

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：戰慄的火龍捲

一、摘要

此研究希望藉由改變鋁管的瓣數及進風口距離找到燃燒效率最佳的組合，並以此設計出一款新式金爐。首先利用改變鋁管排列方式，觀察火苗的捲動方向和測量燃燒時間的快慢，證明火龍捲的形成會使燃燒效率變好。接著以一公分為單位，測量進風口大小對於兩瓣、三瓣及四瓣的鋁管燃燒效率是否有明顯影響。研究結果得知當鋁管瓣數越多、進風口越小時，燃燒速率最佳；鋁管瓣數越少、進風口越大時，燃燒效率最佳。使用火龍捲裝置不但可以減少燃燒金紙花費的時間，且近年來環保意識抬頭，還可以讓剩餘的灰燼減少，與傳統金爐相比起來更加環保。

二、探究題目與動機

在某些傳統節日時，人們會利用許多方法來祭祀亡者，其中，有些寺廟就會提供金爐給民眾燒紙錢。但我們發現，在爐子底部有時會燃燒不完全，需運用棍棒攪拌才可使金紙繼續進行燃燒。而在國外的報導中，我們發現了火龍捲的特性，它可以讓在燃燒路徑上遇到的物體被點燃，使燃燒物可以燒得更完全，進而提升其燃燒效率，因此我們想將火龍捲應用於我們的實驗裝置，並進行研究。

三、探究目的與假設

- (一) 改變鋁管排列方式比較燃燒速度
- (二) 針對鋁管切割瓣數與擺設方式做改變進行最佳優化設置
- (三) 改變鋁管排列方式比較燃燒剩餘灰燼重量
- (四) 利用所得資訊對新型金爐進行設計

四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究器材

鋁箔紙、鋁片、鋁管、尺、金紙、鑷子、打火機、電子秤



圖一：鋁管

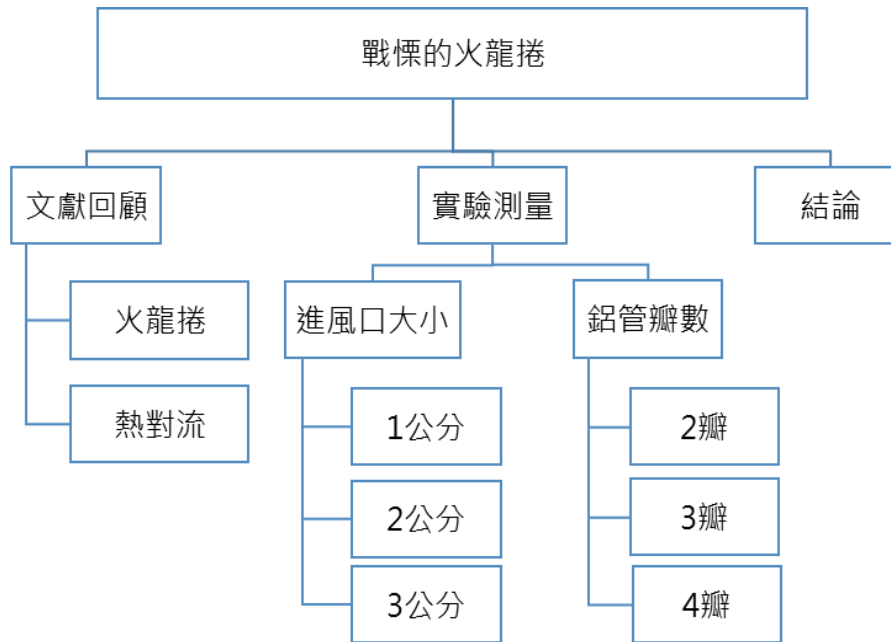


圖二：金紙



圖三：打火機

(二) 研究架構圖



圖四：研究架構

(三) 文獻回顧-火龍捲

火焰周遭的空氣旋轉形成漩渦，不斷向內緊縮後形成與龍捲風相似的結構，經由多次的螺旋運動後，吸入燃燒中的物質，進而形成火龍捲。

(四) 研究方法

1. 實驗一：改變鋁管排列方式，並對其燃燒效率做比較
將鋁管分為留縫及交錯排列後在其內部燃燒四張金紙



留縫排列之鋁管



交錯排列之鋁管

圖五：留縫及交錯排列之鋁管

2. 實驗二：改變鋁管瓣數及進風口大小，並對其燃燒效率做比較
將鋁管分為兩瓣、三瓣、四瓣後分別在其內部燃燒四張金紙

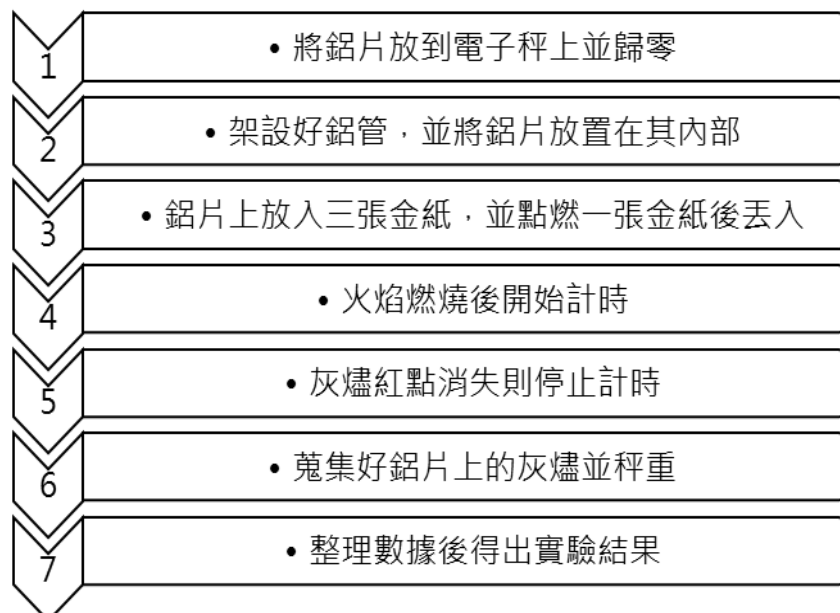


圖六：兩瓣、三瓣、四瓣之鋁管

3. 實驗三：改變鋁管排列方式並比較其剩餘灰燼重量

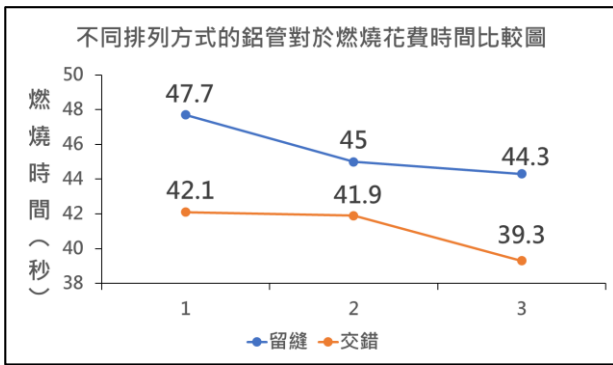
因為兩種排列方式的裝置所燃燒的四張金紙灰燼剩餘量比較起來並無明顯差異，因此我們選擇使用十五張金紙來測量。這個實驗將會利用與實驗一（如圖四）一樣的裝置來進行這個實驗。

(五) 實驗流程

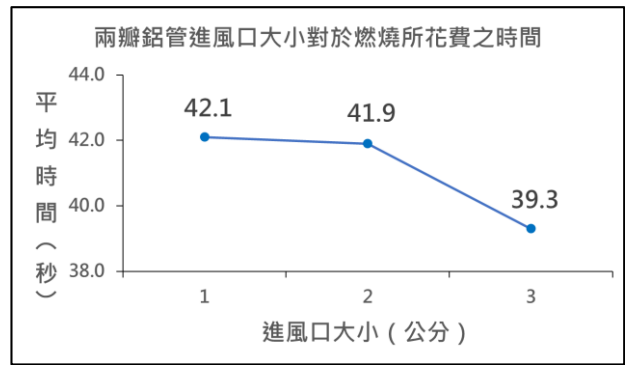


圖七：實驗流程圖

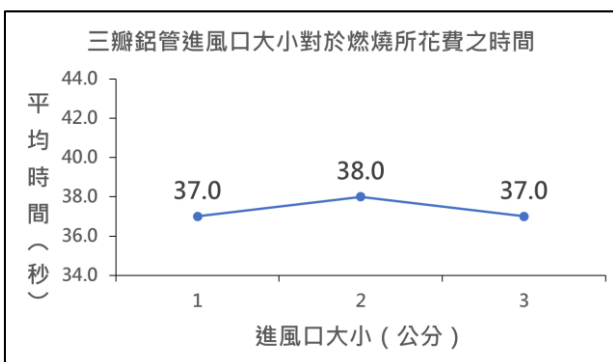
(六) 實驗數據



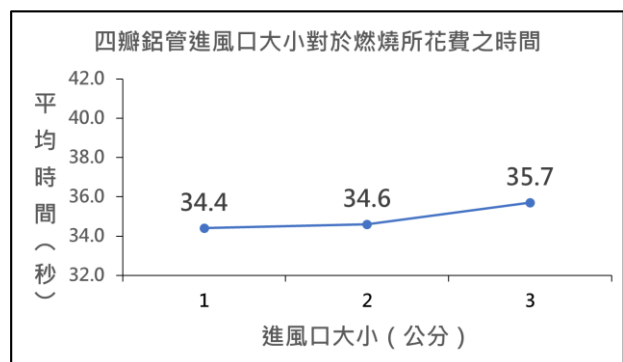
圖八：不同排列方式鋁管燃燒花費時間



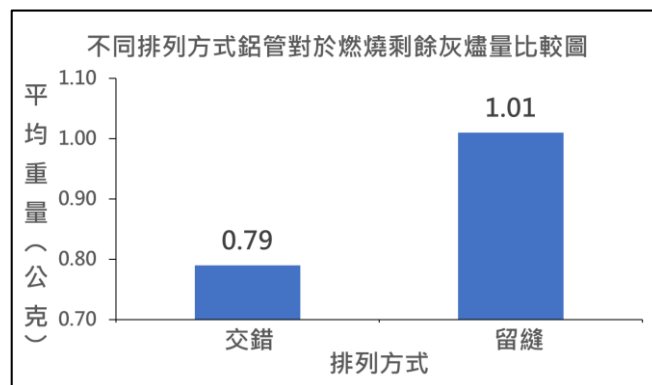
圖九：兩瓣鋁管進風口大小燃燒花費時間



圖十：三瓣鋁管進風口大小燃燒花費時間



圖十一：四瓣鋁管進風口大小燃燒花費時間



圖十二：不同排列方式鋁管燃燒剩餘灰燼量比較圖

五、結論與生活應用

(一) 結論

1. 由 (實驗一、圖八) 可知，使用火龍捲裝置所花費的燃燒時間較短
2. 由 (圖十二) 可知，交錯鋁管比留縫鋁管燃燒後剩餘的灰燼量還要少
3. 由 (圖九、十、十一) 可知瓣數越多、進風口越小，或是瓣數越少、進風口越大時，燃燒的效率最好，我們認為造成這種原因與其進風的總面積大小有關
4. 使用這個裝置剩餘的灰燼量會減少，因此使用上較為環保

(二) 未來應用

若要設計一款新式家用金爐，可將火龍捲的裝置放在裡面，這樣就能使金紙燒得更快，也不會有燃燒不完全的問題。且未來再深入的研究並討論他們之間的關係後，或許可以設計出一款廟宇用的大型金爐，除了可以將原本的一個燒金紙入口增加到四個外，還不需要再另外使用棍棒在底部攪拌。

參考資料

1. 楊炫儒、李冠廷、蕭敦輔 (2015)。轟！火龍出沒！。<https://reurl.cc/DdpkYm>
2. 邱芷柔 (2018年7月18日)。焚燒大量金紙惹怨 屏東玉皇宮同意改善金爐了。
<https://reurl.cc/dXok8D>
3. Scimage (2011年1月20日)。正回饋的威力-火龍卷！。
<https://pansci.asia/archives/657>
4. Ali Tohidi, Michael J. Gollner, Huahua Xiao. (2018). Fire Whirls. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 50:1, 187-213.