

環境變遷下 LED 節能照明燈具設置之考量重點

張飛虎 / 七大洲實業有限公司總經理

汪仲祥 / 立勝工業股份有限公司高級研究員

在全球暖化、氣候變遷、全球環保意識日益高漲的趨勢下，各國普遍面臨能源有限的問題，已發展國家在提高能源效率、減少能源消耗，及降低環境污染等議題上，須提出有更有效解決方案。在現今科技高度發展的時代中，照明產業不僅是全球經濟高速發展的重要動力之一，也在現代人的生活中，佔有不可或缺的地位。

自人類原始使用的自然光、火把、動植物油燈，到近代的煤油燈、煤氣燈，再到現代的碳絲白熾燈、鎢絲白熾燈、螢光節能燈等，新興的照明科技使得人們的生活方式產生了極大的改變。照明技術的發展在 1962 年開啟了新的樂章，通用電氣的研究科學家尼克·霍洛尼亞克，在當時研發了世界上第一支發紅光的二極體，經過後人的不斷努力，二極體開始發出了白色的光亮。因導入半導體材料，燈管尺寸可縮至幾公分，更重要的是，它沒有白熾燈那麼炫目刺眼，且不僅壽命更長，效率更高達 80% - 90%。

在已開發國家中，照明所消耗之能源占總能源的 25% 以上，而發展中國家之照明所消耗之能源，亦約達總能源之 20%。在運動產業發展方面亦有類似之情況，與一般照明相似，運動照明也走過了白熾燈、複金屬燈等階段，隨著 LED 運動照明技術的研發與提升，LED 燈具有逐漸取代傳統光源產品的趨勢。自 2009 年起，LED 燈具開始運用於運動照明領域，為降低開燈所引發之能源成本，LED 燈具便迅速竄起並成為較常開燈之運動設施的市場新寵。隨者各國運動產業之發展與成長，對運動照明品質之要求也日趨嚴苛，運動照明之需求量也越來越大，如何在提升照明品質的同時，亦降低照明成本，便成為當今運動照明產業最重要

的議題，故各國紛紛採用高效率節能燈具作為運動照明，以達到高照明效果並節能減碳之需求，LED 燈具因在壽命、效果與應用靈活性等方面，具有不可披敵的優勢，遂逐漸成為運動照明產業的發展主流。

作為目前全球最受矚目的新一代光源，LED 因其高亮度、低熱量、長壽命、無毒，及可回收再利用等優點，被稱為 21 世紀最有發展前景的綠色照明光源。運動照明最核心、最首要的任務，是確保大型運動場館在賽事期間，能保障觀眾觀賞比賽、滿足電視轉播賽事的功能要求，或確保運動參與者能清楚辨識運動標的物之功能。運動照明須具備足夠的照度，及高品質轉播所需之色溫。其次，在專業度高和感官體驗要求極高的運動競賽場館中，運動照明須達到「亮而不眩（又亮又不會眩光）」、「亮度均勻（均齊度佳）」，且「有效控制外溢光（避免光害）」等基本要求，以保障運動員能夠正常地完賽。隨著節能環保意識的增強、電視轉播之高照明品質要求、球迷體驗效果之塑造，及降低長期營運成本的需求，LED 運動照明已逐漸成為全球運動場館的共同選擇。LED 運動照明燈具與其他種類照明燈具之最大的區別在於，LED 照明燈具具有省能高效率、亮度高、耐用（壽命長）之特性，且優異之 LED 照明燈具還能有效地控制外溢光，以避免鄰近地區之光害。

LED 照明發展中遇到最大的挑戰主要有兩個：第一個是點光源問題；第二個是散熱的問題。LED 燈的封裝技術與方式與其壽命與發光效率息息相關，LED 照明燈具光源的封裝技術有兩種，一種是傳統的 SMD (Surface Mounted Devices) 貼片型封裝技術，另一種是 COB (Chip On Board) 集成式封裝技術。傳統的 SMD 封裝意為：表面貼裝器件。坊間常聽到的三合一 SMD 技術是指將 RGB (紅綠藍) 三種不同顏色的 LED 晶片燈依一定的間距，封裝固定於同一個膠體內（如圖 2）。

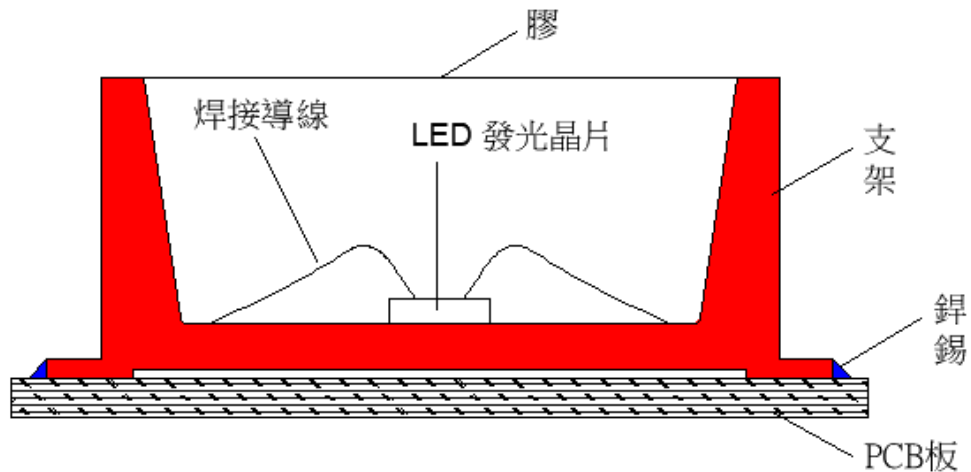


圖 1 SMD 封裝技術示意圖

一個全彩燈珠需要五條焊接導線，SMD 的支架一般有四個焊腳，需焊接到印刷電路板 (PCB) 上。焊接導線和四個焊腳的焊接品質將決定 SMD 貼片型封裝 LED 燈的壽命與發光效率。在應用方面，舉例來說，一盞 500W 的 SMD 貼片型 LED 投射燈可能是由 100 顆 5W 的 LED 點燈源所組成 (如圖 2 所示)。



圖 2 SMD 貼片型 LED 投射燈 (500W) 示意圖

資料來源：七大洲實業有限公司提供

第二種 COB (Chip On Board) 集成式封裝技術係指直接將 LED 裸晶片用導電膠或絕緣膠直接固定在印刷電路板的燈位焊盤上，再以超聲波焊接技術對 LED 晶片進行導線焊合，最後用環氧樹脂膠對燈位進行包封 (如圖 3 所示)，以充分

保護 LED 發光晶片。COB 封裝技術是 LED 照明技術升級的革命性技術，COB 封裝技術免除了支架表貼焊接的環節、減少系統控制失誤的風險，不僅可降低製造成本，更讓發光效能與產品良率大幅提升。在應用方面，舉例來說，一盞 500W 的 COB 集成型 LED 投射燈可能是由 4 顆 105W 的 LED 光源所組成 (如圖 4 所示)。

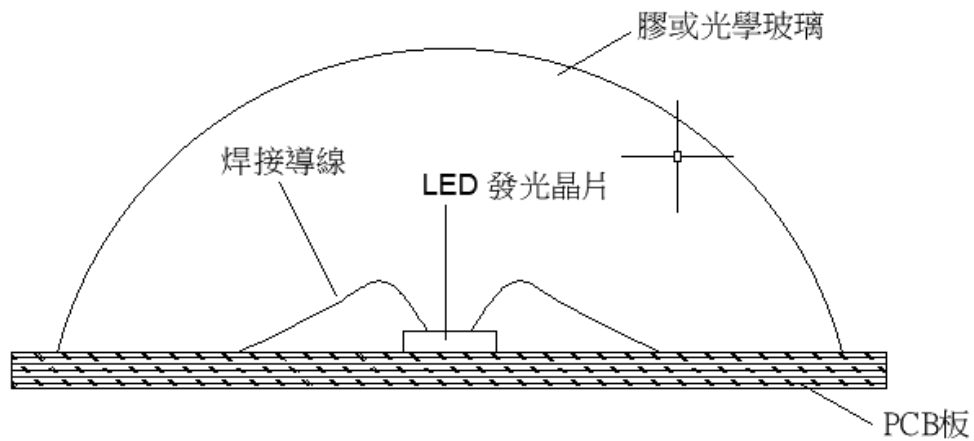


圖 3 COB 封裝技術示意圖



圖 4 COB 封裝型 LED 投射燈(500W)示意圖
資料來源：七大洲實業有限公司提供

採用 COB 集成式封裝的 LED 燈具除了比 SMD 貼片型燈具有效率之外，在照明的品質以及散熱效果也都有顯著的差異。SMD 表貼式燈具是由許多低功率的燈源所組合而成，雖然發光面積大，但因光的強度與穿透力較低，故安裝高度因此受到限制（不建議超過 10 米）。而 COB 集成式的燈具卻是由數顆高功率的大型光源所組成，故光強度高、光剪密度高，穿透能力強，適合安裝在大型運動場館，甚至燈具離地高度可達 40 米以上。此外 COB 集成式燈具屬於模組化設計，可以針對個別燈源拆換維修，但 SMD 貼片式則無法對單獨燈源進行維修，且拆解及維修非常不便。對於燈 COB 集成式與 SMD 表貼式 LED 燈具的差異會整如下表 1。

表 1

COB 集成式與 SMD 表貼式之 LED 燈具比較

	集成式 專業LED照明燈具	貼片型 一般LED照明燈具
光源	COB光源：光剪剪剪高、光剪剪剪度剪高，剪剪剪剪能力剪強	單顆光源：發光面積大，光剪剪剪低、剪剪剪剪能力剪差
燈具結構	模組化：維護方便	一體成型：維修要整體拆下，極不方便
散熱系統	360°通風對流、變相散熱技術，散熱性能極佳	表面散熱、傳導機械式散熱散熱性能不佳
溢光控制	可配置防外溢光裝置	無防外溢光裝置
光學材料	採用光學玻璃透鏡或高純鋁材料反射杯，防眩光效果好	PC材質透鏡，容易發黃，影響光效，眩光影響大
燈具圖例	 <p>420W燈具：由6顆70W COB-LED 光源所組成</p>	 <p>420W燈具：由104顆4W LED傳統標準光源所組成</p>
照明效果	 <p>照度強且剪剪剪剪分布</p>	 <p>照度弱且剪剪剪剪分布不均</p>

LED 照明發展中的第二大挑戰就是散熱的問題。LED 的發光原理是透過對半導體（發光二極體）施加電流，透過電子與電洞的結合產生能階跳躍，使過剩的能量以光與熱的形式釋出，而達到發光之效果，故 LED 燈具之耗電量低。通常 LED 燈具會產生光衰的主要原因並不是來自發光二極體本身的衰弱，而是發光所累積的高溫造成其他零組件損壞所造成，故高效能的散熱是 LED 產業中的關鍵技術。傳統 SMD 貼片式 LED 燈具是透過表面散熱並利用傳導之機械式散熱方式，散熱性能不盡理想，也造成容易光衰的現象，而 COB 集成式封裝的燈具對散熱的要求更高，業界已開發出利用高散熱技術及 360 度通風對流的設計，成功讓熱能轉移，進而達到五年無光衰的保證。

LED 燈具的發光效率及壽命遠優於傳統複金屬燈，並能大幅降低耗電量，達到節能減碳的目標。但並非所有 LED 燈具都適合運動照明，在選用不同形式之 LED 燈具做為球場照明時，除了要經過專業的照明設計模擬，更須了解產品的特性，同樣是 500W 的 LED 燈具可能因為 SMD 封裝方式或是 COB 封裝方式之不同，而導致應用領域以及照明品質的差異。同時，LED 的散熱技術更是決定 LED 燈具壽命的重要因素，散熱技術的良莠將會決定光衰的速度。

從基板到晶片結構、封裝材料和封裝方式的演進軌跡來看，LED 燈具之技術和產業仍迅速並持續地發展，LED 運動照明燈具的設計，包括節能性、環保性、光學設計、模組化、安裝簡易性、免維護、設施適配性等，仍不斷的創新及進步，故建議應對持續關注並吸收 LED 運動照明燈具的發展新知，以利提升運動照明之品質。