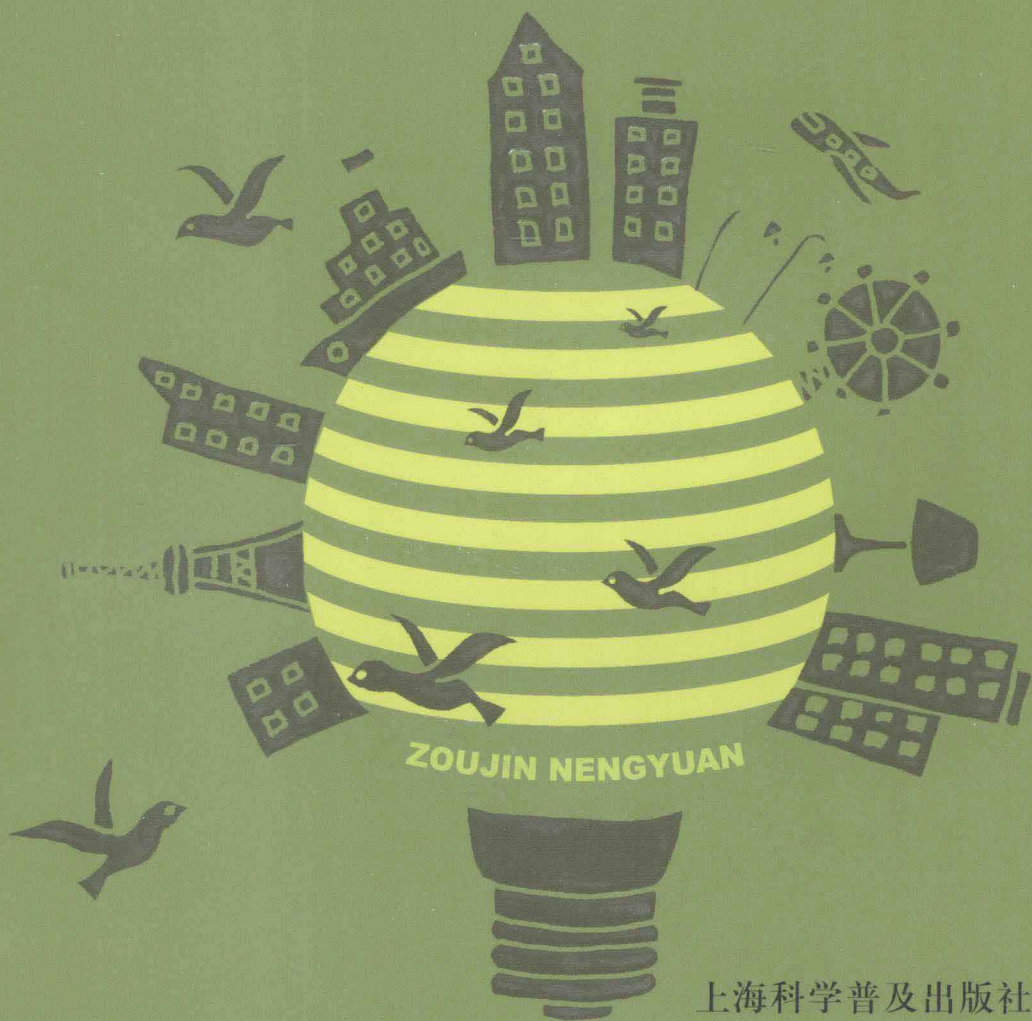


走进能源

科学顾问 翁史烈
编 著 于立军 任庚坡 楼振飞
插 图 马建国



上海科学普及出版社

走进能源

科学顾问 翁史烈
编 著 于立军 任庚坡 楼振飞
插 图 马建国

TK01
186



上海科学普及出版社

图书在版编目(CIP)数据

走进能源/于立军,任庚坡,楼振飞编著.--上海:上海
科学普及出版社,2013.6

ISBN 978-7-5427-5650-3

I. ①走… II. ①于… ②任…③楼… III. ①能
源—基本知识 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 300082 号

责任编辑 林晓峰 史炎均

技术编辑 马鸿根

走进能源

于立军 任庚坡 楼振飞 编著

上海科学普及出版社出版发行

(上海中山北路 832 号 邮政编码 200070)

<http://www.pspsh.com>

各地新华书店经销 上海市印刷七厂有限公司印刷

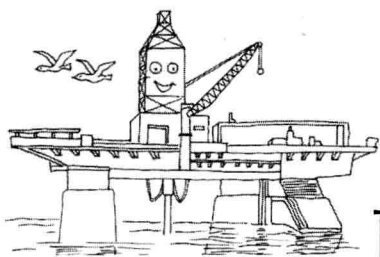
开本 787×1092 1/16 印张 18.25 字数 255 000 字

2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5427-5650-3 定价: 35.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题

请向出版社联系调换



前言

zoujinnengyuan

人类从远古时代学会用火开始,经过石器时代、铁器时代……直到18世纪的第一次工业革命时期成功地发明了蒸汽机,19世纪的第二次工业革命时期再次发明了内燃机,使得工业化大生产突飞猛进,促使科学技术发展到空前的新阶段。

随着人类的文明进步以及社会生产力的不断提升,能源开发和利用技术已经成为社会经济发展的重要保障。能源又称为能量资源或能源资源,它是可产生的各种能量(如热量、电能、光能和机械能等)资源的统称;又是指能够直接取得或者通过加工、转换而取得的各种资源,包括煤炭、原油、天然气、煤层气、水能、核能、风能、太阳能、地热能、生物质能等一次能源以及电力、热力、成品油等二次能源。能源相当于社会的粮食和血液,它支撑着整个社会经济的正常运转。

然而,在人类大量使用化石能源(煤炭、石油、天然气)的同时,也带来了环境污染和自然资源枯竭等问题。自20世纪80年代中期以来,随着全球气候变暖趋势的逐渐增强,出现了冰川消退、海平面上升、荒漠化等一系列环境问题,严重地影响了地球的生态系统。随着人们用能需求的不断增长,每年化石燃料燃烧所产生的酸性气体 SO_2 和 NO_x 已严重影响到人们的正常生活。目前,在全球范围内,已经出现西欧地区、北美地区和东南亚地区三大酸雨区域,而我国长江以南地区也存在连片的酸雨区域。

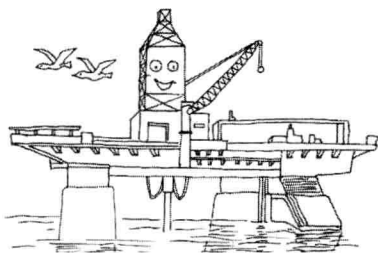


1973年出现的世界性石油危机,使得人们开始认识到能源资源的有限性。目前,煤炭、石油和天然气的探明可采储量分别为1万亿吨、1万亿桶和90万亿立方米。按照当前化石燃料消耗速度的预计,这些能源可供人类使用的时间分别为200~220年、45~50年和50~60年。

在全球化石能源紧缺的大背景下,节能减排和新能源开发已经成为各国政府和科技人员所关注和研究的重要领域。本书撷取了国内外能源科技领域的最新成果,结合作者的最新研究成果,图文并茂、深入浅出地介绍了能源的重要性、能源与环境问题、常规能源和新能源、节能技术等相关主题。当广大读者“漫步”于《走进能源》的字里行间,不仅能够领略到当代能源技术领域的新工艺、新技术、新产品,发现能源领域的无穷魅力,而且还能在不知不觉中增长能源知识、了解能源科技的内涵。

俞史烈

2013年5月



目 录

zoujin nengyuan

推动世界运转的基础——能源

能源世界	2
能源与经济	12
能源与社会	20
能源与环境	28
能源与气候变化	36

我国的主要能源——煤炭

煤炭成因与种类	46
煤炭的开采过程	50
煤炭的利用过程	58
煤炭燃烧后的净化处理	62
煤气化过程及煤制天然气	68
煤液化过程及煤制油	72
煤气化联合循环发电	76
超临界火力发电	80

液体能源——石油

石油成因	86
石油勘探与开采	92





石油炼油过程及其产品 98

洁净的能源——天然气

天然气的类型 104
天然气资源及开采 114

高密度的能源——核能

什么是核能 122
什么是核反应堆 128

电力系统的建设、运行及管理

不同动力的发电厂 136
电力系统 144
用电的科学管理 152

新型能源开发

太阳能 158
风能 168
生物质能 176
地热能 182
海洋能 190

新型用能技术与产品

新型汽车 200
新型灯具 210
新型保温材料 226
新型空调 240

新型用电设备 248

新型能源管理政策与机制

强制性能源管理机制 254

自愿性能源管理机制 268

后记 282



推动世界运转的基础

——能源





能源世界

什么是能源

所谓能源,就是能向人类提供各种形式能量的资源的总称。人们所使用的煤炭、石油、天然气是由埋在地下的动物和植物,经过千百万年地质年代演变而成,与化石成因一样,可称为化石能源,它通常以固态、液态或气态的形式存在于地球内部,需要的时候可以直接拿来使用。化石能源是全球消耗的最主要能源,在人类生产、生活以及社会活动中,时时刻刻离不开它,通过某种利用技术,转换成人们常用的电能、机械能以及冷热能量。从某种意义上讲,人类社会的发展离不开优质能源和先进能源技术。能源已经成为人类赖以生存的基本保障,是人类社会不可缺少的重要基础,同时是推动世界发展和社会进步的驱动力。在当今世界,能源安全、能源与环境是全世界、全人类共同关心的热点问题,也是一个国家社会经济发展的重要基础。

我们经常会提到能源进口国与能源输出国,还可以细分为石油进口国、天然气出口国等。顾名思义,能源进口国就是某些国家和地区的能源消费主要依赖进口,而且占到相当多的比例份额。能源进口国常常出于国计民生的长远考虑,更加关注能源供应安全及能源价格稳定,千方百计寻求稳定的进口渠道或降低能源的对外依赖程度。能源输出国会关注稳定的买方市场所带来的“经济利益”。如美国作为能源进口国,总是试图控制全球能源的生产与供应,并对所谓敌人或潜在对手的能源供应形成制约;俄罗斯作为能源出口国,把能源作为重振大国雄风的

重要武器,谋求在地区或全球能源安全体系中发挥更重要作用;一些受到美国制裁的能源出口国,则把能源外交作为摆脱孤立、拓展外交空间的重要武器。

能源问题几乎涉及所有世界大国和地缘战略重要的国家和地区,涉及复杂的地缘政治、经济和战略关系。在某些方面,能源对经济发展所产生的约束已经超过了资金的约束度,因此绝对不能简单地认为能源只涉及市场经济问题。同时,能源问题还会时常影响国与国之间的关系,由此引发一系列地区冲突,迫使各国更加重视自身能源安全,少数国家不惜动用经济制裁或军事手段予以调解。国家外交配合能源战略,成为理所当然的选择,能源战略随之发生重要转变,其地位得到空前提升。美国学者迈克尔·克拉雷指出,21世纪的战争将不是围绕意识形态,而是围绕资源进行的,各国将为控制日渐减少的重要资源而战斗,能源将成为各国在制定对外政策和处理外交关系中必须认真考虑的重要因素。





能源的分类与转换

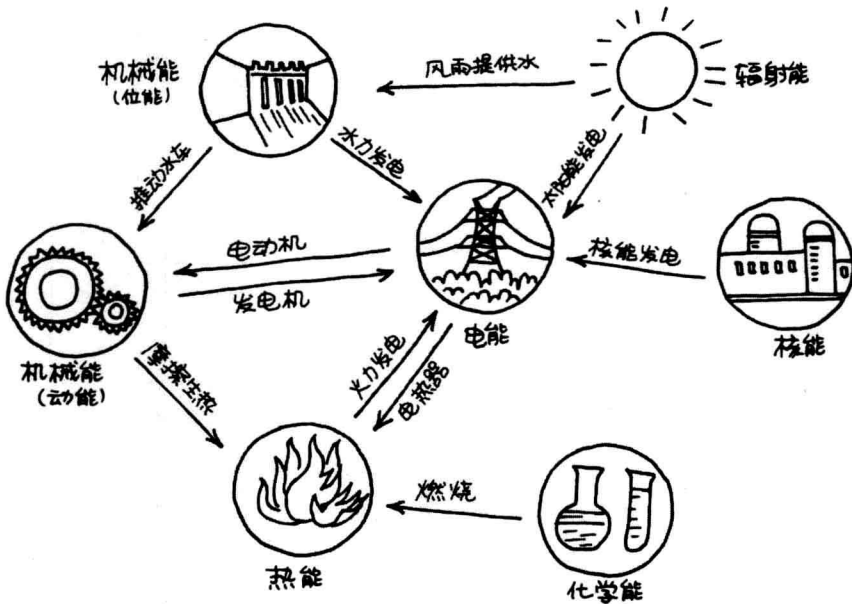
能源的种类很多,例如煤炭、石油、天然气、生物质能、核能等,这些都是我们熟知的能源。此外,大自然中的风、太阳、海洋、潮汐、地震等也包含着巨大的能量。能源有多种分类方法,最常用的是按其形成和来源进行分类,可以分成一次能源和二次能源。一次能源是指以现存形式存在于自然界,而不改变其基本形态的天然能源,例如柴草、煤炭、原油、天然气、核燃料、水力、风力、太阳能、地热能、海洋能等;二次能源是指需要经过加工转换过程,从一次能源直接或间接转化来的能源,例如蒸汽、焦炭、洗精煤、煤气、电力、汽油、煤油、柴油、氢能等。二次能源比一次能源具有更高的终端利用效率,使用时更方便、更清洁。

按开发利用状况进行分类,可以分成常规能源和新能源。常规能源又称传统能源(conventional energy),是指已经大规模生产和广泛利用的能源,如煤炭、石油、天然气等。与常规能源相比,新能源受到的关注度更高。所谓新能源是指在新技术基础上,能够开发与利用的能源。与常规能源相比,新能源使用量较小,尚未形成规模效应,如核能、太阳能、风能、海洋能、地热能、氢能等。这里需要指出的是,常规能源与新能源的划分是相对的。以核能为例,在20世纪50年代核能刚开始被使用时,它被认为是一种新能源。到了80年代,一些国家已经把它列为常规能源了。虽然燃料电池的发明比内燃机的发明还早30多年,但是由于其所用燃料——氢能的发展比较慢,因此目前的燃料电池还属于新能源,而石油则已经演变成常规能源了。

能源的分类还有其他多种方法:按照能源是否能再生又可以分为可再生能源和不可再生能源。可再生能源就是指在生态循环中能不断再生的能源,它不会随着本身的转化或人类的利用而减少,具有天然自我恢复功能,例如风能、水能、海洋能、地热能、太阳能、生物质能等。矿物燃料和核燃料则难以再生,它们会随着人类的使用而越来越少,因而它们被称为不可再生

能源。能源还可以分为商品能源和非商品能源。商品能源是指能够进入能源市场作为商品销售的能源，例如煤炭、石油、天然气和电能等，国际上的能源统计均限于商品能源。非商品能源主要指薪柴和农作物残余(秸秆等)。另外，能源还可以分为燃料能源和非燃料能源。燃料能源是指可用于直接燃烧发出能量的物质，例如煤、油、气、柴草等，非燃料能源是指不可用于直接燃烧的能源，例如水能、风能、电能等。

能源可以转换成人类所需要的能量，能量又以热能、电能、机械能、化学能等多种形式出现，可以从一种形式转换为另一种形式，或者从一个物体转移到另一个物体。例如，天然气燃烧可以产生热能，热能可以让水变成水蒸气，水蒸气又能推动汽轮机转动，又进一步转换成机械能；水的势能推动水轮机转动，带动发电机工作产生电能。我们将有效转换的份额称为能源转换效率，比如烧开 1 千克水所消耗的燃料热值为 200 千卡(约 837 千焦)，而水在烧开过程中实际吸收的热量只有 336 千焦，则能源转换效率为 40%，另外一部分热量被空气吸收了。





能源的统计方法

由于能源品种很多(多达上百种),各种能源的形态(气态、固态、液态)和计量单位(吨、千克、立方米)也不一样,因此不同的计量单位无法直接叠加。为了便于能源品种之间的统计、对比与分析,需要进行数量折算。人们通常在传统的能源度量单位后简单地乘以一个系数,使之转换成标准计量值,我们将这个系数称为燃料折标系数,该系数还可以细分为电力、原煤、天然气以及蒸汽、水的折标系数。计算燃料折标系数主要有两种方法,即当量值和等价值方法。严格地讲,燃料折标系数应该按照燃料实际热值测试结果进行计算,在无实测数据时,可以考虑选取国家或地方推荐的参考数据。

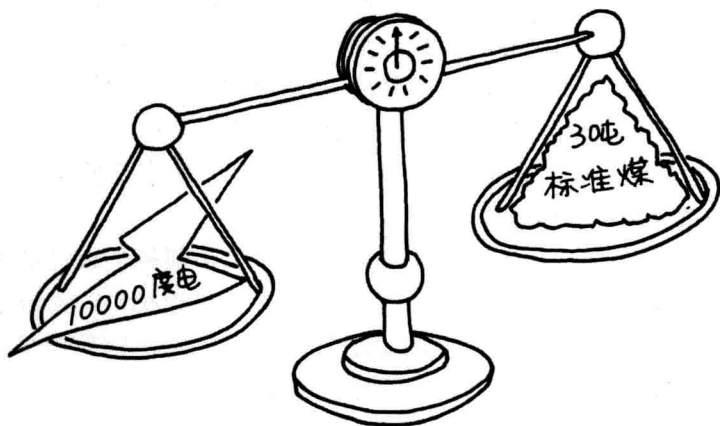
各种能源的参考折标系数

名称	单位	参考折标系数	名称	单位	参考折标系数
原煤	吨	0.7143	燃料油	吨	1.4286
洗精煤	吨	0.9000	液化石油气	吨	1.7143
天然气	万立方米	12.1430	电力	万千瓦时	3.0 (等价值)
原油	吨	1.4286	低压蒸汽	千克	0.0929
汽油	吨	1.4714	新鲜水	千吨	0.2571
柴油	吨	1.4571	压缩空气	立方米	0.0400

当量值表示能源本身所具有的热量,具有一定价值品位的某种能源,其当量热值是固定不变的。而等价值是指为了生产一个单位的能源产品(如汽油、柴油、电力、蒸汽等)或耗能工作介质(简称工质,如压缩空气、氧气、各种水等)过程中所消耗另外一种能源产品中所含热量。由于等价热值实质上除了当量热

值以外,还需考虑能源转换过程中的能量损失,因此等价热值是个变化量,它与能源加工和转换技术有关。随着技术水平的提高,等价值会不断降低,并趋向于二次能源所具有的能量。等价值可以采用下面的计算公式求得:等价热值=当量热值/转化效率。

工程上常用大卡作为热量单位,用来评价燃料的放热品质。1大卡相当于1千卡/千克(kcal/kg),表示1千克纯水温度升高或降低1℃,所吸收或放出的热量;也可解释成1千克燃料能使多少千克水升高1℃,说明这种燃料的热值是多少大卡。为了统计与使用方便,通常将煤炭、石油、天然气等换算成标准燃料来表示。该方法通常有两种类型,一种是标准煤(Standard Coal),另一种是标准油(Standard Oil)。所谓的标准煤是一种假想的煤种,又称煤当量(coal equivalent),具体定义是1千克标准煤的低位发热量为7000千卡热值(即29.307兆焦),其简单换算关系是1千克煤当量(1 kgce)=7000千卡/千克=29307千焦/千克。另外,按照标准油热值计算出的能源量,又被称为油当量(oil equivalent)。1千克油当量的热值相当于10000千卡,其简单换算关系是1千克油当量(1 kgoe)=10000千卡/千克=41868千焦/千克。由此算出1千克标准油相当于1.43千克标准煤。





能源的资源储量

每个国家都十分关心本国的能源储量问题,能源储量的多少与一个国家的资源状况密切相关,同时还会受到其他因素影响,例如能源年消耗量、消费结构以及开采利用技术水平等都会对其造成一定影响。能源储量是一个动态变化的数据,也不能简单地用“越来越小”来形容,但可以说成越用越少。在某个时期,能源储量可能会因为发现一个大型资源矿,造成探明储量发生变化,受其影响会使该国总探明储量出现短期上升的趋势。通常,在一定时期内,如果没有发现新的矿藏,则这个国家的能源储备会出现下降趋势。

随着全球进入石油时代,现代工业文明将我们带到人类文明的新高度。在新能源革命还未发生“量变”的条件下,当前人们普遍关注油气资源储备问题,石油变得越来越稀缺,石油价格反复动荡,给工业的发展带来了严峻的考验。人们普遍关心自己的汽车有没有汽油可加,希望石油价格不要产生大幅波动。而这些想象与油气储备有着最直接的关系,市场价格也会受到人们心理预期的影响。

在中国,探明储量是指矿产储量分类中的开采储量、设计储量与远景储量之和。在欧美各国,探明储量是指测定储量及推定储量的总和。探明储量一般作为衡量一个国家或能源企业拥有多少资源储备的一个象征,还可以细分为人均能源资源储量。我国能源资源储量的总体特点是总量尚可,人均不足。因此,国内的能源政策主要围绕开发和节约,其中开发主要包括矿藏勘探与国外能源采购。

可采储量是指经过详细勘探,在目前和预期的当地经济条件下,可用现有技术开采的储量。年消耗量是指某个国家或地区每年所消耗能源的总和,下面两个表中分别给出世界能源资源及消耗对照表及中国人均能源资源储量情况。

世界能源储量及消耗对照表(截至 2012 年)

种类	探明储量	可采储量	年消耗量	预计终结年代
石油	/	2300 亿吨	42 亿吨	2066 年
天然气	/	9×10^5 亿立方米	1.55×10^4 亿立方米	2070 年
煤	10 万亿吨	10000 亿吨	50 亿吨	2212 年
铀(核燃料)	490 万吨	/	/	2060 年

中国人均能源储量(截至 2012 年)

资源	煤	水力	石油	天然气
中国人均储量/世界(%)	40	31	6.6	1.5

前面提到的可采储量及预计终结年代只是一组简单的数据,通过简单的加减乘除运算即可得出结果,但其中的数字却蕴含着深刻的哲理,未来靠什么维持社会运转和人类的可持续发展?答案是肯定的:我们应该去了解能源,了解能源的使用过程,应该尝试改变我们的生活,应该为此做出不懈努力。

