

106 年撰研統計分析
高壓鈉燈納入本府水銀路燈落日計畫
之節能效益分析

撰寫單位：高雄市政府工務局養護工程處

撰 寫 人：林冠甫

目錄

一、前言	p.2
二、現況分析	p.3
三、節能效益分析	p.8
四、結論與建議	p.13
五、參考資料或文獻	p.14

一、前言

高雄市政府積極辦理行政院推動「水銀路燈落日計畫」，爭取經濟部能源局經費並獲補助 4 億元，可汰換約 2 萬 7 千餘盞水銀路燈及 1 萬 2 千餘盞高壓鈉燈為較節能省電的 LED 路燈，汰換完成後，本次除省下電量約 4600 萬度耗電量及預計節省電費達 6 千餘萬元，進以減輕市庫負擔，且達到節能減碳的效果，每年也可減少 2 萬 5,000 公噸的 CO2 碳排放量，盡予建立永續低碳的環保環境責任。

LED 燈發光效率、壽命、演色性等較優的條件下，最主要的發光效率即同樣亮度下，耗電量較低約為水銀燈的 3 至 4 倍，達到節能減碳，節省電費等效益。另 LED 燈具廠商提供 5 至 6 年保固，可節省全市每年路燈維護費用約 1900 餘萬元，亦大幅減少市府開支，然換裝後將可提升照明度，對夜間用路人行車安全及治安有顯著效益。

本次 LED 路燈汰換水銀路燈(含鈉燈)後，許多照明不足的地方都得到改善，民眾反應良好，除了高照明及可節能省電費的特性外，LED 獨特簡約外型也使街景更具特色，而道路照明度也大為改善，高雄市民將可看到煥然一新的 LED 路燈明亮美景，並更精進的邁向節能城市。

二、現況分析

(一)本計畫執行方式

本計畫由養工處自行設計，委外監造。採準用最有利標決標案辦理評選，評選 2 監造單位。該 2 監造案分命名「104 年度鳳山、大寮等 18 區經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程監造服務案」及「104 年度楠梓、燕巢等 17 區經濟部能源局工程監造服務案」。

工程採購方式則依據經濟部能源局「水銀燈落日計畫作業要點」第 5 點第 2 款第 2 目須採用最有利標辦理評選。因須將 53,975 盞 LED 路燈汰換水銀路燈及相關老舊設備，工程浩繁，如欲於規定期限內完工結案，經計算須採 4 工程同時執行，當可順利完成。

本計畫 4 工程案「104 年度鳳山區等 9 區經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案」：區域為本市鳳山、六龜、甲仙、杉林、美濃、岡山、田寮、鼓山及內門等 9 處行政區、「104 年度大寮區等 9 區經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案」：區域為本市大寮、林園、大樹、大社、旗山、茄萣、旗山、左營及仁武等 9 處行政區、「104 年度楠梓區等 9 區經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案」：區域為本市楠梓、三民、苓雅、新興、前金、小港、前鎮、鹽埕及旗津等 9 處行政區及「104 年度燕巢區等 8 區經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案」：區域為本市燕巢、永安、阿蓮、路竹、湖內、橋頭、梓官、及彌陀及等 8 處行政區，以 LED 路燈汰換水銀路燈、漏電斷路器及其他零件等。

(二)修正後統計

本市轄區內因受 104 年受杜鵑、蘇迪勒、蓮花等颱風豪雨風災侵襲，經緊急搶修且水銀路燈故障率高，部分水銀燈已經被汰換為高壓鈉氣燈，經現地實際安裝發現水銀路燈數量遞減，然經本處多方蒐集資料，報請能源局同意將部分高壓鈉燈更換為 LED 燈，經行政院核准將本市轄內高壓鈉燈納入「水銀路燈落日計畫」併予執行，修正數量為 40,520 盞，概估總經費為 401,154,000 元

各標廠商工程費及監造費修正費用如下：

水銀路燈落日計畫各標案工程費修正前後對照表

	承包廠商	原申請 數量 (盞)	原申請 工程費 (元)	原工管費 (元)	修正後 申請數量 (盞)	修正後 申請工程費 (元)	修正後 工管費 (元)
「104 年度經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案(鳳山區等行政區)」	佰鴻工業股份有限公司	14,034	135,470,249	2,504,702	10,685	98,303,635	2,124,555
「104 年度經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案(大寮區等行政區)」	億光電子工業股份有限公司	13,549	133,168,469	2,481,685	10,517	96,767,565	2,101,513
「104 年度經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案(楠梓區等行政區)」	光寶科技股份有限公司	13,415	131,337,862	2,463,379	10,823	98,930,105	2,133,952
「104 年度經濟部能源局補助水銀路燈落日計畫工程案(燕巢區等行政區)」	台達電子工業股份有限公司	12,721	124,021,107	2,390,211	9,374	86,941,310	1,954,120
合計		53,719	523,997,687	9,839,977	41,399	380,942,615	8,314,140

水銀路燈落日計畫各標案監造費修正前後對照表

	監造	原申請 監造費(元)	折扣後費用 (折扣率：71%)	修正後 監造費(元)	折扣後費用 (折扣率：71%)
104 年度區經濟部能源局補助 水銀路燈落日計畫工程監造服 務案(鳳山區、大寮區等行政區)	連昇工程技術顧問 有限公司	8,018,659	5,693,248	6,061,899	4,303,948
104 年度經濟部能源局補助水 銀路燈落日計畫工程監造服務 案(楠梓區、燕巢區等行政區)	漢威電機技師事務 所	7,662,209	5,440,168	5,816,571	4,129,765
合計		15,680,868	11,133,416	11,878,470	8,433,713

各標廠商含高壓鈉燈換裝盞數總表如下:

廠商	行政區	汰換 LED 燈數量(水銀燈部分)				汰換 LED 燈數量(鈉氣燈部分)				汰換 LED 燈數量(總計)			
		低瓦	高瓦	小計	合計	低瓦	高瓦	小計	合計	低瓦	高瓦	小計	合計
佰鴻	杉林區	100	368	468	9,290	0	0	0	1,076	100	368	468	10,366
	鳳山區	470	4,640	5,110		0	0	0		470	4,640	5,110	
	田寮區	22	225	247		0	0	0		22	225	247	
	美濃區	2	649	651		0	0	0		2	649	651	
	甲仙區	1	52	53		0	26	26		1	78	79	
	鼓山區	258	195	453		2	709	711		260	904	1,164	
	岡山區	447	825	1,272		290	49	339		737	874	1,611	
	六龜區	57	625	682		0	0	0		57	625	682	
	內門區	47	307	354		0	0	0		47	307	354	
億光	大寮區	783	1,668	2,451	8,030	0	0	0	2,087	783	1,668	2,451	10,117
	林園區	114	1,156	1,270		0	0	0		114	1,156	1,270	
	旗山區	282	828	1,110		0	0	0		282	828	1,110	
	茄苳區	81	17	98		0	0	0		81	17	98	
	左營區	239	82	321		0	0	0		239	82	321	
	大樹區	328	435	763		0	0	0		328	435	763	
	大社區	10	92	102		0	0	0		10	92	102	
	鳥松區	38	931	969		51	879	930		89	1,810	1,899	
仁武區	26	920	946	515	642	1,157	541	1,562	2,103				
光寶	前鎮區	83	300	383	4,088	0	500	500	5,860	83	800	883	9,948
	旗津區	12	22	34		49	350	399		61	372	433	
	小港區	124	731	855		0	1,841	1,841		124	2,572	2,696	
	阿蓮區	520	232	752		0	0	0		520	232	752	
	苓雅區	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	鹽埕區	1	4	5		0	0	0		1	4	5	
	前金區	0	1	1		0	0	0		0	1	1	
	湖內區	244	387	631		1,489	233	1,722		1,733	620	2,353	
楠梓區	187	1,240	1,427	52	1,346	1,398	239	2,586	2,825				
台達	橋頭區	405	123	528	6,536	240	764	1,004	3,553	645	887	1,532	10,089
	梓官區	294	69	363		0	87	87		294	156	450	
	彌陀區	13	207	220		200	400	600		213	607	820	
	新興區	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
	路竹區	259	18	277		0	0	0		259	18	277	
	永安區	63	43	106		200	470	670		263	513	776	
	三民區	1,698	1,633	3,331		224	348	572		1,922	1,981	3,903	
	燕巢區	1,003	708	1,711		100	520	620		1,103	1,228	2,331	
合計	8,211	19,733	27,944	27,944	3,412	9,164	12,576	12,576	11,623	28,897	40,520	40,520	

三、節能效益分析

有關水銀燈及鈉燈換裝 LED 燈效益分析，區分幾個方向探討：節能效益、節省排碳量及預計經濟效益及每年減少維護成本及社會效益等。

(一) 節能效益

水銀路燈及鈉氣燈計算公式：

$$\text{耗電量} = \text{額定功率} * 1.15 (\text{含安定器}) * \text{盞數} * 12 \text{小時} * 365 \text{天} / 1000 \text{瓦小時} \\ = \text{耗電量(度)}$$

LED 計算公式：

$$\text{耗電量} = \text{複功率} \left[\frac{\text{額定功率}}{0.9 (\text{功因})} \right] * \text{盞數} * 12 \text{小時} * 365 \text{天} / 1000 \\ \text{瓦小時} = \text{耗電量(度)}$$

計算如下：

水銀路燈(W)	LED 路燈(W)	替換數量(盞)	水銀路燈	LED 路燈	節電量(度/年)
			耗電量(度/年)	耗電量(度/年)	
200	70	11,623	11,709,010	3,959,569	7,749,442
400	140	28,897	58,221,676	19,688,489	38,533,186
合計		40,520	69,930,686	23,648,058	46,282,628

節能效益：每年可節省 46,282,628 度電量。

(二) 節省排碳量分析

水銀路燈及鈉氣燈計算公式：

排碳量：耗電量*0.528kg(104年電力排放係數)/1000

=二氧化碳排放量(噸)

LED 計算公式：

排碳量：耗電量*0.528kg(104年電力排放係數)/1000

=二氧化碳排放量(噸)

計算如下：

水銀路 燈(W)	LED 路 燈(W)	替換數量 (盞)	水銀路燈	LED 路燈	節碳量 (噸/年)
			排碳量(噸/年)	排碳量(噸/年)	
200	70	11,623	6,182	2,091	4,091
400	140	28,897	30,741	10,396	20,345
合計		40,520	36,923	12,486	24,436

減少排碳量：每年可減少 24,436 噸排碳量。

(三) 經濟效益分析(每年節省多少電費)

水銀路燈及鈉燈計算公式:

$$\text{電費} = 90.01 \text{ 元} + (72.61 \text{ 元} * \text{包燈級距} \lceil \text{額定功率} / 100 \rceil) * \text{包燈五折} * \text{盞數} * 12 \text{ 個月} = \text{每年電費(元)}$$

LED 計算公式:

$$\text{電費} = \text{複功率} \lceil \text{額定功率} / 0.9(\text{功因}) \rceil * 0.69 * \text{包燈 5 折} * \text{盞數} * 12 \text{ 個月} = \text{每年電費(元)}$$

計算如下:

水銀路燈(W)	LED 路燈(W)	替換數量(盞)	水銀路燈	LED 路燈	節電量(元/年)
			電費(元/年)	電費(元/年)	
200	70	11,623	16,404,470	3,742,606	12,661,864
400	140	28,897	65,963,182	18,609,668	47,353,514
合計		40,520	82,367,652	22,352,274	60,015,378

經濟效益:每年可節省電費 60,015,378 元

(四) 維護成本分析

1. 路燈每日點燈 12 小時，每年為 4380 小時。

LED 路燈超出水銀路燈壽命： $(25,000-8,000) \div 4380 = 3.88$ (年/組)。

2. 水銀路燈及鈉燈超出 LED 路燈修繕費(元/年/組):

LED 路燈超出水銀路燈(年) × 水銀路燈修繕費(元/年/組) ÷ LED 使用年限(年)。

3. 總盞數節省費(元/年)=水銀路燈超出 LED 路燈修繕費 × 總盞數。

計算如下:

水銀路燈(W)	LED 路燈(W)	替換數量(盞)	水銀路燈		LED 路燈		超出壽命(年)	節省修繕費(元/年/組)	總節省修繕費(元/年)
			壽命(小時)	修繕費(元/組)	壽命(小時)	修繕費(元/組)			
200	70	11,623	8,000	1,250	25,000	5,000	3.88	465	5,407,272
400	140	28,897	8,000	1,350	25,000	9,500	3.88	502	14,518,992
合計		40,520							19,926,264

維護成本效益：LED 路燈壽命至少較水銀路燈長 3.88 年，爰 40,520

盞 LED 路燈汰換水銀路燈後，該期間預估每年節省總修繕費 19,926,264

元。與每年節省 60,015,378 元，保固期間節省費用共計 455,667,358 元，

保固期間該費用較執行本計畫案總費用 401,154,000 元，節省 54,513,358

元。

(五) 本市路燈電費支用情形

經比較 104、105 年及 106 年 1-4 月路燈電費數據顯示，105 年與 104 年度電費逐月比對已呈現每月都下降的現象，累計整年度已減少 60,350,652 元。

另 106 年 2 月電費為 56,015,734 元，105 年 2 月電費為 62,256,251 元，電費減少 6,240,517 元。106 年 4 月電費為 53,885,588 元，105 年 4 月電費為 59,345,482 元，電費減少 5,459,894 元。由以上數據顯示，106 年與 105 年度電費逐月比對亦呈現每月減少的趨勢，可見汰換 LED 燈後確有節電效果，也呈現出本案執行所反映出的實質效益。

104-106 年電費統計

電費	104 年	105 年	與上年度 增(減)數	106 年	與上年度 增(減)數
1 月	6,256,679	5,640,526	-616,153	5,840,378	199,852
2 月	69,635,940	62,256,251	-7,379,689	56,015,734	-6,240,517
3 月	6,281,647	5,363,924	-917,723	5,278,457	-85,467
4 月	66,350,325	59,345,482	-7,004,843	53,885,588	-5,459,894
5 月	5,877,722	5,053,888	-823,834		
6 月	63,570,027	54,390,366	-9,179,661		
7 月	5,924,023	5,069,193	-854,830		
8 月	68,383,353	56,617,481	-11,765,872		
9 月	6,315,903	5,390,744	-925,159		
10 月	63,920,980	56,350,617	-7,570,363		
11 月	5,944,792	4,537,449	-1,407,343		
12 月	70,009,135	58,103,953	-11,905,182		
合計	438,470,526	378,119,874	-60,350,652	121,020,157	-11,586,026

四、結論與建議

高雄市配合經濟部能源局落實節能減碳政策，推動水銀路燈落日計畫，規劃以節能 LED 路燈全面汰換水銀路燈，促進節能產品普及及應用，活絡綠能產業發展，將高瓦特低效率水銀路燈汰換為低瓦特高效率 LED 路燈，亦適時將老舊線路及開關設備一併更新，使路燈功能更加穩定，對夜間用路人行車安全及治安有顯著效益。除了高照明及可節能省電費的特性外，LED 獨特簡約外型也使街景更具特色，而道路照明度也大為改善，高雄市民將可看到煥然一新的 LED 路燈明亮美景，並更精進的邁向節能城市。

高雄市累計共設置 107,374 盞 LED 路燈，共累計每年可節省電量 94,781,477 度、減少排碳量 50,045 噸、節省維修費 51,247,297 元及減少電費 136,078,635 元。惟本市估計路燈總數約為 26 萬盞，其中 LED 路燈已設置約 11 萬盞，尚有約 15 萬盞高壓納氣路燈，其餘日光燈、複金屬燈等佔極少數。如全數汰換為 LED 路燈，每年電費可望下修約為 1 億 2 千萬元，約為 105 年度電費三分之一。

為達上述目標，尚需有以下積極作為：(1)爭取中央補助執行汰換高壓鈉氣燈，(2)逐年提列預算汰換高壓鈉氣燈，(3)以 ESCO 節能方式逐年汰換高壓鈉氣路燈，(4)要求其他局處辦理路燈增設採用 LED 路燈。另外於節省電費方面，尚有以下積極作為：(1)設定住商型簡易時間電價方式，(2)推動本市路燈編號工作。

五、參考資料或文獻

- (一)水銀路燈落日計畫作業要點。
- (二)全臺設置 LED 路燈技術規範。
- (三)高雄市政府水銀路燈落日計畫書。