

我國LED路燈發展及技術趨勢

Development and Technical Trends of Taiwan LED Street Lighting Industry

楊明儒 M. R. Yang¹、朱思璇 S. H. Chu²、龔哲民 C. M. Kung¹、
李麗玲 L. L. Lee³、郭玉萍 Y. P. Kuo⁴

工研院綠能所(GEL/ITRI) ¹研究員、²研究助理、³副組長、⁴資深工程師

LED照明提供創新的照明裝置，且有效降低能源消耗，並於不同的照明應用市場中不斷的進行滲透，成為全球綠色新政的要角。為協助LED照明光電產業發展，我國自97年起推動一系列LED路燈示範計畫，並結合LED路燈相關標準及規範訂定，健全LED路燈產業發展環境。透過政府大規模示範，亦驗證LED路燈相較於水銀路燈節能比例高達70%以上。另一方面，LED路燈與傳統氣體放電路燈發光機制不同，具可調光及智慧控制特性，將可為全球帶來二次節能革命。

LED lighting has provided innovation lighting device for reducing energy consumption effectively. It promotes the LED market share of lighting applications and has become the superstar of global policy. To assist industry development, we have been working on a series of LED lighting promotional programs since 2008. We solve these issues with LED street lighting standards and create a sustainable environment. Through our government's large scale field tested, it has proved energy saving up to 70% over mercury vapor lamp. Besides, the difference between LED street lighting and traditional street lighting is light-emitting mechanism. The second energy-saving revolution may be coming for dimmable and smart control LED lighting.

關鍵詞/Key Words

發光二極體(LED)、路燈(Street Lighting)、照明應用(Lighting Application)

節能照明趨勢

全球高度重視氣候變遷與節能減碳趨勢中，綠色新政已成為全球施政潮流。隨著LED（發光二極體）技術創新，LED照明光電產業於綠能產業脫穎而出。廿世紀末LED技術的重大突破，讓LED應用在廿一世紀綻放光芒。隨著白光LED性能不斷突破，LED由螢幕背光應用逐漸拓展到一般照

明應用，因效率高於傳統照明且技術快速進步，促使LED照明於廿一世紀扮演節能減碳重要角色。

我國具備半導體產業供應鏈與人才，為LED照明光電產業發展奠定紮實基礎。98年推出「綠色能源產業旭升方案」，積極發展LED照明光電產業，103年延續旭升方案，修正LED照明光電產業推動策略，持續協助LED照明光電產業發展，至103年，

▼表一 我國歷年LED路燈推動計畫

執行計畫	年度	成果效益
加強地方建設 擴大內需方案	97	補助臺中市、嘉義市及基隆市設置LED路燈10,629盞，補助經費約新臺幣2.367億元。
LED道路照明節能 示範計畫	98~99	補助全國22縣、市建立47個示範案，合計設置LED路燈5,350盞，總補助經費約新臺幣1.3億元。
高效率道路照明燈 具節能示範計畫	100	補助全國22縣、市建立40個示範案，預計設置LED路燈5,204盞，總補助經費約新臺幣1.2億元。
全臺設置LED路燈 措施	101~103	補助全臺各地區，規畫三項計畫，於全臺換裝約28.4萬盞LED路燈，總經費約新臺幣25.48億元。

LED照明光電總產值達新臺幣2,400億元，為98年新臺幣939億元之2.6倍。我國LED元件產業具有極佳的技術研發及製造能力，近年來在LED照明光電領域發展也有顯著成效，唯面對市場需求變化，與國際競爭威脅加劇，重新審時度勢，調整發展腳步，可望引領臺灣社會邁入低碳化與產業高值化境界。

LED產品節能及壽命長，具取代傳統照明的優勢，但國際大廠（如Philips、Osram等）於傳統室內照明光源具有品牌優勢，如何協助LED照明光電產業切入照明市場為一重要課題。LED路燈因尚未有品牌效應，同時單價及技術門檻高，小廠進入不易，因此我國選定LED路燈為首要推動對象，結合公共建設內需市場，協助產業發展。

我國LED路燈推動政策

我國為全球LED路燈技術開發最積極國家之一，照明節能政策規畫由戶外照明推廣至室內照明，在確保經濟性、安全性（電器安全與生物安全性）前提下，透過節能標章與獎勵補助等措施，循序漸進推動，除達照明節能普及化，亦健全內需市場，協助廠商建立實績，以利LED照明產業成長。我國自97年開始推動一系列LED路燈

設置政策，並由小規範多點示範區域至LED路燈技術能量成熟後，於101年推動「全臺設置LED路燈」措施，開始全臺大規模設置LED路燈，如表一所示。

除以內需市場協助產業發展外，工研院為促進LED產業升級及發展，積極塑造適合產業發展的環境。為引導產業發展，工研院於97年12月協助政府擬定全世界第一套LED路燈國家標準—「CNS15233發光二極體道路照明燈具」，並將其列入各計畫採購規格。100年以前推動之示範計畫，採購數量不高，因此路燈價格不易降低、規格不統一及維修不易等問題，導致路燈管理單位未積極使用LED路燈。

綜合前述經驗，101年推動「全臺設置LED路燈」措施時，工研院協助政府彙整各業者及路燈管理單位意見，訂定「全臺設置LED路燈技術規範」，為有效提升道路照明品質及LED路燈產業技術能量，此技術規範有下列重點：

①提升發光效率：為提升路燈換裝節能效益及LED路燈技術能量，技術規範將LED路燈發光效率由CNS15233所訂定之75 lm/W提升至85 lm/W。

②統一電源供應器：據工研院調查，LED路燈因電源供應器故障造成失效占總失效效率5~7成，技術規範訂定70~100瓦之LED

▼表二 電源供應器規格

輸出 Output	額定輸出電流 Current Rating	700 mA ± 5 %
	輸出電壓 Voltage Rating	≤ 140V
	電源電壓調整率 Line Regulation	± 3% @ Full Load
	輸出漣波電流 Ripple Current	± 20% @ 220Vac at Full Load
	可調光 Dimmable	Optional

路燈電源供應器定電流輸出之統一規格(表二)，以解決LED路燈後續維修及降低設置成本。

③提升照度均勻度：將模擬照度均勻度由原本道路通用規範0.25提升至0.33，提升道路照明品質以解決LED路燈設置後，因照度不勻而造成民衆之不適感。

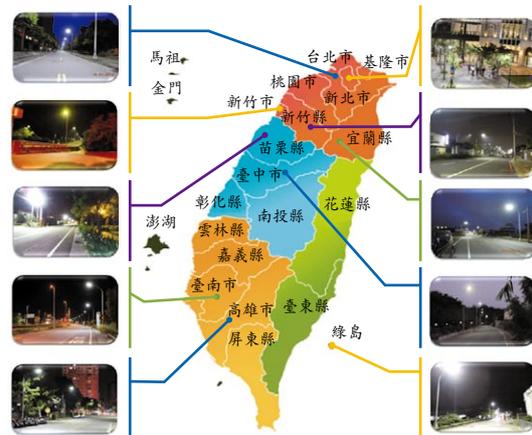
④採用中、低色溫燈具：因高色溫路燈易造成眩光，有交通安全疑慮，因此採用中、低色溫燈具。

LED路燈推廣成效

截至103年底，我國LED路燈數量近達57.2萬盞，占全臺路燈總數25.4%，每年可節約2.3億度電，減少12萬公噸二氧化碳排放，LED路燈實際設置狀況如圖一所示。

全臺設置LED路燈技術規範訂定初始發光效率為85 lm/W以上，依統計結果，目前所使用LED路燈最高發光效率達137 lm/W，九成以上燈具之發光效率超過100 lm/W，顯示我國LED路燈技術大幅精進(圖二)，節能效益增加約20%，更提升業者技術能量，以現行技術水準替代水銀路燈省電效益達70%，並大幅減少水銀路燈帶來汞污染之情形。

另外，依101年之後我國所使用LED

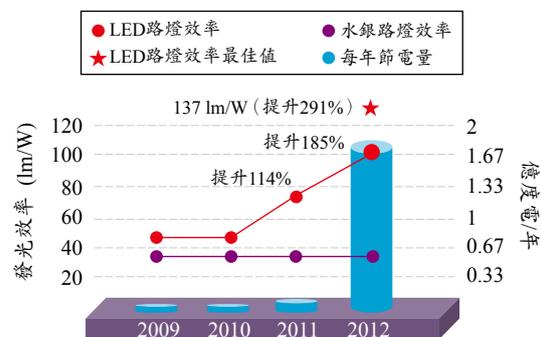


▲圖一 全臺各地LED路燈設置實績

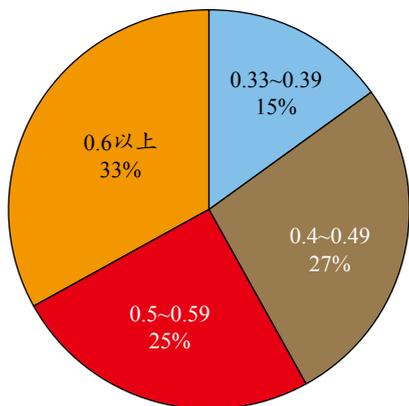
路燈資料統計，以1比4的桿高桿距比，有超過半數LED路燈照度均勻度超過0.5，甚至有三成達0.6以上(圖三)。顯見我國LED路燈光學設計技術已相當成熟，若實際桿高、桿距設置適當，可有效避免LED路燈一直受人詬病的斑馬紋問題。

LED路燈技術趨勢

相較傳統氣體放電燈，LED路燈具有可調光且無汞污染等優點，以目前市售產品而言，已有多項LED路燈產品發光效能超過140 lm/W。LED路燈除創造較大節能量



▲圖二 LED路燈效率演進



▲圖三 我國LED路燈照度均勻度分佈

外，後續擴充二次節能、管理控制功能及整合智慧服務之路燈產品，已為未來趨勢，未來將提供更即時及更節能之服務。

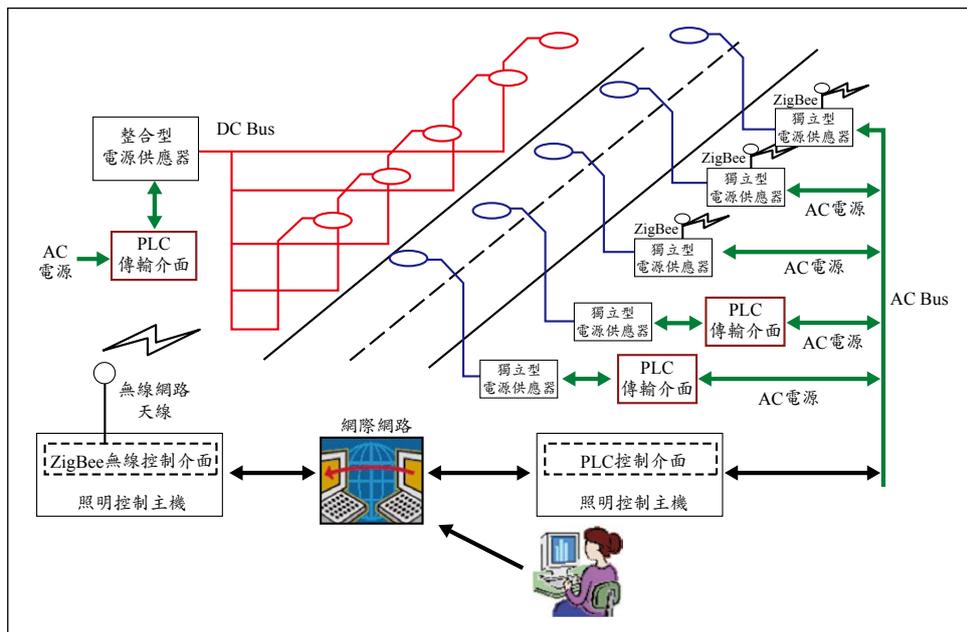
為了迎接LED路燈照明市場的商機，由台塑集團所成立之南亞光電，遂與工研院進行技術合作，在LED照明產品的開發中導入工研院LED燈具之無線ZigBee與電力線PLC之智慧照明系統技術，加快了技術能量

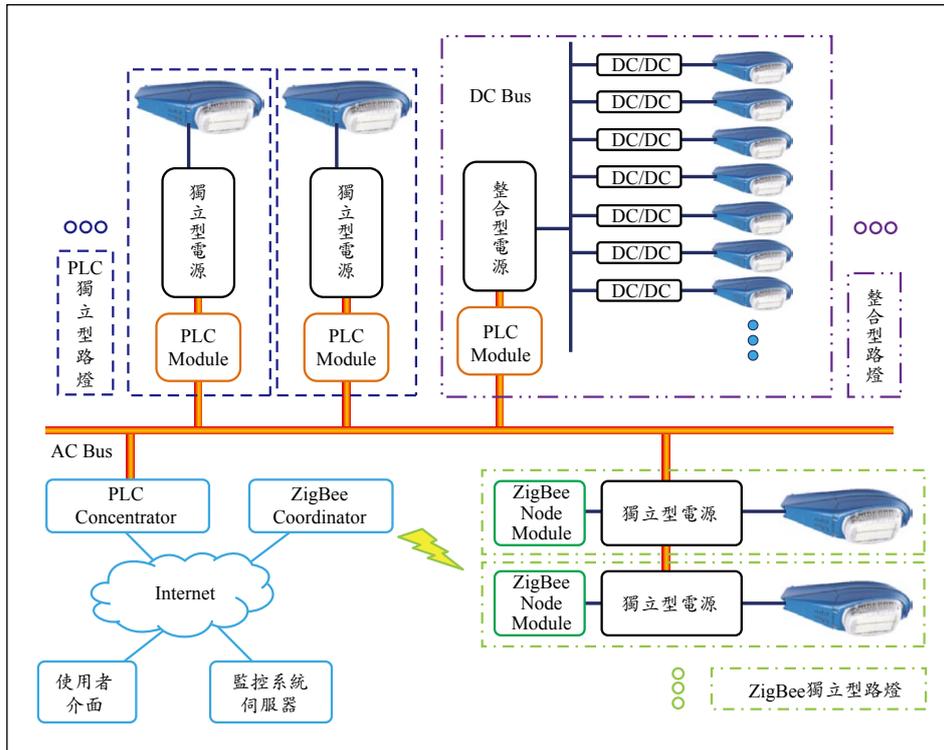
的建立。執行過程中，以南亞光電之路燈燈頭為控制標的，並且導入工研院的ZigBee與PLC監控系統以及高效率電源進行系統整合，未來將可利用本次的合作基礎，開發相關照明監控產品。

路燈監控系統須具備可受監控之路燈電源與監控路燈之控制系統，並須依架設路燈系統之現場系統，有彈性的選用合適的電源與傳輸介面，因此，工研院所開發之路燈監控系統（圖四），為一透過網際網路監控一至多個LED路燈照明場域的設計。使用者在路燈及監控系統設置完成之後，可以透過網際網路對場域中的路燈做即時或是排程控制，以達成對路燈設備或群組做開關以及調光的目的，並能取回路燈的即時資訊以判定其是否正常工作。

本監控系統同時具備無線的ZigBee傳輸介面與有線的PLC傳輸介面，並整合於單一管理網頁工具中，使用者可針對路燈安裝環境來選擇適用的傳輸介面，提升使用

►圖四
LED路燈監控
應用場域示意
圖





◀圖五 LED路燈監控應用場景示意圖

的彈性以及資料傳遞的可靠度。本監控系統之設置架構與功能方塊間的連線關係參照圖五，無線ZigBee與有線PLC的規格分別如表三及表四所示。

此外，將市售的智慧路燈控制系統與本合作案發展之系統進行比較可知（表五），相較於康舒科技、勤上光電或Streetlight.Vi-

sion之監控與控制功能，本合作案將排程、即時控制、感測及紀錄等功能，整合於單一網頁介面，網頁架構如圖六所示，管理者可透過任何連網設備登入系統，開啓控制網頁做遠端即時的監視與控制，其系統控制便利性與可靠度均優於國內外大廠之產品。

▼表三 ZigBee智慧路燈控制電腦系統規格

項目	規格	
監控系統硬體規格	傳輸介面	ZigBee
	傳輸率	9.6 kbps
	傳輸距離	100公尺
	通訊頻道數量	16
	通道可控制點數	65,000
	操作溫度	-5°C~50°C
	工作頻帶	ISM 2.4 GHz
監控軟體規格	人機介面格式	Web
	監控路燈數量	65,000

▼表四 PLC智慧路燈控制電腦系統規格

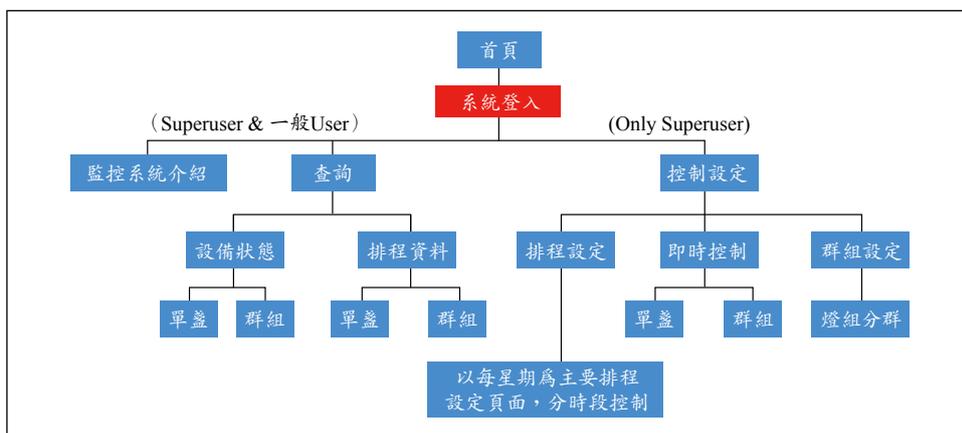
項目	規格	
監控系統硬體規格	傳輸介面	PLC
	傳輸率	5 kbps
	傳輸距離	500公尺
	通訊頻道數量	2
	通道可控制點數	65,000
	操作溫度	-5°C~50°C
	工作頻帶	132 K
監控軟體規格	人機介面格式	Web
	監控路燈數量	65,000

▼表五 路燈控制系統比較

廠牌	南亞光電&工研院	康舒 ^a	勤上光電(King Sun) ^b	Streetlight.Vision ^c
通訊方式	PLC & ZigBee	PLC	ZigBee & GPRS	PLC & RF
功能	1. 排程調光功能 2. 即時控制 3. 電壓、電流、溫度感測功能 4. 耗電量紀錄 5. 網頁控制功能 6. 相同網頁介面同時整合兩種通訊方式	1. 排程調光功能 2. 可外加IP-Cam	1. 排程調光功能 2. 電流、溫度等工作參數進行採集並上傳。 3. 通信、電流、溫度異常，無線控制終端會將資訊及時回饋	1. 排程調光功能 2. 即時控制 3. 用電量分析 4. Google Map API連結功能

資料來源：^a<http://www.acbel.com/Product.aspx?id=29&&sd=27>; ^bhttp://www.iii.org.tw/transfer_tech/Tech/light.aspx; ^c<http://www.streetlight-vision.com/slvsolution>

►圖六
南亞光電LED路燈監控管理系統網頁架構



結 論

依IHS(Information Handling Services)統計，未來5年LED路燈複合年均成長率約為20%；同時美國DOE預估全球LED元件及燈具效率指標，2015年LED路燈發光效率約130 lm/W，2020年則將達200 lm/W，加上LED路燈的使用壽命3萬小時以上，傳統路燈使用壽命1.5萬小時以下，故現階段相較於其它光源，LED路燈效能及未來節能潛力，實屬節能照明最適選擇。未來透過整合智慧服務之LED路燈產品，將可提供即時及節能之服務，同時節省更多電費及維修經費。

政府以內需市場大力支持，工研院積極塑造產業發展環境及提供技術支援，廠

商得以提升國際競爭力。隨著國內LED路燈市場發展，我國LED路燈產業鏈發展已相當完整。國產品逐漸建立外銷實績，也證實我國產製燈具已為世界公認肯定之優良產品，達成節能與產業雙贏目標。☉

誌 謝

本研究承蒙經濟部能源科技研究發展104年度研究計畫「LED照明與系統節能技術研發計畫」支持。

參考文獻

1. 經濟部能源局(<http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx>)
2. <http://www.LEDlighting.itri.org.tw/>
3. DOE SSL R&D Multi-Year Program Plan (<http://www1.eere.energy.gov/>)