

附件四：

嘉義縣第 52 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書（封面）

科 別：生活與應用科學

組 別： 國小組

作品名稱：三個鐵罐救地球---火箭爐的研究與探討

關鍵詞：鐵罐 節省燃料 煙囪效應（最多三個）

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.編號由承辦學校統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

三個鐵罐救地球---火箭爐的研究與探討

摘要

製作高效率的火箭爐，主要的影響在於燃料室的高度與直徑的比例，根據資料裡所提到的最佳比例是 2 倍；但是保溫層的影響也很重要，可以減少熱能的散失，進而提高燃燒室的溫度，讓竹筷盡量完全燃燒，還有要保持進料口下半部通暢，使空氣能順利流通，形成完美的煙囪效應。

壹、研究動機

最近電視一直播著石油與電費要漲價的新聞，整個社會吵得沸沸揚揚，剛好老師在上自然課的時候，也有提到這個問題，雖然大家都不喜歡漲價，但是長久之下油價與電價還是會不斷上漲，因為這些資源是有限的，最終會因為人類大量的使用，而蘊藏量越來越少，產生供需不平衡，以致價格不斷攀升，所以還是想辦法減少對這些非再生能源的依賴。

這些化石燃料大部份都從遙遠的地方，跑了快半個地球才來到我們的日常生活，在運送的過程中又消耗了不少能源，與製造很多的二氧化碳，如果能就近來取得燃料，最好又能持續不斷的生產，老祖先以前生活中也沒有使用到電與石油，最大的耗能應該是生火煮食及取暖，最方便的燃料就是環境週遭生生不息的植物，光是撿拾枯枝就使用不完了，在鄉下很多人還是使用柴火煮食與燒熱水，一整年下來就可以省下以萬元計數的電費或瓦斯費，在油電漲價之後，所能節省的費用更是嚇人。

在燒柴的過程可能會產生一些煙，在都市使用可能會讓鄰居受不了，而向環保局告發，而且在市區也不像在鄉下那麼容易取得大量的薪柴，老師告訴我們要解決這個問題並不是那麼難，只要能讓薪柴盡量完全燃燒，就不會產生那麼多煙霧，而且可以減少燃料的耗用。老師以前上課有提過燃燒三要點，要完全燃燒就只有提供大量的氧氣，必須不斷想辦法送空氣進去燃燒室，所以都會不停的扇風，這樣實在有點累與麻煩！

這地球上有一半人口會在家裡用煤和木柴等燃料煮食，世界衛生組織估計，每年有一百五十萬人因此吸入過多二氧化碳或者呼吸道疾病死亡，數字超過了瘧疾。人數實在太驚人，八十年代美國教授 Dr. Larry Winiarsk 去了非洲考察，然後訂出十個使用爐子的原則，除了安全，還要節省燃料，若要花相當多時間去收集柴枝，貧窮地區的婦女是吃不消的。最後他設計出「火箭爐」。

這爐子的設計不但安全，並且火力超強，只要七根竹筷子，就可煮出兩杯咖啡和煎蛋早餐，製作並不會太困難，使用廢棄的鐵罐就可以製作，依照其原理可大可小，在德國就有專家估計，使用火箭爐每個家庭每年可省約一噸柴木，減少燃燒，即是減少碳排放。所以我們想去找最佳的設計火箭爐的方式，並把這樣的理念推廣出去，在日常生活運用，以減少對石油與電的依賴，可以減少碳排放，更可以節省荷包的支出，真是一舉數得，何樂而不為呢？

貳、研究目的

- 一、瞭解火箭爐製作的基本原理。
- 二、測試燃燒室的高度與直徑的最佳比例。
- 三、測試保溫層是否對溫度有所影響。

參、研究設備及器材

- 一、材料：鐵罐、竹筷、紙條、發泡煉石
- 二、器材：鐵皮剪、自在曲線定規、游標卡尺、開罐器、鐵鎚、鐵釘、簽字筆、溫度計、燒杯、鉗子、手錶。



鐵 罐



竹 筷



游標卡尺、簽字筆、自在曲線定規



開罐器、鐵皮剪



鐵鎚、鐵釘、鉗子



手錶、燒杯、溫度計

肆、研究過程與方法

實驗一：製作火箭爐

- (一) 大罐當外罐，與當內罐的中罐平放，內罐要比外罐高 2 公分，在外罐下半部、高於內罐底線處，再用奇異筆描出當側罐的小罐圓周。
- (二) 在畫好的圓周中間，以鐵釘先釘出幾個洞。
- (三) 再用鐵皮剪刀剪成放射狀，剪開的鐵片尖端部分可用鐵片剪剪去。
- (四) 用鉗子將鐵片全部盡量往內壓，讓鐵片服貼在罐子的內側。
- (五) 將側罐試塞在洞內，若是塞不進，可調整洞孔大小。
- (六) 外罐中先鋪一層發泡煉石，讓內罐套入大罐後高出 2 公分，奇異筆如圖在內罐上畫出和外罐開孔尺寸相同的圓。
- (七) 用側罐在內罐剛畫的圓再描一次圓周，與外罐開孔相同方式剪開內罐，剪開鐵片向外壓平，超過罐底部分可剪掉。
- (八) 內罐上方的 2 公分處，一樣用螺絲釘和鐵片剪，共開 6~8 個方形孔，當作對流孔。
- (九) 用開罐器將側罐底部去除，讓小罐成為空心。
- (十) 取外罐或內罐封口片，以奇異筆在中間標出側罐直徑。
- (十一) 用鉗子將直徑外兩側向下壓成 90°，再放入側罐中。
- (十二) 將內罐放入外罐，側罐從側邊塞入 2 層罐子，留一半罐身在外。
- (十三) 用發泡煉石將外罐和內罐之間的縫隙填到 8~9 分滿。
- (十四) 若外、內罐間距離太緊，無法放發泡煉石，可用開罐器去除外罐罐口內框；若兩者距離太寬，則留外罐蓋子再剪成環狀，可封外、內罐間縫隙。
- (十五) 火箭爐對流順暢，有發泡煉石保溫層，燃燒效率很好。



步驟一：描出切口



步驟二：鐵釘先釘出幾個洞穿



步驟三：鐵皮剪刀剪成放射狀



步驟四：側罐試塞在洞內



步驟五：插入通風管



步驟六：側罐在內罐畫圓



步驟七：開罐器將側罐底部去除



步驟八：開對流孔



步驟九：標出側罐直徑



步驟十：用鉗子向下壓成 90°



步驟十一：組合火箭爐



步驟十二：塞發泡煉石

實驗二：不同高度的鐵罐燃燒室對水溫的影響

- (一) 找兩個不同高度的鐵罐當作燃燒室。
- (二) 按照實驗一的方式組合成火箭爐。
- (三) 取一個 500 毫公升的燒杯，裡面裝 250 毫公生的水。
- (四) 分別置於不同高度的火箭爐起火燃燒，測量加熱至 100 度所需時間。



燃燒室較高



燃燒室較低

實驗三：不同長度的進料口對水溫影響

- (一) 找兩個不同長度的鐵罐當作進料口。
- (二) 按照實驗一的方式組合成火箭爐。
- (三) 取一個 500 毫公升的燒杯，裡面裝 250 毫公生的水。
- (四) 分別置於不同高度的火箭爐起火燃燒，測量加熱至 100 度所需時間。



較長進料口



較短進料口

實驗四：保溫層對水溫影響

- (一) 將實驗一的火箭爐製作 2 個。
- (二) 其中一個有裝發泡煉石當保溫層。
- (三) 另一個則不裝保發泡煉石。
- (四) 取一個 500 毫公升的燒杯，裡面裝 250 毫公生的水。
- (五) 分別置於不同的火箭爐起火燃燒，測量加熱至 100 度所需時間。



發泡煉石保溫層



無保溫層

伍、研究結果

實驗一、製作火箭爐

製作火箭爐不限材料，以能保溫蓄溫為主，還有把握「熱空氣上升、冷空氣由下補充」的煙囪效應原則，形成完全燃燒；經實驗測試果然就像其名一樣，火像火箭一樣噴出來，感覺威力真是驚人，在製作的過程中發現要將鐵罐在圓形鐵罐上面畫線，不是可以很精準的畫出來，後來我們使用了兩個方法，第一就是利用自在曲線定規；第二就是在一張紙上先描繪出形狀，再將紙上的形狀剪下，再至鐵罐上描繪，就可以很精準的畫出所要的圖形。



噴火中的火箭爐



火越來越旺



在紙上描繪側罐底部



用圓形鐵罐描繪圖形

實驗二、不同高度的鐵罐燃燒室對水溫的影響

經觀察溫度計，溫度上升的速度非常的快，感覺上不會比瓦斯爐加熱慢，可以將此原理放大製作的話，要燒開水、煮飯、炒菜，甚至燒洗澡水，應該都不會花太多燃料與時間。

由下表可得知燃燒室高度對燃燒效率的影響成正比關係，但老師告訴我們雖然是這樣，可是高度越高熱傳導就會較差，所以也不是無限的高度都可以，通常高度是直徑的 2 倍，此時煙囪效應與熱傳導剛好形成較好的平衡。

(直徑 6.3 公分的鐵罐)	17.5 公分高度	11 公分高度
250 毫公升的水加熱至攝氏 100 度所需時間	11 分 20 秒	12 分 45 秒
250 毫公升的水加熱至攝氏 100 度所需竹筷數量	13 隻	15 隻

實驗三、不同長度的進料口對水溫影響

經由下表可以得知，進料口的長度對燃燒的效率的影響，並沒有很大的關係。

(直徑 5 公分的鐵罐)	13.5 公分高度	10.5 公分高度
250 毫公升的水加熱至攝氏 100 度所需時間	11 分 35 秒	11 分 53 秒
250 毫公升的水加熱至攝氏 100 度所需竹筷數量	14 隻	14 隻

實驗四、保溫層對水溫影響

經由下表可以得知，有發泡鍊石保溫層對燃燒的效率的影響，成正比關係；老師告訴我們燃燒室與外罐之間的空隙越來越大，而在其中填充保溫材質，有助於燃燒室溫度累積，可以使燃料充分完全燃燒，對溫度的提升有很大的幫助，但因為我們的外罐體積有限，所以效果的差異不是那麼大。

（發泡鍊石保溫層的有無）	有保溫層	無保溫層
250 毫公升的水加熱至攝氏 100 度所需時間	11 分 15 秒	12 分 25 秒
250 毫公升的水加熱至攝氏 100 度所需竹筷數量	13 隻	15 隻

陸、討論

一、火箭爐的材料何者為佳？

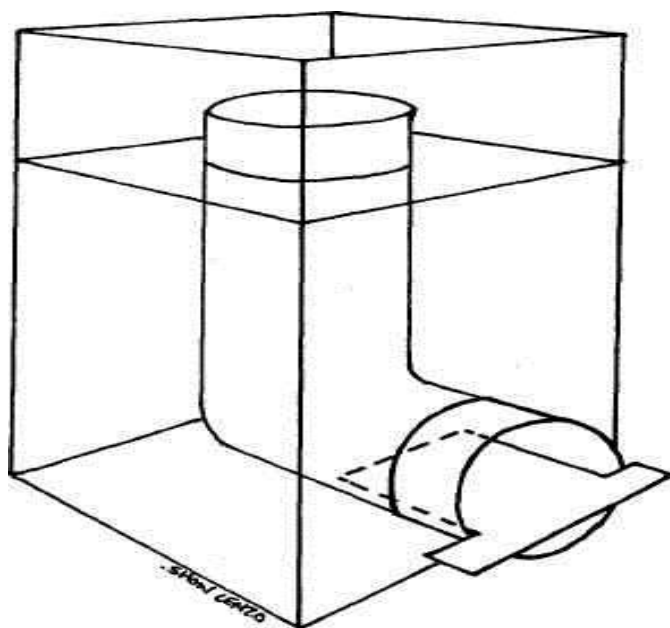
火箭爐的原理很簡單，用料可以是泥，可以是磚，或是鐵罐。重點是可以耐得住火的高溫燃燒，而不會自己燒融，還有就是要形成一個 L 型的彎管，以鐵罐為例，可以是一個大鐵罐，套一個小一圈的鐵罐，再塞進一個罐頭鐵罐。

罐頭鐵罐是燃料入口，特意造得很小，不浪費燃料；接駁到小鐵罐的長長內部，讓火集中地燒，減少出煙，而氧氣燒盡，又會再把冷空氣從底下的罐頭鐵罐扯進來，彷彿一把風扇，不斷把火燒得更旺。大小鐵罐之間，塞一層砂石，用來保溫。原理就是這樣，各人可視乎手上的物料再設計，不同的設計也就有不同的效果。



二、火箭爐的大小比例何者為佳？

火箭爐的大小其實不影響燃燒的效率，只是體型越小的火箭爐，在製作上必須更加謹慎小心，很容易因為製作不夠精準而影響其效率，甚至是失敗，大型的火箭爐一樣要遵守其原理來製作，才會有好的效率。



三、火箭爐的保溫層材料何者為佳？

這次我們拿發泡煉石來當火箭爐的保溫層材料，它是一種經由特殊方法煉製燒結而成的蓬鬆的石礫狀產況，考量的是重量輕，有許多孔隙，具有良好的保溫效果，所製成的火箭爐重量較輕，方便搬運；也可以就近取用泥土或小石礫，一樣具有良好的保溫效果，只是重量會大為增加，不利於火箭爐的搬運。

四、火箭爐有那些形式的應用？

其實在我們古代在使用的大灶，其實也是火箭爐的運用，只是可以調整其效率更好，所以在古代製作灶是非常講究的，像我們去土雞城所吃的甕窯雞、桶子雞，火鍋店的木炭火鍋，還有最近非常夯的神明點鈔機，其實就是利用火箭爐的煙囪效應，讓金紙不用手丟進金爐，而靠煙囪裡熱空氣不斷上升，並將送紙口外的冷空氣不停的吸入，於是就是形成金紙不斷自己飛入金爐的奇特景觀。

柒、結論

一、想想看，我們日常生活常用的燃料，如電、煤碳、瓦斯或石油能源都要遠從半個地球之外戰火連天的遙遠地區運輸來台，這些燃料通常要經過處理之後，才能在發電廠轉化為電，然後又千里迢迢地傳送到各個家庭。經過各種複雜的能量轉換，大部分的能量都已經散失掉了。比較有效率的作法其實是在住家旁留些空間讓植物生長，然後步出戶外，找些乾枯樹枝，並以最能留住熱能的方式燃燒。這樣大家就會多種些樹，都市的熱島效應就會減緩，空氣品質也會變好許多；不然在市區住家附近其實有許多公園、學校、機關，裡面有很多大型植物，常常為了清理這些枯枝落葉傷腦筋，如果當作是廢棄物交由垃圾車運送至焚化爐燃燒，運輸過程中又多造成碳的排放，可以就近利用變成火箭爐的燃料，以最有效率的方式轉換為熱能供我們使用，剩下的一點點的灰渣，剛好又可以回饋給植物當肥料，形成一個完美的循環。

二、而火箭爐是一個燃燒效率非常高的爐具，可以用來煮食或家庭其他用途的簡單器具，僅僅以三個舊鐵罐做成。火箭爐的原理很簡單。你只需要二個鐵罐做成一個 L 型的彎管，再將 L 型彎管裝在大鐵罐裡面，L 管和大鐵罐的空隙可以中空，或以非燃性材料如蛭石、泥土的混合物填滿；最後，在 L 管底部插入一個架子，木材就能放在這個架子上燃燒。燃燒時，因為氧氣燃燒掉形成真空的關係，空氣會再從架子底下進入。這種的設計能做

有效的燃燒，因為它會不斷吸入架子下面的空氣。如果使用乾燥的材料燃燒，其產生的煙非常少。

三、火箭爐適合在戶外等開放空間使用，第一次使用易有燃漆味，因為這些鐵罐上面都有漆，燒完之後，就不會再有味道了；使用火箭爐的鍋底容易黑，可固定一個專用的鍋具，不然也可以變更火箭爐的型式，上面放置鐵板間接加熱，再加上排煙管設計，鍋具放在上面就不會再黑掉了，不過這樣效率會比鍋具直接加熱差了一點點，，但好處是鍋具就不會黑掉，像之前國語課本介紹的蒙古包就是利用這樣的方式來取暖與煮食，每個蒙古包中央都有一隻長長的煙囪伸出，每當夜晚就會看到煙囪有小火噴出，非常漂亮。

四、經由實驗的結果，我們可以得知燒燃室的高度大約為直徑的兩倍，這時的加熱效率最好，雖然在理論上，高度越高越好，但熱度的集中就會變分散，對於進料口的長度就比較沒有影響，但是下面必須要留有通氣口，效率才會好，沒有留的話，進料如果擠滿，就比較沒有新鮮的空氣流進燃燒室，這時火就不旺，然後就熄滅，也比較會留下較大的灰渣，保溫層的效果在於將燃燒所產生的熱能集中在燃燒室中，而不是有一部份透過傳導從旁邊傳出去，可以使效率更好，因為我們實驗所使用的是較小的設計，所以比較看不出效果。

捌、參考資料

一、自然生活科技第六冊，康軒出版社

二、<http://blog.roodo.com/godofland/archives/16764669.html>