

# 玻璃珠史特林引擎車

吳世卿<sup>1</sup> 林祐駿<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>私立環球科技大學 環境資源管理系

<sup>2</sup>雲林縣立明倫國民小學

## 壹、前言

透明玻璃管加上玻璃彈珠製造的史特林引擎車作為教學上教具，使學生學習中方便觀察並增加學習興趣。在九年一貫課程綱要自然與生活科技「溫度與熱量」中，提到熱的傳播方式有傳導、對流、輻射。史特林引擎車的熱傳播方式是傳導，試管中玻璃珠的吸收了熱並儲存熱能，藉由熱玻璃珠為媒介在加熱區與冷卻區傳遞熱量。史特林引擎車可以讓學生在學習中瞭解「熱的傳播」原理，也學到如何將熱能轉換成動能的體驗。過程中培養學生主動探索、獨立思考及解決問題的能力。

## 貳、目的

許多「史特林引擎車」在競賽裡為了求取速度，參賽者都是用鋁合金透過車床加工或是花費許多時間在研磨汽缸活塞。複雜程度讓想有興趣嘗試的人望之卻步。而「玻璃珠史特林引擎車」與競賽中使用高單價製作精細史特林雙汽缸引擎來比，已經是便宜又簡單許多。為了方便大家動手製作，取材盡量利用身邊隨手可得或是資源回收物再利用為出發點，希望有興趣的朋友能動手自製，如圖一，見封底圖。

\*為本文通訊作者

## 貳、材料與工具

玻璃珠史特林引擎車所需材料：

1. 試管（內徑 2.25 cm，長 15 cm） 1 支
2. 試管塑膠軟塞 1 個
3. 玻璃彈珠 5 顆
4. 鐵環片 1 個
5. 螺絲 5/32（1.8 cm、2.5 cm） 各 1 包
6. 墊片 5/32 1 包
7. 內徑 0.4 cm，長約 6cm 的橡皮管 1 條
8. 玻璃製注射筒（5mL） 1 支
9. 白楊木（1.3cm） 2-3 條
10. 空鋁罐 4 個
11. 玩具車輪 1 組
12. 黏土 少許
13. 透明資料夾（2 件式） 1 組
14. 門窗鍊鉸（長 4-5cm） 2 個
15. 酒精膏 1 瓶
16. 不鏽鋼酒杯（高 4cm） 1 個

## 參、所需用到的工具

美工刀、砂紙、白膠、剪刀、十字起字、8 號板手、電鑽等。

## 肆、製作過程

圖一為本車的全貌，在製作時車體可

分為二部分：

(一) 玻璃注射筒、玻璃珠和玻璃管組成的史特林引擎主體。

(二) 依史特林引擎主體製作的車架。

- (1) 將彈珠放入試管內，將塑膠軟塞用電鑽鑽洞塞入橡皮管，與玻璃製注射筒連接。塑膠軟塞可再加上水管止漏帶來強化，防止實驗時氣體外洩（如圖二所示）。



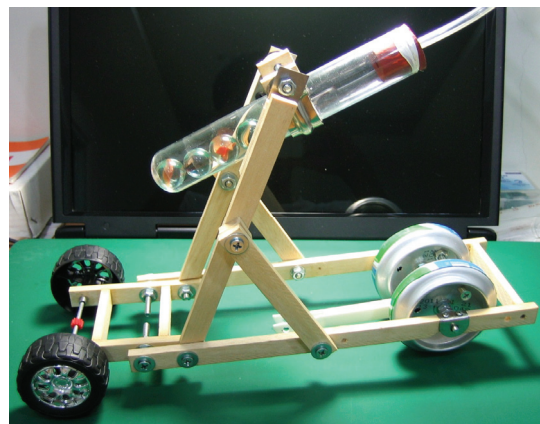
圖二、有彈珠的試管與玻璃針筒組合成史特林引擎主體。

- (2) 鋁罐從底部往上量 1.5 公分剪下，將兩個底部相互連接。在連接好的鋁罐正中央用電鑽鑽洞，加上墊片並鎖上螺絲，完成後試轉看看是否平衡。
- (3) 用金屬剪刀把門窗鍊鉸剪開，鎖上鋁罐一邊。將資料夾塑膠條裁切約 12 公分兩旁電鑽鑽洞。兩個鋁罐完成後中間加上資料夾塑膠條製成的曲柄，螺絲穿過兩鍊鉸鐵片作為前輪曲軸，並在曲軸對邊加上一組螺絲來作為平衡。完成後試轉看看是否順暢（如圖三所示）。



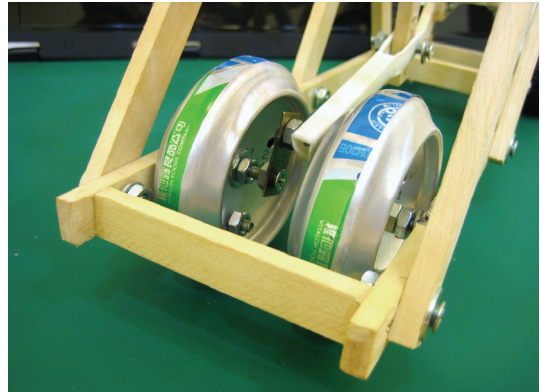
圖三、資料夾塑膠條製成的曲柄和鋁罐製成前輪曲軸組。

- (4) 由長 26cm 與寬 7cm 的白楊木製成 H 型車架，白楊木與白楊木之間用白膠黏合，並釘上釘子增加車架剛性。
- (5) 將前、後輪組安裝在整個 H 型支架上（如圖四所示）。安裝在前、後輪組時，可將小鋁片捲成管狀，裝入白楊木與螺絲間來降低行進間磨擦阻力。前輪因為內含曲軸組，為了安裝方便，把前輪白楊木固定的地方下方挖空，剪適合的鋁片固定前輪組。



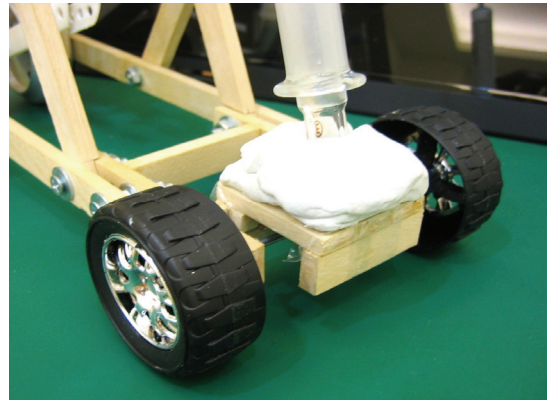
圖四、白楊木製成 H 型車架，支架上方夾上試管並鎖上螺絲插銷。

(6) 用白楊木製作試管支撐架，分別以適當高度的支架安裝妥當，把門窗鍊鉸剪開並鎖上支撐架，用鐵環片將試管固定。為了防止不慎夾破試管，先在鐵環片內緣加上橡膠。試管中央固定點大約是頭尾 4：5 或是頭尾 5：7 的位置（如圖四所示），然後轉軸兩端分別鎖上螺絲插銷。要注意兩個支撐架上鍊鉸洞口是否對齊，如果歪斜會影響史特林引擎主體運動的流暢。



圖六、前輪組塑膠條製成的曲柄連接驅動桿，並裝入活動插銷。

(7) 在試管固定鐵環片下方裝入一支白楊木製成的驅動桿，驅動桿下方挖洞連接前輪組塑膠條製成的曲柄，並裝入活動插銷。要注意活動插銷不能鎖太緊（如圖五、圖六所示）。



圖七、注射筒置放架上用黏土連接注射筒，可以隨意調整來配合注射筒啟動角度。

(8) 將白楊木製作成不銹鋼酒杯置放架與注射筒置放架。不銹鋼酒杯用螺絲釘固定在置放架上。注射筒置放架上用黏土連接注射筒，使用黏土是因為方便注射筒活塞高度做細微調整（如圖七所示）。



圖五、試管固定鐵環片轉軸兩端分別鎖上螺帽，插銷下方裝入一支白楊木製成的驅動桿。

(9) 玻璃珠試管經由酒精膏加熱後，玻璃注射筒會慢慢動起來，若無法啟動時則可用手輕輕地轉動一下前輪組，隨之玻璃珠試管便會轉動。若玻璃珠試管與玻璃注射筒還無法啟動，則需將玻璃注射筒管線拆除洩壓，再重新安裝，此刻就應會啟動起來。

(10) 最後做一些玻璃注射筒移氣的



微調，試驗曲軸組運作流暢度，即完成「玻璃珠史特林引擎車」。

## 伍、運轉

用酒精膏火焰加熱試管，經過 30 秒後，試管內部空氣膨脹，膨脹了的空氣透過橡皮管推動注射筒的活塞，把玻璃試管口頂高，試管內的玻璃珠因傾斜而滾回試管底部。推動了活塞後，注射筒內的空氣因溫度下降而冷縮，注射筒的活塞隨之收縮，下拉玻璃試管口，玻璃珠傾斜滾向試管口，而因受熱的玻璃珠使試管口附近的空氣膨脹，再推動活塞，使注射筒升高，把試管口再度頂高，經由驅動桿使前輪運轉。

## 陸、改善的空間

1. 剛開始使用的試管前兩次運轉時，玻璃珠把試管撞破 2 支。檢查發現試管壁太薄。改用試管壁較厚的試管，就沒有因運轉而產生玻璃珠把試管撞破情況發生。
2. 加熱前注射筒內的空氣存量超過 1mL，加熱後注射筒空氣膨脹而將玻璃試管口頂太高，彈珠無法移動而發生卡機狀況。
3. 剛開始時使用酒精燈當史特林引擎的熱源，但是酒精燈太重且危險。若是翻車，恐導致火災。經建議後改用酒精膏，除了可減輕車重與降低車的重心

外，也更安全。

4. 本次取材是利用身邊隨手可得與資源回收物製作，材料組裝後太重，超過玻璃珠史特林引擎工作範圍。在車底架高空車運轉時很順暢；但是移除架高物後運轉卻很緩慢。如果選擇較輕材料製作，「玻璃珠史特林引擎車」應會有更快的運轉速度。



圖八、玻璃珠史特林引擎車運轉情形。

## 參考文獻

- 周鑑恆 (2006): 雙缸史特林引擎發電。科學教育月刊, 287, 30-33。
- 外燃式酒精膏溫差引擎 (2009): 教育部六大科學教育學習網。2010 年 9 月 27 日, 取自 [http://science.edu.tw/ListTeachingplanShare.ShowItemListState.do?Where.0.Value=SCI\\_AD0500055&SelectedRecord.TeachingplanId=SCI\\_AD0500055&MenuId=S02M0203&TeachingplanId=SCI\\_AD0500055](http://science.edu.tw/ListTeachingplanShare.ShowItemListState.do?Where.0.Value=SCI_AD0500055&SelectedRecord.TeachingplanId=SCI_AD0500055&MenuId=S02M0203&TeachingplanId=SCI_AD0500055)