

中外科学家发明家丛书

# 劳伦斯



中国国际广播出版社

44655  
53B-7  
LLS

中外科学家发明家丛书

# 劳伦斯

赵增越 编著

## 目 录

|                     |      |
|---------------------|------|
| 一、勤奋好学的青少年时代 .....  | (1)  |
| 二、研制回旋加速器 .....     | (6)  |
| 三、古代炼金术士的梦 .....    | (15) |
| 四、伯克利辐射实验室主任 .....  | (20) |
| 五、38岁的诺贝尔奖获得者 ..... | (26) |
| 六、参与曼哈顿工程 .....     | (26) |
| 七、184英寸回旋加速器 .....  | (35) |

|                   |      |
|-------------------|------|
| 八、围绕热核武器的争论 ..... | (40) |
| 九、最后的日子 .....     | (44) |

一位经常给有非凡之才的人作评价的学者谈到欧内斯特·劳伦斯时曾说：“也许这是我所认识的唯一的天才。”而当这位学者给一个成功的生意人做结论时，却毫不犹豫地说：“这是一位我所见到的最普通的庸才。”

劳伦斯在美国草原小镇出生、长大，在乡村中小学受教育。但他的成就在美国屈指可数。他是世界上第一个回旋加速器的制造者，38岁就获得诺贝尔奖金，是研制第一颗原子弹的领导者之一，开发放射性同位素在医学和工业上的应用的前驱。在美国大多数科学家向往欧洲的那个时期，他使他的伯克利辐射实验室成为各大陆物理学家“朝觐”的“圣地”。

## 一、勤奋好学的青少年时代

1901年8月8日，欧内斯特·劳伦斯诞生于美国南达科他州的一个名叫坎顿的小城镇。他的祖父是挪威移民，父亲卡尔·劳伦斯，毕业于威斯康星州立大学，先后在南达科他的州、市、县任过公共学校的督学。母亲冈达·雅各布森，是中学教师。

劳伦斯自幼就显示出他的自立与勤奋好学。当他7岁时，他提出来要自己在复活节假中去衣阿华州拜访表兄托米，这之间有70英里的路程，但他坚持自己去。父母同意

了。当他的姨妈和表兄看到他一个人到来时，简直惊呆了。

当劳伦斯将近9岁时，他对电产生了兴趣，他和小伙伴默尔收集了废电池，用氯化铵充电，当把这些电池连在一起时，他们得到了足以开动6伏马达的电流。他的家里摆满了电火花线圈、铃、蜂音器和马达等。劳伦斯天天从学校迫不及待地赶回家摆弄他的电气装置。13岁时，他利用一些旧无线电设备在家里安装了电报接收机，两年后又制成了发送机，他和他的小伙伴可以用无线电通讯进行联系了。随后，小镇上的人们收听到了来自战火弥漫的欧洲的惊人新闻，他们还听到了潜水艇和军舰上发出的嘀嘀嗒嗒声。

孩子们成了全城的话题，《坎顿先导》报道了家乡的孩子们不用电线而只用他们自己制造安装的设备给外州播送信号，其他报纸转载了这篇文章。

劳伦斯17岁时，遵从母亲的意愿上了圣奥拉夫学院，但当时战争狂热冲击校园，人们无心学习，劳伦斯的成绩也并不理想。

1919年秋他考入南达科他州大学，他上的是医科大学预科。当他发现学校没有无线电设备后，他说服电气工程学院院长刘易斯·阿克利拨款在科学楼阁楼上的一个地方安装了无线电设备。阿克利教授也由此发现劳伦斯是个人才。但他不能理解为什么一个这样急于学习和实验的人竟然不选物理课和电工技术课，他常常用有启发性的语言谈起物理学界

的伟人。在学年结束之前，他再也忍不住劝劳伦斯学习物理了：“如果你在开学前到这儿来跟我一起度过8月份，我将使你对物理发生兴趣。如果我做不到这一点，我以后就再也不跟你谈这个问题了。”

劳伦斯答应了。自此他开始学习物理，并把自己的一生投入到物理学研究中。1922年7月，他以优异的成绩获得了学士学位。同时他被明尼苏达大学聘请为教学研究员。

这年秋天，他来到明尼苏达大学，他的导师是著名的斯旺教授。在斯旺的指导下，劳伦斯打好了电动力学和磁学的坚实基础。他认为：“物理是世界上最令人激动的专业。”“在世界上没有比科学研究更伟大的工作，也没有比物理教授更美好的职称。”劳伦斯获得了硕士学位，斯旺教授还把他的论文寄给自然科学学会，并在《哲学杂志》上发表。劳伦斯通过这篇论文首次引起外界科学家们的注意。

1923年秋天，劳伦斯被芝加哥大学接受做博士研究生。在此之前，斯旺已被芝加哥大学聘请为教授。

在芝加哥大学，劳伦斯开始研究钾蒸气中的光电效应。很多老师认为他的论文题目有些好高骛远。劳伦斯用木头做了一个支持物，自己吹玻璃做蒸气喷嘴、容器及烧瓶等。他试了一种办法又一种办法，当他感到一切都很顺利，准备在记录数据之前进行最后一次调整时，有人从他身旁路过碰了他一下，于是仪器爆炸了。

那是阴郁的时刻。劳伦斯不得不从头开始。他花了不少时间用各种方法调整装置，记录数据，并从中发现了新的有价值的材料。

第二年秋天，斯旺转到耶鲁大学教书，劳伦斯也申请了耶鲁的斯龙实验室公费研究生待遇。1924年9月，劳伦斯来到享誉世界的古老学府——耶鲁大学报到。

他继续做钾蒸气光电效应实验，然后写完了学位论文。论文再次发表，劳伦斯的名字开始被科学界知晓。1925年6月他获得了哲学博士学位，当时他还没满24岁。

1925年2月，斯旺教授提名劳伦斯做国家研究员。只有5%的最优秀的科学博士才有机会当选。

劳伦斯继续在耶鲁大学从事学习和各项实验。人们注意到作为一个实验家他之所以有能力，原因之一便是他能及时放弃一个观念，或毫不迟疑地抛弃那些看上去不会出成果的设计。他先通过实验设法产生速度均匀的电子束，发展了一种能产生大约10电子伏能量的这种束的磁分析法。他用这个电子束来轰击汞蒸气，结果得到了关于一个电子可能电离一个原子的几率的性质这个情况。随后他用电子碰撞法测量了汞原子的电离电位。正是在他取得学位还不到一年的这次实验，将他稳固地置于新一代物理学家的前列。

这次实验的消息传出去后，全国各地的教授都引起注意。加州大学的伦纳德·洛布教授来到纽黑文（耶鲁大学所

在地)，他认为劳伦斯“正是我们所要的人”，他邀请劳伦斯到加州大学当副教授。他还写信给加州大学物理系主任埃尔默·霍尔教授介绍“东部地区一个最有才华的年轻实验物理学家的底细”。此后劳伦斯不断接到一些大学的邀请，华盛顿大学提出优厚的条件：如应聘为副教授，三年内提升他为正教授，而且答应给他搞科研的时间和设备。为此耶鲁大学不得不马上提升他为副教授，薪金 3000 美元。这是耶鲁第一次请没有做过讲师的人做副教授。耶鲁的优越性和名誉战胜了更高的工资和职衔，劳伦斯决定留在耶鲁。

据劳伦斯的同学、同事杰西回忆，“劳伦斯主意非常多，而且精力旺盛。”“他有着使不完的精力，而且对事物有非常敏锐的洞察力。我们的实验主要靠他出主意；他是主要的推动力。他所做的总比他应该做的多，工作起来也比我快得多。他是一个出色的、全面的实验家，吹玻璃的好手，搞仪器装置的天才。当他不在的时候我才巴不得地得到点休息。同时他也是一个非常慷慨的人。他不吝啬地用自己的时间去帮别人的忙。”

科研对他来说是压倒一切的乐趣，但几周之后他就表示喜欢教学工作了。他以他素来就有的乐观情绪推测高年级学生和研究生会更“有趣”。但当发现有学生考试作弊时，他感到很烦恼。作弊的学生中有两人是主修物理的。一个不诚实的人怎么去理解自然，成功地进行实验并扩张知识疆界

呢？在他的家庭里诚实理所当然地被视为主要道德标准。难道真理可以分等级，诚实可以打折扣？他始终认为，在科学研究中是不能跟真理讲价钱的。尽管同事们见他如此认真感到好笑，告诉他不诚实的学生总是有的，只要能通过考试他们什么都干得出来，但是这位年轻的副教授却无论如何也笑不出来。

洛布教授不断写信劝说劳伦斯去加州大学，其他一些大学也在打他的主意。而劳伦斯也感到耶鲁一些资格老的教授对他直接被指定为副教授感到气愤。劳伦斯开始考虑去加州大学。有些人认为以一个名牌大学换一个边远地区的州立大学对一个如此有前途的年轻人来说是一件蠢事，但也有人告诉他加州大学在伯克利的物理系一点也不比耶鲁大学的差。

经过认真考虑后，劳伦斯接受了加州大学的邀请。他在给洛布的信中补充说洛布答应减轻他的课程，这对他作出这个决定也有影响，“我对探索我们的母亲——大自然的更多的奥秘要比把我已经了解到的情况告诉他人更感兴趣。”他还很高兴他能教研究生及有研究生跟他一起做实验。

## 二、研制回旋加速器

1928年8月，劳伦斯来到建在伯克利山的斜坡上的加州大学。他受到热烈的欢迎和极高的礼遇。他感到这里的教

师是一群出色的、有多方面才能的人，这里的设施与耶鲁的斯龙实验室相比只好不坏。在头一学期他每周教5节课。他还是电学和磁学博士考试委员会的主席。“我一点也不想去耶鲁大学（真是奇事），我在这儿占着相对重要的地位，这在耶鲁大学是多少年也达不到的。”他写道。不论是物理学家还是化学家全都怀着热切的心情来参观他的实验并点头称赞。他后来说：“耶鲁大学的态度是他们能恩赐于我什么，而在这里似乎是我能为加州大学做贡献。”

劳伦斯以极大的热情和充沛的精力投入教学和实验，他帮助一些研究生做实验，这些实验的情况发表了，里面没有他的名字。“他给人的印象是他从指头尖一直到全身都充满了活力，走到哪儿就把激动的气氛带到哪儿。当然也带来了和平。”他的一位同事评价道。

这个新来者这么年轻就当上副教授，这么快就能引起教员和学生们的密切注意，系里年长一些的人多少有些羡慕和忌妒，然而从来没有人指责他不努力工作或工作时间短。他如果不在实验室就准在图书馆聚精会神地看当代的物理文献，或在办公室计算什么问题。即使这样他还能抽出时间每周打三次网球。他也能找到时间参加社交活动，人们说他好像不怎么需要睡觉。

在所有的寻求知识的探索中，甚至包括宇宙空间的探险在内，最激动人心的，最重要的是小小的原子这一微观世

界。原子比头发的直径要小 100 万倍，然而它却类似于一个宇宙，电子像行星一样围着核子转，这个核子比小小的原子本身小 10 万倍却含有原子质量的绝大部分。也许对原子的探索能使生命本身的秘密被揭晓。英国的原子核物理学家卢瑟福已经让人们看到几世纪以来原子是不可分割的最小单元这个概念站不住脚，并用镭的辐射将一种基本元素变成了另一种基本元素，但当时又有谁知道足以分裂每种元素的原子的可控能量可建立何等的丰功伟绩呢？但是劳伦斯感到若是没有产生这种能量的实际的方法，并设计出能装载它而不会被它所破坏的管子，对小小的原子进行的进攻是难以用人工的方法去完成的。从他在明尼苏达时开始，他就对能够而且最终将会设计出的某种方法感兴趣了。

全世界各个实验室都接受了这一挑战。有 3 个德国物理学家曾企图在山顶峰之间拉一根 700 米长的链子吸引闪电加以利用。其中一人遭电击身亡。表上已记录了数百万电子伏，但是放电管经不住这样大的电压。怎样才能击中并研究原子呢？劳伦斯认识到只有采用当时还没有做到的、连续不断的、强度大的带电粒子流才能收到效果。

1929 年 4 月 1 日左右，当劳伦斯正在图书馆与约翰逊阅读科学杂志时，发现了挪威工程师罗尔夫·怀德洛在《电工学文献》上发表的一篇文章。文章论述的是钾离子的加速问题。他几乎没有看本文，而是激动地研究了文章的插图。怀

德洛把两个管子（电极）排成一条线，用衰减高频振荡电压将钾离子注射到第一个管子中去，当离子行进到两个管子之间时以同样的电压升压一次，与第一次同步。因此当离子从第二个管子中出来时比进第一个管子时能量大了一倍。那么采用几个管子，以增加其长度来连续不断地升压而增大离子的速度，为什么不能将最初的电位和再加上去的电位提高几倍，从而增加能量，使其达到最初输入能量的许多倍呢？在合适的时间重复施加低的、很容易控制的电压，会使能量比单独一次使用巨大的高压还要高，正如儿童打秋千，需要不断地推才能越来越高，而不是一次就能推得很高。

劳伦斯很快地计算了一下，这一串管子中后一个应该比前一个长多少，他意识到要想得到高能质子就需要一个相当长的管子，这对许多实验来说都是过于笨重的装置，然而若是达到百万电子伏重离子，其装置不一定要太长。他马上着手计算如何减少必须的长度。如果能将这些管子重复使用，结果会怎样呢？这就得把管子变成一个圆圈。他立刻就产生一个想法，即用磁场把离子限制在一个圆圈里。因为离子在磁场里的角速度是不变的，与其速度无关。那么，从理论上说，如果电极是在磁场之中，每当离子沿着直径方向通过将它们分离开来的小空隙时都给以重复加速的话，那么，人们是可以在空的半圆形电极中使离子不断循环的。

劳伦斯怀着发现者的激情跟约翰逊滔滔不绝地谈了一两

个小时。约翰逊在劳伦斯的公式和图解中看不出什么破绽。但他指出，要使机器运转来达到如期的效果还无疑会遇到巨大的障碍。另外，一旦得到这个能量之后，将如何使用它呢？劳伦斯认为这不是什么解决不了的问题：人们可以把一个原子靶放在圆形电极的周边附近，想法使螺旋形增加的最高能量的离子击中靶子——人们还可以从真空管中将它们完全取出来，拿到外面来用。

“我要用它来轰击和破碎原子。”劳伦斯兴奋得几乎喊起来。

不久劳伦斯去华盛顿召开学术会议。他在途中将他的草图发展到更加精细的阶段。而且比过去更加精确地计算了从一个小的实验装置中可能产生多大的能量，以及为了达到最终目的所需要的一切。从理论上说如果爱因斯坦关于质量随速度的增加而增加的公式对这个试验起作用的话，最后则能达到光速。在这样的速度之下，质量的增加可能使靠外边的离子减慢速度，足以防止它们与其它要进一步加速的粒子同步达到两极之间的空隙。

1929年秋季学期有8名研究生在他指导下学习，需要他在实验室多给他们进行辅导。所以他感到人力和时间都很紧张。他经常告诫他的学生：“要经常向你自己提问题，这样一来，想法自己就会出来了，还会避免走许多弯路。”

这时一位年轻有为的理论物理学家奥本海默来到伯克

利。他与劳伦斯很快建立了友谊。两人无论在气质、相貌以及对事物的一般态度来说都有天渊之别。使劳伦斯着迷的是奥本海默聪明、敏锐的头脑，对科学领域之外的生活的极大的兴趣和渊博的知识，以及运用语言的娴熟技巧。奥本海默从来没见过任何人像劳伦斯一样“充满了令人难以置信的活力，并对生活如此热爱。他工作一整天，跑去打打网球，接着又是半夜。他的兴趣是如此广泛，有助于解决问题，而我正好相反。”这位理论物理学家和实验物理学家劳伦斯在事业上互相帮助，成为挚友。

尽管很多人认为劳伦斯的想法“太不着边际了”，他还是在第二年夏天之后着手干起来。此时，他很欣赏的青年戴维·斯通来到加州大学攻读博士学位，他成为劳伦斯的助手。劳伦斯让斯通建造一台直线加速器。这是一种可以使粒子沿着狭窄而笔直的路程持续加速的装置。一根有些复杂的玻璃管，允许电连接进去，又可以排除空气。做成之后，劳伦斯和斯通又花了两天时间，仔细地往管里装了8根小镍管。这些镍管按顺序一根比一根长，间距在1~2厘米之间。它们交替地与震荡器的两根电线相连接。记录结果的仪器置于玻璃管一端，最长的镍管之后，玻璃管另一端作引入汞离子用。他们借来真空系统，还借来了圆形加速器的震荡装置，以便对其理论和工作进行验证。它的工作原理得到了验证。这台装置成功了。

师生们纵情欢呼，兴高采烈。劳伦斯马上建议增加管子以提供 13 个以上的间隙，以便利用 220 伏供电线最终产生 2 万电子伏能量。他们做到了这一点。

劳伦斯和斯通合作得很好。劳伦斯从不用高踞人上的命令口气说话。无论学生提出任何困难的建议他都不会去泼冷水。他为研究生组织的杂志俱乐部越来越受到其他教师和学生们的欢迎。在那里每个人都可以随心所欲地发表意见，教授们可能像学生一样受到反驳。当大名鼎鼎的德国教授劳厄和鲁道夫·拉登保来参观杂志俱乐部的时候，他们被这里缺乏纪律的情况以及年轻人跟教授们说话时的态度吓了一跳。在这里甚至连博学的奥本海默也被人盘问，在解释所牵扯到的问题的时候，孩子气十足的劳伦斯经常站在研究生一边，而“成熟”的奥本海默实际上比劳伦斯还年轻。

到 1930 年物理系已成为一个活跃的、有创造性的系了，其中劳伦斯作出了显著的贡献。为此 1930 年 10 月 21 日，校董事们批准提升他为正教授，这样一来，29 岁的欧内斯特·劳伦斯就成了这所学校历史上最年轻的正教授了。

正在此时，美国同世界其他地区一样出现了经济大萧条，劳伦斯也感到了这一点，他尽量为困难的学生申请补助或筹划薪金，或把钱借给他们。国内经济困境没有分散他的注意力，在实验室进行将粒子加速到高能的各种实验，占去了他教学和其他工作之外的所有的空余时间。他在努力发展

质子回旋加速器。一切都是新的，没有任何经验可供借鉴，回旋加速器比直线加速器会出现更多的问题。

经过不懈的努力，问题得到了解决。电极上仅有 100 伏电压，却获得了相当于 1300 电子伏的能量。1930 年圣诞节期间，劳伦斯借来了一块强度大一倍的磁铁，1931 年 1 月 2 日产生了 8 万电子伏的质子，这正是根据劳伦斯的计算而预期的能量，至此，对此方法的有效性就不容置疑了。

他决定再建造一台更大的圆形加速器，产生的能量至少应达 100 万电子伏。他精确地计算出了所需要的磁铁尺寸。用于圆形磁共振加速器上的第一块磁体最初只有 9 英寸的极面，上面绕有十四号线包漆。精心制作的小室开头只有一个圆形电极——现在由于它的形状像个“D”字母而称为“D 电极”，以及一个更强大的射频系统。一支接地的开有窄缝的金属棒起着另一个电极的作用。这就使小室的一半可用于调整偏转板，放置靶子，以使高能粒子束全部打在靶子上。

甚至在它被安装之前，劳伦斯就已经在考虑建造一个更大、电压更高的机器了。他认为，采用回旋多次加速法是解决在获取和利用高能时所引起的困难的唯一办法。

劳伦斯成功地说服联邦电信公司把他们原来想制造无线电弧光发电机而没有用上的磁芯捐献出来。有些人认为他确实失去了理智。这是因为，他还没有用他那 4 英寸的仪器证明他的想法是否能实现，比 4 英寸更大的这台设备还远未建

成，然而他现在却在谈 2500 万电子伏！甚至一些过去习惯于实验室里的乐观主义和高昂情绪的学生们也摇头了。但是劳伦斯相信他的工作将会证明是“划时代”的，他说这是“研究原子核整个领域的新开端”。

在帕萨迪纳大会上，劳伦斯谈到了他的“质子旋转木马”。他虽然对获取极高能量的其他方法也感兴趣，但他指出：在获得足够高的能量来击穿一切元素的核之前，这些方法必然存在一些不可克服的严重缺陷。而采用他的直线加速器或圆形加速器，就可以获得必需的高能，又不需要极高的输入电压。但是会上同意他的意见的人不多。

劳伦斯没有受那些议论的影响。他的 9 英寸大小的回旋加速器已能产生 90 万电子伏的质子，他还在不倦地为取得更高的电压而努力。

他们改变了极面的形状，调整了极面之间的加速空隙，从而大大提高了电流。他们还发现了电磁聚焦，他们现在知道这是改进加速器性能的最最重要的因素。他把磁极面的直径增加到 11 英寸。为克服磁场的不均匀性，他尝试着在磁面与装有电极的真空“盒”之间放上各种形状的小铁片，然后改变小铁片的形状和放置方法，电流提高了一倍，再做些改变，电流又增加一倍，这样就发现了电磁聚焦的另一重大特点。1931 年 7 月，使用改变过的测量仪，在它周边收集到了 100 万电子伏的离子！劳伦斯通过共振使磁体转动，看