

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科(二)

第二名

032910

一壓即縮——可壓縮三角錐之發明與研究

學校名稱：臺北市立實踐國民中學

作者： 國二 毛宇禾 國二 陳秉沅 國二 黃湘芸	指導老師： 鄭迪文 陳亭潔
---	-----------------------------

關鍵詞：壓縮三角錐、收納三角錐、聲光三角錐

作品名稱：一壓即縮——可壓縮三角錐之發明與研究

摘要

在工地或事故現場常用的交通三角錐因形狀固定、體積較大，而不易收納，於是我們針對此不便做出了改良與研究。經過多次實驗，最後，我們決定使用不鏽鋼線，燒製定形後，再用縫紉機將輕盈的紅色雨傘布縫製於上，讓角錐猶如彈簧般「一壓即縮」，即使是孩童也能使用，且如遇到事故，有彈性的布料角錐也能減輕碰撞的傷害。為了提升三角錐的穩固性並加強警示功能，我們用壓克力做了角錐的底座，並在內部配置電路，使三角錐具有聲光警示效果。藉由紅外線感應對靠近的人發出警示音，並於夜晚時，可設定發出不同色彩和亮度的光來警示。經過多次的實驗、測試，終於設計出具備聲光警示與輕巧、好收納等優點的三角錐，期望被各方廣泛使用，減少意外的發生。

壹、前言

一、研究動機

以前在上、下學協助做交通服務隊時，常常要使用到三角錐，然而使用時有諸多不便：像是三角錐長期疊在一起，不易將其分開、三角錐又大又重，在收納、移動甚至攜帶時都十分不便。

我們想到家中有一種籃子，可以壓縮摺疊，減少體積，方便收納。我們猜想：如果能將類似的構造應用在三角錐上，是否就能使三角錐兼具方便收納和攜帶的功能？而車用的警示三角板，雖然體積小、方便攜帶，但較難做架設，且穩定性不足，如果被風吹走，很有可能會影響行車安全。我們希望能結合以上優點，解決現有的問題，製作「可壓縮三角錐」，並加上聲光警示的功能，使我們的可壓縮三角錐更加實用及便利。

二、研究目的

此研究的目的為改良現今一般三角錐的缺點--體積過大、重量過重、不易收納及攜帶。因此我們期望能改良上述缺點，研發出新型的三角錐，並希望能增加功能性和使用範圍。

- (一) 研發出可壓縮、輕盈且容易收納的三角錐
- (二) 加強安全性、穩固性並增加聲光警示功能。
- (三) 探討各種材質的彈簧和布料對壓縮力量和彈性的影響
- (四) 探討增加角錐穩固性的方法
- (五) 探討增加聲光警示的方法

貳、研究設備及器材

表一 研究設備及器材圖片

器材			
			
銅線	鐵線	不鏽鋼線	高碳鋼線
			
防水布料（透明）	反光膠布（橘色）	塑膠三角錐	噴槍
			
風扇	壓克力板	反光布條（銀色）	網格布基膠帶
			
文件塑膠盒	雨傘布料	雷射雕刻機	紙箱
			 向量繪圖 軟體  雷射切割 軟體
照度計	風速計	磅秤	電腦軟體
電子材料			
	RGB 燈條	繼電器模組	12V 鋰電池
	燈條藍芽控制器	錄放音模組	原型電路板
	杜邦線	音訊放大模組	
	紅外線人體感測器	按鈕開關	
基本工具（部分）			
	熱熔膠槍	砂紙	刀具
	矽利康	三用電錶	封箱膠帶
	鉗子	壓克力膠	銲錫
	電烙鐵	絕緣膠帶	

參、研究過程與方法

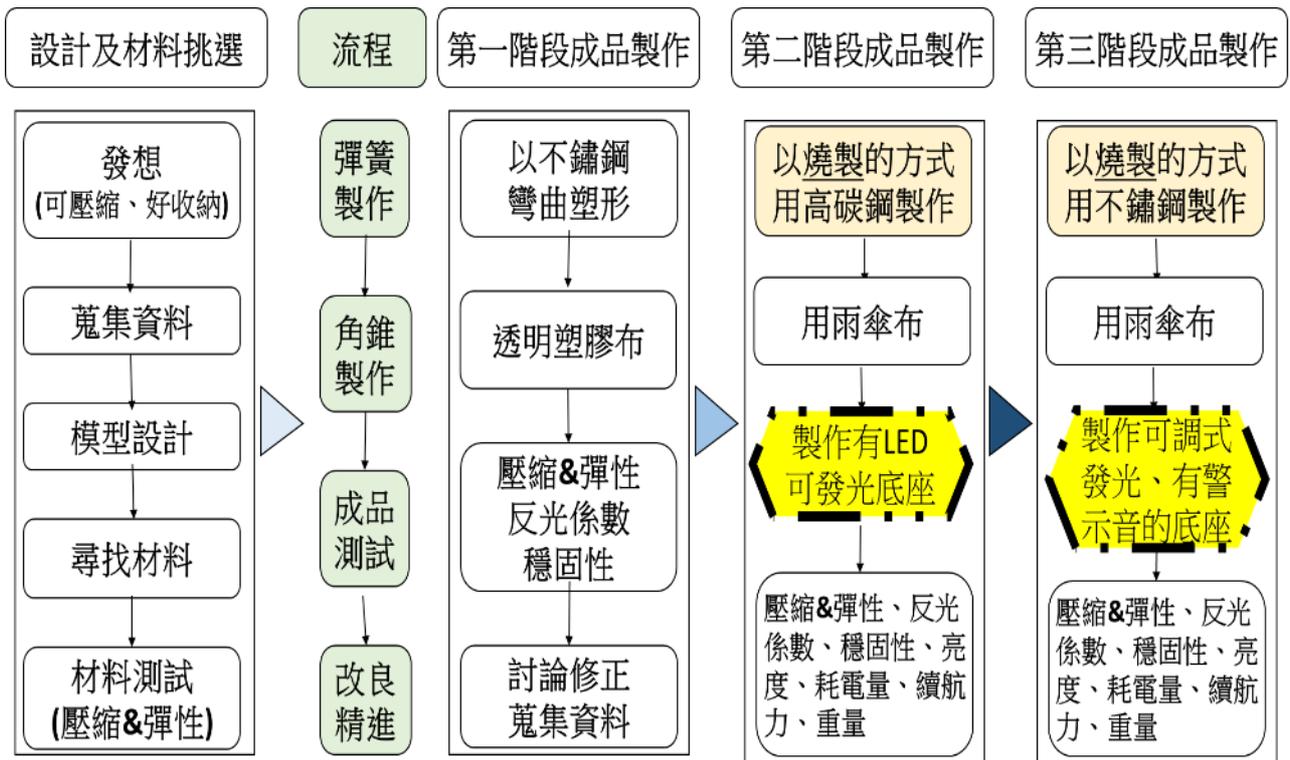


圖 3-0-1 研究過程與實驗流程圖

一、第一階段成品製作

(一) 構想討論及設計雛形

為了解決日常生活中使用三角錐或車用警示三角板的不方便，我們構想了解決的方法，接著設計出雛形，並使用 3D 建模軟體設計出可壓縮三角錐的具體樣貌，同時構想製作方法及使用材料。

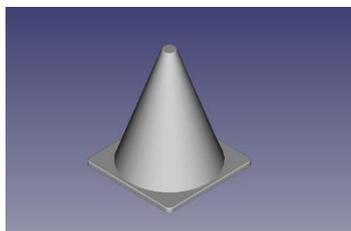


圖 3-1-1 3D 建模出可壓縮三角錐樣貌

(二) 金屬線材質測試

將銅線、鐵線、不鏽鋼線分別彎曲塑形成彈簧狀，以彈簧秤朝下拉平彈簧，觀察三種線回彈的速度及高度。

(三) 角錐彈簧製作 I

首先，將銅線、鐵線、不鏽鋼線分別圍繞普通塑膠三角錐塑形，每圈間隔適當距離(約 12 公分)，最後將其頭尾固定，即完成角錐彈簧。

(如圖 3-1-2、3-1-3)



圖 3-1-2 製作角錐彈簧 1



圖 3-1-3 製作角錐彈簧 2

(四) 角錐外殼製作 I

將五金百貨購買到的透明塑膠布兩片縫合，預留金屬線軌道。

(如圖 3-1-4、3-1-5)



圖 3-1-4 製作角錐外殼布料 1



圖 3-1-5 製作角錐外殼布料 2

(五) 角錐成品組裝 I

我們將已塑形的金屬彈簧穿進縫製完成的布料外殼中，並將預留的縫隙縫合，最後將反光膠帶貼上，即完成第一階段成品。(如圖 3-1-6)



圖 3-1-6 組合角錐彈簧及布料

(六) 角錐成品測試 I

1. 角錐彈性測試

觀察壓平後的角錐放開後是否能夠彈起，測量彈起的公分數。

2. 角錐反光係數查詢

我們在購買反光膠帶的商家網站，查詢廠商提供的反光係數數值。

3. 角錐穩固性測試

使用工業風扇，並找尋紙箱等材料圍繞在風扇外側延伸，製作出類似隧道的風洞結構(約長 160cm、寬 78.5cm、高 46.5cm，如圖 3-1-8)，以穩定風流，避免風能溢散。用風速計在風洞中找出對應風級¹的距離，將角錐放置於不同風

¹ 本研究實驗中所提及的「風級」是指蒲福風級(Beaufort scale)

級的位置做測試，觀察角錐是否被吹動，並測量飄移的距離。

(如圖 3-1-7、3-1-9)



圖 3-1-7 製作風洞



圖 3-1-8 簡易風洞



圖 3-1-9 測量風級位置

二、第二階段成品製作

在第一階段成品完成後，雖可壓縮但無法彈起來和站立，因此又進一步蒐集相關資料及討論。我們討論和資料查詢後，著手改良、製作第二階段成品。

(一) 角錐彈簧製作 II

經過資料查詢及測試後，我們發現，金屬線需要經過燒製，才能夠定型，不易歪倒，以及擁有彈性。

我們到五金行尋找材料，最後選用線徑 2mm 的高碳鋼線製作彈簧，並且參考工廠的彈簧製作方式，採燒製作業。(如圖 3-2-1)

彈簧燒製部分，我們將角錐彎曲一小段後進行燒製，再降溫，重複數次以上動作後，再將彈簧底部以一小段熱縮套加熱固定，以防彈開。(如圖 3-2-2)



圖 3-2-1 燒製角錐彈簧

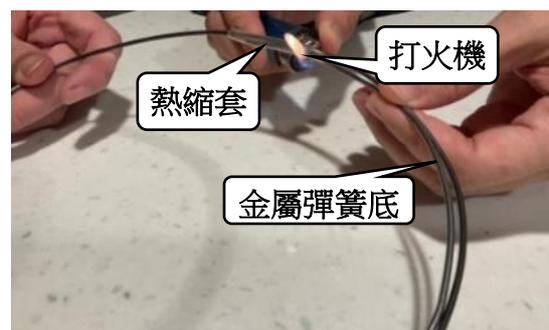


圖 3-2-2 固定彈簧底部 (以防彈開)

(二) 角錐外殼製作 II

第二階段成品的外殼布料採用亮綠色雨傘布料（一層）以裁縫機進行縫製，並貼上銀灰色反光布條而成。（如圖 3-2-3）

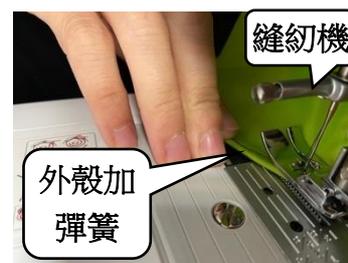


圖 3-2-3 縫製外殼

(三) 角錐成品組裝 II

我們將已縫製完成的布料套上燒製後的角錐彈簧，將頭尾縫合，在彈簧中間以段落方式與布料縫合，最後再以網格布基膠帶（類似強力雙面膠帶）將反光布條與角錐成品貼合。（如圖 3-2-4、3-2-5）



圖 3-2-4 貼上反光布條



圖 3-2-5 反光布條成品

(四) 角錐底座製作 I

為解決角錐可能被風吹倒及增加角錐在昏暗環境中使用的能見度，我們決定規劃並製作可壓縮三角錐的底座。角錐底座是使用市售塑膠文件盒進行改造，我們設計了光源電路並安裝在角錐底座上，底座及角錐下半部是使用強力磁鐵進行連接。（如圖 3-2-6）



圖 3-2-6 固定燈泡模組

(五) 角錐成品測試 II

1. 角錐彈性測試

將角錐成品上半部（不含底座）頂端掛上彈簧秤後，以彈簧秤向下拉，觀察使角錐完全壓平時的數值，並觀察壓平後的角錐放開後是否能夠彈起。

2. 角錐反光係數查詢

在我們購買反光布條的商家網站，查詢反光係數數值。

3. 角錐穩固性測試

以工業用風扇加上實驗 1-6-3 所製作的風洞，再使用風速計測量不同距離時的風速，放置於對應風級的適當距離，觀察角錐是否被吹動、測量飄移距離。(如圖 3-2-7)



圖 3-2-7 角錐穩定性測試

4. 角錐電路耗電量及電池續航力計算

以購買時商家提供的技術資料（包含電壓等），使用安培定律進行計算：

兩顆並聯鋰電池大約為 $2600\text{mAh} \times 2 = 5200\text{mAh}$ （毫安時）

兩顆串連白色 LED 大約為 $400\text{mA} \times 2 = 800\text{mA}$ （毫安培）

四顆串連紅色 LED 大約為 $300\text{mA} \times 4 = 1200\text{mA}$ （毫安培）

只開白燈： $5200\text{mAh} \div 800\text{mA} = 6\text{h } 30\text{ min}$

只開紅燈： $5200\text{mAh} \div 1200\text{mA} \approx 4\text{h } 18\text{ min}$

一起開： $5200\text{mAh} \div (800\text{mA} + 1200\text{mA}) = 2\text{h } 36\text{ min}$

5. 角錐亮度測試

在黑夜無其餘光源情況下，以亮度計測量環境亮度，並測量底座警示燈光電路所發出的亮光亮度。(如圖 3-2-8)



圖 3-2-8 角錐亮度測試

6. 角錐重量及體積測試

以秤磅秤量整體角錐重量。

三、第三階段成品製作

第二階段成品完成後，我們希望能提升角錐的能見度、穩固性、安全性和便利性，尤其針對角錐整體品質的精進及精緻化進行研究，因此著手進行第三階段成品改良。

(一) 角錐彈簧製作 III--製作出彈性更好的彈簧

因為第二階段的彈簧在製作時技術尚不成熟，完成的彈簧較不平直，能做出的角錐也較矮小，所以我們找到專製彈簧的廠商，詢問彈簧的製作方法，以精進角錐彈簧製作的技術和品質。我們改良的彈簧製作方法如下。首先，我們以金屬杯具、金屬罐等來塑形金屬線，確定塑形完成後，再進行燒製，再以噴水霧的方式使燒製完成的彈簧緩慢降溫。(如圖 3-3-1~3-3-3) 角錐彈簧完成後，我們發現彈簧下半部較無法直立，彈簧廠商表示，每 1mm 粗的不鏽鋼線，可以製出 8cm 的彈簧，而我們的金屬線為 2.3mm 粗，故我們的金屬線最多能製成約 18.4cm 的彈簧，所以我們又製作出了一個大約只有一半高的金屬彈簧，將兩者固定在一起，以確保下半部彈簧仍保持彈性。

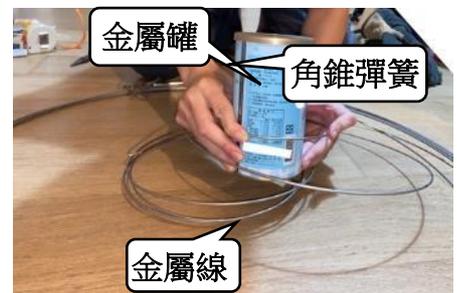


圖 3-3-1 塑形角錐彈簧



圖 3-3-2 燒製彈簧

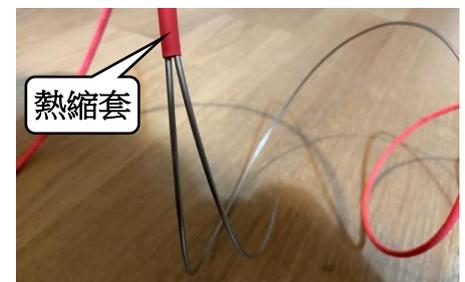


圖 3-3-3 套入熱縮套（避免尖銳）

(二) 角錐外殼製作 III--製作出更為醒目的外觀

在第三階段成品中，我們改用紅色雨傘布料作為外殼布料，再以裁縫機進行縫製。(如圖 3-3-4)



圖 3-3-4 縫製布料

(三) 角錐底座製作 II--製作出更堅固且具聲光警示功能的底座

第三階段成品的底座改用壓克力板作為底座外殼，並使用燈條、藍芽模組（與燈條為一組）等電子材料來加強我們的燈泡電路，並加入人體感應警示聲，以使盲人或沒有看見角錐的用路人能注意到角錐並迴避事故現場、工地等。(如圖 3-3-5~3-3-8)

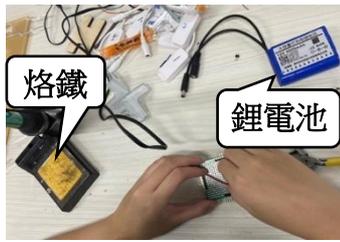


圖 3-3-5 焊接電路

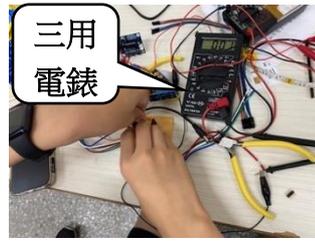


圖 3-3-6 測量電路



圖 3-3-7 固定電路

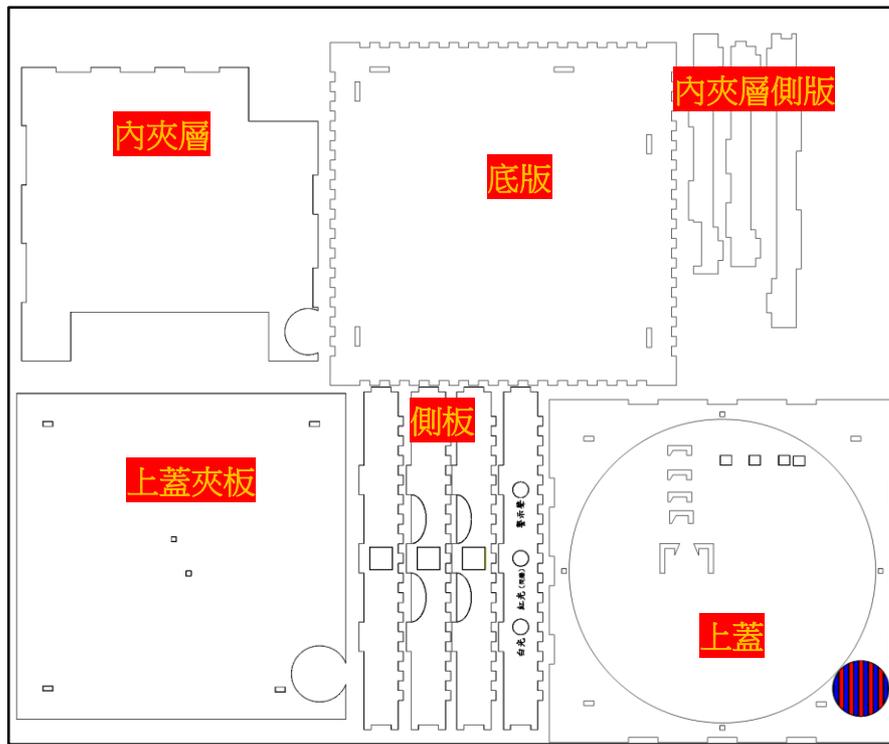


圖 3-3-8 底座外殼設計圖

(四) 角錐成品組裝 III

第三階段成品的角錐下半部及底座連接處是使用壓克力材質採雷射雕刻製作出連接勾，將角錐下半部與底座連接。

(五) 角錐成品測試 III

1. 角錐彈性測試

觀察壓平後的角錐放開後是否能夠彈起，測量彈起的公分數。

2. 角錐反光係數查詢

在我們購買反光布條的商家網站，查詢較可信的反光係數數值，並比較常見反光條的反光係數，觀察是否符合常見反光效果。

3. 角錐穩固性測試

以工業用風扇裝置實驗 1-6-3 所製作的風洞，用風速計在風洞中找出對應風級的距離，將角錐放置於不同風級的位置做測試，觀察角錐是否被吹動，並測量飄移的距離。(如圖 3-3-9)

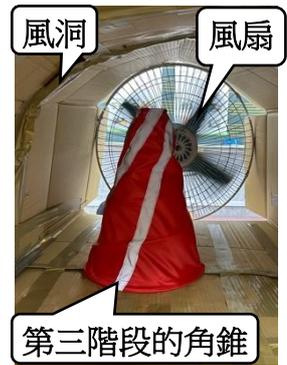


圖 3-3-9 穩定性測試

4. 角錐電路耗電量及電池續航力計算

以購買時商家提供的技術資料（包含電壓等），使用安培定律進行計算：

(1) 上燈耗電及續航力計算（獨立電池）

一顆燈珠（紅色）耗電大約為 6mA

一段燈條有 3 顆，上燈使用一節為 3 段，共使用 14 節串連
控制器耗電忽略不計。

$$6\text{mA} \times 3 \text{ 顆} \times 3 \text{ 段} \times 14 \text{ 節} \approx 756 \text{ mA}$$

鋰電池容量為 3000mAh

$$3000\text{mAh} \div 765\text{mA} \approx 3\text{h } 54\text{min}$$

(2) 側燈耗電及續航力計算（獨立電池）

一顆燈珠（紅色）耗電大約為 7mA

一段燈條有 3 顆，共使用 15 串連
控制器耗電忽略不計。

$$7\text{mA} \times 3 \text{ 顆} \times 15 \text{ 段} \approx 315 \text{ mA}$$

鋰電池容量為 3000mAh

$$3000\text{mAh} \div 315\text{mA} \approx 9\text{h } 30\text{min}$$

(3) 警示聲耗電及續航力計算（獨立電池）

揚聲器開啟時耗電約為 200mA

揚聲器關閉時耗電約 50mA

沒有通電時耗電為 0mA

其餘電路板耗電非常低，忽略不計

$$\text{開啟揚聲器時續航力：} 3000\text{mAh} \div 200\text{mA} \approx 15\text{h}$$

關閉揚聲器時續航力： $3000\text{mAh} \div 50\text{mA} \approx 60\text{h}$

5. 角錐亮度及可見度測試

在黑夜無其餘光源情況下，以照度計測量環境亮度，並測量底座警示燈光電路所發出的亮光亮度。(如圖 3-3-10~3-3-12)

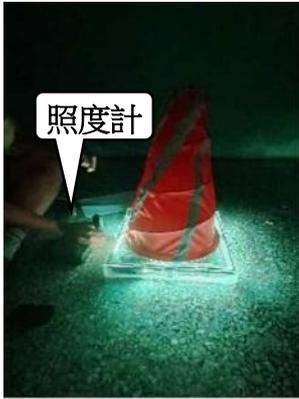


圖 3-3-10 角錐亮度測試 1



圖 3-3-11 角錐亮度測試 1



圖 3-3-12 角錐亮度測試 1

6. 角錐重量及體積測試

以磅秤秤量整體角錐重量。

(如圖 3-3-13)



圖 3-3-13 角錐重量秤量

肆、研究結果與討論

一、第一階段成品製作與探討

(一) 材料挑選及測試結果

經過設計及探討後，我們決定以金屬線製作成角錐形彈簧，並加上防水的布料，讓角錐同時擁有可見面及反光條，卻不成為壓縮的負擔。

我們到五金材料行及網路商家尋找，希望找到輕便、可塑形、有彈性且便宜的金屬線材，來製作角錐彈簧。

最後我們選擇購買「銅、鐵、不鏽鋼」三種金屬線材，並測試其性能。我們對三種金屬線進行了彈性測試，測量金屬線彈簧壓縮後彈起的時間及彈起的公分數，觀察彈起的速度及是否能恢復成彈簧原本的高度。

從表二可觀察出，三種金屬線彈起的速度幾乎是「瞬間」(銅 0.17 秒、鐵 0.154 秒、不鏽鋼 0.13 秒)，不過從表三可發現，三種金屬線彈起的高度明顯不同，銅金屬與鐵金屬的彈簧完全無法彈簧原來的高度 (20.00cm)，但是不鏽鋼彈簧卻可以彈回原來高度，所以，最後我們決定使用不鏽鋼金屬線來作為第一階段成品的彈簧材料。

表二 金屬線彈起時間測試結果數據 (單位：s 秒)

材質	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
銅	0.17	0.18	0.19	0.21	0.16	0.16
鐵	0.16	0.17	0.14	0.16	0.13	0.15
不鏽鋼	0.13	0.14	0.12	0.15	0.11	0.14
	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
銅	0.16	0.15	0.16	0.18	0.17	
鐵	0.15	0.17	0.16	0.17	0.154	
不鏽鋼	0.14	0.15	0.12	0.13	0.13	

表三 金屬線彈起高度測試結果數據（單位：cm 公分）（原高度皆為 20cm）

材質	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
銅	10.04	11.05	11.52	9.36	10.47	10.62
鐵	10.03	10.51	10.36	10.47	10.51	10.39
不鏽鋼	19.99	19.88	20.01	19.98	20.01	20.00
	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	備註
銅	9.74	12.13	11.51	10.84	10.728	未彈回原高
鐵	9.74	9.83	10.61	11.21	10.366	未彈回原高
不鏽鋼	19.97	20.02	20.01	19.98	19.985	彈回原高度

（二） 第一階段成品製作

在第一階段成品中，我們以不鏽鋼線彎曲圍繞在傳統塑膠三角錐周圍，以塑形出三角錐形狀的彈簧，不過我們發現製作完成的金屬彈簧完全無法自行站立，只要外力一離開，就會立刻倒塌（如圖 4-1-1），所以我們尋找適合製作角錐的布料，希望布料能使角錐彈簧順利彈起，以維持角錐形狀。

我們使用兩片透明塑膠帆布來製作角錐外殼（如圖 4-1-2），並預留軌道，最後再將已完成的角錐彈簧穿入角錐布料中，即完成第一階段成品。（如圖 4-1-3）



圖 4-1-1 不鏽鋼彈簧



圖 4-1-2 外殼布料成品

但是可能因為彈簧彈力不夠，且布料較為厚重，所以角錐雖然可稍微站立，但不久後就會慢慢倒塌（如圖 4-1-4），且壓縮後無法彈起，因此我們在進行成品測試的



圖 4-1-3 第一階段成品



圖 4-1-4 成品倒塌

同時，也開始查詢資料、實驗，希望找出解決的辦法。

(三) 第一階段成品測試結果

1. 角錐彈性測試

表四 第一階段成品彈起時間測試結果數據（單位：s 秒）

次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
秒數	0.13	0.14	0.11	0.13	0.12	0.15
次數	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
秒數	0.11	0.1	0.16	0.12	0.127	

表五 第一階段成品彈起高度測試結果數據（單位：cm 公分）（原高度為 62cm）

次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
秒數	21.61	23.74	22.35	25.27	24.52	21.28
次數	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
秒數	26.46	31.51	25.54	24.62	24.69	

如表三，可以發現，第一階段成品壓縮後完全無法彈簧原高度，角錐原來高度是 62cm，卻只能彈起到約 24.69cm 處，彈性遠遠不足，因此我們計畫將在下一階段實驗探討改良方式，使其富有彈性，能夠壓縮後彈回原來高度，使其更加方便。

2. 角錐反光係數查詢

表六 第一階段反光係數數據（單位：lux〔照度單位〕）

	橘紅色反光膠帶 反光係數
第一階段成品	450 lux

警用反光背心反光係數約為 300lux，而第一階段成品所使用的反光膠帶（如表六）已高過於警用反光背心（450lux>300lux），較無安全疑慮。

3. 角錐穩固性測試

由於第一階段成品沒有底座，只有布料及金屬彈簧，所以非常輕巧，風洞測試中一遇風就飛得遠遠的（如表七），若應用在現實生活中，可能一下子就飛走，無法擁有警示的功能，為了解決這個問題，我們計畫在下一階段中，加入底座，除了增加重量以防被吹走外，也能加上燈光電路，使角錐能自己發光，在昏暗環境下能發揮警示功能。

表七 第一階段成品穩固性結果數據（飄移單位：cm 公分、風速單位：m/s）

	次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均
整 體	5級風(10.4m/s)	36	43	38	51	34	40.4
	4級風(4.7m/s)	35	39	28	31	32	33
	3級風(3.2m/s)	27	32	34	33	29	31

* 根據蒲福風級，一般天候條件下，較常遇到的風級，大約是 3~5 級風。

3 級風＝微風，樹葉及小枝搖動不息；4 級風＝和風，樹的分支搖動；

5 級風＝清風，有葉的小樹開始搖擺。

二、第二階段成品製作與探討

因為第一階段成品無法彈回原高度，且較無法維持原形不倒塌，所以我們開始查詢資料，我們做了許多實驗，最後決定將金屬線一邊彎曲塑形，一邊燒製使其定型，完成具有彈性角錐彈簧。

（一）第二階段成品製作

經過資料查詢及測試後，終於找出能使角錐彈簧更具有彈性的方法—**高溫燒製**（約 2000 度的高溫）。第二階段成品的彈簧因為經過燒製，所以擁有彈性，壓縮後能夠彈起，且能夠支撐整個角錐，不易歪斜，在完成後也不容易變形，能夠維持角錐的形狀。（如圖 4-2-1）

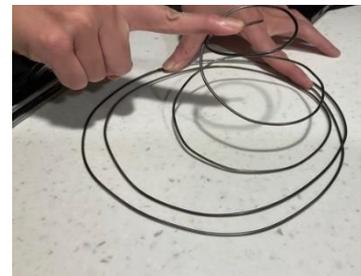


圖 4-2-1 第二階段彈簧

不過因為技術尚不成熟，製作出的角錐並不平整，因此我們計畫在下一階段成品彈簧製作前，找尋廠商學習彈簧製作方式，以精進可壓縮三角錐的彈簧。

在角錐彈簧完成後，我們也開始製作第二階段成品的外殼布料，這次的布料是改用輕薄的雨傘布料，縫製在彈簧上，並貼上反光條。(如圖 4-2-2)

最後再以市售的文件塑膠盒加上簡單的燈泡電路，以實現具有警示光的功能，並加重角錐，以增加穩固性。(如圖 4-2-3)



圖 4-2-2 第二階段成品



圖 4-2-3 底座成品 1

(二) 第二階段成品測試結果

1. 角錐彈性測試

表八 第二階段成品彈回時間測試結果數據 (單位：s 秒)

次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
秒數	0.13	0.14	0.13	0.12	0.13	0.15
次數	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
秒數	0.14	0.12	0.13	0.11	0.13	

表九 第二階段成品彈回高度測試結果數據 (單位：cm 公分) (原高度為 25cm)

次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
秒數	25.01	24.99	24.97	25.02	24.98	25.01
次數	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
秒數	25.03	25.01	24.99	24.98	24.999	

從表八、表九的資料，發現第二階段成品的燒製作業有效加強了其彈性，(0.13 秒)，角錐壓縮後可完全彈回原來高度 (25cm)，完全改善第一階段成品無法彈起及站立的問題。

2. 角錐反光係數查詢

表十 第二階段成品反光係數數據 (單位：lux [照度單位])

	銀灰色反光膠帶 反光係數
第二階段成品	500 lux

第二階段成品所使用的反光條之反光係數比第一階段成品所使用的反光條來的高 (第二階段 500lux > 第一階段 450lux > 警用反光背心 300lux)，也更加明顯、安全。

3. 角錐穩固性測試

表十一 第二階段成品穩固性結果數據 (飄移單位：cm 公分、風速單位：m/s)

	次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均	
不含底座	5級風(10.4m/s)	33	60	52	43	44	46.4	穩定 無飄移
	4級風(4.7m/s)	43	35	40	39	30	37.4	
	3級風(3.2m/s)	34	36	35	31	31	33.4	
整體	5級風(10.4m/s)	1	1.5	1	2.5	1	1.4	
	4級風(4.7m/s)	0	0	0	0	0	0	
	3級風(3.2m/s)	0	0	0	0	0	0	

從表十一可以看出，第二階段成品的穩固性因為加上了底座，比第一階段還要高許多，在 4、5 級風的吹襲下，仍可穩定不動，我們計畫在下階段加重底座重量，並增大與地面接觸面積、增加摩擦力，使角錐能夠撐過 5 級風，甚至更大的風級。(由於實驗環境的限制，最大風速只能到 5 級風²，所以無法做更大的風速探討)。

4. 角錐電路耗電量及電池續航力計算

表十二 第二階段成品耗電量及續航時間計算結果數據

	耗電量(單位：mA 毫安培)	電池續航 (單位：h 小時)
只開底座燈	800mA	6.5h (6小時30分鐘)
只開角錐燈	1200mA	4.3h
一起開	2000mA	2.6h

由於第二階段成品加入了警示光功能，所以我們依照購買商家提供的電流規格計算出耗電量及續航力，由於整體電路只有使用兩顆 18650 鋰電池，故一起開時的續航時間較少，我們計畫在下一階段成品中分開安裝電池，並使用較大容量且方便充電的電池，以延長續航時間。

5. 角錐亮度測試

表十三 第二階段成品警示燈模組亮度數據 (單位：lux [照度單位])

	亮度測量 (環境亮度：0.04lux)					
	1	2	3	4	5	平均
紅燈	22.1	23.3	24.5	22.9	24.5	23.46
白燈	19.3	20.4	28.4	21.2	22.1	22.28
一起開	26.3	24.5	25.7	26.9	27.1	26.1

我們使用照度計測量距離角錐燈原五公分處的亮度 (單位為 lux 勒克斯)，整體的亮度偏高，即使在數十公尺外也清楚可見。

² 本研究實驗中所提及的「風級」是指蒲福風級(Beaufort scale)

6. 角錐重量及體積測量

表十四 第二階段成品重量測量數據（單位：g 公克）

	角錐重量	角錐含底座重量	整體高度
第二階段成品	45.50g	520.00g	30cm

第二階段成品重量較輕，雖然方便攜帶，但風一大就有可能被吹走，穩固性不足，且整體高度僅 30 公分，警示效果亦不足。所以我們計畫下一階段增加其重量，使角錐整體介於方便攜帶卻不易被吹走的重量並增加高度與警示性。

7. 小結：第一階段與第二階段成品比較

表十五 第二階段成品與上階段成品比較

	第一階段成品	第二階段成品
壓縮重力	無法自行支撐站立	適中(約770公克重)
彈起速度	無法彈回原高度	快(約0.13秒可彈回原高度)
穩定性	低(無法承受風吹)	高(可承受4級風)
亮度	無	高(約為26.1 lux)
角錐重量	輕(不到10g)	適中(約為520g)

因為第一階段成品無法彈回原高度，所以我們在第二階段成品彈簧製作時增加了「燒製」步驟，以噴槍燒製來定型彈簧，使其富有彈性，並使用較輕薄的布料作為外殼，減少彈起阻力，並加裝底座，使其不容易被吹走，也具有警示燈的功能。

不過，第二階段成品的彈簧較不平整、底座較脆弱、易碎，且布料較不符合日常中常見的警示色，所以我們計畫在下一階段實驗改良以上的缺點，並增加警示功能。

三、第三階段成品製作與探討

(一) 第三階段成品製作

在第三階段成品製作前，我們找尋專業廠商詢問彈簧製作方法，發現燒製彈簧必須先**塑形完成後再燒製**，不可像第二階段成品一樣「一邊塑形一邊燒製」否則可能將已燒製無法變形的金屬線段凹壞，因此我們遵循廠商的建議方式，著手製作第三階段角錐彈簧。

為了增加與布料摩擦力、避免金屬線刮傷角錐布面，我們購買了紅色熱縮套(顏色與布料一致)，穿在金屬線外，加熱後縮起，包覆在金屬線上。(如圖 4-3-1)



圖 4-3-1 第三階段彈簧

完成角錐彈簧後，我們開始縫製角錐布料並先縫上反光布條，再將布料以針線固定於彈簧上(如圖 4-3-2 ~ 4-3-3)，最後再用壓克力板以雷射雕刻機切割出底座外殼，再加上具有「聲」「光」功能的電路，即完成第三階段成品。

(如圖 4-3-4 ~ 4-3-5)



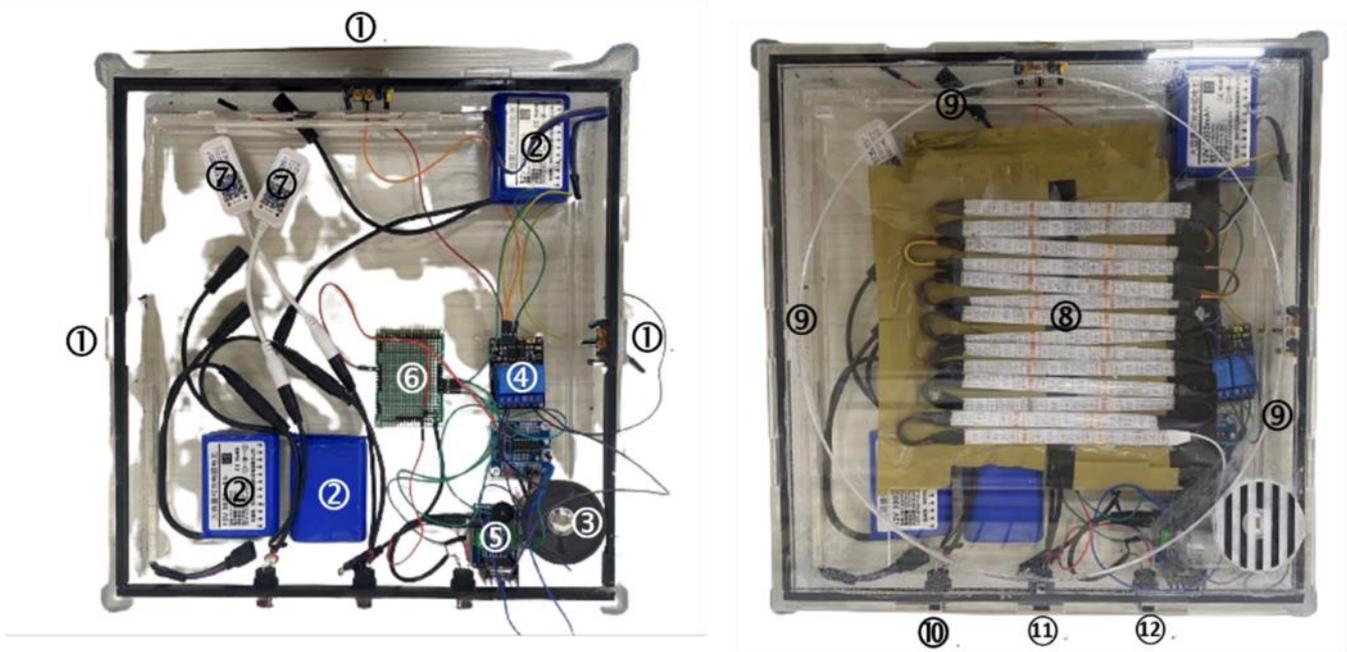
圖 4-3-2 布料成品



圖 4-3-3 外殼套上彈簧



圖 4-3-4 第三階段成品



①人體紅外線感測器。	②12V可充式鋰電池。	③語音播放喇叭。
④音控繼電器。	⑤聲音擴大器。	⑥語音錄放裝置。
⑦三色LED驅動/控制器。	⑧角錐LED。	⑨底座LED。
⑩角錐LED開關。	⑪底座LED開關。	⑫聲音開關。

圖 4-3-5 壓克力底座俯視透視圖及功能說明

(二) 第三階段成品測試結果

1. 角錐彈性測試

第三階段角錐彈簧剛開始製作時，發現完成彈簧下半部彈力較弱，後來想起廠商說：每 1mm 粗的金屬線大概可做出直徑 8cm 的金屬彈簧，而我們的金屬線線徑為 2.3mm，但是我們的角錐彈簧最大直徑為 30cm，於是我們再製作了下半圈的彈簧，將整個彈簧及下半部彈簧以紅色熱縮套固定在一起，成功加強下半部的彈性。從表十七也可以看出第三階段的彈簧如同第二階段成品，壓縮後放開可彈回原高度。

表十六 第三階段成品彈回時間測試結果數據（單位：s 秒）

次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
秒數	0.14	0.13	0.11	0.15	0.12	0.15
次數	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
秒數	0.11	0.14	0.16	0.13	0.134	

表十七 第三階段成品彈回高度測試結果數據（單位：cm 公分）（原高度為 40cm）

次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
秒數	40.01	39.99	39.98	40.02	40.01	39.97
次數	第7次	第8次	第9次	第10次	平均	
秒數	40.01	40.02	39.98	40.03	40.002	

2. 角錐反光係數查詢

表十八 第三階段成品反光係數數據（單位：lux〔照度單位〕）

	銀灰色反光布條 反光係數
第三階段成品	500 lux

第三階段成品所使用的反光條和第二階段成品是相同的，反光係數都比警用反光背心反光條高許多。

3. 角錐穩定性測試

第三階段成品的底座比第二階段成品重其接觸面及摩擦力也大許多，從表十九可以看出，加上角錐的第三階段成品無論風速如何，都絲毫沒有移動。

表十九 第三階段成品穩固性結果數據（飄移單位：cm 公分、風速單位：m/s）

	次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	平均	
不 含 底 座	5級風(10.4m/s)	46	49	41	45	42	44.6	
	4級風(4.7m/s)	38	21	43	42	42	37.2	
	3級風(3.2m/s)	5	8.5	5	5.5	4	5.6	
整 體	5級風(10.4m/s)	0	0	0	0	0	0	穩定 無飄 移
	4級風(4.7m/s)	0	0	0	0	0	0	
	3級風(3.2m/s)	0	0	0	0	0	0	

4. 角錐電路耗電量及電池續航力計算

第三階段成品將三種電路各使用三組三顆串聯的鋰電池，所以耗電量及續航力為單獨計算，三種電路皆可單獨開關，警示聲系統若開啟而沒有感應到人體時，會耗電約 50mA，三種警示聲光若沒有開啟，幾乎不會耗電。

表二十 第三階段成品耗電量及續航時間計算結果數據

	耗電量 (單位: mA 毫安培)	電池續航
開側燈 (獨立電池)	315mA	9小時30分鐘
開上燈 (獨立電池)	756mA	3小時54分鐘
開警示聲 (有發聲)	200mA	15小時
開警示聲 (無發聲)	50mA	60小時

5. 角錐亮度測試

表二十一 第三階段成品警示燈模組亮度數據 (單位: lux [照度單位])

	亮度測量 (環境亮度: 0.04lux)					
	1	2	3	4	5	平均
上燈	31.4	34.6	34.2	33.4	32.9	33.3
測燈	27.3	26.5	27.2	28.1	26.9	27.2
一起開	37.7	38.4	39.2	36.8	37.4	37.9



圖 4-3-6 上燈開啟紅燈



圖 4-3-7 上燈開啟綠燈



圖 4-3-8 上燈開啟藍燈



圖 4-3-9 上燈開啟白燈

第三階段我們改用燈條發光，優點是能在底座加上很多燈條，並且在底座內部四周也可貼上燈條，所以亮度(37.90)較第二階段(26.10)強化許多(如表二十一)，並且燈條可用手機藍芽控制想要的強度和顏色，還可以設定閃爍模式，

讓使用者能在不同的情境場合做最適切的調整。

我們測試紅、綠、藍、白四種光(如圖 4-3-6~4-3-9)，發現紅光³與紅色外殼形成飽和度很高的紅色，可見度最高、最具警示效果，且使用紅光的耗電量為白光的 1/3，更省電。

6. 角錐重量及體積測量

表二十二 第三階段成品重量測量數據（單位：g 公克）

	角錐重量	角錐含底座重量	整體高度
第三階段成品	80.2g	3.25kg	44.5cm

表二十三 第三階段成品與傳統三角錐體積比較

	傳統三角錐	第三階段成品
體積(底座*高度)(cm)	底座 36*36*高 70 (收納時是一個套一個，會多一個底座 高度 10cm)	底座 35*35*高 7 (含底座，收納型態)
普通轎車行李箱可放數量(個)	僅能採橫放方式 最多 10	24
一般休旅車可放的數量	18	87

將最後完成的成品(第三階段)與傳統的三角錐做比較，第三階段成品高度(7cm)為傳統三角錐(70cm)的 1/10，在體積上明顯小許多，並且在收納和疊放上也方便許多，在一般轎車中可放置的數量是傳統的 2.4 倍，在休旅車中可差到 4.8 倍。

7. 小結：三個階段的成品比較(如表二十四)，第三階段穩固性更高、易壓縮、回彈更快、不易變形，高度夠、實用性高、更具警示性、更安全，大致有達到我們的研究目的。

³ 「因為紅光穿過障礙物的能量多，可以傳到較遠的地方，使車輛和行人在遠處就能發現，及早做好準備，所以用紅燈表示停止和危險信號。」資料來源：紅光_藍光_波長_能量(無日期)·自然與生活科技·

表二十四 第三階段成品與前兩階段成品比較

階段	第一階段	第二階段	第三階段
外觀 照片			
外殼	透明塑膠布	雨傘布	雨傘布
彈簧	1mm 粗的不銹鋼	2mm 粗的高碳鋼	2.3mm 粗的不銹鋼 (加熱縮套)
高度	62.00	25.00	40.00
角錐直徑	29.00	21.00	30.50
加底座後的 整體高度	(無底座)	30.00	44.50
加底座 壓縮後高度	無底座	4.00	7.00
加底座後 整體重量	157	520	3700
底座功能	無底座	1.有 LED 燈、可發光增加夜間的能見度 2.有強力磁貼可以吸住角椎	1.有角錐底部的燈條，底座周邊也有燈條，亮度更強且可調各種顏色並有閃爍警示的功能。 2.具有紅外線感測人體，聲音警示功能。
優點	重量輕、易壓縮	重量輕、易壓縮 回彈快、不易變形	穩固性高、易壓縮、 回彈更快、不易變形、 高度夠、使用性高、 更具警示性、更安全
缺點	無法回彈為原來高度和形狀	體積太小、高度不夠 使用性低	成品重量較重

(高度、直徑單位：cm，重量單位：g)

伍、結論

本研究從一開始發想希望能將三角錐外型改變成能「一壓即縮」的輕便三角錐之後，歷經不斷的改良精進，從外殼到彈簧再到能穩固角錐的多功能底座，都做了多次的改良，並和傳統的三角錐比較後，得出的結論如下：

- 一、以雨傘布和不鏽鋼彈簧製作的角錐，壓縮力道僅需 700 多公克便能完全壓平收納，一般的幼童也都能操作使用。雨傘布製成的角錐，即使被碰撞，也不易損毀，被撞到的人、車也不易受傷。
- 二、加了壓克力底座的角錐(第三階段成品)，在一般環境的強風(約 5~6 級風)，非常穩固，不會被吹動。
- 三、紅色外殼加上灰色反光條十分醒目，加上底座可調式的燈光設計，可以變換顏色、閃爍、亮度調整，即使在昏暗、視線不佳的環境，也能非常耀眼，並且也能隨使用者所在環境做最適切的調整。
- 四、加裝紅外線感應警示音，可以提示來人(可能是低頭族或是盲人…)，注意前方的事故現場，避免意外發生。
- 五、因壓縮後體積較傳統的小許多，且可壓縮，所以比傳統三角錐更方便疊放，能夠收納在車廂中使用，取代傳統木製三角板，更易擺放、更加安全。

陸、參考文獻資料

1. 蘇文忠(2003, 2 月 21 日)・三角警示錐結構・中華民國專利公報・公告編號：521758
2. 董榮芳(1995, 8 月 18 日)・具活動角架三角警示錐結構・中華民國專利公報・公告編號：279534
3. 嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會作品說明書 一帆風順——風帆車行走的穩定性(無日期)chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cyjesf.eduweb.tw/cyjesf37/Upfile/final/%E4%B8%80%E5%B8%86%E9%A2%A8%E9%A0%86.pdf
4. 中華民國第58屆中小學科學展覽會作品說明書 流動「生」力——平面溝紋對氣流升力及渦流形成探討(無日期) <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-030116.pdf>
5. 紅光_藍光_波長_能量(無日期)・自然與生活科技・ <https://sites.google.com/site/hope04g/words/redandblue>
6. 蒲福風級(無日期)交通部中央氣象局・ https://www.cwb.gov.tw/V8/C/K/Encyclopedia/nous/overview_list.html#overview-09
7. 國家標準(2019, 3 月 21 日)・CNS4345反光片及反光膠帶・國家標準・標準類號：Z7059・ https://www.cnsonline.com.tw/?node=detail&generalno=4345&locale=zh_TW

【評語】 032910

本作品研發出可壓縮、輕盈且容易收納且具示警功能的交通三角錐，改良原有三角錐體積過大、重量過重、不易收納及攜帶的缺點。

實驗過程透過逐步階段性改良三角錐各項特性並考量其可視性、穩固性和提供警示力，有科學探究精神，作品亦有很高的應用性。建

議：1. 研究可蒐集與整理相關三角錐發明作為此發明進步性的對照。2. 蒐集與參考資料建立三角錐各功能性規格化的標準。3. 數據處理除了平均值，可以加上標準偏差，以反應數據精確性。

作品海報



—壓即縮—

✦ 可壓縮三角錐之發明與研究

摘要

在工地或事故現場常用的交通三角錐因形狀固定、體積較大，而不易收納，於是我們針對此不便做出了改良與研究。經過多次實驗，最後，我們決定使用不鏽鋼線，燒製定形後，再用縫紉機將輕盈的紅色雨傘布縫製於上，讓角錐猶如彈簧般「一壓即縮」，即使是孩童也能使用，且如遇到事故，有彈性的布料角錐也能減輕碰撞的傷害。為了提升三角錐的穩固性並加強警示功能，我們用壓克力做了角錐的底座，並在內部配置電路，使三角錐具有聲光警示效果。藉由紅外線感應對靠近的人發出警示音，並於夜晚時，可設定發出不同色彩和亮度的光來警示。經過多次的實驗、測試，終於設計出**具備聲光警示與輕巧、好收納等優點的三角錐**，期望被各方廣泛使用，減少意外的發生。

前言

一、研究動機

以前在上、下學協助做交通服務隊時，常常要使用到三角錐，然而使用時有諸多不便：像是三角錐長期疊在一起，不易將其分開、三角錐又大又重，在收納、移動甚至攜帶時都十分不便。

我們想到家中有一種籃子，可以壓縮摺疊，減少體積，方便收納。我們猜想：如果能將類似的構造應用在三角錐上，是否就能使三角錐兼具方便收納和攜帶的功能？而車用的警示板，雖然體積小、方便攜帶，但較難做架設，且穩定性不足，如果被風吹走，很有可能會影響行車安全。我們希望能結合以上優點，解決現有的問題，製作「可壓縮三角錐」，並加上聲光警示的功能，使我們的可壓縮三角錐更加實用及便利。

二、研究目的

此研究的目的為改良現今一般三角錐的缺點：體積過大、重量過重、不易收納以及移動。我們希望能改良上述缺點，研發出新型的三角錐，並增加其功能性。

- (一) 研發出可壓縮、輕盈且容易收納的三角錐
- (二) 加強安全性、穩固性並增加聲光警示功能
- (三) 探討各種材質的彈簧和布料對壓縮力量和彈性的影響
- (四) 探討增加角錐穩固性的可行性及方法
- (五) 探討增加聲光警示的可行性及方法。

研究設備與器材

例如：各式金屬線、雨傘布料、壓克力板、電子材料、基本工具、雷射雕刻機、電腦設備

研究過程、結果及討論

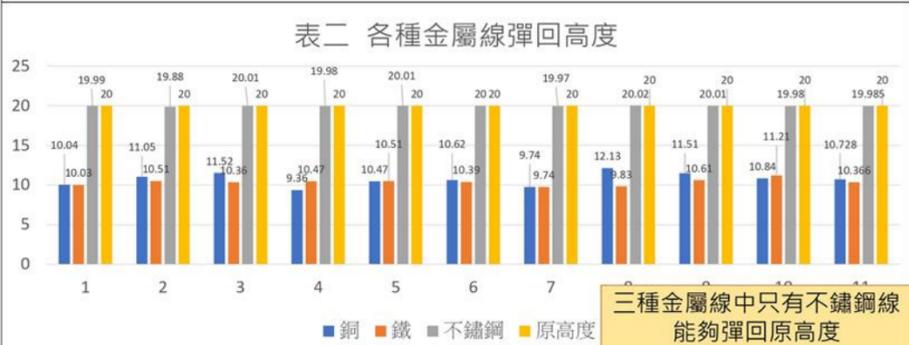
第一階段成品製作、測試及討論



圖1-0-1 實驗流程圖

(一) 模型設計、材料挑選及材質測試

接著我們將買到的銅線、鐵線、不鏽鋼線三種不同的金屬線分別彎曲塑形成彈簧狀，並進行金屬線彈起的時間及高度測試，實驗結果數據如下表：



從表一可觀察出，三種金屬線彈起的速度幾乎是「瞬間」(銅0.17秒、鐵0.154秒、不鏽鋼0.13秒)，不過從表二可發現，三種金屬線彈起的高度明顯不同，銅金屬線與鐵金屬線所製成的彈簧完全無法彈回原來的高度(20.00cm)，但是不鏽鋼彈簧卻可以彈回原來高度，所以，最後我們決定使用不鏽鋼金屬線來作為第一階段成品的彈簧材料。

(二) 第一階段成品製作

經過金屬線材質測試，我們選用不鏽鋼線作為製作角錐彈簧的材料，首先，將不鏽鋼線圍繞普通三角錐塑形，並將其頭尾固定，即完成角錐彈簧。接著將兩片透明塑膠布縫合，並預留能穿進金屬線的縫隙。最後將已塑形的金屬線彈簧穿進縫製完成的布料外殼中，並將預留的縫隙縫合，再把反光膠帶貼在外殼上，即完成第一階段成品，不過，我們發現製作完成的金屬彈簧無法自行站立，只要外力一離開，就會立刻倒塌，所以我們尋找適合製作角錐的布料，希望能使角錐彈簧順利彈起，並使維持角錐形狀。



圖3-1-1製作角錐彈簧



圖3-1-2製作角錐布料



圖3-1-3第一階段成品

(三) 第一階段成品測試

- 1. 角錐彈性測試
- 2. 角錐反光係數查詢
- 3. 角錐穩固性測試



圖3-1-4簡易風洞



圖3-1-5穩固性測試

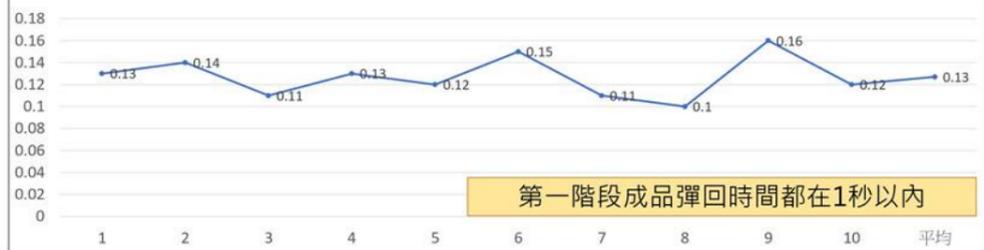


圖3-1-6不鏽鋼彈簧

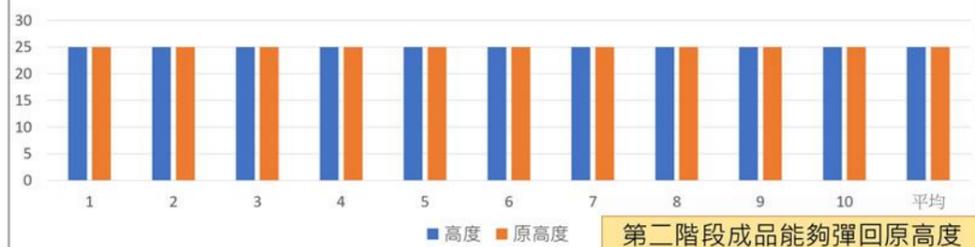


圖3-1-7外殼布料成品

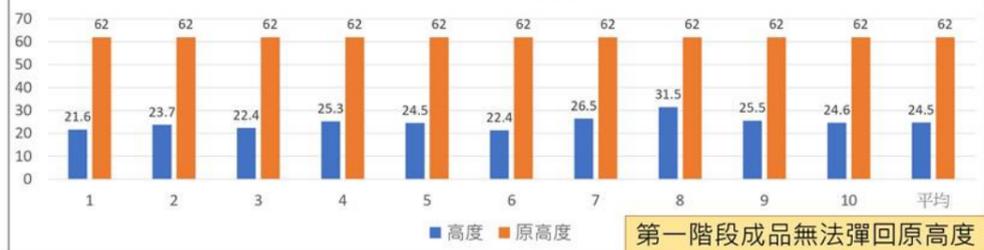
表三 第一階段成品彈回時間



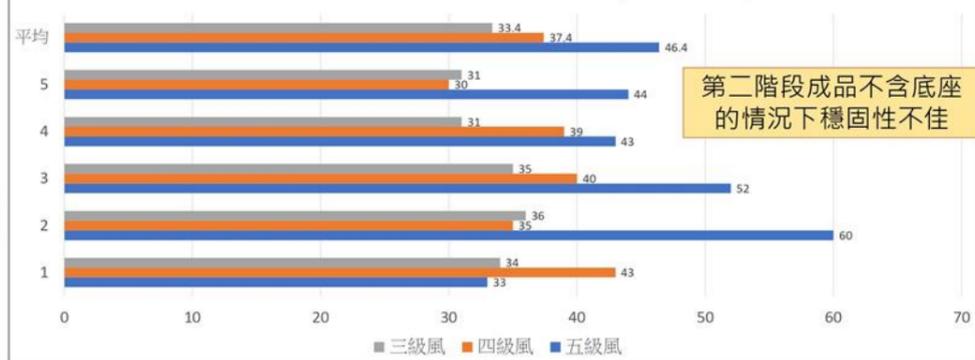
表七 第二階段成品彈回高度



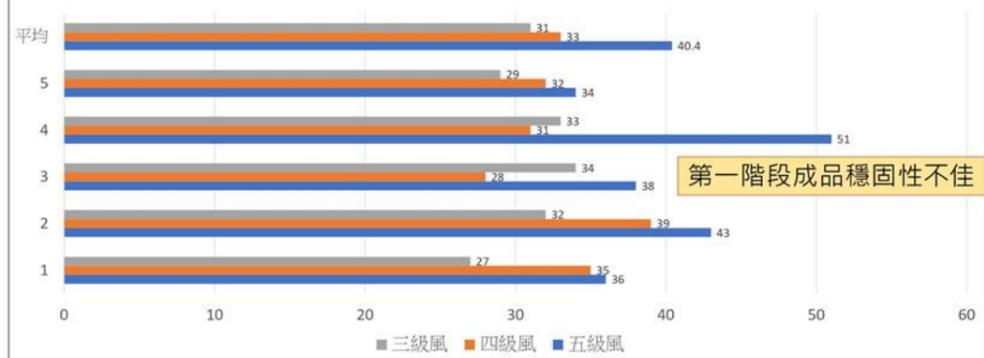
表四 第一階段成品彈回高度



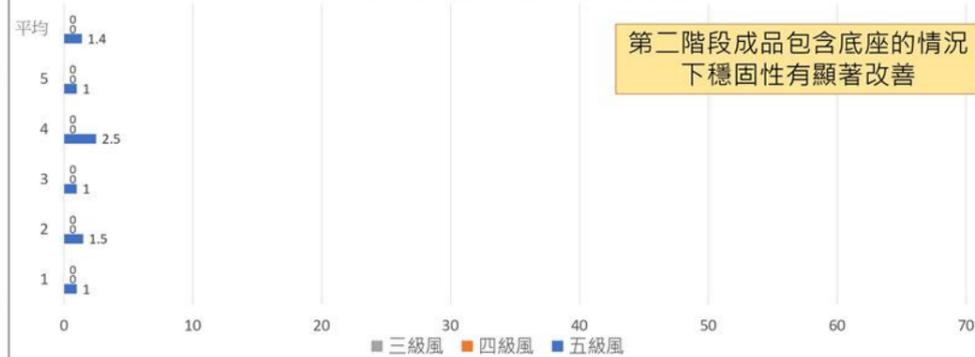
表八 第二階段成品遇風飄移距離 (不含底座)



表五 第一階段成品遇風飄移距離



表九 第二階段成品遇風飄移距離 (含底座)



角錐外殼反光膠帶反光係數為450lux

二、第二階段成品製作及測試

在第一階段實驗完成後，我們發現，第一階段成品雖然可壓縮但無法彈起來和站立。我們討論和資料查詢後，著手改良、製作第二階段成品。

(一) 第二階段成品製作

經過資料查詢及測試後，我們發現，金屬線需要經過燒製，才能夠定型，不易歪倒，以及擁有彈性。

我們選用線徑2mm的高碳鋼線製作彈簧，並且參考工廠的彈簧製作方式，採燒製作業。

我們的燒製方法是：先將金屬線彎曲一小段後燒製，然後噴水降溫，重複數次以上動作後，再將彈簧底部以一小段熱縮套加熱固定，以防彈開。

外殼部分採用一層亮綠色雨傘布料，以裁縫機進行縫製，並貼上銀灰色反光布條而成。再將已縫製完成的布料套上燒製後的角錐彈簧，將頭尾縫合，在彈簧中間以段落方式與布料縫合，最後再以網格布基膠帶將反光布條與角錐成品貼合。

為增加穩定性及角錐在昏暗環境中使用的能見度，我們決定規劃並製作可壓縮三角錐的底座，使用塑膠文件盒進行改造，我們設計了光源電路並安裝在角錐底座上，底座及角錐是使用強力磁鐵進行連接。



圖3-2-1燒製金屬線 圖3-2-2固定角錐彈簧底部 圖3-2-3 第二階段角錐成品

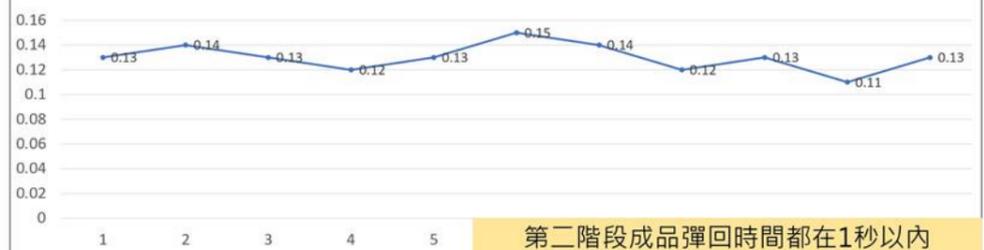


圖3-2-4底座設計圖 圖3-2-5設計電路 圖3-2-6角錐底座

(二) 第二階段成品測試

1. 角錐彈性測試
2. 角錐反光係數查詢
3. 角錐穩固性測試
4. 角錐電路耗電量及電池續航力計算
5. 角錐亮度測試
6. 角錐重量測量

表六 第二階段成品彈回時間



角錐外殼反光膠帶反光係數為450lux

三、第三階段成品製作及測試

第二階段成品完成後，我們希望能對角錐的能見度、穩固性、安全性和便利性做出進一步的提升，並針對角錐整體品質的精進及精緻化進行研究，因此著手製作第三階段成品。

(一) 第三階段成品製作

因為第二階段的彈簧較不平直，能做出的角錐也較矮小，所以我們找到專製彈簧的廠商，詢問彈簧的製作方法。我們改良的彈簧製作方法如下：

首先，我們以金屬罐來塑形金屬線，接著進行燒製，再以噴水霧的方式使燒製完成的彈簧降溫。

角錐彈簧完成後，我們發現彈簧下半部較無法直立，彈簧廠商告訴我們，每1mm粗的不鏽鋼線，可以製出8cm的彈簧，而我們的金屬線為2.3mm粗，故我們的金屬線最多能製成約18.4cm的彈簧，所以我們又製作出了一個大約只有一半高的金屬彈簧，將兩者固定在一起，以確保下半部彈簧仍保持彈性。

外殼布料部分，我們改用紅色雨傘布料作為外殼布料，以裁縫機將反光布條固定於布料後，再將其與角錐彈簧固定。

底座改用壓克力板作為底座外殼，並使用燈條、藍芽模組等電子材料來改進我們的燈泡電路，並加入人體感應警示聲，以使盲人或沒有看見角錐的用路人能注意到角錐並迴避事故現場、工地等。接著再用壓克力經雷射雕刻後做出連接勾，將角錐和底座連接。

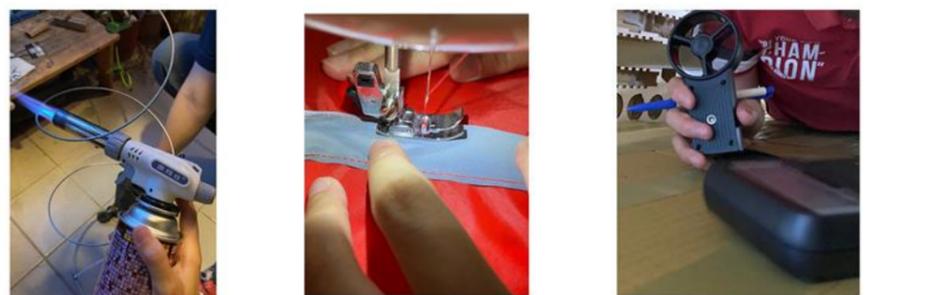


圖3-3-1燒製彈簧 圖3-3-2縫製布料 圖3-3-3穩固性測試



圖3-3-5布料成品 圖3-3-6底座成品I 圖3-3-7底座成品II

(二) 第三階段成品測試

1. 角錐彈性測試
2. 角錐反光係數查詢
3. 角錐穩固性測試
4. 角錐電路耗電量及電池續航力計算
5. 角錐亮度及可見度測試
6. 角錐重量測量

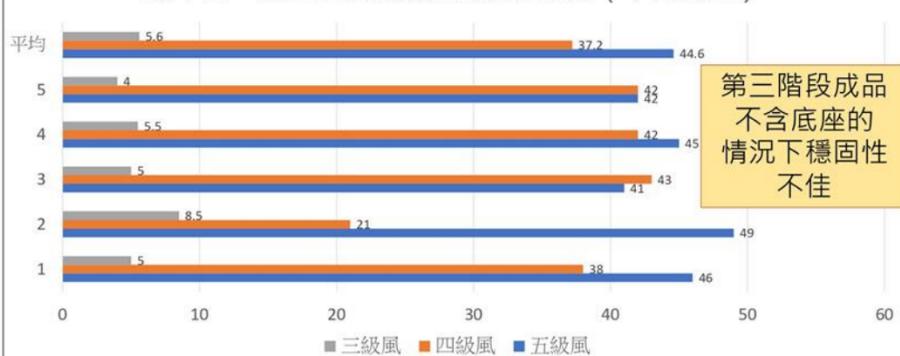
表十一 第三階段成品彈回時間



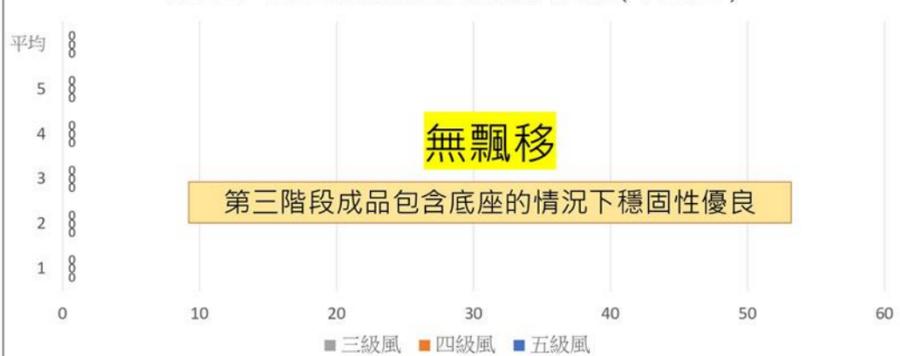
表十二 第三階段成品彈回高度



表十三 第三階段成品遇風飄移距離 (不含底座)



表十四 第三階段成品遇風飄移距離 (含底座)



表十五 第三階段成品_底座電路耗電量

功能	耗電量 (單位: mA毫安培)	電池續航
開側燈 (獨立電池)	315mA	9小時30分鐘
開上燈 (獨立電池)	756mA	3小時54分鐘
開警示聲 (有發聲)	200mA	15小時
開警示聲 (無發聲)	50mA	60小時

角錐外殼反光膠帶反光係數為500lux

結論

本研究從一開始發想希望能將三角錐外型改變成能「一壓即縮」的輕便三角錐之後，歷經不斷的改良精進，從外殼到彈簧再到能穩固角錐的多功能底座，都做了多次的改良，並和傳統的三角錐比較後，得出的結論如下：

一、以雨傘布和不鏽鋼彈簧製作的角錐，壓縮力道僅需700多公克便能完全壓平收納，一般的幼童也都能操作使用。雨傘布製成的角錐，即使被碰撞，也不易損毀，被撞到的人、車也不易受傷。

二、紅色外殼加上灰色反光條十分醒目，加上底座可調式的燈光設計，即使在昏暗、視線不佳的環境，也能非常顯眼。

三、加裝紅外線感應警示聲，可以提示來人(低頭族或是盲人...)，注意前方的事故現場，避免意外再次發生。

四、因可壓縮三角錐能夠壓縮收納，且收起後的體積較傳統三角錐小許多，所以比傳統三角錐更方便疊放，能夠收納在車廂中使用，還加裝了警示聲光功能，能夠取代車用警示板，更容易擺放，也更加安全。

表十六	傳統三角錐	第一階段	第二階段	第三階段
使用時體積	36*36*70	29*29*62	35*27*30	35*35*45
收納時體積	-	29*29*5	35*27*4	35*35*7
重量	3000g	157g	520g	3500g
底座功能	-	-	警示燈光	警示燈光、聲音
可壓縮	否	是	是	是
可彈起	否	否	是	是
轎車可放置數量	10	無資料	無資料	24
休旅車可放置數量	18	無資料	無資料	87
大約價格或成本	約450元	低於50元	低於50元+約100元	低於50+約150元

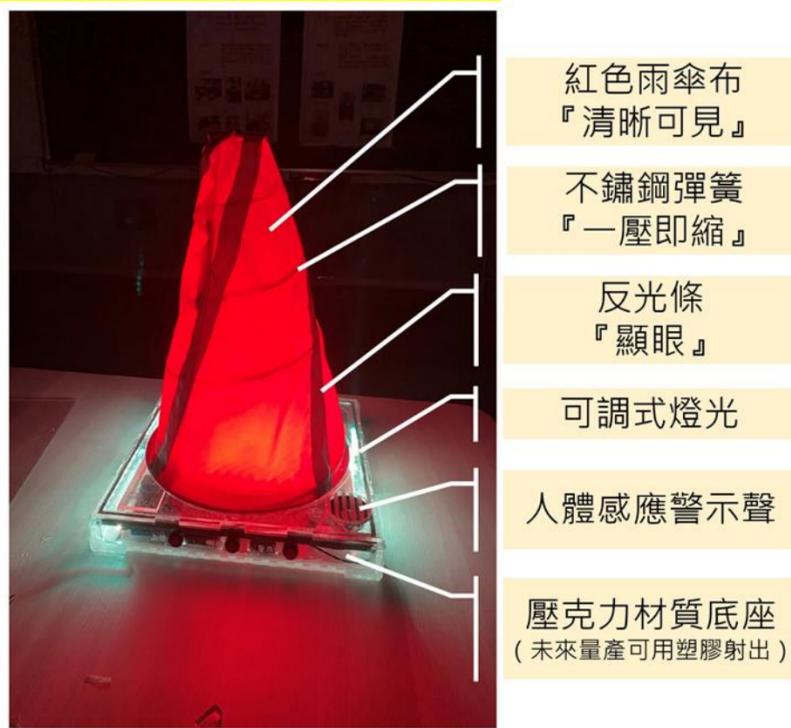


圖4-0-1第三階段成品功能介紹圖

未來展望

一、考量可壓縮三角錐的延伸應用，如：在特殊路況車輛故障時，可直接將可壓縮三角錐以磁鐵或吸盤吸附於車頂；或將可壓縮三角錐固定於車頂收納盒，並使用遙控或線控等方式將其開啟或收回。

二、探討有關此作品量產之計畫及做法，降低其成本，並考慮是否申請專利等。

三、考量防水性等問題，並加強其穩固性、耐撞、耐高溫及防水功能，以使角錐能夠使用於更多情境而不易損壞。

四、探討加入太陽能充電等功能之可行性，以加強環保概念，並加入光感自動開關燈系統。

參考文獻資料

1. 嘉義市第37屆中小學科學展覽會作品說明書 一帆風順——風帆車行走的穩定性
2. 中華民國第58屆中小學科學展覽會作品說明書 流動「生」力 - 平面溝紋對氣流升力及渦流形成探討
3. 紅光_藍光_波長_能量(無日期)•自然與生活科技

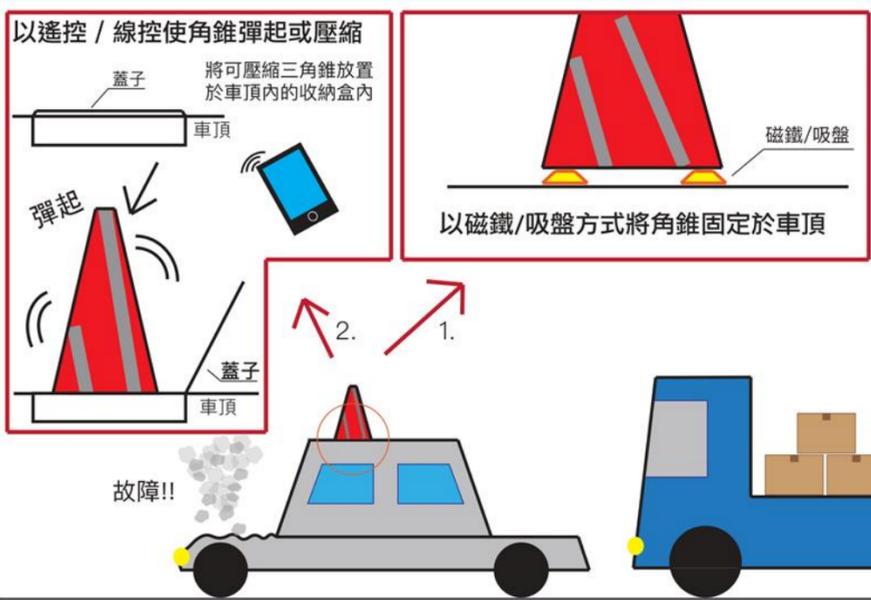


圖5-0-1未來展望

4. 蒲福風級(無日期)·交通部中央氣象局

海報中所有圖表皆為作者自行拍攝或製作。