

# 有色金属 工业企业 能源管理

徐念慈  
编

中南工业大学出版社

企业干部

岗位培训教材

565



## 前 言

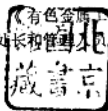
随着改革开放和经济建设的不断发展,企业管理干部培训工作已转向以岗位培训为重点的阶段。为配合企业开展干部岗位培训,进一步提高企业干部队伍的素质,以适应有色金属工业走向市场与转换经营机制的需要,我们组织编写了一套企业干部岗位培训教材。献给为振兴有色金属工业而辛勤工作的企业干部和管理人员。

这套企业干部岗位培训教材以中国有色金属工业总公司人事部、教育局、企业管理协会编写的《企业领导干部岗位规范岗位培训教学计划与大纲》为依据,以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导,以提高企业干部和管理人员的素质为宗旨,突出了干部岗位培训的特点。

这套教材由有色金属工业总公司所属高校富有教学经验的教授、副教授及讲师编写。作者本着理论与实际相结合的原则,力求结合有色金属工业企业实际,使之具有较强的针对性、实用性和科学性。

这套教材适用于企业干部和专业管理人员的岗位培训。各企业可根据本单位干部工作规范(标准)和培训大纲的具体要求对教材内容加以合理的取舍,使之更好地结合本企业的实际。

《有色金属工业企业能源管理》是这套教材之一,作为能源处处长和管理人员岗位培训教材,其主要内容是:能源概述,能



B

源管理基础知识，能源管理基础工作，能源预测与计划，能源利用及其经济分析，节能及其经济分析。

该书由中南工业大学徐念慈副教授编写。由有色长沙公司生产处高级工程师傅世叶审定。

本书在编写过程中得到中国科学院能源研究所《能源与环境》研究室主任刘学义副研究员以及有色金属工业系统部分大、中型企业的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，调查研究不够，加之编写经验不足，书中有不妥之处，恳请读者批评指正。

中国有色金属工业总公司职工教育教材编审办公室

一九九二年四月

# 目 录

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| <b>第一章 能源概述</b> .....       | ( 1 )   |
| 第一节 能源概念及其分类.....           | ( 1 )   |
| 第二节 能源发展梗概.....             | ( 5 )   |
| 第三节 能源与国民经济关系.....          | ( 10 )  |
| 第四节 我国能源现状与发展.....          | ( 16 )  |
| 第五节 能源与环境污染.....            | ( 32 )  |
| <b>第二章 能源管理基础知识</b> .....   | ( 43 )  |
| 第一节 燃料燃烧基本知识.....           | ( 43 )  |
| 第二节 热与传热基本知识.....           | ( 53 )  |
| 第三节 流体基本知识.....             | ( 67 )  |
| 第四节 电工基本知识.....             | ( 71 )  |
| 第五节 供水基本知识.....             | ( 76 )  |
| <b>第三章 能源管理基础工作</b> .....   | ( 80 )  |
| 第一节 企业能源管理内容.....           | ( 80 )  |
| 第二节 企业能源平衡.....             | ( 86 )  |
| 第三节 能源消耗定额.....             | ( 119 ) |
| 第四节 能源计量.....               | ( 124 ) |
| 第五节 能源统计.....               | ( 127 ) |
| <b>第四章 能源计划与预测</b> .....    | ( 144 ) |
| 第一节 能源计划与预测.....            | ( 144 ) |
| 第二节 能源计划的编制.....            | ( 151 ) |
| 第三节 能源计划执行与控制.....          | ( 160 ) |
| <b>第五章 能源利用及其经济分析</b> ..... | ( 164 ) |
| 第一节 能源合理利用概念及其原则.....       | ( 164 ) |

|             |                       |                |
|-------------|-----------------------|----------------|
| 第二节         | 能源有效利用和有效利用率分析·····   | ( 166 )        |
| 第三节         | 余能回收及其经济意义·····       | ( 172 )        |
| 第四节         | 余能回收实例与能源回收的注意事项····· | ( 176 )        |
| 第五节         | 提高能源利用率途径与措施·····     | ( 181 )        |
| <b>第六章</b>  | <b>节能及其经济分析·····</b>  | <b>( 184 )</b> |
| 第一节         | 节能的意义·····            | ( 184 )        |
| 第二节         | 节能效果计算·····           | ( 187 )        |
| 第三节         | 节能效果评价·····           | ( 195 )        |
| 第四节         | 节能途径与措施·····          | ( 213 )        |
| <b>参考文献</b> | ·····                 | <b>( 233 )</b> |

# 第一章 能源概述

## 第一节 能源概念及其分类

### 一、能源概念

能源这个词,过去人们对它议论很少,1973年西方资本主义国家发生能源危机以后,引起了世界各国人们的关注。有关能源概念的说法不尽一致,科学技术百科全书是这样定义的:“能源是可以从其获得热、光和动力之类能量的资源”。《大英百科全书》叙述为“能源是一个包含着所有燃料、流水、阳光和风的术语,人们用适当的转换手段,给人类自己提供所需的能量。”《日本百科全书》写为“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”。概括地说,能够提供某种形式能量的资源称为能源。

世界上的能源,有大家熟悉的柴草、煤炭、汽油、柴油、煤油等。除了这些以外,在自然界还存在着多种能源,像空中刮的风,河里流的水,涨落时的潮水,起伏的波浪,还有照射到地面的阳光,地下的地热和原子核反应时放射出来的原子核能等都是能源。同时,很多能源在一定条件下,人们利用它转换成所需要的各种形式的能,譬如煤炭,把它加热到一定温度,就和空气中的氧气结合,并放出大量的热。人们直接利用热来取暖、做饭,也可以用它来产生蒸汽,用蒸汽推动汽轮机,变成机械能。也可以用

汽轮机带动发电机，变成电能，然后把电送到工厂、农村、住户等，电再转换成机械能、光能或热能。

## 二、能源分类

世上能源种类很多，研究目的不同，分类方法也不同，一般有以下几种分类法。

1.按能源来源分类 按能源来源，能源可分为三大类：地球本身固有的能源，来自地球以外天体的能源，地球与其它天体之间相互作用产生的能源。

(1)地球本身固有的能源。它是指地球形成过程中，地球本身具有的热量以及组成地球某些元素所具有的能量，主要指地热和核能。

**地热能** 地壳内部是一个热源库，越向深处，温度越高。据科学测定，每向下1km，温度升高20~30℃，到地球中心可达6000℃。整个地球平均温度达2000℃左右。当然地热分布并不均衡，有的地方多，有的地方少。地热多的地方称为地热田。地热田表现为三种形式：

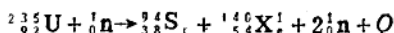
①地下蒸汽。地热田能够产生100℃以上水蒸汽，蒸汽可以直接利用，也可以通过低沸点有机介质加以利用。

②地下热水。这类地热田很多，可以通过低沸点有机介质加以利用。

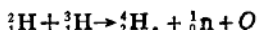
③干热岩石。可以通过水等介质将热量带出来供人们利用。

地热能的蕴藏量很丰富，据估算，其总储量相当于煤炭储量的1.7亿倍。仅距地表10km内含热量，即为煤炭储量的一千倍。每年散发到地球表面的热量就相当于 $370 \times 10^8 \text{t}$ 标准煤所蕴藏的热量。

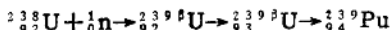
**原子(核)能** 地球上某些元素在原子核发生变化时会释放出大量能量。例如下列反应：



铀-235被中子轰击分裂成锶和氙，同时生成两个中子并释放大热量。1kg铀-235裂变时能释放出 $686635 \times 10^6 \text{J}$ 热量（相当于2340t标准煤），氙与锶可以聚合成氙，同时产生中子和释放大热量。



氘氚混合物聚变反应后释放能量为 $3.39 \times 10^{11} \text{J/kg}$ （相当于11571t标准煤）。我国已探明铀的经济可采储量约 $98 \times 10^4 \text{t}$ ，折合标准煤约 $2000 \times 10^8 \text{t}$ 。如果利用核的转换与增殖，将铀-238变成钚-239，如下式：



这样，核裂变燃料我国可用2000年。核聚变材料来源于海水，可认为是人类取之不尽，用之不竭的能源。

（2）来自地球以外的天体能源，这里主要是指太阳能。太阳每年照射到地球表面上的能量约120万亿kW，相当于目前世界消耗能源的二万倍。太阳能早已被人们利用。一种是利用太阳能作为低温热源，不经聚焦而获得热量；另一种则是将太阳能聚焦而作为高温能源；再一种利用光电效应发电。除上述外，目前人类利用的能源中，绝大部分和太阳能有关。太阳能被绿色植物吸收，经光合作用，成为生物质，目前全世界生物质每年产生 $1720 \times 10^8 \text{t}$ （干重），其积蓄能量相当于现在世界消耗能源的30倍。地球上若干生物质（杂草、秸秆、人畜粪便等）在一定条件下经细菌作用生成沼气，沼气是适合于农村使用的能源。地面上的生物质沉积到一定厚度，未遭到氧化，并且很快被埋复在地下一定深度，经过厌氧细菌的生物地球化学转化及地压地温条件下的催化变成煤炭、油页岩、石油、天然气。因此，煤炭、石油、天然气等是间接储藏的太阳能，是人类目前最广泛应用的能源。太阳能对地球表面空气加热，由于其加热速率不同，引起空气流

动，形成了风，风也具有很大的能量，总计约 $10 \times 10^8 \text{kW}$ 。太阳将地球表面的水加热，使其蒸发，变成云，降为雨，汇成江河，江河的水蕴藏着大量的能量，称为水能。

由于太阳能作用，使海洋蕴藏着大量的能：波浪能——海洋里每八秒钟左右就会产生一个1.5m高的波浪，估算每米海域有 $10 \text{kW}$ 的功率，全世界约有 $27 \times 10^8 \text{kW}$ 的功率；海洋温差能——海洋表面上的海水和深处海水温度是不同的，在赤道南北回归线之间2000km宽的海域里，离海面750m到1000m深的海水比海面海水温度低 $15 \sim 20^\circ\text{C}$ ，若利用此温差，每隔15km建一电站，可获得 $500 \times 10^8 \text{kW}$ 的功率；浓度差能——在江河入海处，由于淡水与海水比重不同，淡水与海水之间产生渗透压，有人估计每 $\text{m}^3$ 淡水入海，产生功率 $22 \text{kW}$ ，世界各地总计可以获得 $26 \times 10^8 \text{kW}$ 的功率。

(3) 地球与其他天体相互作用产生的能源，主要指地球与太阳、月亮之间的相互作用所形成的潮汐。在海湾、河口，利用涨潮、落潮推动水轮机发电，估计可利用功率达 $6 \times 10^{10} \text{W}$ 。

上述能源中，有些能源可以源源不断地产生出来，称为可再生能源，例如太阳能、风能、水能等。有些能源，短期不能再生，用一点就少一点，称为不可再生能源，例如铀、煤炭、石油、天然气等。

## 2. 按人类对能源的利用情况分类

(1) 常规能源——已被人类广泛利用，在人类生活和生产中起重要作用的能源。例如煤炭、石油、天然气和水力。

(2) 新能源——尚未被人类广泛利用，有待进一步发展的能源。例如原子能、太阳能、地热能等。

(3) “最新能源”——指上述二种以外的能源，近来学术界常把“节约的能源”称为最新能源，又称为“第五能源”（前四种能源指常规能源中的煤炭、石油、天然气和水力）。

### 3.按能源的生成方式分类

(1)天然能源——自然界中现成的未经人类加工、转化的能源。它又称为一次能源，例如煤炭、石油、天然气、太阳能、风能、水力等。

(2)人工能源——经过人类加工、转化成便于人类使用的能源。它又称为二次能源，例如电、蒸汽、柴油、汽油等。它们中间有些能源是经过几次加工、转化而成的，但不再叫做三次能源、四次能源了。

### 4.按能源载体性质分类

(1)“硬”能源——指能源载体是生物质的能源，如煤、石油、柴油、核燃料等。这些能源是由生物质形成的，并且其本身就是生物质，是一种可见实体，当代科学中有人称之为“硬”能源。

(2)“软”能源——相对于硬能源而言，其本身是非生物质载体的能源，如太阳能、风能、地热能、海洋能等，称之为“软”能源。

## 第二节 能源发展梗概

### 一、人类利用能源的发展简史

人类很早以前就利用了能源，例如，靠太阳取暖。但这种利用能源的“技术”并不比动物高明。直到人类学会了用“火”才实现了人类利用能源的第一次大突破。按中国古老传说是燧人氏教人“钻木取火”；按西方传说是火神普罗米修斯从主神那里盗来了火种，传到人间……。其实，最早的火种很可能是雷电引起的。人们利用草木燃料为能源，用以取暖、照明、烤食兽肉等。人类自觉地用“火”，用草木燃料这一能源，极大地推动了

人类的进化。人们熟食后，帮助了消化机能，促进了大脑的发展，提高了“劳动”的效率。从火的发现、利用到蒸汽机发明的漫长岁月中，人类一直以草木燃料为主要能源，辅以水力、风力和畜力，在能源利用方面没有新的突破。因此，这几千年，生产效率很低，人类社会进步不大。

直至18世纪（1785年）瓦特发明了蒸汽机，人类在能源利用方面才实现了第二次大突破，那就是大量使用煤炭等化石燃料。由于开动蒸汽机，需要大量燃料，人们感到薪柴不足，就大量采掘煤炭。煤炭的发热量高，使用方便，促进了蒸汽机的推广应用，形成了“蒸汽机时代”。生产力的发展，推动了社会的变革，引起了产业革命，推动了资本主义社会的发展，使人类进入机械化时代。19世纪（1881年）美国人爱迪生建成了世界上第一座发电站。随后电在各个领域里得到了广泛应用，电力逐渐取代蒸汽，使人类进入电气化时代，出现了人类利用能源的第三次突破。20世纪50年代和60年代，由于廉价石油、天然气的大规模开采，世界能源结构从以煤炭为主，转向以油、气为主，这促成了60年代西方经济的“黄金时代”。1973年与1950年相比，世界能源总消耗量增长两倍，而煤炭在能源消费构成的比重，从61%下降到32%，油、气从26.6%上升到66%。整个60年代，主要工业国家国民生产总值年平均增长4~5%，其中日本达到11~9%。1973年以后，由于中东战争，石油供应出现危机，主要工业国家经济普遍进入“低增长”时期，年增长率只有2%左右，日本也下降到5%。石油危行迫使人们寻求替代能源。核能虽已逐步被利用，但大量推广还存在不少问题，世界能源面临着一个新的挑战。从目前情况来看，新能源是太阳能、海洋能、氢能等，虽然资源丰富，但大量推广利用，也不是容易的，更不是近期的事。因此，有人认为，世界能源正陷入了一个“青黄不接”的“能源峡谷”时代。

## 二、我国能源发展概况

中国是世界上最早发现并利用煤炭、石油和天然气的国家。1973年辽宁新乐古文化遗址出土的一批煤精雕刻工艺品（煤精是一种质地细密的烛煤）说明，中国早在6800~7200年前的新石器时代，煤已被人们作为雕刻的材料。中国有文字记载的开采和利用煤炭的历史，可追溯到2500年前的春秋战国时代。13世纪的元代，意大利旅行家马可·波罗在中国看到煤燃烧时极感惊奇。他在《游记》中说，“中国到处都有一种黑石头，燃烧起来和木柴一样，火力旺盛而耐烧”。马可·波罗的这段叙述，说明他对煤是很陌生的，而那时我们的祖先用煤作燃料已有一千多年的历史了。东汉末年，煤的使用范围进一步扩大，如曹操建造的冰井台上有冰室，室内有数井，井深达十五丈，储藏着燃之难尽的石炭。魏晋南北朝时期，煤的开采和使用更加普遍，尤其是东北辽宁、抚顺地区，居民挖井时即能挖到煤，抚顺煤田就是在这时期发现的。北宋时，人们已发现多处大型煤矿，且掌握了一套科学采煤方法。当时，汴京（开封）居民生活已普遍使用煤。到明朝，煤已成为炼铁的主要燃料。著名的药物学家李时珍，已把煤作为一种医治疮疾的药物记入《本草纲目》中，并提出了煤气中毒的急救方法。可见，我国古代对煤的发现和使用时在世界上处于领先地位。

我国古代文献曾将石油称之为石漆、石液、猛火油等。古代较早发现石油的地方有陕西延安、甘肃酒泉以及新疆库车附近。北宋科学家沈括，在其科学名著《梦溪笔谈》中第一次提出了石油这一名称，并得出“此物后必大行于世”的科学论断。当今世界石油的广泛使用有力地证明了沈括预言的正确性。古代使用石油，除用作燃料和车辆的润滑剂外，更为普遍应用的是照明。直到6世纪，石油才开始用于军事，南北朝时突厥围攻酒泉，北周军队

用石油焚烧作为攻城器械，致使突厥大败。据1303年的《大元一统志》记载，当时人们已开始开掘油井。而西方国家直到19世纪50年代末期才开掘第一口油井。

我国古代将产生天然气的气井称为“火井”。《汉书·地理志》记载，“西河郡，汉武帝元朔四年置。鸿门，有天封苑，火井洞，火从地出也”，这说明当时已有气井。到了宋代，人们开始较大规模地利用天然气。明代科学家宋应星，在《天工开物》一书中还绘出了古代用天然气煮盐的生产情景，当时天然气开采的技术已相当先进。据记载，欧州使用天然气最早的国家是英国，但那是1668年的事，英国维多利亚时代的气灯比我国最早的气灯晚几个世纪。可以自豪地说，我国是世界上最先开凿天然气和利用天然气的国家。

石油能源的开发利用是人类文明的基础，我国在这方面曾对世界文明作出了重大贡献。

中华人民共和国成立初期，我国能源工业基础非常薄弱，原煤产量只有 $32 \times 10^6 \text{t}$ ，石油依靠进口，发电设备容量只有 $1850 \times 10^6 \text{W}$ 。能源技术十分落后。

建国四十多年来，我国能源工业得到了迅速发展。1953~1988年，能源工业基本建设投资累计达2947.8亿元（其中煤、油、电分别为861.4亿元，682.0亿元和1404.4亿元），占全国基本建设总投资的20.3%（其中煤、油、电分别占5.9%、4.7%和9.7%）。1988年初，能源工业固定资产原值达2493.5亿元，占全国工业部门固定资产原值总额的27.2%。1988年能源工业总产值为1520.2亿元，占全国工业总产值的8.4%。

目前，我国拥有世界第三大能源系统。1988年，一次能源总产量达 $958 \times 10^6 \text{t}$ 标准煤，比1949年增长39.1倍，平均每年增长9.1%，居世界的位次由第九位上升到第一位；原油产量从 $1.2 \times 10^5 \text{t}$ 增至 $137 \times 10^6 \text{t}$ ，平均每年增长19.8%，居世界的位次由第

二十七位上升到第六位；发电量由 $43 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 增至 $5450 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，平均每年增长13.2%，居世界的位次由第二十五位上升到第四位。

1963年以后，随着大庆、胜利等油田的开发，几乎完全依靠煤炭的单一能源结构状况开始发生变化。1952~1988年，煤炭占一次能源总产量的比重由96.7%下降到73.1%，油、气比重则由1.3%上升到22.4%。

近十年来，我国政府在不努力增加能源供应的同时，大力加强节能工作，从行政、立法、经济、技术等方面采取了一系列措施，励行节能取得了很大成效。1979~1988年，能源消费平均增长4.4%，而国民生产总值平均年增长8.6%，能源消费弹性系数为0.51。单位国民生产总值消耗能源量下降了25%。

我国的能源科技也有了长足的进步，特别是近十年来，能源科技能力和水平明显提高。目前，我国能够自己设计和建设年产 $3 \sim 5 \times 10^6 \text{ t}$ 煤大型矿井，年产千万吨级的露天煤矿，年处理能力 $4 \times 10^6 \text{ t}$ 的选煤厂，年加工能力 $5 \times 10^6 \text{ t}$ 的炼油厂，吉瓦级火电站和水电站，500kV超高压输电线路。这些在发展中国家是罕见的。

我国的一些单项能源技术已接近或达到世界先进水平，如断块构造油气藏勘探技术，大庆油田注水开发技术，煤矿特殊凿井技术，建筑物、水体和铁路下采煤技术，综合机械化采煤技术，大型水电站建设， $30 \times 10^4 \text{ kW}$ 、 $60 \times 10^4 \text{ kW}$ 火电机组建设运行，500kV超高压输电技术，以及小水电、农户沼气池、省柴节煤灶，流化床工业锅炉的推广应用等。

我国拥有比较雄厚的能源科技实力。仅产业部门和中国科学院系统的能源科研和设计人员就达十多万。此外，国防系统、高等学校和地方能源研究机构还有相当数量的研究人员。近年来，能源研究部门提供科学研究的现代化手段有很大进展，增加了不少先进的试验设备，建立了一批具有世界先进水平的测试中心。由

于党和国家的重视,我国能源工业、科学技术得到了迅速的发展。

### 第三节 能源与国民经济关系

#### 一、国民经济发展速度与能源消费增长速度成正比

在正常情况下,国民经济的发展速度始终和能源消费量的增长速度成正比关系。换句话说,国民经济的发展速度加快,能源消费量的增长速度也加快。如果能源消费量的增长速度慢,那么国民经济的发展速度也随之变慢。我们从世界范围来考察,1952年至1975年,主要工业发达国家中,日本的能源消费量增长最快,平均每年增长8.8%,它的国民生产总值增长也最快,平均每年增长8.7%;英国的能源消费量增长最慢,平均每年为1.1%,它的国民生产总值增长最慢,平均每年只有2.7%。就拿同一个国家来说,不同时期也是如此。日本60年代能源消费量增长速度最快,每年平均为12.2%,国民生产总值的增长速度也最快,每年平均为10.8%;70年代,由于能源危机,能源消费量增长最慢,每年平均只有3%,国民生产总值的增长速度也最慢,每年平均只有5.4%。我国的情况也是如此,第一个五年计划期间能源消费量的增长速度最快,平均每年增长14.5%,国民收入的增长速度也最快,平均每年为8.5%。<sup>\*</sup>

因此,无论哪一个国家,哪一个时期,要加快国民经济的发展,就必须保证能源消费量有相应的增长(见表1-1)。

#### 二、能源消费量与经济效果成正比

能源消费量的多少和国民经济效果的高低之间成正比关系。任何国家或地区,无论在什么时期,能量消费量多,一般来说,国民经济效果也一定高。能源消耗量少的话,国民经济效果也一

---

<sup>\*</sup> 国民经济发展的数值,我国是用国民收入表示,外国是用国民生产总值表示。

表1-1

不同国家和时期能源消费增长速度和国民经济  
增长速度之间的关系。

| 时 期       | 国 别  | 能源消费<br>量年平均<br>增长率<br>$\alpha_{\text{能}}(\%)$ | 电能消费<br>量年平均<br>增长率<br>$\alpha_{\text{电}}(\%)$ | 国民经济<br>年平均增<br>长率<br>$\alpha_{\text{经}}(\%)$ | 能源消费<br>增长系数<br>$B_{\text{能}} = \frac{\alpha_{\text{能}}}{\alpha_{\text{经}}}$ | 电能消费增长<br>系数<br>$B_{\text{电}} = \frac{\alpha_{\text{电}}}{\alpha_{\text{经}}}$ |
|-----------|------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1950—1975 | 日本 • | 8.8                                            | 10.1                                           | 8.7                                           | 1.01                                                                         | 1.16                                                                         |
| 1950—1975 | 苏联 • | 6.5                                            | 10.1                                           | 8.3                                           | 0.78                                                                         | 1.21                                                                         |
| 1950—1975 | 西德   | 4.0                                            | 8.0                                            | 5.4                                           | 0.74                                                                         | 1.47                                                                         |
| 1950—1975 | 法国   | 3.9                                            | 7.0                                            | 4.8                                           | 0.81                                                                         | 1.46                                                                         |
| 1950—1975 | 美国   | 2.9                                            | 6.8                                            | 3.3                                           | 0.88                                                                         | 2.05                                                                         |
| 1950—1975 | 英国   | 1.2                                            | 6.5                                            | 2.6                                           | 0.46                                                                         | 2.50                                                                         |
| 1950—1975 | 中国 • | 10.1                                           | 14.7                                           | 6.0                                           | 1.68                                                                         | 2.45                                                                         |
| 1952—1960 | 日本   | 8.3                                            | 10.6                                           | 8.3                                           | 1.00                                                                         | 1.28                                                                         |
| 1960—1970 | 日本   | 12.2                                           | 12.0                                           | 10.8                                          | 1.13                                                                         | 1.11                                                                         |
| 1970—1975 | 日本   | 3.0                                            | 6.0                                            | 5.4                                           | 0.56                                                                         | 1.11                                                                         |
| 1952—1957 | 日本   | 14.5                                           | 21.5                                           | 8.9                                           | 1.36                                                                         | 2.42                                                                         |
| 1957—1965 | 中国   | 8.8                                            | 14.5                                           | 3.2                                           | 2.75                                                                         | 4.53                                                                         |
| 1965—1970 | 中国   | 9.1                                            | 15.0                                           | 8.3                                           | 1.10                                                                         | 1.81                                                                         |
| 1970—1975 | 中国   | 9.1                                            | 11.0                                           | 5.5                                           | 1.65                                                                         | 2.00                                                                         |

定低。以1975年为例，在主要工业发达国家中，美国能源消费量最多，达 $23.5 \times 10^8 \text{t}$ 标准煤（下同），国民生产总值也最多，达15057亿美元。日本其次，西德第三，英国和法国能源消费量最少，国民生产总值也最少。按人口平均也类同，美国每人平均每年消费能源占世界第一位，为11t，每人平均国民生产总值也居世界前列，为7000多美元；英国每人平均消费能源为5.28t，每人平均国民生产总值为4000多美元。我国的情况是，每人每年平均消费能源大约0.78t（包括植物燃料在内），国民生产总值每人只有138美元。再以日本和我国不同时期为例，日本从1950~1975年每人平均能源消费量逐年增加，每人平均国民生产总值也逐年增

加；我国基本上也是如此（见表1-2）。

表1-2 不同国家和时期能源消费量和国民经济效果的关系。

| 时期   | 国别 | 能源消费量<br>(10 <sup>8</sup> t) | 电能消费量<br>(10 <sup>8</sup><br>kW·h) | 国民经济效果<br>(亿美元) | 人均能源消费量<br>(kg/人) | 人均电能消费量<br>(kW·h/人) | 人均国民经济效果<br>(美元/人) |
|------|----|------------------------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 1975 | 美国 | 23.50                        | 20009                              | 15057           | 11000             | 9370                | 7051               |
|      | 苏联 | 14.11                        | 10386                              | 8660            | 5546              | 4083                | 3404               |
|      | 日本 | 4.92                         | 4758                               | 4906            | 3600              | 4265                | 4397               |
|      | 西德 | 3.30                         | 3018                               | 4247            | 5524              | 5044                | 7098               |
|      | 法国 | 2.09                         | 1785                               | 3357            | 3957              | 3381                | 6359               |
|      | 英国 | 2.95                         | 2722                               | 2295            | 5230              | 4864                | 4101               |
|      | 中国 | 4.53<br>(7.18)               | 1958                               | 1270            | 490<br>(780)      | 213                 | 138                |
| 1950 | 日本 | 0.4597                       | 449                                | —               | 550               | 542                 | —                  |
| 1956 | 日本 | 0.6553                       | 652                                | 473(239)        | 740               | 732                 | 531(269)           |
| 1960 | 日本 | 0.9918                       | 1155                               | 709(431)        | 1170              | 1239                | 760(463)           |
| 1965 | 日本 | 1.7795                       | 1884                               | 1142(890)       | 1800              | 1905                | 1150(900)          |
| 1970 | 日本 | 3.4552                       | 3595                               | 1969(1969)      | 3310              | 3446                | 1887(1887)         |
| 1975 | 日本 | 4.0188                       | 4758                               | 2560(4906)      | 3600              | 4265                | 2295(4397)         |
| 1950 | 中国 | 0.32(1.93)                   | 46                                 | —               | 57(350)           | 83                  | —                  |
| 1955 | 中国 | 0.70(2.44)                   | 123                                | 340             | 113(397)          | 20                  | 53.3               |
| 1960 | 中国 | 3.02(4.76)                   | 594                                | 528             | 456(719)          | 90                  | 79.8               |
| 1965 | 中国 | 1.89(3.94)                   | 576                                | 524             | 260(543)          | 79.4                | 72.3               |
| 1970 | 中国 | 2.92(5.30)                   | 1159                               | 782             | 354(642)          | 140                 | 94.4               |
| 1975 | 中国 | 4.53(7.18)                   | 1958                               | 1021            | 490(780)          | 213                 | 111.0              |
| 1978 | 中国 | 5.69(8.44)                   | 2565                               | 1203            | 590(881)          | 267.3               | 125.0              |

- ①表中能源都折成标准煤计算。中国在括弧内的数字包括植物燃料在内。
- ②1975年栏中各国国民生产总值都用当年价格和美元比值计算，中国国民收入用1970年价格和1975年美元比值（1：1.97）计算。
- ③日本和中国各个时期国民生产总值和国民生产收入都以1970年为基础进行物价指数换算而得，美元比值均采用1970年数值，中国为1：2.4618（当年人民银行规定）日本栏中括弧内系当年实际数。