

# 拆解藏在 Volt 中的電子奧秘

來源：[電子工程專輯](#)

作者：Rick DeMeis

日期：2012.9.11

由於雪佛蘭(Chevy) Volt 既能充電行車又能燃油行駛，以致於人們對它的屬性歸類產生了疑問——Volt 到底是[電動車](#)還是混合動力車？除了電池、電力推進系統與控制以外，電動車增強型的設計更強調功能升級、品質與堅固耐用。UBM TechInsights 公司產品行銷經理 John Scott-Thomas、Munro & Associates 公司資深經理日前拆解這款插電式(plug-in) [Volt](#)，讓我們將進一步瞭解它是如何運作的，以及這些技術是如何整合在一起協同作業的。

## 能源命脈：電池組

Volt 的鋰離子電池組是由四個呈 T 字形排列的模組組成，它們被置於後排座椅下方和前排座位之間。透過匯流排連接四個模組，並有一個服務內部中斷裝置以‘保護’電池組觸點。



圖 1：約 375 磅(170 公斤)重的鋰離子電池是 Volt 的心臟。汽車的系統和軟體都是為了維持其長期正常運作而設計的。

整個電池組共有 288 塊電池。UBM TechInsights 產品行銷經理 John Scott-Thomas 指出，電池組實體上被分成以塑料包裹的幾片；每一片都由兩塊電池組成，這兩

塊電池由具有 5 條冷卻劑通道的散熱片隔開。電氣方面，3 個電池一組並聯，再串聯 96 個電池組；因而總共 288 個電池可提供 360V、16 kW-hr 的電能。為了延長電池壽命，電池永遠不會完全充電或放電，所以該電池只使用中間值約 9.4 kW-hr 的電池電量。

Scott-Thomas 指出，這些由 LG Chem 製造的電池是利用鋰、錳、尖晶石等進行化學反應；但他補充說，通用汽車(GM)已從美國 Argonne 國家實驗室獲得電池鈷化學授權，所以日後可能還可提供鎳鈷錳電池。

Volt 一共使用了 4 個冷卻液迴路，其中包括電池冷卻迴路，每個冷卻迴路都有各自的控制器與散熱器模組。其他三個冷卻迴路分別用於內燃引擎；兩個電動馬達/發電機逆變器；以及插電式充電電源轉換器中的電源線。

Al Steier 表示，當電池溫度較涼時(低於最佳工作溫度)，冷卻液被用於加熱電池使其達到工作條件，然後再冷卻以避免超溫。即使汽車不在行駛中，控制電子也會使冷卻液循環，以避免電池在極其炎熱的夏天變得太熱，或在隆冬時節變得過冷——使 Volt 在停車時也能保持與外部充電器連接，以避免電池在極端天氣情況下耗盡電能。

Scott-Thomas 補充說，電池組的冷卻劑迴路使用軟管卡箱連接——這表示該款汽車是限量版，因為如果是大量生產時通常使用銅焊接合。他還指出，每個用於固定電池組的螺栓都有 3 個檢查人員的確認標示，顯示已經對於裝配進行了非常仔細的檢查，以確保 Volt 的這顆昂貴(更換需 8,000 美元)‘心臟’的品質和功能。

### **電池電子：控制與監測**

複雜的 Volt 電池組有著同樣複雜的控制與監測。John Scott Thomas 估計整輛車價值的 40% 都在電子部份，車上大概用了近 100 個 MCU。為了控制整車的電子功能，共編寫了近千萬行程式碼，比波音 787 Dreamliner 飛機的程式碼(800 萬行)還多。

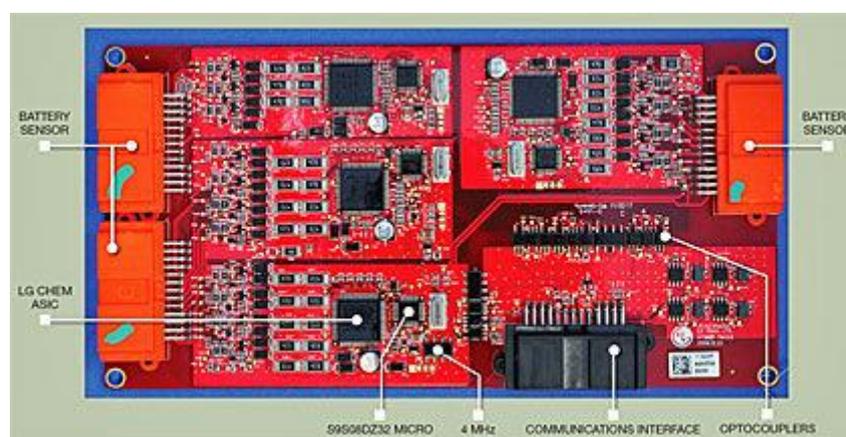
對於電池組本身來說，電池壽命長是一大關鍵目標。為此，電池組的溫度調節在  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  內；每個電池的充電都很平均，以確保這些電池以同樣速度老化。電池製造差異是電池老化的另一個變數，控制軟體也是原因之一。

例如，在充電時，對每個電池電壓進行監測。為了確保每個電池都有相同最大電壓，如果一個電池最先達到容量，將用一個分流電阻進行短接，以避免對其它電池進行完全充電時造成充電。

Scott-Thomas 說，“控制的程度和軟體很難鑒別。對電池組電壓和溫度進行 500 次診斷，每秒 10 次——即使在車輛停止時，也為其進行控制。”

電池介面/監控模組裝在電池組的前上方。該模組有 4 個監測電路板，以橙色表示高電壓，其上並大量採用飛思卡爾(Freescale)和 LG Chem /意法半導體(ST)的晶片，後者使用 BCD(雙極 CMOS DMOS)技術。中電壓和低電壓 PCB 分別用藍色和綠色表示。Al Steier 再次指出每個電池連接器上的多個檢驗標記，再次說明整個製造過程中已進行詳細的品管檢查。

圖 2: 在電池介面/監視器 PCB 上, 每個電池上的感測器監控電池的溫度和電壓。其數據採用叢集路由方式傳送, 每塊 PCB 負責 10 個電池的數據處理, 數據經數位化處理後, 送至 MCU。這些 PCB 由 Avago 的光電耦合器連接, 透過公共匯流排饋送至位於逆變器模組內的主控制器。



為了使電池電子正確作業所需克服的困難及其努力令人讚歎，因為在測量其電池電壓時的精度要達到幾毫伏，但電池對地的偏置可能達數百伏——因而需要精心策劃電路板佈局、走線設計、設置適當的接地(不同電壓的虛擬接地)以及正確應用電壓隔離技術。Scott-Thomas 同樣見證其無處不在的安全和品質檢查，他補充說，該汽車的設計是一項具靈活性的作業進展；其模組化建構方式更容易把新式電池、電池組、電子和控制導入車內。

最後，該拆解團隊還在 Volt 中意外發現一個與電池有關的模組。除了位於駕駛座儀表板下的標準 OBDI 診斷埠之外，在副駕座位下還發現一個罐裝密封模組。該模組儲存電池和混合作業診斷程式碼，技術人員可用一條合適電纜連接以進行讀取。

## Volt 充電系統與大腦中樞

除了再重新啟動煞車以外，能量透過隨車提供的 110V 充電器或選用經電力認證的 220V 充電站(快速充電)，可將電網電能儲存在電池內。

110V 家用充電器由 Lear Corp 製造，它是個‘即插即用’的元件，但其電力電子和軟體也十分複雜，以確保若插入電路的接地不夠良好時不進行充電。充電器的繼電器和監測電路板與電池組和車載監控系統通訊。如前所述，將交流充電電源轉變成可對電池充電的直流電源的內建模組擁有其冷卻循環。

充電器插入位於左前輪擋泥板門後面的標準化插座。John Scott-Thomas 指出，拆開該介面單元後，可看出通用汽車對設計細節的關注。在強烈振動環境中的高壓元件(即電容和共模導纜器)被用保護帶纏繞並以泡沫隔離以提高強韌性和保護，而繞組不僅強大、穩定，在機械上還進行了冗餘設計。

Al Steier 發現該充電器配置有個令人費解的特色。雖然充電器插座位於左擋泥板，但其連接的充電模組卻位於右大燈下方。同樣地，燃油引擎控制器在左邊，而引擎則在右側。若上述元件按相反位置安排，則導線重量會更輕得多。

## Volt 的大腦

在電動馬達/引擎外殼(看起來像燃油引擎汽車傳動箱)上，是液冷逆變器模組，它從電池獲取能量並將該能量送至牽引馬達。為了確保安全，連接至該模組的高壓橙色電纜具有與繼電器斷開的功能——另外，Steier 指出，模組涵蓋自身功能也是一個安全的電路斷開設置。其內部就是 Scott-Thomas 所說的最接近汽車‘大腦中樞’的部份。

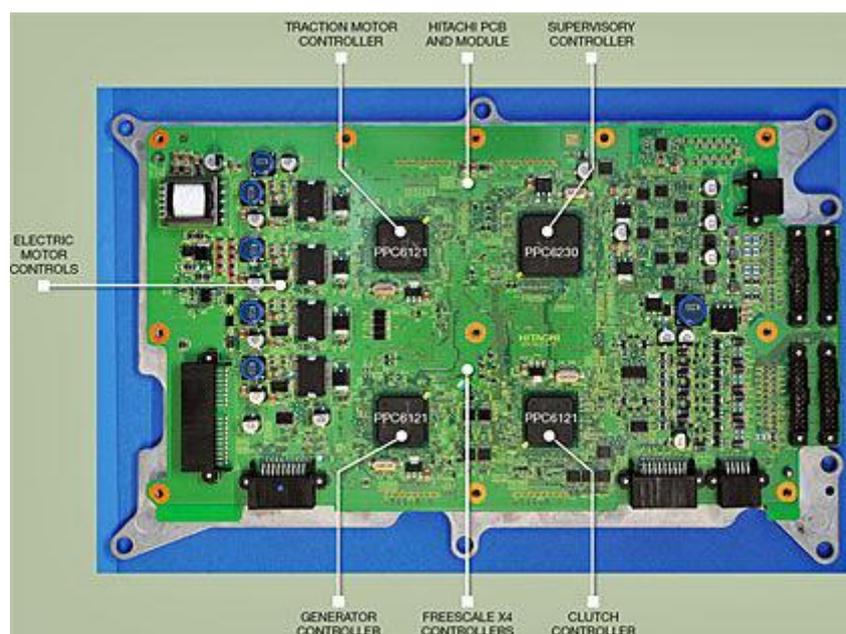


圖 3：馬達/發電機逆變模組還包含 Volt 的動力系統的‘大腦’，其中，一個監管 MCU，其他三個 MCU 負責定義驅動器/重啟煞車系統的運作狀態。

在 日立製造的一塊 PCB 上，有四片飛思卡爾的 Qorivva 32 位元 MCU。其中一片 MCU 擔當監管功能，處理包括汽車和車輪速度、加速(油門)、煞車和電池狀態等輸入，然後決定最高效的運行狀態。例如，該使用什麼樣的牽引馬達和燃油引擎發電機馬達輸出組合，或何時啟動煞車以及在多大程度上恢復能量。

該監控器(圖下)是四個 MCU 中最大的，內建 3MB 快閃記憶體佔了晶片面積的一半。該控制器致力於使電動馬達在低轉速時運作以實現更高效率。但首先引起 John Scott-Thomas 注意的是可用的大量空間，“這麼大的佈局面積便於進行修改，也能在未來進一步更新或增加電路。”

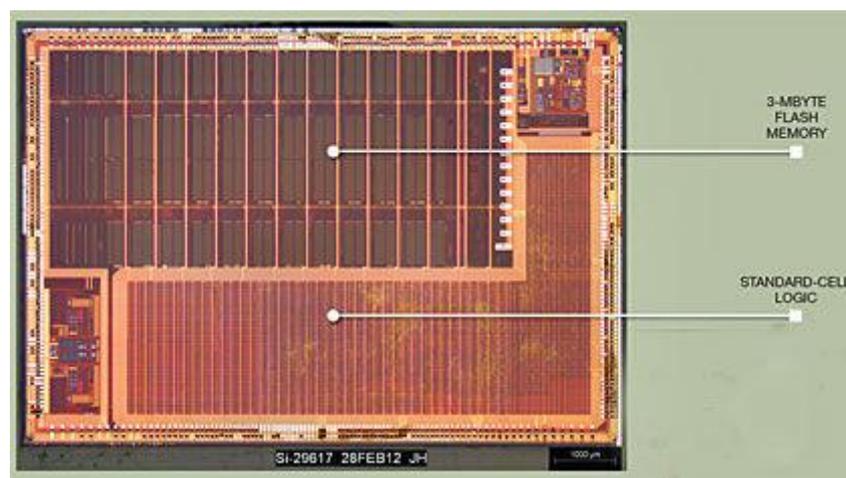


圖 4：逆變器監控控制器是 Volt [油電混合車](#) 架構的大腦中樞，它確定汽車傳動系統的目前狀態。

其它三款飛思卡爾 MCU 負責控制牽引馬達、內燃機驅動的發電機，以及若需要可由電動馬達控制的離合器行星齒輪組。

## 其他電子部份

如果未與油電混合車的動力驅動系統連接，Volt 的其餘電子部份是傳統的汽車技術製程。一個汽冷式 DC-DC 轉換器(TDK 的 PCB、瑞薩的 MCU)取代傳統引擎，為標準汽車系統(如車門、燈、導航和音訊)運作提供 12V 電源，並為輔助 12V 電池充電。

拆開中控台可發現一個通訊模組，來自 LG 的 PCB 上面有飛思卡爾的記憶體控制器和 Spansion 的快閃記憶體。John Scott-Thomas 強調，這些資訊娛樂 PCB 上的零配件並不密集，使 PCB 上還有很大空間可用，但操控這些系統並不需要運用這麼大的處理能力，因此幾種功能被放在一塊晶片上。另外，前面板上電阻式觸控開關之間有足夠的空間，從而有助於避免駕駛誤觸其它功能。

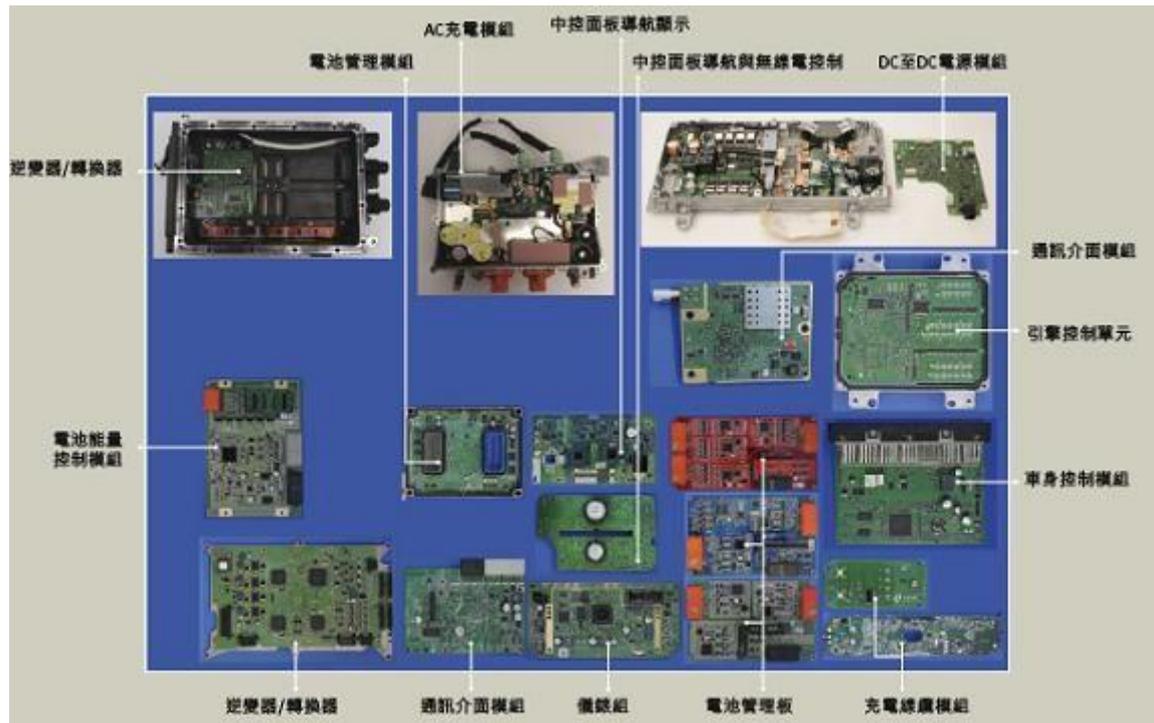


圖 5：在從 Volt 拆解出的 18 個電子裝置中，約有四分之三都與油電混合車的傳統系統功能相關。

## 結語

Volt 的設計十分關注品質與細節，同時也為日後升級和改善預留空間。隨著顧客經驗的不斷積累，觀察這種插電式混合動力平台在未來幾年將如何以及以什麼樣的速度演進——那將會是一件有趣的事。