

附件五

## 金門地區第 62 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：「繩」來一筆--線繩抗拉強度之影響因素分析

關鍵詞：繩、抗拉力、抗拉強度 （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.編號由金門縣教育處與承辦單位統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

# 「繩」來一筆--線繩抗拉強度之影響因素分析

## 摘要

纜、繩、線這類捆綁固定材料，在受逐漸增加的外力拉伸後最終會斷裂。本研究探討影響繩線抗拉強度的因素，利用實驗室隨手可得的簡易器材進行多項變因分析，研究結果發現繩線的股數、材質，以及纏繞的程度都會對抗拉強度有影響，長度的影響則不明確。本研究尚有多項變因值得探討，未來將進一步做更深入的研究。






## 壹、研究動機


繩子，是人們生活中不可或缺的事物，在許多地方可以看到繩子，像袋子、口罩、露營用的童軍繩等等。繩子在不同的地方也有不同的用處，可以用來拉東西，也可以用來固定事物，但最常出現的地方還是在買東西時的提袋上，而在我們在買東西的時候，發現提袋上的繩子看起來很容易斷，但可以承受很重的物品，所以我們覺得一條繩子是用什麼方法讓他在生活中變得更能承重，讓生活更便利。結果發現紙袋上的繩子是用網綁的方式，讓繩子更能承重，於是我們開始研究股數、纏繞密度、長度、材質，對繩子的承受力有什麼影響。

## 貳、研究目的

- (一)探討棉繩股數對繩子抗拉力的影響。
- (二)探討棉線的纏繞密度對抗拉力是否有影響及繩子在纏繞密度為多少時，可承受最大的力。
- (三)探討棉繩的的長度是否對抗拉力有影響。
- (四)探討棉繩和塑膠繩抗拉力。

## 參、研究設備及器材

棉線	塑膠線	拉力測試工具 1	拉力測試工具 2	實驗車(固定用)
				

尺	電子行李秤	為利實驗操作，先將棉繩拆解成線絲，降低危險性
		

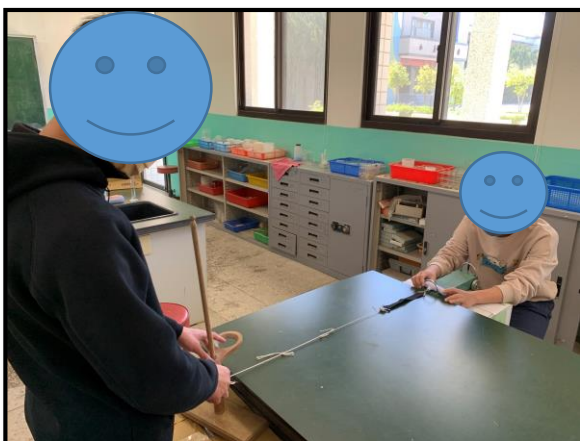
## 肆、研究過程及方法

### 一、【實驗一】研究股數對繩子抗拉力是否影響

(一)實驗目的：取相同長度的棉繩，在不纏繞的方式下以不同股數進行拉力測試，研究股數對繩子抗拉力的影響。

(二)實驗步驟：

- 1.將 2 股 40 公分的繩線綁在電子秤上。(本實驗考量操作安全性，以下實驗每股樣本，皆是取棉繩拆分後的細線進行實驗，避免斷裂瞬間的力量造成人員受傷)
- 2.用固定車將電子秤固定在桌子上，以防測試到一半時，電子秤滑動而導致實驗有太明顯的誤差。
- 3.將繩線綁在拉力測試工具上。
- 4.用手慢慢轉動拉力測試工具，直到繩線因承受不了拉力而斷裂。
- 5.紀錄繩線斷裂時，電子秤顯示的數值。
- 6.進行 5 次實驗測量，計算測量平均數值。
- 7.分別以 4 股、6 股的繩線重覆步驟 1~6，並將實驗數據製成圖表。

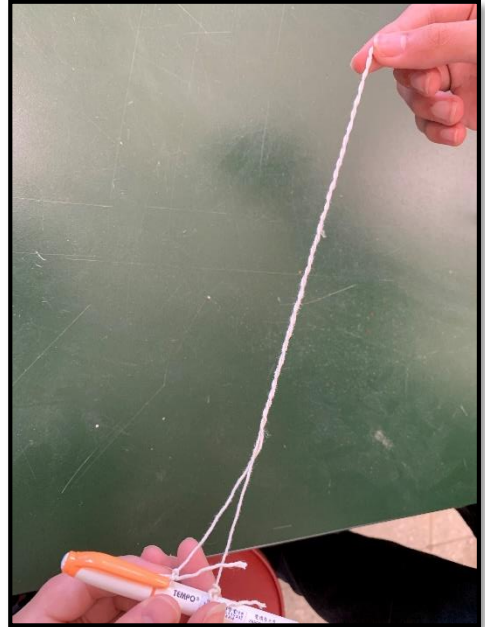


## 二、【實驗二】研究不同纏繞密度對繩子抗拉力的影響

(一)實驗目的：研究相同長度的兩股繩線，在纏繞之後不同的纏繞密度對繩子抗拉力是否產生影響。

(二)實驗步驟：

1. 用筆將 2 股 40 公分長的繩線平行放置後，以相同方向捲動 20 次將 2 股繩線纏繞在一起，如右圖所示。
2. 用固定車將電子秤固定在桌子上，以防測試到一半時，電子秤滑動而導致實驗有太明顯的誤差。
3. 將繩子綁在拉力測試工具上
4. 用手慢慢轉動拉力測試工具，直到線因承受不了拉力而斷裂，紀錄繩線斷裂時，電子秤上的數值。
5. 進行 5 次實驗測量，計算測量平均數值。
6. 分別以 25 捲/40cm、30 捲 /40Cm、35 捲/40cm、40 捲/40cm 的繩線，重覆步驟 1~5，並將實驗數據製成圖表。



## 三、【實驗三】研究長度對繩子抗拉力是否有影響

(一)實驗目的：研究繩線長度對其抗拉力是否產生影響。

(二)實驗步驟：

1. 取 30 公分的繩線 1 股綁在電子秤上，另一端綁在拉力測試工具上
2. 用固定車將電子秤固定在桌子上，以防測試到一半時，電子秤滑動而導致實驗有太明顯的誤差。
3. 用手慢慢轉動拉力測試工具，直到線因承受不了拉力而斷裂。紀錄繩線斷裂時，電子秤上的數值。
4. 進行 5 次實驗測量，計算測量平均數值。
5. 分別以 50 公分、70 公分的繩線重覆步驟 1~4，並將實驗數據製成圖表。

#### 四、【實驗四】研究材質對繩子抗拉力的影響

(一)實驗目的：比較不同繩線材質對其抗拉力的影響。

(二)實驗步驟：

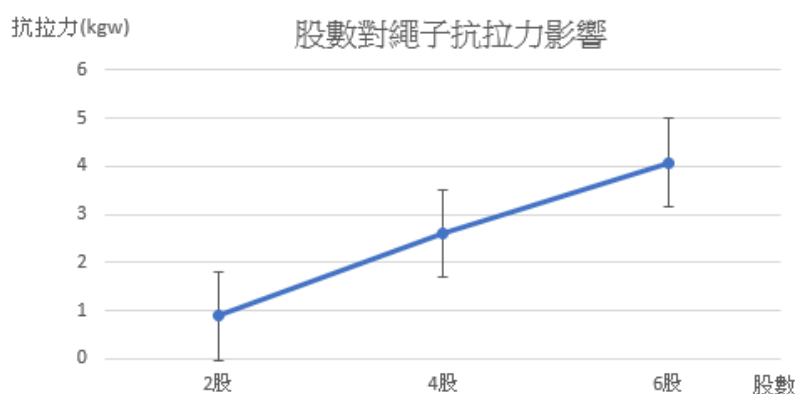
1. 取相同長度、粗細的棉繩及塑膠繩，分別進行拉力測試。
2. 兩種材質的繩線各進行 5 次實驗測量，分別計算平均數值。
3. 將實驗數據製成長條圖以進行比較。

#### 伍、研究結果及討論

一、【實驗一】股數對繩子抗拉力是否影響

(一)結果：

	2 股	4 股	6 股
一	1.00	2.55	3.95
二	1.07	2.75	3.94
三	0.92	2.92	4.35
四	1.12	2.22	4.30
五	1.02	2.54	4.02
平均	1.03	2.56	4.11

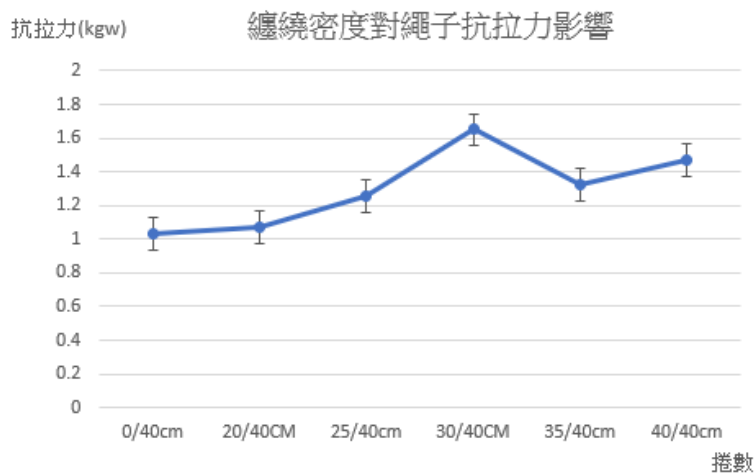


(二)討論：從實驗結果得知，繩線股數越多，抗拉力就越大，我們認為，股數越多，力量就會被分散開來，所以繩子的可承受的力量就越大。兩股中，每條平均可承受 513gw；四股中，每條平均可承受 649g；六股中，每條平均可承受 685g，所以每條可承受的抗拉力愈變愈大。

## 二、【實驗二】捲數對繩子抗拉力是否影響

(一)結果：

	20 捲 /40CM	25 捲 /40cm	30 捲 /40CM	35 捲 /40cm	40 捲 /40cm
一	1.10	1.21	1.79	1.30	1.50
二	1.00	1.32	1.67	1.37	1.47
三	1.07	1.23	1.65	1.39	1.40
四	1.12	1.31	1.57	1.29	1.53
五	1.05	1.24	1.58	1.26	1.47
平均	1.07	1.26	1.65	1.32	1.47



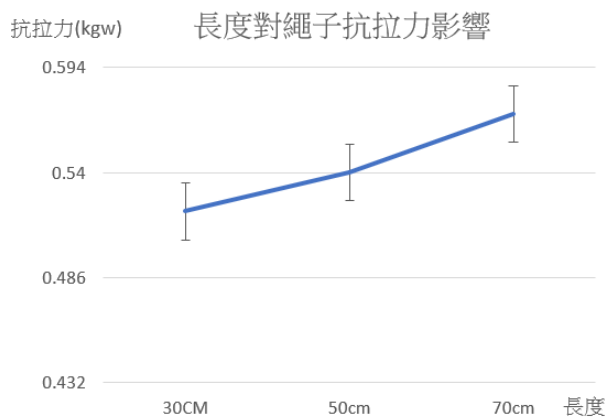
(二)討論：

- 1.從實驗結果得知，有纏繞跟沒纏繞會有差異，且實驗中，以30捲／40cm所能承受的拉力最大，之後再增加纏繞的密度能承受的拉力反而下降。
- 2.繩子纏繞密度越大，抗拉力會越來越大，我們推測兩股纏繞後，拉力與各股繩線的方向因此有了夾角，各股繩線在繩線方向上承受的拉力較未纏繞（即各股繩線平行）來得小，因此增加了整體的抗拉強度。
- 3.纏繞密度到了一定的值後，抗拉力開始下降，我們認為是纏繞密度到一定的程度後，兩股纏繞繩線摩擦造成的磨損對抗拉強度的影響，變得比前述的因素更有影響性，以致於讓繩子的抗拉強度降低。

### 三、【實驗三】長度對繩子抗拉力是否影響

(一)結果：

	30cm	50m	70cm
一	0.53	0.56	0.58
二	0.51	0.52	0.57
三	0.55	0.56	0.56
四	0.50	0.53	0.60
五	0.51	0.51	0.56
平均	0.52	0.54	0.57



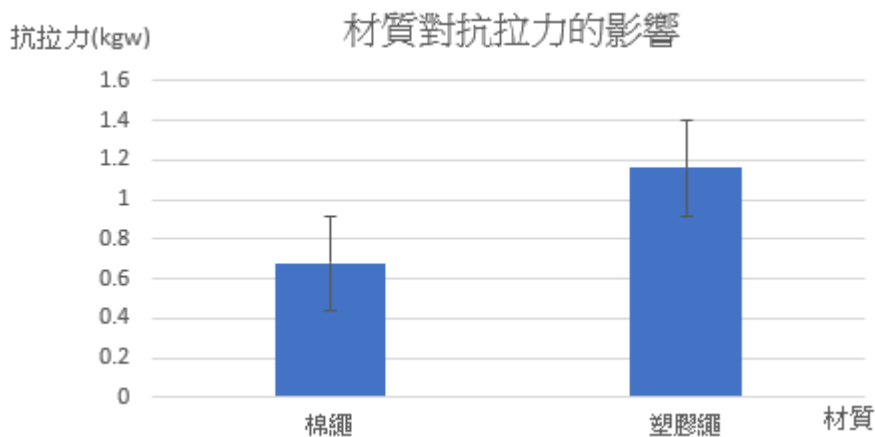
(二)討論：

- 1.從實驗的結果可知，長度較長的棉繩抗拉力比短的棉繩還要來的好，但影響程度很小，甚至考量實驗誤差範圍，以及人為操作造成的誤差，難以確認繩線長度對抗拉力的影響。
- 2.我們認為這個結果是因為不論繩線的長短，張力使得每一個小段的繩線所承受的拉力都一樣，所以整體可承受的力都差不多，使實驗出來長的繩子和短的繩子平均抗拉力差距不大。

#### 四、【實驗四】材質對繩子抗拉力是否影響

(一)結果：

	棉繩	塑膠繩
一	0.64	1.20
二	0.61	1.10
三	0.71	1.15
四	0.69	1.27
五	0.75	1.09
平均	0.68	1.16



(二)討論：

1. 從實驗結果可知，塑膠繩比棉繩來的堅硬可承受更多抗拉力。
2. 我們認為，這可能是因為棉繩絲的纖維彼此之間連結強度比較鬆散，塑膠繩線的製作則是塑膠粒拉絲成形，使得結構上較棉繩具有更大的抗拉強度，而較不容易斷掉。

#### 陸、結論及心得

- 一、由實驗結果可以得知，繩線的抗拉強度和股數、纏繞密度、材質等因素有關，但長度幾乎不影響繩子的抗拉力。
- 二、繩線股數越多，抗拉力就越大，在這幾次的實驗中，六股的繩子，平均每股抗拉力是最好的；繩線纏繞密度越大，抗拉力會越來越大，但纏繞密度到了一定的值後，抗拉力反而會下降。在這幾次的實驗之中，發現繩子長度較不明顯影響繩子的抗拉力，而塑膠繩的抗拉力明顯比棉繩的抗拉力還要好。
- 三、這次研究考慮到安全性，而只能用繩線拆分後的絲作為一股的基本單位，跟真實的狀態可能有一點不一樣，是我們覺得比較可惜的部分。