

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

最佳(鄉土)教材獎

091006

綠與黑-從高雄市行人號誌換裝之評估談起

學校名稱：高雄市立中正高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 鄭堯軒	蘇明福
職二 杜金佳	陳文旺
職二 劉晉源	
職二 許珮琳	

關鍵詞：小綠人、單晶片、節能安全



綠 與 黑

—從高雄市行人號誌換裝之評估談起

摘要

本研究就全台現有的行人號誌「小綠人」作討論，適逢高雄市針對節能減碳、都市美觀作換裝測試「小黑人」，身為高雄市民且為學生的我們亦將此設計加入研究範圍，希望找出最佳方式。

經收集資料及訪問交通局後，在舊有的「綠」、換裝測試的「黑」與新提出的「單體式小綠人」三者，就五方面作探討：

- 一、 交通安全方面：經市場調查及資料顯示，「小綠人」與「小黑人」各有缺失。
- 二、 設施成本方面：「小黑人」就材料成本與經濟狀況考慮，並無設置急迫性。
- 三、 節能減碳方面：「單體式小綠人」較「小黑人」節能減少 11%、較「小綠人」，節能減少 34%。
- 四、 環境保護方面：兩組燈面減為一組燈面後，回收廢棄物減少 50%。
- 五、 都市美化方面：減少燈面提升都市景觀。



壹、 研究動機

近幾年來，科技進步、經濟發展造成能源危機與環境污染，因此節能減碳為未來一大課程。走在台灣各個路口，看著交通路口之紅綠燈與行人號誌，心想交通號誌二十四小時運作，耗能產生的二氧化碳會是十分驚人，因此想做省能研究。

並且對於空間美觀上，因號誌燈繁多對於設置與美學是否能兼顧？而且當故障回收，對於廢棄物之處理可否因事先之妥當設計而減量減碳？

不久發現高雄市原本的行人交通號誌—會走路的「小綠人」，最近卻變成了站衛兵的「小黑人」，為配合節能減碳的政策，高雄市政府交通局開全台先趨，於全市五處重要路口試辦裝置「單體行人號誌—小黑人」，也就是利用 LED 燈可顯示不同顏色之特性，將所有功能整合至一燈面。另外針對提升城市景觀、降低環境污染也有其思考。

但是改裝一具「小黑人」需要一萬三千元左右，每具可省電「小綠人」23%的電力，原來小綠人一具耗電 0.037 度，以此推算，一個月省 6 度電；因號誌電費為包燈制，一個月一個路口才省下六十八元的電費。

雖然還有取消綠燈倒數安全性益處，但民眾接受度、認知度？還是有另外更佳的方式？除了兼具省能又安全的設計？



貳、 研究目的

- 一、 就目前全台使用之兩體式行人號誌—「小綠人」之運作方式作了解。
- 二、 分析高雄市改良單體式行人號誌—「小黑人」之特性與實際效益。
- 三、 在既有的條件下經實證，提出兼顧「綠與黑」之優點—行人號誌「單體式小綠人」，達到節能省電及安全的目標。
- 四、 希望能夠提供未來的參考，並給交通部在做行人交通號誌燈換裝測試建議。



參、 研究設備器材

一、 設備：表(1)

設備名稱	數量
個人電腦(含網路卡)	2(台)
數位儲存示波器	1(台)
直流電源供應器	1(台)
KC ISP 線上燒錄器	1(台)
三用電表	1(台)
烙鐵、烙鐵架、吸錫器	各 1(支)
尖嘴鉗、斜口鉗、剝線鉗	各 1(支)

二、 器材：表(2)

名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
黃色 LED 排成雙八日字顯示	5v	70(個)	共陽極 8x8 雙色點陣 LED	5v	4(個)
共陽極雙八日字顯示	5v	1(個)	電容	10U /16V	1(個)
IC	ULN2003A	2(個)	電容	22P	2(個)
IC	CD4511	2(個)	電阻	220 歐姆	16(個)
IC	CD4514	2(個)	電阻	4.7K	1(個)
IC	ULN2803A	4(個)	電阻	75 歐姆	14(個)
IC	82C55A	1(個)	按鈕 SW		4(個)
LED 紅色	5v	2(個)	NPN 電晶體	UTC8050	16(個)
LED 綠色	5v	2(個)	洞洞板		2(個)
LED 黃色	5v	2(個)	電源變壓器	DC+9V ~ +15V /1~2A	1(個)
40PIN IC 座	5v	2(個)	單晶片	AT89C51 or 52	1(個)

肆、 文獻探討及相關理論

文獻探討

自從有人類以來交通的事情就存在，而進入工商業社會，交通繁忙對於管制人員與車輛為重要事項，尤其身為弱勢的行人安全，紅綠燈交通號誌因應而生，而在科技進步之下，行人紅綠燈交通號誌亦有著兼具功能及美觀又省電的不同演變，其熟知的如下：

一、 多變的綠人

(一) 世界各地的行人號誌

東德在1961 年推出了交通行人號誌—小綠人，為了降低日益頻繁發生的車禍，便創造出頭戴一頂帽子的可愛行人號誌：紅色、立正的小人代表「停止」，綠色、大步走的小人代表「可前行」。以下為 9 個國家的現有行人號誌燈：



(圖 1) 多變的綠人

(二) 台灣早期小綠人

右圖為 90 年代初期小綠人，礙於當時科技只能製造黃光鎢絲燈泡，還未發展出 LED 燈，得借住紅、綠玻璃營造出紅燈、綠燈的效果。



(圖 2) 早期行人號誌

(三) 台灣現行小綠人

1998 年，台北市政府參考世界部分城市做法，擬本有單純紅綠立姿的該兩變化的小綠人標誌加裝計時功能。主要功能在提高行人觀視號誌的接受度。該號誌最主要變革是在維持世界通用的「紅停綠行」的小綠人行人標誌外，加入了通知「轉換紅燈」的讀秒倒數計時燈面與人形走動的動畫畫面。



(圖 3) 現今行人號誌

二、 多功能行人號誌

(一) 台北市有聲號誌

新式有聲號誌系統，除了會發出「定位音」引導視障朋友觸壓按鈕以啓動有聲號誌外，特別的是，視障朋友還可利用隨身感應器自動啓動有聲號誌，當然就無須觸壓啓動按鈕。



(圖 4) 視障輔助性行人號誌



(二) 台灣自行車小綠人

台灣交通號誌「小綠人」獨步全球，順應節能減碳的趨勢，現在全球瘋自行車，小綠人也趕上流行騎起自行車，專門用來規範自行車專用道。

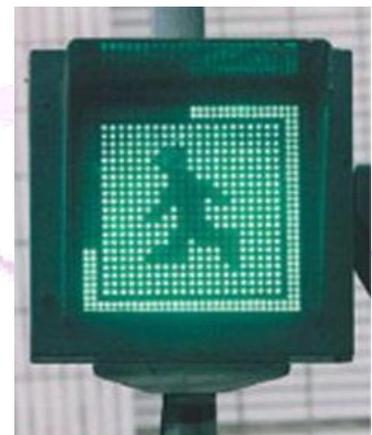


(圖 5) 自行車小綠人

三、 未來改良式行人號誌

(一) 高雄市測試小黑人

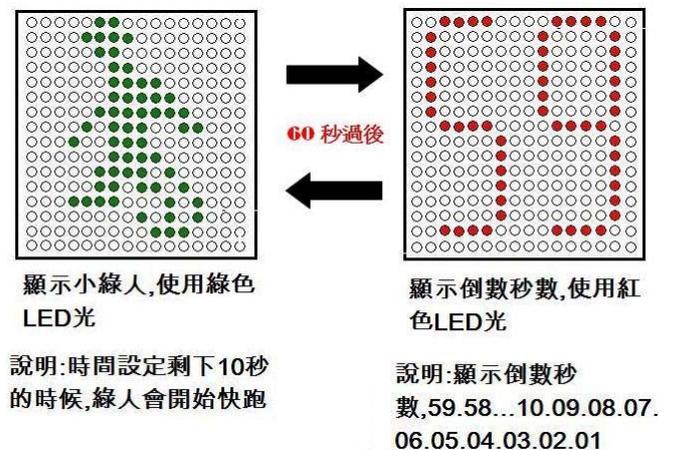
小黑人獲德國紐倫堡世界發明展銀牌獎，基於鼓勵創新及城市景觀改造及節能減碳之目的，燈面上採用小黑人圖示，加大顯示面積，提高行人安全，燈面外圍採用類比時鐘倒數模式。



(圖 6) 單體式行人號誌

(二) 單體式小綠人

右圖為我們依照交通安全、環境保護以及節能減碳，設計出新式的單體式小綠人。

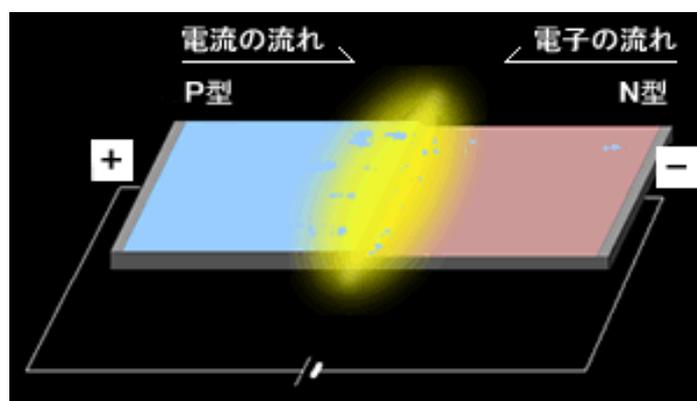


(圖 7) 單體式小綠人

相關理論

LED 原理 (註 13)

LED 原理-發光二極體(Light Emitting Diode, LED)在 1950 年代末於實驗室發展出來，1968 年開始商業化量產，早期只有單調的暗紅色電子產品指示燈，1992 年突破藍光 LED 技術障礙後，逐漸衍生出多重色彩，亮度也大幅提高，並以顯示器等各種封裝型態深入生活中各個層面。



(圖 8) LED 順向偏壓下，電子接合程中發光。

LED 是利用電能直接轉化為光能的原理，在半導體內正負極 2 個端子施加電壓，當電流通過，使電子與電洞相結合時，剩餘能量便以光的形式釋放，依其使用的材料的不同，其能階高低使光子能量產生不同波長的光，人眼所能接受到各種顏色的光，其波長介 400-780nm。

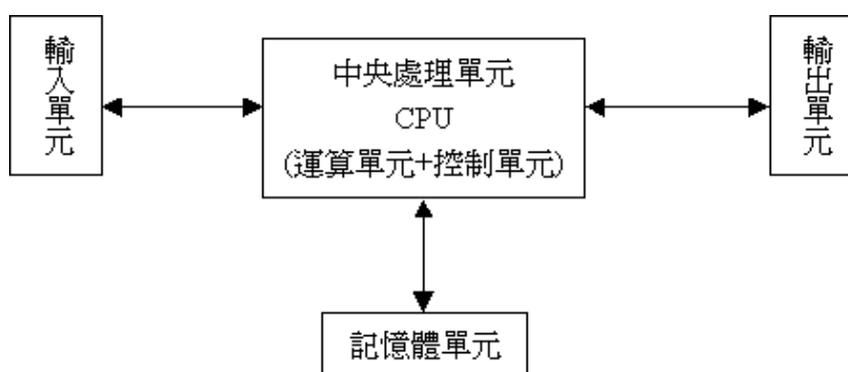
LED 較傳統光源的照明優勢

- 一、 有許多小型且不同尺寸可供設計選擇。
- 二、 低的功率損失。
- 三、 亮度衰減較緩慢。
- 四、 極長的使用壽命，約 5 萬至 10 萬小時。
- 五、 低耗電量。

單晶片的探討 (註14)

一、 何謂單晶片?

(一) 單晶片就是將微電腦的結構，安置於同一個晶片而成的微電腦。而何謂電腦的結構，指的就是輸入單元、輸出單元、記憶單元、控制單元以及算數邏輯單元等五大部分如下圖所示。然後將此五部分以積體電路的方式整合在一起，就是所謂的單晶片。



(圖9) 單晶片五項單元

(二) 單晶片微電腦硬體結構：可分成五大單元，功能簡介如下：

- 1.算數邏輯單元(ALU)：負責計算比較和判斷等運算。
- 2.記憶單元(MEM)：儲存程式資料或運算的結果，分成ROM與RAM。
- 3.輸入單元(I/O)：負責將各種形式的輸入資料或程式，傳到電腦內部的CPU或記憶體。
- 4.輸出單元(O/P)：負責輸出電腦運算的結果。
- 5.控制單元(Control Unit)：由記憶體中提取指令，解碼並產生控制信號指揮電腦工作。

二、 8051單晶片的特性

- (一) 專為控制使用所設計的8位元單晶片。
- (二) 具有位元邏輯運算能力。
- (三) 具有128位元的RAM，以及4K位元的ROM。
- (四) 具有4個8位元I/O埠。

伍、 研究過程

一、 收集資料與討論

- (一) 蒐集大專院校與研究機構、報章網路有關『行人號誌缺失及其改良』之相關報導與研究，並參考有關 LED 之特性及單晶片控制器技術。針對缺失改良及電路控制設計做相關探討，充實理論基礎。
- (二) 約集有興趣之同學，並與老師討論之後，分工合作研訂程序步驟進行此研究。
- (三) 先以 E-mail 方式連絡高雄市政府交通局。在取得答覆後，約集老師與同學前往高雄市交通局-第四科，以面談方式作深入了解小黑人的架構、實際情形及其相關資訊。



(圖 10) 訪談紀錄



(圖 11) 了解小黑人相關資訊

二、 問卷調查：

我們透過問卷調查的方式，去了解行人號誌對於用路人的認知及使用安全情形，及高雄市民眾對於單體式行人號誌的看法，並解說我們的構想、聽取民眾的意見，加以運用及思考，並且綜合交通局所提供的民眾使用度調查。

分別針對：

- (一) 交通安全方面
- (二) 行人使用接受度情形

作實地調查如下，了解實際情形作有關設計實驗依據。



問卷調查(A)



問卷調查(B)



(圖 12) 問卷調查

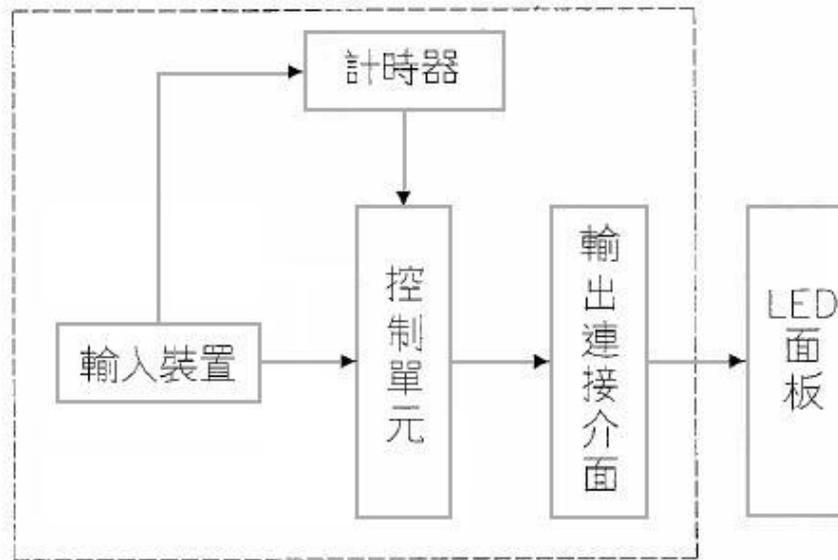


三、 設計模擬「行人號誌模組」實驗

依照控制需求、以及線路圖完成「行人號誌模組」。

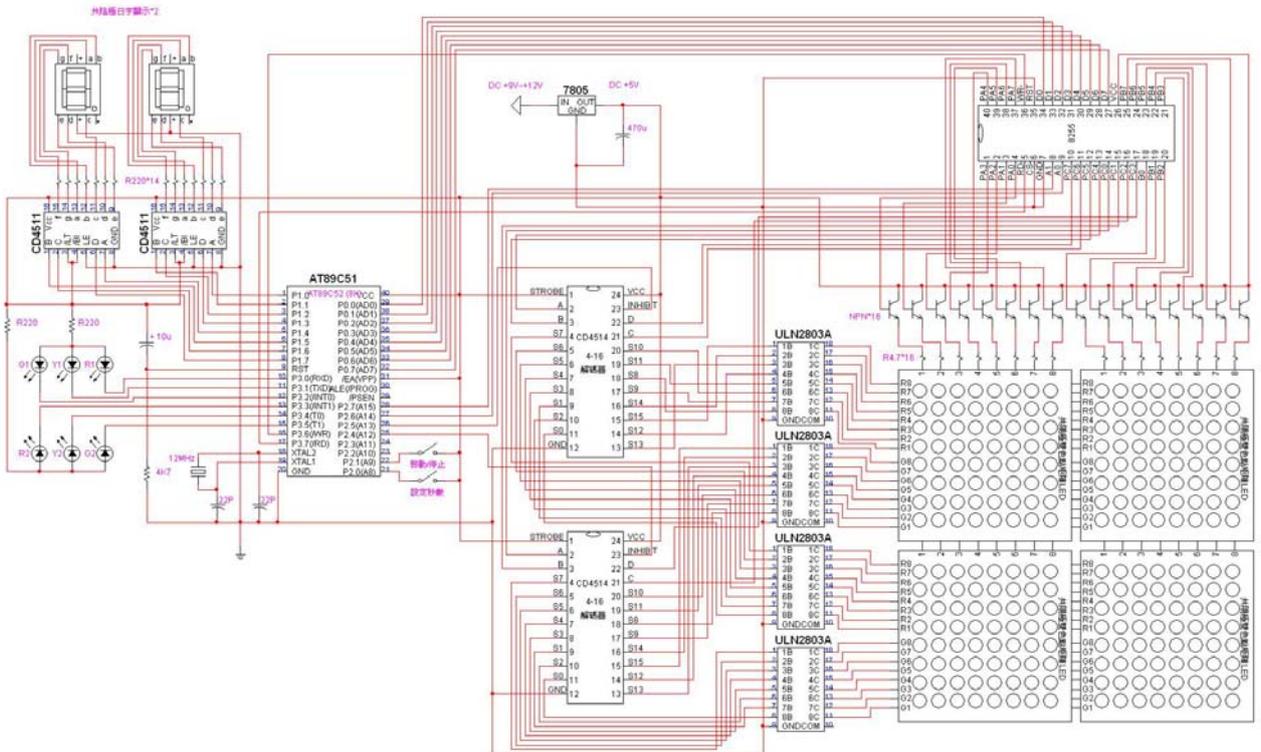
(一) 硬體方面：

1. 依照控制需求



(圖 13) 控制需求

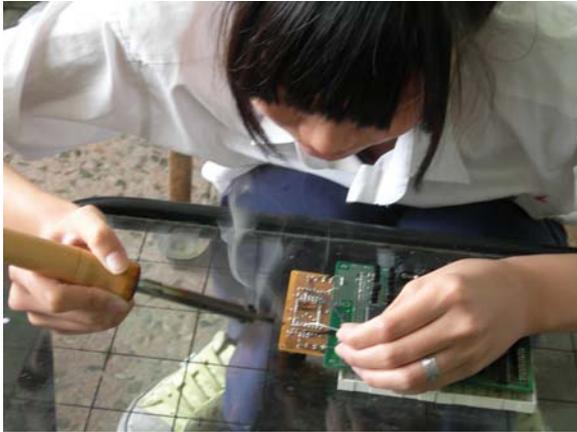
2. 架構線路



(圖 14) 架構線路圖

四、 測試控制程式電路並完成安裝：

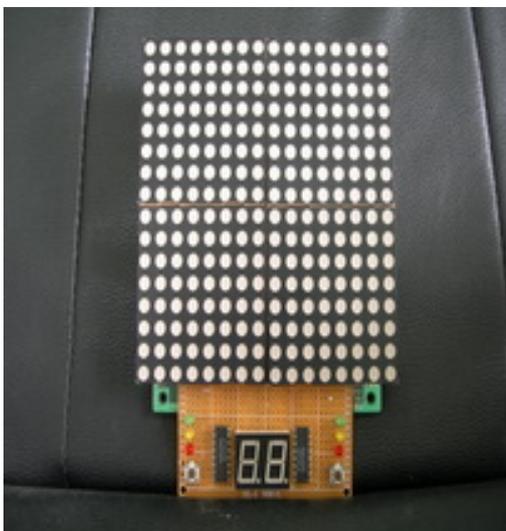
完成硬體架構及軟體撰寫(圖 15~18)，圖如下：



(圖 15) 焊接零件



(圖 16) 撰寫程式



(圖 17) 實體正面圖



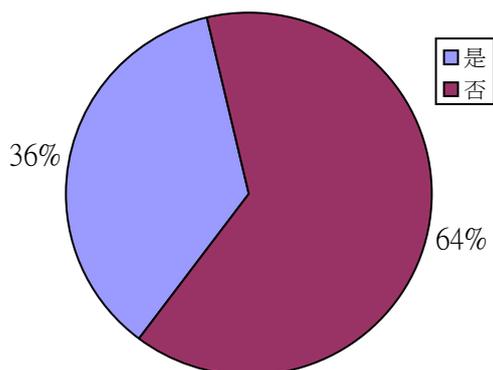
(圖 18) 實體反面圖

陸、研究結果

一、市場調查

就設計問卷別針對交通安全方面及行人使用接受度情形結果如下：

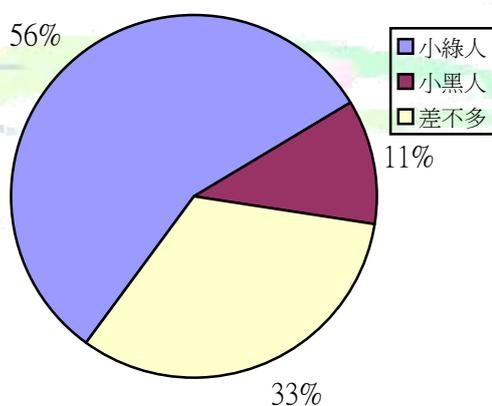
(一) 高雄市政府近期有更換部份路口的行人交通號誌，您知道這項政策嗎？



政府雖有發布新聞公告，但是大多數的民眾仍不知這項政策，藉此項民眾解說，使民眾並給於意見。

結果統計：36%知道
64%不知道

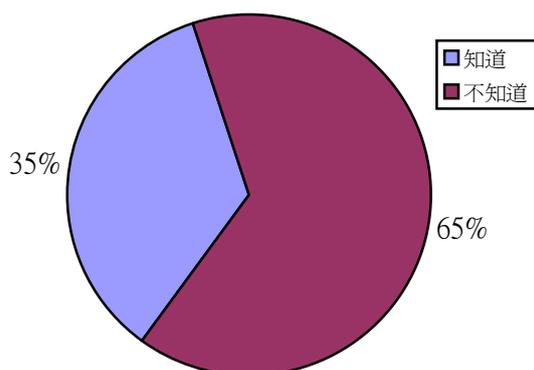
(二) 你覺得小綠人和小黑人何者看起來一目了然？



普遍民眾認為，小綠人較為清楚，理由在於有數字的顯示、小綠人會走動會閃爍。而就小黑人方面，民眾提出，小黑人看起來不會動，似乎沒有再倒數秒數。

結果統計：56%小綠人
11%小黑人
33%差不多

(三) 你知道小黑人有讀秒系統嗎？



多數人都不易察覺，何況是在雨天，或者其他不易觀察的情況下，造成無法辨識，行人危險性增高。小黑人方面，是屬於高空間頻率訊息，導致易識性極差。民眾不容易辨識外圍倒數，易造成危險。

結果統計：35%知道
65%不知道

問卷調查給了不少可觀的數據，也點出了民眾對於這項政策的觀點和想法，問卷的結果顯現，小綠人對於民眾而言還是有一定的需要性。

在高雄市交通局提供給我們的問卷統計中，民眾對於單體行人號誌更改倒數方式是沒有幫助的，民眾主要是認為完全不顯示剩餘秒數才可扼止行人強行穿越馬路，另外則是行人還是會算準時間就穿越馬路及會穿越的就是會穿越，跟號誌燈沒關係。

綜合以上的結果，無顯示倒數計時，可降低行人強行穿越馬路的行為，以確保行人與車輛的安全。並將這項論點應用到單體式小綠人上。

二、 效能實驗紀錄計算

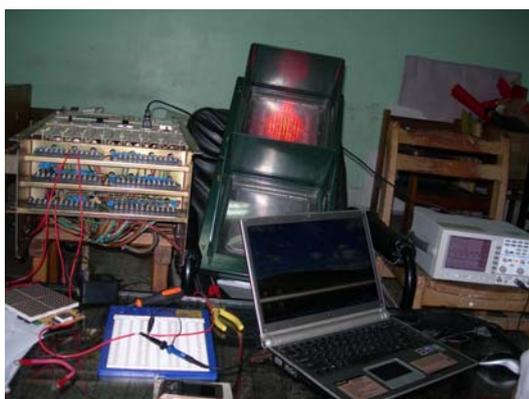
分別就「小綠人」、「小黑人」、與「單體式綠人」，就耗能方面做實驗比較：



測量小綠人(A)



測量小綠人(B)



圖(19) 測量小綠人

(一) 操作電壓為 110 V

(二) 電流計算如下表(3)：

(三) 動作電流：依照周期性紅綠顯示變化，分別紀錄不同之電流情形如下表：



小綠人平均乘以 50%	
綠 燈	$(4.92 + 8.39 + 9.11 + 5.79 + 7.22 + 9.14 + 9.52 + 5.55 + 7.22 + 9.14 + 9.52 + 5.55 + 7.96 + 9.13 + 7.25 + 6.78 + 8.16 + 5.25) / 18 * 50\% = 3.5684211 \text{ mA}$
紅 燈	$(4.66 + 3.86 + 4.39 + 4.95 + 5.36 + 5.43 + 5.79 + 5.57 + 6.2 + 5.86 + 5.49 + 4.93 + 5.8 + 5.33 + 5.65 + 5.46 + 5.42 + 5.66) / 18 * 50\% = 5.0426316 \text{ mA}$

小黑人平均乘以 50%	
綠 燈	$(4.01 + 4.96 + 4.21 + 4.12 + 5.14 + 4.01 + 3.91 + 3.76 + 4.81 + 4.01 + 4.21 + 4.12 + 4.01 + 4.96 + 3.91 + 3.76 + 4.81 + 5.81) / 18 * 50\% = 2.073684$
紅 燈	$(16.85 + 16.15 + 15.45 + 14.75 + 14.15 + 15.35 + 12.66 + 11.97 + 11.24 + 10.52 + 9.84 + 9.11 + 8.44 + 7.71 + 7.01 + 6.38 + 5.68 + 4.93) / 18 * 50\% = 10.32579 \text{ mA}$

單體式小綠人平均乘以 50%	
綠 燈	$(2.7 + 3.5 + 2.9 + 2.9 + 3.85 + 2.75 + 2.65 + 2.55 + 3.35 + 2.75 + 2.9 + 2.9 + 2.75 + 3.5 + 2.65 + 2.5 + 3.4 + 4.25) / 18 * 50\% = 1.440789$
紅 燈	$(14.4 + 9.36 + 10.08 + 11.18 + 10.62 + 11.18 + 11.18 + 8.1 + 13.68 + 9.09 + 10.35 + 5.31 + 6.12 + 7.83 + 6.57 + 7.83 + 7.83 + 14.05) / 18 * 50\% = 9.234737 \text{ mA}$

(表 3)電流計算



三種行人號誌「綠燈倒數」變化情形 如下表(4)

1.小綠人

變化週期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	4.92	8.39	9.11	5.79	7.22	9.14	9.52	5.55	7.22
變化週期	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	9.14	9.52	5.55	7.96	9.13	7.25	6.78	8.16	5.25	

單位：mA

2.小黑人

變化週期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	4.01	4.96	4.21	4.12	5.41	4.01	3.91	3.76	4.81
變化週期	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	4.01	4.21	4.12	4.01	4.96	3.91	3.76	4.81	5.81	

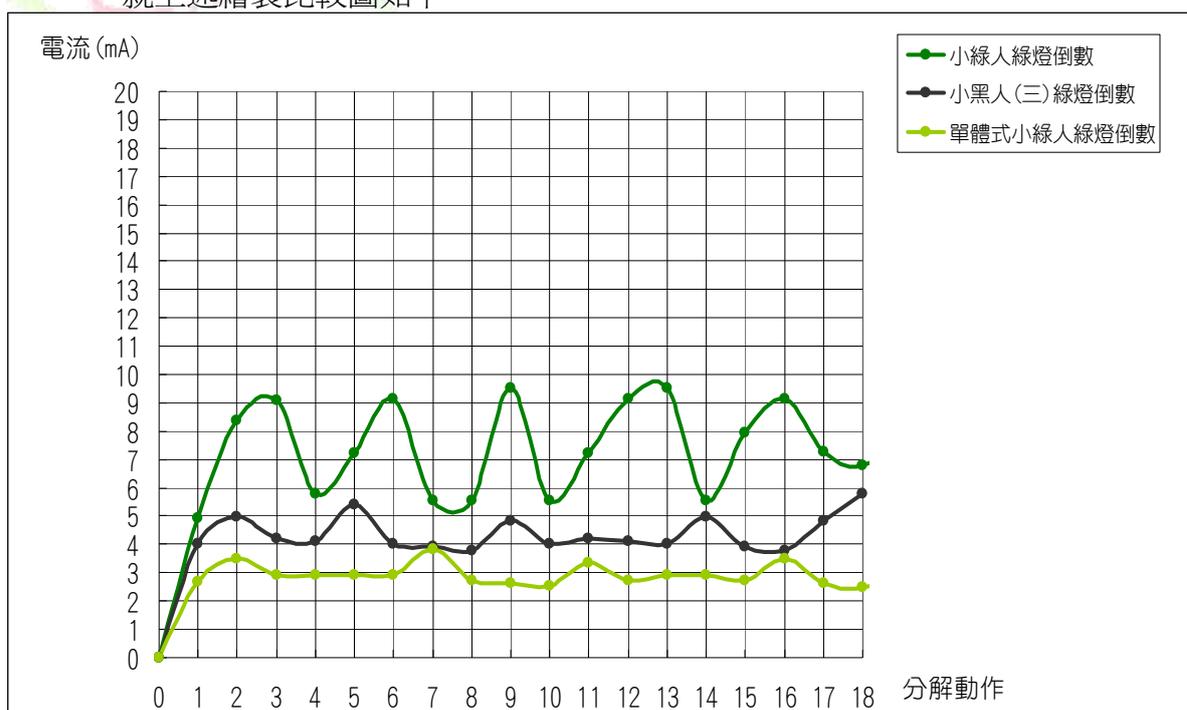
單位：mA

3.單體式小綠人

變化週期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	2.7	3.5	2.9	2.9	3.85	2.75	2.65	2.55	3.35
變化週期	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	2.75	2.9	2.9	2.75	3.5	2.65	2.5	3.4	4.25	

單位：mA

就上述繪製比較圖如下：



由上圖可知小綠人耗電量較高，因為它有兩個顯示面，且上面加了數字倒數。



三種行人號誌「紅燈倒數」變化情形 如下表(5)

1.小綠人

變化週期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	4.66	3.86	4.39	4.95	5.36	5.43	5.79	5.57	6.2
變化週期	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		5.86	5.49	4.93	5.8	5.33	5.65	5.46	5.42	5.66

單位：mA

2.小黑人

變化週期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	4.66	3.76	4.94	5.41	5.38	5.42	5.78	5.51	6.21
變化週期	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		5.48	6.12	5.97	6.22	5.98	4.54	6.38	5.68	4.93

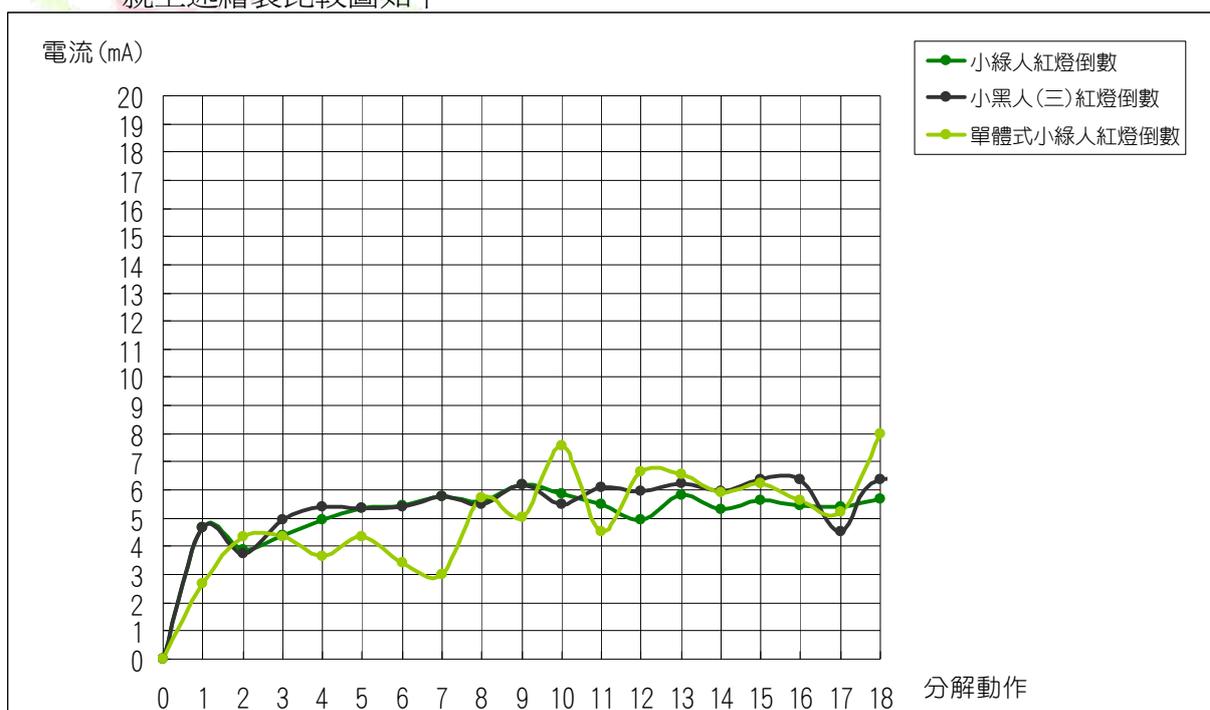
單位：mA

3.單體式小綠人

變化週期	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	2.67	4.35	4.35	3.65	4.35	3.4	2.99	5.75	5.05
變化週期	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		7.56	4.51	6.65	6.57	5.92	6.23	5.63	5.23	7.97

單位：mA

就上述繪製比較圖如下：



上圖可知三者耗電量差不多，差別單體式小綠人使用數字倒數，增加路口安全。



	兩體行人號誌 (小綠人)	單體行人號誌 (小黑人)	單體行人號誌 (單體式小綠人)
電流值	6.089737 mA	4.662368 mA	4.019401 mA
電度數/月	26.79484241 度	20.5144211 度	17.6853624 度
度/月 (一路口八具)	291.53 元	223.20 元	192.42 元

電流值

小綠人： $3.5684211 + 5.0426316 = 6.089737 \text{ mA}$

小黑人： $2.073684 + 10.32579 = 4.662368 \text{ mA}$

單體小綠人： $1.440789 + 9.234737 = 4.019401 \text{ mA}$

月電度數

小綠人： $0.66987105 * 30 * 24 / 18 = 26.79484241 \text{ 度}$

小黑人： $0.51286053 * 30 * 24 / 18 = 20.5144211 \text{ 度}$

單體小綠人： $0.44213604 * 30 * 24 / 18 = 17.6853624 \text{ 度}$

月花費

小綠人： $26.79484241 * 1.36 * 8 = 291.527882 \text{ 元} \cdots \cdots (1)$

小黑人： $20.5144211 * 1.36 * 8 = 223.196901 \text{ 元} \cdots \cdots (2)$

單體小綠人： $17.6853624 * 1.36 * 8 = 192.416745 \text{ 元} \cdots (3)$

電費相差

(1) - (2) = 68.33098 元

(2) - (3) = 30.78016 元

(1) - (3) = 99.11114 元

結果顯示

小黑人比小綠人省電 23%

單體小綠人比小黑人省電 11%

三、 三種小黑人之比較

(一) 綠底黑人模式

右圖為高雄市政府交通局試辦的第一種「單體式行人號誌」。因為是綠底，所以使用的 LED 燈較多。黑人部份採以無亮燈表示。



(圖 20) 綠底黑人

(二) 黑底綠人模式

右圖為試辦期間更改，原因在於大部分民眾提出「綠底黑人」單體式行人號誌，版面變動部分過少，很難清楚分辨行人號誌燈運走的情形，擔心造成行人的安危。所以改成這種「黑底綠人」。大大降低用燈亮，讓版面比先前容易辨識。



(圖 21) 黑底綠人

(二) 黑底綠人動畫模式

右圖為試辦期間更改，前兩種模式有別於一般的「兩體式行人號誌」，都沒有動畫。主要原因在於，民眾已習慣先前的行人號誌燈，有數字倒數及動畫的呈現。已經有相當的依賴性。此為目前正試辦的「單體式行人號誌」，暫無更改。



(圖 22) 黑底綠人動畫



四、 小綠人與小黑人之三者比較：

LED 燈名稱 比較	兩體行人號誌 (小綠人)	單體行人號誌 (小黑人)	單體行人號誌 (單體式小綠人)
顯示燈面	2 個	1 個	1 個
燈面的畫面	會行走、跑動	站立不動	會行走、跑動
秒數倒數模式	數位倒數計時	類比時鐘倒數計時	綠燈→刪除數字倒數 紅燈→將舊有顯示的小紅人替換成紅色數字倒數
裝置費	約 30,000 元/1 盞	約 13,000 元/1 盞	預估 10,000 元/1 盞
電度數/1 盞	0.037 度/時	0.028 度/時	0.024 度/時
優點	1、綠燈-小綠人顯示開始行走的 LED 圖示並有倒數計時提醒剩餘秒數 2、小綠人直接顯示秒數，會動會跑，即使大路口，行人遠遠就能看清楚 3、民眾接受度高	1、多年後號誌燈無法使用後，所產生之垃圾量也較現行之行人號誌減少一半 2、加大紅/綠燈之顯示面積 3、有色盲輔助功能 4、比小綠人較省電 5、美化都市景觀	1、新的顯示方式： 綠燈→避免行人強行穿越路口 紅燈→告知等待時間 2、比小黑人省電 11% 比小綠人省電 34% 3、動態範圍大於靜態範圍，屬於低空間頻率訊息，易識性極佳
缺點	1、裝置費高 2、耗電	1、屬於高空間頻率訊息，導致易識性極差 2、類比時鐘倒數設計，行人不易辨識	

(表 7)三者間之比較



柒、 討論

Q：就行人號誌對交通安全而言，除了問卷之外尚有其它依據？

A：另有以「空間頻率」做比較分析，發現改良式單體小綠人與兩體式小綠人其「低空間頻率」閃爍頻率高，提示及警示性高，安全性也較佳。而小黑人則為「高空間頻率」閃爍頻率低，提示及警示性低，安全性較差。

Q：是否要考慮到未來的經濟因素而去做汰換交通號誌的想法？

A：現今這波經濟衰退期尚未度過，現在提出這項政策沒有其必要性，未來的物價波動無法預料，不能確保在這十年當中，不會有通貨膨脹的危機。

Q：未來的經濟因素？

A：至於全球景氣何時復甦？經濟學者分析，目前看來，美國及中國大陸經濟較有機會在 2009 年復甦，他預估，美國經濟可望在 2009 年下半年止跌回升，中國下半年經濟表現也會比上半年好，經濟成長率有機會回到 8%。而在美國及大陸經濟率先復甦之下，台灣還是有些機會，可望逐季好轉，根據花旗銀行的預測，2009 年第一季台灣經濟成長預測值為 -8.3%、第二季-5.2%、第三季為-2.5%，第四季將轉為正成長 3.6。真正還是要等到 2011 年才會恢復正常水準。

Q：小綠人和小黑人的成本差異？

A：小綠人在架構上雖然較耗能及有綠燈倒數安全性的缺失，但架構已久，發現若改裝成小黑人除了浪費成本外亦有其他缺失，應採用本研究單體式小綠人作考量。

Q：關於倒數計時之設計？

A：在台灣與日本現行皆使用倒數計時之「輔助號誌燈」。但輔助號誌燈會增加設備成本及維修成本，因此歐美國家與交通規範嚴苛著稱的澳洲政府均不採用。

Q：綠燈倒數與紅燈倒數的差異。

A：數據顯示綠燈倒數計時會造成用路人會搶快的現象，但使用紅燈倒數計時可減緩用路人在等待的焦慮情緒，以降低事故的發生率。



捌、 結論

經過這段時間的蒐集資料以設計「單體式小綠人行人號誌」，在由問卷調查及實驗測試就數據及資料顯示，發現可在下列五方面得到結論：

- 一、 交通安全方面：經市場調查及資料顯示，「小綠人」之交通安全性與「小黑人」各有缺失，「單體式小綠人」則可兼具優點。
- 二、 設施成本方面：「小黑人」與「單體式小綠人」設施相同，惟就材料成本，與經濟狀況考慮，並無設置急迫性，需求可暫緩。
- 三、 節能減碳方面：在改變程式設計，結構設置下，「單體式小綠人」較「小黑人」節能減少 11%、較「小綠人」，節能減少 34%。
- 四、 環境保護方面：兩組燈面減為一組燈面後，回收的廢棄物減少 50%。並可降低排放的二氧化碳量。
- 五、 都市美化方面：在減少燈面使得都市交通號誌化繁為簡，提升都市景觀。

綜合上述，我們的論點獲得高雄市政府的重視，並朝向可以提供給交通部作為行人交通號誌換裝建議。



玖、 參考文獻與相關資料

1. 郭庭吉(2004)。8051單晶片微電腦專題製作。台北：台科大圖書出版。
2. 許孟超，翁任輝(2004)。8051單晶片原理與實務。台北：新文京圖書出版。
3. 黃嘉輝(2008)。8051單晶片原理與應用。台北：台科大圖書出版。
4. 蔡朝洋(2004)。單晶片微電腦8051/8951 原理與應用。台北：全華科技圖書出版。
5. 朱永昌(2007)。8051 單晶片微電腦原理與專題製作(上)。台北：台科大圖書出版。
6. 吳一農編著，8051 單晶片實務與應用，台科大圖書股份有限公司。
7. 鄧錦城 編著, 8051 單晶片專題製作，益眾資訊有限公司，民國 87 年 1 月。
8. 陳明熒編著，單晶片 8051 實作入門專題製作篇，文魁資訊股份有限公司。
9. 鄧明發、陳茂璋編著，微電腦專題製作應用電路，知行文化事業有限公司，民國 87 年 5 月。
10. 蔡朝洋 編著，單晶片微電腦 8051/8751 原理與應用，全華科技圖書股份有限公司，民國 82 年 9 月。
11. 施威銘研究室著，遠端遙控、監控實戰 MIS 異地管理絕技(14-2 頁至 14-8 頁)，旗標出版有限公司出版。
12. 高雄市政府交通局第四科提供。
13. 發光二極體－維基百科
<http://zh.wikipedia.org/wiki/LED>
14. 單晶片微電腦簡介。
<http://elearning.stut.edu.tw/mechelec/ch1.htm>
15. Chita・檢視主題－號誌燈 高雄市小綠人要換小黑人
<http://chita.us/community/viewtopic.php?f=45&t=5774&p=21141&hilit=%E5%B0%8F%E7%B6%A0%E4%BA%BA#p21141>
16. LED交通燈的有利特性
http://www.ledinside.com.tw/led_traffic_signal_lighting_200811
17. 自由電子報 即時新聞「小黑人」花錢不討好 高雄市：未定案
<http://iservice.libertytimes.com.tw/liveNews/news.php?no=167331&type=%E5%9C%B0%E6%96%B9>
18. LED World
<http://www.led-world.net/modules/block/>
19. 三把火的世界－LED 路燈代償研究
<http://3fire.blogspot.com/2008/10/led.html>
20. LED 交通號誌可靠性試驗
http://www.kson.com.tw/chinese/study_19-1.htm
21. 天眼日報交通新聞網頁－節能省碳及都市景觀高雄市試辦單體行人號誌燈
<http://www.tynews.com.tw/ty06/2091.htm>
22. 聯合新聞－國內要聞－高市號誌燈換裝－號誌燈 高市小綠人要換小黑人
<http://www.udn.com/2009/1/5/NEWS/NATIONAL/NATS4/4672403.shtml>



23. 小綠人原創者 批北市府搶功
<http://www.epochtimes.com/b5/5/9/20/n1058078.htm>
24. 聯合新聞－國內要聞－高市號誌燈換裝－發明人：小黑人「沒盲點」可識面積大
<http://www.udn.com/2009/1/5/NEWS/NATIONAL/NATS4/4672336.shtml>
25. 讀秒交通號誌 專利歸零
<http://www.epochtimes.com/b5/5/10/11/n1081443.htm>
26. 台灣全面改用LED交通號誌激勵 29 日台股LED族群表現
http://www.ledinside.com.tw/news_Brtled_LED_20080730
27. LED 交通號誌系列
<http://www.kesun.com/kesun/big5/traffic.htm>
28. 新電子科技雜誌－技術探勘－利用MCU內建LED驅動IC 簡易設計交通號誌小綠人
http://www.mem.com.tw/technologyexploring_content.asp?sn= 0709110012
29. 16x16 LED矩陣 小綠人專題
<http://m955.com/wp/archives/147>
30. 小綠人(for 光 X 高中)
<http://tw.myblog.yahoo.com/stanley-0718/article?mid=661&prev=840&next=386>



【評語】 091006

本項作品解決主題極具實用價值。但解決之方法作者並沒有完整的證明其優點。亦即所題之解決太直覺，其價值性有限。若能以發光體耗電之角度去分析再提出解決將更佳。