

能源



管理工程

龙敏贤 刘铁军 编著



华南理工大学出版社

能源管理工程

龙敏贤 刘铁军 编著

华南理工大学出版社

· 广州 ·

内 容 简 介

本书的内容包括能源管理概述、企业及其设备能量平衡、能量审计、热力系统及热力过程的焓分析理论、能源系统网络、投入产出分析、线性规划及优化和社会经济能源需求预测理论等。

本书是在原有讲义的基础上,经多年教学使用后修订的结果;删去了能量平衡及有关数学基础知识的部分内容,增加焓分析理论及实例应用等。本书保持原讲义实用性强的特点,应用实例较多。这次修订尽量精简篇幅,突出重点,附有较多的例题,便于读者自学。

本书可作为高等学校理工科热能工程、动力工程专业及相近的有关能源专业教材;也可供有关专业师生及从事能源管理、能源监测工作的管理人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源管理工程/龙敏贤,刘铁军编著. —广州:华南理工大学出版社,2000.8(2001.3重印)
ISBN 7-5623-1559-0

I. 能…

II. ①龙…②刘…

III. 能源管理

IV. F206

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510640)

责任编辑 王魁葵

各地新华书店经销

华南理工大学印刷厂印装

*

2000年8月第1版 2001年3月第2次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15 字数:365千

印数:1 001—3 000册

定价:24.00元

前 言

改革开放以来,我国的能源开发利用和节能技术取得迅猛发展,但能源管理和监测工作相对不足。为改变这种现状,有必要在高校有关专业开设能源管理和监测的专业课程。本教材是综合和总结编者多年参与的企业能量平衡测试、监测和对企业、社会经济用能的宏观管理等工作的结果,编写成讲义并经多年教学实践,吸取各方面意见修改、增删而成。

本教材的参考教学时数为 48 学时。其主要内容有:能源概论、企业能量平衡、能量审计、能量系统焓分析理论、能源系统的能源网络、能源线性规划及优化、能源投入产出分析和能源需求预测等。

本教材的专业性较强,如果读者具有高等数学、工程热力学、传热学等基础理论知识便可自学并掌握教材内容。

本书由华南理工大学龙敏贤和广东省能源技术经济研究中心刘铁军共同编著,龙敏贤主编。第一、二、三、四章由龙敏贤副教授编写,第五、六、七、八章由刘铁军高级工程师编写。华中理工大学高仕伦教授审阅了本教材,并提出很多宝贵意见,编者得益良多。拟表诚挚谢意。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误,殷切期望广大读者批评指正。

编 者

2000 年 6 月

CAF18/05

目 录

第一章 能源概论	1
§ 1-1 能源简介	1
§ 1-2 我国的能源方针	2
§ 1-3 能源的开发与节能	3
§ 1-4 能源技术经济分析	5
§ 1-5 能源系统工程及能源管理	6
第二章 企业能量平衡	12
§ 2-1 企业能量平衡概述	12
§ 2-2 企业能量平衡测试数据、统计数据及两者的校核	14
§ 2-3 质量平衡及能量平衡	15
§ 2-4 测试体系的划分、有效能量利用率	19
§ 2-5 锅炉热平衡	22
§ 2-6 工业窑炉平衡	30
§ 2-7 动力装置能量平衡测试	47
§ 2-8 风机、水泵能量平衡测试	51
§ 2-9 用热设备能量平衡测试及供热管网	58
§ 2-10 电器平衡测试	68
§ 2-11 企业能量平衡	84
第三章 能量统计与审计	90
§ 3-1 宏观决策中的能量统计和能量审计	90
§ 3-2 能量统计和校核	91
§ 3-3 能耗指标、非直接生产能耗的分解及其折算系数	93
§ 3-4 能量审计计算表的说明	95
第四章 烟平衡	102
§ 4-1 热力学第二定律、嫡与烟及烟损失	102
§ 4-2 烟的计算及品位系数	105
§ 4-3 热力过程的烟损失的计算	114
§ 4-4 T-S图和热烟图	130
§ 4-5 热力系统的烟平衡及烟效率	134
§ 4-6 企业烟平衡和用能过程分析	138
第五章 能源系统能流网络图及其应用	142
§ 5-1 能源系统能流网络图简介	142
§ 5-2 能源系统网络图的结构	143

§ 5-3 能源系统网络图的应用	149
§ 5-4 例 子	152
第六章 能源线性规划模型	160
§ 6-1 线性规划模型简介	160
§ 6-2 能源线性规划应用模型	171
§ 6-3 构造线性规划能源模型的一般要求和基本步骤	184
第七章 能源投入产出模型	187
§ 7-1 投入产出分析简介	187
§ 7-2 简 例	188
§ 7-3 投入产出表	192
§ 7-4 能源投入产出模型	196
§ 7-5 能源投入产出模型的应用	202
第八章 能源需求预测	207
§ 8-1 能源需求预测概述	207
§ 8-2 回归分析法	209
§ 8-3 弹性系数分析法	219
§ 8-4 人均能量法	224
§ 8-5 单位产值(产量)能耗预测法	225
§ 8-6 部门分析法	226
§ 8-7 投入产出法	228
§ 8-8 能源需求预测的一般程序和注意事项	229

第一章 能源概论

§ 1-1 能源简介

能源是国民经济的基础,也是人类日常生活最重要的基本资源。人们的物质文明和精神文明都离不开能源。如果说人们生活中的各种消费是由原材料、基础工业、农业、轻工业、交通运输等支持着,那么能源则是上述各行业得以运行生产的基础,图 1-1 显示了能源在整个国民经济生产及生活中的重要意义。

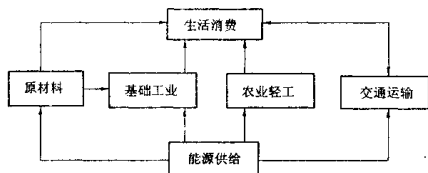


图 1-1 社会能源供给结构

人类的社会文明也是随着人类使用能源的广度和深度而不断进步的。人类社会的发展、生产力的发展也是与能源的开发和利用紧密相联的。人类开发利用能源的过程可以分为 4 个阶段:

(1) 史前时期。人类钻木取火,以火御寒,用火煮熟食物,使人类能够迈开人类文明的第一步。

(2) 奴隶社会。这是人类直接利用自然界的能源资源阶段。此时,人类比较熟悉各种能源的直接使用。如燃料可以直接燃烧取暖、烹调;制造简单的农业生产工具、战争使用的兵器。

(3) 封建社会。初步掌握简单的能量转换形式为生产、生活服务。如天车、风车、水力机械——水碓等。开始了对能量本质的探索实践。

(4) 资本主义社会。大规模开发与利用能源。组织大工业生产,利用能源开发、能量转换、运输等科学手段大大地发展了社会生产力,使人类社会生活丰富化,日常生活大量消耗能源。对能量的本质有深刻的认识。主动地探索能源的开发利用,创立了能量转换及守恒等系统的基础理论。

现代工业发展推动整个世界经济高速增长,人民生活水准大幅度提高,带来了对工业、农业产品特别是能源的更大需求。但是能源开发和能源生产、运输、转换等是有限度的。能源和原材料作为工业生产、社会经济发展的最基本最重要的资源,它的储藏量、可采性及利用是有限度的。特别是矿物能源是一种一次性消耗的资源,不可能再生。能源开发生产的速度和人们对生活、社会经济需求的欲望存在距离,因此能源作为国民经济生产和人类社会

生活最基本的资源是制约着整个国民经济的发展的。世界各国经济发展的实践证明,在正常情况下,能源消耗总量和能源消耗增长速度与国民经济生产总值的增长率成正比。世界各国的能源消耗增长速度是令人惊奇的。1960~1975年的15年间的能源消耗,相当于1900~1960年的60年间的能源消耗量。1950年全世界仅消耗了27亿吨标准煤,而目前全年消耗量超过了100亿吨标准煤。

现代化社会是建立在消耗巨量能源的基础上的,社会愈发展,现代化程度愈高,能源消耗量就愈大,二次世界大战后日本经济发展平均以每年8.7%的速度高速增长,其原因之一是日本充分地利用了中东的廉价石油为其工业的高速增长和取得高额利润作为后盾。能源是创造国民经济生产总值的基本条件,能源不足就会直接影响国民经济的发展。有关资料介绍,珠江三角洲地区在20世纪80年代1kW·h的电能可以创造7~8元的产值,而1kW·h的电机的价格为0.35元,由于能源不足所引起的国民经济损失,大约为能源本身价值的几倍甚至几十倍。统计表明,80年代我国能源供应不足,将近25%的工业生产由此而停产,造成了巨额的经济损失。

1973年以前世界各国对能源在国民经济发展中的地位是认识不足的,以为能源的供应是充裕的,把它作为一种社会需要的商品而不是资源看待。对能源的开发和节约只是作为取得更大利润的一种手段。1973年的世界性能源危机影响了整个资本主义世界的经济发展,特别是日本。这次危机迫使各国政府对能源开发、生产和利用进行深刻的检讨。各国政府在内部和对外方面都作了重大调整,制定了适当的能源对策。像日本这样几乎没有什么能源资源可以开发的国家,能源对策就更显得意义重大了。虽然经过产业结构调整 and 节能努力,目前世界性的能源危机没有表面化,但是由于现代化大生产、现代化生活对能源的巨大需求,能源问题将始终是世界各国政府在制定经济发展对策及实施经济发展方案时首先要考虑的问题。

§ 1-2 我国的能源方针

《节能法》明确指出,我国能源的基本方针是:开发与节约并重,并把节约放在优先地位。制定这一基本方针是对我国目前利用能源状况和现有能源资源的特点而确立的。从我国的实际情况来看,虽然能源资源比较丰富,但是我国人口众多,人均能源量少。又由于过去工作中的失误,对能源建设缺乏全面安排和长远规划,造成能源工业内部比例失调。其他工业的发展速度和能源工业增长比例失调。所以,长期以来燃料、动力不足,给国民经济带来了很大损失,影响了我国社会主义现代化建设的发展速度。20世纪80年代初,我国能源工业的生产增长速度只有工农业生产增长速度的一半左右。因此单纯依靠发展能源工业,增加能源生产满足工农业生产对能源的需求是不可能的。到20世纪末我国工农业总产值翻两番,而能源生产只能翻一番。另外的一半的能源需求就要依靠节约去解决。其次是我国使用能源的技术水平低,生产消耗能源多,浪费大,节约能源的潜力大。日本工业生产的能量有效利用率在52%以上,而我国的能量有效利用率约为32%。只要提高我国工业生产的能量有效利用率,节约能源的量是非常大的。再次是我国能源管理水平低,能源管理工作刚开始走上正轨。20世纪80年代以来,由于强化能源管理,取得了节约能源的可喜效果,为保证工业用能及国民经济发展起了很大作用。目前我国仍有部分耗能产品及生产设备落后、

陈旧、能耗高,只要改造耗能产品和设备,节约能源的潜力是很大的。

我国工业分布及能源资源的分布状况决定了我国能源开发的方针。我国能源结构以煤为主,估计地质储量为1.44万亿吨。其中61.3%集中在山西和内蒙古两省。石油主要集中在东北和华北。水力资源的蕴藏量达6.8亿千瓦,可开发的水力资源装机容量为3.7亿千瓦,约71%集中在西南地区,已开发利用的很少,只占3%。目前水力发电量占全国总能耗的3%。而我国的工业生产主要集中在沿海各省及东北,北煤南运等方面的原因造成我国能源开发的困难。我国能源资源不利的另一条件是能源结构以煤为主。煤的开采、运输和利用等方面的经济效益较液体燃料略逊一筹,增加了能源开发利用的难度。我国固体燃料与液体燃料之比为40:1。而发达的资本主义国家都是以液体燃料为主。1978年,各主要发达国家石油和天然气的消费占总能耗的比例为:美国77%;英国61%;法国75%;西德66%;日本79%。而我国只有26%。因此要根据我国能源资源结构特点研究我国能源开发的对策。再者,我国能源资源的勘察程度不高,勘探量占可开采量的比例不高,使今后能源生产难以提高。

从20世纪80年代开始,我国政府就制定了我国的能源基本方针。通过贯彻实施,取得了显著效果,主要有:

(1)加强了企业以至全国的能源管理。并根据用能方针颁发了一系列指令和用能法规,指出了全国各企业的用能方向。建立了各级能源管理机构。作了大量能源管理的基础工作。培训了一大批能源管理干部,提高了能源技术工作干部队伍的素质。推行了定额管理、定量供应、奖惩制度等全面能源管理制度。堵塞了浪费能源的漏洞,节约了能源。

(2)能源生产和开发取得可喜的成绩。能源生产增长的速度比预料的速度快些,保持在工业生产增长速度的一半水平。加强了能源的勘探和开发工作,使我国能源生产进一步发展有了保障。

(3)对我国工业生产的产业结构及部门进行了适当的调整。降低耗能大的产品生产比重,增加了耗能少的产品的生产。开发节能产品,使我国工业生产的万元产值能耗逐步下降。

(4)开始技术节能改造工作。企业通过强化管理过程,注意到技术节能的重要性。已经逐步从强化能源管理节能转到从技术改造方面节能。

(5)加强了全民节能意识。社会用能、生活用能已经注意到节约。

目前我国能源工作的最大特点是由前一阶段以管理节能转入到通过技术改造节能。我国能源生产增长速度跟不上国民经济的增长速度;这种状况将持续到21世纪初,节能依然十分重要。今后我国的能源基本方针依然是:开发与节约并重,把节约放在优先的地位。解决能源问题的根本途径:一是开源,二是节流。

§1-3 能源的开发与节能

我国是能源资源丰富的国家之一。主要有煤炭、石油、天然气、水力资源和核能资源。

1. 煤炭

煤炭是我国的主要能源,蕴藏量大约占全球煤炭资源的三分之一。1980年我国探明储量为6425亿吨。年产量为6亿多吨。我国煤炭资源不仅丰富而且煤种齐全、分布普遍,开

采条件好。已探明的储量中,炼焦用煤占 36%、化工用无烟煤占 17%、动力用煤占 45%、石煤占 2%。我国煤炭相对集中在山西省和内蒙古自治区。

2. 石油

我国的石油工业从 20 世纪 50 年代起步,经过几十年的努力,成为年产突破亿吨的主要石油生产国。我国油田大部分为陆相沉积,分布在东北松辽盆地、山东半岛、渤海湾、冀中、辽河、江苏、河南、湖北、克拉玛依、新疆南部等地。海洋石油地质调查和勘探取得重大进展,先后在渤海、黄海、东海、南海、珠江口、北部湾和莺歌海探出了 6 个大型油气盆地。并开始海上采油的建设工作及采油。

3. 天然气

目前我国天然气在能源构成中占 3%,气田主要分布在四川、贵州两省,储量占全国的 70%。其他油田开采也伴随着天然气产生。煤系天然气资源也相当可观。

4. 水力资源

据统计,世界的水力资源约为 20 亿千瓦以上。我国约为 6.8 亿千瓦,其中可开发储量为 3.7 亿千瓦,占世界第一位。但是,已开发利用的还很少,仅占可开发储量的 3%。目前水力发电量占全国总能耗的比重为 3%。

5. 新能源

解决世界能源问题的一个重要途径是核能和其他新能源的开发和利用。新近才利用或者正在开发研究的能源称之为新能源。我国把核能、太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能列入新能源。

核能是比较理想的一种新能源。我国的大部分省区有铀矿存在,已探明的储量相当于成百亿吨标准煤。目前世界核电站的装机容量为 1.7 亿 kW,相当于目前水力发电装机容量的 1/2。我国已在广东和浙江建成两座核电站。目前核电站均以铀²³⁵为燃料,而天然铀矿中仅含有 0.7% 的铀²³⁵,含量很低,因此以铀为核燃料的矿物源仍然存在开采寿命的问题。核聚变发电是解决人类能源问题的长远目标。1952 年第一个利用氢核聚变能的装置——氢弹试验成功,核聚变能的军事应用付诸实现。而用于核能发电的可控制的核聚变尚在研究中,其关键的技术(高温等离子体的人工控制)问题至今还未解决。近期内核聚变发电问题不可能解决。

太阳能是既老又新的能源。太阳光的辐射能量,到达地球表面大气层约为每平方米 1.3kW。太阳能是永久性的能源。太阳能的特点是分布面广、总数量大、清洁、可再生。但能流密度较低,转换为电、热等形式的能源的转换效率低。例如美国加州建造了一座 1 万 kW 的太阳能发电装置,其收集太阳能用的定日镜共有 1818 个,每个镜的面积为 39.3m²,总计为 71447.4m² 的集热面积。因此,太阳能电站的建设投资是庞大的。其占地面积也是庞大的。这是太阳能电站目前还未大规模建造的原因之一。太阳能除了用于发电外,还用于工业用热,如烘干、蒸馏、加热等,以及日常生活中的采暖、制冷空调、生活用热水、烹调等。

地热能也是一种引人注目的新能源,地热能资源量有 1.45×10^{26} J,相当于 5000 万亿吨标准煤。大约为全世界储煤发热量的 1000 倍。目前可以直接利用的地热是地表喷出的地热蒸汽和热水。这些蒸汽和热水用于发电和生活用热。目前世界上最大的地热发电的单机容量为 13.6 万 kW。我国最大的地热电站在西藏羊八井,装机容量为 7000kW。1970 年广东丰顺首次建造了我国第一个地热电站。之后除西藏羊八井外还在河北怀来、江西温汤、辽宁

熊岳等地建立了地热电站,总装机容量为8200kW。

生物质能中沼气是最容易开发的新能源。利用有机物质,如人畜粪便、秸秆、水生植物及城市的有机垃圾等,在沼气池内适当温度、湿度和酸碱度的条件下,通过多种微生物的厌氧消化而产生含有甲烷等成分的可燃气体即是沼气。沼气热值为 $21\,000\sim 25\,000\text{ kJ/m}^3$,是农村较易获得的、有发展前途的燃料,它不仅清洁便宜、使用方便,而且解决了农村燃料和肥料的矛盾。除作燃料用之外,沼气还可作动力燃料,由于其抗爆性能好,可以提高发动机的压缩比,从而提高发动机的热效率。此外沼气可作照明用。

其他新能源如风能、海洋能等也逐步被人类所开发和利用。我们开发新能源的目的是让新能源取代日益枯竭的常规能源和满足全球人类日益增长的能源需求。

能源工程要求解决的两个基本问题是开发和利用。能源利用有3个环节:①能源的开发、输送、转换;②用能系统使用能量的过程;③用能系统用能过程中或用能后对外排出的必须耗损的过程。为避免不必要的浪费,在用能时必须注意到这3个环节。能源是一种资源,节能是我国能源的基本方针。所谓节能就是:采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可接受的措施(也就是说,采用使现有生活方式及生产力不改变的方法),来更有效地利用能源。

节约能源的途径有两个:一是能源管理,二是节能技术改造。对企业以至对全社会进行节能潜力分析可以从下列几方面着手:

(1)能源管理方面。针对社会和企业在生产过程和日常生活中使用能源的情况,制定一套行之有效的管理文件和条例。政府对能源的开发、运输、分配、转换和使用制定一系列的法规、指令和指导性文件,促使用能单位和个人注意科学用能,节约能源。

(2)对社会生产和企业生产的产品实行结构调整。缩减耗能大的产品,多生产节能产品。同时对使用能源的产品进行技术改造,提高产品能源转换效率和使用效率。

(3)改变人类社会的生活习惯、方式等。在社会能够接受的理念、社会道德、生活准则的前提下,改变原来的生活习惯,少消耗能源。

(4)对现有企业的生产设备进行改造。在保证原有产品的产量和质量的前提下,改造落后的耗能大的生产设备,采用耗能少的新设备、新技术。

(5)改革产品生产的工艺流程。在技术条件允许和保证产品质量的前提下,对旧的传统生产工艺和原设计的工艺流程、工艺参数进行全面分析,在科学试验研究的基础上,从节能方面考虑,改变其工艺流程。

(6)余热回收利用。余热是指企业生产过程排放到环境而又可供生产使用的热量。目前企业生产中排放的余热品位不高。但排放量很大,如何回收利用这部分能量是节能的重大问题。

§1-4 能源技术经济分析

能源技术经济分析是以能源、社会经济、社会环境等为对象组成一个大系统,并对其进行研究工程分析方法。它从经济发展、环境保护与能源供求的相互关系出发,研究经济发展的战略目标和企业生产过程、社会对环境的适应性等对能源的需求,以及能源工业为满足这种需求,本身应达到的发展规模和得到的投资,从而对经济发展的宏观规模和经济效益、

社会效应等作出比较全面的评价。此外,能源技术经济还要分析全国、省市或企业的经济结构、产业结构、产品结构对能源需求的影响,定量地评价国民经济发展过程中的节能潜力。

节能技术经济分析也是能源技术经济分析的一部分。节能技术经济分析是对节能技术实施方案、实施过程和实施效果的经济分析。包括对节能技术的可行性分析,对投资回收期、运行费用、节能量和经济效益、社会效益等问题的定量分析。

进行能源技术经济分析首先是确定方案,确定了分析研究的目标后,对现场进行测定、取得分析数据、搜集有关资料,并制定能源技术路线等。第一步是进行能源技术分析,即能源技术参数的确定,热力分析计算以及工艺技术可行性分析;对生产工艺、产品质量、产量、操作技术等可行性分析。第二步进行经济分析:能源的投入产出效果分析,节能量计算,能源技术工程投资计算,操作运行成本,社会效益和经济效益计算。第三步制订具体的实施方案,计算占地面积和空间,设备投资、基建投资,其他费用,工艺、设备选用,运行操作参数,其他管理等。第四步实施方案:进行基本建设工程、设备加工安装、调试运行,运行结果测定及计算,运行稳定性、可靠性的检定,实施运行后实际的节能效果及经济效益的测定计算并确认社会效益。

目前较常用的经济分析指标有:投资回收期、年计费回收期、投资节能率和节能投资等。用这4个指标可衡量能源技术或节能技术的投入产出效益,并以此确定能源技术或者节能技术是否值得实行。

下面说明上述4个经济指标的计算方法:

(1)投资回收期 T

$$T = \frac{\text{能源技术或节能技术工程总投资额 } K}{\text{工程实施后年增加的总利润 } L} \quad (\text{年})$$

(2)年计费回收期 T_*

$$T_* = \frac{K}{L - N(\text{年运行费用})} \quad (\text{年})$$

(3)投资节能率 η_*

$$\eta_* = \frac{\text{年节能总量 } Z}{K} \quad (\text{kJ/元})$$

(4)节能投资率 G

$$G = \frac{1}{\eta_*} = \frac{K}{Z} \quad (\text{元/kJ})$$

能源经济技术采用的数学方法有投入产出分析和线性规划优化两种方法。

§1-5 能源系统工程及能源管理

能源工程是系统工程之一。能源工程要解决两个重大问题:能源的开发和能源的利用。能源开发和利用是现代化社会经济繁荣和发展的基石。能源工程关系着社会的经济和社会生活,因此能源工程与社会经济和社会生活构成了一个大系统工程。

系统工程的理论基础有两大类:一是反映各种系统内在规律的专业理论;二是反映组织客观规律的科学理论。能源系统工程的理论基础为后者。包括:运筹学,信息学,控制论,系统论和计算机科学。系统工程的主要工具是计算机,对系统进行的数据处理、管理控制、优

化设计都要依靠计算机来完成。

一、能源系统工程

能源系统工程研究的对象是能源系统。它可以在能源预测、能源规划、能源系统分析等方面发挥作用,主要内容如下。

1. 能源预测

能源预测包括能源需求预测、能源供应预测及能源科技发展预测等。

随着我国经济的增长,各行业、各部门势必增加对各种能源的需求。科学地预测全国、省、市、地区及企业的能源需求量,对编制相应的经济发展规划,及早采取必要的措施有十分积极的意义。

对各种能源资源、开发能力、运输能力、能源投资、技术进步等方面因素的全面系统分析,可以预测出各种能源供应量。而需求与供应预测值之差为节能量预测值,可以作为编制节能规划的指标。

能源科技发展预测的主要对象是:与能源有关的新技术、新工艺、新材料、新设备,特别是具有战略意义的重大能源科技项目。通过对以上影响能源科技发展的因素进行研究、预测,可以决定科研力量与资金的重点使用方向,尽快取得突破并加以推广应用。

2. 能源规划与管理

能源系统工程可以从全面综合平衡各种规划指标出发,通过最优化处理,利用计算机编制出能源开发规划、节约规划及科研规划。

各种形式的能源,在开采、加工、运输、转换、分配、使用的过程中,相互关系比较复杂,而使能源系统工程的方法辅以计算机进行计算和分析,就能实现科学管理。

3. 能源、经济和环境的大系统分析

从经济发展与能源供求的相互关系出发,研究经济、能源和人类对社会环境要求的规律,以及能源工程自身的投资及发展规模、资源条件允许的限度的系统分析,能够全面系统地今后经济发展作出正确的判断。

分析全国、省、市或企业的经济结构、产业结构、产品结构对能源需求的影响以及调整经济、产业、产品结构对经济及能源需求的影响,定量地确定社会经济、产业各部门对能源需求的变化规律,找出能源需求量及能源工业所能提供的能源供应量之间的差额,制定全面的节能对策。

4. 能流、焓流分析和净能源分析

能流分析是以热力学第一定律为理论基础,而焓流分析则以热力学第一、第二定律为理论基础,分析能源进入系统扣除各环节损耗后的各种能流、焓流的方向、大小及分布情况,并以此为基础进行满足某一特定目标的优化处理。

净能源分析是通过初对初始投入系统的人、材、物的量及运行时的能耗求和得到系统的全能耗,然后与系统可提供的能源或者回收的能源量加以比较,两者之差值就是系统的净能源量。这种净能源分析有助于我们对实施的能源开发工程和节能项目进行评价。

能源系统工程在实际应用中常采用下列建立能源模型和系统分析的方法:仿真方法、最优化方法和评价方法。

仿真是对能源系统工程进行数学模型描述的方法。它是利用各种数学公式或图形客观

地描述能源系统各要素的活动以及各要素之间的相互关系,建立相应的数学模型并在计算机上计算结果。它可用于研究在各种可能出现的条件或人们期望的情况下,系统发展变化的趋势与后果。

最优化方法则不仅仅是客观描述和分析,它寻求的是最佳方案。它是以建立的仿真的能源数学模型或初期计划为基础,并对模型进行某一目标或多目标的优化分析计算,达到能源系统整体目标最佳的令人满意的方案。在一般情况下,最优化方法及其计算结果,比人们依靠常规经验作出的决策要好得多。

评价方法通常用于对各种优化结果进行分析对比,判定研究它们是否真正适用,能否获得预期效果,以及对能源系统的影响。

能源系统工程分析常采用3种最常用的数学方法:回归分析法、投入产出法及线性规划优化。

二、能源管理

1. 能源管理的内容

能源管理是能源大系统工程的一个重要组成部分。能源管理包括下列内容:

(1)能源领域内的一切能源种类的管理,一次能源(煤、石油、天然气、水力资源、风力、海洋、生物能源等)以及二次能源(商品油、石油产品、焦炭、电力、蒸汽、化学反应热及一切载能物质)。这些能源的开发、运输、转换、分配和使用过程的管理。

(2)能源管理中所起的职能作用:制定能源方针和政策。确立能源法规和执行机构,确认能源开发和利用的规划。

(3)建立能源管理的网络机构,实行全面管理及全员管理。

2. 能源管理的方法

能源管理的方法逐步走向正轨,量化、系统化、标准化、制度化已在我国实行。

(1)量化管理是能源科学管理的基础。量化管理要求能源工程中实行数据量值管理,能耗、有效能利用、余热资源、转换率、产品单耗、产值单耗等全部采集统计,输入数据库进行处理。采取数学方法和计算机手段,对问题进行定量分析,找出最优的解决方案。

(2)系统化。能源工程是大系统工程,能源管理工程也是大系统工程。能源涉及国民经济的各个领域,能源问题必须和国民经济各部门、经济发展速度、人口增长、生活水平、价格政策、技术发展、环境保护、生态平衡等联系在一起。能源工程领域内部包括从生产到消费的一系列环节,并包括可以互相替代的各种能源,涉及空间因素、时间因素以及资源、运输、资金、技术、环境等条件,形成错综复杂的十分庞大的能源系统。要合理地、有效地解决能源问题,必须从系统观点出发,运用系统工程的方法,综合地求得最优方案。

(3)标准化。能源标准化工作是组织现代化生产的重要手段。是能源科学管理的重要组成部分。能源标准化是合理开发能源资源,提高能源利用率,更新和改造能量转换设备和用能设备的科学技术依据,也是能源管理和能源立法的科学技术基础。我国已通过了《节能法》,制定和颁布了一系列的用能标准和指导用能的规则,各部门也根据国家颁布的总则制定适合本部门的用能标准和法规。这些标准是能源计划、统计、使用、管理的重要的法律依据。

(4)制度化。要组织好能源系统的一系列技术经济活动,必须建立健全各项规章制度,

包括能源系统的有关经济管理和技术管理的各项规章制度。以文字形式将管理业务的工作程序、工作方法、工作要求、职责范围等明确规定下来,作为行动的规范和准则。随着社会生产、经济活动的发展和复杂化,能源系统的内部和外部的联系的环节更加密切和深化,相互之间的配合更加协调适应,对规章制度的要求更高更严格。如果任何环节失调或发生障碍,不仅会引起局部性的运行中断,甚至会影响整个社会的生产和其他活动的正常进行。

加强能源管理是合理地、有效地利用能源,提高能源利用率,以满足国民经济发展需要的重要手段。对于国家来说,能源管理是整个能源工作的重要组成部分,包括能源政策、规划、计划、法规、制度等的制定、执行和检查。国家能源管理水平的高低,将直接关系到能源工业的发展水平,从而直接关系到国民经济的发展水平,这项工作无疑是十分重要的。在目前对能源需求增大,而能源供求矛盾突出的情况下,如何把整个国家的、全局性的能源管理工作搞好,更是至关重要的。就用能企业来说,如何合理利用有限的能源,提高能源利用效率,以满足企业生产发展需要,也必须通过建立和健全能源管理的组织机构、制度、方法来达到。

3. 加强能源管理的3阶段

加强能源管理是一项长期的任务。降低能耗,提高能源利用率,针对我国经济发展的历史和现状,可以分为3个阶段:第一阶段是加强能源管理。由于过去不重视能源工作,更无法重视能源管理,历史上形成能源使用无计划、分配无指标、消耗无定额、考核无计量,致使能源利用率不高,能源浪费严重。改变这种状况的重要措施就是加强能源管理,确立和制定一系列的用能政策、用能法规,建立能源管理的组织机构、定编人员和确立其职责范围,加强能源管理的基础工作。第二阶段是在对企业进行能量平衡测试,对企业有一个明确地用能估计后,对一些比较容易改造、投资少、见效快的项目进行小改小革。第三阶段是制定全面的能源改造规划,对企业用能进行优化。必须指出,强化能源管理不只是在第一阶段,而要贯穿全过程。随着节能改造的深入、投资、节能量的增加,技术改造的难度增大,能源管理工作更加复杂化,愈是要加强能源管理。所以,加强能源管理是一项长期的重要任务。

4. 能源管理与企业管理的关系

能源管理与企业管理关系密切。企业能源管理是企业总体管理的重要组成部分。由于能源本身的特点,决定了能源管理性质的特殊性和复杂性。它在很多方面不同于一般的物资管理。企业能源管理的目的是提高企业能源有效利用率,从而提高企业的经济效益。创造更多的社会效益。加强能源管理将促进企业管理水平提高,主要表现在如下几方面:

(1)促进企业管理人员和操作人员的业务水平提高。强化企业的能源管理涉及整个企业的生产管理和操作,它要求企业职工对能源使用和节约能源有明确认识,从而在管理和操作上有新的要求和突破。要求管理者和操作者提高管理和操作水平。

(2)促进企业的设备改造更新和工艺流程、工艺水平的提高。提高企业的能源利用率的方法之一是改造落后的耗能大、效率低的生产设备,对生产设备的使用效果的要求是尽可能地降低能耗,有较高的能量利用率和产出高质量的产品。对生产工艺流程的要求也是和上述一样。因此改造生产设备和工艺流程能够达到提高生产率、产品质量和提高企业能源有效利用率、节约能源的双重目标。

(3)企业能源管理是企业管理的重要组成部分。加强企业的能源管理就是加强企业的自身管理。国家制定企业定级和升级的标准中主要包括3个方面的管理水平标准:①企业

的生产管理水平;②企业的产品质量管理水平;③企业能源管理水平。三者之中任何一个没有达到国家要求都不可能升级或定级。因此促进企业的能源管理是提高企业管理水平的重要步骤,也是提高企业素质、提高企业的竞争能力的有效方法。

5. 对能源认识的基本观点

如何加强企业的能源管理是企业家经常考虑和必须重视的企业管理问题之一。加强能源管理首先要确定对能源的认识的基本观点,这就是:

(1)资源观点。能源是自然界的重要资源,也是重要工业产品。生产与消耗数量之多,首屈一指,大大超过钢铁、水泥、塑料等物资。自然界的能源资源毕竟有限,特别是矿物能源资源如煤、石油、天然气、铀矿等一次性能源资源。以目前开采的速度,矿物能源将在200年后开采殆尽。我国的能源资源按人口平均分配低于全世界的人均水平。因此要确立能源是自然资源的观点,要珍惜使用有限的能源资源。

(2)全局观点。能源是构成整个工业体系以至整个国民经济体系的基础。从全局观点出发解决能源问题是符合发挥国民经济体系最大效益的原则的。因此发展工业,发展国民经济,提高人民生活水平,以使用能源、节约能源、节约资源和物资为基础的观点是今后考虑经济问题的基本点。这个基本点就是合理分配和使用能源,工业结构布局、产品结构调整、耗能产品设计和生产、能源价格与其他物资、工业产品、民用产品的价格调整都要与能源资源的有效利用,最大限度地使用结合起来。全局观点包括能源资源的合理利用和综合使用。例如集中供热,热电联产,均衡生产,均衡用热、用电,不搞分散用能,全面管理等一系列的用能措施。全局观点还包括对耗能产品的设计生产和改造。耗能产品(设备)是以耗能为代价的最终成品或者是以耗能为代价的生产设备。设计和生产耗能低的产品从全国使用的效果来看是综合地、全面地节约能源。

(3)系统观点。能源工程是系统工程,它包括了与其他工业、农业等整个国民经济和社会生活的纵向和横向联系。解决任何能源工程问题都涉及其他部门产业和社会生活,因此应以系统工程的方法去处理能源工程问题。从工业布局、工业发展速度、方向、产品结构调整到社会生活习惯的改变都存在最佳选择的课题,大系统工程及其优化方法是最适于能源工程系统中解决最佳选择问题的最好方法。

(4)效益观点。能源工程问题不但是能源使用效果的问题而且是经济效益和社会效益问题;是综合性的效益问题。对能源工程出现的问题,如设计方案选择、工程方案、能源开发方案、节能技术等问题都应以综合效益为目标作多方面的比较才能确定。也就是通过系统工程的优化方法以最高综合效益为目标解决能源工程问题。

6. 建立能源管理体系

加强能源管理的另一措施是建立能源管理体系。能源管理体系是指有关能源管理的机构、人员、职能、制度、办法、准则、文件、指标等要素所组成的总体。上至国家、地区,下至企业、车间、乡镇、岗位,组成各级能源管理体系。

健全能源管理制度是加强企业能源管理的有力措施。企业的能源管理制度包括的内容很多,主要有:凭证定量供应、用能管理制度、定额管理制度、操作管理、设备管道检修、能源管理岗位责任制、用能审批制度、计量记录制度、用能统计报表、考核评比与奖惩制度等等。

强化能源管理必须做好能源管理的基础工作。主要工作有:

(1)能源计量工作

能源计量是管理工作的定量计算基础。也是企业用能水平的标志,是统计分析企业用能的统计数据的主要来源和手段。能源计量主要是使用仪表对能量使用量、消耗量进行定量的测定。健全计量是企业实行全面管理的最基本工作。

(2)能源消耗定额工作

制定能源消耗定额的基本任务是:保证在编制计划和生产过程中,采用技术上、经济上有依据的先进的能源消耗定额,以实现能源的合理分配和最有效的利用。能源消耗定额的制订包括“定质”与“定量”两方面。定质是确定所需能源的品种、规格和质量的要求;定量是确定能源消耗所需的数量。

能源消耗定额有两种形式:①工艺耗能定额:计算工艺有效能耗和工艺必要消费能耗。②生产耗能定额:除工艺必要的消耗外、在生产过程中还必然有其他方面的消耗。

(3)能源统计工作

能源统计工作是能源管理中一项十分重要的基础工作,能源的统计分析就是把企业能耗按每日、月、季度和年度分类记录和统计,并记录同期的产品的产量和质量、原材料消耗和生产成本等等;通过投入和产出的对比分析,以宏观方法查明企业能源使用的情况。它是分析企业能耗状况,改善能源利用的重要依据。

制定合理的、切实可行的能源统计指标体系是加强能源管理的必要手段。要把全厂的能耗指标分解为各岗位的能耗小指标,进行定期统计分析,要确定综合能耗、设备热效率、企业能源利用率、节能率等指标的正确计算方法,指标计算标准和方法要求一致,才具有可比性。

(4)能量平衡工作

能量平衡是对设备或企业的各种能源在工作和使用过程中,对输入能量和输出能量的平衡关系进行考查。

企业能量平衡的目的在于:①掌握企业用能情况,包括能源构成的消耗情况,能量的有效利用情况,以及余热资源和回收情况;②摸清企业的节能潜力,为制定节能规划和措施提供科学数据;③为制定能源消耗定额、能源利用指标及有关能源管理条例,提供精确数据;④通过企业能量平衡找出提高能量有效利用率的途径。

所以,企业能量平衡是分析能量分布、流向、利用和损失的科学方法,也是进行能源科学管理的有效手段。

(5)能源审计分析

能源审计是以宏观统计的方法考查企业的用能状况,它具有统计性、代表性和典型性,与企业能量平衡相配合能够全面地、准确地对企业用能作出评价。

(6)能源的投入产出分析

企业的能源投入产出分析是以宏观的方法分析企业使用能源的效果,它与经济分析密切配合,使企业决策者对能源投入、经济资金投入、产品产出的调整及效益作出正确的有效的决策。

(7)能源队伍的培训

能源管理是一门综合性科学,它涉及自然科学和社会科学两大领域。为提高能源管理水平,首先必须提高广大能源管理干部、能源科技人员和操作工人的水平,这也是能源管理队伍的基本的建设性工作。