

電子點火系統的下一個挑戰

點火系統對實現環保的交通出行的重要性

■作者：Littelfuse / José Padilla, Dr. Hugo Guzman, Stefan Edenharter

電動汽車的漫長發展道路

儘管 2016 年全球新登記的電動汽車數量創下了約為 75 萬輛的紀錄，但電動汽車 (EV) 仍然僅占新增輕型汽車銷量的 1%，遠低於先前的預測。預計在未來五年內電動汽車的市佔率將有所增加，但到 2022 年，仍然有大約 88% 的電動汽車完全由內燃機驅動，而另外 10% 則為既有電動機驅動也有內燃機驅動系統的混合動力汽車。

由於環境問題，有必要推行更為可持續的機動出行模式。電動汽車新聞充斥大眾媒體。例如，

整個汽車公司完全轉型為生產電動汽車，並且各個國家承諾最終禁止銷售內燃機汽車。所以，人們對電動汽車的關注是顯而易見的。那麼，如果是這樣的話，現有的絕大多數客戶為何購買僅由內燃機 (ICE) 驅動的汽車呢？

首先，電動汽車動力系統在可比功率和大小方面更高購置成本和擁有成本 (包括維護和更換) 所帶來的經濟影響。如果沒有地方和國家行政機關的激勵政策，電動汽車難以大規模進入市場。其次，需要大力改善能源基礎設施的能力和便利性。此外，還必

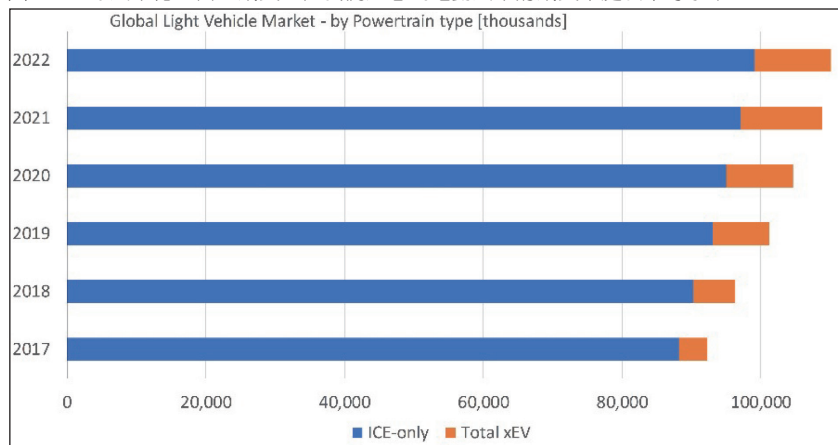
須考慮增加電網負荷，並且必須考慮需要保持穩定性，同時可靠地向不可預測、高度可變的負荷供電。

ICE 汽車占了新車銷量的絕大部分，市場趨勢表明未來不會有重大變化。其後，為了減少汽車對環境的影響，我們必須把重點放在使天然氣汽車“更環保”上面。

排放法規及其對點火系統的影響

在這方面，各國政府和國際機構要求汽車製造商採取更嚴格的法規減少汽車尾氣排放：例如歐洲 Euro 6，日本 PNLT，美國 Tier 1-3。而其他工業化國家正在迎頭趕上：中國的“國六”和“京六”以及印度的 Bharat 5 和 6，這些尾氣排放標準遵循相當於 Euro 5 及以上標準。所制定的這些標準其目的都是為了大幅減少排放到環境中的污染物種類和數量，同時改善汽車行駛里程。在整車和子系統層面有實現這一目標的各

圖 1：全球汽車總量日益成長，但我們注意到電動汽車的成長率處於中等水準。



資料來源：LMC Automotive 公司——全球發動機和變速器預測 (包括 LF 估算)。

種機制。雖然改進空氣動力學、減少機械摩擦和增加先進的驅動輔助技術有助於推動市場達成這一目標，但是，顯而易見，傳動系統起著至關重要的作用。

在發動機中，針對燃燒，可以通過先進的污染控制和燃燒監測進行改進，確保燃燒完全。更先進和精確的火花發電有助於提高發動機功率，並減少尾氣排放。通過改變點火，在更高的轉速下產生更大功率，例如冷起動時的尾氣排放就會減少。當然，提高汽車的燃油經濟性，進一步減少二氧化碳的排放量，可能會降低功率輸出。但是，結合減摩、渦輪增壓等新機制可以抵消功耗。此外，較高的壓縮比(引入發動機的最大容積與燃燒室內部壓縮的最小容積之間的比率)似乎有益於能源效率：比率為 8 : 1 到 10 : 1 甚至更大，如壓燃式發動機。

現在的問題是，這些新的法規如何影響點火系統並由此影響點火 IGBT ？

點火系統中的燃燒是由火花塞間隙中的火花觸發的。火花特性是由火花隙寬度、二次側脈衝電壓電平、火花持續時間和火花能量等參數決定的。這些參數取決於內燃機的工作條件和特性。例如，較稀燃料需要使用較寬的間隙，以便在火花隙之間存在更多的空氣分子，從而在啟動燃燒過程時確保適當的熱傳遞。使用更寬的間隙需要更高的額定電壓，以便引發火花隙中的電弧，因此點火 IGBT 和點火系統中使用的元件需要更高的額定電壓。當需要更高的壓縮比時，情況

也是如此，壓力的增加需要更高的電壓電平以確保火花隙中的電弧放電。此外，較小的發動機(氣缸較小而功率相同)和較高的加速能力(對於高性能汽車)要求在給定的時間範圍內發生更多的燃燒，因此需要更高的點火 IGBT 換向週期。在這兩種情況下，都會產生更高的工作溫度(圖 2)。

與具有類似額定電流和額定功率的其他器件相比，Littelfuse 的點火 IGBT 具有極低的集電極到發射極通態電壓 $V_{ce(ON)}$ ，這使得它們非常適用於較高轉速額定值的新型點火系統，其中溫度上升是值得關注的問題。較低 $V_{ce(ON)}$ 值可降低功耗，從而降低結溫、縮小系統佔用面積並減少損耗。例如，

圖 2：基於新的排放法規和一些 Littelfuse 精選器件的點火 IGBT 新要求。

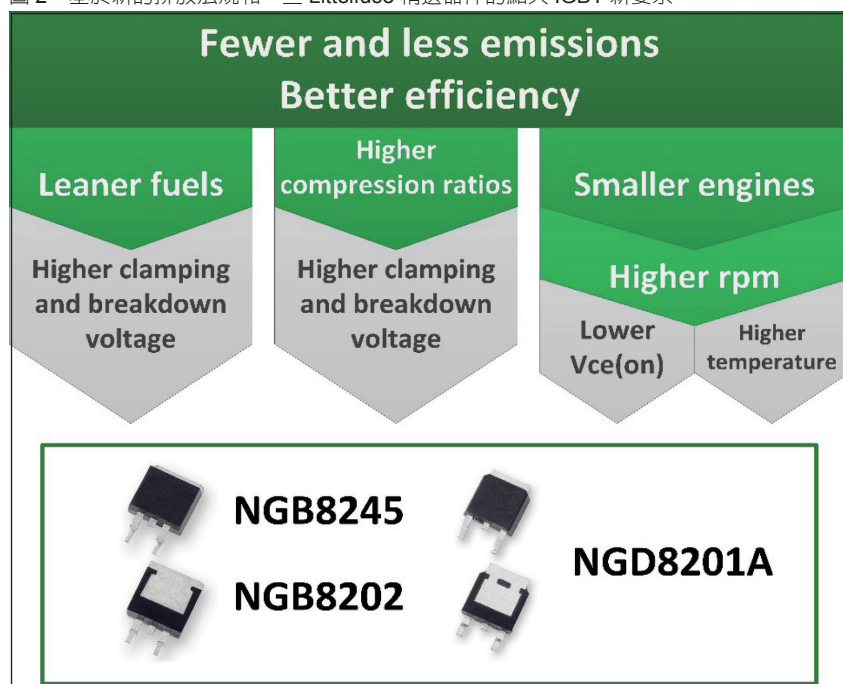


圖 3：點火系統實驗裝置。直流電源設置為 12V，方波發生器設置為 5V，頻率根據執行的測試進行調整。點火 IGBT 的溫度是在室溫下並使用橫河混合記錄儀測定的。點火 IGBT 和相關電路安裝在 Littelfuse 點火評估板上。

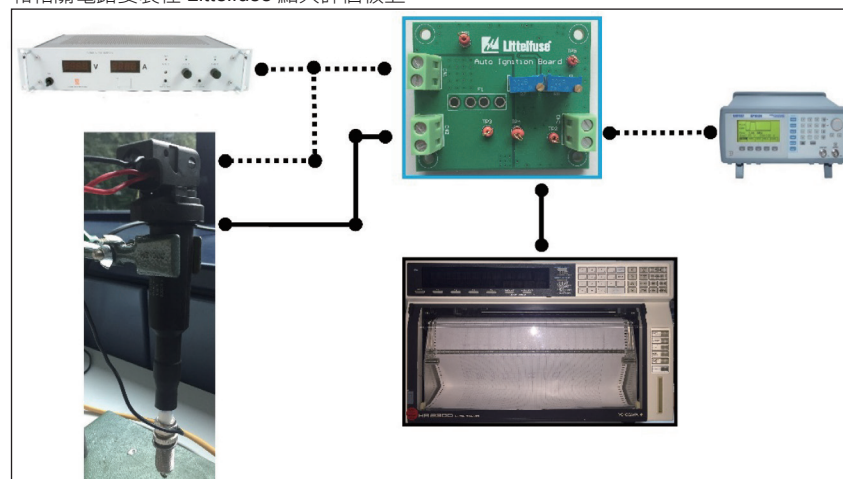


圖 3 所示的測試台裝置用於研究不同點火 IGBT 在不同換向頻率下的熱行為。

對照組中採用的點火 IGBT 包括 Littelfuse NGD18N45 (Vce (ON) 典型值 <1.5V)、NGD8201A (Vce (ON) 典型值 <1.35V) 和一種非常流行的競爭性器件 (Vce (ON) 典型值 <1.85V)，所有這些器件都採用同一個 DPAK 封裝。所選的半導體器件具有可比性，因為它們具有類似的電氣和物理晶片特性以及等效的電流和能量額定值。如圖 4a 所示，點火 IGBT 的換向頻率從 33Hz 增加到 200Hz 形成更高的損耗，從而產生更高的溫度。可以預見，溫度的升高會影響點火 IGBT 的性能和器件的預期壽命。無論換向頻率如何，Littelfuse 器件的工

作溫度都低於競爭對手的器件，如 [圖 4b, 4c 和 4d] 所示。請注意，Vce (ON) 較低的好處隨著換向頻率的升高而變得愈發重要。結果表明，與競爭對手的器件相比，Littelfuse 器件的工作溫度在 200 Hz 時低約 10°C 和 20°C (圖 4d)。而且，在 200Hz 時所產生的 NGD8201A 溫度與競爭對手器件在 150Hz 時所得到的溫度大致相同 [圖 4a]。因此，Littelfuse 器件能夠開發可實現更高轉速的點火系統。由於 Littelfuse 器件無需使用笨重的散熱片或熱管理系統，因此這一優勢使我們的客戶能夠滿足日益嚴格的汽車行業法規要求，同時保持較小佔用面積。

更嚴格的尾氣排放法規將挑戰點火系統設計者繼續提高燃燒效

率作為一種橋樑技術，直到電動交通取得更廣泛的成功；在某些情況下，甚至會導致新的燃燒概念——如最近投放市場的馬自達 SKYACTIV-X。其他潛在的新產品包括需要較新半導體技術的新型點火器，例如電量和等離子點火器。與此同時，對點火 IGBT 應用的要求越來越嚴格，工作條件也越來越苛刻，Littelfuse 器件可以覆蓋這些當前和近期的架構，為其豐富的點火 IGBT 產品組合帶來電路保護方面的好體驗。毋庸置疑，充滿挑戰和激動人心的時刻即將到來，使得汽車製造商走向更為環保的交通出行。CTA

圖 4：溫度與換向頻率的關係。

