

电子科学发明家传

2

《电子仪表技术简报》编辑部编

电子科学发明家传

《电子仪表技术简报》副刊

2

《电子仪表技术简报》编辑部编

1979.8.



伟大的奠基者——法拉第

铁匠的儿子.....	(1)
科学在召唤.....	(4)
青出于蓝.....	(8)
电磁之谜.....	(11)
十年徘徊.....	(14)
“啊，电流！”	(18)
向纵深挺进.....	(22)
创立新说.....	(25)
老骥伏枥.....	(30)

麦克斯韦和电磁理论

父与子.....	(34)
少年数学家.....	(37)
利器在手.....	(39)
接过法拉第的火炬.....	(42)
在阿伯丁.....	(45)
“应该突破它！”	(48)
大厦建立起来了.....	(50)
千秋是非.....	(54)
这正是电磁波！	(57)

伟大的奠基者——法拉第

• 松 鹰 •

电磁理论的创立，是十九世纪科学史上一次振奋人心的革命。它突破物理学的传统观念，揭示出电磁现象的本质，预见了电磁波，使电子科学技术发生了飞跃。



这次革命改变了世界文明的面貌，对近代科学技术产生了极其深远的影响。现在广泛应用的无线电通信、广播、雷达、传真、电视、遥测、遥控，以及其许他多崭新的技术，都是它的直接产物。爱因斯坦曾高度评价说，这“是物理学自牛顿以来的一次最深刻和最富有成效的变革。”

这场变革的主要奠基者，是一个铁匠的儿子、英国伟大的物理学家、化学家迈克尔·法拉第。

铁匠的儿子

一八〇四年一个仲夏的早晨，伦敦街头走来一个报童。

这少年个子瘦小，眉目清俊，虽然穿着褪色的补丁衣服，看去却挺精神。他肩挎一包报纸，一面啃着一小块面包，一面快活地哼着歌曲。

报童走进一家绿荫点缀的庭院，停了下来。

他从挎包里取出一份印工精良的报纸，在镶着铜牌的大门上敲了几下。当时报纸在英国还算一种奢侈品，只有豪门贵府才购买，一般人家大多是租阅，每周取送一回。

在等候开门的片刻，少年的目光落在身旁的栏杆上，他忽然停止了唱歌。一个有趣的问题在他脑海闪过：“如果我的头伸进栏内，而身子在栏杆外，那我究竟应该算在栏杆哪一边才对呢？”

正当他在凝神苦想时，不料大门打开了。这位少年思想家躲闪不及，脑袋被重重地碰了一下。“栏杆难题”未找到答案，额头上却突起一个青包，惹得开门的女仆和过路人都哈哈地笑起来。

这位闹笑话的报童，就是十三岁的迈克尔·法拉第。

目击这幕喜剧的人，当时谁也没想到，就是这位被窘得面红耳赤的穷孩子，日后竟成了英国最负盛名的大科学家。

是的，历史上许多杰出人物，出身都很贫寒。他们从小饱经生活的忧患，没受过良好的正规教育，但靠着顽强的自学，登上了科学和文化的高峰。

富兰克林的父亲是染匠，安徒生的父亲是鞋匠，康德的父亲是皮匠，瓦特的父亲是木匠……有趣的是，法拉第也是一位工匠的儿子。

一七九一年九月廿二日，法拉第生于英国纽因敦城一个普通的铁匠家庭，祖上有爱尔兰血统。法拉第父亲是一个吃

苦耐劳、笃信宗教的人，名叫法拉第·詹姆士。一家六口人，靠他打铁为生，家境相当艰苦。

法拉第的儿时生活，没有留下更多的记载。据法拉第后来回忆，他的童年是在饥饿中度过的。父母有时只能给他一个面包，要他省俭着当一个星期的口粮。

五岁时，法拉第全家因生活所迫，辗转到伦敦，在一家马车行楼栈上租了两间小屋，定居下来，父亲工作的铁匠铺就在附近不远，法拉第常去送饭。铁匠们锻铁时的景象，那铿锵的锤声、炉火、劳动的欢乐，给少年法拉第留下了终身难忘的印象，他对父亲的铁匠铺一直怀着深厚的感情。法拉第后来成为名驰海外的科学家时，还常常谈起“我很喜欢铁匠铺，以及关于铁匠的一切事情”，并自豪地宣称“我的父亲就是一位铁匠。”

由于家贫，法拉第自幼就开始谋生。十三时，他到伦敦布兰埠街的一家书店当送报童，专给租报的人家送取报纸，还帮店里打杂。他性情活泼，很爱思考，那次脑门被撞就是因此引起的。

书店主人乔治·利保见这位铁匠的儿子工作勤快，又喜欢动脑筋，不久就叫他学习装订书籍，兼营售书。装订学徒的工作，对法拉第一生发生了很大的影响。他千方百计努力学习，一有空就读那些刚装订好的新书。和富兰克林少年时一样，法拉第靠着刻苦自学，获得了丰富的知识。印书店，成了他的启蒙学校。

法拉第最爱看的是《大英百科全书》，特别是吉尔伯特、富兰克林这些先驱者的电学知识，使他受惠不浅。对于其他的科普读物，法拉第也很感兴趣。有一本名叫《科学对

话》的小册子，写得饶有趣味，他最初的化学知识，就是从这本书中汲取的。

从十三岁到二十一岁，正是长知识、长身体的黄金时期。法拉第这一阶段在书店当了八年学徒，等于上了八年学，这为他后来踏上科学道路，打下了必要的基础。可以说，富兰克林和法拉第都是印刷业哺育出来的。

当然，法拉第和富兰克林也有不同处。富兰克林读书喜欢博览，文学、哲理、天文、算学，无所不读。法拉第则更偏于科学技术，而且他从不把兴趣局限在书本上。从最初开始，这位铁匠之子即表现出独立思考能力。对于书中的结论，那怕是著名权威的话，他也决不肯轻于置信。只要条件允许，他总要设法亲自检验一番。法拉第很爱做实验，他的零用钱几乎全省下来买实验用品。钱不够时，就想其他办法，有时，连饭桌上的食盐也被他拿来做实验了。好在盐不算贵，主人也没怎么计较。这种尊重事实、不迷信权威的特点，贯穿于法拉第一生的科研活动中。正是这种精神，导致他后来在许多领域作出重大发现。

科 学 在 召 唤

装书、卖书的职业，还使法拉第有机会接触不少科学界人士。一八一二年初秋的一天，一位常来买书的皇家学会会员送给法拉第一张听讲卷。地点在皇家学院，主讲人为皇家学会化学教授戴维爵士。当时皇家学院的学术讲座相当开放，一般人都可以买票去听，这对普及科学知识无疑产生了良好影响。

戴维当时不过三十五岁，却已是举世闻名的大化学家，一生发现建树极多。他廿八岁创立电化学，尽管那时英法处于敌对状态，拿破仑还破例授勋给他。廿九岁时，他用电解法发现了钾、钠元素；次年又分离出钡、锶、镁、硼等新元素，轰动了化学界。法拉第对戴维久有所仰，这次居然能亲睹其人，而且聆听他的讲话，真是欣喜异常。这次演讲对法拉第来说，简单是生活中一桩重大事件。

这次演讲的题目，现在已无从所考。有的书说，戴维讲的是在一块铁上绕上通电线圈的实验。估计此说有误，因为电磁铁的发明是十年以后的事了。不过根据戴维的研究活动推测，这次讲座与电学有关倒是很可能的。这位化学大师早在一八〇一年对电就很感兴趣：据当时杂志记载，他曾数次举行演讲，积极宣传伽伐尼效应和伏打电池这些新发现，并亲自用蛙腿进行表演。

听讲座那天，法拉第很早就去了，他坐在一个不引人注意的位置上。整个讲演厅座无虚席，连窗台上都爬满了听众。戴维站在马蹄形的大讲台前，讲得有声有色，妙趣横生，不时还躬身作些示范。法拉第屏声静息地听着化学家的解说，唯恐漏掉了一句话，而且作了详细的记录。

法拉第听完讲座，回到印书店，天已很晚。这位装订学徒兴奋得睡不着觉。他取出一本崭新的笔记，在昏暗的烛光下，把听讲记录誊抄整理出来，凡是可以发挥的地方，他都根据自己的理解作了补充，还画了许多插图，注明戴维进行的一些演示实验。

当小伙子把笔记整理完毕时，东方已经发白。二十一岁的法拉第望着朦胧的晓色，心潮久久难平，他似乎感到有一

种强烈的力量在吸引着他，那就是科学的召唤！

不久，法拉第学徒期满，在另一家印书店当了正式装订工人。新主人德拉罗希是一个脾气古怪的老头，为人喜怒无常。法拉第对老头没有多少好感。不过老头倒很赏识这位新来的装订工，他和年轻人约定，只要为他干到底，将来可由法拉第当这家书店的继承人。

然而法拉第的理想，并不是当书店老板。他的心早已飞到科学领域。职业和事业的冲突，开始使年轻人陷入苦恼之中。他面临着生活道路的选择：求学还是致富？

法拉第毅然选取了前者。

但是怎样才能进入科学界呢？他不过一名普通的装订工，既无学历、文凭，有没有任何背景。青年人最后想到了戴维。他决定向这位大科学家伸出求助之手。在作出这一决定时，法拉第颇为踌躇了一番。他同化学家素不相识，如果要打个比喻的话，戴维当时居于科学的金字塔顶，法拉第不过塔底的一块无名小石，戴维会搭理他吗？

经过几天的考虑，法拉第将那篇精心整理的讲演记录寄给了戴维，并附上一封恳切的信。他在信中诉说了自己贫困的身世、对科学的憧憬，希望能得到一个能接触技术的职位。青年人并表示，只要能离开卑贱自私的商业，转到为人类造福的科学事业，不管待遇怎样低，他都乐意。

书信寄了出去。法拉第难以预料是否能得到回音，他怀着微微不安的心情期待着。

想不到就在几天之后，他收到戴维的一个便条，约他面谈。法拉第此时的心情，是语言所难以形容的。他立即按便条指示的地点，赶到戴维的办公室。

原来，戴维读了法拉第的信，被年轻人的身世和热情打动了。戴维自己因为父亲早逝，十五岁就辍学就业，当过药剂师学徒，他的成就也是全靠发奋自学得来的。他从这陌生的青年身上，看到了一种最宝贵的东西——对科学的热爱和献身精神。为了帮助这青年，他去和皇家研究院的总管商量。当时皇家学院人员已经饱和，一时没有合适的职位。还算戴维面子大，总管同意考虑，不过当他听说法拉第连中学都未上过，就不客气地答道：“叫他来洗瓶子吧！”戴维显然觉得这过于屈才，没有马上同意。对方笑了笑说：“如果他真还有点用，一定会洗得不错；若是他不来，肯定就是一个废物了！”

戴维热情地接待了法拉第，把研究院的难处坦率地告诉了他。为了不伤年青人的自尊心，他没提起总管的话。这位大师劝法拉第再慎重考虑一下自己的理想，他诙谐地说：“科学好比一个性情怪癖的女子，你尽管对她掏出满腔热血，可得到的报酬却极其渺小！”

他还安慰青年装订工说，书店的职业可以获得安定的生活，并答应法拉第，今后可以包订研究院的全部图书。这对戴维说来，确已尽了最大的努力了。

法拉第听完戴维的话，很受感动。他完全理解科学家的好意，但他立志科学的决心却坚定不移。“我愿意等待！”他恭敬而坚定地这样回答。

一八一二年的冬天在希冀中过去了。正如俗话说，“精诚所至，金石为开”。几个月后，皇家研究院的实验室碰巧出缺，需要增补一名实验助手。戴维征询法拉第意见，法拉第毫不犹豫地接受了这个位置。一八一三年三月，英国

皇家研究院的会议文件，记载了戴维对法拉第的推荐意见。文件写道：“此人名叫迈克尔·法拉第，是一个二十二岁的青年。据戴维爵士的观察所及，此人颇能胜任。他的习惯甚佳，上进心强，举止和蔼，十分聪明。”

从此以后，法拉第正式踏进了科学界。这位铁匠的儿子、装订工，后来竟成为英国科坛上一颗最亮的明星。

青 出 于 蓝

法拉第的愿望实现了，他进入皇家研究院实验室，给戴维当助理实验员。这时的法拉第不过是一名热爱科学的青年，他的专业知识还比较浅薄。但他虚心好学，不怕吃苦。在实验室里，洗刷器皿，搬运仪器，扫地抹桌，他样样都干，很快就得了大家的好感。

戴维当时正研究氯的特征，很有创见。历来人们误认为氯气是一种氧化物，连大名鼎鼎的化学革新家拉瓦锡也这样看。戴维却用实验证明了氯是一种元素，推翻了谬说。他在一八一〇年十一月宣布了自己的发现，但传统学派却不予承认，两种观点的论战延持了好几年。法拉第到研究院后协助戴维做了不少实验，他坚决拥护老师的新见解。在给一位持怀疑态度的朋友的信中他由衷地写道：“我这样热心信奉这个新学说，毫不足怪。我亲眼看见戴维本人拥护它。我还见过他做出许多实验来确证和解释它，这使我不得不信服，并由信服而钦佩。”这大约是年轻的助手在学术上追随戴维的第一件事。

几个月后，法拉第意外地得到一次非常难得的学习机

会。

这一年秋天，戴维赴欧洲进行学术考察，主要目的是与欧洲各国著名学者进行学术交流，并作一些短期的研究工作。戴维三十三岁才结婚，其妻是一位年轻的富孀，这次出国，他带着夫人同行。为了帮着操作实验及整理科学记录，尚需要一名能干的助手，戴维选中了法拉第。这一点对初出茅庐的助理实验员来说，意义是重大的。

一八一三年十月，正是秋高气爽的日子。戴维一行三人启程离开伦敦。法拉第有生以来第一次出海航行，他的心象长上双翅一样，早已飞过英吉利海峡。

他们旅行的第一站是法国。当戴维夫妇和法拉第到达巴黎时，受到法国科学界的盛情欢迎。戴维在巴黎逗留数月，一面讲学，一面与法国同行合作，进行学术研究。当时法国科学家从海藻中提取一种新物质，不能断定是何元素。戴维在法拉第协助下进行分析，只一周时间就测出这种新元素的主要特性，并命名为碘。解决问题之神速，使法国化学界惊叹不已。

在巴黎期间，青年法拉第认识了不少法国著名的科学家，其中有两位对他十分友好，那就是电学大师安培、化学家盖·吕萨克。当时多数学者对戴维带来的助手并不介意，唯独安培和盖·吕萨克颇有眼力。在交往中，他们看出这青年的价值并不在他的老师之下，于是热情地给予指点。法拉第得到机会亲自观摩这些大师的实验，吸取他们的科学方法，并了解到科学发展的最新水平，眼界大开。这种收获的价值实在是不可估量。

这次旅行历时长达一年半之久，除了好客的巴黎，从热

那亚、日内瓦、佛罗伦萨直到罗马，欧洲许多科学心中都留下了他们的足迹。戴维和欧洲科学界有广泛的学术联系，他们每到一处都受到礼遇，法拉第也因此结交了很多知名学者，学到不少新的东西。

一八一五年春，戴维夫妇和法拉第满载而归，回到英国。这次出国对青年法拉第而言，其意义可以说仅次于达尔文的环球旅行。法拉第后来在电学和化学上获得成就，与这次欧洲之行有很大渊源。旅行给法拉第留下了难忘的印象。他的日记，详细记载了戴维在各地的讲学内容、实验记录以及各国科学家的实验方法、风格特长。沿途所见的自然景色、风土人情，也引起他莫大的兴趣。法拉第生性乐观，富于同情心，对大自然和生活在底层的劳动人民怀着深切的热爱。无论是海涛，落日，火山，瀑布，还是巴黎的车夫、佛罗伦萨的贫民、罗马的欢欢节，都深深地印在他心里。二十二岁的法拉第，更坚定了献身于科学，造福于人类的信念。

回到伦敦，法拉第即扎实地干起实验室工作来。他的主要任务是协助戴维做实验，同时兼研究院各讲师的助教，在讲课时作示范表演。工作是紧张和劳累的，有时还有危险。但法拉第干得很尽职，也很愉快。他从小就爱好实验，可那时的实验不过同如游戏。如今能在英国最高级的实验室里工作，真是如鱼得水，他的整个身心都融进实验室了。

不过，法拉第并不是一个盲目的实验家，他善于利用各种机会学习新知识。这些机会是：他以助手资格参加研究院的讲习会，充分利用图书馆的资料，向戴维及常来研究院的著名科学家求教，等等。然而他最好的老师，还是他所做的那些实验本身。在科研中，同样一个实验，不同的操作者，

不同的条件，常常会得出不同的结果；即便是同一结果，也可能得出不同结论。重要的是要善于发现和正确判断。法拉第每次实验，都象作战一般一丝不苟。他对实验中的各种现象极为敏感，善于扑捉那些偶然闪现的思想火花。不满足现成结论，不迷信经典理论，总想探索新的东西，是他的最大特点。在实验面前，法拉第是一个探险家，一位孜孜不倦的地质勘探者。

两、三年中，经过大量的实际锻炼，法拉第具备了出色的实验才能。在戴维的指导下，他开始走上独立研究的道路。

一八一六年，二十五岁的法拉第初露锋芒，在《科学季刊》上发表了第一篇化学论文。他当时的心情还是有些胆怯的，这种初出茅庐的紧张，每一个发表处女作的年轻人都能体会到。此后，法拉第陆续又写了几篇论文，都是关于化学方面的。

一八一八年，法拉第写了一篇关于火焰的学术报告，大胆指出了名家理论的谬误。这篇论文标志着法拉第科学上的准备时期已结束。常言道，名师出高徒。这位助理实验员在恩师的引导下，经过刻苦钻研，励勉奋斗，终于成为一名年轻有为的化学家。

电 磁 之 谜

一八二〇年物理学发生了一件大事：丹麦科学家奥斯特发现了电流的磁效应，人类第一次揭示出电和磁的密切联系。这一事件刷新了电学史，也改变了法拉第的研究方向。

早在奥斯特以前，人们就发现一些奇怪的现象。一六八一年夏天，一只航行在大西洋的商船遭到雷击，结果船上的三只罗盘全部失灵：两只退磁，另一只指针倒向。还有一次，意大利一家五金店被闪电击中，事后发现一些钢质刀被磁化。由于当时连闪电的性质都未搞清，这些现象谁也不能解释。一百多年来，电磁之谜成了许多科学家探索的目标。

奥斯特本是一化学家、兼外科制药专家，也是铝的发明者之一，为人憨直而彬彬有礼。他对电学颇感兴趣，一次在实验时意外发现，将通电导线置于磁针上方，磁针竟会发生偏转！这一发现于一八二〇年七月廿一日公布后，立即引起了整个物理学界的轰动。人们本来以为毫不相关的两种现象，居然有这样奇妙的关系。这一事件于是成了近代电磁学的突破口。正是一马当先，万马奔腾，各国科学家纷纷停下手中的工作，转向电磁研究。象戴维和安培这样的大师，都兴奋得坐不住了。

廿九岁的法拉第也深深为这一重大发现所吸引。他以极大的兴趣重复了奥斯特的实验。看到南北指向的磁针在通电导线下面果然转为东西方向，法拉第十分惊叹。

青年化学家久久地思索着：“这是为什么呢？”

这是为什么呢？许多科学家也在苦苦地想。因为电流和磁针间的作用力，和当时已知的任何力（万有引力、静电力、磁力）都不同。那些力都表现为推或拉（斥力、引力），而新发现的力却是一种转动作用。这当中奥秘何在？在它背后是否还有更深远的内容呢？无论是奥斯特本人、安培、戴维，还是别的电学专家，一时都解不开这个谜。

法拉第完全懂得这一发现具有不可估量的意义。他决心

沿着奥斯特打开的缺口，作进一步探索。在戴维的鼓励下，青年化学家毅然闯进了电磁学这一未知的领地。

现有的理论解释不了新事实，法拉第决定从实践中寻求答案。他将收集到的有关电磁现象的资料，仔细地进行比较研究，并一一用实验来重新检验。实验进展很快，也很有趣。一八二一年夏天，他在《哲学年报》上发表了有关电磁研究进展的论文。在论文中法拉第把电流对磁针的作用力称为“转动力”，虽然从理论上讲这也未触及到本质，但他却在实验中巧妙地运用这种“转动力”，让一只磁铁绕着一条电流连续转动，或是使一条载流导体绕磁铁不停地旋转。当时法拉第新婚不久，他常请新娘在一旁观看实验。当法拉第获得初步成功时，他欢悦得几乎手舞足蹈起来。

一位传记作家曾描述说：事实上实验对于法拉第，无论在任何时候，都好象儿童一般的快活，不管这个实验是他本人作的，还是别人的发现。不久安培发表了研究报告，这位法国学者在这之前也做过同一实验。安培并由此确定电流具有磁性。安培是享有盛名的电学大师，法拉第却是一名新手，他能与安培不谋而合，确是可喜可贺的。

法拉第将实验成果向戴维作了报告。戴维这时已成为英国皇家学会会长，他起初有些不信，因为法拉第一直受的是化学方面的训练。但当他重复法拉第的实验时，发觉果然一一应验。这位英国的科学泰斗也不由暗暗佩服。戴维从一八〇一年关注电学，二十年来他在化学领域硕果累累，对电解也颇有造诣，在电磁学上却无所发现。如今是后来居上，让学生领了先。真是青出于蓝，更胜于蓝！

初次成功使法拉第受到很大鼓舞，他信心更大了，决心

为电磁学这门崭新的科学作一名开路先锋。根据大量的实验，他确信：电和磁就象铜币的图案和字样，是同一事物的两面。既然电流可以产生磁，那为什么由磁不能产生电流呢！一八二一年秋季，法拉第在日记中写下了一个闪光的设想：“由磁产生电！”

想不到，为了实现这一伟大的目标，法拉第经历了无数次失败，进行了长达十年的实验研究，这是一次艰苦卓绝的攀登。

十 年 徘 徊

探索电磁之谜的战役展开了，这是十九世纪上半叶物理学的一场激动人心的攻坚战。许多大物理学家不约而同地加入这一行列，化学家也赶来参战。但是谁能夺得头功，尚难预料。

一八二二年，从法国最先传来捷报。起初是化学家盖·吕萨克和另一位学者阿拉戈发明了电磁铁，他们将通电的导线绕在软铁上，成功地使铁磁化。这是由电产生磁的又一有力例证。紧接着，安培又在实验中发现方向相同的平行电流互相吸引，异向平行电流互相排斥。法拉第同安培和盖·吕萨克九年前即结下友谊，他为他们的成绩感到由衷的高兴。不过这些发现都属于由电产生磁，仅仅反映了电磁关系的一面。问题的关键就成了：如何从相反的途径，从磁产生出电来呢？

一天，戴维收到一封巴黎来信，获悉安培的一项实验遇到困难。他把信交给了法拉第，提醒学生注意。安培有很高