

嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：鄒族獵人的槓桿原理

關鍵詞：陷阱 槓桿原理 摩擦力（最多三個）

編號：

# 鄒族獵人的槓桿原理

## 摘要

學校辦理挑戰營的課程，讓我們有機會學習操作一種抓老鼠的陷阱，這種陷阱非常簡單，只要一塊石板和三根竹片就可以了，活動結束之後我們把這個陷阱的竹片帶回學校不斷的練習與實驗。

現在我們不但成為架設陷阱的高手，也深入了解影響陷阱操作成功的因素以及這種陷阱所利用的科學原理。

## 壹、研究動機

在一次挑戰營的課程中，有一位當獵人的家長教我們做一種抓松鼠（老鼠）的陷阱，獵人示範用一塊扁平的石板和三支長短不一的竹片，就架起一個陷阱，我們稱它為「石板陷阱」，陷阱做好之後，輕輕觸動其中一支竹片，厚重的石板瞬間掉下來，大家都嚇了一大跳。

後來小朋友輪流練習操作這個陷阱，操作的過程中，許多人都失敗了，看起來簡單的陷阱，操作起來卻不容易，為什麼常常失敗呢？

活動結束之後我們請獵人叔叔把那三支竹片送給我們，我們帶回學校經過很多次的練習，希望能成為操作「石板陷阱」的高手，也從中找出「石板陷阱」所應用的科學原理。

註：「石板陷阱」是我們為了這次科展所取的名子，這種陷阱一般稱為抓老鼠的陷阱，並沒有特別的名子，主要用途是捕抓老鼠、松鼠、鳥類等小型動物。

## 貳、研究目的

- 一、熟練操作「石板陷阱」的技巧。
- 二、探討影響「石板陷阱」操作成功的關鍵因素。
  - （一）影響「石板陷阱」成功架設的因素。
  - （二）影響「石板陷阱」順利掉落的因素。
- 三、解析「石板陷阱」所利用的科學原理。
- 四、改良「石板陷阱」，讓它成為不會傷害小動物的陷阱。

## 參、研究設備及器材

陷阱模型、ABC 竹片、電子拉力秤、彈簧秤、量角器、游標尺、籃子

## 肆、研究過程與結果

### 一、熟練操作「石板陷阱」的技巧。

在獵人叔叔的指導下，我們學習到「石板陷阱」的操作方法如下：

#### （一）製作三支不同長度的竹片：

	長度	寬度	厚度	特徵
A 竹片	20 cm	1.5 cm	0.5 cm	整支竹片削平，尾端削尖以便插入土裡面。
B 竹片	14 cm	1 cm	0.5 cm	竹片削平，頭端保留竹節，尾端削薄一點。
C 竹片	20 cm	1.5 cm	0.5 cm	竹片削平，頭端保留竹節，尾端削尖，爲了插住食物（如地瓜、香蕉等），中間刻出一個缺口，這個缺口約 0.5 cm。
說明	1、以上是獵人叔叔留給我們三支竹片的尺寸和特徵。 2、我們根據這些尺寸削出許多竹片，作爲實驗的材料。			

（二）挑選扁平、面積和重量適當的石板，或是採用堅固的木板上面壓石頭也可以。（因爲現在石板不容易取得，所以本研究是採用木板來做陷阱）。

#### （三）架設「石板陷阱」：

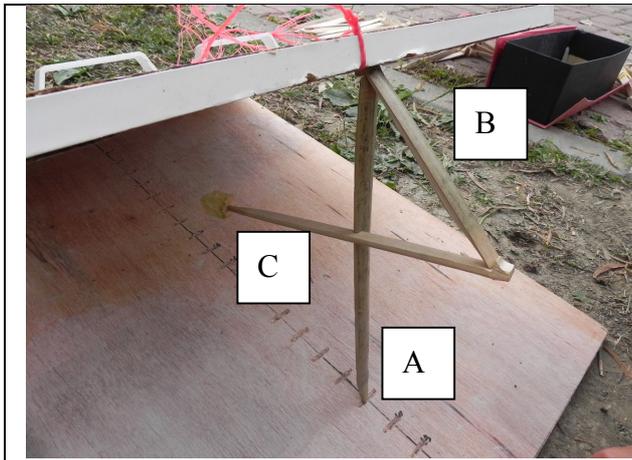
- 1、首先抬起木板（石板），取適當的位置，把 A 竹片插入土裡。
- 2、將 B 竹片的竹節卡在 A 竹片的頂端，輕輕放下木板（石板）壓住 B 竹片的竹節上方。
- 3、將 C 竹片的尾端插好餌料後，把 C 竹片的缺口扣住 A 竹片的邊邊，再把 B 竹片的尾端和 C 竹片的竹節內側接在一起。
- 4、輕輕放手，三支竹片就會組成一個撐住木板（石板）的機關，「石板陷阱」就完成了。

#### （四）動物觸動陷阱使石板掉落：

當老鼠（或松鼠）來吃食物時，會觸動 C 竹片的尾端，讓 C 竹片失去平衡，連鎖反應讓 B 竹片、木板（石板）通通掉下來，就可以抓到老鼠了。

#### （五）注意事項：

- 1、操作時要特別注意安全，因爲架設陷阱常常失敗，一不小心就會壓到自己的手和腳。
- 2、C 竹片要先插好食物，千萬不可以架好陷阱才放食物，因爲木板（石板）掉下來會壓到自己的手。



架設完成的陷阱模型



觸動 C 竹片，陷阱掉下來

## 二、 探討影響「石板陷阱」成功架設的因素

其實在操作「石板陷阱」的過程並不順利，有時候根本架設不起來，有時候還會砸到手，除了多加練習讓自己的技術純熟之外，也要探討到底有哪些因素影響陷阱的架設。

### (一) 影響 A 竹片成功架設的因素

- 1、實驗一：A 竹片插入土裡，所插的位置是否影響陷阱的架設？
- 2、實驗方法：將 A 竹片分別插在木板外緣的下方、內側、外側，架設完成後，再以彈簧秤測量 C 竹片掉落時施力的大小。
- 3、實驗二：A 竹片輕輕立在地上，所立的位置是否影響陷阱的架設？
- 4、實驗方法：與實驗一相同的位置，A 竹片輕輕立在地上，架設完成後，測量 C 竹片掉落時施力的大小。

### 5、實驗結果：

A 竹片 位置 次數	外緣的內側		外緣的下方		外緣的外側	
	插入土裡	輕輕立著	插入土裡 (單位 g)	輕輕立著 (單位 g)	插入土裡 (單位 g)	輕輕立著 (單位 g)
第一次	失敗	失敗	10	10	10	10
第二次	失敗	失敗	10	10	10	10
第三次	失敗	失敗	20	10	10	10
第四次	失敗	失敗	10	10	10	10
第五次	失敗	失敗	10	10	20	10
平均	—	—	12	10	12	10

### 6、討論：

- (1) 不管把 A 竹片插入土裡或是輕輕立在地上，所立的位置都不可以在木板（石板）外緣之內，否則陷阱無法架設。
- (2) A 竹片所立的位置，可以在木板（石板）外緣的下方，也可以在木板（石板）外緣

的外側。

(3) 至於 A 竹片要插入土裡或是輕輕立在地上，陷阱都可以成功架設。

## (二) 影響 B 竹片成功架設的因素

1、實驗一：B 竹片頭端的長度，會不會影響陷阱架設？

2、實驗方法：觀察頭端不同長度的 B 竹片，是否可以順利連接 C 竹片。再以彈簧秤測量 C 竹片掉落時施力的大小。

3、實驗結果：

B 竹片 次數	1 公分 的 B 竹片	2 公分 的 B 竹片	3 公分 的 B 竹片	4 公分 的 B 竹片
成功率	成功率 50%	成功率 83%	成功率 100%	成功率 100%
第一次	10	20	20	20
第二次	10	10	10	10
第三次	20	20	10	10
第四次	10	10	20	10
第五次	10	10	10	10
平均	12	14	14	12

4、討論：

(1) 頭端長度 1 公分的 B 竹片，操作 10 次才得到 5 次數據，成功率只有 50%；頭端長度 2 公分的 B 竹片，操作 6 次得到 5 次數據，成功率 83%。

(2) 頭端長度 3 公分和 4 公分的 B 竹片，操作起來比較順手成功率都是 100%。但是當木板（石板）壓在 4 公分的 B 竹片上端時，有一點不穩的現象。

(3) 以上四種長度的 B 竹片所架設的陷阱，都只要 10 公克左右輕輕的施力。就可以讓木板掉下來，所以 B 竹片頭端的長度對這種陷阱的施力不會有太大的影響。

(4) 綜合以上討論，得知長度 3 公分的 B 竹片最適合陷阱操作。



用頭端 1 公分的 B 竹片架設陷阱。



頭端 3 公分的 B 竹片，會產生這種自然平衡的現象。



用頭端 3 公分的 B 竹片架設陷阱。



用頭端 4 公分的 B 竹片架設陷阱。

### (三) 影響 C 竹片架設成功的因素

- 1、實驗一：C 竹片缺口的形狀，會不會影響陷阱架設？
- 2、實驗方法：將 C 竹片的缺口切成「三角形」、「方形」、「梯形」三種不同形狀進行實驗，測量 C 竹片掉落時施力的大小。
- 3、實驗二：C 竹片缺口的尺寸，會不會影響陷阱架設？
- 4、實驗方法：將「方形」和「梯形」二種 C 竹片，準備大、小缺口各三支進行實驗，測量 C 竹片掉落時施力的大小。
- 5、實驗結果：

缺口形狀	編號	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	總平均
三角形 缺口 1 cm	第一支	失敗	失敗	失敗	失敗	失敗	—	—
	第二支	失敗	失敗	失敗	失敗	失敗	—	
	第三支	失敗	失敗	失敗	失敗	失敗	—	
方形缺口 0.5 cm	第一支	10	20	50	10	10	20	34
	第二支	10	10	30	10	50	22	
	第三支	130	110	40	10	10	60	
方形缺口 1 cm	第一支	10	10	20	30	30	20	17
	第二支	20	20	10	20	20	18	
	第三支	10	20	10	20	10	14	
梯形缺口 0.5 cm	第一支	40	30	80	30	50	46	42
	第二支	60	30	40	50	30	42	
	第三支	40	30	70	30	20	38	
梯形缺口 1 cm	第一支	50	30	50	50	30	42	44
	第二支	50	60	40	30	60	48	
	第三支	40	50	30	40	50	42	

## 6、討論：

- (1) C 竹片如果是三角形的缺口，一放手竹片就滑掉，根本無法架設陷阱。
- (2) 方形缺口的 C 竹片，操作時每一次都可以成功，大缺口的竹片得到的數據比較穩定，平均施力最小只要 17 公克；小缺口的竹片得到的數據比較不穩定，有二次卡太緊要用 110 公克、130 公克的力才能使陷阱掉落，因此平均施力反而要 34 公克。
- (3) 梯形缺口的 C 竹片，操作時也是每一次都可以成功，但是梯形缺口的竹片，不論是 大缺口或小缺口得到的數據都比方形缺口的竹片還要大。
- (4) 綜合以上發現，C 竹片缺口的形狀以方形缺口最好，缺口大比較好。

## 三、 探討影響「石板陷阱」掉落的因素

### (一) A 竹片插在土裡的位置是否會阻礙石板掉落？

- 1、實驗方法：測試 A 竹片插在土裡和輕輕立著，對木板（石板）掉落的影響。
- 2、實驗結果：

A 竹片 位置 次數	外緣的內側	外緣的下方		外緣的外側	
		插在土裡	輕輕立著	插在土裡	輕輕立著
第一次	無法操作	×	○	○	○
第二次	無法操作	○	○	○	○
第三次	無法操作	○	○	○	○
第四次	無法操作	×	○	○	○
第五次	無法操作	○	○	○	○
○ 代表木板順利掉落                      × 代表木板無法順利掉落					

- 3、討論：獵人架設石板，爲了讓陷阱穩固，通常會把 A 竹片插入土中，這個動作要特別注意插竹片的位置，避免木板（石板）掉落時被 A 竹片撐住，陷阱就會失敗。

### (二) C 竹片卡太緊不容易掉落

從二~（三）有關 C 竹片的研究結果發現，A 竹片的厚度大約是 0.5 cm，如果 C 竹片的缺口比較小，容易和 A 竹片夾太緊，當 C 竹片尾端被觸動時，也不會掉下來，或是力量很大才掉下來。因此 C 竹片的缺口要大一點才不會卡太緊。



C 竹片的缺口不能和 A 竹片卡太緊。



如果卡太緊，C 竹片不容易脫落。

#### 四、解析「石板陷阱」所應用的科學原理。

(一) 在「石板陷阱」中，A 竹片和 B 竹片的關係為何？

1、插在地上的 A 竹片支撐 B 竹片竹節的位置。B 竹片的頭端支撐木板（石板）的重量。此時 B 竹片的尾端如果沒有任何施力，B 竹片的尾端就會往上翹，然後 B 竹片和木板（石板）一起掉下來。

2、實驗方法：

如圖所示，A 竹片支撐 B 竹片的關係，是單純的「第一型槓桿」，因此以 B 竹片竹節的位置為支點，B 竹片的頭端支撐木板的位置為抗力點，B 竹片的尾端為施力點，以【施力臂 × 施力 = 抗力臂 × 重物】的公式計算 B 竹片尾端的施力，並實際測量驗證。

3、實驗結果：

計算與測量	計算公式：抗力臂×物重＝施力臂×施力				測量驗證	
	抗力臂 (cm)	木板重量 (g)	施力臂 (cm)	施力大小 (g)	AB 竹片夾角 90 度	AB 竹片夾角 50 度
B 竹片						
第一支	3.0	1900	14.4	396	380	250
第二支	3.1	1900	14.2	415	340	240
第三支	3.1	1900	14.5	406	350	230
第四支	3.0	1900	14.3	397	370	240
第五支	3.0	1900	14.4	396	390	240
平均				402	366	240
說明	改變的變因：3 公分的 B 竹片五支。 保持不變的變因：A 竹片、方形缺口 C 竹片 (C 2-10-1)。					

#### 4、討論：

- (1) 經計算木板下壓的重量約 1900 公克，B 竹片尾端的施力平均約 402 公克，實際測量的結果，只需要大約 366 公克的施力就可以保持平衡，我們推論是接觸點的摩擦力造成的誤差。
- (2) 當整個陷阱架設好之後，A、B 竹片的夾角大約是 50 度，所以也測量夾角保持 50 度時，B 竹片尾端的施力，結果發現平均大約 240 公克就可以平衡，也就是說在 B 竹片尾端只要被 240 公克的力量拉住，就可以支撐上端的木板。



測量 B 竹片尾端的施力。



以 50 度夾角測量 B 竹片尾端的施力。

#### (二) 在「石板陷阱」中，B 竹片和 C 竹片的關係為何？

- 1、在 A、B 竹片關係的探討中，已經明白 B 竹片的尾端需要有一個輕微的力量拉住，讓 B 竹片保持平衡。
- 2、「石板陷阱」裝置中，B 竹片的尾端卡在 C 竹片的竹節內側，所以 C 竹片正好就擔任拉住 B 竹片尾端的角色。只要 C 竹片的拉力足夠，就可以讓 B 竹片保持平衡。

#### (三) 在「石板陷阱」中，C 竹片和 A 竹片的關係為何？

- 1、在 B、C 竹片關係的探討中，已經明白 C 竹片擔任的就是拉住 B 竹片尾端的角色。C 竹片的尾端插著食物，中間有一個缺口，這個缺口卡住 A 竹片的邊邊，為什麼放手之後 C 竹片就可以卡住 A 竹片而不會往下滑呢？是不是 B 竹片往上翹的力量也剛好拉住 C 竹片呢？
- 2、實驗方法：
  - (1) 將 A 竹片固定好之後，將 C 竹片的中間缺口卡在 A 竹片的邊邊。
  - (2) 以彈簧秤勾住 C 竹片頭端的竹節，用力拉住讓 C 竹片缺口保持卡住 A 竹片的狀態。
  - (3) 緩慢減少彈簧秤的拉力，直到 C 竹片下滑為止。

3、實驗結果：

C 竹片 次數	C 竹片 1	C 竹片 2	C 竹片 3
第一次	70	80	80
第二次	70	30	60
第三次	50	80	60
第四次	60	80	50
第五次	70	60	70
平均	64	66	64
說明	改變的變因：C 竹片三支（方形缺口 1 cm 寬）。 保持不變的變因：A 竹片、B 竹片（B 3-14-1）。		

4、討論：

- (1) 經過前後多次實驗，發現大約只要有 60 公克左右的力量，就足夠拉住 C 竹片，不會讓 C 竹片從 A 竹片上滑下來。
- (2) 根據 四~（一）探討 A、B 竹片關係的實驗，已經的得知 B 竹片往上翹的力量大約 240 公克，這個力量足夠拉住 C 竹片不會讓它往下滑。
- (四) 動物觸動 C 竹片的尾端，使 C 竹片失去平衡時，究竟 C 竹片是屬於支點在中間的第一型槓桿？還是抗力點在中間的第二型槓桿？
  - 1、實驗一：假設 C 竹片中間缺口卡住 A 竹片的位置是支點，就是屬於第一型槓桿。
  - 2、實驗方法：用橡皮筋綁在 C 竹片缺口卡住 A 竹片的位置，讓 C 竹片和 A 竹片不會脫落但可以轉動。再以彈簧秤測量 C 竹片尾端被觸動掉落時施力的大小。
  - 3、實驗二：假設 C 竹片中間缺口卡住 A 竹片的位置是抗力點，就是屬於第二型槓桿
  - 4、實驗方法：用膠帶黏住 C 竹片頭端與 B 竹片尾端連接的位置，讓 C 竹片和 B 竹片不會脫落但可以轉動。再以彈簧秤測量 C 竹片尾端被觸動掉落時施力的大小。

5、實驗結果：

類型 次數	第一型槓桿	第二型槓桿	對照組 (正常陷阱)
第一次	130	10	10
第二次	100	10	10
第三次	120	20	10
第四次	130	20	20
第五次	120	10	10
平均	120	14	12

## 6、討論：

- (1) 從對照組（正常陷阱）的數據，可以看出 C 竹片的尾端只要被輕輕的 12 公克左右的力量碰觸，木板就會掉下來。
- (2) 實驗一，把 C 竹片當成第一型槓桿測試時，發現彈簧要拉到 120 公克左右，竹片都傾斜了，木板才會掉下來。
- (3) 實驗二，把 C 竹片當成第二型槓桿測試時，發現彈簧也只要輕輕的拉 14 公克左右，木板就會掉下來了。這個數據和對照組（正常陷阱）非常接近。
- (4) 實驗證實老鼠觸動 C 竹片的尾端，使 C 竹片失去平衡這個裝置是屬於抗力點在中間的第二型槓桿。老鼠的施力只要能克服 C 竹片中間缺口和 A 竹片間的摩擦力，就可以使 C 竹片掉落，進而使 B 竹片和木板（石板）整個掉下來。



第一型槓桿：

C 竹片中間缺口卡住 A 竹片的位置是支點



第二型槓桿：

C 竹片和 B 竹片連接的位置是支點

(五) 木板（石板）的重量會不會影響老鼠在 C 竹片的施力？

- 1、實驗方法：用加磚塊的方式改變木板的重量，測量 C 竹片掉落時施力的大小。
- 2、實驗結果：

施力 大小 次數	木板 (約 1900g)	木板+1 塊磚 (約 3100g)	木板+2 塊磚 (約 4300g)	木板+3 塊磚 (約 5500g)
第一次	10	10	10	10
第二次	10	10	10	10
第三次	10	10	10	10
第四次	10	10	10	10
第五次	10	10	10	10
平均	10	10	10	10
說明	改變的變因：木板的重量（加磚塊）。 保持不變的變因：A 竹片、B 竹片、C 竹片。			

4、討論：本實驗看出這四種不同重量的木板，C 竹片被觸動掉落時的施力大約都是 10 公克。所以就算石板很重，老鼠還是可以輕易觸動陷阱。

## 五、改良陷阱的缺點，成爲不會傷害小動物的陷阱。

(一) 過去的陷阱是爲了取得獵物，石板陷阱掉下來時，小動物一定非死即傷，這樣的陷阱並不符合現在社會的需求。後來我們發現午餐廚房的菜籃子可以取代石板。

(二) 籃子陷阱實驗方法：

1、用菜籃取代石板，架設陷阱，測量 C 竹片尾端被觸動掉落時施力的大小。

2、實驗結果：

次 數	是否成功	施 力	說明
第一次	成功	10	
第二次	成功	10	
第三次	成功	10	
第四次	成功	10	
第五次	成功	10	
平 均		10	

3、討論：

(1) 廚房的菜籃的確可以取代石板來做陷阱，如果有小動物被籃子罩住，並不會受傷，適合用來做生態調查。

(2) 因爲菜籃子是塑膠製品，邊緣滑滑的，不容易成功架設，在塑膠與 B 竹片間墊一片葉子，就可以增加摩擦力。



將木板（石板）改成籃子



經測試也可以順利掉落

## 伍、結 論

一、「石板陷阱」是鄒族流傳已久，用一塊石板（或木板）和三支竹片組合而成的陷阱，主要用來補抓松鼠、老鼠、鳥類等小型動物，按照順序操作熟練，大家都可以成爲小獵人。

二、爲了讓「石板陷阱」可以成功的架設起來，竹片的設計應該：

- (一) A 竹片必須插在木板（石板）外緣的下方或者外側，陷阱才能架設成功。
- (二) B 竹片頭端最好保留三公分左右的長度，架設陷阱時比較容易成功。
- (三) C 竹片的缺口最好切成方形的缺口，架設陷阱時比較容易成功。

三、爲了讓「石板陷阱」可以順利掉落，竹片的設計應該：

- (一) A 竹片最好插在木板（石板）外緣的外側，避免陷阱掉下來時被 A 竹片撐住。
- (二) C 竹片的缺口寬度以一公分左右最好，避免跟 A 竹片卡太緊，影響「石板」的掉落。

四、鄒族「石板陷阱」所利用的科學原理如下：

- (一) A 竹片支撐 B 竹片的關係，是單純的「第一型槓桿」，B 竹片竹節的位置是支點，B 竹片的頭端支撐木板的位置是抗力點，B 竹片的尾端爲施力點。這是省力的槓桿。
- (二) B 竹片的尾端需要一個施力，讓 B 竹片保持平衡，B 竹片的尾端卡在 C 竹片的竹節內側，C 竹片靠缺口卡住 A 竹片，正好拉住 B 竹片的尾端。
- (三) C 竹片的缺口要卡在 A 竹片上，必須有一個 60 公克左右的拉力拉住，C 竹片才不會滑下來，B 竹片往上翹的力量正好拉住 C 竹片。所以石板與 A、B、C 三根竹片之間就形成一個非常巧妙的平衡。
- (四) 動物觸動 C 竹片是屬於第二型槓桿，B 竹片和 C 竹片連接處是支點，C 竹片缺口卡住 A 竹片的地方是抗力點，C 竹片的尾端是施力點。動物的施力只要能克服 C 竹片缺口和 A 竹片間的摩擦力，就可以使 C 竹片掉落，進而使木板（石板）整個掉下來。
- (五) 木板（石板）的重量，不會影響 C 竹片被觸動的施力，證實老鼠雖然力氣小，還是可以輕易觸動石板陷阱。

五、以相同的原理，可以成功改良石板陷阱的缺點，成爲不會傷害小動物的陷阱，將來用在野生動物的生態調查。

## 陸、未來研究方向

本研究因爲時間的限制，有關 B 竹片尾端的長度會不會影響「石板陷阱」的操作？以及 C 竹片中間缺口的位置會不會影響「石板陷阱」的操作？都還有進一步探討的空間。

改良版的陷阱，理論上雖然可行但是還沒有成功的實戰經驗，未來應該可以在材料上、方法上，進一步嘗試，做出成功的改良版陷阱。

## 柒、參考資料

(一) 書籍資料：

- 1、國小自然與生活科技第 8 冊，翰林出版公司，102，P24~31

(二) 網頁資料：

- 1、槓桿原理

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005031902089>