

能源技术手册

上海市能源研究会主编

HANDBOOK

OF

ENERGY TECHNOLOGY

下册

上海科学技术出版社

能源技术手册

(下 册)

上海市能源研究会 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是一本通用性的技术手册,叙述能源科学技术和能源的资源、开发、输送、转化、利用水平的实际情况和今后可能的发展趋向。共分十五篇,(1)煤炭、(2)煤转化技术、(3)石油、(4)燃气、(5)化学燃料、(6)核能、(7)水力发电、(8)电力技术、(9)集中供热、(10)动力装置、(11)太阳能、(12)生物质能、(13)地热、(14)特种材料、(15)能源与环境,分上下两册,本书是下册,包括后七篇。本书取材内容主要立足于国内,实用性、知识性、指导性并重,以实用性为主。读者对象主要为从事能源工作的科技人员和管理干部,对各级领导干部,从事经济计划或社会公用事业的人士以及教师、学生,也有参考价值。

能 源 技 术 手 册

(下 册)

上海市能源研究会 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 36.5 字数 876,000

1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

印数 1—7,000

ISBN 7-5323-1375-1/TK·8 定价: 17.00元

為能源工業建
立知識宝库

史占楨
一九九九年六月

下 册 编 审 人 员

(顾问、总主编、副总主编均按姓氏笔划排列)

	顾 问	印均田	张家骅	杨锦山	顾 坚	
	总 主 编	沈岳瑞	张家骅			
	副总主编	朱恒久	沈炳正	沈柏年	杨立洲	汪经羲
		龚焕曾	程如光	蔡起行	磨庆涛	
第 九 篇	主 编	凌永年		审 稿	徐博文	徐士高
	编 写	凌永年				
第 十 篇	主 编	葛永乐		审 稿	张昌煜	
	编 写	蔡振飞	徐仁德	徐守义	钱国柱	李建业
		黄明达	李名远	丛日盛	侯天理	王燕菊
		陈浩树				
第十一篇	主 编	俞善庆	陈显余	审 稿	顾 坚	
	编 写	仲永康	黄芳龙	张忠奎	蔡子明	顾宪成
		沈惠珍	王丙忠	王锦侠	车茂隆	钱尚源
第十二篇	主 编	陆宝瑛		审 稿	景 雷	
	编 写	陆宝瑛	丁振森	陈声根		
第十三篇	主 编	刘铁铸		审 稿	吕灿仁	
	编 写	刘铁铸	孙永福			
第十四篇	主 编	程如光		审 稿	周威廉	
	编 写	周威廉	程如光	林祖钹	潘振甦	王贞尧
		吴 剑	邢柏如	夏继余	杨 武	
第十五篇	主 编	车宇瑚		审 稿	刘培桐	
	编 写	车宇瑚	郭庆元	霍宏暄	张宝隆	钱伯章
		王肇镇	周兴国	施揆中	徐家骅	周法清
		张德旺				
全书编审工作人员		王佟滨	王 迈	李燕飞	蔡德茂	沈志通
		孔祥海	张忠奎	谢中华	丁明龙	

前 言

本书是一本关于能源技术的通用性手册。从资源、开发、输送、转化、利用和发展趋势进行叙述,共十五篇,分上下两册。本书可供从事能源工作的科技人员、管理干部,从事经济计划、社会公用事业的干部以及对能源研究有兴趣的各级领导干部、教师、学生等读者的需用。

自从党中央提出新的历史时期总任务,全国各族人民雄风勃发,振兴中华的热情达到前所未有的高度。能源是发展国民经济的重要动力,能源建设是使整个国民经济转向主动的重要环节,是关系到经济建设全局的大事。然后,能源紧缺又是世界性的问题。我国虽然地大物博资源丰富,但对于一个有11亿人口的国家来说,由于过去能源建设基础设施欠帐太多,能源一直短缺。开源节流增产节约是广大能源工作者的心愿,也是广大读者的心愿。此书如能让人民更多了解目前我国能源资源情况,了解我国能源开发、利用的水平,了解世界各国能源发展趋势,从中能对开源节流有所裨益,则我们将感到莫大欣慰。

能源技术书刊正象雨后春笋一般出版问世。我们编纂时,试图通过系统工程的概念,从资源的普查、勘探、开采、输运、利用、转化、节能、新能源等各个环节介绍,力图使读者对能源有一个整体概念。每个环节的开源节流将汇集成我国能源建设中增产节约的洪流。

本书重视实用性、知识性、指导性,以实用性为主,取材时注意到国外有关信息资料,但立足国内实情。综观全书未敢丝毫自满,由于手头资料不足,繁简处理欠妥,文字风格不一,值得斟酌和推敲之处当不为少,很多方面尚未能尽如人意。

本书是上海市能源研究会组织上海市近百名能源工作者、专家、学者,并邀请部分外省市专家学者共同编写的。学会为打破系统纵向条块格局,发挥横向专业网络优势,积极组织科技人员投入到国民经济建设中去,作了一次成功的尝试。本书从规划、撰写到定稿、刊行问世用了六年时间,前后得到了各位作者和审稿者的同心合作,特别是编辑小组同志的奋力工作和上海科学技术出版社的大力支持,在此特向鼓励和支持我们的广大读者和有关同志致以衷心感谢。我们竭诚盼望各方面专家和读者及时赐以批评指正,容本书有所改进和提高,使之逐步臻于完善。

上海市能源研究会
《能源技术手册》编委会
一九八八年十二月

目 录

第九篇 集中供热

第一章 热用户和供热系统	1	第四节 供汽现状和存在问题	26
第一节 集中供热的优越性	1	第四章 热水网	28
第二节 供热系统的热负荷	3	第一节 热水网的组成	28
第三节 供热系统的基本组成	5	第二节 热水网的特点	28
第四节 两种常用热源的比较	6	第三节 热水参数	30
第五节 热介质的选用和比较	7	第四节 热水网的运行调节	32
第二章 热电厂和热电联产机组	9	第五节 国内外热水网的实例	35
第一节 热电联产的概念和它的经济性	9	第五章 集中供热的现状和发展	38
第二节 热电厂设备	13	第一节 我国供热现状	38
第三节 国外热电联产的发展	17	第二节 发展的途径	39
第四节 改造凝汽式汽轮机用于集中供热	19	第三节 使用高温热水	39
第三章 蒸汽热网	22	第四节 应考虑的问题	41
第一节 供热蒸汽	22	第五节 开发区域性集中供热的实例	43
第二节 疏水器和凝结水回收设备	23	第六节 国外发展集中供热的概况	45
第三节 蒸汽的差压利用	25		

第十篇 动力装置

第一章 蒸汽动力装置	47	第一节 概述	82
第一节 蒸汽循环的热力学	47	第二节 燃气-蒸汽联合循环装置在电站中 的应用	84
第二节 蒸汽的产生和使用	50	第三节 燃气-蒸汽联合循环装置在舰船上 的应用	89
第三节 锅炉内的燃烧	53	第四章 内燃机	93
第四节 气体和重油燃烧	55	第一节 概述和理想的热力循环	93
第五节 煤燃烧	57	第二节 内燃机的油耗水平	97
第六节 锅炉的各组成部分	63	第三节 直喷式燃烧室和废气涡轮增压	101
第七节 汽轮机	66	第四节 绝热柴油机、电子控制内燃机、煤气 机和醇类代用燃料	104
第二章 燃气轮机	72	第五章 其他新型动力装置	108
第一节 概述	72	第一节 热气机	108
第二节 燃气轮机装置的热力循环	74	第二节 磁流体发电	117
第三节 劣质燃料在燃气涡轮中的应用	78		
第四节 回热器	79		
第三章 燃气-蒸汽联合循环装置	82		

第十一篇 太 阳 能

第一章 太阳能、风能资源	125	第二节 太阳常数和空间及地面太阳能光 谱	129
第一节 我国太阳能资源的分布与区划	125		

第三节 太阳能辐射方向与太阳时	132	第一节 太阳能电池的理论基础	176
第四节 我国风能资源的分布和区划	136	第二节 太阳能电池设计及制备	179
第二章 太阳能光热利用中的换能装置及蓄热体	140	第三节 太阳能电池方阵系统设计	187
第一节 平板型集热器	140	第四节 太阳能电池的应用	190
第二节 聚光型集热器	145	第五章 光化学电池	192
第三节 太阳池	150	第一节 光化学电池的基本原理	192
第四节 蓄热	152	第二节 光化学电池的转换效率	195
第三章 太阳能光热应用装置	154	第三节 光化学电池的稳定性	197
第一节 太阳能热水系统	154	第六章 风力发动机	199
第二节 太阳能干燥装置	156	第一节 风能的特点和利用	199
第三节 太阳能蒸馏器及海水淡化	158	第二节 风力发动机的计算和原理	200
第四节 太阳炉	159	第三节 风力发动机的组成和分类	207
第五节 太阳灶	161	第四节 风力机的设计和应用	211
第六节 太阳能采暖	162	第七章 海洋热能发电	218
第七节 太阳能制冷和空调	168	第一节 海洋热能资源	218
第八节 太阳能动力机械	170	第二节 海洋热能发电原理	219
第四章 太阳能电池	176	第三节 热机主要设备及有关问题	221
		第四节 辅助系统	223

第十二篇 生物质能

第一章 森林	225	法	280
第一节 森林与能源	225	第一节 烧炭	280
第二节 薪炭林和能源林	229	第二节 固体成型燃料压制	282
第二章 木质燃料的特性与燃烧	241	第三节 木质复合燃料加工	285
第一节 木材的特性	241	第四节 其他转化方法	287
第二节 木质燃料的燃烧过程与机理	245	第六章 沼气及其发酵制取技术	290
第三节 燃烧方式和燃烧装置	248	第一节 概述	290
第三章 木质能源的加工和转化——热解法	255	第二节 沼气发酵原理	291
第一节 木材干馏	255	第三节 沼气发酵的工艺条件	295
第二节 木材气化	259	第四节 沼气发酵的工艺类型	297
第四章 木质能源的加工和转化——水解法	268	第七章 沼气池和环境保护	302
第一节 水解理论基础	268	第一节 农村沼气池(发酵装置)的设计和类型	302
第二节 稀硫酸水解法	271	第二节 沼气池的科学管理和病态池的治理	305
第三节 浓硫酸水解法	273	第三节 发展沼气对城市环境保护的作用	309
第四节 浓盐酸水解法	275		
第五节 酶水解法	277		
第五章 木质能源的加工和转化——其他方			

第十三篇 地热和地下含水层储能

第一章 地热能概况	315	第三节 我国地热资源分布概况	321
第一节 地热能的形成	315	第四节 地下热水与地质构造的关系	321
第二节 地热系统	318	第五节 地下热水的基本类型及其主要特	

征	324
第二章 地热资源的普查勘探方法	328
第一节 地质-水文地质调查	328
第二节 地球化学方法	330
第三节 测温勘探方法	335
第四节 地球物理方法	341
第五节 钻探	346
第三章 地下热水的储量计算	349
第一节 地下热水的水动力特征	349
第二节 参数的确定及其计算	351
第三节 地下热水储量的评价	356
第四章 地热流体的开采	359
第一节 地热钻探	359
第二节 地热井井孔测量	361
第三节 地热流体的集中和输送	367
第五章 地热发电和地热能的综合利用	371

第一节 地热发电	371
第二节 地热能的综合利用	385
第六章 地下含水层储能概况	392
第一节 地下含水层储能的基本类型	392
第二节 储能含水层的基本水文地质条件	394
第三节 含水层储能的回灌水源	394
第四节 含水层储能的应用	397
第七章 储能井结构和储能技术	400
第一节 储能井的回灌工程设备	400
第二节 储能井回灌方法	403
第三节 储能井的堵塞和处理方法	405
第八章 含水层储能的灌采工程方案设计	411
第一节 含水层储能有关能量的简易计算	411
第二节 含水层储能的回灌量和储能井数 计算	412
第三节 含水层储能灌采工程	415

第十四篇 特种材料(新能源工程关键材料和新型节能材料)

第一章 隔热材料	419
第一节 隔热材料的分类和选用	419
第二节 隔热效率和散热损失测量	424
第三节 隔热层的厚度计算	426
第二章 传热材料	429
第一节 传热材料的性能要求	429
第二节 传热材料的分类和性能	431
第三章 耐热陶瓷及复合材料	438
第一节 高效率燃气轮机用的耐热陶瓷材 料	438
第二节 磁流体(MHD)发电机用的耐热 陶瓷材料	443
第三节 高温隔热和作复合材料用的耐热 陶瓷纤维	447
第四节 碳纤维补强的耐热复合材料	452
第四章 远红外辐射涂层材料	455
第一节 涂层种类和辐射率	455

第二节 几种常用涂层的牌号和辐射率值	459
第五章 核反应堆用的材料	462
第一节 核反应堆用材要求	462
第二节 核燃料和燃料元件	463
第三节 慢化剂、反射层和压力容器用材	467
第六章 地热能利用材料	471
第一节 地热流体的特性及其可能造成的 工程问题	471
第二节 地热能利用系统设备材料的选用	474
第七章 太阳能转换技术用的材料	477
第一节 太阳能光热转换装置用的材料	477
第二节 太阳能光生伏特材料	485
第八章 新型电池用的材料	490
第一节 快离子导体(或固体电解质)	490
第二节 固体电解质用于高温燃料电池和 蓄电池	492
第三节 插入化合物阴极材料	493

第十五篇 能源与环境

第一章 能源在环境发生和发展中的作用	496
第一节 环境发生和发展的热力学基础	496
第二节 环境发展与能源结构演化	498
第二章 煤炭开发过程中的环境影响及其对 策	502

第一节 煤炭开采中的环境影响及其防治	502
第二节 煤炭洗选中的环境影响及其防治	504
第三节 煤炭储运中的环境污染及其防治	505
第四节 煤转化技术的环境影响及防治措 施	506

第三章 石油、天然气开发过程中的环境影响及其对策	510	第二节 核能资源开采中的环境污染及其防治	543
第一节 石油、天然气开采中的环境影响及其防治	510	第三节 核能资源加工中的环境污染及其防治	544
第二节 石油加工过程中的环境影响及其防治	512	第四节 核电站的环境污染及其防治	545
第三节 石油储运过程中的环境污染及其防治	523	第五节 核燃料后处理厂的环境污染及其防治	548
第四章 矿物燃料燃烧对环境的影响及其对策	526	第六节 核燃料运输中的安全问题	551
第一节 矿物燃料燃烧中的环境污染及其防治	526	第七章 自然能源开发利用对环境的影响及对策	554
第二节 火力发电厂的污染及其防治	532	第一节 水能开发利用中的环境问题	556
第五章 生物能源开发利用对环境的影响及其对策	537	第二节 风能开发利用中的环境问题	559
第一节 生物能源及其开发利用中的环境问题	537	第三节 太阳能和地热能开发利用中的环境问题	561
第二节 森林和生态环境保护	538	第八章 能源-环境管理	563
第六章 核能开发利用对环境的影响及其对策	543	第一节 能源-环境管理的意义和内容	563
第一节 核燃料生产流程及其环境影响概		第二节 拟定能源-环境管理政策	565
		第三节 完善能源-环境法规	567
		第四节 制订能源-环境管理规划	569

第九篇 集中供热

第一章 热用户和供热系统

人们在日常生活和各种生产活动中都需要供热。各个热用户自建小型锅炉房作为供热的热源,这种供热方式称为分散供热。将一个较大地区范围内的多个热用户以一个或几个共同的热源集中地通过管网供给蒸汽或热水,这种供热方式则称为集中供热。热用户需要的供热温度范围甚广,从几十度到几百度,本篇所指的供热温度限于通常使用的 200°C 以下的范围。对一个人口密集、工业建设众多的广大地区,以采用由热电厂或者集中锅炉房供汽和热水的集中供热系统较为合适^①。这里将要叙述的就是这种区域性的集中供热系统。

集中供热技术的应用已有多年的历史,技术上成熟,有显著的节能效果,因此在世界各国得到广泛的重视和迅速的发展。

第一节 集中供热的优越性

与使用一般小锅炉分散供热相比,集中供热的优越性主要体现在以下几个方面。

一、节约能源

集中供热的节能效益主要是由于两方面的因素。一是用高效率大容量锅炉代替低效率小容量锅炉,一般情况下,用大容量煤粉炉作供热热源,在扣除管网热损失后还可节约燃料约 20%。其二,在有热电结合的情况下,高、中压热电联产机组的发电煤耗,因减少凝汽损失,可降低 50% 左右。

集中供热系统总的节能效益与锅炉汽轮机的效率、锅炉出口蒸汽参数、供热抽汽参数

表 9-1-1 集中供热热电联产与分散供热和发电的耗煤比较示例

项 目	分散供热	凝汽机发电	集中供热并发电	附 注
供 热 量 (吉焦/时)	418.7	—	418.7	(1) 计算条件: 分散供热小锅炉效率60% 电站大锅炉效率90% 管网损失15%
供 热 煤 耗 (吨/吉焦)	0.0569	—	0.0442	
发 电 功 率 (千瓦)	—	25 000	25 000	
发 电 单 耗 (公斤/度 ^①)	—	0.410	0.200	
供热和发电总耗煤量 (吨/时)	23.8	10.5	23.5	
				(2) 高压热电联产机组 (3) 标准煤低位发热量为 29.3 兆焦/公斤

① 度是电能的俗用单位,1度=1千瓦·时=3.6兆焦。

① 在个别情况下,例如热用户离开供热系统的主干管道较远,通过技术经济比较后,表明还是以采用分散供热为宜。这时,若用微型电子计算机控制小锅炉供热,热效率也可达到较高的水平。由于尚未普遍使用,本文暂不论述。

和管网损失等因素有关。

由热电厂集中供热并发电所需煤耗与分散锅炉供热和凝汽式汽轮机发电所需煤耗的比较如表 9-1-1 (按热量法计算)。

由上列对比可见,在供热量和发电量相同的条件下,由于实现热电联产,比分散供热和凝汽发电合在一起降低耗煤量 $23.8 + 10.5 - 23.5 = 10.8$ 吨/时。

二、减少城市环境污染

为数众多的小锅炉给城市带来严重的空气污染。这些污染物包括排烟中的二氧化硫、氮化物、各种粗细粉尘和噪声。由于锅炉房的集中和大型化,可安装各种有效的除尘脱硫设备,加以改善锅炉的设计运行和燃烧管理,降低氮化物排放浓度和降低噪声的各种设施,可使城市环境污染大大减轻。

现举两个实例说明。

例 1 1976 年至 1979 年的四年中,北京市集中供热区与分散供热区在采暖期中环卫监测数据的对比如表 9-1-2。

表 9-1-2 北京市集中供热区与分散供热区的环卫监测数据

地 区	监测项目	数据(毫克/米 ³)			工业企业设计卫生标准 (居民区)
		日平均	最大值	最小值	
集中供热区	SO ₂	0.09	0.14	0.04	二氧化硫浓度<0.15 毫克/米 ³ 氮氧化物浓度<0.13 毫克/米 ³
	NO _x	0.03	0.12	0.05	
分散供热区	SO ₂	0.27	0.37	0.15	
	NO _x	0.14	0.24	0.03	

由此可见,集中供热地区采暖期两项浓度均未超过标准。

例 2 瑞典在 1971 年 2 月对五个城市测定大气中二氧化硫的污染程度,结果如表 9-1-3。

表 9-1-3 瑞典五个城市中大气污染程度测定结果

城 市	居民数(万)	二氧化硫量(微克/米 ³)	集中供热程度(%)	附 注
A	10	17	95	二氧化硫许可 最大值:143微克/米 ³
B	8	34	70	
C	10	52	60	
D	3.5	>143	稍有	
E	6	209	稍有	

从以上数据也可看出,分散供热城市二氧化硫浓度超过标准,而集中供热城市未超过标准,并且随着集中程度的提高,浓度也降低。

三、方便城市居民生活

随着生产的发展和人民生活水平的提高,采暖和供热水开始成为生活上必需的设施,集

中供热为城市居民提供热源,大大方便了生活。

四、提高工业产品质量

由一个供热系统集中供热,供热介质参数比较稳定,不因供热系统内个别用户的热负荷变化而引起大的波动。由于供热参数稳定,工艺质量也有保证。

五、减少设备和投资费用

供热系统热负荷比系统内各个热用户最大负荷的总和小。这样,作为一个整体运行的集中供热系统,它的热源设备总容量可以比分散供热时减少,备用量也因整体考虑而大为减少,从而节约大量设备投资。

此外,实行集中供热还减少了运行管理人员、减少锅炉房建筑面积及煤灰、给水装置场地、节约用地、减轻城市交通运输量等等。这些效益在某些大城市和地区,也是很重要的。

第二节 供热系统的热负荷

用户热负荷(单位时间内用户需求的热量,以吉焦/时表示)是构成一个供热系统的基础。它的大小和要求热能参数是供热设计和规划的重要依据。

表 9-1-4 各类热负荷的用热要求和特点

类 型	供热介质及参数	特 点
采暖通风	0.07兆帕以上的蒸汽或 80℃以上的热水	(1) 热负荷与室外温度、风向、风速、日照等气象条件有密切关系,尤以室外温度的影响为最大 (2) 热负荷有季节性,全年变化大,全日变化小。我国北方地区的年利用小时在 2000~3000 小时之间 (3) 在寒冷地区它是集中供热系统的主要热负荷
生活用热: (1) 热水供应 (2) 蒸饭	0.7兆帕以上的蒸汽或 80℃以上的热水 0.2~0.3兆帕的蒸汽或由 180℃左右的水转换成蒸 汽	(1) 生活用热水温度低,一般<50℃ (2) 热负荷在一天中很不均衡,变化较大
生产用热: (1) 造纸厂 (2) 纺织印染厂 (3) 炼油厂 (4) 橡胶厂 (5) 化工厂 (6) 糖厂 (7) 酒精厂 (8) 人造板厂 (9) 制药厂	0.7兆帕的蒸汽 0.3~0.4兆帕的蒸汽 0.9兆帕的蒸汽 0.8兆帕的蒸汽 0.6~0.7兆帕的蒸汽 0.2兆帕的蒸汽 0.7兆帕的蒸汽 2兆帕的蒸汽 0.6~0.7兆帕的蒸汽	(1) 生产用热一般使用蒸汽,根据工艺需要确定参数高低,也可以用热水 (2) 热负荷随生产方式和班次有很大变动 (3) 我国南方地区,工厂热负荷占区域集中供热负荷的大部分

一、热负荷的类型和特点

按照用户所要求达到的用热目的,热负荷可以大体归纳为三种主要类型,即室内采暖通风、生活用热和生产用热。各类的用热要求和特点列于表 9-1-4。

二、供热系统热负荷的确定

供热系统的热负荷是系统内各个热用户热负荷的总和。它的数值正确与否对供热系统的投资大小、供热质量和运行经济性都有直接的影响,因此,应在认真调查热用户的基础上考虑确定。

考虑的主要因素如下:

1. 供热范围

供热范围的大小与热负荷密度(每平方公里面积内的热负荷)的大小有关。一般向高密度区供热,管道投资和运行热损失相对都较小,供热是经济的。而向低密度区或远离供热干线的热用户供热,就不经济。对于每种情况应否供热,何时并入供热系统进行供热,都要慎重研究。有关经济热负荷密度问题,见本篇第五章第四节。

2. 供热参数——蒸汽压力或热水温度

要从系统的角度出发,通过经济分析,确定使用哪一种供热介质(汽还是水)和供热参数。对于一定区域内的供热对象,供热参数的高低将影响供热设备和管道的投资以及运行的热经济性,所以选择参数要恰当,太高或太低都是不合适的。为了满足少数热用户的用热需要而提高热介质参数的做法,必须从经济分析上得到验证。在确定供热参数时,重要的是确实掌握热用户的实际需要参数和热量。

有关供热参数值见本篇第三章第一节和第四章第三节。

3. 同时使用系数

由于集中供热系统的供应区域大,各种不同用热特点的热用户连接在一起,它们各自的用热高峰时间不同,因此系统热负荷的高峰值比所有热用户的峰值之和要小,其比值称为同时使用系数。

一个供热系统的负荷同时使用系数值,因系统内热用户数的增加而提高。在以生产工艺用热为主的供热系统中,同时使用系数的大小又与系统中热用户的用热特点有关。

欧洲区域集中供热系统的供热负荷多以采暖为主,连接用户数从五千到十万,同时使用系数在 0.6 到 0.9 之间。在我国南方某地,有一个 24 家工厂区,各个工厂用热最高负荷之和为 276.33 吉焦/时,组成一个供汽系统后,整个系统的最高负荷只有 209.34 吉焦/时,即同时使用系数为 76%。

4. 典型的24小时负荷曲线

热网设计光考虑到最高负荷值是不够的。

热负荷的大小,由于网内各厂休息日不同,行业特性不一,故一天 24 小时都可以不一样,一个星期、一年内变动也往往很大。一般,工厂因有少量采暖热负荷,一年内热负荷以冬季最高,夏季最低。但若有空调制冷设备,则夏季负荷亦高些。故搞清全年热负荷的变化规律,是确定热源设备和热网工程规模的重要依据。不同季节(如冬夏)及一周七天的典型 24 小时负荷曲线的绘制是必要的。

确定供热系统的热负荷时，还必须考虑由于城市建设和工业发展远景规划中的热负荷增长。

第三节 供热系统的基本组成

一个供热系统主要由热源、热管网、热负荷三大部分组成：

使燃料燃烧产生热能，对热介质加热成蒸汽或热水的热电厂或集中锅炉房，统称为热源。

由区域供热蒸汽管网或热水管网组成的热介质输配系统，称为热管网。

建筑物内采暖，生活用热和生产用热，称为供热系统的热负荷。

一个热水网的具体组成比蒸汽网复杂。图 9-1-1 表示一个以热电厂为热源的热水系统

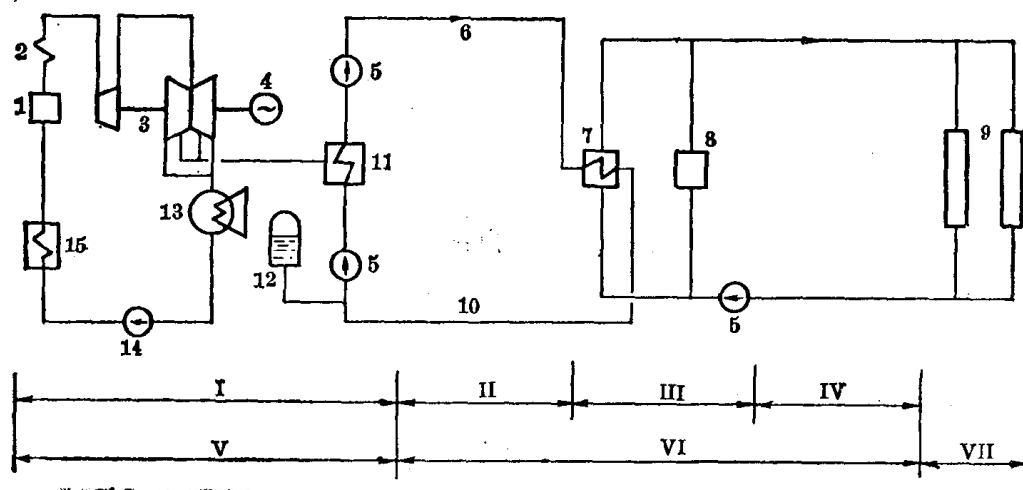


图 9-1-1 热水系统组成示意图

1—锅炉；2—过热器；3—汽轮机；4—发电机；5—循环水泵；6—供水；7—水-水热交换器；8—高峰炉；9—用户设备；10—回水；11—汽-水热交换器；12—稳压装置；13—凝汽器；14—给水泵；15—给水加热器
I—热电厂；II—输热管道；III—转换站或地区供热中心；IV—配热管道；V—热源；VI—热管网；VII—热负荷

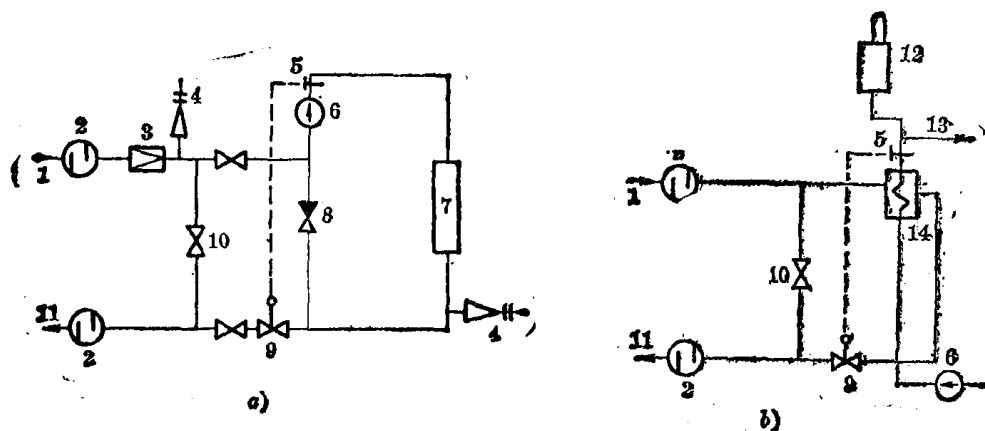


图 9-1-2 用户连接热水网的方式

a) 用户直接连通热水网；b) 用户间接连通热水网

1—供水；2—热网；3—减压阀；4—安全阀；5—测温点；6—水泵；7—用户设备；8—止回阀；9—调节阀；10—旁路阀；11—回水；12—稳压膨胀箱；13—去用户；14—热交换器

简图。

用户从热网受热的方式基本上有两种,即直接或间接连接。现用热水网来加以说明,见图 9-1-2。

在直接连接方式中,用户设备与热网直接连通,热网介质通过用户设备。这样,热网介质由动态变化引起的冲击也会反映到用户设备上来,因此对用户设备有较高的技术装置要求。用户设备的要求热水压力和温度比热网参数低,为此需装减压装置。

在间接连接方式中,用户设备通过热交换器间接与热网相连;热网介质不经过用户设备,用户从热交换器的二次侧(汽或水)受热。由于有热交换器隔开,因而用户设备不受热网的动态影响,但热交换器的存在增加了换热损失,设备的投资费用也较高。

决定用户设备对热网的连接方式,主要根据用户的使用要求、装备水平、运行习惯和经验以及热经济性等权衡。

由热水网供热时,采暖热负荷可以与热网直接连接,也可以间接通过水-水热交换器供热。过去采暖一般用低温热水,近年来国外出现了一种能承受高压高温热水的钢制散热器,因而免去了二次热交换的麻烦。需要低压蒸汽的工业用户可以通过蒸发器将高温热水(例如 200°C)转换成 0.6 兆帕的低压蒸汽。

由蒸汽网供热时,一般供汽压力比用汽压力高,需要通过某种减压手段使供热汽压降到用户所需的水平,这时可以利用供汽压力与用户需要压力的差压发电,或者直接用减压阀降压。

第四节 两种常用热源的比较

目前常用的集中供热系统的热源,有热电厂经热电联产机组供热和集中锅炉房直接由锅炉供热两种。在集中锅炉房供热系统中,系统供热介质直接通过锅炉加热,这时,从供热系统角度看来,集中锅炉房和分散的小锅炉完全一样,只不过锅炉房内设备容量大小不等而已。因此,对集中锅炉房供热就不另详述。

选择合理的热源型式是确定集中供热系统方案时首先要解决的问题。两种常用热源型式比较列于表 9-1-5。

表 9-1-5 热电厂和集中锅炉房供热的比较

项 目	热 电 厂	集中锅炉房	说 明
厂址选择:	有严格要求	较容易	
(1) 冷却水	需要大量	不需大量	
(2) 占地面积	大	小	
(3) 烟囱排放量	大	小	
(4) 上煤出灰处理量	大	小	
投 资 费 用	大	小	
最高可能供热参数	较低	较高	热电厂抽汽参数高,影响发电功率大,降低热电联产效益
容易与热负荷配合	低负荷时不宜	容易	
节 能 量	较大	较小	如系统其他条件相同,热电厂有热电联产,故综合节能量较大
运 行 管 理	复杂	简单	

从节能的观点出发,人们自然首先想到由热电厂供热,但是两种热源型式各有特点,要因地制宜选用。事实上,在苏联、联邦德国和日本等国采用集中锅炉房供热的系统也并不少见。根据其特点,多见于以下几种情况:

(1) 供热系统的热负荷较小,例如供汽量在100吨/时左右,此时由热电厂供热在技术经济上不利。

(2) 在新开发区,热负荷还小,采用集中锅炉房供热作为临时性过渡措施,等热电负荷上升达到一定数值后建立热电厂,改由热电厂供热。

(3) 系统的供热参数较高,例如需要200℃以上的热水。

(4) 在已开发的市区难以找到合适的热电厂厂址。

第五节 热介质的选用和比较

选用哪种热介质,主要应着眼于它能否满足热用户的使用要求,其次要考虑供热的经济性、可调性和输送能力等指标和性能要求。例如,将汽、水作热介质对比分析如表9-1-6。

蒸汽经热交换释放潜热后,饱和温度的高压水由疏水器进入回水管道和膨胀箱扩容,二次蒸发成大气压力的蒸汽,凝结水则回到热电厂去。

1兆帕的饱和蒸汽,热焓为2.78兆焦/公斤,汽化潜热为2.02兆焦/公斤,进入疏水器热量为0.76兆焦/公斤,凝结水热量约0.398兆焦/公斤,差值0.36兆焦/公斤为二次蒸发热量,大部分未加利用。

综合以上分析对比,可以看出选用哪一种热介质会涉及许多因素,在决策时应按具体情况综合考虑确定。但从世界各国的发展供热经验看,对以下两种情况下使用何种介质则比较肯定:

(1) 在大的生产用汽的工厂和小工业区内建立自备热电厂的,几乎无例外地以蒸汽为供热介质,同时实行凝结水回收。

(2) 大、中型城市或联结几个城镇的区域性供热系统,绝大多数以热水为供热介质。

表 9-1-6 汽、水热介质技术经济性能比较

项 目		热 网 介 质		说 明
		蒸 汽	热 水	
用户适用性	采暖通风和生活热水	好	好	热水用于采暖能降低散热器表面温度和避免尘埃的低温炭化, 因此目前倾向于用热水采暖
	生产工艺	好, 特别在工艺要求用汽的领域内使用方便	好, 热水可直接或转换成低压蒸汽供生产用	在国外, 高温热水已直接用于诸如化学、食品、木材和纸浆加工、纺织、塑料、橡胶等行业中
设备配置	热源端	汽水热交换器 稳压膨胀箱 循环水泵	无 有 有 有	
	输配热网	管道	供汽及凝结水管各一条	蒸汽网不回收凝结水时只有一条供汽管, 热水网还有单管、三管和四管系统
		中继水泵	无	配热中有需要加压时