

金門地區第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科

組 別：國中組

作品名稱：衝衝衝—水火箭變因探討

關 鍵 詞：水火箭、壓力、牛頓第三運動定律（最多 3 個）

編 號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號由國立臺灣科學教育館統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

摘要

我們的實驗是在研究尾翼對水火箭飛行距離的影響，我們藉由發射水火箭以觀察不同尾翼對水火箭飛行距離的影響。水火箭尾翼的材料、尾翼的數目多少、尾翼的形狀，以上各個不同的尾翼對水火箭飛行距離是否會造成不同的影響，是否有差異，我們在一翻討論之後，決定實際做實驗解決我們心中的疑問。所以我們用控制變因法進行三項實驗，這三項實驗的操縱變因分別是材質、片數和形狀，將其他的因素固定，由實驗的結果歸納整理出不同尾翼對水火箭飛行距離造成的影響，以便在下次製造水火箭時，能製作出有助於飛行的尾翼，使水火箭飛得更遠。

壹、研究動機

自從上學期我們三個人就參加過吳宏軍老師的水火箭社團，因為有些做水火箭的基礎，所以打算再一次的挑戰水火箭這個題材，以及找出更多的問題來修正，希望可以飛出最遠最好的火箭，並且讓我們了解許多發射原理，也讓我們了解水火箭的控制因素很多，可以千變萬化，我們這一次是對水火箭的各項變因，進行一次完整的探究。

貳、研究原理

一、牛頓第三運動定律

火箭為什麼可以飛行呢？這是牛頓第三運動定律：「作用力」與「反作用力」的原理；當保特瓶充滿空氣至瓶內形成高壓，剎那間開啟發射閥，瓶內的水隨即以高速排出瓶外，形成一股強大動力而使『水火箭』發射，這個現象就是作用力和反作用力定律，也就是著名的牛頓第三運動定律(作用力等於反作用力)，故當水受到壓力作用而噴出時，就便會承受『水火箭』本體的一股作用力，而此時水分子便會產生一反作用力來推動『水火箭』前進發射。

二、壓力原理

根據 $P=F/A$ 公式 (P 為壓力； F 為作用力； A 為體面積) A 不變 F 隨 P 增加而增大，故綜合以上得知要「水火箭」飛得遠，氣壓越大作用力越大，飛行得更遠。

三、拋物線原理

當『水火箭』發射後未受其他外來因素之作用力作用時，它會依發射架的仰角持續飛行，但由於『水火箭』會因本身之重力與空氣阻力的因素，而減速飛行便成一拋物線飛行，故得知『水火箭』亦運用到拋物線原理。

參、研究目的

- 一、彈頭對水火箭射程的影響。
- 二、發射角度對水火箭射程的影響。
- 三、水量對水火箭射程的影響。

四、氣壓值對水火箭射程的影響。



五、機翼數對水火箭射程的影響。

肆、研究設備及器材

本實驗使用的器材如下表：

表 4-1：水火箭實驗使用的器材

	
<p>打氣筒</p>	<p>量角器</p>
	
<p>熱熔膠槍</p>	<p>燒杯</p>

	
發射架	四翼水火箭
	
八翼水火箭	大四翼水火箭

伍、研究過程或方法

一、彈頭對水火箭射程的影響。

(一) 我們將同一水火箭分成裝上橡皮彈頭及不裝彈頭兩種，並分別裝入 150 C.C.的水量，氣壓值 5bar，並進行試射。

(二) 我們以捲尺測量 3 次水火箭飛行的距離，紀錄並求平均值。

二、發射角度對水火箭射程的影響。

(一) 同一隻水火箭裝入 150 C.C.的水量，氣壓值 5bar，並分別以 45、50 及 55 度角進行試射。

(二) 我們以捲尺測量 3 次水火箭飛行的距離，紀錄並求平均值。

三、水量對水火箭射程的影響

(一) 同一隻水火箭分別裝入 100、150、200 C.C.水量，並以固定氣壓值

5bar，發射角 50 度進行試射。

(二) 我們以捲尺測量 3 次水火箭飛行的距離，紀錄並求平均值。

四、氣壓值對水火箭射程的影響

(一) 無彈頭水火箭裝入 150 C.C.水量，發射角 50 度，並分別使用 4、5、6、7bar 的氣壓，進行試射。

(二) 我們以捲尺測量 3 次水火箭飛行的距離，紀錄並求平均值。

五、機翼型態對水火箭射程的影響

(一) 分別使用 4 翼、8 翼及大 4 翼水火箭，並裝入 150 C.C.水量，氣壓 5bar，無彈頭與發射角 50 度進行試射。

(二) 我們以捲尺測量 3 次水火箭飛行的距離，紀錄並求平均值。

陸、研究結果

一、彈頭對水火箭射程的影響

使用與未使用橡膠彈頭時的飛行距離如下表：

表 6-1：彈頭對水火箭射程（單位：公尺）

	第一次	第二次	第三次	平均值
無彈頭	32.20	30.30	31.40	31.30
有彈頭	61.20	60.90	60.30	60.80

二、發射角度對水火箭射程的影響

水火箭裝入 150 C.C.的水量，氣壓值 5bar，並分別以 45、50 及 55 度角進行試射，飛行距離如下表：

表 6-2：發射角對水火箭射程（單位：公尺）

	第一次	第二次	第三次	平均值
45 度	21.80	20.50	22.10	21.47
50 度	32.20	30.30	31.40	31.30
55 度	29.52	28.46	27.93	28.64

三、水量對水火箭射程的影響

同一隻水火箭分別裝入 100、150、200 C.C.水量，並以固定氣壓值 5bar，發射角 50 度進行試射，飛行距離如下表：

表 6-3：水量對水火箭射程（單位：公尺）

	第一次	第二次	第三次	平均值
100 C.C.	20.21	22.34	20.97	21.17
150 C.C.	32.20	30.30	31.40	31.30
200 C.C.	40.95	41.33	40.85	41.04

四、氣壓值對水火箭射程的影響

無彈頭水火箭裝入 150 C.C.水量，發射角 50 度，並分別使用 4、5、6、7bar 的氣壓，進行試射，飛行距離如下表：

表 6-4：氣壓值對水火箭射程（單位：公尺）

	第一次	第二次	第三次	平均值
4 bar	29.12	28.70	27.38	28.40
5 bar	32.20	30.30	31.40	31.30
6 bar	43.06	41.34	42.80	42.40
7 bar	57.69	56.83	58.59	57.70

五、機翼型態對水火箭射程的影響

分別使用 4 翼、8 翼及大 4 翼水火箭，並裝入 150 C.C.水量，氣壓 5bar，無彈頭與發射角 50 度進行試射，飛行距離如下表：

表 6-5：機翼型態對水火箭射程（單位：公尺）

	第一次	第二次	第三次	平均值
4 翼	57.69	56.83	58.59	57.70
8 翼	16.32	15.94	16.05	16.10
大 4 翼	23.13	24.06	23.18	23.46

柒、討論

一、彈頭對水火箭射程的影響

由圖 7-1 可知，裝上橡膠彈頭後，飛行距離具有明顯的增加。

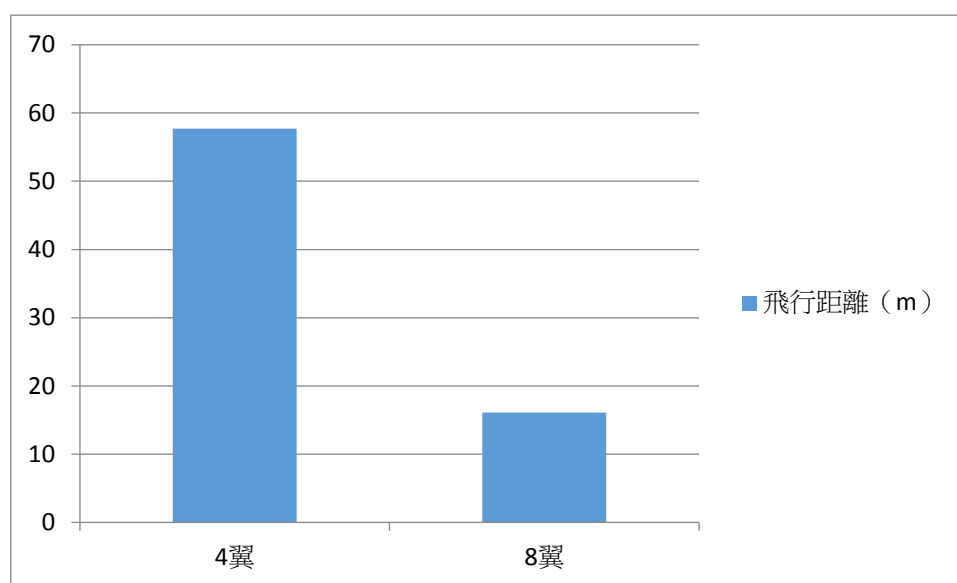


圖 7-1：有無彈頭對飛行距離的影響

二、發射角度對水火箭射程的影響

由圖 7-2 可知，發射角 50 度時，會有較佳的飛行距離。

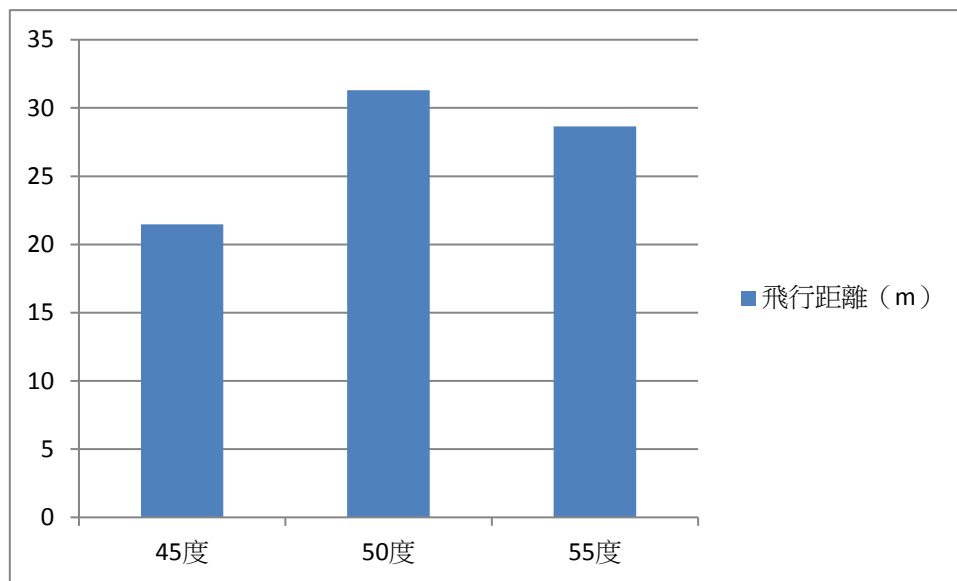


圖 7-2：發射角對飛行距離的影響

三、水量對水火箭射程的影響

由圖 7-3 可知，水量 200C.C.也就是水量容量 1/3 時，會有較佳的飛行距離。

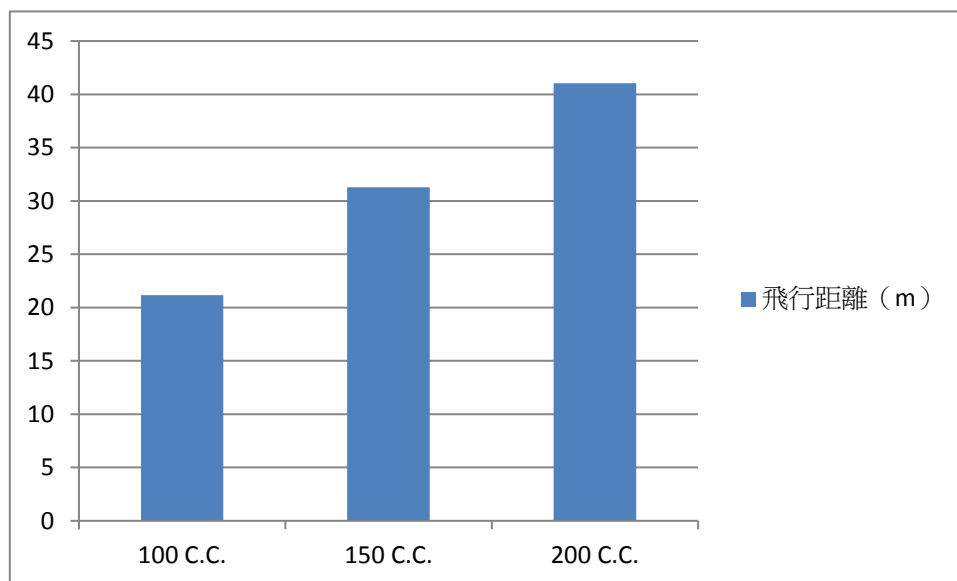


圖 7-3：水量對飛行距離的影響

四、氣壓值對水火箭射程的影響

由圖 7-4 可知，氣壓值越大，水火箭飛行距離越遠。

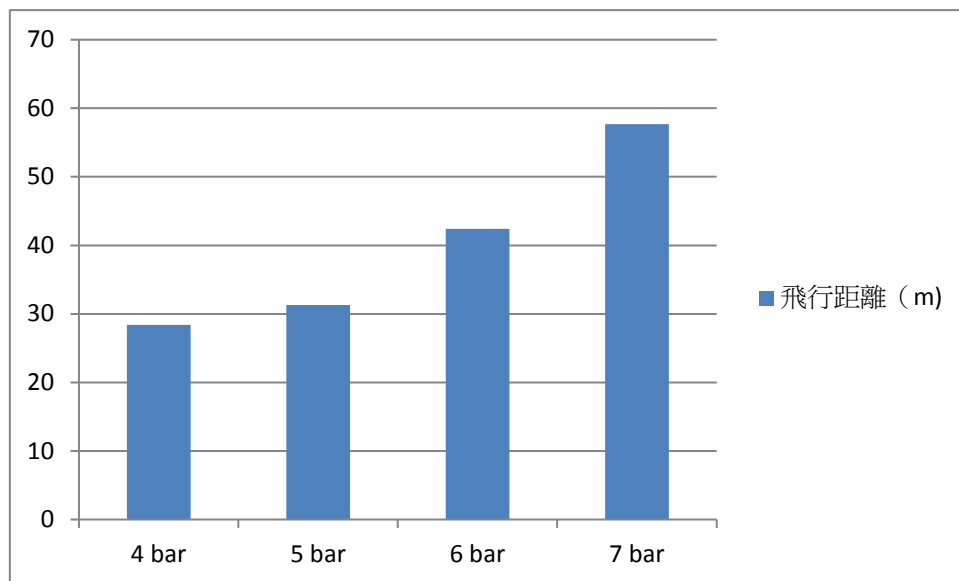


圖 7-4：氣壓對飛行距離的影響

五、機翼型態對水火箭射程的影響

由圖 7-5 可知，4 翼型水火箭飛行距離較佳。

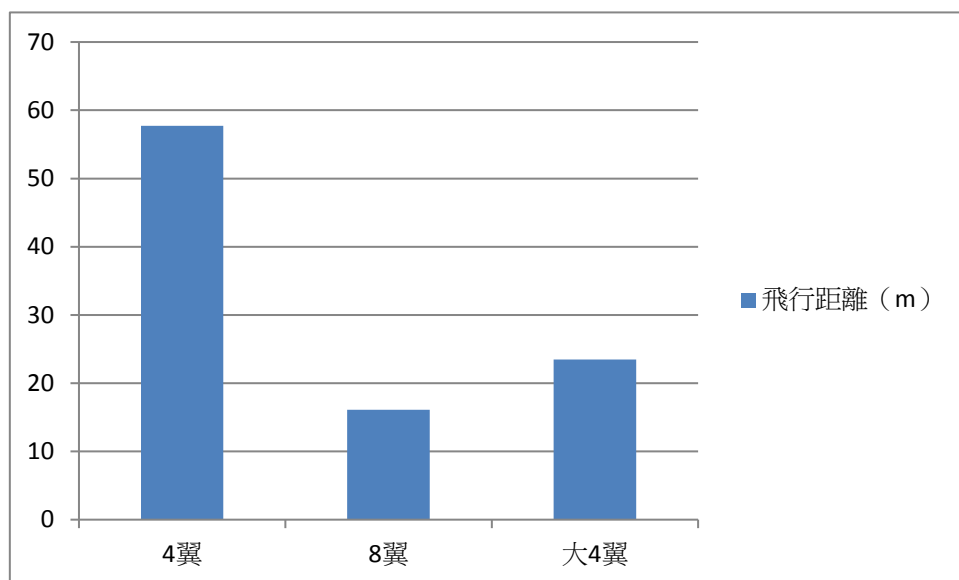


圖 7-5：機翼型態對飛行距離的影響

捌、結論

一、加了彈頭對飛行的影響

彈頭本身有重量，在飛行時可以減少風阻，因此，有彈頭的水火箭飛行距離較遠；另外，有彈頭的水火箭掉下來時也可以避免重心偏移導致機翼受損。

二、發射角度對水火箭的影響

發射角度是為了讓水火箭呈現一個完美的拋物線發射軌跡，一般而言，很多人會覺得 45 度角才是最完美的飛行角度，但實驗發現 55 度角才是最佳飛行角度。推測原因可能是發射時重力影響使得真正發射時，發射角會因為重力而變小。

三、水量對水火箭的影響

有些人可能會覺得水量越多，飛的就越遠，但實際測量並非如此；水和空氣的比例要適當才会有較佳的飛行距離，依實驗結果水量大約是容量的 1/3 時會有較佳的效果。

四、氣壓值對水火箭射程的影響

根據壓力公式：壓力(P)= (A) (F) 接觸面積力量，可得到力量(F)=壓力(P)×接觸面積(A)的結果。當壓力固定時，力量(推力)會和接觸面積成正比，所以水管式噴嘴因為出水口比較大的關係，產生的推力也比較大。

五、機翼型態對水火箭射程的影響

水火箭的機翼對於水火箭具有穩定飛行路線的效果，經實驗結果發現 4 翼的水火箭飛行最穩定。

玖、發展與改進

一、我們在實驗過後，得到以 600ml 的汽水瓶身，配上火箭箭頭 17.5g 的重量，搭以 4 片尾翼，填入 200ml 的水量後打入 7bar 的壓力，能得到平均飛行 98.65 公尺的成績。

二、由於時間及材料的限制，未來若能在瓶身強度與容量、打氣設備上能更進階，或許我們可以讓水火箭得到更大的推力，進而將水火箭的極限記錄再往前推進到 200 公尺以上。

拾、參考資料

網站

- 1、維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>
- 2、水火箭製作：<http://www.wjjh.tcc.edu.tw/right-8/waterrocket/waterrocket.htm>
- 3、水火箭製作：http://mail.mcjh.kl.edu.tw/~lin/teach/water_rocket/rocketmk.html
- 4、水火箭原理：http://mail.mcjh.kl.edu.tw/~lin/teach/water_rocket/rocketpr.html

書籍

- 1、康軒版 國中自然與生活科技第五冊 第二章力與運動。