

SUMMARY

SUMMARY

This book presents systematically an introduction to the basic situation of energy in china among which the features of energy supply and demand, the measures for solving energy problems, and the prospects of energy development in china are reviewed. The contents include: the history, present status and prospects of energy development in china, the strategy and policy of energy development, the energy resources, the conventional and renewable energy, the rural energy, energy conservation and environmental problems concerning energy production and consumption.

This book is edited based on multi-disciplinary and comprehensive studies organized by the China Energy Research Society, coauthored by nine experts with clear-cut on their view points, rich in materials, lucid in writings and also a large amount of pictures and graphs being attached. A complete background and basic data is provided for the research on China's energy problems.

It is suitable for energy specialists and university teachers and students as a reference book as well as suitable for common readers as an useful popular science book.

内 容 提 要

本书系统介绍了中国能源的基本情况,论述了中国能源供应和消费的特点,解决能源问题的对策,以及能源发展前景。内容包括:中国能源的历史、现状及展望,能源发展战略和政策,能源资源,常规能源和新能源,农村能源,节能,以及与能源生产和利用有关的环境问题。

本书以中国能源研究会组织的多学科、综合性研究工作的成果为基础,由九名专家集体撰写而成。本书观点鲜明,材料丰富,语言通俗,附有大量图表,为研究中国能源问题提供了比较完整的背景材料和基本数据。

本书可供广大能源工作者和中、高等学校师生参考,对一般读者亦是有益的科普读物。

本书由王庆一主编,各章编者为:第一章 王庆一;第二章 鲍云樵;第三章 卫代福;第四章 高寿柏;第五章 朱成章 鲍云樵;第六章 顾坚;第七章 屠云璋;第八章 孙洪铮;第九章 郭宝森。

中 国 能 源

王庆一 主编

责任编辑 郭历平

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 12 $\frac{1}{2}$ 字数 327 千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数00,001~3,170 册

ISBN 7-5024-0381-7

TK·2 定价 5.20 元

序

能源问题始终是全球性的重大问题，也是我国现代化建设面临的重大挑战。自党的十一届三中全会以来，能源问题受到党和政府的高度重视。1982年召开的中国共产党第十二次代表大会，把能源确定为经济社会发展的战略重点。第六个五年计划（1981~1985年）期间，由于采取了一系列正确的能源发展战略和政策措施，在加强能源建设方面作出了巨大努力，我国的能源生产和节约工作取得了出乎预料的好成绩。随着改革和开放的进一步深入，必将迎来一个光明的能源前景。

然而，我们也要清醒地看到：我国是一个拥有10亿人口的发展中国家，目前的能源资源、生产和消费，存在着劣质能源多、优质能源少，单位产值能耗高、人均能耗低这样的两重性。在今后相当长时期内，要保持较高的经济增长速度，不断提高人民生活水平，能源密集产业和交通运输必须有很大的发展；我们要靠世界7%的耕地改善占世界22%的人口食物供应，必须投入大量的能源实现农业现代化。因此，能源需求必将大幅度增长。可以说，我国现代化的前景，在很大程度上取决于能源的充足供应和有效利用。这无疑是一项十分艰巨的任务。

能源同每个人的生活息息相关。解决我国的能源问题，要靠政策和科学，更要靠广大干部和群众的积极参与。《中国能源》一书的出版，有助于人们了解我国的能源形势，获得所需的信息，开展能源领域的研究，从而推进我国能源事业的发展。

同时，中国在其现代化进程中面临的能源问题，受到世界普遍的关注。这本书可以为国际能源信息交流作出贡献。

这本书是由中国能源研究会的专家们集体撰写的。它反映了中国能源研究会的观点和风格。作者们力图从历史的观点、系统的观点和全球的观点来论述中国能源的状况，展望其发展前景；

以尊重科学、实事求是的态度来分析中国的能源问题；用丰富的资料和通俗流畅的语言来介绍中国能源事业的成就和经验。这就是这本书的特色。

这是第一部全面阐述中国能源现状和前景的专著。它为需要了解和研究中国能源问题的专业人员提供了比较完整的背景材料；对广大读者来说，也是值得一读的书。

我希望读者对这本书提出宝贵的意见，使它更加充实和完善。

林汉雄

一九八六年十月三十日于北京

目 录

序

第一章 能源是我国经济发展的战略重点	1
第一节 能源的概念和计量	1
第二节 人类利用能源的历史和未来	8
第三节 能源是四个现代化的重要物质基础	13
第四节 能源是我国经济和社会发展的战略重点	20
参考文献	30
第二章 中国能源的现状	32
第一节 中国能源事业的成就	32
第二节 中国能源供应与消费的特点	43
第三节 能源短缺及其影响	53
参考文献	55
第三章 煤炭	56
第一节 煤炭在我国经济中的重要地位	56
第二节 煤炭资源	60
第三节 煤炭生产和建设	70
第四节 煤炭洗选与加工利用	97
第五节 煤炭运输	117
第六节 我国煤炭工业发展前景	123
参考文献	124
第四章 石油和天然气	126
第一节 中国含油气盆地的特点和勘探状况	126
第二节 油田开发和采油工艺	141
第三节 天然气开发	153
第四节 石油加工	161
第五节 页岩油工业	171
第六节 石油消费和出口	172
参考文献	176
第五章 电力	177
第一节 电力必须超前经济发展	177

第二节 中国电力工业概况	184
第三节 火电	196
第四节 水电	211
第五节 核电	236
参考文献	245
第六章 新能源	246
第一节 中国开发利用新能源概况	246
第二节 太阳能	249
第三节 生物质能——沼气	259
第四节 风能	269
第五节 地热能	279
第六节 海洋能	287
参考文献	291
第七章 农村能源	293
第一节 中国农村能源消费现状	293
第二节 农村能源资源及其利用状况	295
第三节 中国农村能源建设的进展	301
第四节 农村节能	310
第五节 农村能源需求预测	313
第六节 解决农村能源问题的主要措施	315
参考文献	319
第八章 节能	320
第一节 节能的重要意义	320
第二节 节能工作的新阶段	325
第三节 我国能源利用现状	326
第四节 节能潜力分析	339
第五节 推动节能工作深入开展	346
参考文献	353
第九章 能源与环境	354
第一节 能源环境问题概述	354
第二节 中国能源环境问题的现状	367
第三节 能源环境对策	376
参考文献	384
附表 能源计量单位换算表	385

CONTENTS

Preface

Chapter I. Energy, the Strategic key Issue of Economic Development in China	1
1. Basic concept of energy and its measurement	1
2. The history and future of energy utilization by human being	8
3. Energy, the important physical foundation for Four-Modernizations	13
4. Energy, the key issue of economic and social development	20

Chapter II. The Present Situation of Energy in China	32
1. The achievements of energy undertakings in China	32
2. Features of energy supply and demand in China	43
3. The energy shortage and its impacts	53

Chapter III. Coal	56
1. The important role of coal on China's economy	56
2. Coal resources	60
3. Coal production and mine construction	70
4. Coal washing and processing	97
5. Coal transportation	117
6. Prospects of coal industry development	123

Chapter IV. Petroleum and Natural Gas	126
1. Features of petroleum and natural gas reservoirs and their exploration	126
2. Oil field development and exploitation technologies	141

3. Natural gas development	153
4. Petroleum processing	161
5. Shale oil industry in China	171
6. Petroleum consumption and export	172
Chapter V. Electric Power	177
1. The growth of electric power must exceed that of the economy	177
2. The present situation of power industry in China	184
3. The thermal power	196
4. The hydropower	211
5. The nuclear power	236
Chapter VI. The Renewable Energy	246
1. The present situation of renewable energy development in China	246
2. The solar energy	249
3. The biomass energy—biogas	259
4. The wind power	269
5. The ocean energy	279
6.	287
Chapter VII. Rural Energy	293
1. The present situation of rural energy consumption in China	293
2. Rural energy resources and its utilization	295
3. The progress of rural energy construction in China	301
4. Energy conservation in rural areas	310
5. The forecast of rural energy demand	313
6. The key measures for solving energy problems in rural areas	315
Chapter VIII. Energy Conservation	320
1. The important significance of energy conservation	320

2. A new stage of energy conservation	325
3. Present status of energy utilization in China	326
4. Analysis of the potential in energy conservation	339
5. To promote further development of energy conserva- tion	346
Chapter IX. Energy and Environment	354
1. An overview of energy—environmental problems	354
2. Present situation of energy—environmental problems in China	367
3. The protective measures for energy—environmental- problems	376
Annex: Conversion table of energy unit	385

第一章 能源是我国经济发展的战略重点

第一节 能源的概念和计量

一、能源的概念和分类

(一) 能源的基本概念

中国(包括香港、澳门和台湾省)现在流行的“能源”(Energy)一词,可理解为“能”、“能量”或“能量的来源”。

“能源”是一个很难简单定义的非常重要的概念。大英百科全书对能源的解释是:“能源是一个包括所有燃料、流水、阳光和风的术语,人类采用适当的转换手段,给人类自己提供所需的能量”。

借助于热力学第一和第二定律,可以了解能源的物理概念。热力学第一定律即能量守恒定律,它告诉我们,能量既不能创造,也不能消灭,它只能从一种形式转换成另一种或几种其他形式。热力学第二定律告诉我们,不可能把输入发动机的全部热量都转换成机械功。也就是说,能源的转换无论如何都会有损失,把这种损失当作浪费是错误的。

(二) 能源的特性^[1]

我们可以从能源在各个转换和使用之间的区别,来说明能源的特性。

1. 一次能源

一次能源是从自然界取得的未经加工的能源,如流过水坝的水能,采出的原煤、原油、天然气、天然铀矿等。能够直接用作终端能源(即通过用能设备供消费者使用的能源)是很少的。天然气是少数几种可作为终端能源使用的一次能源之一。

2. 二次能源

一次能源经过加工,转换得到的电力、各种石油制品、煤

气、焦炭等称为二次能源。大部分一次能源都转换成容易输送、分配和使用的二次能源，以适应消费者的需要。电力、燃气和区域供热等二次能源一般都形成供应网。

3. 终端能源

二次能源经过输送和分配，在各种设备中使用，即终端能源。终端能源最后变成有效能。能量实际上储存在产品中，或者用于服务，例如家庭供暖，乘飞机旅行等。能源所提供的服务，不仅是一种载体，而且是为了有效地利用其他资源，诸如劳力、资本尤其是技术的一种输入。这就是说，所谓节能或提高能源利用效率，实质上是靠资本、劳力或技术来减少某种服务所需要的能源。认识这一点是很重要的。

图1-1为 能源转换和使用阶段的特性。

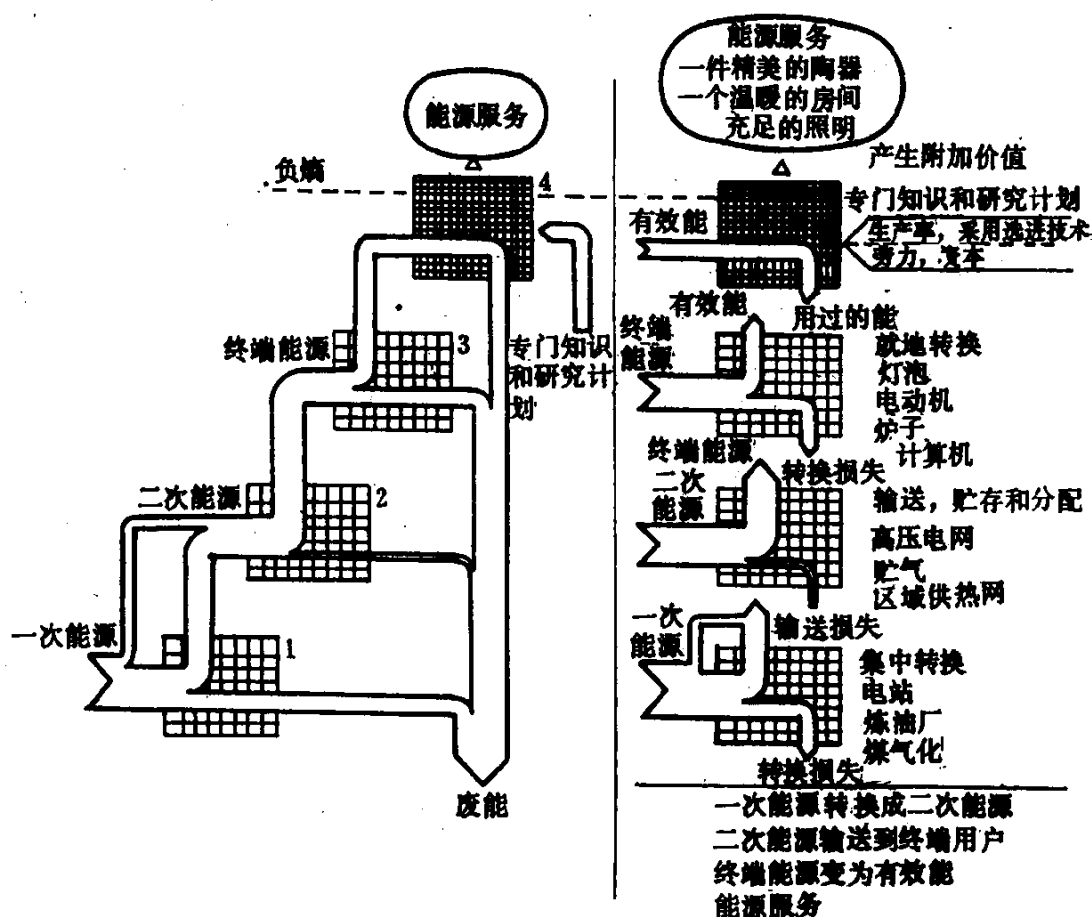


图 1-1 能源的转换和使用⁽¹⁾

(三) 能源的分类

1. 一次能源和二次能源

如上所述，按能源转换和利用的层次，能源可分为一次能源、二次能源和终端能源。

下面我们首先讨论一次能源。

赋存在自然界的能源，有三个初始来源，即阳光、地热能以及太阳系中行星的运行。图 1-2 是自然界的能流。

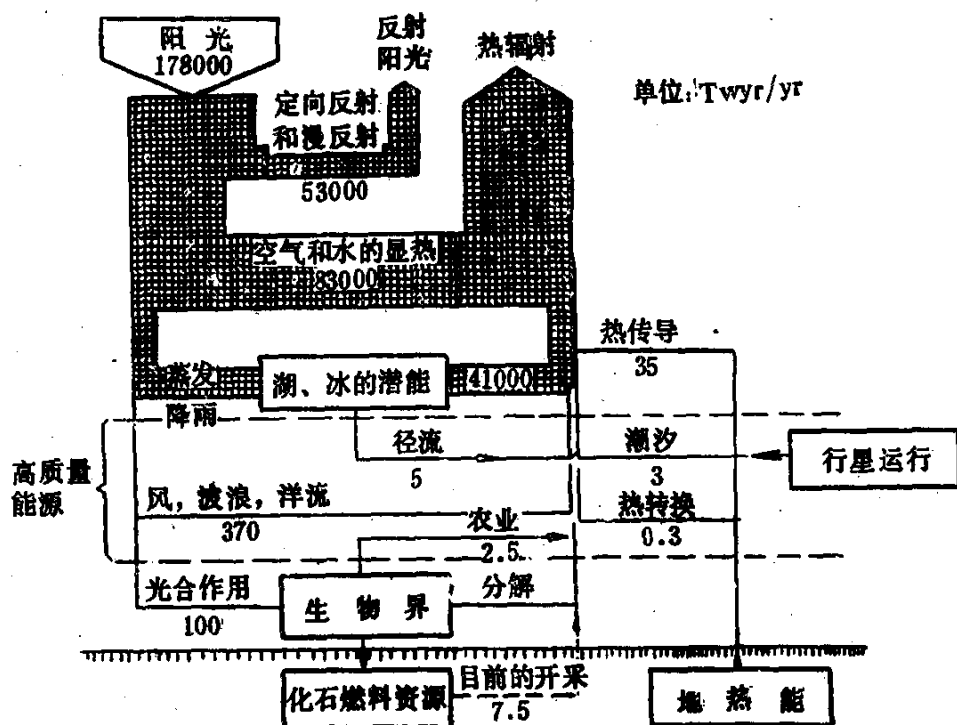


图 1-2 自然界的能流

第一种是来自太阳的能源。这是地球上最主要的能量来源。地球所截获的阳光总能流，每年达 178000 TWYr (太瓦年，1 太瓦年约等于 10 亿吨煤)。一部分太阳辐射在通过大气的途中被散射，一部分被吸收。进入地球的太阳辐射，约有 30% 经云层、尘粒和地面反射离开地球，约 70% 被吸收。吸收的辐射能，有将近 83000 TWYr/Yr 形成空气和水的显热，41000 TWYr/Yr 则是海洋和潮湿地球表面蒸发的潜热。这些大气中的水汽的潜热，

是在冷凝时最后释放出来的。被吸收的太阳能最终以红外辐射的形式离开地球。

风能、水能、波浪能和洋流的动能，也来自太阳能。

太阳能通过光合作用变成的生物质能，每年约有 100TWYr 。这部分能量贮存在植物中，人类和动物直接消耗的食物约占其中的 1% 。

图1-3为太阳能的利用形式。

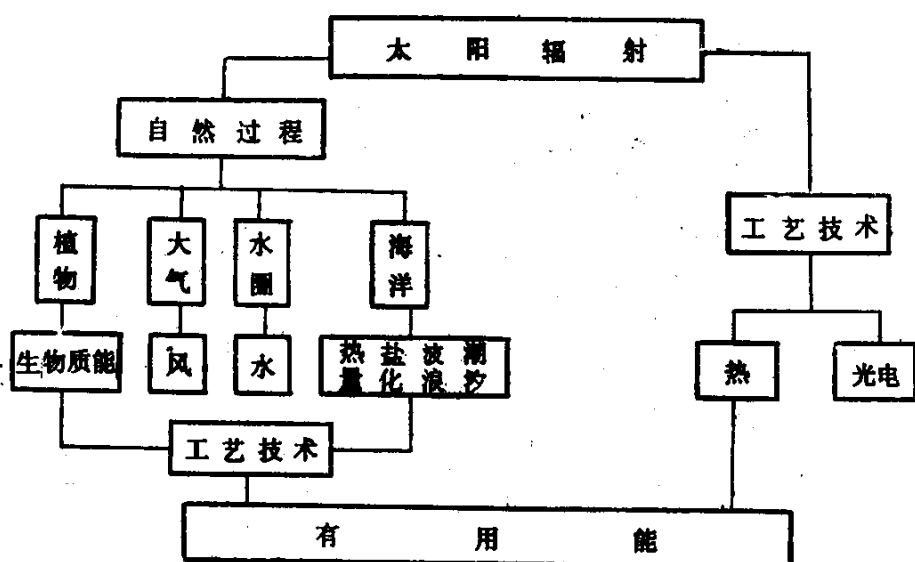


图 1-3 太阳能利用形式概念图

煤炭、石油、天然气等化石能源，是古代埋在地下的动植物在一定的地质条件下形成的，是间接来自太阳能的能源。

第二种初始能源是地热能，它有 35TWYr/Yr 通过热传导从地球基岩进入大气和海洋，其中只有 1% 来自火山或活动的地热田，通过对流作用产生高于周围环境的温差。

第三种初始能源来自太阳系行星的运行，海水涨落产生的潮汐能，约有 3TWYr/Yr ，其中技术上可开发利用的只有 0.04TWYr/Yr 。

2. 可再生能源和非再生能源

可供人们取之不尽的一次能源称为可再生能源，其范围很

广，包括太阳能、生物质能、水能、风能、波浪、洋流和潮汐能，以及海洋表面与深层之间的热循环，地球内部流向地面的地热，等等。核裂变增殖反应堆和核聚变反应堆也可算作可再生能源。

煤炭、石油、天然气等化石能源，是不能再生的，所以叫做非再生能源。

3. 新能源与传统能源

新能源一般是指在新技术基础上加以开发利用的太阳能、生物质能、风能、地热能、潮汐能、海洋热能以及洋流和波浪能等可再生能源。已经广泛利用的煤炭、石油、天然气、水能等能源，称为传统能源或常规能源。

4. 商品能源与非商品能源

商品能源是指经过流通环节大量消费的能源，目前一次商品能源主要有煤炭、石油、天然气、水电和核电等。非商品能源是指薪柴、秸秆等农业废料、人畜粪便等就地利用的能源。非商品能源在发展中国家的能源供应中占有很大的比重。

二、能源的计量^[2]

能源的计量是一个复杂的问题，因为能量有多种表示方法和计量单位，这就造成了统计上的困难，在进行国际间的比较时问题更为突出。

(一) 表示方法

能源可用以下三种形式来表示：

(1) 按照物质的量来表示。例如煤的吨数，天然气的立方米数。

(2) 用热量单位来表示。

(3) 用能源的当量值表示。例如水电和核电通常都采用化石燃料电站生产同样数量的电力所需的等效能量值来表示。

如果仅仅统计各种能源的量，就不知道它们的等效能量究竟是多少，而一吨硬煤和一吨褐煤的能量可能相差一倍甚至两倍以上；同时，也不能把各种燃料加在一起得到一个总量。因此，需

要用热量单位或能源的当量值来表示。

然而，尽管能量单位已有严格定义并得到国际公认，但在进行国际间的比较时，仍会引起误解或造成错误的印象。其原因首先在于，具有同样热值的能源，其使用效果却不同。例如，假若有两个国家的一次能源总消费量相同，但一个国家石油占70%，另一个国家煤炭占70%，那么显然前者的能源利用效率高于后者。而且，由此而派生出来的统计指标，如人均能耗或单位产值能耗等，也容易使人产生误解。

第二个原因是，能源系统的范围不同。例如，假设两个国家终端能源总消费量相同，其中一个国家完全依靠国产能源，需要开发地下能源资源，并进行加工、转换；另一个国家则完全依靠进口能源，这些能源全部在国外开采，而且有的已进行过一定的加工处理，诸如洗精煤、石油制品、液化天然气等。这样，两国的一次能源消费量就会有明显的差异，因为能源开采和加工过程消耗的能源是很多的。

实际上，在把中国的单位产值能耗与日本进行比较时，就能源消费量而言，基本上就是上述能源系统的范围不同这种情况。

（二）计量单位

1. 能量的计量单位

能量的计量有多种单位，具有确切定义和当量值的单位主要有以下四个：

（1）焦耳（J）。这是国际公认的，也是《中华人民共和国法定计量单位》规定的表示能量、功和热的基本单位，定义为1牛顿的力作用于质点，使它沿力的方向移动1米距离所做的功，或者1安培电流通过1欧姆电阻1秒钟所消耗的电能。

（2）千瓦小时（kW·h）。

（3）卡（cal）。卡的定义是：1克纯水在标准气压下，温度升高1摄氏度所需的热量。

（4）英热单位（BTU）。定义为1磅水升高1华氏度所需的热量。

按照《中华人民共和国法定计量单位》的规定, J 和 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 是许用单位, cal 和 BTU 是不允许使用的单位 (从1986年起)。

以上四种单位可以相互换算, 见表 1-1。

表 1-1 能量单位换算

换算成	GJ (10^9 焦耳)	$\text{kW} \cdot \text{h}$ (千瓦小时)	kcal (千卡)	BTU (英热单位)
GJ	1	277.77	2.389×10^6	947.8×10^3
$\text{kW} \cdot \text{h}$	3.6×10^{-3}	1	860	3412
kcal	4.183×10^{-6}	1.17×10^{-3}	1	3.968
BTU	1.055×10^{-6}	2.93×10^{-4}	0.252	1

2. 煤当量或油当量

许多国家或一些国际组织采用煤当量或油当量作为各种能源的统一计量单位。我国用煤当量即标准煤作为能源的计量单位。

但煤当量或油当量没有国际公认的换算基数, 这给国际间的比较造成很大的困难。例如, 1t 原油的煤当量值, 中国和欧洲共同体按 1.43t 计算, 而联合国按 1.45t, 英国按 1.70t 计算。甚至 1kg 煤当量的热值也没有国际统一的规定, 中国、苏联、日本和西欧大陆国家按 29.3MJ (7000kcal) 计算, 而联合国则按 28.8 MJ (6880kcal), 英国按 25.5MJ (6100kcal) 计算。其间的差别相当可观, 其原因在于热值的计算方法不同, 一般是按低位发热量为 29.3MJ 的煤计算。燃料的热值是指在标准气压下燃烧产生的热量, 并且燃料和空气在开展燃烧时处于同样的标准温度下。大多数燃料的主要成分是碳和氢, 碳燃烧后变成二氧化碳, 氢燃烧后则变成水。因此燃烧产物主要是二氧化碳、水蒸气以及燃烧时供应空气中的氮, 并假定这些产物都回到常温。在计算总热值时, 假定水蒸气凝结成液体并释放出潜热。扣除潜热就是低发热量。英国的煤当量值, 是根据国内用作能源的煤的总的加权平均热值确定的。

总之, 煤当量迄今尚无统一的标准, 这是一个很难解决的问题。

题, 因为世界上不存在一种标准煤。

我国采用的煤当量(标准煤)的热值为 29.3MJ/kg (7000kcal/kg)。目前, 原煤换算成煤当量时, 按平均热值 20.9MJ/kg (5000kcal/kg) 计算, 换算系数为 0.714 ; 原油热值按 $10\,000\text{kcal/kg}$ 计算, 换算系数为 1.429 ; 天然气的热值按 9310kcal/m^3 计算, 换算系数为 1.33 。

3. 电力的计量单位

电力通常用 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 作计量单位。在能源统计中, 水电和核电算作一次能源。水电的计量, 一般都是按火电站当年生产 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 电实际消耗的燃料的平均煤当量值来计算, 经济合作与发展组织还乘以 0.74 的系数。联合国统计资料则按电的热功当量计算, $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 水电等于 3.6MJ (860cal), 换算成煤当量的系数是 0.123 。

核电换算成煤当量的方法与水电相同, 但这种计量方法不能反映核燃料的转换效率。

综上所述, 能源的计量和统计是一个复杂而又重要的问题。在实际工作中, 特别是在进行国际比较时, 必须充分考虑计算口径的差别。

第二节 人类利用能源的历史和未来

一、世界能源结构的两次大转变

自从原始人发现使用火的方法以来, 能源就成为人类社会发展的物质基础。大约在 $10000\sim 15000$ 年以前, 出现了农业社会, 人类开始进入能源时代。但是, 在此后漫长的年代里, 人类控制和使用能源的能力没有多大的变化。

十八世纪六十年代从英国开始的产业革命, 促使世界能源结构发生第一次大转变, 即从木柴转向煤炭。在英国, 1760 年开始用焦炭炼铁, 5 年以后发明了蒸汽机, 1825 年世界第一条铁路通车。蒸汽机的推广, 冶金工业的勃兴, 以及铁路和航运的发达, 无一不需要大量的煤炭。于是, 继英国之后, 美国、德国、法