



譯 / 蕭如珀、楊信男

1798 年 6 月：卡文狄希〈Cavendish〉計算地球的重量

〈譯自 *APS News* · 2008 年 6 月〉



Henry Cavendish

1798 年 6 月，偉大的化學家和物理學家亨利·卡文狄希〈Henry Cavendish, 1731-1810〉發表了他著名的地球密度之測定。卡文狄希生性固執、極度害羞且古怪，人們一提到他，就會想起那穿著已過時 50 年的衣服，總是避開人群，尤其懼怕女性的怪科學家。他都在夜晚外出散步，以避免被鄰居撞見，甚至在家中另裝一個樓梯，以防上下樓時和僕人相遇。

如此奇怪的個性毫無疑問地造就他成為偉大的科學家，能夠傾全力地做極精密的測量，換做別人早就失去了耐性。他喜歡建造科學儀器，隨時加以改良後再重新建造。他做事極有條理，可以避開各種的錯誤，但卻從未對完成的工作感到滿意。

正如當時許多的科學家一般，卡文狄希也是貴族出身，承繼了足夠的家產，可以維持他的化學和物理實驗。他將屋子大部分的空間改裝成實驗室，只留一小部分做為生活起居之用。

在他所做的許多實驗中，最有名的是用來決定地球密度，現在稱之為卡文狄希實驗。

牛頓於 1687 年發表了他的重力法則，但他並沒有嘗試測定常數值 G ，也沒有測量地球的質量。到了 1700 年代，天文學家想要知道地球的密度，因為可用它來測量其他星球的密度。此外，因為正在發掘新大陸，劃定領土，所以勘測員也需要知道地球的密度。1763 年，Mason 和 Dixon 動身前往解決美國馬里蘭和

蕭如珀 自由業
楊信男 台灣大學物理系
E-mail : snyang@phys.ntu.edu.tw

賓夕凡尼亞的邊界糾紛，卡文狄希極欲知道他們的測量有多準確；卡文狄希意識到 Allegheny 山脈對於他們的勘測裝備會產生些微的引力，可能會影響他們的測量，但他不知道影響有多大。這讓卡文狄希和其他科學家都想知道地球本身的平均密度。

1772 年，皇家學會成立了「引力委員會」來測定地球的密度。有人提議找一座形狀非常均勻的山，再測量它對鉛錘所造成的偏斜程度。因為引力很微弱，所以效果會很微小，不過委員會的委員，包括卡文狄希還是在蘇格蘭找了一座大山做測試。他們得到了一個地球密度值，大約是水密度的 4.5 倍，可是卡文狄希認為委員會所做的假設，理由很牽強。

卡文狄希思索此問題多年，直至 1797 年 67 歲時才開始他自己的實驗。他一開始所使用的扭力平衡裝置是他的朋友地質學家 John Michell 牧師送給他的，

Michell 生前一直希望自己可以做此實驗，但卻沒能真正動手做。卡文狄希瞭解 Michell 的設備不足以測量兩個小金屬球之間的微小引力，所以他動手改良，直到他有了更精確的裝置。

他建造了一個大啞鈴，在 6 呎長的木棒兩端裝上 2 吋大的鉛球，木棒中心由一金屬線懸吊著，可以自由擺動。第二個啞鈴裝有兩個 12 吋的鉛球，每個重達 350 磅。之後將第二個啞鈴向第一個啞鈴靠近，因為大球體會吸引小球體，而對懸吊的木棒產生些微的扭力，所以卡文狄希就辛苦地注視好幾個小時，觀察木棒的振動。

如此可以測量大球體對小球體所產生的引力，既然已知球體的密度，那麼地球和球體之間的引力就可經由球體的重量計算出來，兩個引力之比可用來決定地球的密度。

因為兩個球體之間的引力如此微弱，所以即使是最微小的氣流也可能破壞此脆弱的實驗，卡文狄希因此將此套裝備放置於一個密閉的房間內，以阻擋任何可能外來的氣流；然後他使用望遠鏡透過窗子觀察，並裝置了滑輪系統，可從外面移動重物。房內則保持黑暗以避免房間內部的溫差影響實驗的結果。

卡文狄希嚴格地檢視了所有可能的錯誤，他會轉動球體以防球體累積一點磁性；他還會觀察兩端沒有球體的木棒之引力；他更試用各種不同的金屬線來支撐啞鈴。

卡文狄希在和每一個可能的複雜因素拼鬥過後，終於在 1798 年 6 月將結果寫成了 57 頁的論文，發表於皇家學會的《會報》中，標題為「測量地球密度的實驗」。他報告的地球密度為水密度的 5.48 倍（現在大家所接受的值為 5.52）。

後來其他的科學家使用類似的裝置，重複著他的實驗，但在近乎一世紀間無人能對卡文狄希最初的測量做出任何修正。

今日，卡文狄希的實驗被視為是測量萬有引力常數值 G 的一個方法，而非用來測量地球的密度。現在學物理的學生和科學家雖然使用更新穎的測量儀器，但基本上還是採用相同的實驗設計來重複做這個史上被公認為是最漂亮之一的實驗。