

物理学家是怎样工作的？

[美] 兰本达教授 著

人民教育出版社



物理学家是怎样工作的？

PHYSICISTS AT WORK

[美]兰本达 著
胡文静等 译

JY1152/08

人民教育出版社



内 容 提 要

原子、电子，看不见，听不到；遥远的星体，走不近，摸不着……物理学家怎么会不仅知道它们存在，还知道它们的各种性质呢？作者走访了11位物理学家，从实习的大学生到诺贝尔奖金获得者，调查了他们的实验、研究和生活、经历，写成9篇纪实性故事，文笔生动，通俗易懂。读者从中不但可以了解物理学家怎样观察、思考、得出结论，在物理知识思想方法以及意志、性格等方面也能获益，有所启示。本书是本中学生课外读物，也适于大学低年级理科学生和科学有兴趣的成年人阅读。

PHYSICISTS AT WORK

Brenda Lansdown

*

物理学家是怎样工作的？

[美] 兰本达 著 胡文静等 译

*

出版发行：人民教育出版社

经 销：新华书店总店科技发行所

印 装：北京宏伟胶印厂印刷

规 格：开本 850×1168 1/32 印张 6.25 插页 1 字数 145 000

版 次：1990年10月第1版1990年12月第1次印刷

印 数：1—2,078

书 号：ISBN7-107-10703-8/G·1998

定 价：3.15元



Brenda Lansdown

37 1/2

中译本序

一九八六年九月美国哈佛大学荣誉教授兰本达和已故北京师范大学教授胡梦玉专程到北京中医医院看望全国自然教学研究会顾问刘默耕，当时我也在座。在愉快的交谈中，我们三个中国人对兰本达教授同意将她在本世纪五十年代后期写的这本书以中译本的形式在中国出版表示由衷的感谢，并寄予尽快实现的殷切期望。接着出版前的各项准备工作包括远隔重洋的书信往还就开始了。人民教育出版社经研究作为重点选题列入出版计划。在中国教育学会副会长、人民教育出版社顾问叶立群的支持和各部门的通力协作下，这本书终于在中国问世了。对此，我以极其激动的心情，表示最热忱的祝贺。

兰本达教授从事教育事业数十年，是国际上知名的教育家。她多次来华访问、考察和讲学，还曾亲自到北京郊区农村小学教课，联合进行教学研究实验。一九八四年五月在联合国儿童基金会、北京师范大学、课程教材研究所在北京育才学校联合举办的“小学数学、自然课教材教法讨论会”上讲课为时一个月，当时她已八十高龄。后来她还亲自多次为《小学自然教学》杂志撰文，多年来还一直热情关注着甘肃山丹培黎学校的发展。她确实称得上是中国人民的老朋友。她所创立的“探究—研讨教学法”在我国已得到较为广泛的传播，深得我国小学自然教学界的赞誉。

我衷心地希望这本凝结着中美教育工作者友谊的书能在我国普及九年制义务教育，深化教育改革，促进儿童青少年奋发攀登科学高峰中发挥独特的作用。

武永兴

一九九〇年三月

武永兴教授是课程教材研究所第一任所长。——出版者注

作者的话

所以要写这本书，是因为五十年代在苏联把第一颗人造地球卫星送上天以后美国掀起了一次改进理科教学的运动。当时愿意学理科的中学生很少选修物理学的。因此，美国政府对物理科学教学委员会提供资助，该委员会的任务是编写教科书，制订课程，以增进学生的物理知识。该委员会发起编写一系列理科题目的趣味读物。编委会委员劳拉·费米（Laura Fermi，恩里科·费米太太）来问我愿不愿意写一写有关物理学家的工作情况，以帮助青年人考虑成为物理学家。

我做的第一件事，是到一些学校去询问孩子们想要了解科学家的哪些情况。他们的回答十分明确：一、“科学家的实验室里是什么样子？那里有些什么设备？科学家做些什么事情？”二、原子和电子那样的东西是看不见也听不到的，科学家们是看见和听到了些什么从而能告诉他们原子或电子确实是存在的？

于是我决定去拜访一些当时正在进行研究的物理学家，请他们给我谈一谈他们在获得新发现的时刻最令人激动的情景，还请他们告诉我他们看到了或听到了什么，以及他们是怎样说明所观察到的现象的。

那么应选择哪些物理学家呢？有三个标准：一、各种不同的研究水平：从在暑假期间进行实习的大学生到诺贝尔奖金获得者。二、选择物理学的主要领域：核物理学，固体物理学，天体物理学。三、不同类型的人物和活动，以便每个读者至少可以从中找到一位可以效法的科学家：一位既是妻子也是母亲的妇女，

一位美籍非洲人，一位耶稣会牧师，一位大学教授，一位博士学位候选人，另几位中有的在大的研究集体里工作，有的主要是独自一人工作，有的在野外工作，有的在工业部门工作。这九位被挑选的物理学家合在一起反映了上述各项标准。

你也许想知道为什么在五十年代后期写的这本书没有在写成的时候出版；为什么现在它却以中译本的形式，由人民教育出版社首次在中国出版。

这里头有个付出艰辛劳动却令人失望的故事。五十年代后期我在纽约一所学院里充任专职教师。为了尽快写出这本书，一连两年半我把每个周末，每个假日，甚至每一空间的片刻都用来研究素材，走访物理学家和写他们的故事。那些物理学家给我提供照片，校对我的图表，审阅我写好的故事。在这一切都完成了以后，我把手稿邮给编委会。那时编委会发生了政治上的分裂，我这本书的组稿人失败了。书稿被退回来了！这是一次多么难以忍受的遭遇！是一件多么棘手的事！

我把这本书稿投给了几家别的出版商，但是他们都认为材料太学术性了，不适合于一般的学生读者。于是我把手稿小心翼翼地包起来，搁在一个金属制的文件柜里，一搁就是二十五年。

然后在1986年，在我到中国进行访问时（这是我多次愉快的访问之一），我的亲密的朋友和同行胡梦玉和我，在武永兴的陪同下，去探视正在北京一所医院里疗养的刘默耕。对这次访问，我们都觉得很友好，很愉快。谈话中，刘和武问我是否愿意写点学理科的青年读者感兴趣的文章。我说我写过一些关于本世纪中叶的物理学家们的故事，并且跟他们谈了这本书的情况。他们要我回到美国坎布里奇的时候，即把书稿寄来。这本著作就这样被接受了，翻译工作马上开始了，现在读者看到的就是这一成果！

我深深地感谢武永兴和刘默耕教授，是他们认为手稿有出版价值。此外，我还应该记起那些曾经帮助我开始做这项工作的人们。除了第一个跟我接触的劳拉·费米以外，还有保尔·布莱克伍德（Paul Blackwood）博士和弗莱彻·沃森（Fletcher Watson）教授，是他们介绍我去会见各种各样的物理学家。还有那些物理学家本人，他们耐心地向我解释了我所要了解的东西，他们给我提供照片，并且核对有关的故事。还有那些数不完的图书管理员，他们帮助我找出背景材料。还要感谢在各个有关机构经管借用照片的人们，最近他们找出了这些三十年前的老照片，并且允许我在本书里翻印。我还不能忘记那些向我提供本书指导方向的孩子们！

愿今日的中国青年能从本世纪中叶的这些故事里的男男女女对工作的献身精神和理想中受到激励和鼓舞。

（胡文静 译）

目 录

一、	那位意大利航海家登上了新大陆	1
二、	野外的物理学家	24
三、	液滴和气泡的启示	42
四、	到强放射性物质实验室作学徒	69
五、	坐着思索的人	79
六、	猫成了兔子	102
七、	又小又好的硅整流器	126
八、	木星的无声的语言	145
九、	穿过银河系的窗口	164
	附录:作者自传	189

那位意大利航海家登上了新大陆

开 场 白

1942年12月2日，星期三，下午3时38分，人们迎来了“原子时代”——现代物理学时代。就是在这一个时刻，科学家们证明了，人类能够按照自己的需要，控制迄今一直禁锢在原子中的能量。这一实验的目击者只有四十二人——四十一位男人和一位妇女。因为当时正是第二次世界大战时期，所有由政府组织的研究工作都严格保密。正像百老汇大街①戏剧演出第一夜的开幕式，你只能记下大幕徐徐升起的时刻，而这个剧真正开始的时刻是永远不可能准确地说出的。在剧正式演出的好几个月以前，演员们已开始排练，被油漆和尘埃包围着的舞台布景、道具、灯光的设计人员和管理人员就一直进行着准备工作，资金也已募集；同时不要忘记，演出步骤计划好的剧本早就写好了。如果再追溯得远一些，这个剧本的全部经历，它的成功与失败，它的试演和反复，凡此种种可能都应包括在“开始”这个词较广义

①百老汇大街（Broadway）是美国纽约市的繁华街道，剧院、夜总会等多设于此。——译者注

的内涵中。“原子时代”也是如此，我们能迎来这个富有戏剧性的实验的戏剧性时刻，是因为有几十年，甚至几百年的科学研究工作做为基础。本文讲述的是与世界上第一座原子反应堆（在反应堆中，被大量石墨制伏的铀原子的链式反应，在科学家的控制棒和滑车的操纵下，放出它们的能量）的建立和开始运转密切相关的许多事件的故事。

第二次世界大战已经持续三年了，而美国却直到最近才把它的非美国公民分为敌对的侨民和友好的侨民两类。当时一位年轻的物理学家作为一个中班的重要人物，在一个足球场上已开始了他的为期六周的工作。这项工作与足球毫无关系，因为芝加哥大学已再不是十大足球协会的会员了，所以它的那个运动场也早就空空如也了。

交接班的时间到了。赫伯特·L·安德森（Herbert L. Anderson）（照片 1-1）走进这座带有雉堞的为斯塔格运动场提供健身房和存放运动设备的灰色石墙建筑物。安德森博士向着西看台下一个高墙围着的网球^①场走去。过去，在大学进行球赛时，这个看台就是为自己的参赛者呐喊助威的观众们观战的地方。但是安德森并不是来打网球进行晚间消遣的。他迅速换上一件肮脏的外衣，与班上的两位同事打了声招呼，便去检查白天用机器精确地加工出的大小为 $4 \times 4 \times 24$ 英寸³（约 $10 \times 10 \times 60$ 厘米³）的一堆石墨砖。被小心地放在一旁的少数几块砖上，已经钻有圆筒形的小孔，每块上有两个，两端各一。这些小孔里准备用来放什么呢？

^① 这里的网球（racquet）是指在四周有围墙的院子里玩的一种网球运动。——译者注



Stephen Lewellyn
PHOTOGRAPHER

照片 1-1 赫伯特·L·安德森
物理学教授 1956年在芝加哥大学

[斯蒂芬·勒韦林 (Stephen Lewellyn) 摄]

这项工程大部分是秘密进行的，而且许多行动都笼罩着一种像工人忙于完成任务一样的繁忙、紧张的气氛。工程的主体部分安装在一个一面开有吊门的巨大的灰色正方形橡胶气球里。这个气球是由乐于帮忙的古德伊尔轮胎橡胶公司按着一定的规格特制的，但是公司里的人不知道科学家为什么要放射一个方气球！气球的底面平铺在网球场被整压过的地面上，其余各面形成一个类似马戏团用的方形帐篷，一直顶到天花板。这个方形帐篷遮蔽着一个底层由四个一组四个一组的横梁组成的木质台架支撑着，一层一层地逐步堆砌起来的黑色球体（建成一半的反应堆，照片 1-2）。

赫伯特·L·安德森，这位恬静、一丝不苟、从容自若、但精力充沛的年轻人，爬上那个半球，去读安装在一根长木棒上，并由这根木棒通过石墨堆的格子结构安放在石墨堆中央的硼中子计数器^①上的读数。读得的数据被记录在一张图表上，然后安德森站好，再来堆放下一层石墨砖。这些砖由工人们通过滑溜溜的地板滑运给安德森。工人们沾满石墨粉尘的手像是被无数支铅笔涂抹过一样。不错，足够多的石墨已堆放在斯塔格运动场西看台下高墙围着的网球场中，正像劳拉·费米在她写的《原子在我家中》一书中指出的那样，这些石墨足够给地球上男女老少每个人都做一支铅笔了。

在那战争的岁月里，石墨很贵，从前对这种学习用品还从未有过这样的需求。而且，用来填插在石墨砖上被钻出的小孔里的稀有金属更是昂贵。对这些奇特的需要和工作，当年的一位工人后来描述说：如果当时人们能够看到我们耗资一百五十万美

^①硼中子计数器是一种与盖革计数器相似的仪器，用来测定自由中子的活度；这种仪表具有放大和记录的功能。中子是一种不带电的粒子，存在于大多数原子的原子核里。



照片 1-2 石墨反应堆 (开始堆放第 19 层, 从照片左下角的榔头
可以对比出反应堆的大小)

这是仅有的一幅在第一座反应堆建造过程中拍摄的照片。拍摄时间是 1942 年 11 月, 当时正在堆放第 19 层。与石墨层相间隔的层中含有铀金属和铀的氧化物, 它们被“死的”石墨层隔开。差不多占满照片的第 18 层是含铀层。反应堆就是这样堆放到超过临界尺寸的一层——第 57 层。整个结构就像由支持的框架显示出的粗略的球形。反应堆建在芝加哥大学斯塔格运动场的西看台处。反应堆第一次运转是在 1942 年 12 月 2 日。

元在于些什么，那么他们会以为我们疯了；但是如果人们知道了我们在做些什么，那么他们会认为这是值得的。

为什么由物理学家们领导这项又肮脏又古怪的工程呢？赫伯特·L·安德森本打算成为一名电机工程师，他在这一领域已取得了文学士和理学士学位。因为他从小就对业余无线电感兴趣，这种爱好激发他想弄明白无线电波是怎样传播的。但是，这两个初级学位使他还得进一步钻研电磁波更深刻的意义。当时正是三十年代经济萧条时期，什么工作都很难找到。在国家青年管理局的帮助下，年轻的安德森在哥伦比亚大学物理系申请到了一个非全日的工作。当时物理系有位名叫达纳·米切尔（Dana Mitchell）的人，他建议安德森应该进入物理系学习，并为安德森安排了研究生助教奖学金。“我之所以能成为物理学家”，安德森写道¹，“部分原因是机遇，部分原因是因为这项工作能满足我自己对非常感兴趣的事物寻根问底的愿望。”

几年以后，安德森和其他一些科学工作者发觉他们自己正在为石墨反应堆的建成而工作着。沃尔特·津恩（Walter Zinn），一个加拿大人，在白天负责研磨石墨砖和测试各种材料的工作；来自匈牙利的利奥·西拉德（Leo Szilard）担负采购和检查各种材料的任务；沃尔尼·威尔逊（Volney C. Wilson）主管仪器；奋发向上的力量、激动人心的鼓舞来自领导人，一个敌国侨民——恩里科·费米（Enrico Fermi）——一个意大利人。

这座石墨球体反应堆的建造，是许许多多国家的物理学家们十年来所进行的实验和理论探索的结晶；或者，如果我们回顾得更远些，这可以看成是上世纪末以来的发现的结晶。1896年，一位名叫亨利·贝克勒尔（Henri Becquerel）的法国人发现了

¹ 这是安德森在写给本书作者的信中的一段话。

铀盐的感光效应，这为玛丽·居里，(Marie Curie)，一位年轻的波兰妇女，二年后发现一种新元素——镭开拓了道路：1905年，出生于德国的阿尔伯特·爱因斯坦 (Albert Einstein) 计算出当质量转化成能量时，释放出的能量是 $E=mc^2$ ¹。第一次世界大战后不久，一位新西兰人——欧内斯特·卢瑟福 (Ernest Rutherford) 证明了 (放射) 现象可由亚原子炮弹产生，这些炮弹能使氮转变成氧。1932年詹姆斯·查德威克 (James Chadwick)，一个英国人，发现了存在于大多数原子的原子核里的不带电的粒子——中子。就是这中子和它那变化莫测的行迹，吸引了世界上最卓越的物理学家们的智慧，占去了他们十年的时光，直到第十年——1942年的秋天，在芝加哥大学建成了石墨反应堆，并因此第一次实现了原子能的受控应用。

众所周知，原子里有一个密度很大的中心体——原子核。原子核的一部分组成成分是带正电的粒子——质子。质子又被距离相对较远的、极小的、高速旋转的、带负电的粒子——电子包围着。是什么使得原子中心这些带正电的质子聚集在原子核里，即中心核内呢？这仍然是一个宇宙之谜。按理说，质子之间应该相互排斥。这一领域为未来科学家们创造性的努力提供了广阔的前景。不过，我们确实可以想到，那些中性粒子——中子可能起着重要的作用。

任何一种元素的原子都含有特定数目的质子，以及与之相平衡的同等数目的电子。已知元素的排列从头到尾依次是从含有一个质子的氢原子递增到含有 92 个质子的铀原子。现在已发现了

¹在 $E=mc^2$ 中， E 代表能量， m 代表发生转化的质量， c 代表光速，数值为 3×10^8 米/秒。数值上，1 克质量相当于 2.5×10^7 千瓦时，或 9×10^{13} 焦耳的能量。