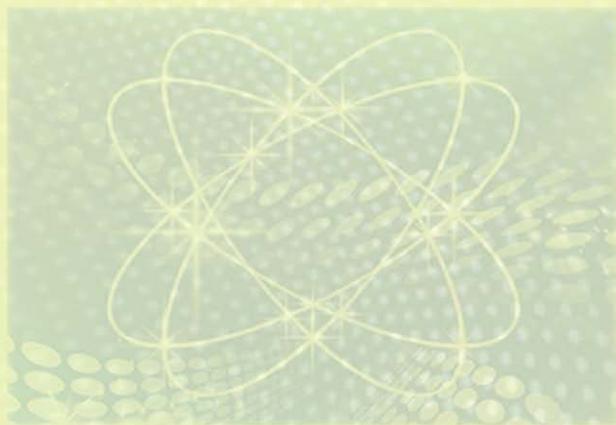


核能



Contents | 目录

引 言	1
一 核能的发现	3
1. 从铀开始,认识核能	4
2. 18 亿年前的天然核反应堆	6
3. 原子核式结构模型的提出	8
4. 天然放射性与人工放射性	9
5. 中子的发现与核裂变	11
6. 核裂变的临界质量	14
7. 第一次自持链式反应	16
8. 链式反应产生巨大能量	18
9. 热核聚变提供新途径	21
10. 核聚变研究仍然困难重重	24
11. 核能小知识	28
二 原子弹横空出世	31
1. 美国的曼哈顿工程	32

2. 第一颗原子弹引爆试验	35
3. 原子弹投向广岛、长崎	36
4. 前苏联的原子弹研究	40
5. 新中国第一颗原子弹	42
6. 原子弹的构造	43
三 核武器与核裁军	45
1. 核武器有哪些种类	46
2. 第二代核武器——氢弹	48
3. 第三代核武器——中子弹	51
4. 中子弹与原子弹、氢弹的区别	55
5. 衡量核武器的标准	57
6. 核武器的研发竞赛	59
7. 超长续航的核潜艇	62
8. 举世瞩目的核按钮	67
9. 有恃无恐的核威慑	77
10. 后冷战时期的核裁军	81
11. 全球核裁军的时代真的来临了吗	87
四 和平利用核能	92
1. 和平利用核能的法律依据	93
2. 核电站是民用核能的主要方式	95
3. 全球核能发电的现状	98

4. 核电站的工作原理·····	104
5. 发展核电是必由之路·····	107
6. 核能的生活应用·····	110
7. 核电微动力技术·····	116
8. 国际原子能机构·····	119
五 核能开发与核资源 ·····	125
1. 何日实现核聚变·····	126
2. 广泛应用的受控核裂变·····	128
3. 敏感的铀浓缩技术·····	131
4. 制造核燃料的步骤·····	133
5. 铀元素的世界分布·····	134
6. 海洋中的核资源·····	137
7. 月球上的核资源·····	141
8. 核资源争夺战已打响·····	142
六 全球重大核事故 ·····	145
1. 核事故与核污染·····	146
2. 1957 年英国温斯克尔大火·····	150
3. 1966 年美军帕利马雷斯氢弹事故·····	153
4. 1968 年美军图勒核事故·····	156
5. 1970 年美国加卡平地核事故·····	158
6. 1979 年美国三哩岛核电站事故·····	160

7. 1985 年前苏联 K-431 核潜艇事故	162
8. 1986 年前苏联切尔诺贝利核泄漏事故	164
9. 1987 年巴西戈亚尼亚核事故	167
10. 1993 年俄罗斯托木斯克-7 核爆炸	168
11. 1999 年日本东海核事故	169
附录 核科学家小史	172
1. 发现天然放射性的贝克勒尔	173
2. 两次获得诺贝尔奖的居里夫人	174
3. 相对论提出者爱因斯坦	176
4. 原子核物理学之父卢瑟福	179
5. 中子发现者查德威克	181
6. 中子物理学之父恩利克·费米	183
7. 核裂变的发现者奥托·哈恩	186
8. 原子弹之父奥本海默	188
9. 氢弹之父爱德华·特勒	191
10. 前苏联原子弹之父库尔恰托夫	193
11. 中国铀矿之父南延宗	196
12. 中国“两弹元勋”邓稼先	198

引 言

20 世纪以来，随着科学技术的日新月异，经过了多种研究发展，人们发现了核能并把它作为战略性的能源加以利用。核能对军事、医学以及农业、工业的发展起到了很大推动作用。而随着全球环境污染的加剧和能源危机的不断威胁，核能正在成为继煤炭、石油、天然气之后最为重要的能源种类。在深刻地改变着世界能源格局的同时，核能也在深刻地影响着人类的思想，改变着世界的面貌。

核能，又称原子能，可以通过核子裂变或聚变而产生巨大能量。在 1945 年之前，人类在能源利用领域只涉及到物理变化和化学变化。二战时，原子弹诞生了。人类开始将核能运用于军事、能源、工业、航天等领域。在军事上，这种能源既可以制造成杀伤性和破坏性极强的原子弹威慑敌国，也可以用作燃料推进核潜艇遨游大海。

在民用方面，核能最大的贡献是核能发电。目前全球共有核电站 441 个，其中美国 104 个，法国 59 个，日本 54 个，俄罗斯 31 个，英国 23 个，韩国 20 个，德国 18 个，加拿大 17 个，乌克兰 15 个，印度 14 个。在未来的日子里，各国对于核电的需求将

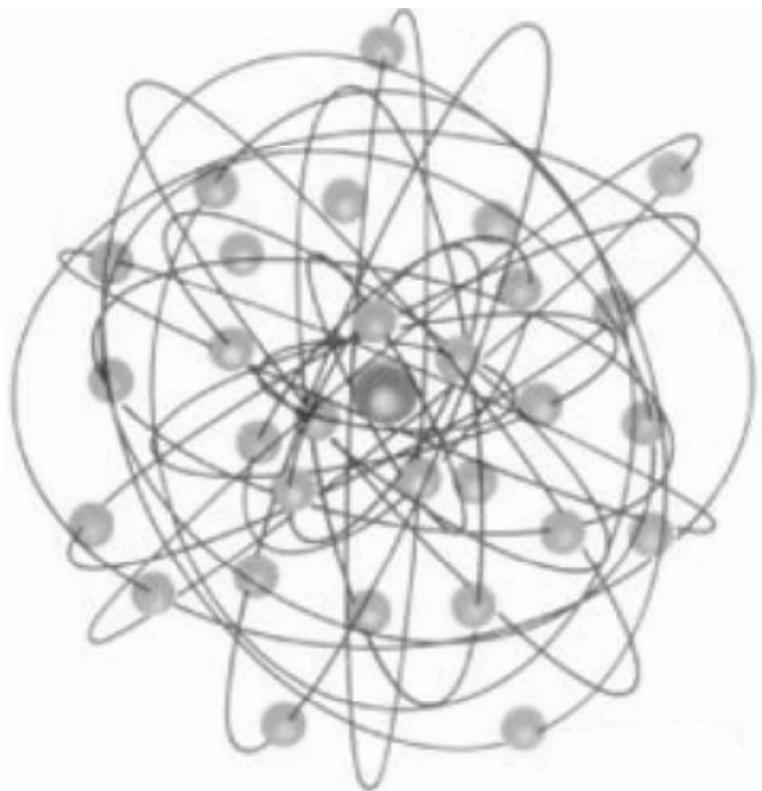


越来越大。不仅是发展中国家，就连亚洲工业化程度较高的日本、韩国等国，对核电的需求也在增加。尤其是核电站数目排美国 and 法国之后的日本，正打算在未来 10 年里，将核能占总供电量的比例从目前的 30% 提高至 40%。作为能源领域的后起之秀，核能正在扮演着越来越重要的角色。

因此，美国、俄罗斯、英国、法国、中国、日本、以色列等国相继展开对核能应用前景的研究。但就在人类大力发展核能的同时，问题也出现了。核废料、核污染、核辐射、核事故等一系列问题凸现，考验着人类的智慧。

那么，核能到底是怎样的一个事物呢？本书将给你一个深入浅出的答案。

一 核能的发现





1. 从铀开始，认识核能

核能是人类历史上在与大自然作斗争中获得的最大报酬，核能将在人类了解自然、改造自然、从自然中获得最大自由的斗争中扮演重要角色，它将几乎彻底地解决人类未来百亿年的能源需要。那么，原子核能是怎么被发现的呢？要说明这个问题，我们需要先来认识一下铀这种元素。

20 世纪 40 年代以前，铀通常被人们认为是一种稀有金属，尽管铀在地壳中的含量很高，比汞、铋、银要多得多，但由于提取铀的难度较大，所以它注定了要比汞这些元素发现的晚得多。尽管铀在地壳中分布广泛，但是只有沥青铀矿和钾钒铀矿两种常见的矿床。人们认识铀正是从这两种矿石开始。

1789 年，它由德国化学家克拉普罗特从沥青铀矿中分离出，就用 1781 年新发现的一个行星——天王星命名它为 uranium，元素符号定为 U。1841 年，佩利戈特指出，克拉普罗特分离出的“铀”，实际上是二氧化铀。他用钾还原四氯化铀，成功地获得了金属铀。1896 年有人发现了铀的放射性衰变。1938 年，哈恩和斯特拉斯曼发现了铀的核裂变现象。自此以后，铀便变得身价百倍。纯金属铀是原子弹和核反应堆中使用的主要原料、燃料。而实际上，铀最初只用作玻璃着色或陶瓷釉料，少量用于电子管的除氧剂和惰性气体提纯（除氧、氢）。



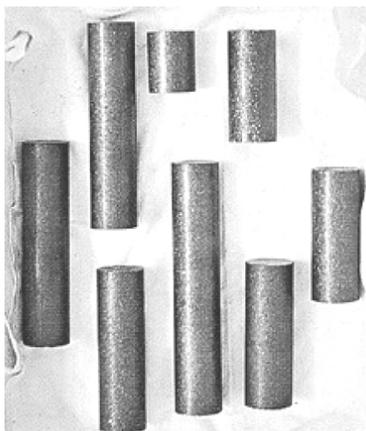
在居里夫妇发现镭以后，由于镭具有治疗癌症的特殊功效，镭的需要量不断增加。因此许多国家开始从沥青铀矿中提炼镭，而提炼过镭的含铀矿渣就堆在一边，成了“废料”。然而，铀核裂变现象发现后，铀变成了最重要的元素之一。这些“废料”也就成了“宝贝”。从此，铀的开采工业大大地发展起来，并迅速地建立起了独立完整的原子能工业体系。

纯净的铀是一种带有银白色光泽的金属，比铜稍软，具有很好的延展性，很纯的铀能拉成直径 0.35 毫米的细丝或展成厚度 0.1 毫米的薄片。铀的比重很大，与黄金差不多，每立方厘米约重 19 克，像接力棒那样的一根铀棒，竟有 10 来千克重。块状的金属铀暴露在空气中时，表面被氧化层覆盖而失去光泽。粉末状铀处于室温下，在空气中甚至在水中就会自燃，在接近绝对零度时有超导性。美国用贫化铀制造的一种高效的燃烧穿甲弹——“贫铀弹”，能烧穿 30 厘米厚的装甲钢板，“贫铀弹”利用的就是铀极重而又易燃这两种性质。

由于铀的化学性质很活泼，所以自然界不存在游离的金属铀，它总是以化合状态存在着。已知的铀矿物有 170 多种，但具有工业开采价值的铀矿只有二三十种，其中最重要的有沥青铀矿（主要成分为八氧化三铀）、品质铀矿（二氧化铀）、铀石和铀黑等。很多的铀矿物都呈黄色、绿色或黄绿色。有些铀矿物在紫外线下能发出强烈的荧光。正是铀矿物（铀化合物）这种发荧光的特性，才导致了放射性现象的发现。

自然界中的铀称为天然铀，有 3 种同位素：铀-238，铀-





铀棒

235，铀-234。这3种同位素的核特性相差很大，只有铀-235原子核才容易裂变。每个铀-235原子核裂变释放的能量微乎其微，要1300多亿次裂变，才能使1克水温度升高10℃；要914.9万次裂变，才能产生相当于1克标准煤燃烧发出的热。但1克铀-235有5.6万万亿个原子，因此，原子核裂变放出的能量是非常巨大的。

2. 18亿年前的天然核反应堆

1972年，法国科学家在考察从非洲加蓬共和国奥克洛矿区运来的矿石中，发现铀-235的含量比正常的偏低。这引起了他们的注意，因为铀的分布含量是很恒定的，即使从月球上采回来的岩石样本含铀-235的也和地球上的含量接近，所以他们进行了



现场勘测。他们发现远在 18 亿年前，由于自然界的巧合，在奥克洛矿区曾出现过至少 6 座核反应堆，断断续续地运行了几十万年，释放出相当于 2000 多万吨煤燃烧放出的热量。



非洲加蓬共和国奥克洛矿区

根据这一发现，我国地质学家侯德封教授曾断言，世界上很早出现过铀-235 的天然链式反应，并认为各种裂变和衰变放出的核能，是地壳早期演化的动力，因此，过去的地球曾是一片核能世界。

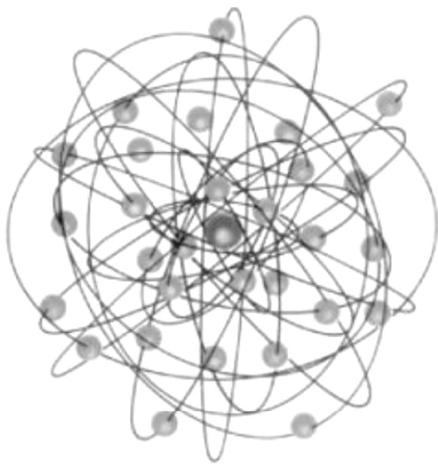
今天世界各地建造的各种裂变反应堆，不过是宇宙间规模更大、时间更长的天然核裂变反应（包括奥克洛出现的裂变反应）的缩影，它们的基本原理是相同的。但作为人类智慧的结晶，现在的核能与核技术相比之下要细致和精密多了。





3. 原子核式结构模型的提出

而说到中子的发现，我们不能不提到卢瑟福提出的那个格外著名的原子模型：那闪闪发光的电子沿着错综复杂的轨道，围绕当中的原子核急速回旋，这一图形还常常被作为科学现代化的标志。



卢瑟福的原子模型

1911年卢瑟福通过氦核轰击金箔，观察到少数氦核发生大角度偏转后，他提出了原子的核式结构模型，1919年卢瑟福还用氦核轰击氮核，第一次人工获得原子核的改变，氮核转变为氧核，同时放出质子。卢瑟福还猜想原子核中有一种质量和质子差不多，但不带电的微粒，他把这种微粒称为中子。后来中子被他的学生用实验证实。而中子的发现可说是核科学最伟大的发现



之一。

卢瑟福和他的助手用氦核和中子轰击其他元素，不断产生新元素的转变工作，获得人们的欢呼和喝彩，他们被誉为可以点铁成金的“点金术士”，卢瑟福和助手们用原子核轰击法产生的新元素比金子更宝贵更有价值。卢瑟福对原子的研究取得辉煌成果，然而对于原子能量开发却抱着悲观的态度，他们认为通过核反应获得的能量极端可怜，因此实际运用价值不高。

然而，当 1938 年哈恩首先发现了铀核的裂变后，到 1942 年费米等科学家们在历史上首次实现了核裂变的可控制的链式反应时，科学家们相信了核能可以被人类利用，而且力量惊人。特别是到了 1945 年 8 月 6 日，当落下日本广岛的核武器顷刻间把一座城市夷为平地时，全世界人们都惊呆了。核能、原子核内部释放出的巨大能量终于被全世界的人们认识了。

4. 天然放射性与人工放射性

人类真正能利用原子核能起源于两大事件。一是人工放射性的发现，二是中子的发现。

自然界中存在放射性物质，能使黑纸后面的相片感光，科学家就是根据这点推想出放射性物质放射出我们肉眼看不到的射线，放出放射性的射线意味着原子核在衰变。我们平时听说的 α 射线其实质就是氦核的粒子流， β 射线其实质就是电子流，而 γ





射线实质是波长很短的光子流。

1896年法国科学家贝克勒尔发现了铀的天然放射性，铀能自动不断地放射出一种穿透力很强的射线，它能透过黑纸使照片感光，这种现象即为放射现象。自铀的放射性被发现以来，核能与核技术的发展十分迅速。铀-235裂变后，除产生很强的放射线，释放出大量中子外，还要释放出大量能量。

1903年，居里和拉博尔德注意到，特别纯的镭盐样品经常显示出比周围更高的温度，每克镭每小时总计放出100小卡的热量。随着放射性研究的深入，这个问题的答案变得清楚了。放射性射线从原子内射出时，它的粒子带来较大的动能，这些动能的一小部分就转变为热能。

由于镭的射线每时每刻不停地在放射，它时复一时、日复一日、年复一年地一直在释放能量。科学家们研究发现，公元元年开始衰变的镭元素，直到1622年之后才使自己的放射性强度衰减为开始时的1/2。因此，在这1600多年内，镭所释放的能量总和将是惊人的。由于放射性现象是由原子核的活动所引起的，很明显这种放射能只能来自原子核。原子核里可能蕴藏着如此巨大的能量吗？爱因斯坦早在1905年发表的质能关系式 $E=mc^2$ （ m 是质量， e 是能量， c 是真空中光速。）就已经预示了这种可能性。

1934年，居里夫妇的女儿、女婿约里奥·居里夫妇在用 α 粒子轰击铝27时，得到了放射性同位素磷30。原先不具有放射性的元素经人工轰击后，转变成具有放射性的另一种元素，这样获得的放射性叫“人工放射性”。这一发现为人工实现新的核反应



开辟了一条新路，引起了全世界科学家的极大兴趣。



试验台前的约里奥·居里夫妇

5. 中子的发现与核裂变

在进一步了解核能之前，我们先来了解一下诺贝尔的烈性炸药，诺贝尔发明的安全的烈性炸药硝化甘油和雷管，这些爆炸物产生的能量来自化学能。核能与化学能两者的能量相差百万倍。

那么化学能是怎么来的呢？原来原子核的外面围绕着高速旋转的核外电子，这些核外电子围绕着原子核在高速运动，当这些电子从一个原子逃离被另外一个原子捕获的过程，这是电子发生得失的过程，或者一个电子和它围绕的原子核发生位置变迁的过





程，就是说电子发生转移的过程。这种电子发生得失或电子发生转移，就会发生化学变化，而其中将伴随着化学能的转化过程。这个化学变化的过程中，只有电子发生变化，而原子核没有发生变化，也就是原子核内的能量没有发生转化。

而要使原子核的能量得以释放出来，就要想办法分离原子核的内部结构。原子核的内部是质子和中子组成，质子和中子都统称为核子，核子的相互作用力非常的巨大。平时在化学实验室做的加热、加压、通电等条件都不能使原子核分离。要想把原子核中的核子分开，利用核子重新组合释放出巨大而可观的能量，谈何容易？难怪研究原子核的物理学的奠基者卢瑟福都不能相信核能会有实际利用的价值。但是事情正在其变化。

人们最终找到启开原子核宝库的钥匙，要归功于中子的发现。

1932年，英国物理学家查德威克发现了中子。中子的质量与质子相同，但不带电。中子的发现在理论上和实践中都产生了很大影响。理论上，很快就提出了原子核是由中子和质子组成的核结构模型。实践中，由于中子不带电，很容易接近静电力强大的原子核，成为轰击原子核引起新的核反应的理想“炮弹”。

1934年，意大利物理学家费米把这两点结合起来，用中子作为“炮弹”，系统地轰击了周期表上的63种元素，得到了37种新的放射性同位素。同年10月，费米和他的助手又观察到，当中子束通过某种含氢物质时，中子引起人工放射性的效能就会增大。费米认为，这是由于中子与氢原子弹性碰撞，中子被慢化的