

以更輕鬆、更高效的方法 讓 LED 更明亮、使用壽命更長！

從更高層面概述高功率 LED 市場的電源趨勢

作者: Chester Firek
Vicor 資深產品行銷經理



直觀式 LED 視訊牆技術亮度優於液晶顯示器技術，因而該技術現已成為大尺寸顯示器日益普及的選擇。然而，大型視訊顯示器面臨著電源設計挑戰：如何更好地開發可減少能耗，最大限度降低發熱量並可輕易調整大小的高效率解決方案？熱量問題可以說是 LED 的大問題。熱量愈多，溫度就越高，這可快速降低 LED 亮度，縮短使用壽命。

造成 LED 面板發熱的一個因素是：在視訊牆中進行功率轉換和配電時會出現熱損耗；這種損耗來自功率轉換以及佈線與印刷電路板的電阻性銅損。那應該怎樣解決呢？對不同分區選項進行優點評估，將有助於在設計高功率 LED 應用時，確定最好的選項。

圖 1: 維加斯發生了什麼事……弗蒙街體驗 LED 顯示器的解析度為 7,552 x 552 個像素，像素間隔為 2 吋，全亮時功耗為 2.2 MW。採用 1,250 萬個 LED，尺寸為 1,500' x 90'

(圖像來源: 印第安納波利斯藝術博物館)



並非平均 LED 功率要求

直觀式 LED 顯示器可以用更少的能量產生更多的光輸出（即有用功率），因此除了比 LED 背景光液晶顯示器更亮以外，功率效率也高很多。雖然如此，它們仍然以熱量形式產生大量的「耗散功率」。LED 摸起來一般會很涼，因此這種現象似乎令人感到訝異。這是因為它們通常並不會以紅外線輻射形式產生熱量，一接觸就能感覺到。事實上有 85% 的能耗都是以熱量形式耗散的，因此，大型 LED 陣列需要的功率遠遠超過了光轉換功率。

大型 LED 面板的 LED 功耗會很高。例如，弗蒙街體驗顯示器（圖 1）全亮時功耗為 2.2 MW，白天甚至需要更多的能量才能抵消陽光的作用。即使是小型顯示器，同樣也有大量的 LED，功耗也很高：例如一家領導製造商生產的顯示模組有一個 80 x 80 的陣列，總共有 6,400 個 LED，需要 300W（5V、60A）的電源。

因此，要實現效率最大化，關鍵看 LED 電源供應器的設計。

今日的 LED 擴展陣列

由多個面板組成的大型 LED 陣列可以提供任意大小或形狀的無縫影像，從任何角度都能獲得優異的觀賞效果。就尺寸而言，從簡單的捲動訊息顯示器到與圖 1 所示的弗蒙街體驗（使用的 LED 有 1,250 萬個）類似的顯示器舉不勝舉。圖 2 是 LED 技術具有獨特優點的兩種顯示器實例：安裝在計程車上的 LED 廣告顯示器和環繞建築物側邊的高彎曲面顯示器。



圖 2：LED 顯示器可以變幻，以對即時車輛位置資訊作出回應 (A)，或者符合三維形狀 (B)

(圖像來源：Vicor 與 commercialledscreens.com)

電源系統設計優先順序

電源供應系統必須採用最有效率的方式，將傳入的 AC 電壓轉換成隔離的低電壓、高電流 DC 電。每一級功率轉換都會增加成本，浪費能量，因此，級數最小化需要優先設計。大型視訊牆由許多連結在一起的模組組成，因此，有效率的設計還必須調整適當大小，使重複的功率轉換級最小化。

何為前兩大優先設計選項

1. **最小化配電損耗** — 電力透過電阻線路從電源供應器傳輸給 LED 陣列，會以熱量方式產生功率損耗，俗稱配電損耗。電流 (I) 的配電損耗與該電流的平方成正比，即： $P = I^2R$ ，其中 R 為電線、母線或印刷電路板跡線的電阻。降低配電損耗，需要降低電流或降低電線的電阻。

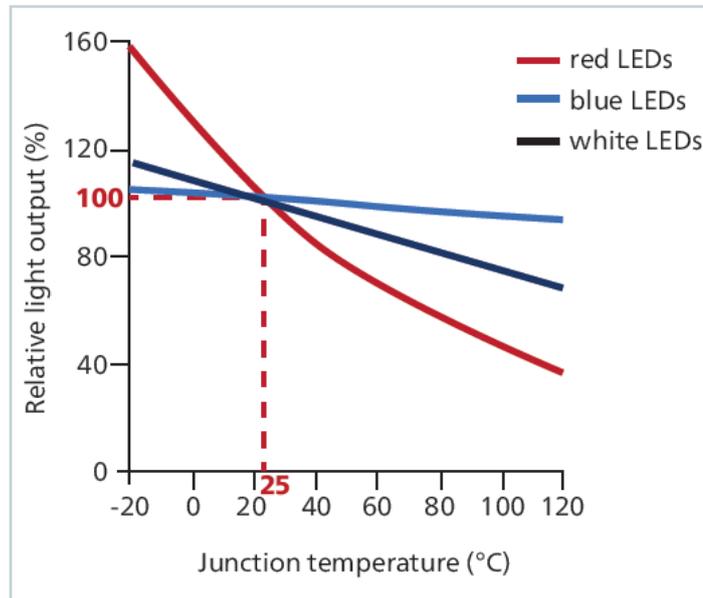
降低電流的同時為負載輸出相同的總功率，則需要增大電壓 ($P = VI$)。舉例說明，電壓從 24V 加倍到 48V，會將電流降低 50%，進而會使配電損耗下降 75%。

嘗試藉由降低電線電阻來得到相同的結果時，導線截面積需要變為四倍，這樣會使重量和成本同時增加，這不太實際。

2. 降低 LED 的發熱效應 — 如前文所述，熱量是 LED 的死對頭，而無效率的電源設計只會使事情變得更糟。溫度過高會縮短 LED 的有效壽命，並會造成變色。更糟糕的是，光輸出會隨界面溫度的升高而下降；為 LED 應用提供有效的電源供應系統，必須注意每個獨立元件，避免局部熱點，這些局部熱點不僅會使 LED 更早損壞，而且在整個使用過程中也會更暗，不明亮。這對於光品質和均勻度同樣重要的視訊牆而言至關重要。

圖 3: 不同顏色 LED 的相對光輸出與界面溫度的關係

(圖像來源: RPI/LumiLeds)



改善電源系統效率的簡易方法是最大限度減少轉換級數。例如，去掉一個轉換級可將系統效率改善 5% 到 10%，並且以功率位準為準，可減少系統內所產生的熱量。要取消轉換級，設計人員需要選擇可在不影響效率的情況提供高降壓轉換比的元件。

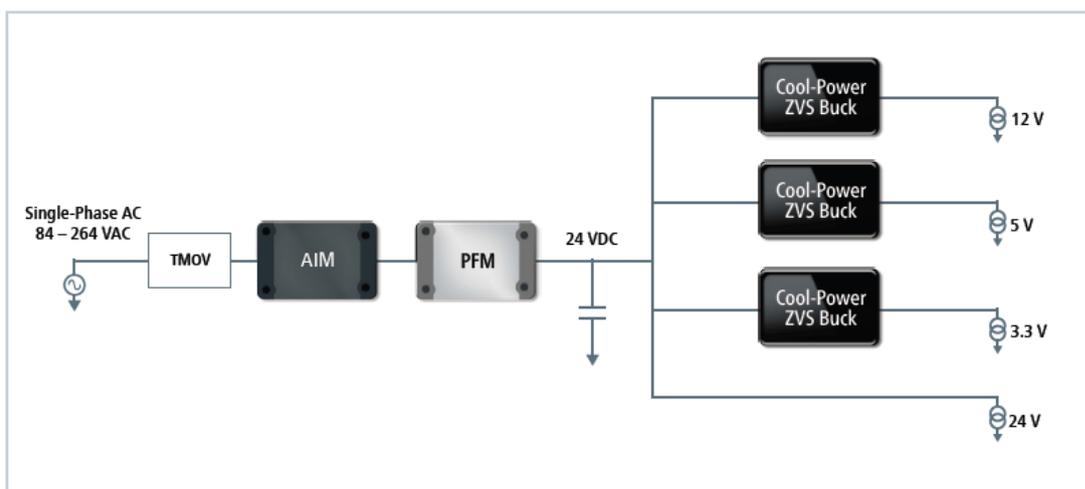
電源系統元件實現差異化

有許多方法都可分區電源供應系統，將 AC 市電轉換成用於 LED 驅動器及控制電路的低電壓 DC 電。無論選擇哪種特定分區，一般的設計都包含有以下組塊：

- 由熱保護金屬氧化物變阻器 (TMOV) 或類似裝置提供的輸入保護；
- AC 濾波整流組塊；
- 含功率因子校正 (PFC) 的整體式 AC-DC 轉換組塊，用於最大化 AC 市電提供的電源并遵守嚴謹的設備功率因子要求；
- 負載點 (PoL) DC-DC 降壓穩壓器，用來產生負載端高穩壓率電壓輸出。

例如（圖 4），Vicor 提供全面性的產品組合，簡化大型視訊牆的電源供應器設計。這會帶來可最大限度減少轉換級並且只需極少外部元件的簡易設計。

圖 4: 混合電壓 AC-DC 電源系統分區。PFM 將中間母線電壓輸出至各面板的負載點轉換器。（圖像來源: Vicor）



高效率電源設計的建置組塊

Vicor 構造了用於高功率 LED 的高效率方法:

AC 輸入級 — AC 輸入前端模組 (AIM™) 可執行線路整流、EMI/RFI 濾波、暫態保護及湧流限制，為後級提供非隔離式整流 AC 線路電壓。

AC-DC 轉換 — PFM™ 系列可為 AC-DC 系統提供具有 PFC 的隔離、穩壓型 AC-DC 轉換器。這款 AIM/PFM 組合能夠以高達 92% 的效率，將通用 AC 轉換成隔離式 48V 或 24V 電壓，以供高達 400W 的系統使用；其外形比普通智慧型手機還小（圖 5）。本系列採用雙面散熱外殼，提供底盤安裝和電路板安裝兩個選項。

圖 5: 放在 PFM 4414 VIA 旁的標準智慧型手機



DC-DC 降壓轉換 — Cool-Power® 是高輸入電壓、寬輸入範圍 DC-DC 零電壓切換 (ZVS) 降壓穩壓器系列，採用單個封裝高度整合了控制器、電力開關以及各種支撐元件。ZVS 拓撲可實現百萬赫茲切換頻率，其可降低開極驅動損耗與本體二極體傳導損耗；Cool-Power ZVS 穩壓器的運作輸入電壓可以是 12V、24V，也可以是 48V，可達到超過 97.5% 的效率，並且只需一個外部電感器和極少的電容器，便可構成完整的 DC-DC 降壓穩壓器解決方案。

找到最佳功率解決方案

使用上述建置組塊，LED 視訊牆可能有幾種系統分區。

由多個較小面板組成的大型面板顯示器必須能夠關斷公用母線電壓。將 AC 電源直接配送給各面板，然後在各面板上進行 AC-DC 轉換，這樣做不僅成本高，而且體積大，通常不是基於安全考慮的選項。相反，單個整體式 AC-DC 轉換器級常用於供應隔離式低電壓母線電壓，為各個獨立面板提供電力。就大型面板而言，從整體式 AC-DC 供應器到 LED 驅動器的距離可達數公尺長，隨著功率位準提升，挑戰也會跟著出現。

中間 DC 母線電壓有何選項？

24V 和 12V 配電一直是 LED 面板最常用的母線電壓。與 AC 配電相比，可從面板消除潛在致命的電壓，而且符合低電壓電源供應器的安全特低電壓 (SELV) 「安全」電壓位準要求。

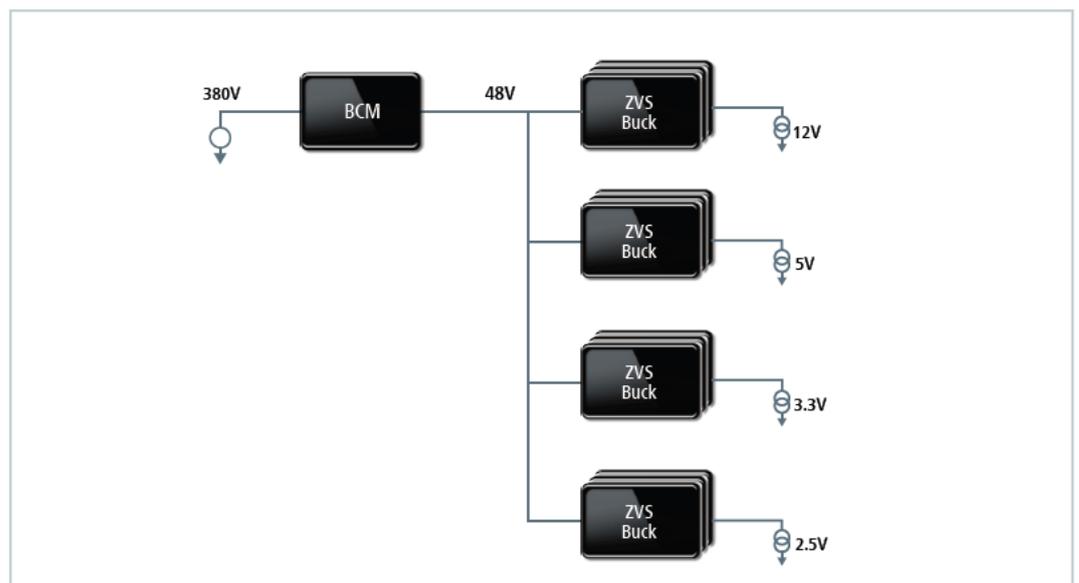
然而，12V 或 24V 的最佳選項是將中間電壓加倍到 48V (圖 6)。48V 低於 60V，因此仍然符合 SELV 準則，甚至還包含 20% 的過壓保護容差。與 24V 系統相比，這不僅可在給定功率位準下將電流減半，而且還可減少纜線成本和重量，達到更加節省的效果！

此外，它還可將配電損耗減少 75%，熱產生降低。更低的運作溫度可提高系統可靠性，而更低的電流則可縮減 LED 面板的厚度。母線以更低的配電損耗傳輸更高的電壓還會使視訊牆更有效率，讓終端使用者的生命週期運轉成本降低。

用於生成 48V 設計的選項

生成隔離式 48V 配電母線可能會非常簡單，除了 AC 輸入 PFM™ 以外，高功率 3 相位 AC-DC 轉換器後面可能還連接有 Vicor 母線轉換器模組 (BCM™)，用來以高達 98% 的尖峰效率將 380V 轉換成隔離式 48V。單個高電壓 BCM 能在 63x22 毫米封裝內進行 1.75 kW 的功率輸出，功率密度為 2,735 W/in³。48V 解決方案後面隨後既可連接 48V 輸入 Cool-Power 降壓穩壓器，也可連接 48V 輸入 Cool-Power 升降壓穩壓器，以直接供電給 LED 或 LED 驅動器。

圖 6: 48V 電源系統架構 (圖像來源: Vicor)



48V 帶來 24V 無法提供的效益

那怎樣才能帶來更亮、使用壽命更長的 LED?

先深入了解幾種方法的優點。在大型視訊顯示器中驅動成千上萬個 LED 需要有效率的電源系統，才能產生所需要的低電壓、高電流電源。以前，設計人員會轉而採用負載點解決方案，將 24V 當作中間 DC 電壓使用。將電壓提升到 48V，也可獲得許多 24V 無法提供的效益：

1. 熱產生減少 / 熱管理更容易；
2. 更少的電纜敷設 / 降低了成本，縮小了尺寸及重量；
3. LED 效能提升 / 顯示品質改善
4. 面板壽命更長 / 可靠性更高
5. 功率效率更高 / 用電量更少

為了確保下一代大型 LED 顯示器部署，讓 LED 更亮、使用壽命更長，請從 48V 開始。

Vicor 的 LED 組件

Vicor 的模組化電源系統元件可協助設計人員輕鬆組合可組配、高密度、高效率的 LED 電源供應系統。高靈活性是該組件系統與生俱來的，因此只需極少的操作，就能適應幾乎任何功率位準、尺寸或封裝。高靈活、高效率的建置組塊與直觀式線上設計工具及易於使用的開發套件相結合，設計人員可便捷地優化電源系統設計。



立即使用 Vicor 的電源系統設計工具
啟動您的 LED 系統設計。