



科学家爷爷  
谈科学

# 寻找永恒的动力

著名科学家谈能源科学

彭士禄 李盈安 著



广西师范大学出版社

科学家爷爷谈科学



90194099



# 寻找永恒的动力

——著名科学家谈能源科学

彭士禄 李盈安 著



广西师范大学出版社

科学家爷爷谈科学  
寻找永恒的动力  
——著名科学家谈能源科学  
彭士禄 李盈安 著

责任编辑:肖向阳 封面设计:陶雪华 版式设计:林 园  
广西师范大学出版社出版发行 邮政编码:541001

(广西桂林市中华路 36 号)  
南宁市包装印刷集团公司印刷

\*

开本 880×1230 1/32 印张:4 字数:89 千字  
1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印数:00 001~20 000 册  
ISBN 7-5633-2789-4/TK·001

---

定价:9.00 元

《科学家爷爷谈科学》丛书  
编辑出版工作委员会

主任：何林夏

委员：肖启明 汤志林 陈仲芳 龙子仲 廖幸玲  
沈 明 姜革文 郑纳新 梁再农 章丽梅  
唐丹宁 宋铁莎 于诗藻 李敏俐 肖向阳  
李苑青 林 园 莫庆兰



## 编者的话



科学是什么呢？

远古的时候，人们看到世界上有许多稀奇古怪的事物，弄不懂它们是怎么回事，就用想象来解释它们的存在。比如说，看见风在吹，就想：风不会无缘无故吹来，一定有个什么东西在风的后面吹气或扇扇子。这个在风后面的东西，古人就管他叫风神。

后来，随着人类生产实践的发展，人们发现了很多事物的规律。比如，风是因为空气中冷暖气压不同造成气体流动而形成的。这种通过实践而掌握的对事物的客观认识，就是一种科学认识。科学与神话的区别正在于客观性和主观性的区别上。科学观念是一种对待未知世界和已知世界的客观的态度，认为世界万物都是有联系的，因此可以在实践当中发现它的客观规律。这种规律，被记录传播下来，就是科学知识；对这些知识的实际运用，就是科学技术。



科学知识可以增进和强化人们的科学观念;同样,科学观念又促使人们发现更多的科学知识。所以,我们在学科学的时候,一方面要学习科学知识,另一方面更要树立科学观念。

基于上述认识,我们组织了这套“科学家爷爷谈科学”丛书。作者们绝大多数都是中国科学院的院士,是名副其实的科学家。他们长期从事科学研究、具有最进步的科学思想,掌握着最新、最丰富的科学知识,并对树立和普及中华民族的科学世界观有着崇高的道义感,这就注定了这套丛书的特色:

首先是丛书所介绍的科学知识的严谨性、尖端性和权威性。作者们长期工作在世界科学研究的前沿,对科学的发展有着精深的理解和高远的前瞻。他们所介绍的科学知识,也是最新、最好的。

其次是丛书作者不只是单纯地介绍科学知识,而且字里行间都贯穿着客观认识世界的科学智慧和科学观念。读者从中不仅可以获得科学的世界观,而且还可以获得科学的人生观,以及科学认识的方法。

最后,这套丛书涉及领域很广,从自然科学到技术科学到哲学社会科学,无不涉及。丛书首批28个分册,每分册谈及一个分支学科或研究领域,以图文并茂的形式、生动活泼的语言,介绍本学科或研究领域的起源、发展、研究内容、代表人物、分支流派、社会作用及发展趋势等基本内容。大科学家的大手笔的驾御,使这些丰富深奥的内容得以简洁、通俗的表现。

可以确认,这是国内少见的、最具科学品位的一套科普读物。我们也相信,它的作用和影响,一定会被带到下一个世纪。



# 目 录



## 一、能源是人类赖以生存与发展的自然资源

- 2 1. 能源的概念和分类
- 4 2. 能源的利用和开发
- 8 3. 能源的节约和合理利用
- 14 4. 能源的可持续发展
- 20 5. 能源的展望

## 二、核能是未来世界的主要能源

- 28 1. 核能的概念和分类
- 38 2. 核能的利用和开发
- 47 3. 核能的节约和合理利用



51 1. 世界能源生产与消费总量的变化

56 2. 世界主要能源消费国能源消费量的变化

3. 世界主要能源生产国的能源生产量

### 三、第一次世界能源革命及其意义

62 1. 第一次世界能源革命的背景

63 2. 第一次世界能源革命的过程

3. 第一次世界能源革命的意义

64 4. 第一次世界能源革命对世界能源格局的影响

5. 第一次世界能源革命对世界经济发展的影响

### 四、第二次世界能源革命及其四大阶段

68 1. 第二次世界能源革命的背景

69 2. 第二次世界能源革命的过程

3. 第二次世界能源革命的意义

71 4. 第二次世界能源革命对世界能源格局的影响

5. 第二次世界能源革命对世界经济发展的影响





- 90 (6)生物能源难以大规模推广
- 92 3. 第三次世界能源革命中的四大阶段
- 92 (1)煤炭是第三次世界能源革命的主力
- 93 (2)煤炭能担当第三次世界能源革命的主力
- 93 (3)何时能摆脱对化石能源的依赖? 挑战和混合能
- 96 (4)生物能源何时能推广
- 97 (5)太阳能何时能与质量—能量并存
- 99 (6)核能何时能与太阳能一起使用? 的思考
- 102 4. 第三次世界能源革命中我国的发展问题
- 103 (1)核能何时能作为我国未来能源开发上
- 的主力
- 107 (2)煤炭能作为我国未来的主要能源吗?
- 113 (3)风能、我国未来能源开发上的主角
- 116 结束语 未来世界能源的展望
- 119 附录 参考文献

## ● 一、能源是人类赖以生存 与发展的自然资源





能源是指可为人类提供能量的自然资源,它和材料、信息构成了近代社会得以繁荣和发展的三大支柱。能源是人类文明进步的先决条件,它的开发和利用是衡量一种社会形态、一个时代、一个国家经济发展、科技水平与民众生活质量的重要标志。人们对能源在人类社会发生与发展史上的重要地位与作用的认识,经历了一个相当长的历史过程。本世纪70年代初与80年代初先后爆发两次世界性石油危机以及90年代的海湾战争以来的实践,大大增强了人们对能源问题的重要性的认识,显示了能源在国际政治、经济、军事格局中的战略地位。

和平与发展是当今世界的两大主题。显然,科学技术的发展、国民经济的繁荣、国防建设的加强、社会生活质量的提高、人类文明的进步等等,都必须以充足的能源供应为基础。因此,能源便成为一个世界性的战略问题。当今世界各国都在为获取充足的能源而拼搏,而且无不对解决能源问题的决策给予了极大重视。我国正在进行以实现四个现代化为目标的大规模经济建设,国民经济的持续、快速、健康发展必须有充足的能源作保证。我国的能源建设取得了举世瞩目的成就。但是,我国能源资源的人均拥有量并不多,分布也极不均衡,利用效率低,能源供应总量不足,尤其是以煤炭为主的能源结构带来的弊病等等都是不容忽视的。因此,1982年召开的中国共产党第十二次代表大会,已把能源确定为我国经济发展的战略重点。

### 1. 两次石油危机与能源科学的崛起

我们知道,石油是世界上经济发达国家的主要能源,是其经济



发展的一大支柱。70年代初，西欧国家石油完全依赖进口，日本对进口石油的依赖程度也高达99.7%，美国约为41%，而且进口石油主要来自中东、西北非等发展中国家。西方国家石油消费量的50%是由中东提供的。它们长期垄断着中东等产油地区的石油开采、炼制和销售，控制着世界石油市场。西方国家借助廉价石油大力发展本国经济，越来越富，而大多数产油国仍处于贫穷落后状态。

1973年10月6日，爆发了第四次中东战争，大多数西方国家表现出亲以色列的立场。于是，产油的阿拉伯国家以石油为武器，对西方国家采取了减产、禁运、提价、国有化等措施，迫使它们改变亲以色列的政治态度，以谋求结束以色列对阿拉伯国家的土地占领和恢复巴勒斯坦人民的合法权利。这样一来，主要依靠进口中东石油的西方国家的能源形势就十分紧张，经济发展严重受阻，引发了资本主义世界的第一次石油危机。后来，终于迫使许多西方国家做出了某些政治让步。直至1974年3月18日，阿拉伯石油输出国组织才正式解除对美国的石油禁运。

1978年10月，伊朗国内政局动荡，爆发了伊斯兰革命，国际石油供应再度出现紧张。1979年，伊朗又采取了抑制石油生产的政策，其他阿拉伯产油国也相继采取行动，大幅度提高油价。1980年9月，两个产油大国伊朗和伊拉克之间爆发了武装冲突。两伊战争猛烈地冲击着世界石油市场。石油大幅度减产和竞相抢购石油，引起油价再度暴涨，使得西方大部分国家再度遭受沉重打击。于是，不少国家出现外汇赤字，经济发展陷入困境，经济增长急剧下降甚至出现负增长。这就是人们记忆犹新的第二次石油危机。接着，90年代初又爆发了海湾战争。这场战争实际上也是西方国家为争夺中



东石油资源而进行的战争。以上两次世界性石油危机和海湾战争的爆发,是国际社会经济、政治发展不平衡,西方国家过度耗费石油以及对中东石油资源长期掠夺的必然结果。但是,它却在世界范围内引起了人们对能源问题的思考和探索,比如:以石油作为经济发展的支柱还靠得住吗?自19世纪中叶以来以化石燃料为主的能源结构到底还能支撑多久?能源问题的崛起是人类认识史上的一件大事。它不只限于能源资源的开发、利用和保护,还涉及到社会经济的可持续发展、生态环境、人口控制和人类文明进步等一系列重大问题。

## 2. 能源的概念与分类

“能源”这一术语,过去人们谈论得很少,正是两次石油危机使它成了人们议论的热点。那么,究竟什么是“能源”呢?关于能源的定义,目前约有20种。例如:《科学技术百科全书》说:“能源是可从其获得热、光和动力之类能量的资源”;《大英百科全书》说:“能源是一个包括着所有燃料、流水、阳光和风的术语,人类用适当的转换手段使可让它为自己提供所需的能量”;《日本大百科全书》说:“在各种生产活动中,我们利用热能、机械能、光能、电能等来作功,可利用来作为这些能量源泉的自然界中的各种载体,称为能源”;我国的《能源百科全书》说:“能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源。”可见,能源是一种呈多种形式的,且可以相互转换的能量的源泉。确切而简单地讲,能源是自然界中能为人类提供某种形式能量的物质资源。

人们通常按能源的形态特征或转换与应用的层次对它进行分



类。世界能源委员会推荐的能源类型分为：固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、电能、太阳能、生物质能、风能、核能、海洋能和地热能。其中，前三个类型统称化石燃料或化石能源。已被人类认识的上述能源，在一定条件下可以转换为人们所需的某种形式的能量。比如薪柴和煤炭，把它们加热到一定温度，它们能和空气中的氧气化合并放出大量的热能。我们可以用热来取暖、做饭或制冷，也可以用热来产生蒸汽，用蒸汽推动汽轮机，使热能变成机械能；也可以用汽轮机带动发电机，使机械能变成电能；如果把电送到工厂、企业、机关、农牧林区和住户，它又可以转换成机械能、光能或热能。

自然界中的能源虽然有很多种类，但根据它们的初始来源，当前也只概括为四大类。

第一类是与太阳有关的能源。太阳能除可直接利用它的光和热外，它还是地球上多种能源的主要源泉。目前，人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来自太阳。正是各种植物通过光合作用把太阳能转变成化学能在植物体内贮存下来。这部分能量为人类和动物界的生存提供了能源。煤炭、石油、天然气、油页岩等化石燃料也是由古代埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的。它们实质上是由古代生物固定下来的太阳能。此外，水能、风能、波浪能、海流能等也都是由太阳能转换来的。从数量上看，太阳能非常巨大。理论计算表明，太阳每秒钟辐射到地球上的能量相当于500多万吨煤燃烧时放出的热量，一年就有相当于170万亿吨煤的热量，现在全世界一年消耗的能量还不及它的万分之一。但是，到达地球表面的太阳能只有千分之一二被植物吸收，并转变成化学能贮存起

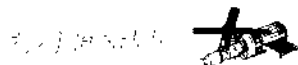


来，其余绝大部分都转换成热，散发到宇宙空间去了。

第二类是与地球内部的热能有关的能源。地球是一个大热库，从地面向下，随着深度的增加，温度也不断增高。从地下喷出地面的温泉和火山爆发喷出的岩浆就是地热的表现。地球上的地热资源贮量也很大，按目前钻井技术可钻到地下 10 公里的深度，估计地热能源总量相当于世界年能源消费量的 400 多万倍。

第三类是与原子核反应有关的能源。这是某些物质在发生原子核反应时释放的能量。原子核反应主要有裂变反应和聚变反应。目前在世界各地运行的 440 多座核电站就是使用铀原子核裂变时放出的热量。使用氘、氚、锂等轻核聚变时放出能量的核电站正在研究之中。世界上已探明的铀储量约 490 万吨，钍储量约 275 万吨。这些裂变燃料足够人类使用到迎接聚变能的到来。聚变燃料主要是氘和锂，海水中氘的含量为 0.03 克/升，据估计地球上的海水量约为  $138 \times 10^{21}$  米<sup>3</sup>，所以世界上氘的储量约 40 亿吨；地球上的锂储量虽比氘少得多，也有 2000 多亿吨，用它来制造氚，足够人类过渡到氘、氚聚变的年代。这些聚变燃料所释放的能量比全世界现有能源总量放出的能量大千万倍。按目前世界能源消费的水平，地球上可供原子核聚变的氘和氚，能供人类使用上千亿年。因此，只要解决核聚变技术，人类就将从根本上解决能源问题。实现可控制的核聚变，以获得取之不尽、用之不竭的聚变能，这正是当前核科学家们孜孜以求的。

第四类是与地球-月球-太阳相互联系有关的能源。地球、月亮、太阳之间有规律的运动，造成相对位置周期性的变化，它们之间产生的引力使海水涨落而形成潮汐能。与上述三类能源相比，潮



汐能的数量很小，全世界的潮汐能折合成煤约为每年 30 亿吨，而实际可用的只是浅海区那一部分，每年约为 6000 万吨煤。

以上四大类能源都是自然界中现成存在的、未经加工或转换的能源。但是，前面提到的“电能”则不同，它是由现成的能源经加工、转换而来的。在能源科学中，为了研究和描述的方便，也是为了交流和实际使用的方便，人们还从不同角度对能源进行分类。例如：按其形成条件，分为一次能源和二次能源，上述的化石能源、太阳能、风能、地热能、核能、潮汐能等为一次能源，而焦煤、蒸汽、液化气、酒精、汽油、电能为二次能源。其次，按利用状况，分为常规能源和新能源，前者是指在不同历史时期的科技发展水平下，已被人们广泛应用的能源，现阶段是指煤、石油、天然气、水能和核裂变能五种，后者是指由于技术、经济或能源品质等因素而未能大规模使用的能源，如太阳能、风能、海洋能、地热能等。其三，按流通情况，分为商品能源和非商品能源，前者是指作为商品流通环节而大量消费的能源，如化石燃料和电能等，后者是指薪柴、畜粪，以及农业或林业废料等在农、林、牧区就地消费的能源。其四，按能源结构或消费额，分为主要能源和辅助能源，当前主要能源是指化石能源、水能和核裂变能，其余的均为辅助能源。在我国由于核电（使用核裂变能）起步晚、消费额小，核裂变能仍称为辅助能源。其五，一次能源按其能循环使用和不断得到补充，又分为非再生能源和可再生能源，如化石燃料、核燃料均为非再生能源，太阳能、水能、风能、生物质能和地热能等均为可再生能源，当非再生能源资源日益面临枯竭的时候，人们则更致力于可再生能源的技术开发和利用。此外，现在人们还提到“替代能源”一词。所谓替代