

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080112

衝鋒前線-空氣壓力的理論應用

學校名稱：嘉義縣水上鄉水上國民小學

作者： 小五 楊尹婷 小五 尹馨雅 小五 莊弘偉 小五 林欣威	指導老師： 謝佳蓉
---	------------------

關鍵詞：空氣、壓力、保特瓶

摘要

本研究利用寶特瓶及水管製作好玩的水管壓力槍，藉由水管槍的飛行實驗，體驗壓力，彈頭形狀、重量對射程的影響。

壹、研究動機

電視中哆啦 A 夢有一把神奇的空氣砲，心想空氣的威力如此大，所以我們便想動手製做一把射程遠又安全的空氣槍。

與課程相關單元：

【三年級空氣的特性】：相同的體積，內含氣體愈多，產生的壓力愈大
「白努力定律」流體從大面積的地方進入小面積的地方，流速會變大。

貳、研究目的

為了達到了解影響空氣槍射程的遠近，於是我們就針對以下的問題展開了研究：

- 一、不同容量的壓力儲存瓶會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 二、不同的彈頭形狀會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 三、不同大小的壓力值會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 四、發射傾斜角度會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 五、摩擦力大小會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 六、尖錐形彈頭重量不同時會影響空氣槍射程的遠近嗎？


參、研究設備及器材

空氣槍發射彈頭的設備



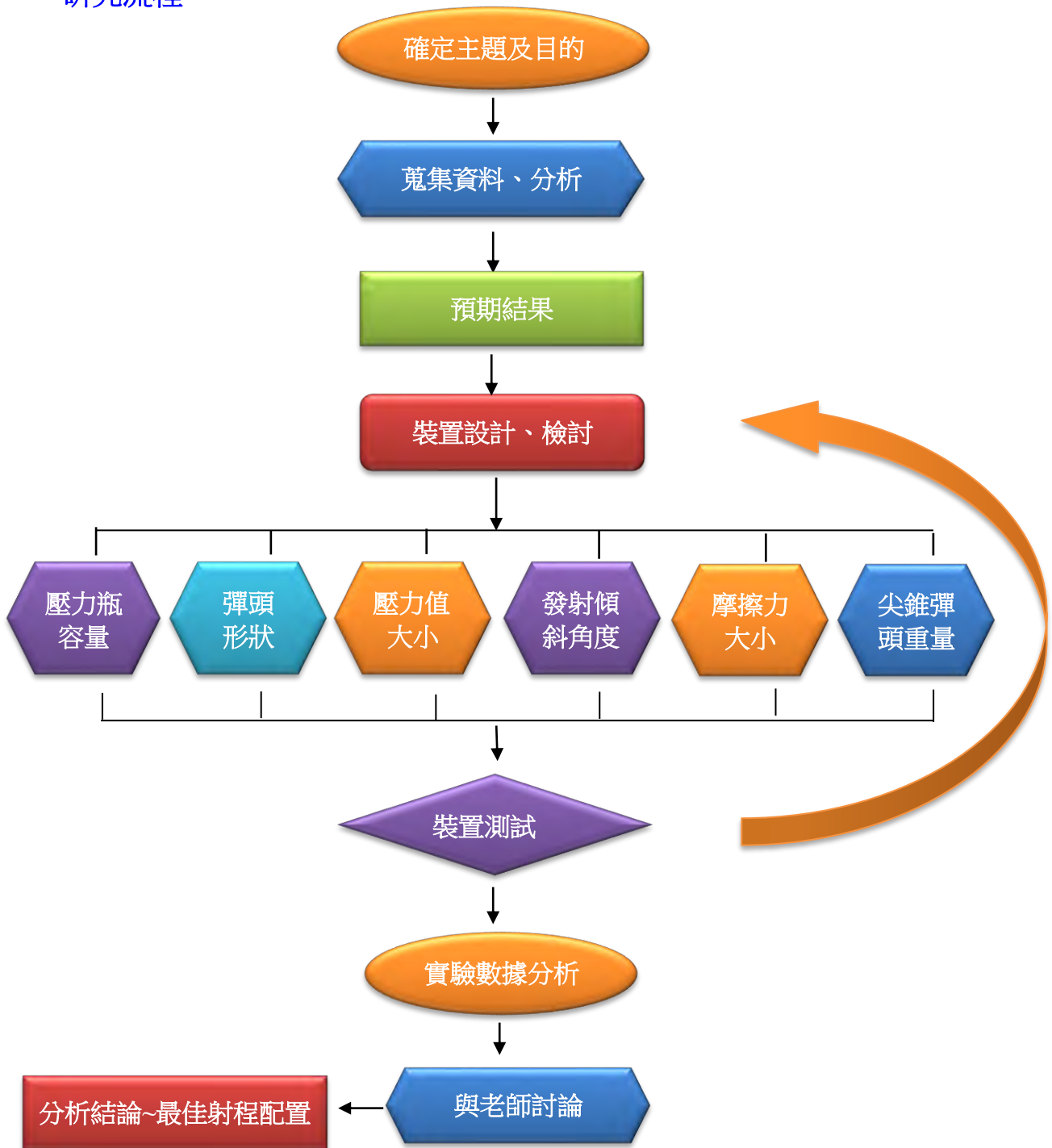
說明：因為空氣槍的砲管需要較輕的材質且好塑形，所以我們採用了泡棉。
彈頭部分我們分別採用了泡棉、硬紙卡及加入黏土的硬紙卡

圖片			
名稱	A4 泡棉片數片	梯形泡棉數個	半圓形泡棉 發射器彈頭
用途	砲彈管的管身	尾翼	

圖片			
名稱	尖錐狀彈頭	雙面膠	熱熔槍
用途	用以作為另一個形狀的彈頭	黏著管身	黏著管身
空氣槍的設備 說明：在看過許多資料以及文獻之後，我們想做一種堅固耐用的空氣大砲，因此參考了網路上某些關於水管空氣槍的做法，再加上空氣壓力計就成為我們現在的空氣大砲。			
圖片			
名稱	三連接頭	寶特瓶	水管
用途	用來作為三向連接水管用	做為儲存空氣的壓力瓶	用來作為空氣槍的槍身部分
圖片			
名稱	開關閥	長水管	水管膠
用途	作為釋放空氣的開關	砲彈管身	水管之間是用水管膠連接
圖片			
名稱	打氣筒	寶特瓶黏接頭	異徑轉接頭
用途	推進空氣		用來連接水管槍
圖片			
名稱	逆止閥	壓力計	
用途	讓空氣進得去出不來	用以測量壓力值數據	確保不同重量尖錐狀彈頭

肆、研究過程及研究方法

一、研究流程



二、自製空氣槍裝置設計圖



(圖一)



(圖二)

說明：圖一是為我們一開始的裝置設計圖，從打氣筒打入空氣，不斷的施加壓力，空氣經過水管進入到寶特瓶內收集氣體，氣體集滿後，再打開開關閥，氣體因為壓力的關係，瞬間釋放。造成彈頭因為氣體衝擊而射出。

但是，在實驗時發現打氣筒容易毀壞，所以我們將裝置改裝成如圖二，進氣方式改為使用腳踏車打氣筒。








三、空氣槍製作過程

(一) 發射器製作過程

說明：因為空氣槍的砲管需要較輕的材質且好塑形，所以我們採用了泡棉。 彈頭部分我們分別採用了泡棉、硬紙卡及加入黏土的硬紙卡	
1.步驟一 把泡棉片較長的兩邊分別黏上雙面膠，再包住水管砲管管身捲起來，以卻確定製作後的發射器與水管管身密合。	2.步驟二 製作發射器彈頭 用熱溶膠塗在捲起來的泡棉片上，把半圓泡棉頭黏上去。
3.步驟三 利用熱融膠將泡棉尾翼平均黏貼在發射器上，即完成空氣槍第一型發射器。	4.步驟四 如上，再依法製作一個發射器，但發射器彈頭為硬紙卡所製作之尖錐狀彈頭，即完成第二型發射器。此第二型發射器為尖錐狀。

(二) 空氣槍製作過程

說明：在製作之前，指導老師告訴我們，水管膠一旦上膠之後就無法再拆除，因此在組裝過程中我們分別將各個不同尺寸以及形狀的水管標上數字，方便辨別。	
步驟一 將水管膠塗在1管上，再把1管與2管黏起來	步驟二 將水管膠塗在3管上，再把2管與3管黏起來

	
<p>步驟三 將水管膠塗在 3 管上，再把 3 管與壓力計黏起來</p>	<p>步驟四 將水管膠塗在 3 管上，再把 3 管與壓力計黏起來</p>
	
<p>步驟五 將水管膠塗在 3 管上，再把 3 管與 4 管黏起來</p>	<p>步驟六 將水管膠塗在 5 管上，再把 4 管與 5 管黏起來</p>
	
<p>步驟六 將水管膠塗在 5 管上，再把 5 管與 6 管黏起來</p>	<p>步驟七 將水管膠塗在 5 管上，再把 5 管與 7 管黏起來</p>
	
<p>步驟八 將水管膠塗在打氣筒上，再把打氣筒與 8 管黏起來</p>	<p>裝置完成圖</p>

四、實驗細項說明

(一)、實驗假設

1. 假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
2. 本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
3. 以不同大小的壓力儲存瓶配合不同形狀的彈頭對射程距離具有影響。
4. 以不同大小的壓力儲存瓶配合不同重量的彈頭對射程距離具有影響。
5. 不同發射角度對射程距離具有一定影響。
6. 不同壓力值對於射程距離據具有一定影響。
7. 摩擦力的大小對於射程距離據具有一定影響。

伍、討論

【探討一】：不同大小的壓力儲存瓶是否會影響空氣槍射程的遠近嗎？

1. 實驗假設及預測

- (1)假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
- (2)本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
- (3)進行實驗前我們先預測不同容量大小的壓力儲存瓶對於空氣槍的射程距離具有影響，我們認為壓力儲存瓶愈大射程愈遠。

2 本項實驗的變因：

- (1)【操作變因】：壓力儲存瓶（寶特瓶）容量的大小，分別設為 670ml、1330ml、2180ml。
- (2)【控制變因】：①彈頭形狀：設為半圓形泡棉
②操作地點：學校體育館內(無風環境)
③尾翼形狀
④空氣壓力值，設為 1(單位 kg/cm^2)
⑤空氣槍發射傾斜角度： 0° 度(水平角度)
⑥摩擦力，設為彈頭全接觸
- (3)【應變變因】：空氣槍發射器射程距離遠近

2.研究步驟

- (1)準備不同的寶特瓶，分別為 670ml、1330ml、2180ml。
- (2)依序將寶特瓶裝在空氣槍上。
- (3)將空氣槍壓力值充氣打到 1(單位 kg/cm^2)
- (4)由同一個人站於發射位置，先將空氣槍最頂端對準起始線，再打開開關發射。
- (5)用捲尺量起始線到發射器落地尾端的距離。
- (6)將結果記錄到紀錄表上。

《對照組》

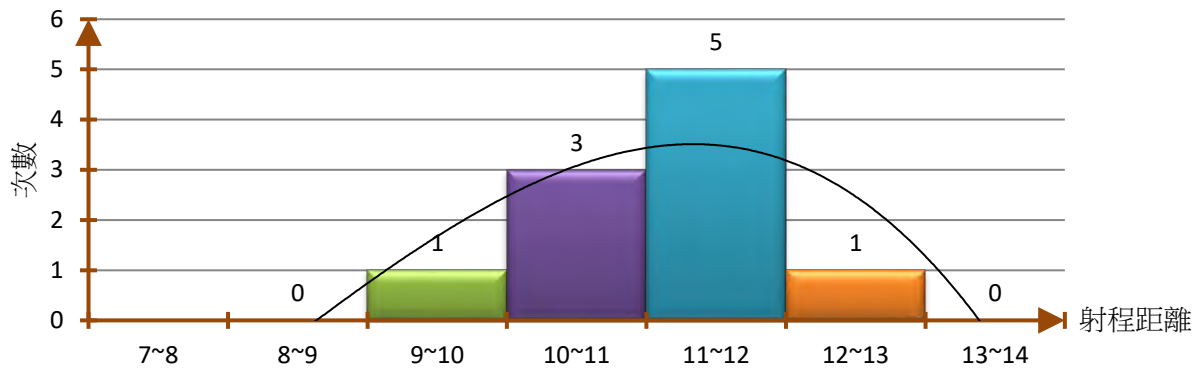
試體	壓力儲存瓶容量大小 (此容量標示為實際容量)
模式 1	670ml
模式 2	1330ml
模式 3	2180ml

《實驗組》

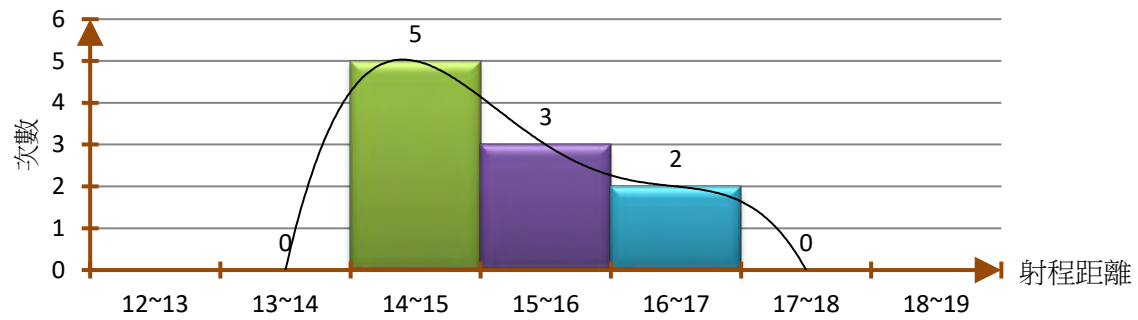
壓力儲存瓶與空氣槍射程遠近的關係表（一）

單位：公尺

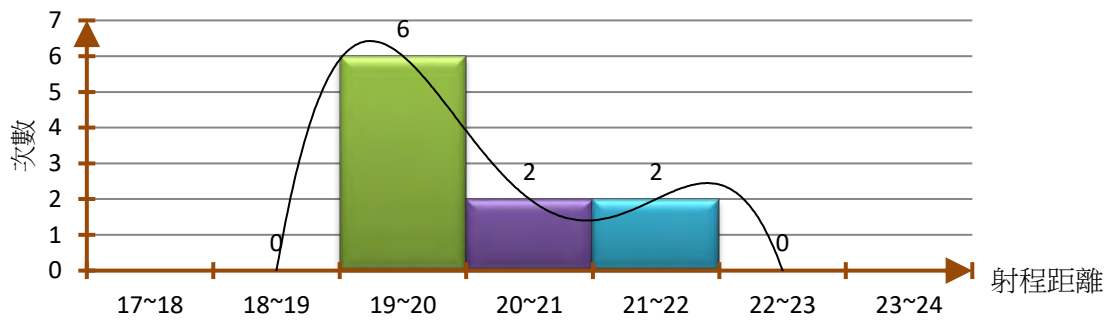
壓力瓶容量	670ml	1330ml	2180ml
實驗次數			
第一次	10.85	14.41	21.34
第二次	9.89	15.07	19.90
第三次	10.54	14.79	21.75
第四次	11.41	14.54	20.31
第五次	11.23	16.50	19.44
第六次	10.54	16.72	19.89
第七次	11.31	15.46	19.78
第八次	11.32	14.70	19.37
第九次	11.13	15.07	19.93
第十次	12.00	14.79	20.1
最大值與最小值的差值	2.11	2.31	3.34
平均值	12.699	15.205	20.181



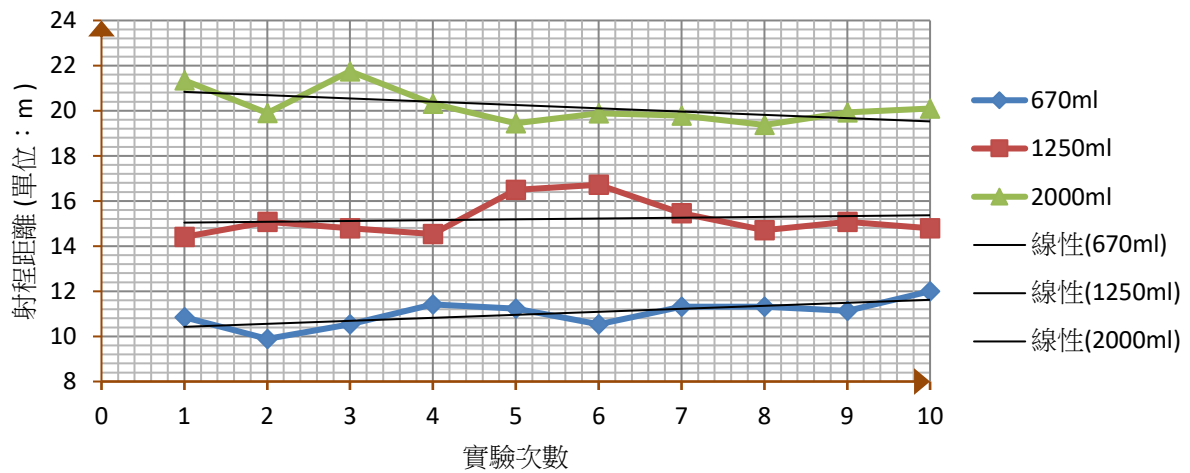
(圖一-1) 壓力存瓶容量670ml的射程次數分配圖



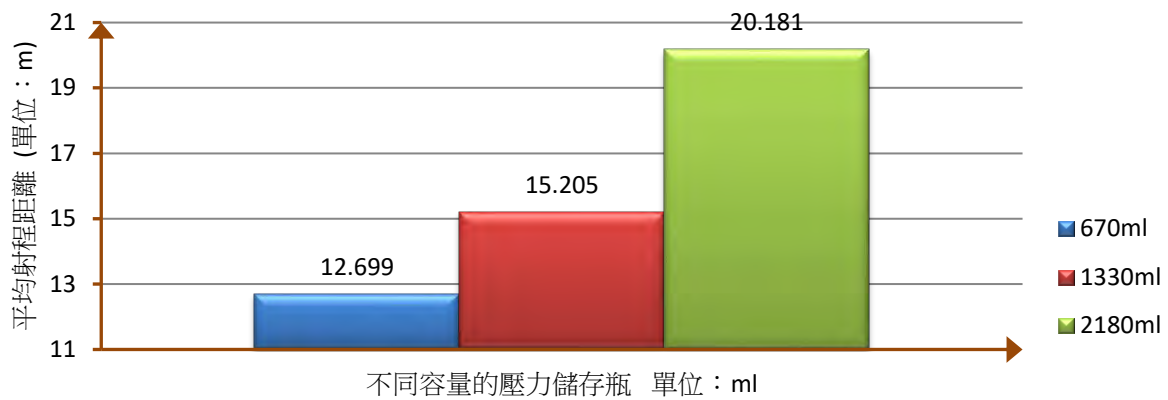
(圖一-2) 壓力存瓶容量1330ml的射程次數分配圖



(圖一-3) 壓力存瓶容量2180ml的射程次數分配圖



(圖一-4) 壓力儲存瓶與空氣槍射程距離散布圖



(圖一-5) 壓力儲存瓶與空氣槍平均射程遠近的關係圖

【結論】我們發現：

當壓力儲存瓶的容量越大，射程也就越遠；

壓力儲存瓶的容量越小，射程也就越近。

此實驗結果，與我們所預測的結果相同。

其中，2180ml 壓力儲存瓶因為容量最大，所以平均射程距離達到最遠。

【探討二】：不同的彈頭形狀會影響空氣槍射程的遠近嗎？

1. 實驗假設及預測

- (1) 假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
- (2) 本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
- (3) 進行實驗前我們先預測不同形狀的彈頭對於空氣槍的射程距離具有影響，我們預測尖錐狀的彈頭射程會較遠。

2. 本項實驗的變因：

- (1) **【操作變因】**：不同的彈頭形狀，分別設為半圓形泡棉、空心尖錐。
- (2) **【控制變因】**：
 - ① 相同容量的壓力儲存瓶，設為 1330ml
 - ② 操作地點：學校體育館內(無風環境)
 - ③ 尾翼形狀
 - ④ 空氣壓力值，設為 1.5(單位 kg/cm^2)
 - ⑤ 空氣槍發射角度： 0° 度(水平角度)
 - ⑥ 彈頭管身，設為全接觸
- (3) **【應變變因】**：發射器射程距離遠近

3. 研究步驟

- (1) 準備不同的發射器彈頭，分別為半圓形泡棉、空心尖錐。
- (2) 依序將不同的發射器彈頭裝在空氣槍上。
- (3) 將空氣槍壓力值充氣打到 1.5(單位 kg/cm^2)。
- (4) 由同一個人站於發射位置，先將空氣槍最頂端對準起始線，再打開開關發射。
- (5) 用捲尺量起始線到發射器尾端的距離。
- (6) 將結果記錄到紀錄表上。

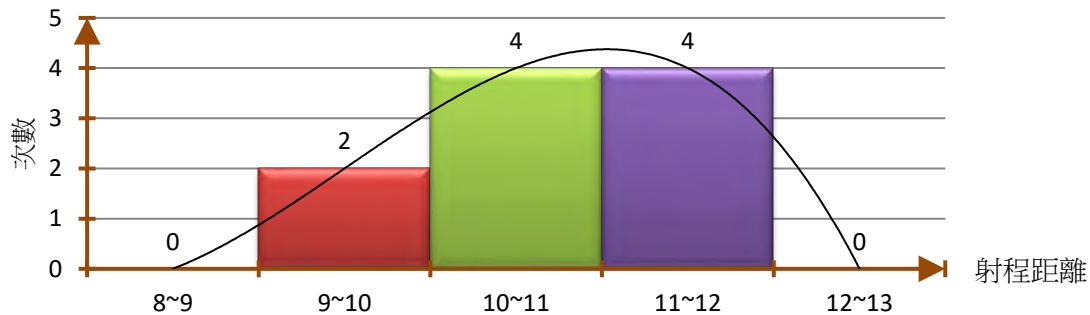
《對照組》

試體	發射器彈頭形狀
模式 1	平頭狀
模式 2	半圓形泡棉
模式 3	空心尖錐

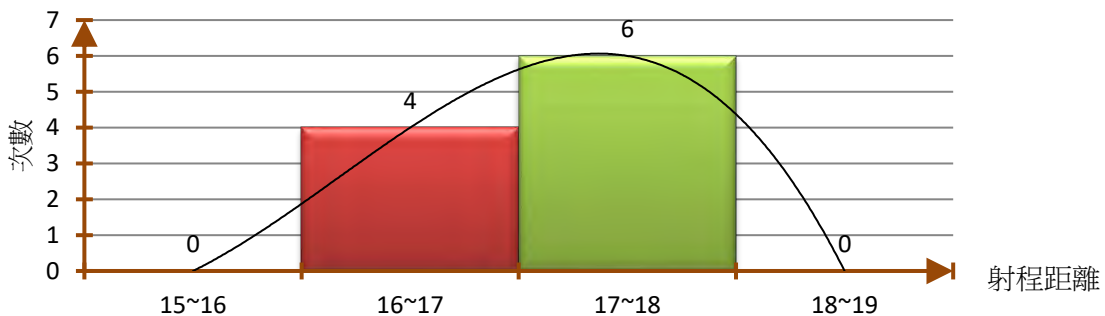
《實驗組》發射器彈頭的形狀與空氣槍射程遠近的關係表（二）

單位：公尺

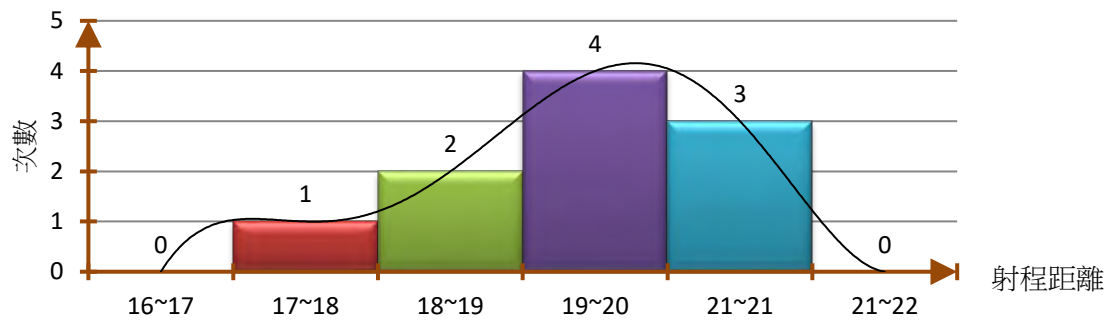
發射器彈頭形	平頭狀	半圓形泡棉	空心尖錐
實驗次數			
第一次	10.85	17.11	18.33
第二次	9.89	16.89	19
第三次	10.54	16.41	20
第四次	11.41	17.23	19.57
第五次	11.23	17.36	20.44
第六次	10.54	17.33	18.33
第七次	11.31	17	17.48
第八次	11.23	16.98	19.50
第九次	10.65	16.3	19.2
第十次	9.77	17.25	20.1
最大值與最小值的差距	1.64	1.06	2.96
平均值	10.742	16.986	19.195



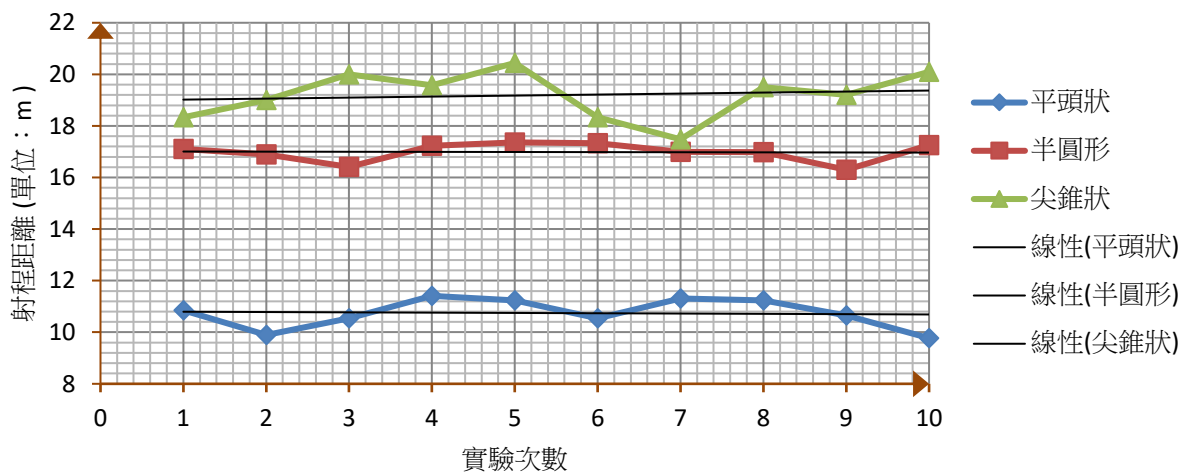
(圖二-1) 平頭狀彈頭的射程次數分配圖



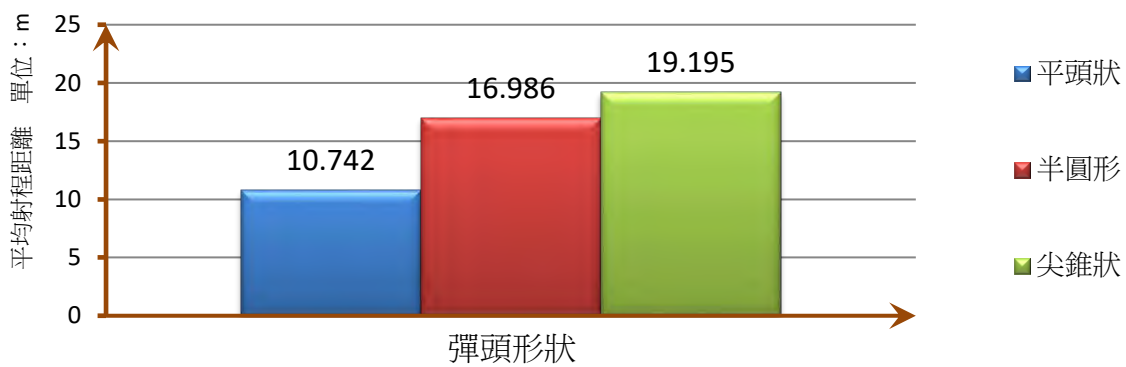
(圖二-2) 半圓形彈頭的射程次數分配圖



(圖二-3) 尖錐狀彈頭的射程次數分配圖



(圖二-4) 彈頭形狀與空氣槍射程距離散布圖



(圖二-5) 發射器彈頭形狀與空氣槍平均射程遠近的關係圖

【結論】我們發現：

尖錐狀彈頭飛行距離較遠，平頭狀彈頭飛行距離最近，半圓形彈頭居中。
 我們推判，尖錐狀彈頭因為呈流線型可突破空氣阻力，飛行較遠。
 與我們實驗預測相符。

【探討三】：不同的壓力值會影響空氣槍射程的遠近嗎？

1. 實驗假設及預測

- (1)假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
- (2)本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
- (3)進行實驗前我們先預測不同的壓力值對於空氣槍的射程距離具有影響，我們預測壓力值愈大射程會較遠。

2. 本項實驗的變因：

- (1)【操縱變因】：不同的壓力值，分別設為 0.5kg/cm^2 、 1kg/cm^2 、 1.5kg/cm^2 、 2kg/cm^2
- (2)【控制變因】：
 - ①相同的彈頭材質形狀：設為半圓形泡棉
 - ②操作地點：學校體育館內(無風環境)
 - ③尾翼形狀
 - ④壓力儲存瓶，設為 1330ml
 - ⑤空氣槍發射角度： 0° 度(水平角度)
 - ⑥彈頭管身，設為全接觸
- (3)【應變變因】：發射器飛行射程遠近

3. 研究步驟

- (1)準備容量 1330ml 的壓力儲存瓶。
- (2)將發射器彈頭裝在空氣槍上。
- (3)將空氣槍壓力值分別充氣打到 0.5 (單位 kg/cm^2)、 1 (單位 kg/cm^2)、 1.5 (單位 kg/cm^2)、 2 (單位 kg/cm^2)
- (4)由同一個人站於發射位置，先將空氣槍最頂端對準起始線，再打開開關發射。
- (5)用捲尺量起始線到發射器尾端的距離。
- (6)將結果記錄到紀錄表上。

《對照組》

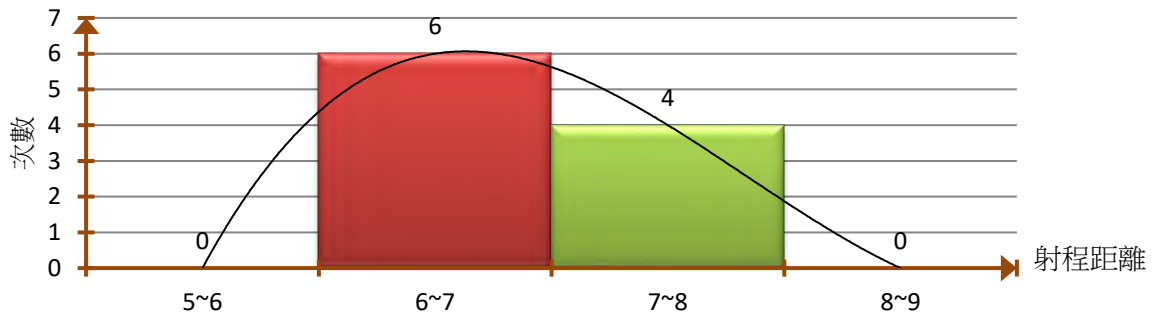
試體	壓力值
模式 1	壓力值 $0.5\text{ (kg/cm}^2\text{)}$
模式 2	壓力值 $1\text{ (kg/cm}^2\text{)}$
模式 3	壓力值 $1.5\text{ (kg/cm}^2\text{)}$
模式 4	壓力值 $2\text{ (kg/cm}^2\text{)}$

《實驗組》 壓力值與空氣槍射程遠近的關係表 (三)

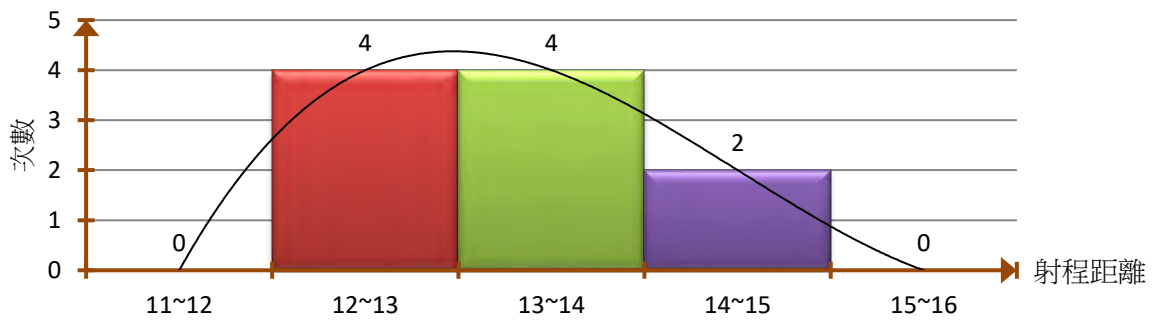
單位：公尺

壓力值	壓力值 $0.5\text{ (kg/cm}^2\text{)}$	壓力值 $1\text{ (kg/cm}^2\text{)}$	壓力值 $1.5\text{ (kg/cm}^2\text{)}$	壓力值 $2\text{ (kg/cm}^2\text{)}$
第一次	6.47	13.84	17.11	22.18
第二次	6.36	13.62	16.89	23.71
第三次	7.13	12.13	16.41	22.34
第四次	6.92	12.81	17.23	22.75
第五次	7.03	14.73	17.36	22.88
第六次	7.14	12.70	17.20	23.85
第七次	6.94	12.3	17.33	22.20
第八次	6.57	13.5	17.11	23.81

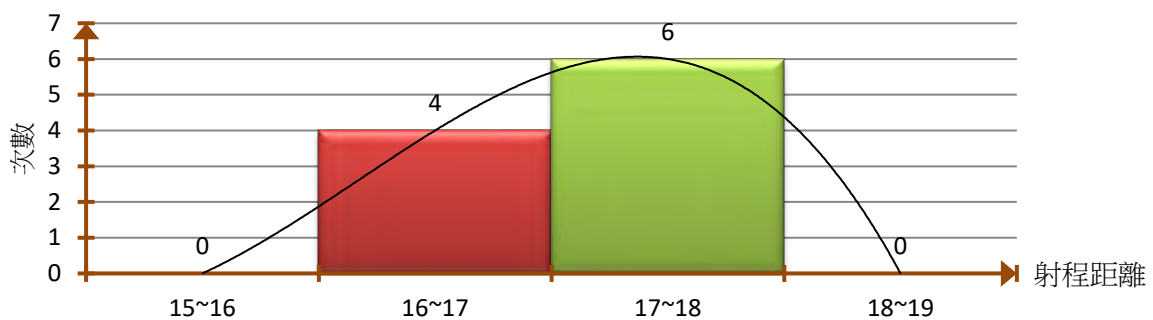
第九次	7.03	13.9	16.90	22.44
第十次	6.88	14.63	16.50	22.88
最大值與最小值的差值	0.78	2.6	0.95	1.67
平均值	6.847	13.426	17.004	22.904



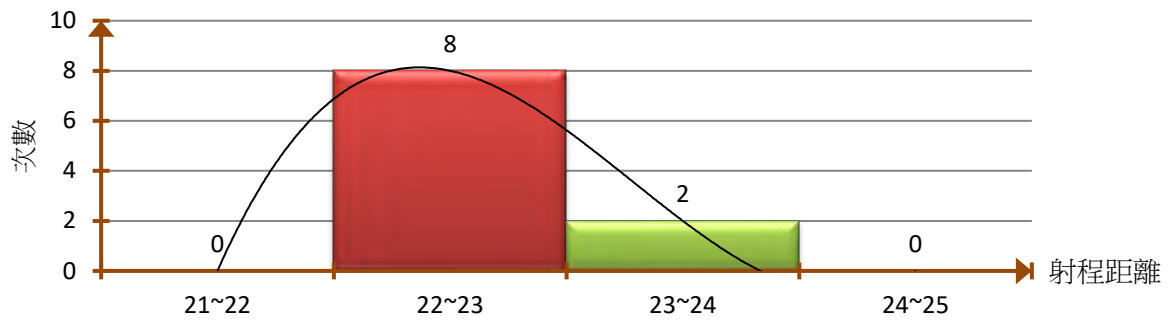
(圖三-1)壓力值 0.5 kg/cm²的射程次數分配圖



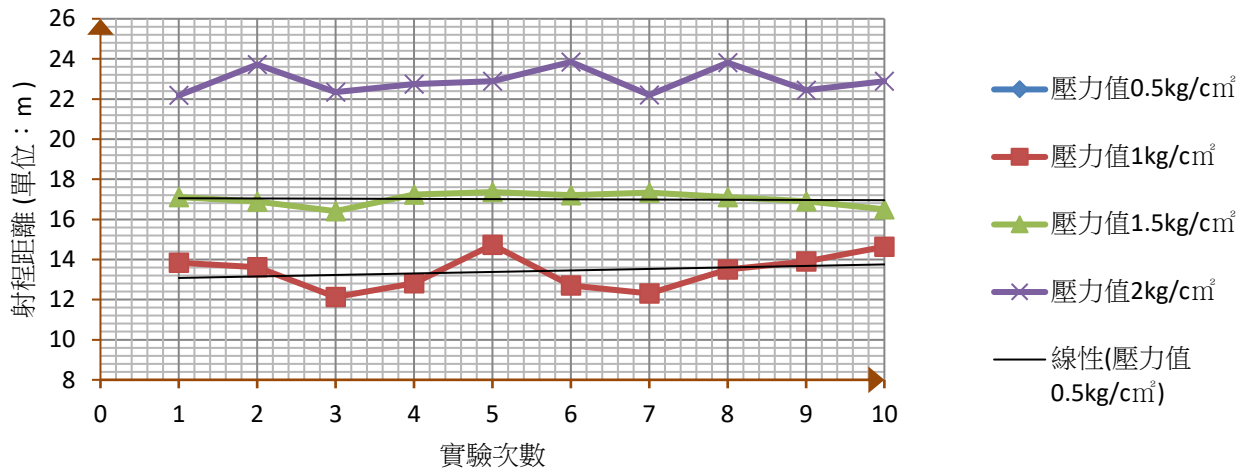
(圖三-2)壓力值 1 kg/cm²的射程次數分配圖



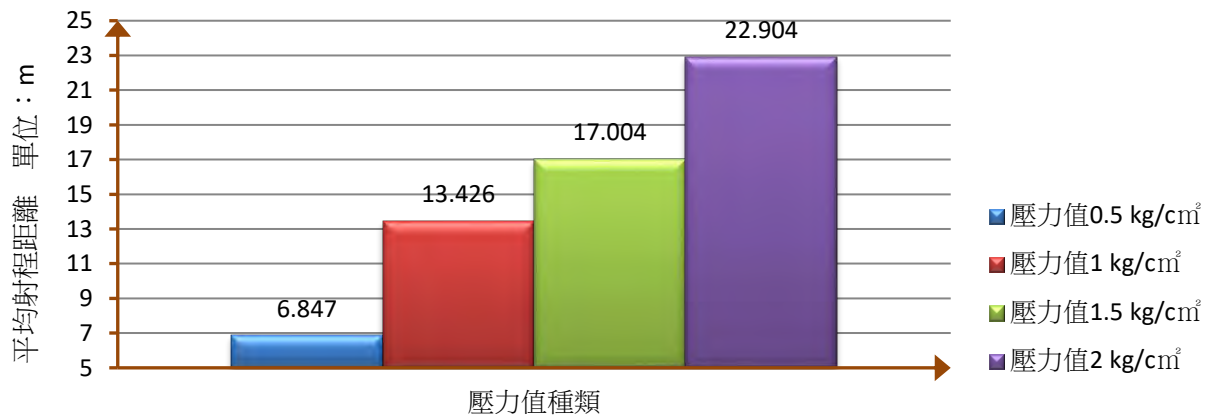
(圖三-3)壓力值 1.5 kg/cm²的射程次數分配圖



(圖三-4) 壓力值 2 kg/cm²的射程次數分配圖



(圖三-5) 壓力值與空氣槍射程距離散布圖



(圖三-6) 壓力儲存瓶與空氣槍平均射程距離的關係圖

【結論】我們發現：

在相同的壓力儲存容量下，壓力值越大，射程越遠；壓力值越小，射程越近。

【探討四】發射傾斜角度會影響空氣槍射程的遠近嗎？

1. 實驗假設及預測

- (1)假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
- (2)本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
- (3)進行實驗前我們先預測不同的發射傾斜角度對於空氣槍的射程距離具有影響，我們預測發射傾斜角度愈大射程距離愈遠。

2 本項實驗的變因：

- (1)【操縱變因】：發射傾斜角度，分別設為 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° 。
- (2)【控制變因】：
 - ①相同的彈頭材質形狀：半圓形泡棉
 - ②操作地點：學校體育館內(無風環境)
 - ③尾翼形狀
 - ④空氣壓力值，設為 $1.5(\text{g}/\text{cm}^2)$
 - ⑤相同的壓力儲存瓶容量：1330ml
 - ⑥彈頭管身，設為全接觸
- (3)【應變變因】：發射器飛行射程距離遠近



3 研究步驟

- (1)準備容量 1330ml 壓力儲存瓶。
- (2)將發射器彈頭裝在空氣槍上。
- (3)將空氣槍壓力值充氣打到 $1.5(\text{單位 } \text{kg}/\text{cm}^2)$ 。
- (4)由同一個人站於發射位置，先將空氣槍最頂端對準起始線，往上抬到 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° 的角度，再打開開關發射。
- (5)用捲尺量起始線到發射器尾端的距離。
- (6)將結果記錄到紀錄表上。

《對照組》

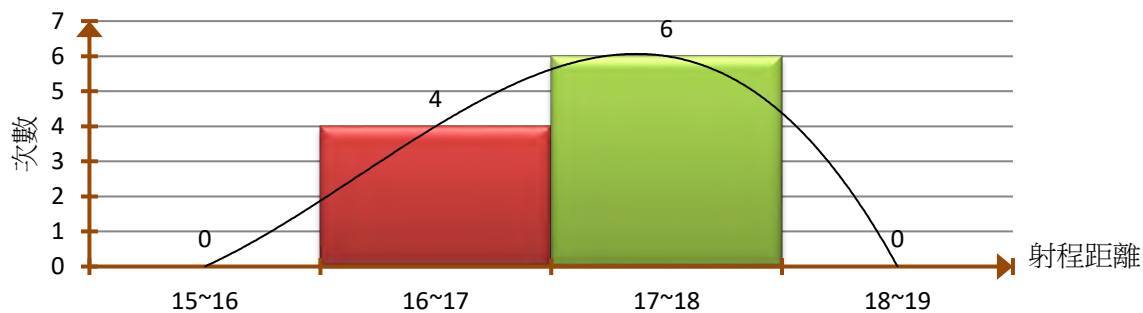
試體	發射傾斜角度
模式 1	0 度
模式 2	30 度
模式 3	45 度
模式 4	60 度
模式 4	90 度

《實驗組》 發射傾斜角度與空氣槍射程遠近的關係表（四）

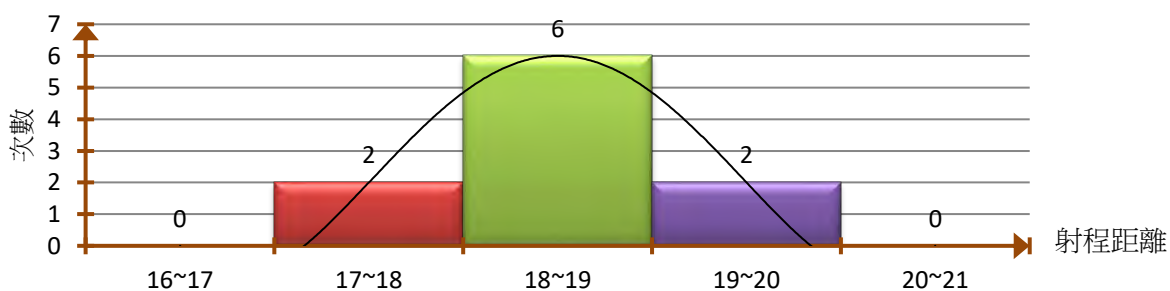
單位：公尺

發射傾斜角度	0 度	30 度	45 度	60 度	90 度
實驗次數					
第一次	17.11	18.21	22.45	24.95	2.4
第二次	16.89	17.05	22.9	25.5	1.6
第三次	16.41	17.29	21	26.39	1
第四次	17.23	18.33	24.75	26.10	0.72
第五次	17.36	18.54	21.3	25.5	2.99
第六次	17.2	18.63	24.2	25.8	2.71
第七次	17.33	18.43	23	27.45	2.2

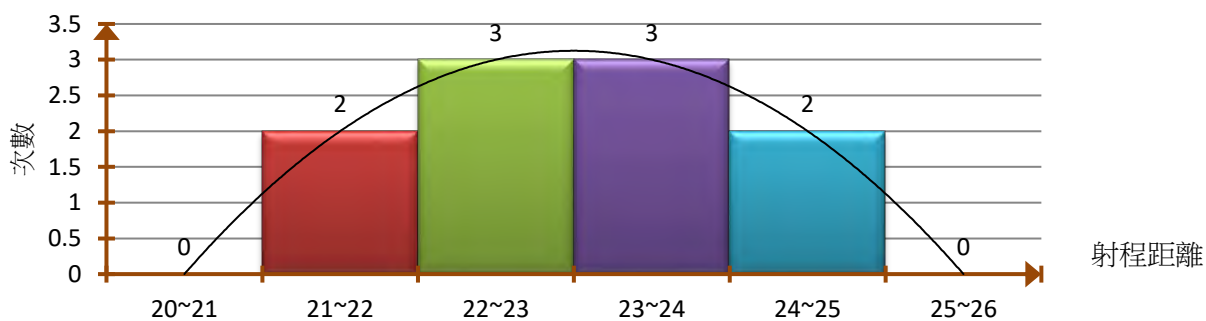
第八次	17.11	19.01	23.3	26.93	1
第九次	16.9	19.2	23.75	26.73	0.4
第十次	16.5	18.89	22.05	25.44	0.6
最大值與最小值的差值	0.95	2.15	3.75	2.5	2.59
平均值	17.004	18.358	22.87	26.079	1.562



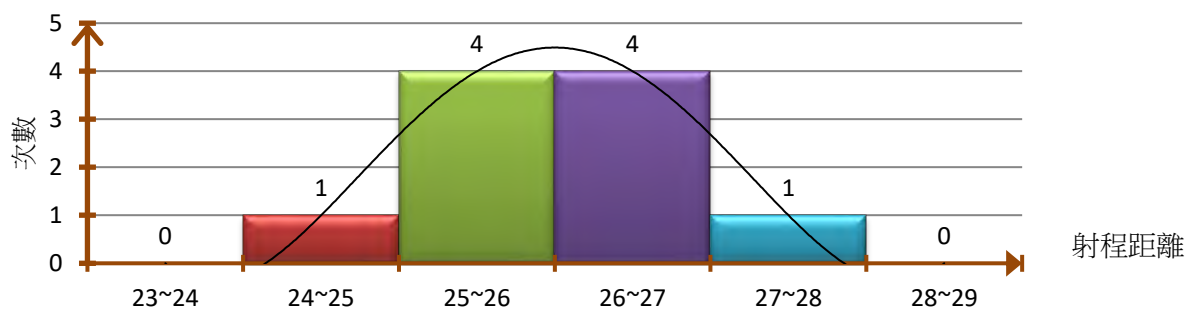
(圖四-1)發射傾斜角度 0 度的射程次數分配圖



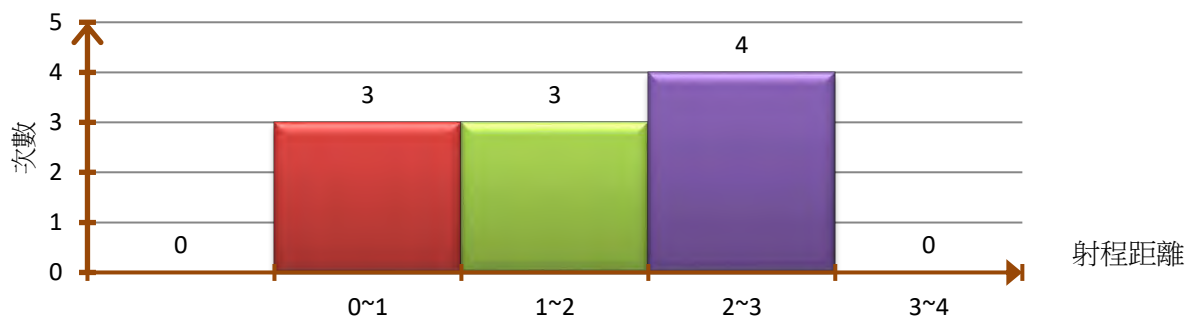
(圖四-2)發射傾斜角度 30 度的射程次數分配圖



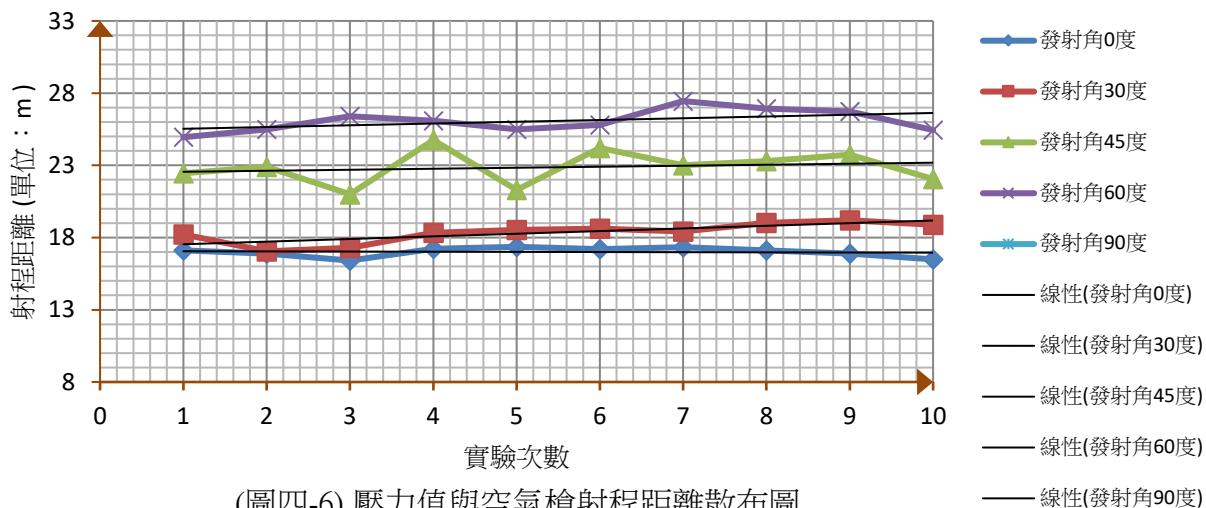
(圖四-3)發射傾斜角度 45 度的射程次數分配圖



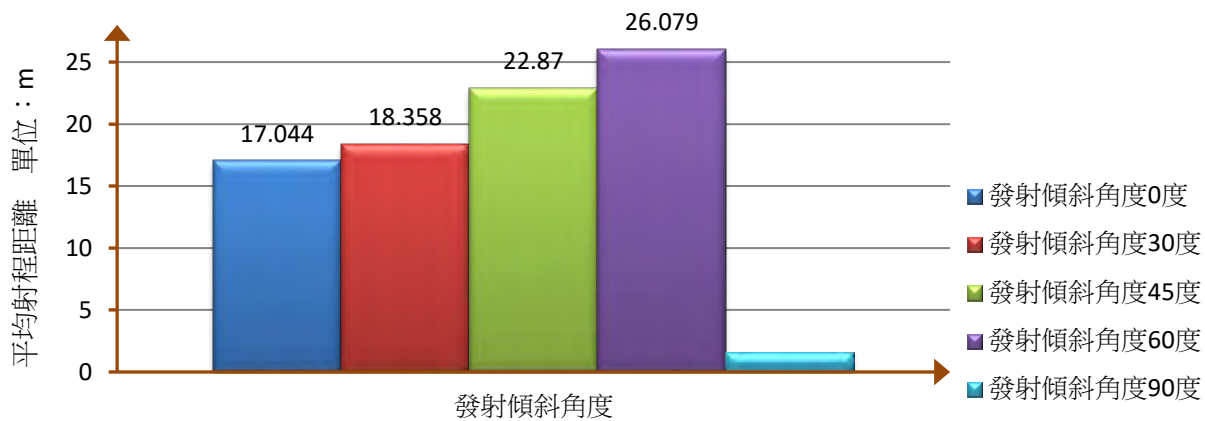
(圖四-4)發射傾斜角度 60 度的射程次數分配圖



(圖四-5)發射傾斜角度 90 度的射程次數分配圖



(圖四-6) 壓力值與空氣槍射程距離散布圖



(圖四-7)發射傾斜角度與空氣槍平均射程遠近的關係圖

【結論】我們發現：

- 1.在相同之控制變因條件下，空氣槍於發射傾斜角度 60 度時，可達最遠之射程。
- 2 發射傾斜角度未達 60 度下，發射傾斜角度越大，射程距離越遠；
在發射傾斜角度未達 60 度，仰角越大，發射傾斜角度越大，拋物線（弧度）更明顯。
- 3.實驗前我們預測發射傾斜角度愈大，射程距離愈遠，實驗結果發現當發射傾斜角度為 90 度時，其射程距離最近，且無方向性。

【探討五】發射器彈頭空氣槍砲管管身摩擦力大小會影響空氣槍射程的遠近嗎？

1. 實驗假設及預測

- (1)假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
- (2)本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
- (3)進行實驗前我們先預測摩擦力大小的射程距離具有影響，我們預測摩擦力愈小射程距離愈遠。

2 本項實驗的變因：

【操縱變因】：發射器彈頭的接觸長短，設為半接觸(接觸長度 14 cm)、全接觸(接觸長度 28 cm)

【保持不變變因】：①相同的壓力儲存瓶容量：1330ML
②操作地點：學校體育館內(無風環境)
③尾翼形狀垂直
④空氣壓力值為 1(單位 kg/cm^2)
⑤空氣槍發射時為 0 度
⑥彈頭管身，設為全接觸

【應變變因】：發射器飛行距離遠近

3 研究步驟

- (1) 準備半圓形發射器彈頭，分別以不同接觸長度，套入空氣槍管身。
- (2) 將空氣槍壓力值充氣打到 1.5(單位 kg/cm^2)。
- (3) 由同一個人站於發射位置，先將空氣槍最頂端對準起始線，再打開開關發射。
- (5) 用捲尺量起始線到發射器尾端的距離。
- (6) 將結果記錄到紀錄表上。

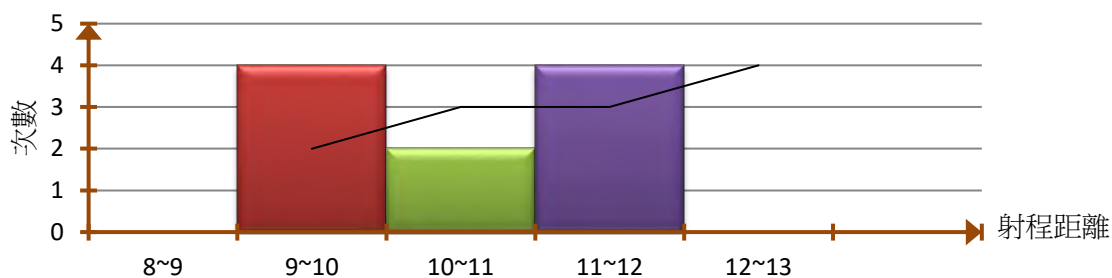
《對照組》

試體	發射器與管身接觸長度
模式 1	半接觸，14 cm
模式 2	全接觸，28 cm

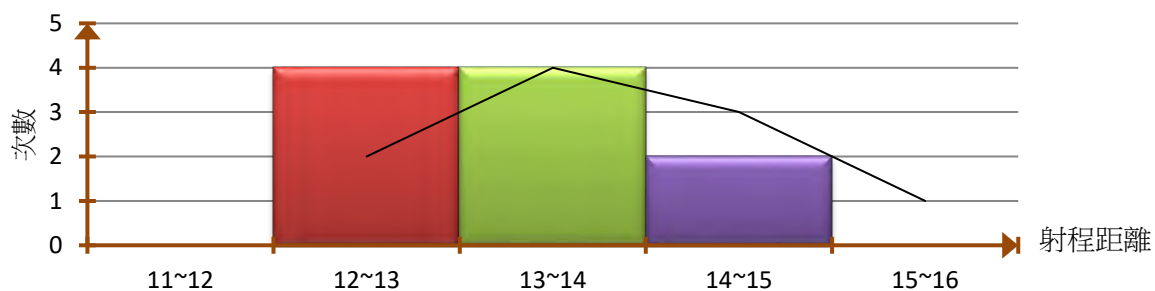
《實驗組》 摩擦力與空氣槍射程遠近的關係表（五）

單位：公尺

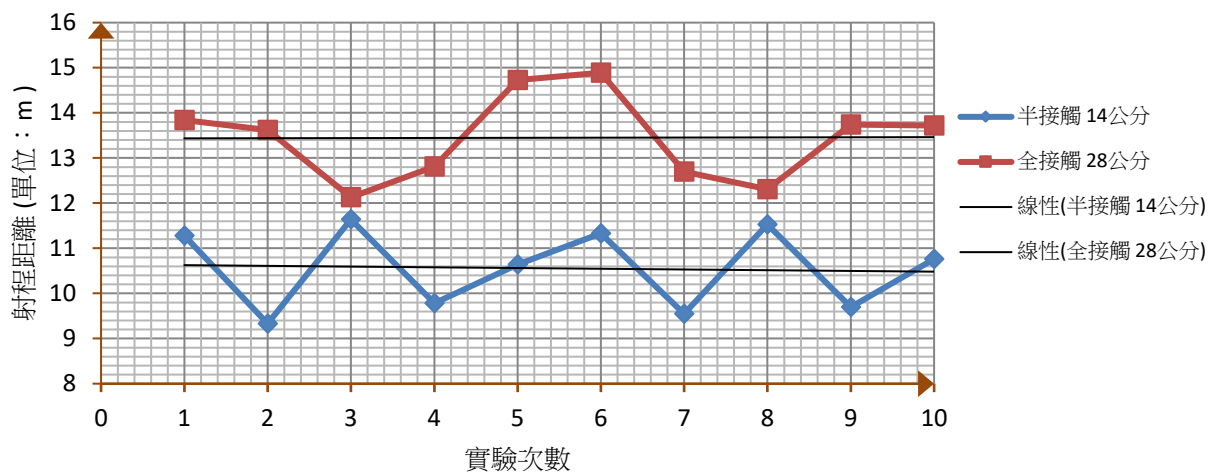
接觸長度 實驗次數	半接觸，14 cm	全接觸，28 cm
第一次	11.28	13.84
第二次	9.33	13.62
第三次	11.64	12.13
第四次	9.78	12.81
第五次	10.64	14.73
第六次	11.33	14.89
第七次	9.55	12.7
第八次	11.53	12.31
第九次	9.7	13.74
第十次	10.76	13.72
最大值與最小值的差值	2.31	2.76
平均值	10.554	13.449



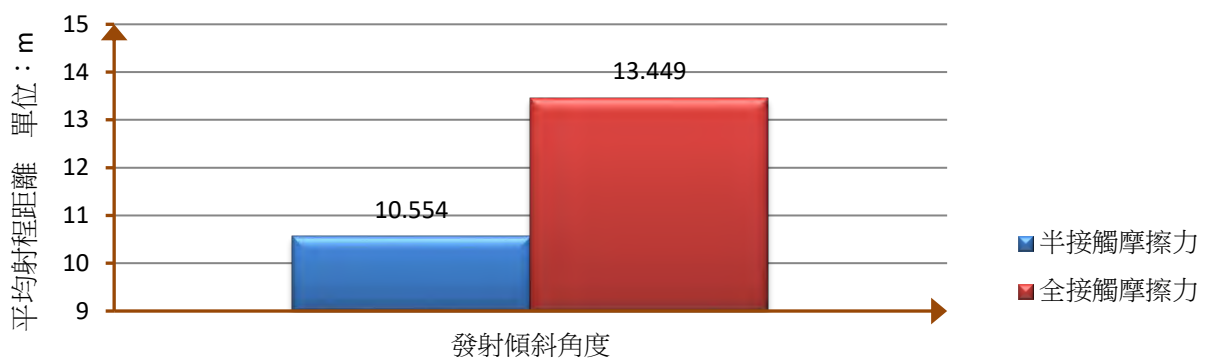
(圖五-1) 半接觸摩擦力的射程次數分配圖



(圖五-2) 全接觸摩擦力的射程次數分配圖



(圖五-3) 摩擦力與空氣槍平均射程距離散布圖



(圖五-4) 發射傾斜角度與空氣槍平均射程遠近的關係圖

【結論】我們發現：

發射器與管身接觸長度為全接觸時，飛行射程距離較遠，與我們實驗前的預測不相同，探究其原因，我們推測是因為摩擦力時間愈長，受力時間也愈長；因此，發射器與管身接觸長度為全接觸時射程距離較長。

【探討六】不同的尖錐彈頭重量會影響空氣槍射程遠近嗎？

1. 實驗假設及預測

- (1) 假設我們的簡易實驗設計具有一定之可行性。
- (2) 本實驗設在無風的環境下施作，假設不受空氣阻力影響。
- (3) 在前項實驗中我們發現尖錐狀彈頭飛行時較半圓形彈頭射程距離來的遠，因此在本實驗中我們想找出最佳尖錐狀彈頭重量配置。

2 本項實驗的變因：

【操縱變因】：發射器彈頭的重量

【應變變因】：發射器飛的遠近

【保持不變變因】：①相同的壓力儲存瓶容量：2180ml

②操作地點：學校體育館內(無風環境)

③尾翼形狀垂直

④空氣壓力值為 1.5(單位 kg/cm^2)

⑤空氣槍發射時為 60 度

⑥彈頭管身，設為全接觸

3.研究步驟

- (1) 準備不同的發射器彈頭，分別為半實心尖錐 5g、半實心尖錐 10g、半實心尖錐 15g、全實心尖錐 20g
- (2) 依序將不同的發射器彈頭裝在空氣槍上。
- (3) 將空氣槍壓力值充氣打到 1.5(單位 kg/cm^2)。
- (4) 由同一個人站於發射位置，先將空氣槍最頂端對準起始線，再打開開關發射。
- (5) 用捲尺量起始線到發射器尾端的距離。
- (6) 將結果記錄到紀錄表上。

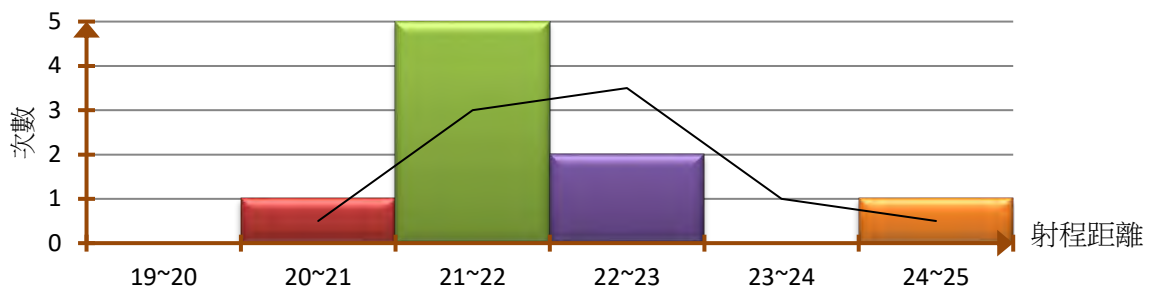
《對照組》

試體	發射傾斜角度
模式 1	半實心尖錐 5g
模式 2	半實心尖錐 10g
模式 3	半實心尖錐 15g
模式 4	半實心尖錐 20g

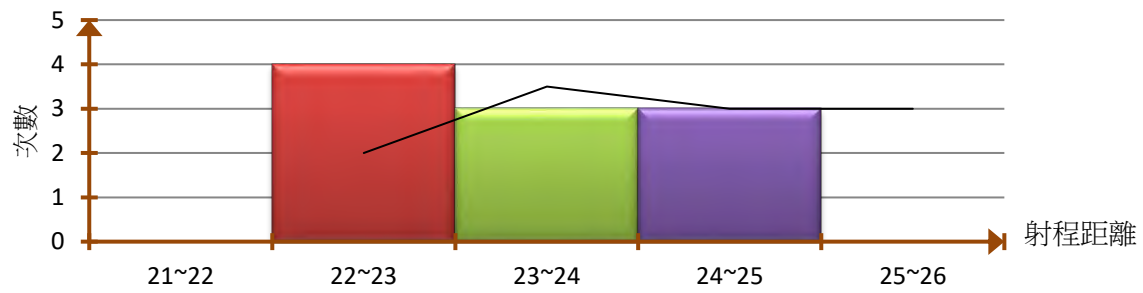
《實驗組》 發射器彈頭的重量與空氣槍射程遠近的關係表 (五)

單位：公尺

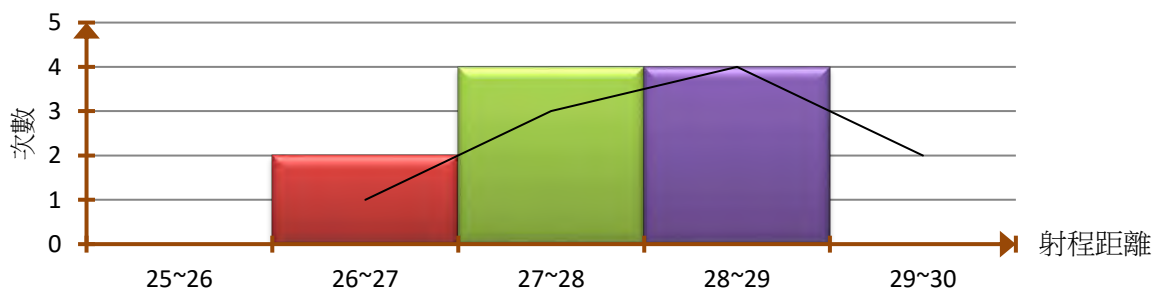
尖錐狀彈頭 重量	半實心尖錐 5g	半實心尖錐 10g	半實心尖錐 15g	半實心尖錐 20g
實驗次數				
第一次	21.7	23.9	26.99	21.66
第二次	21	23.74	26.87	23
第三次	21.32	22.23	27.57	22.5
第四次	22.6	22.3	27.8	21
第五次	22.5	22.85	28.44	22.7
第六次	24.1	24	28.89	23.16
第七次	22.09	23.84	27.93	23
第八次	21.2	22	28.57	22.67
第九次	20.77	24.3	28.94	22.7
第十次	21.64	24.06	27.74	22.4
最大值與最小值的差值	2.1	2.3	20.7	2.6
平均值	21.892	23.322	27.974	27.974



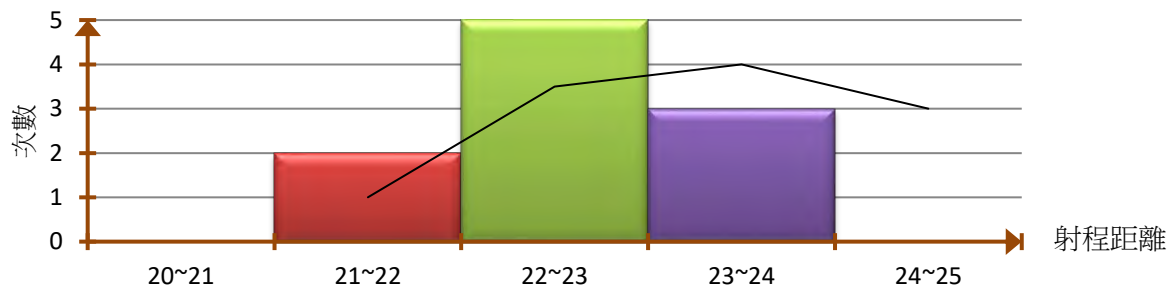
(圖六-1)半實心尖錐5g 的射程次數分配圖



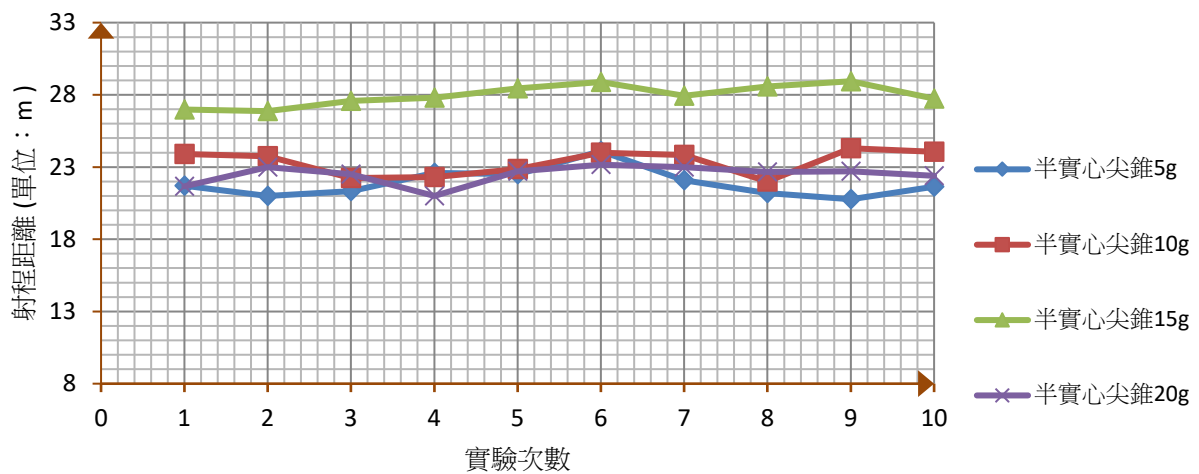
(圖六-2)半實心尖錐10g 的射程次數分配圖



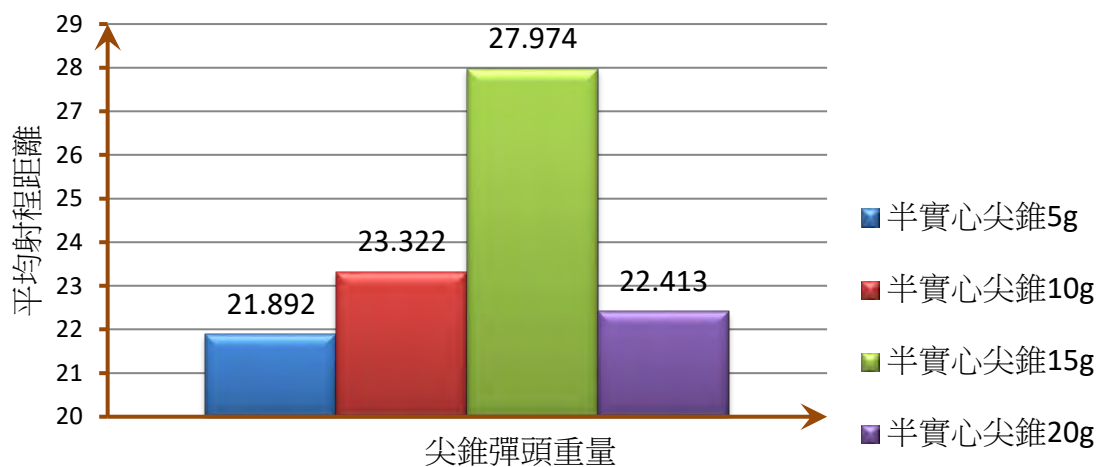
(圖六-3)半實心尖錐20g 的射程次數分配圖



(圖六-4)半實心尖錐20g 的射程次數分配圖



(圖六-5) 壓力值與空氣槍射程距離散布圖



(圖六-6) 不同彈頭重量對空氣槍射程距離的關係圖

【結論】我們發現：

當空氣槍發射角度為 60°時，若搭配半實心尖錐彈頭重量為 15 公克，會達到最大射程距離，此為最佳配置。

陸、結論

- 一、我們發現，在相同壓力值，不同大小的壓力儲存瓶下，壓力儲存瓶越大，射程越遠；壓力儲存瓶越小，射程越近。
- 二、我們發現，相同大小儲存瓶搭配不同大小的壓力值，壓力值越大，射程越遠；壓力值越小，射程越近。
- 三、在相同之控制變因條件下，空氣槍於發射傾斜角度 60 度時，可達最遠之射程。
- 四、在發射傾斜角度 0 度~60 度時，發射傾斜角度越大，射程距離越遠，而仰角越大，飛行弧度越大，射程越遠。
- 五、實驗前我們預測發射傾斜角度愈大，射程距離愈遠，實驗結果發現當發射傾斜角度為 90

度時，其射程距離最近，且無方向性。

六、我們發現，在壓力值相同、壓力儲存瓶相同條件下、尖錐狀彈頭以半實心尖錐飛得最遠，全實心尖錐飛得最近，我們推斷是因為半實心尖錐的彈頭其重量位於前端，有利於飛行，而全實心尖錐其彈頭重量過重，不利飛行。

七、彈頭形狀以尖錐狀彈頭飛行距離較遠，我們推斷是因為尖錐狀彈頭呈現流線型，有利於切開空氣阻力。

八、空氣槍於發射角度 60° 時，搭配半實心尖錐彈頭重量 15 公克，會達到最佳射程距離。

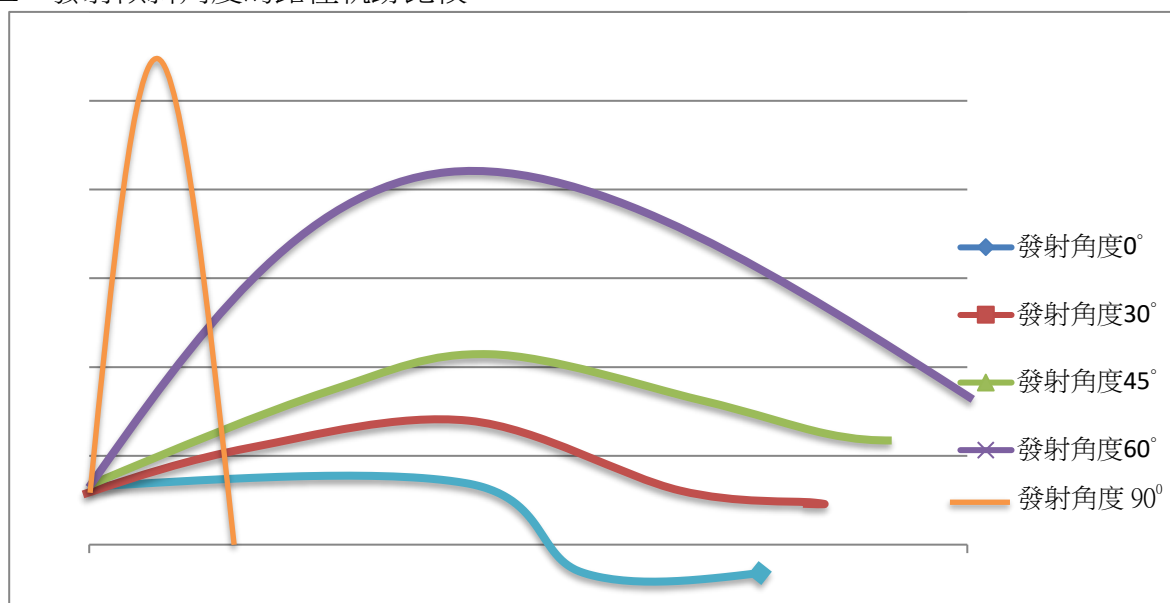
九、剛組裝好的空氣槍漏氣，要測試有沒有漏氣，要在水管表面噴上泡泡水，打氣後漏氣處會冒泡泡，然後要拆開重新上水管膠後，再組裝回去。

十、空氣壓力計裝的位置，經過測試發現如果在保特瓶上方測不到壓力值，要在放氣開關夾之前才測得到。

十一、一開始買的空氣壓力計，測不到壓力，因為壓力計也有大小之分，後來改買小數據的，才測到寶特瓶的壓力。

十二、在作尖錐頭時，因為是用紙版，彈頭一直有漏氣損壞的情形，後來用塑膠片才不會有漏氣情形，但彈頭和塑膠片間的著力點少，實驗還沒做完彈頭就又漏氣了，最後在兩者之間再加一片紙片，增加附著力才解決問題。

十三、發射傾斜角度的路徑軌跡比較



當發射角為水平直射時，彈頭髮射出去後會先飛行一段距離之後，然後直落滑行。
當發射角度變大時，飛行距離也跟著變遠，實驗結果發現當發射角度 60° 時射程最遠。
 90° 時其射程距離最近，且無方向性。

柒、參考資料及其他

- 一、南一編輯群。南一三上（第一冊）國小自然與生活科技領域第三單元，南一出版社，頁，2015年
- 二、裝空氣壓力計的位置(<http://www.fullwealth.com.tw/list/cate-10760.htm>)
- 三、空氣壓力計為何可以計算壓力
(<http://www.tword.com/wiki/%E5%A3%93%E5%8A%9B%E8%A1%A8>)
- 四、小牛頓雜誌編輯群，小牛頓科學百科 4，台北市，牛頓出版股份有限公司，132 頁，1996 年。
- 五、孩子王的寶特瓶世界-水火箭(<http://www.sonking.com.tw/profile.html>)
- 六、遠哲動手玩科學(<http://ytsorg.blogspot.tw/>)

【評語】 080112

本作品善於利用材料設計並製作測量裝置，可以讓同學了解氣體壓力、空氣阻力、摩擦力等物理現象，寓教於樂具趣味性與教育性。

摘要

本研究利用寶特瓶及水管製作好玩的水管壓力槍，藉由水管槍的飛行實驗，體驗壓力，彈頭形狀、重量對射程的影響。

與課程相關單元：

「三上空氣的特性」相同的體積，內含氣體愈多，產生的壓力愈大。「白努力定律」流體從大面積的地方進入小面積的地方，流速會變大。

壹、研究動機

電視中哆啦A夢有一把神奇的空氣砲，心想空氣的威力如此大，所以我們便想動手製做一把**射程遠**又安全的空氣槍。

貳、研究目的

- 一、不同大小的壓力儲存瓶會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 二、不同的彈頭形狀會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 三、壓力值會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 四、發射傾斜角度會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 五、摩擦力大小會影響空氣槍射程的遠近嗎？
- 六、尖錐形彈頭重量不同時會影響空氣槍射程的遠近嗎？

參、研究材料和設備



【發射器的設備】

說明：因為空氣槍的砲管需要較輕的材質且好塑形，所以我們採用了泡棉。彈頭部分我們分別採用了泡棉、硬紙卡及加入黏土的硬紙卡

名稱	A4泡棉片數片	梯形泡棉數個	半圓形泡棉
用途	砲彈管的管身	尾翼	彈頭
名稱	尖錐狀彈頭	雙面膠	熱熔槍
用途	用以作為另一個形狀的彈頭	黏貼用	連接用



【空氣槍的設備】

說明：在看過許多資料以及文獻之後，我們想做一種堅固耐用的空氣大砲，我們參考了網路上某些關於水管空氣槍的做法，再加上空氣壓力計就成為我們現在的空氣大砲。

名稱	三通接頭	寶特瓶	各式水管	開關閥	壓力計
用途	用來作為三向連接水管用	做為儲存空氣的壓力瓶	用來作為空氣槍的槍身部分	作為釋放空氣的開關	用以測量壓力值數據
名稱	水管膠	打氣筒	轉接頭	電子磅秤	逆止閥
用途	水管之間是用水管膠連接	推進空氣	用來連接水管槍	測量彈頭重量用	讓空氣進得去出不來

【自製空氣槍裝置設計圖】



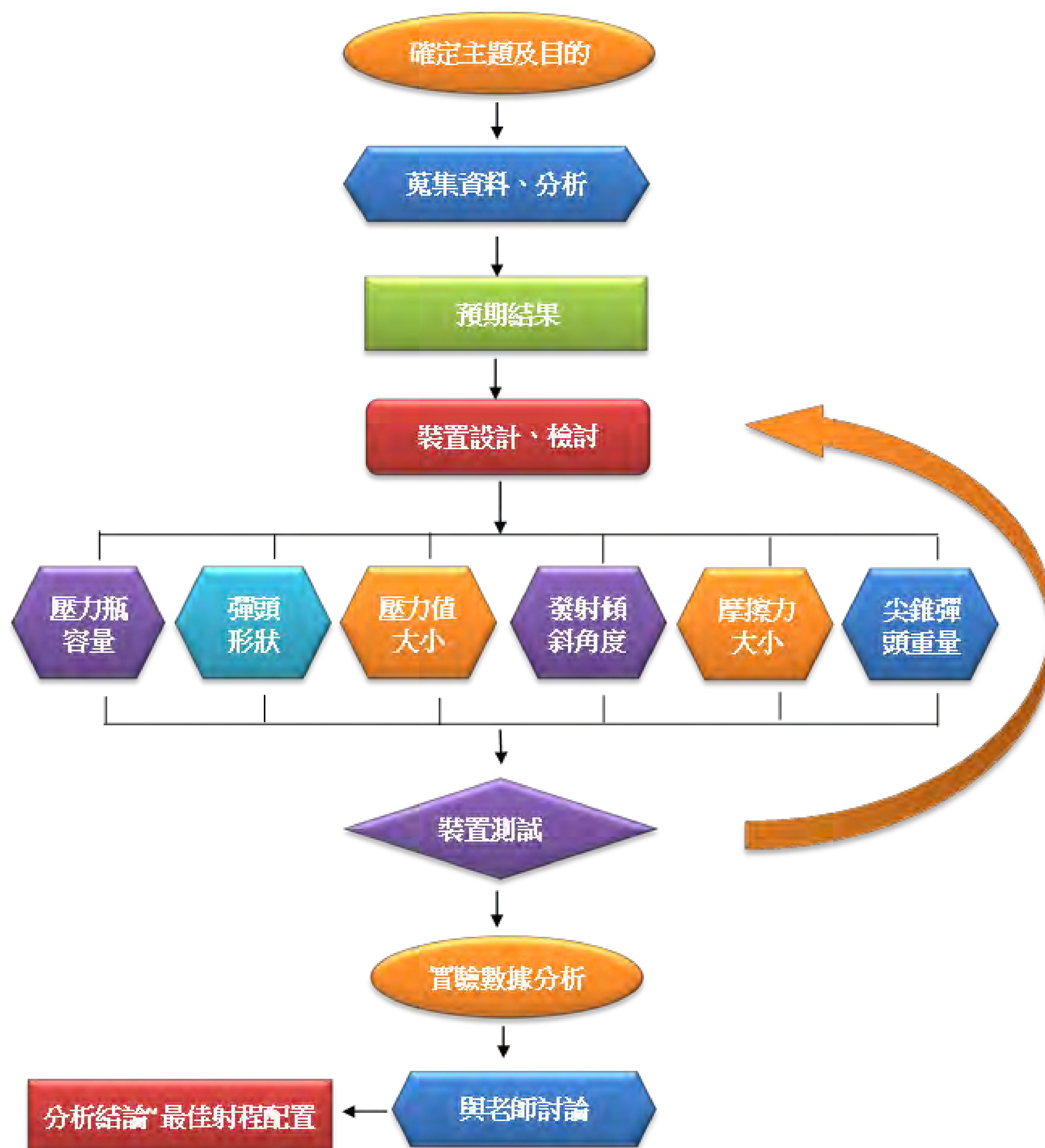
(圖一)



(圖二)

說明：(圖一)是為我們一開始的裝置設計圖，從打氣筒打入空氣，不斷的施加壓力，空氣經過水管進到寶特瓶內收集體，氣體集滿後，再打開開關閥，氣體因為壓力的關係，瞬間釋放。造成彈頭因為氣體衝擊而射出。但是，在實驗時發現打氣筒容易毀壞，所以我們將裝置改裝成如圖二，進氣方式改為使用腳踏車打氣筒。

肆、研究過程和方法



伍、研究及探討

探討(一) 不同大小的壓力儲存瓶會影響空氣槍射程的遠近嗎?

★本項實驗變因

【操縱變因】：壓力儲存瓶容量的大小

【應變變因】：發射器飛行距離遠近

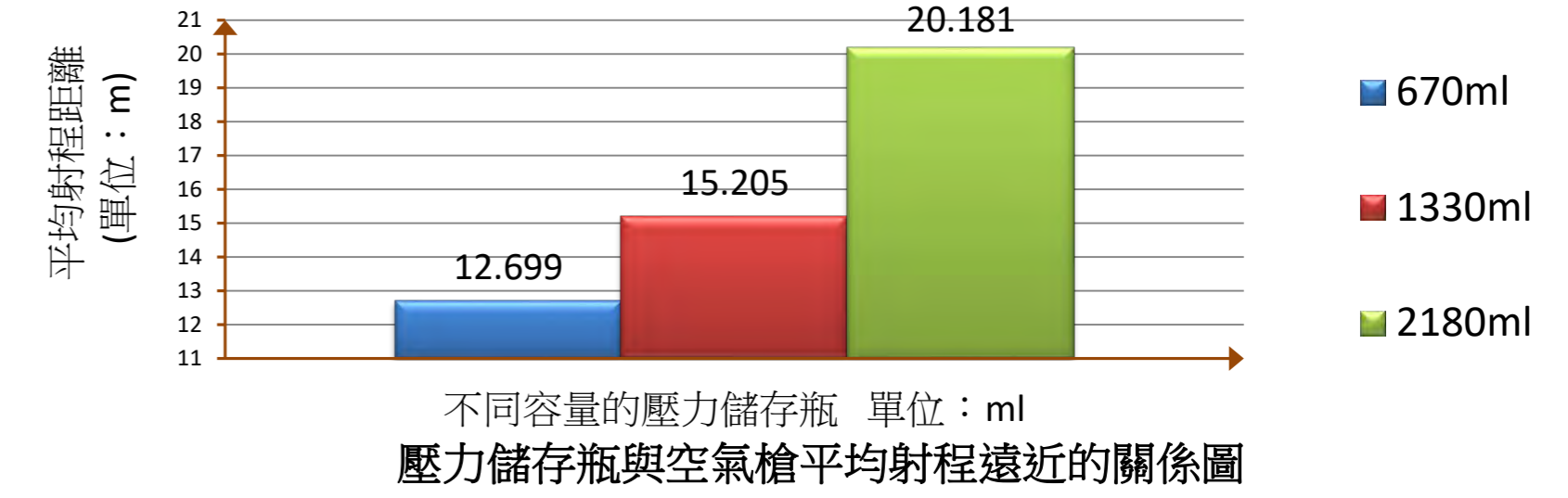
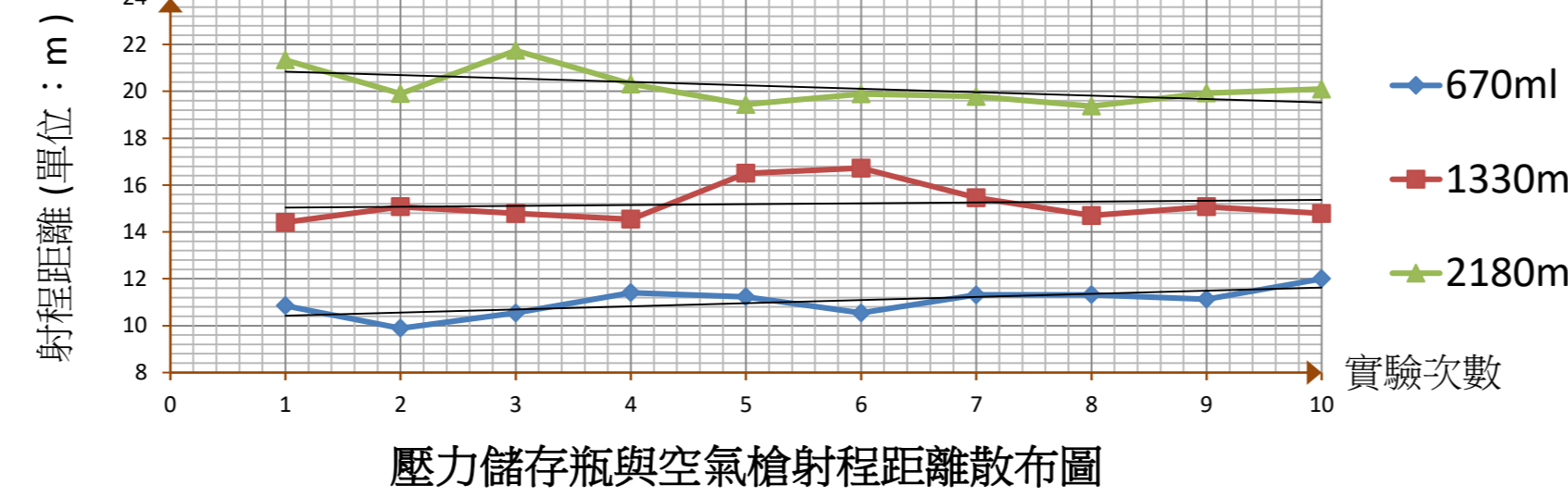
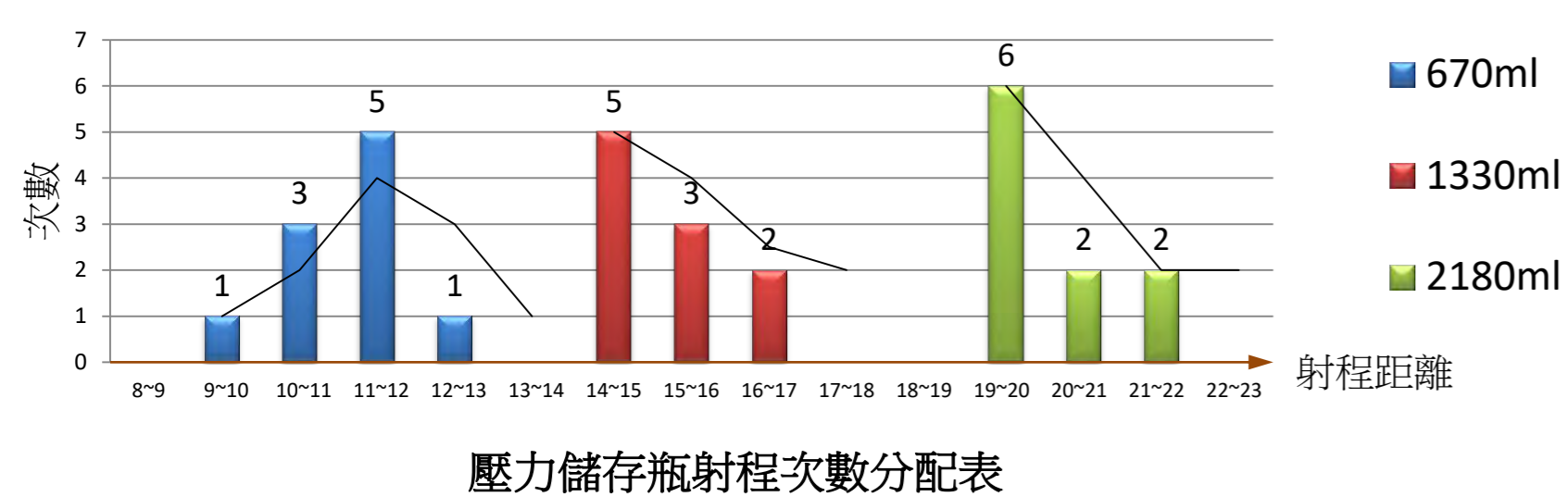
【保持不變變因】：

- (1)彈頭形狀：設為半圓形泡棉
- (2)操作地點：學校體育館內(無風環境)
- (3)尾翼形狀
- (4)空氣壓力值，設為1(單位kg/cm²)
- (5)空氣槍發射傾斜角度：0°(水平角度)
- (6)摩擦力，設為彈頭全接觸

【實驗前預測】：我們認為壓力儲存瓶愈大射程愈遠。

【壓力儲存瓶與空氣槍射程遠近的關係表】 單位：公尺

實驗次數 壓力瓶容量	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	最大值與最小值差值	平均值
670ml	10.85	9.89	10.54	11.41	11.23	10.54	11.31	11.32	11.13	12.00	2.11	12.699
1330ml	14.41	15.07	14.79	14.54	16.50	16.72	15.46	14.70	15.07	14.79	2.31	15.205
2180ml	21.34	19.90	21.75	20.31	19.44	19.89	19.78	19.37	19.93	20.1	2.38	20.181



【結論】我們認為：

當壓力儲存瓶的容量越大，射程也就越遠；壓力儲存瓶的容量越小，射程也就越近。此實驗結果，與我們所預測的結果相同。其中，2180ml壓力儲存瓶因為容量最大，所以平均射程距離達到最遠。

探討(二) 不同的彈頭形狀會影響空氣槍射程的遠近嗎?

★本項實驗變因

【操縱變因】：發射器彈頭的形狀

【應變變因】：發射器飛行距離遠近

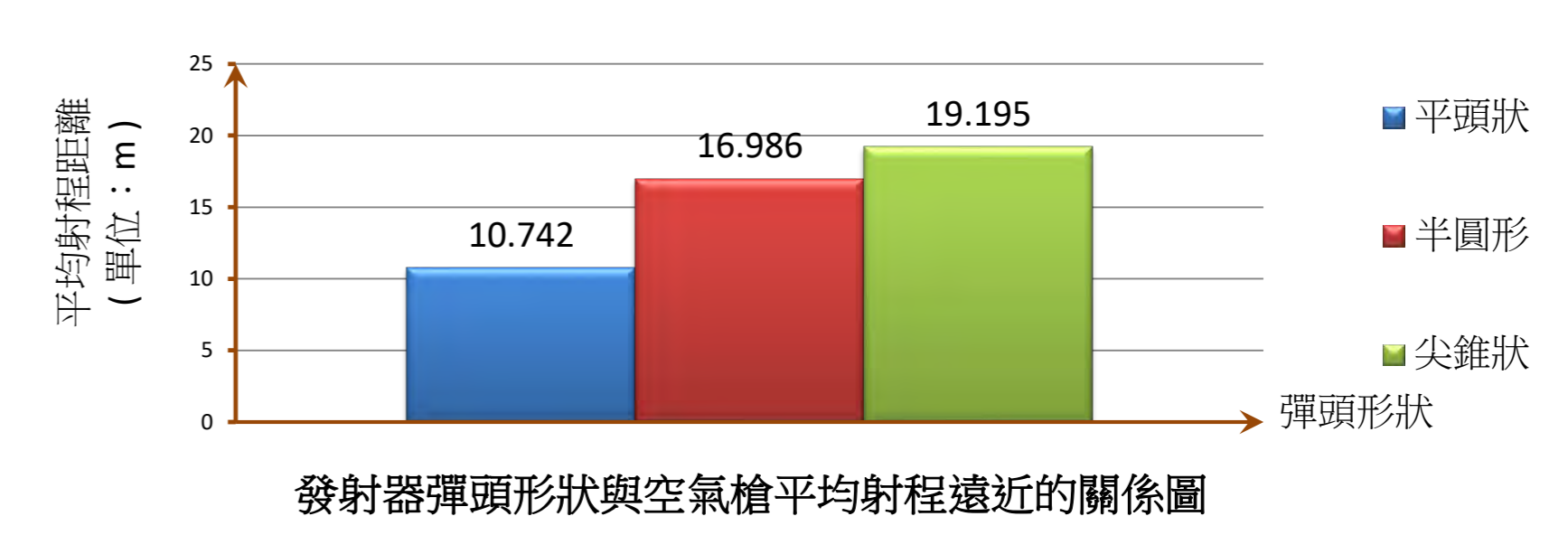
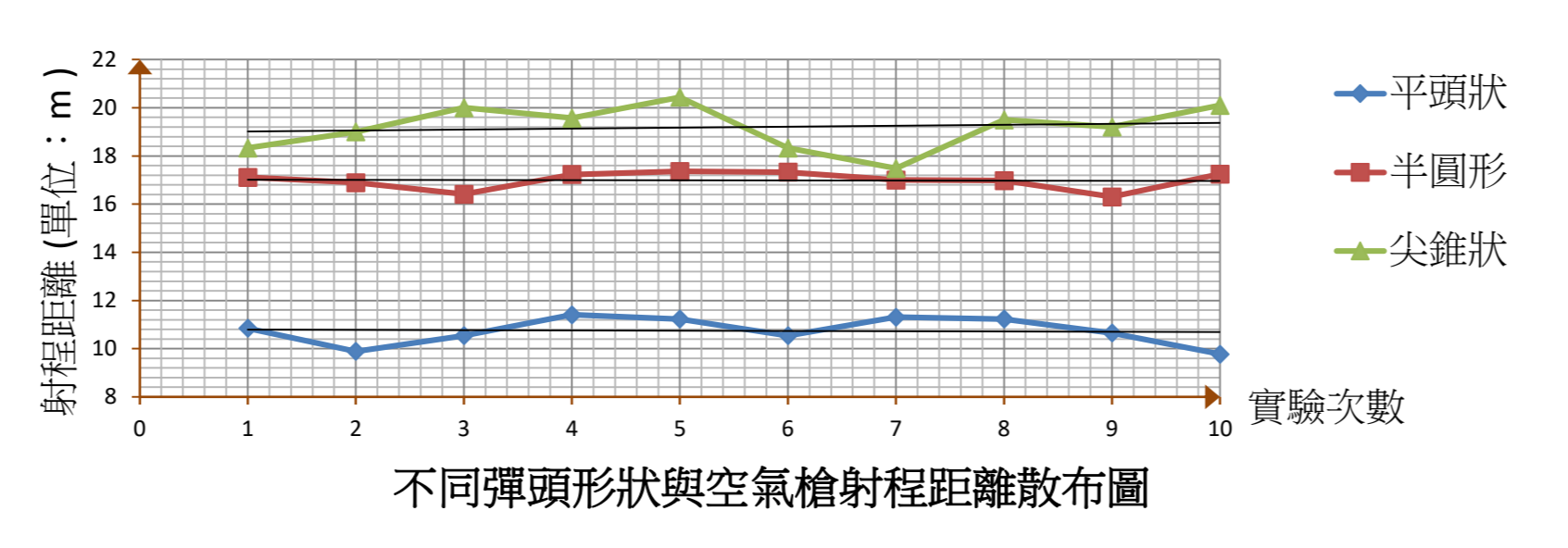
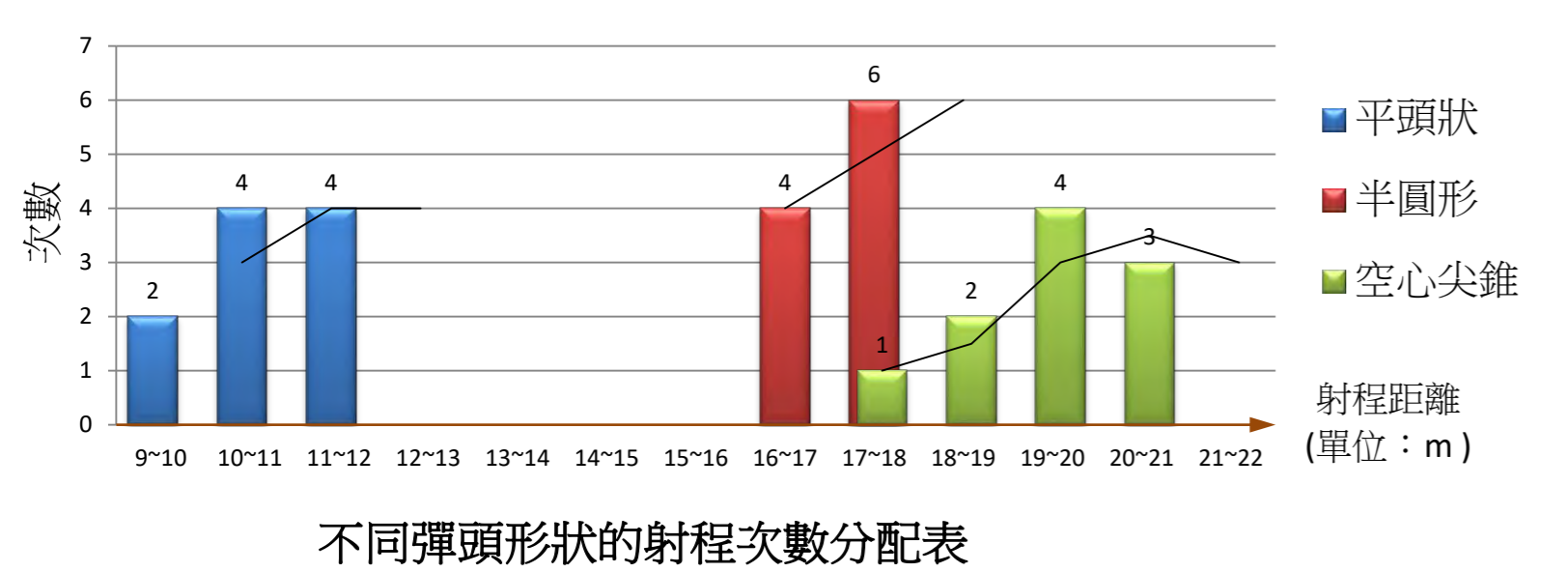
【保持不變變因】：

- (1)相同容量的壓力儲存瓶，設為1330ml
- (2)操作地點：學校體育館內(無風環境)
- (3)尾翼形狀
- (4)空氣壓力值，設為1.5(單位kg/cm²)
- (5)空氣槍發射角度：0°(水平角度)
- (6)彈頭管身，設為全接觸

【實驗前預測】：我們預測尖錐狀的彈頭射程會較遠。

【發射器彈頭的形狀與空氣槍射程遠近的關係表】 單位：公尺

實驗次數 彈頭形狀	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	最大值與最小值差值	平均值
平頭狀	10.85	9.89	10.54	11.41	11.23	10.54	11.31	11.23	10.65	9.77	1.64	10.742
半圓形	17.11	16.89	16.41	17.23	17.36	17.33	17	16.98	16.3	17.25	1.06	16.986
空心尖錐	18.33	19	20	19.57	20.44	18.33	17.48	19.50	19.2	20.1	2.96	19.195



【結論】我們發現：

尖錐狀彈頭飛行距離較遠，平頭狀彈頭飛行距離最近，半圓形彈頭居中。我們推判，尖錐狀彈頭因為呈流線型可突破空氣阻力，飛行較遠。與我們實驗預測相符。

探討(三) 不同的壓力值會影響空氣槍射程的遠近嗎?

★本項實驗變因

【操縱變因】：不同壓力值

【應變變因】：發射器飛行距離遠近

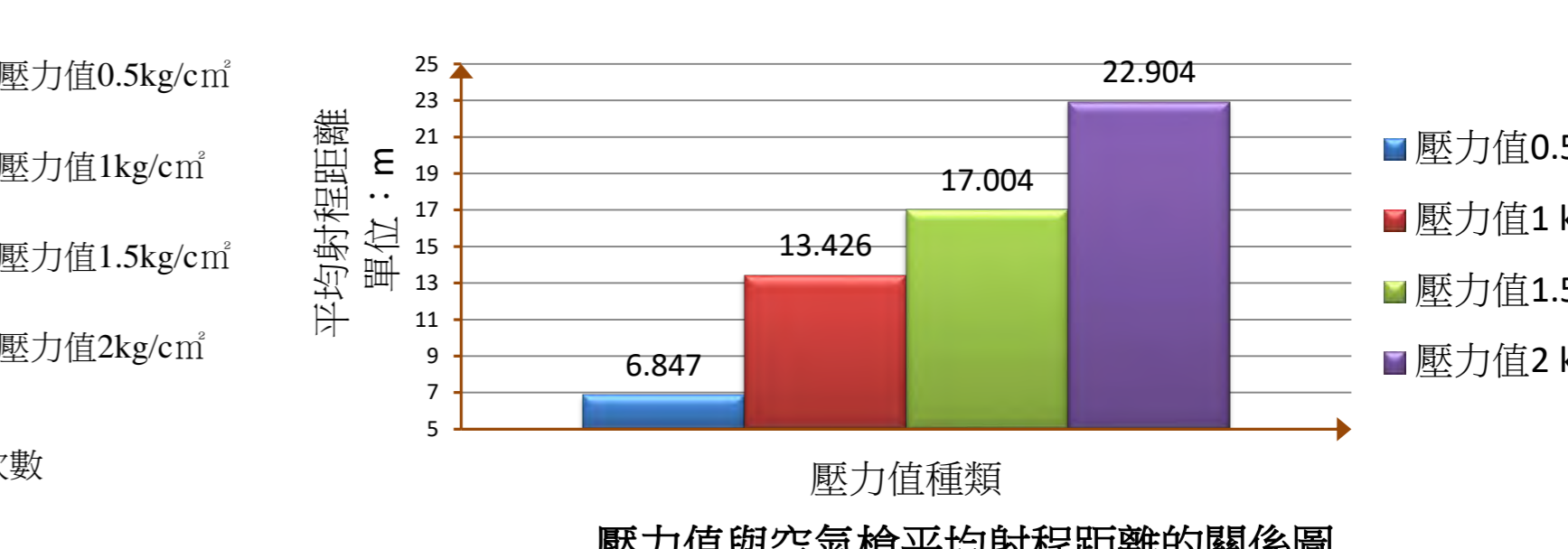
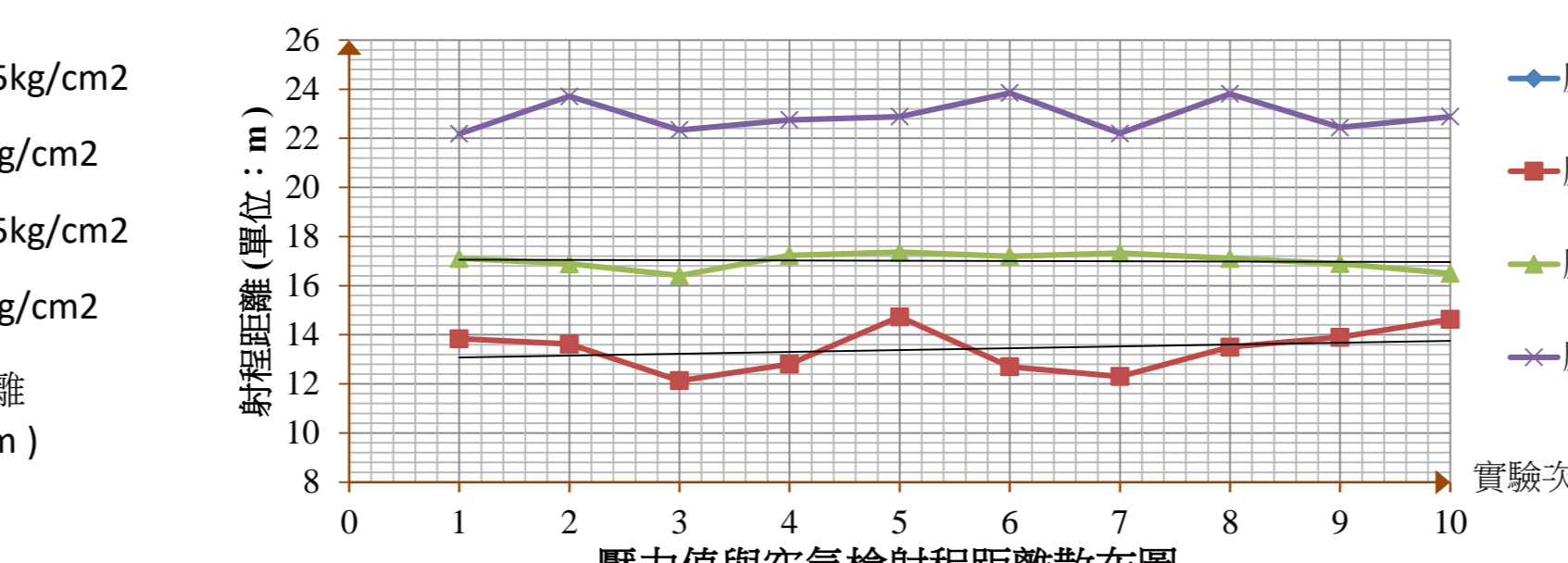
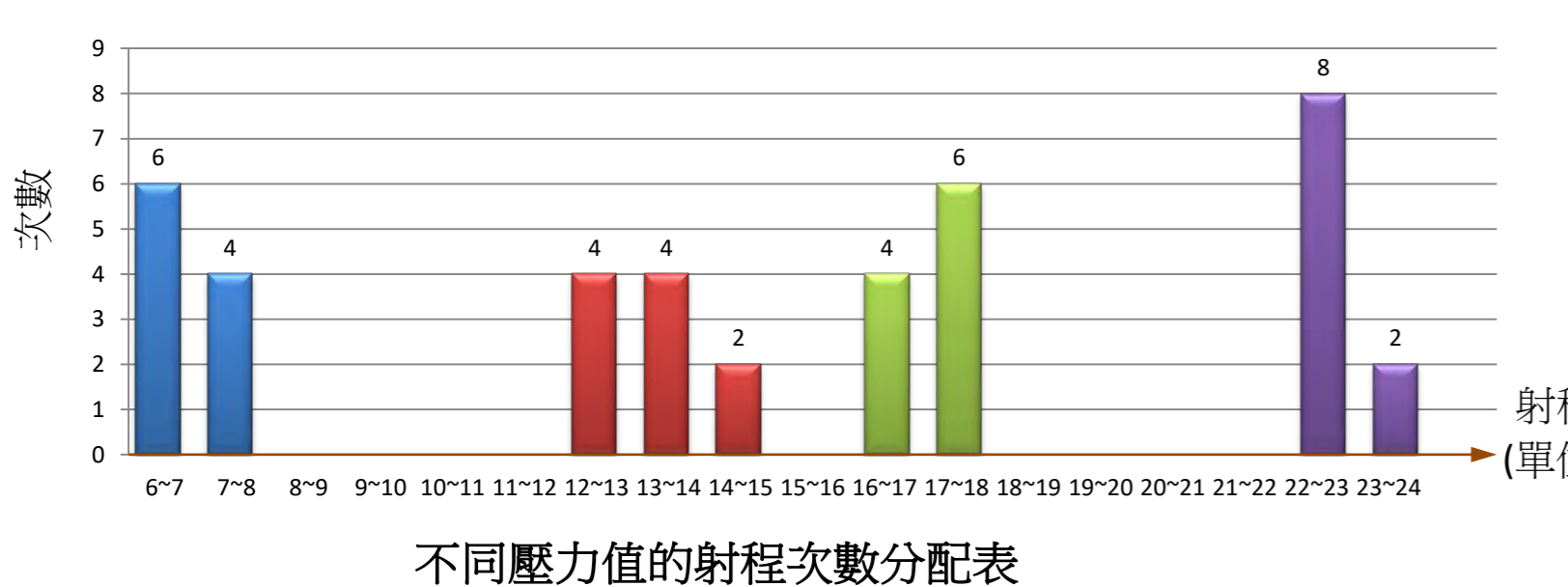
【保持不變變因】：

- (1)相同的彈頭形狀：設為半圓形泡棉
- (2)操作地點：學校體育館內(無風環境)
- (3)尾翼形狀
- (4)壓力儲存瓶，設為1330ml
- (5)空氣槍發射角度：0°(水平角度)
- (6)彈頭管身，設為全接觸

【實驗前預測】：我們預測壓力值愈大射程會較遠。

【壓力值與空氣槍射程遠近的關係表】 單位：公尺

實驗次數 壓力值	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	最大值與最小值差值	平均值
0.5 (kg/cm ²)	6.47	6.36	7.13	6.92	7.03	7.14	6.94	6.57	7.03	6.88	0.78	6.847
1 (kg/cm ²)	13.84	13.62	12.13	12.81	14.73	12.70	12.3	13.5	13.9	14.63	2.6	13.416
1.5 (kg/cm ²)	17.11	16.89	16.41	17.23	17.36	17.20	17.33	17.11	16.90	16.50	0.95	17.004
2 (kg/cm ²)	22.18	23.71	22.34	22.75	22.88	23.85	22.20	23.81	22.44	22.88	1.67	22.904



【結論】我們發現：在大小相同的壓力儲存瓶下，壓力值越大，射程越遠；壓力值越小，射程越近。

探討(四) 發射傾斜角度會影響空氣槍射程的遠近嗎?

★本項實驗變因：

【操縱變因】：發射傾斜角度

【應變變因】：發射器飛行距離遠近

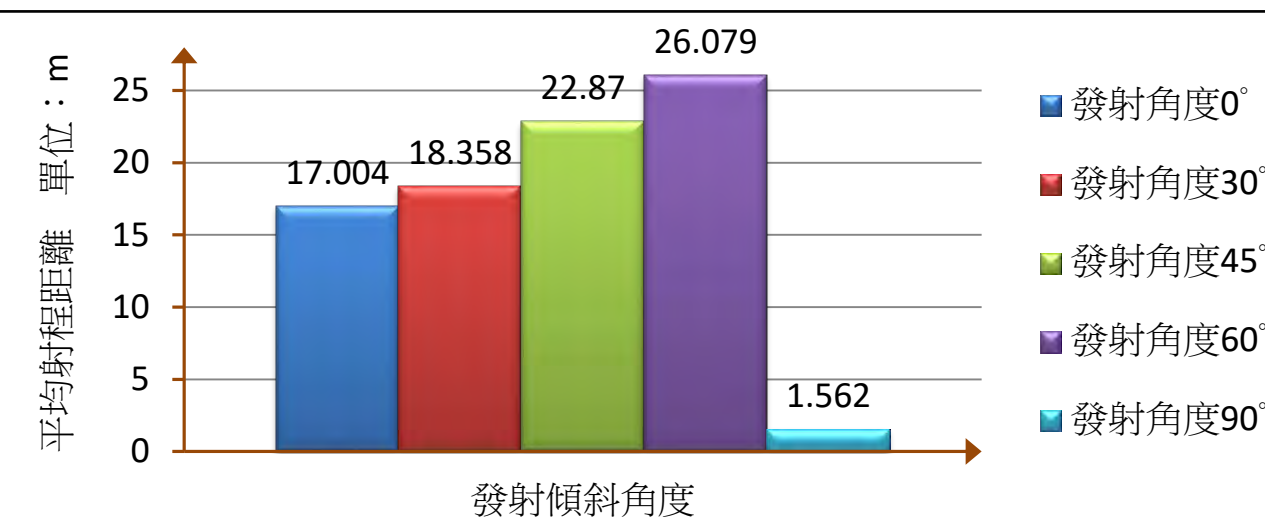
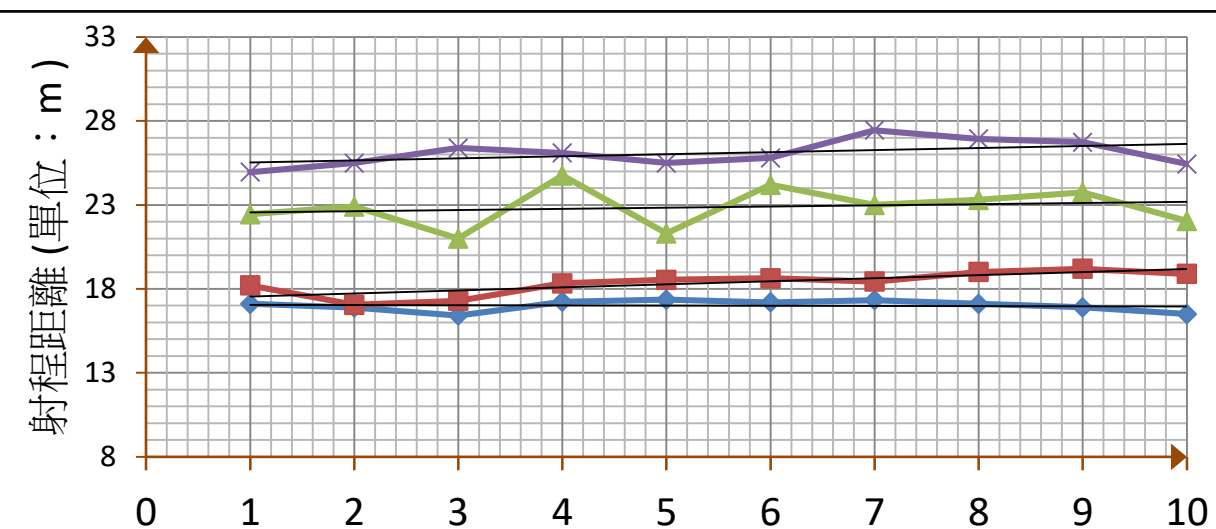
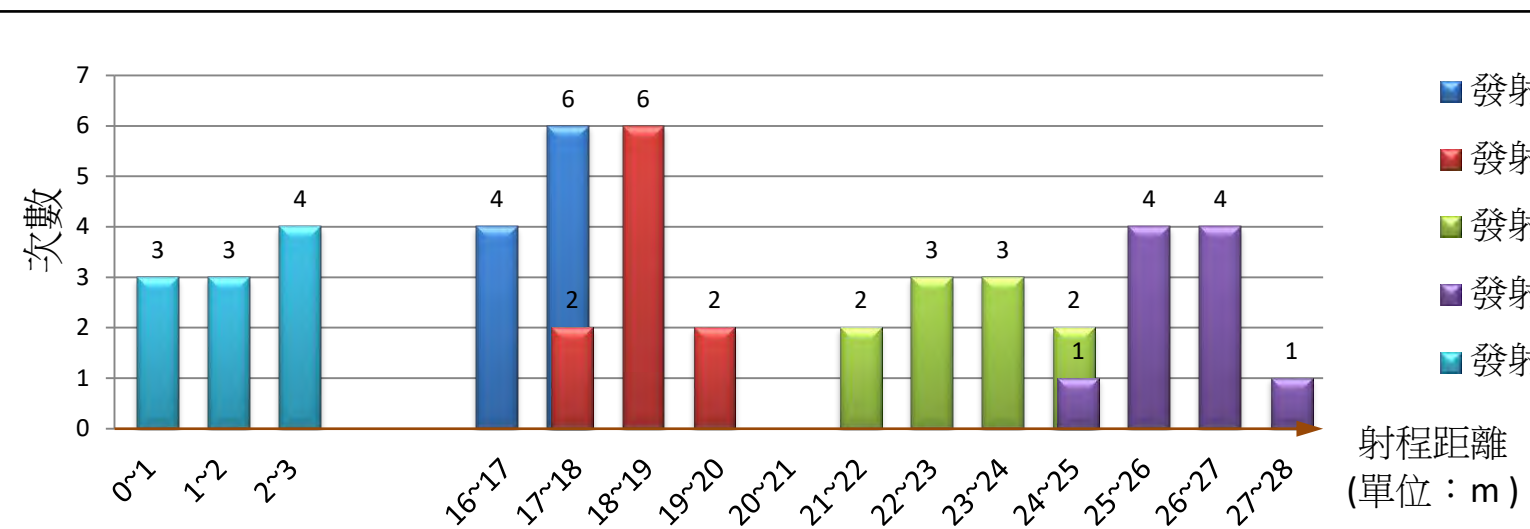
【保持不變變因】：

- (1)相同的彈頭材質形狀：半圓形泡棉
- (2)操作地點：學校體育館內(無風環境)
- (3)尾翼形狀
- (4)空氣壓力值，設為1.5(g/cm²)
- (5)相同的壓力儲存瓶容量：1330ml
- (6)彈頭管身，設為全接觸

【實驗前預測】：我們預測發射傾斜角度愈大射程距離愈遠。

【發射傾斜角度與空氣槍射程遠近的關係表】 單位：公尺

次數 發射傾斜角度	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	最大值與最小值差	平均值
0度	17.11	16.89	16.41	17.23	17.36	17.2	17.33	17.11	16.9	16.5	0.95	17.004
30度	18.21	17.05	17.29	18.33	18.54	18.63	18.43	19.01	19.2	18.89	2.15	18.358
45度	22.45	22.9	21	24.75	21.3	24.2	23	23.3	23.75	22.05	3.75	22.87
60度	24.95	25.5	26.39	26.10	25.5	25.8	27.45	26.93	26.73	25.44	2.5	26.079
90度	2.4	1.6	1	0.72	2.99	2.71	2.2	1	0.4	0.6	2.59	1.562



【結論】我們發現：

- 1.在相同之控制變因條件下，空氣槍於發射傾斜角度60度時，可達最遠之射程。
- 2.發射傾斜角度未達60度下，發射傾斜角度越大，射程距離越遠；發射傾斜角度越小，射程距離越近。
- 3.實驗前我們預測發射傾斜角度愈大，射程距離愈遠，實驗結果發現當發射傾斜角度為90度時，其射程距離最近，且無方向性。

探討（五）發射器彈頭與空氣槍砲管管身摩擦力大小會影響空氣槍射程的遠近嗎？

★本項實驗的變因：

【操縱變因】：發射器彈頭的接觸長短

【應變變因】：發射器飛行距離遠近

【保持不變變因】：

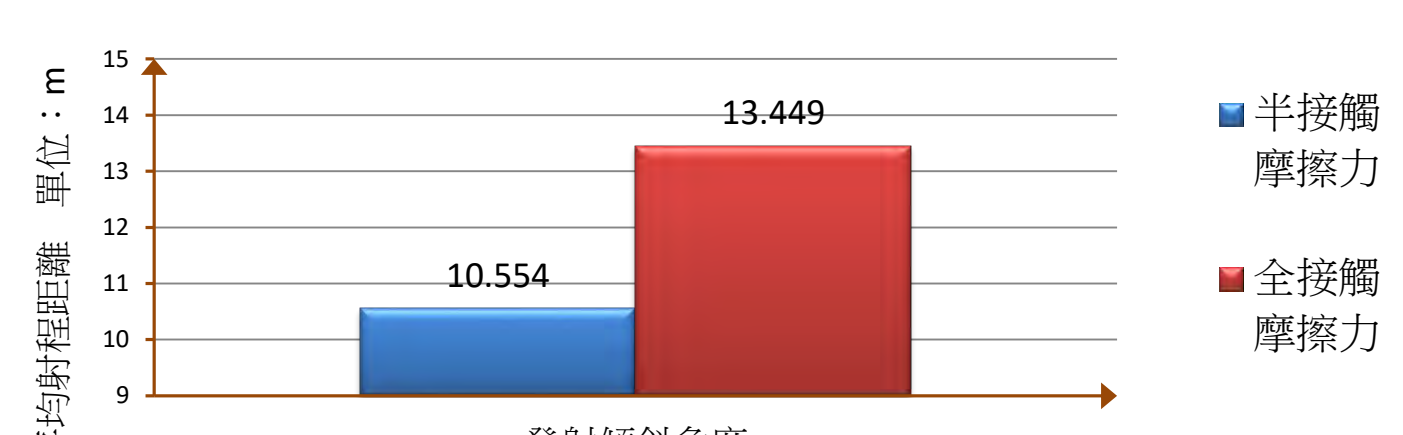
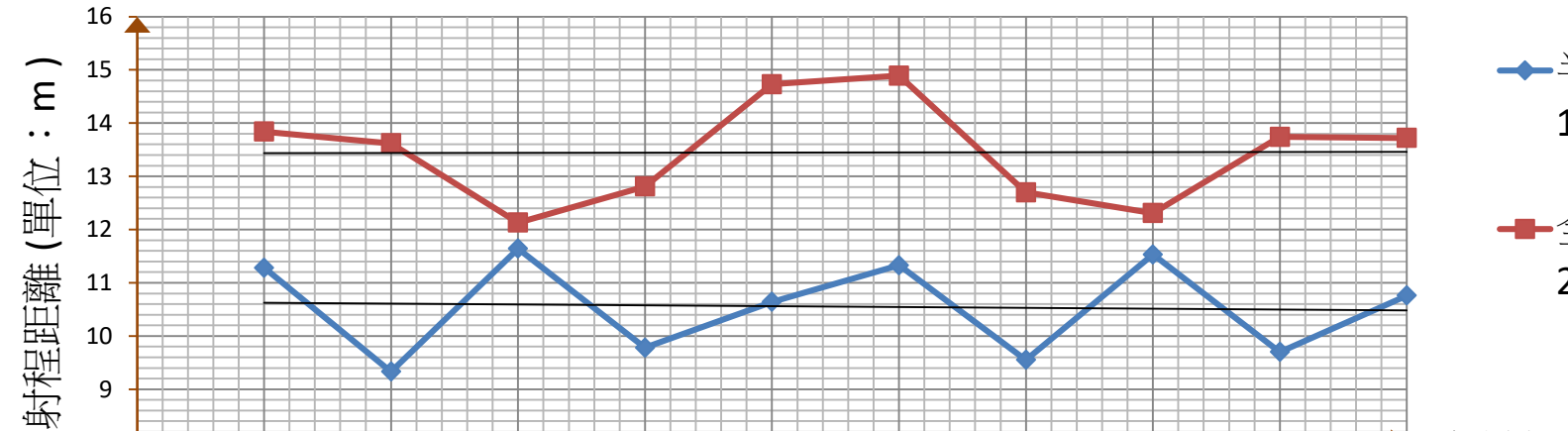
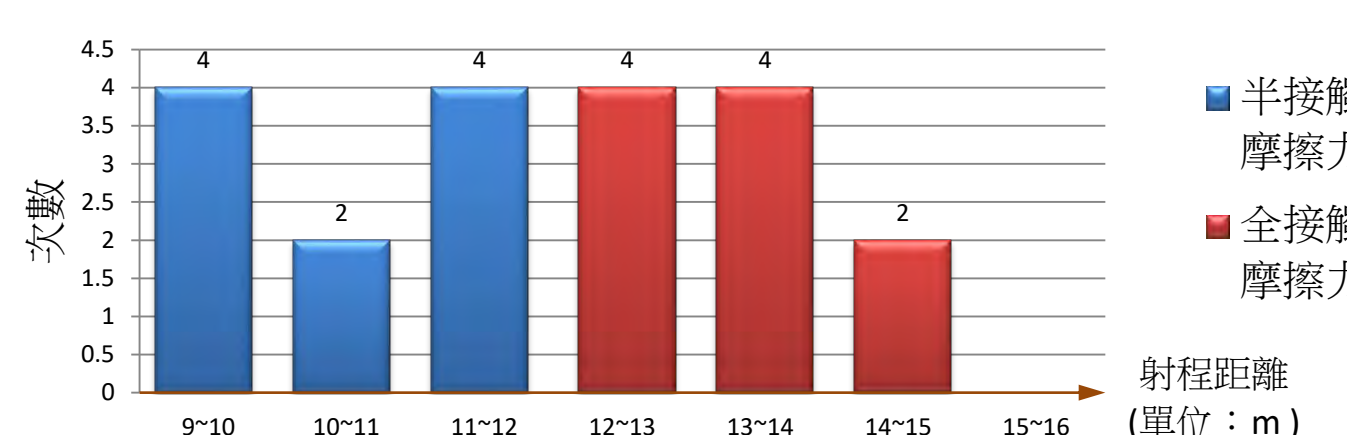
- (1)相同的壓力儲存瓶容量：1330ml
- (2)操作地點：學校體育館內(無風環境)
- (3)尾翼形狀垂直
- (4)空氣壓力值為1(單位kg/cm²)
- (5)空氣槍發射時為0度
- (6)相同的彈頭形狀：半圓形泡棉

【實驗前預測】：

我們預測摩擦力愈小射程距離愈遠。

【摩擦力與空氣槍射程遠近的關係表】 單位：公尺

實驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	最大值與最小值差	平均值
半接觸 14cm	11.28	9.33	11.64	9.78	10.64	11.33	9.55	11.53	9.7	10.76	2.31	10.554
全接觸 28cm	13.84	13.62	12.13	12.81	14.73	14.89	12.7	12.31	13.74	13.72	2.76	13.449



【結論】我們發現：

發射器與管身接觸長度為全接觸時，飛行射程距離較遠，與我們實驗前的預測不相同，探究其原因，我們推測是因為摩擦力時間愈長，受力時間也愈長；因此，發射器與管身接觸長度為全接觸時射程距離較長。

探討（六）不同的尖錐彈頭重量會影響空氣槍射程遠近嗎？

★本項實驗的變因：

【操縱變因】：尖錐狀發射器彈頭的重量

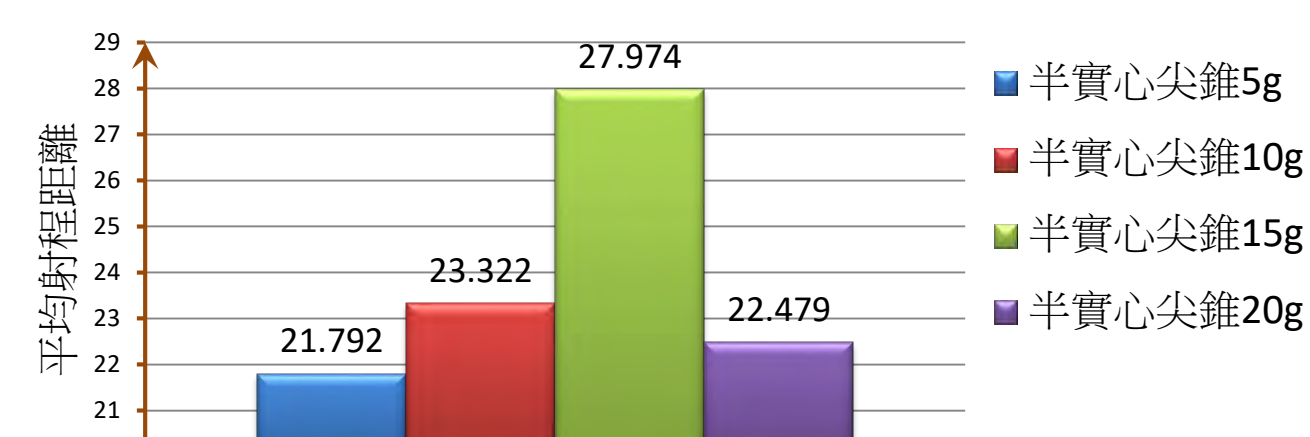
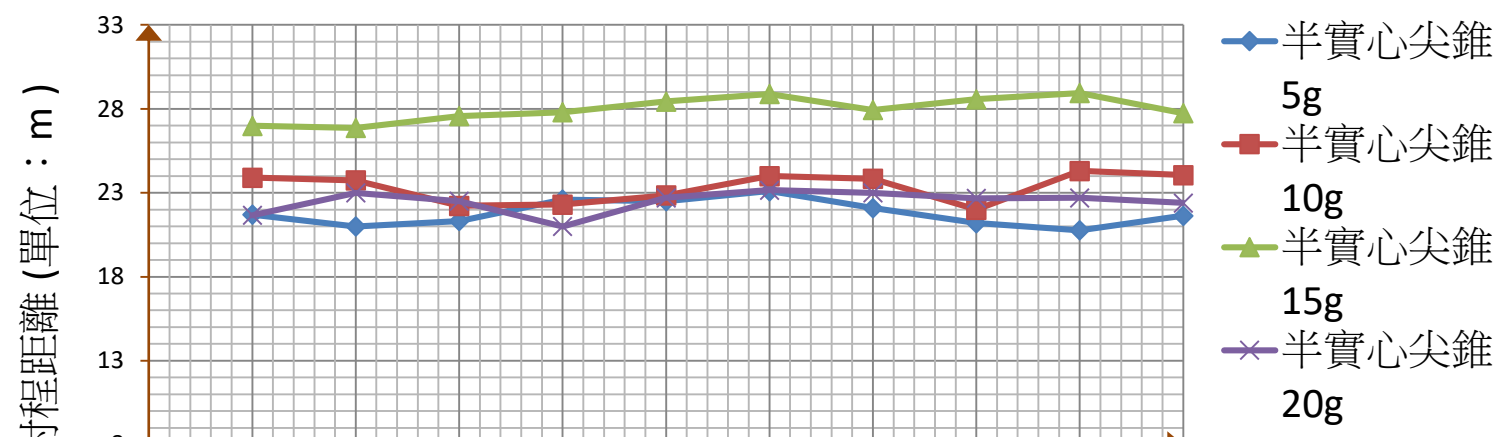
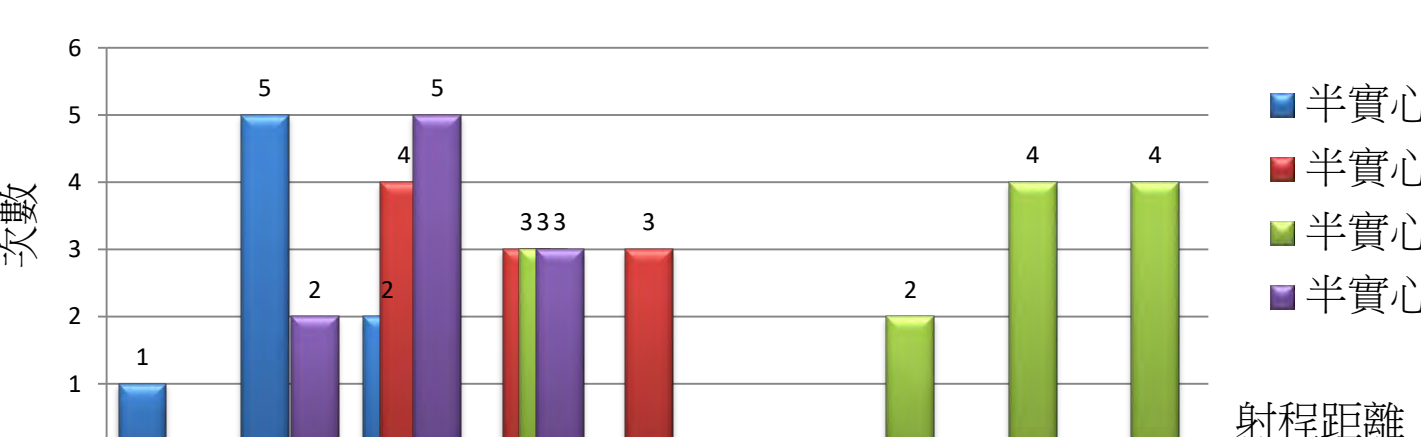
【應變變因】：發射器飛行距離遠近

【保持不變變因】：

- (1)相同的壓力儲存瓶容量：2180ml
- (2)操作地點：學校體育館內(無風環境)
- (3)尾翼形狀垂直
- (4)空氣壓力值為1.5(單位kg/cm²)
- (5)空氣槍發射時為60度
- (6)彈頭管身，設為全接觸

【發射器彈頭的重量與空氣槍射程遠近的關係表】 單位：公尺

實驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	最大值與最小值差	平均值
半實心 尖錐5g	21.7	21	21.32	22.6	22.5	23.1	22.09	21.2	20.77	21.64	2.33	21.792
半實心 尖錐10g	23.9	23.74	22.23	22.3	22.85	24	23.84	22	24.3	24.06	2.3	23.322
半實心 尖錐15g	26.99	26.87	27.57	27.8	28.44	28.89	27.93	28.57	28.94	27.74	2.07	27.974
全實心 尖錐20g	21.66	23	22.5	21	22.7	23.16	23	22.67	22.7	22.4	2.16	22.479



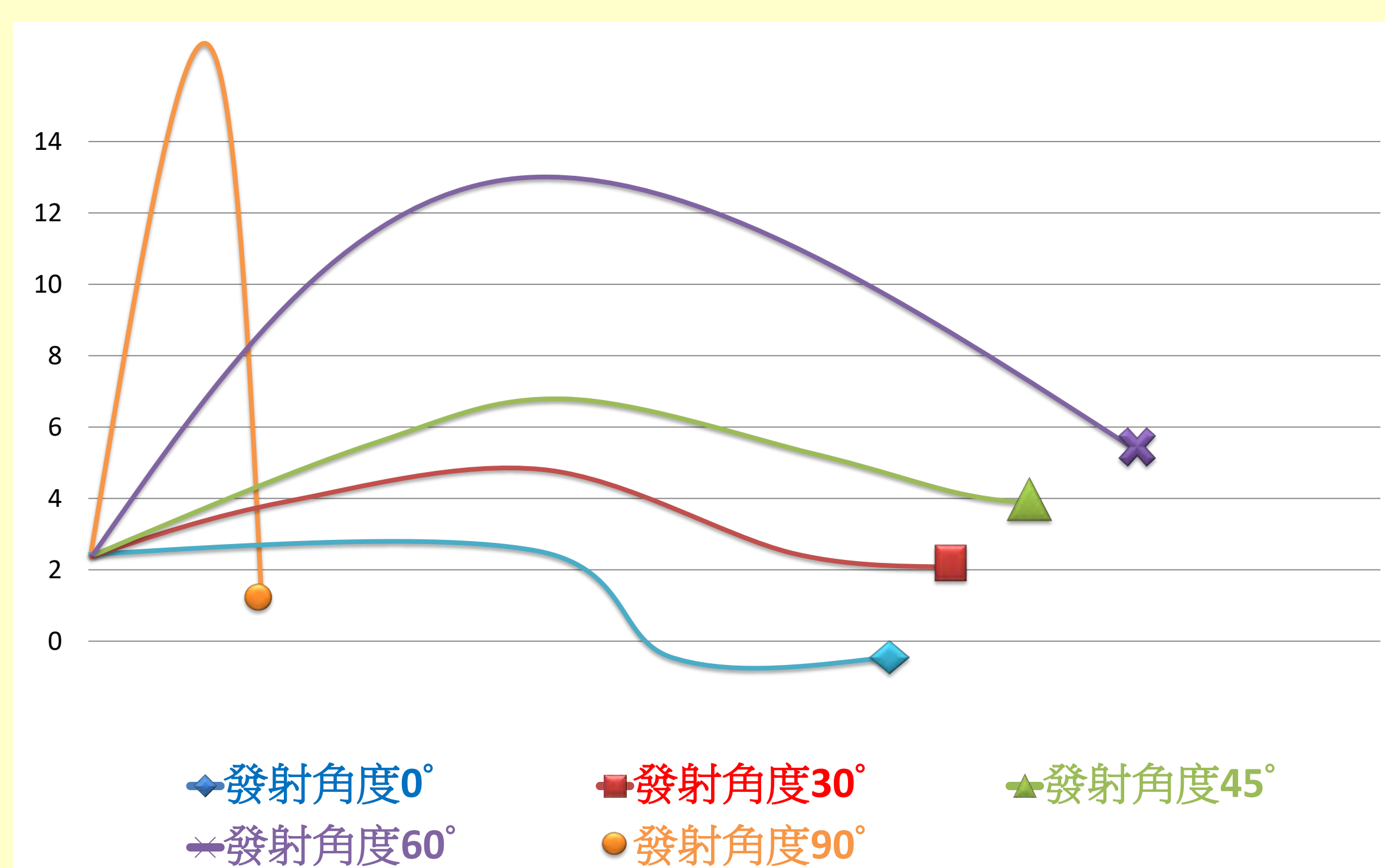
【結論】我們發現：

當空氣槍發射角度為60°時，若搭配半實心尖錐彈頭重量為15公克，會達到最大射程距離，此為最佳配置。

陸、結論

- 1.在相同壓力值，不同大小的壓力儲存瓶下，壓力儲存瓶越大，射程越遠；壓力儲存瓶越小，射程越近。
- 2.相同大小儲存瓶搭配不同大小的壓力值，壓力值越大，射程越遠；壓力值越小，射程越近。
- 3.在相同之控制變因條件下，空氣槍於發射傾斜角度60度時，可達最遠之射程。
- 4.在發射傾斜角度0度~60度時，發射傾斜角度越大，射程距離越遠，而仰角越大，飛行弧度越大，射程越遠。
- 5.實驗前我們預測發射傾斜角度愈大，射程距離愈遠，實驗結果發現當發射傾斜角度為90度時，其射程距離最近，且無方向性。
- 6.我們發現，在壓力值相同、壓力儲存瓶相同條件下、尖錐狀彈頭以半實心尖錐飛得最遠，全實尖錐飛得最近，我們推斷是因為半實心尖錐的彈頭其重量位於前端，有利於飛行，而全實心尖錐其彈頭重量過重，不利飛行。
- 7.彈頭形狀以尖錐狀彈頭飛行距離較遠，我們推斷是因為尖錐狀彈頭呈現流線型，有利於切開空氣阻力。
- 8.空氣槍於發射角度60°時，搭配半實心尖錐彈頭重量15公克，會達到最佳射程距離。

9.發射傾斜角度的路徑軌跡比較



我們發現：

- (1)當發射角為水平直射時，彈頭發射出去後會先飛行一段距離之後，然後直落滑行。
- (2)當發射角度變大時，飛行距離也跟著變遠，實驗結果發現當發射角度60°時射程最遠。
- (3)發射角度為90°時其射程距離最近，且無方向性。