

中等专业学校试用教材

供热工程

卜广林 李海琦 等编



中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

供热工程

卜广林 李海琦 等编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字035号

本书是建筑类中等专业学校供热通风专业“供热工程”课程教材。内容包括采暖和室外供热管网两大部分,共13章。主要介绍采暖与供热系统的形式、组成,设备构造与工作原理,管路布置与敷设要求,采暖系统与室外供热管网设计的基本原理和方法,以及运行、调节、维护管理的基本知识。以上内容是供热通风专业学生和技术人员所必须掌握和具备的专业理论知识。每章后均附有适当数量的复习思考题和计算题,便于读者复习巩固和自学。

本书除作为教材外,亦可供从事供热通风专业的技术人员参考。

中等专业学校试用教材

供热工程

卜广林 李海琦 等编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

煤炭工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 19¹/₄ 字数: 467 千字

1993年11月第一版 1993年11月第一次印刷

印数: 1—10,100 册 定价: 9.00元

ISBN7—112—02002—6/G·184

(7024)

前 言

本书是根据建设部原人才开发司1988年8月颁发的普通中等专业学校水暖通风专业《供热工程》教学大纲编写的。本书主要特点是按先系统组成、构造、原理，后理论计算的顺序形成体系，结构严谨、层次分明，符合由浅入深、循序渐进的认识规律，突出地体现了中等专业学校的教学特点。

针对中专培养目标和业务规格要求，注重理论与实际的结合，加强了实践与应用环节，有利于培养学生的动手能力和分析解决问题的能力。注重基本概念和基本理论的阐述，力求做到理论联系实际、简明扼要、通俗易懂。在内容上充分体现专业领域内新的科技成果，贯彻现行新规范、新标准，且全部采用法定单位。此外，还考虑了与其它专业课在内容上的协调与分工。例如，管材与阀件、防腐与保温的内容，按教学大纲规定，完全放在《工业管道》课内介绍。

本书编写分工是：黑龙江省建筑工程学校卜广林编写绪论和第1、2、4、6、11章，田开盛编写第12章；山西省建筑工程学校李海琦编写第3、7、8、9、10章，李海琦、邢威法编写第5、13章。全书由卜广林同志统稿，新疆维吾尔自治区建筑工程学校张闻民同志担任主审。

由于编者水平有限，不足和谬误在所难免，欢迎读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 集中供热与采暖的基本概念	4
第一节 集中供热的意义	4
第二节 集中供热系统的基本形式	5
第三节 采暖及采暖期的概念	7
第四节 采暖系统的分类与热媒	8
第二章 热水采暖系统	11
第一节 自然循环热水采暖系统	11
第二节 机械循环热水采暖系统	14
第三节 热水采暖系统的管路布置与敷设	22
第四节 高温水采暖简介	25
第五节 采暖施工图	27
第三章 蒸汽采暖系统	33
第一节 蒸汽采暖的基本原理与特点	33
第二节 低压蒸汽采暖系统	34
第三节 高压蒸汽采暖系统	37
第四节 凝结水回收系统	38
第五节 蒸汽采暖系统的管路布置	42
第四章 采暖系统的热负荷	44
第一节 确定热负荷的基本原理	44
第二节 房屋围护结构耗热量	45
第三节 冷风渗透耗热量	55
第四节 冷风侵入耗热量	58
第五节 围护结构最小传热阻	58
第六节 计算例题	60
第五章 采暖散热器与附属设备	68
第一节 散热器的工作原理	68
第二节 散热器的类型与性能	68
第三节 散热器的选择与布置	72
第四节 散热器的选择计算	73
第五节 散热器计算例题	78
第六节 热水采暖系统的附属设备	80
第七节 蒸汽采暖系统的附属设备	84
第六章 热水采暖系统的水力计算	93
第一节 水力计算的基本原理	93

第二节	采暖系统水力计算的任务和方法	97
第三节	自然循环热水采暖系统的水力计算	101
第四节	机械循环热水采暖系统的水力计算	111
第七章	蒸汽采暖系统的水力计算	128
第一节	低压蒸汽采暖系统的水力计算	128
第二节	室内高压蒸汽采暖系统的水力计算	134
第三节	室内凝结水管路的管径选择	136
第八章	辐射采暖与热风采暖	142
第一节	辐射采暖的特点	142
第二节	辐射采暖的种类与型式	143
第三节	钢制辐射板的选择计算	146
第四节	钢制辐射板的制作、布置与安装	148
第五节	热风采暖的基本型式	150
第六节	暖风机的类型与性能	151
第七节	暖风机的选择、布置与安装	151
第九章	集中供热系统	154
第一节	集中供热系统方案的确定	154
第二节	热水供热系统	155
第三节	蒸汽供热系统	163
第四节	用户引入口与热力站	164
第五节	水加热器	166
第六节	喷射器	171
第十章	室外供热管网的水力计算	178
第一节	集中供热系统的热负荷	178
第二节	供热管网水力计算公式与图表	180
第三节	室外热水管网的水力计算	181
第四节	室外高压蒸汽管网的水力计算	184
第五节	室外凝结水管网的水力计算	188
第十一章	热水网路的水压图与水力工况	196
第一节	绘制水压图的理论基础	196
第二节	水压图的组成和作用	197
第三节	绘制水压图的要求和方法	199
第四节	利用补给水泵定压时的水压图及水泵选择	203
第五节	热水网路的水力工况	205
第六节	水力工况计算基本原理	207
第十二章	供热管道的布置与敷设	210
第一节	供热管道的平面布置	210
第二节	供热管道的敷设方式	213
第三节	供热管道的排水与放气	219
第四节	供热管道的检查室及检查平台	220
第五节	管道热膨胀及其补偿	221
第六节	管道支座	233

第七节	室外供热管道的平面图与纵断面图	243
第十三章	供热系统的运行与维护管理	247
第一节	供热系统的试运行与初调节	247
第二节	供热系统的运行调节	249
第三节	供热系统的故障及其排除	254
第四节	供热系统的维护管理	260
附录		263

绪 论

一、供热工程的研究对象和内容

供热工程是研究热能供应的一门综合性应用技术。热能的利用有直接与间接两种形式，供热工程是热能供应的技术，也就是研究关于热能直接利用的基本理论和实践问题。概括起来包括以下三个方面：

1. 热能的产生

热能的产生系指热源的形式和生产热能的方法。例如，以锅炉房、热电厂为热源，制备一定参数（温度、压力）的热水或蒸汽作为工作介质来供应热能。这是当前生产热能的主要形式。

2. 热能的输配

热源的热能必须通过供热管网（或称热力网）进行输送和分配。即用管网将热水或蒸汽输送和分配给各用热地区、单位或用热点。

3. 热能的耗用

民用与工业建筑物中直接使用或消耗热能的系统及用热单位总称热用户。热用户主要有采暖、通风与空调系统、生活与生产热水供应系统及生产工艺用热系统与设备等。

热能的供应是通过供热系统来实现的。供热系统是由热源、供热管网及热用户组成的统一体。采暖系统是耗用热能的一个比较大的用户，是本课程要集中研究的对象。采暖系统与室外供热管网是密切相关的，采暖是解决建筑物内部的热能供应问题，而室外管网是解决建筑物外部即从热源到热用户之间热能的输配问题，二者既有联系又有区别，既是不可分割的整体，又保持相对的独立性。因此，室外供热管网也是本课程的主要研究对象。这样，本课程的内容包括采暖和室外供热管网两大部分，将主要介绍采暖与供热系统的形式、组成，设备构造与工作原理，管路布置与敷设要求，采暖系统与室外供热管网设计的基本原理与方法，以及运行调节维护管理的基本知识。这些内容是水暖与通风专业的学生和供热技术人员必须掌握和具备的专业理论知识。

关于通风与空调系统、生活热水供应系统、及锅炉设备等内容，本专业已独立设课，分别讲授。至于生产工艺系统与热电厂，不属于本专业业务范围，其中热电厂本课程只作原理性介绍。

二、供热技术的发展概况

供热技术的发展同人类社会一样，经历了漫长的过程。供热技术的进步与人类社会生产力的发展密切相关，每当生产力有了重大发展，供热技术也就向前推进一步。从古代人类学会利用热能开始到现在，供热技术的发展，经历了原始采暖、集中采暖、区域供热及新能源的开发利用四个阶段。这四个阶段的划分是就世界范围而言的，每一阶段都有一种代表性的采暖方式，成为供热技术发展水平的重要标志。而且不同的国家都有自己独特的方式和特点，各个阶段所经历的时间也长短不一。例如，古代的人们学会了用火，主要是采

取就地燃烧燃料的局部取暖方式,在火盆内燃烧炭火,就是一种最简单的采暖设备。后来逐渐发展成为利用火炉取暖,世界上有不少国家迄今还保留着这种原始取暖方式。在我国广大的北方地区所用的火炕、火墙、火地等也属于原始采暖形式。集中采暖的最初形式是利用中心火炉的烟气通过地下烟道向几个房间供暖,或者用热风火炉把加热后的空气送入几个房间取暖。以热水或蒸汽作为热媒,由一个集中设置的锅炉,通过管路向一栋房屋各房间供热的集中采暖系统,是19世纪初期在欧洲一些国家出现的,以后逐步发展完善,成为现在普遍采用的以小型锅炉房作为热源向一幢或数幢房屋供热的采暖系统。

20世纪初期,在一些工业发达的国家出现了供热范围更大,技术更为先进的区域供热系统,特别是在二次世界大战后,区域供热在欧美一些国家发展很快。北欧、东欧及前苏联、德国等国集中供热比较发达。前苏联主要以热能与电能联合生产的热电厂,区域锅炉房及单位锅炉房作为热源,集中供热事业最为发达,城市住宅与公共建筑的集中供热率很高,供热规模在世界上也居于首位。莫斯科的供热规模最大,现有14个热电中心,54个区域锅炉房,14个热电中心的供热量占全市总用热量的50%,热化率达100%。美国过去多以区域锅炉房作为热源,城市集中供热的发展较缓慢,但近几年也在积极从事这方面的研究和城市发展集中供热事业。在日本以高温水作为热媒的区域供热较为普遍,从1970年开始有计划地建筑城市集中供热系统。日本发展集中供热的一个特点是供热与供冷同时考虑,大部分集中供热系统采用四管制,其中两根管作为供热系统的供、回水管,另外两根管作为供冷系统的供、回水管。例如,东京新宿中心区,供热面积为148万 m^2 ,供热负荷为 $838 \times 10^6 \text{kJ/h}$,供冷负荷为 $544.7 \times 10^6 \text{kJ/h}$ 。

近年来,太阳能、原子能、地热能等新能源研制的科技成果,不断出现,日新月异,为新能源的开发和利用开辟了广阔的途径,展现了光明的前景,使供热技术跨进了一个崭新的阶段。太阳能对地球来说是一种取之不尽,用之不竭而又无污染的能源,世界各国都在积极开展太阳能利用的研究工作,很多研究机构的学者、专家从事这方面的研究,做了大量的实验,在某些方面已进入实用推广阶段。例如,在美国有几十万栋住宅、办公楼等建筑物已实现了利用太阳能取暖,已建成的一些太阳能村和太阳能城,完全利用太阳能发电、采暖、制冷等。太阳能热水器在世界上已有几十个国家生产使用,以日本最为普遍,已有300万台进入家庭或企事业单位。原子能热电站可以提供大量热能,世界各国已建成投入运行和在建的原子能热电站已有数百座。地球的地热资源储量也很大,利用埋藏在地下的热水或蒸汽进行取暖最早的国家是意大利和新西兰。目前把地热用于采暖或区域供热的国家还有冰岛、前苏联、美国等。

我国的供热技术在过去很落后,基础薄弱。1949年以来,随着经济建设的发展,供热事业也逐步发展起来,培养了一大批供热技术人才。在发展国民经济的第一个五年计划期间,哈尔滨、长春和太原等城市,在新建的一些大型工业企业区都建立了热电站,同时铺设和架设了用以满足工业厂房生产和民用建筑采暖用热需要的供热管网。这是我国最早兴建的热电站与热力管网,为我国集中供热事业的发展奠定了初步基础,积累了一些经验,培养了一批技术人才。城市集中供热是从北京开始的,北京第一热电站是在1959年建国十周年大庆前夕建成的,并于当年向东西长安街十大建筑及部分工厂企业供应热能。现在北京已有两个热电站和一个蒸汽工厂,供热能力为 $344 \times 10^7 \text{kJ/h}$ 。特别是近几年,在改革开放、四化建设过程中,国家制定了一系列能源政策,采取了很多有力措施,城市热电厂供热和

住宅小区区域供热发展较快。目前,东北、华北、西北地区已有近120多个城市发展并实现了集中供热。在供热管网敷设、换热设备、预制保温管、波纹管伸缩器等新技术、新设备、新工艺方面都有了可喜的突破,并得到了推广应用。1980年以来,高温水采暖技术也有了一定的发展,不少工业厂房和公共建筑物新建或改建成利用蒸汽锅炉定压和氮气定压的高温水供热系统。为适应高温水和高层建筑采暖的需要,高温水锅炉以及可承受高压的几种新型散热器也应运而生。

我国在原子能、地热能及太阳能的理论研究和实践方面也有所进展和突破。1983年清华大学核能技术研究所,利用池式反应堆改造进行核供热试验。向该所17000m²建筑物供热,成为我国第一个低温核供热系统。该所研制成功的5000kW低温核供热堆已于1989年11月投入试运行。并于1990年9月通过了国家技术鉴定和项目验收。哈尔滨市、长春第一汽车制造厂等正拟建2×200MW示范堆的低温核供热系统。我国北京、天津、辽东半岛、华北、渤海湾、福建、广东及西藏等地区均有储量可观的地热能资源,全国已有20多个省市自治区进行地热能的勘探和开发利用。大港油田矿区开发利用地热能始于1980年,全部利用地热水直接采暖,水温为63~72℃,供热面积为84万m²。地热能供热与区域锅炉房和小型分散锅炉房供热相比较,有节能、经济、成本低、环境污染小等优点。

目前我国在太阳能的研究和应用方面也取得了一定的进展,不仅太阳能灶、太阳能热水器得到了一定的推广应用,而且出现了不少太阳能房,利用太阳能采暖虽然还处于实验阶段,但已向实用化方向迈进。

目前,我国的供热状况是原始采暖与现代化的集中供热并存,而且小型分散供热还普遍存在。就供热技术的总体看,我国与先进国家相比,还有不小差距,城市住宅和公共建筑的集中供热率很低,但随着经济建设和人民生活水平日益提高,对供热技术的要求会越来越高。因此,今后要在我国广大的北方地区实现集中供热的任务,是长期的,也是很艰巨的。

当前我国的能源政策和环境保护政策是:“坚持开发和节约并重的方针,千方百计节约能源,实行经济建设、城乡建设、环境建设同步规划,同步实施,同步发展的方针,使环境保护与国民经济和社会发展相协调。”这就向广大供热技术人员提出了新课题和新任务。编者认为:供热技术的发展必须根据我国的情况,坚持走自己的道路,在提高热能的利用率,节约能源,利用余热废热,开发新能源方面下功夫;同时,认真地解决好热能供应和使用过程中带来的浪费和环境污染问题,把供热技术水平推向一个新的阶段。

三、本课的性质、与其它课程的关系

《供热工程》是水暖与通风专业的一门主要专业课。它以《流体力学 泵与风机》、《热工学理论基础》、《工程力学》等为理论基础,解决供热工程所涉及的水力计算、热力计算与强度计算等实际问题。因此,要求学生在学习本课程前应具有较扎实的基础理论知识,这样才能深入地理解和掌握本课程所阐述的专业理论知识。

学习《供热工程》应注意与其它专业课,特别是与《锅炉与锅炉房设备》、《工业管道》等课程的联系,以全面系统地理解本课程的内容。

《供热工程》是一门实践性、应用性很强的专业课程,应坚持理论联系实际的原则,结合现行的有关规范、规程及科技新成果进行学习,要注重参观、实习、课程设计与毕业设计等实践环节以及实际应用,才能收到良好的学习效果。

第一章 集中供热与采暖的基本概念

第一节 集中供热的意义

根据热源和供热规模的大小,可把供热分为分散与集中两种基本方式。所谓分散供热通常是指以小型锅炉房为热源,向一栋或数栋房屋供热的方式,热能输送距离短,供热范围小。而集中供热是指一个或几个热源通过热网向一个区域(居住小区或厂区)乃至城市的各热用户供热的方式。它的供热量和范围比小型分散供热大得多,输送距离也长得多。集中供热的热源目前主要是区域锅炉房和热电厂,以区域锅炉房作为热源,向一个区域各建筑物供热,称为区域锅炉房供热;以热电厂作为热源,在生产电能的同时供应热能,称为热电厂供热,亦称热化。因此,通常就把区域锅炉房和热电厂的供热方式统称为集中供热。

集中供热的热力网有城市热力网,居住小区和厂区热力网之分。目前我国规定,由城市供热企业经营,供热规模大于10MW,对多个用户供热,自热源至用户热力站的管网称为城市热力网,以区别于小区和厂区热力网。居住小区的规模为人口1万人左右,建筑面积不低于10万m²。

集中供热和小型锅炉房的分散供热比较有很大优越性,主要表现为以下几点:

1. 热效率高,节省燃料。小型锅炉房的热效率一般不超过60%,区域锅炉房为70%~80%,热电厂可达85%以上。可见,热电厂供热热效率最高,而且,可利用本地劣质燃料高效率燃烧。

2. 取代了大量的小型锅炉房,燃料燃烧较充分,而且均有完善的消烟除尘设施,改善了环境卫生条件,减少了对空气的污染。

3. 大大减少了燃料和灰渣的转运工作及其贮存与堆放场地,节省了运费,增加了可用场地面积。

4. 机械与自动化程度高,运行管理先进,改善了劳动条件,减少了火灾事故,降低了消耗,提高了供热质量和经济及社会效益。

但集中供热初次投资高,耗钢材量大,建设周期较长。因此,发展集中供热,应根据人力、物力、财力条件,有计划有步骤地进行。一般大、中型热电厂供热,适用于有一定的稳定生产负荷的地区。有条件时,除新建一些规模较大的热电厂外,应尽量利用原有发电厂或大型锅炉房设备,进行技术改造,将其变为中小热电厂;而居住小区,则宜于采用区域锅炉房供热。区域锅炉房投资少,建设周期短,见效快,从长远看,还可以与热电厂并网联用供热,作为调峰锅炉房用。

集中供热的热源除了热电厂和区域锅炉房外,还可以工厂废热、低温核供热堆,地热等作为热源,这要根据资源条件,因地制宜,合理地加以利用。总之,努力发展集中供热

对有效利用能源，节约能源，加快经济建设，改善人民物质生活条件具有重要意义。

第二节 集中供热系统的基本形式

集中供热系统由生产或制备热能的热源、输送热能的管网及消耗或使用热能的热用户三大部分组成。在供热系统中，用以传递热量的媒介物质称为热媒，也叫带热体。集中供热系统的热媒主要是热水和蒸汽。

一、区域锅炉房供热系统

根据热媒的不同，有区域热水与区域蒸汽锅炉房供热系统两种形式。

1. 区域热水锅炉房供热系统

区域热水锅炉房供热系统的组成如图1-1所示。热源的主要设备有热水锅炉、循环水泵、补给水泵及水处理装置。热网是由一条供水管和一条回水管组成。热用户包括采暖系统、生活用热水供应系统等。系统中的水在锅炉中被加热到所需要的温度，以循环水泵作动力使热水沿供水管流入各用户，放热后又沿回水管返回锅炉。这样，在系统中循环流动

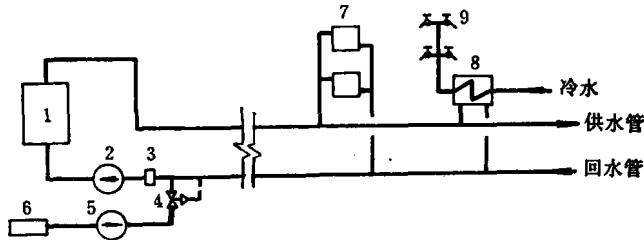


图 1-1 区域热水锅炉房供热系统

1—热水锅炉；2—循环水泵；3—除污器；4—压力调节阀；5—补给水泵；6—补充水处理装置；7—采暖散热器；8—生活热水加热器；9—水龙头

的水是不断地在锅炉内被加热，又不断地在用户内被冷却，放出热量，以满足热用户的需要。系统在运行过程中的漏水量或被用户消耗的水量，由补给水泵把经水处理装置处理后的水从回水管补充到系统内。补充水量的多少可通过压力调节阀控制。除污器设在循环水泵吸入口侧，其作用是清除水中的污物、杂质，避免进入水泵与锅炉内。

目前我国不少城市居住小区就是采用这种区域热水锅炉房供热系统，不过用户比较单一，大多数只有采暖系统。

2. 区域蒸汽锅炉房供热系统

区域蒸汽锅炉房供热系统如图1-2所示，其热源为蒸汽锅炉。它产生的蒸汽通过蒸汽管道输送至采暖、通风、热水供应、生产等各热用户，蒸汽凝结放热变成凝结水后，再通过凝结水管道返回锅炉房的凝结水箱，然后用锅炉给水泵打入锅炉。根据用热要求，也可以在锅炉房内设水加热器。用蒸汽集中加热水网循环水，向各用户供热。这是一种既能供应蒸汽，又能供应热水的区域锅炉房供热系统。对于既有工业生产用户，又有采暖、通风、生活用热等用户时，适于采用该系统。

二、热电厂供热系统

以热电厂作为热源，电能和热能联合生产的集中供热系统，根据汽轮机组的不同可

分为：

1. 抽汽式热电厂供热系统

图1-3为抽汽式热电厂供热系统,蒸汽锅炉产生的高温高压蒸汽进入汽轮机膨胀做功,带动发电机组发出电能。该汽轮机组带有中间可调节抽汽口,故称为抽汽式。可从绝对压力为0.8~1.3MPa的抽汽口抽出蒸汽,向工业用户直接供应蒸汽;从绝对压力0.12~0.25MPa的抽汽口抽出蒸汽用以加热热网循环水,通过主加热器可使水温达到95~118℃;如通过高峰加热器进一步加热,可使水温达到130~150℃或需要的更高温度以满足采暖、通风与热水供应等用户的需要。在汽轮机最后一级内作完功的乏汽排入冷凝器后变为的凝

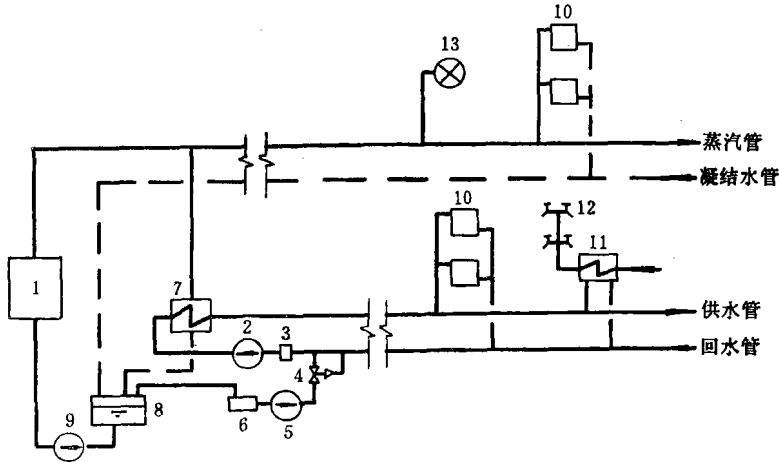


图 1-2 区域蒸汽锅炉房供热系统

1—蒸汽锅炉；2—循环水泵；3—除污器；4—压力调节阀；5—补给水泵；6—补充水处理装置；7—热网水加热器；8—凝结水箱；9—锅炉给水泵；10—采暖散热器；11—生活热水加热器；12—水龙头；13—用汽设备

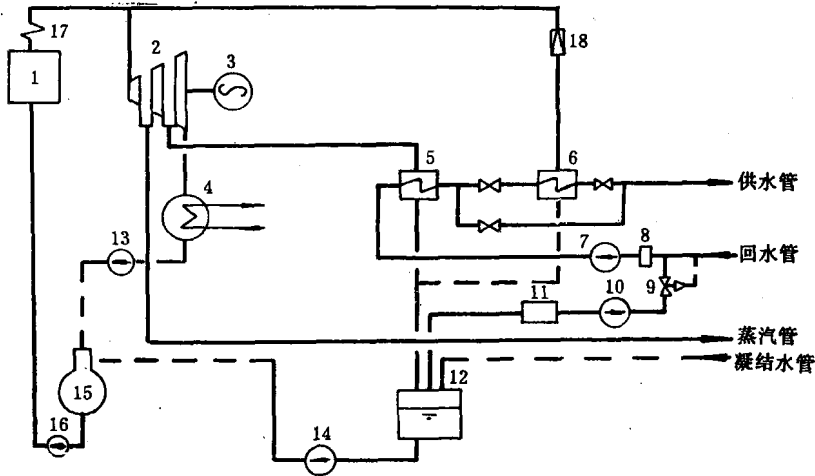


图 1-3 抽汽式热电厂供热系统

1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—冷凝器；5—主加热器；6—高峰加热器；7—循环水泵；8—除污器；9—压力调节阀；10—补给水泵；11—补充水处理装置；12—凝结水箱；13、14—凝结水泵；15—除氧器；16—锅炉给水泵；17—过热器；18—减压加湿装置

结水以及水加热器内产生的凝结水、工业用户返回的凝结水，经凝结水回收装置，作为锅炉给水送入锅炉。

2. 背压式热电厂供热系统

从汽轮机最后一级排出的乏汽压力在 0.1MPa （绝对）以上时，称为背压式。一般排汽压力为 $0.3\sim 0.6$ 或 $0.8\sim 1.3\text{MPa}$ ，即可将该压力下的蒸汽直接供给工业用户，同时还可以通过冷凝器加热热网循环水。如图1-4所示。

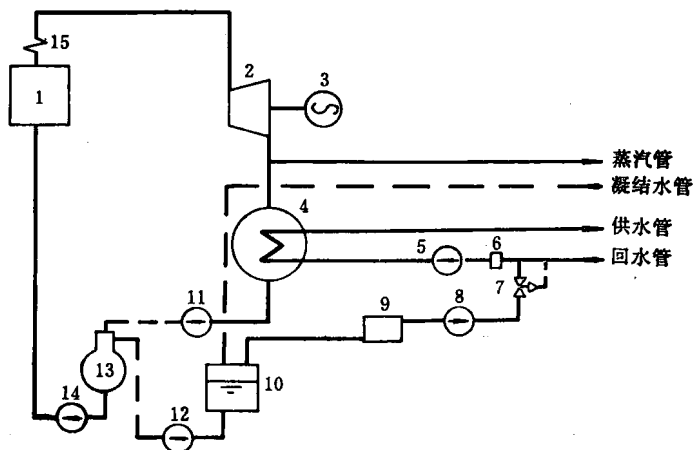


图 1-4 背压式热电厂供热系统

1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—冷凝器；5—循环水泵；6—除污器；7—压力调节阀；8—补给水泵；9—水处理装置；10—凝结水箱；11、12—凝结水泵；13—除氧器；14—锅炉给水泵；15—过热器

3. 凝汽式低真空热电厂供热系统

当汽轮机排出的乏汽压力低于 0.1MPa （绝对）时称为凝汽式，纯凝汽式乏汽压力为 6kPa 温度只有 36°C ，不能用于供热。如适当提高蒸汽乏汽压力，使其达 50kPa 时，其温度在 80°C 以上，可用以加热热网循环水，满足采暖用户的需要。其原理图与图1-4一样。这种形式在我国多用于把凝汽式的发电机组改造为低真空的热电机组。不少地区和单位的实践，已证明这是一种投资少、速度快、收益大的供热方式。

第三节 采暖及采暖期的概念

所谓采暖就是根据热平衡原理，在冬季以一定的方式向房间补充热量，以维持人们日常生活、工作和生产活动所需要的环境温度。为此，通常需要设置由产热设备（如锅炉、换热器等）、输热管道与散热器等三个基本部分组成的采暖系统。

从开始采暖到结束采暖的期间称为采暖期。《采暖通风与空气调节设计规范》规定，设计计算用采暖期天数，应按累年日平均温度稳定低于或等于采暖室外临界温度的总日数确定。日平均温度稳定低于或等于采暖室外临界温度，系指在采暖期内任何一组连续5天的室外平均温度，均低于或等于室外采暖临界温度。采暖室外临界温度规定为 5°C 与 8°C 两个标准，一般民用建筑和生产厂房、辅助建筑物、宜采用 5°C 。中高级民用建筑宜采用 8°C 。各地的采暖期天数及起止日期，可从室外气象参数中查到（见第四章有关内容）。我国幅

员广大，各地采暖期长短不一，东北、华北、西北、新疆、西藏等地区采暖期均较长，少的也有100天，多的已在200天以上。例如北京设计计算用采暖期天数：日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的天数为129天， $\leq +8^{\circ}\text{C}$ 的天数为149天；而哈尔滨分别为179天和198天。采暖期天数及采暖期平均温度是进行可行性研究、选择确定供热方案，计算采暖建筑物的能量消耗，选择主要设备进行技术经济分析比较的重要数据。应注意设计计算用的采暖期天数并非指各地的实际采暖期，后者是由各地方有关行政部门确定的。

第四节 采暖系统的分类与热媒

按采暖的范围分：

1. 局部采暖系统

当热源、管道与散热器联成整体而不能分离时，称为局部采暖系统。如火炉、火墙、火炕、电暖风机、煤气红外线辐射器等。

2. 单户采暖系统

它是仅为单户或几户小住宅而设置的一种采暖系统。

3. 集中采暖系统

采用锅炉或水加热器对水集中加热，通过管道向一幢或数幢房屋供应热能时，称集中采暖系统。集中采暖系统目前我国北方城市中比较普遍，采用的最多。

4. 区域采暖系统

区域采暖以集中供热的热网作为热源，用以满足一个建筑群或一个区域采暖用热的需要。它的供热规模比集中采暖要大得多，实质它是集中供热的一种形式。目前我国北方一些城市、县城的热电厂供热，居住小区的区域锅炉房供热，多为这种区域采暖系统。

按热媒的不同分：

在采暖系统中，可把热水、水蒸汽、热空气、烟气等作为热媒。

1. 热水采暖系统

它以热水作为采暖系统的热媒。一般认为，凡温度低于 100°C 的水称为低温水；高于 100°C 的水称为高温水。低温水采暖系统，供回水的设计计算温度通常为 $95\sim 70^{\circ}\text{C}$ ；高温水采暖系统的供水温度，我国目前多不超过 $130\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，回水多为 70°C 。从工程热力学可知，在一定压力下未饱和水在加热过程中温度会升高，在冷却过程中温度会降低。即通常条件下，水在吸热与放热过程中伴随着温度的变化。吸收或放出的热量越多，温度变化的也就越大。热水采暖正是利用了水的温差散热的性质，这部分热量也称为显热。水的比热与密度均较大，能以较小的流量输送较大的热量，可以在低温下加以利用，用低温水时，散热器表面温度较低，比较符合卫生要求，在输送过程中热损失较小，散热均衡，无忽冷忽热现象。但水的静压大，在流动中能量损失较大，需消耗很多电能。

2. 蒸汽采暖

它以水蒸汽做为采暖系统的热媒或等于按蒸汽的压力不同可分为：

- (1) 低压蒸汽采暖：压力低于 70kPa 的蒸汽采暖；
- (2) 高压蒸汽采暖：压力高于 70kPa 的蒸汽采暖；
- (3) 真空蒸汽采暖：压力低于大气压强的蒸汽采暖。

蒸汽采暖是由于蒸汽凝结而散热的，饱和蒸汽凝结时变为凝结水发生了相态变化，但其温度不变，故把蒸汽凝结散出的热量称为潜热。蒸汽作为热媒与热水比较主要优点是：汽化潜热很大，输送相同的热量，所需流量比热水小；密度小，水静压小，且流速大，热惰性小，加热与冷却均较快；蒸汽温度高、散热器内热媒的平均温度也高，所需散热面积则少。缺点是：在输送过程中热损失大，消耗燃料多，跑冒滴漏较严重，需经常维修，运行管理费高；管道与散热器表面温度高，易烫伤，卫生条件不好。

3. 热风采暖系统

它以热空气作采暖系统的热媒，即把空气加热到适当的温度（一般为 $35\sim 50^{\circ}\text{C}$ ）直接送入房间，用以满足采暖要求。根据需求和实际情况，可设独立的热风采暖系统或者采用与通风和空调联合的系统。例如暖风机、热风幕等就是热风采暖的典型设备，热风采暖以空气作为热媒，它的密度小，比热与导热系数均很小，因此加热和冷却比较迅速。但比容大，所需管道断面面积比较大。

4. 烟气采暖系统

它是直接利用燃料在燃烧时所产生的高温烟气，在流动过程中向房间散出热量，以满足采暖要求。如火炉、火墙、火炕、火地等形式，在我国北方广大的村镇中应用比较普遍，烟气采暖虽然简便较实用，但由于大多属于在简易的燃烧设备中就地燃烧燃料，不能合理地使用燃料，燃烧不充分，热损失大，热效率低，燃料消耗多，而且温度高，卫生条件不够好，火灾的危险性大。

综合上述，采暖的效果和经济性与热媒有很大关系。（热媒的选择应根据建筑物的用途、地区供热情况、当地气候特点，通过技术经济比较确定。）但就集中采暖与区域采暖系统而言，以热水作为热媒最好。民用建筑应采用热水作热媒，高级居住建筑、办公、医疗卫生及托儿所、幼儿园等建筑物，宜采用 95°C 的热水；其它民用建筑允许采用不超过 130°C 的高温水。生产厂房与辅助建筑物，当厂区只有采暖用户或以采暖用户热负荷为主，其它用户热负荷较小时，宜采用高温水作热媒。当厂区热用户以生产工艺用蒸汽为主时，在不违反卫生、技术和节能要求的条件下，可采用蒸汽作为热媒。散发棉毛纤维和木屑等有机物质的生产厂房，热水温度不应高于 130°C ，蒸汽温度不应高于 110°C ；散发可燃气体、蒸气或粉尘的生产厂房，热媒温度不应高于上述物质自燃点的 80% ，且热水温度不应高于 130°C ，蒸汽温度不应高于 110°C 。各类不同建筑物的采暖热媒选择可参考表1-1。

供暖系统热媒的选择

表 1-1

建 筑 种 类		适 宜 采 用	允 许 采 用
居住及公共建筑	√居住建筑、医院、幼儿园、托儿所等	不超过 95°C 的热水	1. 低压蒸汽 2. 不超过 110°C 的热水
	办公楼、学校、展览馆等	1. 不超过 95°C 的热水 2. 低压蒸汽	不超过 110°C 的热水
	车站、食堂、商业建筑等	1. 不超过 110°C 的热水 2. 低压蒸汽	高压蒸汽
	一般俱乐部、影剧院等	1. 不超过 110°C 的热水 2. 低压蒸汽	不超过 130°C 的热水

续表

建 筑 种 类		适 宜 采 用	允 许 采 用
工 业 建 筑	不散发粉尘或散发非燃烧性和非爆炸性粉尘的生产车间	1. 低压蒸汽或高压蒸汽 2. 不超过110℃的热水 3. 热 风	不超过130℃的热水
	散发非燃烧和非爆炸性有机无毒升华性粉尘的生产车间	1. 低压蒸汽 2. 不超过110℃的热水 3. 热 风	不超过130℃的热水
	散发非燃烧性和非爆炸性的易升华有毒粉尘、气体及蒸汽的生产车间	与卫生部门协商确定	
	散发燃烧性或爆炸性有毒气体、蒸汽及粉尘的生产车间	根据各部及主管部门的专门指示确定	
	任何容积的辅助建筑	1. 不超过110℃的热水 2. 低压蒸汽	高压蒸汽
	设在单独建筑内的门诊所、药房、托儿所及保健站等	不超过95℃的热水	1. 低压蒸汽 2. 不超过110℃的热水

注：1. 低压蒸汽系指压力 $\leq 70\text{kPa}$ 的蒸汽。

2. 采用蒸汽为热媒时，必须经技术论证认为合理，并在经济上经分析认为经济时才允许。

复 习 思 考 题

1. 什么叫集中供热，它有哪些优越性？
2. 集中供热系统有几种基本形式？
3. 什么叫采暖期，设计采暖期天数是怎么确定的？
4. 什么叫局部、集中与区域采暖系统？
5. 什么叫低温水和高温水？热水作为热媒的主要特点是什么？
6. 什么叫低压蒸汽与高压蒸汽，蒸汽作为热媒有什么优缺点？