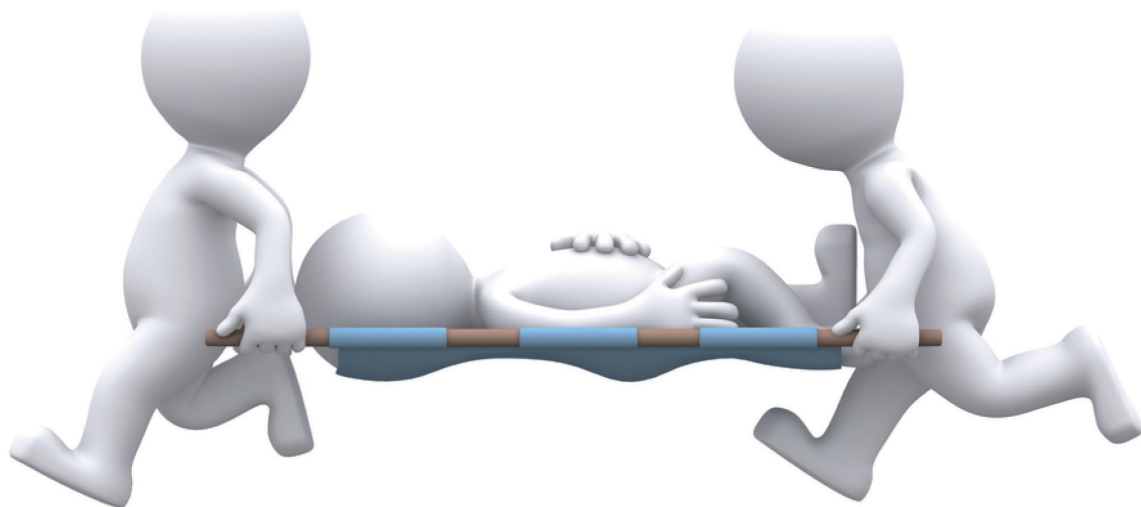


前進行動醫療照護之路



在人類平均壽命延長、生育率卻普遍下降的今天，介護離職、預防醫學等議題日受重視，促使涵蓋「長期照護」及「健康管理」兩大功能的「社區化照護系統」觀念逐漸興起；而為落實分級就醫、避免浪費醫療資源，與區域院所、安養中心的串聯不可或缺，預料將催生輕量級醫療／健檢設備新一波商機，且此風有向居家與隨身攜帶蔓延之勢，點燃消費類醫材火種。另一方面，醫病比例失衡、醫護人力過勞，讓「行動醫療」與「智慧醫院」重要性與日俱增；與智慧工廠的發展路徑相似，它們將以數據偵測為起點、運算控制為樞紐、雲端管理為目標。

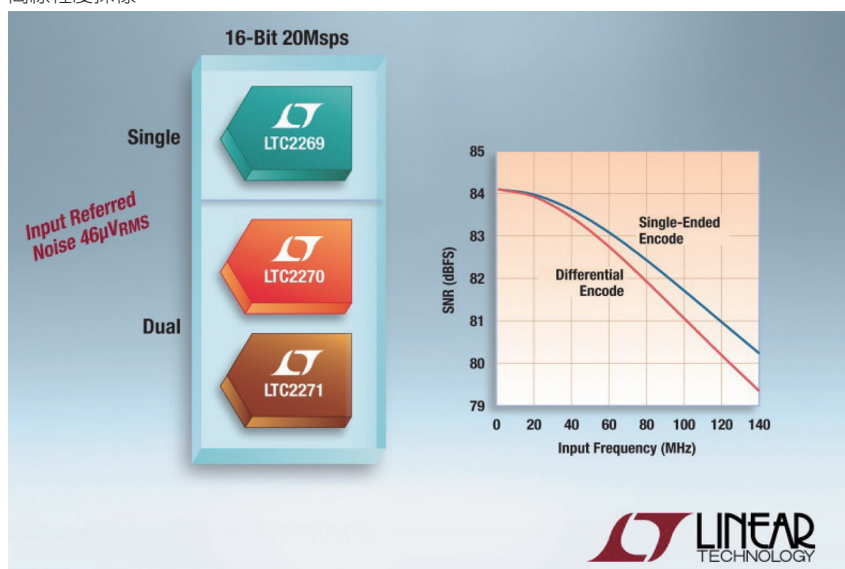
■文：任苙萍

將生命體徵的類比訊號「數位化」，是行動醫療的第一步；要讓類比與數位順利對話，從感測、採樣、演算到數據呈現或成像，皆須有相應的元件打底固樁，以及有力的開發套件和生態奧援，才能獲取既快且準的資訊源。

ADC 採樣率影響訊號波形完整

偵測數據時，若資料轉換器 (Data Converter) 的採樣率越高，所能描繪的波形越明確。專精於類比元件發展的凌力爾特 (Linear) 三

圖 1: Linear 三款低功耗 16 位元 ADC-LTC2269、LTC2270 及 LTC2271，適用於數位低雜訊、高線性度採樣



款低功耗 16 位元類比數位轉換器 (ADC)—LTC2269、LTC2270 及 LTC2271，擁有每秒 20 Msps 採樣率，適用於數位 X 光、紅外線、醫療成像和細胞分析儀等低雜訊、高線性度採樣，為高精度直流電 (DC) 測量提供最低輸入參考雜訊和嚴密的積分非線性誤差 (INL)，且每通道功耗約 80 毫瓦 (mW)，待機或關機模式分別僅有 12mW 和 0.5mW，是手持或穿戴式應用的理想選擇。

LTC2269 和 LTC2270 分別為單通道和雙通道同步採樣「平行」ADC，可供選擇為全速率互補式金屬氧化物半導體 (CMOS)、或雙倍數據速率 (DDR) CMOS/ 低電壓差動訊號 (LVDS) 數位輸出，具備可設定數位輸出計時、LVDS 輸出電流並可任選的 LVDS 輸出終端；而 LTC2271 則是「串列」LVDS 輸出的雙通道、同步採樣 ADC，接腳數目更少，意味繞線數目減少、電路板成本更低。此外，透過凌力爾特的數位輸出亂數器和替代位元極性 (ABP) 模式，可將數位回授降至最低，盡可能提高訊號精確度。

另一款於去年發佈的 15Msps 吞吐速率、18 位元連續漸進暫存器 (SAR) ADC LTC2387-18，因無週期延遲及管線延遲，回應速度更快，特別適用於從穩定狀態 (零赫茲) 瞬間拉高至幾兆赫茲的寬幅量測；且其功耗會隨採樣率變化而起落，功耗更低。LTC2387-18 可數位化寬頻類比訊號達 7.5MHz 「奈奎斯特頻率」(Nyquist)，避免訊號混疊；相較於管線式 ADC 架構可

圖 2：LTC2387-18 可實現 95.7dB 訊號雜訊比及 -101dB 的總諧波失真 (THD)，同時可數位化 1MHz 的類比輸入訊號



改善 20dB 的訊號雜訊比 (SNR)，可精確量測非常低的訊號位準，進而提高「高階成像」的圖像對比度和清晰度；而無延遲操作特性，可快速控制迴路的資料採集系統。

為限制來自數位輸出的雜訊，該 LTC2387-18 的採樣資料是透過單通道或雙通道串列 LVDS 輸出傳送到主處理器，可為雜訊敏感應用提供良好的雜訊免疫。另最新發佈的 16 位元 5Msps SAR ADC—LTC2311-16，具備寬廣「軌對軌」輸入共模範圍以及彈性差動輸入，亦可接受達奈奎斯特頻率之類比訊號、提供多種訊號類型的直接轉換，可針對相同高速輸入訊號實現 85dB 高共模抑制比 (CMRR)，適用於需要「通道對通道隔離」的儀器和醫療應用，大幅簡化輸入訊號處理設計和所需元件數；高速 SPI 兼容 CMOS 或 LVDS 串列介面。

AFE 關係量測效能與圖像品質

德州儀器 (TI) 在 2013 年推出首款用於醫療光度測量 (photometry) 的整合類比前端產品—AFE44xx 系列，整合所有前端元件與標準光度測量的相關時序控制電路，可廣泛應用於臨床和居家健康式血氧濃度計 (pulse oximeter)、光度測量血糖機、光容積波圖 (photoplethysmograph-based, PPG) 與心律監測儀等。AFE44xx 系列產品全面整合可編程接收器與發送器電路，支援低於 1mA 供電電流，比離散式解決方案耗電量低，可延長電池使用壽命。更令人矚目的是，不論何種環境光照條件，皆可維持量測效能。

AFE44xx 系列接收路徑包含可編程轉阻放大器 (TIA)、環境雜訊消除電路及 ADC。發送路徑則包括 LED 驅動器和高達 150 mA 可編程 8 位元電源。整合收發路徑

表：AFE4490 和 AFE4400 比較

參數	AFE4400	AFE4490
發送路徑	H 橋 LED 驅動器	有
	動態範圍 (dB)	>95 dB
	LED 電流	8 位元電流可編程高達 75mA 的解決方案
	LED 開啟時間	可編程
接收路徑	Red 與 IR LED 的獨立電流參考	獨立 LED2 與 LED1 電流參考
	無噪音位元	13 (0.1Hz 至 5Hz)
	TIA 含獨立 Red 與 IR 設定	可編程 LED2 與 LED1 設定
	類比環境抑制設計	不適用
彈性化時序控制	有	有
整合式故障診斷	LED 與光二極體開路/短路偵測	LED 與光二極體開路/短路偵測
電源供應	接收：2.0V 至 3.6V，發送：3.3V	接收：2.0V 至 3.6V，發送：3.0V 至 5.0V
規定溫度範圍	20°C 至 70°C	20°C 至 70°C
介面	序列 SPI	序列 SPI

資料來源：TI 網站

至單一裝置，以縮短設計時程並減少電路板空間，另有簡易設計與斷路／短路除錯偵查功能，協助診斷設計過程中的系統錯誤；彈性整合時序控制模組，則可降低系統軟體需求。AFE4490 和 AFE4400 評估模組 (EVM) 支援 RS232/DB9 通訊

埠的血氧濃度計感測電路，在所有 AFE44xx 裝置皆可藉由簡單易用的圖形化使用者介面 (GUI) 存取、評估即時血氧飽和度 (SpO2) 或心律監測。

為提升圖像精確性，TI 新近推出首款 16 通道同時採樣的超

圖 3：與 AFE5818 和 AFE5816 系列配合使用的是 TI 的 16 通道高速 ADC-ADS52J90，可被配置為具有多達 32 個輸入



音波 AFE-AFE5818/AFE5816 系列。為優化系統效率，該系列有多種版本，可選擇是否帶了解調器和 JESD204B 介面，進一步簡化電路板配置、節省成本：1. AFE58JD16 和 AFE5816 包含一個解析度為 0.125 dB 的數位時間增益補償 (DTGC) 引擎，可減少雜訊和功耗，且不需外部元件；2. AFE58JD18 和 AFE58JD16 晶片上具有數位解調器，可將 16 個通道中的資料從 RF 調解成基頻頻率，可降低系統處理引擎的負擔，進而實現更低的延遲和更高的圖像品質。

進階版 AFE58JD18 和 AFE58JD16 內含 5 Gbps JESD204B 序列介面，與其他資料介面標準相較，系統資料 I/O 路由走線可減少 80%，實現 6.4 Gbps 的資料速率，且可與 TI 66AK2L06 多核處理器無縫連接。JESD204B 是為提高 ADC 採樣速率及通道密度而增修的高速序列介面，以裝置時脈取代架構時脈、放寬時滯條件，並新增確定延遲功能；使資料轉換器、處理器或 FPGA 所需針腳數都大幅減少，簡化電路板配置和佈線工作。最重要的是，JESD204B 適用於各種資料轉換器的解析度，不論 ADC 或 DAC 皆不需重新設計收發器／接收器 (Tx/Rx) 電路板。

MCU 運算能力決定演算結果

微控制器 (MCU) 可處理數位訊號，並轉換成有意義的資料。數位醫療儀器是否能「即時」



照片人物：ST 大中華暨南亞區資深產品行銷經理楊正廉

取得準確數據？與 MCU 運算能力息息相關。就意法半導體 (ST Microelectronics) 觀察，目前行動醫療設備 MCU 多已進階至 32 位元；該公司大中華暨南亞區資深產品行銷經理楊正廉表示，以 ST 在行動醫療應用的主流 MCU 產品 STM32L 為例，拜 130nm 專用低漏電流製程及新架構設計所賜，其功耗水準已可媲美 16 位元；片上類比功能的最低作業電源電壓為 1.8V、數位功能只有 1.65V，以「超低功耗」著稱。換個方向思考，若 MCU 運算速度不夠快，會拉長數據回饋時間，將虛耗更多功率。

這款以 ST EnergyLite 超低功耗產品平台為基礎、基於 ARM Cortex-M3 核心的 MCU，具有先進的中斷結構，確保系統迅速回應真實世界的事件，並內建六個超低功耗模式（設定於 1.8V/25°C 環境的初步數據）：

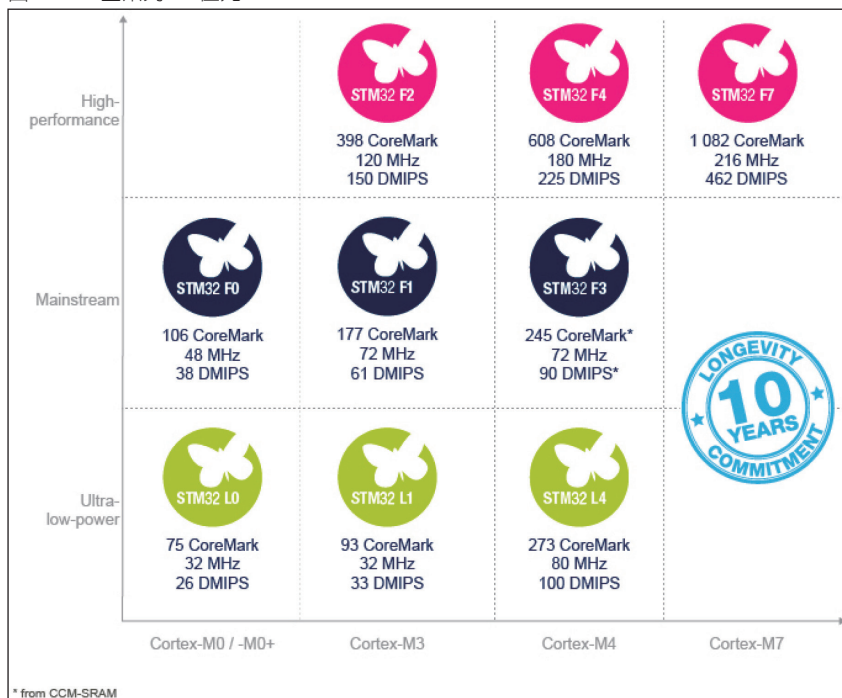
- 10.4 μ A 低功耗作業模式，32kHz 作業頻率；
- 6.1 μ A 低功耗睡眠模式，一個計時器作業；
- 1.3 μ A 停機模式：實時時鐘 (RTC) 作業，保存上下文，保留 RAM 內容；
- 0.5 μ A 停機模式：無實時時鐘作業，保存上下文，保留 RAM 內容；
- 1.0 μ A 待機模式：實時時鐘作業，保存後備寄存器；
- 270nA 待機模式：無實時時鐘作業，保存後備寄存器。

EnergyLite 平台的內嵌快閃記憶體採用 ST 獨有低功耗快閃記憶體技術，並整合直接記憶體存取 (Direct Memory Access, DMA) 支援功能，在系統作業過程關閉快閃記憶體和 CPU，週邊設備仍可保

持作業狀態，可為開發人員節省大量時間。STM32L 電路設計是以有效延長電池供電設備的充電間隔為目的，在電池電壓降低時，可延長電池供電設備的作業時間；由於卡位早，在 32 位元 MCU 的市佔率表現不俗，且在系統、軟硬體成品模組及晶片經銷已形成完善生態系統；開發門檻低、參考資源豐富為其優勢。

在系統安全方面，具備靈活的低壓重置 (BOR)、片上快閃記憶體支援錯誤校正碼 (ECC)、記憶體保護單元 (MPU) 以及 JTAG 熔絲功能，並支援 USB 2.0 全速傳輸模組、內建 LCD 驅動器，特別適用於繁複的演算法，例如：心電圖 (ECG) 與血壓的複合式多功能偵測設備。楊正廉透露，醫療產業就某個角度來看，比汽車業還更封閉，

圖 4：ST 全系列 32 位元 ARM Cortex based MCU



資料來源：ST 網站

且不同領域各有專業，開發商應多與醫療體系合作，並同時設法融入物聯網，趁勢而起。他並提到，行動醫療並非中高齡人士專屬，許多年輕人基於健身需求，亦是主要高消費族群；業者應以品質取勝，勇敢放眼國際市場，才能獲得較好的利基。

朝功能導向發展：整合週邊、感測融合、安全加密

Microchip 亦看好傳統醫療裝

置往家庭健康與健身裝置延伸的走向，表示傳統主要在醫院使用的裝置現在也可在居家使用、穿戴在身上，甚至可植入體內；另有統計資料顯示，購買醫療裝置的人口也發生變化。以往醫療裝置製造商只須鎖定具有購買決策權的醫師和醫務管理高層推銷，但如今輕量級醫療設備與健身裝置的終端消費者，影響力日增，產品本身也隨之發生質變：1. 可攜式或穿戴式興起；2. 取得成本變低、但功能更強大；3. 更

易於使用；4. 電池壽命更長；5. 能與智慧型手機和平板電腦連線。

Microchip 認為，醫療裝置「消費化」風潮，鞭策開發商必須縮短產品設計週期，且市場與技術的快速演變常讓人有應接不暇之感。為因應諸多挑戰，元件供應商的支援能力更為舉足輕重。Microchip 曾與數百家領先的醫療與健身裝置製造商合作，有助將產品概念推向市場，包括：植入式心律調節器、病患監控器、持續性正壓呼吸輔助器 (CPAP)、一次性懷孕測試儀和可穿戴式健身裝置。該公司產品涵蓋：微控制器、混合訊號、類比、安全資料、無線、混合式感測器、快閃半導體和模組，尤以高整合性的 PIC 微控制器聞名。

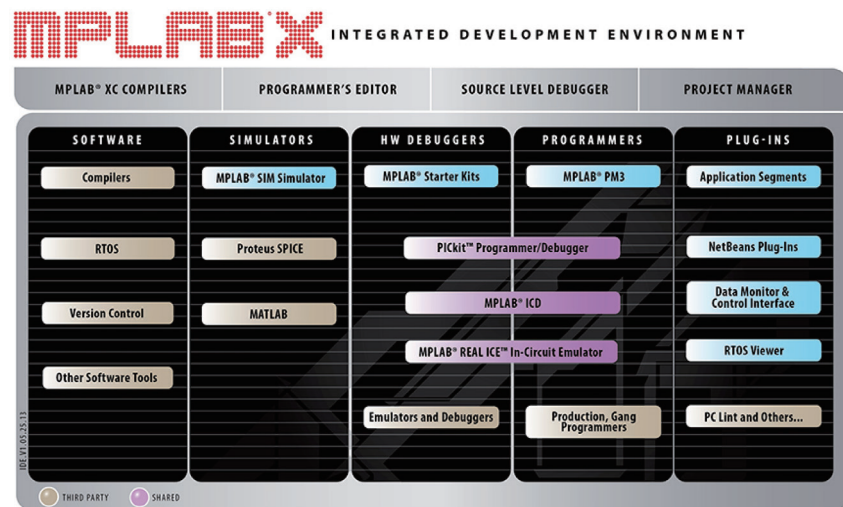
具類比功能的可擴展 PIC MCU 系列，已將週邊裝置集成其中，且無需 CPU 監督即可獨立運作，形成高彈性的回授迴路；這些週邊裝置具有特定功能的硬體智慧區塊、幾乎不需程式碼，可節省功耗、RAM 和快閃記憶體的使用，非常適合實作單一晶片的應用，如血糖計、血壓計、可攜式 ECG 設備和脈搏血氧濃度儀。Microchip 強調，現代嵌入式設計應擺脫過份執著在 MIPS、記憶體大小和執行速度單一指標的盲目競爭，而應以「功能導向」為考量，並兼顧設計彈性，故另提供 MPLAB 程式碼設定器工具，協助輕鬆自訂功能建置區塊。

Microchip 也提到「感測融合」將是未來趨勢，指出感測器的遍地開花，導引系統需求從簡單監

圖 5：Microchip 的連線產品包括整合至微控制器的解決方案，以及外部收發器、模組、切換開關、控制器和集線器。經認證的 Wi-Fi、Bluetooth 和 Bluetooth Smart 模組，可快速將無線連線新增至醫療與健身裝置



圖 6：Microchip 的 MPLAB 開發平台可在眾多 8/16/32 位元 PIC MCU 及 dsPIC DSC 增減現有或多個設計



控轉為提供多面向資訊，例如：加速計、磁力計和陀螺儀等運動感測，以及光／溫度／壓力等環境感測。因此，備有感測「集線器」解決方案支援實作混合式感測器，包括用於健身、病患追蹤、遠端診斷監控、臨床睡眠研究、義肢動態分析和臨床壓力／健康評估的穿戴式和可攜式裝置。最後就是通訊連結的安全性，為防堵非法攔截，Microchip 在 MCU 程式設計新增安全加密功能，透過「KEELOQ 進階跳碼技術」轉譯資料，可確保資料鏈每個環節的安全。

微型 SiP 封裝兼顧開發成本與設計靈活性

安森美半導體 (ON Semiconductor) 在醫療應用的微型「系統級封裝」(SiP) 耕耘甚深。藉由把不同製程的多個裸片及獨立元件整合在一個架構中——例如將特殊應用積體電路 (ASIC) 與專用標準產品 (ASSP) 堆疊成一個晶片組，是助聽器、連續血糖監測儀、心率監測器及自動體外心臟去顫器

(AED) 等行動醫療設備常見的半導體技術。該公司著名的「Struix」半客製精密感測 SiP 解決方案，即是在低功耗的 32 位元 ASSP 微控制器 (MCU, ARM Cortex-M3 內核之 ULPMP10)，整合客製化的 ASIC 類比前端 (AFE)，讓製造商兼顧開發成本與設計靈活性。

「Struix」充分利用矽整合及模組化，未來 ULPMP10 微控制器若需升級，不必替換類比前端。為進一步減少板面積、引腳和功耗，安森美更以「串列 SRAM」取代 EEPROM、FRAM 和標準 SRAM 記憶體，可將 IC 線路從 26 條降為 4 條，且可保存備份 10 年的數據！十分適合心臟監測設備等小尺寸應用。關於行動醫療市場前景，該公司亞太區市場部經理楊正龍提出一個另類觀點；他表示，專業級和消費類雖是兩個不同群體，但可相互協作：消費類的活躍與胃納量帶來創新和支撐，專業級則引領品質保障和深度研發，兩者皆可望欣欣向榮。

楊正龍說明，消費類醫療起步晚，社會關注度反而高於專業



照片人物：安森美亞太區市場部經理楊正龍

級；若能藉此熱度推動專業醫療更深層、更專業的研究成果，並將醫療技術及臨床驗證推向消費類應用，將可嘉惠更多人群、造就健康的市場和醫療設備生態。因此，安森美一直與醫院、企業、大學等機構及專業人士密切交流，以確保產品走在市場前端並符合實際應用所需，同時積極參與國際健康聯盟 (Continua Health Alliance)；此外，公司會根據市場回饋調整相關研究對象，把有限資源投放在最有需求之處，達到資源利用的最佳化。

楊正龍指出，相較於傳統器材，新時代醫材帶有「互聯網+」特性，可進行長期數據跟蹤、數據共用分析，即時跨時空協作，所以新產品的設計研發要切合互聯互通特點，提供更人性化、便利、切合物聯網時代的服務，故安森美持續在功耗、無線傳輸、晶片封裝提升產品競爭力。不過他提醒，在開發產品時覆蓋面不宜太廣，以免落入「什麼都想做，樣樣做不好」的困

圖 7：「Struix」取義自拉丁語「stacked」(堆疊)，意指將客製晶片和標準晶片疊在一個封裝中



境。他認為，選擇大眾關注的生理指標，把生命體徵偵測做到醫療級別的高標準、精益求精，才是最實際也最有出路的思維。

技術與應用有待橋接

醫療照護，因為與人生歷程緊密相連，發展前景被受期待。但當半導體及終端設備大廠紛紛宣告搶灘之際，卻發生一個有趣的現象：在此次約訪過程中，不少國際知名廠商都表達對此市場的肯定之意，但對於具體應用及關鍵癥結，卻都婉言表示尚未有明確概念。或許，正如多家受訪廠商所言，醫療領域有其特殊性，有待供需雙方多互動交流，才能孕育「具吸引力的」解決方案。否則一方徒有先進技術在手，一方仍對具體應用有所困惑，想要增進整體醫護福祉……當然，還有各方引頸期盼的商業利益，恐有隔靴搔癢之憾。

以 PPG 光學感測為例，美盛醫電就分享說：以往血氧計多採用紅光 PPG 感測器，後來健身訴求的心率計風行，綠光 PPG 感測器繼之而起（因為量心率時綠光比紅光準確）；至於血壓計，自脈波傳導時間（Pulse Transmission Time, PTT）理論被提出的 30 年來，實驗室基於便利及價格考量，多採用 PPG 感測器來測量 PTT；但坊間採用 PPG 感測器的血壓計，實際取得醫療認證的產品屈指可數……此外，一樣是採用壓力感測器的血壓計，多是測量壓力絕對值而非脈波相位，必須牢牢固定在手腕上；

有些脈診儀亦會採用壓力感測器來取得脈搏……。

諸如此類的 Domain know-how，若無深入市場探究，或許在規劃產品策略時，稍有不慎就容易行差踏錯。因此，本期特邀晶片、醫院設備製造、居家醫材品牌、醫院資訊系統與平台管理廠商，以紙上論壇方式，就焦點議題發表先知灼見，也印證不少實務狀況。開發商在選購元件時，決策點依序是：價格效能比、供應商長期承諾、技術支援能力、上下游業者的策略合作意願，其中又以「技術支援能力」的權重最高，而不是只著眼於所謂的最先進或最高效能。特別是創新產品初期產量都不大，若背後沒有相關策略性支援會很辛苦，新創公司尤其如此。

「技術」vs.「人性」的拉鋸

至於對法規的看法，美盛醫電表示，廠商在建立大數據時，使用者辨識（可匿名，但要確認是同一人）是第一要務，此任務遠比器材單一識別系統（UDI）的技術範圍更廣，故 UDI 法規本身並不會對可攜式醫療電子造成太大影響，值

得深究的反而是 FDA 對新醫材的態度。醫材開發需經過人體試驗，使「技術進步」與「人權保障」一直存在某種微妙的對立氣氛；從美國 FDA 實際作為看來，美國目前正往加強人體試驗的人權保障方向走。電腦刀 CyberKnife 的發明人 John R. Adler 就曾預言，這將導致美國的醫材發展變緩。

部分業界人士甚至認為，中國在這方面的限制相對較少，發展力道可望超前歐、美。半導體廠商安森美亦持類似論點，表示可攜式醫療市場基於區域經濟、政治、技術、社會文化的差異性，監管機制不盡相同，廠商的發展策略亦會因地制宜。中國對於心率、血壓、睡眠監控等可攜產品因有監管機構的大力支援，故在此類產品研發上不斷創新，市場反應也很踴躍；反觀像美國這種較成熟地區，則傾向用更長時間驗證市場對設備的需求。順帶一提的是，隨著心電圖、長時間血壓監測等臨床設備可能因長照需求趨旺，或將帶動 ARM Cortex-M4 based 等具有數位訊號處理（DSP）或浮點運算單元（FCU）功能的產品銷售。CTA

下期預告 電源系統