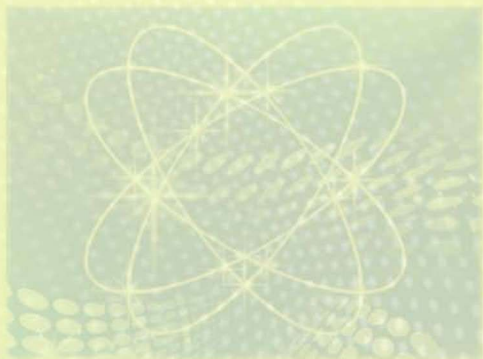


世界科技百科

核 能 前 景

宋 涛 主 编



辽 海 出 版 社

世界科技百科

核能前景

宋涛 主编

辽海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

世界科技百科——核能前景/宋涛主编. —沈阳:
辽海出版社, 2009. 12
(世界科技百科: 19)
ISBN 978—7—5451—0386—1

I. 青… II. 冯… III. 故事—作品集—世界
IV. I14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 016258 号

出 版: 辽海出版社	地 址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号
印 刷: 河北省三河市延风印装厂	装 帧: 翟俊峰
开 本: 850×1168mm 1/32	经 销: 全国各地新华书店
版 次: 2010 年 1 月第 1 版	印 张: 160 字数: 4800 千字
书 号: ISBN 978-7-5451-0386-1	印 次: 2010 年 1 月第 1 次印刷
	定 价: 953.60 元 (全 32 册)

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。



前言

科学是人类进步的第一推动力，而科学知识的普及则是实现这一推动的必由之路。在新的时代，社会的进步、科技的发展、人们生活水平的不断提高，为我们青少年的科普教育提供了新的契机。抓住这个契机，大力普及科学知识，传播科学精神，提高青少年的科学素质，是我们全社会的重要课题。

科学教育，是提高青少年素质的重要因素，是现代教育的核心，这不仅能使青少年获得生活和未来所需的知识与技能，更重要的是能使青少年获得科学思想、科学精神、科学态度及科学方法的熏陶和培养。

科学教育，让广大青少年树立这样一个牢固的信念：科学总是在寻求、发现和了解世界的新现象，研究和掌握新规律，它是创造性的，它又是在不懈地追求真理，需要我們不断地努力奋斗。

在新的世纪，随着高科技领域新技术的不断发展，为我们的科普教育提供了一个广阔的天地。纵观人类文明史的发展，科学技术的每一次重大突破，都会引起生产力的深刻变革和人类社会的巨大进步。随着科学技术日益渗透于经济发展和社会生活的各个领域，成为推动现代社会发展的最活跃因素，并且是现代社会进步的决定性力量。发达国家经济的增长点、现代化的战争、通



讯传媒事业的日益发达，处处都体现出高科技的威力，同时也迅速地改变着人们的传统观念，使得人们对于科学知识充满了强烈渴求。

对迅猛发展的高新科学技术知识的普及，不仅可以使青少年了解当今科技发展的现状，而且可以使之从小树立崇高的理想：学好科学知识，长大为人类文明作出自己应有的贡献。

为此，我们特别编辑了这套“青少年科普知识丛书”，主要包括《战机大观》、《舰艇博览》、《导弹百科》、《火炮之库》、《战车王国》、《军事先锋》、《武器前沿》、《太空世纪》、《登月传真》、《空间站之窗》、《航空档案》、《宇航时代》、《时间奥秘》、《气象缩影》、《激光聚焦》、《通信展望》、《纳米研究》、《材料世家》、《核能前景》、《能源宝库》、《建筑奇观》、《仿生试验》、《农业新空》、《环保结锦》、《医疗革命》、《民航之窗》、《交通纵横》、《电脑新秀》、《网络世界》、《微生物迷码》、《生活新探》、《人类未来》。这些内容主要精选现代前沿科技的各个项目或领域，介绍其研究过程、科学原理、发展方向和应用前景等，使青少年站在当今科技的新起点寻找未来科学技术的契入点和突破口，不断追求新兴的未来科学技术。

本套青少年科普知识读物综合了中外最新科技的研究成果，具有很强的科学性、知识性、前沿性、可读性和系统性，是青少年了解科技、增长知识、开阔视野、提高素质、激发探索和启迪智慧的良好科普读物，也是各级图书馆珍藏的最佳版本。



目 录

探索微观世界的奥秘	(1)
放射性的发现	(4)
引发核裂变的中子“炮弹”	(8)
粒子加速器	(11)
核反应堆的秘密	(14)
人造小太阳	(17)
原子反应堆	(21)
原子弹爆炸	(25)
纳粹德国在行动	(26)
美国的核计划	(30)
神秘的洛斯阿拉莫斯	(37)
氢弹原理的突破	(41)
中国的核武器	(49)
矛盾与评估	(60)
核安全分析	(66)
三里岛事故	(74)
核电的发展过程	(78)
水上核电站	(93)
秦山核电站	(95)
海底核电站	(97)
太空核电站	(100)



轻水堆和重水堆	(102)
快中子增殖反应堆	(105)
高温气冷堆	(107)
热核聚变	(109)
激光核聚变	(112)
核试验转向	(114)
核爆炸新用	(118)
新技术探索	(124)
空间核技术	(130)
交换核情报	(134)
铀的同位素	(141)
建核坟墓	(143)
寻找新出路	(147)



探索微观世界的奥秘

望着茫茫天宇、壮丽山河，从古至今，多少人在思索：世界万物是由什么构成的？它们是怎样组成了这多姿多彩的世界？可以说，这是一个古老而年轻的话题，人们对这一问题的认识，经历了漫长的岁月，至今仍在进行着不懈的探寻。

早在周代，我国古代学者就提出，世界是由金、木、水、火、土五种基本物质构成。这五种基本物质相生、相克，构成了万物的变化。公元前 400 多年，古希腊学者德漠克利特把构成物质的最小单元称为原子，原子在希腊文中是“不可分割”的意思，认为正是原子和空间，构成了一切事物的本源。

古代学者的这种对物质结构的认识，只是靠思辩而进行的哲学推论，真正对物质构成进行科学的研究和解释，是近两个世纪以来的事情。

18 世纪后半期至 19 世纪中期，科学家通过大量化学、物理实验，对物质构成的认识取得了一系列突破性的进展。先是 300 年前英国科学家玻意耳提出了化学元素的概念，接着，1808 年化学家道尔顿创立了科学原子论，为人类探索物质之谜奠定了重要的理论基础。1869 年，俄国著名化学家门捷列夫发现了元素周期规律，制成了元素周期表，并根据元素周期规律预测了未发现的元素的特征，元素周期规律本身的奥妙和门捷列



夫的推测，引起了人们的极大兴趣。元素周期律的发现被称为“科学史上的里程碑”，元素周期律成了打开原子构造大门的第一把钥匙。1897年，英国物理学家汤姆逊发现了电子，使人们对原子结构有了进一步的认识，它证明了原子不是不可分的物质最小单位，原子本身也还有它自身的结构。经过一个世纪的努力，从原子论的创立到电子的发现，“原子”这个概念在人们心中终于失去了古希腊文原有的意义。

直到本世纪初，英国科学家卢瑟福和丹麦物理学家玻尔提出原子模型的设想，人们才对原子结构有了比较直观立体的印象：在原子的中央有一个极小的核，核的直径在 10^{-12} 厘米左右，如果把原子比做一幢大楼的话，原子核只是一粒小黄豆而已。这个核集中了原子的几乎全部的质量，带有正电荷。原子核周围有相当于它所带正电荷数量的电子围绕着它旋转，就像行星绕着太阳转一样。这是一个微小的“太阳系”，“太阳”是原子核，绕着太阳转的“行星”就是电子。那么，原子核和电子又是由什么构成的？它们可分吗？这个问题是当时的原子模型还不能给以解答的。

虽然到现在为止，人类还没有敲碎过电子，而原子核却已经被人们征服了。

提出原子模型后不久，卢瑟福又发现了原子中还有带正电的微粒——质子，而且预言，在原子的内部；还可能存在着一种尚未被发现的不带电的中性微粒，即中子。1932年，卢瑟福的预言被英国的一位科学家查德威克证实了。为了探索自然的奥秘，必须拥有高效能的仪器和设备。随着现代科学技术的发展，人们相继有了



被称为“原子粉碎机”的高能加速器，科学家们把粒子用高能加速器加到很高能量时去撞击原子核，原子核破碎了，令人惊异的是，原子核中居然有二三百种微小颗粒！科学家把这些微粒称为“基本粒子”。目前，人们已知道的基本粒子有质子、中子、光子、电子、中微子、超子、介子、胶子等三百多种，而且还在不断地发现中。

基本粒子要比原子小得多，大的也只有原子的十万分之一。原子核把众多的粒子用巨大的核力紧紧聚在它的周围，所以，想破坏原子核是相当困难的。如果能使原子核发生分裂，就可获得巨大的能量，人们正是利用这一点，演出了宏伟壮观的核变奏曲，开创了能源利用的新时代——核能时代。

按照目前近代物理研究的成果，物质的最小构成单元不再是分子、原子、“基本粒子”，也不会是“最基本”的微粒，随着人类对微观世界认识的加深，人们还会发现更“基本”的微粒。尽管微观世界如此难以捉摸，人们对它的认识尺度必定会逐步加深，从而逐步揭开微观世界的奥秘。



放射性的发现

在探索微观世界的道路上，科学家们经过艰辛的不懈的努力，攻克了一个又一个难关，最终敲开了原子的大门。放射性的发现，可以说是奏响了人们跨入原子时代的前奏曲。

1895年11月一个寒冷的夜晚，德国匹茨堡大学的伦琴教授还在实验室里忙碌着。为了弄清阴极射线的性质，几个月来，他投入了极大的热情，夜以继日地工作。这时，他熄了灯，准备再做一次阴极射线实验。

高压电源接通了。忽然，一种奇异的现象映入了他的眼中：距阴极射线管不远的涂着铂氰化钡的屏幕上，不知什么原因竟闪出了一片黄绿色的荧光。

阴极射线管被黑纸板裹着，阴极射线是不会透射出来的，难道从阴极射线管中还能发出另一种射线，它能穿透黑纸板，映射到屏幕上吗？

伦琴试着把手挡在射线管和屏幕之间，屏幕上竟出现了一个吓人的图像——一只手的骨骼的图像！这肯定是一种新的神秘的射线，它能穿透黑纸、肌肉，但被骨骼挡住了。

这一发现使伦琴兴奋不已，他一连几个星期把自己关在实验室里，研究着这种射线的性质。当他发现这种射线还能使底片感光时，便为妻子拍下了一张手部骨骼的照片。



1895年12月28日，伦琴正式向科学界宣布了他的新发现，并在第二年初的一次学术报告会上，用这种射线当场为解剖学家克利克尔拍下了一张手的骨骼照片。伦琴的发现，震惊了世界，各地的学者、专家、新闻记者都千里迢迢地来登门求教。这种射线究竟是什么呢？是光？是带电微粒？当记者问他时，伦琴实事求是地说：“我真的不知道，它好像数学中的未知数X，我只好称它为X射线。”

X射线就这样问世了。17年以后，德国物理学家劳厄证实了X射线是一种电磁波，或者说是一种光。后来，科学家还测出了X光的波长，并把它用于医学、金属探伤、研究物质分子和结晶结构等众多领域。

伦琴发现X射线以后，世界曾掀起一股研究X射线的热潮。当时，不少人认为荧光来源于X射线。为了证实这点，法国物理学家贝克勒尔做了一个有趣的实验：他用一种晶体铀盐作为荧光物质，放在阳光下照射。然后把它拿进暗室，放在用黑纸包好的照相底片上，结果，密封的底片感光了。贝克勒尔认为，荧光中真的含有X射线。为此，他准备重复几次实验，确实验证后，再公布他的实验结果。意想不到的，天公不做美，一连几天的阴雨天，使贝克勒尔难以完成他的实验。他懊丧地从抽屉里取出样品，把底片冲洗出来以检查纸包是否漏光，然而，一个现象使他大吃一惊：照相底片居然被感光了，而且感光影像正好是铀盐的像。荧光物质没见阳光，不会发出射线，也就是说，底片感光与荧光无关，底片的感光必定另有原因。

经过反复实验，贝克勒尔发现，只要把铀盐和照相



底片放在一起，不管在多么黑暗的地方，底片都会感光。贝克勒尔断定，含铀的物质能自发地产生一种射线，这种射线是不同于 X 射线的新射线，它同样可使底片感光。这是科学界最早发现的放射性现象，铀也是人们发现的第一个放射性元素。

贝克勒尔发现放射性的消息公布以后，立刻引起了一对从事科学研究的年轻夫妇的注意，他们就是人们熟悉而尊敬的居里夫妇。

含铀物质为什么会放出射线？这种射线有什么性质？是否只有铀能放出射线？别的物质能不能放出其他射线呢？带着这些问题，居里夫妇花了三年多时间，从几吨沥青铀矿中分离出了比铀放射性强 400 倍的新元素钋。不久，他们又发现了另一种放射性化合物。9 年以后，在居里去世后的第二年，居里夫人终于异常艰苦地从 30 吨铀沥青残渣中提炼出 0.1 克镭盐，并确定了镭的放射性比铀强 200 多万倍。

钋和镭的发现，不仅给科学界提供了两种用途广泛的放射性元素，而且给人们提供了一种提炼制取放射性元素的方法。居里夫妇因而也在科学史上写下了光辉的一页。

放射性物质每时每刻都在不停地向外放出射线，这些射线又是由什么构成的呢？解开这个谜的是英国物理学家卢瑟福。

卢瑟福把铀、镭之类的放射性元素放进一个铅制容器中，容器上端有个小孔。由于铅能阻挡放射线，所以只能从容器的小孔中放出一束射线。卢瑟福把一块磁力很强的磁铁放在小孔附近，于是放射线受磁铁的不同作



用分成三束：一束是不受磁铁影响，穿透力较强的 γ 射线，一束在磁场作用下发生偏转的 α 射线，还有一束与 α 射线偏转方向相反，偏转角度最大的 β 射线。

α 射线、 β 射线、 γ 射线都来自原子内部。原子放出 α 射线或 β 射线后，变成了另一种新的原子。原子既不是不可分的，也不是一成不变的。放射性的发现，使人们开始步入神秘的原子世界，开创了科学研究的新纪元。



引发核裂变的中子“炮弹”

自从贝克勒尔发现了放射性现象，居里夫妇提炼出具有放射性的新元素镭和钋，卢瑟福的原子行星模型诞生后，科学界便把目光集中到了原子核的结构上。

1930年，贝克勒尔和德国物理学家玻特，用放射性元素钋发出的 α 粒子轰击铍片时，发现从铍片里产生一种穿透力非常强的射线，两年后，居里夫人的女儿和女婿用这种射线的粒子轰击石蜡时，竟然打出能量很高的质子来。不过，这一现象未能引起他们的深刻注意，他们从经验出发，误认为这种“铍射线”是一种能量极高的 γ 射线，因而错过了一次重大发现的良机。

卢瑟福的学生，英国科学家查德威克捕捉了这一良机，对这种现象做了进一步的研究。他发现，这种射线的粒子的质量和质子非常接近，是一种不带电的中性粒子，于是命名为“中子”。中子就这样被一位年轻的学者发现了。它使人们确认了原子核是由质子和中子构成的，对原子结构的探索又深入了一步。

中子被发现以后，科学家们就利用它去轰击各种元素的原子核，来研究原子核破裂时的反应。但命中率太低，多少次实验毫无结果，以致被誉为“原子物理之父”的卢瑟福失去信心地断言：人类任何时候也休想利用原子能！

1934年春，意大利物理学家费米用中子去轰击铀



原子核，发现铀被强烈地激活了，并产生出许多种元素。由于当时缺乏有效的手段，所以难以对这些元素进行精确的分离和分析。4年后，德国化学家哈恩和奥地利的迈特纳，用化学方法分离和检验核反应的产物，初步确认，铀核在中子的轰击下，分裂成大致相等的两半，而且计算出一个铀核裂变时会释放 2 亿电子伏特的能量！

与此同时，居里夫人的女儿和费米等人，在各自的实验中，几乎同时得到了肯定的答案。他们发现，核裂变时除去产生两个裂变原子核并释放出能量外，还会产生出两三个新的中子，新产生的中子又去轰击铀核，还会产生出更多的“中子炮弹”来。于是就会发生一连串的反应。这种按几何级数陡然增加的中子，可以使铀核在极短的时间内全部分裂，同时放出巨大的能量。如果制成炸药，1 公斤铀核裂变放出的能量，相当于 2 万吨 TNT 炸药的爆炸力！

这种“链式反应”的发现，为人类利用核能打开了迷宫的大门，使人类找到了巨大的能源。

那么，原子核里为什么能有如此巨大的能量呢？科学家们认为，直径仅为原子直径十万分之一的原子核里，拥挤着许多带正电的质子和不带电的中子，它们能排除互相排斥的静电力而共聚一堂，必然还存在着强大的吸引力，科学家称这种吸引力为核力。一旦原子核发生裂变，核力就会被释放出来。但是核力究竟有多大？这个问题由著名科学家爱因斯坦提出的质量和能量的关系式后给出了较圆满的答案。

爱因斯坦认为，质量和能量都是物质存在的形式，



两者之间的关系式为：

$$E = mc^2$$

关系式中，E 是能量，m 是质量，c 是光速。按照这个公式，任何一克物质都具有相当于 2500 万千瓦·小时的电能。原子中原子核的质量稍稍小于它所含的质子和中子的质量总数，这个微小的差别用爱因斯坦的公式计算，也是一个十分巨大的能量，由此可以知道原子核里有着惊人能量的道理了。

目前，使原子核内的能量释放出来，主要有两种方法：一种是将较重的原子核打碎，产生核裂变反应。目前的核电站、原子弹就是采用这种反应的结果。另一种是把两个较轻的原子，聚合成一个较重的原子核，同时放出巨大的能量，这种反应叫核聚变反应，氢弹爆炸就属于这种反应。

人们利用核能，首先是从核裂变反应开始的，中子就是引发核裂变的炮弹。如果说核能是人类的又一能源宝库，那么中子就是打开这座宝库的钥匙。