



青少年世界知识  
百科丛书

QINGSHAONIAN SHIJIE ZHISHI  
BAIKE CONGSHU

# 无限风光新能源 核能利用

*Nuclear power*

刘云秀◎编著

回望世界，寻觅文明踪迹；了解世界，开阔知识视野；放眼世界，纵览人世风情。焦点、热点为读者一一道来；谜点、奇点为读者一一呈现。本套丛书让读者丰富世界知识，成为知识渊博的“世界通”，与世界零距离沟通。

天津出版传媒集团

天津科学技术出版社

· 青少年世界知识百科丛书 ·

# 无限风光新能源 ——核能利用

刘云秀 编著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

图书在版编目 ( CIP ) 数据

无限风光新能源——核能利用 / 刘云秀编著. —天津 : 天津科学技术出版社,  
2013.4

( 青少年世界知识百科丛书 / 李营主编 )

ISBN 978-7-5308-7856-9

I. ①无… II. ①刘… III. ①核能—能源利用—青年读物②核能—能源利用—少年读物 IV. ①TL-49

中国版本图书馆CIP数据核字 ( 2013 ) 第070899号

---

责任编辑：布亚楠

责任印制：王 莹

天津出版传媒集团



天津科学技术出版社出版

出版人：蔡 颢

天津市西康路35号 邮编300051

电话 ( 022 ) 23332695 ( 编辑部 )

网址：www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

北京东光印刷厂印刷

---

开本787×1092 1/16 印张11.5 字数 182 000

2013年4月第1版第1次印刷

定价：22.00元



# 前 言

核能是一种新能源，核科技的发展是人类科技发展史上的重大成就。我们曾经使用的化石燃料能源不仅燃烧利用率低，而且污染环境，它燃烧所释放出来的二氧化碳等有害气体很容易造成“温室效应”，使地球气温逐年升高，造成气候异常，加速沙漠化进程，给社会经济的可持续发展带来严重影响。

随着科学经济的发展，人类掌握的技术也在不断地进步。在21世纪的今天，核能已经成为世界人类研究的重要课题。地球上蕴藏着数量可观的铀、钍等裂变资源，我们如果将它们的裂变能充分利用，就可以满足人类上千年的能源需求。在大海里，蕴藏着不少的核聚变资源——氢的同位素氘，这些新能源不仅能减少有害物质的排放，避免造成“温室效应”，而且还能大大改善环境质量，保护人类赖以生存的生态环境。

今天，世界上的多个国家已经实现了对核能的利用，更可贵的是核聚变反应中几乎不存在放射性污染。聚变能可以称得上是未来的理想能源。因此，人类已经将解决资源问题的希望，寄托在核能这个能源世界未来的巨人身上了。

核能的和平利用，对于缓解能源紧张、减轻环境污染具有重要的意义。本书将向读者讲述核能的形成原理、历史、主要用途及使用核能给人类带来的好处和灾难。相信读者在看完本书之后，会对核能产生兴趣，对核能有更深的了解。

# 目 录

一、核技术的研发与利用 .....	1
核能技术的开发基础.....	2
从原子裂变说起.....	6
核能原料——铀的同位素.....	10
爱因斯坦的质能方程.....	15
核技术的利用领域.....	19
核辐射危害.....	26
二、核武器大家族.....	31
原子弹——可怕的蘑菇云.....	32
氢弹——升级版原子弹.....	37
中子弹——战术核武器.....	40
三相弹——穿马甲的原子弹.....	45
核电磁脉冲弹——核试验的意外发现.....	50
核潜艇——动力超强的舰艇.....	57
核动力航空母舰.....	63
三、核武“俱乐部”成员国.....	67
美国最先进的核武器库.....	68

俄罗斯.....	73
中国.....	78
英国.....	82
法国.....	86
印度.....	91
<b>四、声明显赫的核武专家.....</b>	<b>95</b>
罗伯特·奥本海默.....	96
安德烈·德米特里耶维奇·萨哈罗夫.....	100
“氢弹之父”爱德华·泰勒.....	104
中国的“两弹之父”——钱三强.....	109
“两弹元勋”——邓稼先.....	114
“两弹一星元勋”——王淦昌.....	118
“三级跳”计划缔造者——朱光亚.....	122
<b>五、核威慑与核武安全.....</b>	<b>127</b>
朝鲜战争时的核威胁.....	128
世界大国核裁军.....	133
美国空军核武器事件.....	139
朝鲜核问题.....	143
伊朗核争端.....	149

---

# 核技术的研发与利用



## 核能技术的开发基础

### 阅读导言

核能（nuclear energy）是人类能源领域的一项伟大发明，核能的发展、利用离不开早期西方科学家不断的探索发现，他们为核能的应用奠定了坚实的基础。

---



伦琴

核能的开发利用主要有以下几个重要的阶段：

#### （1）X射线的发现

1895年11月，德国物理学家W.K.伦琴做了一次放电实验，为了确保实验的精确性，他事先用锡纸和硬纸板把各种实验器材包裹得严严实实，并且用一个没有安装铝窗的阴极管让阴极射线透出。可是实验后他却惊奇地发现，对着阴极射线发射的一块涂有氰亚铂酸钡的屏幕发出了光，而放电管旁边这叠原本严密封闭的底片，也变成了灰黑色——这说明它们已经曝光了！

他想：底片的变化说明放电管放

出了一种穿透力极强的新射线，不过还不知道它是什么射线，于是取名“X射线”。直到20世纪初，人们才知道X射线实质上是一种比光波更短的电磁波，它不仅在医学中用途广泛，成为人类战胜许多疾病的有力武器，而且还为物理学的重大变革提供了重要的证据。正因为这些原因，在1901年诺贝尔奖的颁奖仪式上，伦琴成为世界上第一个荣获诺贝尔物理学奖的人。



X射线下的人手骨骼

X射线也成为19世纪末20世纪初物理学的三大发现（1895年X射线、1896年放射性、1897年电子）之一，这一发现标志着现代物理学的产生。

### （2）放射性的发现

1896年，在研究天然萤光矿石的时候，法国物理学家亨利·贝克勒尔发现，这些矿石会自然地产生辐射。按照这些粒子穿透物质能力的不同，卢瑟福将这些粒子分别取名为阿尔法粒子和贝塔粒子（“阿尔法”是希腊字母的第一个字母“ $\alpha$ ”，“贝塔”是第二个字母“ $\beta$ ”）。

1900年，贝克勒尔又发现，镭元素发射出的贝塔射线会被电场偏转；贝塔射线和阴极射线都有同样的质量——电荷比例，这些证据使得物理学家更强烈地认为电子本是原子的一部分，贝塔射线就是阴极射线。



萤光矿石

### （3）放射性元素的发现

放射性元素（确切地说应为放射性核素）是能够自发地从不稳定的原子核内部放出粒子或射线（如 $\alpha$ 射线、 $\beta$ 射线等），同时释放出能量，最终衰变形成稳定的元素而停止放射的元素。

1789年，德国化学家克拉普罗特发现了铀



皮埃尔·居里和居里夫人

元素；1828年瑞典化学家贝采利乌斯发现了钷元素；在当时，铀和钍只被看作是一般的重金属元素。直到1896年法国物理学家亨利·贝克勒尔发现铀的放射性，以及1898年玛丽·居里和皮埃尔·居里发现钋和镭以后，人们才认识到这一类元素都具有放射性，并陆续发现了其他放射性元素。

放射性元素最早应用的领域是医学和钟表工业。现在，放射性元素的应用已深入到人类物质生活的各个领域，例如核电站和核舰艇使用的核燃料。

#### (4) 电子的发现

电子是在1897年由剑桥大学卡文迪

许实验室的约瑟夫·汤姆生在研究阴极射线时发现的。电子是构成原子的基本粒子之一，质量极小，带负电，在原子中围绕原子核旋转。不同的原子拥有的电子数目不同。

由电子与中子、质子所组成的原子，是物质的基本单位。当原子的电子数与质子数不等时，原子会带电；此时的原子被称为离子。当原子得到额外的电子时，它带有负电，叫阴离子；失去电子时，它带有正电，叫阳离子。若物体带有的电子多于或少于原子核的电量，导致正负电量不平衡时，我们则称该物体带静电。



约瑟夫·汤姆生

电子与质子之间的吸引力，使得电子被束缚于原子，当电子脱离原子核的束缚，能够自由移动时，就成为自由电子。许多自由电子一起移动就会产生电流。在许多物理现象里，像电传导、磁性或热传导，电子都扮演了重要的角色。电子在移动时可以产生磁场，也会被外磁场偏转。当电子在加速运动的时候，就会发射电磁辐射。



### 居里夫妇

1896年，贝克勒尔发现了铀盐的放射性现象，这引起居里夫妇的极大兴趣，居里夫人决心研究这一不寻常现象的实质。

她先检验了当时已知的所有化学元素，发现了钍和钍的化合物也具有放射性。她进一步检验了各种复杂的矿物的放射性，意外地发现沥青铀矿的放射性比纯粹的氧化铀强四倍多。她断定，铀矿石除了含铀之外，显然还含有一种放射性更强的元素。

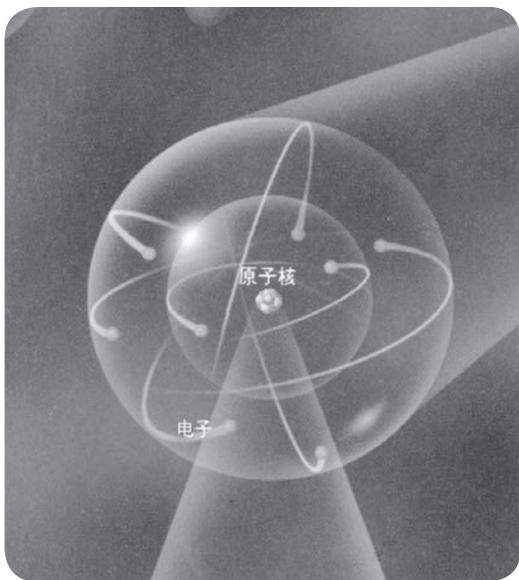
不久之后，居里夫妇就确定，在铀矿石里不是含有一种，而是含有两种未被发现的元素。1898年7月，他们先把其中一种元素命名为钋，以纪念居里夫人的祖国波兰。没过多久，1898年12月，他们又把另一种元素命名为镭。为了得到纯净的钋和镭，他们在一个破棚子里，夜以继日地工作了4年，用铁棍搅拌锅里沸腾的沥青铀矿渣，眼睛和喉咙忍受着锅里冒出的烟气的刺激，经过一次又一次的提炼，才从几吨沥青铀矿渣中得到了0.1克的镭。

由于发现放射性元素钋和镭，居里夫妇和贝克勒尔共同获得了1903年诺贝尔物理学奖。爱因斯坦在评价居里夫人一生的时候说：“她一生中最伟大的功绩——证明放射性元素的存在并把它们分离出来——所以能够取得，不仅仅是靠大胆的直觉，而且也靠着难以想象的和极端困难的情况下工作的热忱和顽强。这样的困难，在实验科学的历史中是罕见的。居里夫人的品德力量和热忱，哪怕只有一小部分存在于欧洲的知识分子中间，欧洲就会面临一个比较光明的未来。”

## 从原子裂变说起

### 阅读导言

原子核裂变是指一个重原子核可以分裂成为两个质量相同的碎块，这些碎块可以释放出巨大的能量。有两种原因可以引起原子核裂变：第一，重原子核自身发生裂变，并且释放出能量；第二，中子的作用可引发的核裂变。迄今为止，人类采用释放原子能的主要方式是由中子所引发的核裂变。



原子

核裂变是一个原子核分裂成几个原子核的变化。只有一些质量非常大的原子核像铀、钍等才能发生核裂变。这些原子的原子核在吸收一个中子以后会分裂成两个或更多个质量较小的原子核，同时放出2~3个中子和很大的能量，又能使别的原子核接着发生核裂变，这种持续进行的过程就是链式反应。原子核在发生核裂变时，所释放的巨大能量为原子核能，也就是俗称的原子能。1吨铀-235完全发生核裂变后将产生20 000兆瓦·时的能量，与燃烧300万吨煤释放的能量一样多。

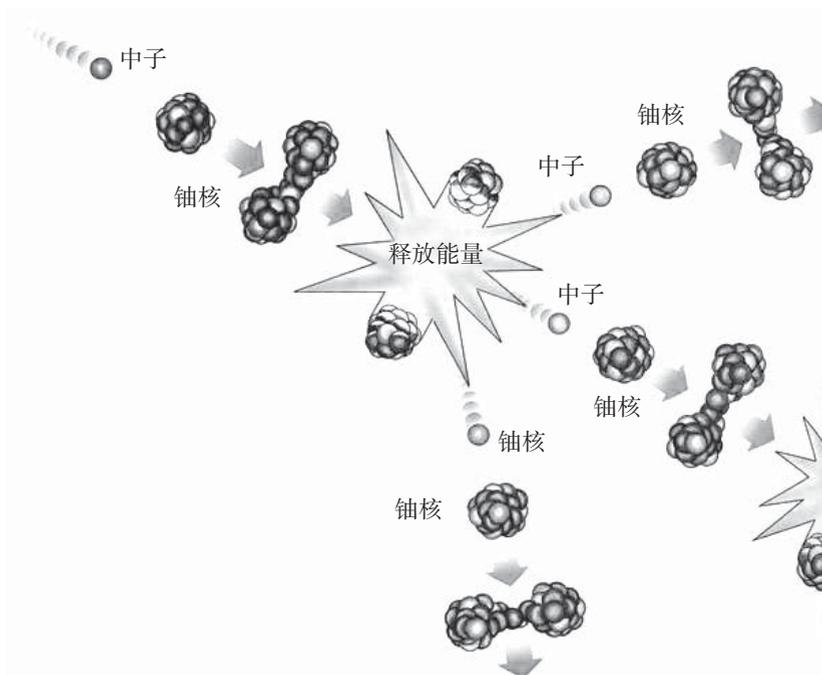
核裂变是莉泽·迈特纳和奥多·哈恩在试验过程中发现的。

莉泽·迈特纳和奥多·哈恩同为德国柏林威廉皇帝研究所的研究员。作为放射性元素研究的一部分，莉泽·迈特纳和奥多·哈恩曾经奋斗多年创造比铀重的原子（超铀原子）。铀原子受到游离质子轰击之后，就会使一些质子撞击到铀原子核上，并且牢牢的黏在铀原子核上面。一旦铀原子核受到质子的撞击并且与其相黏合之后，就会产生比铀重的元素。看起来很简单的一种推理结果，却给人们带来了重重的困难。

他们用其他重金属测试了自己的方法，每次的反应都不出所料，一切都按莉泽·迈特纳的物理方程式所描述的发生了。可是一到铀，这种人们所知的最重的元素，就行不通了。整个20世纪



莉泽·迈特纳



铀原子

30年代，没人能解释为什么用铀做的实验总是失败。

从物理学上讲，应该会存在比铀重的原子。但是，100多次的试验都失败了，所以他们推测实验过程中可能发生了他们没有意识到的事情。于是，他们采用新的实验方法来查找游离的质子在轰击铀原子核时究竟发生了什么。哈恩用非放射性的钡做标记，不断地探测和测量放射性镭的存在。如果铀衰变为镭，钡就会探测到。

1938年，他们先进行了三个月的前期实验，确定在铀存在的条件下钡对放射性镭的反应，还重新测量了镭的确切衰变速度和衰变模式。没等他们进行实质性的实验，莉泽·迈特纳就不得不为躲避上台的希特勒纳粹政权而逃往瑞典，奥多·哈恩只得独自进行他们的伟大的实验。

奥多·哈恩完成实验两周后，给莉泽·迈特纳寄去了一份长长的报告，记述了实验的失败。奥多·哈恩用集束粒子流轰击铀，却连镭也没得到，只探测到了更多的钡——钡远远多于实验开始时的量。他感到迷惑不解，希望莉泽·迈特纳能帮他解释这究竟是什么原因。

一周后，在初冬的雪地里散步的莉泽·迈特纳，头脑中闪现出一个生动的画面：原子将自身撕裂开来。这个画面来得惊人地强烈，她几乎从想象中就能感到



奥多·哈恩

原子核的跳动，立即认识到自己已经找到了答案：质子的增加使铀原子核变得很不稳定，从而发生分裂。后来，他们又做了一个实验，证明了当游离的质子轰击铀原子时，每个铀原子都分裂成了两部分，生成了钡和氙，同时还会释放出巨大的能量。

在第二次世界大战的时候，由于战争的需要，核裂变技术被用于制造原子武器，来帮助国家取得战争的胜利。这个原子武器就是原子弹，它的威力就是由核裂变原子所释放的能量聚集而成的。到目前为止，核裂变不仅仅用于战争之中，它还可以造福人类，用于核电站的装置，给人们提供能源。

## 趣味链接

### 纳粹

纳粹主义，是德文“Nazismus”的音译，意为“民族社会主义”，是第二次世界大战前希特勒等人提出的政治主张。纳粹主义宣扬种族优秀论，认为“优等种族”有权奴役甚至消灭“劣等种族”；宣称“领袖”是国家整体意志的代表，国家权力应由一人掌握；力争以战争手段来夺取生存空间，建立世界霸权。

纳粹主义是德国内外矛盾尖锐的产物，所以人们又叫它德国纳粹。当时的德国面临承担战争责任和战争赔偿以及迁出非德意志人居住地等问题，经济上陷入困境，民族感情遭受挫折。希特勒等人正是利用了德国民众对《凡尔赛和约》的仇恨和经济危机爆发的绝佳时机，将民族主义演变为民族复仇主义，使纳粹主义得以形成。

## 核能原料——铀的同位素

### 阅读导言

铀在化学原子元素中的序数为92，其元素符号是U。在自然界中共存在三种同位素。这三种同位素都有着共同的特点：都带有放射性，并且它们都拥有很长的半衰期。存在于自然界中最重的元素就是铀。

铀在1789年由马丁·海因里希·克拉普罗特发现。铀化合物早期用于瓷器的着色，在核裂变现象被发现后用作核燃料。

#### (1) 铀的物理性质

铀是元素周期表中第七周期ⅢB族元素，锕系元素之一，是重要的天然放射性元素，元素符号为U，原子序数为92，原子量为238.0289。

铀是一种致密而有延展性的放射性金属，呈银白色。在合适的条件下还具有超导性，如在接近绝对零度时。铀在空气中比较容易氧化，会生成一层发暗的氧化膜。当它与酸发生作用之后，就会以铀-234、铀-235、铀-238混合体的形式存在于铀矿中。稀土矿石中也有少量的铀存在。铀最初只用作玻璃着色或陶瓷釉

料，1938年发现铀核裂变后，开始成为主要的核原料。

铀的熔点为 $1\ 132.5^{\circ}\text{C}$ ，沸点为 $3\ 745^{\circ}\text{C}$ ，密度为 $18.95\text{g}/\text{cm}^3$ 。铀有15种同位素，其原子量为227~240，所有铀同位素皆不稳定，具有微弱的放射性。铀的天然同位素组成为：铀-238（原子量为238.0508，半衰期为 $4.51 \times 10^9$ 年），铀-235（原子量为235.0439，半衰期为 $7.00 \times 10^8$ 年），铀-234（原子量为234.0409，半衰期 $2.47 \times 10^5$ 年）。其中铀-235是唯一天然可裂变核素，受热中子轰击时吸收一个中子后发生裂变，放出总能量为195MeV，同时放2~3个中子，引发链式核裂变；铀-238是制取核燃料钚的原料。



金属铀

### （2）铀的化学性质

铀的化学性质很活泼，能与所有的非金属作用，与稀有气体则无法作用。它还可以与很多种金属形成合金。在铀的+3、+4、+5、+6四种价态中，+4和+6价化合物相比较很稳定。高度粉碎的铀在空气中极易自燃，块状铀在空气中易氧化失去金属光泽，在空气中加热即燃烧。铀的化学性质活泼，能和所有的非金属作用形成合金， $250^{\circ}\text{C}$ 下和硫反应， $400^{\circ}\text{C}$ 下和氮反应生成氮化物， $1\ 250^{\circ}\text{C}$ 下和碳反应生成碳化物， $250 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 下和氢反应生成 $\text{UH}_3$ ， $\text{UH}_3$ 在真空 $350 \sim 400^{\circ}\text{C}$ 下分解，放出氢气。铀与卤素反应生成卤化物，铀能与汞、锡、铜、铅、铋、铁、镍、锰、钴、锌和铍作用生成金属间化合物。金属铀易溶于硝酸，铀对碱性溶液呈惰性，铀及其化合物均有较大的毒性，空气中可溶性铀化合物的允许浓度为0.05毫克/立方米，不溶性铀化合物允许浓度为0.25毫克/立方米，人体对天然铀的放射性允许剂量，可溶性铀化合物为7 400Bq，不溶性铀化合物为333Bq。

### （3）铀在地球上的分布

铀在各种岩石中的含量很不均匀。地壳中的铀含量约为百万分之二，平均