



作者：徐業良(2005-04-18)；推薦：徐業良(2005-04-18)；最近更新：徐業良(2005-04-20)。

附註：本文發表於汽車購買指南雜誌，2005年五月號，史丹福專欄。

LED—汽車照明的新趨勢

1880年愛迪生發明電燈，一直是很棒的勵志故事，愛迪生和合作夥伴們不眠不休地嘗試了一千六百種耐熱材料，終於做出第一個白熾燈泡，絕對是人類文明史上最偉大的發明之一。

白熾燈泡照亮全人類一百多年之後，您有沒有發現，這幾年間一場「照明革命」正在風起雲湧地發生中，愛迪生偉大的發明逐漸要謝幕下台了，新一代的照明主角是「發光二極體(Light Emitting Diode)」，您比較熟悉的名字可能是英文縮寫LED。

先把名詞解釋一下，二極體是由半導體材料製作的電子元件，功用就像是一個電路中的單行道，讓電流只能從單一方向流過。“發光”二極體則是在電流導通時會發光，常用於各種電子器材中顯示電路內部動作情形，像是您打開電視或電腦時亮起來的小綠燈，就是LED。

沒錯，LED其實由來已久，不算是什麼新科技，除了電器中的顯示燈外，數字鐘、室內外看板、顯示幕，也常用到LED。除了可見光之外，LED也可以發射波長較長的紅外線，您家中電視的遙控器，和許多資訊及通訊產品的紅外線無線通訊的訊號發射與接收，甚至自動門及公共廁所自動沖水裝置之感測等，都用得上LED。

LED的“多才多藝”還不止於此，將LED的亮度增加，所謂白光LED，或者「超高亮度LED(Ultra-High Brightness LED)」，在這一波照明革命中逐漸將要取代傳統燈泡，成為人類主要的照明工具。一個龐大的「半導體照明」產業正在快速形成，全球LED市場在2003年與2004年各有將近30%的高成長率，市場分析估計，LED市場未來將持續呈現成長，預估2008年時可望達到68億美元的市場規模，其中又以LED

照明應用，包括手機、照相機用閃光燈、室內照明，以及本文的主題—汽車照明，最具成長潛力。

比較精確地說，汽車照明的需求其實還是分為“顯示”和“照明”兩種功能。在顯示功能上 LED 在汽車上取代燈泡的應用也由來已久，像是汽車後方中央的第三煞車，或汽車、巴士的轉向指示燈，都廣泛應用了 LED 燈。

您下回開車時盯著前車屁股仔細瞧瞧，第三煞車燈或轉向指示燈如果是一個一個小光點組成的，便是 LED 燈，甚至您會發現許多機車都已經採用帥氣的 LED 尾燈。據估計，歐洲車中 80% 的煞車燈和轉向指示燈已經被 LED 所取代，但是在美國車中，這個數字只有接近 30%，主要的原因倒不是美國車主不喜歡 LED，而是歐洲車主對新科技追求的需求更快更強。

然而 LED 在汽車真正的照明功能—也就是汽車頭燈的應用上，則還是一個尚未實現、眾家車廠競爭激烈的新興領域。

LED 照明之所以會這麼“熱”，得先從 LED 的“冷”開始談起。

一般白熾燈泡藉由高電阻的燈絲燒得通紅來發光，除了發光之外也產生大量的熱，因此蠻耗電的。LED 發光的原理主要是半導體材料中電子與電洞結合時，以發光顯示其所釋放出的能量，屬於「冷性發光」，先天上耗電量低。而和其他冷性發光的光源相比，像是日光燈或時下頗受歡迎的省電燈泡，LED 在二極端子間通入極小的電流便可發出光亮，不需要暖燈啟動，反應速度快。再加上 LED 體積小、又容易配合產品造型組合成陣列方式，在產品設計面上增添不少彈性；LED 壽命長、耐震性佳，例如應用在汽車第三煞車燈或指示燈車上，大幅降低了車主需要更換燒掉燈泡的成本和麻煩；LED 很容易和電腦程式整合，由程式控制作不同組合的顯示，在交通指示燈的應用上，前一陣子大出鋒頭的「小綠人」、斑馬線穿越時間的倒數計時顯示器，乃至於交通號誌紅綠燈（有沒有注意到新的紅綠燈是由許多小光點組成的？）都是 LED 的應用。

回到 LED 在汽車照明的應用上。LED 照明這麼多優點中光是省電一項，便已經讓許多車廠視 LED 頭燈為必殺科技。汽車上電子元件和電動馬達越來越多，已經將汽車電力系統使用到了極限。汽車上的電器用品第一耗電的就是汽車頭燈，一個鹵素頭燈需要 55 到 65 瓦的電力，大約和您在家用的燈泡相當；昂貴的 HID 燈泡比較有效率一些，只需要 35 瓦的電力來產生光；而 LED 頭燈預期可以進一步降低耗電 80%，需要的瓦數只有個位數字。

LED 頭燈在造型設計上提供的設計彈性和科技感，也大大吸引了處心積慮想要“解放頭燈”的汽車造型設計師。前面提到 LED 體積小，常是以多個 LED 組成陣列的方式，可以配合產品外型做出多種形狀設計，再加上 LED 很容易由電腦程式控制，作亮度控制、甚至設定成彩虹中的任何一種顏色。

Nissan 去年冬天在底特律車展發表了由 Nissan 新設立在密西根的設計室的第一部設計作品 Azeal 雙門跑車上，便丟掉了傳統的頭燈，裝置了 LED 的頭燈。底特律車展中福特公司也展出了一款 Ford Shelby Cobra GR-1，算是車展中的明星之一，每盞頭燈也是由 15 個 LED 分成三組組成，兩組成為汽車的遠光燈，另一組則是近光燈，而這些 LED 被安排成像是眼鏡蛇的眼睛的形狀。

Nissan 和福特不是唯二對 LED 有熱情的車廠，LED 頭燈最近似乎成為所有許多汽車設計室在頭燈方面的選擇，然而沒有任何一個現在車展旋轉台上展示的 LED 頭燈已經可以上路，汽車廠也沒有宣布 LED 頭燈商品化上市具體時程。LED 頭燈有這麼多優勢，但還是有一些關鍵技術需要克服。

首先是亮度的問題。要能夠成為汽車的遠光燈，提供有效的照明，LED 頭燈必須，Well，比現在亮很多才行。視 LED 頭燈為強勁對手的 HID 頭燈業者，便信誓旦旦地告訴他們的消費者，HID 頭燈還是目前汽車頭燈的主流。HID 一顆就能發出超過一般鹵素燈 3 倍的亮度，而現在這些車展概念車上的 LED 頭燈，所需要 LED 數量還要增加好幾倍，才有可能比擬一般的鹵素車燈，如此一來頭燈尺寸必須是現在 3~4 倍大才行。HID 頭燈業者認為，LED 要應用在汽車頭燈上，預計至少還要等個 5~10 年或更久。

看好 LED 頭燈的業者則認為改善 LED 發光率不是問題，目前技術上已經能做出足夠提供汽車的遠光燈亮度的 LED 頭燈，像是 Nissan 便組合了一組 50 個 LED，成為他們所謂的「強化燈束(amplified light jet)」，以產生足夠的亮度作汽車遠光燈的應用。但問題是目前 LED 生產成本還是明顯偏高，目前白光 LED 每流明生產成本大約 1 美元，相較於日光燈每流明不到 0.01 美元。不過車廠似乎不太擔憂這個問題，像所有半導體產品一樣，大量生產、且歐、日等大廠在專利授權態度逐漸轉向開放之後，車廠預期 LED 頭燈生產成本應該會大幅下降。

另一個工程上的挑戰是 LED 頭燈的散熱處理。LED 發光時不太產生高熱，LED 卻也不太耐熱，當 LED 的溫度達到華氏 250 度（大約攝氏 120 度）時，LED 開始變暗，最後會逐漸熄滅。在 LED 頭燈上加裝風扇甚至水冷系統都被考慮過，但是兩種散熱方式都會影響 LED 頭燈原有的簡單性和可靠性。目前主要的研究方像是仿效電

腦散熱的處理，將 LED 頭燈加上一些散熱鰭片來加強散熱。最後要讓所有的汽車廠同意一個共通的设计標準，也是 LED 頭燈能被量產應用前一個重要問題。

所以 LED 在汽車照明上的應用，您可以期待初期還是以第三煞車燈、指示燈等不需太高亮度的燈為主，LED 頭燈這項 killer application “殺手應用”，可能還要等一等，且由於 LED 頭燈初期成本很高，最先還是只會在豪華車款上出現。

在 LED 頭燈出現之前，倒是先可以上些小菜。加拿大和一些北歐國家規定駕駛白天必須開大燈，而有所謂「日間照明系統(Daytime Running Light, DRL)」的研發。DRL 被設計成在引擎啟動時自動開啟，讓車主不會因為忘記開大燈而觸犯交通法規。而 DRL 的设计需求是壽命長、低能源消耗、體積小、不會造成來車與行人眩光、亮度則不需要太強—聽起來正像是為 LED 頭燈量身訂作。由於北歐國家實施該政策後，有效減少交通死亡事故，其他歐洲國家也打算跟進，並且期望在 2006 年時達到全歐洲車輛 100%使用 DRL 系統，採用 LED 的 DRL 系統似乎大有可為。像是目前 Audi A8 豪華轎車頭燈組中便有一組 5 個 LED 作為 DRL，只產生大約近光燈三分之一的亮度。

前些年有個智慧財產權上的重要判例，「東京地方法院宣判日亞化學公司之原研發人員，現任美國加州聖塔芭芭拉大學教授中村修二，對於其藍色 LED 發明可獲得 200 億日圓的補償金。由於該發明使 LED 可以顯現紅、黃、藍三元素，被喻為世紀性發明，其發明的重要性，甚至可使中村具有角逐諾貝爾獎的資格。」

所以您知道，LED 照明應用，這位日本教授中村修二有重要貢獻。

不過我還是比較喜歡愛迪生發明電燈的故事。