

一文搞懂車用照明5大創新應用

[以下原文源於 EDN TAIWAN 電子報](#)

免責聲明：以下轉載文章，所發內容不代表本平台立場。

汽車照明領域出現了自我調整前照燈系統、動態尾燈、個性化內飾照明、更亮的定制化小燈和透明車窗顯示五大創新應用。這些應用都有哪些好的解決方案和創新產品呢？

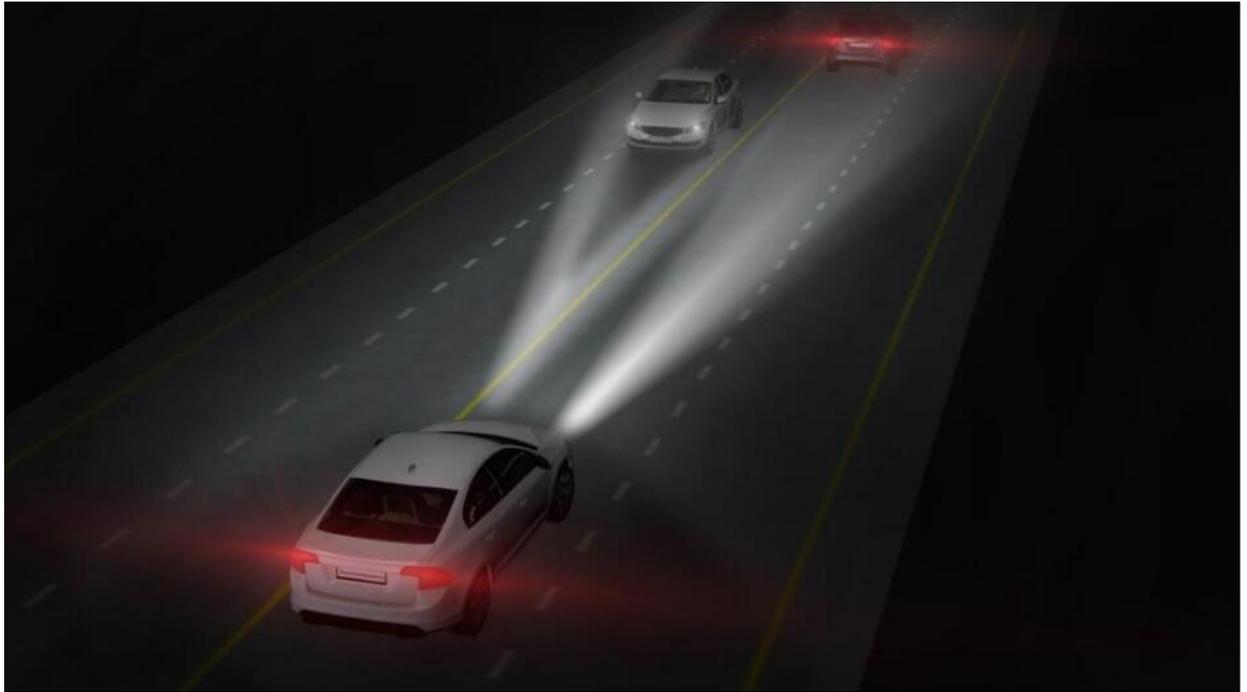
汽車電子創新層出不窮，例如在照明領域，就出現了自我調整前照燈系統、動態尾燈、個性化內飾照明、更亮的定制化小燈和透明車窗顯示五個創新應用場景。日前，在德州儀器(TI)的媒體說明會上，該公司 LED 驅動器產品線經理龔松對此進行了重點介紹，並談到該公司相應的解決方案和創新產品。

自我調整前照燈系統

龔松介紹，自我調整前照燈的目的是為了減少眩光。「大家平時在路上行走或開車時應該也遇到過這樣的情況：對面來車開著遠光燈，眼前立刻變得一陣白茫茫，如果你也開著遠光燈，迎面雙方都會出現視線上的盲區，這就會對道路安全產生非常嚴重的威脅。如果你是行人，也會帶來極大的不舒適感。」他表示。

車廠為了避免這種情況，花了多年的時間研發技術。傳統的方式是，汽車大燈使用鹵素燈泡或者疝氣燈。當時車廠有一個技術叫做自動調節遠近光，當檢測

到前方有車輛或行人時，自動把遠光調為近光。但這樣並不安全，特別是同時有行人和車輛來的時候，調成近光會使司機的視野受到極大的影響，看不到對面的行人。在這種情況下，TI 研發了自我調整前照燈系統。



當對面有車輛或行人過來的時候，汽車只把光碟機調暗，其他的光都保持原來的狀態，這樣就能有效避免眩光，同時對駕駛的視野不構成影響。

對此，TI 的解決方案是在前大燈上採用 LED 作為光源，這就需要 LED 驅動器。TI 有 2 款對應產品：TPS92682-Q1 和 TPS92520-Q1。

他表示，TI 產品上的「-Q1」尾碼說明其通過了汽車 AEC-Q100 品質體系認證，是合格和業界認可的汽車級產品。第一款產品 TPS92682 是雙通道的 LED 控制器，它最大的特點是靈活和容易配置。這個產品支援各種拓撲結構，比如

升壓拓撲、降壓拓撲，有升降壓和反馳式等，都可透過這一個晶片來實現。除了能實現多種拓撲結構之外，它還可以實現恆流(CC)或恆壓(CV)輸出模式。它可以獨立作為靜態大燈的解決方案，也可以和其他晶片配合在一起作為動態大燈的晶片。

這個晶片的輸入電壓範圍特別廣。「汽車上很多其他的應用有不同的輸入電壓，汽車典型的是 12V 的電池，但做一個產品就局限在 12V 是不行的，因為汽車的電池電壓在最惡劣的情況下會有接近 3V 的低壓。通常我們說 4V~4.5V 是比較合適的應用領域，高壓可能到 40V，這個產品在電源電壓輸入範圍有非常寬的需求。」龔松說。

他指出，在設計上，車廠，包括車燈供應商，這些一級和二級供應商在車輛設計時遇到的挑戰是：車廠不同型號的車子或者不同的車廠間，對前大燈的造型和內部 LED 的配置要求不一樣。這會造成設計人員在面對不同的專案時，需要找另外一個晶片來滿足需求。這款晶片由於具有可配置性，因此廠商可以只用這一顆 IC 組成不同的拓撲架構，來滿足所有不同車的型號和不同車 OEM 之間的需求。「這樣帶來的好處非常多，從公司營運、採購和生產的角度來說，只需要管理一顆料就可以滿足不同的專案；從工程師的角度來說，每使用一個新的晶片都會碰到一些不瞭解的性能，都有可能在設計當中出現一些系統 bug。而當你越長時間地使用這個晶片，對它就越瞭解，設計出來的系統會越成熟越

可靠。這讓工程師只用這一顆晶片就能滿足不同的需求，從技術上提供可靠性、穩定性，從公司營運的角度看也降低了客戶營運的複雜性。」他指出。

第二款產品 TPS92520-Q1 同時將這幾個性能整合在同一個晶片中。它也是具有 SPI 的單片雙路同步降壓 LED 的驅動器，同時整合了 MOSFET。這個晶片的開關頻率非常高，達到 2.2MHz。TI 將這個技術導入汽車 LED 照明領域，把底部的散熱盤放到了晶片頂部，這樣就非常容易在上面再放一個散熱片，加強系統散熱，而使這個小小的晶片可以輸出極大的功率。

「TI 的參考設計是用這兩個晶片組成的，在這麼小的面積內實現了 120W 的汽車前照燈參考設計。」龔松說，「在這樣一個參考設計上，可以用它實現靜態或動態的 LED 前大燈的 ECU 設計。」

這兩顆晶片塑造了汽車前大燈的前兩級，但要真正實現動態控制需要 LED 的畫素級控制，需要控制每一個 LED 單獨的開和關，這樣才能夠實現關閉確定的某一區域的光，保留其他區域的光繼續開啟。因此，還需要一顆 TPS9266X-Q1 晶片實現 LED 矩陣管理，也就是 TI 的 Matrix Manager。

這個方案實現了防止眩光的功能，同時為汽車 OEM 帶來了一些驚喜。他指出，LED 前大燈的矩陣管理有一個特點，每個獨立畫素的管理做得特別精確，每個畫素點還帶獨立的診斷功能。這樣，如果畫素點出現問題可以及時報告給 ECU，讓系統知道安全可能受到潛在的威脅。這樣的產品可以讓使用者程式設

計光束的形狀。「比如夜晚在高速公路上開車時，因為車速比較快，周圍需要照得更遠，從而讓駕駛視野更遠。這時候它會形成一個照得很遠的光束，但是視線相對比較窄。當走到省道或者普通公路時，路況比較複雜，這時候它會提供更寬廣的視野，把光照得更寬，讓駕駛可以看到周圍更近距離的路況，保證系統的安全。」

然後，一些汽車前大燈的廠家提出了需要幾千個畫素點的更高解析度的要求。這在原有基礎上就帶來了極大的挑戰：1.LED 是單獨佈設的，晶片會越來越大；2.前大燈是功率系統，當採用更多 LED 的時候熱管理也開始出現問題。為此，TI 推出了一個百萬級畫素解決方案，徹底超越了客戶的需求，並且解決了他們所有的問題，這就是數位光源處理(DLP)技術。

DLP 技術早已行之有年，現在 TI 將它帶入汽車領域。「首先，它超越了客戶對於前大燈畫素的需求，我們帶來一個百萬級畫素產品。第二，這個產品因為卓越的特性又帶來了客戶當時沒有想到的一些應用。這個產品能夠實現高精準度、高解析度投影的效果，現在客戶在用它設計一些特別炫酷的應用。」他舉例，「比如現在行車途中遇到行人，要停車讓行人先過去。但在沒有斑馬線的情況下，遇到行人其實也要讓他先過去。行人怎麼知道你停車是在等他先通過呢？這時候你就可以用 DLP 的 LED 作為人車溝通的管道：可以用前大燈投影出一個斑馬線給行人，這樣他就知道可以過去了。前大燈有各種各樣投影應

用，DLP 技術超越了汽車廠家對於前大燈產品應用的需求，它有更多的可能在等候汽車 OEM 和前大燈設計廠家去發掘。」

DLP 5531-Q1 也通過了汽車級認證，已經有產品採用這種技術在公路上營運了。DLP 所用 0.55 英吋的數位微鏡裝置(DMD)能夠把尺寸做得特別小，把光源鏡頭的高度做到小於 40mm，讓它可以塞在前大燈裡。除此之外，TI 還提供參考設計來簡化工程師的設計任務。這個參考設計提供了自我調整遠光燈技術，同時把解析度提升到 1 萬倍以上。

TIDA-020026 是步進馬達參考設計，用於調整光源位置，可應用在汽車的一些特殊的應用。「例如上下坡時，如果還是保持原來光照明的水準位置就會發現視角變得不是那麼好，或者亮度變得不是那麼高。透過簡化的步進馬達的設計抬高或降低光源的位置，使得駕駛始終可以獲得非常清晰的視野，同時提供足夠的亮度。」他解釋，「這個產品非常有特色，TI 開發了演算法在裡面，這個產品也不需要額外的感測器，有效簡化了產品設計。」

尾燈

傳統的尾燈非常簡單，它實現訊號功能，比如要煞車、轉彎或是提供一個簡單的指示功能。但現在隨著汽車的發展，業界也希望尾燈可以有一些更加炫酷的效果，同時還可以做到通訊的功能。整個貫穿式的尾燈系統在市場的有些車型

上已經開始使用，這是現在的一個熱門話題。但實現貫穿式動態尾燈設計並不容易，首先看一下從過去到現在有哪些變化。



過去尾燈每個燈是獨立控制的，使用的 LED 驅動是數位驅動型的 LED 驅動器，每個燈的元件是單獨驅動。現在需要使整個系統互動，就需要多個畫素，畫素點的數量會增加非常多。這時候 LED 驅動器就從純數位的元件變成了數位 LED 驅動器，內部整合了大量的 PWM 控制，以及內部 LED 量變控制演算法的數位模型。

TPS929120-Q1 是 12 通道的 LED 驅動器，每個通道可以驅動一顆、兩顆或三顆 LED，同時可以將多顆晶片級聯以驅動上百顆的 LED 晶片。

TPS929120 還有一個特性，因為車的後箱體的距離非常長，整個貫穿式的尾燈如果要實現動態燈效，就需要通訊介面，讓這些燈可以非常有效的互相通訊。

傳統方式可以用 CAN 或 LIN，但是每一個 PCB 都需要一個 MCU 去控制，以達到 CAN 或 LIN 的通訊，再去驅動 LED 驅動器，使得整個系統設計變得非常複雜。有很多軟體在裡面，有可能軟體會「跑飛」(編按：指程式執行到某處出錯，再也回復不了)，另外成本也會增加。

因此，TI 在 TPS929120 上推出一個介面，稱為 FlexWire。這是 TI 獨有的、自訂的協定，它基於 UART 協定，同時利用了 CAN 和 LIN 物理收發器這一層。第一，由於有 CAN 和 LIN 在裡面，它保證了系統安全可靠。第二，UART 的編解碼功能相對容易上手。這種介面提供長距離的通訊，同時保持非常好的可靠性和 EMC/EMI 性能。

另外一個挑戰是：當在尾燈上採用 MCU 時，尾燈分佈距離非常長，多個 MCU 和 PCB 板互相連接在一起，這時候會帶來安全性的問題。如果燈壞了怎麼辦？如果 MCU 跑飛了怎麼辦？這款晶片整合了非常完整的故障診斷和報錯的功能。即使在一個通道中，比如使用 TPS929120 的 12 個通道中的某一個通道去驅動兩顆 LED，這兩顆 LED 中的某一顆 LED 短路了，這顆晶片也會報錯，因此可以提供非常精確診斷的功能。

同時它還提供了額外的保護功能，比如有可程式設計的故障保護，還整合了看門狗計時器，可以監控 MCU 故障訊號。「它會監測 MCU 有沒有定時發過來訊號，如果 MCU 已經跑飛了，它會立刻報錯，報告 MCU 已經出現問題。但

這個時候車輛可能還在運行，不能讓尾燈失效，它就會進入失效保護模式。」

他表示。這種情況下尾燈可以脫離 MCU 繼續提供基本的尾燈的功能，使得系統仍然處於安全運作的範圍內。

綜合這三個挑戰，多畫素控制、長距離通訊和安全性在 TPS929120 上得到了完美地實現，現在這個晶片在大量的出樣階段，即將量產。

同樣，TI 也提供了參考設計。這個參考設計可以驅動 48 個 LED，每個通道兩個 LED，它其實是將兩顆晶片連接在一起，放置在一個板上實現的。用戶可以用自己熟悉的 MCU 和相容的控制晶片，同時 EVM 板可以實現級聯，實現更多的 LED 效果。

個性化內飾照明

「傳統頂燈照明非常簡單，就是一個開關。有的時候外面比較黑，上車後還要摸半天，才能摸到開關在什麼地方。現在我們提供一個應用場景，來說明如何實現智慧化和區域化的照明。比如坐在副駕駛看書，光線不一定照在書上，但現在可以調整光線讓它直接照在書上。如果你在移動座位或者身體，書的位置也在移動，可以讓光追蹤書的位置，讓你始終獲得非常清晰的視野，同時不會影響駕駛。」龔松介紹。



實現這樣的設計，首先要實現畫素化的控制。TI 的參考設計採用了 TIDA-020012，它是高畫素 LED 矩陣驅動模組，可以採用直驅模式驅動 30 顆 LED，也可以採用多工驅動 150 個 LED。TI 使用了三顆晶片實現這個設計。

第一顆晶片 LMR33630-Q1 是款 3A 同步降壓轉換器，功率密度非常大。這個晶片沒有採用標準封裝，而是採用了 HotRod 封裝，沒有引線，是晶片倒過來直接卡在封裝裡。第一，極大地提高了散熱效果；第二，沒有引線減少了 EMC、EMI 的干擾。

第二顆晶片 TLC6C5724-Q1 有 24 個通道，每個通道可以輸出 50mA 的電流。通常汽車需要的通道數比較少，8 通道是最流行的，有些會用到 12 或 16 通道。而這款 24 通道的晶片使得大規模、矩陣化 LED 設計可以使用更少數量的晶片。同樣，由於需要直接驅動 LED，因此這款晶片具有全面的診斷和一些故障檢測的功能。

第三顆晶片是 LDO TPS7B82-Q1。LDO 是業界非常標準、簡單的元件。這顆 LDO 是 300mA 的高壓超低 IQ 的 LDO，它的電壓輸入範圍是 3~40V。它不但滿足了前述汽車電池電壓的範圍，同時滿足了在最惡劣的冷開機和啟停條件下的運作，其靜態電流特別小，為 2.7 μ A，而通常在汽車領域使用的 LDO 都是幾十 μ A 甚至上百 μ A。這對汽車這樣一個電池供電系統來說很有好處——當車主把車停在某個地方一段時間時，所有的電子設備都在消耗靜態電流，有可能把電池電力用完，而 2.7 μ A 的靜態電流可以使電動車維護待機狀態的時間變長，同時其精準度也很高。

更亮的定制化小燈

「這些燈大部分用在汽車外部，它可以帶來更多的便利性和舒適性。比如在車門位置做一個照明燈，一開車門就可以看到下面是不是有一個水坑、是不是有一個磚頭，這樣可以在黑天的時候有更清晰的視野。」龔松說。針對這個系

統，TI 提供了兩種解決方案：一種是提供基本的功能，非常簡單和便宜；二是滿足高階炫酷的需求。



對基本的靜態符號投影，該公司提供的是一顆 TPS92613 單通道 LED 驅動。它非常簡單，直接連在電池和 LED 上就可以驅動，它有一個非常精確的恆流輸出。傳統客戶會用一些離散方案，這種方案很簡單，應用得很成熟了。但它帶來的問題是，只是簡單提供了一個電壓或電流源。當使用者需要一些安全功能的時候，或需要故障診斷或檢測 LED 是否失效時，就需要再加元件。這使得離散方案加的元件越來越多，不光成本上不太划算，而且會增加 PCB 的負載。

TI 提供非常簡單的單通道 LED 的驅動，在一個非常小的封裝裡面滿足了客戶所有的需求，同時成本上沒有增加。

針對客戶高階的需求，例如開門歡迎貴賓，需要展示出一個紅地毯；或者自己家裡人出門，只需要照亮一下外面的路況；或者汽車廠家需要一開門就把符號、商標投影在地上，展示品牌的個性，這時候就需要動態地進行地面投影，而使用 DLP 技術就實現這個功能。

DLP 技術透過 DMD 晶片實現，可以實現非常高畫素、高解析度的影像顯示。根據系統要求可以顯示圖片、視訊和照明應用，可以作為車主和其他人溝通的一個管道。那麼，將這樣的產品用在汽車小燈上帶來的挑戰是什麼？DLP 本身不是單獨就可以工作的系統，它需要光學的透鏡及光源。因此對於小型應用來說，尺寸就是非常大的挑戰。

現在，DLP 模組已經小到可以放在車門上，也可以放在車的後視鏡上，還可以塞在前大燈或者尾燈裡作為輔助照明，作為前方專門的 logo 投影或者尾部的訊號投影。

透明車窗顯示

「大家在路上可能看到過這樣的產品，在後面的車窗上有一些顯示，白天的效果可能不是特別好，晚上就可以看到。這個可以投廣告——廣告是一個巨大的產業，眾多的搜尋引擎都是靠廣告來生存。汽車產業計程車或網約車也想加入這個行列，利用投影技術是一個非常好的方式。另外可以投一些歡迎的資訊，

比如你叫個網約車，司機在側面的玻璃上打出歡迎某某的字樣，在路上就不用到處找車牌、判斷車的顏色，看看車窗上有沒有你的名字就可以了，它其實是加強了人和人之間的溝通。」龔松介紹。



如何實現呢？這裡又可以使用 DLP 技術，但是這裡所用 DLP 有個非常獨特的特性，就是它不需要光源。「有些產品會挑光源，但 DLP 本質上是一個小鏡

子，什麼樣的光源都可以反射。所以實現玻璃上清晰的投影，需要在玻璃上貼一定的膜，以一定波長來投影光源，這樣才可以顯示非常清晰。否則玻璃是透明的，光就透過去了，看不到影像。」龔松解釋。

TI 採用 DLP 實現了這個功能。該公司有兩顆晶片，都是汽車級認證的晶片。

DLP3034-Q1 是一顆 0.3 英吋 DLP 晶片，具有非常高的光輸出效率，可提高日間資訊的可視度。它支援 405nm 波長照明源，以及 864×480 解析度。

DLP5534-Q1 的尺寸是 0.55 英吋，它的解析度更高，達 1,152×576，具有 1.3M 畫素點，同時其照明光亮度是 DLP3034-Q1 的三倍。