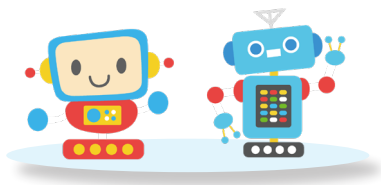


# 有趣的彈跳史特林引擎



|| 蕭德仁 國立科學工藝博物館科技教育組助理研究員  
|| 蔡振明 退休教師

## 前言

彈跳史特林引擎（Stirling Engine）是十分令人驚奇的教具，由於其運動方式十分特殊、逗趣，往往令人印象深刻，如以下影片 <https://reurl.cc/36WKMM>。本教具曾在國立科學工藝博物館（下稱科工館）及各偏鄉中小學，辦理實作活動（圖1），廣受師生歡迎。

史特林引擎目前實際使用狀況：

（1）軍用方面：日本蒼龍級 12 艘潛艇，現役引擎 48 組（動力與發電用，噪音低）。美軍、俄軍、中國、印度等，皆有在軍事用途使用。

（2）民用方面：各國試驗用太陽熱能發電引擎約數百組，如以下影片 <https://reurl.cc/kM2go3>；美國亞利桑那

州，現役太陽熱能發電約有 60 組；美國愛迪生電力公司在加州也投資了太陽熱能發電。

## 原理解釋

史特林引擎是由蘇格蘭的史特林牧師（Robert Stirling）於 1816 年發明，其原始動機在於取代蒸汽機，因為當年蒸汽機設計不良，常導致操作人員遭受嚴重燙傷。史特林引擎遵循熱力學原理，執行基於「史特林循環」，此循環包括加熱、膨脹、冷卻和壓縮四個過程（可參考影片 <https://reurl.cc/RLgRQG>，適合國中小程度、<https://reurl.cc/5DQXzG>，適合高中以上程度）。史特林引擎屬於「多能源外燃機」，其工作氣體（或流體），保持在密封系統內，不會釋放二氧化

圖 1 本教具曾在偏鄉中小學，辦理實作活動，廣受歡迎。



註：臺東縣馬蘭國小

碳或有毒氣體等污染物，非常符合 2050 淨零排放的全球策略。

本文所介紹的「彈跳史特林引擎」屬於「自由活塞式」設計，其主要特點是以胡椒罐作為「移氣器」的氣缸，鋼絲絨當做移氣器，並以氣球充當膨脹體。移氣器的功能在於促使空氣於熱端與冷端之間不斷移

動，形成溫差，進而驅動機械運作。此教具源自日本高等工科學校理科教師小林義行（Yoshiyuki Kobayashi）於 2002 年研發，命名為「擊板跳躍式」（Jumping-Board）四輪史特林引擎。隨後由大同大學賴光哲教授引介進入臺灣，並進一步推廣應用於教育實作場域。2011 年，我國學者鍾易道與廖錫坤等人在此基礎上研發「新

圖 2 「新式樣」之引擎懸掛系統



式樣」之引擎懸掛系統（如圖 2），逐成為本文所描述之「彈跳史特林引擎」樣貌。

教具為教學時重要的輔助工具，有適合的教具，才能營造出學習氣氛，達到事半功倍的教育效果。因此，開發各項「彈跳史特林引擎」課程，利用科工館「樂活節能屋」及學校場域，以「寓教於樂」的方式，推廣「2050 淨零排放」國策與理念。

### 引擎實作

- （一）本教具材料，可在一般市面上購得。
- （二）移氣器（鋼絲絨）高度約 4 cm，需製作成「圓柱體」（如圖 3），直徑能與胡椒罐內徑密合，且能「自由移動」為佳。直徑太大或太小，將無法正常移動空氣，均會造

圖 3 移氣器（鋼絲絨）



成引擎無法運轉或運轉不良。

- (三) 彈簧之作用，在把下降的移氣器頂回原位，造成引擎連續動作。彈簧製作是以直徑 0.5mm 鋼線纏繞圓柱體（如原子筆外殼），再用手拉成長度約 6cm、圈數約 4 至 5 圈，外徑略小於胡椒罐內徑即可。
- (四) 使用 6 號氣球作為膨脹體，

氣球自吹氣口起約 6 cm，剪除丟棄。

- (五) 氣球與胡椒罐蓋子的「中心點」請盡量吻合，以免引擎變成「歪嘴」！
- (六) 請分兩次以電氣膠布密封胡椒罐：第一次密封胡椒罐蓋子與氣球；第二次密封胡椒罐蓋子與胡椒罐本體，第二次密封前，須完全排除氣球

內的空氣。

(七) 輪子以塑膠罐充當（長約 9cm，直徑約 5cm），懸掛支架鐵皮寬約 2cm、厚 0.5 mm，間隙裝置圓珠，以減少摩擦力。

(八) 使用噴燈在胡椒罐上方加熱，輕壓竹筷，引擎即可開始彈跳。（註：使用噴燈時，請注意安全並備妥滅火器。）

#### 四 參與師生的感想

許多教師認為，「彈跳史特林引擎」是一項極具趣味性的科學教具，其製作過程充滿挑戰性。有些學生需經多次拆解與重組，方能順利完成作品。引擎啟動彈跳時常出現各種狀況，像是零件當場解體，或因卡住障礙物而無法運轉，過程中笑聲不斷，為課堂增添許多歡樂與活力。不少教師指出，製作過程能激發學生的「高峰經驗」（peak experience）、進入「心流狀態」（flow experience），甚至產生「沉浸式學習

體驗」（immersive experience），是一項極具推廣價值的教學工具。

我們也持續優化教學方式，在「寓教於樂」的氛圍中提升學生的學習動機，透過「做中學、學中做」的實作過程，協助學生將科學原理內化為深層知識。正如朱熹所言：「教人不見意趣，心不樂學。」王陽明在《訓蒙大意》亦指出：「童子之情，樂嬉遊而憚拘檢，如草木之始萌芽，舒暢之則條達，摧撓之則衰痿。」柏拉圖亦強調：「若把嚴格規定孜孜求學的方式，改為引導興趣為主，學生勢必樂於學習，欲罷不能」林語堂則直言：「對他所學的東西感不到趣味，那麼所有的時間全都浪費了。」

此外，根據海柏定律（Hebbian Rules）所說：「Fire together；Wire together！」——豐富有趣的教具與教學策略，可以促進人類神經元連結，活化大腦，進而增強自行探究的內在動機。這正是「彈跳史特林引擎」作為創新科學教具的最佳註解。

