总主编　副总主编名单

总主编：王修智
副总主编：管花诗　陆巽生

领导小组名单

组　长：王修智
副组长：管花诗　陆巽生
成　员(按姓氏笔画为序)：
王兆诚　王家利　孙培峰　汤少泉　许素海　李云云
李天军　陈光华　庞敦之　林兆谦　赵宣生　赵彦修
钟永诚　展　涛　高挺先　温孚江　燕　翔

编委会名单

主　任：王修智
副主任：管花诗　陆巽生
委　员（按姓氏笔画为序)：
马来平　化工卷　尹传瑜　王天瑞　王玉玺　王兆诚
王金宝　王家利　王琪珑　王裕荣　艾　兴　仲崇高
刘元林　孙志恒　孙培峰　朱　明　张　波　张　波
张金声　张祖陆　李士江　李宝洪　李宪利　杨焕彩
邵新贵　邹仲琛　陈　青　陈光华　陈爱国　陈德展
周忠祥　林兆谦　赵书平　赵龙群　赵传香　赵国群
赵彦修　钟永诚　钟泽圣　袁慎庆　高树理　温孚江
程　林　董海洲　蒋民华　解士杰　潘克厚　燕　翔
(注:各卷主编需要根据出版社定稿核定)

编委会办公室名单

主　任：燕　翔
副主任:孙培峰　林兆谦
成　员(按姓氏笔画为序)：
尹传瑜　王　强　王　晶　刘利印　朱　明　李冰冰
杨冠楠　邵新贵　陈爱国　胥尉尉　袁慎庆　褚新民

需要全本请访问 www.ertongbook.com

本书编写人员

主　编　程　林

副主编　栾　涛　张树生　宋继伟

Forword

序言

1961年,我国社会生活中发生了一件令人难忘的事——大型科普读物《十万个为什么》出版发行。此后，这套书又多次修订再版，累计印数超过1亿册，成为家喻户晓的小百科全书式的科普读物。

《十万个为什么》初版的时候，我正在上中学，同学们争相阅读的生动场面，至今历历在目。这套书提供的科技知识，深深印在小读者的脑海里，使大家终生受益。不少人就是从读这套书开始对科学技术产生浓厚兴趣，并选择考理工类大学、走科学技术之路的。每每回忆起这些往事，我便深切感到，科技的力量是多么巨大，科普工作是多么重要。

然而，科普工作的春天，是随着改革开放的脚步一同来到神州大地的。上世纪80年代以来，“发展经济靠科技，科技进步靠人才，人才培养靠教育”逐步成为人们的共识；“科教兴国”战略、“人才强国”战略深入人心；“学科学，用科学”的社会风气日渐浓厚。各级各行各业、广大干部群众迫切要求加快科学技术普及的步伐。

进入21世纪，我国的科普工作发展到了一个新阶段。2002年6月29日，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过《中华人民共和国科学技术普及法》。2005年,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》出台。2006年2月，国务院颁布《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》。这三件大事，标志着提高全民科学技术素质已经摆上我国经济社会发展的重要日程，科普工作已经纳入法制的轨道。面对这样一种新形势，所有热心科普工作的人们无不感到振奋和激动。

在所有热心科普工作的人们当中，我算是比较热心的一个。1991 年 11 月到 1997 年 12 月，我在山东省济宁市担任主要领导。这个市被评为 1997 年度全国“科教兴市”先进市，我被评为全国“科教兴市”先进个人。2000 年 12 月到 2005 年 7 月，我担任中共山东省委副书记，积极推动市县两级“三馆”(博物馆、科技馆、图书馆)建设，为科学技术普及做了一点工作，被授予中国科技馆发展基金会第六届启明奖。实践使我深深体会到，科普工作是发展先进生产力和先进文化、宏扬民族精神和提高全民族科学文化素质的重要手段，是每一位领导干部义不容辞的责任。

科普创作是科普工作的基石。加强科普工作，必须大力繁荣科普创作。40 年前，《十万个为什么》应运而生，难道今天不应该产生一种新的科普读物?于是，我便产生了编一套这类读物的想法。就像当年哥伦布发现新大陆一样，我的这种想法常使我激动不已，有时甚至夜不能寐。

在所有热心科普工作的人们当中，还有一个很有战斗力的群体，这就是山东省科学技术协会。我关于编一套新的科普读物的想法，首先得到他们的热烈响应和积极支持。山东省科协是省委领导的人民团体之一。其主要任务，一是加强学术交流和学术思想创新，促进科技创新，推动科技成果向现实生产力转化，加快产业化进程。二是大力普及科学技术知识，提高全民科学文化素质。三是搞好科学技术队伍的自身建设，维护科技工作者的合法权益。山东省科协联系的科技人员超过 100 万人。省科协所属的山东省老科技工作者协会，联系离退休的科技工作者有 65 万多人。这是我省科技工作的主力军 。

在省委、省政府的领导下，省科协这些年的工作搞得有声有色、富有成效。特别是大刀阔斧地开展城乡科普工作，有效地提高了全民科学文化素质，有力地保证了经济社会发展的需要。他们在财政部门的支持下，主

要通过市场化运作，在短短两年时间里，实现了全省科普宣传栏“村村通”，受到农村广大干部群众的热烈欢迎和高度评价。

编写大型科普读物这件事，很快就列入省科协2005年的工作计划。管华诗、陆巽生、孙培峰、燕翔、林兆谦等领导同志积极策划并具体操作。同时，成立了朱明同志具体负责的专门办事机构，筹措了部分经费，从而使这样一项浩繁的工程正式启动起来。

大家一致认为，这套丛书应当是一套自然科学技术普及读物。它应当站在新世纪新起点上，适应新形势新任务的要求，具备以下四个特点：第一，系统性。尽量体现自然科学原理的完整体系，避免零打碎敲。第二，实践性。尽量涉及自然科学应用的各个领域，避免挂一漏万。第三，先进性。尽量采用科学研究和技术进步的最新成果。电子信息、生物工程、新材料等高新技术要占较大篇幅。第四，可读性。尽量做到深入浅出，通俗易懂。

根据上述四点要求，丛书设计了三大部分，共35卷：第一部分，自然科学原理。共6卷：数学、物理、化学、天文、地理、生物。第二部分，自然科学的应用。共24卷：涉及第一产业、第二产业、第三产业，从生产到生活，几乎全面覆盖。第三部分，综合。共5卷：自然科学发展大事年鉴、古今中外科技名人、科学箴言、通俗科技发展史、探索自然奥秘。

全书共1 000余万字。从酝酿到出版，共用了一年半的时间。

在如此短的时间内，完成如此浩繁又如此高标准严要求的编写工作，必须举全省之力，加强领导，细心组织，周到安排，通力合作，精益求精。主编是总指挥，负总责。常务副主编是具体指挥，具体负责。编委会办公室处理日常事务。各承编单位调整工作计划，抽调精兵强将，集中时间进行编写。近几年，我主持编写了《齐鲁历史文化丛书》、《山东革命文化丛书》、《山

需要全本请访问 www.ertongbook.com

东当代文化丛书》、《社会科学与您同行》、《诚信山东》等多套大型丛书，积累了一定的经验。《自然科学向导丛书》的编写工作，借鉴了前几套丛书编写的经验，达到了一个新的水平。

这套丛书的成功，还得益于中国科协的关怀鼓励，得益于艾兴、蒋民华等专家的指导帮助，得益于省委宣传部、省财政厅、省新闻出版局、省出版总社、山东科学技术出版社的大力支持。在此，一并表示感谢。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免。望广大读者不吝指教。

知识的无限性与人的智力的有限性，是一对无法克服的矛盾。经过上下数千年全人类的共同努力，我们对自然科学、社会科学和人体自身的认识，仍然处于一个初级阶段，离自由王国的境界仍然相当遥远。但是我坚信，经过一代又一代人的不懈努力，我们离那个境界肯定会越来越近。而科普工作，就是接近那个境界的路、桥 、 船 。

王修智

2006 年 9 月

Preface

前言

物质、能量和信息是客观世界的三大基础。从科学史观的角度看，世界是由物质构成的，而能量是一切物质保持运动状态的动力，是物质的属性；信息则是客观事物和主观认识相结合的产物。如果没有信息，物质和能量也就不能被人们所认识，也将毫无可用之处了。

宇宙间一切运动着的物体或现象都是伴随有能量的存在而转化的，人类的一切活动都与某种形式的能量及其转化紧密相关。能源，顾名思义就是能量的源泉。

回顾人类文明发展的历史，可以明显地看出，能源和人类社会发展之间存在着密切的关系，每一次能源形式的更迭都大大促进了人类社会的发展。当人类对能源的利用处于“薪柴时期”时，社会发展迟缓，生产和生活水平极低；当煤炭等矿物能源取代薪柴作为主要能源时，人类便进入了“煤炭时期”；而蒸汽机的出现，促进了产业革命的发生与发展，随着电力渗透到各行各业，社会生产力便有了大幅度的增长，人类的生活水平和文化水平也随之有了极大的提高。20世纪50年代，石油和天然气逐渐走上了历史舞台，超越了煤炭而成为人类的主要能源，人类在能源利用上进入了“石油时期”。汽车、飞机、内燃机车和远洋客货轮的迅猛发展，不但极大地缩短了地区和国家之间发展的差距，也大大促进了世界经济的繁荣。

然而，在物质文明空前发展的同时，人类也面临着常规能源的过度开采以及给环境带来的污染等危害。此时，以清洁能源和可再生能源等概念为特点的新能源应时代发展的要求

而诞生，带有很强的时代气息。其中，可持续发展的思想在1992年联合国环境与发展会议上第一次提出，新一轮的能源发展浪潮滚滚而来。

与此同时，在新能源不断发展的今天，“节能”作为21世纪最具潜力的“特殊能源”正逐渐发展起来，并展现出骄人的魅力。

Contents

目录

第一章　能源基本概况

能源概述 /1
能源的分类 /2
能源的利用形式 /3
能量转化与能量守恒 /4
薪柴时期 /5
煤炭时期 /6
石油时期 /7
洁净能源和可持续能源发展时期 /8
人类生活离不开能源 /9
能源形态与社会发展的关系 /10
能源与环境 /11
全球能源分布 /11
我国能源分布 /13
能源的社会需求与能源危机 /14
我国能源的发展形势 /15

第二章　能源

常规能源 /17
矿物能源 /18
矿物能源的分类 /19
煤炭的形成 /20
煤炭的分类 /21
全球煤炭资源分布概况 /23
我国煤炭资源分布特点 /25
煤炭的开采 /26
煤炭的加工 /28
煤炭的使用 /29
煤炭的消费 /29
煤炭的燃烧过程 /30
燃煤与环保的关系 /31
煤炭的气化 /33

需要全本请访问 www.ertongbook.com

煤炭的液化 /34
水煤浆 /35
燃煤设备 /36
煤炭利用的新技术 /37
石油的形成 /38
石油的分类 /39
全球石油资源分布概况 /40
我国石油资源分布特点 /41
石油的陆地开采 /43
石油的海洋开采 /44
石油的炼制 /44
石油的使用 /46
石油的消费状况 /47
石油的品质 /48
燃油设备 /49
天然气的形成 /50
天然气的特点 /51
全球天然气资源分布概况 /52
我国天然气资源分布特点 /53
天然气的开采 /55
天然气市场前景 /56
天然气利用的新技术 /57
天然气的净化 /58
燃气设备 /59
天然气的储存 /60
有趣的“可燃冰”——天然气水合物 /61
煤炭、石油、天然气的经济性比较 /62
面临枯竭的矿物能源 /63
水能 /64
水能的特点 /64
全球水能资源分布概况 /65
我国水能资源分布特点 /67
水能的利用 /69
水工建筑 /69
水力发电 /71
水轮发电机组 /72
水电站的运行 /74

小水电站的特点 /75
我国的河流与湖泊 /76
水能利用的典范——长江三峡水利枢纽工程 /77
第三章　新能源
新能源概述 /80
新能源的特点 /81
我国新能源的发展 /82
可再生能源与《可再生能源法》/83
清洁能源 /84
绿色电力 /85
太阳 /87
太阳辐射 /88
全球太阳能资源利用概况 /89
我国太阳能资源利用概况 /90
太阳能资源的优缺点 /91
太阳能的热利用 /92
太阳能热利用的主要设备 /93
太阳能其他热利用形式 /94
太阳能光电利用 /95
高效率点聚焦太阳热直接发电 /97
制约太阳能利用的因素 /98
太阳能开发利用趋势 /99
新型太阳能产品 /100
风能概述 /101
风能的特点 /102
我国风能资源概况 /102
风的形成 /103
风能密度 /105
风的变化 /105
风力等级 /106
风能的利用形式 /108
全球风能资源概况 /110
我国风能利用概况 /111
风能产业概述 /112
风能设备 /113
风电市场展望与预测 /114
核能概述 /115

核能的特点 /117
核能产生的机理及能量的释放形式 /118
核能的来源 /119
核能资源的种类和储量 /120
全球核能资源发展概况 /121
我国核能资源发展特点 /122
核反应堆 /123
核反应堆的分类 /125
核电站 /127
我国的核电站 /128
核电与核弹 /131
核电的放射性 /132
核能的安全原则 /134
核电设计中的安全措施 /135
地热能概述 /137
地热能的特点 /138
地球的内部结构 /140
全球地热资源概况 /141
我国地热资源概况 /141
地热资源的评估 /142
地热资源的形式 /147
地热的利用形式 /149
地热流体的物理化学性质 /151
传统的地热利用与地热利用新技术 /154
地源热泵和制冷新技术 /156
地热尾水热能回收再利用技术 /159
地热资源利用展望 /161
海洋能 /162
海洋能的特点 /163
潮汐能及其开发利用 /164
波浪能及其开发利用 /166
海洋温差能及其开发利用 /169
盐差能及其开发利用 /172
海流能及其开发利用 /173
全球海洋能利用及发展概况 /174
我国海洋能利用及发展特点 /175
生物质能 /176

生物质能的特点 /178
生物质能的利用技术 /179
全球生物质能的利用概况 /180
我国生物质能的利用现状 /181
生物质直接燃烧技术 /182
秸秆压块燃料 /183
生物质热化学转换 /184
沼气发酵 /185
生物质燃料乙醇 /186
“种”出来的石油 /188
植物油与生物柴油 /189
能源植物 /190
生物质能发电 /192
垃圾能源 /193
氢能概述 /195
氢能的特点 /196
全球氢能发展概况 /197
我国氢能发展概况 /198
氢的制取 /199
从含烃的化石燃料中制氢 /200
电解水制氢 /201
热化学制氢 /202
太阳能制氢 /203
等离子体化学法制氢 /204
氢能资源的评估 /205
氢燃料电池的发展 /205
氢能的利用领域 /207
我国氢能发展概况 /208
氢的运输和储存 /208
氢的高压气态储存 /209
氢的低温液态储存 /210
金属氢化物制氢 /211
氢的安全性分析 /211
太阳能氢能系统的兴起 /212
能源技术畅想 /213
正物质，反物质 /214
太阳帆飞船扬帆太空 /216

未来的能源宝库——月球 /218
第四章　二次能源
二次能源概述 /220
二次能源的特点 /221
全球二次能源概况 /221
我国二次能源概况 /222
蒸汽 /225
热水 /226
电能 /227
焦炭 /228
汽油 /229
煤油 /230
柴油 /231
重油 /232
乙醇 /233
二次电池 /235
不可再生能源 /236
能源的开发利用与可持续发展 /237
第五章　节能
节能概述 /239
节能与社会的关系 /240
节能与《节约能源法》/241
能源的利用效率 /242
节能涉及的方面 /243
节能的途径 /244
合理的经济结构 /245
节能的管理 /246
节能的评价标准 /247
合理使用能量的原则 /248
能源互补 /249
技术、工艺更新 /250
节能的经济评价 /251
热能的节约 /252
热泵 /255
热管 /256
空冷技术 /257
场协同原理简介 /259

强化传热技术简介 /260
保温材料 /261
电能的节约 /262
发电效率 /263
输配电节电 /265
电加热设备的节电 /266
电动机节电 /267
照明节电 /268
家电及办公节电 /270
煤炭的节约 /271
集中供热 /272
热电联产 /273
联合循环发电 /274
油能源的节约 /276
内燃机节油 /277
燃油锅炉节油 /278
燃油掺水乳化燃烧技术 /279
水煤浆代油技术 /281
油气混烧 /282
交通运输节油 /283
参考文献



第一章

能源基本概况

能源概述

火车为什么能承载着乘客奔向目的地？电灯为什么能给黑暗带来光明？人为什么能跑、能跳做出各种运动……这是因为他们“获得”了能量。太阳能“泽被苍生，普照大地”，秋风能“卷我屋上三重茅”，黄河能“奔流到海不复回”，这也是因为它们具有能量。能量是物质运动的源泉。世界上所有的物质随时随地都在发生着运动和变化，具有某种形式的能量就是物质运动和变化的原因。

能量的形式多种多样，如热能、机械能、电能、原子能等。所谓热能，顾名思义就是涉及物质的冷与热的能量，也可以说是与温度有关的能量；人们在日常生活和生产过程中使用的各种电器之所以能够良好地运转，一个重要的保证就是电能；地球上的生物或各种人造器物等能够运动或保持某种运动，是因为它们具有机械能的缘故。能量可以在物质之间传递和转换。例如，蒸汽机火车，就是燃料燃烧时产生的热能转变成为可以推动火车运动的机械能，使火车跑了起来；又如，水力发电站发电，是利用河水运动具有的机械能通过发电机组转化成为电能的过程。

什么是能源呢？简单来说，就是各种形式能量的源泉，即蕴含各种形式能量的资源。具体来说，能源就是能提供某种形式能量的物质或物质的运动。从广义而言，任何物质和物质的运动都可以转化为某种形式的能量，但是转化的数量及转化的难易程度差异是极大的。通常，我们把比较集中而又较易转化的含能物质或

宏观运动过程，称为能源。

能源是带有时代性的一个概念，不同时期，能源的范畴是不同的。随着科学技术的进步，人类对物质性质及能量转化方法的认识也在不断深化，对能源的界定也在不断变化。今天看来还是普通的事物，明天就有可能变为炙手可热的能源，今天的能源明天可能变得毫无价值。例如，核电站发电的原料——铀矿石，在古代不过是普通石头罢了，而在科技飞速发展的今天，铀矿石成为当代重要的新能源核能的重要原料。

能源的分类

能源依据形成条件、使用性能、使用的技术状况等，有不同的分类方法。

能源按照形成的条件，可分为两大类：一类是自然界中天然形成存在的能源，如原煤、原油、植物秸秆、太阳能、风能、地热能、海洋能、潮汐能等，统称为一次能源，也叫做天然能源；另一类是由一次能源直接或间接转化而成的其他种类和形式的能源，如煤气、氢气、电力、汽油、焦炭、热水等，统称为二次能源，也叫做人工能源。

对于一次能源，根据它们是否能够再生（再生是一个时间的范畴，能够再生的能源通常是指在短时间内可以重复使用或能够不断形成的能源），可分为两类：一是可再生能源，是指能够重复产生的自然能源，如太阳能、风能、水能、海洋能、生物质能等，可以供给人类使用很长时期也不会枯竭；二是非再生能源，是指不能在短期内重复产生的天然能源，如原煤、石油、天然气等，这些能源的生成周期极长，往往需要数百万年之久，产生的速率远远跟不上人类对它们的开发速率，总有一天被人类耗尽。

能源按照使用性能，可分为燃料能源和非燃料能源两类。矿物燃料（如煤炭、石油、天然气等）、生物燃料（如木材、沼气等）以及核燃料（如铀、氘等）等属于燃料能源，除核燃料外，其他燃料都包含有化学能；在非燃料能源中，多数包含机械能，如风能、水能、潮汐能等，有些包含热能，如地热能、余热等。有些能源，如太阳能包含着巨大的电磁辐射能，有些能源还包含一定的电能等。

需要全本请访问 www.ertongbook.com