



ENERGY  
SECURITY

# 中国能源安全 问题研究

张仕荣 著

海外借



人民出版社

ENERGY  
SECURITY

# 中国能源安全 问题研究

张仕荣 著



人民出版社

责任编辑:吴焰东

封面设计:石笑梦

### 图书在版编目(CIP)数据

中国能源安全问题研究/张仕荣 著. —北京:人民出版社,2018.9

ISBN 978-7-01-019597-1

I. ①中… II. ①张… III. ①能源-国家安全-研究-中国 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 168389 号

## 中国能源安全问题研究

ZHONGGUO NENGYUAN ANQUAN WENTI YANJIU

张仕荣 著

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店经销

2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:16.5

字数:200 千字

ISBN 978-7-01-019597-1 定价:66.00 元

邮购地址 100706 北京市东城区隆福寺街 99 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印制质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

# 目 录

导 言	1
第一章 中国能源利用和发展简史	14
第一节 “薪柴时代”：农耕文明下的天朝大国	14
第二节 “煤炭时代”：半殖民地化的中国	19
第三节 “油气时代”：自立自强的新中国	23
第四节 “新能源时代”：新时代的现代化强国	28
第二章 新时期中国能源安全形势	34
第一节 中国能源资源状况与能源结构	34
第二节 中国能源工业与科技的成就	45
第三节 中国能源安全面临的现实挑战	52
第三章 小康社会与中国能源安全	68
第一节 能源安全是全面建设小康社会的基本诉求	68
第二节 能源安全是全面建设小康社会的重要保障	83
第三节 能源消费革命是小康社会的基本要求	94

第四章 气候变化与中国能源安全·····	110
第一节 全球能源——气候问题的演变历程·····	110
第二节 低碳化是中国能源安全战略的必然选择·····	119
第三节 中国引领构建全球气候变化治理机制·····	134
第五章 科技创新与中国的能源安全·····	150
第一节 科技创新是维持中国能源安全体系运行的原动力·····	150
第二节 科技创新与中国传统能源技术革命·····	157
第三节 科技创新与中国新能源技术革命·····	171
第六章 和平发展与中国的能源安全·····	189
第一节 中国能源安全体系所面临的国际环境·····	189
第二节 调整中国海外能源战略 促进中国能源海外供给源 多元化·····	201
第三节 积极拓展海外能源投资领域·····	219
第四节 加快石油储备 逐步提高能源领域话语权·····	228
结束语·····	238
参考文献·····	244
后 记·····	259

## 导 言

在人文地理方面，“能源”这个词语的本义是“产生机械能、热能、光能、电磁能、化学能等有各种能量的自然资源”<sup>①</sup>。进入 21 世纪，随着全球经济的快速增长，作为人类赖以生存必需的物质基础，能源对于全球各个国家、地区实现经济发展和社会进步的推动与制约作用日益受到关注。伴随着科学技术的进步，人类对于能源的认识正在不断拓宽，人类能源利用的历史也在不断被改写。

人类利用能源的历史十分漫长，在长期的利用过程中，学术界和民间对于能源的分类形成了一些共识。面对全球种类繁多的能源存在形式，世界能源委员会推介的能源分类为固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、核能、电能、太阳能、生物质能、风能、海洋能和地热能。显然，这个分类过于粗泛，需要进一步细化。在学术界，通常对于各类能源按其初始来源、转换传递过程、形态、社会特性进行分类。

### 一、当前人类可利用能源的基本归类

基于能源的自然属性层面主要根据能源的初始来源和转换传递过

---

<sup>①</sup> 大辞海编辑委员会：《大辞海》（环境科学卷），上海辞书出版社 2006 年版，第 8 页。

程进行分类，其中就能源的初始来源归纳大体可以分为以下四类：

第一类是与太阳有关的能源。太阳能是太阳内部或者表面的黑子连续不断的核聚变反应过程产生的能量。尽管太阳辐射到地球大气层的能量仅为其总辐射能量的 22 亿分之一，但已高达 173000 太瓦，也就是说，太阳每秒钟照射到地球上的能量就相当于 500 万吨煤。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。地球上的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、油页岩等化石燃料都是由古代埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的，它们实质上是借助古代生物固定下来的太阳能。此外，水能、风能、生物质能及部分潮汐能等也都是太阳能转换来的。以水能为例，在水循环过程中，海水吸收太阳能，受热蒸发为水蒸气，上升到高空，具有了势能，水汽输送到陆地上空，形成降水，水往低处流，流动过程中，势能逐渐转化为动能，可以用于发电。所以，归根结底，水能来自太阳辐射能。因此就直接作用于地球的太阳能而言，既是一次能源，又是可再生能源。它资源丰富，既可免费使用，又无须运输，对环境无任何污染。在我国，西藏西部太阳能资源最丰富，最高达 2333 千瓦时 / 平方米（日辐射量 6.4 千瓦时 / 平方米），居世界第二位，仅次于撒哈拉大沙漠。

第二类是与地球内部的热能有关的能源。地球内部的温度高达 7000℃，而在 80 至 100 公里的深度处，温度会降至 650 至 1200℃。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，地球本身是一个巨大的热能储备库，特别是地球上的地热资源贮量巨大，按

目前钻井技术可钻到地下 10 公里的深度，估计地热能资源总量相当于世界年能源消费量的 400 多万倍。地热资源按温度的划分，中国一般把高于 150℃ 的称为高温地热，主要用于发电；低于此温度的叫中低温地热，通常直接用于采暖、工农业加温、水产养殖及医疗和洗浴等。现在许多国家为了提高地热利用率，而采用梯级开发和综合利用的办法，如热电联产联供，热电冷三联产，先供暖后养殖等。地源热泵技术近年来作为一种高效节能的可再生能源技术，引起全球特别是中国的重视。

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，如重核裂变和轻核聚变时所释放的巨大能量均会释放出巨大的能量。目前，在世界各地运行的上百座核电站就是使用铀原子核裂变时放出的热量。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。核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 1345 亿立方千米，所以世界上氘的储量约为 40 万亿吨；地球上的锂储量虽比氘少得多，也有 2000 多亿吨，用它来制造氘，足够人类过渡到氘、氘聚变的年代。这些聚变燃料所释放的能量比全世界现有能源总量释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氘，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，这正是当前科学家们的梦想。

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。

以上四大类能源都是自然界中原本存在的、未经加工或转换的能源，属于一次能源，又称初级能源，之所以被赋予这样的名称主要是因为其在自然界中天然存在并可直接取用，诸如煤炭、石油、天然气、太阳能、风能、水能、生物质能、地热能等都具有鲜明的自然属性。在此基础上，进一步按能源的转换传递过程分类，可分为从自然界直接取得且不改变其基本形态的一次能源和二次能源（指经过自然的或人工的加工转换成另一形态的能源）。一次能源无论经过几次转换所得到的另一种能源都被称为二次能源，如上述水力与火力发电过程中的热能、机械能、电能，二次能源不具有自然属性，故不属于自然资源，火电、水电、核电、太阳能发电、潮汐发电、波浪发电、沼气、汽油、柴油、焦炭、煤气、蒸汽、酒精、热水等，都属于二次能源；生产过程中排出的余热、余能，如高温烟气、可燃废气、废蒸汽等，也属于二次能源。就目前人类能源的利用状况而言，电能是二次能源的主要组成部分。

基于社会属性层面，人们出于生产和生活的需要按照能源开发利用状况、资源耗竭程度与商品属性进行了分类。

按能源的开发利用情况，可分为常规能源和新能源。“常规”是通常使用的意思，常规能源是指在现有经济和技术条件下，已经大规模生产和广泛使用的能源，如煤炭、石油、天然气、水能和核裂变能等。常规能源是相对于新能源而言的。新能源是指在新技术的支撑下进行系统开发利用的能源，如太阳能、海洋能、地热能、生物质能等。新能源大部分是天然和可再生的，是未来世界持久能源系统的基础。“新”

的含义有两层：一是 20 世纪中叶以来才被利用；二是以前利用过，现在又有新的利用方式。常规能源和新能源本质的区别是利用时间有差异。当然，随着时间推移和科技的进步，现在的新能源会逐步成为常规能源，例如石油在 19 世纪下半叶，是作为一种新能源被使用的，当前却已位于常规能源之列。又如核能在发达国家已被视为常规能源，而在发展中国家尚属于新能源。

按能源耗竭程度分类，主要以该能源是否可以再生为依据分为两类。一类为能够不断得到补充供人类长期使用的可再生能源，如太阳能、地热、水能、风能、生物能、海洋能等。另一类为需经漫长的地质年代才能形成而无法在短期内再生的不可再生能源，如煤、石油、天然气、核能（核裂变能）等。其中，对可再生能源的开发是未来全球能源利用的发展趋势。

最后，能源按照商品属性可以分为商品能源与非商品能源。商品能源是指作为商品流通环节大量消耗的能源，目前主要指煤炭、石油、天然气、水电和核电等能源。非商品能源则指被就地利用的薪柴、农业废弃物等能源，通常是可再生的，是在农村地区大量使用的能源。

## 二、人类文明简史就是一部能源开发利用的历史

“能源”的存在是不以人的主观意志为转移的客观存在，但“能源”的内涵却随着时代变迁和人类对客观世界认识的深化而不断展现出新的内容。于是，人类对能源加以利用的历史也就与之相吻合而形成具有不同特点的几个基本分期，这些分期必然与人类社会生产力的发展密切相关。

这几个基本分期大致为：蛮荒时代（原始社会对于火的初步利用）、

薪柴时代（农耕文明的主要能源为薪柴）、煤炭时代（工业文明初期主要能源为煤炭）、油气时代（工业文明的中后期主要能源为石油和天然气）、新能源时代（人类为了进入生态文明而逐渐采用低碳乃至无碳能源）。

人类对于能源的认识是在长期的生产和生活的实践中形成的，同时人类文明的开端伴随着对初级能源——“火”的逐步利用。

世界上最早使用火的人，是生活在大约 170 万年前的中国元谋猿人。1965 年，几位地质工作者在云南省北部元谋县，发现了这种猿人的化石和他们烧剩下的大量炭屑。原始人在使用火的时候，也逐渐学会了保存火种，在中国 50 万年前周口店的猿人洞穴遗址中，发现了使用火种的痕迹，因此可以判定 50 万年前的北京猿人已经具有管理火和保存火种的能力。在以色列地区，一些考古学家发现人类 79 万年前已经开始使用火。早期人类通过使用火能够有效处理凶猛野兽的攻击等危险情况、烧烤食物获得熟食、御寒取暖等，可以说，这是人类在蒙昧时代认识和利用能源的开端。

随着人类进入石器时代，人类通过磨制和钻孔技术掌握了人工取火的方法，这是人类从自然环境的束缚中解放出来的第一个动力，并对人类后来的一些重大技术发明起到举足轻重的作用。恩格斯曾深刻地指出：“在实践上发现机械运动可以转化为热是很古的事情，古到可以把这种发现看作人类历史的开端。无论在这个发现以前还有什么样的成就——例如工具的发明和动物的驯养，但是人们只是在学会了摩擦取火以后，才第一次使某种无生命的自然力替自己服务。”<sup>①</sup>“就世界

<sup>①</sup> 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社 1960 年版，第 83 页。

性的解放而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机，因为摩擦生火使人第一次支配自然力，从而最终把人同动物界分开。”<sup>①</sup>

由于火的重要性及对于火产生的机理不能进行科学的解释，西方和中国古代社会对于火这一初级能源一直存在一种近似拜物教的崇拜，把宝贵的火看作是万物得以生生不息的根源。

千百年来，西方在希腊神话中塑造了普罗米修斯的英雄形象，称人类是普罗米修斯创造的，普罗米修斯为了解除人类没有火种的困苦，不惜触犯天规，勇敢地盗取天火，从而给人类带来光明和智慧，因此人民不断颂扬普罗米修斯不畏强暴、为民造福不惜牺牲一切的伟大精神。

中国民间有以炎帝或燧人氏为火神的说法，如谓远古时燧人氏钻木取火，使人类进入熟食阶段，后人尊为火神，又称火德真君，定时祭祀，据《韩非子·五蠹》记载：“民食果蓏蚌蛤，腥臊恶臭而伤害腹胃，民多疾病。有圣人作，钻燧取火，以化腥臊，而民说（悦）之，使王天下，号之曰燧人氏。”<sup>②</sup>由此可见，在人类文明的演化历史上，能源的开发和利用不仅仅改变了人类的生产和生活方式，同时还深入地触及到了人类早期的社会关系乃至作为国家雏形的氏族社会的形成。

“薪柴时代”基本上就是“农耕文明”的代名词，从能源利用角度看，自人类社会产生伊始，到工业文明真正开始，人类在漫长的前工业文明时代一直以薪柴等生物质能源乃至畜力、人力为主要能源。这一时代人类初步掌握了能源利用技术，其基本经济特征是自给自足的农业经济，但是对于能源的科学认识一直停留在宗教信仰和封建迷信的窠

<sup>①</sup> 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社1970年版，第112页。

<sup>②</sup> 《韩非子》（卷十九），《五蠹》（卷四十九），钦定文渊阁四库全书本。

白之中。

在“薪柴时代”，人类每一次生产力的跃升都与火的使用息息相关。特别是火的使用使金属的发现和冶炼成为可能了。人类在寻找石器时认识了矿石，在烧制陶器时发明了金属冶炼。人类最先学会了炼铜，用铜制造工具。炼铜燃料早期主要使用木炭，在中国六朝至唐宋时期的炼铜遗址中曾发现大量的煤渣，显然是用煤来焙烧，这与木炭相比是一大进步。后来，人们无意中把铜矿和锡矿一块儿冶炼，得到了一种更坚硬的合金，这就是青铜。在发现金属铁以前，青铜成了人类用来做工具和武器的最好材料。人们广泛使用青铜的时期，叫作青铜时代。

由于铜矿、锡矿比较稀少，所以青铜器也不能大量制造。铁矿很容易找到，可是冶炼它需要很高的温度，在中国的春秋后期，发明了皮囊鼓风技术，甚至以水力推动，可以把冶炼温度达到 1200℃ 上下，最终使铁矿石得以融化，得到了杂质更少的液态铁水，冷却后就是生铁，这种使用了高温液体还原法的技术，极大地提高了铁的质量和产量。学会制造青铜器和铁器以后，人类征服自然的能力大大提高，特别是铁器的产生和使用，大大地提高了社会生产力，推动了社会生产的发展，推进了古代社会的进步，春秋战国时期铁犁的出现，反映了中国农具发展史上的重大变革。所以，恩格斯在《家庭、私有制和国家的起源》中，也给予了高度评价：“一切文化民族都在这个时期经历了自己的英雄时代：铁剑时代，但同时也是铁犁和铁斧的时代。铁已经在为人类服务了，它是历史上起过革命作用的各种原料中最后的和最重要的一种原料。”<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 《马克思恩格斯选集》第4卷，人民出版社1995年版，第163页。

在“薪柴时代”，由于缺少先进的能源利用方式，畜力能的使用是人类征服自然的重要标志。畜力车更加历史久远，相传在中国夏禹时代，名为奚仲者驯马拉车，人们就开始乘坐马车，马车的历史有4000多年，牛车则至少有5000年的历史。第一次世界大战结束后，畜力车逐渐在发达国家被淘汰。而在包括中国在内的发展中国家，由于一些地区铁路和公路运输不十分发达，一些畜力车仍在应用。人类社会由完全依靠自身的生物体能——人力到依靠畜力无疑是在生产力领域中取得的一次重大进步。

就整体而言，在“薪柴时代”，人类对于能源的利用仅仅停留在传统的手工作坊的水平，由于缺乏科学理论的指导而导致人类利用和开发能源的水平在整个农耕社会都处于停滞时期，“刀耕火种”成为人类利用能源进行效率低下的生产劳动的真实写照。

煤炭是一种可以用作燃料或工业原料的矿物，它是古代植物经过生物化学作用和地质作用而改变其物理、化学性质，由碳、氢、氧、氮等元素组成的黑色固体矿物。中国是世界上最早利用煤的国家，在辽宁省新乐古文化遗址中，就发现有煤制工艺品，河南巩义市也发现有西汉时用煤饼炼铁的遗址。春秋战国称为“石涅”或者“涅石”，到魏晋唐宋时期称为“石炭”又称“石墨”，明朝开始称为煤或者煤炭，明朝宋应星在《天工开物》中记载为：“凡煤炭，普天皆生，以供锻炼金石之用。”<sup>①</sup>

但是，煤炭与工业文明紧密联系则是在蒸汽机被发明之后。1782年，英国人詹姆斯·瓦特改良了蒸汽机，使之成为重要的生产工具，标

<sup>①</sup> 《辞源》，商务印书馆1983年版，第1050页。

志着人类文明进入一个崭新的阶段——工业文明阶段。在 18 世纪末 19 世纪初，随着蒸汽机在生产中的广泛应用，人们越来越关注热和功的转化问题。于是，热力学应运而生。而在 19 世纪早期，不少人沉迷于一种神秘机械——第一类永动机的制造，直至热力学第一定律发现后，第一类永动机的神话才不攻自破。1824 年，法国科学家卡诺出版了《谈谈火的动力和能发动这种动力的机器》一书，提出了卡诺循环和卡诺定理，主张热是一种物质运动形式，它是不生不灭的，这是历史上关于能量守恒原理的最早表述。随后，汤普生、焦耳等科学家继续阐释和确立了热力学第一定律。热力学第一定律是能量守恒和转化定律在热力学上的具体表现，它指明：热是物质运动的一种形式。这说明外界传给物质系统的能量（热量），等于系统内能的增加和系统对外所做功的总和。它否认了能量的无中生有，所以不需要动力和燃料就能做功的第一类永动机就成了天方夜谭式的设想。

之后，众多科学家发现和总结了热力学的四大定律。有了热力学四大定律的基本知识，现代社会很多工程技术和发明才会应运而生。由此，人类对于能源基本内涵的认识通过现代科学技术的洗礼而日益成熟，摆脱了蒙昧和空想。

人类最早是通过保存自然火种乃至钻木取火开始利用能源的，然而这是仅在技术层面触及能源问题，对于其中实质性的科学原理却是在延迟至几十万年后才认识到。可见，人类对于能源的认识是伴随着整个人类的文明进步史而逐步深化的。

随着科学和技术在能源利用领域同步发挥作用，18 世纪在蒸汽机广泛应用下的工业革命逐步扩大了煤炭的利用，特别是 18 世纪 30 年代发明了用焦煤冶铁的新技术，改变了传统的以木炭为燃料进行冶炼

的落后工艺。60年代，出现了巨大的熔铁炉，此后又研究出了精炼法。炼铁技术的革新不但有力地推动了工业革命的进程，而且强劲地促进了煤炭工业的发展。19世纪中期到20世纪中期，煤炭成为世界的主要能源，如1700年英国年产煤炭260万吨，用了蒸汽机后，1835年年产煤炭达到3000万吨，到1920年煤炭占世界商品能源结构的87%，而发明于19世纪70年代的电力与煤炭则更加紧密地结合起来，电力工业使煤炭成为全球工业发展的“血液”，由此蒸汽机革命引领下的“煤炭时代”在能源领域成为工业革命时代的代名词。

现代科学意义上的热力学定律助推了整个蒸汽机时代的技术进步和社会巨变，而从人类科技历史看，一旦在能源问题上的科学与技术获得重大突破并且步调一致产生耦合，那么将会引起在能源领域到科技领域乃至社会领域的重大技术革命和社会变革。

石油又称原油，是从地下深处开采的棕黑色可燃黏稠液体，主要是各种烷烃、环烷烃、芳香烃的混合物，它是古代海洋或湖泊中的生物经过漫长的演化形成的混合物，与煤一样属于化石燃料。最早提出“石油”一词的是公元977年中国北宋编著的《太平广记》。正式命名为“石油”则是根据中国北宋杰出的科学家沈括（1031—1095年）在所著《梦溪笔谈》中的相关记载，他描述说这种油“生于水际砂石，与泉水相杂，惘惘而出”，沈括还断定“此物后必大行于世”。<sup>①</sup>

19世纪后半期，德国人奥托发明的内燃机引发了第二次工业革命，当时是以煤气为主要燃料的。1883年，德国的戴姆勒创制成功第一台立式汽油机，它的特点是轻型和高速，石油逐渐成为内燃机的主要动

<sup>①</sup>（宋）沈括：《梦溪笔谈》（卷二十四），辽宁教育出版社1997年版，第133页。



力。1897年，德国工程师狄塞尔研制成功了压缩点火式内燃机（柴油机），1913年第一台以柴油机为动力的内燃机车制成，1920年左右开始用于汽车和农业机械，由于石油是一种易运输、储藏和燃烧率比较高的能源，所以很快便在世界范围内使用开来。

从20世纪20年代，石油需求和贸易迅速扩大。到20世纪30年代末，美、苏成为主要的石油出口国，石油国际贸易开始在全球能源贸易中占据显要位置，推动了能源国际贸易的迅速增长，并动摇了煤炭在国际能源市场中的主体地位。20世纪60年代后，石油成为工业社会中的主要能源供给。1967年，石油在一次能源消费结构中的比例达到40.4%，而煤炭所占比例下降到38.8%。由此，在能源领域人类正式进入石油时代。20世纪末，一些发达国家鉴于石油使用和消费所带来的污染等负面影响，以天然气替代石油，但是并没有改变当今世界能源体系中以石油为主的基本结构。

进入21世纪，随着世界经济的发展，为了改变因温室气体排放导致地球变暖所引发的人类面临的生存危机，并且当全球的国际局势正在为油气资源的争夺所困扰时，替代化石类能源的低碳型新能源（包括太阳能、风能、生物质能、氢能等）的应用就成为改变目前全球能源利用现状的必由之路，清洁、高效的“新能源时代”取代“化石能源时代”已经成为一种必然的趋势。随着21世纪人类的能源利用进入到一个新的发展阶段，人类对于可利用能源的认识也在随着全球各界生态和环保理念的不断更新而逐步深化，低碳能源的利用日益成为全球关注的焦点。

新能源的探索永无止境。当前，各国对于月球探测方兴未艾。中国科学院院士、中国月球探测计划首席科学家欧阳自远在第36届世界空