

古代攻城器—投石車

摘要

本研究乃是藉由古代攻城利器—投石車來探討施力臂與抗力臂的長短是否對射程有所影響。投石機可以稱作為拋石機、砲或炮，這種攻城武器出現的年代為遠古時代與中古時代，功用是把石彈、巨石或爆裂物投射到敵方的城牆、城內或者兵陣內而，進行攻擊造成敵方防禦破壞。然而堅固如山的城牆勢必要由千斤般重的巨石才能夠進行破壞，如何使用省力的投石裝置瞄準精準的破壞位置，這就是我們研究的發想。

本研究結果影響投石車射程遠近分別有兩種原因：一、施力臂長短，施力臂越長射程越遠；反之則反。二、施力大小，施力越大射程越遠。

壹、研究動機

自然課第一單元為槓桿原理，在課程結束時，老師介紹古代攻城利器—投石車，並用早期遊戲—世紀帝國 2 給我們做單元綜合遊戲，讓我們一看投石車攻城得厲害。此時我發現，原來投石車對於古代戰爭時佔有重要角色，讓我產生莫大興趣此為動機一。

藉由遊戲發現投石車的厲害，我們開始請老師教我們作簡易投石車。老師跟我們介紹網路上有個科學玩具柑仔店，裡面有很多科學實作小遊戲，我們可以在裡面尋找到我們想要的投石車。發現非常簡單，所以請老師讓我們用少許時間製作。製作完投石車，免不了要來試試看能否發射囉！於是我們開始玩起攻城戰，在遊戲中我們發現好像每次按的地方不同、力道不同，粉筆射得遠近就有所不同，此時心中想起是否與施力臂、抗力臂有所關聯，此為動機二。

貳、研究目的

- 一、 探討力道相同，施力臂不同，投石車射程遠近是否不同。
- 二、 探討施力臂與抗力臂相互影響。

參、研究設備及器材

衛生筷、橡皮筋、皮尺、砝碼以及不堪使用的粉筆。

肆、研究過程與方法

- 一、 認識槓桿原理

阿基米德曾說「給我一個支點和一支夠長的棍子，我就能搬動地球。」這句話或許來說不可能，但是卻告訴我們利用槓桿能產生很大的作用。

槓桿原理簡單來說主要有：「施力點」壓下去的地方，「支點」就像翹翹板中間支撐地板處，「施力臂」即施力點和支點的距離，「抗力點」則是抗力點和支點的距離來做簡單操作。

- 二、 認識投石車

阿基米德除了上述的名言外，也是投石車的發明者，這項攻城器具發明於希臘，

用來防守羅馬帝國的入侵。它是利用槓桿原理所製做的，它的槓桿原理為第 3 類槓桿—施力點在支點與抗力點的中間，而抗力臂越長射程越遠(科學實驗室)。

三、 製作投石車

我們在網路上搜尋到科學柑仔店的部落格，依據上面的製作流程以及老師的指導製作出我們專屬的投石車。

四、 測量距離

開始測量距離，使用皮尺測量距離，將投石車最前端放至皮尺刻度 0，並由另一個同學壓住投石車，以免發射力道被分散。利用砝碼來確保每次施力相同，本次實驗分別以 70 公克與 80 公克當作施力程度；每個重量分別以施力臂長度 9 公分、18 公分以及 36 公分；每個長度分別發射 3 次，以便觀察之間的相關性。

五、

伍、 研究結果

- 一、 施力 70 公克分別以施力臂 9 公分、18 公分以及 36 公分為施力點，實驗結果發現施力臂越長射程越遠，最遠距離為施力臂 36 公分所呈現，距離為 210 公分，最短距離為施力臂 9 公分所呈現，距離為 10 公分。實驗結果如表 1：

表 1：施力 70 公克射程表

施力臂距離 次	9 公分	18 公分	36 公分
第一次	10 公分	35 公分	191 公分
第二次	12 公分	69 公分	132 公分
第三次	11 公分	38 公分	210 公分
平均距離	11 公分	47.33 公分	177.67 公分

資料來源：本研究自行整理

- 二、 施力 80 公克分別以施力臂 9 公分、18 公分以及 36 公分為施力點，實驗結果發現施力臂越長射程越遠，最遠距離為施力臂 36 公分所呈現，距離 241 公分，最短距離為施力臂 9 公分所呈現，距離為 25 公分。實驗結果如表 2：

表 2：施力 80 公克射程表

施力臂距離 次	9 公分	18 公分	36 公分
第一次	25 公分	56 公分	238 公分
第二次	29 公分	62 公分	241 公分
第三次	27 公分	54 公分	235 公分
平均距離	27 公分	57.33 公分	238 公分

資料來源：本研究自行整理

- 三、 根據上述兩研究資料呈現，可以發現施力臂越長射程距離越遠，反之則反。而另一結果發現，施力越重射程亦是越遠。由此可之，影響射程的原因有兩種，一種是施力臂長短，另一種則是施力大小所影響。

陸、討論與結論

我們這次的研究結果發現，其實第 3 類槓桿除科學實驗室所提到：「抗力臂越長射程越遠」外，還意外發現課本中提到的施力臂越長越省力的原理，似乎不只存在在第 1 類與第 2 類槓桿，而是適用於所有槓桿，這是跟我們原先所認知的不同。

古代的投石車之所以是攻城利器的原因乃在於槓桿原理的功勞，可謂有事半功倍的功效，些許力量來移動巨大的石頭進行攻擊。本研究的抗力臂只有 30 公分，而施力臂 36 公分的實驗中，也讓我們順利的瞭解到施力臂越長射程就越遠，這樣讓我們推論出施力臂越長越省力。

施力 70 公克與 80 公克的驗證中，除施力不同可以影響射程外，其實也試驗證不同施力下，是否施力臂越長而射程越遠，兩組實驗互相驗證下，可證明我們假設無誤。

參考資料

壹、中文

國民小學自然與生活科技第八冊單元一「簡單機械」，康軒文教事業。

貳、網路資源

槓桿原理，維基百科，取自：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%A0%E6%9D%86>

科學玩具－能量轉換－投石器，科學玩具柑仔店取自：

http://kingdarling.blogspot.tw/2013/02/blog-post_24.html

科學實驗室，投石器，取自 http://scigame.ntcu.edu.tw/site1/Game_engine5.html