

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



CHENGSHI GONGRE GONGCHENG

城市供热工程

刘学来 主 编
赵淑敏 张金和 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



CHENGSHI GONGRE GONGCHENG

城市供热工程

主 编 刘学来
副主编 赵淑敏 张金和
编 写 周守军 孟广辉 戎卫国
张敬亭 杨吉民 陈明九
主 审 李永安



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材。

全书共分十章，主要包括绪论、城市供热热负荷计算、城市供热管网的布置及敷设、供热管网的水力计算、供热管材及其附件、管道的热应力计算、供热管道安装、换热站、供热管网保温及防腐、供热管网的运行与调节。

本书内容主要讲述供热管网和换热站两部分设计、施工的相关知识，在内容取舍和结构编排上既能满足在校学生学习的要求，同时又对工程技术人员的设计、施工等方面起指导作用；在理论上，对原理进行简单明了的阐述，力求做到深入浅出、简明扼要。对提高热能的利用效率和能源的可持续性发展等问题做了一定深度的阐述。同时强调近几年新技术、新工艺的理论和实践，既注重基本的理论教学，又兼顾基本技能的训练，以便使学生在掌握基本理论和基本方法的基础上，获得解决实际问题的能力。

本书可作为高等院校建筑环境与设备工程和热能与动力工程专业的选用教材，也可作为从事供暖和集中供热工作的工程技术人员参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市供热工程/刘学来主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9094 - 9

I. 城… II. 刘… III. 城市供热—高等学校—教材 IV. TU995

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 114087 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.75 印张 533 千字 2 插图

定价 35.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

随着我国城市集中供热的迅速发展,城市热力管网以及换热站数量得以迅速增加,新工艺、新材料、新设备不断出现,并且已经在工程中得到应用,而对于城市热力管网及换热站的设计资料目前相对匮乏,应用于教学的教材更是缺少。为了适应目前快速发展的城市供热的需求,也为了广大热能工程、建筑环境与设备工程等专业学生学习的需要,笔者结合多年的教学、设计、施工等方面的理论经验和体会,参考有关资料特编写本书。

美国早在 1877 年就建成了最早的区域供热系统,即由一个锅炉房供给全区许多栋建筑物供热以及生产、生活所用的热能。进入 20 世纪,一些发达国家,开始利用发电厂中汽轮机的废气,供给生活、生产用热。其后逐渐发展为现代化的热电厂,联合生产电能、热能,显著地提高了燃料的利用率。20 世纪 60 年代,世界能源的消耗,随着城市工业的发展和城市人口的增加而快速增加。在这一时期,发达国家的能源消耗不同程度地增加了 2~4 倍。同时,锅炉房多建于人口稠密区,煤烟粉尘、 CO_2 和 SO_2 气体等造成了城市环境的严重污染。

我国自 1959 年建设完成第一座城市热电厂(北京东郊热电厂),在其后的 30 年中,我国的城市供热发展比较缓慢,到 1980 年,我国也只有七个城市有集中供热。1980 年后,我国城市区域供热的发展进入“快车道”,1981 年一年就增加了 7 个城市。进入 21 世纪,发展速度有增无减,逐渐向县级城市,甚至向乡镇发展。特别在我国的三北地区(东北、华北、西北)有许多工业企业建立了各种形式的热电联产系统,充分利用低值燃料和热能综合利用技术,形成了国家、企业、个人的综合热电联产的梯级格局。

在区域供热系统中,采用大型现代化锅炉,燃烧效率高,特别是综合生产热能和电能的热电厂可以大大提高能源的利用率,扩大供热的区域半径,使热源远离城市中心人口稠密区,便于集中进行煤的燃烧,集中处理排入大气的、对环境污染严重的燃烧产物(粉尘、 SO_2 等)。

本书主要讲述供热管网和换热站两部分设计、施工的相关知识,在内容取舍和结构编排上既能满足在校学生学习的要求,同时又对工程技术人员的设计、施工等方面起指导作用;在理论上,对原理进行简单明了的阐述,力求做到深入浅出、简明扼要。对提高热能的利用效率和能源的可持续性发展等问题做了一定深度的阐述。同时强调近几年新技术、新工艺的理论和实践,既注重基本的理论教学,又兼顾基本技能的训练,以便使学生在掌握基本理论和基本方法的基础上,获得解决实际问题的能力。

为了方便学生学习,本书在部分重要章节编写了例题,各例题经过精心挑选,着眼于工

程实际，强调实用性，突出解题思路。建议授课老师根据例题布置适当的练习，以提高学生解决实习问题的能力。本书按照 48 学时的教学内容编写。

本书承请山东建筑大学李永安教授主审，李永安教授对初稿提出了许多宝贵意见和建议，对本书质量的提高有很大的帮助，在此谨致以深切的感谢！

本书由山东建筑大学刘学来教授主编，负责制定编写大纲，对各章节通稿、审改和定稿工作，并编写了第 1、2 章；第 3 章由山东建筑大学刘学来和山东建筑大学陈明九共同编写；第 4、10 章由山东建筑大学赵淑敏和戎卫国编写；第 5、7、9 章由山东建筑大学张金和编写；第 6 章由莱州市建筑质量监督站孟广辉高级工程师和山东省城乡规划设计研究院张敬亭高级工程师编写；第 8 章由山东建筑大学周守军和青岛农业大学杨吉民编写。

限于编者水平，加之时间仓促，书中难免会有疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月



目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 城市供热工程的发展	1
1.2 城市供热工程的组成、分类、形式	2
1.3 城市供热介质	4
1.4 教材内容及学习方法	7
复习思考题	8
第2章 城市供热热负荷计算	9
2.1 热负荷资料的收集	9
2.2 热负荷资料的核算	12
2.3 热负荷典型曲线图绘制	12
2.4 热负荷的计算	16
2.5 工业热负荷	19
2.6 城市供热管网热负荷	19
复习思考题	20
第3章 城市供热管网的布置及敷设	21
3.1 城市供热管道的布置	21
3.2 城市供热管道的地上敷设	24
3.3 城市供热管道的地下敷设	27
复习思考题	36
第4章 供热管网的水力计算	37
4.1 热水管网水力计算	37
4.2 管网系统压力分布	43
4.3 蒸汽管网水力计算	56
4.4 凝结水管网水力计算	60
复习思考题	67
第5章 供热管材及其附件	68
5.1 管道标准	68
5.2 常用管材	71
5.3 城市供热管道常用阀门	79
复习思考题	104
第6章 管道的热应力计算	106
6.1 管道热伸长量计算	106
6.2 供热管道的强度计算	106

6.3	管壁厚度及活动支架间距的确定	110
6.4	管道热补偿	113
6.5	供热管道固定支架间距及其受力计算	125
6.6	直埋热水供热管网的应力计算	133
6.7	直埋供热管道的固定墩设计计算及竖向稳定性验算	138
	复习思考题	142
第7章	供热管道安装	144
7.1	供热管道加工及连接	144
7.2	管沟和地上敷设管道安装	154
7.3	直埋敷设管道安装	157
7.4	管道试验及清洗	178
	复习思考题	182
第8章	换热站	183
8.1	换热站的作用与类型	183
8.2	换热站的连接方式	187
8.3	换热器的基本类型与构造	191
8.4	换热器的计算	198
8.5	水泵的选型计算	209
8.6	分汽缸、分水器及集水器	211
8.7	换热站的设计	213
8.8	热网计算机监控系统简介	220
	复习思考题	226
第9章	供热管网保温及防腐	227
9.1	概述	227
9.2	保温材料及其性能	227
9.3	保温结构及施工	231
9.4	保温热力计算	237
9.5	防腐	245
	复习思考题	257
第10章	供热管网的运行与调节	258
10.1	供热管网系统的水力工况	258
10.2	热水管网的供热调节	267
10.3	蒸汽管网的供热调节	283
10.4	调节阀原理及应用	284
10.5	供热管网的控制与检测	298
	复习思考题	305

附表 2-1	卫生器具的一次和小时热水用水定额及水温	308
附表 2-2	冷水计算温度	309
附表 4-1	室外热水管道水力计算表	310
附表 4-2	室外热水管道附件局部阻力当量长度 L_d (m) ($K_d=0.5\text{mm}$)	311
附表 4-3	蒸汽密度表	312
附表 4-4	室外蒸汽管道水力计算表	313
附表 4-5	室外热水管道附件局部阻力当量长度 L_d (m) ($K_d=0.2\text{mm}$)	315
附表 4-6	室外凝结水管道水力计算表	317
附表 5-1	碳素钢、合金钢制品的公称压力与最大工作压力	318
附表 5-2	铸铁制品的公称压力和最大工作压力	319
附表 5-3	铜制品的公称压力与最大工作压力	319
附表 5-4	常用无缝钢管规格尺寸及单位长度理论质量 (GB/T 17395—2008) ...	320
附表 5-5	低压流体输送管道用螺旋缝埋弧焊钢管的常用规格	324
附表 6-1	不保温管道活动支架最大允许间距表	326
附表 6-2	各种保温管道活动支架最大允许间距表 ($p=1.3\text{MPa}$, $t=200^\circ\text{C}$)	327
附表 6-3	各种保温管道活动支架最大允许间距表 ($p=1.3\text{MPa}$, $t=350^\circ\text{C}$)	329
附表 6-4	套管补偿器尺寸及摩擦力数值表	331
附表 6-5	供热管道固定支架最大允许间距	332
附表 8-1	供暖系统各种设备供给每 1kW 热量的水容量 V_c (L)	333
附表 8-2	卧式容积式换热器性能表	333
附表 8-3	卧式容积式换热器换热面积	334
附表 8-4	LL1 型螺旋板汽—水换热器性能表	335
附表 8-5	SS 型螺旋板水—水换热器性能表	335
附表 8-6	RR 型螺旋板卫生热水换热器性能表	336
附表 8-7	空调专用 KH 型螺旋板水—水换热器性能表	336
附表 8-8	板式换热器技术性能表	336
附表 8-9	SFQ 卧式储存式浮动盘管换热器技术性能表	337
附表 8-10	SFL 立式储存式浮动盘管换热器技术性能表	338
附表 8-11	饱和水的热物理性质	339
附图 8-1	换热首站工艺流程图	(见文后插页)
附图 8-2	换热首站一层平面布置图	(见文后插页)
附图 8-3	换热首站二层平面布置图	(见文后插页)
参考文献		340

第 1 章 绪 论

1.1 城市供热工程的发展

1.1.1 我国城市供热行业的发展

我国的城市供热工程是新中国成立以后发展起来的,从第一个五年计划开始,随着我国将工作重心转移到经济建设上来,我国的经济和电力建设得到了较快的发展,北京、太原、吉林、兰州和哈尔滨等城市建设了一批热电厂,向工厂、住宅、学校等提供生产和生活用热。特别是改革开放以来,在政府的政策和资金的大力支持下,集中供热事业得到了飞速发展。

目前,我国城市供热行业发展的热点是一些大、中型城市,如北京、沈阳、长春、太原、哈尔滨、济南等城市已经建成了大规模的城市供热设施,具有一定规模的热源、热网和较完善的自动控制装置,同时具有一定规模的、稳定的热用户及用户设备。集中供热的发展,为提高城市人民的生活水平、改善城市大气环境、提高能源的利用率等方面发挥了重要作用,城市集中供热设施成了城市重要的基础设施。

我国建国初期,供热行业得到迅速发展,1953~1965年,新增单机 6MW 以上的热电机容量 2.4GW,占同期新增火电机容量的 27%。截至 1965 年底,全国供热机组容量占火电机总容量的比重达 20%。但是 1966~1976 年期间,由于历史原因,我国的供热事业发展缓慢。改革开放以来,城市集中供热得到了迅速发展,目前在城市供热中,热电厂供热占总集中供热的 62.9%,区域锅炉房供热方式占 35.1%,其他供热方式共占 1.35%。全国集中供热面积中,公共建筑占 33.1%,民用建筑占 59.8%,其他占 7.1%。

截至 2005 年,我国集中供热面积有 25.2 亿 m^2 ,具体供热面积分配见附表 1-2,集中供热普及率为 25%,取得了长足的进步,但是这与发达国家如瑞典、芬兰等国家的 50% 左右相比,还存在着很大的差距。同时我国目前的供热设备老化、落后,供热方式不适应现代经济、环境的发展要求,能源浪费、漏热现象严重。今后应加大技术改造,进一步提高城市供热覆盖率,使我国供热系统得到快速升级。

1.1.2 国外城市供热的发展

世界各国供热事业发展较为先进的国家,大都根据各自情况因地制宜。国外的城市集中供热的发展大都经历了四个阶段:单纯的管理阶段、基础建设阶段、综合发展阶段和自动化控制阶段。集中供热是丹麦、挪威、俄罗斯、波兰、德国等国家城市的主要供热形式。这些国家集中供热普及率高,供热规模大。自 20 世纪 70 年代,世界能源危机后,各供热先进国家开始大力投入各种供热能源的开发,它们基本都是采用因地制宜、发展多种能源的集中供热。丹麦、挪威、波兰等将天然气、燃料油、垃圾、生物油以及热泵等作为集中供热的热源,节能效益及经济效益显著。同时,它们还非常重视减少废渣对周围环境的影响,积极采取措施,减少燃煤比重,增加天然气、地热等各种清洁能源的比重,减少 CO_2 等温室气体的排放。美国、日本、俄罗斯、德国等国家集中供热系统均已经实现了系统自动检测和控制。各国政府对集中供热的发展给予了强有力的支持,采取强有力的法律手段确保居民参

集中供热，在经济上给予参加集中供热的热用户以投资补贴，并积极监督最节省投资的城市供热计划的实施。

世界发达国家越来越重视供热系统节能技术的开发应用，即不仅围绕供热机组开发应用节能技术，同时对供热管网、采暖系统和住宅采暖开发应用节能技术也非常重视。为了使供热管网节能，这些国家非常重视管网敷设和管网隔热保温技术的研究。在采暖系统方面，主要采用双管系统，设有多种动态变流量自动调节控制设备和热量计量仪表，用户可以按照自己的需求设置室内温度。各国非常重视节能标准的制定，近 20 年来，节能标准逐步提高。

在热计量和供热价格方面，西方发达国家实行热计量已经有几十年的历史，这些国家热价管理及定价政策的制定是建立在其供热体制、供热技术、市场发育程度、法制化程度的基础上的，其定价形式基本上有两种：固定热价管理模式和成本热价管理模式。

1.2 城市供热工程的组成、分类、形式

1.2.1 城市供热工程

城市供热管道是由供热企业经营、对多个用户进行供热的，自热源至城市供热站（或热用户）输送热水或水蒸气的管道系统。城市供热管道主要由管道、管路附件和安全计量仪表等组成。管路附件是指安装在管路上用来调节、控制、保证管道运行等功能的附属部件，具体有阀门、疏水器、排气装置、减压阀、补偿器、管道支架等。安全计量仪表有压力表、温度计、流量计等。

1.2.2 城市供热工程的分类

根据城市供热管道中输送的介质不同，城市供热管道可分为热水管道、蒸汽管道和凝结水管道。

城市供热管道系统按其管道根数不同，又可分为单管、双管、三管和四管系统。

城市供热管道系统根据系统中热介质的密封程度不同，又可分为开式系统和闭式系统。闭式系统中热介质是在完全封闭的系统中循环，热介质不被取出而只是放出热量；而在开式系统中，热介质被部分取出或全部取出，直接用于生产或生活（如淋浴）。

确定城市供热管道系统时，必须根据热源的种类及热介质的种类不同而定。常见的集中供热系统的热源有热电厂、区域锅炉房、集中锅炉房，其中设置蒸汽锅炉或热水锅炉，也有设置蒸汽—热水两用锅炉的，分别供应蒸汽或热水。

集中供热系统热介质的选择，主要取决于各用户热负荷的特点和参数要求，也取决于热源的种类。采用热水或水蒸气作为热媒各自有不同的特点。

水作为热介质，与蒸汽比较有下列优点：

- (1) 系统跑、冒、漏差，热能利用率高，可节约燃料（质量分数）20%~40%。
- (2) 能够远距离输送，作用半径大。
- (3) 在热电厂供热负荷大，可充分利用低压抽汽，提高热电厂的经济效果。

(4) 蓄热能力大。因为热水系统中水的流量大，其比热容比蒸汽大，所以当热水系统中水力工况和城市供热工况发生短期失调的情况时，不至于影响整个热水系统的供热工况。

(5) 热水系统可以进行全系统的质调节, 而蒸汽系统则不能。

蒸汽作为热介质, 与水比较有下列优点:

(1) 蒸汽作为热介质适用面广, 能满足各种用户的用热要求。

(2) 单位数量蒸汽的焓值高, 蒸汽的放热量大, 可节约用户室内散热器的面积, 相应节省工程初投资。

(3) 与热水系统比较, 可节约输送热介质的电能消耗。

(4) 蒸汽密度小, 在高层建筑物中或地形起伏不平的区域蒸汽系统中, 不会产生像水系统那样大的静压力。因此用户入口连接方式比较简单。

城市供热管道与热用户的连接方式有直接连接和间接连接。直接连接是采暖用户没有换热站, 城市供热管道自热源直接至建筑供热入口。间接连接是采暖用户设有换热站, 城市供热管道自热源至换热站。

1.2.3 城市供热工程的形式

以热水为热媒的区域锅炉房集中供热系统如图 1-1 所示。

该系统利用热水循环水泵 2 使水在系统中循环, 水在锅炉 1 中被加热到需要的温度后, 通过供水管道 8 输送到各热用户, 满足各热用户采暖或加热生活用热水。循环水在各热用户冷却降温后, 再经回水管道流回锅炉重新被加热。系统中的热水供、回水管道即为热水城市供热管道。

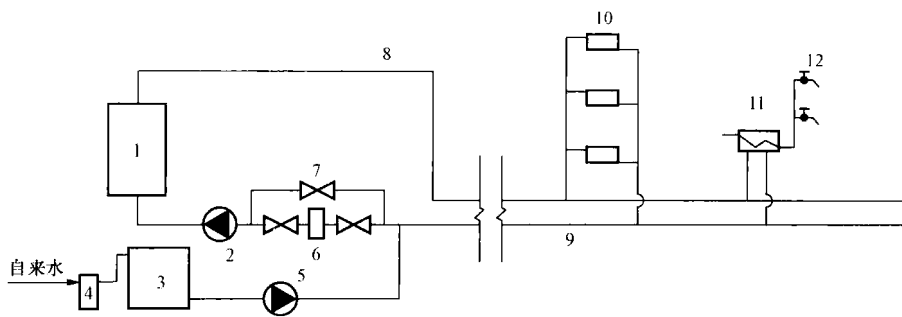


图 1-1 区域热水锅炉房集中供热系统

1—热水锅炉；2—循环水泵；3—补水箱；4—软水器；5—补水泵；6—除污器；7—阀门；8—热水供水管道；
9—热水回水管道；10—供暖散热器；11—生活热水换热器；12—热水用水装置

以蒸汽为热媒的区域锅炉房集中供热系统如图 1-2 所示。蒸汽锅炉 1 产生的蒸汽通过蒸汽管道 15 输送到各热用户, 供生产、生活、采暖用热。各用户的凝结水经过凝结水管道 16 流回锅炉房的凝结水箱 13 中。锅炉产生的蒸汽也可以通过汽水换热器 18 转换成热水以满足热水用热的用户。系统中蒸汽管道、凝结水管道即为城市供热管道。

以蒸汽为热媒的热电厂区域供热系统如图 1-3 所示。由图 1-3 可知, 其供热原理与区域锅炉房基本相同。只是热电厂具有发电功能, 供热是热电厂的功能之一, 是利用汽轮机的乏气或中间抽气实现城市供热, 其热能可以得到梯级利用, 热效率更高。

城市供热管道按其布置的场所不同可分为输送干线、输配干线和支线。输送干线是指自热源至主要负荷区、长度超过 2km 且无分支管的干线；输配干线是指有分支管接出的干线；支线是指经过调压站或换热站后向各热用户输送热媒的管线。

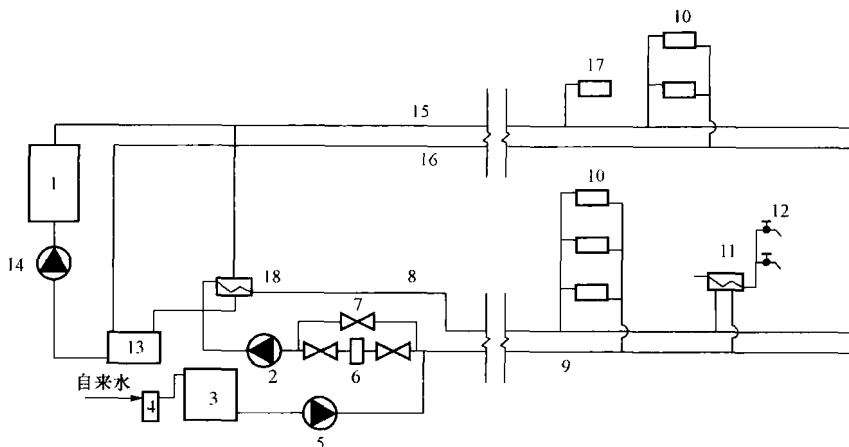


图 1-2 区域蒸汽锅炉房集中供热系统

1—蒸汽锅炉；2—循环水泵；3—补水箱；4—软水器；5—补水泵；6—除污器；7—阀门；8—热水供水管道；
9—热水回水管道；10—供暖散热器；11—生活热水换热器；12—热水用水装置；13—凝结水箱；
14—锅炉给水泵；15—蒸汽管道；16—凝结水管道；17—生产热用户；18—汽水换热器

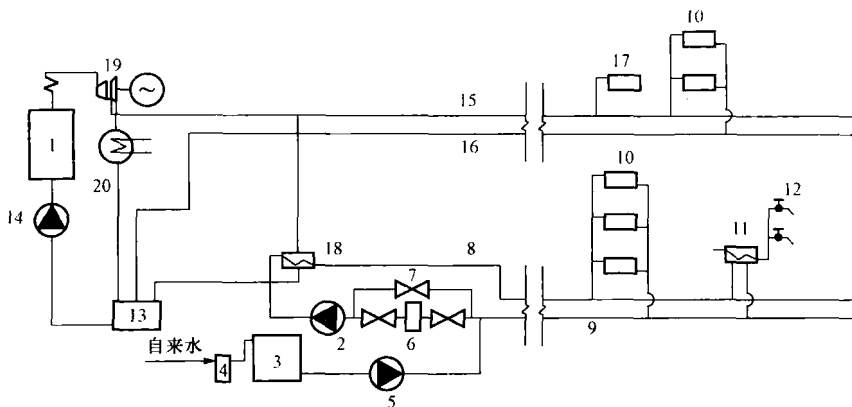


图 1-3 热电厂区域供热系统

1—电站锅炉；2—循环水泵；3—补水箱；4—软水器；5—补水泵；6—除污器；7—阀门；
8—热水供水管道；9—热水回水管道；10—供暖散热器；11—生活热水换热器；
12—热水用水装置；13—凝结水箱；14—锅炉给水泵；15—蒸汽管道；
16—凝结水管道；17—生产热用户；18—汽水换热器；
19—汽轮机组；20—冷凝器

1.3 城市供热介质

1.3.1 热水系统

1.3.1.1 供水温度及回水温度的选择

(1) 低温水在压力为 0.101325MPa （一个标准大气压）下，汽化温度为 100°C ，因此低温水系统的供水温度应小于或等于 95°C 为宜，回水温度一般为 70°C 。对于某些炸药工厂，

宜采用供水温度为 70°C 、回水温度为 50°C 的热水采暖系统。

(2) 高温热水系统的供水温度, 可采用 110 、 130 、 150°C , 相应的回水温度为 $70\sim 90^{\circ}\text{C}$ 。当生产特殊需要高温热水时, 供水温度可高于 150°C 。

1.3.1.2 热水制备方式

(1) 利用锅炉制备热水。

(2) 利用热交换器(换热器)制备热水。以蒸汽为热介质, 通过换热器将水加热; 或以高温热水为热介质, 通过换热器将低温热水加热后供应各采暖用户。换热器可集中设置在锅炉房内、独立换热站或分散设置在用户入口处。

(3) 利用蒸汽喷射器制备热水。以蒸汽为热介质, 通过蒸汽喷射器将低温水加热和加压; 或通过汽水混合器将水加热; 也可通过蒸汽喷射器和汽水混合加热器两级加热和加压。此种热水制备方式, 可通过集中设站或分散设站实现。

1.3.2 蒸汽系统

1.3.2.1 蒸汽系统的种类

蒸汽系统是热源、室外蒸汽管网、室内蒸汽管网及散热器或用汽设备四部分组成。

大型工厂的热源是自备热电厂或集中锅炉房, 中、小型工厂的热源则是工厂自备锅炉房, 也可以是远离工厂的区域锅炉房或热电厂。

由于各种工厂的生产性质及工艺设备不同, 因此各用热设备对蒸汽参数(压力、温度等)要求不一, 厂区蒸汽管网有单管制、双管制及多管制等系统。

1.3.2.2 蒸汽系统的选择

(1) 凡是用户用汽参数相同的中、小型工厂, 均可采用单管蒸汽系统(如图 1-4 所示)。

(2) 凡是用户用汽参数相差较大的工厂, 可采用双管蒸汽系统(如图 1-5 所示)。

(3) 采暖期短、采暖通风用汽量占全厂总用汽量 50% 以下时, 为节约初投资费用, 可采用单管蒸汽系统。采暖期长、采暖通风用汽量超过全厂用汽量 50% 时, 则可选用双管蒸汽系统, 其中一根蒸汽管供采暖通风用汽, 另一根蒸汽管专供生产用汽, 全年运行。

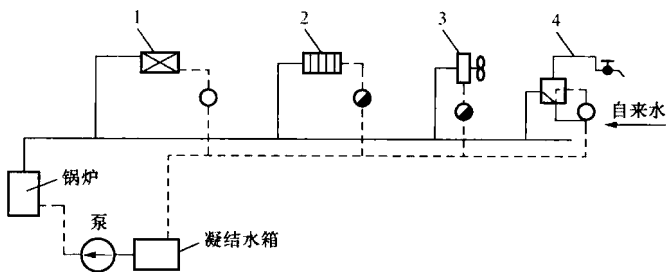


图 1-4 单管蒸汽系统

1—生产工艺用户; 2—蒸汽采暖用户;
3—热水采暖用户; 4—生活用热用户

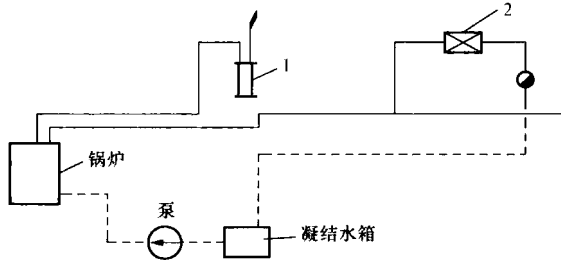


图 1-5 双管蒸汽系统

1—具有锻锤用户; 2—一般用户

(4) 全厂绝大多数用户以蒸汽为热介质, 只有个别用户采暖通风以热水为热介质, 则全厂统一采用单管蒸汽系统, 而在某一用户建一换热站利用蒸汽加热低温水(95°C 以下)供个别一个或几个用户热水作为采暖用。

总之, 根据用户性质、热介质的种类、热负荷大小、用户分散程度等综合因素, 并通过技术经济比较后才能正确选择

供热系统。

1.3.2.3 工业废汽

机械工厂锻工车间蒸汽锻锤的废汽，其压力为 $0.04 \sim 0.06 \text{ MPa}$ ，温度为 110°C 左右，可经过除油净化后用于建筑物的低压蒸汽采暖、低温水采暖、淋浴及加热锅炉给水等。由于锻锤废汽中含有少量的杂质及油污，因此在利用废汽前必须经填料分离器及油分离器进行净化和除油处理，图 1-6 所示为锻锤废汽利用系统。

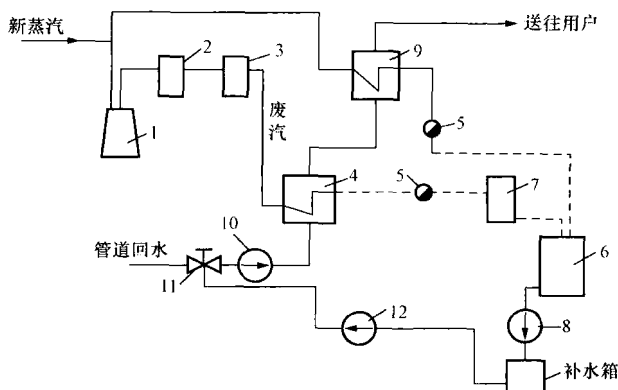


图 1-6 锻锤废汽利用系统

- 1—蒸汽锻锤；2—填料分离器；3—油分离器；4—第一级加热器；5—疏水阀；6—凝结水箱；7—活性炭过滤器；8—凝结水泵；9—第二级加热器；10—循环水泵；11—补水调节器；12—补水泵

由锻锤 1 排出的废汽，首先通过填料分离器 2 及油分离器 3 除去锻锤活塞杆填函碎片和油质后，进入第一级加热器 4 利用废汽的余热加热热水采暖的回水。当锻锤停止工作或废汽量不足时，应设第二级加热器 9。利用集中锅炉房引来的新蒸汽（压力为 0.6 MPa ）在第二级加热器 9 中加热热水系统中的循环水，以满足用户对供水温度的要求。如需加热锅炉的补充水，则将废汽经过填料分离器和油分离器处理后，直接引至锅炉房加热补充水。一般锻工车间作为用汽大户都是紧临锅炉房，所以锻锤废汽处理设备设在锻工车间，经过净化处理过的

的废汽沿一根很短的废汽管道送往锅炉房。废汽凝结水经过活性炭过滤器处理后，其各项技术指标符合锅炉给水质量标准后，方能送至锅炉房的补水箱中。

1.3.3 凝结水

1.3.3.1 凝结水回收原则

(1) 凡是符合锅炉给水水质要求的凝结水，都应尽可能回收，力争回水率达到 80% 以上。

(2) 凡是加热油槽或有毒物质的凝结水，当有生活用汽时严禁回收；当无生活用汽时，也不宜回收。此类凝结水，也不能未经净化处理就直接排入室外排水管网，以免造成环境污染。

(3) 高温凝结水宜尽可能回收或利用其二次蒸汽，不宜回收的凝结水也应回收其热量。

(4) 对可能被污染的凝结水，应装设水质监测仪器和净化装置，确保返回锅炉房补水箱的凝结水水质达到锅炉给水的水质标准。

1.3.3.2 凝结水系统的分类

(1) 按照凝结水管道系统是否与大气相通，可分为开式系统和闭式系统两种。凡是凝结水箱上面设有放气管并使凝结水系统与大气相通的都是开式系统，其特点是产生二次蒸汽未加以利用就排入大气中，造成能源浪费并污染环境，同时外部空气侵入系统中造成管道腐蚀。但因此种开式凝结水系统结构简单、操作方便、初投资少，目前仍被广泛用于工程设计中。

凡是凝结水箱不设排气管,使系统呈封闭状态的即为闭式系统,其特点是从用户的用热设备到凝结水箱,以及由凝结水箱到热源,所有管段都必须处于 5kPa 压力之下,闭式凝结水系统管路腐蚀较轻。由于此种闭式凝结水系统结构复杂,维护管理不方便,初投资较大,使其推广使用较困难。从减轻系统中管道腐蚀的观点出发,凝结水回收宜采用闭式系统。

(2) 按凝结水流动的动力不同,分为自流式、余压及加压回水三种凝结水系统。

1.4 教材内容及学习方法

1.4.1 城市供热工程的主要内容

本课程主要内容有三大块:供热负荷统计及计算、城市供热管网、换热站。

1.4.1.1 供热负荷统计及计算

主要介绍城市供热工程热负荷的组成,热负荷的统计方法,热负荷日、年统计分析曲线,热负荷分析计算方法。

1.4.1.2 城市供热管网

主要介绍城市供热管网的布置原则、敷设形式、水力计算、供热调节、管材、管路附件、管道防腐及保温、水压图的绘制及作用等。

1.4.1.3 换热站

主要介绍城市供热工程中间转换环节换热站的规模确定、换热站的选址、换热站设备选择、换热站流程、换热站内控制技术、换热站设计等方面的内容。

1.4.2 《城市供热工程》课的学习方法

1.4.2.1 要有明确的学习目的

首先要明确作为暖通空调或热能动力工程的技术人员必须掌握扎实的城市供热设计、施工的基础知识,具有综合考虑和合理处理各种城市管线之间关系的能力。

通过上述介绍,可以了解到,城市供热工程对我国北方的大多数城市是必要的,对于协调热电厂热、电比例,城市供热规划,民用供热的普及与实施等技术问题非常重要。

我国的城市供热发展经历了非常曲折的过程,新中国成立以后,从无到有,在运行体制上逐步完善,从技术上逐步成熟。自 2005 年开始了注册设备工程师制度,其中城市供热工程是一门重要的课程。所以,在学习城市供热工程时,应了解其重要性,学习目的明确了,在学习过程中遇到困难也就相对容易解决了。

1.4.2.2 学习方法

(1) 结合课程特点,抓住一线一点。对于暖通空调及热能动力工程专业,主要掌握各种能源设备系统的组成,对于城市供热工程课程应抓住城市供热管网这条线,掌握供热管线的负荷、布置、敷设、材料、水力、附件、保温、防腐等与其相关的基础知识,为能够规划、设计城市供热管网,确定热、电合适的比例奠定扎实的基础。另外,还要抓住“换热站”这一点,换热站是城市供热工程的枢纽,对于不合适的城市供热热源,都是通过它进行调整的,掌握换热站的规模确定原则、换热站的选址原则、换热站设备的选择方法,了解换热站设备的选择与布置等基本知识,为能够进行换热站设计、选址奠定基础。

(2) 结合本专业、本地区的特点。我国幅员辽阔,气候、生活习惯和经济发展状况差异很大,所以应该结合本地区的情况进行教学、学习,还应该根据当地的集中供热覆盖率、供

热主要形式，有重点地引导学习。结合本专业的特点进行学习，不仅能够提高学习兴趣，而且能够培养综合运用和协调各专业技术的能力。

(3) 理论结合实际。城市供热工程是一门专业性很强的课程，其直接讲述城市供热实用技术。而单纯的停留在纸上谈兵，只能是事倍功半，应该非常紧密地结合现场教学的方法，组织大量的现场教学，使学生充分体会实际工程的魅力，体验现场技术的威力，提高学生对工程技术的兴趣和感性认识，培养学生热爱专业的思想。

复习思考题

1. 城市供热工程主要研究的内容有哪些？
2. 城市供热工程是如何分类的？
3. 我国城市供热工程的发展历程如何？
4. 我国城市供热工程与发达国家相比具有哪些特点？
5. 城市供热用热水都有哪些制备方式？
6. 蒸汽和热水管道各具有哪些特点？
7. 凝结水管道是如何分类的？
8. 什么是主供热输送管道、支供热输送管道、主供热输配管道？
9. 如何学好城市供热工程这门课程？

第2章 城市供热热负荷计算

一般新建生产厂或新建的规划供热区、城市供热网支线及热用户、城市供热站设计时,热负荷是根据供热区设计和规划设计的热负荷进行核算的。对于采暖、通风、空调及生活热水热负荷,宜采用经核实的建筑物设计热负荷。近年来,为满足我国供热迅速发展的要求,对已建成的供热设施进行合并或扩大供热范围,有的还对原局部采暖改为集中采暖等。供暖情况比较复杂,在对热负荷的资料收集整理时,应仔细认真、逐项整理,以求获得准确可靠的热负荷数据,从而更准确地确定城市供热工程的设备、管道,避免造成浪费或供热能力的不足。

按照用途不同,热负荷可分为三种:生产热负荷、采暖通风热负荷(包含空调、制冷热负荷)、生活热水供应热负荷。

2.1 热负荷资料的收集

热负荷资料的收集是获得可靠、准确的热负荷的基础,应该认真仔细。热负荷资料具体包括:①供热介质及参数要求;②生产、采暖、通风、生活小时最大及小时平均用热量;③热负荷曲线;④回水率及其参数;⑤余热利用的小时最大、小时平均产汽量及参数;⑥热负荷的发展情况等。

2.1.1 工业热负荷资料的收集

工业热负荷是全年性的热负荷,包括生产工艺热负荷、生活热负荷和工业建筑的采暖、通风、空调热负荷。由于生产工艺的要求,有的昼夜负荷变化较大,有的则是生产班次不连续使热负荷产生波动。因此需要对负荷变化的依据进行分析,以便在负荷汇总时对数据进行妥善处理。收集的热负荷资料可按照表2-1样式填写。

表 2-1 生产热负荷调查表

用热单位	负荷性质	供热介质	介质参数		用热方式		用汽量(t/h)		停产或检修期	现有锅炉情况				回水情况		发展情况		备注
			压力(MPa)	温度(℃)	直接或间接	用热班制	冬季最大	冬季平均		台数	容量	参数	效率(%)	回水量	温度(℃)	采暖期	非采暖期	

在表2-1中,负荷性质的规定为:一类负荷是指停汽后发生人身或设备事故;二类负荷是指停汽后影响生产;三类负荷是指允许短时间停汽;四类负荷是指不能改为用热水采暖的汽负荷。

为了更详尽地对热负荷进行分析,在有可能的情况下,还需要搜集设计产品的数量、产品用热或单位标准煤的指标、生产班次、季节性生产的特性、设备检修周期和时间等。此