDP的能源消耗量）與能耗總量（在一定時間內能源消耗總量）二項指標。中國大陸發改委在2021年8月發布「2021年上半年各地區能耗雙控目標完成情況晴雨表」指出，江蘇、廣東等省分未達標準，被列入紅色一級預警名單。因應季末考核，地方政府因而採取限電、限產措施，連帶影響當地廠商正常生產作業。

中國大陸境內電力供應不足

中國大陸以火力發電為主，今年中國大陸的煤炭市場出現供不應求現象，原因在於今年疫情擾亂東南亞供應鏈，訂單轉至中國大陸導致用電需求增加；但是在供給面，境內中小型煤礦場因安全考量，陸續被關閉，加上澳洲煤進口禁令與國際煤炭價格飛漲，現有電價無法反應煤價漲幅，火力發電廠面臨煤炭低庫存量及持續供電將擴大虧損的窘境。

電力為維持企業運作與民眾生活的重要

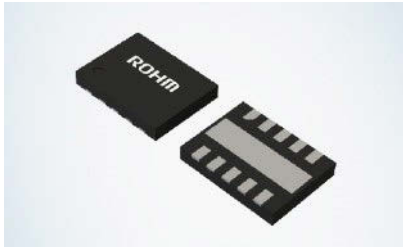
資源。限電對產能過剩的產業，可調節庫存，但對於產能短缺產業，將促使供不應求現象更為嚴重。中國大陸政府為達成「能耗雙控」政策目標，以及確保冬季穩定民生供電，因而採取強制限電措施。

限電非單一事件

突如其來的限電措施擾亂製造業工廠運作，位於紅色預警區的台廠配合當地政府限電，進行節能降載，包括停用部分空調與廠區用電量、彈性調度產線與排班、採用自有發電設備或停工以作為因應，短期不致影響企業營運。然而，中國大陸限電措施恐怕非屬單一事件，在政府宣示2060年全面碳中和目標下，未來將更嚴格實施節能減碳相關措施。

中國大陸「十四五規劃」不再強調經濟快速成長，而更重視創新轉型。透過產業政策要求當地製造業升級轉型，並投入新興綠色產業之研發，如綠能發電、電動車、儲能等領域。台灣電子大廠為因應政策及客戶需求，已持續降低碳排，例如：鴻海與和碩在中國大陸廠區，均已投入再生能源採用與綠色生產，包含採用太陽能發電系統、工廠能源管理系統等。■

（本文為洪春暉、許桂芬共同執筆，許桂芬為資策會MIC資深產業分析師兼研究總監）

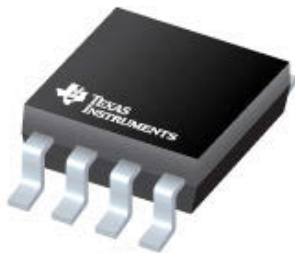


ROHM充電控制 IC「BD71631QWZ」支援新型二次電池低電壓充電

ROHM全新充電控制IC「BD71631-QWZ」支援搭載二次電池的無線耳機等穿戴式裝置，以及智慧顯示器等小巧輕薄型物聯網裝置的低電壓充電。

新產品透過提高IC內部的電路穩定性，具備從2.0V到4.7V的廣範圍充電電壓，不僅支援鋰離子電池等傳統二次電池的充電，還可支援如近年來研發的全固態和半固態電池等，需要低電壓充電的新型二次電池的充電。有別於一般充電控制IC的充電電壓是固定的，新產品只需改變外部電阻即可輕鬆設定充電電壓，將能減少更換電池等設計工時。此外，採用ROHM獨家封裝技術，實現厚度僅有0.4mm的薄型封裝（比普通產品薄60%），有助應用裝置進一步小型化和薄型化。

<https://www.rohm.com.tw/>



TI 3D霍爾效應位置感測器 TMAG5170實現更快速即時控制

德州儀器(TI)發表3D霍爾效應位置感測器。運用TMAG5170，工程師可在

高達20kSPS的速度下達到未校正超高準確度，在工廠自動化與馬達驅動應用中實現更快更準確的即時控制。感測器也可提供整合功能和診斷，提升設計靈活性和系統安全，相較同級裝置還能夠減少至少70%的電力使用。TMAG5170是3D霍爾效應位置感測器全新系列中的第一款產品，能夠滿足各種工業需求，適用於超高性能要求或是一般用途。TMAG5170在室溫下的全幅總誤差僅為2.6%。此外也具備最佳的3%總誤差漂移。感測器的整合計算功能最多可減少25%系統處理器負載，工程師能用微控制器降低整體系統成本。

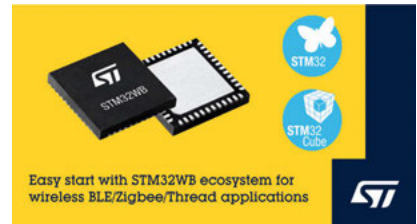
<http://www.ti.com/tmag5170-pr>

Microchip 2.3版TimeProvider 4100主時鐘和同步系統

Microchip推出採用業界最新IEEE 1588 v2.1安全標準的2.3版TimeProvider 4100精確授時主時鐘產品，在保護授時系統的同時還提供了更高的部署靈活性和可擴展性。Microchip 2.3版TimeProvider 4100主時鐘引入具備超強恢復力的多客戶精確時間協定(PTP)授權選項，為客戶提供了與營運商網路中多達三個其他主時鐘的連接。此功能可作為時間和相位輸入的備份。這一新功能具備符合最新IEEE 1588 2.1高精度時間標準的多數投票機制，可做為輔助部分時間支援(APTS)及備份保護選擇最佳輸入。此外，2.3版TimeProvider 4100主時鐘在每個乙太網埠上支援兩個PTP伺服器設定檔，提供部署靈活性。客戶可以發揮連接埠最大的效用，而無需額外的硬體投入。2.3版TimeProvider主時鐘還允許在一個埠上使用PTP伺服器、PTP用戶端和內頻管理。



www.microchip.com/en-us/products/synchronization-and-timing-systems



意法半導體新STM32WB無線MCU開發工具和軟體

意法半導體(ST)推出新STM32WB無線微控制器(MCU)開發工具和軟體，為智慧建築、智慧工業和智慧基礎設施的開發者降低開發困難度，設計具有競爭力、節能的產品。高整合度STM32WB單晶片包含一個2.4GHz射頻收發器，及Arm Cortex-M4和Cortex-M0+雙核心微控制器，可減少諸多射頻電路設計的挑戰，因為射頻電路設計會增加專案的開發時間，而且有許多不確定性。若選擇使用STM32WB開發硬體設計只需要少量的外部元件，例如，選擇天線。STM32WB MCU配備許多外部周邊，包括12位元類比數位轉換器(ADC)、數位介面和無晶振USB 2.0全速介面，具體根據所選型號而定。晶片支援的協議包括Bluetooth LE 5.2、Zigbee、OpenThread和專有協定，包括這些協定組合的併發模式。



www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32wb-series.html?icmp=tt22984_gl_pron_sep2021





主持人：CTIMES副總編輯 藍貫銘



與談人：CTIMES社長 黃俊義

你也可以上太空，全民瘋衛星時代來臨！

前言



影音製作：黃慧心 文字整理：陳復霞



觀看影片，請掃描：

前進太空的成本大幅下降後，意味著人們自由探索的世界將從大氣層之下，轉移到大氣層之上。突破這一道疆界之後，會對人類生活帶來什麼改變？而低軌道衛星被視為6G的核心技術，將大幅改變通訊情境，有可能真正實現「無盲區、無死角」的地球，屆時又是什麼樣的世界？太空和衛星是新興產業，台灣自然也要進入角逐，而面對這個又強又急的轉變，我們有哪些利基之處？

Q1

您是不是也認為全民上太空的時代來臨了？這又會對將來的世界有什麼樣的影響？



答：「神秘的外太空」在我小時候就是熱門話題，那時非常流行外太空及太空人這些名詞，連有些遊戲都是太空人，當時美國跟蘇聯兩大強權就很熱衷於太空爭霸，為了拓展太空領域，其實這兩大強權也帶來相關技術與突破，這對未來科技的發展有很大的影響。

我認為事實上，全民上太空還太遙遠了，短期之內還是以低軌道的小型衛星應用為主，前陣子科技業界的童子賢預測2025年有關衛星產業，尤其是低軌道的衛星產業會有很大的發展，甚至推估還會超過半導體產業，相信他有所依據，我也認為低軌道的小型衛星才是未來的主流。畢竟人在幾千公尺的高山上呼吸就有點困難，而且到了5、6000公尺的高度，就可能已經是寸草不生，

高山上幾乎沒有人住，怎麼可能還有人會想住太空？其實可能只是想要體驗一下在外太空那種漂浮的感覺。在《孟子盡心篇》上就記載昔日孔子「登東山而小魯國，登泰山而小天下」，如果我們登上外太空俯瞰地球，能夠讓眼界變高、領悟更深，也是一件好事情。

美國「靈感四號（Inspiration4）」太空任務主要的意義，在於完全由民間企業的技術來完成很可貴，代表利用外太空的經濟效益逐漸成熟了。這件事情讓我們思考未來在外太空可以做甚麼？我認為有三點：一是適合在外太空環境發展的東西，也就是能解決現有問題，也能產生更大經濟效益的東西；二是有些在製造或處理過程中會有危險或產生公害的事物，對於地球而言比較環保；三是有關交通、運輸、通訊與倉儲的服務。



Q2

您怎麼看低軌道衛星這件事？它會對人類的通訊方式和應用帶來哪些改變？



答：講到低軌道衛星，自從SpaceX發射火箭設計成可回收再利用模式，未來發射人造衛星的成本就降低許多，我相信除了SpaceX這家公司，還會有其他競爭廠商陸續加入，稍具規模的企業可能都有屬於自己的人造衛星。我們可以想像，當低軌道衛星盛行，將會成為主要的通訊基地台，在高空、地表上，不論是高山或大海都可以收到訊號，真正達到無死角的狀況。**因此，未來的世界環境將因為低軌道衛星盛行，變得完全不一樣了，所謂地球村的樣貌會更貼近一點，人與人之間、各種事物之間距離又更縮短，時間也更縮短了。**

尤其一些偏遠地區，像是森林、沙漠、深山、孤島，還有海洋，它佔地球面積達2/3，人類沒有探索到的還是絕大部分，當有了通訊衛星的便利，它就有發展利用的空間。以後即使你居住在太平洋的

一個小島上，或是你乘船在浩瀚的海上旅行，或是在阿拉斯加的冰川上，都不會孤立無援，具體的應用也會展現在食衣住行育樂等方面，產生更平等自由的應用，讓資源有效分配利用。

當然，未來的低軌道人造衛星不只是作通訊的用途，更廣義的來看它是一個Server，就是空中的Server，它可以做導航、照相、自動控制、資料存取等等，應用與服務範圍會相當廣泛。現在的問題是我們的地面接收設備，它只是提供最後一哩的服務，然後再接上人們的終端設備。事實上，如果我們自己的裝置直接能夠接收，那才是真正能獨立，不會受到控制。所謂的地面接收裝置，更好的發展是衛星本身能夠發射讓低功率設備直接收到的訊號，這是一個更好的方向，但目前尚未做如此突破與整合。



Q3

您怎麼看台灣發展太空產業鏈這件事？真的能跟國際的製造水準並駕齊驅嗎？



答：講到航太或太空，我們的製造水準能夠跟國際的並駕齊驅嗎？我們這部分可以說有銜接但起步蠻晚的，因為台灣產業的特色不在於領導、開創，在於當產品量產普遍化之前，台灣廠商很靈活的能夠搶先取得製造技術的跟進，接著便能提供物美價廉的產品，跟整個世界的產業鏈接軌。隨著量產製造，台灣廠商也能藉此做某方面的升級，同時做一些具有附加價值的特殊整合方案，太空科技產業鏈的發展模式應該類似。**所以，台灣以現有的製造技術基礎來與太空科技國際大廠合作，我認為是很互利互補的，**政府投入200多億來輔助發展，最主要是做觸媒引介的作用，幫助台灣的廠商銜接太空科技產業，所以真正還是要靠台廠多年來產業鏈合縱連橫的能力，我相信很快能銜接上。

此外，所謂**太空產業有四個面向，一是衛星的關鍵零組件**，在台灣很多廠商已經都有在從事了，甚至本來就有在做這些事情，**二是地面接收設備**這個面向，這個台灣廠商也都做得不錯，但是有些可以再突破的，**三是火箭發射事業**，我認為台灣民間企業也應該發展火箭發射事業，這樣產業鏈才會完整，但目前政府在這個領域的法規跟場地，都應該提出便利的措施來配合。火箭發射是太空產業很重要的掌控點，台灣廠商應該也要有所著力。**四是太空服務**，從長遠來看，外太空也會是一個另類的實驗場所，像是一些有毒或高危險的實驗可以在外太空做，或是某些需要在近真空狀況下的做生產製造的東西。未來甚至發展載人太空艙、成立太空工作站，雖然這是台灣科技產業與軍工產業陌生的地方，但要提早準備，有所計畫，這樣台灣的太空產業鏈才會完整。



新型工具、模型與初始測量

破解5G基地台迷思 評估大規模MIMO的電磁波效應

大規模MIMO技術被視為未來5G網路的關鍵推手。導入這項技術，勢必要針對電磁場暴露進一步研發新的建模與預測方法，本文介紹歐洲首場3.5GHz大規模MIMO系統現場試驗所使用的電磁波測量方法。

文／Wout Joseph；編譯／吳雅婷

大規模多輸入多輸出（Massive MIMO）技術，如同毫米波與小型基地台技術，被視為實現未來5G網路的關鍵推手。這項技術採用由幾十個子元件構成的天線陣列，而這些元件能控制無線電波束，並傳輸到行動裝置使用者的確

切位置，進而大幅提升資料傳輸率和訊號覆蓋範圍，甚至當使用者不在天線傳輸的視線範圍內，或是在出現大量反射的（室內）網路使用情境中，效能皆然。

導入這些全新的無線網路技術必定要開發出新方法，來建模並預測其所帶來的電磁場暴露（electromagnetic field exposure）。到目前為止，計算行動網路所發射的電磁波都還算簡單易懂，主要考量兩項參數，亦即使用者與天線的相對位置，以及天線的無線電訊號方向（輻射場型）。

不過呢，可控的無線電波束也增加了這些計算的複雜度。想像個情景，有兩個人同坐在某公園的一張長椅上，在3G或4G時代，兩人會從頭到腳暴露在附近行動網路天線所發射的電磁波之下。但如果是在大規模MIMO基地台的使用情境呢，每個人會因為波束控制（beam steering）效應而感受到完全不同的電磁波暴露等級，就算彼此僅僅相隔幾十公分。

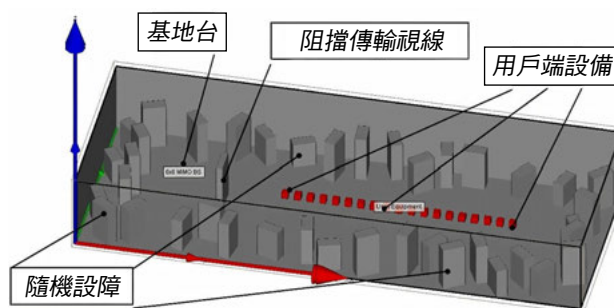
本文將介紹一些新型工具和模型來評估大規模MIMO系統的電磁波暴露效應，並與現有方法進行比較。同時分享歐洲首場3.5GHz大規模MIMO現實試驗所使用的電磁波測量方法，提供更多相關資訊。最後，更首度嘗試解釋這些試驗所得的數據，採納國際非游離輻射防護委員會（ICNIRP）的電磁波暴露標準。

大規模MIMO的成功密技： 預編碼設計

4G時代，天線通常由涵蓋角度為120度的單一波束發射訊號。然而，採用大規模MIMO技術的5G網路卻預先考量了每位使用者的空間通道（spatial channel）。運用複雜的預編碼技術，能夠調變無線電訊號的振幅與相位，進而控制波束導向至特定方向，因此能夠提供使用者個人熱點。

為了進一步瞭解這些預編碼機制，並評估其對產生電磁場的影響，愛美科在比利時根特大學設置的WAVES研究團隊進行了幾次模擬，並在其實驗室中驗證所取得的數據。

他們模擬了工業的室內使用情境，不僅塞滿了金屬物品，還在5G天線與19位虛擬使用者之間額外放置一塊金屬片。基於測試目的，該實驗的大規模MIMO基地台提供每位使用者36個天線元件。



▲ 圖一：為了評估大規模MIMO系統的電磁場暴露效應，愛美科實驗在占地15mX40mX5m的工業室內場景中設置了水泥牆和理想電導體（PEC）散射體，並採用3.7GHz頻段、6x6陣列且天線空間分隔的大規模MIMO基地台，虛擬使用者（用戶端設備）共計19人。（source：imec/Ghent University）

該實驗研究了三種預編碼策略：等效增益（equal gain）傳輸、最大比率（maximum ration）傳輸與強制歸零（zero forcing）。

結果顯示，每種預編碼策略都能有效產生個人熱點或無線電波束，行動網路就算在嚴峻的條件下，也能實現優異的傳輸效能。同時，大規模MIMO技術採用以使用者為主的運作方法，似乎也讓電磁場暴露的測量變得更加難以預測。

如前所述，在3G或4G的使用場景，電磁場的暴露主要依據使用者與天線的距離以及無線電訊號的方向而定。但就5G來說，使用者與智慧型手機