

中外科学家发明家丛书

卢瑟福



中国国际广播出版社

44.685
L5F
530-7

中外科学家发明家丛书

卢瑟福

赵增越 著

目 录

- 一、早年的求学生涯 (1)
- 二、在卡文迪许显露才华 (6)
- 三、29岁的年青教授 (10)
- 四、发现原子核的存在 (14)
- 五、在战火纷飞的年月 (18)
- 六、担任卡文迪许实验室主任 (22)
- 七、打开原子世界的大门 (32)
- 八、最后的岁月 (39)

欧内斯特·卢瑟福是一位杰出的物理学家。出生于新西兰，在这个大洋洲的岛国长大，又在英国从事学习和研究。他生活在从 19 世纪末到 20 世纪 30 年代物理学发生革命性变革的时代。他是这个时代勇于进取的开路先锋之一。他在原子核物理学的研究方面有许多重大的发现。在卢瑟福之前，原子的概念经过了漫长的古代时期和他之前的近代时期。古代哲学家认为，原子是不可分割的最小物质单元。19 世纪末，近代科学家已通过各种各样的物理和化学的分析研究，形成了关于原子的科学的初步概念。人们知道了电子在原子中的存在，但原子内部情形如何，一直无法解答。卢瑟福通过实验证实了原子核的存在。他所建立的原子的核模型，为原子核物理学最终确立迈出了决定性的一步。卢瑟福长时期担任剑桥大学卡文迪许实验室主任，在他的主持下，卡文迪许实验室先后有一系列重大发现，成为世界物理学研究的圣地。卢瑟福则被誉为“原子核物理学之父”。

一、早年的求学生涯

1871 年 8 月 30 日，欧内斯特·卢瑟福（Ernest Rutherford）出生于新西兰的泉林村（后来改名为净水村）村边的一所小木房里。这是一个远离文化中心的偏僻小村。他的祖父是个性格刚毅的苏格兰人，父亲詹姆斯·卢瑟福 3 岁

时随其父搭乘帆船迁移到新西兰。詹姆斯先是干制造车轮的工作，后来在锯木厂干活。

卢瑟福的童年生活是相当愉快的，但也是十分艰苦的。他有5个兄弟和5个姐妹，当他们年龄稍大时，就要帮助父亲干活。尽管如此，农村那广阔的田野，清新的空气，充满童趣的田园生活给孩子们带来了无尽的乐趣，使卢瑟福从小养成了克服困难和富于幻想的性格。

卢瑟福5岁时，就在福克斯希尔村的一所小学里开始了他的学校生活。这是一所很简陋的学校。卢瑟福因成绩优良常常受到老师们的称赞，他们都认为卢瑟福是个很有发展前途的学生。他对周围发生的一切都感兴趣。但当时他最感兴趣的两门课是拉丁文和古典文学。当时学校开设的自然科学课程很薄弱。10岁时，他得到一本科学教科书，这本书的作者是当时曼彻斯特大学的物理学教授鲍尔弗·斯图亚特。卢瑟福在书上歪歪扭扭地签上了自己的名字和年龄。

少年时期的卢瑟福就充满幻想和好奇心。据传说他曾经发明了一种可以发射“远射程炮弹”的玩具大炮；他还巧妙地设想出增加“炮击”距离的方法，从而显示出他那非凡的创造才能。还有一次，他拆开了一只报废的时钟，大多数孩子都认为这只坏钟已经无法修理，只好报废。然而使他父亲感到非常惊奇的是，坏钟不仅被修好了，而且以后一直走得很准。还有一次，卢瑟福自制了一架照相机（这类东西在当

时是高价商品)，他自己冲洗显影，成了一名入迷的摄影师。

在卢瑟福 11 岁时，他父亲举家迁到佩洛鲁斯海峡边上的哈夫洛夫。他进入当地一所小学校继续读书。他的老师雷诺兹先生。每天上午正式上课前，总是为求知欲较强的学生另外安排 1 小时的课程，这对卢瑟福提高学习成绩起了显著作用。15 岁时，他就得了奖学金。在总分 600 分的考试中，他一共得了 580 分。于是，他进入了纳尔逊学院，被安置在五年级学习。

当时的学校里，自然科学课程仅被列为选修课，而且许多男孩子都讨厌这门课程。只有卢瑟福选了这门课，成为自然科学班里唯一的一名学生。这件事引起了利特尔约翰院长的注意。此后，人们经常可以看到卢瑟福和利特尔约翰先生沿着离学校不远的黑姆登大街，一边散步，一边讨论着某些科学问题，并且还不时在地上画着图。

利特尔约翰博士本来是古典文学教员，但他设法自修了化学和物理。卢瑟福后来在科学上的伟大贡献，首先应归功于这位诲人不倦的教师。正是他使卢瑟福真正懂得科学工作的重大意义，从而为他确立终生献身于科学研究的志向，打下了牢固的基础。

卢瑟福还注意参加校内的各项活动。他常常去农场帮父母干活。

当卢瑟福在纳尔逊学院毕业时，他除了数学获得奖金

外，还获得了历史、英国文学、法语和拉丁语等学科奖金。

1889年，18岁的卢瑟福参加了初级大学奖学金的考试。如果考上了，他就可以进入新西兰，结果他考上了。当他母亲告诉他这一消息时，他正在菜园里挖马铃薯。当他听明白了母亲的话时，就用力一挥，甩掉手中的铁锹，缓慢而平静地说：“这也许就是我要挖的最后一颗马铃薯吧！”

于是卢瑟福进入坎特伯雷学院学习。这个学院在1889年只有150名学生，7名教师。卢瑟福学习认真，到1892年，顺利通过了拉丁文、英文、数学、机械学、法学和物理学等各门课程，取得了文学士学位。当时学理科课程的学生也被授予文学士学位。在数学方面，他还获得了高级大学奖学金。他专心致志地学习，但也注意参加各项活动，他因身材高大，在足球队充当前锋。他还积极参加辩证学会所组织的各种讨论会和辩论会。

因为卢瑟福获得了高级大学奖学金，他可以继续在学院里学习一年。他刻苦钻研功课，第二年就获得了硕士学位。在物理学和数学这两门一直被认为是他首屈一指的主要科目方面，他还得了“两个第一”。他母亲兴奋地将这一消息写信告诉了卢瑟福在福克斯希尔求学时的第一位校长。

卢瑟福决心在大学再学一年，再争取获得理科学士学位。想要取得这一学位的学生，必须进行某些有独创性的科学研究。卢瑟福打算对科学家布兰利的“粉末检波器”（

种检测赫兹波的仪器)进行改进。他自己动手,利用最简单、最廉价的材料来制造所需要的仪器,他在一个“简陋、寒冷、四面透风的水泥地板的地下室”里安置了一部赫兹波发生器,然后开始实验。经过努力,他制成了一种更加灵敏的“检波器”。他的学位论文《使用高频放电法使铁磁化》发表在《新西兰协会会报》上,许多国家的科学家都读到了这篇论文,这位青年立即成了知名人物之一。他取得了理科学博士学位。

他又对检波器进行改进,用它来检测远距离的无线电波。不久,他向实验室工作人员和学生们验证了从天线发出电波并从远处检测电波的方法。他在60英尺的距离内发射了一份电报。这是越过新西兰上空的第一份无线电报。

卢瑟福曾在—所中学里担任过短期的代课教员,但他并不是一个理想的教员。他很快就了解到他在新西兰所进行的科学研究已经引起了社会上人们的重视。

当时,很多青年向往到英国的牛津或剑桥这样的古老大学学习。有一种“1851年奖学金”授予学习成绩特别出色、具有培养前途的学生,使他们能够进入英国高等学府学习。1895年,新西兰大学推选了两名候选人——马克洛林和欧内斯特·卢瑟福。两位主考人认为卢瑟福的研究论文表明他更有发展前途,最后几经周折,卢瑟福成为奖学金的获得者。

在卢瑟福离开新西兰之前，他与一位名叫玛丽·牛顿的姑娘非正式地订了婚，一年之后，他们正式宣布订婚。

1895年，卢瑟福离开新西兰，登上开往英国的轮船。为了去英国求学，他不得不向人筹借旅费。他随身带着比克顿教授写的一封信。信中写道：“卢瑟福先生才华横溢，通晓数学的分析法和图解法，对于电学及其绝对测定法之最新成就具有极为广博的知识。卢瑟福先生为人诚恳，和蔼可亲，乐于助人，凡与他有过交往的人莫不竭诚赞许，尊为良师益友。我们衷心地祝愿他在英国的科学研究同他在新西兰一样，取得非凡的成就。”

二、在卡文迪许显露才华

欧内斯特·卢瑟福即将去从事科学研究的单位是当时著名的剑桥大学卡文迪许实验室。这个实验室成立不过24年，与卢瑟福同龄。它是在狄冯夏尔·卡文迪许公爵资助下建立起来的。当时的主任是因揭示物质结构的奥秘而早已闻名的汤姆生博士。

开始时，人们对这位颇有名气的年轻人投入以极不信任的目光。有两位大学职员，每次路过卢瑟福的房门时，总要吃吃地笑上几声。有一次，他们在卢瑟福门前经过，卢瑟福请他们进去帮他解决工作中的一些困难。他的检波器在房间

里摆着，他们茫然地望着它，不知如何是好，因为他们从来就没有见过这一类东西。他们这才感到自惭形秽。从此以后，他们再也不来打扰卢瑟福了。

卢瑟福初到剑桥大学时，仍然致力于赫兹波磁性检波器的研究。1896年，汤姆生在伦敦皇家协会上宣读了他与卢瑟福合写的一篇论文：《通过高频放电使电磁化以及关于短钢针效应的研究》。论文论述了在离发射源半英里的地方检测无线电波的方法。同时，无线电波也通过了剑桥市人口稠密的地区，因而，卢瑟福就表明了无线电波不仅适用于农村广阔的空间，也适用于大城市的繁华地区。

卢瑟福所使用的仪器都是他自己动手制成的。由此不难看出他作为一个实验家的惊人技巧和耐力。

卢瑟福的发射机是由两个大金属片组成的，中间为金属棒，两端是相距约半英寸的磨光铜钮。两个铜钮之间可使电火花通过。接收机设在大约半英里以外的地方，由两个各长2英尺的金属棒制成。连接它们的是缠成线圈的优质金属丝，中间放置着一束极细（直径为1毫米的7%）的磁化钢针。线圈上附有一面与小磁体相连接的镜子。当信号到达时，电火花在铜钮之间通过，钢针就暂时失去磁性，磁体也随之脱落，因此就使镜子发生偏转。卢瑟福还成功地证明了这些信号也能通过砖、灰泥以及人体。这是应用科学中的光辉成就。卢瑟福后来曾不无自豪感地指出，在马可尼着手进

行无线电报的实验之前（这些实验以后曾导致无线电和电视的发展），他就已经进行了在半英里之外来检测从天线发出的信号的实验了。

不久，卢瑟福的研究兴趣从赫兹波实验转向某些新的领域。很久以来，汤姆生就进行着通过稀薄气体放电的试验。当大部分气体已被抽出真空管时，负电极（阴极）就发生奇怪的放电现象。这种放电起因于已知的阴极射线，即带负电的粒子，也就是现在所称的电子。汤姆生认为，既然磁场能使这些射线发生偏转，它们就决不是一般含义所指的“射线”。他很快证明，电子的重量大约是氢原子重量的 $1/1800$ 。

汤姆生在稀薄气体中输送电荷时，由于仪器变得很热而使电火花经常出现，无法看清产生了什么，也无法得到前后一致的结果。X射线的出现彻底改变了上述困难，它们使气体具有更强的导电性，从而使电荷在较低的电压下通过气体成为可能。汤姆生建议卢瑟福从事X射线及其对气体效应的研究。

卢瑟福立即投入了对X射线的研究。1896年秋天，在不列颠学会（人们有时称它为“不列颠科学的议会”）上，汤姆生介绍了他与卢瑟福的研究成果。他叙述了经过X射线照射后的气体中，电传导的研究工作。他们曾经发现，这种气体在X射线消失之后，仍然保持一段时间的导电性。

卢瑟福试图鉴定铀所放射的射线，并要弄清，它们在某些情况下，是否可能与从其他来源获得的射线有关。通过反复地试验他发现，铀放射出来的射线是多种多样的，它们各以不同的方式受到磁力的作用，因此，有些明显地带正电荷，有些带负电荷，有些则根本不带电荷。他用希腊文的头3个字母分别给这几种射线取名，他把带正电荷的叫做 α 射线，把带负电荷的称为 β 射线，不带电荷的叫作 γ 射线。不久，实验证明，所谓 γ 射线，其实就是X射线，因为它在活化即电离气体时，具有与从其他来源获得的X射线相同的效果。

卢瑟福的研究工作受到了汤姆生的热烈赞许，不久，也使整个科学界为之轰动。

1898年，卢瑟福开始研究一项与X射线有关的问题。他发现锌板经过紫外线的照射后，会放射出某些带电粒子（离子）。通过多次实验，他证明锌所放射的离子全部带有负电荷，而这些离子正好与X射线穿过空气时所放射的离子具有相同的活动方式。他还推算出离子在两片之间移动的精确速率。卢瑟福的卓越成果使他跃居科学研究的前列。

卡文迪许实验室聚集了一批声名卓著的科学研究人员。他们常常在一起热烈地争论现代物理学上的许多问题，有时在室主任房间举办茶会，各抒己见。卢瑟福给人的印象是：体魄健壮，精力充沛，谦虚而友善。他经常不分昼夜地工作

着，决不满足于一知半解。

卢瑟福早期在剑桥度过的最后一些日子，主要用于鉴别铀所放射的各种不同的射线。 α 射线、 β 射线和 γ 射线究竟是什么，一时尚未彻底弄清楚。 γ 射线很容易被认为是X射线的另一种形式，但其余两种，虽然起初也称作射线，但不久却发现它们是由粒子构成的，因此， α 粒子和 β 粒子就成为他以后一段时期内主要的研究对象了。

正在此时，加拿大蒙特利尔的麦克吉尔大学到英国物色一名物理学教授。实验室很多研究人员跃跃欲试。尽管汤姆生先生舍不得放走卢瑟福这位才华横溢的年青助手，但他也不愿从中作梗。他热情地给麦克吉尔大学校长写推荐书：“在独创性的科学研究中，我从未见过有比卢瑟福先生更加热情和干练有为的学生……我认为，不论哪个大学，若能请到卢瑟福先生去担任物理学教授，将是十分幸运的。”

麦克吉尔大学接受了卢瑟福担任物理系教授。1898年9月，卢瑟福登上轮船横渡大西洋。他深信自己能胜任未来的研究工作，并希望能够指导助手和研究生的科学研究。他要继续进行他在剑桥业已开始的种种探索。

三、29岁的年青教授

当时的麦克吉尔大学还处于初创阶段，这个学校的物理

实验室是在一位大富豪麦克唐纳的资助下建立起来的。卢瑟福来到这里担负实验室的领导工作时，才不过 29 岁。但他在物理实验工作中所取得的声望，却远远超过了年龄比他大一倍的大多数工作人员。

开始时，卢瑟福的讲课效果并不理想。他过高地估计了学生的水平，学生们抱怨他“讲解过深”。但是他平易近人，经常从百忙中挤出时间同学生交谈，解答他们的疑难问题，或向他们解释听课时没有理解的某些观点。他本人不知疲倦的工作态度，也使学生们受到鼓舞。在 8 年内，以他的名义发表在学术性科学杂志上的论文就达 50 篇之多！他立即赢得了学生们的赞赏和尊敬。

在卢瑟福到来之前，麦克斯博士曾感叹地认为，现阶段的物理学差不多已经到头了，所有留待以后去做的工作只不过是填补某些冷门知识，以便完成这幅业已勾画出总轮廓的画图。卢瑟福来到麦克吉尔大学后仅仅几个月，就使麦克斯改变了看法。原因是卢瑟福对铀的研究工作很快地表明了某些正在发生的变化。

来到蒙特利尔后，卢瑟福继续投入到对 α 粒子和 β 粒子的研究之中了。

卢瑟福向青年工程师欧文斯建议，用金属钍重复试验一下即将完成的铀的实验。实验结果出乎意料，钍出现了某些没有出现过的情况。他们确信其中一定有某种奇妙的新物

质。他们两人整天在一起研究、观察，争论各种疑难问题。卢瑟福将这种来自钍，但与 α 和 β 粒子截然不同的新物质称为“钍射气”。

卢瑟福对钍的兴趣与日俱增，他很快发现在钍的周围存在着另一种奇异的东西，具有“感生”放射性。他受到居里夫妇和其他科学家关于镭及其射气的著作的启发，亲自用镭重做了某些研究，他发现镭射气在几分钟之内就失去了放射性，而钍射气却能连续保持好几周的放射性。他们不久就证明，镭射气是一种放射性气体，而钍射气是一种和氡相当相象的气体。

结婚的念头不时涌上他的心头，然而经济上的窘迫又使他苦恼，他不得不兼任一部分校外工作，借此得到一点额外收入。直到 1900 年夏天，他才回到新西兰同玛丽结了婚。第二年，他们有了独生女儿——爱琳·玛丽。

同年秋天，牛津人弗雷德里克·索迪来到蒙特利尔实验室，成为卢瑟福的助手。索迪是个化学家，当时只有 27 岁。他和卢瑟福成功地从钍中分离出一种新物质——钍 - X。这就是卢瑟福研究多年的钍放射性的主要来源。他们发现，这种钍 - X 的放射性逐渐地减弱，以致最后消失，无论加进何种化学物质，这种衰变丝毫不受影响，而改变物理条件，如提高或降低温度时，似乎也不能影响衰变的速度。随后，他们又发现铀也发生了类似的一系列变化。铀只能放出 α 粒

子，而铀-X只能放出 β 粒子。

由此他们认识到，原子并不是像具体的小型弹子球一类的东西，而是可以分割成更小的东西。他们确凿无疑地证明，铀原子、镭或钍确实是可以分裂的——在分裂过程中，它们产生了 α 粒子和 β 粒子。

1899年，卢瑟福发现了镭的两种辐射。其中之一，不能贯穿比1/50毫米更厚的铝片，但能产生显著的电效应；而另一种辐射却能贯穿约半毫米厚的铝片，然后强度减少一半，并且能穿过包装纸使照相底片感光。卢瑟福把前者命名为 α 射线，把后者命名为 β 射线。

1903年，卢瑟福获得了最高的国家荣誉——被选为英国皇家学会的会员。第二年，他以自己创立的放射理论写成的《放射学》一书出版了。此书立即成为这一学科的经典著作。后经多次修订再版。1906年的修订本出版，英国皇家学会主席、物理学家雷利爵士评述此书时说：“他的惊人的活动能力已经激起了社会上的普遍赞扬，在他鼓励下的学生，几年来，差不多每个月都给这门科学做出重要的贡献。”

卢瑟福在蒙特利尔度过了整整9个年头的科学生涯后，于1907年接受了英国曼彻斯特大学的聘请，担任教授并主持曼彻斯特实验室的工作。在他离校之际，玻维博士充满惋惜之情地说：“卢瑟福自始至终都把麦克唐纳物理实验室与具有深远意义的发现联系在一起，这些出现对于物理世界的

概念的最终影响，确实是难以预言的。”

四、发现原子核的存在

1907年5月24日，卢瑟福一家到达英国。

卢瑟福在其光辉的科学生涯中，曾经不止一次地避开研究课题中的某些次要方面，而把主要精力贯注于最重要的方面，这是他的一种超人的才干。来到曼彻斯特后，他把 α 粒子作为主要的研究课题。

当时很多科学家认为原子所包含的全都是电子，但是卢瑟福认为，自然界从来就不像人们想象的那么简单，电子是这样轻，只相当于已知的最轻原子——氢原子重量的 $1/1800$ ，而且它总是带一个负电荷，很明显，在原子内部一定存在着某些别的东西。

早在1903年以前，拉姆齐和索迪就提出，可以从镭的样品中出现氦原子——而这种去掉电子后的氦原子正是卢瑟福长期以来一直试图鉴别的神秘的 α 粒子。

在年青的助手汉斯·盖革的协助下，卢瑟福设计出一种用来计算由镭放射出的 α 粒子的方法。根据这种方法，他们制成了计数器，用来探测放射性粒子。这种计数器后来被称为盖革计数器。

他们很快地又把这种方法应用于各种不同的放射性物

质，人们第一次在实验室里观察到单个的原子。计算一下进入计数器内的 α 粒子数，就可能算出 α 粒子带电的总数。卢瑟福不久就宣布， α 粒子的电荷数是氢离子电荷数的两倍。通过实验，他也证实了过去一直被人怀疑的说法—— α 粒子就是带电的氢原子。

尽管卢瑟福已经取得了如此辉煌的成就，他的经济状况仍然没有获得彻底的改善，这与他紧张忘我的工作是不协调的。由于他全力以赴地埋头于工作中，他的夫人和女儿很难得见他一面。他感到欣慰的是他有一位理解他的夫人和一个可爱的女儿。

卢瑟福在放射现象的研究中所取得的成就得到了公认，它揭开了物理学史上新的一页。也使卢瑟福达到了科学家们都希望达到的最显要的地位。1908年11月，卢瑟福和他的妻子应邀前往斯德哥尔摩，接受瑞典国王颁发的诺贝尔奖金。作为世界上最伟大的物理学家，他对接受化学奖金感到有点惊讶。这是因为他在物理学上的伟大成绩显然同化学有密切的联系。接受奖金后，卢瑟福发表了演说，他讲到，在他一生中，曾经历过各种不同的变化，但最快的变化要算这一次了——他竟从物理学家一下子变成了化学家。

获得荣誉是他引以为荣的，至少7000英镑奖金使他一直操心的经济困难得到了圆满的解决。

到了1908年，在卢瑟福的周围聚集起一批当时兰开夏