



# 提升史特林引擎效率之研究

指導老師：林之淵 教授

學生：游桓瑜、王彥儒、潘柏均

## 摘要

本研究旨在設計與優化史特林引擎，並分析不同變因如燃燒溫度、壓力等對其效率的影響，進而提高能源使用效率。研究將使用高速攝影機和壓力傳感器進行循環圖的測量，並與卡諾循環的理論效率進行比較。透過這些研究，期望找到最佳的配置以達到最高效率。

## 簡介

史特林引擎是運用氣體熱漲冷縮做功的方法來運作。此引擎效能最接近熱機最大理論效能—卡諾循環。卡諾循環為由兩個等溫過程和兩個絕熱過程所組成，功可完全轉換為熱，熱可完全轉換為功，其過程為可逆，溫差越高效率越高。

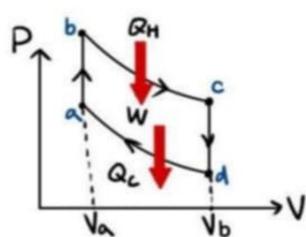
## 引擎運作過程原理

史特林引擎 vs 卡諾循環：

1. 史特林引擎：是一種實際的熱機，通過氣體在密閉系統內加熱和冷卻的過程來產生動力。它運作在兩個等溫過程和兩個恆容過程下，具備較高的效率，但仍低於理想化的卡諾循環。史特林引擎的原理是一種封閉循環的熱機，通過熱膨脹和冷縮來驅動活塞，進行做功。其工作過程涉及氣體在加熱和冷卻過程中交替膨脹與壓縮，轉化為機械能。

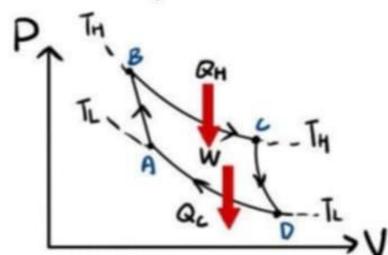
2. 卡諾循環：是理想化的熱機模型，在兩個等溫和兩個絕熱過程中運作。它代表了熱機效率的上限，但現實中由於不可避免的損耗，實際引擎無法達到這一理論效率。卡諾循環的原理是一個理想化的熱機循環，表示在兩個等溫過程和兩個絕熱過程下的理論最高效率。它提供了熱機效率的理論極限，並作為衡量其他引擎效率的參考標準。

### 史特林循環



1. a→b 等體積吸熱升溫
2. b→c 等溫吸熱膨脹
3. c→d 等體積冷卻降溫
4. d→a 等溫冷卻收縮

### 卡諾循環



1. A→B: 絕熱壓縮
2. B→C: 等溫膨脹
3. C→D: 絕熱膨脹
4. D→A: 等溫壓縮

圖1. 循環圖比較

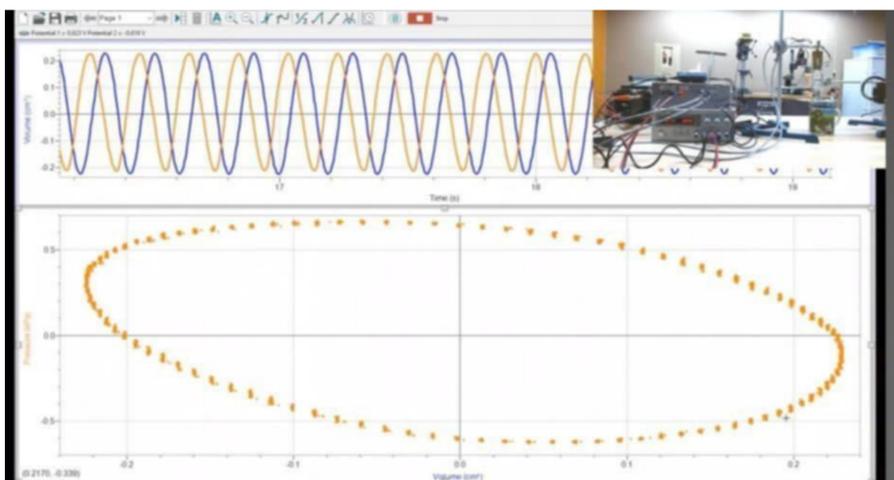


圖2. 預期展示之循環圖

圖片來源：[https://www.youtube.com/watch?v=ck8thAoi\\_rA](https://www.youtube.com/watch?v=ck8thAoi_rA)

## 實驗過程

1. 預期研究方法：
  - (1) 製作簡易的史特林引擎觀察其運行效果。
  - (2) 利用高速攝影機、壓力傳感器或者 p-V-n-T 測量儀等設備測量其循環圖。
  - (3) 根據卡諾循環圖進行比較(研究進行中也會進行不同變因控制與操縱，觀察不同設計下的引擎性能)。
2. 實際方法：

目前技術只能製作出簡易的史特林引擎並運行，上述步驟二與三還需要更多的技術才可以達到。

## 研究結果

1. 研究預期：會得出在不同燃燒和裝置配置下，史特林引擎的最大工作效率。預期結果將包括 PV 圖、功率的測量值及其與卡諾循環理論效率的對比。
  - (1) 在預期實驗初期，先製作簡易版史特林引擎。
  - (2) 完成史特林引擎後，利用高速攝影機以及壓力計來完成體積以及壓力的測量。
    - a. 高速攝影機: 利用高速攝影機拍攝出活塞移動時所造成的距離差，再利用由標尺測量出活塞管徑後求得面積，利用此面積搭配攝影機拍出來的長度相乘求的體積隨時間的變化。
    - b. 壓力計: 先將針筒以及壓力計做接合後，利用高速攝影機同時拍攝活塞運動及壓力計，即可求得壓力隨時間變化。
    - c. 統整: 將上面兩步驟所得到的壓力與體積的變化關係，利用 excel 輸入數據後進行繪圖，即可求得 PV 循環圖。
  - (3) 在將史特林引擎做調整(例如: 更改管徑，或者調整管內鋼絲絨多寡)並找出最有效率的組合。
2. 實際研究結果: 初版製作無法順理運行，改使用針筒的方式後成功運行，另外使用儀器量化之部分因找不到合適工具故無研究後續其量化之部分。

## 結論與未來展望

研究將根據不同變因設置和實測數據進行討論，並探討如何將實際結果與卡諾循環效率接近，進而優化史特林引擎。希望在未來能夠找尋更簡便，且更好的量測工具，使其在量測上更直覺快速。通過對史特林引擎的設計、測試與優化，本研究將對低污染、高效率的能源發展做出貢獻，並探索其在工業上利用廢熱的潛力。



圖3. 自製出的史特林引擎



圖4. 各式各樣的史特林引擎

## 參考資料

- <https://api.lib.ntnu.edu.tw:8443/server/api/core/bitstreams/20842007-a62c-46c9-89ff-e3d1be686890/content>
- <https://www.youtube.com/watch?v=zSOwxStJE48>
- [https://www.youtube.com/watch?v=ck8thAoi\\_rA](https://www.youtube.com/watch?v=ck8thAoi_rA)
- [https://www.slideserve.com/lawanda/sirling-engine#google\\_vignette](https://www.slideserve.com/lawanda/sirling-engine#google_vignette)
- [https://dlf.ug.edu.pl/wp-content/uploads/instrukcjePDF\\_EN/Cw%209%20Stirling%20K.pdf](https://dlf.ug.edu.pl/wp-content/uploads/instrukcjePDF_EN/Cw%209%20Stirling%20K.pdf)
- <https://dlf.ug.edu.pl/wp-content/uploads/2014/03/Sensor-pVT.pdf>