

花蓮縣第 60 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)

組 別：國小組

作品名稱：罩住你一生---口罩密合度研究

關 鍵 詞：口罩、密合度裝置、密合度裝置測試儀（最多三個）

編 號：

（由教育處統一編列）



目 錄

| | |
|----------------|----|
| 摘要..... | 02 |
| 壹、研究動機..... | 03 |
| 貳、研究目的..... | 03 |
| 參、研究設備及器材..... | 04 |
| 肆、研究過程及方法..... | 05 |
| 伍、實驗結果..... | 10 |
| 陸、討論..... | 14 |
| 柒、結論..... | 15 |
| 捌、參考資料及其它..... | 16 |

摘 要

今年因為爆發 COVID-19，讓人們進入醫院要戴口罩外，只要離開家就需要戴上口罩，而市面上口罩繁多，效能和價格都不同，密合度好的口罩通常都要供給第一線人員使用，我們希望能讓大家即使帶便宜的一般醫療口罩，也能有像 N95 口罩一樣的高密合度，於是我們製作了口罩密合度裝置和測試儀並利用口罩密合度裝置來加強口罩的防護力。我們發現 N95 口罩的密合度真的大於醫療口罩和布口罩的密合度，而加上口罩密合度裝置後的一般醫療口罩也能達到像 N95 口罩一樣高的密合度。這樣一來，大家可以花比較少的錢，就能帶到密合度好的口罩了。

壹、研究動機

以往在流感和各種病毒細菌流行的時刻，我們都會在感冒時加戴口罩，而今年因為爆發 COVID-19，讓人們除了進入醫院要戴口罩外，甚至只要離開家就需要戴上口罩，口罩儼然就是一個保護我們的好幫手。而市面上各種口罩繁多，效能也都不同，我們想了解甚麼口罩才能真正保護自己，避免細菌、病毒及有害的空氣入侵身體？經過小組討論和蒐集資料結果發現醫療用口罩和 N95 口罩，才是經過國家認證，有效防護的口罩，但 N95 口罩售價高達 85-95 元且生產不易，而醫療口罩雖然相對便宜，其防護力只有約 85%，因此我們希望製造出一個密合裝置，能讓一般醫療口罩也能達到 N95 口罩的效果。

為了讓口罩更密合，我們在老師的協助下，和組員一起設計了口罩密合度裝置，希望我們戴的口罩除了透氣度好，還能有較高的密合度，因此我們另外發明了一個口罩密合度測試儀來測試市售口罩加上裝置後的密合度，此裝置利用電腦課學到的 Arduino 晶片版和 Scratch 應用程式設計出測量口罩密合後的密合度，借此了解市售口罩加上口罩密合度裝置是否更密合。

貳、研究目的

1. 研究不同市售口罩的密合度。
2. 研究不同市售口罩加上密合度裝置後的密合度。
3. 固定風管高度測量不同口罩的密合度。
4. 固定風管高度測量不同口罩加上密合度裝置後密合度。

參、研究設備及器材

(一) 硬體設備

首先我們需要使用的裝置有：

1. Arduino 晶片版
2. Scratch 應用程式

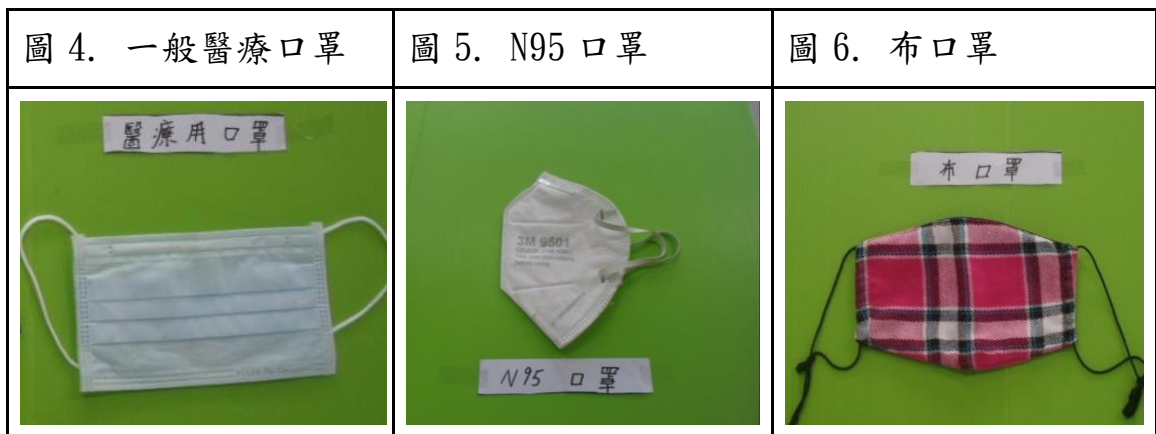


(二) 軟體設備

我們利用 Scratch 來連接作品，首先要先開啟 Transformer，連接 Arduino 晶片版(第一次需要自動燒錄韌體)，選擇開啟 Scratch，接好電線後，開啟寫程式，我們設定了一個按鈕，按下按鈕，就會開始測量呼吸的情況。

(三) 實驗器材

根據蒐集到的資料，我們選定以下三種口罩進行實驗，下方是我們整理的口罩功能比較表及圖片。



表一、口罩比較表

| 種類 | 功能 |
|--------|-----------------------|
| 醫療口罩 | 阻隔飛沫、細菌等 |
| N95 口罩 | 阻隔 PM2.5 的空污、病患的體液和血液 |
| 布口罩 | 防止飛沫 |

肆、研究過程與方法

一、研究前準備

(一)為了更了解我們要做的實驗，因此我們先上網查了歷屆相關科展作品，以下是我們統整的表格。

表二、歷屆科展相關作品統整表

| 屆數 | 題目 | 內容 |
|--------|--------------------------------|---|
| 第 42 屆 | 1. 它，罩著我嗎？-口罩阻隔機車廢氣功能之研究 | 布口罩效率好。 |
| 第 43 屆 | 2. 不祥之罩-口罩對都會市區主要空氣污染物攔截效 | 一般醫療口罩效果好。 |
| 第 47 屆 | 3. 生活中的碳-探討自製的活性碳之吸附雜質 | 發現不同的活性碳對不同的物質有不同的吸附效果。 |
| 第 43 屆 | 4. SARS 流行，您的口罩真的有效嗎？各種口罩之性能探討 | 1. 商業活性碳 200°C 下耐熱程度最大 2. AC2(此為活性碳口罩之代號)口 |

| | | |
|--------|-----------------------------|---|
| | | <p>單性能較佳</p> <p>3. AC4 效果應最好</p> <p>4. AC4 無論在液體吸附能力(碘值)和脫色能力(亞甲基藍和紅墨水之毫升數)中，表現最佳，而 AC2 口罩在這幾項效能亦達一定水準</p> <p>5. AC2 活性碳層效果亦佳，顯示其有吸附黴菌、避免土司發黴的效果，但也有可能將黴菌帶著走，增加傳染之危險性</p> |
| 第 56 屆 | 5. 捍「味」戰士~製「罩」保健康 | 運用創意在布口罩上加縫拉鍊，製成可替換式口罩，可以依當日空氣品質替換內層，並於活性碳內層失去功能時替。 |
| 第 57 屆 | 6. 「塵」風盡埤 - 探討空汙粒子擴散特性及口罩對其 | 發現對空汙粒子的防禦力為:活性碳口罩=外科口罩=口罩中層>布口罩 > 口罩內層=活性碳層>口罩外層。 |
| 第 56 屆 | 7. pm2.5 遠離我 | 利用靜電吸附原理製作靜電儀，快乾膠蒸氣附著在金屬網表面凝成微觀細毛或孔隙，在通電時能夠吸附 PM2.5。 |
| 第 59 屆 | 8. Mini 清新立大功 | 改良桌上型空氣清淨機並創新製作迷你可攜式型，用 3D 列印機印出外殼，設計各種造型輕巧、方便攜帶且過濾效果佳的機型。 |




二、研究假設






市面上有賣許多不同種類的口罩，但我們發現市售的口罩不夠密合，所以我們在老師的協助下製作了口罩密合度裝置，我們假設任何市售口罩只要裝上我們設計的口罩密合度裝置密合度都會比原先更好。

三、研究過程與方法

(一) 口罩密合度裝置製作(參考圖 7-圖 18)

1. 剪下一段長 34 公分的鋁線
2. 剪下一段長 35 公分的醫療用點滴管
3. 將鋁線放入醫療用點滴管
4. 將成品壓成口鼻狀
5. 用接合器把圓形的兩段和鋁製管接合
6. 剪下 10 公分的鋁線
7. 剪下 11 公分的醫療用點滴管
8. 將鋁線放入醫療用點滴管
9. 在第八步驟的成品兩端挖洞
10. 綁上 20 公分的棉線
11. 重複 6 到 10 的步驟
12. 將 6 到 11 步驟的成品分別綁在 1 到 5 步驟成品的兩端
13. 將 1 到 12 步驟整形，製作完成

| | | |
|---|--|---|
| <p>圖 7 把剪好的鋁線套入膠管,套到尾端一公分處</p> | <p>圖 8 將固定鋁管套入鋁線</p> | <p>圖 9 用接合固定器將它們固定在一起</p> |
|  |  |  |

| | | |
|---|--|---|
| <p>圖 10 用接合器的兩段和鋁製管接合</p> | <p>圖 11 圖 4 的完成圖</p> | <p>圖 12 將成品壓成口鼻狀</p> |
|  |  |  |
| <p>圖 13 剪下鋁線和一條醫療用點滴管, 將鋁線套入膠管</p> | <p>圖 14 把膠管戳一個洞</p> | <p>圖 15 把線穿入圖 8 的洞, 在打結</p> |
|  |  |  |
| <p>圖 16 圖 9 的完成圖, 重複做兩個</p> | <p>圖 17 將圖 10 的完成品綁在圖 6 的邊邊</p> | <p>圖 18 製作完成</p> |
|  |  |  |

(二) 口罩密合度測試儀製作

1. 組裝步驟:(1)S 接 S。(2)VCC 接 V。(3)GND 接 G。

*注意：數字隨意，但不可重複。

2. 開關的線依 SVG 的順序接上。

3. 超音波感測器 →GND 接 G →ECHO 接 S →TRINS
→VCC 接 V

4. 將旋轉鈕的線接在晶片版上的 SVG

5. 將音響的線接在晶片版上的 SVG

6. 警示燈有標 GND, B, R, G (接在晶片版 J22RGB)

*注意:必須把所有線連接完畢之後，再啟動。

(三) 實驗一:研究不同市售口罩的密合度

1. 將硬體設備組裝完成後和 Arduino 晶片版做連接

2. 測量醫療口罩、布口罩、N95 口罩的密合度

(四) 實驗二:研究不同市售口罩加上密合度裝置後的密合度

1. 將硬體設備組裝完成後和 Arduino 晶片版做連接

2. 將口罩及密合度裝置套上

3. 測量醫療口罩、布口罩、N95 口罩的密合度

(五) 實驗三:固定風管高度測量不同口罩的密合度

1. 將硬體設備組裝完成後和 Arduino 晶片版做連接

2. 測量醫療口罩、布口罩、N95 口罩的密合度和風片上升時間

(六) 實驗四:固定風管高度測量不同口罩加上密合度裝置的密合度

1. 將硬體設備組裝完成後和 Arduino 晶片版做連接

2. 將口罩及密合度裝置套上

3. 測量醫療口罩、布口罩、N95 口罩的密合度和風片上升時間

伍、研究結果

一、儀器檢測定義：

(一)數值越小越不密合，數值越大越密合。

三、實驗一：研究不同市售口罩的密合度。(參考表三)

表三、 沒用密合度裝置測試表

| 種類/次數 | 醫療口罩 | N95 口罩 | 布口罩 |
|-------|------|--------|-----|
| 第一組 | 5 | 7 | 4 |
| 第二組 | 4 | 12 | 4 |
| 第三組 | 3 | 3 | 9 |
| 第四組 | 3 | 12 | 6 |
| 第五組 | 8 | 8 | 0 |
| 第六組 | 8 | 4 | 0 |
| 第七組 | 4 | 4 | 9 |
| 第八組 | 5 | 5 | 6 |
| 第九組 | 5 | 5 | 0 |
| 第十組 | 7 | 3 | 5 |
| 平均數值 | 5.2 | 6.3 | 4.3 |

(一)研究結果顯示：

沒用密合度裝置口罩密合度比較為：N95 口罩>醫療口罩>布口罩

四、實驗二:研究不同市售口罩加上密合度裝置後的密合度。(參考表四)

表四、 有用密合度裝置測試表

| 種類/次數 | 醫療口罩 | N95 口罩 | 布口罩 |
|-------|------|--------|-----|
| 第一組 | 11 | 13 | 4 |
| 第二組 | 4 | 7 | 7 |
| 第三組 | 4 | 6 | 3 |
| 第四組 | 3 | 14 | 5 |
| 第五組 | 7 | 4 | 4 |
| 第六組 | 4 | 7 | 8 |
| 第七組 | 6 | 5 | 5 |
| 第八組 | 9 | 4 | 4 |
| 第九組 | 4 | 9 | 6 |
| 第十組 | 3 | 4 | 0 |
| 平均數值 | 5.5 | 7.3 | 4.6 |

(一)研究結果顯示：

有用密合度裝置口罩密合度比較為：N95 口罩>醫療口罩>布口罩

五、實驗三:固定風管高度測量不同口罩的密合度。(參考表五)

表五、 有用密合度裝置測試表(時間)

| 次數 / 種類 | 醫療口罩 (時間) | 醫療口罩 (數值) | 布口罩 (時間) | 布口罩 (數值) | N95 口罩 (時間) | N95 口罩 (數值) |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|-------------|
| 第一組 | 2" 88 | 6 | 2" 50 | 4 | 3" 94 | 5 |
| 第二組 | 2" 01 | 4 | 2" 19 | 0 | 3" 75 | 7 |
| 第三組 | 2" 97 | 5 | 2" 56 | 9 | 3" 96 | 4 |
| 第四組 | 3" 25 | 9 | 2" 20 | 3 | 3" 88 | 5 |
| 第五組 | 2" 84 | 5 | 2" 22 | 3 | 3" 75 | 5 |
| 第六組 | 2" 17 | 4 | 2" 23 | 4 | 3" 35 | 3 |
| 第七組 | 2" 34 | 5 | 2" 22 | 5 | 3" 97 | 10 |
| 第八組 | 2" 81 | 5 | 2" 15 | 0 | 3" 09 | 9 |
| 第九組 | 2" 60 | 7 | 2" 93 | 10 | 2" 88 | 4 |
| 第十組 | 2" 90 | 5 | 2" 63 | 3 | 3" 25 | 5 |
| 平均數值 | 1" 837 | 5.5 | 1" 583 | 4.1 | 2" 422 | 5.7 |

(一)研究結果顯示：

有用密合度裝置口罩密合度比較為：N95 口罩>醫療口罩>布口罩

六、實驗四：固定風管高度測量不同口罩加上密合度裝置的密合度。
(參考表五)

表五、 沒用密合度裝置測試表(時間)

| 次數 / 種類 | 醫療口罩 (時間) | 醫療口罩 (數值) | 布口罩 (時間) | 布口罩 (數值) | N95 口罩 (時間) | N95 口罩 (數值) |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|-------------|-------------|
| 第一組 | 2" 16 | 0 | 2" 19 | 0 | 3" 60 | 4 |
| 第二組 | 2" 19 | 4 | 2" 37 | 4 | 2" 87 | 4 |
| 第三組 | 2" 97 | 5 | 2" 63 | 7 | 3" 50 | 5 |
| 第四組 | 2" 53 | 6 | 2" 97 | 9 | 3" 15 | 5 |
| 第五組 | 2" 91 | 5 | 2" 25 | 0 | 3" 31 | 7 |
| 第六組 | 2" 88 | 5 | 1" 78 | 0 | 3" 72 | 5 |
| 第七組 | 2" 79 | 5 | 2" 50 | 4 | 3" 63 | 6 |
| 第八組 | 2" 62 | 6 | 2" 22 | 4 | 3" 97 | 9 |
| 第九組 | 2" 53 | 3 | 2" 25 | 4 | 3" 18 | 7 |
| 第十組 | 2" 65 | 6 | 2" 25 | 4 | 3" 37 | 6 |
| 平均數值 | 1" 823 | 4.5 | 1" 581 | 3.24 | 2" 27 | 5.26 |

(一)研究結果顯示：

沒用密合度裝置口罩密合度比較為：N95 口罩>醫療口罩>布口罩

陸、討論

(一)實驗中遇到的困難

1. 實驗中，硬體設備不斷出問題：

風扇無法轉動，就讓我們花了近一個月的時間再修改。我們解決的方式是將風管下方加裝固定器，因為發現風管在拆卸的過程中，容易動到風扇和電線，使它無法使用。加上固定器後，這個問題就改善很多了。

2. 口罩沒帶好，會影響實驗數據：

戴口罩的方式，會影響口罩的效能，因此我們有設定一個戴口罩的方式，必須跟我們真實在戴口罩一樣，才能開始測數據。

3. 儀器因人為因素壞損：

因此決定將連接方式記錄在筆記本上來解決這個困難。

4. 風管內的圓片上升狀況不穩定：

風扇內的圓片不夠圓，導致大小不合，圓片無法被吹動，就無法測數據，我們將圓片修改，周圍圍一圈紙條，再將尺寸加大，聚風效果變好，也能順利測量數據了。

(二)實驗中的發現：

1. 圓片上升到最高點的時間越久越密合，圓片上升時間越少越不密合。

2. 判斷數值穩定性的方式就是當數值超過 10 以上，為出現異常，必須重測。

3. 布口罩加上密合度裝置後的密合度有提高，但因為材質關係，戴起來較悶熱，因此建議還是戴一般醫療口罩比較舒適。

柒、結論

根據實驗數據，我們將密合度用數值方式計算出來，參閱下表及備註：
表六、口罩密合度試算說明表

| 密合實驗平均值 | A(N95) | B (一般醫療用) | B-A= | 備註 |
|----------|---------|-----------|------|-----------|
| 無加口罩密合裝置 | A1=6.3 | B1=5.2 | -1.1 | 註一、 註二 |
| 加上口罩密合裝置 | A2=7.3 | B2=5.5 | -1.8 | 註三 |
| B2-A1 | = -0.8 | | | 註四 |

註一、口罩功能好壞是指「口罩過濾或阻隔病菌、病毒、壞空氣得效能」，一般是以在同一掛帶條件下實驗其材質及結構的過濾及阻隔效果，並以百分率表示，數值越高者效果越好。例如：N95有95%過濾阻隔效果；一般醫用口罩為85%。簡言之，過濾及阻隔效果指的是口罩的材質及固定結構的效果。

註二、口罩密合度是指口罩與臉部密合程度

因為口罩是固定形狀的，而人的臉形式不同大小及凹凸形狀，所以同樣一個口罩，待在不同臉型人的臉上，會因為密合度的不同而影響口罩的過濾及阻隔效果，所以，口罩密合度對於口罩效能的重要性不亞於材質及樣式結構。

註三、所以口罩的好壞應該由其濾過與阻隔效果加上密合度決定。

註四、實驗數據顯示，一般醫用口罩加上密合裝置後，其過濾及阻隔效果可以高達93.8%(接近N95的95%)

| |
|-------------------------------------|
| 換算方式為： $6.3/85=5.2/X$ $X=93.8$ (%) |
|-------------------------------------|

捌、參考資料及其它

1. 科展群傑廳

<https://www.techbang.com/posts/76071-masks>

2. 康健雜誌

<https://www.commonhealth.com.tw/article/article.action?nid=80895&from=search>

3. N95 口罩對空氣中的病毒有 95% 的防護作用嗎? 外科口罩的防護能力又如何?

<https://www.cdc.gov.tw/Uploads/archives/b6bd83b9-20fe-4e61-abd4-be81ab2921f5.pdf>

4. 國衛院電子報

<https://enews.nhri.org.tw/?p=3080>

5. 呼吸防護具定量密合度測試儀介紹

https://ert.yuntech.edu.tw/download/Group_training_20150527_2.pdf