

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高中組 生活與應用科學科

佳作

040808

彩虹人生

學校名稱：臺中縣私立大明高級中學

作者：  高二 楊富吉  高二 施佳佑  高二 葉冠毅	指導老師：  曹文賢  薛俊銘
---	-----------------------------

關鍵詞： 導盲杖、LED、壓克力管

# 作品名稱：彩虹人生

## 摘要

彩虹人生的研究，主要是爲了照顧身心障礙者與老人在交通上的安全，原本想在柺杖上加貼反光貼紙，不過發現反光貼紙須有燈光照射才會反射，而照射到才反射的速度過慢，會讓開車的人及機車騎士來不及反應，所以我們改用LED，讓LED自動閃爍，這樣可以讓開車的人及機車騎士提早發現前方行人，讓身心障礙者及老人在行走時更加安全，而我們第一個燈用的是七彩燈，原因是可以帶動後面燈泡的震盪效果，有了一閃一閃的警示，提醒駕駛人及機車騎士的效果會加倍。

起初設計要用IC「NE555」來帶動LED的震盪，外加半調式可變電阻「SVR」可以調整速度與亮度；不過我們意外發現，七彩LED原本就會閃爍，到電子街詢問，更發現到有各種不同的閃爍速度，加上七彩LED可以節省許多空間，所以我們得到共識，以七彩LED並聯後面的LED帶動震盪，取代了原先要以IC「NE555」帶動震盪的位置。

## 壹、研究動機

常常可以看到一些視覺障礙者及老年人於夜晚、陰天、雨天行走時，會應上述的原因使駕駛人的視線變差，導致不能很清楚的注意到路邊有人在行走，開車的人和機車騎士當車速過快時他們的視線會變狹小，致使他們看不清楚路邊有人在行走，而釀成意外的發生。

我們有一位親戚朋友是視覺障礙者，一次偶然的機會下我們跟他外出時發現到，白天他行走時因爲視線良好，所以大部分開車的人及機車騎士都會迴避，但接近傍晚時，視線開始變比較暗而不清楚時，很不容易讓開車的人與機車騎士看見，當我們與他一起走路時覺得相當的危險。

而激發我們幫助這些視覺障礙者與老年人，讓他們在夜晚、陰天、冬天早上光線不足時，讓他們身上有東西可以發光，達到警示的效果。

## 貳、研究目的

一、爲了使視礙者及老年人可以更安全地在夜晚行走，減少事故發生，我們在視覺障礙者的導盲杖上加裝了LED，讓導盲杖達到最好的效果。如何減輕重量也是努力的方向，所以我們選擇以輕盈又牢固的材質—壓克力—來做柺杖的支柱，減輕使用者的負擔。

二、經過不斷的測試，首先以IC555震盪電路作爲LED的閃爍電路，但穩定效果有限，老師建議用七彩的LED來作爲震盪，如此即可減少電路的複雜性及降低成本，增加視覺上的可觀性，最特殊的是以光敏電阻作爲LED的啓動元件，使用光敏電阻的原因是因爲視覺障礙者無法分辨白天與夜晚，所以用光敏電阻來啓動LED的閃爍，當外界亮度不足時LED自動閃爍，外界亮度達到一定程度LED自動切斷電源，以節省電力，更可以達到警示的目的。

三、並把導盲杖改成可伸縮式爲了讓視覺障礙者在不使用時方便收藏。

## 參、研究設備及器材

### 一、設備

名稱	數量	名稱	數量	名稱	數量
電腦及相關軟體	2	斜口鉗	1	吸錫器	1
電路板雕刻機	1	尖嘴鉗	1	十字起子	1
直流電源供應器	1	小電鑽	1	一字起子	1
三用電表	2	IC 夾	1	麵包板	1
印表機	1	烙鐵	1	剝線鉗	1

### 二、零件表

名稱	規格	數量	單位	名稱	規格	數量	單位
發光二極體〔白〕	5mm	12	顆	半調式可變電阻 SVR	10K	5	個
發光二極體〔綠〕	5mm	12	顆	光敏電阻	0.7cm	5	個
發光二極體〔藍〕	5mm	12	顆	電晶體	1384	3	個
發光二極體〔彩〕	5mm	10	顆	電晶體	1815	3	個
發光二極體 〔條狀〕		2	條	電晶體	685	3	個
壓克力圓柱管空心	長 160cm	1	支	電晶體	TIP125	3	個
壓克力圓柱管實心	長 200cm	1	支	莫士座	3pin	3	個
壓克力圓柱管空心	長 70cm	1	支	電阻	100Ω	5	個
圓頭開關	3P2S	4	個	電阻	1KΩ	5	個
單心線	6mm	2	捲	電容	4.7uF	5	個
OK 線	30AWG	3	捲	腳座	8pin	3	個
電池	12V	5	個	IC	NE555	3	個
電池盒		4	個	IC	ua741	3	個
鑽針	0.8	2	支	900 孔		5	片
鑽針	1.5	1	支	PC 板		2	片
鑽針	3.81	1	支	海綿		2	塊
鑽針	1.25	1	支	登山杖		1	支
蜂鳴器	12V	3	個	電木板	B4	1	片
PVC 條	2 米	1	條	滑動開關	3P3S	3	個
雕刻板		6	塊	雕刻機		1	台

## 肆、研究過程或方法

### 一、Protel99 SE Schematic 繪製電路圖

- (一)、設定電路圖紙大小。Options-Document Options-Sheet Options-Standard Style-A4 或 B4。
- (二)、載入零件庫。Components in Library-Find-By Library Reference-輸入零件名稱-Find Now-Add To Library List。
- (三)、取用零件。Components in Library 選取零件-Place (或 Components Library Reference-輸入零件名稱-Ok)。
- (四)、編輯零件名稱、外型、數值、序號 (或自動排序 Tools-Annotate... )。
- (五)、連接線路。
- (六)、IC 未使用之輸入接腳，放置忽略 ERC 測試點 (Place-Directives-No ERC 或 ×)。
- (七)、ERC 電氣檢查 Tools-ERC-Ok。
- (八)、UpdatePCB (或產生網路表 Tools-Create Net list-Ok)，電晶體 EBC 對應 PCB 外型之 123。

### 二、Protel99 SE PCB 設計電路板

#### (一) EP-Q 電路板雕刻機 Lay out 建議

- 1、線寬/線距儘量設在 12mil 以上。(4mil $\doteq$ 1mm)
- 2、鋪銅會增加路徑計算時間，如果需要鋪銅，鋪銅的線寬儘量放大。
- 3、電路板上的孔徑儘量維持一致，鑽孔時才不需一直更換鑽頭。
- 4、電路板的外形直接畫在線路層上，以方便外形偏移計算處理。
- 5、電路板的外圍放置四個參考焊點，以利下層銅箔對齊。
- 6、輸出 Gerber 檔案時，儘量以英制 mil 為單位。

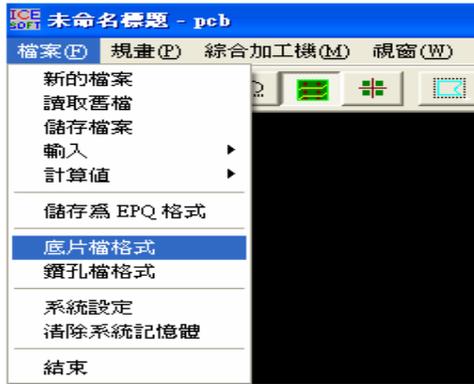
#### (二) 進入 PCB 編輯器電路板的設計

- 1、定義板框。
- 2、UpdatePCB 或載入網路表。
- 3、佈置零件。
- 4、定義設計規則。
- 5、自動佈線設定。
- 6、自動佈線。
- 7、如有未完成或不滿意之部分，則改以手工佈線或修改。
- 8、完成佈線後，就存檔及輸出。
- 9、輸出鑽孔檔。
- 10、輸出 Gerber 檔。

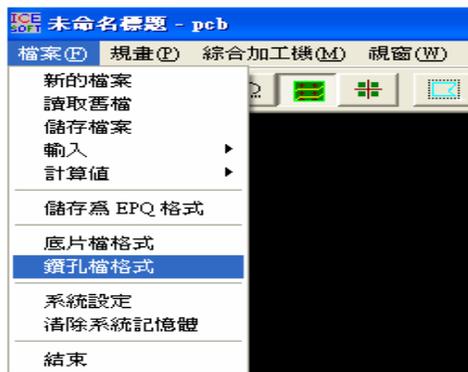
### 三、EPQ 雕刻機轉檔軟體

#### (一) 載入電路板佈線檔

##### 1、底片檔格式設定。



##### 2、鑽孔檔格式設定。



##### 3、新檔案工單設定。



## (二) 電路板成型規劃

### 1、選擇成型資料。



### 2、成型資料偏移計算。

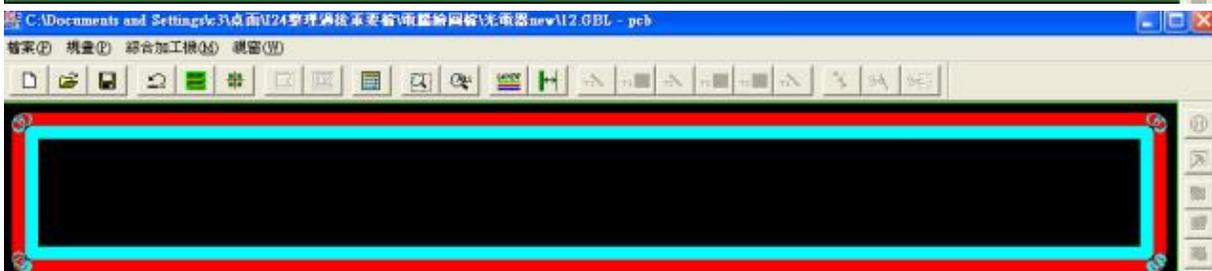
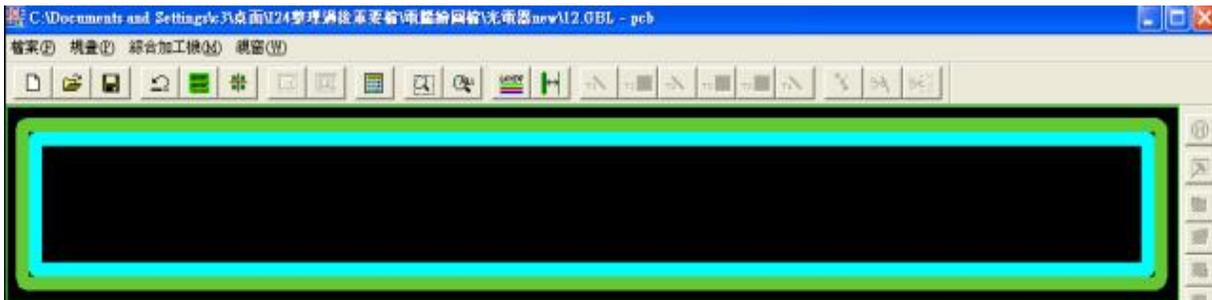


### 3、採用成型刀直徑 1.5mm。



## (三) 電路板刀具路徑規劃

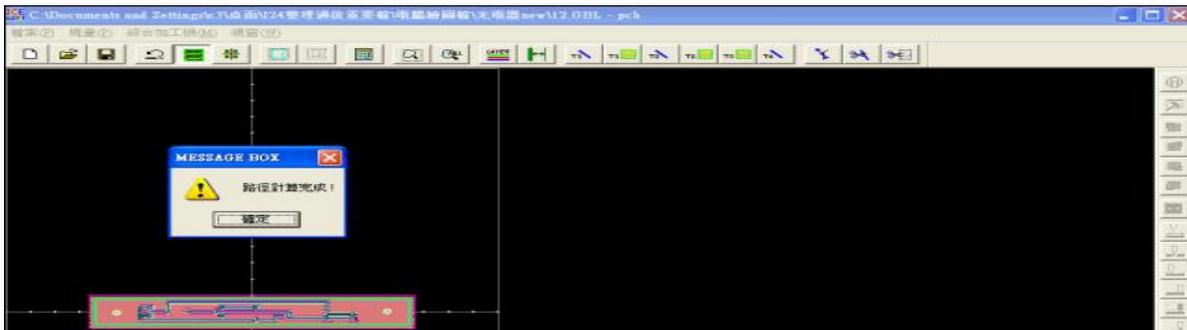
### 1、路徑計算。



2、採用刀具路徑計算內定值。

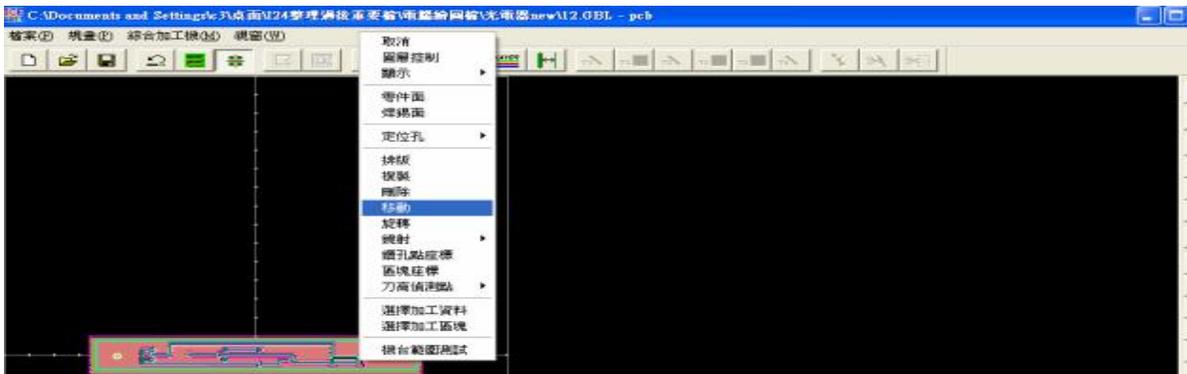


3、完成

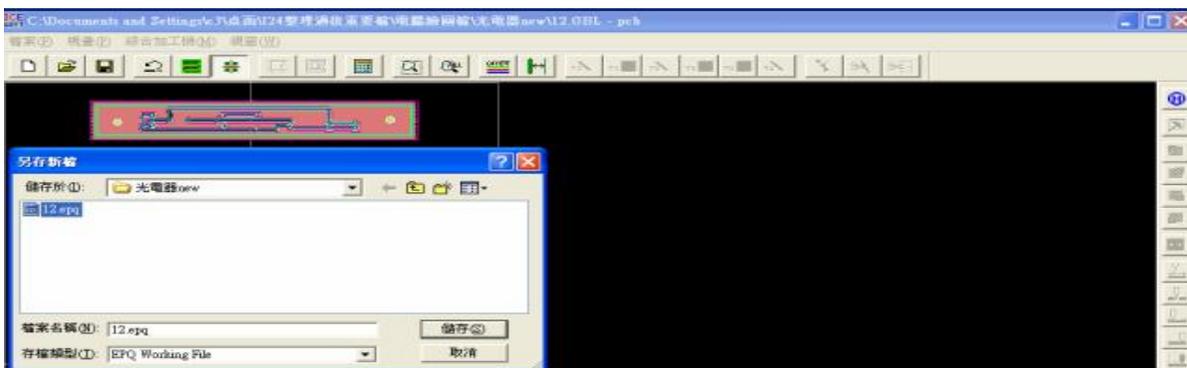


(四) 電路板儲存為 epq 檔案

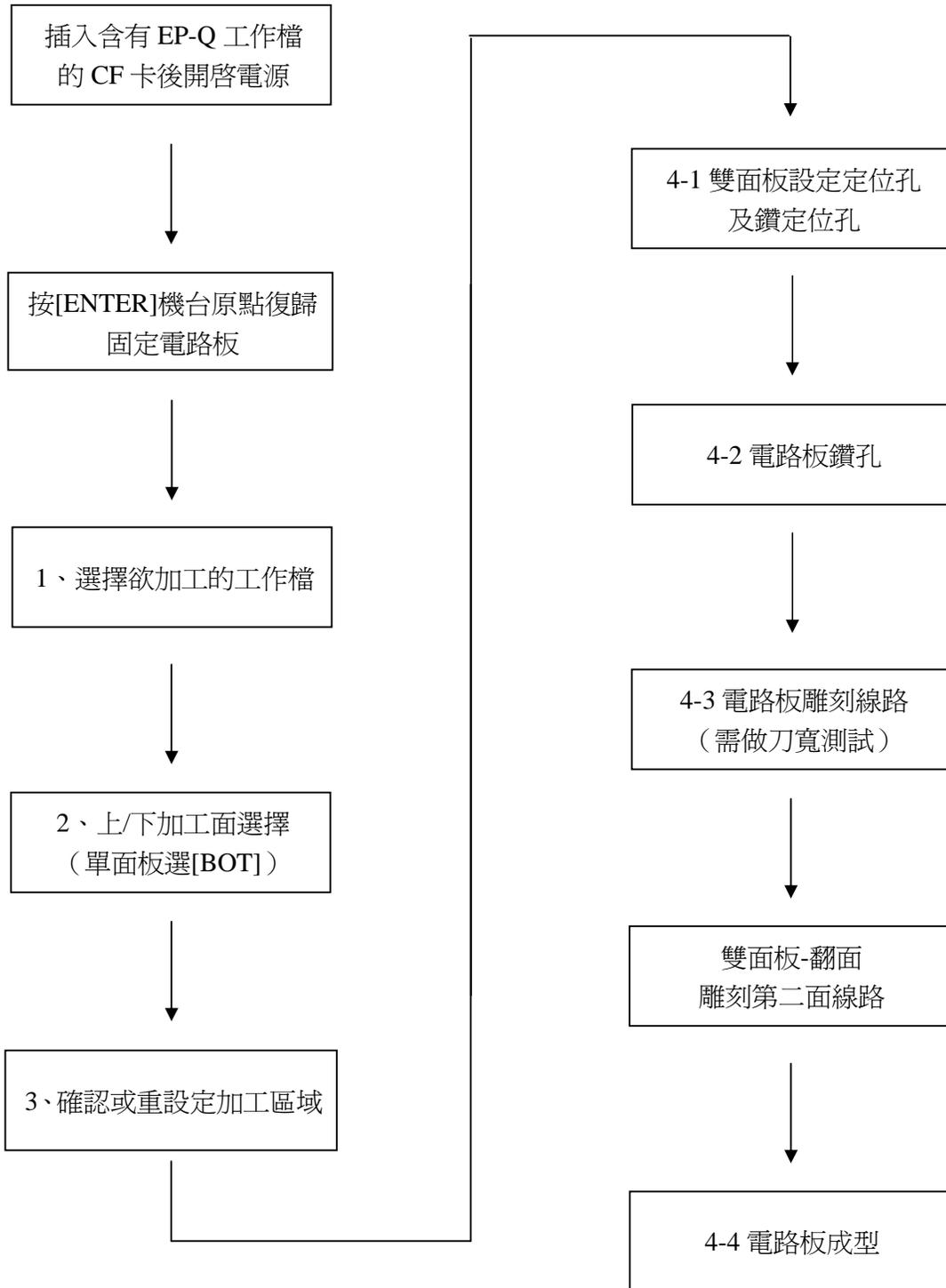
1、移動電路板至適當位置。



2、電路板儲存為 epq 檔案。



(五) 雕刻機操作流程表



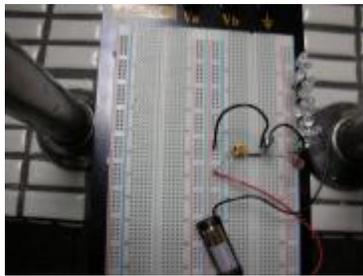
#### 四、測量光敏電阻器的效果

##### 測量光敏電阻器

(1)小型的光敏電阻器 ↓

在有光的地方 ↓

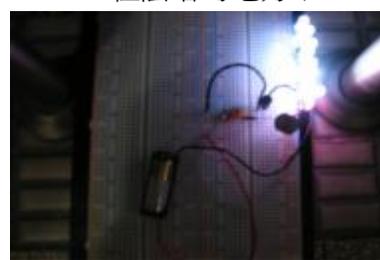
在陰暗的地方 ↓



(2)中型的光敏電阻器 ↓

在有光的地方 ↓

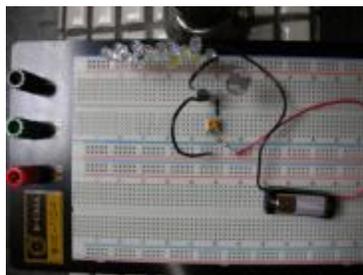
在陰暗的地方 ↓



(3)大型的光敏電阻器 ↓

在有光的地方 ↓

在陰暗的地方 ↓

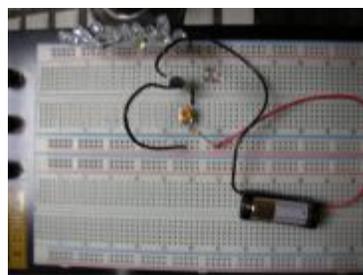


(4)LED 型的光敏電阻器 ↓

在有光的地方 ↓

在陰暗的地方

↓



### (三.) IC555 震盪電路

1.一開始雕刻的電路，但發現問題很多，所以並未使用此電路。



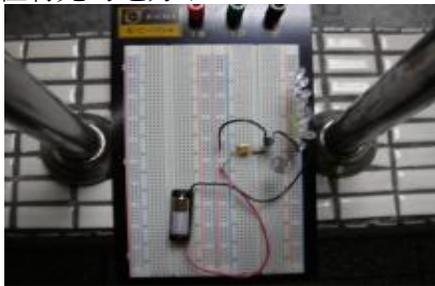
2.經過討論後，所改良出來的 IC555 振盪電路。



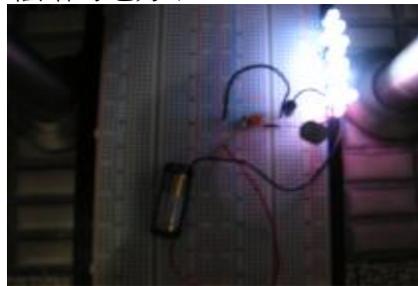
### (四.)七彩 LED 和光敏電阻器構成的震盪電路

1.把元件裝在麵包板上做測試。經過我們所做的光敏電阻器的測試，我們決定用中型的光敏電阻器

在有光的地方 ↓



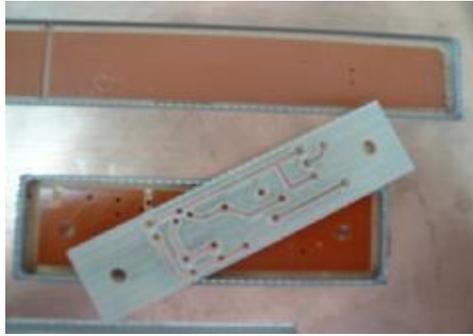
陰暗的地方 ↓



2.雕刻出來的電路，但長度似乎不夠，所以也未使用此電路板



### 3.改良後雕刻出來的電路



### 4.雕刻 LED 的電路



### 5.晶片式 LED



### 6. LED 條(七彩)〔我們去校外參觀到 LED 工廠，裡面所生產的 LED 就是做成這種。〕



## 伍、研究結論

### 一、問卷調查

#### (一) 問卷資料

大明高中資訊科 科學展覽問卷調查

問卷對象：視覺障礙者

在科技進步的生活環境裡，視覺障礙者，仍因身體上的缺陷，造成行動上的許多不便。為此，專業人士曾為視覺障礙者製作了專用的拐杖，但發現仍有許多改善的空間，針對傳統拐杖，我們製作了這件問卷，希望設計出對視覺障礙者有實質幫助的拐杖。

一、

- ( ) 1.目前的導盲杖對您的行動的幫助有多少？(A)很多 (B)普通 (C)沒有
- ( ) 2.目前的導盲杖是否過重?(A)是 (B)普通 (C)否
- ( ) 3.目前的導盲杖攜帶是否方便?(A)方便 (B)普通 (C)不方便
- ( ) 4.目前的輔助工具在雨天防滑效果如何?(A)很好 (B)普通 (C)不佳
- ( ) 5.在遇到障礙物時是否需要警示出現在探測障礙物時是否需要警示？  
(A)是(B)否
- ( ) 6.如何警示 (A)聲音 (B)震動

二、

- ( ) 1.壓克力導盲杖的重量是否比您目前拿的導盲杖還重還輕？(A)重(B)差不多(C)輕
- ( ) 2.將原來的導盲反光貼紙改成 LED 發光式是否良好？(A)很好(B)還好(C)不好
- ( ) 3.壓克力導盲杖比您目前的導盲杖攜帶更方便嗎?(A)方便(B)普通(C)不方便

#### (二) 調查結果

在我們去了啓明學校做完了問卷調查之後，我們了解到，其實導盲杖的長度，並不是以高、中、低年級來分配，而是以每個人的身高來訂做，長度的尺寸也有分好幾種長度，最標準的是依盲人的身高來量，拐杖長度的頂端與心臟必須成平行狀態，拿起拐杖約 45 度角，拐杖的底部與腳大約有兩步的距離，拐杖的頂部約 30 公分必須以防滑的材質來訂作，形狀要在 30 公分中取 15 公分以小弧度的方式加寬，而拐杖的底部必須以硬度還有敲擊地面的響度來訂材質，因為這一切都可以給視障者回饋，像是拐杖末端碰觸到地面的深度與高度，是否有凸出物或凹洞，或是在走樓梯時拐杖給予的回饋，受過如何使用導盲杖的視障者都可以測出樓梯的間隔距離與高度，所以我們得知導盲杖確實能帶給視障者許多方便之處。

而我們發現到導盲杖對他們來說也是生活的必需品，而他們的導

盲杖的重量並不會很重，我們有拿我們做好的壓克力導盲杖給他們測試，測試的結果他們說壓克力導盲杖比他們所拿的導盲杖還要輕，而把導盲杖的反光貼紙改成 LED 發光式這個做法也很好，視覺障礙者他們覺得在碰到東西前可以有聲音或震盪來警示他們這樣會比較好，但我們也發現到我們的壓克力導盲杖不能拆解這點讓他們感覺不方便。

## 二、愛盲協會調查

當我們第二次到愛盲協會，他們說當壓克力導盲杖敲擊地面時，裡面的電路會敲擊壓克力管內壁而產生雜音，所以我們把 LED 的電路改成 LED 條，因為 LED 條外面有一層塑膠包覆，所以當壓克力導盲杖在敲擊時是不會有之前的雜聲的，並且他們說把手過長，於是我們把把手長度改成原本長度的二分之一，他們也有提到壓克力導盲杖是一體成形的這點對視覺障礙者來說是非常不方便的，於是我們把壓克力導盲杖下半部改成可伸縮的方式，並且可以拆成兩節的方式。

## 三、LED 測試結果

### (一) 發光二極體簡稱LED (Light Emitting Diode)

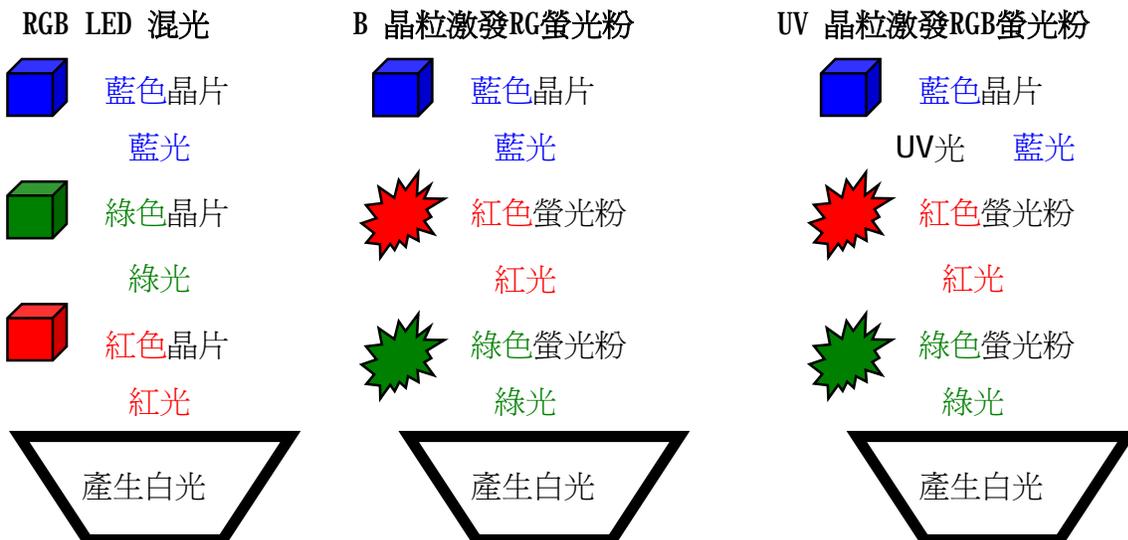
LED特性 1.重量輕,體積小

2.壽命比燈泡長十倍以上(100,000hr)

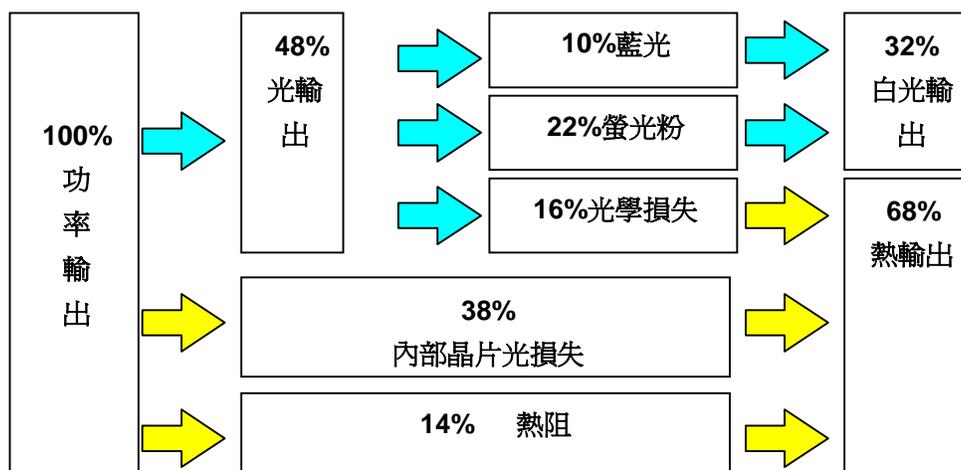
3.耗電量比燈泡低1/4以上

4.點燈速度快

### (二)發光原理



(三)LED 效能轉換

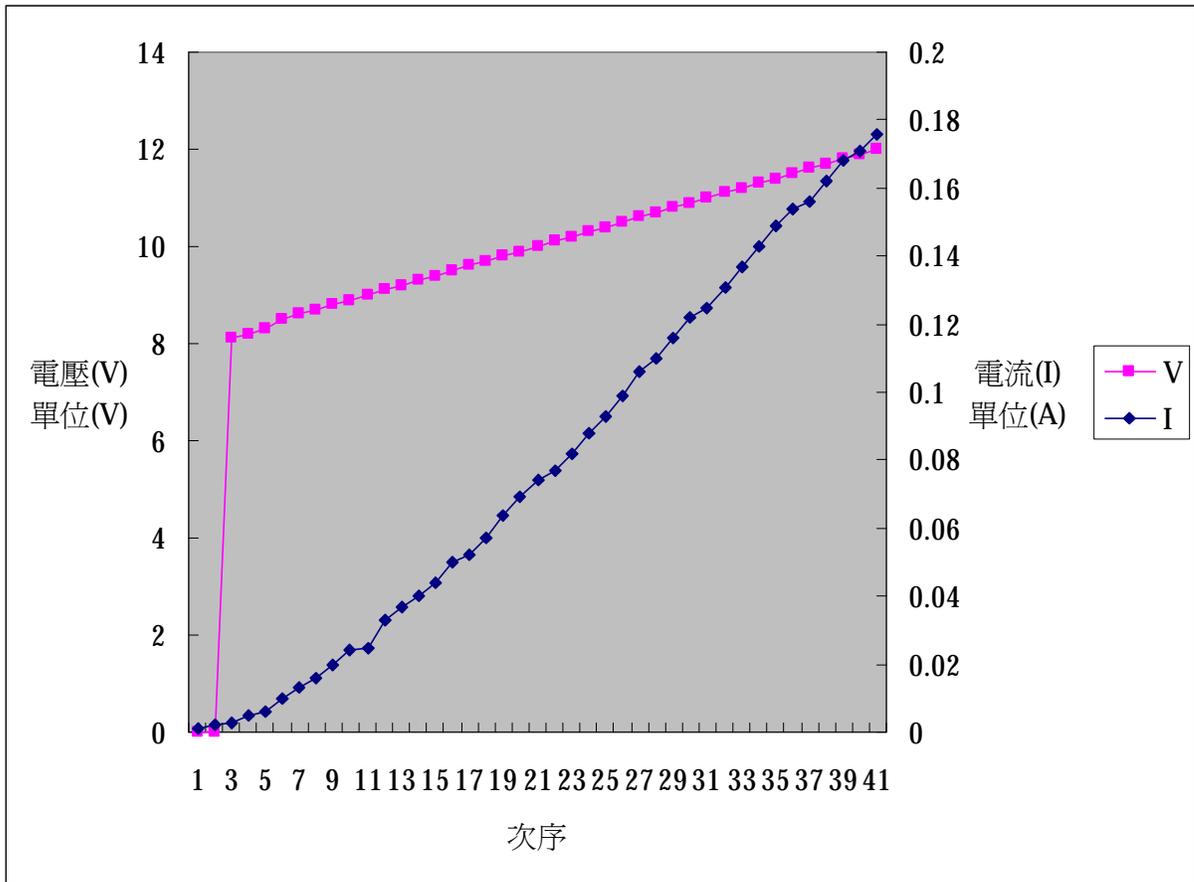


(四)以下的數據是在測量單色 LED 的數據

項目 次序	電壓(V)	電流(I)
1	6.9~7.8	0.001
2	7.9~8.0	0.002
3	8.1	0.003
4	8.2	0.005
5	8.3	0.006
6	8.5	0.010
7	8.6	0.013
8	8.7	0.016
9	8.8	0.020
10	8.9	0.024
11	9.0	0.025
12	9.1	0.033
13	9.2	0.037
14	9.3	0.040
15	9.4	0.044
16	9.5	0.050
17	9.6	0.052
18	9.7	0.057
19	9.8	0.064
20	9.9	0.069
21	10	0.074

項目 次序	電壓(V)	電流(I)
22	10.1	0.077
23	10.2	0.082
24	10.3	0.088
25	10.4	0.093
26	10.5	0.099
27	10.6	0.106
28	10.7	0.110
29	10.8	0.116
30	10.9	0.122
31	11.0	0.125
32	11.1	0.131
33	11.2	0.137
34	11.3	0.143
35	11.4	0.149
36	11.5	0.154
37	11.6	0.156
38	11.7	0.162
39	11.8	0.168
40	11.9	0.171
41	12.0	0.176

(表一)



(圖表一)

(圖表一)請對照(表一)的數據來看

由以上的數據與圖表，我們可以得到下列的結論：

1. 當電壓 12V 時電流是 0.176A。
2. 當電壓降至 6.9V 以下 LED 將不會動作(∵電流降至 0.001A 以下)。
3. 當 12V 降到 8V 約耗時 75 分鐘。
4. 當 8V 降到 6.9V 約耗時 360 分鐘。

一顆 12V 的電池約可使用八小時，因 12V 電池是高電壓低電流的電池，所以能維持如此長時間已屬不易。

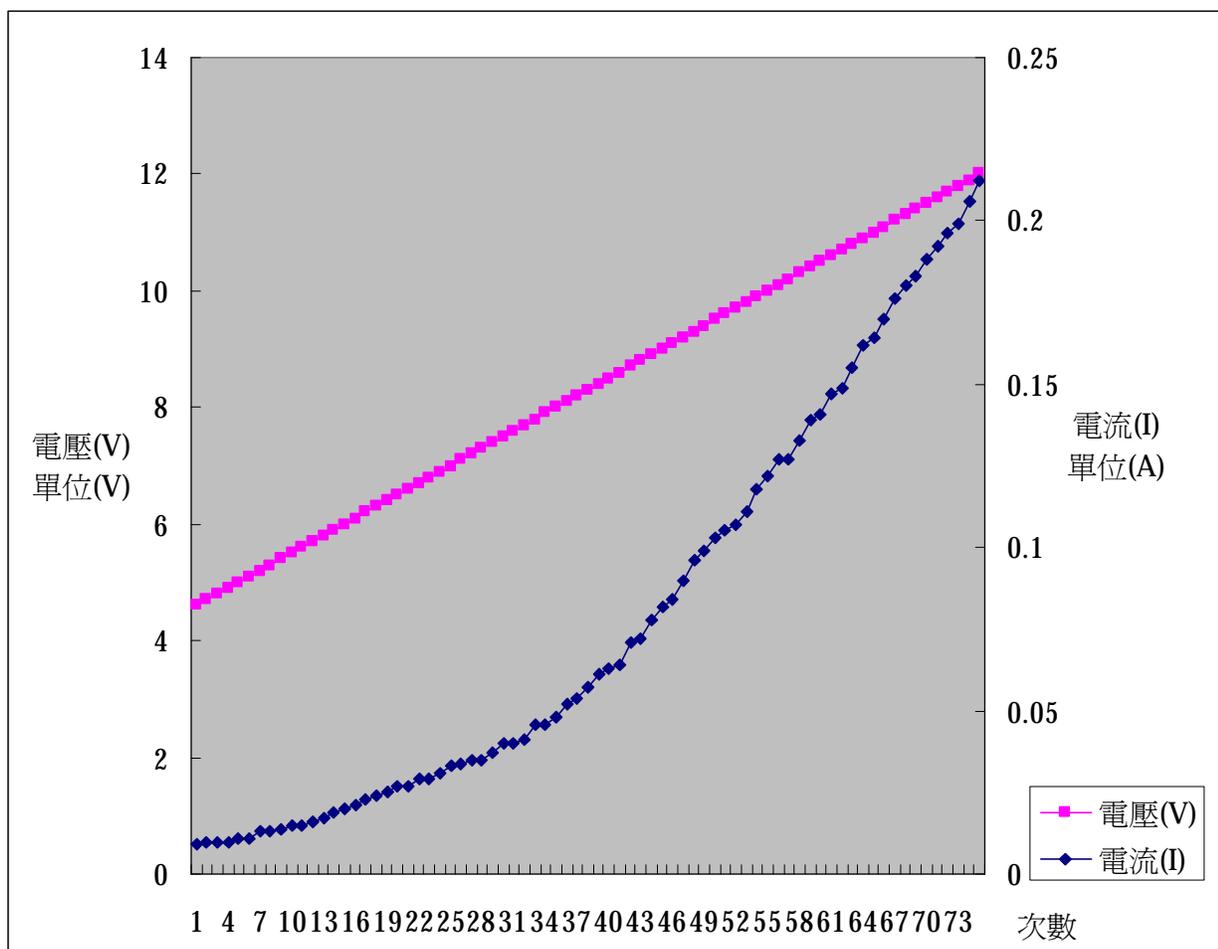
(五)以下的數據是在測量七彩 LED 的數據

項目 次數	顏色	電壓(V)	電流(I)
1	紅	4.6	0.009
2	紅	4.7	0.010
3	紅	4.8	0.010
4	紅	4.9	0.010
5	紅	5.0	0.011
6	紅	5.1	0.011
7	紅	5.2	0.013
8	紅	5.3	0.013
9	紅	5.4	0.014
10	紅	5.5	0.015
11	紅	5.6	0.015
12	紅	5.7	0.016
13	紅	5.8	0.017
14	紅	5.9	0.019
15	紅	6.0	0.020
16	紅	6.1	0.021
17	紅	6.2	0.023
18	紅	6.3	0.024
19	紅	6.4	0.025
20	紅	6.5	0.027
21	紅	6.6	0.027
22	紅	6.7	0.029
23	紅	6.8	0.029
24	紅	6.9	0.031
25	紅,藍,綠	7.0	0.033
26	紅,藍,綠	7.1	0.034
27	紅,藍,綠	7.2	0.035
28	紅,藍,綠	7.3	0.035
29	紅,藍,綠	7.4	0.037
30	紅,藍,綠,粉紅,橘	7.5	0.040
31	紅,藍,綠,粉紅,橘	7.6	0.040
32	紅,藍,綠,粉紅,橘	7.7	0.041

33	紅,藍,綠,粉紅,橘	7.8	0.046
34	紅,藍,綠,粉紅,橘	7.9	0.046
35	紅,藍,綠,粉紅,橘	8.0	0.048
36	紅,藍,綠,粉紅,橘	8.1	0.052
37	紅,藍,綠,粉紅,橘	8.2	0.054
38	紅,藍,綠,粉紅,橘	8.3	0.057
39	紅,藍,綠,粉紅,橘	8.4	0.061
40	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫	8.5	0.063
41	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫	8.6	0.064
42	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫	8.7	0.071
43	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫	8.8	0.072
44	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫	8.9	0.078
45	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.0	0.082
46	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.1	0.084
47	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.2	0.090
48	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.3	0.096
49	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.4	0.099
50	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.5	0.103
51	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.6	0.105
52	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.7	0.107
53	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.8	0.111
54	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	9.9	0.118
55	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.0	0.122
56	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.1	0.127
57	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.2	0.127
58	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.3	0.133
59	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.4	0.139
60	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.5	0.141
61	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.6	0.147
62	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.7	0.149
63	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.8	0.155
64	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	10.9	0.162
65	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.0	0.164
66	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.1	0.170
67	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.2	0.176
68	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.3	0.180
69	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.4	0.183

70	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.5	0.188
71	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.6	0.192
72	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.7	0.196
73	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.8	0.199
74	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	11.9	0.206
75	紅,藍,綠,粉紅,橘,紫,白	12.0	0.212

表(二)



(圖表二)

(圖表二)請對照(表二)的數據來看

由以上的數據與圖表，我們可以得到下列的結論：

1. 當電壓 12V 時電流是 0.212A，七種顏色都會顯現。
2. 當電壓 8.9V 時電流是 0.082A，六種顏色會顯現，白色將不會顯現。
3. 當電壓 8.4V 時電流是 0.063A，五種顏色會顯現，白、紫色將不會顯現。
4. 當電壓 7.4 V 時電流是 0.040A，三種顏色會顯現，白、紫、粉紅、橘色將不會顯現。
5. 當電壓 6.9 V 時電流是 0.031A，一種顏色會顯現，白、紫、粉紅、橘、藍、綠色將不會顯現。
6. 當電壓降至 4.6V 以下 LED 將不會動作(∵電流降至 0.009A 以下)。
7. 當 12V 降到 8V 約耗時 45 分鐘。
8. 當 8V 降到 6.9V 約耗時 60 分鐘。

一顆 12V 的電池約可使用一小時，因 12V 電池是高電壓低電流的電池，所以能維持如此長時間已屬不易。

## 陸、討論

一、視覺障礙者希望碰到東西前有聲音或振動來警示？

答：針對這點我們有特別去找近接開關，但發現這個開關的價格不宜裝設在導盲杖上面，而且近接開關的體積較為龐大，無法放進去所做的壓克力導盲杖中，另外有想到手機的振動，但那個是商業機密致使我們無從得知，所以還要請教一些專業人士。

二、導盲杖可拆卸式？

答：我們有去「啓明學校」做問卷調查，也請他們主任把導盲杖借給我們看，發現到了他們的導盲杖是可以拆解的，於是我們把我們原先的壓克力導盲杖的下半部，改成可伸縮式並且可拆成兩段的方式，爲了讓視覺障礙者在不用導盲杖時可以把他們的導盲杖收藏起來。

三、使用壓克力的原因？

答：我們一開始其實想了很多很多的材質，例如：鋁合金、碳纖維……等等，但我們爲了要讓 LED 在下雨天不會遇水，還可以讓 LED 發光。所以，我們選擇了壓克力，因爲是透明的而且重量輕、價錢便宜。

四、如何繪製電路圖與設計電路板？

答：使用 Protel 99SE Schematic 繪製電路圖，使用 Protel 99SE PCB 設計電路板。

五、使用七彩 LED 搭配光敏電阻器的原因？

答：我們一開始是使用 IC555 的震盪電路，但我們主任告訴我們說，七彩的 LED 就可以構成振盪了，所以我們決定使用七彩的 LED 搭配光敏電阻器，因爲成本低、電路也

比較簡單、檢修時也比較方便，而光敏電阻器是爲了讓視覺障礙者在夜晚行動時，只要開關切下去，光敏電阻器就會自我偵測目前的光線，來啓動讓 LED 閃爍。

六、我們也有去做老人杖的問卷調查

答：因爲我們覺得這項作品也可以製作成老人杖來使用，可以讓年邁的老人不會在夜晚、陰天、冬天早上，都能出門去散步或外出，新聞常常報導說有一些老人在夜晚、光線不足的早上出門散步時被開車的人或機車騎士撞倒，如果老人杖也有 LED 能做警示的動作一定能大大提高他們的安全性。

七、導盲杖的底部材質？

答：視覺障礙者是以柺杖碰觸到物體的聲響與距離來決定跨出下一步的位置，所以這些聲響的回饋是不能缺少的，所以底部的材質更需要加以挑選，而我們到啓明學校詢問的結果，他們建議我們到「愛盲基金會」購買他們導盲杖底部的部分，因爲這關係到視覺障礙者使用導盲杖敲擊地面時聲音的回饋。

八、如何知道是否電量還足夠？

答：我們在電路裡裝設了蜂鳴器，當開關切到蜂鳴器的位置時，蜂鳴器會發出聲響，讓視覺障礙者知道電量還足夠。

## 柒、結論

- 一、我們在做問卷調查時，身心障礙者有提到，如果有時候找不到柺杖時，可以加裝一個揚聲器會更好，只要按遙控器就能感應呼叫，而老人杖加裝蜂鳴器是因爲，如果老人跌倒時那開啓蜂鳴器也可以引起別人注意。
- 二、我們會選擇高亮度的 LED 來搭配光敏電阻器這個電路，是爲了讓機車騎士與開車的人可以在夜晚察覺到那裡有人，而需要震盪的原因，是爲了讓高亮度的 LED 能夠閃爍，容易達到警示的目的。
- 三、這項作品是爲了幫助視覺障礙者的安全所設計的，雖然很多人會說視覺障礙者又看不見做這個功能有什麼用？但我們主要是要讓機車騎士和開車的人看到之後有察覺到那裡有人，這樣才可以提升視覺障礙者的安全性。
- 四、這項作品也可以用在老人拐杖上，因爲老人在夜晚、陰天、冬天清晨都有可能去運動，就可以拿著裝有 LED 的老人拐杖出門運動，這樣可以提高他們的安全性。

## 捌、參考資料及其他

### 一、參考資料

1.書名：例說 Protel 99SE

作者：張義和 陳敵北 詹健良

出版社：新文京開發出版股份有限公司

2.手冊：EPQ電路雕刻機

出版社：禾宇精密科技股份有限公司

3.書名：生活科技350種電子電路實驗器

出版社：永俊電子有限公司

**【評語】** 040808

本作品製作一根夜間能自動發光的導盲杖，以一行 LED 發光讓盲人在夜間行走時容易被看到，對於增進盲人的安全會有幫助。設計過程中有與愛盲協會及啓明學校溝通，瞭解使用者的需要與感覺，是蠻好的學習經驗。