

十八个精彩故事，十八个科学秘密

法兰克·阿胥 著

科学

发现

KE XU DA FA XIAN

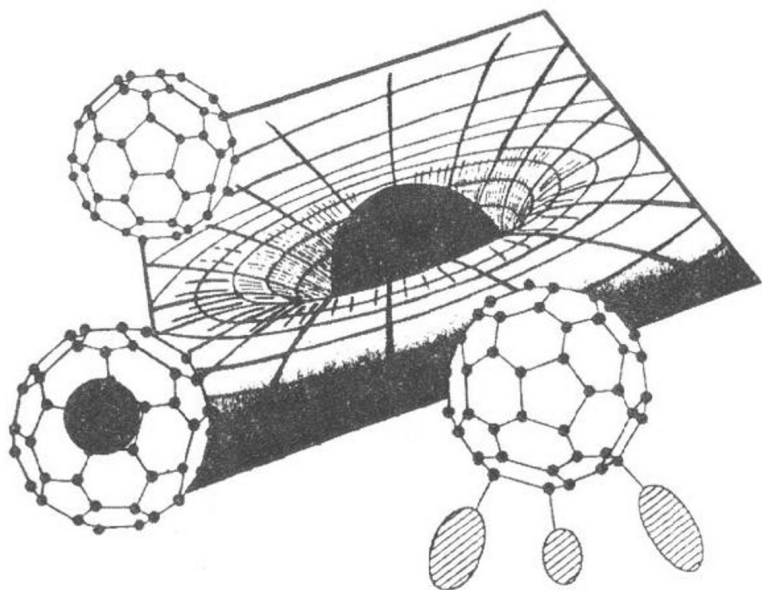
外文出版社

科学大发现

Remarkable Discoveries

法兰克·阿胥 著

潘丽芬 刘淑凤 王佑文 合译



外文出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

科学大发现/(英)阿胥(Asball, A.)著;潘丽芬等
译. —北京:外文出版社, 2000. 1
ISBN 7-119-02564-3

I. 科… II. ①阿… ②潘… III. 科学知识-普及读物
IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 73562 号

外文出版社网址:

<http://www.flp.com.cn>

外文出版社电子信箱:

info@flp.com.cn

sales@flp.com.cn

著作权合同登记字:01-1999-3498

Copyright © 1994 by Cambridge University Press Simplified Chinese
translation copyright by © 2000 Foreign Languages Press Published by ar-
rangment with the Press Syndicate of the University of Cambridge through
Bardon-Chinese Media Agency

书 名	科学大发现	
作 者	法兰克·阿胥	
译 者	潘丽芬 刘淑凤 王佑文	
责任编辑	张 勇	
封面设计	安洪民	
出版发行	外文出版社	
社 址	北京市百万庄大街 24 号	邮政编码 100037
电 话	(010)68320579(总编室) (010)68326644-2529(2510)	
印 刷	北京市密云春雷印刷厂印刷	
经 销	新华书店/外文书店	
开 本	大 32 开(203×104 毫米)	字 数 190 千字
印 数	0001-5000 册	印 张 8
版 次	2000 年 1 月第 1 版第 1 次印刷	
装 别	平	
书 号	ISBN 7-119-02564-3/G·359	
定 价	12.80 元	

版权所有 侵权必究

序 言

让大众知道基础科学研究为人类带来的好处，并且教导每个人去认识自然界奇妙的运作，是科学家的责任。以我的观点来看，必须要传达一个十分重要的观念，那就是没有人能预测，基础研究会带来什么有利人类的东西，尽管它主要的目的是在了解自然界，但一次又一次的例子显示，基础研究可发展出重要的却意料之外的应用。我希望这本书能对传达这个观念有所帮助。

近年来，科学研究已变得相当商业化，即使在一些知名大学的学术研究室里，其为求知而求知的自由已遭破坏。世界各国政府资助纯学术研究的经费少得可怜；很丢脸的是，经费均转向军事研究上。即使有基础研究经费来源，但那些对人类极具重要性的研究，仍得不到应有的支援，更别提一些因经费不足而必须中断的研究工作。使今日整个电子工业成功的麦可·法拉第，他的好奇心值多少钱，有谁能给一个数字呢？路易·巴斯德对了解自然的那股永不熄灭的兴趣，为今日对疾病的了解、预防及治疗所作的贡献，他的那股热诚又该如何估价呢？

为科学研究提供经费的组织，应该继续支持与本书所述发明相关的研究工作；不论其主题为何，支持纯研究的远见，是需常记在心的。这些发明带给我们的启示是，对自然界的基础研究，不仅能增加我们对所居住的这奇妙、美丽的宇宙有所了解，更能带给人类意外的好处，帮助改进日常生活的每个层面。这些有益的科学应用，是地球各角落的人都可以享受到的，而那些科学定律之美以及自然事物的奥妙，更是值得每个人抱着惊喜之心去思考的。可惜的是，世界各国政府官员一般均缺少适当的科学训练，以至于无法了解科技研究的重要性；更可悲的是，贫穷国家的上亿人口，仍无法享受到本书描述的这些发明所带来的好处。

1991年，我以媒体专员（与媒体合作的科学研究人员）的身分，与英国《独立报》（The Independent）合作两个月，这引起了我对自己专业以外的科学领域的兴趣；这也使我了解到，很多科学家对自己领域外的科学知识相当贫乏；更让我体认到，将科学知识传播给一般大众的重要性。

我衷心感谢《独立报》的科学编辑汤姆·维奇（Tom Wilkie）建议我着手写这本书，并提供我与《独立报》合作的机会。在《独立报》担任媒体专员期间，其他同仁也给了我很多协助，特别是苏珊·瓦兹（Susan Watts）及史帝夫·康诺（Steve Connor）两位。我很感激科学知识普及协会（Committee on the Public Understanding of Science, COPUS）以及英国科学发展协会（British Association for the Advancement of Science）的共同赞助，使我得以担任媒体专员的职位。

我还要感谢剑桥大学出版社（Cambridge University Press）的罗伯特·哈灵顿博士（Dr. Robert Harington）及乔·克雷格博士（Jo Clegg），他们给我提供了十分有价值的富有建设性的意见。我的妻子艾莉森·高德博士（Alison Goate）也对本书的初稿，提供有用的建议。下列几位也提供给我非常有用的讯息及有益的批评，

包括莱斯特大学 (University of Leicester) 的艾力克·杰菲博士 (Alec Jeffreys)、萨瑟斯大学 (University of Sussex) 的哈洛·柯杜教授 (Harold Kroto)、剑桥大学的西撒·米尔斯坦教授 (Cesar Milstein)、牛津大学威廉·唐爵士、病理学院的爱德华·阿尔伯拉罕爵士 (Sir Edward Abraham), 以及亨利·哈里斯爵士 (Sir Henry Harris) 教授, 美国密苏里州圣路易斯华盛顿大学的克里夫·威尔教授 (Clifford Will) 以及孙卫蒙教授 (Wai - Mo Suen) 等。

法兰克·阿胥

于英格兰汉普敦维克

《现代科学的创造者》丛书

《现代科学的创造者》这套书介绍了 19 到 20 世纪间,对人类知识有重大贡献的科学家的生活及成就。每一册介绍一位科学家或科学团体。他们都是在专业领域中有极大影响和贡献者。该丛书以散文形式深入浅出地讨论科学家们的成就及他们工作中的科学原理,引用同时期的新闻消息、日记、回忆录、信件等原始资料,精彩地描述了科学工作上戏剧性的事件、研究上所遇到的挫折、发明的快乐及所受到的奖励。每册书后都附有重要词汇解释,书中亦有丰富照片以供参考,这些都使得本书更精彩实用,更适合青年朋友与大众阅读。

①《莱纳斯·鲍林:诺贝尔化学奖、和平奖双料得主》

鲍林不仅是位有才气的科学家,更是位世界和平运动的热情倡导者。他运用化学与物理学解决了各种与化学键本质有关的难题,发展出一套独一无二的、可以用来研究蛋白质、氨基酸及 DNA 的模型架构技术。1954 年,他以对蛋白质结构研究的贡献获得诺贝尔化学奖。也由于他的科学探索,鲍林开始注意到游离辐射对遗传疾病的潜在影响,他成为核测试的反对者,并为他的陈情书赢得 11000 位科学家的签名与支持,公诸于全美国。因为这项努力,鲍林获得 1962 年的诺贝尔和平奖。

②《乔纳斯·索尔克:索尔克疫苗的发现者》

乔纳斯·索尔克在 1954 年发现了一种有效的疫苗对抗当时令人害怕的疾病——脊髓灰质炎(俗称小儿麻痹症)。在索尔克的疫苗问世前,世界各地成千上万的民众,每年因患这种疾病丧失了性命或无法行动。在今天很难想象脊髓灰质炎曾经引起的恐惧程度。父母们竭尽所能地保护照顾孩子,以确保孩子们在大流行期的安全。本书述说索尔克发现疫苗的经过,深具启发性,也阐释出科学的进步成就与许多科学家经年累月埋首实验室工作的结果是分不开的。索尔克生物研究中心是由这位享有一身荣耀的科学家所建立的,现在正致力于对抗癌症和艾滋病的战斗。

③《亚历山大·弗莱明:盘尼西林的发现者》

在实验过程中,弗莱明注意到一种青霉菌会产生一种物质将周围的细菌杀死,他称这种物质为盘尼西林。在当时,人们仍无法控制感染的发生,小小的伤口往往因感染而导致死亡,弗莱明的发现成为战争中对抗疾病的转折点。这种药物横扫全世界,在第二次世界大战中解救了无数人的生命。本书中亚历山大·弗莱明现身说法,告诉我们如何通过他敏锐的观察力,发现了这种在医学史上造成重大改革的发明,为延长人类寿命带来了新希望。

④《罗伯特·奥本海默:原子弹之父》

罗伯特·奥本海默曲折的一生,描绘出 20 世纪科学家所面临的挑战及矛盾。他具有追求真理的热诚及不灭的好奇心,而在科学研究上最必要的条件,正是对真理的追求,奥本海默一生所完成的伟大成就,可略分为四类:科学的领导人;教育家;理论派物理学家及观念整合者;核子政策的制定者及世界武器限制运动的提倡者,具备这四项成就中任何一项,就足以让一位科学家感到骄傲;集四者于一身的奥本海默,更为后代科学家树立了一

个典范。

⑤《恩里科·费密：原子时代的先驱》

本书介绍意大利出生的诺贝尔物理奖得主恩里科·费密的生活与工作，他的工作直接引出了史无前例的核子连锁反应，即原子弹。费密和同时代的人一样，了解原子的特性并直觉地察觉到其释出巨大能量的潜力，他拓展人类对原子的认识及将之付诸实际的努力，为当代科学家提供了莫大的启示。这本探讨深入、写作平易的传记，详细地述说了这位 20 世纪重要科学家之一的一生。

⑥《詹姆斯·沃森与法兰西斯·克里克：DNA 结构发现者》

本书详述因发现脱氧核糖核酸(DNA)分子结构，进而开启分子遗传学大门的诺贝尔奖得主——詹姆斯·沃森与法兰西斯·克里克的生活及工作点滴。

他们令人兴奋及引发争议的故事，也带来了科学伦理的问题，包括研究的方法及依此方法产生的结果是否应该被使用。

⑦《罗伯特·哈金斯·戈达德：火箭之父》

本书详述了火箭之父——罗伯特·哈金斯·戈达德的工作和一生。他设计并建造了第一枚液态燃料火箭、早期的高空火箭、第一个可用的火箭自动导向系统，以及众多其他火箭装置。他也是建立火箭理论的鼻祖之一。但取得这么多重大成就的戈达德却长年在独自苦战中，而当时人们却把他的观念当成笑柄。

本书对戈达德“虽千万人吾往矣”的执着，以及对突破科学难题终究成为 20 世纪最重要科学家的过程，有非常生动的描述。

⑧《沃纳·冯·布劳恩：太空探索的先驱》

本书叙述的是 20 世纪最具争议、最复杂的科学人物之一——沃纳·冯·布劳恩的故事。他是太空航行的先驱，也是阿波罗号登月任务的先导。他亦曾参与德国纳粹开发战争用火箭的工作。

他的一生及研究工作充分反映了科学为今日世界所带来的巨大影响，以及伴随科技进步而来的道德问题。

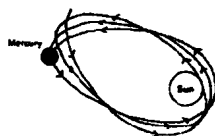
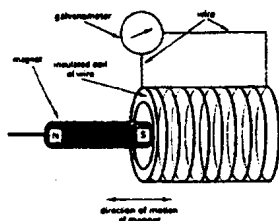
⑨《查理·达尔文：最伟大博物学家》

从孩提时代起，查理·达尔文便着迷于自然世界的奥秘。他喜爱探险，在森林中寻找岩石、鱼类及昆虫。这个沉默安静的男孩“日益蓬勃的好奇心”，使他日后成为英国最伟大的博物学家，和 19 世纪最令人怀念的人物。从他生长于英国小乡村的童年，到著名的皇家贝格尔号战舰之旅，他一直努力不懈地在寻找生命进化的事实，通过作者生动有力的文字，我们了解到一个人的思想是如何改变了我们对自己生命及所有生物的看法。

⑩《利基家族：考古人类学第一世家》

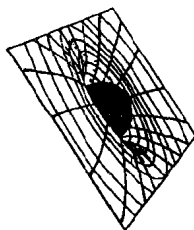
本书描述了利基一家人(路易斯、玛丽、理查德、菲利普及强纳生)的家居生活及工作情形。由于他们发现遗留在非洲的史前化石遗迹，而彻底改变了人类对自己起源的认识。

本书以生动活泼的叙述，将这个充满天赋的家族如何在非洲实验、对考古学的伟大贡献，详细完整地呈现出来。



目 次

第一章	电学之父	1
第二章	人类的一大步	14
第三章	医学上的神奇射线	23
第四章	在黑暗中发光的物质	29
第五章	光的量子论	40
第六章	爱因斯坦的墨水笔	52
第七章	混沌初开	67
第八章	分子足球	79
第九章	推挤的板块、火山及地震	88
第十章	汽水、燃素和拉瓦锡的氧气	102



第十一章	啤酒、醋、牛奶、丝和细菌的关系	111	目 次
第十二章	挤牛乳的女孩、鸡瘟和疯狗	131	
第十三章	传播虐疾的狡猾种子	148	
第十四章	意外发现的青霉素(盘尼西林)	158	
第十五章	解读生命语言的 DNA	173	
第十六章	以分子剪刀剪裁 DNA	191	
第十七章	分子侦探 DNA	204	
第十八章	神奇子弹	217	
附录	深入阅读参考书目	235	



第一章 电学之父

1991年，位于伦敦的科学博物馆举行了一场特别展览，以纪念麦克·法拉第（Michael Faraday，1791 ~ 1867）两百年诞辰。在展览会场入口，竖立了法拉第的塑像，旁边围绕着十多样家电用品，有吸尘器、电动缝纫机、吹风机及食物搅拌器等等。塑像下方的牌上写着：“我们今日所使用的电器用品，全拜麦克·法拉第的基础发现之赐。”这句话一点也不夸张，法拉第在电学及磁学上的实验，为今日电子业奠定了基础；今日便捷的现代化生活也拜法拉第之赐，由于他的研究让我们得以享受这些奢侈的物品，及现代人赖以维生的电气设备。这位英国科学家并没有接受过正规的大学教育，但“电学之父”的头衔，他绝对当之无愧。

根据法拉第研究成果而发展出的奇妙的、多样化的应用，是法拉第本人在实验时还不能预见的。而他本人也不曾在此研究中寻求应用。当时他主要的目的，纯粹

是对自然的探索——经由实验探索物理世界的奥妙。如果说有哪位科学家的研究，发扬了路易·巴斯德的（Louis Pasteur）“根本没有所谓的应用科学，只有纯科学的应用”这句格言的精髓，那非法拉第莫属。由于法拉第对基础知识的强烈热情及永不满足的欲望，他所披露出的物理的多层面，已经使我们居住的地球起了革命性的变化。

历史背景

为了解法拉第研究的重要性及其发展过程，我们必须就他开始研究的背景——19世纪早期对电学及磁学的了解，作一番评估。那时正巧是电学及磁学有重大发现的成熟时机，17世纪、18世纪，在光学及机械上已有长足进步，法拉第加入研究阵营时，最热门的研究题目则是电学、磁学。

古代的希腊人对磁学已略有了解，特别是公元前6世纪哲学家台利斯（Thales）的研究。台利斯发现，铁矿石（或称天然磁石或磁铁）可吸引铁制品。由于他所使用的天然磁石是来自爱琴海旁的小镇马格尼西亚（Magnesia），于是他将之称为“马格尼西亚石”（Magnesian Rock），也就是英文磁铁（Magnet）一词的由来。

希腊人也熟知静电吸力。在摩擦琥珀（树液的化石）后，这块琥珀能吸引如羽毛之类的轻物。电力（electricity）的英文词来自希腊文的 elektron，就是希腊文琥珀的意思。希腊人了解到磁力及静电之间的相似处，并认为磁力较静电力强些，静电力则较多样化，这是因为摩擦后的琥珀可以吸引各种材料制成的轻物，而天然磁石则只能吸住铁块或磁石。

对磁学的了解，一直进行得很缓慢，但在12世纪时，人们

就已知道“磁感应”(magnetic induction)作用,所谓“磁化”,就是一块磁铁能使不具磁性的铁块,也变成磁铁的过程。现今有很多人都有以下的经验,一片铁或钢制(如回纹针或针)和磁铁摩擦后,这铁或钢制品本身也具磁性了。

漂浮在水上的磁铁,总是指向南北方,不管将它转至其他任何方向,它终究还会指回南北向,由此显示磁铁具有南北两极。如果两块磁铁以不同极向摆在一起,会互相吸引;若同极相邻,则产生排斥作用,这就是所谓的“同性相斥、异性相吸”的规则,也是指南针设计的依据。指南针会顺着地球的磁极指示方向,有了指南针后,航海家不必靠太阳或北极星来指引方向。中国人是最先使用指南针的民族。拜指南针之赐,到15世纪,人类得以展开大规模探索地球的活动。

英女王伊莉莎白一世时的物理学家威廉·吉柏特(William Gilbert, 1544~1603),是对磁学的科学基本原理展开透彻且有系统研究的先驱科学家之一。他成功地证明,罗盘指针虽然指着南北向,但并非是正南和正北,而是略向下偏。他将一块磁石做成球形,来代表地球,他发现,指针只朝一个方向指着,而且若将指针接近球面时,指针也会向下倾斜。吉柏特解释,这个现象意味着地球本身就是个巨大磁铁,有南、北两极,也就是说,地球这个“磁球”是有极性的。这个发现打破了在地球的极北处有个巨大磁铁山的古老传说。

吉柏特也对静电基本原理作了研究,结果他发现很多宝石,如蓝宝石、钻石,都和琥珀一样,在摩擦后会产生静电吸力,他创了一个新字“带电体”(electrics)来描述这类的物质。

摩擦这类带电体物质所产生的静电,通常算不上大量,也不容易控制、利用,因为静电释放速度太快了。为了研究静电的性质,必须要发展出一套方法,以获得足够的电力,且此电力能在控制的时间中加以利用,使科学家得以研究其性质。解决这个问题

的主要步骤，是由德国科学家奥图·凡德瑞克（Otto von Guericke, 1602 ~ 1686）所提出，他利用最容易产生静电的硫磺，制成一颗西瓜大小的球，然后利用附在球上的把手转动它，接触其他物质，于是硫磺球面上产生了大量的静电。凡德瑞克发现，带电的硫磺球彼此间也有吸引、排斥作用，就像磁铁一样。他也证明，带电的硫磺球也能使其他没带电的硫磺球，因感应而带电，这称为“静电感应”（electrostatic induction）。17 世纪后期，越来越多科学家开始认为，电与磁的关系十分密切。

18 世纪及 19 世纪早期，科学家已证明电可流过许多物质，例如铁棒。美国科学家本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin 1706 ~ 1790）认为，电是由正极流到较负的负极。而如今我们知道，电流乃是由一群电子流由电路中的负极流向正极所致，和富兰克林当时所提出的方向相反。

17 世纪至 18 世纪早期的三项主要发明，对法拉第日后的研究十分重要，那就是电池及电流计（galvanometer）的发明，以及电与磁（电磁学）直接关系的发现。

电池是亚历山卓·伏特（Alessandro Volta, 1745 ~ 1827）根据另一位意大利人路易奇·伽凡尼（Luigi Galvani, 1737 ~ 1798）早在 1800 年的发现而发明的。伽凡尼发现，在雷雨来袭时，用金属棒碰触青蛙腿，青蛙腿会有抽动的现象。之后他也发现，即使没有暴风雨，同时用两种不同的金属，例如以铜和铁来触触青蛙，它的肌肉也会不停地抽动。伽凡尼认为，这抽动是由一种生命力引起的，他称其为“生命电”。然而，伏特并不同意伽凡尼的推论，他认为，这种电力的来源与神秘的生命力无关，而是由于两种不同金属的碰触引起的。

伏特发现，甚至只将两种不同金属放在纯粹的盐水中，也会产生连续电流。他在一片银及一片锡之间，放了浸过盐水的纸板，竟也产生了电流。如果把多片纸板堆积起来，所产生的电流

则更强。这些“伏特纸板”就是电池的前身。利用这种方式，科学家很轻易地制造出连续的强大电流，而毋需利用硫磺球来积存静电了！

1819年，就在法拉第完成第一个马达模型之前不久，荷兰科学家汉斯·克里斯汀·奥斯特（Hans Christian Oersted, 1777 ~ 1851）发现，连接着电池的电线，水平置于罗盘针上时，只要有电流通过电线，电线下的罗盘针就会跟着移动，这现象称为“电磁感应”（electromagnetic induction），明白地显示出电与磁之间的关系。不久之后，德国科学家约翰·史怀格（Johann Schweigger, 1799 ~ 1857）利用这原理，发明了测量电流的第一个直流电表。

就在这种科学发展背景下，法拉第开始他在电磁学上的研究。为了深入了解法拉第如何有这些发现，我们不仅要知道在他开始从事研究之初的科学发展情况，更要一探他如何成为一位物理学家，及是什么激励他从事研究工作的。

麦克·法拉第的背景

麦克·法拉第于1791年9月22日生于英国萨里（Surrey）的纽维顿（Newington）〔现今伦敦的象城（Elephant and Castle）〕，父亲是位穷铁匠。法拉第信仰的宗教派别为圣德马尼亚（Sandemans），又称为葛拉斯泰派（Glasites）。圣德马尼亚派为非英国国教派，信徒坚守原始的基督徒生活方式，他们认为，富有不合教义；上帝的教义在自然中随处可见，藉由研究或“读取”自然现象，人类可找出上帝真正的旨意。法拉第一生都是虔诚的教徒，宗教对他的科学研究影响深远，与其实验方式也有密切的关系。诚如英国科学家约翰·廷德（John Tyndall, 1820 ~ 1893）所说：“法拉第的宗教情怀深深影响着他的一生；两者自然而然地交流着。”

法拉第 13 岁就离开学校，开始为伦敦一位书商及装订商乔治·瑞博（George Ribeau）送报。瑞博十分赏识这男孩，并收他做学徒；法拉第在 1805 年开始他 7 年的学徒生涯。接下这份工作，使他有学习新技能，更重要的是，他有机会阅读各类书籍，其中有些书，他更是十分有兴趣地仔细研读。对年轻的法拉第而言，知识大门从此为他敞开。他对化学方面的书籍最感兴趣，尽管他年纪小，且受的教育不多，他对理化的兴趣却与日俱增。如他所说：“我当学徒时，最喜欢读的是手边的科学书籍。”

在学徒期间，他获得瑞博的允许，在装订店的一间空房间内做些简单的科学实验。这些简单的实验加上装订书的技术，使法拉第练就一手灵巧的手艺，也有助于他日后在电磁学上的研究。从 1810 年开始，他参加伦敦哲学学会（City Philosophical Society）的课程及讨论，再加上本身不断的进修，建立了他在基本化学及物理上的深厚基础。

1812 年，当代世界顶尖科学家之一的英国化学家韩弗瑞·德维爵士（Sir Humphry Davy, 1778 ~ 1829），在伦敦的皇家学院（Royal Institution）开课，法拉第也到场听课，他十分用功，之后他将笔记装订成册，连同一封信送给德维。他在信中询问德维，不知他的研究室是否有研究助理的空缺。德维对法拉第的热诚印象深刻，给了他面试机会，但最后却没雇用他，只建议他继续在装订工作上努力。不过没多久，德维因意外导致短暂失明，因而雇用了法拉第为他做些纪录工作。1813 年，对 21 岁的法拉第而言，机会终于来了，德维因一场争吵解雇了一位研究助理，于是法拉第递补了这个空缺。

由于法拉第的自律、责任感及对知识的深切热情，终于得以进入这位顶尖科学家的研究室！最后，并成为一位能干的科学家——至少和德维一样优秀。事实上，有人说法拉第是德维最棒的发现，也有人认为反过来说才对，或许该说是他们互相发现了对

方!

从未接受大学教育的法拉第,就研究助理来讲,知识上仍有一大落差。他成为研究助理那一年,随同德维至欧洲旅行,有机会认识世界上有名的化学家,包括伏特(Volta)及安培(Ampere)两位。在8个月的欧洲之旅中,德维每天为法拉第上课,弥补了法拉第没上大学的遗憾。对一个刚起步的科学家来说,能和一位优秀化学家一起旅行,并有机会认识其他同等优秀的科学家,进行交谈,可说是获得科学知识的绝佳机会了。

法拉第的发现

奥斯特发现通电的电线会使磁针移动,这可说是一大突破,因为他找出了电与磁间的直接关系。别的科学家也开始研究此一现象了,例如法国科学家安德列·马利·安培(Andre-Marie Ampere, 1775 ~ 1836)就发现,两条带电的电线,就和两块磁铁一样,有相互吸引、排斥的现象。韩弗瑞·德维爵士也在法拉第的协助下,开始电磁学方面的研究,因而引起了法拉第对这门学问的好奇。

1821年,法拉第发现“电磁回转”(electromagnetic rotation)的现象。他设计了一项实验,使电线能绕着磁铁转动,而磁铁也能绕着电线转动。图1是这项实验的基本设计。左方的磁铁置于水银烧杯中(之所以选择水银是因为它是金属能导电,且又呈液态),磁铁可以在其中自由转动。浸在水银中的还有一固定的电线。磁铁的金属支点连接至电池的另一端。电流通过时,电线因水银的导电性形成一完整电路。垂直固定的电线因电磁感应而带磁性,在带磁的电线与磁铁相互作用下,磁铁会绕着电线回转。

在图1的右方,磁铁则是固定不动,垂直悬吊的电线则可自由转动,电线一端浸在水银中。电流通过水银中的电线时,电线