

臺北市第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：貨從天降—降落傘奧秘之探討

關 鍵 詞：降落傘、中心打洞、降落時間

編 號：

## 摘要

利用塑膠袋做出 3 種不同大小的降落傘，站在同一高度輕輕施放，每架降落傘皆施放 5 次，並改變降落傘承載的積木重量，測量各降落傘的落地時間。結果發現**降落傘的傘面愈大，落地時間愈長，且傘面愈大，所能承載的積木愈重**；另外發現**降落傘傘面的面積，和所能承載重量的上限，兩者呈正相關**，且降落傘承載重量的極限超過降落傘面積的倍數。而相同面積的方形降落傘，若相鄰的兩個邊長度愈接近時，降落傘落地的時間也會較長。最後發現在降落傘中心打一個適當的小孔洞，亦能使降落傘在空中停留的時間變久，且也更平穩。

## 壹、前言

降落傘，在現今航空科學技術中，是主要由透氣的柔性織物製成並可摺疊包裝在傘包或傘箱內，工作時相對於空氣運動，充氣展開，使人或物體減速、穩定的一種氣動力減速器。它通常有一個面積很大的傘蓋，可以產生很大的空氣阻力。下落的人或物體通過繩索與傘蓋相連。降落傘可以保證在空中下落的人或物體的安全。降落傘是空降兵的重要裝備。利用降落傘，人們還可以控制下降的方向，保證降落地點的準確性。

因為我最近在玩模型降落傘，對降落傘能緩慢落地感到很有興趣，很想知道什麼樣的降落傘可以在空中停留時間最久、最慢落地，因此這次科展主題我決定研究降落傘。我有看過別人做改變材質，形狀，面積，載物重量，所以我就想做比較特別的：邊長比例不同，做我想知道降落傘的傘面大小和它落地時間之間的關係；另外還要探討傘面大小和它所能承載的重量，不同大小的降落傘承載的重量達多少，才會接近自由落體一樣的時間落地，還要探討方形降落傘要怎麼樣的**比例最完美**，還要再拿**比例最完美的降落傘打洞**，幾公分的洞可以在空中停留最久。

## 貳、研究設備及器材

1. 棉線
2. 積木
3. 碼表
4. 尺
5. 剪刀
6. 奇異筆
7. 塑膠袋

## 參、 研究過程或方法

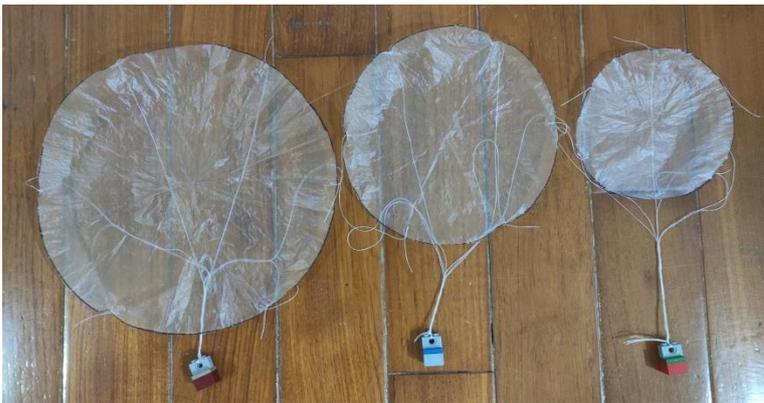
### 【實驗一】不同傘面面積圓形降落傘的落地時間比較。

1. 將塑膠袋剪出 3 個不同大小的圓形，作為降落傘的傘面，由大到小直徑分別為 25cm、19cm、14cm (依序編號為 A、B、C)。
2. 將每個傘面靠近圓周處各打 6 個洞 (每個洞之間間隔一致)，各綁上 6 條棉線，線的另一端綁上 2 gw 的積木，傘面和積木之間的棉線長固定為 25cm。
3. 站在同一地點由同一個人輕輕施放，降落傘的積木距離地面固定為 2 m 高，每個降落傘皆投放 5 次，測量降落傘的落地時間。

編號 A

編號 B

編號 C



編號 A

編號 B

編號 C



**【實驗二】載重重量不同圓形降落傘落地時間比較。**

1. 改變降落傘承載的積木重量，每次增加 2gw，載物重量依序為 2gw、4gw、6gw、8gw、10gw，在同樣的高度施放降落傘，每個降落傘皆施放 5 次，測量降落傘的落地時間。
2. 站在同一地點由同一個人輕輕施放，降落傘的積木距離地面固定為 2 m 高，每個降落傘皆投放 5 次，測量降落傘的落地時間。
3. 另外加測 → 降落傘 A 載重 28gw 和 51gw 以及 降落傘 B 載重 22gw 的落地時間。

**【實驗三】邊長比例不同方形降落傘落地時間比較。**

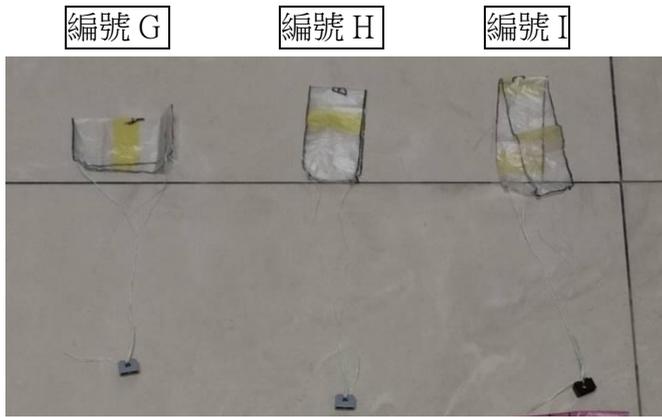
1. 將塑膠袋剪出 3 個面積相同皆為 400 cm<sup>2</sup>但不同形狀的正方形和長方形，作為降落傘的傘面，邊長分別為 20 cm × 20 cm、25 cm × 16 cm、40 cm × 10 cm (依序編號為 D、E、F)。
2. 將塑膠袋剪出 3 個面積相同皆為 100 cm<sup>2</sup>但不同形狀的正方形和長方形，作為降落傘的傘面，邊長分別為 10 cm × 10 cm、20 cm × 5 cm、25 cm × 4 cm (依序編號為 G、H、I)。
3. 將 D、E、F、G、H、I 每個傘面的四角各打 1 個洞，各綁上 1 條棉線，線的另一端綁上 2 gw 的積木，傘面和積木之間的棉線長固定為 20cm。
4. 站在同一地點由同一個人輕輕施放，降落傘的積木距離地面固定為 2.5 m 高，每個降落傘皆施放 5 次，測量降落傘的落地時間。

編號 D

編號 E

編號 F





**【實驗四】中心孔洞不同方形降落傘落地時間比較。**

1. 將降落傘 D1 和 G1 的傘面中央各剪  $1\text{ cm}^2$  的正方形開孔，降落傘的積木距離地面固定為 2.5 m 高，每個降落傘皆投放 5 次，測量降落傘的落地時間。
2. 將降落傘 D2 的傘面中央剪出  $4\text{ cm}^2$  的正方形開孔，降落傘的積木距離地面固定為 2.5 m 高，施放 5 次，測量降落傘的落地時間。

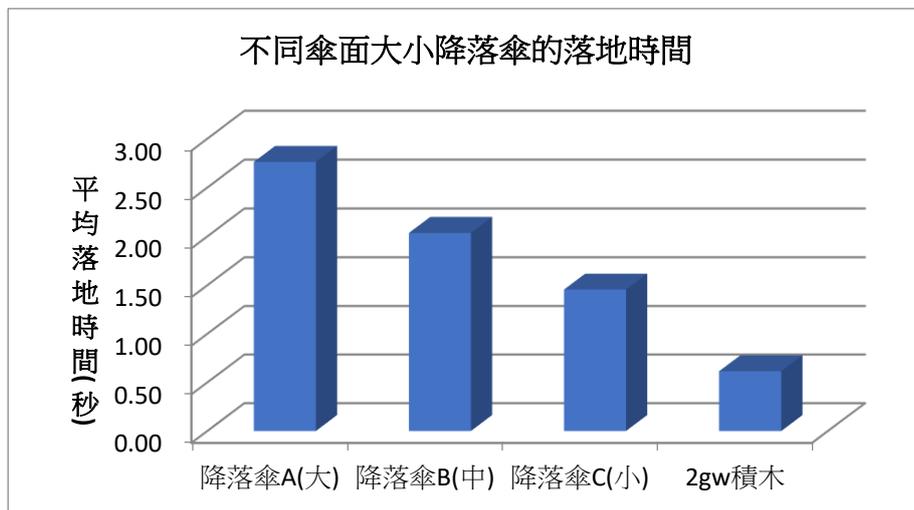
**【各編號降落傘之形狀、大小狀態等一覽表】**

| 編號 | 形狀  | 尺寸            | 打孔  |
|----|-----|---------------|---|
| A  | 圓形  | 直徑 25 cm      | ×   |
| B  |     | 直徑 19 cm      |   |
| C  |     | 直徑 14cm       |   |
| D  | 正方形 | 20 cm × 20 cm | ×   |
| E  | 矩形  | 25 cm × 16 cm | ×   |
| F  |     | 40 cm × 10 cm |   |
| G  | 正方形 | 10 cm × 10 cm | ×   |
| H  | 矩形  | 20 cm × 5 cm  | ×   |
| I  |     | 25 cm × 4 cm  |   |
| G1 | 正方形 | 10 cm × 10 cm | 中央 $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ 正方形開孔 |
| D1 |     | 20 cm × 20 cm | 中央 $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ 正方形開孔 |
| D2 |     | 20 cm × 20 cm | 中央 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 正方形開孔 |

## 肆、研究結果

【實驗一】不同傘面面積圓形降落傘的落地時間比較：

| 降落傘編號     | 降落傘 A(大) | 降落傘 B(中) | 降落傘 C(小) | 無傘對照組 |
|-----------|----------|----------|----------|-------|
| 第一次(s)    | 2.43     | 1.81     | 1.46     | 0.65  |
| 第二次(s)    | 2.75     | 1.91     | 1.35     | 0.55  |
| 第三次(s)    | 2.65     | 1.91     | 1.56     | 0.64  |
| 第四次(s)    | 2.75     | 2.10     | 1.42     | 0.62  |
| 第五次(s)    | 2.85     | 2.05     | 1.49     | 0.61  |
| 平均落地時間(s) | 2.76     | 2.04     | 1.46     | 0.61  |



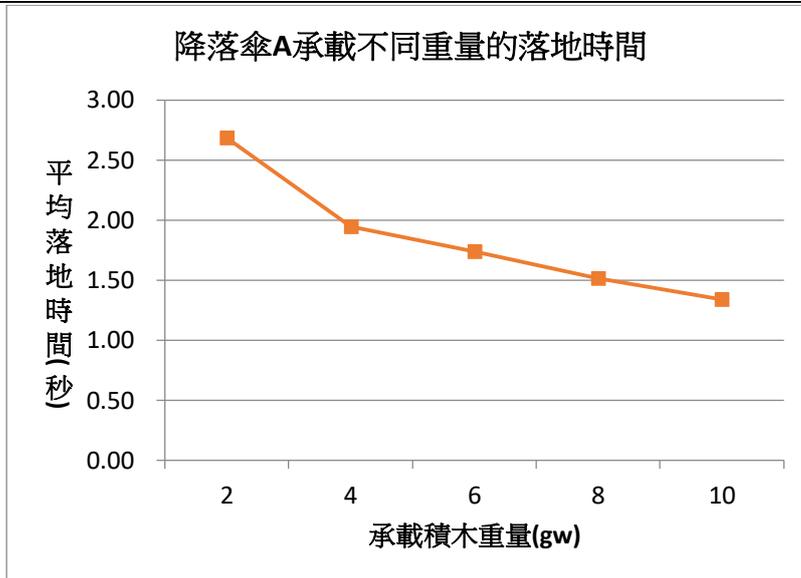
[圖一、不同傘面大小降落傘的落地時間]

**結果**：傘面直徑 25cm(編號 A) 的降落傘平均落地時間為 2.76 秒，落地時間最長；傘面直徑 14cm(編號 C) 的降落傘平均落地時間為 1.46 秒，落地時間最短，但是比對照組(不含降落傘)的落地時間延長了 0.85 秒。

【實驗二】載重重量不同圓形降落傘落地時間比較:

1. 降落傘 A

| 乘載積木重量(gw) | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   |
|------------|------|------|------|------|------|
| 第一次(s)     | 2.43 | 1.83 | 1.54 | 1.56 | 1.36 |
| 第二次(s)     | 2.75 | 1.91 | 1.74 | 1.48 | 1.37 |
| 第三次(s)     | 2.65 | 1.98 | 1.73 | 1.65 | 1.27 |
| 第四次(s)     | 2.75 | 2.15 | 1.95 | 1.45 | 1.39 |
| 第五次(s)     | 2.85 | 1.85 | 1.73 | 1.43 | 1.32 |
| 平均落地時間(s)  | 2.69 | 1.94 | 1.74 | 1.51 | 1.34 |

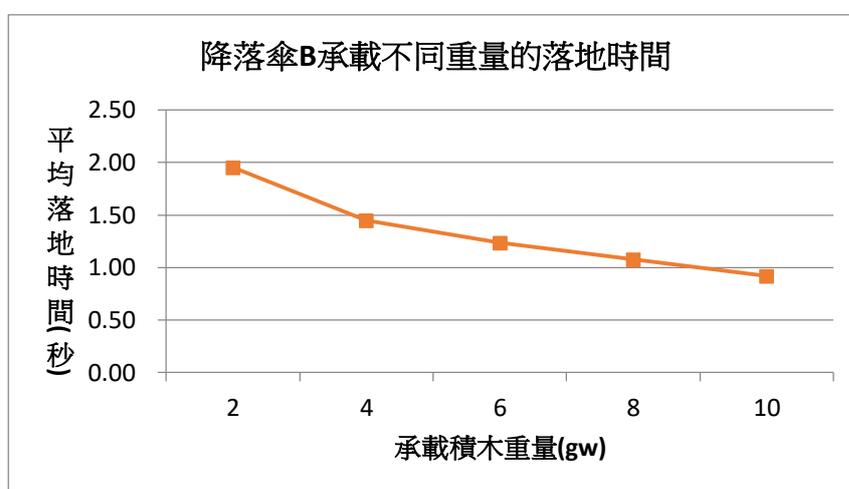


[ 圖二、降落傘 A 承載不同重量的落地時間 ]

## 2. 降落傘 B

| 乘載積木重量(gw) | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   |
|------------|------|------|------|------|------|
| 第一次(s)     | 1.81 | 1.48 | 1.13 | 1.04 | 0.89 |
| 第二次(s)     | 1.91 | 1.41 | 1.26 | 1.06 | 0.92 |
| 第三次(s)     | 1.91 | 1.62 | 1.07 | 1.07 | 0.94 |
| 第四次(s)     | 2.10 | 1.32 | 1.13 | 1.13 | 0.90 |
| 第五次(s)     | 2.05 | 1.42 | 1.09 | 1.09 | 0.86 |
| 平均落地時間(s)  | 1.96 | 1.45 | 1.08 | 1.08 | 0.92 |

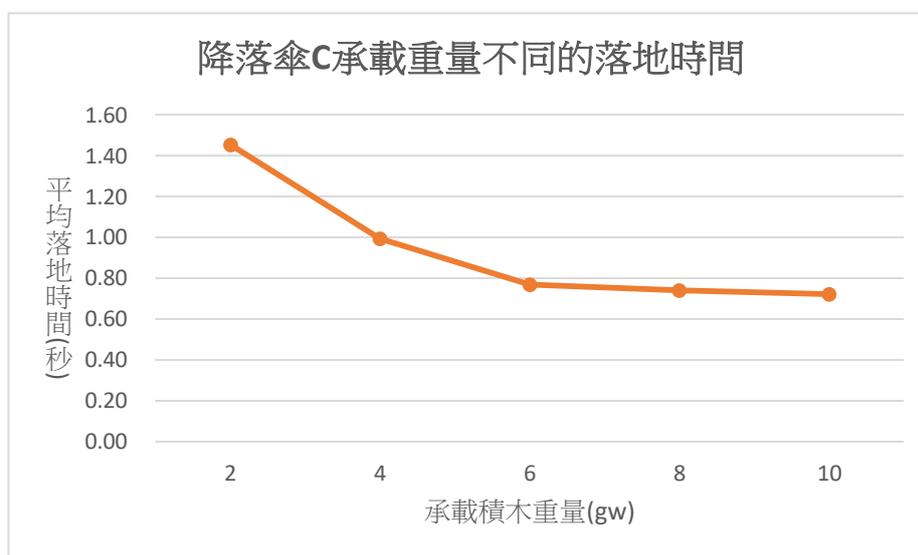
3.



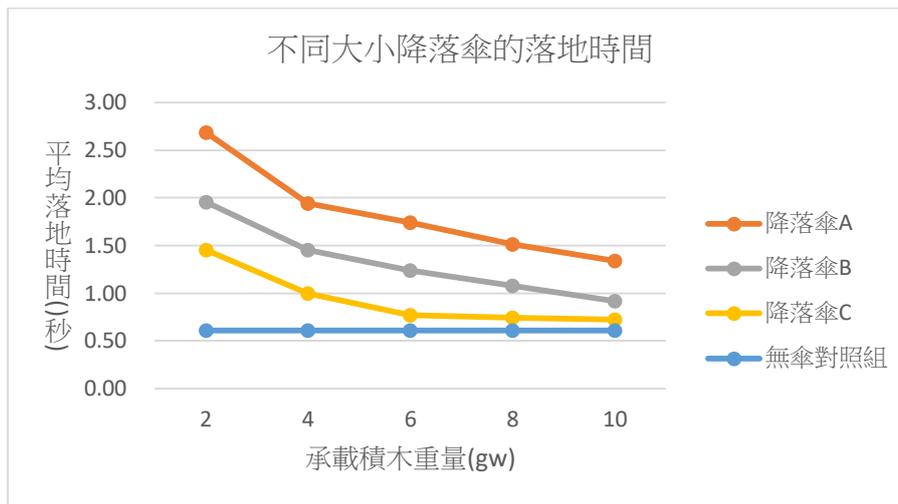
[ 圖三、降落傘 B 承載不同重量的落地時間 ]

### 3. 降落傘 C

| 乘載積木重量(gw) | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   |
|------------|------|------|------|------|------|
| 第一次(s)     | 1.46 | 0.96 | 0.82 | 0.80 | 0.77 |
| 第二次(s)     | 1.35 | 0.91 | 0.90 | 0.66 | 0.67 |
| 第三次(s)     | 1.56 | 1.07 | 0.65 | 0.70 | 0.66 |
| 第四次(s)     | 1.42 | 1.03 | 0.79 | 0.75 | 0.71 |
| 第五次(s)     | 1.49 | 0.96 | 0.74 | 0.74 | 0.69 |
| 平均落地時間(s)  | 1.45 | 0.99 | 0.78 | 0.73 | 0.70 |



[ 圖四、降落傘 C 承載不同重量的落地時間 ]



[圖五、不同大小降落傘的落地時間]

**結果**：降落傘的傘面愈小，承載的積木愈重，落地時間愈短。各降落傘承載 10gw 積木的落地時間仍然比積木自由落體的落地時間長。

4.降落傘 C 承載 10gw 積木的落地時間接近無傘對照組，但降落傘 A 和 B 仍有繼續乘載積木的空間，因此繼續測試降落傘 A 和 B 所能乘載積木重量的上限。

| 降落傘編號     | 2gw 積木<br>自由落體 | 降落傘 A<br>+ 28gw | 降落傘 A<br>+ 51gw | 降落傘 B<br>+ 22gw | 降落傘 C<br>+ 10gw |
|-----------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 第一次(s)    | 0.65           | 0.83            | 0.54            | 0.67            | 0.77            |
| 第二次(s)    | 0.55           | 0.82            | 0.72            | 0.71            | 0.67            |
| 第三次(s)    | 0.64           | 0.87            | 0.63            | 0.84            | 0.66            |
| 第四次(s)    | 0.62           | 0.90            | 0.65            | 0.65            | 0.71            |
| 第五次(s)    | 0.61           | 0.88            | 0.61            | 0.63            | 0.69            |
| 平均落地時間(s) | 0.61           | 0.86            | 0.63            | 0.70            | 0.70            |

**結果**：降落傘的傘面愈大，所能承載的積木愈重。降落傘 A 承載 51gw 的積木平均落地時間才接近積木自由落體的時間；降落傘 B 承載 22gw 積木平均落地時間才接近積木自由落體的時間；降落傘 C 承載 10gw 積木平均落地時間就接近積木自由落體的時間。

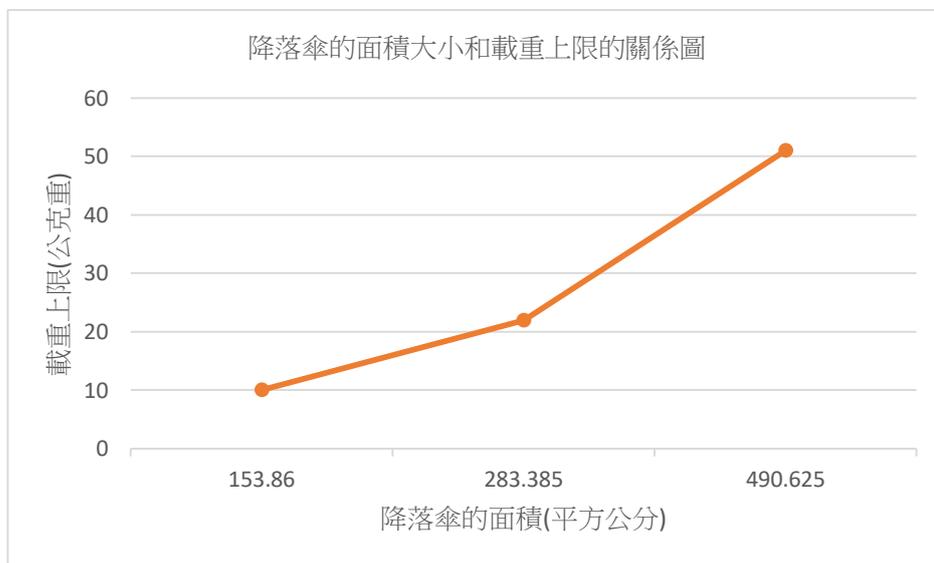
### 降落傘的面積大小和載重上限的關係

降落傘 A 面積： $3.14 \times 12.5 \times 12.5 = 490.625 \text{ cm}^2$

降落傘 B 面積： $3.14 \times 9.5 \times 9.5 = 283.385 \text{ cm}^2$

降落傘 C 面積： $3.14 \times 7 \times 7 = 153.86 \text{ cm}^2$

| 降落傘編號                   | A       | B       | C      |
|-------------------------|---------|---------|--------|
| 降落傘的面積( $\text{cm}^2$ ) | 490.625 | 283.385 | 153.86 |
| 載重上限(gw)                | 51      | 22      | 10     |



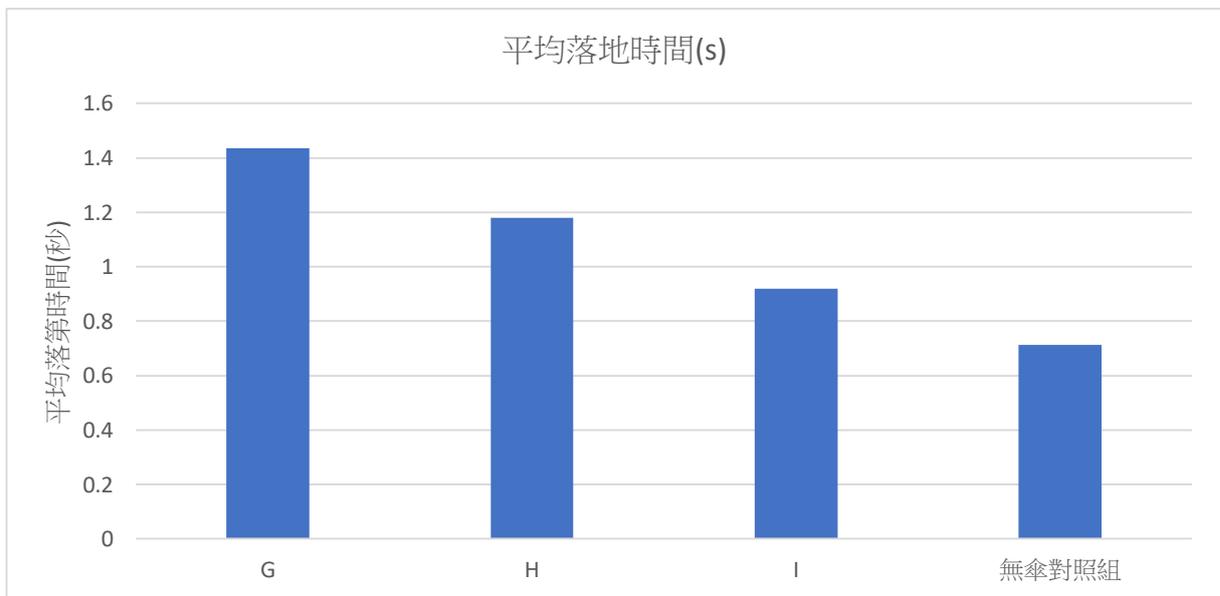
[圖六、不同大小降落傘的載重上限]

**結果**：降落傘的傘面愈大，載重上限愈大，且兩者呈正相關。

【實驗三】邊長比例不同方形降落傘落地時間比較:

1. 總面積  $100 \text{ cm}^2$  降落傘之比較:

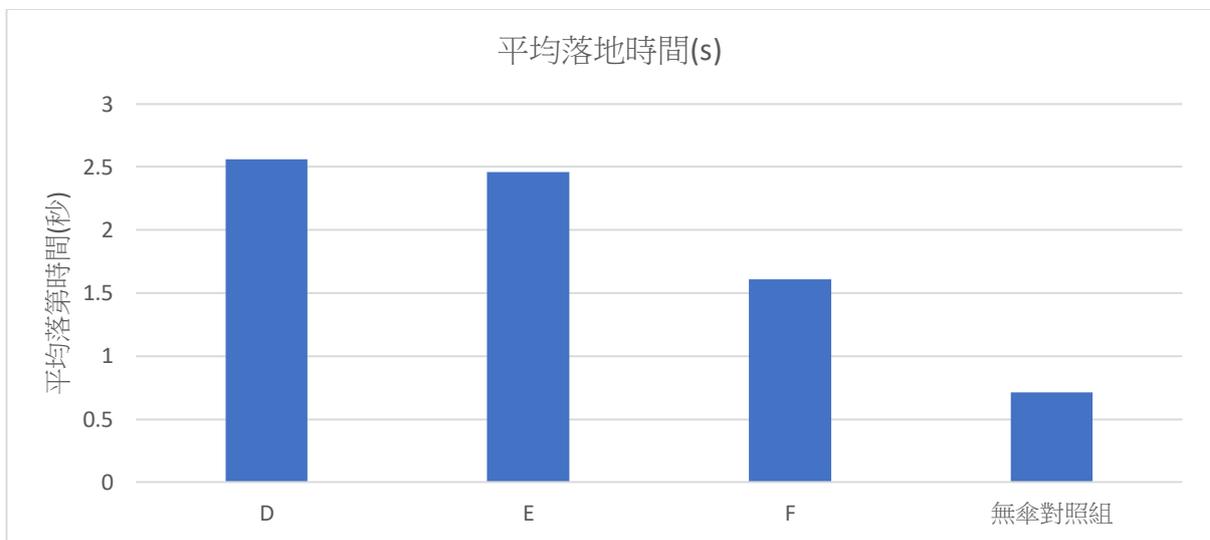
| 降落傘編號     | G (10×10 cm) | H (20×5 cm) | I (25×4 cm) | 無傘對照組 |
|-----------|--------------|-------------|-------------|-------|
| 第一次(s)    | 1.53         | 1.12        | 0.87        | 0.74  |
| 第二次(s)    | 1.55         | 1.22        | 0.90        | 0.65  |
| 第三次(s)    | 1.49         | 1.22        | 0.88        | 0.74  |
| 第四次(s)    | 1.30         | 1.16        | 1.03        | 0.72  |
| 第五次(s)    | 1.31         | 1.18        | 0.92        | 0.71  |
| 平均落地時間(s) | 1.436        | 1.18        | 0.92        | 0.714 |



結果:10×10(編號 G)傘時間最久，4×25(編號 I)時間最短。

2. 總面積 400 cm<sup>2</sup> 降落傘之比較:

| 降落傘編號     | D (20×20 cm) | E (16×25 cm) | F (10×40 cm) | 無傘對照組 |
|-----------|--------------|--------------|--------------|-------|
| 第一次(s)    | 2.63         | 2.49         | 1.76         | 0.74  |
| 第二次(s)    | 2.61         | 2.46         | 1.39         | 0.65  |
| 第三次(s)    | 2.49         | 2.44         | 1.59         | 0.74  |
| 第四次(s)    | 2.42         | 2.43         | 1.63         | 0.72  |
| 第五次(s)    | 2.65         | 2.49         | 1.67         | 0.71  |
| 平均落地時間(s) | 2.56         | 2.46         | 1.61         | 0.714 |

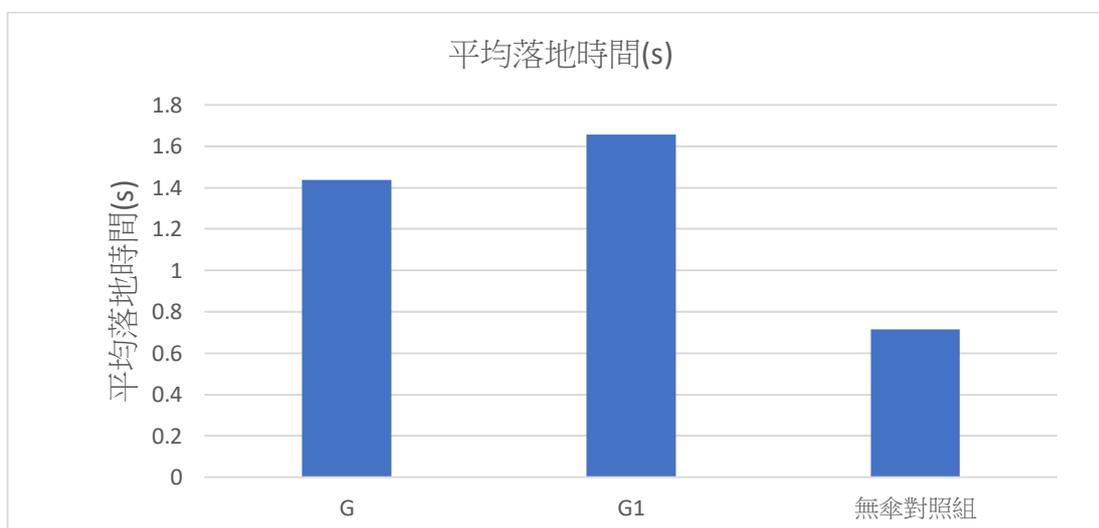


**結果:**20×20(編號 D)傘時間最久，10×40(編號 F)時間最短。

從兩個方形降落傘的實驗，都發現降落傘的兩個邊長越接近時，降落傘效果就越好。由第一組和第二組比較可以發現還發現方形降落傘面積越大降落時間越久。

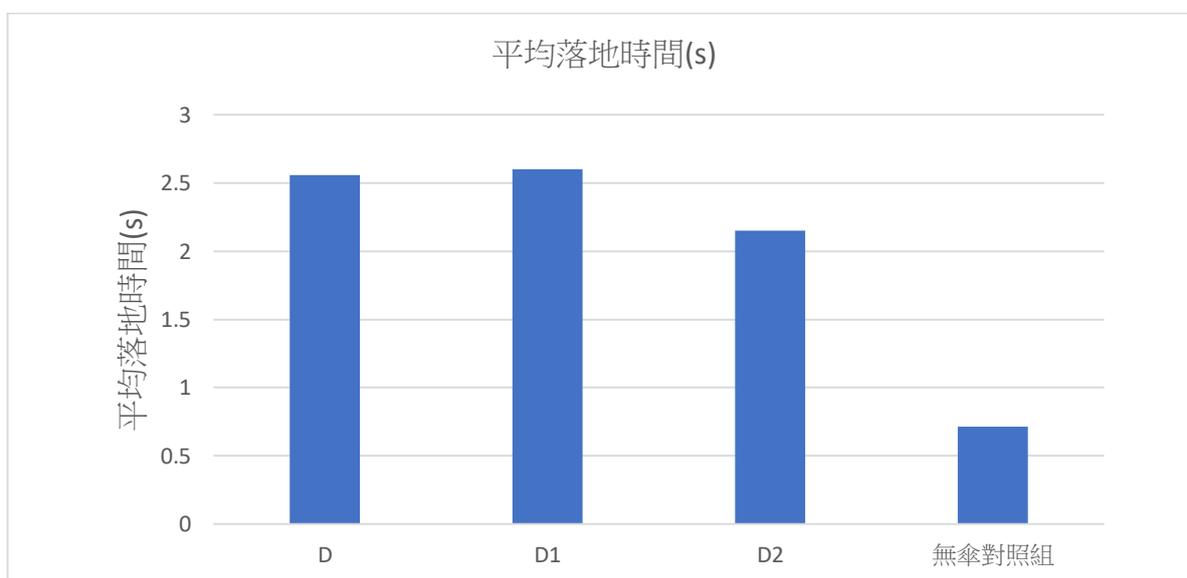
【實驗四】中心孔洞不同方形降落傘落地時間比較:

| 降落傘編號     | G(10×10 cm) | G1(中央 1×1 cm 開孔) | 無傘對照組 |
|-----------|-------------|------------------|-------|
| 第一次(s)    | 1.53        | 1.72             | 0.74  |
| 第二次(s)    | 1.55        | 1.67             | 0.65  |
| 第三次(s)    | 1.49        | 1.62             | 0.74  |
| 第四次(s)    | 1.30        | 1.57             | 0.72  |
| 第五次(s)    | 1.31        | 1.70             | 0.71  |
| 平均落地時間(s) | 1.436       | 1.656            | 0.714 |



**結果**:由實驗可看出打過洞降落時間更久，原因是洞讓氣流通過，會較平穩，不易搖晃，所以能再停留較久。

| 降落傘編號     | D (20×20 cm) | D1(中央 1×1 cm 開孔) | D2(中央 2×2 cm 開孔) | 無傘對照組 |
|-----------|--------------|------------------|------------------|-------|
| 第一次(s)    | 2.63         | 2.79             | 2.09             | 0.74  |
| 第二次(s)    | 2.61         | 2.51             | 2.27             | 0.65  |
| 第三次(s)    | 2.49         | 2.68             | 2.14             | 0.74  |
| 第四次(s)    | 2.42         | 2.62             | 2.14             | 0.72  |
| 第五次(s)    | 2.65         | 2.44             | 2.09             | 0.71  |
| 平均落地時間(s) | 2.56         | 2.60             | 2.15             | 0.714 |



**結果**:由上圖可看出剪 4 平方公分的洞並不會停留更久，代表 1 平方公分的洞效果較佳(較適當)，可能是因為 1 平方公分可以讓氣流通過，保持平穩，又不易對降落傘的效能造成影響；而 4 平方公分的洞可能就會像破洞(過大)一樣，對降落傘的效能造成不當的影響，導致降落傘較快的落地。

## 伍、 討 論

- 一、由於考量到戶外有風和其他因素，決定在室內做實驗。
- 二、降落傘的原理：降落傘是一種利用空氣阻力延緩物體在空氣中下落速度的物體。物體因為受到地心引力的作用，物體向下落時空氣會產生向上的力(稱為空氣阻力)，物體的面積愈大，空氣向上的阻力也就愈大，物體向下成自由落體時，空氣會造成阻力打開傘面，減緩下降速度，**傘面愈大，阻力也愈大**。
- 三、在這次實驗中，我發現因為家裡空間不夠，施放高度不夠高，造成降落傘的落地時間短暫，有時候要觀察落地時間按下碼表會反應不及，導致計時容易出現誤差，所以實際上是測量 7 次，去掉最高和最低的數據，再來計算 5 次平均的落地時間以減少誤差。下次應該要找一個更高的地方施放降落傘，才有足夠的反應時間，結果才能更精準。
- 四、實驗過程觀察到降落傘降落時會左右搖擺，是因為降落傘面沒有完全展開導致不穩，搜尋網路上的資料發現可以在**傘面頂部中央開孔**，如此可以讓氣流通過開口，降落傘會更平穩降落。
- 五、大降落傘的面積約是小降落傘的 3.2 倍，但乘載重量的極限卻是小降落傘的 5.1 倍，中降落傘的面積約是小降落傘的 1.8 倍，乘載重量的極限約是小降落傘的 2.2 倍，顯示降落傘的面積越大，所能乘載重量的極限也越大，但乘載重量的極限不是和降落傘的面積成正比，而是超過面積的倍數。
- 六、期望以後能更精準測量降落傘的落地時間，找出降落傘面積大小和落地時間的公式關係，還有找出降落傘面積大小和載重上限的相關性。
- 七、在做實驗時發現邊長差異太大，加上現不夠長，可能會讓降落傘張不開來，導致實驗有誤差。
- 八、在實驗過程中發現了打洞會讓降落傘更平穩，不易搖擺，改變位置。

## 陸、 結 論

- 一、傘面面積越大，下降速度越慢。
- 二、傘面面積越大，可以乘載的重量越重。
- 三、載物越重，下降速度越快，也越不穩定。
- 四、重量達到降落傘所能乘載極限的時候，也會像自由落體一樣掉下來。
- 五、大降落傘的面積約是小降落傘的 3.2 倍，但乘載重量的極限卻是小降落傘的 5.1 倍，顯示降落傘乘載重量的極限超過降落傘面積的倍數。
- 六、方形降落傘的兩個邊長越接近，降落傘停留時間越久。
- 七、在降落傘中心打一個小洞會讓降落傘停留時間變久。
- 八、在傘面頂部中央打 1 平方公分的孔洞效果較好(大小較適當)，可以讓降落傘在空中停留最久。

## 柒、 參 考 文 獻 資 料

- 1.陳奕璵、阮紀德、張瀚之（2013）。全國高級中等學校小論文-瀟灑下凡的仙者-降落傘。  
取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2013/04/2013040112583283.pdf>
2. (2012)作品名稱:探討降落傘的秘密。取自  
<http://web.wcps.tp.edu.tw/active/101%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E5%BA%A6/101%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E4%B8%8B%E5%AD%B8%E6%9C%9F%E7%A7%91%E5%B1%95/%E6%8E%A2%E8%A8%E9%99%8D%E8%90%BD%E5%82%98%E7%9A%84%E7%A7%98%E5%AF%86.pdf>
3. 黃宏文老師(2000) 仁武高中國中部生活科技實作活動-蛋蛋危機。取自 <http://files.it-rwm.webnode.tw/200000115-3e9d2408f9/%E8%9B%8B%E8%9B%8B%E5%8D%B1%E6%A9%9F-%E9%99%8D%E8%90%BD%E5%82%98%E8%A3%BD%E4%BD%9C%E6%95%99%E5%AD%B8%E7%B0%A1%E5%A0%B1.pdf>