



## 選擇適合的 32 位元微控制器簡化開發人員設計程序

傳統上，選擇 32 位元微控制器（MCU）的關鍵因素在於中央處理單元（即核心 CPU）的選擇。直到最近，32 位元 MCU 基於多種核心而發展，有些則是採用專有架構，因此嵌入式設計人員要不是繼續使用某類同種核心，不然就是需要花費更多時間學習新的硬體知識和轉移現有軟體代碼。過去幾年裡，MCU 產品中 ARM Cortex 核心改變了嵌入式的原有生態，開發人員把重心由專用 32 位元核心轉向基於 ARM Cortex 處理器的 MCU，因此不再侷限於單一 MCU 供應商供貨。基於 ARM 處理器的 MCU 使用環境已日益壯大，這包括協力廠商編譯器、即時操作系統、軟體協定、LCD 圖形顯示等。目前，大多數主流 MCU 供應商都生產基於 ARM 處理器產品，這使得 ARM Cortex 核心成為 32 位元 MCU 的公認標準。

選擇基於標準核心的 32 位元 MCU，可選擇的範圍相當廣泛，然而為特定應用選擇適合的 MCU 則有更多的考量因素，且困難也隨之倍增。首先，開發人員需要基於多種「選項」以縮小可選擇的 MCU 種類數量，例如儲存大小、輸出入接腳數量、通訊介面等。可能有多個基於 ARM 處理器的 MCU 供應商產品皆符合基本需求清單，因此，開發人員需要透過其他重點因素進一步縮小選擇範圍，例如：混合訊號整合度、可配置性、功耗和開發難度等。

選擇整合通用組件的 32 位元 MCU 能夠協助開發人員減少整體系統成本、降低設計複雜度並縮短開發時間。例如，Silicon Labs Precision32<sup>TM</sup>混合訊號 MCU 具有多種其他 MCU 通常不具備的整合特性，例如 USB 振盪器、5V 穩壓器、6 個可程式化設計高驅動能力接腳（可提供高達 300mA 電流），以及 16 個電容感應輸入通道（用於觸控按鍵或滑動條）。其高整合度可以減少多個離散元件，提供更靈活的供電選擇，且可以節省物料（BOM）成本，簡化開發過程。

為了說明使用高整合度混合訊號 MCU 所帶來的好處，我們來探討典型條碼掃瞄機的應用程序。為了讀取條碼，掃描器向電機提供動力的擺動鏡面發射雷射（見圖 1）。雷射照射到條碼，然後條碼圖像被電荷耦合元件感測器（CCD）捕獲。CCD 感測器類似照相機，一次能夠捕獲一行像素，比如  $1 \times 1024$  像素。類比的光強度訊號最後傳輸到類比-數位轉換器（ADC）。高驅動能力 MCU 減少了過去常用於驅動雷射和電機的功率電晶體。選擇可為 CCD 愄測器提供時脈同步介面的 MCU，可以大幅簡化設計人員的工作程序。

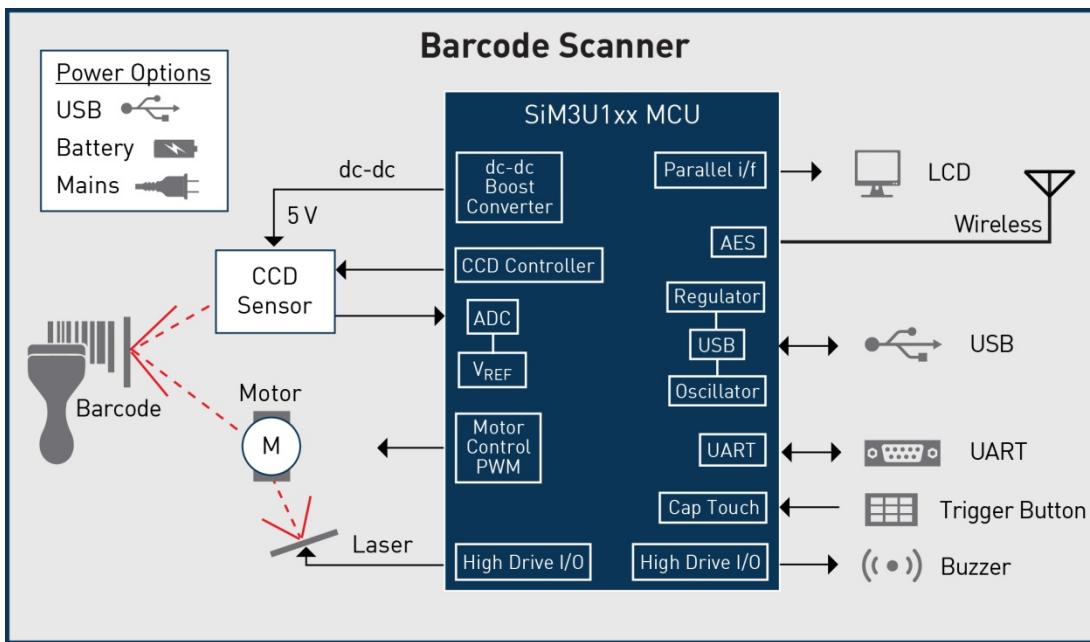


圖 1. 高整合度 MCU 為條碼機帶來好處

為達到最佳的效果，MCU ADC 能夠與 CCD 照相機的較快速率保持同步（通常大於 1 MSPS）。對於 5V CCD 愣測器，電源管理 IC 在大多數設計中也是必不可少的，他為感測器提供輸入電源，MCU 和其他元件則需要 3.3V 輸入電源。

在這個條碼範例中，Precision32 SiM3U1xx USB MCU 可以驅動同步時脈到感測器，輕鬆做到與快速 CCD 採樣速率同步，同時也能夠透過 3.3-5V DC-DC 升壓器為感測器提供電源，進一步降低系統元件數量。此外，在 USB 供電的掃描機中，Precision32 MCU 內含穩壓器，可以直接從 USB 獲取電源，內部 48MHz 振盪器具備創新的時脈恢復電路，能鎖定

USB 訊號，精確度高於 0.25%，使 USB 運行無需外部晶體。條碼機中還整合其他功能：當掃描成功時可直接驅動蜂鳴器提醒使用者，使用電容觸控按鍵代替機械按鍵，以及為無線掃描器提供硬體加密資料保護。

設計中需要考慮的另一個重要因素是靈活性，能夠快速而輕鬆的適應變化，並且不增加開發成本。為了加快研發進度，設計人員通常在之前專案基礎上進行修改設定以適應新的需求。然而，要想有效達到設計要求，重要的是能夠選擇和修改 MCU 周邊和配置。大多數 MCU 的腳位定義都有固定的功能。固定的腳位定義通常會導致接腳衝突，迫使開發人員改變其設計，或改用更大、更昂貴的封裝。理想的方案是採用 Silicon Labs 專利技術雙-crossbar 架構 MCU（如圖 2 所示），開發人員可以首先選擇所需周邊，然後再決定周邊接腳配置，這賦予開發人員更大的靈活性。

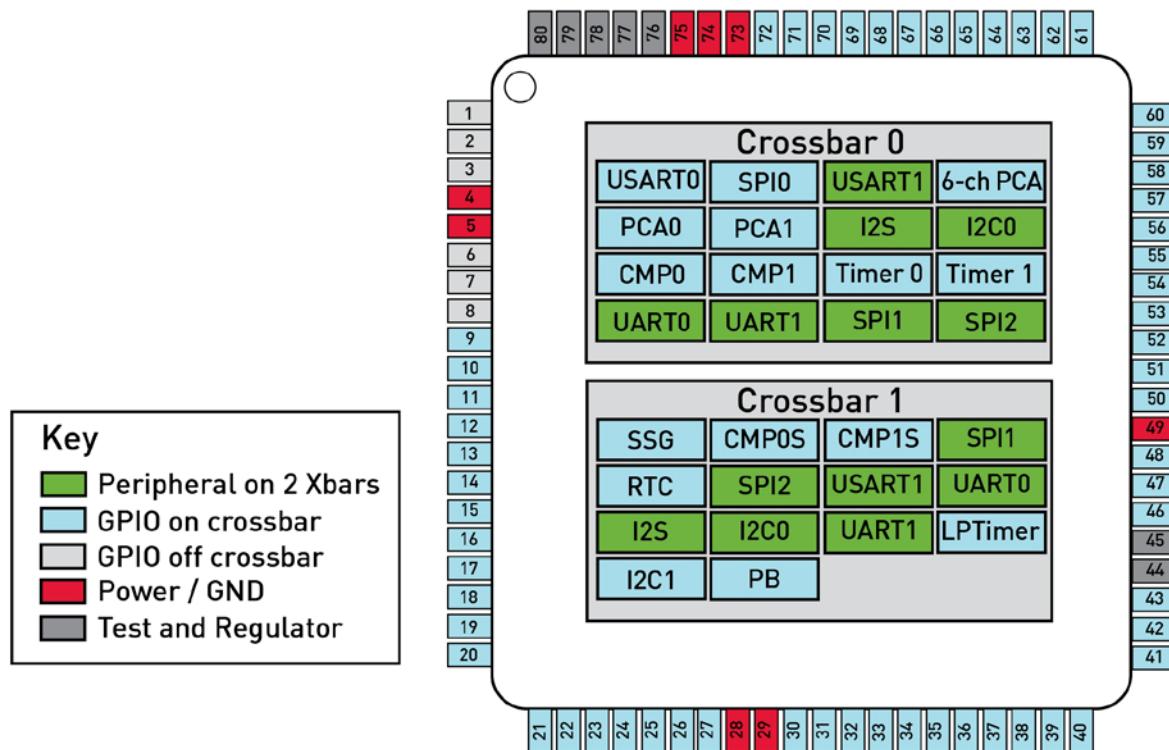


圖 2. 採用靈活雙 Crossbar 架構的 Precision32 MCU

「選擇最佳」周邊通常意味著可以採用體積更小、成本更低的封裝。例如，在需要 4 個流量控制（flow control）UART（16 個接腳）和 2 個 SPI（6 個接腳）的通訊集線器設備

中，開發人員僅需選擇一款略高於 22 個 I/O MCU 即可。然而，如果使用標準的固定架構，4 個 UART 和 3 個 SPI 可能需要 64 接腳甚至 100 接腳封裝才能滿足適合的周邊組合。採用靈活可配置的 crossbar 技術，開發人員可很容易的在 40 接腳封裝中實現這種周邊組合，另外還有幾個接腳空閒。此外，透過優化周邊位置，開發人員可以把周邊配置到連接電路附近，既可以縮短導線長度，也可以減少 PCB 設計層。最重要的是，最終設計變動可以透過軟體輕鬆實現。例如，如果通訊集線器設備需要另一個與其他 IC 通訊的 SPI 口，只需修改軟體，就可以輕鬆的將第三個 SPI 埠添加到同一封裝中。

靈活的 crossbar 架構會帶來許多好處，然而，具備高度可配置性的 crossbar 架構 MCU 有沒有缺點呢？一些開發人員擔心 crossbar 架構會導致程式設計更複雜。為了簡化開發人員的工作流程，Silicon Labs 提供創新的 AppBuilder 工具-用於簡化初始化和配置的免費軟體發展工具。基於 GUI 的 AppBuilder 工具能夠使開發人員快速的以圖形化方式選擇周邊組合、配置周邊屬性、設定時脈模式和自訂接腳功能，所有這些都無需研讀資料手冊。AppBuilder 甚至能夠產生用於主流編譯器的原始程式碼，例如 Keil、IAR 和 GCC。

選擇 32 位元 MCU 的最後一個重要因素是電源效率。實際上，超低功耗已經成為各種嵌入式應用中最關心的問題。現在隨著人們對「綠色環保」和降低能耗的重視，設計人員必須密切關注其整體功耗預算。許多方法都可以降低能耗，如何有效降低能耗取決於最終應用。例如，血糖監測器，患者每日使用的次數很少，絕大多數時間監測器都處於深度休眠狀態，因此在這個應用中，儘量降低休眠模式的功耗是最重要的。

另一方面，對於感測器節點設備，需要不間斷監測事物狀態。如果感測器節點連續監測事物，就必須一直處於工作模式，真是這樣嗎？並非如此！感測器節點可以進入休眠模式，再藉由快速喚醒檢測事物（例如檢測煙霧）是否正在發生，然後再進入休眠狀態。在類似的系統中，重要的是支援即時時脈（RTC）喚醒的低功耗休眠模式，可以進行有規律的喚醒，例如每  $100\mu\text{s}$ 。快速喚醒時間也非常重要，處理器可以快速運行固定命令序列去檢測是否事物正在發生。

而一些應用不能進入休眠模式，例如工廠生產線設備。在此類應用中，使用具有低功耗工作電流的 MCU 就顯得非常重要。另外，還可以採用其他方式節省功耗，例如，降低運行頻率，只採用滿足特定任務所需的處理速度。

很難找到能同時滿足超低功耗休眠模式和工作模式、喚醒時間和動態頻率改變特性的 32 位元 MCU。Precision32 MCU 系列產品透過提供多種低功耗選擇來滿足這些要求。Precision32 MCU 系列產品可以在低於 100nA 的環境下運行，這包含掉電檢測和 4kB RAM 保持功能；如果要啟動即時時脈，則需額外增加 250nA 電流；類比比較器甚至包括低功耗計時器和脈衝計數器功能在內，需要另外消耗 400nA。MCU 能夠在微秒內從低功耗休眠模式中喚醒，另外，Precision32 MCU 有非常低的 275 $\mu$ A/MHz 工作模式電流，包括先進的 PLL，能夠鎖定 1-80MHz 中的任意頻率，使開發人員能夠優化功耗。

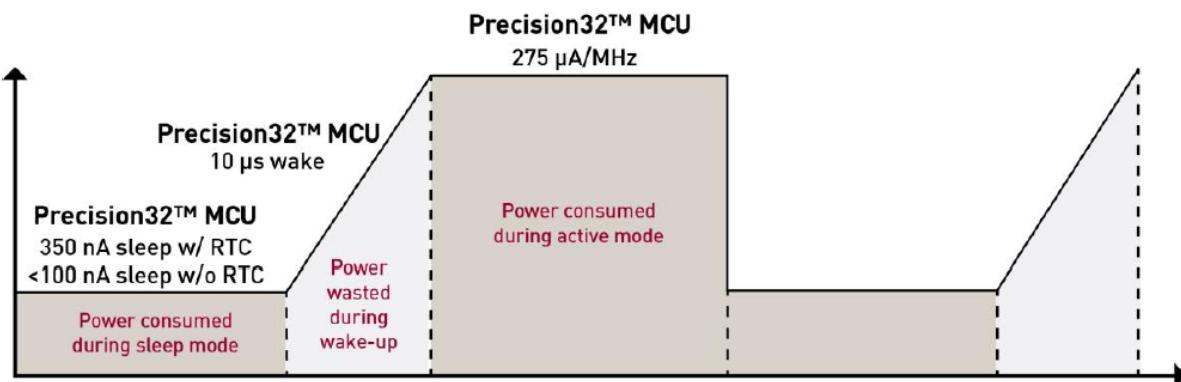


圖 3，Precision32 MCU 致力於實現多模式下超低功耗

在同一時期，許多主流 MCU 供應商相繼推出使用相同核心、相似儲存容量、多接腳 I/O 和周邊的 32 位元元件，而使得設計人員很容易認為，於嵌入式設計中選用何種 MCU 並不重要。然而，經由為特定設計選擇適合的 MCU，開發人員能夠顯著減少開發時間、降低功耗和整體系統成本；即使最終設計有所變動，也無需大幅度修改設計，增加設計靈活性。簡言之，從一開始就選擇具有靈活架構的 32 位元 MCU 是非常明智的做法，他可使開發人員大幅簡化工作流程。

# # #