



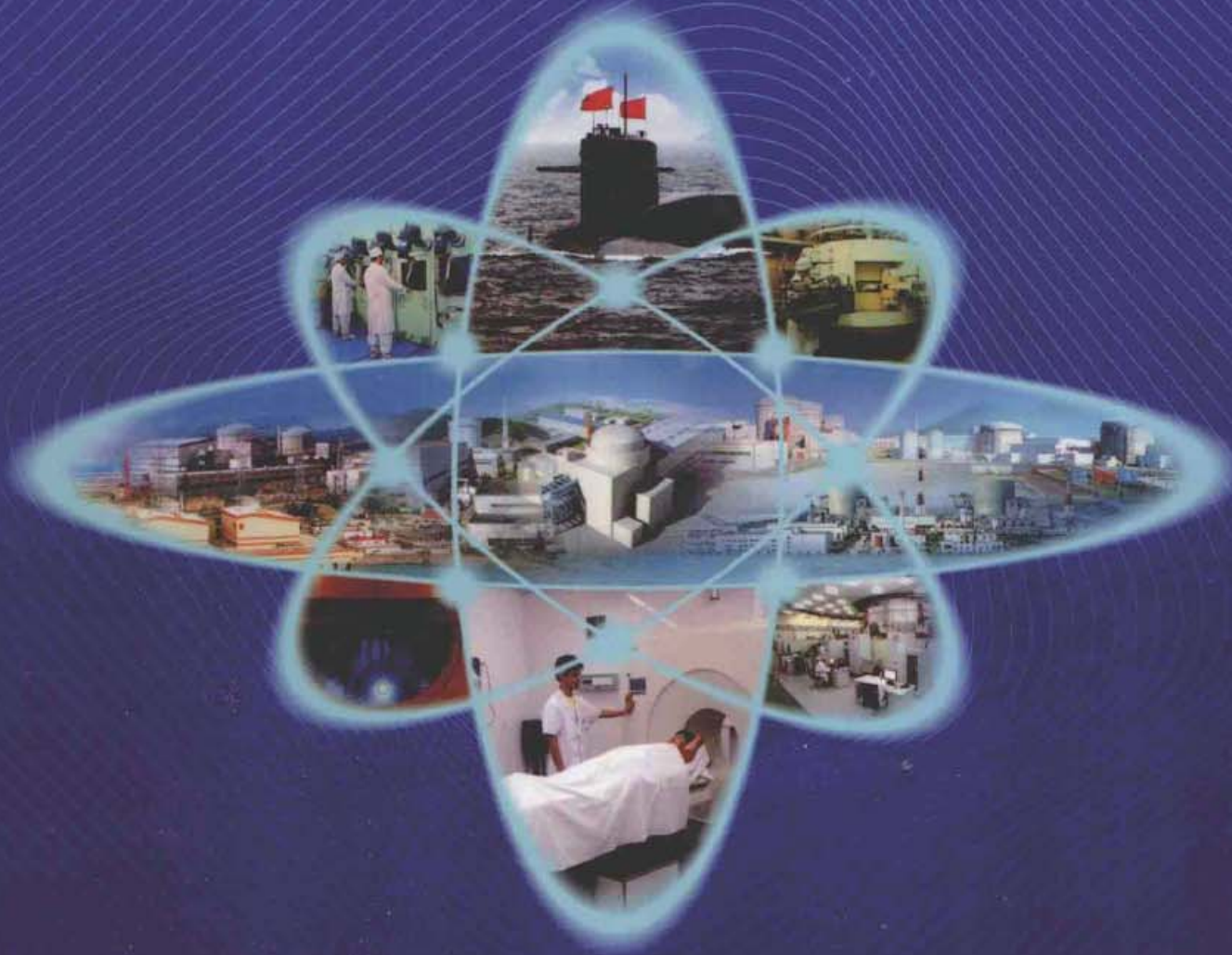
(第二版)

本书荣获中国科普作家协会优秀科普作品奖

走近核科学技术

中国核学会组织编写

罗上庚 编著



中国原子能出版社
China Atomic Energy Press



中国核学会
Chinese Nuclear Society



ISBN 978-7-5022-6471-0



9 787502 264710 >

定价：58.00 元





本书荣获中国科普作家协会优秀科普作品评选
优秀奖



走近核科学技术

(第二版)

中国核学会组织编写

罗上庚 编著

中国原子能出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

走近核科学技术 / 中国核学会组织编写; 罗上庚编著. —2 版 —北京: 中国原子能出版社, 2015.1
ISBN 978-7-5022-6471-0

I. 走... II. ①中... ②罗... III. 核技术—青少年读物 IV. TL-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 291663 号

内容简介

本书由中国核学会组织编写, 中国原子能科学研究院罗上庚研究员执笔, 并经多位权威人士审读。从科普的角度深入浅出地介绍了核科学技术知识, 图文并茂地带领读者走近核科学技术奇幻神秘的世界, 使人们看到了核科学技术绚丽多彩的今天, 给他们展示了核科技光辉灿烂的明天。是目前市场上为数不多的核领域优秀的科普书籍。

通过阅读此书, 将使更多的人尤其是在建有核电站的周边地区公众, 增长核科学技术知识, 理解和支持核事业。适合广大青少年及喜爱核科学的人士阅读。

走近核科学技术

出版发行 中国原子能出版社

(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 付真

装帧设计 赵杰 陈晓鹏

美术编辑 赵杰 井晓明

责任校对 冯莲凤

责任印制 潘玉玲

印刷 北京盛通印刷股份有限公司

经销 全国新华书店

开本 787 mm × 1092 mm 1/16

字数 215 千字

印张 14.75

版次 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5022-6471-0

印数 1—3000 定价: 58.00 元

版权所有 侵权必究 网址: <http://www.aep.com.cn>



认识和了解核电 纪念中国核工业创建 60 周年



2005年10月11日党的十六届五中全会,明确了核电发展方针由“适度发展”调整为“积极发展”,确立了核电作为国家能源战略组成部分的地位。2007年11月4日,我国《核电中长期发展规划(2005—2020年)》的正式发布,标志着中国核电发展进入了新的阶段。2008年“大型先进压水堆及高温气冷堆核电站”重大专项正式启动。2010年,党的十七届五中全会通过的《中共中央关于“十二五”发展规划的建议》提出,“在确保安全的基础上高效发展核电”。中国核电的发展进入了快车道。截至2014年6月,投入运行的核电机组共有20台,总装机容量约为1807万千瓦;在建核电机组28台,装机容量约为3062万千瓦。

福岛核事故后我国政府采取了积极的应对措施。2012年10月16日国务院正式批复《核安全与放射性污染防治“十二五”规划及2020年远景目标》。2011年实施的核设施综合安全检查结果表明,我国运行和在建核电机组基本满足我国现行核安全法规和国际原子能机构最新标准的要求,安全和质量是有保障的。上述民用核设施在选址中对地震、洪水等外部事件进行了充分论证,发生类似福岛核事故的极端自然事件的可能性极小。

2014年6月7日,国务院发布的《能源发展战略行动计划(2014—2020年)》中指出,“安全发展核电。在采用国际最高安全标准、确保安全的前提下,适时在东部沿海地区启动新的核电项目建设,研究论证内陆核电建设。坚持引进消化吸收再创新,重点推进AP1000、CAP1400、高温气冷堆、快堆及后处理技术攻关。加快国内自主技术工程验证,重点建设大型先进压水堆、高温气冷堆重大专项示范工程。积极推进核电基础理论研究、核安全技术研究开发设计和工程建设,完善核燃料循环体系。积极推进核电‘走出去’。加强核电科普和核安全知识宣传。到2020年,核电装机容量达到5800万千瓦,在建容量达到3000万千瓦以上。”

2014年3月24日在荷兰海牙举行的第三届核安全峰会上,国家主席习近平首次阐述中国关于发展和安全并重、权利和义务并重、自主和协作并重、治标和治本并重的核安全观。习近平指出,人类要更好利用核能、实现更大发展,必须

应对好各种核安全挑战，维护好核材料和核设施安全。我们要坚持理性、协调、并进的核安全观，把核安全进程纳入健康持续发展轨道。

我国是一个能源大国，必须实现能源多元化。为了改变能源的结构，应对气候变化和环境的压力，我国需要核电。福岛核事故没有改变核电在中国能源发展中的作用和地位。另一方面，随着经济社会发展，公众的环境意识与安全意识显著提高。特别是福岛核事故后，公众对核安全问题更加敏感，更加关注我国核安全有没有保障、核安全管理体系是否完善、所采取的措施是否有效、能否确保不发生核事故。我国正处于社会转型时期，处于网络化、信息化迅猛发展的特殊背景下，公众对核安全的信心、对核能发展的可接受性已经成为影响核事业发展最主要的制约因素之一。

《走近核科学技术》是2010年中国科普作家协会优秀科普作品奖评委会评选出的优秀科普作品，2005年出版，深受读者喜爱，已重印多次。近十年来，核科学技术，尤其是我国的核电事业及相关产业取得了巨大的进步，世界瞩目！我国核电将迎来安全高效的发展机遇，也必将带动整个核科学技术的蓬勃发展。克服和消除日本福岛核事故的负面影响，使广大读者认识和了解核电与核科学技术是一项十分紧迫的任务。值此我国第一颗原子弹爆炸50周年和中国核工业建立60周年之际，中国核学会决定修订再版《走近核科学技术》，以满足核科普宣传之急需。

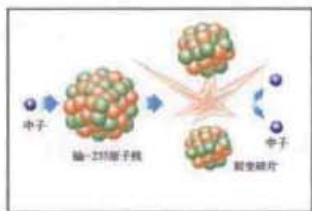
罗上庚研究员是一位资深的核专家和优秀的科普作家，修订版增添了近10年来核科学技术的进步和发展，继承发扬原版图文并茂、深入浅出与编辑新颖等特点，相信一定会得到广大读者的青睐。对中国核学会秘书处在本书的修订再版过程中的精心组织，各位审评专家的辛勤劳动和中国原子能出版社与编辑部的创造性工作，在此一并致以衷心的感谢！

中国核学会理事长
中国工程院院士

李冠兴

2014.11.25

核科学技术的迅速发展和应用 是 20 世纪人类取得的重大成就



核科学技术的迅速发展和应用是 20 世纪人类取得的重大成就。1919 年，科学家卢瑟福用 α 粒子轰击氮核打出质子，首次实现了人工核反应；1932 年，英国物理学家查德威克发现中子，使人们对原子核的组成建立了正确的认识，也为人工改变原子核提供了有效手段；1934 年，卢瑟福和澳大利亚物理学家奥利芬特、奥地利化学家哈尔特克首次发现了核聚变反应；1938 年，德国化学家哈恩等人发现了铀核的裂变现象；1939 年，法国物理学家约里奥-居里等人通过实验发现了铀裂变的链式反应；1942 年，以费米为首的一批科学家在美国建成世界第一座“人工核反应堆”，实现了可控、自持的铀核裂变链式反应；1945 年，美国爆炸了世界第一颗原子弹；1954 年，苏联建成了世界第一座试验核电站；1955 年，美国建造了世界第一艘核潜艇；1972 年，英国科学家杭斯菲尔德在美国科学家科马克研究成果的基础上研制出第一台医用 X-CT……核科学技术方面的一系列重大发现、发明和发展，极大地提高了人们认识世界、改造世界的能力，对军事、经济、社会生活等许多领域产生了革命性的影响，生动鲜明地体现了科学技术第一生产力的重要作用。

新中国成立后，党中央高瞻远瞩，在我国科技经济基础都还十分薄弱的情况下，深刻把握世界发展趋势，果断作出了大力发展核科技与核工业的战略决策。在党和政府的集中统一领导下，我国核科学技术突飞猛进，依靠自己的力量以较快的速度相继研制成功原子弹、氢弹、核潜艇，随后又基本掌握了核电站的自主设计建造技术，在以放射性同位素与辐射技术为代表的核技术应用方面也取得了较大成绩，同时，还建立了比较完整的核科研与核工业体系。核科技专业队伍从

建国初期的寥寥数人，发展到数万人之众。在核科学技术这个新兴领域迅速跨到世界前列，为提高我国国际地位、保障国家安全、促进经济发展、带动国家科学技术整体水平的提高做出了重要贡献。当然，我们也清醒地看到自己存在的很多不足，尤其是民用核技术的产业化工作，起步较晚，发展较慢，与世界发达国家存在较大差距，在为经济建设服务、造福人民方面还没有发挥出应有的作用。

进入新世纪后，国际风云不断变幻、科学技术迅猛发展，然而，从世界范围来看，无论是军用方面还是民用方面，核科学技术仍然是关系到国家和民族根本利益的战略高新技术，世界各国仍在不断寻求核科学技术的发展。在我国全面建设小康社会的进程中，核科学技术是符合全面、协调、可持续发展要求的高新技术，党和国家非常重视，专门制定了加大核电建设力度的发展规划，并且决定组织实施民用非动力核技术高技术产业化专项。核能、核技术不但在国家安全、经济建设方面发挥着重要作用，而且还将越来越走近我们的生活。我国核科学技术正在迎来一个新的发展机遇期。

2004年是我国第一颗原子弹爆炸成功40周年，也是我国正式加入国际原子能机构20周年。2005年初，我们还将隆重纪念中国核工业创建50周年。为了让大家能够更多更好地了解 and 熟悉核科学技术，中国核学会邀请中国原子能科学研究所的罗上庚研究员，执笔撰写了《走近核科学技术》这本科普读物。这本书图文并茂、语言生动、通俗易懂，深入浅出地系统介绍了核科学技术知识，在人们面前展示了一幅幅绚丽多彩的画卷。我相信，会有更多的人逐步消除核的神秘感，克服不必要的“恐核”心理，能够科学而理性地认识和了解核科学技术。这本书还向广大青少年朋友介绍了核科技领域一大批世界著名的诺贝尔奖得主，介绍了我国核科技领域11位“两弹一星”功勋奖章获得者；希望大家在了解和学习大量知识的同时也能获得有益的人生启迪，为中华民族的伟大复兴和人类科学技术事业发展奉献自己的聪明才智！

作为核科学技术战线上的一名老兵，我衷心希望广大青少年朋友热爱核科学技术，有志于核科学技术，献身核科学技术！

朱光亚

2004年10月15日

认识和了解核科学技术 纪念中国核工业创建 50 周年



40 年前中国第一颗原子弹爆炸成功，打破了西方国家的核垄断，确立了我国核大国的地位。40 年后的今天，核科学技术已不再仅用于国防，它已渗透到国民经济的各个领域：核能发电、工业探伤、辐照育种、材料改性、放射性诊断和治疗等。随着核科学技术应用的发展，公众和媒体也对“什么是核科学？”、“核技术应用的安全性如何？”、“对环境和人类健康有什么影响？”、“切尔诺贝利核电站事故能否重演？”等等问题产生了兴趣。部分公众由于不了解核科学，再加上一些不恰当的宣传和误导，给核科学技术蒙上了一层神秘的面纱，甚至有人把核电站视为原子弹，谈核色变。

为了回答公众提出的这些问题，普及核科学技术知识，同时也为了纪念我国第一颗原子弹爆炸 40 周年、中国核工业创建 50 周年，中国核学会组织编写了科普书籍《走近核科学技术》。该书共分七篇：第一篇讲述了核能的来源及应用、核电站及核安全；第二篇主要介绍了核武器，即核科学技术在军事方面的应用；第三篇主要介绍了核能的动力应用；第四篇和第五篇则着重讲述了同位素和核


能技术在工业、农业、医学、食品保鲜等领域中的广泛应用；第六篇对核燃料的生产和利用过程做了基本的介绍；第七篇对公众普遍关心的核废物安全和核辐射安全做了详细的回答。本书力求做到深入浅出、比喻形象、通俗易懂，使公众通过阅读能对核科学及其应用有一个正确的、科学的认识，消除人们对核的神秘感，克服不必要的恐核心理。

《走近核科学技术》也是中国核学会贯彻落实《中华人民共和国科普法》的一项举措，通过宣传核科学技术知识，倡导科学方法，传播科学思想，弘扬科学精神。该书作为核科普读物，可供普通公众阅读，也可作为科普工作者的宣传材料。

写一本好的科普读物并非易事。该书一定存在许多不足之处，望广大读者能提出宝贵意见，以便修订再版时加以修改。

本书由罗上庚研究员执笔，朱光亚院士欣然为本书做了序。中国核学会科普咨询和教育工作委员会主任钱绍钧院士、中国核工业集团公司汪兆富和张伟星同志、海军核安全局杨光同志、原子能出版社李盈安同志都对本书进行了仔细的阅读，并提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢。

中国核学会



2004年11月30日

目 录

第二版序

第一版序

前言

第一篇 能源骄子——核电

第一章 巨大的核能

1. 1 千克铀-235 释放能量相当于 2700 吨标准煤..... 1
2. 巨大核能从何而来..... 2
3. 请爱因斯坦来作解释..... 3

第二章 神奇的核岛

1. 不冒烟的锅炉..... 5
2. 控制棒指挥核裂变反应..... 6
3. 让中子跑慢点..... 6

第三章 多重屏障体系——不让放射性物质泄漏出去

1. 精心制作的核燃料元件..... 7
2. 固若金汤的压力容器..... 8
3. 铜墙铁壁的安全壳..... 8

第四章 原子弹爆炸绝不会在这里发生

1. 啤酒点不着火..... 9
2. 中子按计划生育..... 9
3. 链式反应受人控制..... 10
4. 苏联切尔诺贝利核事故和日本福岛核事故都不是核爆炸.... 10

第五章 核能发展前景广阔

1. 人们需要稳定高效的清洁能源..... 12
2. 核电发展势不可挡..... 14

3. 后来居上的中国核电	15
4. 内陆核电站发展有很大空间	16
5. 第三、第四代核电站	17
6. 核能利用前景广阔	18

第六章 聚变能可久远使用

1. 核燃料能用多久	20
2. 快中子堆的发展会快起来	21
3. 实现核聚变发电不会太远	21

第二篇 武库霸主——核武器

第一章 威力无比的核武器

1. 核武器为什么有这么大威力	25
2. 什么是梯恩梯 (TNT) 当量	26
3. 核武器与常规武器有什么区别	26

第二章 揭开原子弹的秘密

1. “小男孩”和“胖子”坠地惊世	27
2. 揭开原子弹的神秘面纱	27
3. 蘑菇云是怎样形成的	28
4. 原子弹的破坏杀伤作用有哪些	29

第三章 威力更大的氢弹

1. 比太阳更亮的火球	31
2. 笨重的氘氚弹	31
3. 小型化的氘化锂弹	32
4. 威力更大的三相弹	32

第四章 小而悍的中子弹

1. 为了实战需要发展中子弹	33
2. 中子弹是增强辐射弹	33
3. 对付坦克和堡垒里面敌人的核武器	33

第五章 第三代核武器是什么

1. **核武器**发展与与时俱进 34
2. **什么是**特殊性能核武器 34
3. **贫铀弹**和“**放射性脏弹**”不是核武器 35
4. **定向能武器**将成为新秀 36

第六章 核武器趣闻

1. **你知道**第一次核爆炸时间和核试验次数吗 36
2. **多少铀或钚**可以造一颗原子弹 38
3. **核武器**品种有多少 39
4. **核爆炸**也可以和平利用吗 40

第七章 孕育中的新型核武器

1. **神速的**粒子束武器 41
2. **奇妙的**同质异能素武器 41
3. “**不可思议**”的反物质武器 42
4. **在实验室里**进行核试验 43

第八章 对待核武器的态度和立场

1. **为维护国家独立**、主权和领土完整发展核武器 43
2. **两弹爆炸成功**大长志气、大增国威 44
3. **赞成彻底核裁军**和全面禁止核试验 44

第三篇 动力之最——核动力

第一章 海上巨无霸——核航母

1. **海上活动机场**——航空母舰 45
2. **核航母**独占鳌头 47
3. **核航母**新装竞发 47

第二章 强大隐蔽杀手——核潜艇

1. **核潜艇**为什么备受青睐 49
2. **弹道导弹**核潜艇 51
3. **攻击型**核潜艇 52

4. 核巡洋舰和核驱逐舰——海上战斗主力	53
<hr/>	
第三章 核动力商船	
1. 核动力破冰船的作用不可低估	54
2. 核动力商船也作了大贡献	55
<hr/>	
第四章 核动力火箭	
1. 核热火箭	57
2. 核电火箭	57
3. 光子火箭	58
<hr/>	
第五章 空间核电源	
1. 放射性同位素电源	59
2. 空间核反应堆电源	60
<hr/>	
第六章 太空飞行	
1. 到太空去为什么如此诱人	62
2. 太空有多远	63
3. 用什么工具到太空去	63
4. 太空核动力系统确保安全	64
<hr/>	
第四篇 功效奇特的辐射发生器	
第一章 制造射线和粒子束的机器——加速器	
1. “炼金术士”的梦想实现了	66
2. 加速器大家族	66
3. 离子注入机是什么	68
4. 加速器用途广泛	69
5. 加速器发展前程似锦	70
<hr/>	
第二章 全天候服务的辐射装置	
1. 藏在迷宫深井中的钴源装置	71
2. 生产中子的装置——中子发生器	72
<hr/>	
第三章 杀菌消毒、食品保鲜效果好	

1. γ 射线消毒彻底	74
2. 电子杀菌安全	74
3. 让粮食不受虫蛀	75
4. 让土豆、洋葱、大蒜不长芽	76
5. 辐照食品放心吃	77
<hr/>	
第四章 诊治疾病有奇效	
1. 远程治疗和近程治疗	79
2. 治癌手段“放疗”不可或缺	80
3. 不出血的伽马刀	82
<hr/>	
第五章 探伤安检赛神探	
1. 反恐、反走私显身手	83
2. 安检设备布下了安全网	84
3. 探伤检漏准又灵	84
4. 爆炸物探测有新招	85
<hr/>	
第六章 辐射加工建奇功	
1. 辐射改性本领大	86
2. 辐照电缆品质好	88
3. 辐照产品高性能化和多样化	88
4. 辐射固化和硫化功效高	89
<hr/>	
第七章 治废消害有法宝	
1. 废气变得干净了	90
2. 废水得到再利用	91
3. 污泥也变成宝	92
4. 害虫绝育断了代	92
<hr/>	
第八章 辐射育种显高招	
1. γ 辐射和电子育种立功劳	94
2. 重离子育种前景灿烂	95
3. 航天育种是新招	95

第五篇 业绩非凡的放射性同位素

第一章 同位素诊治疾病功效高

1. 同位素诊治疾病有奇效97
2. “母牛”当了医生的“助手”99

第二章 标记化合物功能无限

1. 示踪剂工业用途多 101
2. 示踪剂科学研究应用广 102

第三章 考古侦破本领大

1. 碳-14测年为耶稣裹尸布揭秘 102
2. 核技术破了光绪皇帝之死百年谜案 103

第四章 找水找宝显神通

1. 找水有了好帮手 104
2. 探矿效果好 104

第五章 站岗放哨保平安

1. 遇火灾就报警 105
2. 静电和雷击不担心 106

第六章 原子电池长寿又可靠

1. 什么是原子电池 107
2. 长寿电源 108
3. 微型电源 109

第七章 夜光灯永放光芒

1. 夜光表 109
2. 永久发光粉 110
3. 不灭的灯 110

第八章 核仪表多才多艺

1. 原理类同，构思各异 111

2. 用途广泛, 前景无量	112
<hr/>	
第九章 核分析方法超级灵敏	
1. 中子活化分析	113
2. 瞬发中子活化分析	114
3. 加速器质谱分析	115
4. 放射免疫分析	115
<hr/>	
第六篇 核燃料——核动力之本	
第一章 沙里淘金提铀	
1. “分散元素”——铀	117
2. 地浸办法好	118
3. 从矿浆里制取精产品	119
<hr/>	
第二章 铀-235 的富集	
1. 利用分子扩散的气体扩散法	120
2. 利用质量差别的气体离心法	120
3. 利用光谱差别的激光法	121
<hr/>	
第三章 核燃料元件制造	
1. 核燃料元件种类繁多	122
2. 核燃料元件标准高	122
3. 核燃料元件反复受考验	123
<hr/>	
第四章 从乏燃料中提取铀和钚	
1. 什么是乏燃料	123
2. 何谓“后处理”	125
3. 从乏燃料中取得珍贵的钚	125
4. 闭路循环和“一次通过式”	126
<hr/>	
第五章 轻核材料的制备	
1. 氢家三兄弟 品性有差异	127
2. 反应堆产氘和重水提氘	128
3. 怎样制备氘化锂-6	129

4. 向月球索取核材料氦-3.....	130
---------------------	-----

第七篇 放射性废物能够安全处置

第一章 放射性废物和放射源严格分类管理

1. 放射性废物分类.....	132
2. 放射源分类.....	132

第二章 废气废液净化后才排放

1. 废气处理很可靠.....	133
2. 废液处理方法多.....	134
3. 排放控制严又紧.....	135

第三章 固体废物减容和固化

1. 压缩减容.....	136
2. 焚烧减容.....	136
3. 固化和固定.....	137
4. 去污不可少.....	138

第四章 用多重屏障将放射性核素隔离

1. 把低、中放废物禁锢三五百年.....	138
2. 马王堆千年古尸的启迪.....	141
3. 把“老虎”关进铁笼和禁锢在“地牢”里.....	141
4. 奥克洛天然反应堆对安全处置可作证.....	143

第五章 分离-嬗变开拓新办法

1. 锦囊妙计——分离嬗变.....	144
2. 发展高科技实现分离和嬗变.....	145

第八篇 核辐射可以有效防护

第一章 辐射处处存在

1. 人类生活在辐射的环境中.....	147
2. 习以为常的医疗照射.....	148
3. 核电站带来的辐射不到天然本底照射的百分之一.....	149

第二章 辐射可以灵敏和准确地探测

1. 辐射有灵敏可靠的仪表探测 150
2. 随身携带剂量计 151
3. 遇到险情就会报警 151

第三章 避免和减轻照射有可靠的安全防护措施

1. 外照射可阻挡 153
2. 内照射有设防 154
3. 电离辐射标志和警示标志 155
4. 辐射防护执行三原则 156

第四章 辐射防护受到最大重视

1. 辐射对人体有哪些伤害 156
2. 坚持严格控制 强调安全第一 157
3. 辐射防护实行法制管理 158
4. 提高核安全文化 160

附录一 原子能大事记

附录二 介绍几位核领域的诺贝尔奖得主

- | | |
|-------------------|-----|
| 安托万·亨利·贝可勒尔 | 165 |
| 玛丽·居里 | 166 |
| 皮埃尔·居里 | 168 |
| 约瑟夫·约翰·汤姆逊 | 170 |
| 欧内斯特·卢瑟福 | 171 |
| 阿尔伯特·爱因斯坦 | 172 |
| 尼耳斯·玻尔 | 174 |
| 阿瑟·荷里·康普顿 | 176 |
| 詹姆斯·查德威克 | 178 |
| 伊伦·约里奥-居里 | 180 |
| 恩里科·费米 | 182 |
| 奥托·哈恩 | 184 |
| 格林·西奥多·西博格 | 185 |

杨振宁	187
李政道	189
丁肇中	191
朱棣文	192

附录三 荣获“两弹一星功勋奖章”的核科技功臣

于 敏	195
王淦昌	197
邓稼先	199
朱光亚	201
吴自良	203
陈能宽	205
周光召	206
钱三强	208
郭永怀	210
程开甲	212
彭桓武	214

修订后记