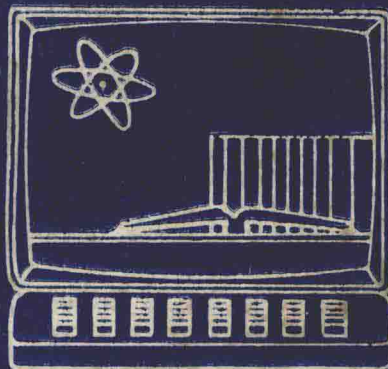


能源管理知识



北京能源学会

目 录

概论..... (1)

- 能源学
- 能和能源的定义
- 三大类能源, 一次能源和二次能源
- 再生与非再生能源, 含能体与过程性能源
- 常规能源与新能源, 清洁与非清洁能源
- 燃料能源与非燃料能源
- 能量与能源的单位及其主要换算
- 世界能源资源储量
- 我国丰富的能源资源
- 能源在人类生活及国民经济中的意义和作用
- 能源弹性系数
- 能量密度
- 能源系统中的各个环节
- 能源转换
- 热力学第一定律与第二定律、热效率
- 节能原理、能源利用率和有效能
- 加强企业能源管理的意义
- 企业能源管理工作的内容和方法
- 企业能源管理机构及其职责
- 能耗定额及其管理
- 企业能源管理奖惩制度
- 能源标准化管理
- 节能技术中心及节能的宣传教育与技术培训
- 全面能源管理和广义节能论
- 用统筹法和优选法管理能源
- 国外常用节能管理方法
- 能源技术经济效果比较方法

工业部门的能源管理..... (11)

- 冶金工业
- 电力工业
- 煤炭工业

- 石油工业
- 化学工业
- 机械工业
- 建材工业
- 纺织工业
- 轻工业

交合成氨厂降低能耗措施举例

通运输部门的能源管理..... (22)

- 铁道部门
- 交通部门
- 蒸汽机车使用经筛选加工的原煤提高燃烧效率
- 降低船舶航行阻力
- 子午线轮胎
- 减轻汽车自重
- 交通信号与汽车节油
- 柴油车操作过程中的节油方法

能量(热)平衡..... (29)

- 能量平衡的意义和开展企业热平衡的目的
- 四项能源国家标准的内容要点
- 热设备能量平衡通则中基本用语的概念
- 能量平衡的内容、模型及表格
- 燃料的发热量
- 热平衡的能量分析
- 有效热
- 轮窑能量分析举例
- 企业用能技术指标
- 装置能量利用率
- 企业进行热平衡的方法和程序
- 用统计计算法进行企业热平衡
- 企业热平衡工作验收标准
- 锅炉热平衡测定举例

能源管理用仪表..... (37)

- 能源管理用仪表的概念和分类

能源管理用仪表的作用	余热锅炉
电工仪表	热轮
电力、电量定量器	热泵
热工仪表的分类和测量精度	热管
温度仪表	企业余热发电方式
压力仪表	电动机 (64)
流量仪表	同步电动机
气体分析仪器	异步电动机
物位仪表	直流电动机
热流计	电动机设备管理的目的
秤	电动机的选择
工业自动化仪表与仪表控制装置	高效节能电动机
锅炉和窑炉 (45)	改善电动机的功率因数
锅炉	回收电动机的余能
锅炉的基本工作过程	电动机的维护、保养
煤的燃烧过程	电动机调速系统与电力电子技术
燃烧方式	直流电动机调速系统
煤的发热量、水分、灰分、挥发分和固定碳	交流异步电动机调速系统
锅炉的主要技术指标	电力传动的控制系统
锅炉热效率	风机和水泵 (72)
工业锅炉的类型	风机的分类、特点
工业锅炉的经济运行	风机的主要用途
对工业锅炉的基本要求	泵的分类
锅炉型式与台数的选择	我国风机、水泵用电情况
提高锅炉效率的途径	高效节能风机与水泵
热水锅炉的优点	火电厂泵节能的途径和措施
锅炉改造的基本方法	风机、水泵变速控制节能
工业炉窑	建筑、照明与空调 (78)
工业炉窑的主要技术经济指标	建筑物的采暖能耗
合理控制工业炉窑的过剩空气量	建筑物平均传热系数 (K_0)
炉窑操作的注意事项	建筑物能耗与自然气候条件的关系
余热利用 (56)	照明
余能、余热利用及其种类	照明技术中的一些基本术语和概念
大量存在的工业余热	照明电光源的分类与特性
回收余热的意义及考虑原则	照明方式及照度参考值
高温气(主要是烟气)的余热利用	光源的选择建议
换热器的基本型式	照明器具的种类和选择
同流换热器与交流换热器	加强照明设施的维护管理
	利用天然光及采用照明控制系统

灯具的选择、使用和维护

空调

空调能耗的基本考虑

空调的参数

房间空调器

集中式空调系统及空气调节器

局部式、混合式空调系统

空调用制冷装置

空调系统的节电因素

空调系统的控制节能

通用节能技术…………… (89)

集中供热的优点

烧油锅炉改为烧煤

采用隔热材料

疏水器

电热远红外及其在木材烘干中的应用

节能涂料

无功功率补偿

交流电焊机的节电方法

参考文献与资料…………… (封三)

概 论

在概论部分,我们将向读者介绍能源的基本知识,包括什么叫能源学、一次和二次能源、再生与非再生能源,能源的单位及换算,世界能源资源储量和我国能源资源状况。接着,要叙述能源管理有关的一些内容、方法、基本概念等,包括:能源系统的环节,热力学第一、第二定律,工业企业能源管理工作的内容和方法等等。

能源学

能源学是一门综合性的自然学科,有众多的分支,大的分支有:能源物理学、能源化学、能源地质学、能源工程学以及能源技术经济学、能源生物学等;小的分支则举不胜举。

能源物理学包括:能源的热物理学、电物理学、原子核物理学等;

能源化学包括:煤炭化学、石油和天然气化学、电化学、热化学等;

能源地质学包括:煤田地质学、石油和天然气地质学、能源工业地质学等;

能源工程学包括: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、能源环境工程学等等。

能和能源的定义

“能”是自然界中的一个基本过程,包括物理、化学和生物过程等。“能”常常使用物理学的定义,即“能是物体作功的能力”。“能”的两种主要形式是动能和位能。动能是物体通过运动而具有的能,如热能和机械能即是;位能则是由一系统的状态而获得的,如化学能、核能和电能(有电位,即有电动势)。按性质,“能”又可分为机械能、化学能、核能、电能和热能。

而“能源”,就是能够转换成机械能、热能、电磁能、化学能等等各种能量的资源。

三大类能源,一次能源与二次能源

三大类能源的第一类:是地球外的天体能源,最主要的是太阳辐射能;还有海洋里的热能,风力、水力、海流与波浪等的动能,草木燃料、煤炭、石油、天然气、油页岩等的化学能,都是经过转换了的太阳辐射能。这是基本的能源。第二类:是地球本身储藏的能源,如海洋和地壳中储存的原子核能以及地球内部的热能。第三类:是来自地球和其它天体相互作用而产生的能源,比如潮汐能。

其中,以现成的形式未经转换而存在于自然界之中的能源称为一次能源,也就是天然能源,包括煤炭、石油、油页岩、天然气、核燃料、植物燃料、水能、风能、太阳能、地热能、海洋能、潮汐能等。由一次能源经直接或间接加工而转换成的其它种类和形式的能源称为二次能源,也称为人工能源,包括电能、热能、氢能、余能、人造天然气、煤气、沼气、人造石油、汽油、柴油、煤油、重油、火药、酒精、焦炭、热水、激光等。

再生与非再生能源,含能体与过程性能源

风能、水能、海洋能、太阳能等,用后还能重复产生,称为再生能源,是人类取之不尽、用之不竭的能源。而石油、天然气、煤炭、核燃料等,用后的短时间内不能重复产生,称为非再生能源,用一点就少了一点,是人类需要珍惜使用的能源。

煤炭、石油、天然气、油页岩、核燃料(以至核反应堆用的二氧化碳和水)、地下水、热蒸汽、热水、氢能、草木燃料、以至高水位的水库、甲醇等等,由于其能量比较集中,又多是含有能量的物体,另外它们所含能

源又多可直接储存输送，所以称为含能体能源；又由于它们是把能量从生产和供应源传送到用户的一种媒介，故在一些书籍中称为载能体。而对于风力、水流、海洋能、波浪能、潮汐能、直接的太阳辐射能以至电能（电能、微波、激光能也可视作载能体），都是过程中产生的能源资源，称为过程性能源。

常规能源与新能源，清洁与非清洁能源

人们正在广泛使用着的煤炭、石油（包括天然气）、水力、核能是四大常规能源，或叫传统能源；“节能”非常重要，有人把节能与四大常规能源并列，誉之为第五大能源；植物燃料等生物质能也是常规能源；还有把电能、热能等重要二次能源也列入常规能源的。而对另一些能源，是人们“新”（相对而言）发现的、或至今尚未广泛大量使用的，就称为新能源，象太阳能、风能、地热能、沼气、氢能以至激光、海洋能等，都是这样。

人们在能源使用的新老变革中经历了三个主要时期：柴草时期；煤炭时期；石油和天然气时期。现在将进入以太阳能、核能为主体的多样化新能源的第四个时期。

有些能源对环境是无污染或少污染的，称其为清洁能源，如太阳能、风能、水能、地热能、氢能、沼气、海洋能以及电能等。而另一些对环境污染大的能源，就称为非清洁能源，或肮脏能源，如煤炭、油页岩、生物燃料、裂变核能等等。消除燃煤锅炉对大气造成的污染是很要紧的。

燃料能源与非燃料能源

能当燃料使用的能源称为燃料能源，包括：（1）矿物燃料（煤炭、石油、天然气和煤气）；（2）生物燃料（木材、有机废物、沼气、藻类等）；（3）化工燃料（丙烷、甲醇、酒精、火药、废塑料制品等）；（4）核燃料（铀、钍、氘、氚等）。

不能当燃料使用的能源称为非燃料能源，

包括：（1）风力、水力、潮汐能、海洋能、波浪能等；（2）地热能、海水热能、余热等；（3）太阳能、激光能等；（4）电能；（5）人力、畜力等。

能量与能源的单位及其主要换算

能量与能源的计量单位是相同的，只是在具体使用时各有侧重。

能量与能源的计量单位有焦耳、千克力·米、尔格、马力·时（主要用于计量机械能量）；有（电）度，即千瓦·小时（用于计量电能）；有卡、大卡、千卡、英热单位——即 BTU、色姆（用于计量热能）等等。在国际单位制（SI）中，能量的统一计量单位是焦耳（J）。

实用的能源计量单位之间的换算关系有：

$$1 \text{ 焦耳} = 2.78 \times 10^{-7} \text{ 千瓦} \cdot \text{时} = 2.39 \times 10^{-4} \text{ 千卡} = 9.48 \times 10^{-4} \text{ Btu};$$

$$1 \text{ 千瓦} \cdot \text{时} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦耳};$$

$$1 \text{ 千卡} = 4.19 \times 10^3 \text{ 焦耳};$$

$$1 \text{ Btu} = 1055.06 \text{ 焦耳}.$$

不同种类的能源习惯地使用着不大相同的计量单位，如煤炭用吨、磅；石油用吨、桶；天然气用立方米、立方英尺；电用千瓦·时（度）。

各类能源的含热量各不相同如煤炭，平均每公斤5000大卡；石油平均每公斤为1万大卡；天然气，每立方米9310大卡。为了便于互相比较，我国采用吨标准燃料（或称吨标准煤，或再简称吨标煤）作为能源统一计量单位。规定1公斤标准煤含有7000大卡（1大卡合1000卡）的能量。折算标准燃料的比率，煤为0.714；石油为1.429；天然气为1.33；电量则按当年每度电耗标准燃料的实际用量折算。有的国家使用吨油当量为能源统一计量单位，如一吨石油等于1.43吨标准燃料。

世界能源资源储量

太阳能：总资源 6.1×10^{12} 亿大卡/年，合870,000亿吨标煤/年。

风、波浪、水流能：总资源3700亿千瓦，合3700亿吨标煤/年。

生物质能：总资源1620亿吨/年，合1150亿吨标煤/年。

水能为地热能加潮汐能的十倍，折5.4亿吨标煤/年。

以上是再生能源；以下是非再生能源。

煤炭：经济可采储量8988亿吨，合6870亿吨标煤。

石油：总资源量2703亿吨，探明储量889亿吨，合1370亿吨标煤；天然气合1000亿吨标煤。

钍：探明储量275万吨，经济可采储量32万吨，合5376亿吨标煤。

氦：总资源量440,000亿吨，合 $52,800 \times 10^8$ 亿吨标煤。

以现有年消耗标煤100亿吨的速度考虑，全世界的石油只够用几十(或一百多)年；煤和钍够用一百~几百年，水能、生物质能等资源数量也有限；唯有太阳能和核聚变燃料氦的数量是“无限的”。

我国丰富的能源资源

水能：理论蕴藏量有6.8亿千瓦，世界第一。

太阳能：资源量相当于2000亿吨标煤/年，世界第二。

煤炭：理论蕴量为15,000亿吨，探明储量为6000亿吨，世界第三。

石油资源占世界第八位，还有相当多的天然气资源及储量为300多亿吨的油页岩。

此外，还有：每年达5亿吨的农作物秸秆等生物质燃料；丰富的大于200瓦/米²的风能；17,000亿千瓦的波浪动能；5千万千瓦—1亿千瓦的海流动能；理论蕴藏量为2775亿度的潮汐能。钍、氦等核燃料资源及地热资源也比较丰富。

我国能量资源总量虽然丰富，居于世界前列，可是按人口平均的能量资源量并不多。据

计算，我国平均每人只拥有139吨标煤的矿物资源(按可采储量计算)，低于世界平均水平。

能源在人类生活及国民经济中的意义和作用

能源是人类赖以生存和发展的物质基础，也就是说，它是发展工业、农业、国防、科学技术和提高人民生活的重要物质基础，是国民经济建设中的一个关键性问题。

“材料、能源、信息”是国家的三大支柱。

“能源、环境、粮食、人口”是人类面临的四大问题。

有的科学家认为，人类在科学技术上有四次重大突破，即火的发现、蒸汽机的发现、电能的应用，原子核能的开发，它们都和能源有关，并以能源的更新为标志。事实上，每一次重大突破，都引起了生产技术的革命。

在当代，能源问题举世瞩目。能源短缺，尤其是石油供应不足，已成为世界上许多国家亟待解决的重大课题。

能源工业为其它部门提供“粮食”，又是发展国民经济的“先行官”。另外，在某些工业部门中，能源既是燃料动力，又是原料。

能源弹性系数

我们将能源消费量的增长速度与国民生产总值的发展速度之间的比值叫做能源弹性系数。主要工业发达国家，在1950~1975年间的能源弹性系数和电能弹性系数(括号内)分别为：日本1.01(1.16)；苏联0.78(1.21)；西德0.74(1.47)；法国0.81(1.46)；美国0.88(2.05)；英国0.46(2.5)。

能源弹性系数的大小，与国民经济结构、能源利用效率、各种产品的产量和质量以及原材料和运输消耗，以及人民生活的需要等因素有关。一般而言，能源消费量增长得最快的时期，国民生产总值的增长也最快。

能量密度

它是说明一个载能体或贮能体单位重量或

单位体积中所含能量的术语。如钠硫贮能蓄电池的能量密度已达800兆焦耳/吨。

有时也用它说明过程性能源单位面积（或其它单位）所含能量的程度。如太阳能在地球大气层以外的辐射强度——也可视作能量密度，大致为1.4千瓦/平方米。

能源系统中的各个环节

能源系统包括能源的开采、输送、加工、转换、贮存和分配及利用等全过程。

开采是能源系统的第一个环节，有诸如煤炭开采、石油开采、天然气开采、核燃料开采等等。

输送是必不可少的中间环节，常见的输送方式有铁路、公路、水运、管道、输电线、人畜力车等。

加工，包括机械加工、物理化学加工和生物化学加工等几种，目的是改变能源的形式和某些性质，如煤炭加工成煤气；生物废料加工成沼气；煤炭洗选和成型。要提醒的是，所有这些加工都不曾改变此种能源所包含的能量性质。

转换则是完全地改变了能源中能量性质的过程，见另题所述。

分配，是由供能单位将大量的、集中方式的能源尽量合理地分配给各分散的用户，如供电局（公司）、煤炭公司等都是它的业务部门。

贮存，在开采、加工、转换、分配和利用的各个环节都需要。贮存可用贮油罐、贮气罐、贮煤库（场），以至抽水蓄能、压缩空气储能、飞轮储能、超导储能、二次电池贮能等等，都是大型贮能装置。

能源利用是最后的、也是与众关系最大的一个环节，其它各环节都要为它服务。各工交部门所用窑、炉、灶、内燃机、风机、水泵等，都是这一环节的重要用能设备。

能源转换

自然的或人为的能量都是能源系统的基

础。提高能源转换效率是能源管理的重要出发点。

重要的能源转换形式有：

矿物燃料发电：燃烧煤或石油使其化学能转换成蒸汽的热能，再推动汽轮机成为旋转的机械能，最后在发电机中使机械能再转换成电能。

水力发电：使水的位能在下降或流动中推动水轮机，由其形成的机械能在发电机中产生电能。

太阳能发电：或将太阳辐射能的光能通过光电池转换成电能；或将太阳辐射能的热能经集热器产生蒸汽热能，再以它驱动汽轮机成为机械能，最后发出电能。

电阻加热：电能电阻炉中转换为热能。

煤气加热：煤气燃烧的化学能转换为热能。

内燃机：燃油在燃烧室燃烧产生化学能，并形成热能，以此推动发动机就转变为旋转部件的机械能。

热力学第一定律与第二定律、热效率

热力学第一定律是能量守恒法则。它告诉我们，能量既不能创造，又不能消灭，只能从一种形式变换成另一种形式。只有热核反应的质量和能量的互换是一个例外。定律启示我们，对能源要从“量”上加以保持，要防止能源在“量”方面的损失。

单纯使用热力学第一定律具有片面性，因为只有充分理解和运用热力学第二定律才能把握住能的“质”（品位、能级），以做到珍惜使用能级，最大限度地发挥品位的效益，比如：蒸汽的按梯度利用；又如把看来已是无用或难用的低温热能加以回收利用等。

热力学第二定律又是什么意思呢？如对某一体系，给以热量 Q ，则 Q 等于该体系输出能量（功） W ，加上该体系总的内能升高值 ΔE ，即 $Q = W + \Delta E$ 。这是第一定律的简式。而第

二定律指明的是能源转换的方向性，说明各种形式能量的转换有难有易，甚至有的不能可逆转换。比如说，不可能自发地由低温向高温传热；对热机（是将外界传给工质的热转换为机械功并连续不断地工作的机器）来说，不可能将单一热源传给工质的热 Q 全部转换为功 W ，而由高温热源传给热机的热量 Q_1 也不可能全部变为功，必有一部分热量 Q_2 传给较低温度的热源。所以热机的输出能量（功） $W = Q_1 - Q_2$ 。

热效率 η 就是表示传热量 Q 转换为机械功的程度，即

$$\text{热效率 } \eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

理想热机的理想热效率比上述热效率高，即

$$\text{理想热效率} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

式中： T_1 、 T_2 均为绝对温度。

从理想热效率公式可知，热源温度 T_1 越高，冷源温度 T_2 越低，理想热效率就越高，即传热量 Q_1 转换为机械功的部分越大。

节能原理、能源利用率和有效能

简要总结热力学一、二定律可知：（1）从热力学定律看功热转换，电能、机械能、化学能、水力和风力，理论上可以完全转化为功，就称其为高级的、或高质量的、或高品位的能量；而物质的内能、容积能等，只能部分地转化为功，就称之为低级的、或低品位、或低质量的能量。这种功热转换反映出能量的可用性。能量质量高，表示作功的能力大；能量质量低，表示作功能力小。（2）对热能，当消耗电功或机械功时，可以无条件地全部转换为热量。并由高温物体向低温物体传递，但是，要想使热量由低温向高温传递，必须要借助于额外的功。（3）如果按照热力学第一定律，热量在数量上是守恒的。但对于低温热能，由

于质量、品位低，就成了废热。室温下的1千卡热量，几乎没用；而100℃下的1千卡热就有用处了。

相应于热效率，也可以使用能源利用率而且现在更多地使用这一指标。它比较地能反映能源利用的水平。能源利用率情况：工业发达国家的日本为57%，为世界最高，而我国只有29%（1980年）。这也反映我国节能潜力很大。

对于一个设备、一个系统、一个工厂、一个国家，在使用的全部能量中，只有一部分能量成为有用的功。鉴此，我们把一定环境条件下，系统具有的最大作功能力叫做“有效能”，也有称为“可用能”、“可用功”、“可用度”、“焔”的。它是衡量能源质量的量度。

这个概念对评价燃料及其它能源使用方案的优劣，以确定工艺和设备方面能源利用的最优化设计方案，是非常有用的。

应用热力学第二定律的效率，可以获得最大的有效能或消耗最小的有效能。

加强企业能源管理的意义

如上所述，虽然我国能源资源相当丰富，能源生产发展也比较快，但是多年来能源供需关系一直比较紧张，从而也就影响着国民经济的发展。比如：1978年，我国因缺电400多亿度，就影响了产值20%左右，相当于在一年内白白损失了700~800亿元的产值。造成这种状况的主要原因之一就是我国工交企业的能源管理工作十分薄弱，能耗高、经济效果差、浪费严重。比如，我国的主要工业产品的单耗，比工业发达国家高一倍左右。

我国自1978年以来，在不少企业进行了能源普查和热平衡工作，加强了能源管理，因而亦取得了明显的效果。

为完成我国在本世纪末国民收入总产值翻两番、能源产量翻一番的宏伟目标和规划，必须坚决贯彻开发和节约能源并重的方针。根据这一方针，各工交企业必须加强能源管理，大

力节约能源，千方百计地降低能耗，提高能源利用的经济效果。

企业能源管理工作的内容和方法

能源管理的观点就是合理使用能源，它可以包括：

- (1) 燃料燃烧的合理化；
- (2) 加热、冷却以及传热的合理化；
- (3) 防止由辐射、传导造成的热损失；
- (4) 回收、利用废热；
- (5) 在热电转换方面的合理化；
- (6) 在电—动力、热转换方面的合理化；
- (7) 防止因电阻等引起的电气损失。

企业要对本企业范围内的生产用能和生活用能都进行管理，所管理的能源对象主要有各种煤、水、汽（蒸汽）和气（煤气、天然气）、电（外购电和自发电）、油（重油、柴油、煤油及汽油等），也包括焦炭、压风、氧气等耗能工质。

合理用能的能源管理和五大管理有关，即保养管理、安全管理、电和热力管理、设备管理、节能管理（见图1）。总的来说，能源管理与企业的计划、生产、供应、技术、设计、工艺、科研、机动、环保、生活福利等部门都有一定的关系。

其中设备管理主要应是管理耗能设备，包括各种工业炉窑（窑炉、锅炉、加热炉、热处理炉）、风机、水泵、压缩机、各种过程装置、各种交通运输设备等等。

企业能源管理可以概括为六件大事：

- (1) 建立健全能源管理机构，明确各级的职责范围；
- (2) 重视能耗消耗的定额管理；
- (3) 重视能源的计量管理（见节能仪表章）；
- (4) 重视企业内部能源管理；
- (5) 注意动力能源的调度管理、负荷平衡、集中供热等；
- (6) 开展以节能为中心的技术改造。

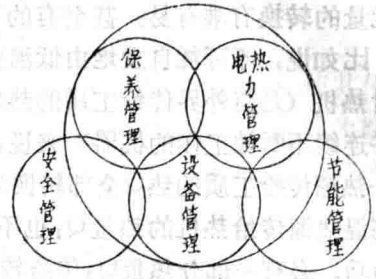
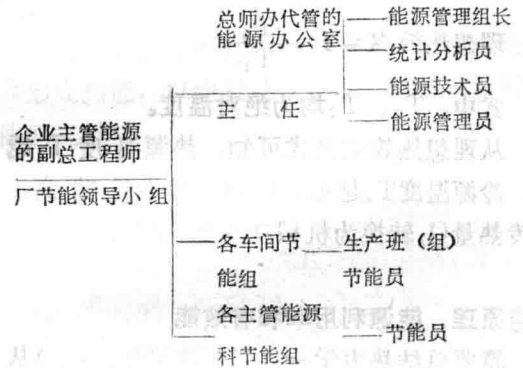


图1 与能源管理有关的五大管理

企业能源管理机构及其职责

大中型企业应建立厂部、车间、班组三级能源管理机构。

举例如下：



企业能源机构可采取三种类型：(1) 独立的能源处（办）；(2) 和动力部门在一起的能源部；(3) 厂部某职能部门里设置的能源办（科）。

企业节能领导小组的职责是：

- (1) 贯彻执行国家的能源政策法令；
- (2) 组织制定能源规划、技术措施及管理制度；
- (3) 领导能源工作开展。

厂能源办公室职责：

- (1) 掌握能源供应、消耗情况并修订定

额；

(2) 搞好企业能源平衡测定，实施节能措施；

(3) 抓好节能宣传教育，负责组织节能竞赛，主管节能奖励；

(4) 统一归口，填报各种耗能资料、表格，分析能耗正负波动原因；

(5) 负责技术培训工作及推广节能新技术。

各职能部门在完成能源管理方面的职责：

(1) 计划、技术、机动部门应制订出能耗定额及有关的燃耗和动力消耗定额，由计划部门统一下达，有关技术和机动部门要贯彻。

计划部门还应将节能规划加以平衡。

(2) 设计部门应会同企业能源管理部门商定新建、扩建设备的能源来源和能耗水平，并报批。

(3) 生产调度部门负责组织月度能源平衡及设备的经济运行。

(4) 计量部门负责完善能源计量工作，负责能源计量仪表的正常运行和维护工作，并对之进行定期的检查和校核。

(5) 物资供应部门要负责按定额供应燃料和按月核销燃料，还应负责油类的回收再生工作。

(6) 电能管理人员要负责按计划用电，努力提高功率因数，降低供电损耗。

(7) 技术部门还应按企业节能规划拟定节能科研规划并负责实施；大型企业应组织自己的热工测试队伍，对热工设备定期地或在大修前后进行检测，并提出改进意见。

(8) 后勤行政管理部门应对生活用能的定额管理负主要责任。

(9) 人事教育劳资部门负责对职工进行以节能为中心的技术培训工作、节能的奖惩工作。

各车间要设主管节能工作的副主任，要按技术、动力、计划部门归口管理，分别设专人主管能源工作，日常业务按正常分工管理。

班组的能源管理工作由班组长兼管，应将厂和车间下达的有关能耗的指标落实到班组及个人，最好纳入岗位责任制。

能耗定额及其管理

从大的方面，经常要使用能源单耗（或称单位能耗）。能源单耗分为实物能耗或货币能耗两大类：

$$(1) \text{实物能耗} = \frac{\text{消耗能源总量}}{\text{产品产量}} \quad (\text{标煤吨} / \text{吨})$$

$$(2) \text{货币能耗} = \frac{\text{消耗能源总量}}{\text{净产值}} \quad (\text{标煤吨} / \text{万元})$$

国内（外）几种主要产品实物能耗比较如下表：

售电量	(克标煤/度)	443 (331苏)
合成氨	(吨标煤/吨)	2.9 (1.3日)
钢(可比)	(吨标煤/吨)	1.3 (0.681日)
水泥	(吨标煤/吨熟料)	0.207 (0.13日)
平板玻璃	(公斤标煤/重量箱)	46.45 (20.0日)
煤油	(公斤燃料油/吨原油)	29.21 (18.6)
烧碱	(吨标煤/吨)	2.0 (1.3)
机白糖	(吨标煤/吨)	0.68 (0.21日)
机制纸及纸	(吨标煤/吨)	1.24 (0.85)
锻件	(吨标煤/吨)	0.7 (0.31苏)

而一个企业的能源消耗定额则体现出这企业在一定时期的能源单耗水平。制定定额不能脱离我国现实条件，定得过高或过低，或则会影响职工的积极性、或则会影响节能效果。所以，先进合理的定额对降低能耗有推动作用。定额的考核还是节能竞赛评比和提取奖金的依据。因此，能源消耗定额的管理十分重要。要谨慎地制定定额。为此，必须收集近年的资料，调研中要列出年、季、月的实际消耗水平，一般可取其平均数降低3~5%为基准数值，再下达试行，以后根据试行情况及有关因素逐步修正。若同一地区、同一行业已有合理

定额的，可按地区或行业指标考核；对上级有限额要求的，即应按规定办理。

耗能定额管理应注意：

(1) 各种能耗均应同时下达指标考核或给定一个综合性指标，以免出现能源代用和转换。

(2) 要考核某种能源全过程指标，而不能单考核其中的一项指标，以免出现由伸缩弹性造成的误差。

(3) 各种供能设备和耗能设备的运行参数，都应取得最佳经济状态控制，作为考核参考定额指标。

(4) 要定期进行定额指标的修正调整。若随意改变定额指标，则可能有损于推广节能经验和调动节能积极性。

(5) 下达利用率和回收率指标时，要注意平衡，否则会顾此失彼。

(6) 对被考核指标，出现部分完成较好、部分未完成现象时，可采用能源换算补偿差额值的方法，遇上季未完成的指标可转下季补偿，然后再计奖。

企业能源管理奖惩制度

总的原则是按劳付酬，并要结合巩固岗位责任制。

奖惩制度很多，如：

1979年11月10日，财政部、劳动总局、物资总局联合颁发了关于节约燃料、电力及贵重原材料的单项奖励办法。其主要内容为：(1) 只有消耗定额和消耗计量、原始记录统计、定期盘点以及产品质量验收、经济效果考核等管理制度比较健全的单位，方可实施单项奖；(2) 奖金从节约的资金中支出，并计入成本；(3) 节约额以实际消耗低于国家核定的计划定额的部分为准；(4) 节约奖的奖金率按节约的难易程度及能源价格的高低而确定：1) 汽油、柴油、重油、原油的奖金率为3~8%；2) 煤炭、火力的奖金率为8~15%；(5) 节约额按年度计算，但奖金可按月或季发放；奖金应

根据作业特点分给集体或个人；在集体中进行奖金再分配时，应以对节约的贡献大小为准；(6) 一定要健全质量管理制度，对因单纯追求节约而降低质量者，除停发奖金外，并应追究责任；(7) 节约的能源，按节约归厂的精神，留厂供增产之用。

此外，我国还实行燃料定额供应，超额加价制度，功率因数奖罚制度（基准功率因数为0.85，提高到0.87~1.0时，则按基本电费的0.5~3.0%给奖；如低到0.84~0.79，则按基本电费的0.5~3.0%罚款。还在逐步实行低谷优惠价、丰水期水电优惠价等。

能源标准化管理

能源标准化就是把能源工作与标准化结合起来，通过制订、修订，贯彻能源标准和能源管理制度，来实现节能的目的。

能源标准体系如图2所示。

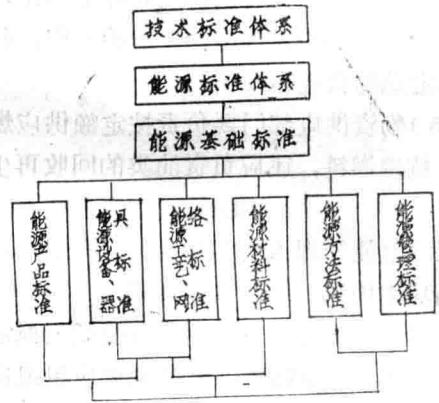


图2 能源标准体系结构

能源基础标准则如图3所示。

日本早在六十年代初，就制订了热量换算单位、热平衡、热效率计算等基础标准。1978年在日本《热管理法》的基础上，经国会批准实施《能源合理利用法规》。1980年日本通产省颁布了《对工厂企业合理利用能源的判断标准》……

我国，自1980年起，国务院先后发布了五

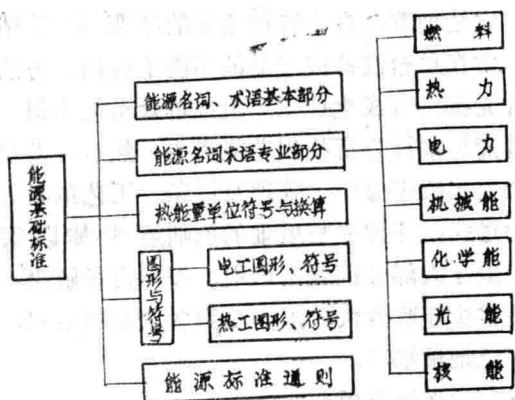


图8 能源基础标准结构

个节能指令。对这些指令，需要有相应的技术法规来保证其执行，因此，中国标准化综合研究所的技术人员，在有关方面的协助下，经反复调查研究，起草制订了七项国家能源管理标准。1983年11月，这些标准已由国家标准局颁布，它们是：《企业能量平衡通则》、《评价企业合理用电技术导则》、《评价企业合理用热技术导则》、《综合能耗计算通则》等。标准发布后，企业利用能量将有法可依。

节能技术中心及节能的宣传教育与技术培训

这也是能源管理的一项重要工作。

对节能这样一项持久的战略任务，节能工作过程中需要大量的技术力量，而除了少数大型企业有自己的科研测试队伍外，广大企业不可能、也没有必要都配备自己的节能技术力量，故应按地区建立节能技术中心，以统一组织和集中使用节能工作的技术力量。节能技术中心的工作内容有：（1）接受企业委托，协助进行企业能量平衡和热工测定，提出节能措施；（2）协助企业进行重大节能技术措施方案的可行性研究，亦可承担设计及试验任务；（3）对有关节能事宜进行技术咨询；（4）协助当地政府和企业合作培训节能技术人员；（5）协助当地节能办组织节能技术经验交流。

也正是因为节能是涉及全国人民生产和生

活方面的大事，所以为此必须发挥群众的积极性和主动性，除了要认真贯彻政策外，通过宣传教育，大力提高群众的认识，也很重要。首先是要明确节能的长期性和紧迫性，其次要了解节能的方向和措施，特别是对耗能有关的干部和职工，要加强业务技术的培养，以提高管理和操作水平。可以因人因地制宜地采取各种宣传和培训形式。

全面能源管理和广义节能论

如果我们采用系统方程的方法研究能源管理，则可将其分为三个系统：（1）国家能平衡系统；（2）企业能平衡系统；（3）设备能平衡系统。国家能平衡系统是将能源开发、加工、运输、销售和使用的平衡（也包括进口贸易）加以系统化；企业能平衡，就是用图表的形式明确表达企业的能源购入情况和内部各工序、车间能源消耗情况，计算热能的有效利用率，制订各项节能措施；设备能平衡，就是通过设备热支出和收入的测定，查清设备的有效热和热效率，查清热能的损失点和流失量，找出设备在热能利用方面的毛病，以便采取对症下药的节能措施。

广义节能论认为节能有狭义节能和广义节能两种。狭义节能，就是在满足相同需要或达到相同目的的条件下，对直接看得见的能源实物的节约。广义节能则包括对无形的、间接的、不能直接看见的能源的节约，就是说它就是在满足相同需要或达到相同经济效果条件下，既包括直接节能也包括间接节能的完全节能。根据这种间接节能的道理，节省任何一种人力、物力、财力和资源都意味着节能。广义节能可总结为十种节能内容：（1）合理提高能源系统效率的节能；（2）合理节约各种经常性消耗物资（如原材料、日常消耗品等）的节能；（3）合理减少业务量（如运输周转量等）的节能；（4）合理节约人力的节能；（5）合理节约机器设备等固定资产和原材料能源等流动资金占用量的节能；（6）合理节约其它需要量

的节能；(7)合理提高各种产品产量和劳务量的节能；(8)合理提高产品质量和劳务量质量的节能；(9)合理降低成本费用(包括工资费用和不包括工资费用两种情况的节能)；(10)合理改变经济结构、产品方向和劳务方向的节能。

用统筹法和优选法管理能源

统筹法和优选法，是我国数学家华罗庚教授提倡推广的。运用“双法”原理管理煤、焦油、电、水，是科学管理方法和科学试验方法，不用添置设备，不耗费材料，不增加人工，基本不用花钱，就可实现节能。

统筹法是一种崭新的计划管理方法。其主要特点是利用网络图(流程图)表达计划内容，并运用数学计算突出关键，再经过调整平衡等步骤，使计划达到统筹兼顾、全面安排、多快好省地完成的目的。

运用统筹法计划一项工程，缩短了工期，节省了人力，还节省了动力(水、电、蒸汽等)，可以间接节能，也可以直接节能。

优选法是利用数学原理，合理地安排试验，减少盲目性，以便迅速找到一种最好点的科学试验方法。它既考虑了选的方法，又找到了优的方法。优选法的具体方案很多，例如平行线法、抛物线法、陡度法、格点法、等高线法、方向加速法等。实践证明，在单因素方法中，掌握了0.618法、对分法、瞎子爬山法和分数法即够；多因素方法中有“双因素交替法”就行。遇到特别复杂的、因素很多的，可安排正交试验设计。

运用优选法，在电厂，可用0.618法优选烟气中的含氧量；在煤矿锅炉，可用0.618法和分数法优选锅炉压力和给煤厚度；在机械厂化铁炉，可用0.618法优选层焦铁比……等。

国外常用节能管理方法

介绍的是日本在能源管理方面常用的几种节能方法：

(1)自主管理节能法

它是把群众自主管理质量的经验用于节能，常在单台设备或产品的节能上应用。方法是首先按设备或生产工序组成群众节能小组，接着通过统计分析找出节能潜力，然后再发动群众提出改进操作、管理及设备、工艺革新方面的建议，并按先易后难的原则逐步加以实施。由于大部分问题由班组、车间自行解决，故花钱少而收效快，因而受到各企业的重视，已广泛地被推广。

(2)系统分析节能法

它适用于工艺复杂、能源种类多的工厂及车间的节能。它是先对消耗能源的设备逐个进行系统分析，然后采取综合改进措施，以便在保证原有设备和产品的产、质量的条件下达到大幅度节能的目的。

(3)全面管理节能法

它适用于多能源可互换的复杂情况，就是说，当节约了其中的一种能源时，如引起了另一种能源消耗的上升，此时就必须从全面管理出发，通过通盘计算，采用最佳的节能方案。

(4)价值工程(VE)节能法

它是把节能的范围从常规的降低实物能耗扩大到产品功能和价值的范围，可达到降低货币能耗的效果。

(5)图表(MAP)节能法

它是由日本工程研究所在总结了上述节能方法的基础上提出的。它将节能挖潜分析图表化，并有一套完整的顺序和指标。一般企业实施后，年节能可达6~10%；先进企业实施后，年节能仍可达3~5%。

其主要顺序为：

(1)在第一阶段：发动群众挖掘节能潜力，并分类标于图表上。即①先制作能耗图表；②挖潜分析；③用绿红黄点标图；④对节能建议分类筛选。

(2)在第二阶段：对节能课题进行深入分析和优选。即①节能课题登记；②深入研究课题在技术上的可行性；③进行经济分析，综合考虑到安全、质量；④拟定实施计划，交

工业部门的能源管理

以1980年为例，我国工交部门年总能源消费量为42,928万吨标煤。其中，各工交部门的能源消费量（均以万吨标煤计）分别为：冶金7,413；电力12,794（自用和损耗1798）；煤炭5417；石油3251；化学8704（包括原料消费）；机械3270；建材3840；纺织1432（包括原料消费）；轻工5208；铁道1476；交通788；森林331。

我们拟按行业部门分别介绍它们的耗能生产工序、耗能设备、用能特点；主要产品的单耗情况、近期计划达到的单耗指标要求（以1985年与1980年比较）；能源管理的特点及主要节能管理措施等等。

冶金工业

冶金工业按钢铁和有色冶金分别叙述。

（一）钢铁

其耗能生产工序有采矿、选矿、焦化、烧结、炼铁、炼钢、初轧、轧钢等。其主要耗能设备有：高炉、焦炉、烧结（或球团）机、转炉（或平炉、电炉）、轧机，以及各种风机和水泵、各类工业窑炉。

其用能的特点是：（1）能耗指标相当高，

节能潜力相当大；（2）使用的能源品种最多，一次能源有原煤、无烟煤、洗精煤、动力煤、重油、天然气等，二次能源有电能，还有工序当中产出的焦炭、蒸汽等等；（3）余能量最大，有炉顶余压、冷却件和工业炉窑废气余热，副产煤气、成品半成品以及废渣的显热等，回收利用的价值极大。

考核钢铁企业能源利用情况的经济指标有吨钢综合能耗，吨钢可比能耗和工序能耗。我国1980年的统计数字如下（括号内为国外工业发达国家的数字）：吨钢综合能耗2.04(0.79)，国家要求到1985年降到1.84吨以下，吨钢可比能耗1.3(0.7)；工序能耗的焦比0.204(0.162)，烧结0.107(0.076)，炼铁0.507(0.404)，转炉0.039(0.002)，平炉0.196(0.056)，初轧0.084(0.037)。

我国钢铁企业能源管理的要点应置于：（1）研究、引进各种重大节能新技术——包括：直接还原炼铁——连续炼钢技术、不加热开坯技术、成型焦炭制造技术、高炉除湿送风技术等。（2）推广实用节能技术——包括：磨矿用直线振动筛代替螺旋分级机；造矿场采用磁滑轮进行预选，采用大筒径永磁选机，采用250

有关部门实施。

能源技术经济效果比较方法

由于企业采用不同的燃料动力、不同的能源供应方式、不同的经济效果，因而需要对不同方案的经济效果进行计算和比较，选用经济效果比较好的方案。实践证明，这是工业能源管理工作中必不可少的一项重要工作。

能源技术经济效果的比较方法主要有社会

全部劳动生产率I法、II法；纯收入法；国民收入法以及附加收入法和附加国民收入法六种。过去常用的偿还年限法和年计算费用法是上述六种方法的特例，它们没有考虑时间的价值因素、折旧费用的扣除、流动资金的占用，也没有考虑稀缺物资消耗、稀缺自然资源占用以及某些紧张劳动力占用的影响，所以，只能在特殊条件下才可采用。而上述六种方法则可广泛应用。

PN-9型合金泵输送尾矿；烧结工序中用高碱度烧结矿，厚料层烧结，及改进点火器和增设保温段；高炉用汽化冷却，无料钟炉顶，原料槽下过筛，平炉用三枪吹氧，油掺水；电炉用喷射冶金技术；钢水罐有H·K型烧嘴烘烤；采用摇包预精炼工艺于电炉生产中碳锰铁；均热炉用沸腾钢锭液芯加热和轧制，用氧化锆分析仪控制烧钢空燃比等等。(3)全面改进铁钢比结构，我国要求从1980年的1.024:1到1985年降至0.88—0.9:1。为此，要多吃废钢，降低铁水比；加强操作，降低吹损和浇余。(4)加强炼铁、炼钢、轧钢工序衔接，简化工序，以减少各工件冷却后重复加热用能源。如将初轧机或连铸坯不经加热直接送至热轧机轧制。我国要求连铸连轧比重从1980年的6%到1985年提高到15%左右。(5)回收余能和研究、引进余能利用技术。如实用的利用烧结矿冷却机废气进行热风点火；利用热风炉烟道废气预热助燃风；高炉冷却水循环使用；回收转炉煤气；增设换热器以利用高炉烟气预热助燃空气；焦炉采用上升管汽化冷却，回收蒸汽。还有高炉顶压发电技术等。(6)提高工业窑炉风机水泵等重大通用设备的效率，如，在转炉风机上使用液力偶合器，

我国钢铁企业的能源管理，对大型重点企业放在搞好工序配套上；对中、小企业是放在搞好整顿和改造上。

(二) 有色冶金

其耗能生产工序有：矿石采选、团烧、粗炼、精炼、重熔及合金化、轧锻（或挤压）、加工成材等。

其主要耗能设备有：熔炼炉、电解设备。

其用能的特点是：(1)消耗电能的比重相当大，是用电大户，约占其总能耗的60%以上。其中，电解和矿石采选工序的耗电量极大。因此，有色金属产品的单位电耗相当大。如日本典型吨铝耗电15,802度（而吨电炉铁只有1335度、吨电炉钢坯为568度）。而耗能多的主要品种是铜、铝、铅、锌四大种。(2)可回收的、有利用价值的“能源”有共生矿的

硫（可制取硫酸，产生热量）等。

考核有色冶金企业能源利用状况的经济指标主要是吨产品（铜、铝等）的平均单耗。我国要求大型铝厂的吨铝电耗由1980年的15,400度的平均电耗，至1985年降到15,000度以下。

我国有色冶金企业能源管理的要点应置于：(1)采用电解新技术、新工艺。如氯化物电解法和碳热还原法等新炼铝法。还有间接加热连续脱硅的生产氧化铝工艺和间接加热高温熔出的生产氧化铝工艺；低温焙烧生产氢氧化铝工艺等。(2)改进电解槽的结构和电解操作技术。如电解槽加锂盐；用微计算机控制电解参数。(3)改进选矿场的磨矿作业。比如，采用增加和改进分级设备、改进磨矿作业以及应用自动控制装置防止过磨等等。(4)生产过程连续化。如炼铝当中，电解铝直接浇成可以加工的铝锭；在铝材厂，直接的连续铸造铝薄板、铝管；在炼铜厂，用液铜直接浇注阴阳极，目的是减少重熔工序的能耗。(5)采用电力电子装置，减少电解电耗。如采用可控硅等电力半导体器件构成的静止的，整流、变压、调压“三合一”的整流变压设备取代汞弧整流设备；在大型风机、水泵，采用可控硅调速装置或液力偶合器代替节流调节，减少节流损耗。(6)回收余能。如回收炼铅炉的余热；以废金属代替矿石冶炼等等。

电力工业

其耗能的主要工序是发电厂中的磨煤、产热、发电、抽水等，总的方面则包括发电、输电和变电和配电等过程。

其主要耗能设备为锅炉及其附设的风机、水泵，汽机，磨煤机等发电设备及输电、变电、配电设备。

其用能的特点：电力工业虽然也要消耗煤、石油、天然气或其它燃料，及一部分自发电，但是在能源转换方面，它主要的是个将一次能源经过加工、转换，而产生二次能源的电（或热电联产）的部门。最主要的发电形式

为火电和水电。我国有世界上最丰富的水力资源，但是由于建设水电站的投资大、建设周期长，所以我国现今的发电结构以火力为主，占发电量的六分之五左右。火力发电的燃料又以煤为主。因此，我们主要讨论燃煤的电站。

衡量火力发电厂能源利用情况的指标是发电耗标煤，我国要求该指标从1980年的413克/度，到1985年降到385克/度，现在的指标比国外工业发达国家高约三分之一。另外，要求电厂用电率由7.65%，降到7.4%以下；要求全国网损率由8.88%，降到8.5%以下。

我国电力工业能源管理的要点应置于：(1)改造中温中压以下的中小发电机组。通过设置高压锅炉及前置汽轮发电机组，使每度电能节约标煤100克以上；或将城市附近的中小型凝汽机组改为供热机组，成为热电联产、联供。我国准备在1980—1985年期间改造200~250万千瓦(投产120~150万千瓦)的容量。(2)汽轮机受热循环限制，热效率较低(28~45%)，大部分热量为汽轮机凝汽器冷却循环水所带走并损失掉。因此，在城市及需用汽的工业区附近，应建设带背压式汽机的热电厂，一般其能源综合利用率可提高到60~80%。我国准备在1980—1985年期间新建、扩建热电站250万千瓦(投产150万千瓦)。(3)加强发电厂设备的维护管理、安全管理保证安全运行。发电厂必须坚持计划检修制度，加强设备维护，使设备完好。对锅炉，要及时清除炉内各受热面的积灰、结焦、结垢；对汽轮机，应保持凝汽器钢管清洁，真空系统严密，循环水冷却系统完好；对回热系统，要消灭汽水系统漏汽漏水现象；还要加强化学监督，以保证锅炉给水水质合格，使锅炉受热面、汽机流通部分无结垢积盐；要搞好煤场管理，以减少煤炭损耗。(4)改造风机、水泵等大型耗能设备。我国计划在1980~1985年期间，改造风机、水泵等设备约300台。(5)加强电厂自动化水平，加强仪表监测。如根据负荷量及时自动调整燃料量、风量，监测汽机参数，监测真空系统，提高真空度，使之

在最佳真空状态下运行等。(6)削峰填谷，使负荷平准化，为此要加强用电管理。供电部门要进一步加强对用电户的管理。目前，我国采取的主要用电管理方法是计划用电、凭证供电的办法(电证规定了用电单位的电力负荷、电量、用电时间和重新核定的用电单耗)。对超指标用电单位，实行今超明还的原则，否则电力部门实行拉闸限电。我们还要结合供电管理改造城市电网，整顿农村电网。(7)研究、引进电力工业的重大节能技术，以大幅度提高能源利用率。如在发电方面有：飞轮式尖峰发电厂、泄放活塞气轮机联合循环发电，超导体发电机，利用液化天然气冷源热的涡轮机发电系统等。在输送电方面有：超导体输电技术、超低温输电技术等；在贮电方面有：二次电池(钠—硫、氧化还原流动型、锌—卤素等)贮电技术、飞轮式贮电技术、扬水贮电技术、压缩空气贮电技术、燃料电池贮电技术、超导线圈贮电技术等。

煤炭工业

煤炭工业的耗能“工序”，涉及勘探、开采、选煤、加工运输以及利用。我们主要讨论开采中的管理。

作为煤炭的耗能设备，因勘探方法分磁力勘探、重力勘探、地震勘探、地球物理勘探、地球化学勘探等，各各使用不同的勘探机械，我们对此不加讨论。对开采，除少数用露天式外，多数要开矿井和平硐。煤矿的主要工段有二，即掘进和采煤，它们使用的主要耗能设备有掘进机、采煤机、运煤机、各种风机和水泵、卷扬机。煤炭被开采出来后，经粗选(和精选)，可能直接经铁路(或公路、水路)，运到用户；也可以制成煤浆，用管道运输。煤的深度加工是将煤气化和液化，使原煤得到更加合理、更加有效的利用。

所以，煤炭工业主要的是个生产一次能源的部门，特点是产品品种相当单一(虽有无烟煤、烟煤、硬煤、软煤、非粘结性蒸汽煤、炼