

# M. 法拉第和他的科学成就

——纪念 M. 法拉第诞辰二百周年

何克明

(杭州大学物理系, 杭州 310028)

今年9月22日, 是伟大的英国物理学家、化学家 M. 法拉第 (Michael Faraday 1791—1867) 诞辰二百周年纪念日。我怀着崇敬的心情撰写此文。

法拉第出身贫寒, 自学成才, 工作勤奋, 热心科普工作, 是一位实验大师。他发现了电磁感应现象。法拉第用电解定律和磁致旋光效应, 研究了物质的抗磁性和顺磁性, 提出了力线和场的概念, 主张自然界的各种力相互有关, 并反对超距作用的观点。他的工作为 J. C. 麦克斯韦建立电磁场理论打下了基础<sup>[1]</sup>。

## 一、青少年时代与早期的科学工作

法拉第出生于萨里群纽因顿, 他的父亲是位铁匠, 家境贫寒。五岁时随父母到伦敦。13岁时, 他就到一家书店当学徒, 起初送报, 后学装订, 工余时间自学化学和电学, 并动手做实验, 验证书上的内容。《大英百科全书》中吉尔伯特, 富兰克林等人关于电学的研究成果以及伦敦一个医生的妻子玛西特夫人 (Mrs. Marcet) 所写的科普读物《化学漫谈》(Conversations on Chemistry) 对他影响很深<sup>[2]</sup>。由于法拉第积极参加一些科学报告会和讨论会, 因而结交了英国皇家研究所的顿斯, 1812年2月至4月顿斯帮助他参加了著名化学家戴维 (Humphrey Davy, 1778—1829) 在皇家研究所的四次化学讲座, 每次他都细心笔录, 清理成稿。同年10月法拉第学徒满师, 到法国人开的印书店当了正式的装订工, 他对这个工作并不满意。后来他说: “我渴望离开商业工作, 我认为这是不道德

的和自私的, 我希望进入科学部门工作, ……这个想法促使我最后迈出了大胆和天真的一步, 我给戴维写了一封信, 表示我的愿望……。”<sup>[3]</sup>同时附上他精心整理和附有插图的听讲笔记。希望戴维有机会时帮助他实现这个心愿。戴维给他复了信, 并约见了。当戴维去向英国皇家学会的负责人之一——这个人是学会的一位总监——谈关于雇用这个年轻的装订工的意见时, 总监答道: “让他涮瓶子吧! 如果他有点用处就会答应干, 要是他不干, 就说明他毫无用处。”<sup>[4]</sup>法拉第答应了。1813年3月戴维把法拉第推荐到皇家研究所实验室作他的助理实验员。

1813年10月, 法拉第随戴维到欧洲大陆作科学考察旅行, 考察游历了法国、意大利和瑞士, 历时18个月。法拉第在这次学术考察中详细记载了戴维在各地的讲学内容, 参观了各国科学家的实验室, 结识了安培, 盖·吕萨克等著名科学家, 并了解了他们的实验方法, 吸取了他们的科学研究方法, 扩大了眼界。

1815年5月法拉第回到英国后, 在戴维的支持和指导下, 从事化学研究工作, 并于1816年发表了他的第一篇化学论文。从1818年起他和 J. 斯托达特合作, 研究合金钢, 首创了金相分析方法。1820年他用取代反应制得六氯乙烷和四氯乙烯。1823年, 他发现了氯气和其它气体的液化方法。1824年1月, 经物理学家沃拉斯顿 (W. H. Wollaston) 和天文学家赫谢尔 (J. F. W. Herschel) 的推荐, 法拉第当选为英国皇家学会会员。出于妒忌和虚荣使当时任英国皇家学会会长的戴维投了唯一的反对票, 虽

然事后他也觉得略有歉意，但他的声誉也因此受到损害，不久便辞去了英国皇家学会会长的职务。但是，法拉第一直对自己的恩师怀着敬重与感激之情，称颂他对自己走上科学研究道路的许多启发指导。当法拉第已经十分衰老时，还经常指着墙上戴维的画像颤抖地说：“这是一位伟大的人呀！”<sup>[5]</sup>1825年2月法拉第担任了英国皇家研究所实验室主任。同年，发现苯，为芳香族化合物的研究和应用开辟了道路，并开始研究光学玻璃的制造技术。

## 二、电磁感应的发现和场的概念的诞生

1820年H. C. 奥斯特发现电流能使其周围的磁针发生偏转以后，在欧洲，掀起了研究电磁关系的热潮，在这种形势下，英国皇家学会《哲学杂志》的编辑菲利浦(Richard Phillips)，在1921年邀请他的朋友法拉第撰写一篇文章，综合评述奥斯的发现以来，这一年中电磁学实验和理论发展的概况。法拉第在收集资料的过程中，激发起研究电磁现象的巨大热情，并在1821年9月发现通电导线能绕磁铁旋转，这是他的第一个重要的发现。早在1824年，他就论证过，既然电对磁有作用，那么磁也应当对电有反作用。但是在1824年、1825年、1828年他做了多次实验都没有获得成功。然而这些失败并没有动摇他的信心，经过反复思索和实验，他终于在1831年8月29日第一次观察到电磁感应的效应。他在一个圆形软铁环两边绕上A、B两组线圈，在将A组线圈同伏打电池接通或切断的瞬间，就会在B组线圈中感应出电流，法拉第把这叫做“伏打电感应”。10月又发现，磁铁和导线的闭合回路有相对运动时，回路中会产生感生电流，法拉第称之为“磁电感应”。伏打电感应孕育了变压器的诞生，磁电感应预告了发电机的出现。这两类电磁感应现象的发现为电在未来的大规模应用奠定了基础。这项工作获得了皇家学会的科普利奖章。此外，他还做了许多其它电磁感应现象的实验。通过广泛的实验和精心的思索，他终于揭开了电磁感应现

物理

象的奥秘。

受电磁感应的启示，法拉第直觉地揣测到磁铁周围是一个充满力线的场，感生电流的产生是由于导体切割力线。1832年3月12日，他在文稿中写道：“……使我相信，磁的作用是渐进的，是需要时间的，”“有理由假设，电(压)的感应也是以类似的渐进方式进行的。”这是物理学史上第一次认真地向力的超距作用概念提出的挑战。

## 三、法拉第电解定律和其他电学实验研究

1832年法拉第发表了《不同来源的电的同一性》一文，用实验证明：“不管电的来源如何，它的本性都是相同的。”1833—1834年，他发现了两条电解定律（后来称为法拉第第一和第二电解定律）。这是电化学的开创性工作，第二定律还指明了电荷具有最小单位。法拉第电解定律是基本电荷存在的有力证据。这对于导致基本电荷 $e$ 的发现以及建立物质的电结构理论具有重大意义。法拉第还制订了许多电化学术语，如电极、阳极、阴极、电解质、阳离子、阴离子等，他用“电解”一词表示整个过程，并测定了解1g当量物质所需要的电量为96484C(库仑)，后来这被称为法拉第常数。从1834年起，法拉第对伏打电池、静电、电容和电介质的性质进行了大量实验研究。1843年，用冰桶实验证明电荷守恒原理，为了纪念他在静电学方面的工作，电容的实用单位命名为法拉。

## 四、磁致旋光效应和抗磁性现象的发现

法拉第由于忘我的工作，积劳成疾得了严重的神经衰弱症。1841年夏天，在医生的敦促下法拉第到瑞士休养，于1845年春天重新回到了实验室工作，而且很快就有了重要的发现。8月法拉第研究电和磁对偏振光的影响，9月用过去研制的重玻璃做实验，发现原来没有旋光性的重玻璃在强磁场的作用下产生旋光性，使

偏振光的偏振面发生偏转。这是人类第一次认识到电磁现象和光现象之间的关系。磁致旋光效应后来称为法拉第效应。

1845年11月,法拉第发现大多数物质具有抗磁性,而认为并不存在什么磁极。他提出电和磁的作用是以介质为中介来传递的,而介质便成为电场和磁场的载体。

在晚年,他研究火焰和各种气体的磁性,研究晶体在磁场中所受的力。借助力线的概念,他对电磁感应现象进行定量研究,归纳出著名的法拉第电磁感应定律。法拉第晚年的研究工作仍然是为了证实他的一个坚定信念——自然界的各种力相互有关。

## 五、热心科学普及工作

法拉第热心科学普及工作。在任皇家研究所实验室主任后不久,发起举行星期五晚间讨论会和圣诞节少年科学讲座。他在一百多次星期五晚间讨论会上作过讲演,在圣诞节少年科学讲座上讲演达19年之久。他的科普讲座深入浅出配以丰富的演示实验,深受欢迎。

法拉第为人质朴,喜欢帮助亲友,不善交际,不图名利。为了专心从事科学研究,他放弃一切有丰厚报酬的商业性工作。曾经和法拉第一起在皇家研究所工作过的他的学生和朋友丁铎尔(J. Tyndall)后来在《作为一个发现者的法拉第》(Faraday as a Discoverer, New York, 1877)这本书中感慨地说:“……他(法拉第)的一生一方面可以得到十五万镑的财富,一方面是完全没有报酬的学问,要在这两者之间作出选择,结果他选择了后者,终生过着穷困的日子。然而这却使英国的科学声誉比各国都高,获得接近40年的光荣。”1835年,英国内阁总理皮尔建议设立一种年金,奖给有贡献的科学家或文学家,法拉第被定为获奖者之一。但新任内阁总理梅尔本在对法拉第的谈话中流露了对科学技术人员的轻视,认为这种奖金对科学家来说是一种恩赐。感到受人侮辱的法拉第不愿这位大人物的窘态,立即告辞回家,并写了一

个便条告诉他,恕难接受这种恩赐。虽有人出面调解,法拉第也坚决不接受奖金,最后这位感到问题严重的总理亲笔写了坦率而客气的道歉信,才算解决了这一事件。<sup>[1]</sup>1857年,法拉第被一致选举为英国皇家学会会长,但他坚决辞掉这个职务。英国政府拟封他为爵士,也被他拒绝,因为他愿意永远是普通的法拉第。1858年后,英国女王要把一所宽敞舒适的住宅赠给法拉第,他也多次辞谢。法拉第那种坚韧不拔的科学探索精神,纯朴无私的人格和对大自然以及人民的深挚的感情,赢得了人们的敬仰。他1865年退休。1867年8月25日,他坐在书房的椅子上平静地离开了人世。

法拉第的主要著作有《电学实验研究》(Experimental Researches in Electricity,该书有中译本:周昌寿译,商务印书馆1933年版。),《化学和物理学实验研究》(Experimental Researches in Chemistry and Physics,于1859年出版。)和《日记》。除了在科学期刊上发表的大量文章外,法拉第在研究工作上最值得注意的文件就是他的日记。他从1820年到1862年从未中断过记日记。法拉第实验日记中最后一个的编号是16041。这个实验是在1862年3月12日,目的是寻找磁场对光源发射光谱谱线的影响,但没有成功。英国皇家学会在1932年出版的法拉第日记计有七大厚卷共3236页之多,并附有几千幅插图。法拉第的巨著《电学实验研究》是从1831年开始的,持续写作了24年,全书由三千多节组成,分三卷,分别于1837,1844和1855年出版。在这部巨著里,详细记录了他做过的实验,包括了大部分科学著作的内容。

- [1] 秦关根,中国大百科全书,物理学I,中国大百科全书出版社,(1987)316.
- [2] 申先甲、张锡鑫、祁有龙编著,物理学史简编,山东教育出版社,(1985),557,569,571.
- [3] 【美】弗·卡约里著,戴念祖译,范岱年校,物理学史,内蒙古人民出版社,(1982),231,234.
- [4] 【美】乔治·伽莫夫著,高士圻译,侯德彭校,物理学发展史,商务印书馆,(1981),138.
- [5] 陈武秀编著,物理学的反思,湖北教育出版社,(1989),43.