

自然科学向导丛书

# 能量之源

**NENGLIANGZHIYUAN** (能源卷)

总主编 王修智

主 编 程 林

立足科技发展前沿

围绕全面建设小康社会宏伟目标，树立和落实科学发展观

系统阐释自然科学各领域基础理论、基本知识

展示自然科学各领域最新科技成就和发展动向

弘扬科学精神，宣传科学思想，传播科学方法

树立科学理念，培养科学思维，激发创新活力

努力贯彻落实“全民科学素质行动计划”

全面提高全民科学文化素质

 山东出版集团 [www.sdpress.com.cn](http://www.sdpress.com.cn)  
山东科学技术出版社 [www.lkj.com.cn](http://www.lkj.com.cn)





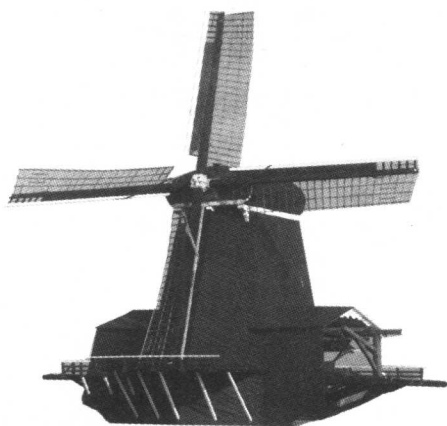
自然科学向导丛书

# 能量之源

总主编 王修智  
主 编 程 林

(能源卷)

NEGLIANGZHIYUAN



山东出版集团  
山东科学技术出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

能量之源: 能源卷 / 程林主编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2007.4

(自然科学向导丛书)

ISBN 978-7-5331-4679-5

I. 能… II. 程… III. 能源 — 普及读物 IV. TK01-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 037068 号

**自然科学向导丛书**

**能 量 之 源**

(能源卷)

总主编 王修智

主 编 程 林

---

主 管: 山 东 出 版 集 团

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: [www.lkj.com.cn](http://www.lkj.com.cn)

电子邮件: [sdkj@sdpress.com.cn](mailto:sdkj@sdpress.com.cn)

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂

地址: 济南市胜利大街 56 号

邮编: 250001 电话: (0531)82079112

---

开本: 700mm × 1000mm 1/16

印张: 19.5

字数: 250 千字

版次: 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5331-4679-5

定价: 25.00 元

## 总主编 副总主编名单

总 主 编 王修智

副总主编 管华诗 陆巽生

## 编委会名单

主 任 王修智

副主任 管华诗 陆巽生

委 员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马来平 | 王天瑞 | 王玉玺 | 王兆成 | 王金宝 | 王家利 |
| 王琪珑 | 王裕荣 | 尹传瑜 | 艾 兴 | 朱 明 | 仲崇高 |
| 刘元林 | 汤少泉 | 许素海 | 孙志恒 | 孙培峰 | 李士江 |
| 李天军 | 李云云 | 李宝洪 | 李宪利 | 杨焕彩 | 邹仲琛 |
| 张 波 | 张 波 | 张金声 | 张祖陆 | 陈光华 | 陈 青 |
| 陈爱国 | 陈德展 | 邵新贵 | 林兆谦 | 周忠祥 | 庞敦之 |
| 赵书平 | 赵龙群 | 赵传香 | 赵国群 | 赵彦修 | 赵宣生 |
| 钟永诚 | 钟泽圣 | 袁慎庆 | 高树理 | 高挺先 | 唐 波 |
| 展 涛 | 董海洲 | 蒋民华 | 程 林 | 温孚江 | 解士杰 |
| 潘克厚 | 燕 翔 |     |     |     |     |

## 编委会办公室名单

主 任 燕 翔

副主任 孙培峰 林兆谦

成 员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王 晶 | 王 强 | 尹传瑜 | 朱 明 | 刘利印 | 李冰冰 |
| 杨冠楠 | 陈爱国 | 邵新贵 | 胥蔚蔚 | 袁慎庆 | 褚新民 |

## 本书编写人员

主 编 程 林

副主编 栾 涛 张树生 宋继伟



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职务。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，我担任中共山东省党委副书记，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、弘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、林兆谦等同志积极策划并具体操作，同时，成立了由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。

丛书共1000余万字。从酝酿到出版，共用了不到两年的时间。

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，精心组织，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、山东出版集团、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接近。而科普工作，就是接近那个境界的路、桥、船。

王修智

2007年1月

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。

## 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

|                       |
|-----------------------|
| 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