

原子能的故事

〔美〕费米夫人 著

翁菊容 吴伯泽 译

原子能出版社

内 容 简 介

这是一本介绍原子能知识的科学普及读物，作者是著名原子科学家费米的夫人。书中主要叙述了从发现核分裂到建立第一座反应堆、从制造第一颗原子弹到建成第一座核电站的整个历史过程；内容通俗易懂，文字流畅，情节生动。读后对原子能的发展史将有所了解。

THE STORY OF ATOMIC ENERGY

by

Laura Fermi

Macfadden-Bartell Corporation

New York

1 9 6 5

原子能的故事

〔美〕费米夫人 著

翁菊容 吴伯泽 译

原子能出版社出版

（北京 2108 信箱）

北京印刷一厂印刷

（北京市西便门）

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $3\frac{1}{16}$ · 字数 65 千字

1982 年 3 月第一版 · 1982 年 3 月第一次印刷

印数 001—7,000 · 统一书号：15175·386

定价：0.34元

目 录

一、原子的含义是“不可分的”，但是……	1
二、……原子是可以再分的……	5
三、一种新的大炮……	13
四、更好的炮弹……	18
五、第93号元素之谜……	24
六、铀和第二次世界大战……	32
七、原子时代的诞生……	39
八、三个秘密城市……	48
九、制造铀-235的城市……	54
十、制造钚的城市……	58
十一、最最秘密的城市……	63
十二、原子为和平服务……	70
十三、来自原子的动力……	75
十四、放射性同位素在改善人们的生活……	82

一、原子的含义是“不可分的”，但是……

• 1 •

这是一个发明和发现的故事。这个故事经历许多世纪，涉及许多国家的男男女女，他们都研究过我们称之为原子的物质微粒的本性。这个故事将告诉我们，这些男男女女在工作中慢慢地，一步一步地懂得了，原子是怎样构成的，以及原子可以做什么。这个故事将允许我们去展望现代化的原子能世界，并使我们对未来世界的前景获得一些看法。

今天，我们知道原子是组成万物的微小粒子。但是，谁是第一个想到原子的人呢？我们无法回答这个问题；思想是慢慢形成的，以比较古老的思想为基础。只要在地球上有着思维的人，他们就会对周围世界提出许多问题。一定有许多人想到过：“我们在大自然中看到许多不同的东西——太阳、月亮和星星，高山和海洋，森林和动物。我们也能够制造东西。所有这些东西看上去是不同的，难道它们有可能是由少数比较简单的元素组成的吗？”对于这个问题，我们不知道有多少人曾这样回答过：“也许宇宙万物都是由微小的粒子组成的。”

很久很久以前，某些哲学家就已经有这种想法，其中有一位叫做德谟克利特，他生活在2,400年前的古希腊。我们能够知道德谟克利特的生平和他的理论，是因为他有些著作流

传到今天。但是，也许还有其他具有相同见解的人。德谟克利特说过，万物都是由非常微小的粒子组成的。这种粒子非常之小，以致没有人能看到它们。它们以不同的方式组合起来，形成了各种不同的物质。这些粒子本身永远不会发生变化，而且不可能分成更小的碎片。德谟克利特把它们叫做原子，因为在希腊文中，“原子”这个词的意思是“不可分的”。按照他的观点，原子是可能存在的最小物质微粒。

德谟克利特的推理是这样：假定我们所考虑的是象水这样的物质，我们可以取很少量的水——一滴水——这时我们可以小心地把这滴水一分为二。只要有可能搞到合适的工具，我们也许有可能继续把水滴分得越来越小。可是，我们能永无止境地一直分下去吗？

象德谟克利特那样想的哲学家确实相信，在某一点上我们会得到一滴小得不可再分为更小部分的水。水（或者任何其他物质）可分成的这种最小的部分就是原子。

因为德谟克利特的观点不是以事实为基础的，他就不能够证明它们。许多世纪以来，没有几个人相信原子真正存在。更多的人认为，原子是德谟克利特想象出来的东西。然而在近350年里，随着近代科学的发展，物理学家和化学家们又渐渐回到德谟克利特的观点上来了。

只要设想某些物质可分为细小的微粒，也许就能解释嗅觉和味觉。例如，十七世纪初期，伟大的意大利科学家伽利略说过，这些微粒碰到舌头上或者鼻子上的某个感觉区域，就引起大家熟悉的味觉和嗅觉的效果。后来科学发展了，证明伽利略是正确的。

到十七世纪末，英国化学家罗伯特·波义耳提出，空气和其他气体的表现说明它们似乎是由微粒或原子组成的。那

时有越来越多的事实，需要承认原子的存在才能够加以解释。

• 2 •

第一个表达了科学的原子论的是英国人约翰·道尔顿。道尔顿生于1766年，是乡村中一个穷人家的孩子。小约翰在乡村小学上学，那个学校很小，只有一位老师。当约翰十二岁时，那位老师辞去工作，约翰就取代了他的位置。从那时候起，年轻的道尔顿就靠教书为生。他对科学有浓厚的兴趣，他一边教书，一边自学数学和化学。

在道尔顿诞生前的一百年内，化学家们已经开始认识到一个重要的事实：虽然他们可以把某些物质分解成一些较简单的物质，可是还有些其他物质，却是他们无法分解的。例如，他们可以把水分解为氢气和氧气，把食盐分解为氯和钠，把糖分解为碳和水。但是他们从来不能够从氢、氧、碳和钠中得到更简单的物质。这些简单的物质被命名为“化学元素”；而象水、盐和糖这类由两种以上元素组成的物质，则叫做“化合物”。任何化合物都是由两部分或更多部分组成的。我们现在知道有一百多种元素，但是在道尔顿那个时代，人们所知道的元素只有三十种左右。

道尔顿为自己提出了一个问题：原子究竟是否有助于解释化学元素的存在和它们之间的差别？经过深思熟虑和多次实验，他进一步提出了他在1810年前后发表的那个理论。

道尔顿的理论有重要的意义，它表明，尽管原子非常之小，但是任何一种元素的原子，都具有那种元素的全部性质。如果我们能够把一个原子——比如说一个铁原子——放

大，并且对它进行观察，我们就能说出它是铁，而不会把它错成是氢、钠或任何其他元素。不管我们放大的是哪一个铁原子，结果都是一样，因为正如道尔顿所说的，所有铁原子都相同。（同样，所有钠原子都相同，所有氢原子也都相同。）

道尔顿还说明，不同化学元素的原子可以化合成化合物。例如，两个氢原子可以和一个氧原子化合而形成一个水“分子”。分子是原子的化合物所能分成的、仍保持该化合物的特性的最小粒子。一个氯原子可以和一个钠原子化合而形成一个盐分子。

简而言之，这就是道尔顿的原子论。这种理论解释了许多事实，并且由此发展成为现代化学。然而，尽管道尔顿的理论几乎完全是正确的，我们却应该把他的一个观点撷在一边。象德谟克利特一样，道尔顿也曾说过，原子是物质可以分成的最小粒子——原子是不可再分的。一直到他逝世五十年后，大多数科学家仍然赞同他的观点。此后，有些物理学家的研究工作证明了原子可分成更小的粒子。这项研究工作随着一项重大的发现开始于法国，现在我们就来看一看这项发现是怎么一回事。

二、……原子是可以再分的

• 1 •

1896年初，在巴黎，法国物理学家亨利·贝克勒耳正在试验许多种磷光物质。这些物质在被太阳或者其他光源照射以后，在一段时间里会发光。它们被叫做“磷光质”或“类磷物质”，因为它们的表现很象磷元素，磷在被光照射后也会发光。

有一次贝克勒耳偶然发现，当一种会发磷光的铀盐（一种含有铀元素的化合物）发光时，它不仅仅是发出光，而且还发出一种叫做辐射的能量。他用一张厚厚的黑纸把照相底板包起来，使太阳光不能穿透过去，然后在用黑纸包好的照相底板上放了一小块铀盐，并且让太阳光照射它。后来，当他打开黑纸包着的这张照相底板时，他发现这一小块铀盐已经在底板上留下它的黑色图象了。铀盐发出的辐射已经通过了黑纸。物理学家们把这种现象称为“穿透”，即通过的意思。可见，这种辐射的穿透性比光更强；它能穿过那些能挡住光的材料。

几天以后，他发现了某种更加奇怪的现象。即使铀盐不经太阳光的照射，而在黑暗中放置很长时间，它也同样能够发出穿透性辐射。换句话说，它是完全依靠它本身发出辐射的。

情况是这样的：贝克勒耳并不满足于只做一次实验所得到的结果。他希望再做一次铀盐发光实验。为了做这个实验，他取来几张照相底板，每一张都用厚厚的黑纸包好，在每张底板上都放一小块铀盐。然后，他想把底板放在太阳光下照射，但是这时天气已经变了，天上阴霾密布，没有一丝阳光。贝克勒耳只好把这些底板放进抽屉里，每张底板上都放着一块铀盐。他等了几天，但太阳还是不出来。因此，他就把底板从抽屉里取了出来，希望能在底板上看到细微的痕迹。出乎他意料之外，他在底板上发现了那几块铀盐的很黑的图象。当铀盐放在抽屉里的时候，它发出了穿透性的辐射。

贝克勒耳的好奇心越来越强烈，他试验了好几种含有铀的其他物质。它们在未经先受太阳光照射的情况下，都能发出辐射。由此他得出结论说，铀是一种能发出射线的元素。但是，铀是唯一具有这种性能的元素吗？他没有发现其他元素。

• 2 •

过了一段时间以后，一位年青的女子——玛丽·居里——真的发现了另一种行为象铀一样的元素。玛丽出生在波兰，并且在一些有钱人的家里当过家庭教师，直到节省下足够多的钱，才去巴黎学习。当她在巴黎大学当学生的时候，她勤奋刻苦地学习，后来她获得物理学和数学的学位。

玛丽长得很俊俏，淡色的头发，衬托出一个温柔活泼的面容。她似乎从来没有想到过她的外貌，因为她把全部时间和精力都用于进行研究工作。后来，她遇到了一位物理学教授皮埃尔·居里，他和她一样，也献身于科学事业。皮埃尔·

居里既注意到她那美丽的容貌，也注意到她那敏锐的头脑。他们结婚了。1897 年秋天，他们生了一个女儿，名叫伊伦娜。后来他们又生了第二个女儿，叫做伊芙。

伊伦娜出生后不久，玛丽·居里决定要研究贝克勒耳在将近两年前发现的那种射线。居里很支持这项工作，并为她提供了实验所需要的几件仪器。她开始耐心地、一个又一个地检验所有已知的元素。最后，她获得了成功。元素钍象铀一样，不必先受太阳或某种其他能源的作用，就能发出射线。这就确凿无疑地证明，这种现象并不是铀独有的特性。玛丽和皮埃尔·居里把这种现象叫做“放射性”，意思是它有放出射线的性能。

· 3 ·

为了了解更多有关放射性的知识，玛丽继续试验各种物质。有一天，当她检查一块叫做“沥青铀矿”的含铀矿石时，她惊喜万分地发现，这种矿物所发出的辐射比铀和钍的辐射强得多。她一再重复测量这种辐射的强度，确信自己没有弄错，而且测量的结果总是一样的。她得出结论说，这种沥青铀矿一定含有一种新的、未知的放射性元素。在沥青铀矿中，这种元素的数量小得看不出来，只有这种强辐射显示出它的存在。

这个问题激起玛丽和皮埃尔·居里的强烈兴趣。皮埃尔放下他自己的工作，他们开始一起在沥青铀矿里寻找这种新的放射性元素。经过了几个月的耐心工作，他们发现了一种元素，玛丽把它命名为钋，这是为了纪念她的祖国波兰。六个月以后，他们发现沥青铀矿还含有另一种元素，它发出的

辐射甚至比钋还要强。他们把这种元素命名为镭。

当居里夫妇想从沥青铀矿提炼出纯粹的镭时，他们面临着许多困难。在沥青铀矿中，镭的含量很小，因此，他们要从其中得到哪怕是极为微量的纯镭，也必须对千百磅沥青铀矿进行提炼。

要做到这一点，居里夫妇需要有一间比他们过去一直在进行工作的那间小屋大一些的地方。他们所能找到的唯一的地方，是皮埃尔任教的那所理化学学院院子里的一座小工棚，那儿堆着木柴。这小工棚没有地板，很冷，雨天屋顶还漏雨。这远远不是一间完美的实验室。可是在这间小屋子里，玛丽·居里度过了她一生中最幸福的岁月，和她的丈夫一起进行她的工作。

到第四年末，居里夫妇已经处理了几千磅沥青铀矿，并得到了十分之一克纯镭化合物。十分之一克这个量是很小的，小得简直看不见；一磅大约有 450 克呢。然而，玛丽用这一点就可以研究镭的性质了。她发现，镭的放射性强度比同等重量的铀要大一百万倍以上。

镭也被证明是很有用的，在研究中，可用于研究原子的性质，在医学中，可用于治疗癌症。

镭和放射性的研究成了玛丽的终生工作。在她丈夫于 1906 年被一辆马车撞死以后，她继续这项工作。玛丽·居里独自继续进行这项由他们两人一起开创的工作，而且得以在科学中做出其他伟大的发现。

在居里夫妇发现钋和镭以后不久，其他科学家又发现了一些放射性物质。人们开始明白，放射性在自然界中的分布要比科学家们过去所设想的普遍得多。

自由安全，健康第一，没有官能飞行的危险，没有官能飞行的危险

： 8 ：

放射性的发现提出了许多问题。科学家们对铀和其他放射性物质发出的辐射感到惊奇。辐射是由什么构成的？它来自何方？它是怎样产生的？发出辐射的物质中是否发生了什么变化？对这些问题提出最多解答的是欧内斯特·卢瑟福。

卢瑟福生于新西兰的一个农场里，并在那个国家上大学。有一个故事说，当他得知他已经得到去英国剑桥大学学习物理的奖学金时，他正在挖土豆。这对于年轻的欧内斯特是万分幸运的，因为在英国他是要同当代最著名的物理学家之一约瑟·约翰·汤姆生一起工作啊。

就在贝克勒耳发现铀的奇怪的辐射后几个月，卢瑟福离开新西兰去英国。卢瑟福在剑桥时，J.J. 汤姆生发现了非常微小的带电粒子的存在； he 把它们称为“电子”。汤姆生测定了电子的电荷（电量）和质量（重量），卢瑟福协助他进行其中的一部分工作。这种测定表明，所有的电子都是相同的；每一个电子带一个电荷，电子的质量只有最轻的原子（氢）的质量的1840分之一左右。电有两种，即所谓正电和负电。汤姆生发现，电子是带负电的。

当卢瑟福正在协助汤姆生进行工作时，他听到了发现放射性的消息。他立刻想找出放射性所引起的那些问题的答案。他很希望立即开始研究这些问题，但这是不可能的。他当时已经被任命为加拿大蒙特利尔的麦吉尔大学的物理学教授，他必须先在那里去。这时他才27岁。

卢瑟福到达蒙特利尔前后，正是玛丽和皮埃尔·居里开始进行从沥青铀矿提炼镭的工作的时候。这位年轻的教授要

比居里夫妇幸运得多，因为他来到了当时世界上最好的物理实验室之一。在那儿，卢瑟福有几个年轻人协助他工作，并且有研究经费。他刚刚安顿下来，就马上开始放射性的研究工作。

但是，科学研究是缓慢的，而且必须非常细致耐心。尽管卢瑟福的新实验室条件非常好，他也还是花了好几年，才完全了解镭和其他放射性元素的辐射的本质。他发现，这种辐射是由几种射线组成的。一种是运动很快的带正电粒子流。他把这种射线称为“ α 射线”，并且把这种粒子称为“ α 粒子”。后来他了解到， α 粒子的质量大约是氢原子的四倍。

他发现，第二种射线是运动很快的带负电粒子流。卢瑟福称之为“ β 射线”，并且把组成这种射线的粒子称为“ β 粒子”。过不了多久，他就认识到 β 粒子是运动得很快电子——他过去和汤姆生一起工作时就已经很熟悉电子了。

一位法国物理学家发现了第三种类型的射线，即“ γ 射线”。它同光线很相似，但穿透性更强。

科学家们都一致认为， α 、 β 和 γ 射线必定是来自原子；它们不可能来自任何别的东西。然而，假如原子可以放出快速粒子和 γ 射线，就必然会出现两种新的想法。第一，德谟克利特、道尔顿以及其他许多人关于原子不可再分的想法是不正确的。第二，原子必然含有巨大的能量。

卢瑟福解释了放射性所引起的变化。他提出，放射性元素的原子能够发生衰变，并且其中有些原子确实在发生衰变。他还提出，当某个放射性原子发生衰变时，它不是放射出 α 粒子，就是放射出 β 粒子，并且常常还放射出 γ 射线。卢瑟福说，当放射性原子发生衰变时，它们便转变为另一种原子！

这种观点同科学家们当时的信念完全相反。多少个世纪

以来，人们一直想通过化学方法，使一种元素转变为另一种元素，但是他们从未获得成功。最后他们得出结论说，人类不可能把一种元素转变成另一种元素。然而现在卢瑟福却说，某些元素能够自发地转变成另一种元素。

卢瑟福是正确的。他和另外几位科学家证明了，放射性元素确实能够发生变化。例如，当镭原子衰变时，它放射出 α 粒子和 γ 射线，并且转变成一种叫做氦的元素的原子。毫无疑问，镭和氦是不同的元素。镭是坚硬的，类似于金属的物质；氦却是气体。氦象镭一样是放射性的，并且也放射出 α 粒子。

一种元素转变成另一种元素的放射性现象，通常称为“衰变”。例如，物理学家们常说，镭衰变成氦。

卢瑟福发现，当一块放射性物质发生衰变时，它的放射性便逐渐减弱。如果某块物质最初每秒钟放射出一千个粒子，过一段时间以后，它每秒钟可能只放射出九百个粒子。再过一段较长的时间以后，它放射出的粒子还要更少。到了某个时候，这块物质每秒钟就只会放射出五百个粒子，也就是它最初放射出的粒子的一半，这时它的放射性就只有它最初的放射性的一半。

卢瑟福把放射性物质的放射性减少到原来的一半所需要的时间称为“半衰期”。每一种放射性物质的这种半衰期的长短是不同的。有些物质衰变非常缓慢；它们的放射性也减少得非常慢，所以它们的半衰期就非常长。铀的半衰期是45亿年。镭的半衰期是1,560年。有些物质衰变得很快，它们的半衰期可能远远不到一秒钟哩。

这是些振奋人心的发现。仅仅是象原子这样微小的粒子一定含有巨大的能量的想法本身，就够令人振奋了。原子以

无法控制的力量发生衰变，原子的碎片—— α 和 β 粒子——以很快的速度飞出。 β 粒子飞出的速度可能是光速的一半，甚至更快一些。这就意味着 α 和 β 粒子带有巨大的能量。来自原子的其他能量以 γ 射线的形式出现。能量是永远不能创造的。如果原子能够发出能量，那么，它们就必定含有能量。

于是，科学家们开始谈论潜藏在原子内部的巨大的“能量贮藏”，他们说，如果人们能从原子得到能量并且控制它的流动，那么，这些能量就能做无限大量的功。不过，对于当时大多数科学家来说，这似乎只是海外奇谈，是痴心妄想，永远也不可能实现。

三、一种新的大炮

• 1 •

放射性变化的研究帮助科学家们去了解原子的本质；而对原子的了解又帮助他们得到更明确的、关于放射性的设想。慢慢地，有几种观点逐渐成型了。

1919年，在原子这幅图完成之前，卢瑟福产生了一个不寻常的想法，从而加快了发现的步伐。（那时，他已回到英国，打算在那儿度过后半生。）他的想法是用 α 粒子作为“炮弹”去射击原子。

在微小的原子世界里， α 粒子是相当有用的大粒子。它们从放射性物质发射出来时，速度很快，能量很高。卢瑟福想，如果用它们作为炮弹，他就有可能炸开原子。如果他能够成功，原子炸出的碎片就可能帮助他了解原子是怎样组成的。

他的强有力的“大炮”是很少的一点镭：镭能以非常大的力量射击 α 粒子。卢瑟福用 α 粒子重重地轰击一些氮——一种气体。有些 α 粒子击中氮原子的正中心，使它破裂，并使小碎片飞了出来。当卢瑟福检查这些微小的碎片时，他发现它们是过去未曾观察到过的粒子。它们具有与氢原子相同的质量，并且每个粒子都带有一个电荷，这种电与 α 粒子所带的电相同。后来，这种粒子被命名为“质子”。

卢瑟福的研究获得成功以后，许多其他科学家也用这种大炮去射击原子。这样轰击原子的做法被证明是非常有用的研究方法。

1932年，英国物理学家詹姆斯·查德威克用 α 粒子轰击铍——一种轻金属。他发现，当 α 粒子击中铍时，铍放射出一种新的粒子，它的质量与氢相同，但不带电荷。这种粒子当时已有一个名称了：它们叫做“中子”。很久以来，物理学家们就已经猜到有中子存在，并且一直在谈论它们，只是过去没能发现它们罢了。

· 2 ·

中子是原子这幅图画的一笔。许多年以前，卢瑟福就已指出原子这幅图看起来大概会是什么样子。他说过，原子一定有一个很小的原子核，它带的电荷与电子不同，此外，原子还有一些电子，它们围绕着原子核运动。卢瑟福的朋友、丹麦物理学家尼尔斯·玻尔还提出一个数学解释，来说明电子是怎样围绕原子核运动的。（玻尔后来成为世界上最著名的原子物理学家之一。）

按照卢瑟福和玻尔的设想，原子是由一个很小的原子核和围绕着它运动的电子构成的，原子核由质子和中子组成。在不同的元素中，质子、电子和中子的数目各不相同。然而，各种元素都有相同的设计，那就是在每一个原子中，原子核内的质子数同围绕着它旋转的电子数相等。由于每一个质子带一个正电荷，每一个电子带一个负电荷，正负电荷正好能够互相抵销。因此，原子是中性的，即不带任何电荷。任何一种元素的所有原子核都有相同数目的质子。这个数目就叫