

高雄市

新建道路 LED 路燈運用 節能之統計與分析

撰寫機關：高雄市政府工務局新建工程處

撰寫人員：機電工程科 郭永進

會計室 陳昱宏

日期：中華民國 104 年 6 月 30 日

目 錄

第一章	道路路燈演繹與目的.....	第 1 頁
第二章	LED 路燈應具備之要件與節能分析.....	第 3 頁
第三章	LED 路燈設置成本與節能計算分析.....	第 6 頁
第四章	道路工程明設計實際運用與成果.....	第 14 頁
第五章	結論.....	第 24 頁

第一章 道路路燈演繹與目的

根據近年統計及調查資料顯示我國路燈的數量共約有160萬盞，其中水銀路燈約占51.8%、鈉燈約占35.2%、複金屬燈2.9%、螢光燈9.3%，而LED路燈僅約占0.8%，雖然近幾年因鈉燈設置的比例逐漸增加，水銀燈有逐漸減少的趨勢，但仍然維持在相當高的比例。

行政院於98年「綠色能源產業旭升方案」計畫書中將LED照明產業列為能源光電雙雄之一，足顯示LED照明在未來節能趨勢中的重要性。經濟部能源局於同年推動「LED道路照明示範計畫」，在各縣市計47個示範地點，以LED路燈汰換耗能之水銀路燈，共投入新臺幣1.3億經費，完成5,350盞LED路燈設置，每年可節省234萬度電。

為推動臺灣成為高值化LED燈具製造基地，經濟部能源局於100年再投入新臺幣1.2億經費推動「高效率道路照明節能示範計畫」。與前期計畫不同之處，本次示範案大幅提高燈具的效率規定，採用目前CNS15233效率等級最高之LED路燈，並要求燈具保固年限3~5年，期望藉由示範案的帶動，全面提升國內LED路燈的效率水準，為進軍國際市場奠定基石。

為因應全球節能減碳風潮，政府目前規劃水銀路燈全面汰換政策，將由技術面及經濟面雙管齊下推動水銀路燈全面汰換為高效率路燈。在技術面，能源局將推動路燈規格化，以統一LED路燈電源供應器規格為目標，降低設置障礙；在經濟面，規劃採用如節能績效保證服務方式(ESCO)，由政府與使用者共同分攤置換LED路燈成本，藉此增加公部門、地方政府採用LED路燈意願，預期可帶動

LED照明產業新臺幣86億元以上產值。

執行「擴大設置LED路燈節能專案計畫」後，101年度完成汰換25萬盞水銀路燈，估計節省約1.1億度電，減少6.7萬公噸二氧化碳排放，相當於172座大安森林公園碳吸附量，帶動32.5億元LED路燈產值。為落實「經濟景氣因應方案」，貫徹節能減碳、扶植綠能產業以及協助改善景觀，經濟部自101年起以部分補助結合節能績效保證模式推動包括「LED路燈示範城市計畫」、「101年LED路燈節能示範計畫」與「擴大設置LED路燈節能專案計畫」等3項計畫，總共預計投入經費約24.24億元，可換裝約32.6萬盞LED路燈，節約1.43億度電，減少8.75萬公噸二氧化碳排放，預計帶動44.81億元的相關產值。

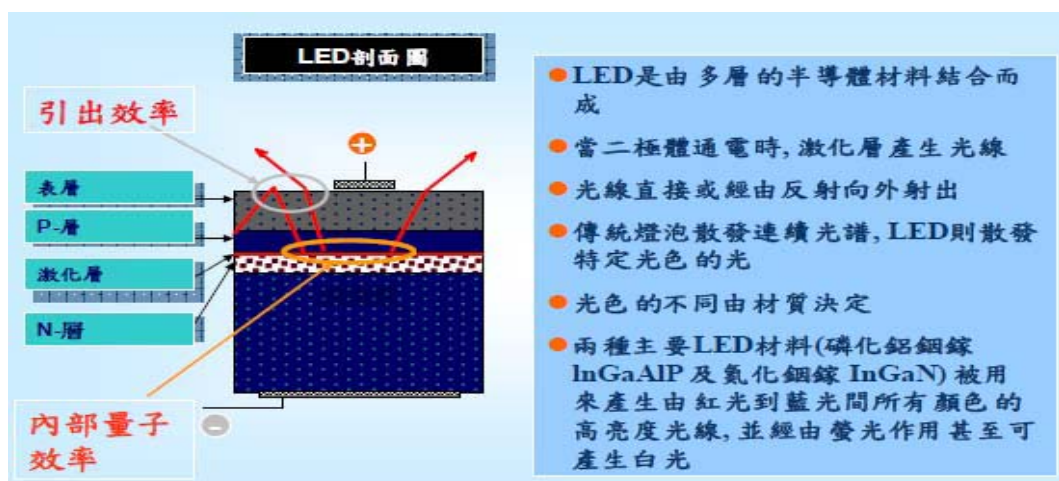
【政府歷年推動LED照明節能應用一覽表】

執行年度	計畫內容	具體或預計成效
民國96年	LED交通號誌燈節能計畫	100年已完成全國號誌燈100%使用LED交通號誌燈。與傳統號誌燈比較，每年可省2.47億度電、減少CO2排放共15.51萬噸。
民國97年	LED照明標準訂定	率先制定全世界第1個LED路燈標準(公布CNS 15233「發光二極體道路照明燈具」國家標準)。
民國98年	LED道路照明示範計畫	換裝5,350盞LED路燈，經由實際測試結果顯示，節能可達60%，每年可節省道路照明用電約303萬度，減少CO2排放量達1,854公噸。
民國99年	LED照明標準訂定	經濟部標準檢驗局完成CNS 15436「安定器內藏式發光二極體燈泡(一般照明用)－安全性要求」、CNS 15437「輕鋼架天花板(T-bar)嵌入式發光二極體燈具」及CNS 15438「雙燈帽直管型LED光源－安全性要求」3種國家標準之制

		定作業。
民國100年	高效率道路照明燈具示範計畫	預期換裝約6,000盞以上之水銀路燈，估計每年可節約394萬度電，減少2,500公噸的CO2排放。
民國101年	LED路燈節能專案示範計畫	期望在2018年底前，將全國總計達81.5萬盞(占全部路燈51.8%)之水銀燈全數汰換，屆時預計將可節電達5.18億度，減少CO2排放31.7萬公噸。

第二章 LED 路燈應具備之要件與節能分析

發光二極體是由半導體晶片組成，這些半導體材料會預先透過注入或摻雜化學元素等方式以產生P、N架構。LED的發光原理簡單來說是由含電洞之P型半導體與含電子之N型半導體結合成之P-N二極體，在P-N二極體兩端加上順向偏壓，當電流通過時，當電洞和電子相遇而產生複合，電子會跌落到較低的能階，同時以光子的模式釋放出能量。光子所發射出的光的波長（顏色）是由組成P、N架構的半導體物料的帶隙決定，電子和電洞之間的帶隙越大，產生的光子的能量就越高，其能量分佈在可見光的頻譜範圍內，不同的半導體材料具有不同的帶隙，從



而能夠發出不同顏色的光，以藍色光、紫色光攜帶的能量最多，另外再利用不同的螢光粉可以將光顏色轉變成演色性更高、更舒適的色光。發展初期，採用砷化鎵

(GaAs)的發光二極體只能發射出紅外線或紅光，但是低亮度與無法產生白光的缺憾，使得當時的LED大多應用在指示性質的產品上。隨著材料科學的進步，新研發成功的發光二極體能夠發射出頻率越來越高的光波。現今，已可製成各種顏色的發光二極體。

發光二極體的優點是在低光度下能量轉換效率高，即較為省電，非常適合在低光度需求中使用；反應時間短可以達到很高的閃爍頻率；使用壽命長，在安全的操作環境下可達到10萬小時的壽命，即便是在50度以上的高溫，使用壽命還有約4萬小時；由於是固態元件，沒有燈絲、玻璃罩等，相對螢光燈、白熾燈等能承受更大震盪；產品體積小（小於2mm），因發光體積細小，而易於以透鏡等方式達致所需集散程度，藉改變其封裝外形，其發光角度由大角度散射至細角度聚焦都可以達成；由於是單一能級發出的光子，能在不加濾光器下提供多種單純的顏色。




相對地發光二極體的缺點是在高光度下效率較低，在一般照明用途上仍比螢光燈耗電，故有些發光二極體燈甚至比省電燈泡耗電。有些設計使用多枚發光二極體，在保持整體光度下讓每枚發光二極體可以工作在較低光度，從而增加效率，但使成本大為提高，售價亦較高；另效率受高溫影響而急劇下降，浪費電力之餘也產生更多熱；發光二極體光度並非與電流成線性關係，光度調節略為複雜；發光二極體為光源面積小、分佈較集中，

作照明用途時會刺眼，須運用光學設計分散光源；許多LED有過藍的問題，並不適合在夜間使用；儘管LED具有省電的特性，但在高緯度的地方卻不被喜愛，因為LED屬於冷光源，路燈會因為積雪的關係造成LED的光被遮住。

LED日光燈節電高達50%以上，壽命為傳統照明產品的10倍以上，在無外在因素干擾下幾乎是免維護。近年來，由於LED製造成本持續降低，且效率和亮度不斷提高，配合LED所具有的壽命長、安全性高、發光效率高（低功率）、色彩豐富、驅動與調控彈性高、體積小、環保等特點，使得LED在一般照明市場應用得以大幅度擴張，帶動其市場需求成長。除了我們熟知的各種電子產品上面的LED指示燈外，LED螢幕、LED照明、液晶螢幕用的LED背光源、手機上按鍵的LED背光、新世代的OLED螢幕、PLED螢幕等等各式各樣關於LED的應用正逐漸穩定的發展中，部份領域的LED應用因為市場發展趨於成熟，普及的速度開始加快，也無形中創造出驚人的商機。

LED光源在照明領域的應用，是實現綠色照明環保節能概念的新希望，未來發展和推廣高效、節能LED照明器具，節約照明用電，進而建立一個優質、經濟、舒適、安全可靠、有益環境的照明系統，將是世界性的潮流趨勢。

第三章 LED 路燈設置成本與節能計算分析

產品類別		 水銀 路燈	 高壓 鈉燈	 LED 路燈
瓦數(W)		200~400	150~250	70~120
發光效率(LM/W)		40~60	100~200	60~120
壽命(Hrs)		1,000~12,000	8,000~16,000	50,000~100,000
價格(不含燈柱/盞)/ 元		2,000~5,000	8,000~10,000	15,000~20,000
維護更換成本(5年/ 元)		1,200,000	750,000	50,000
節能效益 11Hrs/天 (每度 3.5 元)	1 年期電 費(元)	365 天×11 時×0.4 千瓦 ×1 支×3.5 元/度 =5,621 元/支	365 天×11 時×0.25 千 瓦×1 支×3.5 元/度 =3,513 元/支	365 天×11 時×0.12 千瓦×1 支×3.5 元/度 =1,686 元/支
節能效益 11Hrs/天 (每度 3.5 元)	5 年期電 費(元) ×100 支	5,621 元×5 年×100 支 =2,810,500 元	3,513 元×5 年×100 支 =1,756,500 元	1,686 元×5 年×100 支 =843,000 元
5 年總成本		5,000 元×100 支 +1,200,000 元 +2,810,500 元 =4,510,500 元	10,000 元×100 支 +750,000 元+1,756,500 元 =3,506,500 元	20,000 元×100 支 +50,000 元+843,000 元 =2,893,000 元

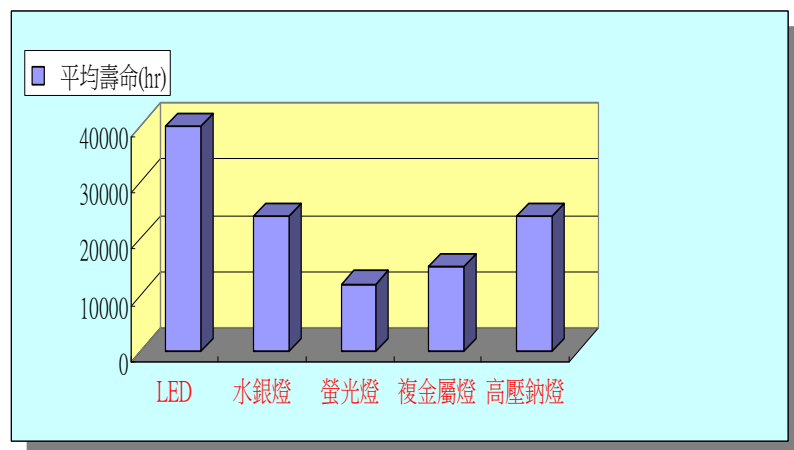
以價格競爭力來分析，根據上表顯示，無論是 70W 或是 120W 規格，雖然初期建置成本高，但因為 LED 具省電與壽命長的優點，若計算節省的電費與省下的維護成本，就總成本來看，LED 路燈與傳統高壓鈉燈差異約僅 10%~20%，隨著 LED 價格的滑落，未來 LED 路燈將更有價格競爭力。在設置成本方面，目前 LED 路燈購置成本約為水銀路燈的 5 至 8 倍，約為鈉燈的 4 至 5 倍。而另外以 LED 路燈壽命長、故障率較低的特點，確實是可減少路燈的維護費、材料費及人工費用。整體評估，LED 道路照明未來隨著產品技術提升，價格將可望漸漸拉近，降低回收年限，而政府持續規劃推動及補助資金的挹注仍然是普及應用的關鍵。

近幾年台灣節能路燈市場在政府政策支持及補助下，台灣 LED 路燈裝置量持續成長，100 年度累積裝置量達 3.2 萬盞左右，至 103 年累積裝置量成長至 39.3 萬盞以上，惟國內路燈內需市場小及 LED 路燈投入廠商眾多，加上低價搶標之運作方式使得市場上產品品質不一，且在燈具市場價格及 20 年壽命期間之相關維護保養費用部分，LED 燈更換費用為陶瓷複金屬燈的 2 倍、後續維護保養費用為 3 倍，且更換後的 LED 路燈節省電費仍大幅低於更換的成本。

在路燈系統的故障率方面，從 LED 光源路燈典型的故障曲線，可分為早期發生在產品初期運行期間及隨機的元件或是使用零組件在製程中的缺陷造成，或是料件與電子基板焊接不良等導致，這類問題都能在產品上機後 5~10 小時運轉時發現並可立即查錯改善。另隨著運作時

間拉長也會逐漸產生耗損性故障現象，LED 一般可維持 50,000 小時的運行壽命，但光通量表現會隨著使用時間漸長而衰減，而當 LED 光通量衰減到標示值的 70% 的使用時間，就是 LED 的 L70 參數。

LED 是直流電壓驅動，整體耗電量比水銀燈及高壓鈉燈省。一般水銀耗電量約 200~400W，高壓鈉燈耗電量約 250~400W；LED 路燈則約 80~150W，且隨著未來發光效率的提升，LED 路燈會再更加省電，因此節能為 LED 之最大優勢。此外，使用壽命長也是 LED 特點之一，以下為各類型光源之路燈使用壽命比較圖：



光源類型	發光效率 (lm/W)	平均壽命 (hr)
LED	>90	40000~100000
水銀燈	35~60	12000~24000
螢光燈	60~80	8000~12000
複金屬燈	60~100	10000~15000
高壓鈉燈	80~140	12000~24000

至於色衰的部分，溫度越高LED 色衰程度就會越明顯，但以一般高壓鈉燈1 年光衰程度高達6成，約4~5 年就需要更換。以及與LED 10 年光衰約3 成的情況相較，差別仍甚大，下列為各光源之比較表：

照明種類	100W LED 路燈	250W 水銀燈	250W 高壓鈉燈
光源效率(穩定後)	95 lm/W	60 lm/W	110 lm/W
驅動電源效率	90%	75%	75%
燈具效率	90%	70%	70%
道路照明效率	90%	70%	70%
維持係數(一年後)	0.97	0.7	0.8
總效率	74.6 lm/W	15.4 lm/W	32.3 lm/W
照明耗電	0.013 W/lm	0.065 W/lm	0.031 W/lm
與 LED 之耗電倍數	1	5	2.38
演色性(CRI)	70	25	50
色溫(°K)	2700-6000	5500	2700
RoHS	無有毒物質	含汞污染 物	含汞污染 物

照明種類	150W LED 路燈	400W 水銀燈	400W 高壓鈉燈
光源效率(穩定後)	90 lm/W	50 lm/W	100 lm/W
驅動電源效率	90%	75%	75%
燈具效率	90%	70%	70%
道路照明效率	90%	70%	70%
維持係數(一年後)	0.97	0.7	0.8
總效率	70.7 lm/W	12.9 lm/W	29.4 lm/W
照明耗電	0.014 W/1m	0.078 W/1m	0.034 W/1m
與 LED 之耗電倍數	1	5.57	2.43
演色性(CRI)	70	25	50
色溫(°K)	2700-6000	5500	2700
RoHS	無有毒物質	含汞汙染物	含汞汙染物

道路照明設計須視道路幾何條件、路況、交通量及周圍環境等因素均可能影響照明設施之設置，設計基本要求及計算方式如下：

1. 同一路段之照明設施設計應求一致。
2. 設計時應重視照明效率、使用壽命、經濟性及對當地氣候條件之適應性。
3. 燈座最好選擇可調整者，配合折射罩紋路，依實際路面寬窄調整選擇最適合之光束分配，俾能平均分配於所照區域，不致產生黑暗或特亮等現象，而影響駕駛人之視覺。
4. 對汽車排煙汙染燈具之問題應予考慮，以避免影響照

明組件而失去應有之亮度。

5. 如管理上需要，設計時得採用自動點滅器依照明需要自動開閉啟用。

6. 多霧地區可考慮設置濃霧偵測器，聯鎖自動開啟照明。

依據路燈照明計算公式

$$\frac{F}{S} = \frac{W \times E}{N \times CU \times MF}$$

式中：

E：平均照度，以勒克斯為單位

F：光源全光束，以 lm 為單位

N：照明設施排列係數，單側或雙側交錯=1，雙側相對或中央分隔帶排列=2

CU：燈具使用照明率，由W/H查曲線表而定，約在0.2~0.4之間，參考圖3-5，（單側排列之照明率在路寬等於燈具高度時應在0.3以上）。

MF：維護係數，參考表3-5

S：燈具間距，以公尺為單位

W：道路路寬，以公尺為單位

平均照度（Average Illumination）之檢核

計算公式

$$E = \frac{F \times N \times U}{S \times W \times D}$$

F：平均照度，單位為流明每平方公尺。

F：光源全光束，單位為流明。

N：燈具排列係數，單側排列為N=1，雙側排列為N=2。

U：燈具照明率，由W/H而定，約在0.2—0.4之間。

S：燈具間隔，單位公尺。

W：道路寬度，單位公尺。

D：減少補償率 $D=1.5-1.7$ 視養護程度而定。

H：燈柱有效高度，單位公尺。

根據計算所得之平均照度與表 3-1、3-2 及 3-3 所列標準相比較，符合者，即完成平均照度設計。

表 3-1 市區平均道路照度（單位：勒克斯(Lux)）

道路分類		條件	商業區		住宅區	
			瀝青路面	水泥混凝土路面	瀝青路面	水泥混凝土路面
市區	幹道		30	20	15	10
	輔助幹道		22.5	15	10.5	7
	其他道路		15	10	7.5	5
郊區	幹道		30	20	15	10
	輔助幹道		15	10	7.5	5
	其他道路		15	10	7.5	5

表 3-2 巷道平均照度（單位：勒克斯(Lux)）

區域分類	商業區	住宅區
照度	6	4

人行道之照度原則上參考表 3-3 之規定，然實際設計仍須視當地情形而定。

表 3-3 人行平均道照度（單位：勒克斯(Lux)）

道路分類 \ 條件	道路分類	要維持之最低平均照度 基準
與道路接鄰之人行道	商業區	10
	住商混合區	6
	住宅區	2
不與道路接鄰之人行道	公園道路	5
	隧道	43（參考用）
	斑馬線（交叉口）	3
	梯道	6

B. 明暗均勻度之檢核

根據計算所得之平均照度與所參考使用燈具之等照度（配光）曲線圖其按燈具設置位置所得之最高、低照度，求其比值，與表 3-4 所列標準相比較，符合者，即完成明暗均勻度檢核。

表 3-4 明暗均勻度

道路分類	最低照度 / 平均照度
幹道	大於 1 : 3
其它道路	大於 1 : 4

C. 電腦軟體照度模擬

燈具係商業化成型品，各廠商所製造生產之配件均有些許差異，故等照度（配光）曲線圖均有所差異，又平均照度及明暗均勻度之檢核須按燈具及配設方式反覆驗證，因此亦可按製造商之電腦軟體，模擬其平均照度及明暗均勻度作為驗證之參考。

表 3-5 維護係數

交通量 (台/日)	市區道路	郊區道路
15,000 以上	0.6	0.65
7,000~15,000	0.65	0.7
7,000 以下	0.7	0.75

第四章 道路工程照明設計實際運用與成果

在工程實際運用上，各方面效益如下

照度均勻化：以LED路燈取代傳統水銀路燈使得地面照度均勻化，將間接照明的景觀設計手法用在道路照明上，使地面照度分佈由原照度約15LUX且分佈不均，改善後照度可達35LUX且分佈均勻；燈箱模組化。

共桿路燈設施為獨立模組，更便於爾後維護作業之拆卸及重組，節省維護成本及方便管理。

用電節省化：使用太陽能集熱系統點亮交通標誌，降低用電費用，達到省能的目地。

工期縮短化：將路燈、路街牌、交通號誌燈、警示牌、行人計時號誌燈等共桿化一次施工，以達到縮短工期。

科技化：將冷光片及LED燈省電設備結合應用在交通警示、限速標誌以增加科技感。

立桿減量化：將號誌、標誌、路燈共桿化，以達到立桿減量美化道路景觀目標。

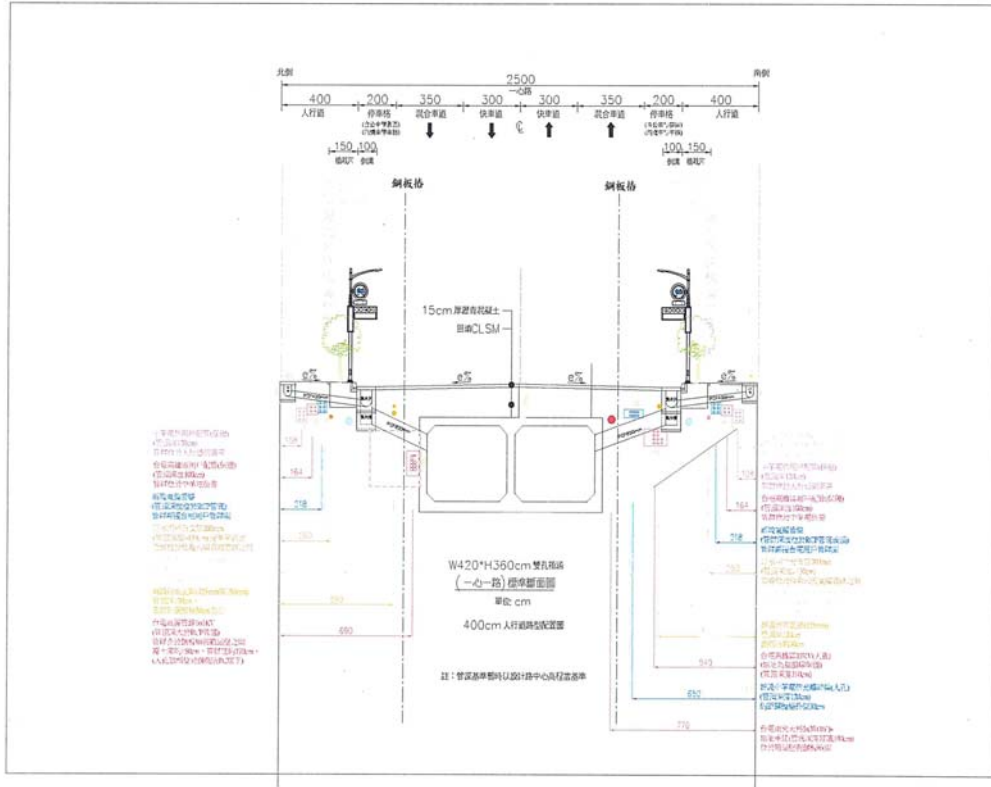
另外，以近期實務運用案件為例，高雄市在八一氣爆事件災後重建工程中，為使災後重建工作可以迅速步上軌道，工程預算能妥善運用，並考量市民爾後在用路方面之舒適性及整體景觀上的觀感，除了符合現有道路設計

相關法規，並在路燈燈具的選用上進行分析評估，首先不考慮對環境衝擊較大且耗電的水銀燈，並將LED燈具與高壓鈉燈具之運用情形進行分析對照如下(以一心路重建工程為例)：

一心路重建工程分析表-和平路至光華路口				
項目	路燈形式	位置及設計數量	工程設置及維護概算數	適用現有道路設計法規
一	採用LED路燈燈具	主燈LED150W共計34組	含燈罩附件工資初裝： 約16,000元/盞 預估電費：95元/盞-月 維修成本： 3年需更換變壓器4,000元 5年需更換LED燈泡組(整組更換) 5年維修成本總計約14,000元/盞	CNS15233及 CNS15015
二	採用傳統鈉光燈具	附掛人行道高壓鈉氣150W共計31組	含燈罩附件工資初裝： 約16,000元/盞 預估電費：280元/盞-月 維修成本： 2年需更換燈泡2,000元/盞 3年需更換安定器2,000元/盞 5年維修成本總計約6,000元/盞	CNS15233及 CNS15015

一心路重建工程分析表-和平路至凱旋三路				
項目	路燈形式	位置及設計數量	工程設置及維護概算數	適用現有道路設計法規
一	採用LED路燈燈具	共桿路燈計30盞	含燈罩附件工資初裝： 約16,000元/盞 預估電費：95元/盞-月 維修成本： 3年需更換變壓器4,000元 5年需更換LED燈泡組(整組更換) 5年維修成本總計約14,000元/盞	1. 內政部營建署市區道路照明規範。 2. CNS15233發光二極體道路照明燈具。
二	採用傳統鈉光燈具	採用250W共計24盞。	含燈罩附件工資初裝： 約16,000元/盞 預估電費：280元/盞-月 維修成本： 2年需更換燈泡2,000元/盞 3年需更換安定器2,000元/盞 5年維修成本總計約6,000元/盞	內政部營建署市區道路及附屬工程設計規範(98.04)。
總結	<p>(1) 採用LED燈具較節省電費，傳統高壓鈉燈維修成本較低。</p> <p>(2) 以5年維修成本計算，節省電費約可抵消維修成本差距。</p> <p>(3) 依景觀考量LED燈具設計感佳，依亮度總成本考量，LED燈具較適合10米以下街道巷弄。</p>			

道路配置示意簡圖



共桿燈型設計原圖

號誌共桿路燈(雙面)



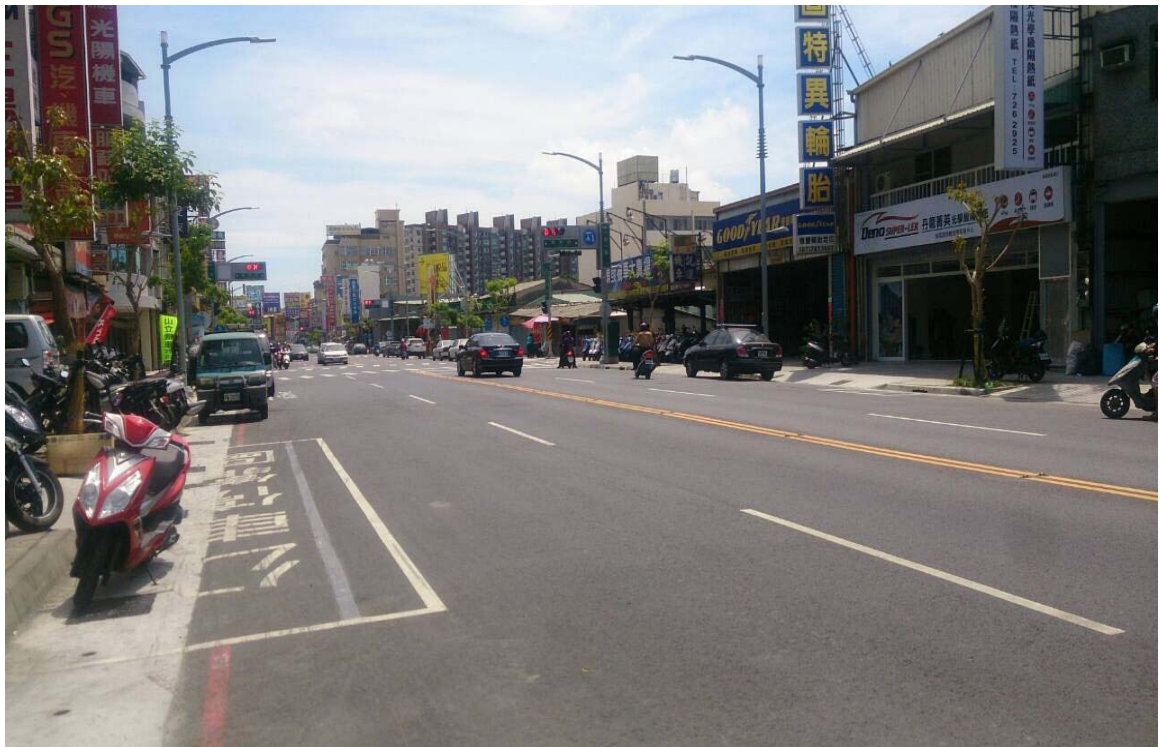
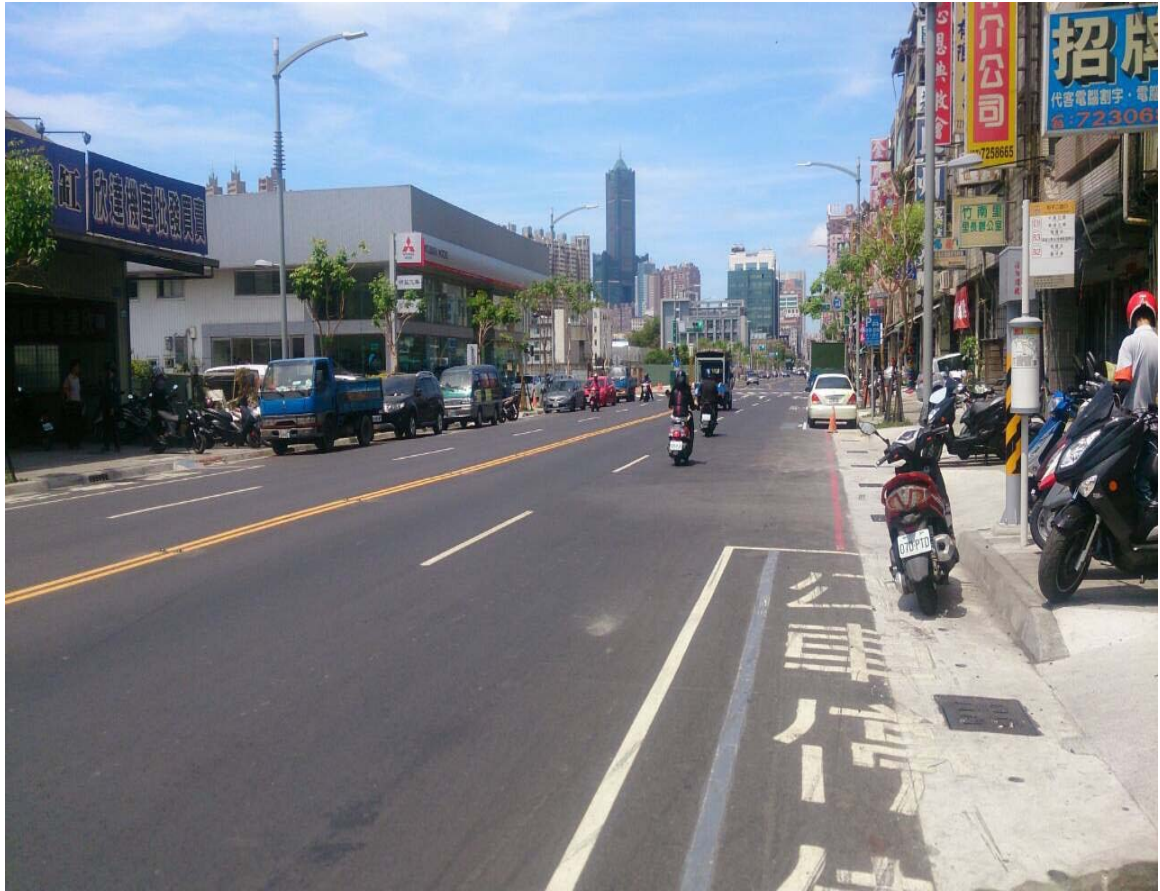
G-TYPE 號誌共桿路燈示意圖

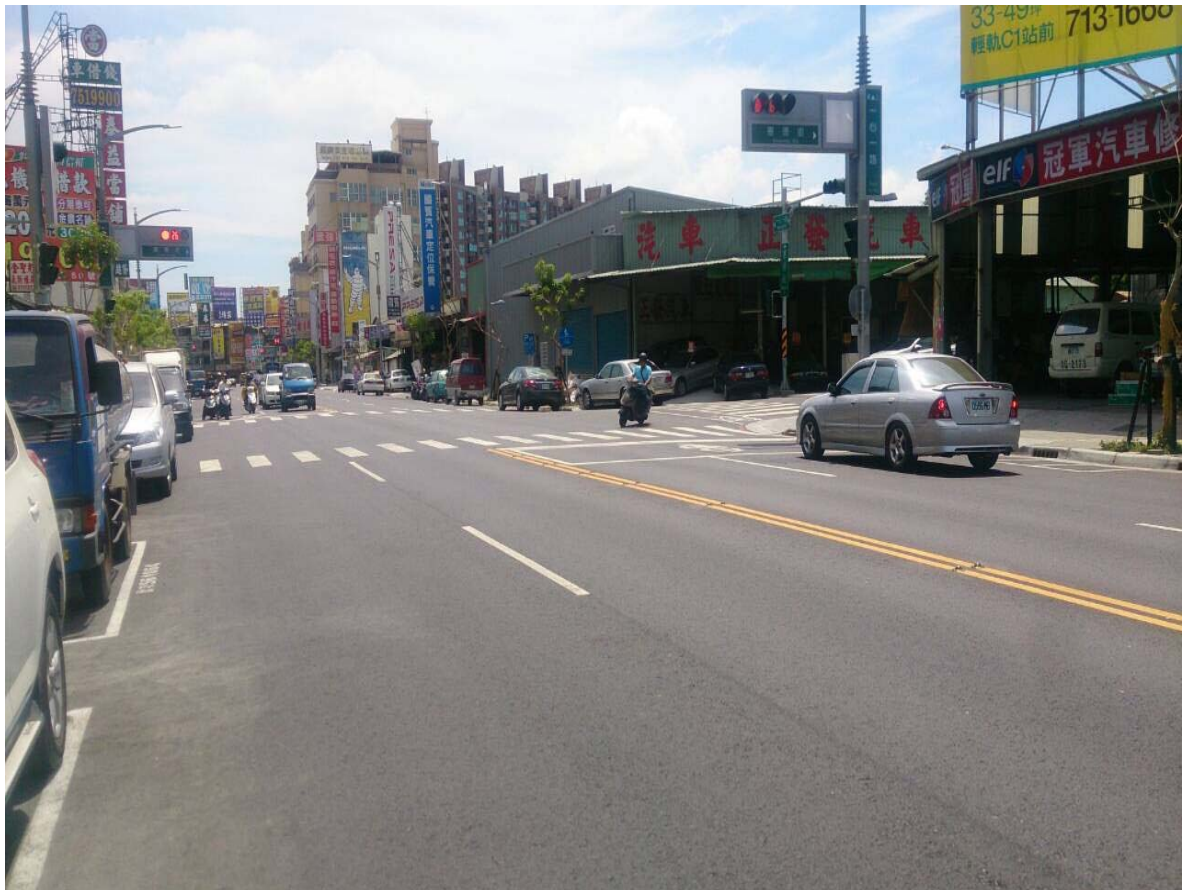
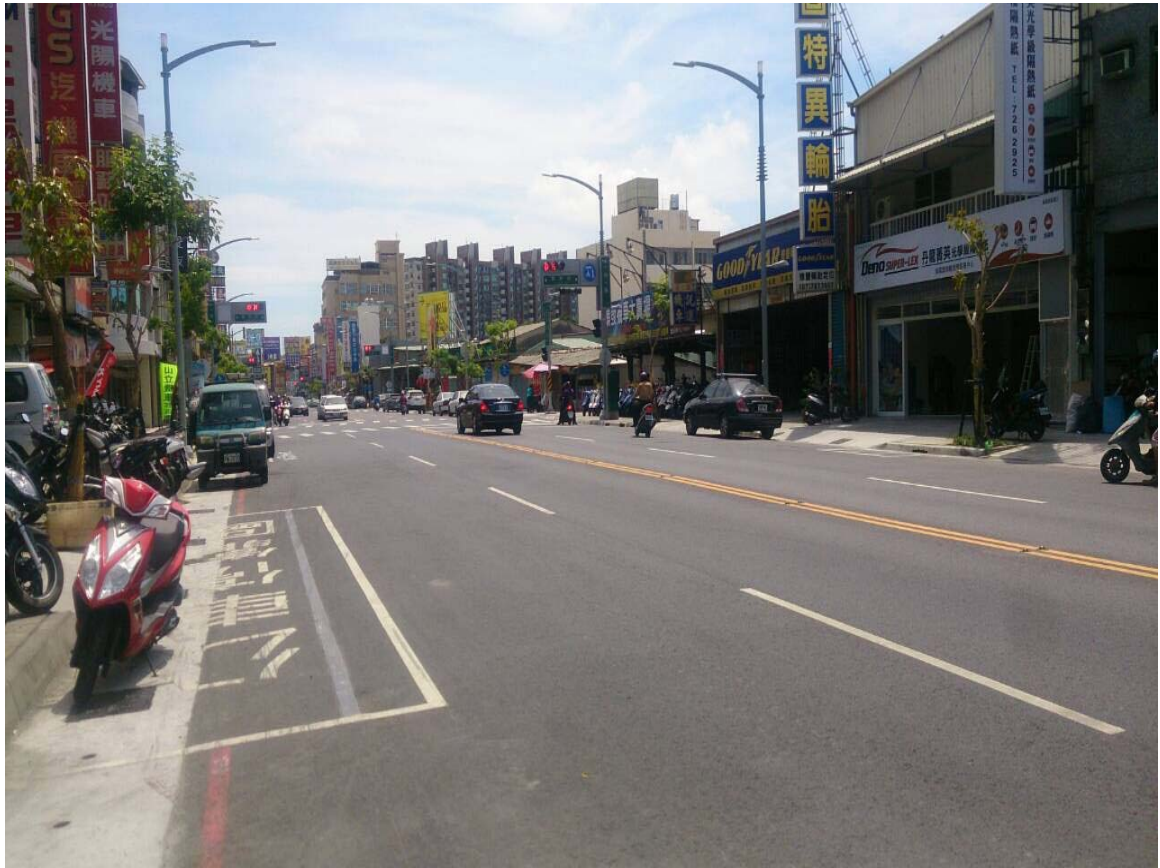
N.T.S.

註:1.單位: mm±10%,惟不得影響結構安全

2.柱桿管徑尺寸僅供估價參考, 承商應於結構計算書內註明尺寸、厚度、焊接工法並經結構技師確認簽證, 無安全之顧慮始得安裝。經計算後基於安全考量如有增加材料做補強時, 承商不得據以要求甲方加價。

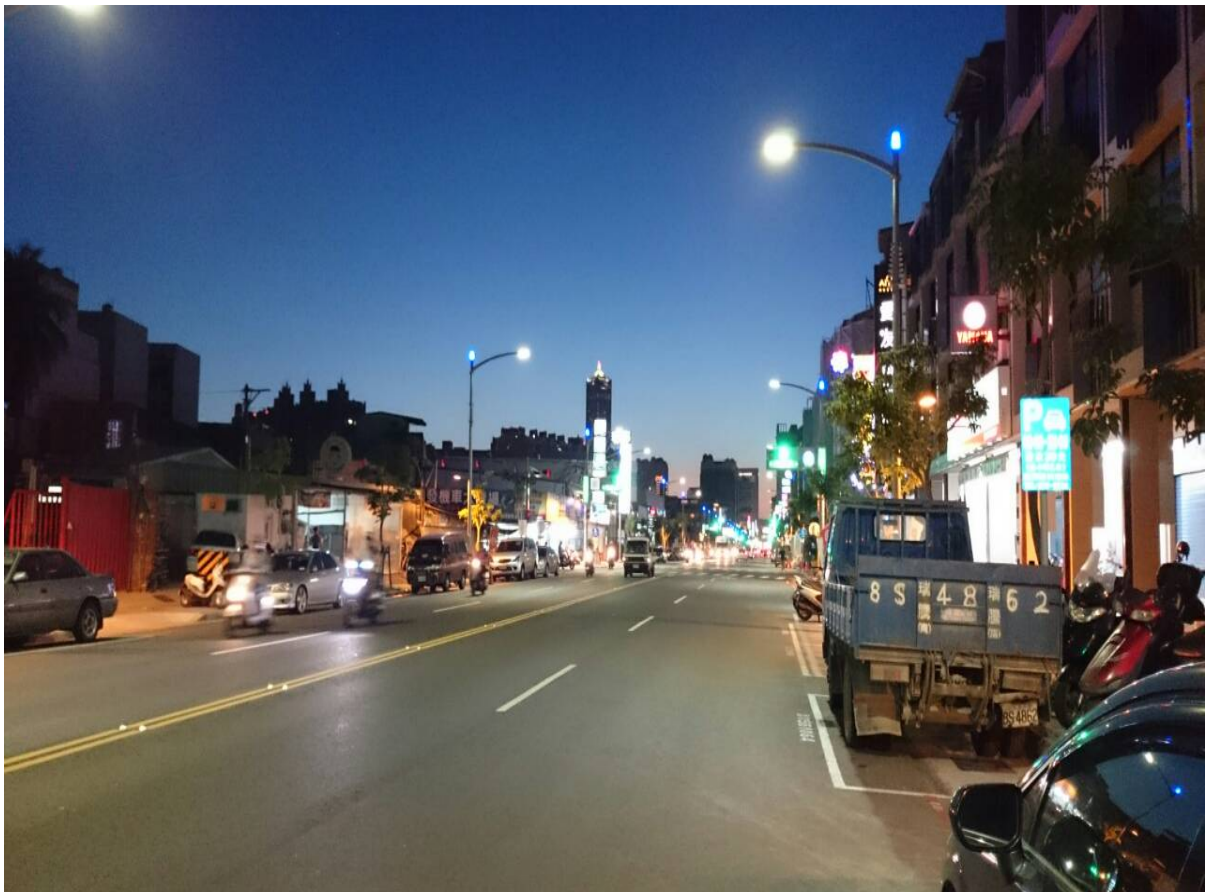
道路完工後現場日間照片





道路完工後現場夜間照片







第五章 結論

LED路燈推廣，在經濟效益方面每年可節省電費支出；環保效益方面每年可減少CO₂之排放量；節能效益方面每年可降低用電度量；社會效益方面能有效紓解夏季尖峰用電、提升緊急用電備載容量，並改善夜間照明，增加市民夜行安全，間接降低犯罪率發生；產業效益方面則是成功扶植LED相關產業成長茁壯、增加產業競爭力、創造就業機會及培育LED相關技術研究人才等成效。

面對低碳經濟時代來臨，能源產業技術發展不但攸關人類未來共同的福祉，更直接牽動國家經濟發展的命脈，各公共政策無不大力推動節能減碳政策，綠能產業發展成為最受矚目的產業之一，值得政府扶植與民間業者擴大推廣，例如經濟部能源局推動「高效率道路照明燈具示範計畫」、「三城萬盞計畫」等計畫先後汰換各縣市境內水銀路燈，預估2018年底前可望汰換台灣過半數水銀路燈，一舉帶動逾新台幣64億元的LED產值。

隨著未來技術提升，LED路燈之發光效率不斷提高，節能成效更為顯著，LED路燈若能結合智慧型控制系統，僅在車流量尖峰時段調亮照度，在深夜車流量小時即降低照度，亦可節省不少路燈用電量。國外如美國加州聖荷西市於2009年即有這樣的節能案例，國內目前則有金門的LED路燈示範案應用智慧控制系統，預計亦將會有不錯的節能效果。

台灣是世界最早推出LED路燈標準的國家，在相關單位共同努力之下，標準檢驗局已完成49項LED相關國家標準制訂，相關單位亦繼續積極進行照明標準制定工作，

以建構產業發展環境，確保 LED 產品品質，建立使用者信心。除了生產業者本身需嚴格把關，使用單位也必須定期做抽測檢驗，以確保 LED 路燈高品質、節能、長壽命的特點。而地方政府路燈管理單位經過一段時間的使用心得或調查報告，提出 LED 路燈的推動必須注意的事項包括：模組化、規格化、價格平民化，這也是未來 LED 道路照明產品要廣泛應用的關鍵。

目前台灣 LED 產業面對大陸與韓國的威脅，因應之道在於廠商需提供高性價比(CP 值)產品，並提高 LED 照明產品品質與穩定度；同時應在技術研發上更加積極努力，提供更具彈性與多樣化高品質的 LED 照明產品與其競爭。另外，LED 產業上中下游的整合與資訊交換相當重要，對於產品設計、消費者需求與技術進展應有透明有效率的合作機制，並鼓勵 LED 產業與照明廠異業結盟。在政府綠能產業旭升方案的規畫下，運用「技術突圍」、「關鍵投資」、「環境塑造」、「出口轉進」及「內需擴大」等五大總體驅動力來協助廠商發展 LED 照明技術；亦積極與中國大陸進行搭橋計畫，協助兩岸廠商進行垂直整合與戰略合作，鞏固我國 LED 產業的出口。

參考文獻及資料

1. 經濟部能源局，2010，2010年能源產業技術白皮書
2. 經濟部能源局，2015，全臺設置LED 路燈技術規範
3. 經濟部能源局，LED照明節能應用技術手冊
4. 經濟部，1986，路燈設計規定
5. 交通部，1980，「交通工程手冊」-第七章道路照明
6. 內政部營建署，2002，市區道路工程規劃及設計規範之研究
-第十九章 市區道路照明設計
7. 內政部營建署，2009，市區道路及附屬工程設計規範
8. 財團法人台灣綠色生產力基金會，2012，照明節能應用技術
手冊
9. 李春旺&曾瑜珊，2012，白熾燈與LED 燈泡節能差異性之研
究
10. 陳政君，節能照明設備之趨勢
11. 高雄市政府，高雄市共桿路燈簡介，取自
<http://pwbgis.kcg.gov.tw/pole/analysis.htm>