

普通高等教育机电类规划教材

企业能源管理

李金玉 郝玉福 主编

机械工业出版社

目 录

编者的话

第一章 能源概论	1
第一节 能源及其分类	1
第二节 工业能源与新能源	3
第三节 能源在国民经济中的地位及作用	6
第四节 我国的能源概况	9
第二章 能源的科学管理	18
第一节 加强能源管理的意义	18
第二节 能源管理的科学化	19
第三节 能源管理的机构与制度	23
第四节 能源规划	27
第五节 企业能源计划	33
第三章 工业企业的能源管理	37
第一节 企业能源管理的任务与内容	37
第二节 能源的供应	37
第三节 能源计量	42
第四节 能源统计	45
第五节 能耗定额的制订与考核	50
第四章 工程经济及其计算	53
第一节 投资、固定资产与流动资金	53
第二节 生产成本与盈利	57
第三节 工程经济的复利计算	61
第五章 能源方案的技术经济分析	68
第一节 技术经济分析的基本原理	68
第二节 能源方案的经济效益评价与分析	71
第三节 可行性研究	79
第四节 技术引进项目的技术经济分析	83
第六章 工业企业能量平衡	89
第一节 能量平衡原理	89
第二节 企业能量平衡	92
第三节 企业用能技术指标	94
第四节 电能平衡	95
第五节 能耗统计分析 with 能源审计	97
第六节 焓平衡分析简介	100
第七章 工业企业节能	103
第一节 节能潜力	103
第二节 节能量与节能率	105

第三节	全面节能管理与措施	107
第四节	节能的技术途径	113
第五节	工业蒸汽的有效利用	115
第六节	工业余热的回收利用	117
第八章	能源法规与能源标准化	122
第一节	能源法规	122
第二节	标准化与节能技术	124
第三节	能源标准化	128
第四节	能源国家标准	131
第五节	企业合理用能管理标准	133
参考文献		137

第一章 能源概论

第一节 能源及其分类

能源是指能够转换成各种形式能量（电能、机械能、热能、化学能、光能等）的物质资源。在自然界中已开发出来并被利用的能源资源以及经过加工或转换而得到能量的资源均称能源。

能源是社会发展的物质基础、任何生产活动和生活过程都离不开能源。能源问题是目前世界各国普遍重视的一个极为重要的大问题。我国当前能源紧张是制约我国经济发展和提高人民生活水平的一个重要因素，要保证国民经济以一定的速度向前发展，必须加强能源开发，大力节约能源消耗。

为了对能源进行规划、研究、开发和合理利用，可从不同的角度对能源进行分类。

一、按地球上能源的来源分类

1. 来自太阳的辐射能量

除了直接来自太阳的辐射能量之外，如煤炭、石油、天然气以及水能、风能、生物质能等都是间接来自太阳的辐射能量。

2. 来自地球内部的能量

例如，地热能、地震能、火山能以及放射性元素铀、钍等的核裂变能和氘、氚等的核聚变能。这些能源目前可以利用的主要是地下热水、地下蒸汽和各种核能。

3. 来自其他天体对地球的引力能量

例如潮汐能等。

二、按能源加工与否分类

1. 一次能源

在自然界中没有经过加工或转换的能源。例如，煤炭、石油、天然气、地热、核能、水能和风能等。

2. 二次能源

由一次能源经过加工或转换而得到的能源新产品。例如，电能、焦炭、煤气、蒸汽和各种石油制品等。

一般而言，二次能源比一次能源容易输送、分配和使用，能够更好地满足用户的需要。

三、按人类对能源科学技术的掌握程度分类

1. 常规能源

在各个不同历史时期和科学技术水平的基础上，已被人类广泛利用于生产和生活的能源，称为常规能源。或者说人类对能源科学技术的掌握程度已成熟，在经济上又合理的能源，称为常规能源。例如，煤炭、石油、天然气、生物质能、水能和电能等。

2. 新能源

目前,尚未得到广泛使用的各种能源,人类对这些能源,虽然在科学技术上还不成熟,在经济上也不够合理,这些能源在目前使用的能源中所占比例很小,但是,它们很有发展前途,今后将愈来愈重要,称这类能源为新能源。例如,太阳能、风能、地热能、氢能等。新能源是一个相对概念,现在的新能源将来可以发展为常规能源。例如,我国现在刚刚建设的核电站,其核能称为新能源,但是,在工业发达国家,除快中子反应堆和核聚变外,不少国家已把核能列为常规能源。今日的常规能源在过去也曾是新能源。

四、按一次能源能否再生分类

1. 再生能源

在自然界中,有一些能源可以循环再生,不会因长期使用而减少,称这类能源为再生能源。例如,太阳能和由太阳能转换而成的水能、风能和生物质能等。

2. 非再生能源

有一些能源在短期内不会重复产生,用一点就少一点,这些能源将随着人类不断地开发和使用终究要枯竭,称这类能源为非再生能源。例如,煤炭、石油、天然气等矿物能源。

五、按所使用能源对环境污染的程度分类

1. 清洁能源

对环境污染小或无污染的能源,称为清洁能源。例如,太阳能、水能和氢能等。

2. 非清洁能源(污染能源)

对环境污染严重的能源,称为非清洁能源。例如,煤炭、石油等。这种能源分类也是相对的,随着科学技术的进步,污染能源也可变成为清洁能源。

六、按所使用能源是否燃烧分类

1. 燃料能源

例如,矿物燃料能源(煤炭、石油、天然气等);生物质能源(秸秆、柴草、沼气等);化工燃料能源(甲醇、乙醇等);核燃料能源(铀、钍、钚、钚等)。

2. 非燃料能源

例如,太阳能、地热能、风能和热能等。

为了清楚起见,可将各种能源按分类方法归纳,如表1-1所示。

表1-1 能源分类表

常 规 能 源	燃 料 能 源	一 次 能 源		二 次 能 源	
		泥 煤 (化学能) 褐 煤 (化学能) 烟 煤 (化学能) 无 烟 煤 (化学能) 石 煤 (化学能) 油 页 岩 (化学能) 油 砂 (化学能) 原 油 (化学能、机械能) 天 然 气 (化学能、机械能) 生物燃料 (化学能)	煤气 (化学能) 焦炭 (化学能) 汽油 (化学能) 煤油 (化学能) 柴油 (化学能) 重油 (化学能) 液化石油气 (化学能) 丙烷 (化学能) 甲醇 (化学能) 酒精 (化学能) 苯胺 (化学能) 火药 (化学能)		

(续)

		一 次 能 源	二 次 能 源
常规能源	非燃料能源	水 能 (机械能)	电 (电能) 蒸汽 (热能、机械能) 热水 (热能) 余热 (热能、机械能)
新 能 源	燃料能源	核 燃 料 (核能)	沼气 (化学能) 氢 (化学能)
	非燃料能源	太阳能 (光能) 风 能 (机械能) 地热能 (热能、机械能) 潮汐能 (机械能) 海水热能 (热能) 海流、波浪动能 (机械能)	激 光 (光 能)

第二节 工业能源与新能源

一、工业能源

工业能源是指在工业锅炉、工业窑炉和发电燃烧设备上所使用的固体燃料 (以煤为主)、液体燃料 (以重油为主)、气体燃料 (天然气和煤气) 和电力四大类。我国是以煤为最主要的锅炉用燃料, 且提倡尽量燃用劣质煤, 燃用液体和气体燃料的工业锅炉、工业窑炉和电站锅炉只占很小部分, 使用电力的工业窑炉也受到限制。

1. 煤炭

煤炭是工业粮食, 黑色金子。它在我国是最主要的能源, 其中约有20%用于火力发电, 在冶金行业中所占的比例也不小。

煤是有机燃料, 其主要化学成分有: 碳、氢、氧、氮、硫等元素。其中碳和氢是主要的可燃元素, 碳在煤中占50%~90%。埋藏年代愈久的煤, 碳化程度愈高, 含碳量也愈多, 其发热量也愈大, 但是, 煤的着火和燃尽很困难。例如, 无烟煤含碳量高达90%以上, 而褐煤埋藏年代最短, 含碳量为50%~70%。碳完全燃烧时生成 CO_2 , 此时, 每千克碳放出热量为32866kJ。碳不完全燃烧时生成CO, 此时, 每千克碳放出热量仅为9270kJ。氢元素的发热量最高, 约为碳完全燃烧时放出热量的四倍。但是, 煤中氢的含量最少, 约为2%~19%, 随碳化程度的加深, 煤中的氢含量减少。硫在煤中分为两部分, 一部分含在硫酸盐 (硫酸钙、硫酸镁) 中, 它不能燃烧, 是灰的一部分; 另一部分是有机硫、可燃硫放热并生成 SO_2 、 SO_3 气体, 烟气中的这些气体能溶解于水变成 H_2SO_3 (亚硫酸) 和 H_2SO_4 (硫酸), 它们会使锅炉尾部低温受热而金属腐蚀及堵灰, 硫化物随烟气排放到大气中, 将会污染环境, 危及人体和农作物。

我国煤炭分类通常按可燃质挥发分 (衡量煤质是否易于燃烧的指标) 分为无烟煤、贫煤、烟煤和褐煤。无烟煤的挥发分最少, 难着火, 难燃尽, 而褐煤恰恰相反, 挥发分的含量最大, 易着火, 易燃尽。贫煤和烟煤介于两者之间。

为了提高燃料煤的质量,要采用洗选加工,增加品种,实行对路供应。洗选后煤的灰分由30%下降为10%,可减少运输损耗,提高燃料煤的热效率和动力设备的出力,还可减少环境污染和煤渣处理数量。洗选后的粉煤供应火力发电厂时,可以减少制粉设备的用电量。

2. 石油

作为动力用的液体燃料主要是重油和渣油,这些燃料是由原油(石油)在常压和一定温度下进行分馏,获得汽油、煤油、柴油后所剩下的残渣物。重油和渣油的碳氢含量较高,其发热量也较高(37600~42000kJ/kg)。硫的含量为0.5%~3%,燃用液体燃料硫分较高时,对锅炉尾部受热面的腐蚀、堵灰和环境污染影响较大。这些燃料的运输储存比煤方便,但是,这些燃料用在锅炉上受到限制。我国政策规定,只能在煤粉炉上用重油或重柴油作为点火用燃料或作为低负荷时助燃用燃料。

3. 天然气和煤气

天然气分为纯气田煤气和油田伴生煤气两类。其主要成分为碳氢化合物(C_nH_{2n}),是可燃物质,纯气田煤气含 CH_4 较多,其发热量也高,大约为35500~54000kJ/kg。这种燃料输送方便,易着火、易燃尽且含灰量少,是一种比较理想的动力燃料。

高炉煤气是炼铁炉的副产品,其主要可燃成分为CO,约占体积含量的20%~30%,发热量低, <4000kJ/kg。

发生炉煤气属人工造气,煤在空气不足的情况下燃烧生成CO和 H_2 可燃物质,其体积百分含量分别约占20%~30%和10%。发热量<6000kJ/kg。

炼焦煤气是炼焦炉的副产品,其主要可燃成分为 H_2 (50%~60%)、 CH_4 (20%),发热量较高(16700kJ/kg)。

4. 电力

电力生产主要有两种形式,即火力发电和水力发电。电能是高质量能源,它可以转换成机械能、热能、光能和化学能等。

电能可以实现远距离输送,通过变压器等设备的转换供用户使用,且使用方便、操作简单、无污染,是一种十分理想的能源。通常对一个国家电能的多少和利用程度,是用来衡量这个国家的科学技术水平的重要指标之一。

二、新能源

1. 太阳能

太阳是一个具有巨大能量的能源。太阳的直径为 1390×10^3 km,表面积为 6.078×10^{12} km²。在太阳内部不断地由氢经核聚变反应成为氦而产生巨大能量,且温度非常高,表面温度可达6000K,内部则达 20×10^6 K。太阳以辐射方式向外释放能量,通过计算,每年地球上获得的理论太阳辐射能总和为 5.45×10^{24} J/年,相当于 1.51×10^{18} kW·h/年的电能。这种巨大能量只有23%被地球所接收,而大部分未被利用。因为太阳辐射能分别被云层、大气和地球等,以长、短波形式通过反射、散射和辐射返回太空。到达地球表面的能量的大部分使地球表面的水蒸发成为蒸汽升至高空,水蒸气遇冷空气被凝结成雨或雪,落到地球表面则形成河流。由于水位落差而产生的势能,就称为水能。一部分照射空气,使大气层中的温度和压力不同,由此而引起密度差异促使空气流动,就形成了风能。同样,照射海水就形成波浪能。还有一部分照射植物,通过光合作用被植物吸收使其成长,这些植物经地球变迁,长久沉积在地下就构成了矿物燃料。例如:煤炭、石油、天然气等。人和动物所获得的食物能量也是来源于

太阳能。

(1) 太阳能的特点

1) 分散性 主要表现在能量密度低, 太阳常数为 $1353\text{W}/\text{m}^2$, 而一般核能的能量密度为 $10^8\text{kW}/\text{m}^2$ 量级, 因而, 若获得较大的太阳能, 需要相当大的集热器面积, 若要获得更高的能量密度, 则要采取聚光方式的集热器。

2) 间断性 由于气候的变化, 例如, 阴天下雨时, 地球表面基本得不到太阳的辐射能量, 若要连续利用太阳能, 必须要考虑能量的贮存。

3) 变化性 由于地球的自转、公转与轨道面之间存在的夹角, 而使地球上产生昼夜及季节性的变化, 这就使得太阳能成为一个变化的数值。为充分利用太阳能, 尤其是在高温利用时, 必须要考虑自动或人工跟踪问题。

综上所述, 聚光、贮存和跟踪是有效利用太阳能的三大主要科研课题。因此, 在理论和工程实践方面, 都需要加以研究和推广应用。

(2) 太阳能利用的主要方式

1) 太阳能的热利用 这种方式通过反射、吸收或其他方式将太阳辐射能收集起来, 使它转换成热能后加以利用。例如: 太阳灶、太阳能热水器、太阳房、太阳能温室等。

2) 太阳能光电利用 这种利用不通过热过程, 直接将太阳的光能变成电能加以利用, 故称此种方式为太阳能光伏发电。它有以下几种具体形式: 太阳能光伏发电、光感应发电、光化学发电, 光生物发电。

光伏发电是利用太阳能电池(光伏电池), 把照射到太阳电池的光直接变成电能输出。目前, 这种方式是太阳能光发电的主流。

光感应发电是利用某些有机高分子, 因吸收太阳光能后变成光极化偶分子的现象, 然后分别把积聚在光感应偶极子两端的正负电荷引出, 便可得到光电流。

光化学发电是利用光化学电池吸收太阳光源, 在电池的电极处发生电化学反应, 将光能直接变成电能输出。所谓光化学电池是由浸泡于电解质溶液中的两个不同材料的电极构成。光化学电池的效率已大于18%。

光生物发电是利用象叶绿素这样的植物细胞, 在光作用下产生生物电的现象, 称此为叶绿素电池。

2. 地热能

地热能是来自地球本身的能量。地球内部的平均温度为 2000°C , 地球的质量为 $6 \times 10^{24}\text{kg}$, 地球内部的比热容为 $1.045\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 所以整个地球内部约含 $1.25 \times 10^{28}\text{kJ}$ 的热量。由地球内部通过火山爆发、地震、温泉和热岩等途径, 以导热、对流和辐射等方式传到地面上来, 由地表向地心方向随深度增加温度也在上升, 地心的温度约为 $2000 \sim 5000^\circ\text{C}$ 之间。目前的技术水平能够较容易地利用自然出露的地下热水或蒸汽, 以及通过钻井等人工方法将地下热水或蒸汽引导上来加以利用。据估计, 在地下 3km 以内, 全世界可供开采的地热相当于 $2.9 \times 10^{12}\text{t}$ 标准煤产生的热量。

通常将地热能分成五种类型: 蒸汽型、热水型、地压型、干热岩型和岩浆型等。

3. 核能

核能一般分为两类, 分别以核裂变和核聚变的形式释放出巨大的能量。

核裂变是用中子去轰击铀 235 (U^{235}) 的重原子核, 它吸收一个中子后, 使 U^{235} 破裂成两

一个新原子核, 不仅释放出巨大的能量, 而且又产生 $2 \sim 3$ 个新中子, 然后再由新中子再去轰击其它 U^{235} , 如此循环不已, 即为链式裂变反应。一个 U^{235} 原子核裂变反应后, 总质量减少 0.2198amu (原子质量单位), 平均可以释放出 204MeV 的能量。这些能量主要以裂变碎片动能的形式转化为热能, 约为 167MeV , 其余的能量为各种射线的辐射能。

因 1g 铀含有 2.6×10^{21} 个铀原子核, 所以, 1g 铀全部裂变释放出来的热量相当于 $2.6 \times 10^{21} \times 167 \times 10^6 \text{eV/g} = 434.2 \times 10^{27} \text{eV/g} = 694.72 \times 10^5 \text{kJ/g}$, $1 \text{电子伏特 (eV)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{J}$, 1kg 标准煤完全燃烧时可以释放出 29260kJ 的热量, 两者比较可得, 1kg 铀全部裂变释放出来的能量相当于 $2.374 \times 10^3 \text{t}$ 标准煤完全燃烧所释放出来的能量。

核聚变是利用某些物质在外力作用下, 克服原子间的电磁排斥力而使两个原子核能够结合成一个, 并且释放出比原子核裂变还要大的能量。核聚变原料为重氢 (氘), 它以重水的形式存于海水中。据估计总数约有 $44 \times 10^6 \text{Mt}$, 相当于 $530 \times 10^{12} \text{Mt}$ 标准煤的能量, 按照目前估计可以得到的可用能量, 可供人类用 500 亿年左右, 若能有效地解决核聚变反应的控制问题, 人类所需要的能源, 将能够得到满足。

4. 潮汐能

潮汐能是地球与太阳、月球等星体的相对运动, 对地球的表面的水产生引力作用所致, 这种引力称为引潮力。在天体的引潮力中, 月球的引潮力最大, 它可使水面升高约 0.563m , 太阳的引潮力次之, 它可使水面升高约 0.246m , 水面的最大落差为 0.80m 左右, 但因地形条件等因素的影响, 实际的潮汐落差远大于这个数值, 我国杭州湾的潮汐落差最大可达 $8 \sim 9 \text{m}$, 据估算, 全世界可以利用的潮汐能约为 $1.0 \times 10^9 \text{kW}$ 左右。

5. 风能

在地球上风的能量相当大, 它既大于水能又大于固体燃料和液体燃料的能量总和。据估算, 全世界每年所燃烧的煤的能量只约有风力在一年内所提供能量的 $1/3000$ 。国际气象组织 (WMO) 指出风能的储量为 $3 \times 10^{17} \text{kW}$, 其可以利用的为 $2 \times 10^{10} \text{kW}$ 。

自 1973 年, 世界由于出现 “石油危机”, 不少工业发达国家, 都面临能源短缺的困境, 为此提出了能源多样化的思想。因而, 风能的研究和开发工作正在进行之中。随着科学技术的发展, 各种风力机得到应用, 百千瓦级的中型风力机在国外已商品化。到本世纪末, 有些国家的风力发电将占其总发电量的 $5\% \sim 10\%$ 左右, 风能将成为重要的补充能源。

第三节 能源在国民经济中的地位及作用

能源无论在过去、现在和将来都是一个十分引人注目的大问题, 它关系到整个国民经济的发展和人民生活水平的提高, 一个国家的能源工业愈发达, 它的经济实力就愈强。

一、能源是社会和经济的重要物质基础

1. 能源为工农业生产提供燃料和动力

任何工农业及产品的生产都离不开能源, 能源工业为产品的生产过程输送 “血液” 和提供 “粮食”。能源供应充足与否, 直接制约着工农业发展的速度。据国内外统计资料表明, 能源消耗量的增长与国民生产总值的增长基本成正比的关系。随着机械化、自动化水平的提高, 对能源需求量将更多, 尤其是建材行业等对国计民生有重大作用的基础工业, 更需消耗巨量的能源。

在产品生产过程中所需的能源,包括产品生产直接消耗掉的能量,还包括生产设备本身所必需的能源和辅助生产用能。以汽车厂为例,从铸造、锻造、冲压、机械加工到装配,整车出厂都需要消耗能源,还需消耗大量的生产辅助用能(如采暖和生活用能)。

2. 能源是化学工业等行业的原料

在化工产品中,例如:合成纤维、合成橡胶、塑料和氮肥等,都是以煤炭、石油和天然气等能源资源为原料加工制造出来的。由于科学技术的发展和新产品的开发,以能源作为原料的生产部门将会愈来愈多。

3. 能源是提高人民生活水平的重要保证

随着人类社会的进步和现代科学技术的发展,人民生活水平也在不断地提高。人民生活的现代化、自动化、电气化、人们的穿衣吃饭、交通运输、邮电通讯、文化娱乐等都离不开能源。例如:高层建筑中的电梯、城市煤气化、集中供热、现代化的交通运输工具(飞机、轮船、汽车),家庭用的电视机、电冰箱、电烤箱、热水器等,都离不开能源。

二、能源是和社会科学技术发展的必要条件

在人类社会发展的进程中,曾出现过几次重大技术革命。一般它都是以新能源的开发、利用以及相应的动力机械出现作为重要标志的。18世纪由于开发煤炭资源和发明了蒸汽机、以蒸汽代替了人力、畜力作为动力,引起了资本主义的产业革命,推动了社会生产力的发展;19世纪70年代,由于电力逐渐代替了蒸汽,第二次引起了社会经济的巨大变化,更加促进了社会向工业化方向发展;20世纪中期,石油、天然气的大量开发应用,使得能源结构由以煤炭为主转向以油、气为主,动力机械由蒸汽机转向内燃机,第三次引起了社会经济的新变革;第四次世界能源发展变革史是原子能问世,这种新型能源的开发利用推动了科学技术、空间技术等方面的飞速发展。人类利用能源的历史进入了一个崭新的阶段。

三、能源消费与国民经济增长的关系

对于国民经济各部门的生产过程,必须要有一定的投入。以前,人们对投入的概念是原料、劳动力和资金,通过实践人们已经逐渐认识到,投入还必须考虑燃料、动力等能源。否则,将出现目前常见的“保五停二”(保证一周五天供电力,两天停供电力)、“保四停三”等不利于生产现象,给企业带来很大的经济损失。随着科学技术的进步,现有的落后生产工艺需要改造、陈旧的设备必须更新,机械化、自动化、电气化的程度愈高,也将使劳动生产率愈高,消耗的能源亦愈多,所取得的经济效益亦愈大。

能源消耗与国民经济之间的关系,通常用能源消费弹性系数来表示。其定义为年平均能源消费量增长率与年平均国民经济增长率之比。即

$$\text{能源消费弹性系数} = \frac{\text{年平均能源消费量增长率}}{\text{年平均国民经济增长率}}$$

上述公式中,分子项的能源消费量指的是能源总消费量,应包括商品能源和非商品能源。分母项是表示一个国家国民经济发展的情况。一般而言,发达国家的能源总消费量中非商品能源所占比例很小,在统计中或计算能源消费弹性系数时,就只计及商品能源,并以国民生产总值来表示国民经济发展情况,而在发展中国家,如我国,是用工农业产值来表示国民经济发展情况的,在统计与计算能源消费弹性系数时,只计及商品能源就会带来很大的差别,因此,目前不同国家的能源消费弹性系数,在数值上是有区别的。

能源消费弹性系数大于1,概略表示能源消费增长速度比国民经济增长速度快,小于1

时,则反之。工业发达国家的能源消费弹性系数在0.8左右,随着高新技术的发展,该数值有下降趋势。对发展中国家,由于初期多发展耗能多的重工业,其能源消费弹性系数多在1以上,随着经济发展亦有下降趋势。

能源消费弹性系数是一个使用方便、综合性强的指标,通过对该数值的分析,可以找出能源消费增长和国民经济发展的一些规律,它常用于能源规划和能源需求预测中。

能源消费弹性系数与下列因素有关:

(1) 经济结构和产品结构 所谓经济结构是指轻重工业的比例,如1990年、1991年我国的轻重工业的比例分别为49.4/50.6, 48.9/51.1,由统计资料可得重工业单位产值能耗(万t/亿元)约为轻工业单位产值能耗的四倍,若增加轻工业的比重1%,就可以节约近500万t标准煤。

所谓产品结构是指节能型和费能型产品。如各部门中耗能少的产品比重增加,可以节省大量能源。

因此,调整好经济结构,发展第三产业,并大力开发节能产品,都会降低能源消费弹性系数。

(2) 经济、技术政策 1973年发生世界性的能源危机之后,许多国家都调整了经济、技术政策来缓解能源矛盾,例如:提高能源价格有利于耗能集中的工业(冶金、建材、化工等)大力推广节能技术,对开展节能工作给予补贴或贷款等经济政策,这些都能促使商品能源消费量减少,从而降低能源消费弹性系数。

(3) 能源有效利用程度 采用先进的能源转换设备、输送设备和使用设备,改变能源结构(提高油、气、电和原子能的比例),提高能源管理水平,大力开展节能工作等,都可降低能源消费弹性系数。

(4) 人民生活水平和人口增长速度 通常人民生活水平的提高是与国民经济发展水平相适应的。因此,对能源消费弹性系数的影响不大,但如果人民生活消费水平提高太快,可能会使能源消费弹性系数增大,反之,则会缩小。

人口增长速度过快,会增加能源的消耗量,因而,会使能源消费弹性系数增大。我国1980年至1991年能源消费弹性系数如表1-2所示。

表1-2 我国能源消费弹性系数

年 份	年平均能源消费量增长率(%)	年平均国民经济增长率(%)	能源消费弹性系数	年 份	年平均能源消费量增长率(%)	年平均国民经济增长率(%)	能源消费弹性系数
1980	2.9	6.4	0.45	1986	5.4	7.7	0.71
1981	-1.4	4.9		1987	7.2	10.2	0.70
1982	4.4	8.2	0.54	1988	7.3	11.3	0.65
1983	6.4	10.0	0.64	1989	4.2	3.7	1.14
1984	7.4	13.6	0.54	1990	1.8	5.1	0.36
1985	8.1	13.5	0.60	1991	3.6	7.6	0.48

由于以能源为原料的产品增多,加大了对能源的需求,也将影响能源消费弹性系数变动。

例如,工农业的迅速发展,对一些原材料工业(钢铁、木材、橡胶、有色金属等)的需

求,也日益增多。另外,随着科学技术的不断进步,一些以能源作为原料的科研成果和新产品(塑料、合成纤维、合成橡胶、化学肥料和农药)的问世,它们不但对工农业的发展和提高人民生活水平方面起到促进作用,而且还节省了许多宝贵的物质资源。使得有限的物质资源发挥了更大的作用,取得了更多的经济效益。今后,随着社会需求与科学技术的不断发展,将有更多的以能源为原料的新产品出现,它必将加大了对能源的需求并更大地提高经济效益。

在许多重工业部门(如黑色冶金、铁合金等行业),化学工业部门(如化肥、电石、硫酸等行业)以及交通运输部门等,许多企业都是“煤老虎”、“电老虎”、“油老虎”。这些行业和部门是国民经济的基础,对经济的发展起着重要作用,但也消耗了巨量的能源。它们中的一个企业每天所消耗的能源数量,几乎相当于一个大、中城市每天能源消耗量,甚至超过这个数量。我国60年代初建设的大企业,因设备陈旧、工艺落后、管理水平差,造成能耗过大,目前应抓紧设备更新,改造落后工艺和提高管理水平,大力开展节能工作。对70年代以前生产的汽车,应逐步加以淘汰,因为这些车辆百公里油耗太大,与同类型国外汽车相比,几乎高出一倍。对于耗能较大的部门应积极推广应用节能技术,节能设备,搞好节能工作,用有限的能源创造出更大的经济效益。

第四节 我国的能源概况

一、我国的能源资源

所谓能源资源是指一次能源的资源量。我国的煤炭、石油、天然气和水能等蕴藏量较多,在世界上属能源资源丰富国家之一,为了研究能源资源的蕴藏量,应先明确几个定义。

储量(总资源蕴藏) 储量是表示地质上证明有表征与特征显示的估计蕴藏量。它是由卫星探测经宏观分析得到的,无法确定含矿层的准确位置。

探明储量(可采储量) 探明储量是表示已经探明地层范围及确切蕴藏数量的资源。

经济可采储量(已知可采储量) 经济可采储量是指技术上可以开采,经济上又合理的那部分储量。

1. 煤炭

根据有关资料介绍,我国地下深1500m内的煤炭总资源量可达4万亿t。1991年勘察证实的探明储量为9015亿t,其中实测探明储量只占30%。在煤炭储量中,烟煤比例较大,约为70%,褐煤占14%左右。

我国煤炭资源分布虽较普遍,各大区、各省区几乎都有一定储量,但分布极不平衡。现有储量中约80%集中在华北和西北,其中华北约占全国的2/3,主要分布在山西和内蒙古,西北约占12%,西南约占11%,华东约占6.5%,而中南和东北,分别约占3.7%和3%。

各省区的开发条件差异较大。有些煤田的煤层稳定,地质结构简单,埋藏深度较浅,倾斜度较小,适于露天开采,主要集中在山西、内蒙古、新疆和云南等省。但适于露天开采的储量较少,约占总储量的7%,而且其中大部分为褐煤,约占70%。在能源短缺的情况下,应集中人力、物力和财力,加快开发建设这些条件较好、投资较少和见效较快的煤田。

根据统计资料,1988年生产1000万t以上的煤矿有:山西省的大同、阳泉、西山、晋城

和潞安煤矿；河北省的开滦、峰峰煤矿；黑龙江省的鹤岗、鸡西煤矿；安徽省的淮北煤矿；江苏省的徐州煤矿和辽宁省的阜新煤矿等十余个煤矿。

1991年全国原煤产量完成10.8428亿t（其中统配煤矿4.8060亿t、非统配煤矿6.0368亿t），较上年增加498万t，增长0.5%。

随着科学技术水平的不断提高及采掘设备的不断更新，1991年全国统配煤矿采煤机械化程度达到68.69%，其中：综采机械化程度达到37.56%，综掘机械化程度达到8.24%。

1991年全国煤炭实际出口量为2011万t，创汇7.51亿美元，过去我国仅限于大同、开滦、双鸭山、抚顺、阳泉等少数统配煤矿出口煤炭，为了扩大出口煤炭货源，国家近几年积极扶持地方煤矿出口，从1983年的236.4万t，发展到1991年的566万t，占全国出口量的28.1%。我国动力煤在亚洲及太平洋地区市场上有较强的竞争优势。

我国煤炭工业在国际交往与合作中得到很大发展。通过各种渠道，包括外国政府、国际金融机构、商业银行和民间的贷款，已利用外资达17亿美元。建设12个煤矿项目，年总生产能力为4920万t。我国不仅出口煤炭，而且一些煤矿设备和技术也已进入国际市场。如煤矿安全仪器，自动式液压支架和型煤生产线等设备已销往亚太地区、西欧和美国市场。随着铁路和港口设施的建设以及煤炭工业产品质量的提高，我国煤炭工业的产品出口与国际交往合作将有着极广阔的良好前景。

2. 石油

我国石油资源的多少，就要看沉积岩的分布情况，据探察，我国现有240个沉积岩盆地，总面积为550万km²，陆地和近海大陆架沉积岩盆地面积分别为420万km²和130万km²。据1987年全国油气资料评价得知，陆地和大陆架的石油总资源量为787.5亿t。陆地上石油资源主要集中在松辽盆地、渤海湾盆地、塔里木盆地、准葛尔盆地和柴达木盆地等。近海大陆架有：渤海、南黄海、东海、南海珠江口、莺歌海和北部湾等。

据统计资料，1988年年产300万t以上的油田有：黑龙江省的大庆油田、山东省的胜利油田、辽宁省的辽河油田、天津市的大港油田、河北省的任丘油田、河南省的中原、南阳油田、新疆的克拉玛依油田和吉林省的扶余油田等。

3. 天然气

天然气分为油系天然气和煤系天然气，随着石油、煤炭地质普查工作的发展，我国天然气的探明储量也相应地得到了很大增长。已探明的天然气储量，主要是油系天然气。根据资料：气田气主要集中在四川和贵州两省、渤海地区、中原地区、新疆塔里木盆地、青海的柴达木盆地。油田气是采油的伴生气，它分布在各大油田，例如：大庆油田、大港油田、胜利油田、辽河油田等。按照1987年完成的全国油气资料评价得知，全国天然气总资源量估计为33.3万亿m³，1988年天然气探明可采储量为0.922万亿m³。

根据研究我国各地煤系地层说明，每生成一吨褐煤、肥煤、瘦煤和无烟煤的过程中，能产生的甲烷气体分别为68、230、330、400多m³。这种甲烷气体就是煤系天然气。我国煤炭储量极为丰富，煤系天然气的储量也是可观的。

4. 水能

我国的水力资源是非常丰富的。据统计全国水力蕴藏为60510亿kW·h/年，相当于平均装机容量为69100万kW。可供开发的容量为0.378亿kW和可能开发的电能为1920亿kW·h/年，均居世界之冠。

水能是很宝贵的一次能源,它具有容量大、易调峰、无污染等特点。我国水力资源分布较广,主要集中在西部地区,其中西南地区约占70%,西北地区约占13%;其次是中南地区约占10%。适合于建设大型电站的水力资源也相对集中在西南地区(约占72%)。以长江水系为例,长江全长6300多km,其中金沙江全长2670km,占长江的42%,但其落差为4800m,占全部落差的95%。雅鲁藏布江的落差更大,具有很大的开发价值,但因地理位置处于边远地区,交通极不方便,加之当地消耗电能的工业不多,因此,未能得到开发。

我国1990年水力发电比重为20%,水力资源容量开发程度为9.5%,我国水能储量占世界的19.8%,水力发电量仅占5.2%。目前,世界上工业发达国家水力发电量比重较大。例如:美国、日本、法国、加拿大、挪威、瑞士和意大利等七国的水力资源占有量仅为世界的17.5%,水力发电量却占45%,可见我国水电工业是相当落后的。随着电力需求的急剧增长和水力资源开发程度的提高,在资金允许的条件下,应尽早开发水力资源,发展水电工业。对水力资源早开发早见效,多开发多收益。

我国在长江水系已建成葛州坝电站和其他正在施工的电站工程,装机容量达1500万kW,年发电量为750亿kW·h,这仅占整个长江水能资源的7.5%。在三峡水电站建成后,长江的水能利用率还将进一步得到提高。我国已吸取国外开发利用水力资源的经验,并结合我国的实际情况,确定了大力发展水电建设的方针。目前,正多方面筹集资金,加快水电开发利用的速度,争取尽早赶上世界先进水平。

5. 地热能

通过地质普查,地质勘探和科学研究,已对我国的地热资源有了初步了解。我国地热资源比较丰富,分布面广、潜力大。据统计,1980年全国共有3000余处地热点。高于150℃的高温地热田约为90余处,主要分布在西藏、川西、云南和台湾等地。其中西藏最多,为51处。我国已列为世界上高温地热田数量最多的国家之一。100℃以下的中、低温地热资源,遍及全国700多个地、市、县,其中以东部沿海各省居多,特别是天津、福州、北京等大城市的地热资源,开发利用的价值较大。

地热的资源温度是评价这种资源开发利用价值的重要指标之一,一般分为高温(>150℃)、中温(90~150℃)和低温(<90℃)。

据统计,我国有温泉总数约2362个,其中>60℃的有277个,总计天然放热量每日为 11.1×10^{18} kJ,折合成标准煤为 3.789×10^6 t。

我国西藏的地热资源是世界闻名的,西藏当雄县羊八井的地热资源极其丰富,面积达14.5km²,最高温度达172℃,一年中释放出的热量相当于 160×10^4 t标准煤完全燃烧时所放出的热量。地热发电潜力大于20万kW,1985年底已建成四台总装机容量为10万kW机组,并向拉萨市输送电力。

6. 核能

依据部分资料分析,我国目前的铀储量除军用外,可满足我国发展核电站的需要。我国正在建设两个核电站,广东省大亚湾核电站容量为 90×2 万kW,浙江省秦山核电站容量为 30×2 万kW,其中秦山核电站将于1994年建成发电,大亚湾核电站一期工程90万kW机组也将于1994年实现并网,不久,大亚湾核电站也将建成投产。

二、我国能源工业的发展

我国能源工业,建国初期基础非常薄弱,当时原煤产量只有3200万t,发电设备容量仅

为185kW，石油主要依靠进口，靠“洋油”过日子。经过40年的努力，我国能源工业得到了迅速的发展。能源工业基本建设投资占全国基本建设投资的20%左右，能源工业的总产值占全国工业总产值的9%左右。

我国煤炭产量（原煤），从1949年的0.320亿t到1991年的10.8428亿t，增长30余倍，产量由世界第九位上升到第一位。

我国的石油工业是能源工业的新秀。由于大庆油田的建成，摘掉了“贫油”的帽子，到1991年原油产量达到了1.395亿t，与建国初期相比，增长了1100余倍，现居世界第五位，1991年生产天然气152亿m³，我国炼油厂加工能力已达1.1亿t。

我国电力工业发展很快，到1991年发电量达到6700亿kW·h，居世界第四位。我国电力工业，目前，仍是以火电为主，约占73%。电力工业已进入了大机组、大电厂和大电网的新阶段。1987年第一台国产32万kW水轮发电机，在青海龙羊峡水电站放水运行；1988年建成葛洲坝水电站，装机容量为271.5万kW；1989年，国产60万kW火电机组，在安徽平圩电厂投产，标志着我国的火力发电技术迈上一个新台阶，大大缩短了和世界先进水平的差距。为了更清楚地看出我国能源工业的发展，请参阅表1-3。

表1-3 能源生产和消费总量及构成

年 份	能源生产总量 (万t标准煤)	占能源生产总量的百分率(%)				能源消费总量 (万t标准煤)	占能源消费总量的百分率(%)			
		原 煤	原 油	天 然 气	水 电		煤 炭	石 油	天 然 气	水 电
1949	2 374	96.3	0.7	—	3.0					
1950	3 174	96.8	0.9	—	2.3					
1951	3 903	97.0	1.1	—	1.9					
1952	4 871	96.7	1.3	—	2.0					
1953	5 192	96.3	1.7	—	2.0	5 411	94.3	3.8	—	1.8
1954	6 262	95.8	1.8	—	2.4	6 234	93.5	4.3	—	2.2
1955	7 295	95.9	1.9	—	2.2	6 968	92.9	4.9	—	2.1
1956	8 242	95.3	2.0	—	2.7	8 800	92.7	4.8	—	2.4
1957	9 861	94.9	2.1	0.1	2.9	9 644	92.3	4.6	0.1	3.0
1958	19 845	97.1	1.6	0.1	1.2	17 599	94.6	3.9	0.1	1.4
1959	27 161	97.0	2.0	0.1	0.9	23 826	94.7	4.1	0.1	1.1
1960	29 637	95.6	2.5	0.5	1.4	30 188	93.9	4.1	0.5	1.5
1961	21 224	93.5	3.6	0.9	2.0	20 390	91.3	5.5	0.9	2.3
1962	17 185	91.4	4.8	0.9	2.9	16 540	89.2	6.6	0.9	3.2
1963	17 009	91.1	5.4	0.8	2.7	15 567	88.9	7.2	0.8	3.1
1964	17 232	89.1	7.0	0.8	3.1	16 637	88.0	8.0	0.7	3.3
1965	18 824	88.0	8.6	0.8	2.6	18 901	86.5	10.3	0.9	2.7
1966	20 833	86.4	10.0	0.8	2.8	20 269	86.2	10.2	0.7	2.9
1967	17 494	84.1	11.3	1.1	3.5	18 328	84.8	10.9	0.8	3.5
1968	18 715	83.9	12.2	1.0	2.9	18 405	83.8	12.1	0.8	3.4
1969	23 104	82.2	13.5	1.1	3.2	22 730	81.9	13.8	0.8	3.5
1970	30 990	81.6	14.1	1.2	3.1	29 291	80.9	14.7	0.8	3.5
1971	35 289	79.3	16.0	1.4	3.3	34 496	79.2	16.0	1.4	3.4
1972	37 785	77.5	17.3	1.7	3.5	37 273	77.5	17.2	1.7	3.6
1973	40 013	74.4	19.2	2.0	4.4	39 109	74.8	18.6	2.0	4.6

(续)

年 份	能源生产 总量 (万 t 标准 煤)	占能源生产总量的百分率(%)				能源消费 总量 (万 t 标准 煤)	占能源消费总量的百分率(%)			
		原 煤	原 油	天 然 气	水 电		煤 炭	石 油	天 然 气	水 电
1974	41 626	70.8	22.3	2.4	4.5	40 144	72.1	20.7	2.5	4.7
1975	48 754	70.6	22.6	2.4	4.4	45 425	71.9	21.1	2.5	4.6
1976	50 340	68.5	24.7	2.7	4.1	47 831	69.9	23.0	2.8	4.3
1977	56 396	69.6	23.7	2.9	3.8	52 354	70.3	22.6	3.1	4.1
1978	62 770	70.3	23.7	2.9	3.1	57 144	70.7	22.7	3.2	3.4
1979	64 562	70.2	23.5	3.0	3.3	58 588	71.3	21.8	3.3	3.6
1980	63 735	69.4	23.8	3.0	3.8	60 275	72.2	20.7	3.1	4.0
1981	63 227	70.2	22.9	2.7	4.2	59 447	72.7	20.0	2.8	4.5
1982	66 778	71.3	21.8	2.4	4.5	62 067	73.7	18.9	2.5	4.9
1983	71 270	71.6	21.3	2.3	4.8	66 040	74.2	18.1	2.4	5.3
1984	77 855	72.4	21.0	2.1	4.5	70 904	75.3	17.4	2.4	4.9
1985	85 546	72.8	20.9	2.0	4.3	78 682	75.8	17.1	2.2	4.9
1986	88 124	72.4	21.2	2.1	4.3	80 850	75.8	17.2	2.3	4.7
1987	91 266	72.6	21.0	2.0	4.4	86 632	76.2	17.0	2.1	4.7
1988	95 801	73.1	20.4	2.0	4.5	92 997	76.2	17.0	2.1	4.7
1989	101 639	74.1	19.3	2.0	4.6	96 934	76.0	17.1	2.0	4.9
1990	103 922	74.2	19.0	2.0	4.8	98 703	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	104 844	74.1	19.2	2.0	4.7	102 300	76.0	17.0	2.0	5.0

三、我国能源消费的特点

1. 能源消费以煤为主

新中国建立初期,煤炭占一次能源消费总量的96.3%。尽管我国的石油、天然气工业有了较大的增长,促使能源结构得到一定的改变,但是,目前我国一次能源消费中,煤炭仍占75%左右,是世界上唯一以煤炭为基本能源的大国。据有关专家分析认为,中国以煤为主的能源结构至少要持续到下世纪中叶。因为我国煤炭资源丰富,有非常充足的探明储量可供使用,石油、天然气的探明储量有限,短期内不可能大量增加,水电站、核电站建设周期长、投资大、见效慢,新能源还处在开发阶段,因此,以煤为主的局面将会持续很长一段时间。

以煤为主的特点,就决定了我国在能源开发、供应、转换等方面,要走一条中国特有的道路。它将对国民经济发展和人民生活水平的提高带来一定困难。例如,由于能源受到限制,不得已只好将燃油改为燃煤,这不仅影响热效率,而且也影响产品质量(如陶瓷、建材等);交通运输紧张的情况长期得不到缓解,煤炭运输占铁路运输总量的40%,有些路段占运量的90%以上;燃煤对环境将造成很大的污染,其主要污染物是粉尘,二氧化硫、碳氢化合物、氢氧化物及一氧化碳,对人民身体健康将带来严重损害。

随着人民生活水平的提高,人们对优质能源的要求将更加迫切,我国目前生活用能源仅占能源总耗的16.7%,其中煤炭占85%,这与工业发达国家(煤炭已经完全从民用部门中被淘汰)相比差距太大,尤其是经济比较发达的中心城市的冬季取暖和夏季制冷的需求愈来愈多,南部沿海地区夏季空调已形成趋势,广大农村的城镇化亦要求增加商品能源量,总之,应满足人民生活对优质能源的需求。

2. 能源消费结构中工业耗能比重大

能源消费结构是指按国民经济各部门分类,其中每类部门在总消耗量中所占的比例,据统计资料显示,我国工业能耗占能源总消费量的比例约为53.1%,而美国英国分别占30.6%和29.9%。这既反映了我国耗能型重工业过大,也反映了我国第三产业和民用能源的薄弱。

3. 农村以生物质能源为主

我国大部分人口生活在农村,其生产和生活的用能较大,而能源供应则非常紧张,加之农村居住分散、交通不便,根本满足不了农村所需能源的要求。因此,农村的生活用能主要靠秸秆、薪柴和粪便等生物质能,这些能源约占农村用能的70%,其燃烧热效率仅为10%左右。近年来各地为了解决能源问题想了许多办法,其中沼气是开发农村能源的好途径。这种能源的热值较高,使用清洁且有助于秸秆还田,提高肥料的质量和消灭病虫害。

随着农村乡镇工业的发展和农民生活水平的提高,农村能源的需求量将会愈来愈多,除应向农村增加商品能源外,还应因地制宜地开发利用当地的能源资源。例如小水电、小煤窑以及利用风能、太阳能和沼气等。目前中国科学院,中国农业机械研究院及有关大专院校等,正在开发利用将低品位的生物质能转换成高品位的电能或炭棒(通过专用设备热挤压成品位较高的固体燃料),为生物质能的开发利用又开辟了一条新路。

4. 人均能源资源与能耗水平低

我国能源资源的总蕴藏量是相当丰富的,几种主要能源的生产量在世界上也居于领先地位,可以称之为能源大国。但是,由于我国人口众多,按人均计算能耗水平很低。从这个角度说,我国并非能源大国,而是一个人均能源贫乏的国家。

1989年,世界煤炭探明可采储量为15979亿t,人均煤炭资源312.7t。中国的煤炭勘探证实储量为8594亿t,但其中相当于世界能源会议定义的探明可采储量部分仅占30%,按世界可比的统一口径计算,我国探明的可采储量仅为2578.2亿t,人均煤炭资源为234.2t,低于世界平均水平。同美国等国相比,差距更大,美国人均均为1846t。

1989年世界石油探明储量为1366.4亿t,人均石油资源量为26.8t,而我国的石油探明储量为32.7亿t,人均石油资源量为2.9t,为世界人均值的11%。世界天然气探明储量为1128921亿m³,人均天然气资源为22135m³,而我国天然气探明储量为10228亿m³,人均天然气资源量为929.8m³,为世界人均值的4.2%。

我国除了人均能源资源低于世界平均水平外,目前,人均能耗水平也很低。仅为0.86t标准煤,为世界平均数的1/3左右,仅略高于发展中国家的平均水平。人均能源资源低,要求我们必须珍惜使用,注意节约。人均能耗水平低,则反映我国的经济实力和人民生活水平还处在较低水准上。今后,随着经济发展和人民生活水平的提高,我国人均能耗水平将有所提高。

由统计资料得知,我国平均每天各种能源消费量(表1-4)、分品种生活能源年消费总量(表1-5),每人年平均生活用能源(表1-6)均呈上升趋势,表明我国经济在发展,人民生活水平在提高,同时由表1-7中可看出我国各地区因物质基础和技术水平的差别,每亿元工业总产值能源消费量和电力消费量相差较为悬殊。

我国的能源利用率低,约为30%,工业发达国家的能源利用率约为50%。我国几种产品的能耗与日本相比,可以看出差距,参阅表1-8。

单位产品能耗高和能源利用率低是我国当前现状,其主要原因是:设备陈旧、工艺落后和管理水平低。因而,有针对性地采取必要措施,可以改变一高一低的现象。例如,从管理