

修平科技大學機械工程系
進修部實務專題論文

水火箭

指導教授： 蔡志信
班 級： 機械四乙
組 長： 曾泳霖 Ya106323
組 員： 白坤弘 Ya106301
黃暉翔 Ya106324
顏常恩 Ya106330

中 華 民 國 一 百 一 十 年 四 月

致謝

謝謝這次組員一起努力製作，利用下班時間一起完成這份專題。謝謝蔡志信老師細心教導，給予我們方向製作這次作品，善用我們在學校所學的知識以及使用學校的資源完成。

目錄

一、前言	III
二、摘要	IV
三、研究動機	IV
四、時間進度管制表	V
五、研究方法	VI
六、討論	IX
七、注意事項	X
八、結論	XI
九、參考資料	XIV
十、工作分配	XV

一、前言

水火箭為什麼可以飛行呢?就像我們把充氣的氣球突然放掉,那麼氣球會一面噴出裡面的氣體,一面飛走。這看起來好像是某種力量在對氣球作用,事實上這個力量並不是來自外界的推力或拉力,而是由氣球本身所噴出的氣體的反正用力,而產生使氣球前進的力量。水火箭的飛行原理同樣是依照使氣球前進的作用力與反作用力原理,但同樣是水火箭有得飛的遠,有得飛的近,在何種條件下,才能使水火箭飛的最遠?找出使水火箭飛行最遠的條件為我們本次實驗動機。

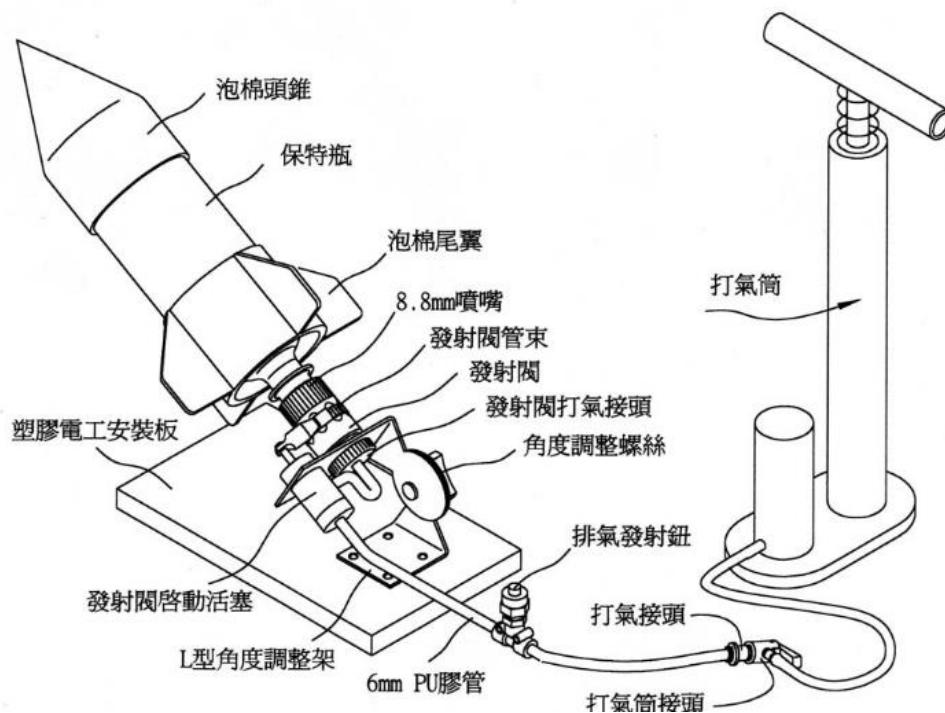


圖 1. 水火箭單件部位(註 1)

二、摘要

在這個處處充滿科技與原理的時代水火箭算的上蠻基本的原理水火箭運行原理與火箭大致相同。發射水火箭前需要先用泵令其內部充滿水，水火箭內的壓力太大時水會向外噴射。根據牛頓運動第三定律，當水火箭噴出水時，會產生同等大小，方向相反的反作用力，這力會推動水火箭向上運動。

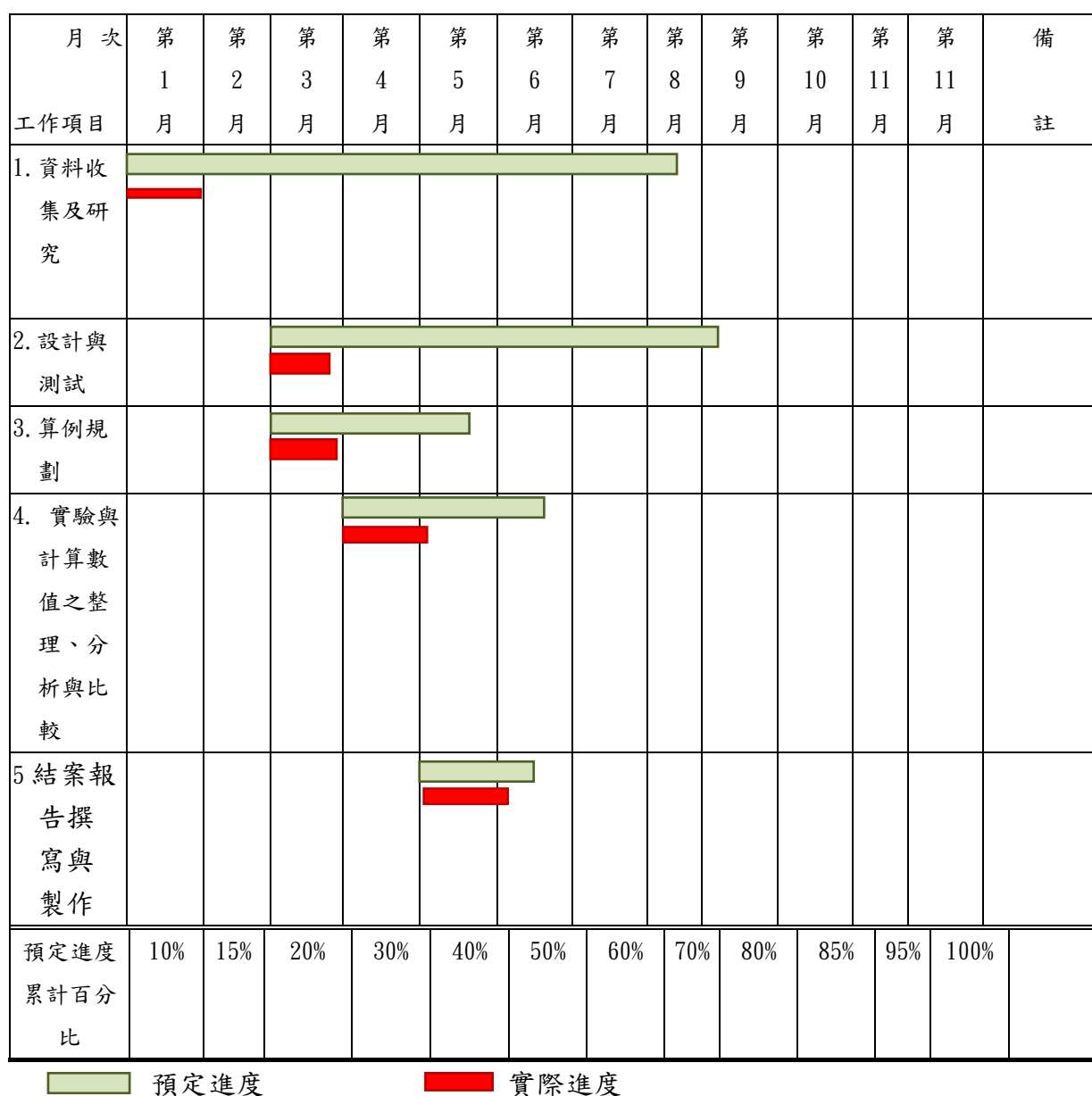
三、研究動機

在小時候的實驗課裡，有一關於水火箭的課程，在那堂課中，我們各自做了屬於自己的水火箭。就是因為那次的經驗，我們體驗到做水火箭的樂趣，也享受到發射水火箭的快樂，喜歡上水火箭。

趁著這次可以做專題的機會，我們決定對水火箭進行研究，更進一步的認識水火箭。水火箭有很多種變化，可以改變寶特瓶大小、尾翼大小、水火箭長度、水火箭寬度，甚至可以把降落傘放上去，但是最後我們決定改變它發射時的水量和角度。

四. 時間進度管制

本專題研究內容共分為 6 個部分，分別為資料收集、程式設計、機台學習與操作、實務操作與測試、成品製作、尋找錯誤、成品分析與修改、報告製作與修改，各工作項目時程進度如下圖所示。



五、研究方法(過程)

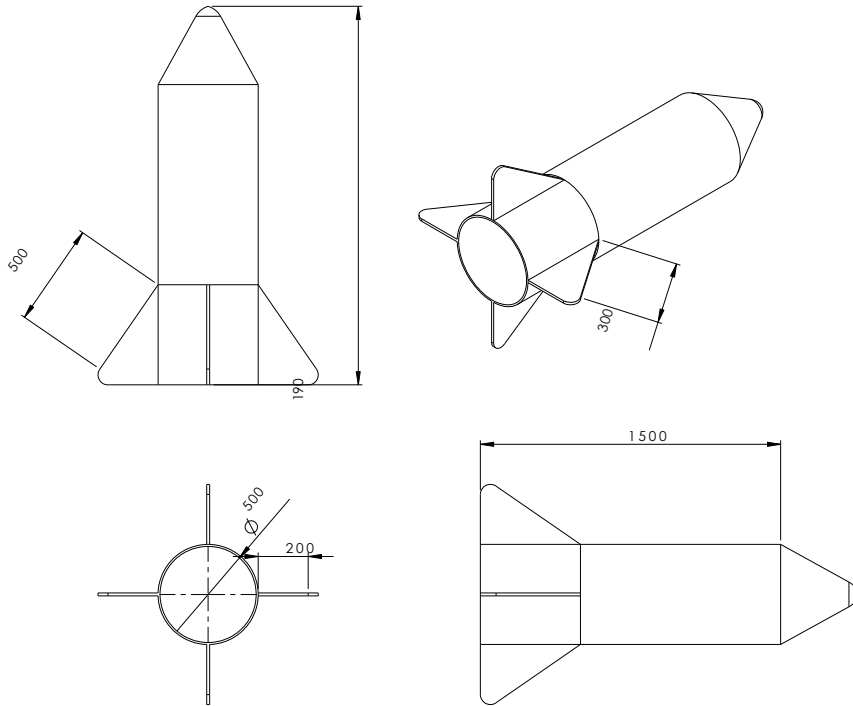


圖 5. 水火箭工程圖

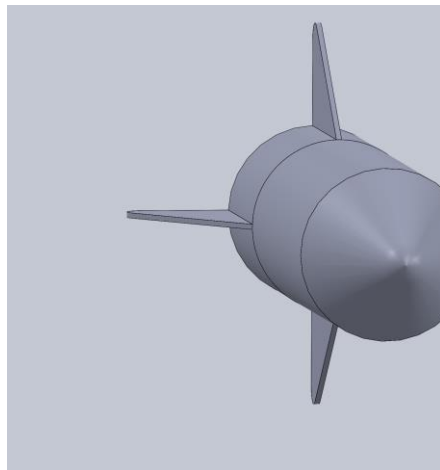


圖 6. 立體水火箭圖

1. 首先將其中一個寶特瓶切成三等份。

2. 留下瓶口及中段部分；將第二個寶特瓶倒過來。
3. 將第一個的瓶口接在第二個寶特瓶的瓶底；再將第一個的中段瓶身接在第二個寶特瓶的瓶口。
4. 接上去之後，從各個方向確定整個火箭的箭身完全是直的，確定之後，用膠帶將兩個接口粘緊。
5. 再將墊板剪成機翼，機翼的數目可以是3或4片，至於圖中尺寸僅供參考，也可以根據個人喜好設計外型。太大的機翼很容易被風吹掉且較重；太小的機翼發揮不了穩定的作用。
6. 機翼完成後，利用膠帶將其平均分配黏貼在火箭後段身上，若分配不均，火箭會向一邊偏航。機翼裝上之後要確定是否牢固。
7. 彈頭的部份是否要做都可以，可選擇保麗龍或泡棉來做彈頭。利用剪刀將保麗龍或泡棉剪裁成尖頭圓柱體後，直接用膠帶固定在火箭上端。
8. 將球針直接穿過實心的8號橡皮塞，再將橡皮塞塞進瓶底口(火箭底部瓶口)。
9. 先架設一個斜板，讓寶特瓶瓶口向下，球針裝上打氣桶開始灌氣，直到寶特瓶射出去。
10. 寶特瓶本身不會噴很高，掉下來時仔細看瓶子，可發現瓶中有許多白霧，手壓瓶身，煙會冒出來，這就是水蒸氣。
11. 將寶特瓶中裝三分之一的水，放在斜板上，並將橡皮塞緊塞在瓶口。
12. 球針裝上打氣桶開始灌氣，直到寶特瓶射出去。可看到火箭飛的比之前更高、更遠。

研究結果

表 1. 測試結果

	水量	0ml	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	250 ml	300 ml
	次數							
射程 距離	第一次	28.9	59	59	60	62	55.7	60
	第二次	25.5	60	62	59	78	61.4	60
	第三次	32	56.4	59	64	73	66.6	59.3
	第四次	28.8	53	61	62	65	60	61.5
	平均	28.8	57.1	60.25	61.25	69.5	60.925	60.2
	水量	350 ml	400 ml	450 ml	500 ml	550 ml	600 ml	
	次數							
射程 距離	第一次	48.5	42.6	36.5	10.9	7.9	3.3	
	第二次	49	41.9	37.4	12	7.1	2.9	
	第三次	49.7	43	31.4	16	6.1	3.1	
	第四次	48.6	44.8	38.1	11	6.3	3.8	
	平均	36.8	43.075	35.85	12.475	6.85	3.275	

實驗：不同的水量是否會影響飛行的距離？（1500 cc 瓶身）

1. 裝 200c. c. 的水

2. 打氣打 25 次（先加 100 磅壓力）

3. 角度為 30 度

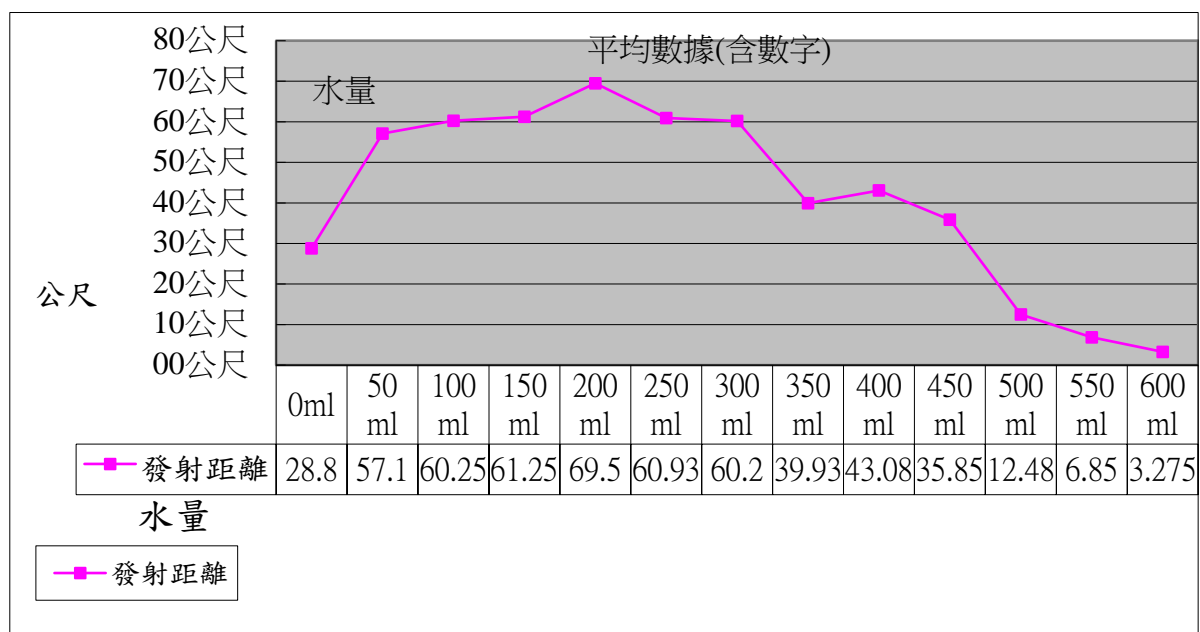
4. 發射出去測量距離分別裝 400c. c.、600c. c.、800c. c. 打氣打 15 次，角度為 20

度，發射出去且測量距離 200 cc 400 cc 600 cc 800 cc 第一次 73.13m 95.68m

130.57m 89.76m 第二次 77.53m 91.88m 115.29m 94.43m 平均值 74.83m 93.78m

122.93m 92.01m

表 2.測試平均



六、討論

一. 水量的是否越多越好？

否，因為水太少水不足無力噴射，水太多則太重飛不遠。

二. 打氣次數是否越多越好？

不一定，要看其水火箭受壓力之最大極限而判斷。

三. 發射台的角度是否越大越好？

否，發射仰角最好是 45 度 超過 45 度高度會偏高但距離短 小於 45 度高度會偏低 而且原本 還應該可以飛的卻可能因和地接觸摩擦而停止

四. 水量和打氣次數跟飛行距離是否成正比？

綜合以上 2 點，並非越大就一定會飛的更遠。

七、注意事項

雖然水火箭比火火箭易製作也安全，不過還是的注重安全，故以下事項請務必遵守：

1. 箭身使用的寶特瓶絕對要用汽水用的，一般瓶身設計並沒考慮耐壓設計，一但開始灌入空氣加壓，輕則瓶身變形，重則爆炸！
2. 箭身製作前請先將包裝紙撕掉，否則彈翼會不穩定。
3. 由於寶特瓶切割不易，且切口銳利，小朋友製作時務必有人大人陪伴會代為切割。
4. 使用膠帶接合箭身時應確定纏緊纏牢。我曾經遇過一個沒黏好的，打氣打著打著突然ㄉㄚ一聲，接合處居然被撐開！
5. 彈頭上應該要加上緩衝物，以避免在擊中人或其他動物時（這種事本就該避免）造成過大的傷害。
6. 絕對嚴禁在人多或朝人多的地方發射！在發射前應有人負責清場，並規劃出一塊區域做為目標地。
7. 發射時避免在前方展開 180 度區，要不然會被火箭擊中。
8. 發射時避免在其正後方 2 到 3 公尺處及方圓 1 公尺內（除了發射人員外），此點並不影響安全性，不過有誰想要被淋得濕濕的？

八、結論

1. 以角度為變因

在以角度為變因的實驗當中，可以很明顯的看到以 15 度角當作起飛角度是不夠的，直至瓶子落地，瓶中都還保有超過 3/1 的水未噴出，到了落地之後，剩下的水則繼續因瓶內壓力改變成水柱噴出，導致了瓶身在地面持續滑動。因為上述所說明的情況，我們將 15 度進行刪減，而持續進行 30 度與 45 度的實驗。經過實驗證實，45 度角的平均飛行距離是略高於 30 度角的飛行距離，但因為 45 度角的火箭飛行高度較高，當火箭飛至高空時，會進行不規則翻轉，而這是因為瓶子升空後，瓶內的水照常理將全部噴出，瓶子的質量此時十分的輕，容易受風吹動，若造成翻轉，將導致火箭飛行的路程造成偏折。但根據整體數據而言，45 度確實對距離影響較優。

2. 以容量為變因

水火箭的飛行原理，是利用打氣進入瓶內，使瓶內氣壓增大，並等待軟木塞無法承受內部能量的釋放，彈出後，水會混和氣形成水柱向後方進行噴射，形成反作用力，讓水火箭向前噴射。在以容量為變因的實驗中，我們發現水是主要推進的力量，雖然空氣造成的瓶內壓力瞬間向外釋放時，力量也十分大，但水的反作用力遠是瓶內壓力的好幾倍。在 250 毫升的實驗中，當火箭噴出物，大部分是由空氣組成，雖然瞬間爆發時，推進力嚇人，但持久力不常，而導致瓶子無法有更多動力，距離較短，這在 500 毫升的實驗中獲得證實，因為有更多的水，而使動力得以持續，飛行距離增加。在整組以容量為變因的實驗中，飛行距離最為卓越的就是 750 毫升，我們在整次實驗中，使用的是 2000 毫升保特瓶所打造成水火箭，我們認為由於氣與水的容量剛好，使瓶子在軟木塞抒發瓶內壓力後，瓶內壓力能剛好使水全部噴出，不但能製造更多推進力，也能減輕瓶子在飛行時所需負擔的本身重量，讓水火箭能飛的最遠，而在垂直噴射的實驗中，750 毫升的

火箭也是第一，我想也是相同的原因。而在 1000 毫升與 1500 毫升為容量的瓶子皆無很大的噴射與位移，我們認為是因為瓶子內的壓力向外爆發後，力量不足以將瓶內所有的水噴出瓶外，在無法給予瓶子足夠的力的狀況下，而瓶子又附加了瓶內的水重，以至於飛不遠，當瓶子靜止時，瓶內仍然存有超過一半的水。

3. 以溶液種類為變因

在這一系列的實驗當中，我們拿了可樂以及食鹽水當成變因，以可樂做為變因時，我們發現加了可樂的水火箭在打氣噴射之後的飛行距離並沒有比水還遠，在平均上的飛行距離反而比裝水的水火箭還差。對於這個現象，我們認為是因為可樂本身已經溶有許多二氧化碳，或是因為糖水在打氣進入之後，會將空氣溶入本身，造成內部壓力噴出後，較無威力，對此我們將有更深入的研究

九、參考資料

1.NTCU 科學遊戲 Lab：水火箭 - NTCU-科學遊戲實驗室 - 台中教育大學

<http://scigame.ntcu.edu.tw/air/air-008.html>

2.孩子的寶特瓶世界

<http://www.sonking.com.tw/principle.html>

3.水火箭、動量守恆

<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/c/6/080824.pdf>

4.水火箭完全攻略網-- Water Rocket

<http://aro.idv.tw/>

5. 水火箭 - 修平科技大學

<http://ir.hust.edu.tw/bitstream/310993100/2892/1/%E5%85%A8%E6%96%87+.pdf>

6. 物理類篇名：水火箭之研究作者

<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2013/04/2013040114252559.pdf>

7. NASA

<https://www.nasa.gov/>

工作分配

資料收集:曾泳霖 白坤弘 黃暉翔 顏常恩

資料彙整:白坤弘

製作報告:白坤弘、顏常恩、

專題實作:曾泳霖、黃暉翔

成品分析:曾泳霖 白坤弘 黃暉翔 顏常恩