

高等学校建筑管理系列教材

# 建筑设备工程

岳娜 冉昭祥 主编  
陈思荣 周冕芸 参编  
周玉建 杨新昌 主审



清华大学出版社



北京交通大学出版社

高等学校建筑管理系列教材

# 建筑设备工程

岳 娜 冉昭祥 主编  
陈思荣 周冕芸 参编  
周玉建 杨新昌 主审

清华大学出版社  
北京交通大学出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书分上、中、下三篇共十二章。上篇：建筑采暖、通风空调及消防系统工程；中篇：建筑室内外给水排水、热水与燃气系统工程；下篇：建筑供配电、弱电与智能化工程。全书系统地介绍了建筑采暖、通风空调与燃气供应系统、制冷系统、建筑消防系统、室内外给排水系统、建筑供配电系统、建筑弱电系统等工程内容，并兼顾工程监理、物业管理等专业的需要在每个章节内专门编写了“建筑设备设施系统的运行管理与维护”等方面的内容。本书加入了大量的图例和施工图识读来增强建筑施工与管理的能力。

本书可作为高等院校建筑学、土木工程、工程管理等专业的教材使用，也可作为监理工程专业和物业管理相关专业的学生、建设单位工程管理人员和施工技术人员的参考用书。

本书配有电子课件，免费提供给选用本教材的授课教师，请需要者向出版社索取。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑设备工程 / 岳娜, 冉昭祥主编. —北京: 清华大学出版社; 北京交通大学出版社, 2012.8  
(高等学校建筑管理系列教材)

ISBN 978-7-5121-1068-7

I. ①建… II. ①岳… ②冉… III. ①房屋建筑设备-高等学校-教材 IV. ①TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 154554 号

责任编辑：谭文芳 特邀编辑：尹红

出版发行：清华大学出版社 邮编：100084 电话：010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编：100044 电话：010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者：环球印刷(北京)有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印张：21.25 字数：544 千字 彩插：2

版 次：2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5121-1068-7/TU·87

印 数：1~4 000 册 定价：39.00 元

---

本书如有质量问题，请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评，我们表示欢迎和感谢。

投诉电话：010-51686043, 51686008; 传真：010-62225406; E-mail: [press@center.bjtu.edu.cn](mailto:press@center.bjtu.edu.cn)。

# 前 言

建筑设备工程作为建筑学、土木工程、工程管理等专业的一门技术基础课程，对于建筑施工与管理具有非常重要的指导意义。由于建筑智能化水平的不断提高，建筑设备所包含的内容也在不断地增多，出现了很多新设备、新产品和新技术。为了满足相关应用型本科院校培养适用型人才的教學要求，在北京交通大学出版社的组织下，编写了建筑设备工程这本教材。

建筑设备工程是一门多学科、综合性和实践性很强的课程，也是现代建筑必要的组成部分。本教材分上、中、下三篇，上篇——建筑采暖、通风空调及消防系统工程；中篇——建筑室内外给水排水、热水与燃气系统工程；下篇——建筑供配电、弱电与智能化工程，并兼顾房地产经营、工程监理、物业管理等专业的需要，在每个章节内专门编写了“建筑设备设施系统的运行管理与维护”等方面的内容，全书共 12 章。

本教材的编写结合了作者多年的教学经验和工程实践，参考了大量的专业书籍、文献和规范。本教材主要特点如下。

- (1) 理论性：各部分内容完整、精练，与本系列其他教材原则上不重复。
- (2) 实践性：本教材通过对各系统的介绍，突出实践内容。
- (3) 创新性：本教材以国家最新颁布的国家制图标准、新材料、新设备、新工艺等为依据进行编写。
- (4) 专业性：本教材采用了反映当前最新设计技术的施工图纸。
- (5) 针对性：本教材紧紧围绕土木工程的人才培养方案，以其要求的专业能力和工程管理岗位的基本要求为主线安排编写内容。本教材各章内容通俗易懂，图文并茂，并附思考题。

本教材按 54 学时编写，各专业可根据本专业的教学计划，调整课时，有所侧重，完成教学要求。

本教材由岳娜、冉昭祥主编，陈思荣、周冕芸参编，书中大量的图由冉亦默绘制，陈思荣提供了部分图，全书由岳娜负责统稿，由周玉建、杨新昌主审。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者  
2012 年 6 月

# 目 录

## 上篇 建筑采暖、通风空调及消防系统工程

第 1 章 建筑采暖系统工程 .....	2
1.1 采暖系统的分类与组成 .....	2
1.1.1 采暖系统的分类 .....	2
1.1.2 采暖系统的组成 .....	3
1.2 低温水采暖系统 .....	4
1.2.1 低温水采暖系统的组成 .....	4
1.2.2 热水采暖系统的形式 .....	5
1.2.3 管材与管道敷设 .....	8
1.3 蒸汽采暖系统 .....	9
1.3.1 蒸汽采暖系统的组成 .....	9
1.3.2 蒸汽采暖系统的特点 .....	11
1.4 热风采暖系统 .....	11
1.5 采暖设备 .....	12
1.5.1 散热器 .....	12
1.5.2 辅助设备 .....	16
1.6 分户计量及地板辐射热水采暖系统 .....	19
1.6.1 分户计量热水采暖系统 .....	20
1.6.2 地板辐射热水采暖系统 .....	20
1.7 采暖施工图 .....	22
1.7.1 一般规定及要求 .....	22
1.7.2 采暖施工图的组成 .....	24
1.7.3 采暖施工图识读 .....	25
1.8 小区热力站及施工图 .....	35
1.8.1 热力站的分类 .....	35
1.8.2 热力站的构成 .....	36
1.8.3 热力站施工图的组成 .....	36
1.8.4 热力站施工图的识读 .....	36
1.9 小区供热管道的敷设 .....	44
1.9.1 小区供热管道的布置原则 .....	44
1.9.2 小区供热管道的敷设 .....	44

1.10	采暖系统的运行管理与维护 .....	46
1.10.1	采暖系统的试运行与调试 .....	46
1.10.2	采暖系统的常见故障与处理 .....	47
1.10.3	采暖系统的维护管理 .....	47
	思考题 .....	48
<b>第2章</b>	<b>建筑通风与空调系统工程 .....</b>	<b>50</b>
2.1	通风与空调系统的分类及组成 .....	50
2.1.1	通风系统的分类及组成 .....	51
2.1.2	空调系统的分类及组成 .....	53
2.2	常用通风与空调设备 .....	57
2.2.1	通风系统的主要设备 .....	57
2.2.2	空调系统的主要设备 .....	58
2.2.3	空气的输送与分配设备 .....	64
2.3	空调制冷系统 .....	68
2.3.1	制冷装置 .....	68
2.3.2	空调冷冻水系统 .....	69
2.3.3	空调冷却水系统 .....	71
2.4	通风与空调系统的检测及调试 .....	72
2.4.1	检测及调试的目的和内容 .....	72
2.4.2	单机试运转 .....	72
2.4.3	无负荷联合试运转 .....	72
2.4.4	通风与空调系统的调试 .....	73
2.5	通风与空调工程的验收 .....	73
2.6	空调系统的维护与管理 .....	73
2.6.1	空调系统的运行管理 .....	74
2.6.2	空调系统的维护 .....	74
2.6.3	空调系统常见故障与排除 .....	75
	思考题 .....	76
<b>第3章</b>	<b>建筑室内消防系统与防排烟工程 .....</b>	<b>77</b>
3.1	室内消防系统的分类及组成 .....	77
3.1.1	消防系统的分类 .....	77
3.1.2	消防系统的组成 .....	78
3.2	消火栓给水系统 .....	79
3.2.1	消火栓给水系统的组成 .....	79
3.2.2	消火栓及管道的布置 .....	81
3.3	自动喷水灭火系统 .....	82
3.3.1	自动喷水灭火系统的分类 .....	83
3.3.2	自动喷水灭火系统的工作原理 .....	86

3.4	高层建筑消防系统 .....	90
3.4.1	高层建筑室内消防的特点 .....	90
3.4.2	一般规定 .....	90
3.4.3	高层建筑室内消火栓系统的给水方式 .....	90
3.4.4	室内消火栓和消防管道的布置 .....	91
3.5	其他常用灭火设施简介 .....	92
3.5.1	二氧化碳灭火系统 .....	92
3.5.2	蒸汽灭火系统 .....	93
3.5.3	干粉灭火系统 .....	95
3.5.4	泡沫灭火系统 .....	95
3.6	高层建筑的防火排烟 .....	96
3.6.1	防火排烟的机理与形式 .....	96
3.6.2	防火、防排烟的设备及部件 .....	98
3.7	消防系统与防排烟系统的管理与维护 .....	101
	思考题 .....	102

## 中篇 建筑室内外给水排水、热水与燃气系统工程

<b>第4章</b>	<b>建筑室内给水排水系统工程 .....</b>	<b>106</b>
4.1	室内给水系统 .....	106
4.1.1	室内给水系统的分类 .....	106
4.1.2	给水系统的组成 .....	107
4.1.3	常用给水方式 .....	108
4.1.4	管材、附件和水表 .....	110
4.1.5	给水加压与调节设备 .....	118
4.2	室内给水系统管道的布置与敷设 .....	120
4.2.1	给水管道的布置要求 .....	120
4.2.2	给水管道的敷设 .....	121
4.2.3	给水管道系统的验收 .....	122
4.3	室内排水系统 .....	122
4.3.1	室内排水系统的分类与组成 .....	122
4.3.2	排水管材及卫生器具 .....	124
4.3.3	建筑排水管道的敷设要求 .....	133
4.4	屋面雨水系统 .....	134
4.4.1	屋面雨水的排除方式 .....	134
4.4.2	屋面雨水排除系统的组成、布置与敷设 .....	136
4.5	建筑中水系统 .....	137
4.5.1	建筑中水系统 .....	137
4.5.2	建筑小区中水系统 .....	139

4.5.3	建筑中水系统安全防护	139
4.6	高层建筑给水排水简介	139
4.6.1	高层建筑给水系统	140
4.6.2	高层建筑排水系统	141
4.7	给水排水施工图	143
4.7.1	一般规定和要求	144
4.7.2	给水排水施工图的组成	153
4.7.3	室内给水排水施工图识读	154
4.7.4	室外给水排水施工图识读	164
4.8	建筑给水排水系统的维护与管理	166
4.8.1	给水系统的维护与管理	166
4.8.2	排水系统的维护与管理	167
	思考题	168
<b>第5章</b>	<b>建筑室外给水排水系统工程</b>	<b>169</b>
5.1	室外给水系统	169
5.1.1	室外给水系统的组成	170
5.1.2	室外给水方式	170
5.1.3	室外给水设计用水量	171
5.1.4	室外给水加压站	172
5.1.5	室外给水管道的布置与敷设	172
5.2	室外排水系统	174
5.2.1	室外排水系统的种类与组成	175
5.2.2	室外排水体制	175
5.2.3	室外排水提升设备和附属构筑物	175
5.2.4	室外排水管道的布置与敷设	176
5.3	室外管线工程综合布置原则	178
5.4	室外水景工程与游泳池	179
5.4.1	室外水景工程	179
5.4.2	室外游泳池	183
5.5	室外给水泵房的维护与管理	186
5.5.1	泵房的运行管理	186
5.5.2	水池、水箱的保养	187
5.5.3	水泵的保养与维护	187
5.5.4	泵房设备的维修与更新管理	188
	思考题	188
<b>第6章</b>	<b>建筑室内热水与燃气系统工程</b>	<b>189</b>
6.1	室内热水供应系统	189
6.1.1	热水供应系统的组成	189



6.1.2	热水的加热方式和供应方式	191
6.1.3	管材、附件和加热设备	191
6.1.4	热水供应系统管道布置与敷设	192
6.1.5	饮水供应	195
6.1.6	太阳能水加热器	198
6.2	燃气供应	200
6.2.1	燃气的种类	200
6.2.2	室内燃气系统的组成	200
6.2.3	燃气系统附属设备及燃气用具	200
6.2.4	燃气管道的敷设要求	206
6.3	燃气系统施工图	208
6.3.1	燃气系统施工图的组成	208
6.3.2	燃气系统施工图的识读	209
6.4	燃气供应系统的维护与管理	212
6.4.1	室内燃气系统维护与管理的内容	212
6.4.2	室内燃气管道及部件的维护	213
6.4.3	室内燃气安全	213
	思考题	214

## 下篇 建筑供配电、弱电与智能化工程

<b>第7章</b>	<b>建筑供配电系统工程</b>	<b>216</b>
7.1	建筑供配电	216
7.1.1	建筑物用电负荷的分类	216
7.1.2	低压配电方式	217
7.1.3	线路的敷设方式	217
7.2	变配电室	218
7.2.1	低压配电箱(盘)	218
7.2.2	建筑物的变配电所	219
7.3	电工基本知识	221
7.3.1	电路的基本概念	221
7.3.2	三相交流电	222
7.3.3	变压器	223
7.3.4	电动机	224
7.3.5	常用低压电器	227
7.4	建筑供配电系统的管理与维护	229
7.4.1	建筑供配电系统的管理	229
7.4.2	建筑供配电系统的维护	231
	思考题	231

<b>第 8 章 建筑电气照明工程</b> .....	232
8.1 电光源与灯具的选用 .....	232
8.1.1 电光源的种类与用途 .....	232
8.1.2 灯具的种类与选用 .....	235
8.1.3 灯具的布置 .....	237
8.2 照明供电线路的布置与敷设 .....	238
8.2.1 照明供电线路的布置 .....	238
8.2.2 照明供电线路的敷设 .....	239
8.3 配电箱与控制电器 .....	240
8.3.1 配电箱的布置与安装 .....	240
8.3.2 控制电器的布置与安装 .....	241
8.4 建筑电气施工图的组成及内容 .....	247
8.5 电气施工图的一般规定 .....	248
8.5.1 照明灯具的标注形式 .....	248
8.5.2 配电线路的标注形式 .....	249
8.5.3 常用图例 .....	250
8.6 电气施工图的识读 .....	253
8.6.1 电气施工图的识图方法 .....	253
8.6.2 电气照明施工图 .....	253
8.6.3 动力配电施工图 .....	264
8.7 电气照明常见故障与维护 .....	269
8.7.1 电气照明常见故障 .....	269
8.7.2 电气照明设施的维护 .....	269
思考题 .....	270
<b>第 9 章 建筑防雷、接地工程</b> .....	271
9.1 防雷 .....	271
9.1.1 雷电的形成及危害 .....	271
9.1.2 防雷装置的构成 .....	272
9.1.3 防雷装置的安装 .....	274
9.2 接地 .....	275
9.2.1 接地的方式及作用 .....	275
9.2.2 接零的方式及作用 .....	276
9.2.3 电气设备的保护措施 .....	277
9.3 接地装置 .....	278
9.3.1 接地装置的安装与调试 .....	278
9.3.2 接地装置的管理 .....	280
9.3.3 接地装置的维护 .....	280
思考题 .....	281

<b>第 10 章 建筑弱电系统工程</b> .....	282
10.1 有线电视 (CATV) 和计算机网络系统 .....	282
10.1.1 有线电视 (CATV) 系统 .....	282
10.1.2 计算机网络系统 .....	283
10.2 电话通信和有线广播系统 .....	285
10.2.1 电话通信系统 .....	285
10.2.2 有线广播系统 .....	285
10.3 电控门系统 .....	286
10.3.1 电控门系统的组成 .....	286
10.3.2 电控门系统的功能 .....	286
10.4 火灾自动报警与消防联动系统 .....	287
10.4.1 火灾自动报警系统的组成 .....	287
10.4.2 消防联动系统的组成 .....	290
10.5 安保系统 .....	290
10.5.1 安保系统的作用 .....	291
10.5.2 安保系统的组成 .....	291
10.6 弱电施工图的识读 .....	296
10.6.1 弱电施工图的识图方法 .....	296
10.6.2 识图举例 .....	296
思考题 .....	305
<b>第 11 章 建筑智能化</b> .....	306
11.1 建筑智能化概述 .....	306
11.1.1 建筑智能化的起源 .....	306
11.1.2 建筑智能化的组成和功能 .....	306
11.1.3 建筑智能化的特点 .....	307
11.1.4 建筑智能化的发展趋势 .....	307
11.2 建筑智能化系统 .....	308
11.2.1 建筑设备自动化系统 (BAS) .....	308
11.2.2 办公自动化系统 (OAS) .....	309
11.2.3 通信网络系统 (CAS) .....	309
11.2.4 综合布线系统 (GCS) .....	310
11.2.5 小区信息接入系统 .....	311
11.2.6 家庭智能化系统 .....	312
11.3 智能化物业管理简介 .....	313
11.3.1 智能化物业管理的目标 .....	313
11.3.2 智能化设备运行与维护 .....	314
11.3.3 智能化建筑的节能管理 .....	315
11.3.4 室外智能物业管理系统 .....	316

思考题 .....	317
<b>第 12 章 电梯与自动扶梯工程</b> .....	<b>318</b>
12.1 电梯 .....	318
12.1.1 电梯的种类和组成 .....	318
12.1.2 电梯的维护和管理 .....	322
12.2 自动扶梯 .....	323
12.2.1 自动扶梯的组成 .....	324
12.2.2 自动扶梯的维护 .....	325
思考题 .....	326
<b>参考文献</b> .....	<b>327</b>



# 上篇

建筑采暖、通风空调及消防系统工程



# 第1章 建筑采暖系统工程

## 【教学提示】

本章主要向读者介绍建筑采暖系统的组成、分类、热力站的构成、供热管道的敷设方式、采暖工程图的种类和识图方法，以及采暖系统的日常维护工作。

(1) 采暖系统一般由热源、管网和散热设备组成。

(2) 采暖系统有多种分类。按介质的不同分为热水采暖、蒸汽采暖和热风采暖3种；按供、回水方式的不同，可分为单管系统和双管系统。蒸汽采暖系统按压力的不同可分为低压蒸汽采暖和高压蒸汽采暖两种；按凝结水回水方式的不同可分为重力回水式蒸汽采暖系统和机械回水式蒸汽采暖系统两种；按蒸汽干管布置的不同，蒸汽采暖系统可分上供式、中供式、下供式三种；按照立管的布置特点，蒸汽采暖系统可分为单管式和双管式两种。在民用建筑中，低温水采暖系统适用性较广泛，应用更普遍。

(3) 热力站的构成。其主要设施包括换热器、循环水泵、水箱、除污器及各种仪表等。

(4) 供热管道的敷设方式。供热管道的敷设方式分为地沟敷设、直埋敷设和架空敷设三种。其中地沟敷设又分为通行地沟敷设、半通行地沟敷设和不通行地沟敷设；架空敷设又分为高支架敷设、中支架敷设和低支架敷设。

(5) 采暖工程图的种类和识图方法。施工图识读包括各学科专业知识、理论知识、工程制图知识和施工经验，是一种综合能力的体现。各系统一般多采用统一的图例符号表示，而这些图例符号一般并不反映实物的原形。所以，在识图前，首先应了解各种符号的意义。

(6) 采暖系统的日常维护工作。采暖系统的日常维护工作包括热源、管网的维护和热用户的管理。



通过本章的学习，了解采暖系统的分类、蒸汽采暖的特点、热力站的构成；掌握采暖系统的组成及各组成部分的作用；掌握低温水采暖系统的工作原理和小区采暖管道的敷设要求；掌握采暖工程图的种类和识图方法；掌握采暖系统维护管理的内容和常见故障的处理方法。

在冬季，室外空气温度低于室内空气温度时，房间损失热量，为保持一定的室内温度，则必须向室内供给所需的热量，以满足人们生活和生产的需求。

## 1.1 采暖系统的分类与组成

### 1.1.1 采暖系统的分类

#### 1. 按供热范围分类

采暖系统按供热范围可分为以下3类。

(1) 局部采暖系统。热源、供热管道和散热设备都在采暖房间内的采暖系统称为局部采

暖系统，如火炉、电暖气等，该采暖系统适用于局部小范围的采暖。

(2) 集中采暖系统。集中采暖系统是由一个或多个热源通过供热管道向某一地区的多个热用户供暖的采暖系统。

(3) 区域采暖系统。由一个区域锅炉房或换热站提供热媒，热媒通过区域供热管网输送至城镇的某个生活区、商业区或厂区热用户的散热设备称为区域采暖系统。该采暖系统属跨地区、跨行业的大型采暖系统。这种采暖方式作用范围大、节能、对环境污染小，是城市供暖的发展方向。

## 2. 按热媒分类

采暖系统按热媒可分为以下3类。

(1) 热水采暖系统。以热水为热媒，把热量带给散热设备的采暖系统称为热水采暖系统。热水采暖系统又分为低温热水采暖系统（水温低于或等于  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）和高温热水采暖系统（水温大于  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。住宅及民用建筑多采用低温热水采暖系统，设计供回水温度为  $95\text{ }^{\circ}\text{C}/70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。热水采暖系统按循环动力不同还可分为自然循环系统和机械循环系统两类。

(2) 蒸汽采暖系统。以蒸汽为热媒的采暖系统称为蒸汽采暖系统。蒸汽采暖系统分为高压蒸汽采暖系统（气压大于  $70\text{ kPa}$ ）和低压蒸汽采暖系统（气压不大于  $70\text{ kPa}$ ）。

(3) 热风采暖系统。热风采暖系统是以空气为热媒，把热量带给散热设备的采暖系统，可分为集中送风系统和暖风机系统。

### 1.1.2 采暖系统的组成

人们在日常生活和社会生产中需要大量的热能，而热能的供应是通过供热系统完成的。一个供热系统包括热源、供热管网和散热设备三个部分，采暖系统的基本构成如图 1.1 所示。

(1) 热源。热源指热媒的来源，目前广泛采用的是锅炉房和热电厂等。

(2) 热循环系统。输送热媒的室外供热管线称为热循环系统。热源到热用户散热设备之间的连接管道称为供热管，经散热设备散热后返回热源的管道称为回水管。

(3) 散热设备。散热设备是指安装在直接使用或消耗热能的热用户内的设备，如各种散热器、辐射板和暖风机等。此外，还有为保证采暖系统正常工作而设置的辅助设备，如膨胀水箱、循环水泵、补水泵、排气装置、除污器等。

根据供热系统三个部分的相互位置关系，供热系统可分为局部供热系统、集中供热系统和区域供热系统。区域锅炉房集中供热系统如图 1.2 所示。



图 1.1 采暖系统的基本构成

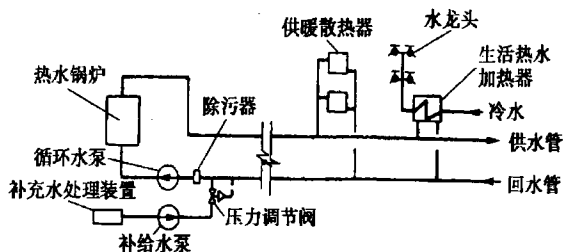


图 1.2 区域锅炉房集中供热系统示意图

## 1.2 低温水采暖系统

### 1.2.1 低温水采暖系统的组成

低温水采暖系统是目前广泛使用的采暖系统，分为自然循环热水采暖系统和机械循环热水采暖系统。

#### 1. 自然循环热水采暖系统

自然循环热水采暖系统由热源（锅炉）、散热设备、供水管道、回水管道和膨胀水箱等组成。

自然循环热水采暖系统工作原理如图 1.3 所示。在图 1.3 中： $h_1$ —锅炉与回水管高度； $h_2$ —供水横干管与散热器高度； $h$ —散热器与锅炉高度； $P_g$ —供水压力； $P_h$ —回水压力； $A$ — $A$ —断面； $P_{右}$ 、 $P_{左}$ — $A$ — $A$  断面右侧和左侧的水柱压力。

膨胀水箱位于系统的最高处，它的容量必须能容纳系统中的水因加热而增大的体积，同时可作为系统最高排气点。

自然循环热水采暖系统运行前，先将系统充满水，水在锅炉中加热，密度减小，热水沿供水管进入散热器，热水在散热器中放热冷却后，密度增大，热水沿回水管返回锅炉重新加热，密度差形成了水流的动力。

为了方便水的流动和气体的排出，供水干管应具有一定的坡度。通常干管的坡度为 0.005，支管的坡度也不小于 0.01。

自然循环热水采暖系统的特点是不设水泵，依靠供、回水密度差和散热器与锅炉中心线的高差使水循环。这种系统的作用半径小、管径大，但由于不设水泵，因此工作时不消耗电能、无噪声且维护管理也比较简单，其作用半径不宜超过 50 m。

#### 2. 机械循环热水采暖系统

机械循环热水采暖系统是由热水锅炉、供水管道、散热器、回水管道、循环水泵、膨胀水箱、排气装置、控制附件等组成，机械循环单管上供下回式热水采暖系统构成如图 1.4 所示。

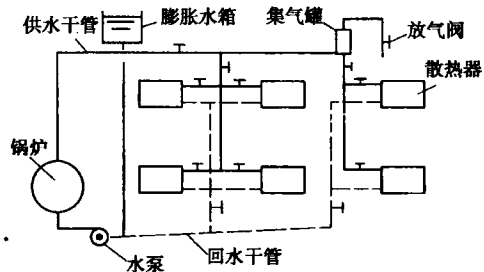
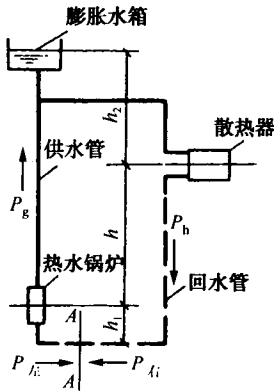


图 1.3 自然循环热水采暖系统工作原理图

图 1.4 机械循环单管上供下回式热水采暖系统构成

机械循环热水采暖系统运行前，先打开给水管上的阀门，向系统内充水，此时系统内的



空气从排气装置排出；系统充满水后，开动锅炉，水在锅炉中被加热后，沿总立管、供水干管、供水立管进入散热器，放热后沿回水干管由水泵送回锅炉。

循环水泵通常设于回水管上，为系统中的热水循环提供动力。膨胀水箱设于系统的最高处，它的作用是容纳系统中多余的膨胀水和给系统定压，膨胀水箱的连接管连接在循环水泵的吸入口处，可以使整个系统均处于正压工作状态，避免系统中热水因汽化而影响其正常循环。为了顺利地排除系统中的空气，供水干管应按水流方向设有向上的坡度，并在供水干管的最高处设排气装置。

机械循环热水采暖系统的循环动力由循环水泵提供，系统作用半径大，供热的范围大，管道中热水的流速大，管径较小，启动容易，应用广泛，但系统运行耗电量大，维修量也大。目前集中采暖系统多采用这种形式。

## 1.2.2 热水采暖系统的形式

### 1. 垂直式系统

垂直式是指将垂直位置相同的各个散热器用立管进行连接的方式。按散热器与立管的连接方式可分为单管系统和双管系统；按供、回水干管的位置不同可分为上供下回式和下供下回式两种。

(1) 双管系统。双管系统各层散热器都不设单独的供水管和回水管，热水平行地分配给所有散热器，从散热器流出的回水均直接回到锅炉。其中，上供下回双管系统，供水干管布置在所有散热器的上方，回水干管布置在所有散热器的下方，上供下回双管式采暖系统如图 1.5 所示。上供下回采暖系统的特点是各组散热器均为并联连接，每组散热器可进行单独调节，但易产生“上热下冷”的现象。下供下回双管采暖系统与上供下回双管采暖系统不同，其供水干管与回水干管均布置在所有散热器的下方，如图 1.6 所示为下供下回双管式采暖系统。这种系统同样具有散热器可单独调节的特点，可消除“上热下冷”的现象，但排气较困难。

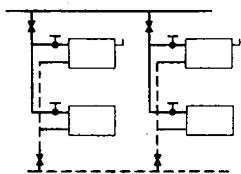


图 1.5 上供下回双管式采暖系统

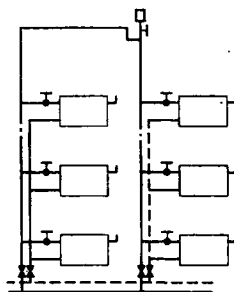


图 1.6 下供下回双管式采暖系统

(2) 单管系统。单管上供下回式采暖系统有垂直单管顺流式和垂直单管跨越式两种，如图 1.7 所示。各层散热器串联于立管上，与散热器相连的立管只有一根，而各立管并联于干管之间，热水按顺序逐次进入各层散热器，然后经底层回水管返回。

单管系统与双管系统比较，其优点是系统简单、节省钢材、安装方便、造价低、上下层温差较小；其缺点是下层散热器片数多（因进入散热器的水温低），占地面积大，无法调节