

节能管理基础

王贵生 邓寿禄 编著



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

节能管理基础

王贵生 邓寿禄 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书从能源及节能管理入手,介绍了中国目前能源利用现状,节能管理知识及概念,节能监测及有关方法。全书共分八章:能源概论、节能及其基本概念、节能管理与新机制、能源标准化与能源计量、能源统计、企业能源审计、企业能量平衡、节能监测。

本书可供从事节能工作的技术人员和管理人员阅读,可作为节能管理培训教材,也可供高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

节能管理基础 / 王贵生, 邓寿禄编著.
—北京: 中国石化出版社, 2011. 6
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0935 - 5

I. ①节… II. ①王…②邓… III. ①节能 - 基本知识
IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 090336 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 16.75 印张 418 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

定价: 48.00 元

前 言

能源，是人们进行生产和赖以生存的重要物质基础，是举世瞩目的大问题。加快建设节约型社会，事关现代化建设事业，事关人民群众根本利益，事关中华民族生存和长远发展。我们一定要从全局和战略的高度，充分认识加快建设节约型社会的极端重要性和紧迫性，增强忧患意识和危机意识，增强历史责任感和使命感，以对国家和人民高度负责、对子孙后代高度负责的精神，把加快建设节约型社会的工作摆在突出的重要位置，切实用大力气抓紧抓好。坚持资源开发与节约并重、把节约放在首位的方针，以节约使用资源和提高资源利用效率为核心，以节能、节水、节材、节地、资源综合利用和发展循环经济为重点，务求建设节约型社会尽快取得实质性进展和明显成效。在此背景下，作者从节能管理角度编写此书，在于普及节能管理知识，服务于创建节约型社会工作的需要。

本书从能源知识、节能管理知识入手，叙述了有关当前的主要节能管理基础知识及手段，是从事节能管理人员的良师益友，可作为节能管理人员、节能监测人员及节能技术人员的重要参考资料。

参加本书编写的有：王贵生（第一、三、六章）、邓寿禄（第二、七、八章）、张强（第四、五章），董明霞同志参与了第四章部分内容的编写。王贵生、邓寿禄担任主编。同时，本书参考和借鉴了许多书籍、资料和信息等，在此一并表示感谢！

由于编者水平的限制，难免有错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 能源概论	(1)
第一节 能源的基本概念及分类	(1)
第二节 能源在国民经济发展中的地位	(3)
第三节 能源科学技术研究的主要任务	(5)
第四节 能源的使用、转换和评价	(7)
第五节 我国能源利用现状及其特点	(12)
第六节 解决能源问题的基本途径	(26)
第二章 节能及其基本概念	(32)
第一节 节能概述	(32)
第二节 节能的基本概念	(38)
第三节 节能原理	(41)
第四节 节能潜力与节能途径	(43)
第三章 节能管理与新机制	(48)
第一节 节能管理规章制度	(48)
第二节 节能管理组织机构	(53)
第三节 能源定额管理	(57)
第四节 节能措施的管理程序	(60)
第五节 节能目标管理	(61)
第六节 节能目标成果评价处理	(65)
第七节 合同能源管理	(65)
第八节 电力需求侧管理	(73)
第九节 能效标准与能效标识	(90)
第十节 节能产品认证	(106)
第四章 能源标准化与能源计量	(122)
第一节 标准化概念	(122)
第二节 能源标准体系的结构与内容	(123)
第三节 能源基础及管理的国家标准	(125)
第四节 能源标准的制定、修订方法和程序	(126)
第五节 能源标准的宣贯、检验与认证	(127)
第六节 能源计量	(129)
第五章 能源统计	(133)
第一节 能源统计工作的重要性和现状	(133)

第二节	能源统计的对象和任务	(134)
第三节	能源统计的基础方法	(136)
第四节	企业能源统计	(141)
第五节	企业能源统计指标体系	(145)
第六节	企业能源统计原始记录与报表	(151)
第七节	能源统计图形	(159)
第八节	单位产品能耗统计数据分析	(161)
第六章	企业能源审计	(169)
第一节	企业能源审计概述	(169)
第二节	企业能源审计机构与职责	(170)
第三节	能源审计的主要内容与管理程序	(171)
第四节	企业能源审计类型	(171)
第五节	企业能源审计过程	(172)
第六节	企业能源审计报告与计算表	(174)
第七章	企业能量平衡	(175)
第一节	企业能量平衡的目的与意义	(175)
第二节	能量平衡的分类与模式	(175)
第三节	企业能量平衡的内容和方法	(178)
第四节	能量平衡程序与结果表示	(179)
第五节	能量平衡计算	(182)
第六节	能量平衡技术指标	(187)
第七节	企业能量平衡有关表格	(189)
第八章	节能监测	(191)
第一节	概述	(191)
第二节	节能监测机构及其管理	(196)
第三节	节能监测实施方法	(215)
第四节	节能监测标准	(223)
第五节	工业锅炉的节能监测	(229)
第六节	油田加热炉的节能监测	(235)
第七节	企业供配电系统节能监测	(240)
第八节	泵类及液体输送系统的节能监测	(245)
第九节	风机机组与管网系统的节能监测	(251)
第十节	空气压缩机组及供气系统的节能监测	(255)
参考文献		(259)

第一章 能源概论

第一节 能源的基本概念及分类

一、能源的基本定义

能源是能够转换成机械能、热能、光能、电磁能、化学能等各种能量的资源。它是发展农业、工业、国防、科学技术和提高人民生活的重要物质基础。

如果用简单的话说：“自然界中能够产生能量的资源称为能源。”能源是一种原料。

二、能源分类

1. 按形成条件分

按能源形成条件可分为两大类：一类是自然界中以天然的形式存在的能量资源，如原煤、原油、天然气、油页岩、核燃料、植物秸秆、水能、风能、太阳能、地热能、海洋能、潮汐能等等，叫做“一次能源”，也就是天然能源；另一类是由一次能源直接或间接转换成其他种类和形式的能源，如煤气、焦炭、人造石油、汽油、煤油、柴油、重油、电力、蒸汽、热水、酒精、氢气、激光等等，叫做“二次能源”，也就是人工能源。

“一次能源”根据它的成因又可以分为三类：第一类是来自地球以外的能量（包括来自太阳和其他天体的能量）。矿物燃料（即化石燃料）如原煤、原油、天然气、油页岩等属于这一类，因为它们都是由古代生物沉积在地下的化石演变而成的，而古代生物的能量都来源于太阳辐射能。水能、风能、雷电能、海洋能（包括海水热能、海流动能和波浪动能）也属于这一类。

第二类是来自地球本身的能量。例如，海洋和地壳中储藏的核燃料所包含的原子能；地球内部的热能（即地热能、火山能）等都属于这一类。

第三类是来自地球和其他天体的作用引起的能量。例如，月球和地球的吸引力而产生的潮汐能。

“一次能源”还可以根据它们是否能够“再生”（即产生周期的长短）而分为两类：再生能源和非再生能源。再生能源是指能重复产生的自然能源，如太阳能、水能、风能、海洋能、生物质能、潮汐能等等，这些能源可以供给人类长期使用也不会枯竭。非再生能源是指那些不能重复再生的自然能源，如原煤、原油、天然气、油页岩和核燃料铀、钍等，这些能源开采一点少一点，总有一天会被人类用完。

2. 按使用性质分

按能源使用性质可分为燃料能源和非燃料能源两类。属于燃料能源的有矿物燃料（煤、油、气等）、生物燃料（藻类、木料、沼气、各种有机废物和动物等）以及核燃料（铀、钍、钚、氘等）三种。除核燃料包含原子能以外，其他燃料都包含着化学能，其中有的同时包含着机械能。例如有不少石油和天然气具有很大的天然压力，开采时能够自动从井下喷射到地

面，再经过管道输送出去。非燃料能源中，多数包含着机械能，例如风能、水能、潮汐能、海流和波浪动能等等；有的包含着热能，如地热能、海洋热能、余热等；有的包含着光能，如太阳能、激光能；有的包含着电能，如电力。由此可见，不同的能源转换所提供能的形式是不同的。

3. 按利用技术状况分

按能源的利用技术状况可分为常规能源和新能源。常规能源(亦称传统能源)是指在现阶段的科学技术水平条件下，人们已经广泛使用，而技术比较成熟的能源，如煤炭、石油、天然气、水能等。地热能、风能、太阳能等被人们利用的时间虽然比较早，但一直没有像矿物燃料那样得到广泛充分的利用，而直到现在才引起人们的重视。其他如核燃料、沼气、氢能、激光和海洋能等能源，从 20 世纪 80 年代末才开始受到人们的重视，而在利用技术等方面还有待完善，所以人们都把它们称为新能源。

新能源和常规能源是相对而言的。煤炭、石油等在人们开始利用的时候，也叫它们新能源。但后来由于人们已经广泛利用，所以就成为常规能源了。所谓新能源，还有一个探索创新的含义，在能源供应日益紧张的状况下，必须从其他方面寻找新的出路，以解决能源供应问题，从能源资源的发展和能源利用技术的改革来说，称它们为新能源。

表 1-1 列出了各类能源的分类。

表 1-1 能源的分类表			
按形成条件分 按使用性质分 按利用技术状况分		一次能源	二次能源
常规能源	燃料能源	泥煤 褐煤 无烟煤 石煤 油页岩 油砂 原油 天然气 植物秸秆(生物质能)	煤气 焦炭 煤油 柴油 重油 液化石油气 甲醇 酒精 苯胺
	非燃料能源	水能	电力 蒸汽 热水 余能
新能源	燃料能源	核燃料	沼气 氢气
	非燃料能源	太阳能 风能 潮汐能 地热能 海洋能	激光

第二节 能源在国民经济发展中的地位

现代社会的生产与生活，依赖于能源的大量消费。我国实现社会主义现代化，能源更是重要的物质条件。如果说，农业为人们提供粮食，那么能源工业就是为所有部门的机器设备提供“粮食”，是发展国民经济的“先行官”。有些能源不仅作为燃料动力，也是重要的化工原料，如氮肥、塑料、合成纤维、合成橡胶等等，都是以煤炭、石油、天然气等能源为原料制造出来的；水泥、砖瓦和玻璃等建筑材料的生产，也需要消耗相当数量的能源；至于人们的日常生活，如做饭、取暖、照明、交通等，都离不开能源。在现代生产中，能源的作用就更为重要，如果能源供应不足，就会给生产带来重大损失，即使是能源供应瞬间中断，机器设备也就停止运转，先进的运输工具也将寸步难行，甚至会造成严重的后果。对于现代化军队来说，也是如此，如果没有能源，汽车、坦克、飞机、火箭、导弹、军舰等全都启动不了，而丧失其现代化武器装备的威力。这就说明，能源供应的保证程度，与经济发展、军事建设和人民生活关系极大。

能源的开发和利用，对国民经济的发展有重大意义。世界各国经济、技术发展的事实表明，机械化、自动化水平越高，电气化程度越高、经济和技术越发展，劳动生产率越高，产品就越多，能源的消费量也就越多。能源消费量(包括电能消费在内)的增长速度和国民生产总值的发展速度之间的比值叫做能源弹性系数。在正常情况下，工业化初期，二者一般成正比例。

能源在国民经济发展中的地位，从能源对经济增长的影响中明显反映出来。不论从能源的人均储量，或消费水平，还是能源的消费方式及其结果看，中国能源对经济发展的支持都不具有乐观性。一般而言，能源供应对经济增长具有较大的影响。当能源价格水平偏低时，经济增长速度较快，反之，当能源价格偏高时，经济增长就会放慢。

21 世纪以来，中国进入到一个关键的发展时期。这一时期，一方面，经济发展的各种基础设施条件已经大大改善，中国正处于工业化中后期及其加速阶段，这个时期的特征是重化工业带动，显然如果能抓住战略机遇，使经济发展再上一个新台阶是必要的。另一方面，这一时期也是中国资源矛盾突出暴露时期，“瓶颈”约束加剧，如果处理不当，就有可能丧失发展机遇，导致经济增长的徘徊不前。

作为一个发展中的大国，中国目前正拥有着难得的发展机遇。中国成功地走上了市场经济的道路，市场所激发的效率优势正在源源不断地增强中国的国际竞争力。按照目前的增长速度，中国的 GDP 将在 2030 年以前超过美国成为世界第一大国。从增量上看，2003 年，中国在全球新增 GDP 中的贡献率已经达到了 19.3%，已经超美国的 18.6%，成为世界经济增长的第一贡献国。中国发展的“机会窗口”已经来临。在一国或地区的某个特定发展阶段，未成年人口和老年人口总人口的比例会在较长时期内表现为一个较低的水平，此时，社会劳动力供给充足、社会负担相对较轻，是经济发展的黄金时期。从目前的情况看，中国已经进入并且在未来十几年内都将处于“机会窗口”内。

与良好增长态势比较起来，中国的资源约束问题却令人担忧。十六大以后，我们倡导“和平崛起”，但和平崛起首先还是一个发展问题，显然，决定发展的最根本因素并不是发展所处的环境，而是取决于其资源投入产出过程。我们可以把中国的发展看做一个很大的系统，这个系统有自己的边界，系统内有一系列的子系统，这些子系统通过系统边界实现与外

界环境的信息互换及物质交换。我们可以想像，只有当外界的资源能通过系统边界进入系统，并且经过系统处理后的物质及信息同样通过系统边界输出到外部环境中，经济体才能有效维持自身的生存与发展。

资源约束应是中国和平崛起的硬约束条件。资源约束并不是一个新问题，在经济学的框架内，资源约束所导致的稀缺资源最优配置问题无处不在。在人类历史发展的长河中，资源约束与经济增长的关系有着不同的表现形式，但绝大多数场合中，资源约束是以“流量约束”的形式表现出来的，其主要特征是资源受到技术经济条件的制约，无法全面地由潜在资源向现实资源转化，在这种情况下，人们担心的是资源获取的流量与质量，而不是资源存在与否。同时，当资源，尤其是不可再生资源存量非常有限时，资源约束就转化成另一种约束形式——“存量约束”，在这种情况下，人们不得不开始考虑资源供给的可持续性。比较起来，资源的流量约束相对较软，而存量约束却完全不一样，对于流量，人们可以通过技术进步、效率改进等手段使资源约束逐渐弱化，而资源的存量约束则严峻得多，它常常会使经济发展受到较大的阻滞。

中国是人口众多、人均资源相对较少的国家，经过多年的发展，中国在经济建设方面取得了巨大的成就，但也消耗了大量的资源，资源存量与经济总量之间的矛盾越来越突出。可以说，在几十年间，中国的资源约束已经从流量约束迅速转为存量约束。

一、能源消费的刚性

2003 年，中国国内生产总值首次超过了 11 万亿元大关，人均 GDP 首次超过 1000 美元。经济学的研究告诉我们：当一国经济发展水平处于人均 GDP 从 1000 美元向 3000 美元迈进的过程中，往往会出现激烈的社会结构调整，整个社会的需求结构、产业结构都将发生巨大的变化。

据统计，1997~2003 年间，中国城市居民消费的恩格尔系数从 46.6% 下降到 37.1%，农村居民消费的恩格尔系数也从 55.1% 下降到 45.6%。居民消费总体从重视生活水平提高到重视生活质量的提高，从满足基本生存需求向追求人的全面发展转变，汽车、住宅、通信、旅游等正在成为新的消费热点。这些消费结构的变化直接引发产业结构的快速调整。有关数据显示，在 500 万元以上项目中，中国钢铁投资增长 96.6%，电解铝投资增长 92.9%，水泥投资增长 121.9%，汽车投资增长 87.2%，煤炭投资增长 52.3%。

应该注意，上述投资领域几乎都集中于资源消耗行业，这将导致重化工工业以及其他资源依赖型企业超常规发展，根据 2004 年中国企业 500 强排行榜，我们得出前 100 强中的资源型企业的分布情况。

资源型企业是指关键资源的产出企业、运输企业、消耗企业等，具体包括能源、钢铁、汽车、铁路等与关键资源消耗密切相关的企业。在 2004 年中国企业前 100 强中，资源型企业超过了半数，数量达到 52 家，这说明中国的经济结构正处于资源依赖的强势阶段，对关键资源的生产和使用决定了经济发展的命脉。从结构上看问题更加突出：2004 年位居中国企业 500 强前 3 位的是国家电力公司、中国石油和中国石化，其营业收入分别 48295173 万元、47528703 万元和 46667311 万元，远远高于排名第 4 位的中国工商银行的 1743350 万元。这足以说明电力、石化等资源型企业在中国总体产业结构中的支配地位。可见，中国现阶段的资源约束问题有着强烈的需求拉动背景。中国已经进入产业结构的快速调整期，而产业结构升级、城市化进程加快都会对资源消耗产生超额需求，产生大量的资源型企业。这是中国

产业升级必须支付的成本。

二、资源效率的弱化

需求结构变迁是中国资源约束刚性条件，资源使用方面的效率损失则使其刚性条件更加强化。有关统计资料显示：2003 年中国 GDP 总量约为 1.4 万亿美元，约占世界的 4%，但为此消耗的各类国内资源和进口资源占世界消费量的比重却远高于 4%，其中，原油为 7.4%，原煤为 31%，铁矿石为 30%，钢材为 27%，水泥为 40%。显然，经济成果与资源投入相关性弱化。

中国包括能源加工、转换、储运和终端利用各个环节在内的能源效率，近年在 33% ~ 34% 左右，与发达国家比，约低 7 ~ 10 个百分点。例如，中国火电机组平均效率为 33.8%，而国际先进水平为 40.6%。单位产值能耗的差距较大，中国按当年汇率计算的每百万美元国内生产总值能耗，已由 1990 年 2417 吨标煤降低到 2000 年 1274 吨标煤，但仍是美国(364 吨标煤)的 3.5 倍，是欧盟国家(214 吨标煤)的 5.9 倍，是日本(131 吨标煤)的 9.7 倍。中国钢铁、有色金属、石化、化工、建材和电力等高能耗工业的能源消费量大约占工业能源消费量的 3/4，占能源消费总量的 1/2 以上。中国主要耗能工业产品单位能耗与国际先进水平相比，平均要高出 40%。中国能源效率较低、单位产值能耗和主要产品单位能耗较高，正是能源综合利用水平的反映。以煤炭为例，中国小煤矿的大量存在，导致煤炭资源开采效率不足 30%，其中小煤矿的回采率只有 15%，资源浪费大；原煤采出后的洗选率只有 35%，大量原煤直接燃烧，既增加能耗，又污染环境；煤炭用于发电的比例仍在 50% 以下；工业锅炉的运行效率(60% ~ 65%)低于国外 20 个百分点；城市民用能源燃气普及率还不到 2/3，农村居民生活用煤数量较大；燃煤发电机组的热效率还停留在 33% ~ 35% 左右，厂用电率(15%)和线损率(7% ~ 8%)合计超过了 20%；中小电动机的运行效率(约 87%)低于国外 5 个百分点。这样，中国煤炭从开采、加工、转换到终端消费的总效率还不足 10%。不可否认，中国的资源使用效率还远远不能与发达国家相提并论。

三、国际分工的选择

2005 年中国经济的对外依存度超过 63%，可以毫不夸张地说，中国正处于世界“加工厂”的地位，中国输出的大多是资源密集型产品，而进口的大多是技术密集型产品，这样一进一出，就形成了以“资源”换“技术”的资源输出型经济模式。可以说，目前的这种国际分工使发达国家的资源约束矛盾在国际上发生转嫁，显然“加工厂”必然要大量地为“委托加工者”消耗资源。

第三节 能源科学技术研究的主要任务

一、能源科学技术的概念及其分类

能源科学的历史虽然比较悠久，它和环境科学一样，是在 20 世纪 70 年代世界上发生了能源危机和环境污染危机以后才被人们逐渐重视的。

能源科学是一门综合性强，涉及面广，与国民经济密切相关的重要学科。它涉及到各种能源的开发、生产、转换、输送、分配、储存、综合利用和合理使用的理论、方法、技术、

经济、方针政策的研究等等。

能源科学包括很多分支。例如，能源地质学、能源物理学、能源化学、能源工程学、能源技术经济学、能源生物学以及能源医学等。下面还有许多分支，如表 1 - 2 所示。研究各种能源地质现象和规律的，叫能源地质学；研究各种能源物理现象和规律的叫能源物理学；研究各种能源的开发、生产加工、输送、储存和利用技术的，叫能源工程学；从生物学规律来研究能源的，叫能源生物学；研究用能源治疗疾病的，叫能源医学等。

二、能源科学技术研究的主要任务

能源科学技术研究的主要任务是：第一，开展能源系统工程的研究，建立我国的能源数学模型，并运用这种科学理论和方法，研究确定能源区划、能源需求预测、能源供应规划以及能源管理科学技术等问题；第二，研究解决能源的勘探、开发、输送、储存和加工等重大科学技术问题；第三，解决能源的合理利用和综合利用(包括新能源的利用)问题。这里面既有能源政策问题，又有基础理论问题；既有技术问题，又有经济问题；既有新能源开发的技术经济问题，又有常规能源的科学技术和技术经济问题等。

三、我国能源利用方面科学技术研究的主要内容

1. 综合研究合理利用能源技术问题

我国各种燃料动力资源丰富，产量每年达数亿吨，并且每年不断增长，但由于缺乏科学研究，全国还没有一套较为完整的合理利用各种能源的科学方案和相应的技术政策。各工业企业也还缺乏合理利用能源的最优设计方案，造成很大浪费。因此，对我国各种能源(包括常规能源：煤、油、气、水能和新能源：太阳能、风能、地热能、原子能)的合理利用和综合利用的技术方向和途径，各部门合理利用能源的最优方案，全国和各地区能源利用的合理结构和平衡的预测，以及有关能源利用的综合评价，能源综合平衡和构成的理论方法(包括现代计算技术和数学应用)等都应大力进行研究，为国家制订能源政策，能源开发规划以及能源工程建设、设计提供科学理论依据。

表 1 - 2 能源科学体系表

能源科学	能源地质学	煤田地质学 石油、天然气地质学 能源工业地理学	能源科学	能源工程学	煤炭工程学 石油工程学 水能工程学 电能工程学 热能工程学 太阳能工程学 地热能工程学 风能工程学 氢能工程学 原子能工程学 能源环境工程学
	能源物理学	能源热物理学 电物理学 原子核物理学			
	能源化学	煤化学 石油、天然气化学 电化学 热化学			
				能源技术经济学	
				能源生物学	
				能源医学	

2. 研究常规能源利用方面的重大科学技术问题

目前我国常规能源利用方面存在的主要科学技术问题是：缺乏严格的科学的能源管理，能源消费系数高，能量利用率低。其原因很多，主要有以下三个方面：(1)不注意能源的多次利用和合理利用；(2)机器设备和技术落后；(3)缺乏统一的科学管理体制，因而造成能源资源的浪费和加剧了燃料动力严重不足的紧张状况。努力提高能源利用效率，大力节约能源，是战略性的方针，是能源管理现代化的主要内容之一，也是当前乃至今后长时间内缓和燃料供应紧张状况的一个极为重要的途径。同时必须注意研究解决城市民用燃料气化和集中供热问题，这是合理利用能源的一个重要方面，也是减少大气污染，保护环境的有效措施。另外还要重视房屋建筑的节能问题，建筑物节能潜力很大，大有可为。近几年来，一些工业发达国家建筑物的耗能量(即房屋的使用能耗)已占总耗电量的20%~30%，因此，不少国家注意研究建筑的节能技术，从建筑设计、建筑材料、用能设备、余热回收和维护管理等方面采取措施，并积极发展太阳房，让建筑物本身节能。

3. 研究推广新能源的利用问题

从长远来看，太阳能、沼气、地热能、风能、海洋能、原子能以及氢能等这些新能源，如果能够充分利用起来，可供人类能源消耗数百年以至一、二百亿年(如核聚变能)，有的甚至可以连续供应整个地球的地质年代(如太阳能)。因此，人类利用能源的前景是非常美好的。但是，目前利用新能源还存在一些技术经济上的困难，或能量分散，通量过小，难于大规模经济利用；或技术不够成熟，尚有大量科研试验工作待做；或虽有可用技术，但设备投资大，成本高，不能与现有常规能源竞争。

在公元2000年前，石油、天然气、水力、煤炭和核能(裂变能)构成了现代世界“一次能源”的五大支柱。人们预计在本世纪未来十几年中，石油、煤炭、水力及天然气的利用发展远不能满足急剧增长的能量需要。因此，探索 and 开发新能源，研究新能源的利用技术，已提到世界各国的议事日程上来了，太阳能、核能(聚变能)、地热能、氢能和生物质能(沼气、酒精)将会构成未来世界新的能源支柱。根据综合资料估计，从1997年至2020年的几十年中，世界能源构成变化的情况，如表1-3所示。

表 1-3 1997~2020 年世界能源构成变化情况

%

能源 年 份	石油	煤炭	天然气	核能	其他	总计
1997	43	28	20	2	7	100
2000	29	28	23	10	10	100
2020	11	26	13	31	19	100

第四节 能源的使用、转换和评价

一、能源评价

为了尽快地开发、有效地利用能源资源，必须从技术、经济等各个方面给予能源以正确的评价，这对于制定我国的能源政策和国民经济发展的长远规划是非常重要的。

1. 资源量

即不受当前开采的技术及经济条件限制的能源资源的总数量。

2. 储量

是与开采的技术经济条件密切相关的能源资源数量，它有两个概念：

地质储量：即根据已掌握的资料，按照能源储藏形成与分布规律，进行地质的推算而得出的储量。

探明储量：经过不同程度的勘探后，并提出相应的地质勘探阶段报告所计算获得的储量。在探明储量中，按当前技术经济条件可以开采的储量，又称可采储量，可采储量与地质储量的比值百分数则称为采收率。

$$\text{即} \quad \text{采收率} = \frac{\text{可采储量}}{\text{地质储量}} \times 100\%$$

3. 能流密度

能源的能流密度是指在一定空间或面积范围内，从某种能源实际所得到的能量或功率。能流密度过小的能源利用起来投资大、收益小，当然是不经济的。以太阳能为例，从目前技术水平来看，由于能流密度小，大约每平方米约 100 瓦左右，成本高所以不易普遍使用。而一般常规能源的能流密度较大，技术也比较成熟、比较经济，所以应用广泛，是目前能源中的主要能源。

4. 存储的可能性与供给的连续性

从使用能源的要求来说，人们总希望能源的供应能有充分保证，需要时及时供给，并能连续供给；不需要时就停，而且可以储存起来。从这个要求来看，煤炭等矿物燃料比较容易做到，太阳能、风能等就比较困难。

根据以上这些要求，从一个国家和一个地区的实际出发，正确地规划和选用能源是一项极其重要的工作。从各种能源的相互比较来看，石油和天然气是比较受欢迎的能源，除开采、投资、污染方面还有一些不足外，其他方面都是比较好的。至于水力资源，它是一种可再生能源，转化为电能的效率很高，运行费用低，没有污染，在我国境内资源丰富，是一种理想能源。但利用水力发电的基建投资大、建设周期长，加之受地区条件的限制，对生态平衡、农田灌溉、交通运输等的影响以及远距离输电等技术经济等问题均需考虑。所以，大型水电站工程必须由国家统一规划，地方上有小水电资源的则可以充分开发利用。

二、能源的合理利用

能源的种类很多，包括一次能源、二次能源在内，大约有 30 ~ 40 种。每一种能源都有许多用途，尤以常规能源的用途最多最广，如何将不同的源能安排给最合适的部门使用、供给最需要的地方，是一个十分重要的问题。我国能源由于品种、质量、运输、管理等方面的因素，在能源的分配和使用上存在不少问题，影响了能源利用率的提高，加剧了能源的紧张状况。

每一种能源都有它自己的成分、性质和特点，只有根据这些不同的性质、特点加以合理、充分利用，才能求得最好的经济效益，减少能源的浪费。对于能源规划和分配部门，必须讲究合理分配供应能源；对于能源使用部门，就必须考虑合理选择使用能源。合理使用能源，最有效地发挥能源的经济效益是最大的节约。

下面扼要谈谈几种常规能源的合理使用问题。

1. 合理使用石油

石油既是优质燃料，又是重要的化工原料，经过加工的石油产品，不仅适用于各种固定的动力设备、加热炉窑，还适用于各种移动的交通运输工具和动力设备。用成品油作燃料，

污染小、使用方便、热效率高，是近代工业广泛使用的能源。

石油是有机合成工业的主要原料。以石油为原料，可以制成药品、染料、肥料、塑料、橡胶、轻纺产品、军工产品以及饲料、食品等等。因此，把石油直接作为燃料燃烧掉是很不合理的，好比把檀香木当柴烧掉一样，是一种极大的浪费。

在石油供应不足的情况下，特别应该注意合理用油、节约用油。在石油利用中改进润滑油的质量和管理工作对节能有重要意义，提高润滑油的质量不仅可以减少动力油料的消耗，而且还能节省其自身的消耗。

2. 合理使用天然气

天然气是一种优质清洁的燃料和重要的化工原料。现在世界各国以天然气为原料生产的合成氨占总产量的 70% 以上。天然气的合理使用，从经济效益来看，最好是用作化工原料，其次则是民用。用天然气制合成氨可以节煤约 40%；天然气民用可节煤 49% ~ 66%；如将天然气用于发电厂锅炉只能节煤 5%。所以，天然气除主要用作化工原料外，安排民用也是符合经济效益的。

3. 合理利用煤炭

煤炭是工业的粮食，黑色的金子。它一直是我国的主要能源，就煤部门来说，电力用煤约占 20%，是最大的用户，其次是冶金工业。就煤的用途来说，最多的是用作燃料，其次是用作还原剂和原料以及综合利用，少量的在农业上被用作土壤改良剂。

合理利用煤炭主要有三个方面：

(1) 发展煤炭洗选加工，提高质量，增加品种，实行对路供应。原煤经过洗选后，灰分由 30% 下降为 10%，如按入洗原煤 1 亿吨计算，每年可以减少运输量 2000 万吨，可节约运费约 1 亿元，节约铁路机车用煤 11 万吨标煤。洗精煤灰分每降低 1%，炼铁比可以降低 2%，生铁产量可以提高 3%，按全国冶金部门目前的生产水平计算，一年就可以节约焦炭 800 多万吨。原煤经过筛选加工以后，不仅提高了质量，还增加了品种：有粉煤、小块、中块和大块等。例如，全国的蒸汽机车都用块煤和型煤，飞扬损失就比用原煤要减少 7%，一年可以节约煤炭 140 多万吨。如果全国合成氨的原料用煤，全部供应中块无烟煤，每年可以节约煤炭 500 多万吨。其他方面，如火力发电厂用粉煤，可以减少制粉设备的用电量；一般工业锅炉用洗动力煤，比用原煤不仅能够提高动力设备的出力，还减少了炉渣处理数量 and 环境污染。随着机械化采煤水平的提高，原煤灰分和含矸率将有所提高。大力发展洗选加工势在必行，也是合理利用和节约用煤的根本措施。

(2) 用机械化生产焦炭代替土法生产焦炭，是合理使用煤炭、充分发挥煤炭经济效益的一条重要途径。

(3) 发展煤炭气化、液化，是实行综合利用的重要方面。当煤炭直接作为动力设备的燃料时，不仅燃烧效率低，而且在排出烟尘中还含有大量的硫化物和氮化物等有害物质，严重污染大气，给人们的身体健康带来很大的危害。将煤炭气化或液化以后，就变成了清洁燃料，提高了煤炭代替石油和天然气的能力，扩大了它在现代化工业中的使用范围。

4. 充分利用水能，合理用电

水力是一种廉价清洁、取之不竭的再生能源。世界工业发达国家，水力资源的利用率都很高，日本达 66%、德国达 78%、法国达 95%。我国水力资源理论蕴藏量，占世界第一位，而现在已经开发和利用的还不到理论蕴藏量的 3%。西南地区是我国水力资源最丰富的地区，仅四川省水力资源蕴藏量就达 1.46 亿千瓦，但开发利用的只占 2.2%，绝大部分水

力资源都白白地浪费掉了。

在积极开发利用丰富水力资源的同时，认真做好现有水电与火电的互相调剂与合理使用工作，是解决当前电力供应紧张的一项重要措施。以四川为例，因其水电比重大，径流发电多的特点，把耗电量大、生产任务不足的电弧炉、电阻炉、电石炉、电解槽等设备，安排在丰水季节生产；在枯水季节，有计划地安排一些大厂检修，及时调整一些“大马拉小车”的设备，做到机电设备配套合理，推广应用远红外线加热等行之有效的节电新技术，以及凡是可以采用其他方式加热的，尽量不要用电加热。因为燃料转换为电，热量损失 2/3。所以用电加热是很不合算、很不合理的。

电力部门应根据电力生产的特点，安排水电、火电的互相调剂。

三、能源的转化

自然界的一次能源，除了少量可以直接利用外，绝大部分都是把它们转化为人们生产和生活所需要的形式再加以利用。经过转化而加以利用的能源形式最主要的是热、机械能和电，而在转化过程中，除了少数的可以直接转化为机械能和电能外，比较多的则是首先转化为热，进而由热转化为机械能(或做功)，再而转化为电。图 1-1 表示了现阶段各种主要能源及其转化、利用的情况。

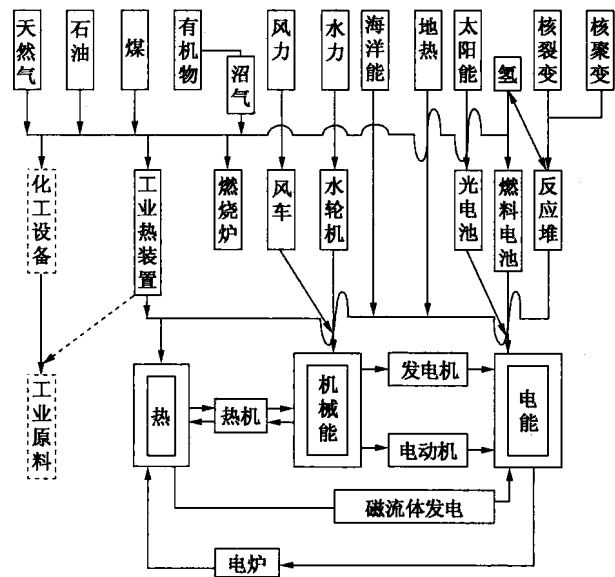


图 1-1 能源转化利用示意图

从能源利用的形式来看，用量最大的是热、机械能和电。机械能和电能能够直接产生功的效果而代替人的劳动或提高劳动生产率，是高品位的二次能源。相对而言，热不能直接做功，是低品位的二次能源。在各种一次能源中，除了水力和风力能够直接转化为机械能，太阳能和氢能可以通过电池效应转化为电能加以利用外，其他能源都首先转化为热的形式，然后才转化为机械能或电能加以应用。所以，在能的转化过程中，炉子(从燃料能转化为热)和热机(从热能转化为机械能)设备是最重要的环节，也是节能研究的重要对象。

四、能源与环境保护

气候变化是国际社会普遍关心的重大全球性问题。气候变化既是环境问题，也是发展问题，归根到底是发展问题。能源的大量开发和利用，是造成环境污染和气候变化的主要原因之一。正确处理好能源开发利用与环境保护和气候变化的关系，是世界各国迫切需要解决的问题。中国是处于工业化初期的发展中国家，历史累计排放少，从1950年到2002年，中国化石燃料二氧化碳排放只占同期世界排放量的9.3%，人均二氧化碳排放量居世界第92位，单位GDP二氧化碳排放弹性系数也很小。

中国作为负责任的发展中国家，高度重视环境保护和全球气候变化。中国政府将保护环境作为一项基本国策，签署了《联合国气候变化框架公约》，成立了国家气候变化对策协调机构，提交了《气候变化初始国家信息通报》，建立了《清洁发展机制项目管理办法》，制订了《中国应对气候变化国家方案》，并采取了一系列与保护和应对气候变化相关的政策和措施。中国提出“十一五”时期要实现生态环境恶化趋势基本遏制，主要污染物排放总量减少10%，温室气体排放控制取得成效的目标。中国正在积极调整经济结构和能源结构，全面推进能源节约，重点预防和治理环境污染的突出问题，有效控制污染物排放，促进能源与环境保护协调发展。

(1) 全面控制温室气体排放。中国加快转变经济发展方式，积极发挥能源节约和优化能源结构在减缓气候变化中的作用，努力降低化石能源消耗。大力发展循环经济，促进资源的综合利用，提高能源利用效率，减少温室气体排放。依靠科学技术进步，不断提高应对气候变化的能力，为保护地球环境作出积极贡献。

(2) 大力防治生态破坏和环境污染。中国将更加重视能源特别是煤炭的清洁利用，并作为环境保护的重点，积极防治生态破坏和环境污染。加快采煤沉陷区的治理和煤层气的开发利用，建立并完善煤炭资源开发和生态环境恢复补偿机制。推进煤炭的有序开采，限制开采高硫高灰分煤炭、禁止开采含放射性和砷等有毒有害物质超过规定标准的煤炭。积极发展洁净煤技术，鼓励实施煤炭洗选、加工转化、洁净燃烧、烟气净化等技术。加快燃煤电厂脱硫设施建设，新建燃煤电厂必须根据排放标准安装并使用脱硫装置，现有燃煤电厂加快脱硫改造。在大中城市及近郊，严禁新建纯发电的燃煤电厂。

(3) 积极防治机动车尾气污染。随着汽车工业的发展和人民生活水平的提高，中国机动车保有量迅速增加，防治机动车尾气污染成为环境保护的重要内容。中国正在积极采取有效措施，严格实施机动车排放标准，加强环保一致性检查，确保新生产机动车稳定达标；严格实施在用机动车环保年检制度；严格禁止制造、销售和进口超过排放标准的机动车；鼓励生产和使用低污染的清洁燃料机动车，鼓励生产混合动力汽车，支持发展轨道交通和电动公交车。

(4) 严格能源项目的环境管理。加强对能源项目的环境管理，是实现能源建设与环境保护协调发展的有效措施。中国严格执行环境影响评价制度，通过严格环境准入制度抑制粗放型经济增长。新建、扩建和改建能源工程项目建设与环境保护设施同时设计、同时施工、同时投入使用。加强核电项目的安全管理，强化对已运行核电站、研究堆、核燃料循环设施的安全与辐射环境的监督管理，积极做好在建核电设施安全评审和监督工作。进一步加强水电建设中的生态环境保护，在满足江河流域综合开发利用的要求下，在保护中开发，在开发中保护，注重提高水资源的综合利用和生态环境效益。