

# 電生熱 運動也生熱 ~

## 焦耳與能量守恆定律

節錄自《科學史上最有趣的 20 堂物理課-下》



科普樂

十九世紀，越來越多的工廠如雨後春筍般出現，想將蒸汽機改良得更有效率的慾望也更強烈，只不過，工程師們在摸索改良作業時，只是照著「經驗」和「感覺」走，實際上對於熱能如何轉變為機械運動的理論根本不清楚，更何況眾人對「能量」這件事都還沒有任何明確的概念。

這從十九世紀初期，永動機風潮又突然席捲歐洲就可以看得出來，人們想做出的永動機，是「不需要輸入能源就能持續運轉，永不止息」的機器，這樣就有源源不絕的動力，可以發電、磨麵粉、紡紗及抽水等，帶來的財富一輩子都用不完。千年來癡迷於永動機的設計建造者從來沒有真正成功過，但許多科學家還是相信永動機是有可能的，只是還沒有找到適當的方法。

一頭栽進永動機這門夢幻科學裡不可自拔者，包括一位英國啤酒商之子——焦耳，當時還是少年的小焦耳，是經典的永動機迷，除了參考前輩們的作品，也想設計出屬於自己的永動機。他經常絞盡腦汁，熬夜畫設計圖，動手製作零件，組裝夢想中的永動機，可是他的永動機永遠中看不中用，明明設計理念很合理，結構組裝也不成問題，但是不知道為什麼每次都只動幾下就不再動了。後來心碎的小焦耳跟著當時發現「原子說」名滿天下的大科學家道耳頓扎扎实實地學起真正的科學。

青年的焦耳，興趣轉移到當時最新穎的科學領域：伏打電池和馬達。當時焦耳家裡的酒廠有蒸汽機，可是焦耳發現蒸汽機的效率實在不高，心裡盤算著說不定用電動機取代蒸汽機更好，所以更加用功的研究電學。沒過多久他就在實驗中發現，通電後的電線和零件會微微發燙，如果按照當時流行的「熱質說」，發熱零件裡的熱質應該是從電路的其他部分流來，所以其他部分的溫度反而應該降低才對？唯一的可能是「電」產生的熱！而不是熱質，眼前的實驗結果，使他轉而相信「熱動說」。原來焦耳是用道耳頓老師的原子說來思考這個問題，他認為是電流通過電線中的金屬原子時，使原子們互相摩擦碰撞而生熱，凡是有電通過的地方就會微微發熱了。

焦耳的理論影響了當時科學家對「電生熱」的看法，但是如果說徹底說服大家，首先必須先證明「熱動說」是對的才行。凡走過必留下痕跡，他在迷戀永動機時磨出來的機械設計功力，這時候剛好派上用場。他設計了有扇葉的轉軸，然後將扇葉放進隔熱的水箱裡，並在轉軸上纏繞著線，線的末端綁著重錘，當重錘往下掉，就帶動扇葉在水中旋轉，等到重錘降到底下時，再讓重錘升上去。如此耐心地反覆進行，他就可以測量水溫有沒有上升。焦耳測試好幾種方法，反覆測量運動生出來的熱，最後證實運動的確會產生熱。

焦耳的實驗讓「熱」、「電」和「運動」建立起關連，能量守恆觀念越發的清楚，能量之間只會互相轉換，不會無中生有也不會憑空消失。所以能量是守恆的，不可能源源不絕的憑空而來，難怪從古至今都沒有人成功做出永動機。當年迷戀永動機的酒廠少年，親手把熱切渴盼的永動機送進歷史的灰燼中，這也是始料未及的呀。

備註：後人為了紀念焦耳，用「焦耳(J)」作為能量(和功)的單位！