

节能理论与实践（2）

苏联节能的观点与实践

北京能源学会

译 者 的 话

苏联是一个能源生产大国，1980年它的一次能源产量约占世界一次能源产量的19.0%。该年苏联的能源有效利用率约为43%。就是在这种情况下，1980年苏联用于生产和经营管理用的16亿吨标准煤中约有9亿吨用于非生产性消耗。因此，广泛的开展节能是苏联国民经济今后发展的一个必不可少的条件。近年来，苏联很重视节能工作。

为了向我国的能源科技和管理工作者较系统地介绍苏联近年来的节能经验，在此我们摘译和汇编了1979——1983年期间苏联国家材料技术供应委员会中央情报所出版的节能综述。该综述较全面地介绍了苏联黑色冶金、有色冶金、石油化工、建材和建筑、机械制造、交通运输、住宅和公用事业以及农业生产中的节能经验。这对我们了解苏联的节能动向、技术措施和节能经济效益有一定的参考价值。

参加本译文集翻译工作的有刘景隆、梁士元和贡光禹等同志。由于本译文集涉及的科技内容较广，再加上我们的水平有限，译文中难免有不妥和错误之处，请读者批评指正，以便改进今后的工作。

一九八三年八月

目 录

第一章 燃料动力资源的合理利用	(1)
一、节约和提高燃料动力资源利用效率的基本方向	(1)
二、燃料动力综合体各部门中燃料动力资源的节约	(4)
三、工业用户燃料动力资源的节约	(7)
1. 黑色冶金工业	(7)
2. 有色冶金	(8)
3. 石油加工、石油化学和化学工业	(9)
4. 建筑材料	(9)
5. 机械制造	(10)
四、运输业节约燃料动力资源的途径	(11)
1. 汽车运输	(11)
2. 铁路运输	(13)
3. 航空运输	(14)
4. 水路运输	(14)
5. 管道运输	(14)
五、农业中燃料的合理利用	(15)
六、提高二次能源利用效率的途径	(16)
第二章 工业企业节能的基本途径	(18)
一、工业能源利用的基本方向	(18)
二、改进工厂的能源工作	(20)
三、减少企业电力网和能源转换装置中的损失	(22)
四、提高工艺用能的效益	(23)
1. 工艺装置的受能器	(23)
2. 工艺用能装置	(25)

五、利用二次能源·····	(27)
六、交流先进经验,改进节能工作·····	(28)
第三章 建材生产节约燃料动力资源的经验·····	(29)
一、水泥和石灰生产的节能·····	(29)
1.水泥工业·····	(29)
2.石灰生产·····	(32)
二、生产陶质砌墙材料和多孔填料的节能·····	(32)
1.生产陶质砌墙材料·····	(32)
2.生产人造多孔填料·····	(34)
三、玻璃工业企业的节能·····	(36)
四、生产装配式和整体钢筋混凝土的节能·····	(37)
五、建材工业企业中二次能源的利用·····	(38)
第四章 住宅和公用事业节约燃料动力资源的工作经验·····	(40)
一、节约热能生产的燃料·····	(40)
二、输送和分配中如何节约热能和电能·····	(43)
1.热能输配系统·····	(43)
2.输配电系统·····	(45)
三、如何在使用中节约热能和电能·····	(47)
1.住宅和公共建筑物·····	(47)
2.给排水设施·····	(50)
3.城市电气运输·····	(52)
4.室外照明系统·····	(53)
四、住宅与公用事业中地热能的利用·····	(53)

第一章 燃料动力资源的合理利用

1978年苏联开采了5.72亿吨石油(包括凝析油)、3,720亿立方米天然气、7.24亿吨煤。发电1.202万亿度。

根据国民经济的社会和经济发展计划,1979年预计全国发电1.265万亿度、采油5.831亿吨、天然气4,040亿立方米、凝析油990万吨和煤7.52亿吨。1979年燃料动力资源的总产量计划达到19.571亿吨标准煤,比1978年增产8,330万吨。

计算表明,节约燃料动力资源的措施要比扩大相应开采量更有效。实现重大节能的费用,在最近的将来要比增产等值能源的费用低0.5—0.7。与此同时还可保证更合理地利用天然的非再生能源。

当计算1980年全苏的燃料动力资源需要量时,预计节约1.6亿吨标准煤,约为全国燃料动力资源消费量的10%。在总的节能量中,应节电500亿度,节约热能1亿百万千卡和回收8,305万百万千卡二次热能。

众所周知,苏联是依靠本国的天然资源来满足自己的能源需求。但扩大能源开采将加速耗尽宝贵的地下资源。在近100年开采的全部燃料动力资源中,有一半的天然气是最近10年开采的;一半的石油是最近14年开采的;一半的煤是最近33年开采的。

此外,综合利用燃料和降低产品的能耗是解决环保问题的重要因素之一。燃料动力综合体对环境污染的作用约占60%。根据苏联和其他国家资料的初步估计,在目前能源消费构成的情况下,每节约一吨标准煤,可以减少30—50公斤燃料燃烧时排入大气的有害物质(氧化硫、氧化氮、粉尘等)排入大气。此外,还应考虑到开采燃料时对大自然造成的损害。

一、节约和提高燃料动力资源利用效率的基本方向

应综合地解决国民经济节约燃料和动力的措施。在实现节能措施中应改进编制计划、制定定额和计算利用效益的方法以及改进管理的组织形式。

目前,广泛采用科技进步的成果是节约燃料动力资源的最重要方针。根据全苏燃料动力综合问题科学研究所的计算,今后在全部节能量中,60%以上的节能量是由于在国民经济各部门中采用高效发电设备,燃料和动力利用设备,先进的工艺过程、装置和运输工具,以减少单位产品和劳务的能耗以及更新或改造陈旧设备取得的;30%的节能量是由于提高二次能源利用率,回收热能,改善建筑物的绝热,降低储运中煤、石油和石油制品的损耗和减少电网中电耗以及其他措施取得的;7%的节能量是通过组织措施取得的。

节能的主要潜力集中在电力工业、黑色和有色冶金工业、石油加工和石油化学工业、机械制造工业、化学工业、建筑和建材工业、住宅和公用事业、农业和运输工业。上述各部门的节能量约占国民经济总节能量的90%。

目前正在编制节约燃料动力资源和提高其利用效率的长远综合规划。该规划将论证主要的方针;估计节能潜力;制定节能潜力的利用手段;改善计划、标准和报表体制。例如,改变工业企业燃料动力利用的统计报表系统可以充分对照比较下个五年计划的预算的平衡表。

应该尽最大的可能开展替代最短缺的燃料品种的工作。为此目的需采取下列措施:

在固定式动力装置和其他用能领域内增加固体燃料的比重；更充分地利用水能；发展原子能动力；在发电中不采用石油和天然气；开发新能源；研究将固体燃料转变为液体和气体燃料的方法。

节约有机燃料的巨大潜力是用水电站和原子能电站的电能来代替有机燃料。第10个五年计划期间（1976—1980），水电站和原子能电站发电量将增加，增长量相当于4,000万吨标准煤。今后苏联代替有机燃料起主要作用的是核能发电、原子能热电站供热和原子能热电站，特别是在苏联的欧洲部分。

广泛的利用地热能、太阳能和风能可代替大量的有机燃料。首先应指出的是，温泉水和热蒸汽资源每天可达2,500万立方米，每年相当于5,000万吨标准煤。目前温水开发量大约为3,500万立方米、热蒸汽为27万吨，相当于35万吨标准煤。不久的将来，由于在这方面开展相应的工作，用地热能替代的有机燃料将达到300—400万吨标准煤。

苏联南部一些地区拥有利用太阳能供应热水、供热和用于其他工业的良好条件。例如联合式采暖系统中太阳能采暖可供应30%以上的热能消费量。除公共生活部分外，按太阳能应用的规模和经济性来说，农业（太阳能温室）是利用太阳能较多的领域。根据全苏综合燃料动力问题研究所预计，最近10年内用于各种目的的太阳能总计可达数百万吨标准煤。

应经济地和合理地利用风能。风能的潜在资源非常丰富。目前，苏联大约有5,000台小功率风力发电装置（从0.15千瓦至30千瓦）。当牧场采用风力水泵装置时，提水费用比液体燃料装置低50—70%。当年均风速达4—8米/秒时，许多风力发电装置发1度电的成本比柴油电站低18—40%。

利用低品位排放热水的热能和通风的排热是节约燃料的远景方向。利用农业生产和

公共生活事业的废物作燃料也可减少矿物燃料的消费量。

利用燃料动力资源的最终效益和充分性在很大程度上取决燃料的质量。例如，在采暖锅炉中燃烧精选的烟煤和无烟煤时，其利用效率比某些含粉尘多的煤的效率 高 18—30%。由于提高了电能的质量（取决于电压等），电网中的损耗可降低5—15%，并且提高用电装置和其他用户的工作效率和可靠性。

当估计节约燃料动力资源的潜力时，一般探讨的是直接节能或所替代的能源。降低产品的材料消耗量，特别是降低产品的燃耗和能源消耗量可节约大量燃料和能源。例如，每节约一吨生铁，即相应地节约炼铁用的637公斤标准煤；每节约一吨锻件和热冲压件，即节约342公斤标准煤；每节约一吨黄磷，即节约377公斤标准煤，每节约一吨石灰，即节约198公斤标准煤；每节约一吨陶瓷管，即节约258公斤标准煤；每节约一吨玻璃制品，即节约820公斤标准煤。不仅在采取和估计降低产品的材料耗量时要考虑这一点，而且在计算可节约的燃料动力资源数量时也应该考虑到这一点。

采用一切方法增加二次能源的利用率和利用数量是综合利用燃料动力资源的主要方针。1957年二次能源的利用率为40%。在第9个五年计划期间（1971—1975）二次能源利用数量增加了40%，到1980年二次能源利用数量计划比1975年增加1,800万吨标准煤。

在第十个五年计划中，节约燃料动力资源的社会组织工作将获得进一步发展。例如，在企业中开展各种形式的竞赛，实行物质和精神奖励，广泛利用各种定期出版物（报纸和杂志），组办各种节约燃料动力资源的科学技术会议等。

在苏联计划委员会和科学技术委员会领导下，国民经济的所有大型耗能部门都组织

了科学技术委员会。这些委员会的任务是总结技术进步的成果和推广先进经验,确定新的节能方向。例如,苏联化工部所属各企业的组织工作经验很有意义,该部每年都宣传和推广技术革新,并指出节约动力资源的潜力等。

在苏联化工部、化学和石油化学工人工会和全苏发明家和合理化建议者协会的领导下组织出版技术革新成果通讯。技术革新通

讯是一种推广化学工业企业经济合理利用燃料动力资源先进经验的有效方法。三年来报导了1,473项建议。这项工作的年经济效益平均为3,070万卢布,同时节电1.07亿度,节约热能70万百万千卡,燃料1.38万吨标准煤,冷凝液482.2万吨。

表1—1给出了整个国民经济节约燃料动力资源的效果。

表1—1 燃料动力资源利用效益的增长

单位产值燃料动力资源的消耗, 吨标准煤/千卢布	1965年	1970年	比1965年降低的%	1975年	比1965年降低的%
国民收入	4.7	4.04	14	3.89	17
社会总产品	1.99	1.77	11	1.66	17
物质消费	3.58	3.15	12	2.83	21
工业总产值	1.09	0.81	26	0.78	28

如表1—1所示,单位国民收入、社会总产品、物质消费、工业总产值的燃料动力资源利用效率的综合指标在1965—1975年期间具有不断下降的趋势。例如,单位国民收入的比能耗1975年比1965年降低了17%,单位社会总产品的比能耗下降了17%,单位物质消费的比能耗降低了21%,单位工业总产值

的比能耗下降了28%。

在发电、热能生产和生产重要产品时也有着降低比能耗的相同趋势(表1—2)。例如1975年火电站发电的单耗比1965年下降了19%、炼铁—12%、黑色金属轧件—9%、水泥生产—7.0%、石油加工—15%。

表1—2 电能、热能和其他重要产品生产的单位燃耗

消耗量	1965年	1970年	比1965年降低的%	1975年	比1965年降低的%	1980年(计划)	比1965年降低的%
火电站发电, 公斤/千度	423.4	369.6	13	341.0	19	325.0	23
火电站的热能, 公斤/百万千卡	180.6	176.9	2	174.8	3	172.0	5
锅炉房的热能, 公斤/百万千卡	193.1	186.9	3	178.0	8	176.2	9
炼铁, 公斤/吨	720.6	646.5	12	637.6	12	620.2	14
黑色金属轧件, 公斤/吨	148.8	139.7	6	135.8	9	128.0	14
石油加工, 公斤/吨	69.6	66.3	5	59.3	15	59.2	15
水泥生产, 公斤/吨	192.7	181.5	6	178.7	7	175.0	9

二、燃料动力综合体各部门中燃料动力资源的节约

合理利用矿物资源是提高燃料动力资源利用效益的基本方针之一。例如，当开发库兹巴斯、埃基巴斯图兹露天矿和其他煤田时，在矸石场丢掉大量煤矸石，其可燃物含量达40%。因而，应该重视矿物燃料矿床的综合利用，尽量地从矿物原料中提取出全部重要成分，建立无废物工艺以及环境保护等问题。在整个燃料开采部门应采取相应的措施。

苏联煤炭工业部所属的各企业的工作经验具有重要意义。应采用较为简单的廉价选矿装置以季节性的工作方式精选贫矿来提高采煤量。

《科尔金斯科》选煤装置的实际投资为185万卢布，年处理能力278.5万吨，每年可得精煤48.5万吨。《克拉斯诺谢里斯科》选煤装置的投资为43.7万卢布，年处理能力70万吨，回收精煤10.3万吨。

在库兹巴斯建成造价为750万卢布的选煤装置，1981年可增加煤炭资源14万吨；1983年—25万吨；1985年—65万吨。

目前，随着固体燃料的开采和精选，每年在矸石场堆积1.5亿吨以上的矸石。这些物质可在建筑材料工业中得到应用。建材工业拥有能够大量降低本部门燃料耗量的特殊工艺过程。因此，利用矸石场的矸石作生产轻质多孔填料和建筑陶瓷的原料有重大的意义。

苏联建筑科学研究院燃料矿物所的研究表明，利用煤矸石作主要原料可生产多孔烧结料，其特性不次于多孔粘土。

增加矿井瓦斯、动力用煤泥和选煤含水废物的利用量是煤炭工业节约燃料资源的主要潜力。目前煤炭企业为了本身的需要，已部分地利用了这些废物。利用这些废物作为

蒸汽锅炉、矿井和选矿厂干燥机燃烧设备的燃料最有发展前途。把这些废物作为当地用户的燃料不仅可以降低煤炭企业本身的煤耗量，而且又可以在很大程度上解决另一些重要课题，就是防止环境污染。发展抽出矿井瓦斯的方法和设备可以提高劳动生产率，降低煤炭成本和增加煤炭资源。目前，一昼夜可抽出600多万立方米甲烷空气混合气体，含甲烷气200多万立方米。抽取的矿井瓦斯是宝贵的动力燃料，甚至在矿井瓦斯含甲烷30%的情况下，其燃烧热值仍为2500千卡/米³。目前，苏联煤矿锅炉利用的矿井瓦斯不超过15—18%所抽取的矿井瓦斯量。在顿巴斯煤矿一共有26座锅炉房燃烧抽取的矿井瓦斯。今后，不仅计划在锅炉房中多利用矿井瓦斯，而且还打算在烘干机和其他燃料利用装置中增加矿井瓦斯的利用量。

由于产煤地和用户之间距离遥远，铁路运输煤炭增加了煤炭损失。例如，根据新西伯利亚铁路运输工程学院的资料，煤炭的运输损耗是相当大的。当运输距离为500公里，每个敞车的运煤损失为0.5—0.8吨。

因此，苏联或其他国家都很重视降低铁路运输的煤耗。为了降低铁路运输时撒落和吹掉的煤炭损失，在美国采用载重量为110—140吨的全部用金属作的运煤车。例如在巴尔的摩和俄亥俄铁路的主要运煤方向已实现重量为7000吨的环形干线。环形干线运煤总数已达总运煤量的20%。每运煤100万吨大约节约100万美元。

在捷克和东德则利用合成卷筒布遮盖敞车外表面，以防止煤炭吹失，这种卷筒材料可多次利用。

苏联为了降低铁路运煤的煤耗，正组织生产高载重量全金属的高边车代替现有的木外壳护板的四轴敞车。

为防止铁路运煤的吹失损失正在推广在敞车外露煤表面上使用防护薄膜的方法。可

利用含50—70%水的水燃料乳状液以及亚硫酸纸浆液作薄膜形成材料。

目前，苏联煤炭工业部为了降低铁路运输的风吹煤耗，正制造在敞车外露煤表面上施加水重油乳状保护薄膜的设备。安装在卡拉干达煤田的是一种成套设备：利用水重油薄膜防止风吹煤耗；为防止冬季运煤时煤冻结在敞车内，在敞车运煤表面上施用一层防冻层。该装置的造价为35万卢布，一年之内就可收回全部成本。

采用上述各项减少铁路运煤损失的措施后，到1985年苏联可节约300—500万吨煤，到1990年可节约800—1000万吨煤。

在石油和天然气工业中将继续采用和改进有助于提高采出更多石油和天然气的方法。这些方法是物理化学方法、加热法和其他方法等。这些方法能够把石油采出率从45%提高到60%以上。

电力工业。1979年，苏联电力工业发电和生产热能的能源消耗量约占全国能源产量

的50%以上。

在苏联电力部门中，采用最大负荷时改善发电功率的利用、进一步利用系统间的效益、改进设备、投入高效大型机组以降低发电单位燃耗和提高供热水平等途径来节约能源。

1976—1980年期间，在新建和改建的火电站中由于投入更完善的发电设备将节约大量能源。

第10个五年计划（1976—1980）期间，所投入的经济性差的机组（蒸汽参数低于90个绝对大气压）仅占总投入容量的2%。因此，目前主要依靠进一步提高超高压蒸汽参数（130和240绝对大气压）的高效机组比重来改善火电站的技术经济指标。

与此同时，拆除小型设备和陈旧设备，将低效设备作备用机组，将冷凝式机组改为供热机组来进一步提高火电站的技术水平。

采用上述措施，1980年底苏联火电站装机结构如表1—3所示。

表1—3 1980年底苏联火电站的装机结构

汽轮机蒸汽参数，绝对大气压力	冷凝式机组，%	供热机组，%
240	56	7
130	33	56
90	8	23
低于90	3	14
合计	100	100

由于增加50—80万千瓦机组的比重，增加高效燃料在发电燃料中的比重和进一步发展供热机组等措施，苏联发电燃耗从1970年366克/度，降低到1975年的340克/度，1980年为325克/度。

目前，蒸汽压力为130和240绝对大气压力的15、20和30万千瓦的发电机组是苏联冷凝式电站的主要机组。

此外，在发电厂提高设备的工作可靠性

和经济性也可改进发电机组的燃料利用率。

例如，有许多拥有15、20和30万千瓦发电机组的火电站已达到或超过了发电燃耗的设计值。

表1—4列出了第十个五年计划（1976—1980）期间降低火电站单位燃耗的基本措施。从表中可以看出，降低电站发电单位燃耗的主要措施是机组的改造、提高供热水平和采用高效经济机组等。

表 1—4 第10个五年计划期间降低火电站单位燃耗的基本措施

措 施	单位燃耗降低量, 克/度
改造冷凝式机组和非单元式电站设备, 拆除磨损设备	5.2
提高现有热电站供热设备的热功率利用率, 提高住宅和公用事业的集中供热的水平	4.2
超临界蒸汽参数大型高效发电机组, 减少低效发电设备的发电	3.8
使现有发电设备达到设计的工作指标	1.5
总 计	15.0

由于采取这些措施, 在第10个五年计划期间发电单耗降低了15.5克/度。

热电联产是降低火电站发电单位燃耗的重要因素之一。

1980年, 苏联采暖热电站的主要供热机组为T—100—130, T—180—130和 T—250—240型机组。工业供热热电站的主要机组: ПТ—60—130、ПТ—135—130、P—50—130和P—100—130。因此与第八与第九个五年计划相比, 大大地改进了供热机在单机容量、汽轮机种类和蒸汽参数方面的结构。

考虑到冷凝式电站发电设备构成的变化, 不经济的旧机组和将部分冷凝式汽轮机组改成供热工况运行, 1980年热电站的发电单位燃耗量将降低到255克/度。

为了增加热电联产的发电量和进一步节约燃料, 将大力解决供热机组负荷不足的问题。

苏联动力监察委员会对现有热电站的工作检查表明, 其中有些热电站拥有2万百万千卡/时的空闲热功率, 利用这些空闲热功率每年约可节约标准煤400万吨, 或使大电站的单位发电燃耗节约4克。因此, 有些企业为了提高夏季热电站的供热负荷, 把空调制冷机改成吸收式和蒸汽喷射式装置。此外, 增加对企业的通风用供热量。使用户的采暖通风装置

的工作方式最佳化, 特别是工业企业的通风采暖装置工作方式最佳化。

春秋两季大力发展大型热能用户的温室将增加热电站的热负荷。

在供热方面锅炉房起着重要的作用。按送热量在苏联热耗总平衡中锅炉房占很大的比重。例如, 锅炉房的供热量今后将增至45%。

工业锅炉房的供热量到1980年比1970年增加了60%, 区域供热锅炉房的供热量增加了4.5倍。

目前, 由于存在大量小型单个锅炉房(设备陈旧、经济性差和运行水平差), 锅炉房的燃耗偏高。此外, 这些小型锅炉房燃烧低质燃料。由于大部分锅炉没有节煤器, 废气带走了大量热能。在此应指出的是, 多数锅炉无烟道气净化设备, 严重污染了城市和工业区的大气。

由于在工业锅炉房热源和地区锅炉房热源安装先进设备, 提高了燃料的利用效率。目前苏联生产的蒸汽锅炉, 其单位蒸发量为10—75吨/时, 压力为14—39公斤力/厘米²。烧天然气、重油燃料的热水锅炉供热能力达100百万千卡/时; 烧固体燃料锅炉供热能力达20百万千卡/时。这取决于锅炉的型号和燃料种类, 这些锅炉的效率在77—93%之间。对同类型规格尺寸的锅炉来说, 烧天然

气时的效率比烧煤的效率高三—四%。相应地供热的单位燃耗（不考虑热力网热失和自用电量）为165—210公斤/百万千卡，当考虑热力网损耗时则为170—220公斤/百万千卡。

1980年后，将在核电的基础上发展供热系统。因此，在苏联的能源平衡中将产生巨大的变革，可节约大量液体燃料。采用新能源亦可节约大量液体燃料，应该有效地采用地热能、太阳能来供暖、加热和干燥。将来，计划采用磁流体发电来提高燃料的利用效率。

远距离和超远距离输送大量电力中。降低电网损耗是节约能源的重要方向。1975年电力损耗为9.2%，有下降的趋势，所损失的电能相当于2000万吨标准煤。110千伏以上高压电网损耗最高，占电网损失的77.0%。此外，有些电力系统有超负荷区段，电流密度大大超过经济电流密度，使电网损耗剧增。

很大一部分的电力系统损失是由于电力系统缺少调压和无功功率补偿设备（负荷调节变压器、纵横调节变压器、同步补偿器、静电电容器组等）。其结果是电网的许多区段低压运行，存在大量不经济的无功功率过电流。

苏联电力部技术司研究和采用了电力网负荷工作方式最佳化方法。分析所取得的成果表明，由于选择最佳的无功功率、电压、和110—500千伏电压电网中变压器的调节分支，可使电网损失减少5%，即每年约可节电40亿度。

三 工业用户燃料动力资源的节约

1. 黑色冶金工业 黑色冶金是能源最密集的部门。1978年苏联黑色冶金工业的燃耗占整个国民经济燃料动力资源消费量的

13.5%。

冶金部门燃料最密集的生产有：高炉，其燃耗占部门总燃耗的41%左右；轧材和轧管—10%；烧结—7%；平炉—7%；炼焦化学—6%。

耗电大的生产包括：铁合金生产，其耗电占部门总耗电量17%；采矿（开采矿和精选铁矿）—14.6%；轧制—12%；制氧—7%；电炉炼钢—4.4%。

利用热能最多的生产有：焦化生产—18.4%；轧制生产—7.6%；高炉生产—6%。

苏联黑色冶金工业部各企业消耗大量燃料动力资源，这给本部门在寻求节能潜力和提高能源利用效率方面提出了重要的任务。

采用增加和最佳选择冶金设备的容积；建立新工艺、制造新机组和新设备；研究和改进原材料、燃料制备的技术和方法；在新的科学成就的基础上加强和完善工艺过程；采用电子计算机使生产综合机械化和自动化；生产过程电气化等一系列措施，可提高黑色冶金工业燃料动力资源的利用效率。

昂贵的焦炭是高炉生产的主要燃料之一，因此节约焦炭具有重要的国民经济意义。全苏综合燃料动力问题科学研究所和中央黑色冶金科学研究所对高炉焦煤利用作了分析，说明目前实际上有可能降低每吨生铁的焦炭消耗量。

例如，提高冶金设备的生产能力可降低焦炭单耗量。容积5000米³的高炉每生产一吨生铁的焦煤耗量比容积2000米³的高炉可减少5.7%。

表1—5给出了冶金企业提高焦炭利用的主要措施。

表 1—5 黑色冶金工业提高焦炭利用率的方向

措 施	预计降低焦炭的单位耗量, 公斤/吨生铁
提高炉料的含铁量	9—34
从高炉炉料中分出生熔剂	9—11
降低:	
焦炭的灰分和硫分	3—9
总炼铁量中铸铁和铁合金比重	8—16
增加高炉的容积	2—3
改善:	
铁矿石材料的质量	12—20
焦炭的物理机械特性	5—8
提高高炉炉顶的瓦斯压力	4—10
采用天然气和重油与富氧鼓风	20—34
提高鼓风温度	7—18
喷吹煤粉	6—15
采用:	
金属化原料	4—13
热还原性气体	15
高炉热过程控制自动化	1—2

因此, 采用天然气和重油与富氧 (20—34公斤) 鼓风, 提高铁矿石材料的质量 (12—20公斤), 提高炉料含铁量 (9—34公斤) 是降低冶炼每吨生铁单位焦炭耗量的主要措施。

第十个五年计划 (1976—1980) 末苏联黑色冶全部门比1975年节约了685万吨标准煤。

2. 有色冶金 苏联有色冶金工业每年消耗1,000亿多度电, 7,400万百万千卡热能。制定、实施先进定额是有助于降低能耗的措施之一。根据国民经济五年发展计划, 冶金部规定平均降低能耗的定额任务是: 电能降低5%, 热能7.3%。

为了完成降低能耗定额的任务, 苏联各有色冶金企业制定了降低能耗和推广低能耗

工艺的综合计划。阿尔马雷克矿山冶金联合工厂, 由于推广氧烟熔炼, 燃耗定额下降了38%。在铝和铜锌生产中采用氧悬浮旋风电热熔炼法单位燃耗降低了20—50%。

当在连续运转的成套设备中由于采用自热熔炼铜镍原料, 单位电耗降低了一倍多。采用无隔膜电解槽生产镁单位电耗降低了8—10%, 在封闭式熔矿炉中使熔炼工况最佳化, 单位电耗可降低5—7%。

尽管在有色冶金的能源利用总平衡中电力的比重很高, 在有色金属熔炼中采用电工艺过程可进一步降低矿物燃料消耗的比重。提高电炉熔炼的比重来代替立式炉和反射炉熔炼, 目前立式炉和反射炉分别占总生产量的15—25%和40—50%。将进一步发展氧悬浮、氧焰熔炼和氧悬浮旋风电热工艺来综合加

工铜和铅锌硫化富矿。

在铝生产中近10—15年内最有发展前途的措施是焙烧阳极的电解槽，这种工艺可使单位电耗降低5—7%。

生产氧化铝是有色冶金的主要热能用户之一。各氧化铝生产工厂的单位热耗、电耗和燃耗差别很大（相差1—5倍），这说明原料质量和生产工艺差别较大。

降低氧化铝生产能耗的主要措施有：烧结和焙烧炉改烧天然气；采用同流换热器；在蒸发器中多次利用蒸汽；采用接触式加热器等。采用上述措施可使单位燃耗降低20—25%，单位热耗降低33—50%。

3. 石油加工、石油化工和化学工业。由于石油加工量和加工深度的增加，提高油品的质量和种类增加了石油加工和石油化学工业能耗的绝对量。因此，降低能耗已成为石油工业最重要的问题之一。

第十个五年计划（1976—1980）末苏联石油化学工业部的单位电耗降低了2%，热耗降低了7%。与1975年相比，1980年苏联石油化工部节能900万吨标准煤，这主要是在催化、裂化重整和加氢精制设备中使用新型催化剂、采用添加剂、改善原料制备等措施取得的。

合成橡胶生产是苏联石油化学工业部的一项能源密集的生产。目前广泛采用的脱氢生产丁二烯（生产合成橡胶的半成品工艺消耗大量能源）。为了降低合成橡胶生产的能耗，把双阶段碳氢化合物脱氢改为一阶段脱氢。在此应该指出的是，从异戊烷脱氢异戊二烯的第一阶段，采用了活性更好和选择性更强的MM-2203催化剂来节约能源。

此外，在生产合成橡胶时大量利用乙烯生产中所获得的丁二烯馏分，节约了大量能源，1985年将节约65万吨标准煤，到1990年将节约100多万吨标准煤。

化学工业是最大的能源用户之一。因此

有效地利用能源具有重要的国民经济意义。应指出的是，化工企业生产某种产品的单位能耗相差很大，其主要原因就在于采用不同的工艺流程。在第10个五年计划期间计划降低14种主要产品的电耗，其中包括：氨、苛性钠、化学纤维、黄磷、塑料、甲醇。这些产品的电耗占化工部门耗量的50%以上。主要措施是改进这些产品的生产工艺。结果是与1975年相比，到1980年电耗的单位定额下降了（11.7%），按耗电量来说1975年氨占第一位（21.7%），现在已降至占第三位（9.9%）。在氨的生产中正采用生产能力为1,360吨/日的大型电工艺装置和生产能力为600吨/日《ЭНЧА》型装置，与1975年相比可降低电耗126亿度，热耗1,510万万千卡。

在硝酸氨生产中，采用年生产能力45万吨的设备减少了能耗。

在生产甲醇中，采用了M-100型和M-300型大型设备，其结果是每年可节约电能6亿度和热能170万万千卡。计划将采用更经济的年生产能力为750吨的设备来生产甲醇。

生产磷的工艺是一种电耗高的工艺过程，磷是在每台生产能力为72兆伏安的电热炉中生产的。磷生产的主要工艺电耗占磷厂总电耗的85—90%。

在黄磷生产中采用生产能力为75和100兆伏安的电炉。结果是单位电耗减少了5—6%，热耗减少了一半，燃料减少了43%。

在氯和苛性钠生产中采用负荷为72千伏安的金属阳极双极隔膜电解槽。单位电耗可下降7%。

将大量采用膜式和隔膜式法以取代能耗高的汞法来扩大苛性钠的生产。

苏联国家计委全苏综合燃料动力问题科研所的计算表明，到第10个五年计划末化工生产可节约1,500万吨标准煤。

4. 建筑材料。在建材生产中熟料生产是能耗密集的生产过程，水泥生产是能耗密集

的生产过程。采用天然气、重油和煤来焙烧熟料。水泥企业熟料焙烧的燃耗为197—216公斤标准煤/吨熟料。

苏联建材工业生产水泥的平均电耗为109.4度电/吨水泥。

采用干法生产水泥可降低熟料焙烧的单位燃耗，但增加了单位电耗。应该指出的是，广泛应用助磨剂可以降低电耗2—3%。

根据全苏综合燃料动力问题科研所的计算，由于干法生产水泥的比重将增加到28%，降低湿法生产的料浆湿度以及降低水泥炉废气的热损，到1990年焙烧熟料的单位燃料将减少14%。

5. 机械制造。本部门纯工艺过程能耗占

全部能耗的30%，热电站、工业锅炉房，热水供应，采暖、通风、照明、厂内运输，生产压缩空气和其他生产辅助需要的能耗大约占70%。

铸造和锻压在机械制造业中是能耗密集的生产。平炉炼钢占铸造和锻造生产工艺总燃耗的20%。平炉生产节约燃料的潜力包括：通过改进生产机构、改造平炉车间来减少设备的停歇时间；提高二次能源利用率；广泛地应用吹氧；改进炉料质量；减少炼钢品种。机械制造业一直在开展节约能源的工作。《乌拉尔机械厂》平炉炼钢单位燃耗达249公斤标准煤/吨，而苏联机械制造业的平均单位燃耗为286公斤标准煤/吨(表1-6)。

表1-6 苏联某些机械制造企业单位燃耗比较(公斤标准煤/吨)

工艺过程名称	机械制造部门 平均单位燃耗	先进企业的单位燃耗
平炉炼钢	286.0	249.0—乌拉尔机械厂
铸铁	250.4	156.0—电钢厂
铸造和冲压	341.5	288.0—勃良斯克机械厂
铸钢	145.9	116.6—新克拉马托尔斯克机械制造厂
金属热处理	191.4	178.0—乌拉尔机械厂

在烘干炉中采用综合装置是节能的重要方针，例如，根据苏联农机部的资料，仅在该部门的15家工厂中采用这种装置就能节约天然气2000万米³/年，即一年节约40万卢布。

机械制造中节电的主要方向是减少焊接机和二次回路中的阻抗，例如高尔基汽车制造厂将串联电容器直接接于变压器前。结果焊接机功率利用系数提高了50%到二倍。

机械加工的改进可以节约大量能源。把刨削改用铣切，耗电量可降低30—40%。例如精密铸造减少了金属结构毛坯余量可节电50%。零件采用顶锻和电顶锻在切削机床上加工时可节电50%。

为了提高企业的能源利用率，正在研究和采

取组织技术措施。苏联重型机械工业部的工作经验也适用其他部门，这些经验是：

以直流阀代替环形阀来改进活塞式空气压缩机。在运转的压缩机上改用直流阀可降低单位能耗10—12%。

应采用空气压缩机生产率调节部件。大多数压气站的总管路采用手动调压，或者根本不调压。这对压气站的工作经济性和使用压缩空气的机械与工具的生产率有不良影响。当压缩空气需要量变化时为保持进气总管中恒压，在活塞式压气站装配有自动调节装置、压气站采用自动调节装置平均可节电5—7%。

应在供热系统中采用热量计。目前在企

业中采用自动记录式仪表来计算载热体的参数(耗量、压力、温度),并在记录基础上进行计算,这种方法精度不高($\pm 5\%$ 以上),不便于计算,耗费大量工时。采用热量计除节约工时外,由于提高了计算精度等可节约热能2%。

四、运输业节约燃料动力资源的途径

运输业(汽车运输、铁路运输、空运、水运、管道运输)是国民经济的能耗密集部门。改进运输业动力装置的结构可大大地降低运输业的能耗;铁路运输中用柴油机和电

动机代替蒸汽机,水运中用柴油机代替蒸汽机。这样增加了高热质燃料的消费量,也改善了运输业的能源消耗结构(见表1-7)。

因此,如果说从前主要是用煤(45.2%)作燃料,现在则是增加了经济性能好的燃料比重,如汽油(从1960年占26.3%增至1978年占42.83%)和柴油(从1960年占5.73%增至1978年占19.62%),这些燃料的消费量目前占60%以上。结果运输业单位劳务能耗下降了50—70%,把腾出来的煤可用于其他目的。由于改进了运输业的能源平衡结构,苏联国民经济可获得300多亿卢布的经济效益。

表 1—7 运输业的能源消耗结构

能 源 种 类	按年度的能源耗量, %			
	1960年	1965年	1975年	1978年
褐 煤	45.23	17.0	0.74	0.54
重 油	13.35	12.42	5.17	2.51
汽 油	26.3	36.36	42.0	42.83
柴 油	5.73	14.57	18.74	19.62
电 能	7.07	12.91	14.73	15.35
其他燃料	2.32	6.74	18.63	19.15
合 计	100	100	100	100

1. 汽车运输。汽车运输是能耗密集用户之一(大约占50%)。其他种运输业能耗占运输业总能耗结构的比重:铁路运输—18%左右;管道运输—20%左右;空运—10%左右;水运约为5%。应该指出,汽车运输是轻质石油产品(汽油、柴油)的大用户。所以,在解决运输业节约燃料和节电问题时应重视汽车运输的燃料节约问题,因为汽车运输在全部运输业总节约量中占70—80%。

提高内燃机的效率、增加汽车载重量、改进计划和管理体系、建设硬路面新公路等可节约汽车运输能耗。然而汽车运输柴油机化则是主要的节约方针。1975年25%的货运量是柴油汽车完成的,到1980年柴油汽车货

运量将达到32—36%。卡马汽车厂、明斯克汽车场和其他汽车厂生产的柴油载重汽车的运行经验证明,这种柴油载重汽车的效率很高。柴油发动机的单位燃耗比汽油发动机低25—30%。按单位运输劳务计算,这个差距更大,因为柴油机安装在高载重量的汽车上,在部分载荷状况下柴油机更为经济。

下列因素对扩大汽车运输柴油机化更为有利;目前所采用的提高汽油发动机燃料经济性的措施(电子和预燃室点火系统,直接向活塞中喷射汽油的系统等)提高了汽油发动机的造价。汽油发动机造价有接近于柴油发动机造价的趋势,而提高发动机压缩比的措施,除使发动机生产复杂外,还必须采用

高辛烷质汽油。生产高辛烷质汽油，增加了石油加工工业中的能耗和基本投资。与此同时采用这些措施来提高燃料经济性（6—12%）比采用柴油机来提高燃料经济性（25—30%）要低得多。

目前载重汽车柴油机化程度高的欧洲国家有西德、法国、捷克、匈牙利及其他一些国家。美国和加拿大载重汽车柴油机化的程度比较低。此外，在所有国家都出现了不仅在载重汽车上而且在小汽车上全面采用柴油机的趋势，例如《Volkswagen》，《Opel》

（西德）和《Oldsmobile》（美国）等公司。这些公司还在汽油机的基础上制造了小汽车用高速柴油机。同时保留了许多与汽油发动机共用的零件：如发动机机体、曲轴、连杆和其他零件，并有可能利用以前生产汽油发动机零件的流水线来生产柴油机。

与汽油发动机相比，柴油机的造价高20—40%、外形尺寸大和在同样安全系数下单位功率重量增加15—30%是柴油发动机的严重缺点。

计算证明，若柴油机化达到70—75%，需要增加10—16%的金属。因此制造单位重量低的柴油机是何等重要。增加转数、提高增压、改进结构、采用轻质材料，尤其是复合材料和其他措施可降低柴油发动机单位重量。

汽车结构最佳化和采用更好的轻质材料以降低汽车重量是节约燃料的重要方针。

例如，降低汽车重量20—40%可以提高燃料经济性30—35%（取决于汽车型号和其运行条件）。分析汽车制造业的发展可看出：钢，特别是生铁的比重一直下降，而塑料和铝的比重则上升。苏联和其他国家都是如此。例如，美国的《Alusuisse》公司生产的载重汽车，其底盘和车身的零件是铝合金制造的。还利用这种铝合金制造车架、燃料箱、轮子、蓄电池箱、管路、消音器、排气管和其他零件。用铝合金换掉部分钢部件，

汽车重量降低了498公斤，或者下降38.7%。

可广泛采用塑料制造车身零件和电气设备配件。可利用加强和不加强的聚丙烯制造采暖和通风系统的零件、风扇叶轮、空气过滤器外壳和蓄电池箱。可利用聚酰胺制造发动机零件。

为了减少汽车运动的能耗，很重视降低其空气阻力。为此改进小汽车和载重汽车（车速高于60公里/时）的流线型。汽车研究所为流线型差的载重汽车和汽车列车研制了导流罩。可用层板、金属薄板、塑料制造的导流罩，其效果显著：根据苏联和其他国家的道路试验资料，当时速为70—110公里时可节约5—15%的燃料。行驶速度增加，节能效果更好。

为了提高汽车运输的燃料利用率，大量采用径向轮胎来代替目前采用的对角线轮胎。这能节约燃料6—12%。

现在有可能利用微型电子计算机使发动机和汽车工作自动化，这样，汽车的工作效率将不取决于司机的熟练程度。在美国许多汽车制造公司大力向这方面发展。

在ЗИЛ—130, ЗИЛ—375, ГАЗ—53型发动机和其改进型发动机上已经安装了改善汽车运行指标和节约燃料3—4%的晶体管接触点火系统。在汽车上综合利用电子技术可将汽车的燃料经济性提高10—15%。为了满足货运量的增长和高燃料的经济性，与1975年的指标相比汽车的生产率（吨公里/公里）将增加：汽油汽车—12—15%；柴油汽车—45—50%。可用提高汽车的平均载重量和有效劳务率（运输劳务量与汽车总行程和汽车平均载重量乘积之比）来实现这些目的。

汽油汽车载重量（在2.5—1.5吨范围内）增加1%，单位燃耗将下降0.17%；柴油汽车（在7—14吨范围内）载重量增加1%，单位燃耗将下降0.36%。

苏联正在进行大规模的道路建设，这不

仅能节约燃料，而且还能提高劳动生产率，降低运输损失，提高汽车的使用寿命等。硬路面新公路长度增加10—20万公里可节约燃料10—15%。

运输企业在汽车运行的条件下，节约燃料的基本方针：将汽车保持在良好的技术状态；及时地检修汽车；提高驾驶技术；减少空载行车；提高载重量利用系数；改进装卸货工作；货物集装箱化和打捆化；采用电子计算机改进运输计划等。实践证明，在具有相同条件的一些汽车运输行业中，单位燃耗量可相差10—20%。

在俄罗斯联邦共和国汽车运输部汽车队中，采用了检查火花塞工作能力和电极间标准火花塞间隙（0.6—12毫米）的装置。这种装置平均可使每辆汽车节约燃料12%。

改进汽车运输的管理工作具有很大的节约燃料的潜力。汽车货运包括普通运输汽车、工业用汽车运输和建设用汽车运输及农用汽车运输。这些汽车运输种类在运输劳务效率、管理、检修和节约等方面难于实行统一的技术政策。根据综合运输问题研究所的数据，部门汽车的运输单位燃耗比普通运输汽车的单位燃耗高40—45%。此外，部门汽车运输的劳动生产率大约低一半，而运费高。因此，在全国范围内应集中管理汽车运输劳务和扩大汽车运输业，加强汽车检修的集中化等。目前，这些检修工作大约由800个部属和各主管部门所属的企业进行。同时应该指出，修复的汽车单位燃耗比新车高8—10%。

采用不太短缺的燃料品种来减少轻质油品的消费量，在汽车运输中可节约大量燃料。

对石油燃料代用品的要求有：生产这种代用品的原料充足；生产工艺简单可靠；单位热值高；造价低等。因此首先在排气污染小的煤气瓶汽车中扩大液化气的应用。

目前已开始在莫斯科、基辅等城市采用煤气瓶汽车。煤气瓶汽车发展缓慢的原因之

一是缺少丙烷和丁烷燃料，通常是利用丙烷和丁烷混合物。天然气也是这种气体的来源，而且天然气储量丰富。利用丙烷和丁烷可减少环境污染。

在石油和天然气产地，大量利用凝析油作发动机燃料有很大的发展前途。切利亚宾斯克工学院协同其他单位完成了利用凝析油作柴油机燃料的科研工作。

用凝析油代替柴油机燃料有很大的经济效益，因为凝析油的成本只有柴油机燃料成本的六分之一至八分之一。

此外，还可以制造载重量小的城市运输用电动汽车，扩大城市无轨和有轨电车线路来降低交通运输的石油燃料消费量。

2. 铁路运输。由于铁路运输货运量大和旅客多，在运输系统中它居主导地位。铁路运输实行技术改造已节约了大量能源。目前，靠进一步减少经济性差的蒸汽机车比重和相应地增加经济性较高的柴油机车和电力机车的比重、提高列车载重量、改善机车车辆的运行条件和运输计划、增加通过和运送能力以及其他措施来降低铁路运输的能耗。采取这些措施，1975年比1970年减少能耗24%。

电力机车单位燃耗比内燃机车低3—4%，加快铁路电气化的速度是一项基本方针。铁路电气化可腾出大量柴油。为此延长了站线，改造了铁路枢纽，采用自动闭塞和电气集中装置等。这些工作可将铁路运输能力提高一半到一倍，劳动生产率提高9—10%和降低运输成本费14%。与此同时，一公里电气化铁路的基本投资大约为10万卢布（保留柴油机车一公里铁路基本投资为15万卢布），投资回收期为7年。

此外，在电力机车线段进一步降低用于冷却电机车动力设备的电耗。目前，交流电力机车运行时的自用电耗（冷却牵引电动机，整流和换流设备）较高，为7—15%，