

# 中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(二)科

082915

赤心守護—自製紅外線警報器之探究與應用

學校名稱：新北市土城區安和國民小學

作者：	指導老師：
小六 殷家祥	謝慧俐
小六 侯妍心	楊仁理
小六 高苡睿	
小六 廖洺緯	
小六 蔡哲銘	
小四 賴睿喆	

關鍵詞：紅外線警報器、感測效果

## 摘要

本研究從紅外線警報器優化、安裝、環境等變因探究感測效果尋求應用時達最佳效果。研究發現：

- 一、優化探究：發射器以電阻 R1 並聯、感測器以電阻 R10 串聯及升壓設計，可提升警報器功率。
- 二、安裝探究：警報器安裝高度對感測距離影響極小，紅外線垂直牆面感測效果較佳，串接雙紅外線設計，可提升感測範圍達市售警報器的 120 度。
- 三、環境探究：(A)環境顏色需考慮入侵者衣色，紅衣最易感測到，黑灰花衣最難感測到，兩者感測距離差 2 倍，地板顏色對感測距離影響極小。(B)環境照度黑夜與燈光下感測距離差距很小，背光屋簷下感測距離是黑夜的 1.3 倍；陽光下警報器無法運作，盼未來學得程式、晶片等專業可解決陽光干擾困境。(C)天候會影響感測效果，晴天優於雨天。

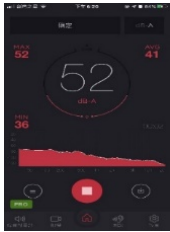




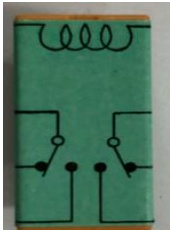







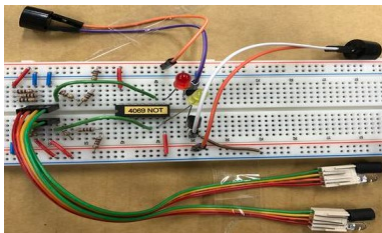
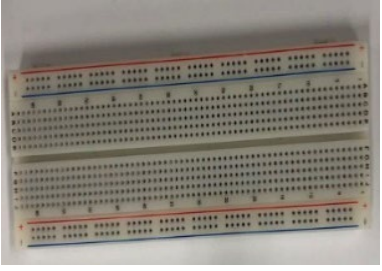
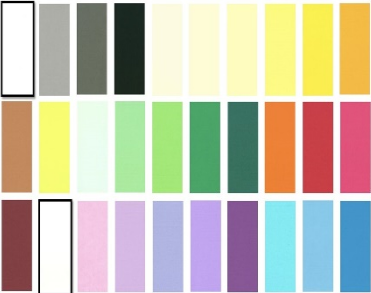
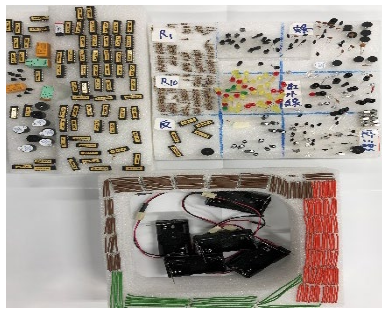
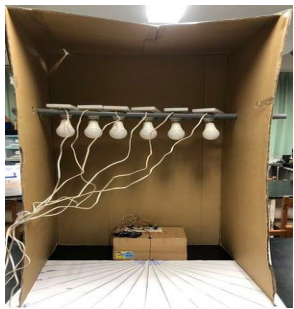


## 壹、研究動機

防盜警報器是守護家裡的重要設備，可嚇阻小偷確保財物及人身安全。我們想在家裡安裝防盜警報器，上網搜尋防盜警報器，五花八門但大都利用紅外線感測原理製作而成，分析了幾款市售紅外線警報器，發現存在下列問題(1)電路已焊死，無法擴充功能。(2)要花數百到數千，不便宜。(3)使用說明書未詳敘感測條件如安裝及環境等條件。因此我們決定花少少的錢自製具有擴充功能的紅外線警報器，可隨時加入新的需求，終極目標是應用於防盜智慧屋，守護家園。從市售警報器之分析與防盜智慧屋需求，啟發我們的研究方向，除了探討如何優化警報器提升功率，也將進一步探討警報器安裝及環境等變因對警報器感測效果的影響，找出最有利警報器的安裝方式與環境條件，使警報器在實際應用時發揮最佳防盜功能。

## 貳、研究目的

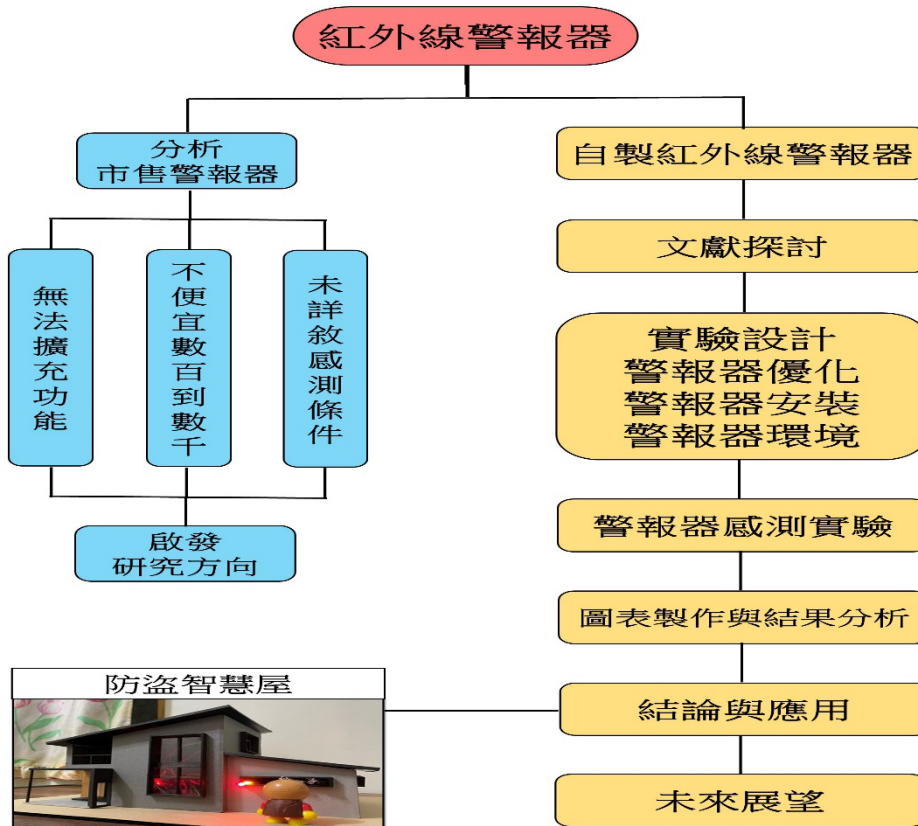
- 一、警報器優化對感測效果的影響
- 二、警報器安裝對感測效果的影響
- 三、警報器環境對感測效果的影響
- 四、警報器應用－防盜智慧屋

### 叁、研究設備及器材

				
分貝計軟體	三用電表	照度計	量角器	布尺
				
繼電器	反向器	NPN 電晶體	自激式蜂鳴器	菲涅爾透鏡
				
940nm 紅外線模組	940nm 高功率紅外線	感測板 長 55 寬 17 厚 0.5(cm)	雙紅外線警報器	
				
800 孔麵包板	30 種顏色紙板(丹迪紙)	電子零件		
				
照度實驗箱 長 75 寬 65 高 120(cm)	自製斜坡牆(90-0 度)	自製模型屋 長 30 寬 16 高 17(cm)		



## 肆、研究過程與方法

### 一、研究流程圖



### 二、文獻探討

一般紅外線感測器可分為熱感測器(Thermal Sensor)與光感測器(Photon Sensor)，在靈敏度、感應速度上，光感測器都較熱感測器好，收集多款市售警報器商品進行分析比較，簡略歸納比較結果如下：

	市售 A 牌	市售 B 牌	市售 C 牌
種類			
原理	熱感測器，偵測溫度變化 啟動警報器	熱感測器，偵測人體溫度 啟動警報器	光感測器，偵測紅外線 啟動警報器
優點	感測距離 5m 感測範圍 120 度	感測距離 7m 感測範圍 170 度	感測距離 30m 感測範圍 120 度
缺點	1.兩次感測間出現 5 秒等待時間 2.電路已焊死 3.無擴充功能	1.需搭配主機，價格高， 達千元以上 2.電路已焊死 3.無擴充功能	1.價格高，千元以上 2.對射型需兩個主機 3.電路已焊死 4.無擴充功能



我們也查到 2 篇自製紅外線警報器文獻，(羅子瑋、賴建文、吳秉翰 2018)可監控式紅外線警報系統，監視器與手機 APP 連結的警報器。(陳炫曄 2010)紅外線感應警報器，只要目標物經過阻斷光線，光電開關就會開啟蜂鳴器。這兩篇文獻的警報器都是利用程式設計搭配晶片製作而成，功能強大但缺乏對感測條件之探討。

歸納市售及文獻警報器，存在下列問題(1)市售 A 牌存在 5 秒防盜破口。(2)市售 B、C 牌要價不便宜。(3)市售 A、B、C 牌皆無擴充功能。(4)文獻警報器需要程式設計能力。(5)缺乏對感測條件之探討。因此我們自製警報器希望達成以下目標(1)反應靈敏無防盜破口。(2)價格便宜。(3)具擴充功能可加入新的需求。(4)不需程式設計能力。(5)探究感測條件。

### 三、實驗過程與方法

#### 研究一：警報器優化對感測效果的影響

決定自製警報器後，找了很多警報器電路圖，都很複雜不易理解，後來找到紅外線無人車文獻，其運作原理為光感測器感測到目標物時，訊號由感測器→反向器→電晶體→繼電器→啟動馬達，從研究無人車電路圖(見1-1-1)取得靈感，若將馬達改成蜂鳴器就可變成警報器了(見圖1-1-2)。且麵包板構圖易於學習，又容易改變零件的組合，進行各種變因的探討。

##### 1-1 警報器電路優化

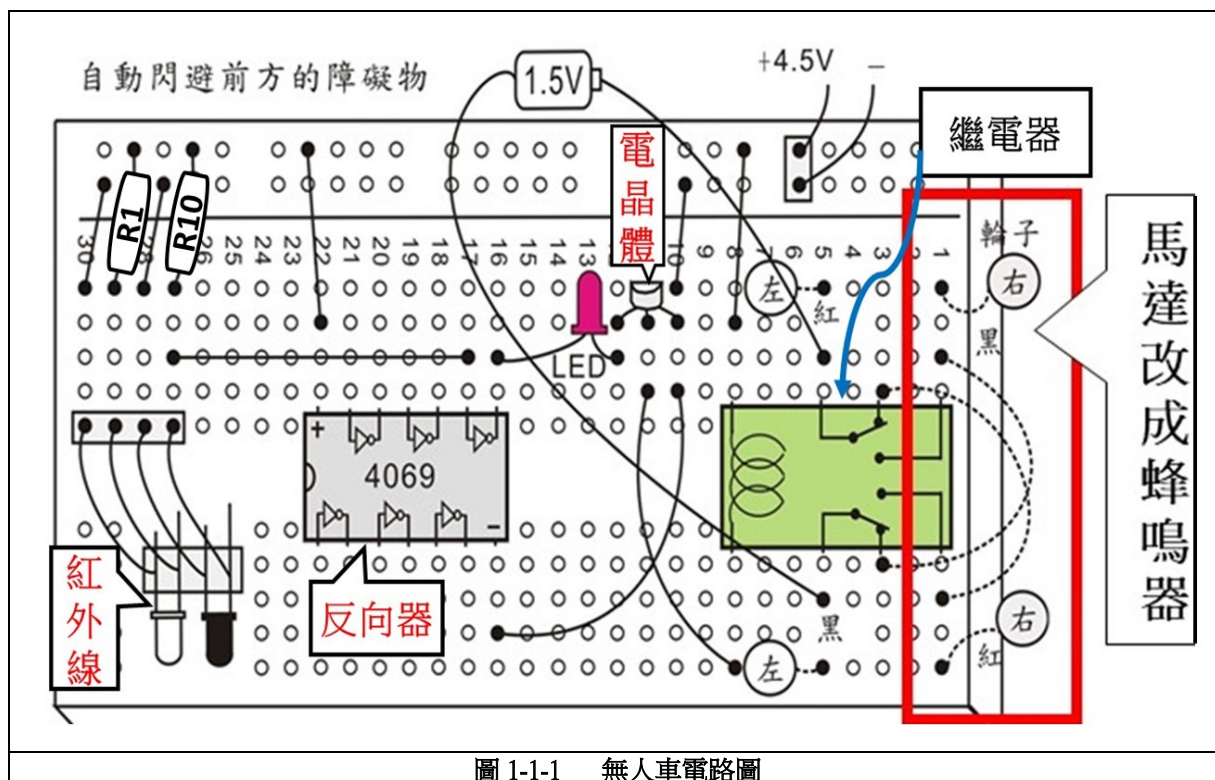


圖 1-1-1 無人車電路圖

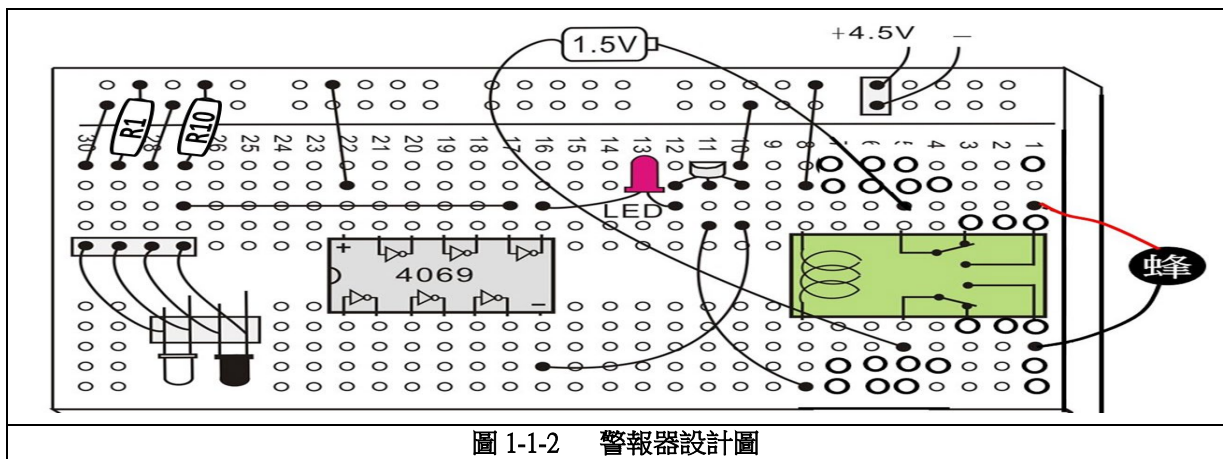


圖 1-1-2 警報器設計圖

由上圖警報器設計圖可知，麵包板上有紅外線模組(發射器與感測器)、電阻R1、電阻R10、4069反向器、電晶體、繼電器和蜂鳴器等零件，詢問無人車作者曹老師，他建議電阻R1使用150Ω、R10使用6.2MΩ，反向器使用電壓準位1/2VCC的4069較1/3VCC的晶片容易操作，其他零件可自己決定，查了一些電子零件如下表所示，決定了解後再決定使用類型。

電子零件種類	電晶體		紅外線模組		蜂鳴器	
	PNP	NPN	940nm	850nm	自激式蜂鳴器	他激式蜂鳴器
	 PNP	 NPN				
功能	低電位觸發	高電位觸發	光感測器	光感測器	可自行發聲	需接音樂 IC

紅外線模組只找到 940 nm 的發射器和感測器，電晶體則選用 NPN 型號，一般電路高電位表示開，低電位表示關，高電位觸發的 NPN 電晶體較符合使用習慣，他激式蜂鳴器必須串接音樂晶片才能發聲，因此決定使用自激式蜂鳴器，決定好電子零件後，我們買齊材料後，按著警報器設計圖開始製作警報器，如下圖所示。

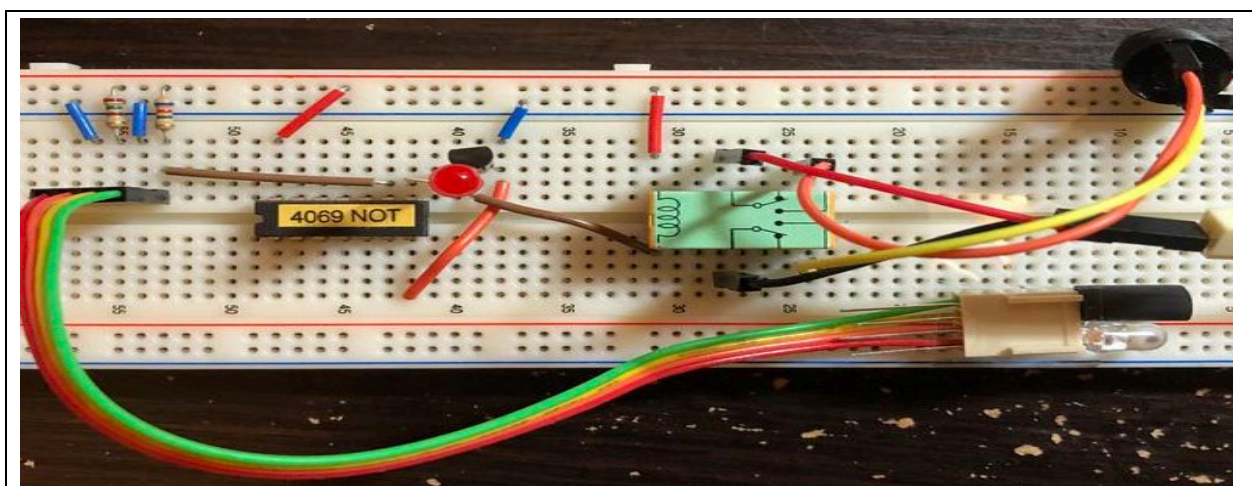


圖 1-1-3 警報器



由無人車電路修改組裝的警報器果真成功了，感測到有人靠近蜂鳴器就大叫。原理如同文獻探討所述，光感測器感測到目標物時，訊號由感測器→反向器→電晶體→繼電器→啟動蜂鳴器。若優化電路去掉繼電器，直接由電晶體推動蜂鳴器，是否可行？如下圖所示，我們決定進一步實驗看看。

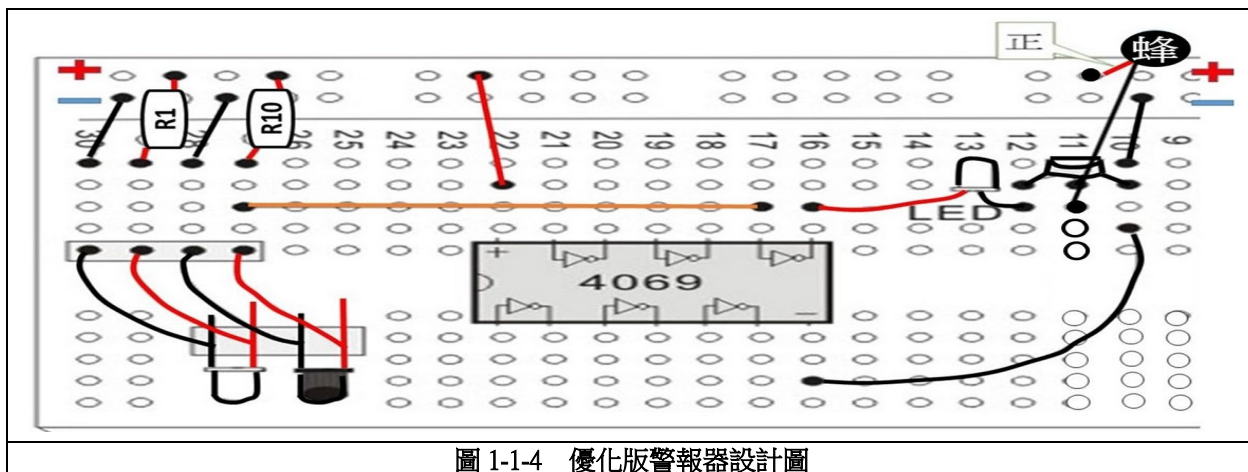


圖 1-1-4 優化版警報器設計圖

按著上圖所示做出的優化版警報器(見圖1-1-5)，電路更簡單但效果一樣，感測到有人靠近時蜂鳴器就大叫，利用麵包板和簡易零件製作警報器，可達成造價便宜及無須程式設計能力的目標，我們決定**以優化版警報器為本研究之自製警報器基礎模組**。

自製警報器是應用光感測器中的光電導型感測原理，有人靠近就會感測到紅外線，促使感測器完全導電，此時感測器將輸出 0 訊號給反向器，反向器將訊號轉為 1 輸出給NPN電晶體，NPN電晶體接收到 1 的訊號就推動蜂鳴器。反之，沒人靠近就不會感測到紅外線，此時感測器幾乎不導電，將輸出 1 訊號給反向器，反向器將訊號轉為 0 輸出給NPN電晶體，NPN電晶體接收到 0 的訊號不會啟動蜂鳴器。自製警報器是根據上述有無感測到紅外線來啟動或關閉蜂鳴器。

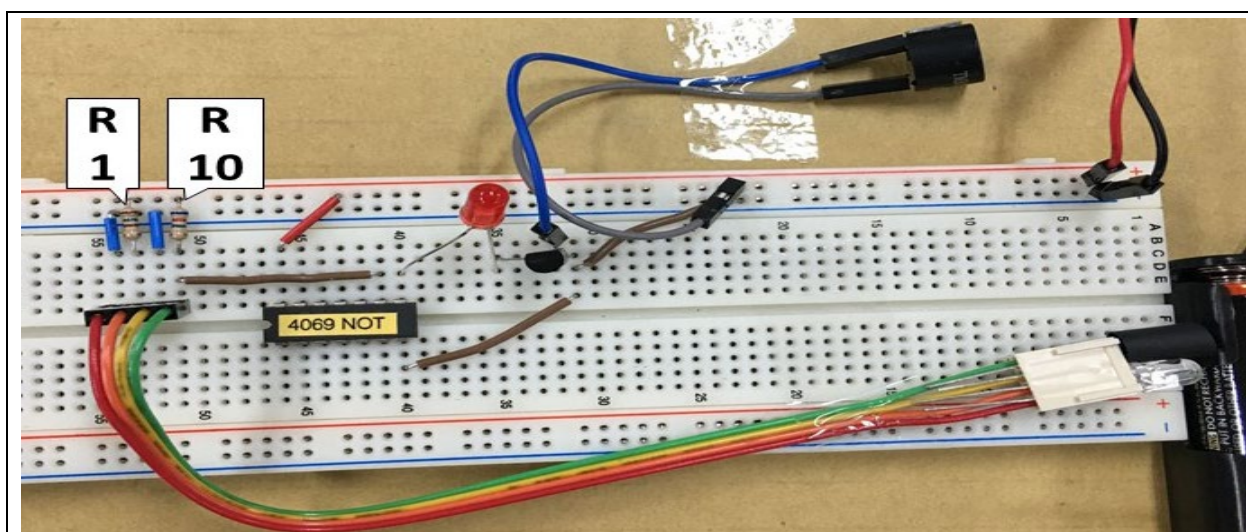


圖 1-1-5 優化版警報器(本研究之自製警報器基礎模組)

## 1-2 警報器電阻串聯、並聯對感測效果的影響

警報器(見圖1-1-5)發射器串接電阻 $R_1$ ( $150\Omega$ )、感測器串接電阻 $R_{10}$ ( $6.2M\Omega$ )，本研究進行電阻串聯、並聯的感測實驗，以便了解電阻的串聯、並聯是否影響警報器的感測效果。

### 一、實驗步驟

(一)本實驗環境背景值照度 327 Lux、分貝 60 dB。

(二)為避免單一警報器不夠客觀，本研究採用三台警報器進行實驗並求其平均值。

(三)分別組裝  $R_1$  串聯 +  $1R_{10}$ 、 $1R_1 + R_{10}$  串聯、 $R_1$  並聯 +  $1R_{10}$ 、 $1R_1 + R_{10}$  並聯的警報器各 3 台，6V(4 顆電池)電壓，進行感測實驗，測量感測距離與分貝值，當感測距離越遠，分貝越大，表示感測效果越好，入侵者離警報器很遠時，就可感測到訊號(如圖 1-2-1-1~圖 1-2-1-8)。

(四)進行 $R_1$ 串聯 +  $1R_{10}$ 、 $1R_1 + R_{10}$ 串聯、 $R_1$ 並聯 +  $1R_{10}$ 、 $1R_1 + R_{10}$ 並聯的感測實驗，小朋友拿著感測板從正前方慢慢靠近紅外線警報器，警報器響起感測板立即停止前進，此時感測板與警報器距離即為感測距離。(如圖1-2-1-10)。

警報器電阻串聯對感測效果的影響

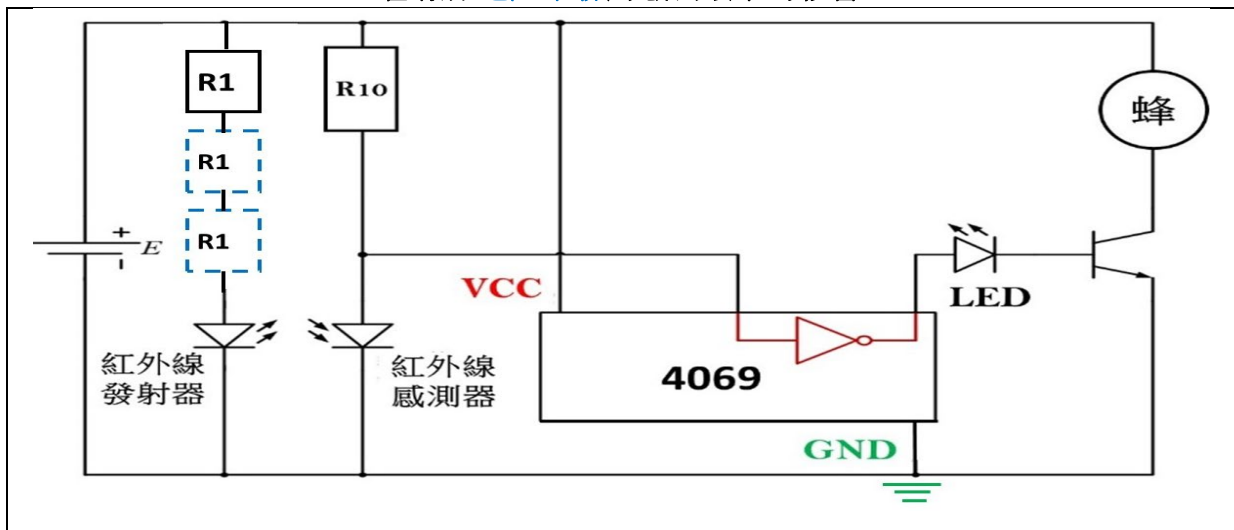


圖 1-2-1-1  $R_1$  串聯 +  $1R_{10}$  警報器設計圖

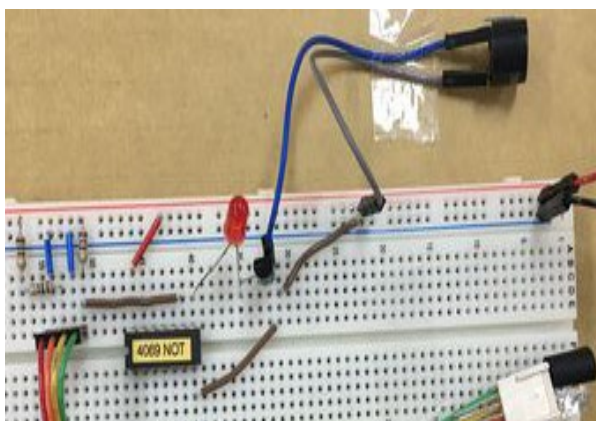


圖 1-2-1-2 2 個  $R_1$  串聯 +  $1R_{10}$  警報器

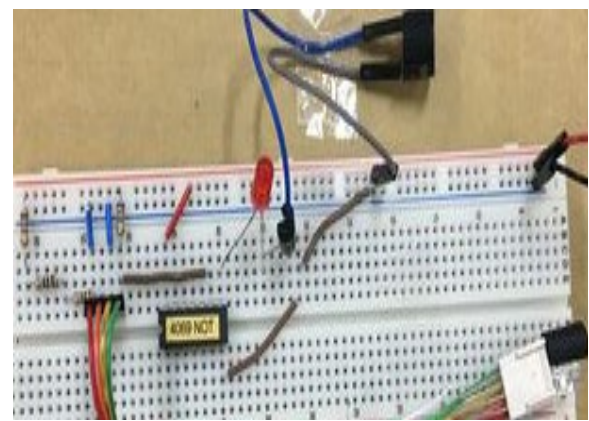


圖 1-2-1-3 3 個  $R_1$  串聯 +  $1R_{10}$  警報器



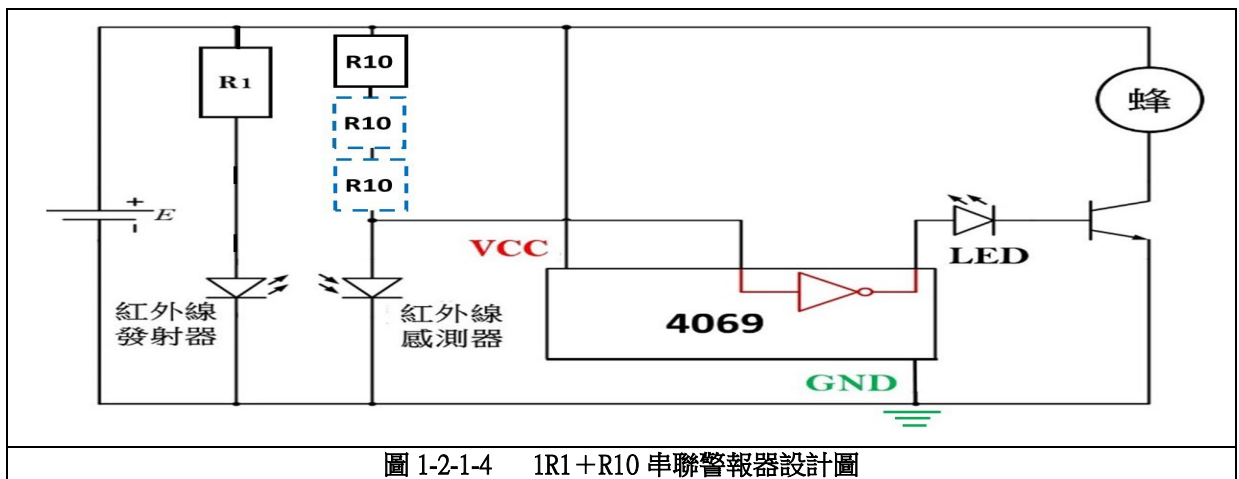


圖 1-2-1-4 1R1+R10 串聯警報器設計圖  
警報器電阻並聯對感測效果的影響

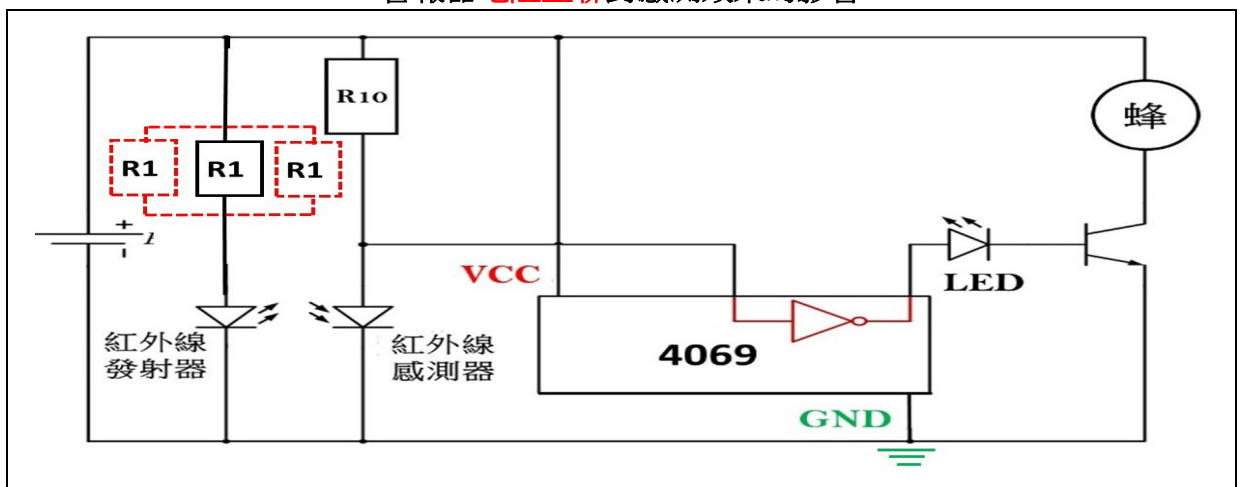


圖 1-2-1-5 R1 並聯+1R10 警報器設計圖

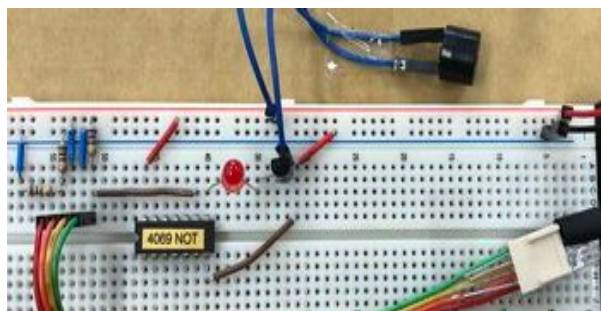


圖 1-2-1-6 2 個 R1 並聯+1R10 警報器

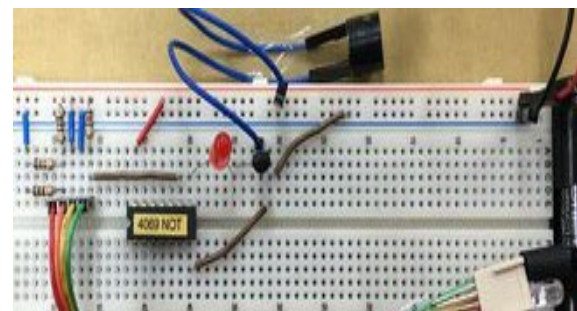


圖 1-2-1-7 3 個 R1 並聯+1R10 警報器

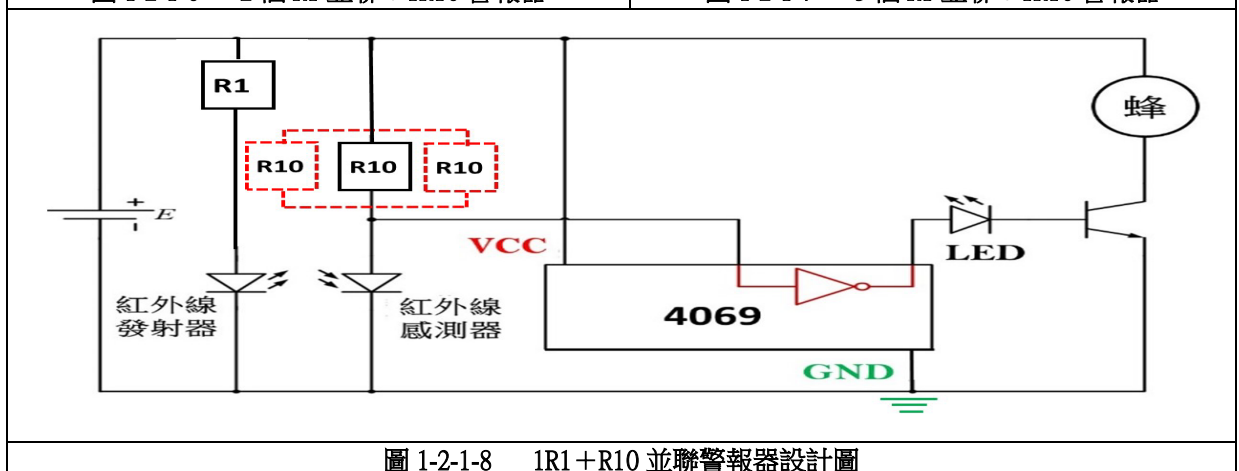


圖 1-2-1-8 1R1+R10 並聯警報器設計圖



圖 1-2-1-9 電阻 R1、R10 串聯、並聯感測實驗設備

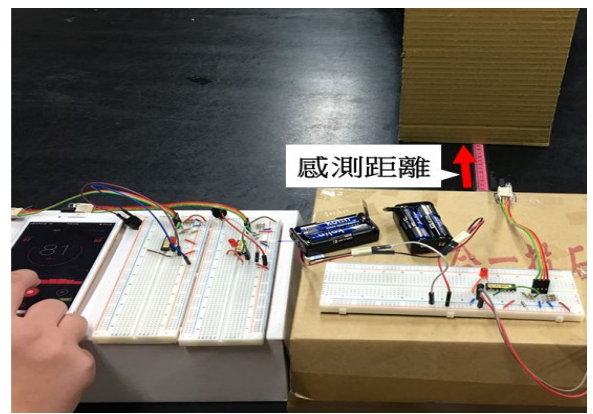


圖 1-2-1-10 電阻 R1、R10 串聯、並聯 感測實驗

## 二、實驗結果與分析

(一)警報器電阻串聯、並聯對警報器感測效果的影響(數據詳見附件一)，如下圖。

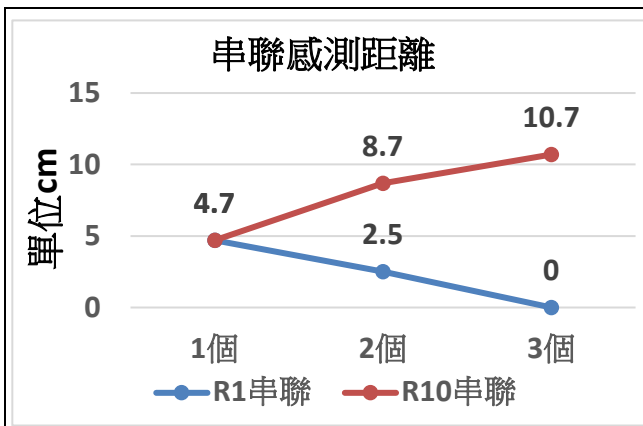


圖 1-2-2-1 R1、R10 串聯之感測距離(cm)

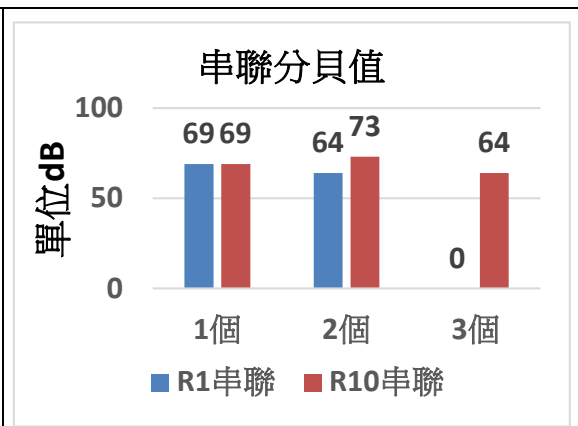


圖 1-2-2-2 R1、R10 串聯之分貝值(dB)

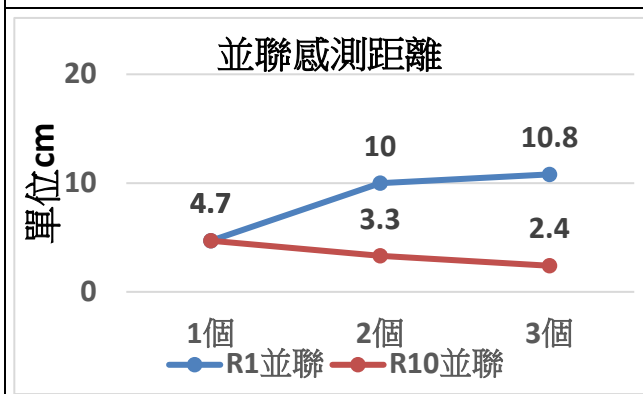


圖 1-2-2-3 R1、R10 並聯之感測距離(cm)

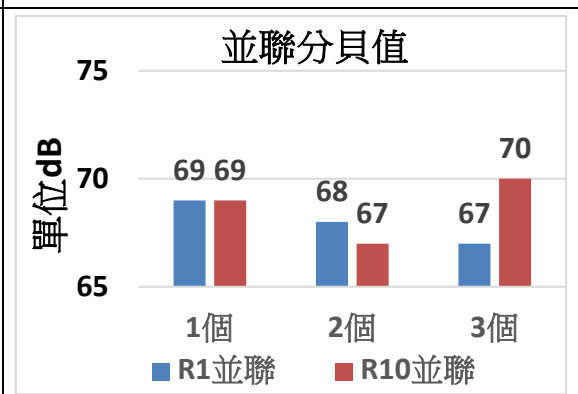


圖 1-2-2-4 R1、R10 並聯之分貝值(dB)

(二)由上述實驗結果我們可以得知：

- 1.由圖1-2-2-1發現3個R10串聯時，警報器的感測距離10.7cm。
- 2.圖1-2-2-3發現3個R1並聯時，警報器感測距離達10.8cm，如果組並聯電阻R1與串聯電阻R10對感測效果的影響如何呢？

3.圖1-2-2-2、圖1-2-2-4發現串聯並聯的分貝值在64dB~73 dB之間，皆達噪音程度(住宅區—工廠區日夜噪音65—45 dB以上)，應具有嚇阻小偷入侵的效果。

### 1-3 警報器電阻 R1 並聯 R10 串聯對感測效果的影響

由 1-2 實驗結果，我們組合 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯的感測效果研究。

#### 一、實驗步驟

(一)本實驗環境背景值照度 327 Lux、分貝 57 dB。

(二)組裝 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯的紅外線警報器各 3 台，6V(4 顆電池)，進行感測距離和分貝大小的實驗。(如圖 1-3-1-1~圖 1-3-1-2)，重複圖 1-2-1-10 感測實驗方法。

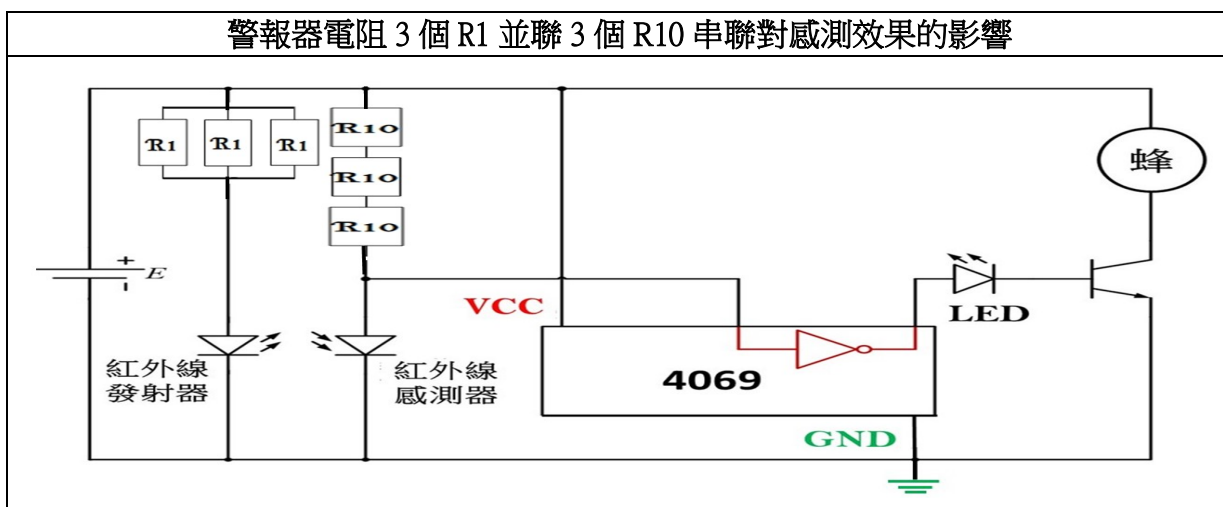


圖 1-3-1-1 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯警報器設計圖

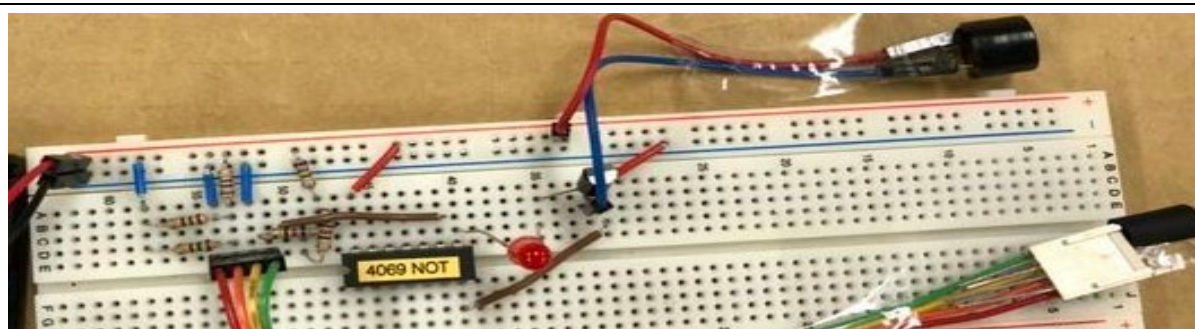


圖 1-3-1-2 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯警報器

#### 二、實驗結果與分析

(一) 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯紅外線警報器感測效果(數據詳見附件一)，如下表。

表 1-3-2-1 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯警報器感測距離平均值

	1 號警報器	2 號警報器	3 號警報器	平均
感測距離(cm)	26	26.5	26	26
分貝值(dB)	79	82	78	80

(二)由上述實驗結果我們可以得知：

3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯的感測距離達 26cm，是 R1 並聯或 R10 串聯時感測距離 10cm

的 2.5 倍遠，效果極好，接下來所有實驗皆採用 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯警報器。

#### 1-4 警報器電壓對感測效果的影響

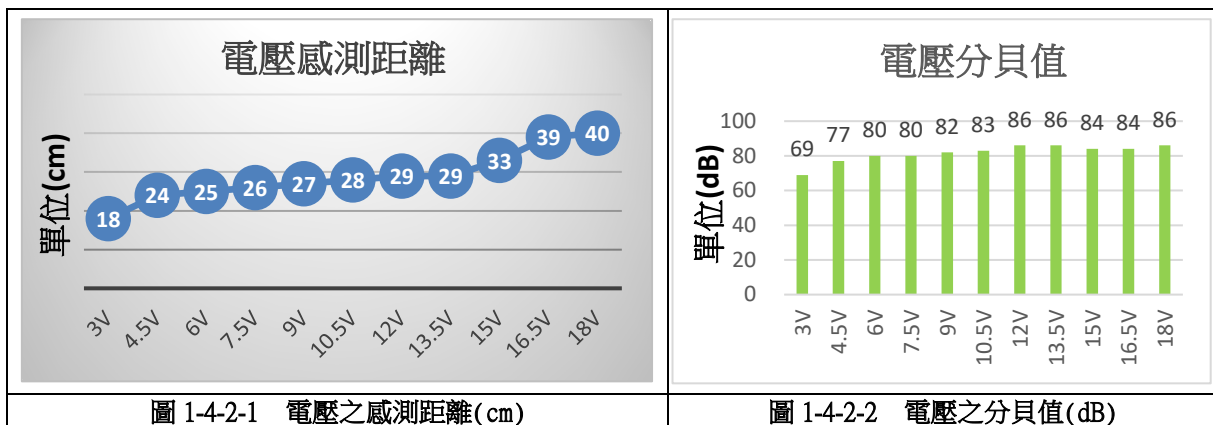
電路課程，電池串聯越多燈泡越亮，因此我們想了解改變電壓是否也有助於優化警報器功率。

##### 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 425 Lux、分貝 60 dB。
- (二)組裝 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯警報器各 3 台(見圖 1-3-1-2)。
- (三)進行 3V、4.5V、6V……18V 警報器感測實驗(重複 1-2-1-10 感測實驗)。

##### 二、實驗結果與分析

(一)電壓對紅外線警報器感測效果的影響(數據詳見附件一)，如圖 1-4-2-1~圖 1-4-2-2。



(二)由上述實驗結果我們可以得知：

- 1.由圖 1-4-2-1 ~圖 1-4-2-2 發現電壓升高，警報器分貝值升高，感測距離變長，18V 時，感測距離 40cm，但不宜無限拉高電壓值，因 18V 時警報器雖可運轉但出現燒焦味，18V 應是我們警報器電壓極限了。
- 2.從 1-2、1-3 電阻串聯、並聯及 1-4 電壓感測實驗，發現警報器分貝值都在 69—90 dB，皆達噪音程度，應具嚇阻小偷效果，故接下來實驗不再討論警報器分貝值。

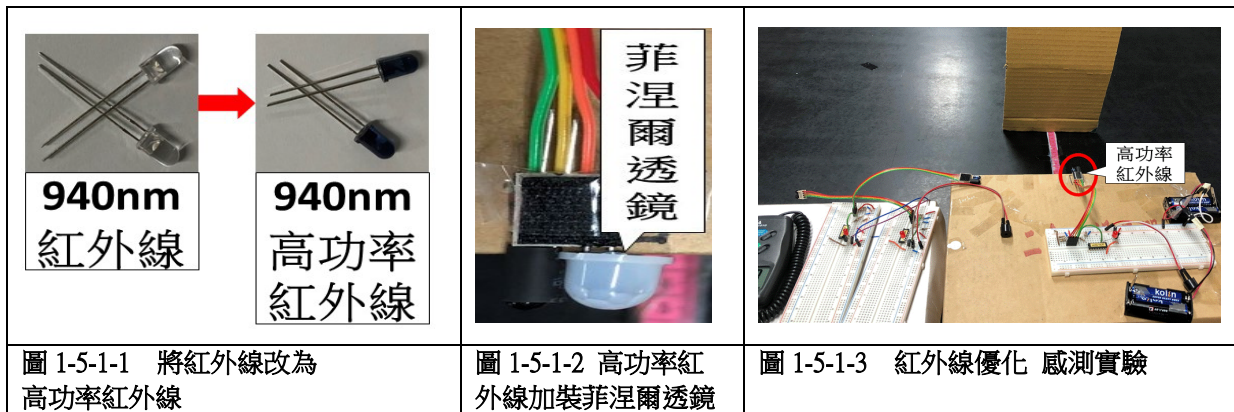
#### 1-5 紅外線優化對感測效果的影響

警報器發射器電阻 R1 並聯、感測器電阻 R10 串聯、升高電壓，確有優化警報器功率，但感測距離 40cm，與市售警報器 5m 有差距，搜尋文獻發現(1)文獻(林有章，2013)提到 MCU 結合程式設計可提升警報器功率。(2)文獻(白春成，2019)提到發射器加裝菲涅爾透鏡(Fresnellens)可提升感測距離。(3)網路資訊 TSAL6200 高功率紅外線感測距離達 15m，因我們不具程式設計能力，決定發射器加裝菲涅爾透鏡(Fresnellens)以及改用 TSAL6200 高功率紅外線，希望提升感測距離。



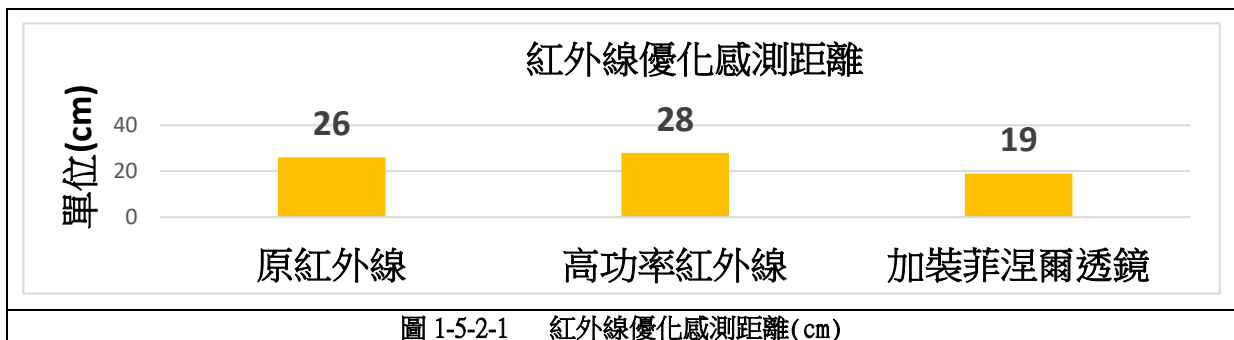
## 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 323 Lux、分貝 56 dB。
- (二)組裝 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯高功率紅外線警報器各 3 台。
- (三)發射器加裝菲涅爾透鏡警報器各 3 台。
- (四)進行高功率紅外線警報器及菲涅爾透鏡警報器感測實驗。如下列圖示：



## 二、實驗結果與分析

- (一)紅外線優化感測效果(數據詳見附件一)，如下圖。



- (二)由上述實驗結果我們可以得知：

1.由圖1-5-2-1發現高功率紅外線、發射器加裝菲涅爾透鏡，感測距離都未達文獻所說的15m，後來再查文獻得知高功率紅外線須程式設計搭配頻率產生器發出38KHz的頻率，並使用38KHz的紅外線感測器，而菲涅爾透鏡則須程式設計搭配放大器，如此作法，感測距離才能達到15m，這次優化失敗了，但未來具有程式設計能力和各種晶片知識後，我們自製警報器的感測距離應可優化到市售警報器等級5m以上。

## 研究二：警報器安裝對感測效果的影響

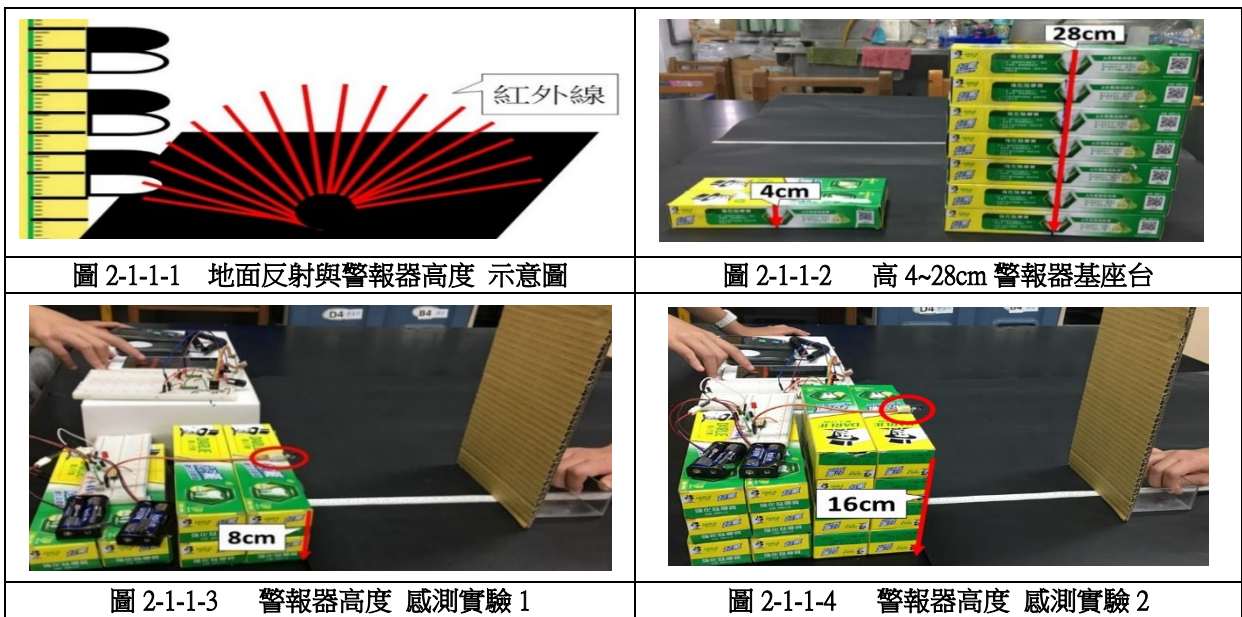
完成警報器電阻、電壓及紅外線優化實驗後，接下來將針對警報器安裝高度、角度探究警報器感測效果，找出警報器最佳安裝高度、角度。

## 2-1 警報器高度對感測效果的影響

因地板會產生地面反射(見圖 2-1-1-1)，推論警報器越低時，接收到的地面反射紅外線量越多，感測距將更遠。

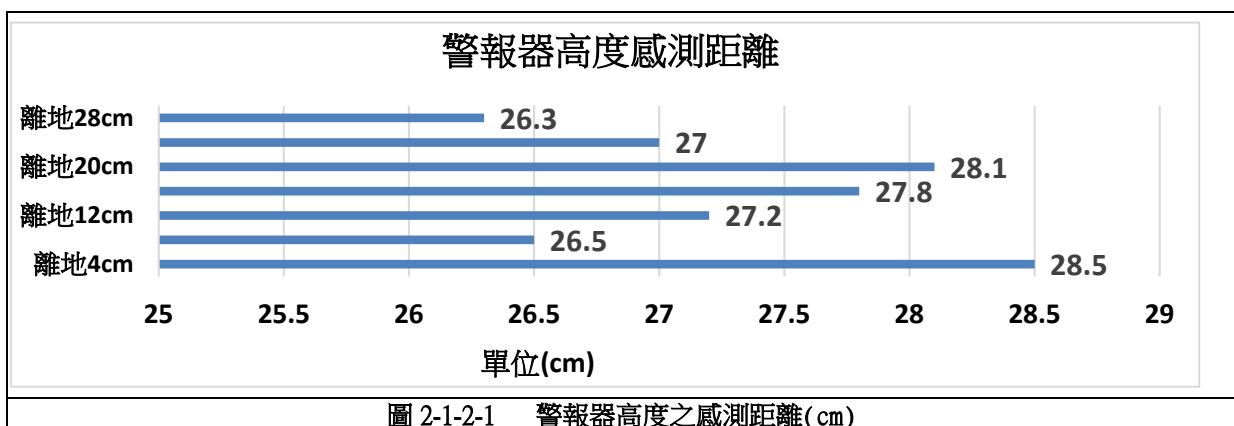
### 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 354 Lux、分貝 52 dB。
- (二)組裝 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯的紅外線警報器各 3 台，6V(4 顆電池)電壓。
- (三)準備 4cm、8cm……至 28cm 的紅外外線基座台。
- (四)進行警報器高度離地 4cm、8cm……28cm 的感測距離實驗(如圖 2-1-1-3~圖 2-1-1-4)。



### 二、實驗結果與分析

(一)警報器高度對紅外線警報器感測效果的影響(數據詳見附件二)，如下圖。



(二)由上述實驗結果我們可以得知：

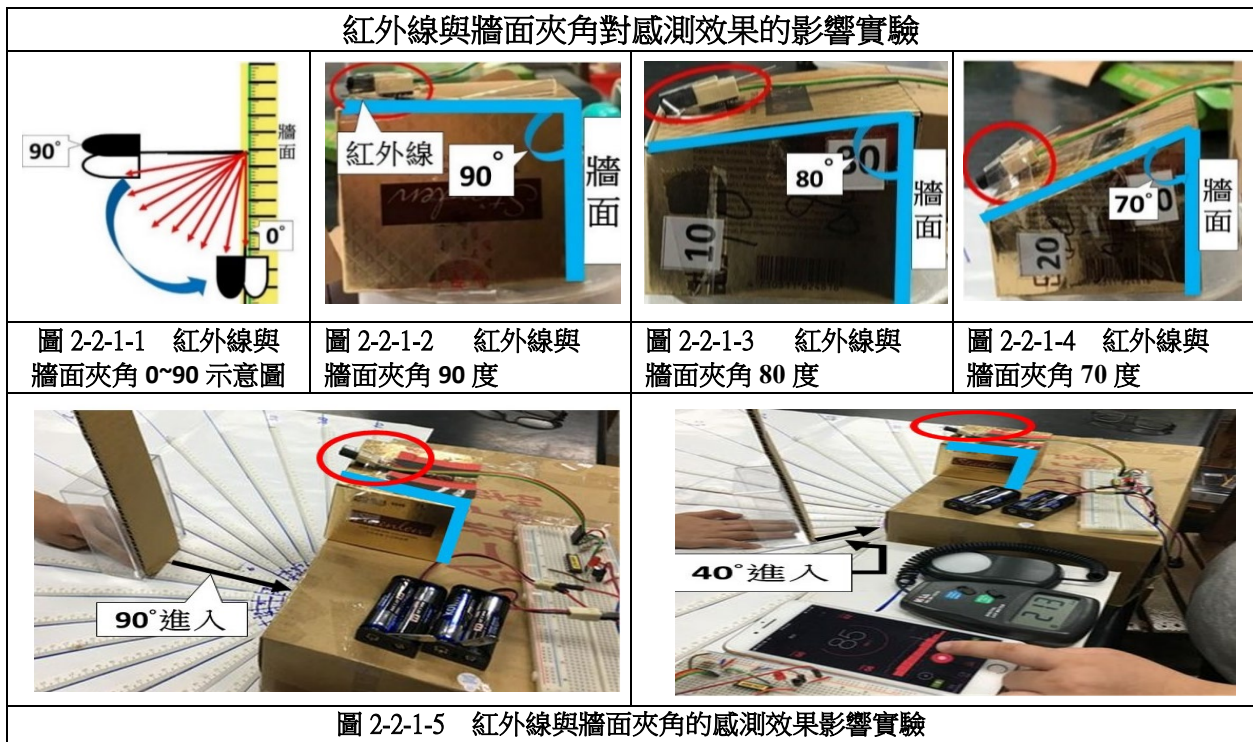
- 1.由上圖發現警報器在離地 4cm 時，感測距離可達 28.5cm，但只較其他高度略增加 0.5cm，推論地面反射的紅外線量只在警報器極近地面時，會使感測距離微幅增加。

## 2-2 紅外線與牆面夾角對感測效果的影響

完成警報器高度探究後，進一步研究紅外線與牆面夾角的感測效果，作為智慧屋警報器安裝角度參考。因入侵者一般從一樓入侵，故我們只研究紅外線與牆面夾角 0~90 度時，對警報器感測效果影響。

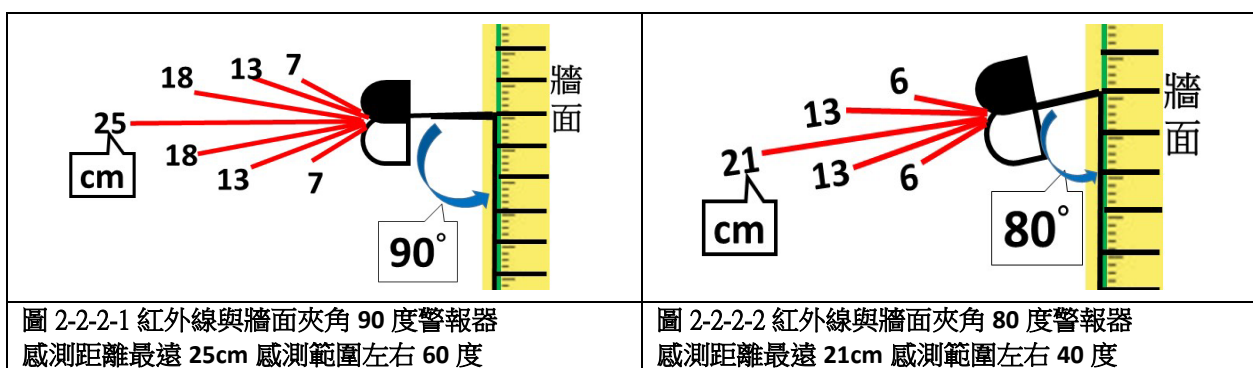
### 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 333 Lux、分貝 52 dB。
- (一)準備 0 度~90 度之斜坡牆用於安裝紅外線警報器。
- (二)組裝 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯的紅外線警報器 3 台，6V 電壓。
- (三)進行紅外線與牆面夾角 90~0 度時，人從半圓路徑 0—180 度等不同角度進入時，紅外線警報器的感測實驗。如圖 2-2-1-5。

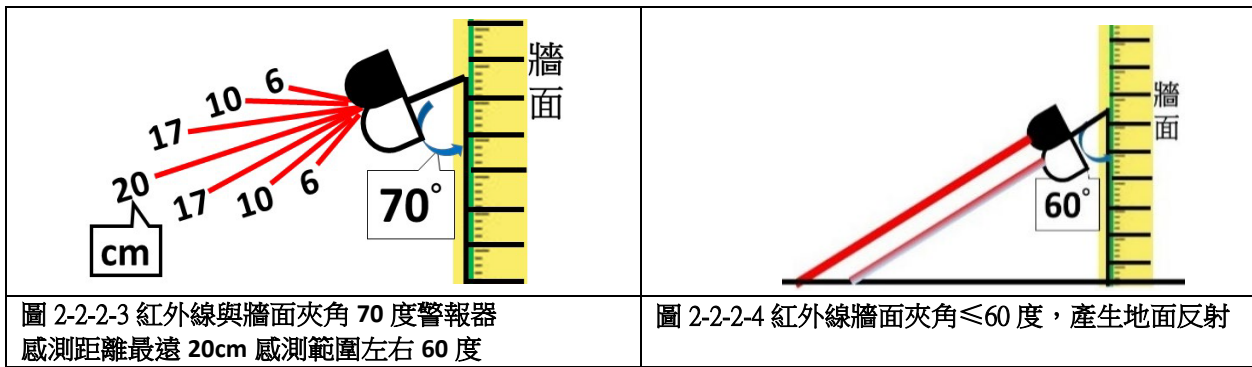


### 二、實驗結果與分析

(一)紅外線與牆面夾角的感測效果實驗結果(數據詳見附件二)，如下面 4 圖：







(二)由上述實驗結果我們可以得知：

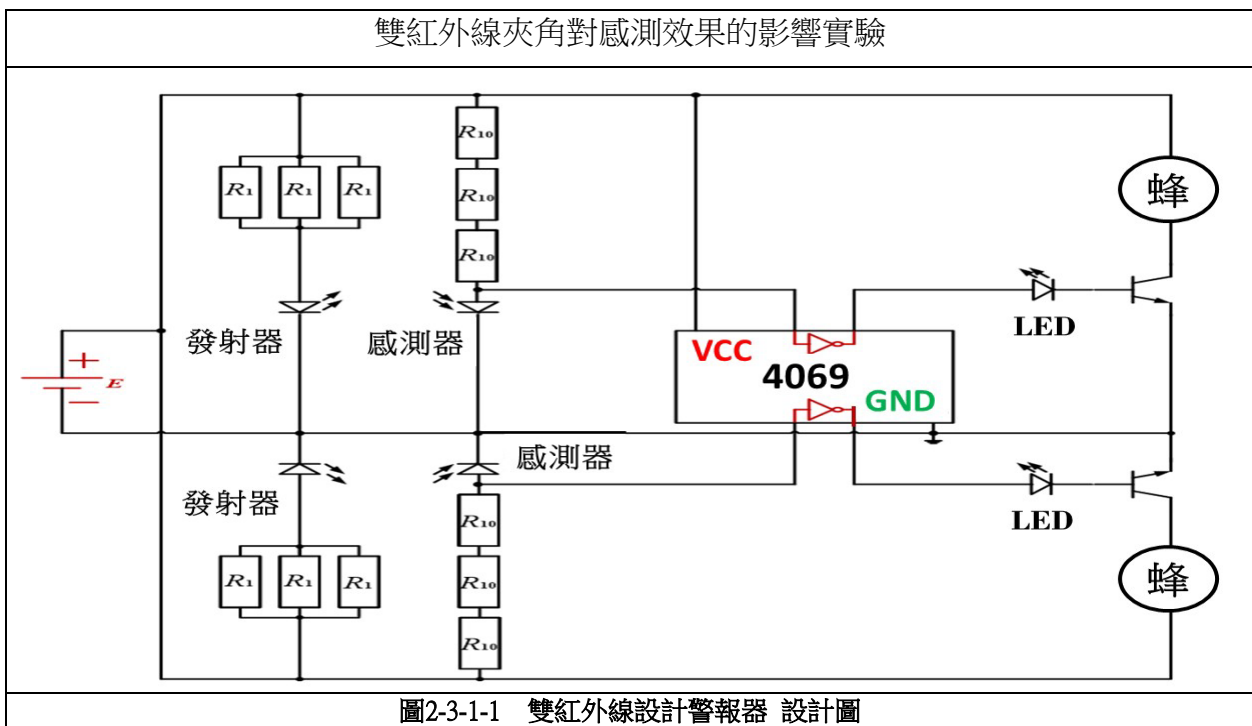
- 1.由圖 2-2-2-1 發現紅外線與牆面夾角為 90 度時，感測效果最好，感測距離達 25cm，感測範圍達 60 度。
- 2.由圖 2-2-2-4 紅外線與牆面夾角  $\leq 60$  度時，產生地面反射，使警報器一直鳴叫，故紅外線與牆面夾角不宜  $\leq 60$  度。

### 2-3 雙紅外線夾角對感測效果的影響

由2-2實驗發現單一紅外線感測範圍最佳為60度，故安裝雙紅外線來增加感測範圍。

#### 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 312 Lux、分貝 57 dB。
- (二)組裝並聯 3 個 R1 串聯 3 個 R10 雙紅外線警報器 3 台，雙紅外線皆與牆面垂直。
- (三)進行雙紅外線分開擺放及雙紅外線夾角 0 度、10 度、20 度……至 180 度，人從半圓路徑 0—180 度等角度進入時，紅外線警報器的感測實驗。如圖 2-3-1-10~圖 2-3-1-12。





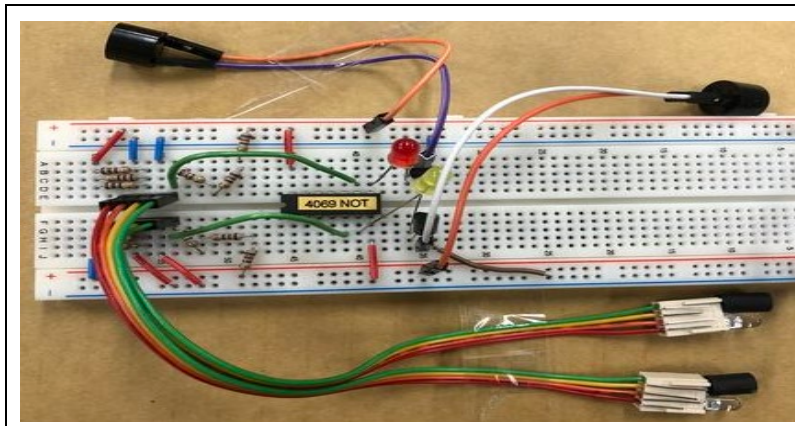


圖2-3-1-2 雙紅外線設計警報器



圖2-3-1-3 雙紅外線皆與牆面垂直

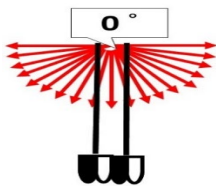


圖2-3-1-4 雙紅夾角0度示意圖

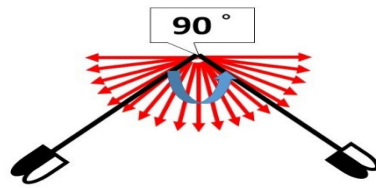


圖2-3-1-5 雙紅夾角90度示意圖

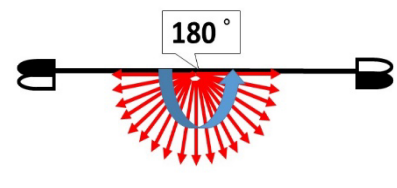


圖2-3-1-6 雙紅夾角180度示意圖



圖2-3-1-7 雙紅夾角0度

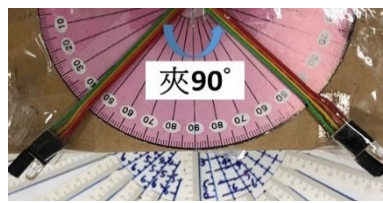


圖2-3-1-8 雙紅夾角90度



圖2-3-1-9 雙紅夾角180度

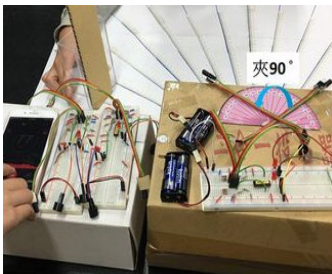


圖2-3-1-10 雙紅夾90感測實驗1

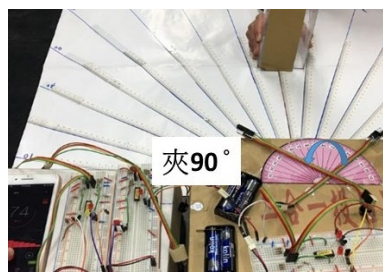


圖2-3-1-11 雙紅夾90感測實驗2



圖2-3-1-12 雙紅夾30度感測實驗

## 二、實驗結果與分析

(一)雙紅外線夾角感測實驗結果(數據詳見附件二)，如圖 2-3-2-1~圖 2-3-2-20。

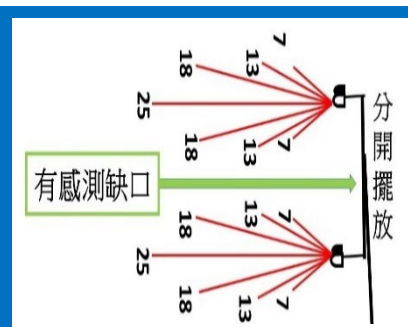


圖 2-3-2-1 雙紅平行(左右分開)感測範圍左右(60+60)度

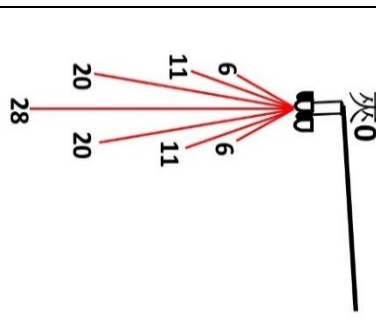


圖 2-3-2-2 雙紅平行(合在一起)感測範圍左右 60 度

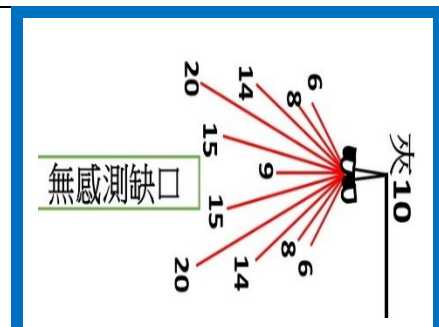
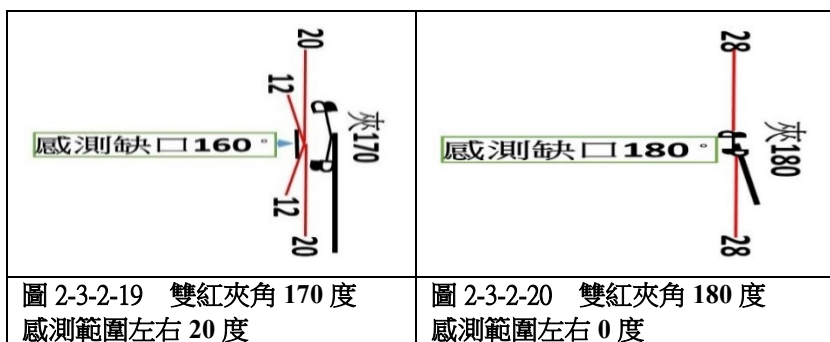


圖 2-3-2-3 雙紅夾角 10 度感測範圍左右 100 度

<p>圖 2-3-2-4 雙紅夾角 20 度 感測範圍左右 80 度</p>	<p>圖 2-3-2-5 雙紅夾角 30 度 感測範圍左右 60 度</p>	<p>圖 2-3-2-6 雙紅夾角 40 度 感測範圍左右 60 度</p>
<p>圖 2-3-2-7 雙紅夾角 50 度 感測範圍左右 60 度</p>	<p>圖 2-3-2-8 雙紅夾角 60 度 感測範圍左右 40 度</p>	<p>圖 2-3-2-9 雙紅夾角 70 度 感測範圍左右 60 度</p>
<p>圖 2-3-2-10 雙紅夾角 80 度 感測範圍左右 60 度</p>	<p>圖 2-3-2-11 雙紅夾角 90 度 感測範圍左右 40 度</p>	<p>圖 2-3-2-12 雙紅夾角 100 度 感測範圍左右 60 度</p>
<p>圖 2-3-2-13 雙紅夾角 110 度 感測範圍左右 40 度</p>	<p>圖 2-3-2-14 雙紅夾角 120 度 感測範圍左右 40 度</p>	<p>圖 2-3-2-15 雙紅夾角 130 度 感測範圍左右 40 度</p>
<p>圖 2-3-2-16 雙紅夾角 140 度 感測範圍左右 20 度</p>	<p>圖 2-3-2-17 雙紅夾角 150 度 感測範圍左右 40 度</p>	<p>圖 2-3-2-18 雙紅夾角 160 度 感測範圍左右 20 度</p>



(二)由上述實驗結果我們可以得知：

- 1.由圖 2-3-2-1 ~圖 2-3-2-4 發現雙紅外線左右分開擺放，感測範圍 120 度已達市售警報器感測範圍，雙紅外線夾角為 10—20 度時，感測範圍 100—80 度，優於單一紅外線。
- 2.由圖 2-3-2-13 ~圖 2-3-2-20 雙紅外線夾角 $\geq 110$ 度時，感測範圍 40—0 度劣於單一紅外線差且中間形成 140 度以上的感測缺口。

### 研究三：警報器環境對感測效果的影響

完成警報器安裝高度、角度的探討後，繼續探究警報器環境顏色、環境照度及環境天候對警報器感測效果的影響，期望找出最有利警報器的環境條件。

#### 3-1 紙板顏色對感測效果的影響

四年級我們學過不同顏色的障礙物反射不同的色光，我們想知道反射的色光是否影響警報器的感測效果，我們先以各色紙板當作障礙物進行感測實驗。

##### 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 354 Lux、分貝 57 dB。
- (二)組裝三台並聯 3 個 R1 串聯 3 個 R10 的警報器+6V(4 顆電池)電壓，進行 30 種顏色(丹迪紙)的感測實驗，紀錄警報器感測距離。如圖 3-1-1-2~圖 3-1-1-3。





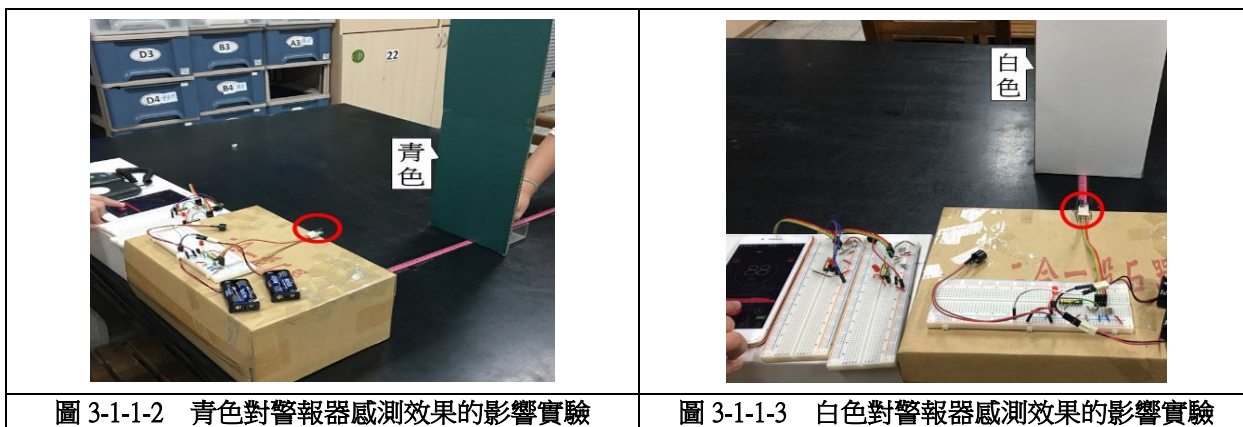


圖 3-1-1-2 青色對警報器感測效果的影響實驗

圖 3-1-1-3 白色對警報器感測效果的影響實驗

## 二、實驗結果與分析

(一)紙板顏色對紅外線警報器感測效果的影響(數據詳見附件三)，如下圖。

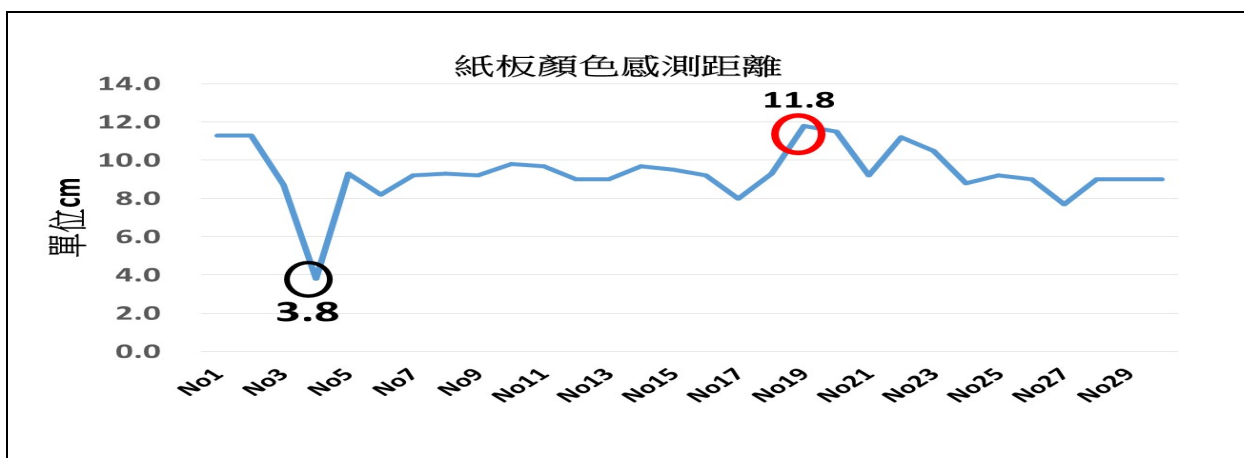


圖 3-1-2-1 各色紙板之感測距離 (cm)

排序 1 紅(NO19)	排序 2 桃紅(NO20)	排序 3 白色(NO1)	排序 4 淺灰(NO2)	排序 5 膚白(NO22)

圖 3-1-2-2 紅外線警報器感測距離排序最長的 5 個紙板顏色

排序 30 黑(NO4)	排序 29 紫(NO27)	排序 28 青(NO17)	排序 27 淺黃(NO6)	排序 26 深灰(NO3)

圖 3-1-2-3 紅外線警報器感測距離排序最短的 5 個紙板顏色

(二)由上述實驗結果我們可以得知：

- 1.由圖 3-1-2-1 發現紅色最易感測到，離警報器 11.8cm 就可感測到，黑色最難感測，必須靠近警報器至 3.8cm 才能感測到。
- 2.紅、桃紅、白色、淺灰、膚白等 5 色，警報器的感測效果較好，離警報器約 11cm，就能感測到，黑、紫、青、淺黃、深灰等 5 色，警報器的感測效果較差，必須靠近警報器至 7cm 以內才能感測到。
- 3.紅色、白色，警報器的感測距離較遠，推論紅色光譜最接近紅外線，而白色能反射



所有色光，所以這兩色反射紅外線能力最好，紫色、青色、離紅外線光譜較遠，而黑色吸光，所以這些色系反射紅外線能力較差，必須很靠近警報器才能感測到。

### 3-2 衣服顏色對感測效果的影響

完成顏色紙板的感測實驗，繼續進行衣色實測，由小朋友穿著各色衣服進行感測實驗。

#### 一、實驗步驟

(一)本實驗環境背景值照度 333 Lux、分貝 52 dB。

(二)組裝三台並聯 3 個 R1 串聯 3 個 R10 的警報器+6V(4 顆電池)電壓，進行 12 色衣服的感測實驗，紀錄警報器的感測距離。(如圖 3-2-1-3~圖 3-2-1-5)。



圖 3-2-1-1 本研究 12 件衣服

圖 3-2-1-2 衣服感測實驗警報器高度



圖 3-2-1-3 桃色衣服感測實驗

圖 3-2-1-4 藍色衣服感測實驗

圖 3-2-1-5 白色衣服感測實驗

#### 二、實驗結果與分析

(一)衣服顏色對紅外線警報器感測效果的影響(數據詳見附件三)，如下圖。

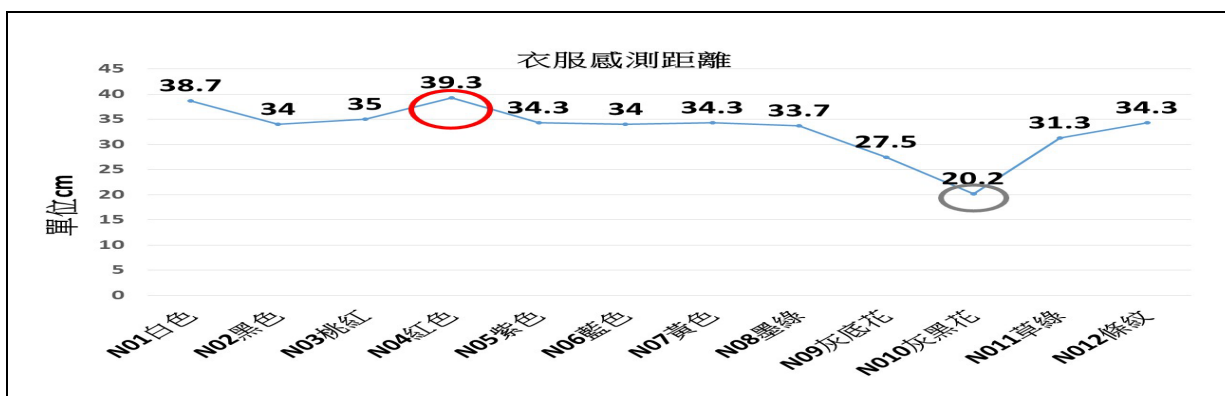


圖 3-2-2-1 各色衣服感測距離(cm)

(二)由上述實驗結果我們可以得知：

- 1.由上圖發現紅衣最易感測到，離警報器 39.3cm 就可感測到，灰黑花衣比黑衣更難感測到，須靠近警報器至 20.2cm 才能感測到，是顏色還是材質原因，待進一步研究。

### 3-3 地板顏色對感測效果的影響

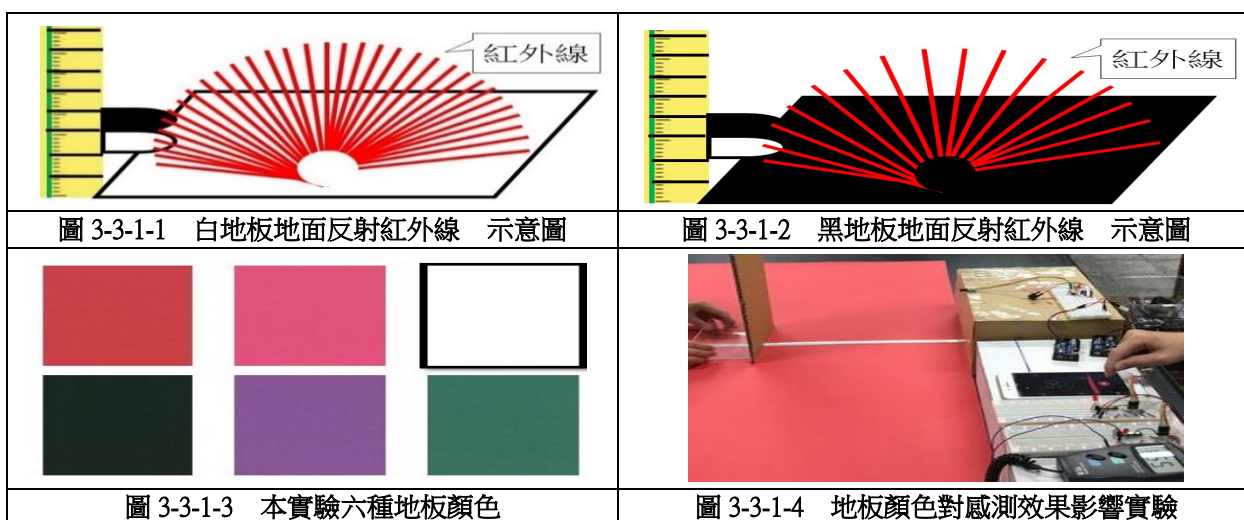
進行完紙板、衣色感測實驗後，繼續研究各色地板反射紅外線量不同時(見圖 3-3-1-1~圖 3-3-1-2)是否也影響警報器的感測距離。

#### 一、實驗步驟

(一)本實驗環境背景值照度 323 Lux、分貝 57 dB。

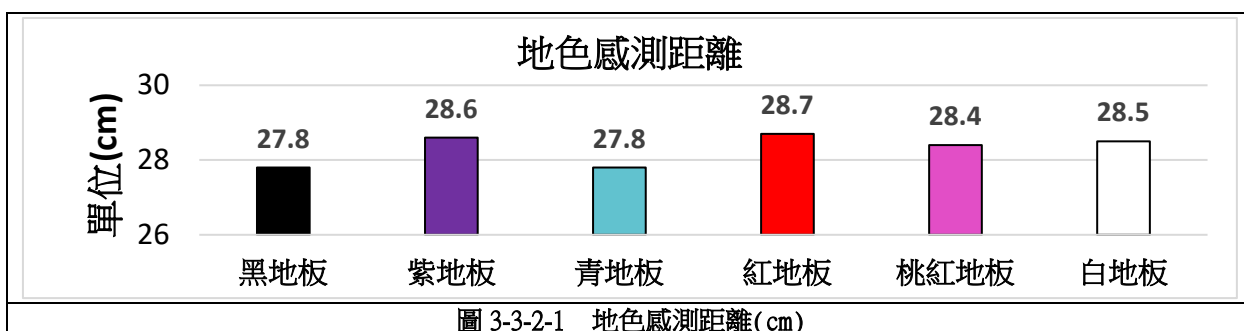
(一)組裝三台並聯 3 個 R1 串聯 3 個 R10 的警報器+6V(4 顆電池)電壓。

(二)根據 3-1 實驗，選出感測效果最好的紅色、桃紅、白色以及最差的黑色、紫色、青色等 6 種丹迪紙鋪成地板進行感測效果實驗，紀錄警報器的感測距離。



#### 二、實驗結果與分析

(一)地板顏色對紅外線警報器感測效果影響(數據詳見附件三)，如下圖。



(二)由上述實驗結果我們可以得知：

- 1.由上圖發現紅地板感測效果最佳，感測距離達 28.7cm，黑地板感測效果最差，感測距離 27.8cm，但紅黑等 6 種地板的感測距離差距不大，在 1cm 以內，推論地板顏色


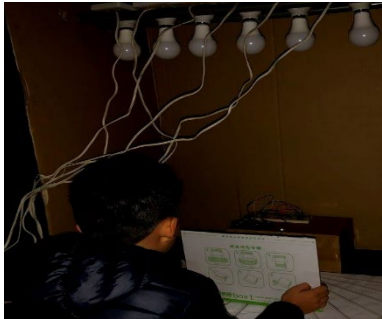







對警報器的感測距離影響不大。

### 3-4 照度對感測效果的影響

電阻、電壓研究，幫助我們找出優化警報器的方法，高度、角度研究則幫助我們找出安裝警報器的最佳高度和角度，入侵者衣色到地板顏色，讓我們更了解環境顏色對警報器感測效果的影響，接著我們想了解白天黑夜等環境照度，對警報器感測效果的影響。

#### 一、實驗步驟

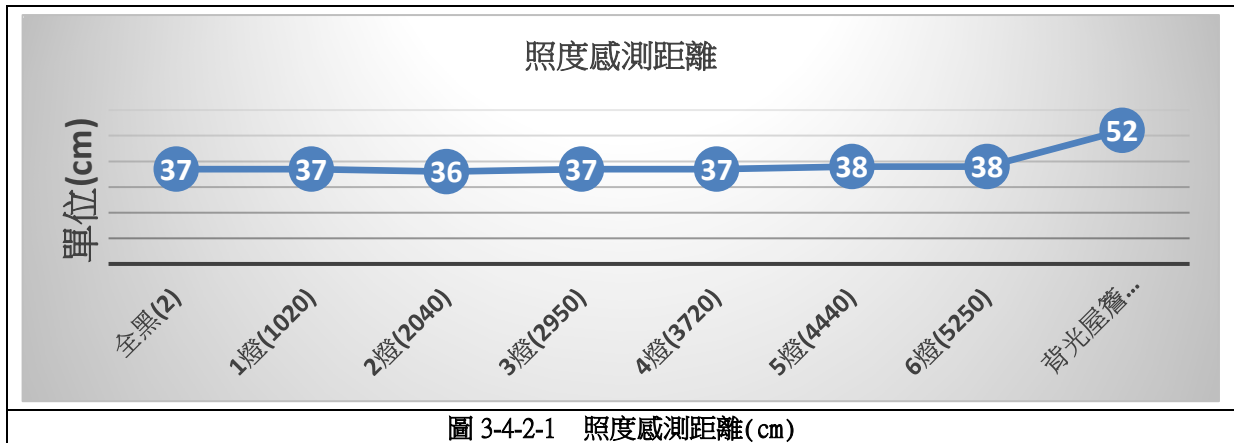
- (一)本實驗在照度箱進行，實驗室關燈拉窗簾，環境背景值照度 2 Lux、分貝 54 dB。
- (一)組裝並聯 3 個 R1 串聯 3 個 R10 的紅外線警報器各 3 台，6V 電壓。
- (二)組裝有 6 個 15 瓦 LED 燈的照度箱一個。
- (二)進行各種照度下，紅外線警報器感測距離實驗(如圖 3-4-1-1~圖 3-4-1-9)。

照度對紅外線警報器感測效果的影響實驗		
		
圖 3-4-1-1 照度實驗箱	圖 3-4-1-2 黑夜時照度 2 Lux	圖 3-4-1-3 一個燈照度 1020 Lux
		
圖 3-4-1-4 二個燈照度 2040 Lux	圖 3-4-1-5 三個燈照度 2950 Lux	圖 3-4-1-6 四個燈照度 3720 Lux
		
圖 3-4-1-7 五個燈照度 4440 Lux	圖 3-4-1-8 六個燈照度 5250 Lux	圖 3-4-1-9 背光屋簷照度 $\leq 2000$ Lux



## 二、實驗結果與分析

(一)照度對紅外線警報器感測效果影響實驗結果(數據詳見附件三)，如下圖。



(二)由上述實驗結果我們可以得知：

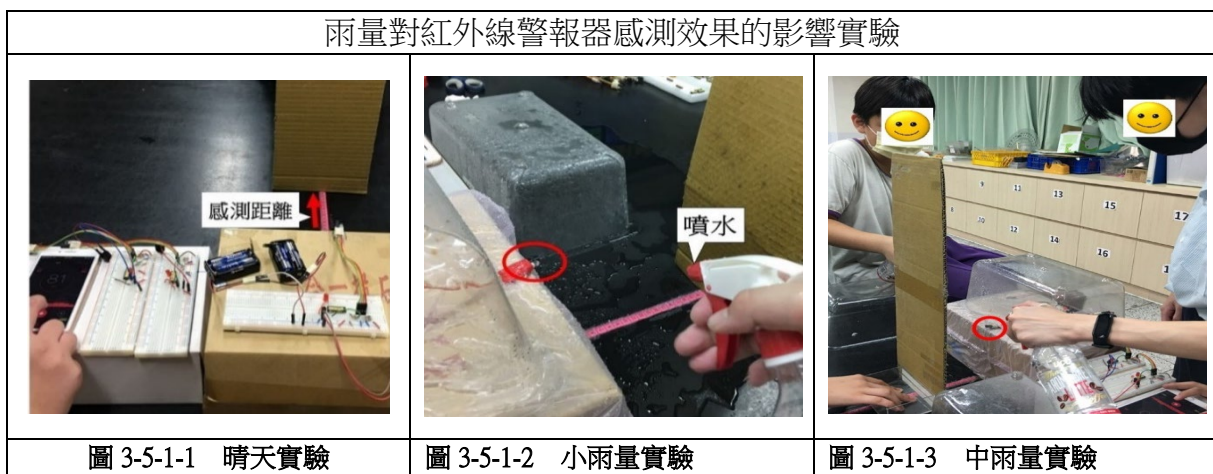
- 1.由圖 3-4-2-1 發現黑夜與 LED 光照環境下，照度 2~5250 Lux 差距大，但感測距離差距不到 2cm，早上 8 點前或下午 3 點後，太陽高度角較低時，背光屋簷下警報器可正常運作且感測距離是黑夜的 1.3 倍達 52cm，向光屋簷及陽光下，警報器受陽光干擾，無法正常運作。

### 3-5 天候對感測效果的影響

最後我們想了解天候是否影響警報器感測效果，針對晴雨天進行感測效果研究，因自製警報器是光感測器，影響感測效果主要是紅外線量非溫度，故不探討溫度變因。

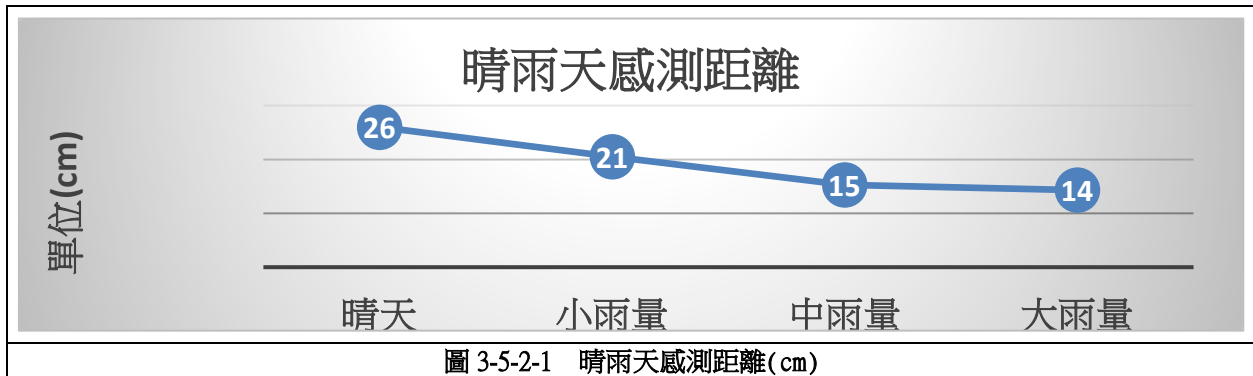
#### 一、實驗步驟

- (一)本實驗環境背景值照度 355 Lux、分貝 54 dB。
- (二)組裝 3 個 R1 並聯 3 個 R10 串聯的紅外線警報器各 3 台，6V 電壓。
- (三)小朋友朝紅外線模組用噴瓶噴水模擬小雨、中雨、大雨情境。
- (四)進行晴天與雨天的感測距離實驗(如圖 3-5-1-1~圖 3-5-1-3)。



## 二、實驗結果與分析

(一)雨量對紅外線警報器感測效果影響實驗結果(數據詳見附件三)，如下圖。



(二)由上述實驗結果我們可以得知：

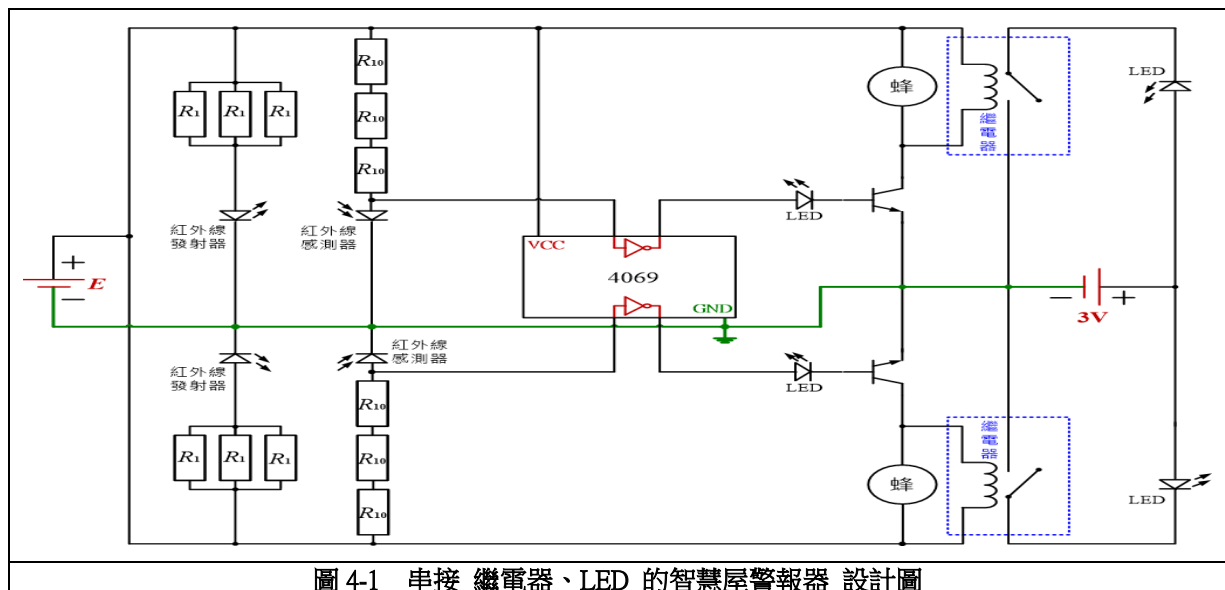
- 1.由上圖發現警報器感測效果晴天優於雨天，大雨量感測效果最差，感測距離 14cm 是晴天的一半，推論雨水會影響紅外線感測效果。

## 研究四：警報器應用—防盜智慧屋

根據研究一警報器優化、研究二警報器安裝等變因探討，智慧屋警報器採用並聯發射器電阻  $R_1$ 、串聯感測器電阻  $R_{10}$  及較高電壓，紅外線與牆面垂直，並在電路上串接繼電器和 LED 燈，可同時啟動多組警報器和 LED 燈，增強嚇阻作用。

### 一、實驗步驟

- (一)組裝 3 個  $R_1$  並聯 3 個  $R_{10}$  串聯+繼電器+LED 燈的雙紅外線警報器。
- (二)組裝智慧屋一棟。
- (三)依研究一、研究二實驗結果，將智慧屋警報器安裝於屋內，完成防盜智慧屋。



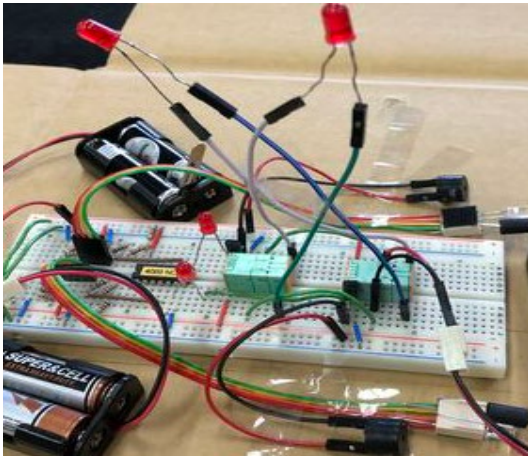


圖 4-2 串接 繼電器 LED 智慧屋警報器

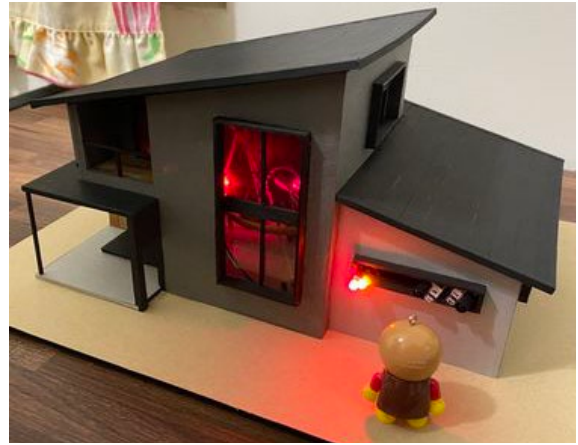


圖 4-3 防盜智慧屋



圖 4-4 防盜智慧屋實驗 1



圖 4-5 防盜智慧屋實驗 2

## 二、實驗結果與分析

防盜智慧屋實測：請小朋友進行防盜智慧屋實測，各色衣服及各種障礙物如磁娃娃、鉛筆盒等都順利感測到，達成只要感測到入侵者就會啟動警報器目標(見圖 4-4~圖 4-5 防盜智慧屋實驗)。

## 伍、研究結果

本研究主要針對自製紅外線警報器的優化、安裝、環境等變因探討警報器的感測距離、分貝值以求達到最佳防盜功能。結果歸納如下：

- 一、將警報器的發射器電阻 R1 並聯 3 個，感測器電阻 R10 串聯 3 個，搭配 18V 電壓，警報器感測距離由 10cm 提升到 40cm，但不宜超過 18V，會燒壞警報器。
- 二、警報器安裝的高度，影響感測距離不大，近地面 4cm 時，感測距離略增加 0.5cm。
- 三、紅外線垂直牆面時，感測效果最好，感測範圍達 60 度，串接雙紅外線，分開擺放可達市售警報器的感測範圍 120 度，但中間易存在感測缺口(見圖 1)，雙紅外線夾角 10 度時，感測範圍 100 度，略差但中間無感測缺口較安全(見圖 2)。



圖 1 雙紅外線分開擺放	圖 2 雙紅外線夾角 10 度	圖 3 MCU(微控制器)

四、環境探究發現：(1)紅衣最易感測到，離警報器 39cm 就能感測到，黑灰花衣最難感測到，須靠近警報器至 20cm 才能感測到。(2)地板顏色對感測距離影響極小可忽略。(3)環境光源黑夜與燈光下，照度 2~5250 Lux 差距大，但感測距離 36~38cm 差距不大，背光屋簷下感測距離是黑夜的 1.3 倍達 52cm，陽光下無法運作，文獻(林有章，2013)提到 MCU 微控制器(見圖 3)結合程式設計提升警報器功率可解決陽光干擾問題。(4)天候會影響警報器感測效果，晴天優於雨天。

五、警報器分貝值落在 69—90 dB，皆達噪音程度，應具有嚇阻小偷入侵的效果。

六、安裝於智慧屋的警報器，宜使用較高電壓，發射器電阻 R1 並聯、感測器電阻 R10 串聯，紅外線與牆面垂直，防盜效果最佳，入侵者離警報器較遠時就可感測到。

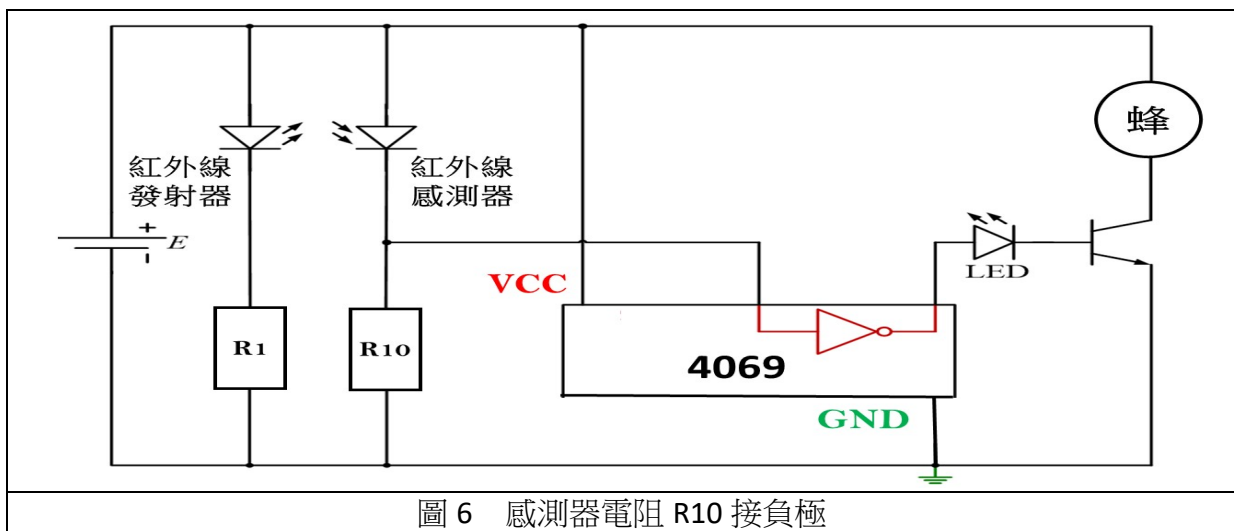
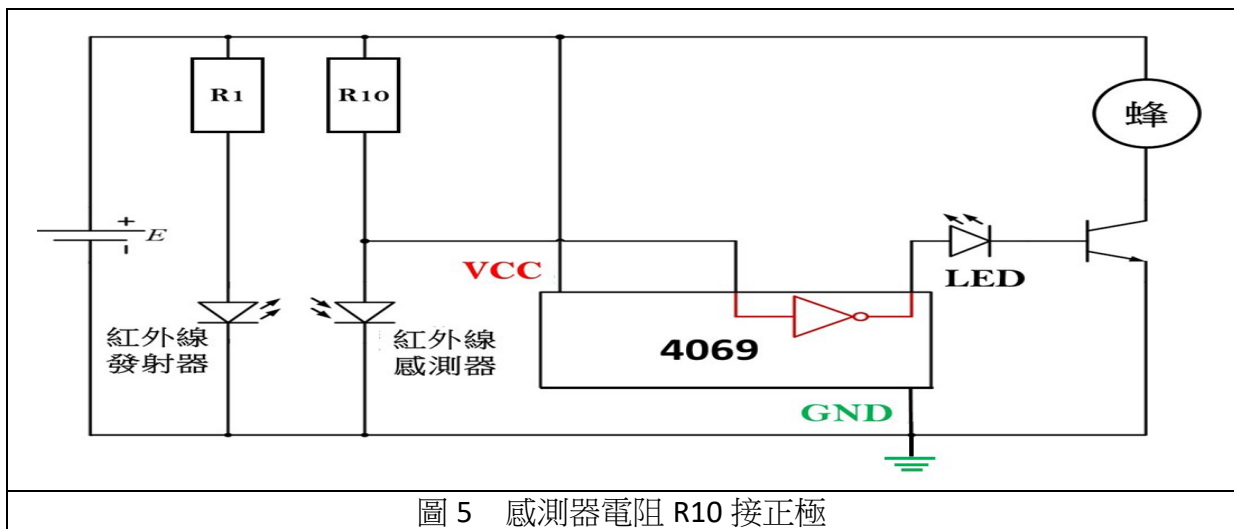
七、自製警報器優勢與劣勢分析：

<p><b>優勢</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電路簡易，小朋友容易理解學習。</li> <li>2. 使用光感測器反映靈敏達 <math>\mu s</math>，兩次感測之間無需等待，感測到入侵者立刻啟動警報器，優於部分市售警報器兩次感測須等待 5 秒。</li> <li>3. 成本 200 元/個，較市售警報器便宜。</li> <li>4. 使用麵包版，可擴充功能加入新的需求，例如串接繼電器、馬達等零件，可用於無人車防撞、防落崖等自動控制設備上(見圖 4)。</li> </ol>	<p>圖 4 無人車</p> <p>自製無人車實驗，請詳見實驗日誌</p>
<p><b>劣勢</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感測距離只有 0.5m 遠不及市售警報器 5m，市售警報器是專業工程師研發的，功率較強，將來我們學得程式設計能力及各種晶片知識後，相信就可優化自製警報器感測距離達市售警報器 5m 等級。</li> <li>2. 單一紅外線設計時，感測範圍只有 60 度，需串接雙紅外線設計，才可提升感測範圍至市售警報器等級 120 度。</li> </ol>	

## 陸、討論

根據本研究結果及實驗過程所遇到的困難，我們進行以下的討論：

- 一、我們發現感測器電阻 R10 接在正極和負極，會產生完全不同的結果，接正極(圖 5)，入侵者出現會啟動警報器，接負極(圖 6)，入侵者出現警報器不叫，入侵者離開才會叫，故防盜警報器感測器電阻 R10 只能接正極，警報器才能正常運作。


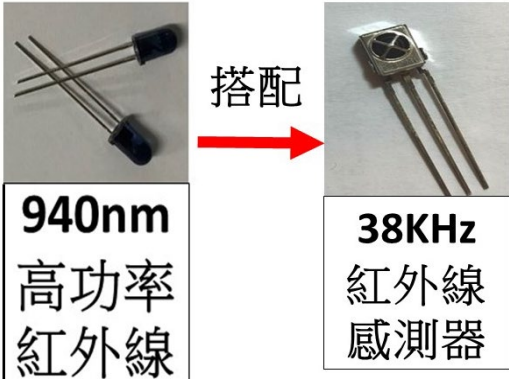
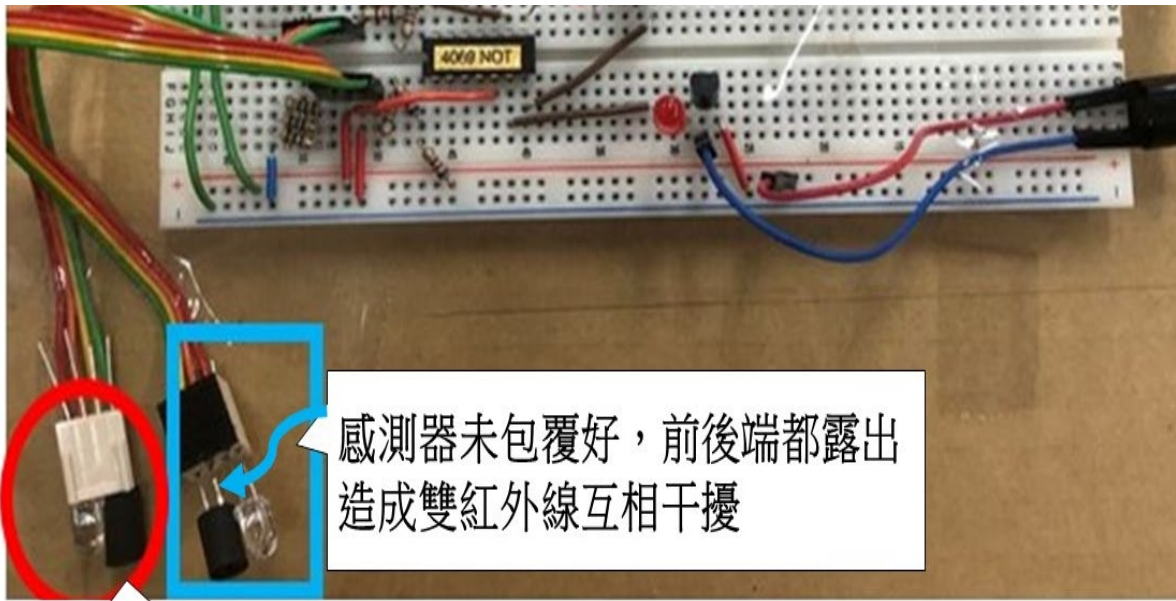


- 二、我們發現警報器一直開機，電池很快就沒電了，使用最普遍的 5V，1A 變壓器(見圖 7)取代電池，警報器仍可順利啟動，解決了電池續航力欠佳的問題。
- 三、使用高功率紅外線或菲涅爾透鏡優化警報器，感測距離都未明顯提升，查了文獻得知高功率紅外線需搭配程式設計與頻率產生器發出 38KHz 頻率，並使用 38KHz 的紅外線感測器(見圖 8)，菲涅爾透鏡則須程式搭配放大器，如此作法，感測距離才能達到 15m，未來我們具有程式能力與晶片專業知識後應可優化我們自製警報器感測距離達市售警報器

的效果。

四、天候會影響警報器感測效果，雨水使感測效果變差，警報器使用時，最好有遮雨設備。

五、進行雙紅外線感測實驗時，發現(圖 9)藍色框框之感測器遮罩包覆方式，前端與尾端都會接收到紅外線訊號，造成雙紅外線互相干擾，將整個感測器用遮罩圍起來(如圖 9 紅圈圈)，只露出前端感測，總算解決雙紅外線彼此干擾的問題。

 <p>使用變壓器當電源</p>	 <p>搭配</p> <p>940nm 高功率 紅外線</p> <p>38KHz 紅外線 感測器</p>
<p>圖 7 使用 5V，1A 變壓器 當做警報器電源 實測影片</p>	<p>圖 8 38KHz 紅外線感測器</p>
 <p>感測器未包覆好，前後端都露出 造成雙紅外線互相干擾</p> <p>感測器要包覆到 只露出前端進行感測</p>	
<p>圖 9 紅色圈圈與藍色框框是 2 種紅外線感測器遮罩包覆方式</p>	



## 柒、結論與展望

根據本研究結果，我們歸納出下列幾點結論與展望：

- 一、改變電阻串聯、並聯及較高電壓，確可優化警報器，但提升功率有限，要優化警報器達商品化等級，似乎無法單純的依靠優化電路，需程式設計能力搭配各種專業晶片，才能提升警報器功率達商品化等級。
- 二、警報器安裝及警報器環境探究，我們找出最佳安裝角度為紅外線垂直牆面，串接雙紅外線設計可使感測範圍達市售警報器 120 度；警報器面對各種環境顏色、照度、天候，感測距離雖有差異，但都能維持靈敏的反應，只要感測到訊號就能立刻啟動警報器，唯須避開陽光干擾，陽光下警報器無法運作。
- 三、展望未來希望將學到的紅外線感測原理，應用於無人車的防撞及防落懸崖的自動控制設備上，也希望能應用於智慧穿戴物品上。
- 四、程式能力和晶片知識，是我們未來需要的能力，有了這些能力後，就可以優化我們警報器功率達商品化等級，也能進一步解決警報器誤判的動作，未來我們希望設計出先打開燈光嚇阻入侵者，入侵者徘徊不去一段時間時才啟動蜂鳴器，這樣可避免整晚被警報器驚擾無法好好睡覺。

## 捌、參考文獻

- 一、康軒編輯群(2019)：國小自然與生活科技第六冊第四單元奇妙的電路。新北市：康軒。
- 二、曹齊平。科學魔法車(<http://www.letry.com.tw/product.html> 2020.09.12 擷取)
- 三、(林有章 2013)。研究具防干擾功能之紅外線近接感應模組。彰化師範大學機電工程學系。
- 四、(歐尚豪、何瑜芳 2015)。紅外線感測器原理與應用之探討。  
(<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/03/2015032712295072.pdf> 2021.03.01擷取)
- 五、(白春成 2019)。應用菲涅爾透鏡於紅外線感測器系統之研究。中華大學機電光研究所。
- 六、(羅子瑋、賴建文、吳秉翰 2018)。可監控式紅外線警報系統。  
(<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2018/03/2018031914530814.pdf> 2020.09.11 擷取)
- 七、(陳炫曄 2010)。紅外線感應警報器。  
(<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2010/11/2010111421213653.pdf> 2020.09.15 擷取)

## 八、研究一、研究二、研究三實驗附件

附件一

<https://drive.google.com/file/d/1mSFY6wkjg717eFpDj7VYruaGzVvNTe5u/view?usp=sharing>

附件二

<https://drive.google.com/file/d/1CXI585BpsXTA7UQ11QEMEWriFDj4wHm4/view?usp=sharing>

附件三

<https://drive.google.com/file/d/1nmz43E-br88PuVPoyCDt59q0V1oOhxUu/view?usp=sharing>

## 九、本研究各種實驗影片

衣服實測

<https://www.youtube.com/watch?v=IZzu-j2oxxQ>

使用 5V，1A 變壓器

當做警報器電源

<https://www.youtube.com/watch?v=LmPX1H53CrY>

智慧屋實測影片

<https://www.youtube.com/watch?v=MOFRGZfl4Bk>

自製無人車實測影片

<https://www.youtube.com/watch?v=XPPEgULfJKQ>

## 【評語】 082915

本作品以防盜警報器為研究主題，自製具有擴充功能的紅外線警報器，運用好理解的方式設計出家用防盜警報器，於實驗過程中逐步發現問題，也應用基本電學原理解決所遇到的問題，充分發揮探究的精神，實驗優化過程有連續性且實驗資料豐富，值得鼓勵。雖在文獻探討中，參考無人車電路圖而改造優化現有的紅外線警報器，但仍建議可多方收集文獻，多加以彙整討論，以利後續的實驗設計，增加其創新性！期待本作品未來的發展與突破！另，本作品與生活與應用科學(一)機電與資訊之相關性較高。



## 作品簡報



Primary & High School Science F  
赤心守護  
- 自製紅外線警報器之  
探究與應用

生活與應用科學(二)

國小組

082915

# 研究目的

01

警報器優化  
對感測效果的影響

警報器安裝  
對感測效果的影響

02

03

警報器環境  
對感測效果的影響

警報器應用  
防盜智慧屋

04



# 文獻探討

# 警報器優化 - 電路優化

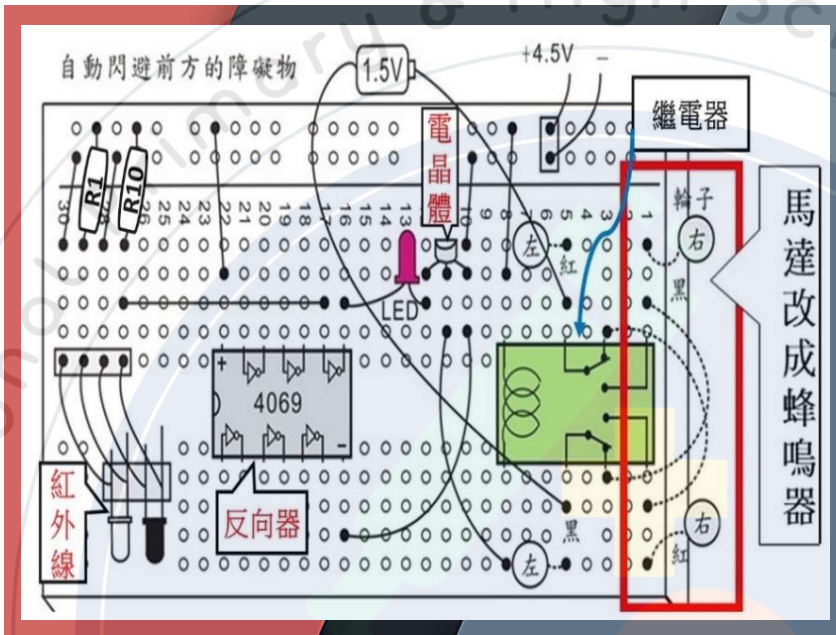
優化版警報器(去掉繼電器)

分析市售警報器

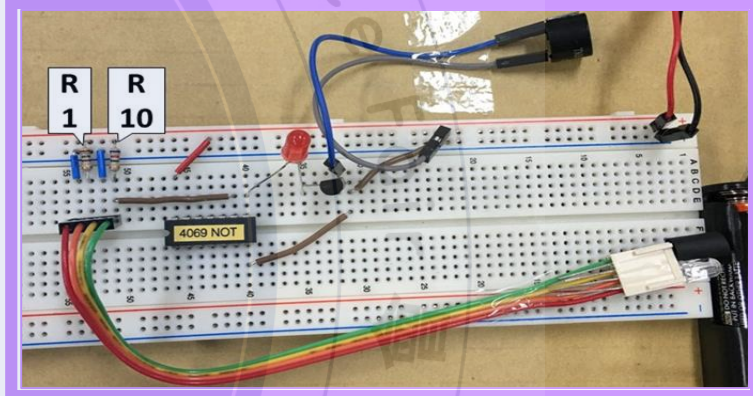
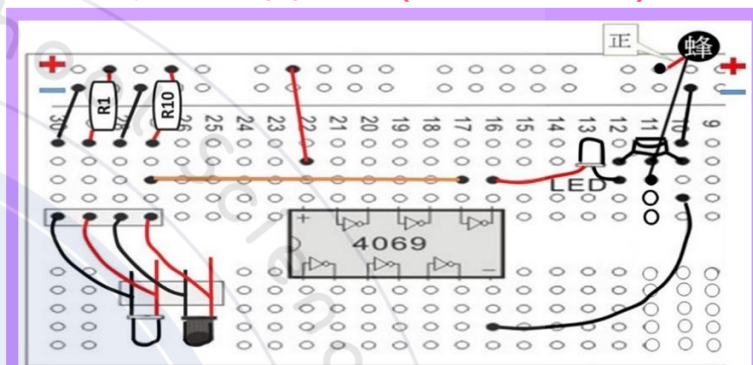
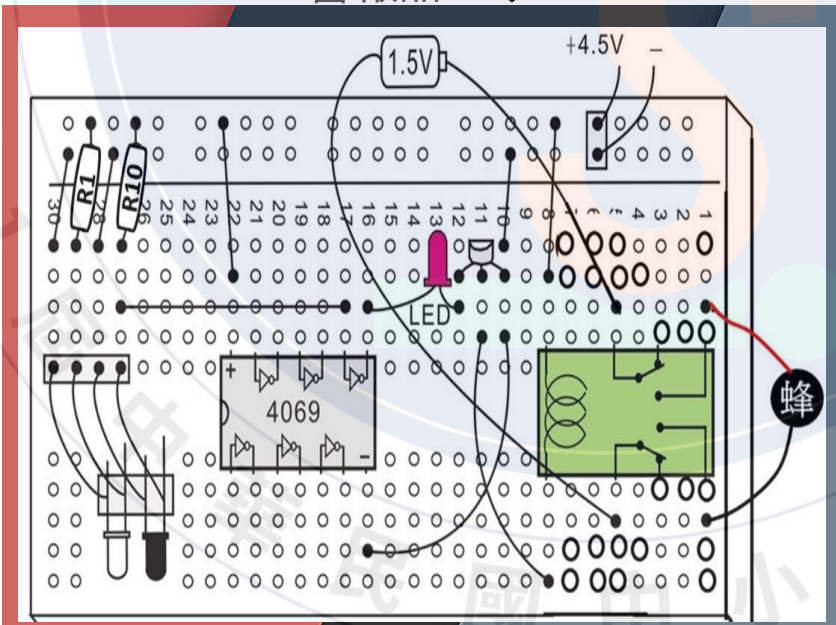


決定自製警報器

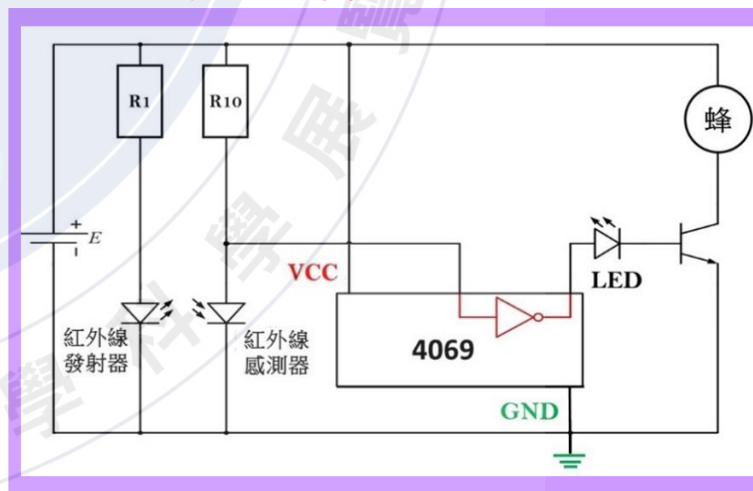
無人車



警報器



優化版警報器電路圖



說明書P3

說明書P4-P6

無人車電路

順利修改為

警報器電路

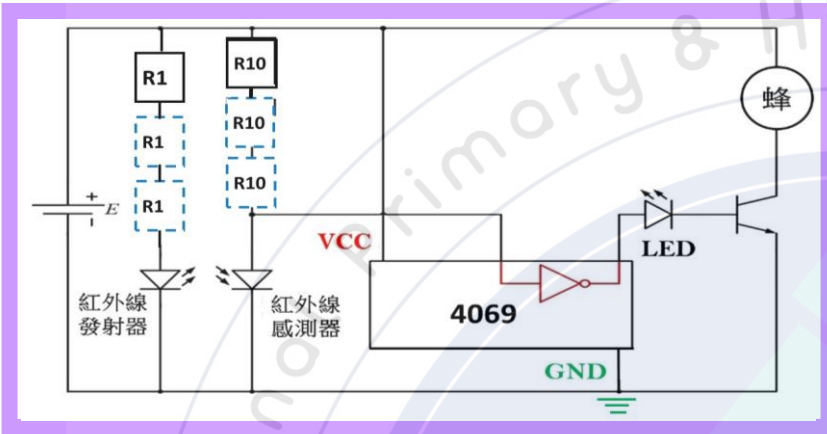
NO3



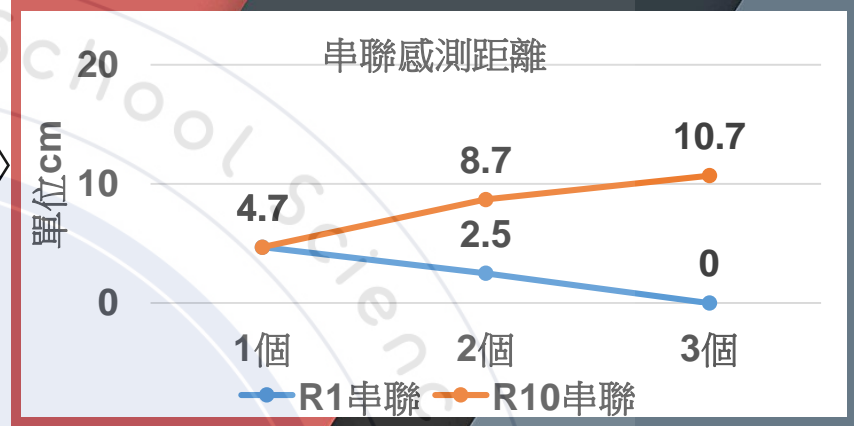
# 警報器優化 - 電阻串聯、並聯

# 感測實驗 R1(150Ω)、R10(6.2MΩ)

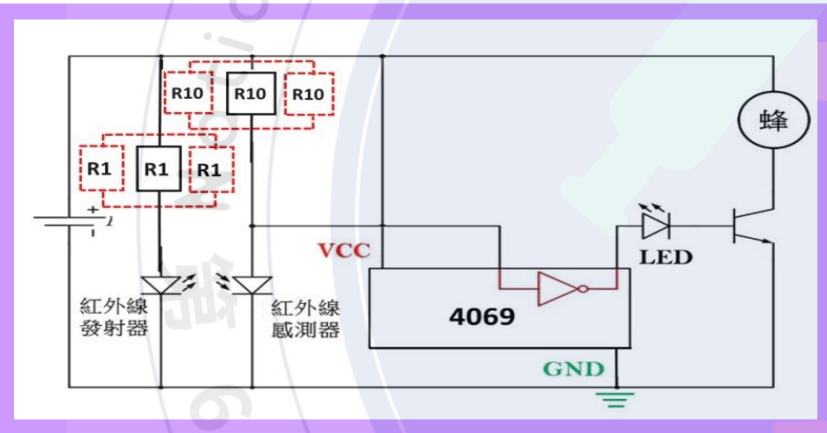
R1  
R10  
串聯  
實驗



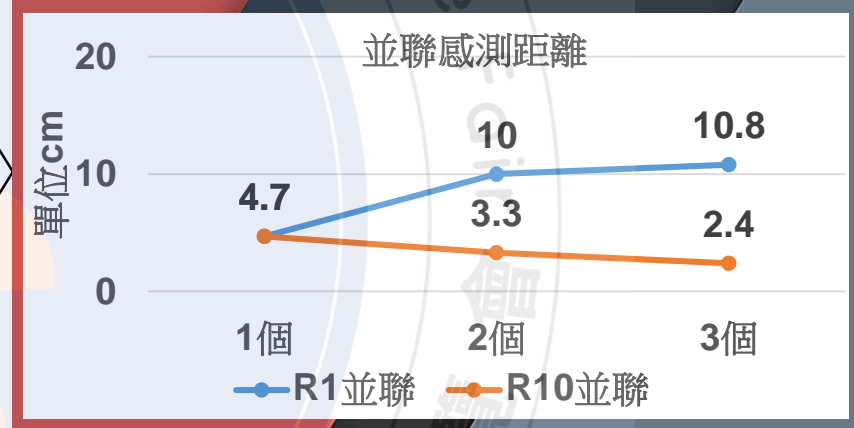
R1  
R10  
串聯  
結果



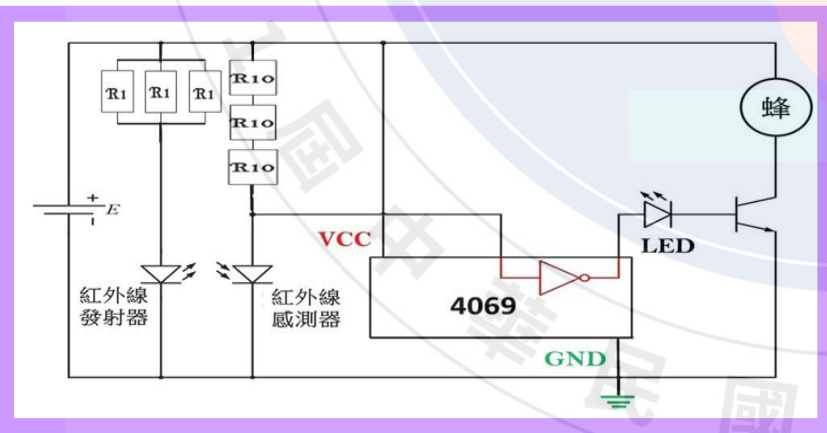
R1  
R10  
並聯  
實驗



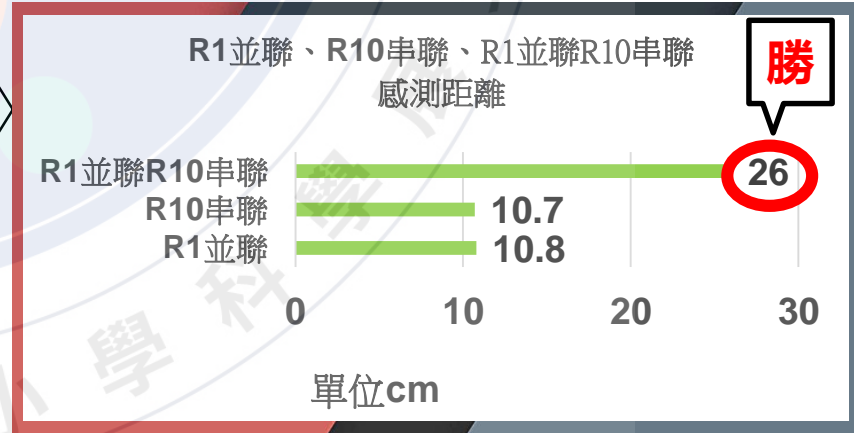
R1  
R10  
並聯  
結果



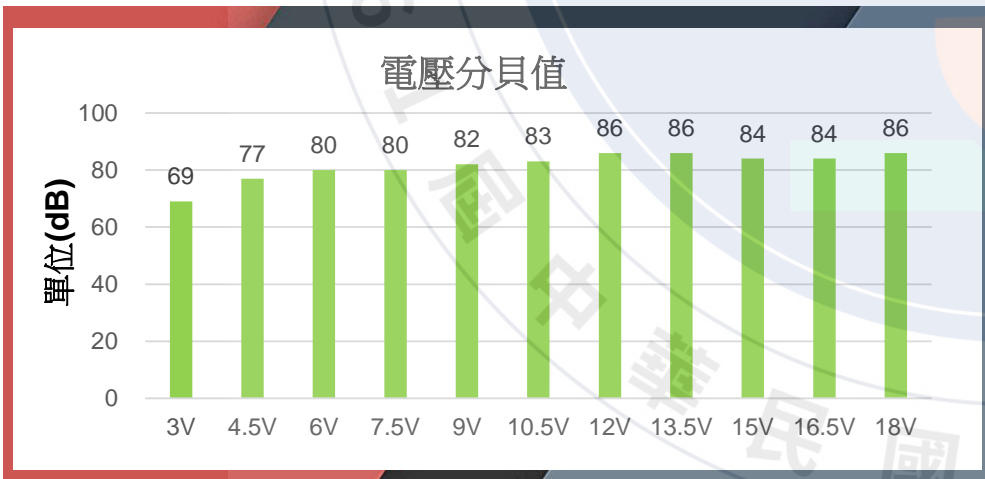
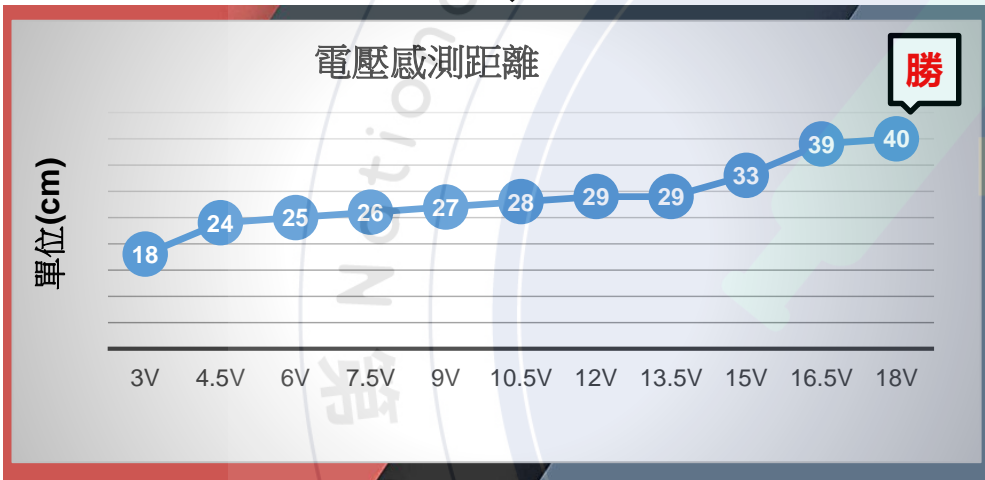
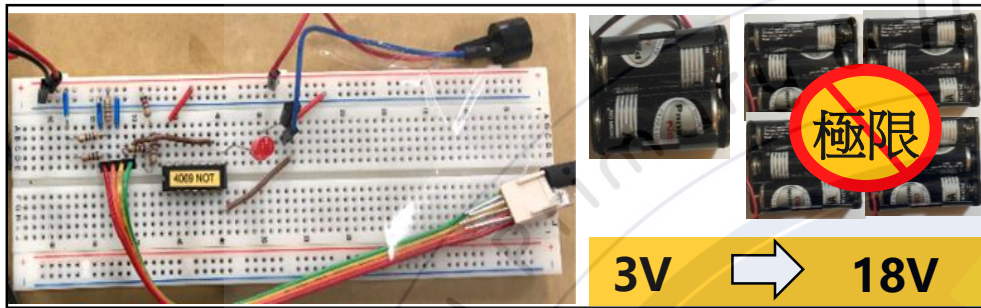
3個R1  
並聯  
3個R10  
串聯  
實驗



3個R1  
並聯  
3個R10  
串聯  
結果



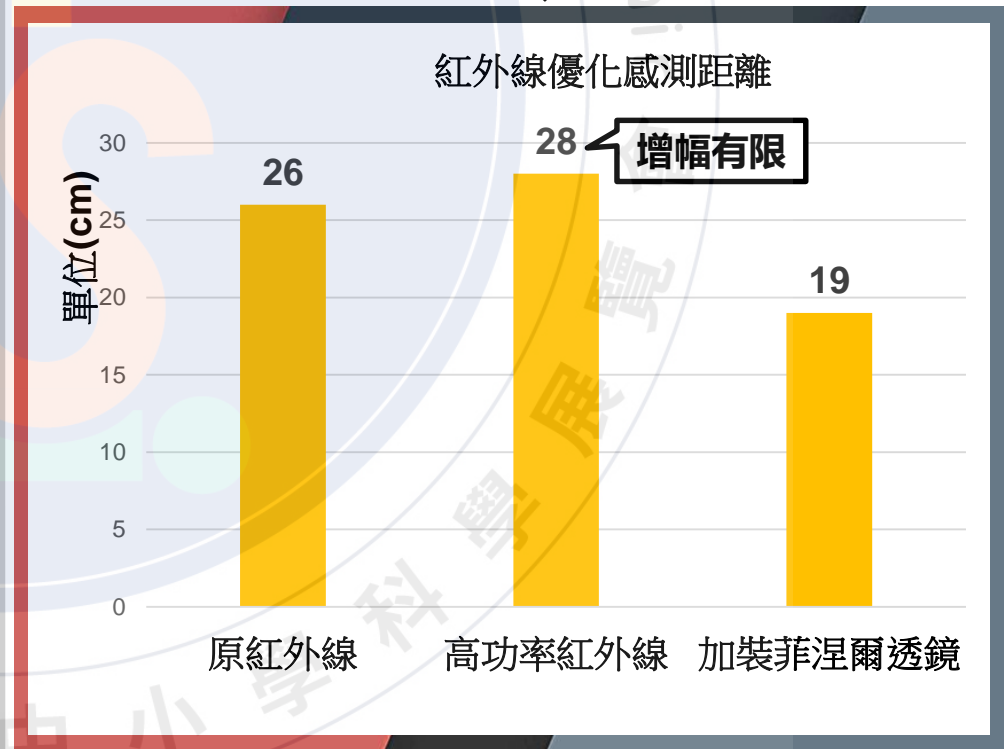
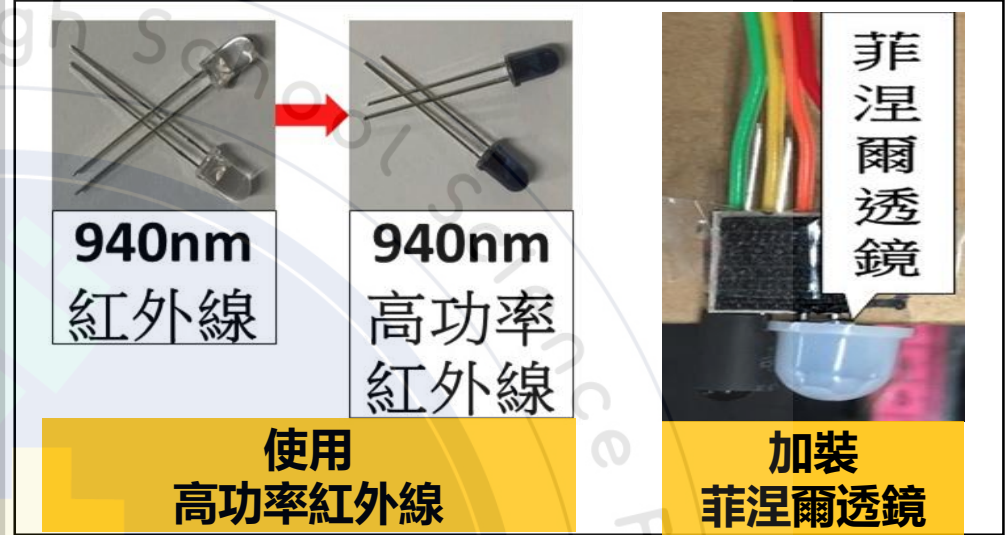
# 警報器優化 - 電壓 感測實驗



電壓越高 警報器 感測效果越好

說明書P11-P12

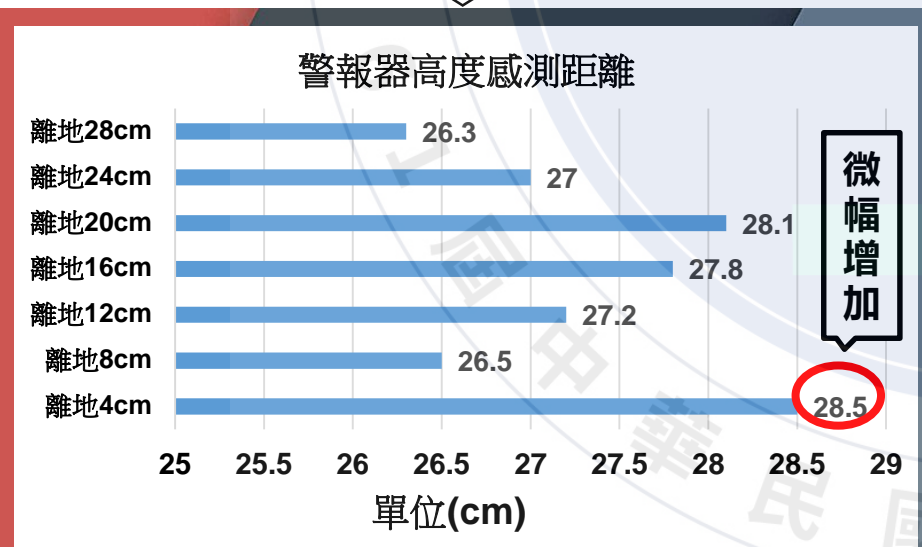
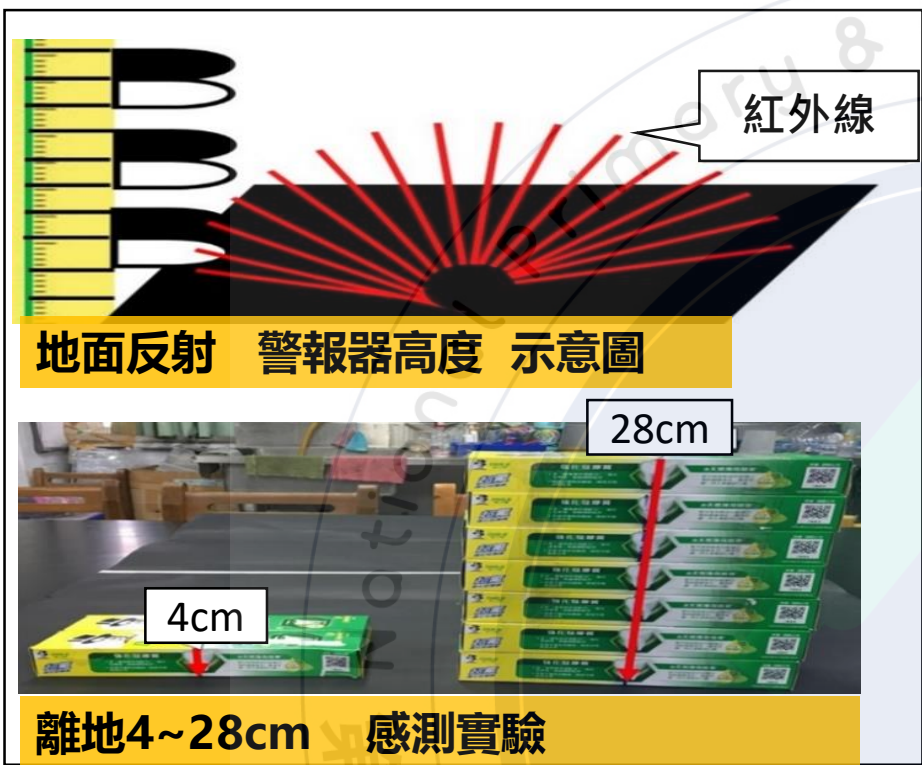
# 警報器優化 - 紅外線優化 感測實驗



高功率紅外線 感測距離 略增加2cm

NO5

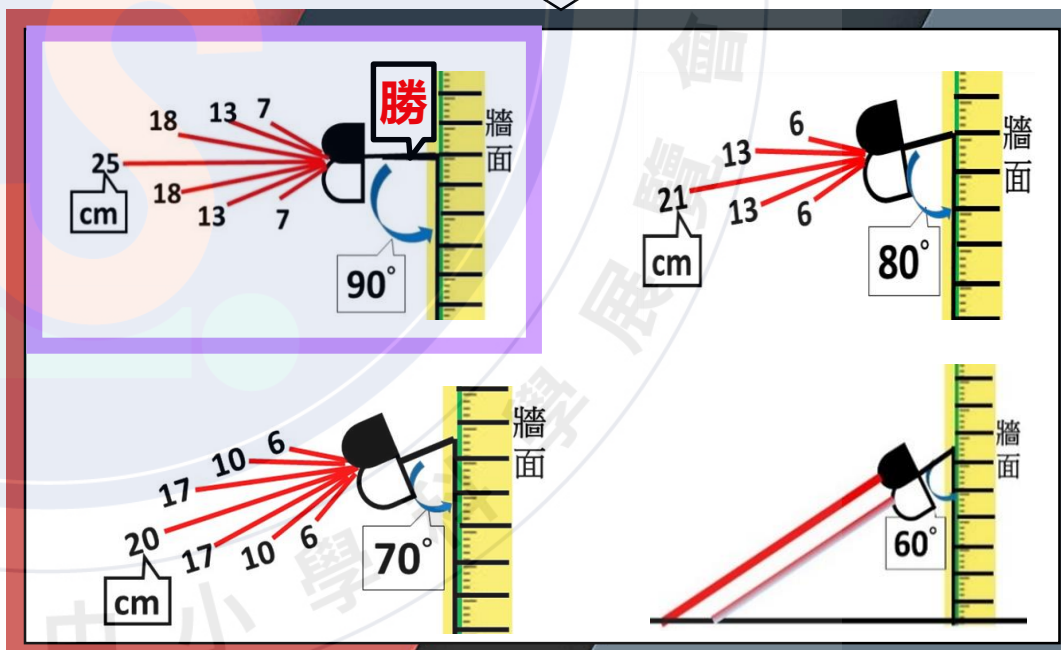
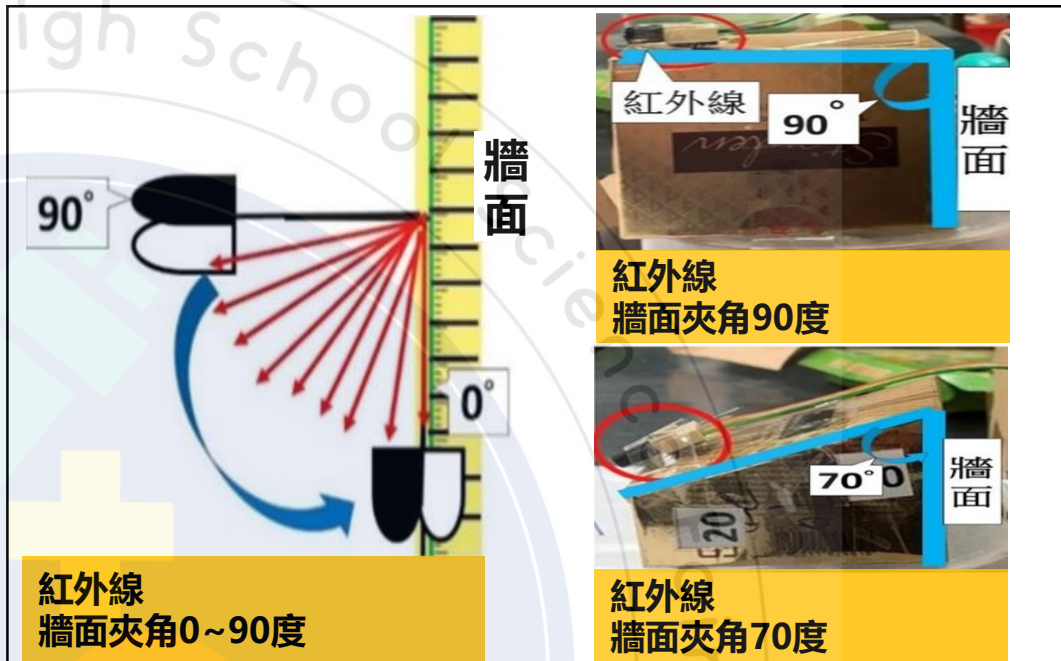
# 警報器安裝 - 高度 感測實驗



警報器高度 對感測效果影響 不大

說明書P13-P14

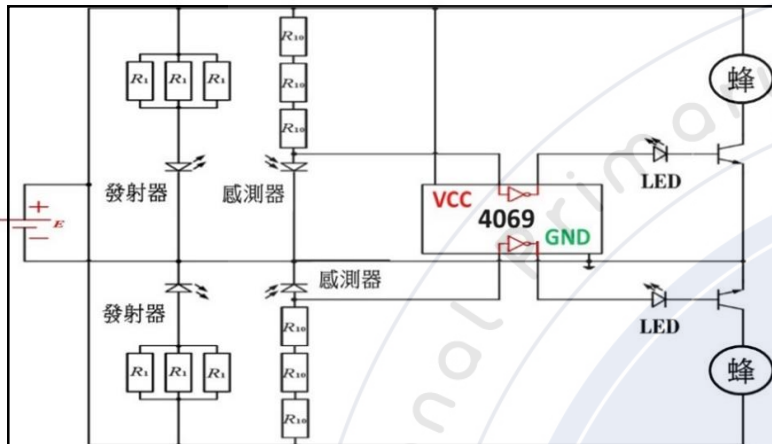
# 警報器安裝 - 紅外線牆面夾角 感測實驗



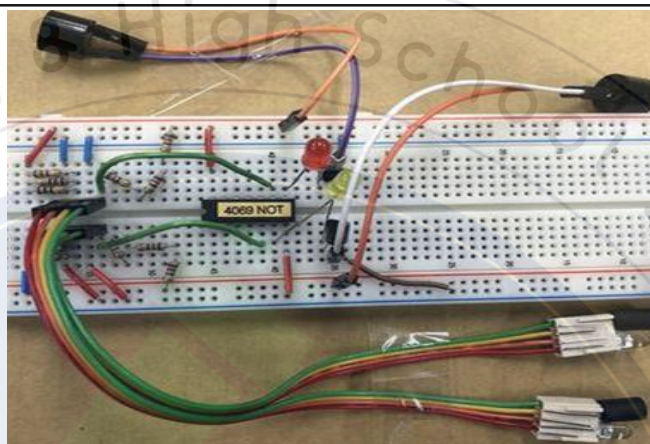
警報器垂直牆面 感測範圍最廣 達60度



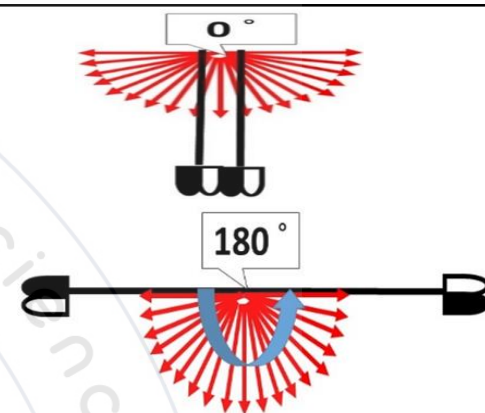
# 警報器安裝 - 雙紅外線夾角 感測實驗



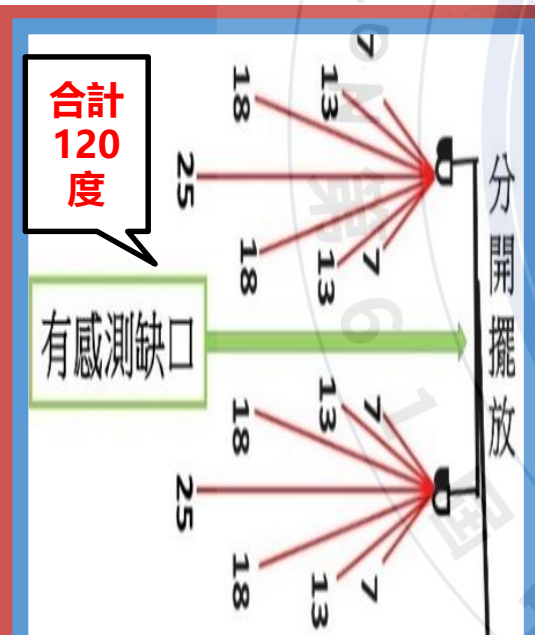
雙紅外線警報器 電路圖



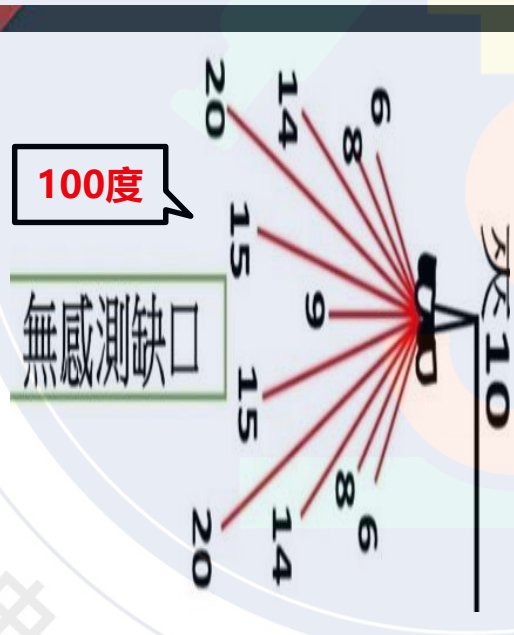
雙紅外線警報器



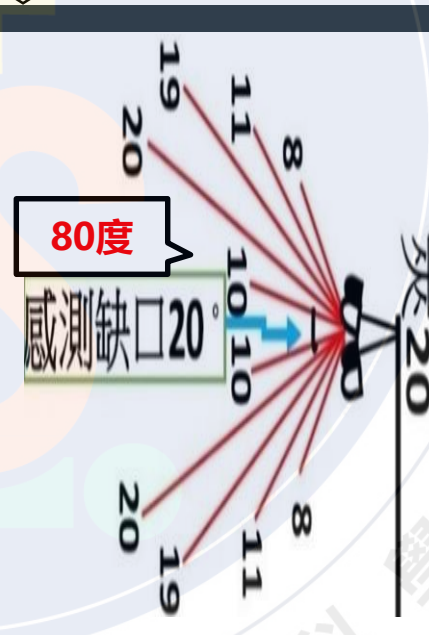
雙紅外線夾角0 - 180度



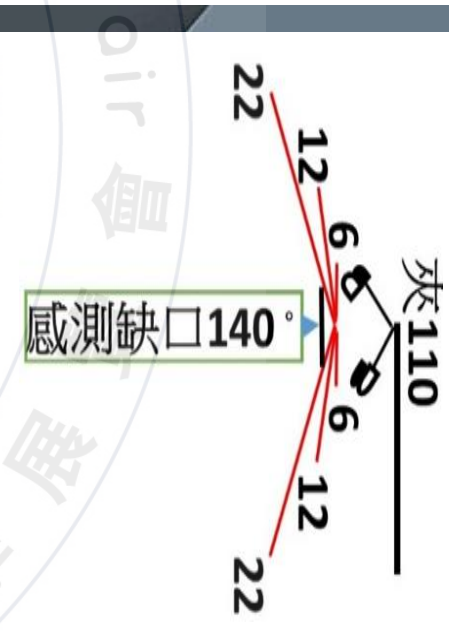
雙紅左右分開  
感測範圍左右(60+60度)



雙紅夾角10度  
感測範圍左右100度



雙紅夾角20度  
感測範圍左右80度



雙紅夾角110度  
感測範圍左右40度

串接雙紅外線設計 感測範圍  
可達市售警報器120度

說明書P15-P18

雙紅夾角 $\geq 110$ 度  
感測範圍劣於單一紅外線



## 紙板顏色 感測實驗



30種顏色紙板 感測實驗

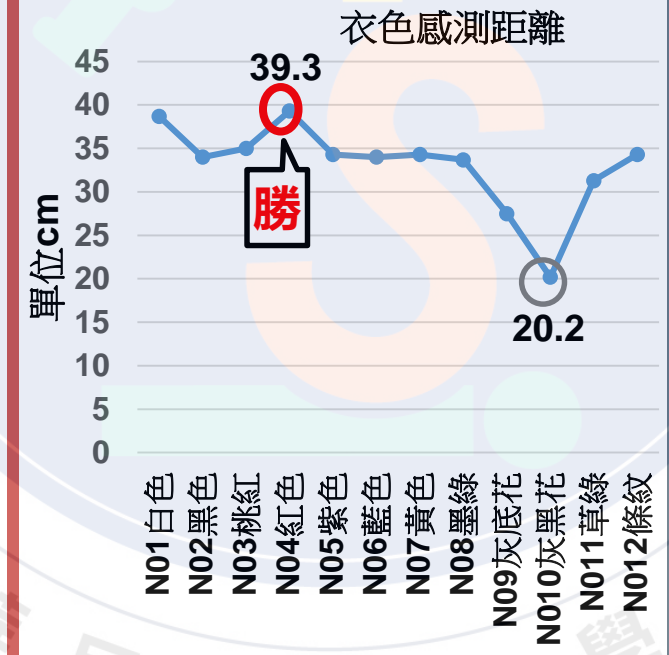


各色紙板 感測距離(cm)

## 衣服顏色、地板顏色 感測實驗



12件各色衣服 感測實驗



各色衣服 感測距離(cm)



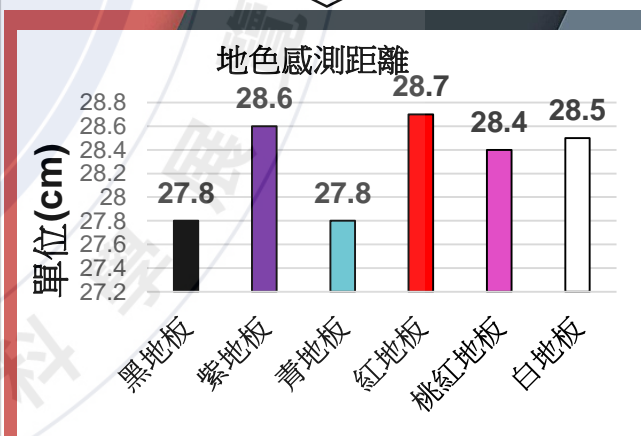
地面反射紅外線 示意圖



地板顏色 感測實驗取  
1.最易感測到的 3個顏色

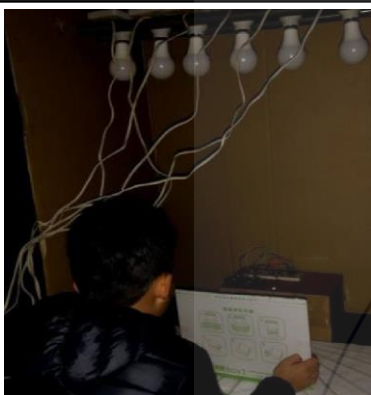


地板顏色 感測實驗取  
2.最難感測到的 3個顏色



各色地板 感測距離(cm)

# 警報器環境 - 照度 感測實驗



黑夜 白天  
感測實驗



1個燈 → 6個燈  
感測實驗

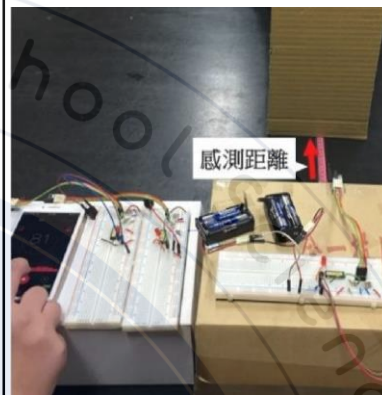


照度 感測距離(cm)

黑夜與燈光下 感測距離差距不大  
背光屋簷下 感測距離最遠

說明書P22-P24

# 警報器環境 - 天候 感測實驗



晴天 感測實驗



小雨量 → 大雨量 感測實驗



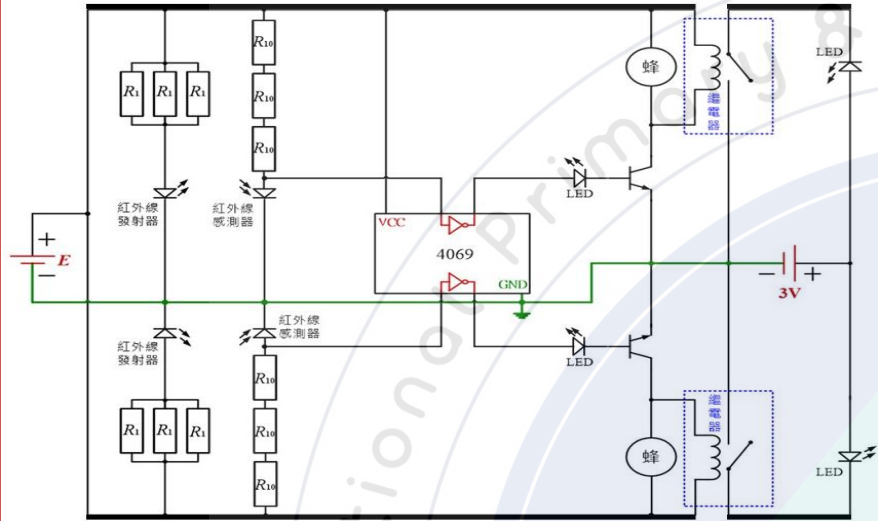
晴雨天 感測距離(cm)

晴天感測效果優於 雨天

NO9



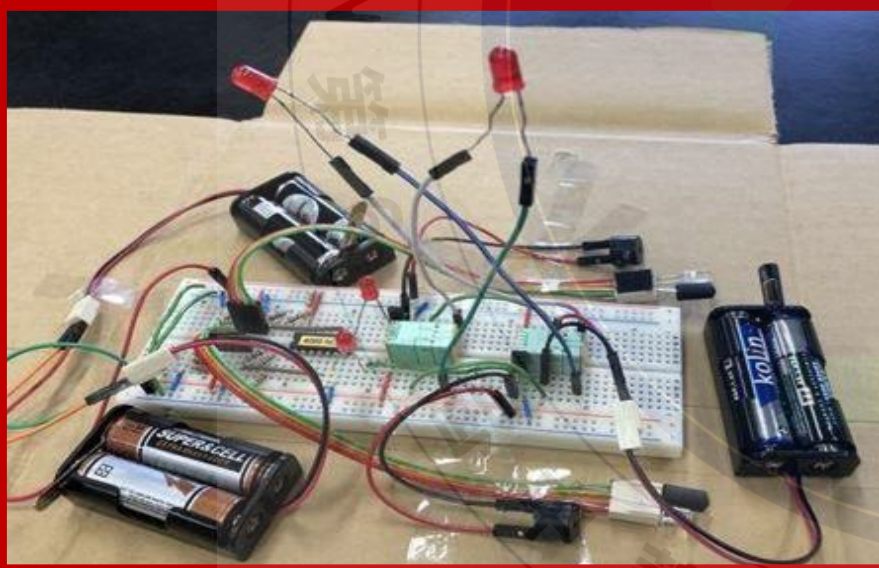
# 警報器應用 - 防盜智慧屋



串接繼電器LED智慧屋警報器設計圖



防盜智慧屋



串接繼電器LED智慧屋警報器

智慧屋警報器

R1並聯R10串聯 較高電壓

警報器垂直牆面

繼電器串接多組LED燈蜂鳴器

具雙重嚇阻效果

# 討論

電池續航力欠佳



940nm  
高功率  
紅外線

搭配



38KHz  
紅外線  
感測器



高功率紅外線、菲涅爾透鏡  
感測距離無明顯增加

需搭配程式設計  
和專業晶片



# 結論與展望

1

本研究我們學得警報器的優化方法、最佳安裝方式及最有利環境條件

2

希望能將學到的紅外線感測原理應用於生活中

3

希望可以設計出最符合需求的理想警報器

## 參考文獻

- 一、康軒編輯群(2019)：國小自然與生活科技第六冊第四單元奇妙的電路。新北市：康軒。
- 二、曹齊平。科學魔法車(<http://www.letry.com.tw/product.html> 2020.09.12擷取)
- 三、(林有章2013)。研究具防干擾功能之紅外線近接感應模組。彰化師範大學機電工程學系。
- 四、(白春成2019)。應用菲涅爾透鏡於紅外線感測器系統之研究。中華大學機電光研究所。
- 五、(羅子瑋、賴建文、吳秉翰 2018)。可監控式紅外線警報系統。
- 六、(陳炫曄 2010)。紅外線感應警報器。  
(<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2010/11/2010111421213653.pdf> 2020.09.15擷取)