

電動車與電學之父——法拉第



文 / 總編輯 陽毅平

近幾年來，電動車的市場越來越大，有關電動車的技術也不斷推陳出新，若將電動車的重要次系統分類，應可分為底盤系統、動力系統、電源系統、以及整車控制系統。底盤需要的是結構輕量化、與懸吊系統的動態舒適性；動力系統的重點為電機與驅動系統效率、功率密度、可靠度、低振噪與耐久性；電源系統追求快速充電與能量密度的提升，因為直接影響整車的重量與續航力；整車控制系統則注重整車節能與安全的控制策略。

有人問，一輛車最重要的零組件是甚麼？不論是甚麼車，大家一定會說車輪最重要，因為沒有車輪，幾乎所有的車都無法滾動前進。一輛電動車最重要的關鍵技術是甚麼？大家也會說，電池系統的能量密度是目前最迫切需要突破的技術。那麼，甚麼是電動車的心臟呢？當然就是動力系統了，因為他是推動整車的動力來源。動力系統主要由馬達與驅動器構成，而馬達卻是動力系統不可或缺的主要元件。提到馬達，大家一定知道法拉第定律，法拉第(Faraday)被稱為電學之父，他的發現改變了人類歷史，由人力、獸力、機械力、進入到電動動力的時代；一輛最現代的電動車上，幾乎有上百個馬達，在車上許多看不到的角落裡默默地工作。

法拉第於 1791 年 9 月 22 日出生在英國倫敦近郊的紐靈頓(Newington)，兄弟姊妹有十人，他在家中排行老三。法拉第的爸爸是鐵匠，家裡非常窮困，但是父母給他們的家庭教育卻非常健康，他的手記曾說到：「貧窮沒有在家裡留下絲毫痛苦的痕跡，反而使一家人更加親密。在父母的心中，窮是上帝給的祝福，不是咒詛」。法拉第自小學畢業後，就到雷伯(George Riebau)先生的印書店裡打雜，這裡有許多人來裝訂書，法拉第白天裝訂，晚上就讀那本書，因此年輕的法拉第接觸到各式各樣的知識，而且還很認真地將這些知識，

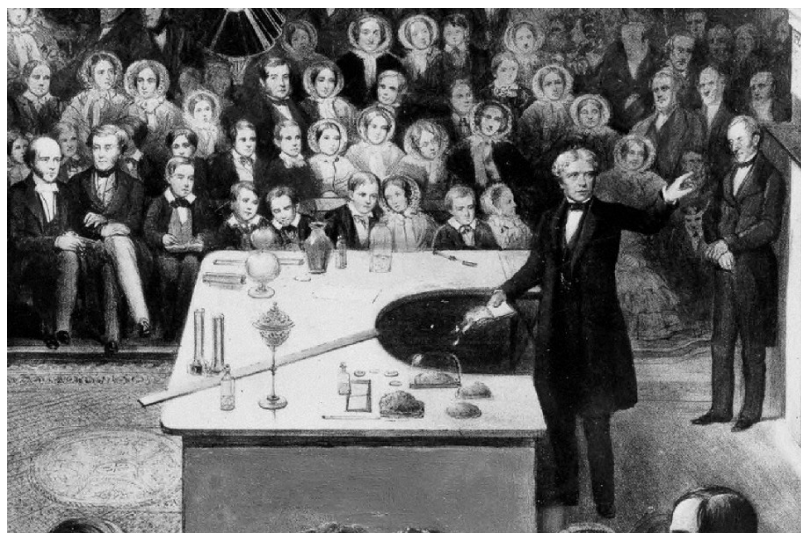
整理成工整的筆記。雷伯發現法拉第的好學與認真，有一天給了他四張票，可以聽化學家戴維(Humphry Davy)的演講，法拉第聽完演講，竟然整理出三百八十六頁筆記的裝訂本，並附上一封信給戴維，希望成為他的助手，這本筆記迄今還珍藏在英國皇家學院裡；終於，在 1813 年 3 月 1 日，法拉第被通知進入皇家學院擔任研究助理[1]。

法拉第在皇家學院的工作非常努力，一個月後就升為戴維教授實驗室的管理員。1815 年 5 月 7 日，法拉第被皇家學院票選為專任助理，1821 年 5 月，皇家學院宣布法拉第升任為事務與實驗室主任。1821 年 7 月，他讀到有關奧斯特(Hans Oersted)1820 年 7 月的宣告：「當電流通過導線時，會在周圍產生磁場，使磁針轉動」。法拉第開始反向思考，既然電可以產生磁，那麼磁會不會生電呢？法拉第的實驗能力很強，但是「由磁生電」的實驗卻足足花了他十年的歲月。他的實驗設備很簡單，將一個圓棒形軟鐵兩端各繞一組線圈，左線圈接電池，右線圈接上電流器，當左線圈剛接上電池時，電流器指針輕微抖動一下，就再也不動了。當他實驗結束，將導線移開電池時，電流器又輕輕抖動一下，然後又重歸寂靜。法拉第在實驗備忘錄記載：「十年的努力，依然沒有結果。沒有結果，也是成果，因為已經越來越接近真實的答案了。」

當時，法拉第認識樂器天才惠登頓(Charles Wheatstone)，大家熟悉的惠式電橋(Wheatstone's Bridge)就是他發明來量測未知電阻的設備，這位科學家精通小提琴、彈鋼琴、吹喇叭。法拉第也喜歡音樂，有一次他和惠登頓研究樂器如何發聲，當惠登頓拉奏小提琴時，會使隔空遠距鐵盤上的細砂隨之起舞振動，法拉第想到空氣可以傳遞音樂，應該也可以傳遞電磁。於是他回去繼續做實驗，但他這次改用兩個磁鐵棒插在一個鐵罐兩端，又用線圈繞在鐵罐外，接上電流器。終於在 1831 年 9 月，他興奮地又跳又叫奔出實驗室，他找到答案了！當他取去一個磁鐵或放回一個磁鐵時，電流器的指針動一下，是因為磁通正在變化，才能產生電流。同年 9 月 23 日，法拉第寫信給他的老友菲力浦：I am busy just now again on electro-magnetism; I think I have got hold of a good thing, but can't say.」。過了幾天，他重複實驗，收集了足夠的數據，在同年 11 月 24 日，公開向皇家學院的同仁發表了這個震驚世界的發現[2]，後來科學家就訂 9 月 23 日為電機工業的誕生日。

法拉第不只是一位令人景仰的科學家，他還是一位謙卑、有愛心、願意與人分享的科學家，他在皇家學院開了一個聖誕教室，為一般聽眾，特別是年輕人，用簡明易懂的方式講解各種科學知識[3]。今天談到電動車就不能忘記法拉第，但是法拉第卻將他的成就，謙卑的歸榮耀給造物主。他曾寫道：「大自然中有許多巨大的力量，每一種力量都足以毀滅

人類的生存，但是這些力量卻沉靜地，維持在一種巧妙的平衡中。大自然中的奧秘，遠超過語言所能描述，我只能敬畏上帝的智慧」。1849年，在一次為英國王子 Albert 的私人演講中，法拉第闡述「磁」在宇宙粒



法拉第在皇家學院聖誕教室演講[3]

子中奇妙的影響時，他說：「磁似乎已經在我們前面若隱若現，我無法懷疑這是在自然中屬於上帝創造的智慧與能力，而這個令人驚艷的發現正帶我們進入一個嶄新的世紀」[4]。如今，電動車也即將帶我們進入另一個嶄新的世紀，我們今日研發的成果，都將在歷史中留下足跡。

參考資料

- [1] 張文亮，電學之父：法拉第的故事，文經社，1999。
- [2] J. F. Keithley, *The History of Electrical and Magnetic Measurements - From 500 BC to the 1940s*, IEEE Press, New York, 1999.
- [3] Alexander Blaikley (1816-1903) - Widely reproduced. See *Notes and Records of the Royal Society of London*, vol. 56, pp. 370, 2002.
- [4] The Faraday Institute for Science and Religion, <https://www.faraday.st-edmunds.cam.ac.uk/Faraday.php>