

6. 電磁學發展史

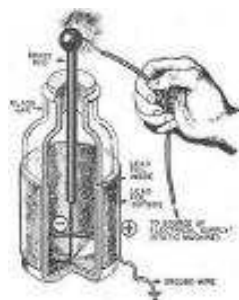
參考資料：<科學發展>2004年6月378期 涂世雄/王雄正/蔡曜州

有關電與磁的發展，根據歷史文獻的記載，早在西元前六世紀，古希臘七賢之首泰勒斯就已經觀察到摩擦生電所產生的靜電感應現象：摩擦後的琥珀可以吸引輕微的絨毛，此項觀察記錄讓泰勒斯被公認為電學的始祖；至於磁學部分，早在西元前一世紀小亞細亞地區的古詩中就傳誦著磁石吸鐵的現象。然而這些記載都僅止於觀察，未能對電與磁做進一步的研究。

直到十六世紀末，才有英皇御醫吉爾伯特(William Gilbert)進行電的相關實驗，並發現摩擦生電並非琥珀所獨有，而是許多物質的共通特性，所以他採用琥珀的希臘文字 *elektron* 為字根，創造出新的詞彙 *electricity*，也就是今日所稱的電，此外吉爾伯特也根據當代已知的磁極分布狀況，推論出地球是一塊超大的磁鐵，於1600年出版磁學相關的論文。不過在此科技萌芽的年代，電學與磁學只能以遲緩的步伐發展，直到十八世紀，電學與磁學才逐漸在科學領域中展露頭角。



1745年，荷蘭萊頓大學教授馬森布洛克 (Petrus van Musschenbroek) 發明了「萊頓瓶」—普通的電容器，這是人類的第一個儲電裝置，也是電學發展過程中相當重要的發明，它讓爾後的科學研究多了一項實驗的利器。



美國政治家與科學家富蘭克林(Benjamin Franklin)曾用萊頓瓶從事雷電實驗，在1752年七月的某一天，費城下著傾盆大雨，富蘭克林與兒子威廉做了舉世聞名的電風箏實驗，證明了天上的電與摩擦出來的電是一樣的。隨後他也發明了避雷針，讓地面的建築物免受雷電之襲擊。

1766年普里斯特里在牛頓萬有引力的啟發下，曾經提出重要的假設—帶電體間的靜電力與距離平方成反比，但是未能獲得具體的實驗數據。

1785年庫倫(Charles Augustus Coulomb)設計出靈敏的扭擺實驗，並取得科學證據，證明同性電荷間的斥力，與它們之間的距離具有平方反比的關係，因此靜電力公式的榮耀，最後歸於庫倫，稱為「庫倫定律」。自此庫倫定律帶領電學由定性分析正式步入定量分析。



前面提到的這些研究成果都屬靜電領域，由於萊頓瓶不能長時間穩定地供電，為了改善這種現象，「伏打電池」便應運而生，有趣的是，這一重大的科學發現，卻是在一個偶然的事件中所引發的！

義大利生理學家伽伐尼(Luigi Galvani)長期從事解剖學的研究，有一天他偶然發現，放在起電機旁的一隻已解剖的青蛙，當用外科手術刀觸及蛙腳上外露的神經時，蛙腳就劇烈地抽搐，他對這一現象十分驚訝，經過十年的研究，他認為這是一種由動物本身生理現象所產生的電，稱為「動物電」。因此產生了一支新的科學——電生理學的研究，同時也開始帶動電流的研究，促使電池的發明。



伽伐尼的發現，引起了一陣研究旋風和討論，但有一位義大利的物理學家伏打(Alessandro Volta)卻不認同他的觀點，他在自己身上做了一個實驗，他用舌頭舔著一枚金幣和一枚銀幣，然後用導線把硬幣連接起來，就在連接的瞬間舌頭有發麻的感覺。這個實驗說明了，兩種不同的金屬接觸時會產生電，於是伏打把這種電稱為「接觸電」，從而引起了「動物電」和「接觸電」長達十年的爭論，被稱為「蛙腿論爭」，最後因為伏打做了一個只用金屬而無需肌肉組織的實驗，順利地產生電流，這個實驗讓「接觸電」的觀點占了上風。後來伏打又製成了能產生持續電流的電源——「伏打電堆」，也叫「伏打電池」，它是人類最早的電池，改進了萊頓瓶電量不足，儲電不易的缺點。

在十八世紀之前，科學家們仍然未曾發現電與磁有任何關聯。直到1820年，丹麥的物理學家奧斯特(H.C. Oersted)有次主持一場電磁講座，在講課時他突然靈感一動：「如果將通電導線與磁針平行排列，磁針會有怎樣的反應呢？」結果小磁針竟然擺動了，當電流方向改變時，小磁針也會向相反方向偏轉，此一現象說明了電流方向與磁針轉動之間有著某種關聯，於是他在1820年7月21日向科學界宣布「電流磁效應」，揭開了電磁學的序幕，後來人們為了紀念他，就把磁場強度的單位以「奧斯特」命名。



電磁學發展史



在聽到奧斯特的實驗結果之後，法國科學家安培(Andre Marie Ampere)開始重複相同的實驗，並提出「安培定則」，確立了磁針轉動方向和電流方向的關係。此後，安培又做了許多實驗，描述兩電流源之間的相互作用力，與兩電流源之大小、距離、方向之間的關係，即後人所稱的「安培定律」。目前所用的電流強度單位—安培，就是以他的名字來命名。

奧斯特和安培的研究成果，揭開了電和磁二者之間的關聯性，在很短的時間內，電磁學的發展便進入了一個嶄新的時期。

電既然可以生磁，那麼磁是否也能生電呢？這個問題最後被偉大的英國科學家法拉第(Michael Faraday)所解決。不過整個的研究過程並不順利，他總共歷經了8年的努力，才在1831年試驗成功，他發現將一塊磁鐵放入金屬線圈中時，會在線圈上產生電流，再拿出磁鐵時，線圈上則產生反方向的電流流動。這一個現象說明了一個事實，電流不能無中生有，必須作功才能產生，這就是「電磁感應」，這個現象的發現，奠定了日後發展電力工業的基礎。



後來法拉第提出一種全新的概念和物理圖像：「力線」及「場」，並提出存在電磁波的臆測，他認為電磁作用可以利用波的形式來傳播，後來馬克斯威爾(James Clerk Maxwell)採用這些猜測，推導出電磁波的方程式，並且發現電磁波的速度與光相同，因此進一步預測：光就是一種電磁波，但是馬克斯威爾只有提供數學的推理，真正的電磁波實驗，後來是由德國的實驗物理學家赫茲(Heinrich R. Hertz)所證實，並造就了日後通訊的蓬勃發展。

馬克斯威爾是電磁學的集大成者，他總結了前人與當代的科學成果，建立了完整的電磁理論。他在1854年自劍橋畢業後就開始了電磁學的研究，詳讀了法拉第的相關著作，對於法拉第的實驗報告和筆記都十分熟悉。由於法拉第是一位純粹的實驗物理學大師，不懂數學，無法用精確的數學語言表述他的物理思想，而數學恰好是馬克斯威爾的專長，於是馬克斯威爾選擇用數學當作翻譯的工具，來表達法拉第的物理思想。他細心研究了法拉第提出的「力線」概念，在1855年發表了第一篇論文〈法拉第的力線〉，這篇論文用嚴格的數學方式說明了法拉第的力線，受到當時即將退休的法拉第極大的鼓勵。



1862年馬克斯威爾又發表了第二篇電磁研究的論文〈物理力線〉，不但進一步論述了法拉第的思想，而且得出了新的結論：電場變化時，也會感應出磁場。

這與法拉第的電感定律相輔相成。他並且運用數學上的向量分析方法，寫下了著名的「馬克斯威爾方程式」，不但完整且精確地描述了所有已知的電磁場現象，而且還有一些新的「預言」，其中最為重要的就是「電磁波」。日後只要是有關電磁學或電磁波的領域，一定會提到「馬克斯威爾方程式」。足見他在這一方面的貢獻，可惜英年早逝，享年僅48歲。

1887年，馬克斯威爾逝世後八年，他所預言的電磁波被德國物理學家赫茲（Heinrich R. Hertz）證實，他在1886至1888年間，做了一系列的實驗，不但證明了電磁波的存在，同時有反射、折射等現象，而且對電磁波的波長、頻率做了定量的測定。此外，他也同時發展出電磁波發射、接收的方法，稱得上是無線通訊的始祖。在當今的生活中，絕對離不開廣播與電視，而這些正是無線電波在日常生活中的諸多應用實例之一，後人為了紀念這位偉大的科學家，把頻率單位命名為「赫茲」。



說到這裡，相信大家對整個電磁學的發展，以及電磁波在無線通訊中，所扮演的重要角色，都應該有了基本的認識，這些理論或實驗的成果絕不是憑空而降的，它們是由一群默默努力的科學家，用其一生的精力與聰明才智，為世人所帶來的奇蹟和希望，我們應該好好善加利用前人的心血結晶，發展出有利於人類社會福祉的科技。