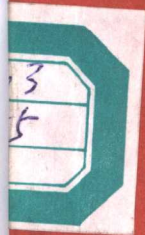


全国职业技能培训教材

供热技术

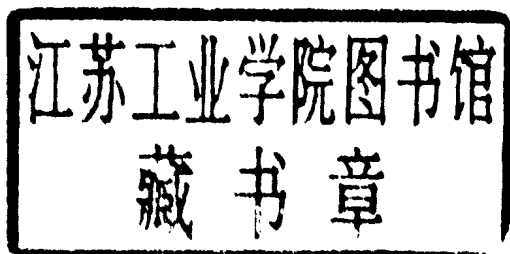


中国劳动出版社



全国职业技能培训教材

供 热 技 术



中国劳动出版社

965594

图书在版编目(CIP)数据

供热技术/王曙川主编;劳动部教材办公室编.-北京:
中国劳动出版社,1997.8
全国职业技能培训教材
ISBN 7-5045-2143-4

I. 供… I. ①王…②劳 III. 供热-技术-技术培训
-教材- N. TU833

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 14770 号

供 热 技 术

劳动部教材办公室组织编写
责任编辑 韩伟

中国劳动出版社出版

(100029 北京惠新东街1号)

北京市朝阳区北苑印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

1997年8月第1版 1997年8月北京第1次印刷

开本:787×1092毫米 1/32 印张:6.5

字数:14.5千字 印数:3000

定价:12.50元

说 明

本书是由劳动部教材办公室组织编写，供从事城市供热系统运行管理的技术工人技能培训的全国统编教材。

本书主要包括：热的需求，供热热源，供热管网，预制保温管直埋敷设，热力站及设备，热力管道的保温，热网的水力计算，供热输配系统的调节与运行管理，热力网、热力站的施工验收等。

本书可做为技工学校、就业训练中心及职业高中教材，也可供在职工人培训及自学使用。

本书由王曙川、顾家珍、佟秀梅、田佑鑫、郝永利、李京云编写，王曙川主编。项恩田审稿。

前 言

大力发展职业培训事业,是改革开放、促进经济发展、适应社会主义市场经济的需要,是实现社会主义现代化的一项战略任务。《劳动法》规定:“从事技术工种的劳动者,上岗前必须经过培训。”因此,职业技能培训工作不仅是对待业求职人员进行基本的职业技能训练,创造就业条件,使他们成为具有良好的职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者,而且对提高职工队伍的素质起着重要作用。

要做好职业技能培训工作,搞好教材建设是关键的一环。教材建设是职业培训和职业考核鉴定的一项基础性工作。有了好的教材,才能建立起规范的职业培训制度和实施职业技能考核鉴定。

为了加强教材建设,解决职业技能培训所需要的教材,使培训工作逐步走向规范化,我们组织编写了公共关系专业、会计专业、供热专业等教材。这些教材也适合职业学校、转岗培训及社会团体办学使用。

为了加强学员的动手能力和处理实际问题的能力,这套教材突出了操作技能的传授,力求把经过培训的人员培养成为有良好职业道德、遵纪守法、有一定专业知识和生产技能的劳动者。

编写教材既是一件艰苦的事,也是一件光荣的事,谨向为编写教材付出辛勤劳动的有关同志表示衷心的感谢!

百年大计,质量第一。但由于编写时间仓促和缺乏经验,

这本教材尚有许多不足之处,恳请各位专家及读者指正,以便再版时补充、修订,使其日趋完善。

劳动部教材办公室

目 录

绪论	(1)
第一章 热的需要	(9)
§ 1—1 热负荷的分类	(9)
§ 1—2 采暖设计热负荷	(10)
§ 1—3 采暖热负荷的例题	(25)
§ 1—4 估算耗热量的方法	(26)
课题训练	(28)
第二章 供热热源	(30)
§ 2—1 热源种类	(30)
§ 2—2 热电厂的供热系统	(34)
§ 2—3 锅炉房供热系统	(35)
§ 2—4 集中供热系统的水质处理	(37)
课题训练	(41)
第三章 供热管网	(43)
§ 3—1 供热管网的分类与比较	(43)
§ 3—2 管网的布置与敷设	(48)
§ 3—3 热力管道的附件、设备	(59)
§ 3—4 管子的连接	(68)
§ 3—5 支架和支座	(69)
§ 3—6 温度变形的补偿	(81)
课题训练	(86)
第四章 预制保温管直埋敷设	(88)

§ 4—1	预制保温管直埋敷设的优点	(88)
§ 4—2	预制保温管	(89)
§ 4—3	供热管道的直埋敷设方式	(95)
	课题训练	(97)
第五章	热力站	(99)
§ 5—1	采暖系统与热力网的连接	(99)
§ 5—2	通风系统与供热管网的连接	(103)
§ 5—3	生活热水系统与供热管网的连接	(104)
§ 5—4	工业用户与蒸汽管网的连接	(106)
§ 5—5	选择采暖系统与热水管网连接方式的基本 原则	(108)
	课题训练	(109)
第六章	热力站的设备	(111)
§ 6—1	水加热器	(111)
§ 6—2	加热器的热力计算	(117)
§ 6—3	水泵	(123)
§ 6—4	储水箱、除污器	(127)
§ 6—5	水质软化设备	(132)
	课题训练	(134)
第七章	热力管道的保温	(136)
§ 7—1	管道保温的一般规定	(136)
§ 7—2	确定保温层厚度的因素	(137)
§ 7—3	保温结构	(139)
§ 7—4	热损失和热效率	(141)
§ 7—5	常用的几种保温材料	(142)
	课题训练	(148)
第八章	热网的水力计算	(149)

§ 8—1	水力计算的任务·····	(149)
§ 8—2	水力计算的几个基本概念·····	(150)
§ 8—3	确定介质的流量·····	(152)
§ 8—4	计算管径·····	(154)
§ 8—5	选择水泵·····	(160)
§ 8—6	水压图·····	(161)
	课题训练·····	(166)
第九章	供热输配系统的调节与运行管理·····	(168)
§ 9—1	供热输配系统的调节·····	(168)
§ 9—2	供热输配系统的运行与维护·····	(173)
§ 9—3	采暖系统常见故障与排除·····	(177)
§ 9—4	集中供热系统的监控常识·····	(179)
	课题训练·····	(181)
第十章	热力网、热力站的施工验收·····	(182)
§ 10—1	管道的安装技术要求·····	(182)
§ 10—2	热力站设备安装的技术要求·····	(187)
§ 10—3	防腐及保温·····	(190)
§ 10—4	试压、冲洗、试运行·····	(193)
	课题训练·····	(197)

绪 论

一、供热事业的发展

热能是人类生产和生活的重要能源之一。它不仅是各类工业,如轻工业、石油化工、机械冶金等行业所必需的能源,而且也是农业发展的重要能源。热能已成为人类改造大自然的工具。

在很长的时期中,为了取得热,人们曾经使用原始的炉灶,如直到现在还使用的火墙采暖、火炕取暖。

19 世纪初,随着锅炉制造业的发展,出现了以蒸汽为中间带热体的集中供热系统。在这个供热系统中,一个热能的发生器——蒸汽锅炉,供应一座或几座建筑物所需要的热量。

1877 年,美国出现了区域的集中供热系统:一个锅炉房供应成百座的建筑物和生产企业所需要的热量,这就是美国的洛克波尔特城。在这里的供热系统还安装了发电机组(所发的电只是供给锅炉房自身的需要)。从此,热化——热能和电能联合生产基础上的“集中供热”这个概念开始出现。

更加完备的集中供热系统于 20 世纪初在俄国出现。1903 年在彼得堡建成了第一个接自水电站的大型供热系统,儿童医院的 13 座楼房获得当地发电站废汽进行集中供热。1908 年又完成了一个医院 37 座楼房的集中供热系统。

第一次世界大战后,在匈牙利、荷兰、丹麦、法国、捷克斯洛伐克、加拿大等国,集中供热有了一定的发展。第二次世界大战后,原苏联和东欧各国利用战后恢复时期的建设,大量兴

建集中供热工程。美国、原联邦德国、法国等西方国家也在集中供热技术方面取得了一些新的成就。

1973 年第一次世界性能源危机宣告廉价能源时代的结束。集中供热特别是热电联产,作为一项节省能源的重要措施,受到各国的高度重视,得到了巨大的发展。

随着环境污染问题的日益尖锐,集中供热以其改善大气污染的优越性,也促进了它在各工业国家的进步。

1987 年,原苏联共有 920 个热电中心,分布在 700 个城市,供热干线长达 $20 \times 10^4 \text{ km}$ 。莫斯科现有 14 个热电中心,供热量为全市用热量的 80%;54 个集中锅炉房,供热管网干线长达 2000km,热化率达到 100%,其中,98%是热电中心和锅炉房供热,是世界上供热规模最大的城市。

瑞典 180 多个城镇有集中供热,占全国供热量的 25%以上。接近 60%的公寓的房间与热网相连,有些城市已全部实行集中供热,首都斯德哥尔摩有 130 万人口,45%的家庭实现集中供热。

1987 年,丹麦有四个大的供热系统,丹麦政府能源规划中,集中供热量将从 1982 年的 42%增至 2000 年的 52%。首都哥本哈根 140 万人口,目前供热达到 1000MW,最长的供热距离 35km,主管网长 150km,市区计划联成一个系统,最长供热距离 50km,管径 200~800mm。奥胡斯市是丹麦第二大城市,26 万人口,计划 1990 年全市热化率达 95%,以电厂为主力热源,连同一些焚烧垃圾的供热厂构成一个大系统。

芬兰 1984 年居民用热的 42%是集中供热,1990 年提高到 46%,2000 年将提高到 50%。1985 年有集中供热城市 35 个,全国有热电厂 50 座,集中供热锅炉房 277 座,集中供热普及率 40%以上,首都赫尔辛基的集中供热普及率较高,1985

年已达到 84%，2000 年计划达到 92%，管网的供热能力约为 3040MW，除热电厂外，目前正计划利用赫尔辛基以东 80km 的一座核电厂做为赫尔辛基地区集中供热系统的一种热源。

原联邦德国集中供热城市 57 个，热电厂 124 座，供热站 392 个，集中供热量占全国总供热量的 90%。

原民主德国有 600 个供热工厂，其中热电联产供热能力约占总供热能力的 73%。

美国是城市集中供热发展比较缓慢的国家，近几年来也在积极开展这方面的工作，1981 年城市住宅建设部给 28 个城市拨款进行集中供热可行性研究，其中一些城市已经实现了集中供热。

一些国家为了促进城镇集中供热的发展，在建厂投资上给予经济资助并制定了经济优惠政策。

多数集中供热发达的国家都建立了中央集中监控系统，总控制室通过专用电缆和各个热力站相连，根据负荷变化自动调节、控制，供热系统由计算机管理。

二、我国城市集中供热的状况

我国城市集中供热事业是从第一个五年计划起步的。当时将热电联产作为我国发展电力工业的重要方针之一。从 1953~1965 年的十余年里，热电联产发展很快，新投产的 6000kW 以上供热机组容量约占火力电厂机组容量的 20%。长春第一汽车制造厂建成自备热电厂，此后，相继在西安、石家庄、太原、吉林、哈尔滨、富拉尔基、兰州、包头、武汉、成都、北京出现了以热电厂为热源的集中供热系统。1958~1959 年期间，我国的集中供热事业无论在规模上和发展速度上都出现了新的形势。

从 1965~1980 年期间，由于十年动乱的影响，整个国民

经济发展缓慢,热电联产事业的发展也基本停步,新增热电机
组仅有 $199 \times 10^4 \text{kW}$, 1980 年供热机组占火电机组容量由
1965 年的 20% 下降到 11%。

1980 年 6 月,党中央提出我国能源实行开发和节约并重的
方针,把集中供热特别是热电联产重新提到议事日程上来。

1980~1990 年,我国火电机组的装机容量增加 $4792.52 \times 10^4 \text{kW}$, 翻了一番多。“三北”地区,原只有 10 个城市有集中
供热设施,这 10 年里增加到了 81 个城市,约占“三北”地区的
13 个省市 165 个城市的 1/2,供热面积达到 $1.89 \times 10^8 \text{m}^2$,集
中供热普及率达到 12.08%,见表 0—1。

表 0—1 三北地区城市面积增长情况

项 目 年 份	供热面积 (10^4m^2)	供热管网系统 长度(km)	供热普及率(%)
1958	2.75	13.4	—
1966	188	96	—
1975	311.1	90	—
1980	1124.8	90	2.0
1981	2252	280.1	3.3
1984	4900	700	5.7
1988	16661	3079	11.08
1990	18890	3257	12.08

我国城市集中供热的技术水平还是比较低的。设计上,至
今仍沿用原苏联 50 年代的陈旧理论与方法;热网调节上,目
前大部分仍采用经验式的手工调节,至今还普遍存在着工况
失调和冷热不均的现象。

在第 6 个五年计划与第 7 个五年计划期间,国家安排了

热电联产的技术攻关项目,并组织一些课题的研究,有关部门也组织了城市集中供热技术发展方向的论证。近年来,我国在供热技术进步上取得了可喜的成绩。优化设计在实际工程上开始应用,无沟直埋敷设进行了试验并开始推广,热网调节手段已开始步入自动化,微机监控在城市集中供热系统上已有了一定的规模。现在,我国能源结构以煤为主,在今后相当长的一段时间内将很难改变这种结构。从环境保护角度看,为改善城市大气质量,必须改变目前的燃煤方式,发展城市集中供热是一条有效的途径。

三、集中供热的概念及其在国民经济中的意义

目前所指的集中供热,就热源说,单台锅炉容量较大,一般在 10t/h 以上,供热面积在 $10 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的供热规模称为集中供热。城市集中供热设施是现代化高效利用热能、提高城市能源、利用率、降低烟尘大气污染的公用供热系统。它具有以下突出特点:

1. 节约燃料 1989 年度,全国供热机组供热 $51757 \times 10^{10} \text{kJ}$,消耗标准煤 $2061.48 \times 10^4 \text{t}$ 。这部分供热量由集中锅炉房供给,需标准煤 $2523.15 \times 10^4 \text{t}$,若由分散锅炉房供给,则需标准煤 $3203.24 \times 10^4 \text{t}$ 。如果规划建设 $800 \times 10^4 \text{kW}$ 容量的热电联产机组供热,顶替分散的小锅炉房,那么,每年可节约标煤 $1000 \times 10^4 \text{t}$ 。若标准煤按 150 元/吨计算,则全年节煤效益就有 15×10^8 元,见表 0—2。

2. 城市集中供热的环境影响 采暖的小锅炉,燃烧的热效率只有 $55\% \sim 60\%$,而集中供热的大锅炉燃烧效率可达到 70% ,前者的除尘效率一般为 $80\% \sim 85\%$,后者均在 90% 以上,若采用水膜除尘器,它还具有脱硫作用,脱硫效率约在 10% 左右。

表 0—2

全国集中供热节煤效益分析

项 目 \ 供 热 方 式	分散锅炉	集中锅炉	热电联产
锅炉热效率(%)	55	70	>85
供热标煤耗(kg)×10 ⁶ kJ	61.89	48.75	39.83
耗煤率(%)	100	78.80	64.40
供热量×10 ¹⁰ kJ	51757	51757	51757
供热需煤量(10 ⁴ t 标煤)	3203.24	2523.15	2061.48
每年节煤量(10 ⁴ t 标煤)		680.10	1141.80

集中供热因锅炉设备大,便于采取专门的脱硫甚至脱氮装置,特别是在热电厂。现在欧洲的新建电厂已普遍安装脱硫装置,并且已在计划安装脱氮装置。

现以北京、唐山和长春的实际监测值,说明集中供热所取得的环境效益,见表 0—3、表 0—4、表 0—5。

表 0—3 北京 1990 年集中供热与分散供热污染情况比较

供热方式	节约标准煤 (万吨/ 采暖期)	氮氧化物减少 量(吨/ 采暖期)	二氧化硫减少 量(吨/ 采暖期)	烟尘减少量 (吨/ 采暖期)
区域锅炉房	59.86	2166.9	14012.0	1523.71
热电厂	68.66	2485.5	16071.9	17477.1
污 染 物	热电厂集中供热区		分散供热区	
	非采暖期	采暖期	非采暖期	采暖期
二氧化硫日平均 浓度(mg/m ³)	0.02	0.09	0.04	0.27
氮氧化物日平均 浓度(mg/m ³)	0.06	0.08	0.06	0.14

唐山市 1982—1984 年大气环境质量状况

表 0—4

万吨/年、万标米³/年

项目 时间 (年)	烟气量	SO ₂	烟尘	氮化物	CO	备注
1982	420.1	12.59	23.70	6.12	25.26	83 年开始集中供热
1983	375.1	9.83	14.89			
1984	304	9.86	15.66			

表 0—5

长春市大气污染比较表

项目 地 区	工业区	分散采热区	集中供热区	游览区
二氧化硫 (mg/Nm ³)	0.045	0.046	0.012	0.0006
采暖期降尘量 (t/month · km ²)	117.69	48.83	33.83	23.3
硫酸盐化速率 (mg/100mm ³ · d)	0.98	0.81	0.27	0.40

从上述情况可以清楚地看到,集中供热在国民经济中占有十分重要的地位。1845 年 2 月 8 日,恩格斯在《在爱北斐特的演说》中曾预言:“用一个热中心……来代替这些单位的大锅炉”。由分散到集中的供热方式,将会随着现代化城市的建设发展逐步扩大,提高到一个更新的水平。

3. 集中供热的供热范围广,热负荷的种类多 各种用户的用热高峰负荷出现的时间不同,这就可以充分利用集中供热的各项设施的潜在能力,节约了投资。

4. 集中供热由于建设规模大,容易实现机械化、自动化,改善了劳动条件。

5. 集中供热的兴起与发展,取消了分散锅炉房,节约了热源厂建设用地和煤灰的运输量。