

汽車電池管理市場 是否已準備好標準化？

■作者：Bart De Cock / 安森美半導體產品經理
Serge Peeters / VITO/EnergyVille 業務拓展
Jeroen Büscher / VITO/EnergyVille 產品經理

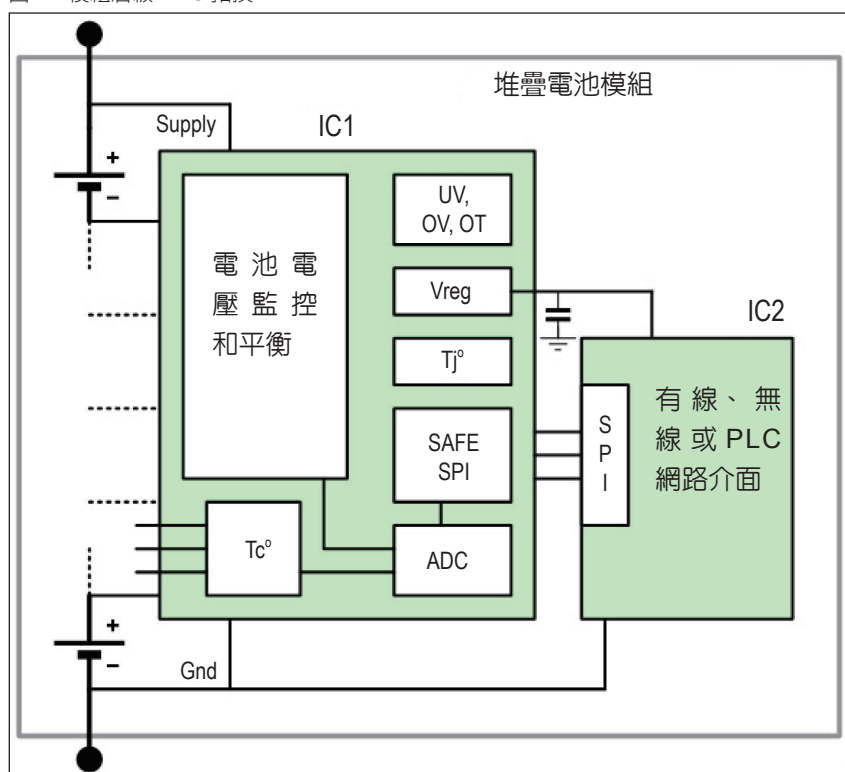
電動或插電式混合動力汽車 ((PH)EV) 中的典型鋰離子 (Li-Ion) 電池組將含約 100 個電池元件 (電池或並聯的電池) 的串聯串。鋰離子電池需要通過電池管理系統 (BMS) 進行仔細的電壓和溫度監控。在 (使用) 鋰離子電池充放電過程中，熱管理是個關鍵要求，因其溫度需要保持在工作範圍內。鋰離子電池需要“保暖”才能正常工作，但在使用時會發熱，因此 BMS 必須能夠加熱和冷卻電池，或者至少由於這些原因需要監視其溫度。如今，幾乎所有整車廠商 (OEM)、tier-1 電池系統供應商和晶片供應商都將有自己的 BMS 方案。預計未來幾年道路上的 (PH) EV 數量將穩定增長，BMS 硬體供應鏈中的任何變化都將成為問題。數量增加以及技術和 / 或經濟參數的變化可能會迫使 BMS 矽供應商改變。但是，由於矽供應商不提供相容的硬體，因此，為 BMS 選擇另一種晶片意味著 tier-1 和 OEM 廠商將面臨漫長的重新開發和重新認證週期，這需要大量投資，和有著與驗證和認證有關的風險。

在“晶片內”的詳細工作方面，使矽片供應商保持一致將是個挑戰，因為每個供應商的開發團隊都有自己的智慧財產權 (IP)。但只要所有方案都向主機控制器提供相似的資料 (如通過寄存器)，就不需要完全一致。對於 tier-1 和 OEM，可使用標準系統介面訪問不同供應商的 IC，這些 IC 在主要

功能方面表現類似。這將擴展到包括為滿足功能安全 (FuSa) 要求而採用的拓撲方法，如 ISO 26262 標準中所述。

檢查市場上目前可見的各種 BMS 拓撲的優缺點，很明顯，方案之間的差異主要涉及以下問題：這是否應該是模組化 BMS (即 1 個 IC 監視多個電池元件串)，或

圖 1：模組層級 BMS 拓撲



電池級 BMS (即 1 個 IC 監視單個電池元件)；應該使用有線還是無線網路；並且涉及微控制器或狀態機。儘管每種可用的拓撲都應該存在，但如果解決這所有問題的矽標準可用，將加速市場採用。

對標準化的探索

預測安裝在乘用車中的鋰離子電池數的增長速度幾乎是不可能的，已知的趨勢是上升。這主要是因為電池改善了汽車的全輪驅動能效。添加 48V 系統最多可提高小型汽車 25% 的燃油消耗，而基於插電式混合動力 (PHEV) 系統的大型汽車在短途通勤期間可實現與全電動汽車 (EV) 相當的燃油能效。

儘管全電動動力總成系統具有許多優勢，但對於許多車主來說，轉向全電動汽車目前尚不可行或在財務上不可行。但是，在不久的將來，來自越來越多的可再生能源工廠的剩餘電力將為生產電子燃料提供基礎；由氫氣 (通過使用“綠色”電能電解水產生) 和捕獲的二氧化碳結合而成。由此產生的電子燃料將與當前的燃料分配供應鏈相容，並適用於現有的內燃機 (ICE) 技術。這可能會進一步推動混合動力的採用，因為電力和碳中和傳動系統的組合可能會吸引消費者和政府。

儘管目前有一些針對電池測試、安全性要求、尺寸方面和充電的標準 (<http://www.batterystandards.info/>^[1])，但 R. Ratz^[2] 是最早確定還需要標準化電池管理系統 (BMS) 電子結構的

標準之一。Everlasting^[3] 項目的最新出版物研究了適用於 BMS 的標準，並討論了該領域中的現有差距。提出了 BMS 中可能標準化的不同專案，但是一個關鍵因素仍然存在：現有的電池管理 IC 不相容。

現有的拓撲和架構

BMS 通常包含一個或多個單元電壓測量 (CVM) 從站，這些從站通過 BMS 內部通信網路與 BMS 主站聯接。CVM 從站可以按單元、按串聯安裝的堆疊電池、按並聯電池或這任意組合進行組織。如果 CVM 監視堆疊的串聯電池，則適用術語“模組化 BMS”，而術語“單元級 BMS”是指 CVM 連接到單個電池或多個並聯電池的拓撲。

模組化 BMS

模組化 BMS 中 CVM IC 需要監視的最大電壓由電池技術和串聯的電池數定義。雖然總電壓可能高得多，但將每個模組的最大電壓限制為 60V 或更低是有利的，因為它需要的生產和維護程式不那麼複雜。使用多個電池來設計模組也是有利的，因為這減少了每個電池的成本，同時最小化系統中的模組數。這意味著，視乎電池的類型、大小、形狀和最大電壓，以及最實際的模組體積和重量，CVM IC 可以監視 6 至 24 個串聯電池。這凸顯了模組化方法的弱點：在每個單元和模組的 PCB 之間採用有線連接是一項繁瑣的任務。難以自動化這工作。另一個缺點是需要特定的

機械和熱設計以及認證工作，這會導致成本增加，尤其是在產量相對較小的情況下。

但是，優點之一是車廠或 tier-1 可設計針對不同電池組設計的一種模組類型，以用於多種車型，這將有助於實現具有成本效益的批量生產。這些模組是低壓子系統，一旦組裝和測試，拆開電池組後就可以收回大部分的開發和製造成本。(假設這些模組已開發為可在二次使用的應用程式中使用而無需更改硬體，請參見下文)。

每個模組的電池數相對較高的可變性不一定會給 CVM IC 的內部架構帶來巨大挑戰。專用於與電池單元連接的實際矽面積可能相對較小。據估計，IC 製造商可以重新封裝兩個不同的矽裸片來定址 6 至 24 個串聯電池。高性價比的平衡元器件與 CVM IC 一起安裝在標準 PCB 上，並且該模組甚至不需要包含微控制器。此外，每個模組僅需要通信介面，高精度電壓基準和大的低歐姆電晶體則可以關閉單個模組，因此通常每個單元的電子器件成本可以保持較低。含嵌入式微控制器和先進功能 (如數據預處理，EIS (電化學阻抗譜) 或無線連接) 的智慧模組將導致每個電池的成本僅適度增加。

單元級 BMS

單元級 BMS 的優勢在於 CVM IC 直接與電池通信，從而更易於精確的溫度監測和 EIS，甚至可以進行壓力測量。相容 5V 的

矽製程足以構建 CVM，從而實現更高的整合度和更高的處理能力（如增加了數位信號處理或微控制器），非常接近電池化學反應。需要專用的供應鏈，因為電池製造商應向機電一體化 / 電子子系統製造發展，將緊湊的電子電路嵌入電池內或連接到電池。值得注意的是，原始設備製造商 (OEM) 在鋰離子電池製造設施上的投資越來越多，有可能在將來保留所有選項以嵌入電子定制。

單元級 BMS 的另一個優勢是完全沒有 CVM 模組以及與之相關的所有成本。一個潛在的缺點是電子器件的成本上升，不僅由於獲取、處理和通信資料，而且由於電池平衡的耗散用於管理電池溫度。如果該應用需要如鈦酸鋰 (LTO) 之類的電池類型，則每個電池組的電子器件成本會進一步增加，開發相同系統電壓，串聯所需要的電池數約為普通鋰離子電池的兩倍。最後，每個電池的無線通訊節點需要仔細設計，以避免節點之間的干擾，而每個電池的有線隔離通信介面說明有大量隔離元器件。

不過，這拓撲可以為 OEM 提供足夠的功能和系統優勢，以抵消每個單元的電子器件相對較高的成本。

電池的第二次使用

正如 UN^[4] 發佈的一篇文章中提到的那樣，迴圈經濟對於實現《巴黎氣候協定》的目標至關重要。但是，當考慮將汽車電池重新

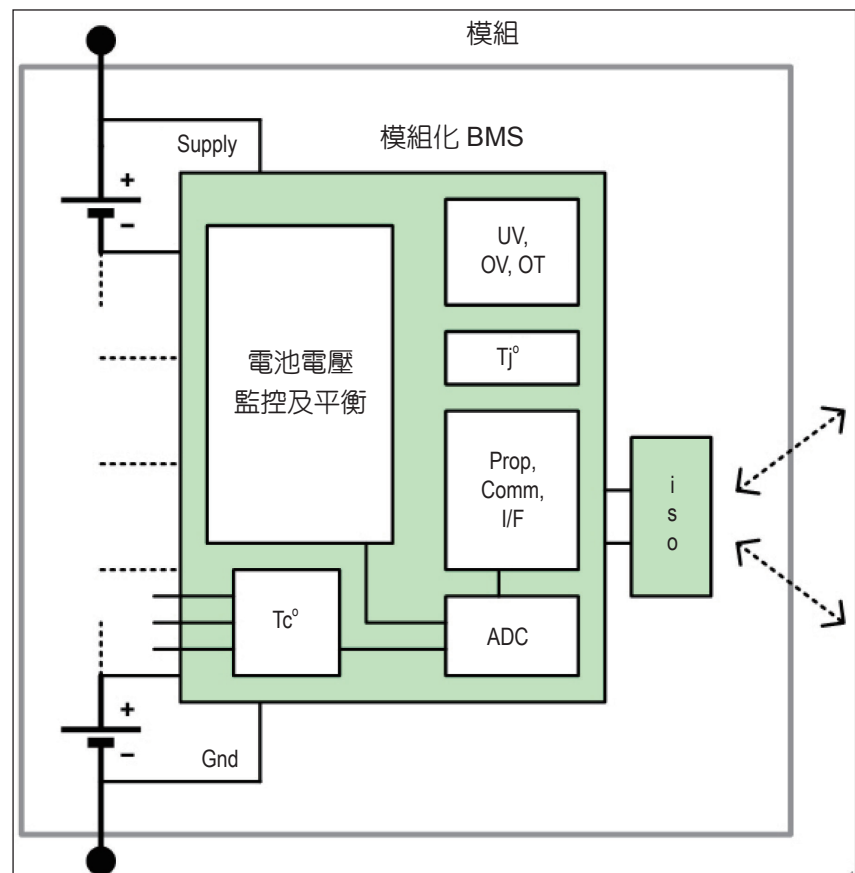
用於固定式應用^[5]時，現今存在許多不確定因素，仍有許多工作要做。一個重要方面是，從電池系統開發開始就必須考慮電池子系統的重用要求。例如，重用模組（或單元級 BMS 中的單元）比重用整個汽車包更可行。出於安全考慮，住宅儲能方案通常限制在 60V 或以下，這在很大程度上與汽車模組相容。另一個方面是，重新用於第二次應用的汽車電池應具有一定的預期壽命保證。這可通過帶有健康狀態 (SoH) 估計的本地 EIS 以及集成在電池子系統中的 EEPROM 記憶體來存儲歷史電池使用資料來確保。目前尚不清楚是否需要在單元或模組中使用微控制器，只要第一

次使用和第二次使用的 BMS 可以訪問此功能和記憶體即可。因此，無論選擇了模組化 BMS 還是單元級 BMS，二次使用 BMS 都應該能夠利用最初應用的資料和通信介面。如果單元或模組包含帶有 OEM 專用軟體的微控制器，則也應該可以完全刪除、禁用或替換該軟體。然後，將具有新附加值的軟體和專用 IP 載入到靈活的硬體平臺上，以創建第二次（重新）製造的應用程式。顯然，在解決電池管理晶片組的任何可能標準化問題時，第二次使用考慮因素將影響要求^[6]。

採取步驟邁向標準化

查看市場上現有的不同 CVM

圖 2：具有單個 CVM IC 和專有隔離通信介面的模組



IC 及其 BMS 內部通信介面，可以看出，大多數通信介面目前都是專有的，並受到專利保護 (圖 2)。

儘管可以對單個 CVM 方案進行成本優化，但從其他製造商處選擇 CVM 晶片也意味著更改通信介面，從而導致開發週期長，驗證和認證過程中存在大量投資和風險。同時，由於需求不斷變化，用於模組化 BMS 架構的單個 CVM IC 方案也在不斷進行審查。通過不斷發展的過程，行業成員正在嘗試維護盡可能多的體系結構，僅添加所需的那些功能。但是，新功能正變得非常多樣化，需要進行重大的矽片更改，如增加無線介面，用於控制切換 FET 的轉接驅動器，EIS 功能的引入或附加微控制器以提供額外的預處理或更大的模組靈活性。這種變化水準帶來了重新思考 CVM IC 方法和尋求 CVM IC 之間更多標準化的機會，從而避免了過去的缺陷。

從前面有關選擇模組化或單元級 BMS 的討論中可以明顯看

出，模組化 BMS 中使用的 IC 與單元級 BMS 中使用的 IC 完全不同。但是，通過將單元監視功能與通信功能分離來採取兩步走的方法，在 CVM 介面方面似乎有一些標準化的空間 (圖 3)。

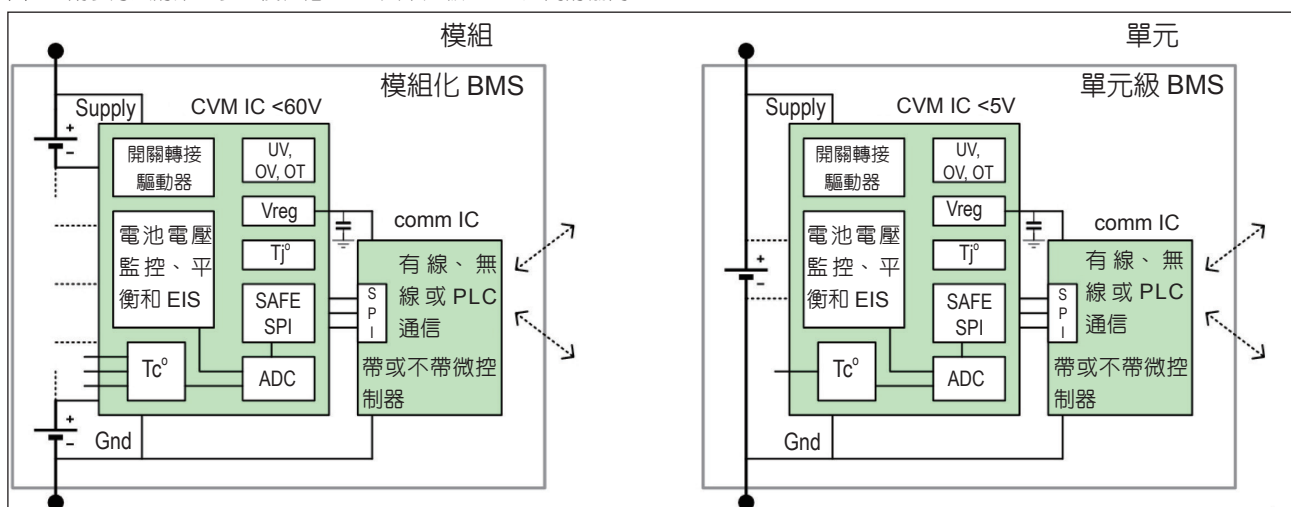
舉例來說，行業成員可以在 CVM IC 和通信 IC 之間定義一個標準的串列外設介面 (SPI)，並具有商定的最小命令字集和各種資料的定義位置，例如：電壓和溫度讀數；平衡指令；欠壓和過壓閾值；FuSa 方法和迴圈冗餘校驗 (CRC) 的大小。該通用協定將使電池電壓監視功能與通信介面分離，並允許 OEM 和供應商為應用選擇最合適的兩晶片設計方法。

大多數無線和電力線通信 (PLC) 方案是基於具有快閃記憶體 of 的嵌入式微控制器的自然軟體定義的應用。儘管這與實現更高整合度的要求非常吻合，但這些 IC 技術通常專注於面向物聯網 (IoT) 的消費類產品，因此不符合用於模組化 BMS 中 CVM IC 的混合信號汽

車製程 (< 60V)。因此，最好的架構是兩晶片法。在兩個單獨的整合器件中託管 CVM 和通信功能。邁向更高集成度的第二步可能是將這些元件封裝在同一封裝中。有線通信介面可能仍然需要其他收發器基礎結構，具體取決於所選的隔離技術。例如，乙太網或 CAN 具有可以與微控制器整合在專用或標準通信晶片中的協定。

當然，仍有可能將 CVM 功能與通信功能集成在單個元件中，特別是對於單元級 BMS。但是，由於不同的 OEM 要求以及未來幾年 (對於 CVM 和通信功能) 的潛在變化，因此謹慎地首先隔離問題並通過開發兩晶片方法解決問題，同時對介面進行標準化，似乎是明智的選擇，單元和模組層級 PCB 通常足夠大以容納兩晶片方案。整合生命週期有限的專有方案並沒有立即的需求或欲望 (尤其是在成本方面)。但是，一旦為 BMS 內部通信 (有線和無線通訊) 制定了行業範圍內可重複使用的標準，並且出

圖 3：兩步方法的第一步：模組化 BMS 與單元級 BMS 之間的協同



現了相容的供應商群，那麼開發風險將足以緩解，以鼓勵製造商整合 CVM 和通信功能到單個元件中。

總結

不斷變化的 BMS 要求正在推動 CVM IC 供應商進行大量的開發工作。同時，缺乏標準介面使 OEM 和電池系統製造商很難更換 CVM IC 供應商。不同的 OEM 廠商總是會有不同的需求，因此基於模組和基於單元的 BMS 方案將並存，有線或無線以及有無微控制器。如果將第二次使用的要求考慮在內，並選擇一些標準的 BMS 內部介面，則投資效率將會提高。為了增加潛在方案的靈活性並實現新興標準，提出了分兩步走的方法，

第一步是在獨立的 CVM 和通信功能之間創建一個行業範圍內的類似於 SPI 的標準介面。

參考文獻

[1] website by Energy Ville, www.batterystandards.info, accessed Nov-2019.

[2] R. Ratz, "BMS System Benchmark and Standardization", Ricardo Inc., Mar-2015.

[3] B. Jayaraman and P. Vemireddy, "D6.7 Battery Management System standard", EVERLASTING, Aug-2019.

[4] Article "Circular Economy is Crucial to Paris Goals – Study",

UN Climate Change News, 6 June 2018.

[5] E. Martinez-Laserna, I. Gandiaga, E. Sarasketa-Zabala, J. Badedo, D.-I. Stroe, M. Swierczynski, A. Goikoetxea, "Battery second life: Hype, hope or reality? A critical review of the state of the art", Renewable and Sustainable Energy Reviews 93, p. 701–718, 2018.

[6] website "Ecodesign preparatory Study for Batteries", <https://ecodesignbatteries.eu/documents>, accessed Mar-2020. CTA

鼓勵高中職探索科學 科思創贊助教育部綠色化學創意競賽

隨著綠色觀念的推廣、環保意識與永續生存發展概念的興起，「綠色化學」儼然成為一個不可忽略的重要議題。為了推廣臺灣高級中等學校學生之綠色化學能力，教育部及行政院環境保護署將共同舉辦「109 年度高級中等學校綠色化學創意競賽」。台灣科思創為本次競賽的獨家贊助企業，透過特殊獎的設立，鼓勵學生探索綠色科學的各種不同可能，並提供海外研習獎勵金，與國際接軌。此為該公司暨「魔法材料學校」、「祖孫科學營」、「無塑海洋故事計畫」、「We Care」等企業社會責任專案後，另從永續思維出發的教育贊助案。

本次創意競賽係由教育部和行政院環境保護署主辦，攜手產業界領袖，提供學子一個良性競爭的環境及成果發表的園地。活動對象以臺灣普通及技術高級中等學校學生為主，每隊以 1 至 3 人為限。競賽內容以綠色化學 12 原則及其他與生活相關之各類綠色化學實驗等為主題。除了將於各組選出優勝隊伍金牌 1 名、銀牌 2 名、銅牌 3 名及佳作數名外，台灣科思創為鼓勵學子將安全、環保、永續之觀念建立於各實驗中，將從金、銀、銅牌獎中，與環境永續，聚合物相關作品擇優選出贊助隊伍，提供其國外綠色化學相關研討會差旅費用補助。

評選方式包含「初選」及「複選」兩階段，一律採網路報名方式，截止日期為 2020 年 9 月 30 日。通過初選的參賽隊伍，將獲得教育部製發參賽證明乙份，進入複選的隊伍預計將於 2020 年 10 月 22 日公告，並於 2021 年 1 月底前上傳成果報告書及展示簡報，最後將於 3 月中旬辦理頒獎典禮公告得獎隊伍。(活動詳情請查教育部綠色化學教育網 <http://chem.moe.edu.tw/green/News>)。