

节 约 能 源 1000 例

[3]

刘宝家 李素梅 编

科学技术文献出版社

1 9 8 2

内 容 简 介

本书在《节约能源1000例》第一、二集之后,又收录了国内外行之有效的节能事例1000余例。包括燃料、动力、冶金、金属、加工、机械、电机、电器、供电、石油、化工、纺织、轻工、交通运输、农业、农机、柴油机、建材、建筑、灯具、民用炉灶、远红外技术、节能材料、余能利用、节水等方面的节能事例。每一事例都有研制和使用单位,主要技术内容和措施,以及节能效果。内容简明扼要,各行各业都可从本书中找到适合本单位需要的节能技术和方法。

本书内容广泛、丰富,是一本较适用的节能工具书。

可供科技管理干部,工程技术人员,技术革新者及广大工农群众阅读

节约能源1000例 (3)

刘宝家 李素梅 编

科学技术文献出版社出版

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 21.75 字数: 553 千字

1982年9月北京第一版第一次印刷

印数: 1—17,215册

科技新书目: 30—08

统一书号: 15176·559 定价: 7.90 元

目 录

一、管理、综合	(1)	4. 碱及无机产品	(172)
二、燃料动力	(9)	5. 乙烯	(175)
1. 电力	(9)	6. 橡胶	(178)
2. 储存电能	(15)	7. 其他	(181)
3. 锅炉及其改造	(17)	七、轻工、纺织	(185)
4. 烧劣质煤锅炉	(27)	1. 轻工	(185)
5. 煤气炉	(32)	2. 纺织	(190)
6. 节约蒸汽	(34)	八、交通运输	(196)
7. 煤矸石的利用	(40)	1. 汽车	(196)
8. 褐煤、石煤及其他劣质煤的 利用	(49)	2. 其他	(217)
9. 渣油、油页岩利用	(59)	九、农业、农机和柴油机	(222)
10. 燃油掺水	(65)	1. 农业、林业	(222)
11. 绿色能源	(69)	2. 农机和柴油机	(225)
三、冶金	(74)	十、建筑、建材	(230)
1. 综合	(74)	1. 建筑	(230)
2. 炼焦	(77)	2. 建材	(236)
3. 炼铁	(78)	十一、灯具和照明	(244)
4. 炼钢	(84)	十二、民用炉灶和民用煤加工	(251)
5. 轧钢	(90)	1. 节煤灶	(251)
6. 有色金属	(95)	2. 民用煤加工	(257)
四、金属加工、机械	(104)	十三、远红外加热干燥技术	(259)
1. 铸造、锻造	(104)	1. 元件、材料和设备	(259)
2. 热处理	(113)	2. 农、林产品干燥	(264)
3. 泵、阀	(120)	3. 食品干燥	(266)
4. 其他	(125)	4. 纺织、轻工	(267)
五、电机、电器、输供电	(133)	5. 化工、油漆	(271)
1. 电机	(133)	6. 金属加工、其他	(276)
2. 电焊机与接触器	(137)	十四、微波加热干燥技术	(280)
3. 电器、仪表	(140)	十五、节能材料	(285)
4. 输供电	(143)	1. 国外陶瓷纤维在加热炉上的 应用	(285)
六、石油、化工	(152)	2. 国内陶瓷纤维的应用	(288)
1. 蒸馏节能	(152)	3. 其他节能材料	(295)
2. 炼油	(156)	十六、余能利用	(299)
3. 化肥	(169)	1. 余能发电、余热设备	(299)

2. 动力、冶金、机械.....(305)	3. 其他废物利用.....(326)
3. 化工、轻工.....(310)	十八、节约用水.....(330)
4. 建材和其他.....(313)	1. 动力、冶金、机械.....(330)
十七、废物回收利用.....(316)	2. 化工、轻工、纺织.....(332)
1. 废油回收处理.....(316)	3. 建材、建筑.....(337)
2. 煤灰利用.....(323)	4. 其他.....(337)

一、管 理、综 合

系统工程在能源管理上的应用

七十年代以来,“系统工程”作为一门管理科学已经成为世界上工业发达国家管理工作的一项得力工具。近年来,美欧的一些发达国家,已经广泛的把它运用于工农业、国防、科学研究等各个领域,并取得了巨大的经济效果。在目前能源紧张这一现实问题面前,引用系统工程进行能源的科学管理可以缓和能源供求紧张的局面。

把整个能源管理看成一个总的系统,它可以分解为三个分系统,即:国家(或地区)的能平衡系统,企业能平衡系统和设备能平衡系统。

所谓国家能平衡系统,指的是整个国家在能源开发、加工、运输、销售、进出口贸易以及使用之间的平衡。要制定近期计划和长远规划,采用数学的方法来预测今后若干年内的能源需求,以指导开发,谋求平衡,并做为制订国家能源政策的依据。在企业能平衡工作中,要对企业能源消耗、节能潜力和措施等深入调查研究,然后编制出企业能平衡表,这样可计算出综合节能效果。但是,计算可比消耗指标还只是刚完成了搜集与整理资料阶段,这些资料,只有通过对比、分析,思考,才能看到企业节能潜力的所在、潜力的大小、挖潜的可能性和措施等,才能定出企业节能工作的决策。设备的能平衡尤为重要。日本把设备热平衡叫做“热诊断”,即通过热能的收入和支出间的平衡分析,查清设备的热效率,查清热能的流失点和流失数量,从而诊断出设备在热能利用方面的各种弊病,以便采取对症下药的节能措施。

国外在节能管理工作中采用系统工程这门新的管理科学已取得显著成效,愿系统工程在我国能源管理工作中发挥应有的作用,取得更大的成效。

能量管理系统

现在已有各种各样控制器、装置和系统可以有效地管理能量。常用的四种装置是热传感器、定时开关、可编程序控制器和计算机控制系统,它们的能力也大不相同。

热传感器 用得最普遍的传感器是恒温器,这是一种简单便宜的能量管理装置。它根据预调的温度值启闭加热或冷却设备。热传感器可以安装在受其控制的设备上或区域内。现在供应的恒温器,使用高压(线电压)和低压两种电源,通常都应用双金属元件或液体膨胀的原理进行工作。装置中可装时钟脉冲触发的加热器来偏调恒温器,以补偿夜间温度变化或满足其它要求。有些恒温器采用固态电路设计,可以调整或按比例控制加热或冷却设备;有一些则专用于经理室或工长室,以便遥控调节和操作,这样可防止其他人员随意调节。安装在公共场所的恒温器都配备有上锁盖板。

恒温器都装在受其控制的设备附近。远距离传感装置费用昂贵。拿商业和工业级的铂电阻温度器件(RTD)来说,每个传感点的费用就高达600美元。然而,现在已有价格低廉的固态器件,如最为人们所熟悉的热敏电阻。这些器件通常和微处理机及计算机控制系统联用。准确度优于 0.4°F 的热敏电阻每件售价低于10美元。热敏电阻还可以连接长导线而不致造成明显误差。一个经过恰当预时效处理和恰当安装的热敏电阻,准确度可保持数年之久。

定时开关 定时装置可用于许多能量管理用途。采暖/通风/空调系统、照明、制冷设备和工业机器等的载荷都是可用定时器控制的典型实例。通过周密的分析,就可以为定时器编制适当的程序,使其仅在某些时间操作,从而能够降低用电量,削减电费。

定时器廉价而可靠性高;许多定时器能直接处理比较大的负载。另一些定时器则须通过接触器来控制大电流负载。定时器可分为以下各种基本类型: 1. 24小时度盘, 2. 天文度盘, 3. 天日历度盘, 4. 24小时度盘, 兼能按预选短时间隔进行多负载启闭控制, 5. 重复程序兼60分钟度盘。

几乎任何地方都可以有效地使用定时开关, 尤以学校、保育园、汽车游客旅店, 银行和小型工商企业更为适用。

定时开关的主要缺点是不适合控制办公大楼和工厂等分散的大面积建筑物的负载。它也不象可编程序控制装置和计算机系统那样灵活多用, 不能控制和统筹这类大型设施的许多设备的负载。

可编程序控制装置 这些装置的用途是使设备的运行能最佳地节能, 以尽可能降低操作费用而又发挥良好和有效的功能。它们可以监督设施的照明系统和其它设备的运行, 并恰当地自动控制需电量和耗电量。

可编程序控制装置有简单和复杂之分, 有的只有基本的机电元件, 有的则配置有很先进的固态或微处理机装置, 价格从1,000美元到10,000美元不等。较基本的类型采用继电器、接触器和标准传感器件, 价格较低, 但应用范围不很广, 执行的功能也较少。

固态可编程序控制装置可说是一种微型化的机电控制装置。它的主要优点是: 1. 采用固态设计, 没有运动部件, 可靠性高, 2. 体积较小而可处理许多低压输入和输出信号, 3. 控制装置的原始费用虽然高些, 但因采用低压电路, 安装后的操作费用却低得多。

以微处理机为基础的可编程序控制装置是介于先进的固态控制装置和计算机化系统之间。从实用观点看, 应将其视为小型计算机。它能执行计算机的功能, 但运算速度低(以毫秒计, 而不是以微秒或毫微秒计), 存储容量也小。最近已有了“微型计算机”一词。一台大型或中型的以微处理机为基础的可控程序控制装置就相当于一台小型计算机或“微型计算机”。

计算机控制的能量管理系统 可以专门设计或用程序控制, 用以高度有效地控制任何现有设施的用电。多数计算机化系统均可兼备其它控制功能——如采暖/通风/空调、火警、内部通信、电梯控制、记录、打印、会计和成本汇总等。这样的装置的价格起码为25,000美元。

能量管理

日本住友金属公司钢铁厂使用的能源, 有高炉气(BFG)、焦炉气(COG)、转炉气(LDG)、电力和蒸汽, 此外, 还有压缩空气、 N_2 、 O_2 、Ar和水。为了集中管理这些能源, 设立了能量中心, 采用计算机控制整个能量管理系统。除有“月度计划”、“随时连续运行管理”、“使用情况登记”外, 还有“自家发电最佳运转计算”、“焦炉气平衡控制”等所组成的节约混合气和降低成本的节能措施。

为实现这种管理系统, 最重要的是每个计测仪表的敏感元件是否可靠。在能量管理的流量测量中, 采用各种各样的计测仪表。例如, 对于气体, 大部分使用测流孔式流量计; 对燃料油, 则多用容积型、面积型和透平仪表等。

在钢铁制造过程中，人们经常利用控制炉温的办法进行生产，即使炉温相同，但其测量部位及方法却有很大差异。如果测温方法选择的不好，则会形成控制与炉温无关系的温度。

高炉、加热炉等的炉壁温度用来判断炉内情况及仪表损失。对于控制燃料使用量的办法，又发现了自动控制 O_2 浓度的燃料控制系统，以及对 O_2 浓度进行适当控制的方法。因此，在燃料功率、 NO_x 抑制和减少水锈等方面都收到了实效。在低 O_2 控制方面，还有采用测定控制 O_2 浓度的直接和间接方法，预测 O_2 浓度对燃烧控制系统实现自动化的方法。在连续测定废气中的 O_2 方面，气体采样装置的问题比敏感元件多，然而，从敏感元件再现性、直线性、反应速度和干涉影响等废气中的低 O_2 控制精度来看，一般不易发生问题，但采样装置从维修方面要进行改进。

钢铁厂有时产生副生气体（BFG、COG、LDG），由于其中高炉煤气（BFG）发热量较低，所以将它与焦炉气、混合气混合使用。作为混合方法，以前是采用设定的气体热量比率控制法，但考虑到副生气体的热量变化，燃烧控制系统的空气比变动以及流量上的误差等等，现在则采用热量计进行混合控制。这是为了提高热量计的精度，改善反应性能及反应性能尚未解决的采样装置。

过去，一直用于监视，因而反应慢，不能进行控制。为加速反应性能，将总发热量方式改为实际发热量方式，这样解决了问题，并应用于实际。

从设备热平衡中挖掘节能潜力

计算和测定设备的热平衡，是“以节能为中心的设备革新和改造”的重要依据。

1956年，中津制药厂在设计甲醇钠工程时，把无水甲醇的气化器，列为非重点设备，对它既没有进行计算，也没有提出规格要求，只是随意找了一台10米²多导程列管式加热器代替。按工艺要求，只要完成80℃过热就可以了。供热的水蒸气，原估计每平方厘米有1公斤压力就差不多，开车时才发现，2公斤压力也满足不了要求，开到3公斤压力才合适。在此同时，有很多“没吃掉”的水蒸气排入下水道。以“工艺要求”为由，定为“合理跑汽”，十几年来造成热能浪费。

1980年春，对该设备作了热平衡计算，结果发现实际用汽量为理论用汽量的4倍。为什么会出现这种情况？通过计算得知，甲醇过热分三个过程：加热、汽化和过热。前两个过程需要大量热、大面积和低加热压力；后一个过程需要小热量、小面积和高加热压力。把上述三个过程并在一台加热器进行，为达到最后过热指标，不得不对整台加热设备提高加热压力。结果是加热器“消化不良”，水蒸气跑掉了。1980年4月作了改进，把多导程加热器改为单导程，作为加热和汽化之用。这样一来，跑汽问题解决了。根据半年的考查计算，平均每天节汽11吨。又由于减少了过程中的阻力，产量提高了1/6，突破了原设计能力。

搞好热效率计算

实行燃料定额、定量供应，是管好燃料的一项重要措施。目前通用的历史水平法（即求出若干年实际消耗的平均值），不够精确，效果较差。鞍山市锅炉厂、铁塔厂进行热效率计算试点，在燃料管理工作中取得了可喜成果。如锅炉厂生产钢瓶容器，1978年每只钢瓶耗油122公斤，1979年通过热效率计算，把每只钢瓶单耗降为60公斤，比1978年减少了62公斤。这个厂1979年实际产值比1978年增长11.91%，而油耗下降了5.7%，全年节油2,848吨，节能效果在全市名列前茅。铁塔厂也取得了年产值增长39.1%，油耗下降1.92%的好成绩。

加强能源管理

撫順钢厂，一年耗煤 3.5 万吨。几年来，狠抓能源管理，成立能源管理办公室，制定产品、设备耗能定额，加强计量，大搞挖、革、改，耗能量大幅度下降，1980年1—9月，节电 1,000 万度，节油 7,000 吨。

撫順市耐火材料厂，加强能源管理与实行燃料入厂有验收，用量有计划，消耗有定额，实行班组核算制和节约有奖，超耗罚款等办法。1980年1—9月，综合能耗量由过去的 340 公斤/吨降到 330 公斤/吨，其中粘土砖烧成油能耗由去年的 94 公斤/吨降到 84 公斤/吨，节油 130 吨。

浑河饭店重视节电工作，成立节电领导小组，制定用电定额和管理制度，实施奖罚规则，节电效果显著。1979年增加部分电气设备，仍比1978年减少用电 25,000 多度。

辽宁发电厂，为保证全面完成国家发电计划，降低能源消耗，将大指标分为多项小指标，进行竞赛评议，在降低能耗和多发电方面都收到显著效果。如磨煤机是用电量比较大的设备，开展小指标竞赛，实行单项经济核算，促进运行人员减少磨煤机起停次数，一季度就节电 206 万多度。

撫順煤矿电机厂，北住宅安装电表 120 块，每月耗电由 18,000 度降到 8,000 度；二三八医院安电表后，每月耗电由 1,800 度降到 820 度；某部队机关住宅安装电表后，拆除电灯 50 多盏，换掉 400 多个大灯泡，每月节电 9,000 多度。

撫順市跃进化工厂，1980年 6 月实行生产供汽包干合同制，按产量确定耗煤量，增产增煤，节煤提奖，超耗罚款，供汽不足扣奖。经三个月试行结果，三种主要产品比计划平均增长 14.1%，车间经费节约 303 元，耗煤比计划下降 12.4%，节省原煤 105 吨。

加强管理节约供电

内蒙古自治区昭乌达盟宁城县供电局八里罕供电所狠抓农电管理工作，1980年上半年线损率由1979年同期的 23.9% 下降到 11.85%，半年为国家节电达 22 万度，节约资金 13,000 多元，这个供电所担负着四个公社四十个大队和二十多个生产单位的供电任务，年用电量达 400 多万度。他们主要采取了四项具体措施：

一、建立岗位责任制、接出口线路考核线损。为了把降损工作落实到人头，他们打破行政区域，按变电所出口线路把各用户排出口例抄表收费，明确职责范围，建立各种记事簿，考查各项营业管理工作，对营业事故坚持“三不放过”的原则，实行降损得奖，上升受罚等奖惩制度。

二、狠抓线路维护检修工作。为消除接地漏电损失和线路运行弊病，他们坚持对全供电区的 180 多公里 10 千伏配电线路的检查维修、及时处理线路的各种缺陷，砍伐靠近线路的树木，保证线路畅通无阻，正常运行。

三、狠抓营业管理工作，坚持例日、定时、定点及时准确的抄表制度，做到不代抄、不错抄、不估抄、不漏抄，保证核算准确。

四、加强计量管理工作。为了计量准确，坚持对计量表定期交换和校验，发现问题，及时处理，提高电度表计量的准确性。

以煤为基础的能源联合企业

苏联在最近对1900—2000年以前发展燃料-动力综合系统的规模和技术政策进行了预测。苏联人认为,在制定上述战略中,必须考虑到每吨标准燃料的总投资在逐年增加,为此必须完善燃料-动力综合系统的结构,以降低该系统各环节的投资费用。为此,苏联必须首先利用几个投资最少的大型露天煤矿煤,并用现代的、投资最少的方法输送煤、电。还必须发展有效的、比较简易的、生态学上可以接受的能源综合处理工艺和利用固体燃料的方法。

苏联人称,克尔日扎诺夫斯基动力研究所首创了煤炭的综合处理工艺和高速热解法。综合处理工艺可以对煤进行综合处理,保证从煤获得产额很高的人造液体燃料、冶金用还原气体、化工用焦炭和工业原料,还可获得大量煤砖、优质焦粉、酚和其他有价值的产品。

热解法早就受到各国科学家的重视,进行了大量实验和理论工作。

克尔日扎诺夫斯基动力研究所还发明了固体燃料和粘性液体燃料的无压力管道运输系统、煤炭综合处理厂和热电结合供能的运力站。这种企业也可生产焦油,再用焦油生产发动机液体燃料;生产日用煤砖、冶金用焦和还原气;用灰粉为主要原料制造建筑材料和其他材料。

苏联人要求,有关煤炭综合处理、高速热解、热转换、热气化和无压力管道运输的一切研究试验工作都应受到特别的重视,为他们开“绿灯”。

节能工作中的最优化方法

最优化方法已逐步在各技术领域得到应用。在钢铁工业的节能工作中,也应充分重视这个方法。在许多情况下,只有利用这种方法才能得到最大的节能效果。

例一,在确定炼铁用精矿品位时,从省能的观点出发,必须考虑以下两个方面:1.精矿品位对高炉的焦比以及烧结厂单位能耗的影响;2.对选矿厂能耗的影响。精矿品位愈高,高炉的焦比愈低,烧结厂的能耗(按吨铁计算)也愈低,但是选矿厂的能耗将愈高。权衡二者之得失,才能找出合适的精矿品位。

例二,在确定轧制前钢坯加热温度(在允许范围内)时,必须综合考虑以下两方面的因素:1.加热炉的燃料单耗和钢坯的烧损率;2.轧钢机电力单耗和轧辊及其它部件的单耗。采用较低的加热温度,虽能使加热炉上的上述两项单耗降低,但是会使轧机上的两项单耗升高。而且这种消长关系是随着具体情况变化的。为了使加热和轧钢这一生产环节的总能耗为最低值,必须根据具体情况,确定一最优加热温度。

用最优化方法研究能耗问题时,应以待定参数为变量建立能耗的数学表达式,把它作为目标函数,然后求函数的极小值,从而确定待定参数的数值。此外,还须注意,从省能的角度得到的合理参数,不一定在经济上是最合算的,因为在分析经济上的合理性时,不仅考虑能源问题,还要考虑其它许多因素。在分析节能措施时应讲究经济效益,进行可行性研究,估计其回收年限等。在解决实际问题时,最好将二者结合起来考虑。

工厂节约用电

工厂推行节约用电,应该先策订完善有效的计划。在计划时,必须先了解节约用电的主旨,不是消极的减少用电量,而是积极的运用有关的用电设备,以适当的用量,活用资源,减少浪费,达成预期的效益。

工厂推行节约用电应包括下列计划及措施：首先必须检讨变压器容量是否恰当，受变电设备、配线设备、配电方式、电压、照明设备、马达设备、空调设备、电热设备是否适当，效率是否正常。常见之弊病是变压器容量较实际使用之最大电力远超出甚多，或实际上只要一匹马力之马达即可，却安装了两匹马力之马达，无形中多消耗了电。设定各部门全部工作作业的负荷标准，随时注意配电盘负荷情形，如有超过之处，则应迅速通知各部门抑低负荷。装设闭路电视摄影机及遙控装置于负荷地点，随时监视安培表。装设可调整电驿在主配电盘上，盘上装设警告灯或警报器自动发出警报，以警告及时抑低负荷。为减少电力浪费，很多原来由人工控制用电设备，可以很容易地改为全自动或半自动的控制设备，例如照明用电改由点减器控制。自动计时器必须装配于各种设备操作上，均可节省大量电力，厂内输送带或混合器于皮带或容器内空时，应设置自动控制设备，于空载时自行切断电源。

工厂为确保其电气设备的合理、正确、省电、高效率及安全运转，平常必须时时刻刻要做好电气设备之检查诊断、性能试验及保养。工厂电气设备范围广泛，但工厂电气设备之主要检查、诊断可分为：1. 电动机之轴承检查、诊断。2. 变压器、电动机、电缆之绝缘检查、诊断。3. 油膏、绝缘油之劣化检查诊断。4. 高明的电动机振动测定法。

电动机之轴承检查、诊断：在工厂电动机占非常重要的地位，虽然电动机品质改善甚多，但要判断轴承的品质良否，至今仍甚难。一般轴承不良原因油膏劣化占40.5%，油膏枯竭占31%，潜变（Creep）占20%，其他原因占8.5%。

最近市面上甚多种轴承检查诊断法，例如振动计诊断法或轴承稽查器诊断法或电震脉波计诊断法或环路试验诊断法等广泛的宣扬其效果，但要判断轴承品质良否，只有靠这些仪器仍甚难，必须再利用视觉、听觉及以往经验等再加以直接判断。尤其是小型电动机因采用密封轴承，油膏干涸引起的轴承烧损甚多，目前要检查诊断轴承油膏的干涸仍甚难。

变压器、电动机、电缆等之绝缘检查、诊断：现在绝缘诊断一般采用500伏及1,000伏级高阻测定绝缘，虽可把握大体绝缘状况，但仍不能充分获得绝缘劣化现象。因此必须采用耐压试验法、直流高压法、部分放电法等，尤其是对3—33千伏电缆之绝缘诊断最近采用直流高压法结果，都获得甚良好的效果。

不过绝缘诊断只采用上述仪器测定仍是不充分，故对可以实施目视突检部分，必须併用目视突检。例如高压、超高压电缆之末端部分或高压电动机之线圈末端部分，必须实施目视突检。

油膏、绝缘油之绝缘劣化检查、诊断：油膏、绝缘油之绝缘劣化依采用分析方法，可以获得精密度高的诊断。尤其绝缘油之劣化诊断通常可由物理、化学及电气试验等之一般分析与溶解气体分析两项途径，而推测或确认其劣化原因进而即采适当措施，借以确保运转中电气机器的效率及安全。

美国国际商业机械公司节能措施

1. 照明区域分成三级，照明度最大的将降低25—30%，办公室的平均光照由100fc（英尺·烛光）降到60fc；走廊降到20fc；停车场降到5fc；许多车间标志改用夜明标牌，由此可省掉照明灯泡25,000—65,000个。全年共节电 9.7×10^6 度。加强周末和假日的照明管理，全年又节电 10.9×10^6 度。2. 建筑中的照明分成多组线路，电门各自分开，计算机系统又将照明和空调，均按照预定的作业时间表执行电门的启、闭程序，每周先减少1—2小时的使用时间，以评定各种岗位操作中适用情况和节能效果，最后确定不同季节的最佳运行时间

表，待节能实效被稳定一段时间后，再进一步除去多余的灯泡和排气风扇，继续调整运行的启闭时间表，这样日月积累，就能使电耗逐步降低。3. 根据生产岗位的实际需要，适当减少新鲜空气的换气量（如办公室的换气量将降低15—25%），建立尾气风机的启、闭时间表后，由于换气量的减少全年节电约 3×10^6 度。空调中为降低热量损失，部分热空气给予循环利用，在整套生产装置中，也可减少各个岗位的尾气排放量来降低能耗。4. 用水套回收生产中的废热，热水再用于空调中冷空气的加热。将生活用水和生产用水分别降到37℃和36℃以下。工艺中的低温水，冬季直接用冷却水来降温，以节省冷冻机的运转电耗。5. 加强设备保温，防止能量散失。并制订各种设备的维修时间表，及时消除设备漏损和热效率的降低。

美国洛杉矶市节电片断

洛杉矶市是美国第三大城市，也是美国西海岸的一个工业和金融中心。该市不仅生产各种钢材、航空器材、石油产品、电子器件、玻璃、橡胶、水泥、药品等各类工业品，而且也设有许多银行、各类保险公司、五花八门的商场等等。它们每年都要消耗大量的电力。

为了节省电力、降低消耗，该市政府成立了一个专门的节电委员会来管理全市的节电工作。该委员会由该市商业界、工业界、供电单位、房产主和政府官员等十三人组成。其主要任务就是制订一个按限额供电的计划。经过调查，委员会整理出全市的用电结构，其中居民住宅的用电量占全市用电量的25%，工业用电量占全市用电量的25%，商业用电量占全市用电量的45%，路灯照明及其它占5%。这里商业部门是全市的耗电首户。

节电委员会限额供电计划的主要内容就是要求各用户根据其一九七二年相同月份的用电情况削减一定比例的耗电量。节电委员会要居民住宅削减10%的耗电量，工业部门削减10%的耗电量，而商业部门则是削减20%的耗电量。每月耗电定额确定下来之后，各个部门和单位就得严格执行，不得超额，违者罚款。一般情况是如果某一用户在第一次超过了用电定额时，要在其当月电费的基数上额外罚款50%，但到第二次超额用电时，供电部门就可以中断对它的供电。节电委员会计划通过这种限额供电加惩罚的方式，把一九七三年洛杉矶市全部耗电量降低12%。

与此同时，该市供电部门也举办了各种类型的节电报告会、技术讲座，免费提供咨询服务，印发宣传材料，以帮助人们了解节电常识，学会做能源消耗经济核算。这样一来，全市各行各业和居民用户不得不想方设法采取措施，制订计划，避免超过限额标准。

商业用户（包括银行、剧院、各类办公楼、各类商店等）普遍采取的措施是：1. 缩短商业建筑装饰灯夜间使用时间。根据节电要求，一到夜深人静，商业停止营业时就要关闭所有的装饰灯。2. 更换照明灯。即用较为省电的荧光灯取代耗电较多的一般灯泡。照明用电量在商业建筑耗电总量中约占一半以上。目前大部分洛杉矶市的商业建筑已将照明灯更换完毕。3. 在照明灯控制线路上安装自动计时控制器。这种计时器按预定的时间接通或切断电路。现在很多商业建筑都已安装了这种控制装置。4. 采用单灯控制开关，消灭过去那种一层楼一个控制开关的现象。5. 将商业建筑夜间清扫改为白天清扫。这些改变清扫时间的单位夜间耗电量很快就从占全天耗电量的30%降低到5%。

居民住宅所采取的节电措施一般很简单，如：随手关掉不用的照明灯；把衣服送到洗衣房烘干，因为那里一般采用煤气烘干设备；使用小功率的照明灯；收看电视节目时一次只开一台，而不是象过去那样同时开几台电视机；关掉电取暖器；降低电热水器的温度等等。

通过洛杉矶市各界的共同努力，全市耗电量减少了18%，比原计划要达到的12%的目标超过了6%。其中居民住宅部分的耗电量实际减少了18%，超过了原计划的8%；工业部门实际减少了11%，超过了原计划的1%；商业用户实际减少了28%，超过了原计划的8%。通过这件事，洛杉矶市供电部门得出了一个结论：对付能源紧张有开源和节流两种途径，前者是努力增加能源的生产和供应量，而后者则是要求用户与供应户双方一起想办法，在不影响生产、不改变生活方式的前提下，降低能耗量。也就是说在提高能量效率的过程中增加能源供应量。

日本工业部门的节能措施

1. 钢铁工业：加强燃烧管理；高炉炉顶压力发电（每吨生铁可回收4—5升石油当量）；安装干法熄焦设备（每吨焦炭可节约26—27升石油当量）；氧气顶吹转炉气的利用；提高连铸比（每吨钢约可节约16升石油当量）。

2. 石油化工：设备的全面绝热；回收工艺余热；回收副产品、未反应气体；简化工艺流程。

3. 水泥工业：加强燃烧控制和操作管理；普通窑改用带悬浮预热器或新型悬浮预热器的窑（可提高效率15—20%）；安装大型粉碎机。

4. 造纸和纸浆：防止漏气；由单釜式制浆机改用连续式制浆机（约可节约25%的蒸汽耗量）；采用高速造纸机（约可节约10%的蒸汽耗量）。

5. 有色金属：设备和装置运行最佳化；由氧化铝焙烧用的普通窑炉改为带悬浮预热器的窑炉（效率约可提高15%）；采用预焙式电解槽（效率约可提高5—10%）。

节能侦察机

英国政府动力部为寻找热能的浪费者，采用了一部轻型侦察机，在城市和工业区上空进行巡逻。飞机上装有一部红外探测器，它可以在500米的高空鉴别出地面上不到一度的温差，并能准确地断定浪费热能的地点（误差不超过1米），然后，把有浪费嫌疑的地方标在地图上。有经验的技术人员可以根据地图对各工矿企业和各城市进行检查，很快就可以察出隔热不良的锅炉，造成热损耗的传热路线和蒸汽管道衔接点等，以便及时采取措施。通过这种侦察手段，大大节省了煤、石油和电力的消耗。

二、燃 料 动 力

1. 电 力

大型电站燃油锅炉自动调节器

大型电站锅炉蒸汽压力，规程规定允许在额定汽压 $\pm 6.5\%$ 公斤/厘米²范围内变动，汽压参数的变动范围过大，不仅影响机炉的安全运行，而且还影响经济性。据计算汽压下降一个压力，需多费煤0.7%。实际上手动操作汽压偏差常在1—2个大汽压左右，迫切需要实现自动调节器来稳定汽压。

大连第二发电厂和大连仪表厂研制成功我国的自动调节器。现已在全厂7台锅炉安装使用，各炉汽压均保持在 ± 0.3 公斤/厘米²范围内。效果明显：按每台炉汽压参数波动减少1公斤/厘米²计算，每年可节煤六千八百吨，经济意义很大。

凝汽器胶球清洗装置

大连第一发电厂凝汽器胶球清洗装置于1976年1月和3月先后投入使用后清洗效果好，胶球回收率达85%以上。该厂循环水冷却方式为喷水池闭式循环。因复建投产后水处理不好，造成凝汽器铜管结垢，堵塞等现象，影响机组经济安全运行，即使在冬季真空也不超过650—670毫米汞柱。差不多每隔三个月就得用钢丝刷子进行半面清扫，扫一次需20人48小时，少发电量120万度。胶球清洗装置投入使用后，每清洗一次只用半小时，端差可降低1—2℃，真空可提高3—5。现在两台机的端差由原来的16℃以上，已保持到14℃以下。

根据兄弟电厂经验，安装此装置的收球网在凝汽器出口管的垂直部分，而该厂无此条件，故只好将网直接安装在凝汽器出口的水平管上，且收球网的末端皆成15°的弯管状态；另外清洗泵的出入口皆为闸阀而不是球形施启阀。

胶球清洗凝汽器

衡阳电厂为了保证汽轮发电机组做到安全、经济、满发和改变人工清洗凝汽器经常被杂草淤泥堵塞而停机或降低负荷的情况，学习推广胶球清洗凝汽器新技术，自1979年8月底运行以来，取得了可喜成效。该厂的九号机是上海汽轮机厂生产的31-12（124）型汽轮机。容量为12,000千瓦。凝汽器为分列、两道制、表面式。其冷却面积：975米²、铜管直径：20/18毫米，铜管长度：4,585毫米，铜管数量：3,440根，冷却水量：2,850吨/时，水阻：4米水柱。胶球清洗装置，由胶球清洗泵、装球室、分配器、收球网、伐门管道等组成。

胶球清洗的效果：

1. 保证了机组的连续出力。过去在运行中为了清洗一侧凝汽器，约需降低负荷5,000千瓦，据统计，1977年因掏草清洗而停机或降低负荷68次，共少发电85万度；2. 改善了劳动条件、节约劳动力。因不再用人工掏草清洗，从而避免了繁重的体力劳动，一年节约劳动工日85个；3. 降低了煤耗多发电。按提高真空9毫米水银柱计算，每年可节约标准煤800吨，

多发电约130万度。

ТП-130炉预热器改造

阜新发电厂使用的ТП-130炉是老型式炉，高6米，一级布置，平均运行11万小时后边侧两组堵塞严重，需更换。预热器改造后将6米高的一整段分成4.4米和1.45米两段，下层1.45米的一段保护了上部4.4米的一大段，使其不受腐蚀、堵塞，下层1.45米的一段易检修，并易整组更换。转折箱外移，增加了受热面积，降低了烟气流速，提高了热效率。

锅炉装上加温管

煤粉锅炉启动，一般均用燃油点火，以加热炉膛并产生合格的蒸汽为锅炉并列创造条件。按照规程，并列后才能投煤粉，燃烧稳定后可以关喷油嘴，切断燃油燃烧。

用燃油点火到投煤粉稳定燃烧，大约需要2—2.5小时，用油量约2.5吨，连云港市新海发电厂用轻柴油点火，价格很贵每吨油400元，比燃煤贵20倍，这样就很不经济。为此他们在2台130吨/时锅炉上装了加温管，利用蒸汽预先加热炉水，使启动时间缩短到0.5—1小时，点火用油降低为1吨左右，既加快了机组的启动时间，又节约了燃油。

简易可靠的锅炉熄火保护装置

在火力发电厂中，锅炉燃烧的监视及灭火保护，对装个电厂的安全经济运行有着极为重要的意义。锅炉在燃烧过程中，运行是否稳定，不仅取决于司炉的操作水平，往往由于燃料品种的变化，给粉系统的故障，送、引风档板的关闭，甩负荷等种种原因，而造成熄火（或爆燃打炮等）。然而，一旦发生熄火，将直接影响全厂的完全生产。为了防止熄火，利用燃煤锅炉火焰中较强的可见光和红外光作为灭火保护的超前信号，经过光电继电器的转换，联动中间继电器，以达到灭火前自动投油助燃之目的，是一种行之有效的措施。

为了实现灭火前自动投油助燃的目的，连云港市新海电厂，采用了JG-A型（天津电子仪器厂产品）光电继电器，经改进后作为火焰监视用，并给出自动投油接点，按照预定要求的控制线路自动完成开泵投油的任务，投油后若炉火恢复正常，由人工停止投油，若仍熄火，则经过一定时间（0.4—60秒范围的整定）自动切除防止爆燃打炮等。实践证明，采用了这套装置以后，不仅大大减少了人工操作，而更重要的是真正起到了炉火“眼睛”的作用。揭示了人们所看不出的炉火变化情况，从而基本上避免了锅炉的熄火或因熄火而引起的事故。

该厂自1978年9月份投用以来（7*、8*、9*炉各投一台），继电器动作准确可靠，基本上避免了锅炉熄火事故。由于控制了投油的提前量，平时就不用开泵维持管道油压，从而节省了功耗，按每小时耗电20度计算（每台泵电机30千瓦），每天耗电500度。现在采用直接开泵方案以后，每天耗电轻微。

改造动力设备

美国道化学公司得克萨斯分公司对电厂锅炉不断进行技术改造，提高效率。该分公司最早的第一代电厂是二次大战前建立的，采用表压为32公斤/厘米²，400℃的锅炉和冷凝式蒸汽透平。五十年代经过技术改造建立了第二代电厂，采用表压为88公斤/厘米²，510℃的高压锅炉。由于使用高压蒸汽，减少了冷凝负荷，第二代电厂较第一代电厂降低燃料消耗20.3%。

六十年代建立的第三代电厂，采用燃气轮机和蒸汽透平联合发电机组，并设置了废热锅炉，进一步循环使用动力蒸汽。第三代电站比第一代电站降低燃料消耗43.9%，比第二代电站降低20.3%。现正计划对二个电厂进行改造，通过增设燃气轮机和废热锅炉，采用背压式蒸汽轮机等措施，增加10万千瓦的发电能力，同时进一步降低燃料消耗。

电站锅炉

北京锅炉厂在原65吨电站锅炉的基础上，进行改革设计，突破难关，使锅炉可以掺烧30%的高炉尾气。通过在攀钢、马钢等地运行证明，它比同类产品可节约燃料20%左右，一年可节约标准煤1.2万吨。

液力联轴节

“OU58型液力联轴节”，是使火电机组的电动给水泵转数可以调节、泵能随电站负荷而变化、在经济合理的情况下运行的设备。该产品投入使用后，给水泵实现了变速调节，而且使水泵启动容易，装置容量可适当减小；能保护机械设备，提高运行的安全可靠；能够简化给水系统，便于实现全程调节和自动化；有减震缓冲作用，可以提高机械设备的寿命。在火力发电站水泵机组上采用该设备后，其经济效益明显。每台20万千瓦机组要配三台，每台每年可节电228—410万度，合人民币19—35万元。

旧式风机改造

辽宁发电厂，对旧式风机进行改造，收到良好效果。如将9*炉的吹风机改换为5-48型高效风机，其叶轮较旧式风机加大200毫米，集流器和风轮的间隙由原来的30毫米缩小为10毫米，控制涡流损失，同时将580kW电机换成360kW电机，风机效率提高25%，每小时节电200度，全年节电160多万度。

减少燃烧损失

燃烧在各工业部门中占能量消耗的一半，因此，提高热效率很重要。燃烧损失经常是由于空气异常过量造成的。美国道化学公司电厂锅炉使用5—10%的过量空气，设置氧气含量分析器和可燃物分析仪，借以控制燃烧条件。广泛利用空气预热器和发生蒸汽热交换器，回收烟道气的热量。

透过炉壁的热损失也是受到重视的问题。得克萨斯分公司将石灰窑的耐火衬里由15.2厘米增至22.9厘米，每年每座窑节减燃料费用3万6千美元。

发展大容量高参数机组

采用高温高压机组，不仅可以减少煤耗，而且可以降低电站单位造价。机组容量增大，煤耗也相应下降。苏联15—30万千瓦机组的单位热耗为每度电2,200—2,350千卡，而30—80万千瓦机组，则下降到2,100—2,250千卡。

开源节流多供电

广西壮族自治区电力部门认真开展科学研究和技术改造，在能源的开源节流多供电，减轻电力供应困难方面做出了显著成绩。

西津水力发电厂与广西大学、区电力局中心试验所协作，运用电子计算机预报、调度指导电厂的经济运行，在一場洪水过程中所发的电量比一般调度方法的发电量多700—1,000万度，一年用电子计算机调度2—3次，则可多发电2,000多万度。

桂林供电公司于1979年在麻桂110千伏线路上，进行带电更换铁塔的科学实验，获得成功，减少停电损失，为电网多送电1,500多万度。

桂林电厂为了降低本厂生产用电，积极采用先进技术，把两台低效的ΠM2-100-10型井1电动给水泵进行技术改造。经两年多的努力，解决了薄壁件铸造的困难，在加工和装配工艺中不继摸索改进，使水泵出力提高了 $\frac{1}{3}$ ，一年节电可达60万度。

10万千瓦单缸汽轮发电机

此机较过去同类产品效率提高3%，热耗降低60千卡/千瓦时，每年可节约标准煤一万吨。此产品是北京重型电机厂研制成功的。

B1-24/3型背压式汽轮机

外形尺寸(长×宽×高): 2,764×1,290×1,900毫米的B1-24/3型汽轮机,为次中背压式汽轮机。是柳州空压机厂近年试制成功的新产品。是以中压锅炉的蒸汽驱动,拖动1,000千瓦四极发电机组发电。汽轮机排出的蒸汽引向热用户,供给工业用汽的需要,可作烘烤、煮沸的热力,是制糖、纺织、印染、造纸、木材加工等行业的主要动力设备,适用于一般需要自行解决用电和综合利用余热的企业。

本机为单缸冲动式发电机,出线端额定功率:1,000千瓦;汽轮机额定转速:6,500转/分;发电机额定转速:1,500转/分;汽轮机转子临界转速 $\approx$ 11,000转/分;正常压力:3绝对大气压;额定功率时汽耗:14公斤/千瓦小时;该机具有工作完全可靠、结构紧凑、安装维修方便等优点,是节约能源的一种重要设备。现已投入成批生产。

改造旧锅炉,烧煤矸石发电

辽宁彰武县发电厂先后进行了两次锅炉改造,发电能力已达4,500千瓦。除供彰武县城内工农业生产,人民生活用电外,还向国家电网输送电力。1977年全年向电网输送电力241万度。

改造后的沸腾炉有以下优点: 1. 可烧大量劣质煤。自1975年改炉以来到1976年末止,沸腾炉共烧小窑煤,次杂煤8,972吨,平均发热量为2,500—3,000千卡/公斤,1977年烧煤矸石20,743吨,发热量为1,700—1,900千卡/公斤,矸石粒度为0—8毫米。给国家节省了大量优质煤。 2. 发电稳定。改炉前,烧劣质煤只能达设计能力50%左右,现在可以稳发、满发并可超出力10%左右。 3. 改造费用低。改造一台锅炉仅耗用资金5万元。 4. 降低了发电煤耗。改炉前发电煤耗为1,088克/度(1974年),改炉后沸腾炉煤耗可降低到1,000克/度。

工业蒸汽的生产

化石燃料转换成工业蒸汽的第一定律效率的典型数字高达0.85,但是第二定律效率对于400°F的蒸汽只有0.33。用燃烧燃料来产生蒸汽浪费了有用功。这是因为燃料燃烧时产生的高温(大约可高达3,600°F)是一种很高品位的能量,但是工业工艺蒸汽所要求的温度一般只有400°F,甚至还低一些。如果由燃烧得到的高品位、高温的能量首先用于热机中发电,

而将其排出的“废”热作为低温工艺蒸汽加以利用，就可以大量节省燃料。发电和工艺蒸汽联合生产是量大面广的节能战略的重要方法，这种方法使燃烧获得的能量通过一系列的使用环节逐步降低品位加以利用。

热电联产的典型的第二定律效率为40—45%，而单独发电和生产蒸汽的效率约为33%。实际上所获得的节约效果更为可观。如果把超过产生蒸汽所需的那部分燃料分配给发电，那么产生一度电所需的燃料只及常规电厂耗量的一半。整个国家的潜力确实很大，因为工艺蒸汽在经济活动中是一项主要的耗能活动，约占目前能源消费的17%。

蒸汽-电力联合生产最有希望在一些工业企业中应用，这些企业需要蒸汽供应，发电可作为副产。热电联产可采用多种工艺。在汽轮机系统中，蒸汽用来驱动发电机，并在所希望的压力下抽气（在普通电厂中用冷却水加以冷却），获得合适的工业蒸汽。在燃气轮机系统中，气轮机排出的热气体送到余热锅炉产生蒸汽。燃气轮机系统典型的效率为0.45，而汽轮机为0.40。另外，在给定蒸汽负荷的条件下，燃气轮机系统的发电量可以多几倍，所以它的总的节能效果比汽轮机系统大得多。

最近美国道化学公司和热力电力公司完成了热电联产总潜力的研究。后者的研究表明，目前美国电力消费的40%以上（相当于13,500万千瓦基本负荷中心电站容量的发电量），到1985年可以在工业区由燃气轮机作为生产工业蒸汽的副产品来提供。目前最常见的燃气轮机必须采用气体或液体燃料，今后十年似乎将采用高压流化床燃烧器用煤直接开动气轮机的经济方法。

为了最经济地生产电力，作为生产工艺蒸汽副产品的发电装置产生的电力通常要比当地所消费的电力多。因此热电联产设备应同电站相结合，并且可以代替一些中心电站的基本负荷容量。但是在目前的电力政策条件下，这样一种安排经常遇到困难，如果电站所联接的热电联产的容量很大，需要对电力的输送、控制乃至贮存系统作较大的修改。

与工业区的热电联产不同，大型中心电站产生的蒸汽是发电的副产品。然而，这样生产蒸汽并不会显著地提高效率，因为燃料所含的大约1.5%的有用功被排放到平均温度为100°F的冷却水中。如果打算把废热用于工业工艺过程，那么电站的运行条件必须加以改变，在更有用的温度条件下（200—400°F）产生工艺热。但是这样就要减少电力的出力，这种改变会导致有用功的损失，除非几乎所有的热都能有效地利用。

把蒸汽当作副产品生产的潜在效益是很小的，而且在实施上有严重的困难。因为蒸汽远距离输送是不经济的，使用蒸汽的企业必须接近供应蒸汽的电站，而这样的条件是难以满足的。并且在时间上也是极不容易协调的，建设一个大型中心电站需要6—10年，服役期则是25年或者更长一些。由于这些原因，工业企业的热电联产是有利的。

燃气轮机

美国底特律柴油机阿里森公司研究和制造的501-K和570-K型燃气轮机应用于工业、船舶和发电等功率需求高达5,300千瓦的许多不同用途（在需要更高的功率时，可以把多台燃气轮机联接在一起）。和同样功率级的任何燃气轮机相比，该产品最节省燃料，而且可以使用很多种液体燃料或天然气，运行效率极高。

改造汽轮发电机多发电

撫顺发电厂采用垫条式结构等新结构、新工艺、新材料改造老式汽轮发电机取得了每台