服务热线：400-615-1233
配套精品教学资料包
www.huatengedu.com.cn

建筑设备工程

JIANZHU SHEBEI GONGCHENG

策划编辑：刘　建
责任编辑：许　青
封面设计：张瑞阳

ISBN 978-7-5635-7037-9
9 787563 570379 >
定价：55.00元

建筑设备工程

主编　窦如令　梁希建　曲绍华

北京邮电大学出版社

高等职业教育土建系列创新教材

“互联网＋”新形态教材

建筑设备工程

JIANZHU SHEBEI GONGCHENG

主编　窦如令　梁希建　曲绍华

北京邮电大学出版社
www. buptpress. com

高等职业教育土建系列创新教材
“互联网+”新形态教材

建筑设备工程

JIANZHU SHEBEI GONGCHENG

主　编　窦如令　梁希建　曲绍华
副主编　任　梅　季善利　张　伟
曹晓璐　袁　青　董锡同

北京邮电大学出版社
www. buptpress. com

内 容 简 介

本书共分为12个模块，主要内容包括建筑给水系统，建筑排水系统，建筑给排水施工图，建筑采暖系统，通风与空调系统基础知识，通风与空调系统管材、管件和部件，通风与空调系统设备，空调制冷系统，电工基础知识，建筑供配电系统，电气照明系统，智能建筑系统等。本书注重检验学生的学习效果，在各个模块后均附有思考题。

本书既可作为高等职业院校建筑工程技术、建筑设备工程技术、建筑电气工程技术、工程造价、建设工程管理、建设工程监理等专业的教材，也可作为土木建筑大类其他专业学生的学习和参考用书，还可作为土木工程设计、施工技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑设备工程 / 窦如令，梁希建，曲绍华主编. --北京：北京邮电大学出版社，2023.9
ISBN 978-7-5635-7037-9

Ⅰ. ①建… Ⅱ. ①窦… ②梁… ③曲… Ⅲ. ①房屋建筑设备—高等职业教育—教材 Ⅳ. ①TU8

中国国家版本馆CIP数据核字(2023)第183922号

策划编辑：刘 建 **责任编辑：**许 青 **封面设计：**张瑞阳

出版发行：北京邮电大学出版社
社　　址：北京市海淀区西土城路10号
邮政编码：100876
发 行 部：电话：010-62282185 传真：010-62283578
E-mail：publish@bupt.edu.cn
经　　销：各地新华书店
印　　刷：三河市众誉天成印务有限公司
开　　本：787 mm×1 092 mm 1/16
印　　张：18.75 插页1
字　　数：388千字
版　　次：2023年9月第1版
印　　次：2023年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-7037-9 定 价：55.00元

·如有印装质量问题，请与北京邮电大学出版社发行部联系·

服务电话：400-615-1233

PREFACE

前言

习近平总书记在党的二十大报告的第五部分“实施科教兴国战略，强化现代化建设人才支撑”中强调，加快建设教育强国、科技强国、人才强国坚持为党育人、为国育才。作为服务地方产业的高职土建类专业的教育，一方面要积极探索走产教融合的道路，运行工学交替的项目制课程，以缩短课堂教育与社会实践之间的距离；另一方面要密切关注时代的变化，将最新的趋势与动态前瞻性地融入教学之中，以保证人才的培养与时代同步。更重要的是，要在专业教学中坚持立德树人，做好课程思政，将社会主义核心价值观融入课堂教学，培养社会主义新时代建设所需的专业人才。

建筑设备是现代建筑不可或缺的有机组成部分，包括给水排水、暖通空调、电气等，为人们提供了便利、舒适、安全的生产生活条件。随着科学技术的飞速发展，人们对生产生活环境的要求越来越高，建筑的结构也越来越复杂，对建筑设备设计、施工提出了越来越高的要求。因此，土木建筑行业的从业人员必须掌握足够的建筑设备知识，以便更好地为本专业服务。

“建筑设备工程”是建筑工程技术、建筑工程管理及工程监理等专业的课程。本课程旨在使学生掌握建筑给排水系统、采暖供气系统、通风空调系统、供电照明系统等施工图的识读能力，以及对设备施工图进行分解、绘制的能力。本课程是学生定岗实习前的必修课程。

本书推荐学时安排见下表。

模　块	内　容	学　时
1	建筑给水系统	8
2	建筑排水系统	6
3	建筑给排水施工图	6
4	建筑采暖系统	4
5	通风与空调系统基础知识	4
6	通风与空调系统管材、管件和部件	4
7	通风与空调系统设备	8
8	空调制冷系统	6
9	电工基础知识	4
10	建筑供配电系统	6
11	电气照明系统	4
12	智能建筑系统	4
总计		64

本书是培养土建类专业学生建筑设备安装能力的核心课程教材，在编写过程中，主要体现如下一些特点。

(1)本书结合高等教育课程和教学内容体系改革方向，并根据高等职业教育土建类专业技术岗位的能力要求和高等职业教育的教学特点，同时结合多所高校的专业课程设置情况，并考虑了用人单位对技术人才的要求，从提高学生基础素质和实践技能两个方面规划编写。

(2)本书中的基础理论知识以实际应用为目标，全书内容以必需、够用为原则，注重理论与实践的结合，突出提高学生解决工程实际问题的能力，强调运用建筑设备安装的前沿技术，体现了高职教材的“先进性、实用性、可操作性”三原则。

(3)本书内容丰富，对建筑给水系统，建筑排水系统，建筑给排水施工图，建筑采暖系统，通风与空调系统基础知识，通风与空调系统管材、管件和部件，通风与空调系统设备，空调制冷系统，电工基础知识，建筑供配电系统，电气照明系统，智能建筑系统等内容进行了详细阐述，并设置了技能实训，增强本书的实用性，有助于学生对相关专业知识的掌握。并且适时列入工程实际案例，以期让学生扎实掌握基础知识，提高实际工作能力。

本书由临沂职业学院窦如令、山东汇唐教育科技有限公司梁希建、青岛理工大学(临沂)曲绍华任主编，临沂职业学院任梅、季善利、张伟、曹晓璐、袁青和山东天元安装工程有限公司董锡同任副主编。本书的具体编写分工如下：模块1、模块2和附录由窦如令编写，模块3和模块4由梁希建编写，模块5由任梅编写，模块6由季善利编写，模块7由张伟编写，模块8由曹晓璐编写，模块9和模块11由曲绍华编写，模块10由袁青编写，模块12由董锡同编写。本书部分内容的编写得到了相关院校和单位的鼎力支持及热情参与，在此向相关人员表示感谢。在本书的编写过程中，参考和引用了书后所列参考文献中的部分内容，在此向原书作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正，并将意见及时反馈给我们，以便修订时完善。编者邮箱：654804749@qq.com。

编　者

CONTENTS

目录

模块 1 建筑给水系统 …… 1

学习描述 …… 1
1.1 给水系统的分类、组成与给水方式 …… 1
1.2 给水管材、管件及附件 …… 7
1.3 给水管道的布置和敷设 …… 12
1.4 给水升压和贮水设备 …… 15
1.5 室内消防给水系统 …… 18
1.6 建筑热水系统 …… 30
1.7 建筑中水工程 …… 35
思考题 …… 39

模块 2 建筑排水系统 …… 40

学习描述 …… 40
2.1 排水系统的分类、体制及组成 …… 40
2.2 排水管材和排水器具 …… 44
2.3 排水管道的布置与敷设 …… 47
2.4 建筑雨水排水系统 …… 50
思考题 …… 53

模块 3 建筑给排水施工图 …… 55

学习描述 …… 55
3.1 常用给排水图例及标注 …… 55
3.2 建筑给排水施工图的主要内容 …… 66
3.3 建筑给排水施工图的识读 …… 67
思考题 …… 90

模块 4 建筑采暖系统 …… 91

学习描述 …… 91
4.1 采暖系统的分类与组成 …… 91
4.2 采暖系统管道敷设与设备安装 …… 98
4.3 采暖系统施工图 …… 109
思考题 …… 112

模块 5 通风与空调系统基础知识 …… 113

学习描述 …… 113
5.1 通风空调系统认识 …… 113
5.2 民用建筑防、排烟系统的分类、组成及原理 …… 117
5.3 空调系统的分类、组成及原理 …… 120
思考题 …… 123

模块 6 通风与空调系统管材、管件和部件 …… 124

学习描述 …… 124
6.1 常用风管材料、规格及连接方式 …… 124
6.2 风管的施工 …… 140
思考题 …… 145

模块 7 通风与空调系统设备 …… 146

学习描述 …… 146
7.1 通风系统除尘设备 …… 146
7.2 空调系统过滤净化设备 …… 152
7.3 通风与空调系统热、湿交换设备 …… 155
7.4 通风机 …… 159
7.5 通风与空调系统管道敷设与设备安装 …… 160
思考题 …… 167

模块 8 空调制冷系统 …… 168

学习描述 …… 168
8.1 空调制冷系统的组成及原理 …… 168
8.2 制冷剂与载冷剂 …… 172
8.3 制冷机组 …… 175
8.4 制冷系统的水系统 …… 178
8.5 制冷系统管道敷设与设备安装 …… 180
8.6 制冷系统水系统管道敷设与设备安装 …… 188
思考题 …… 192

模块 9 电工基本知识 …… 193

学习描述 …… 193
9.1 直流电路 …… 193
9.2 交流电路 …… 196
9.3 变压器 …… 201
9.4 异步电动机 …… 205
思考题 …… 208

模块 10 建筑供配电系统 …… 210

学习描述 …… 210
10.1 电力系统概述 …… 210
10.2 变配电所设备及导线电缆的选择 …… 214
10.3 配管配线工程 …… 222
10.4 建筑变配电系统施工图识读 …… 225
思考题 …… 230

模块 11 电气照明系统 …… 231

学习描述 …… 231
11.1 照明的基本概念 …… 231
11.2 常用电光源、灯具及其选用 …… 232

11.3 照明标准及计算 …… 237
思考题 …… 241

模块 12 智能建筑系统 …… 242

学习描述 …… 242
12.1 有线电视系统 …… 242
12.2 电话通信系统 …… 245
12.3 火灾自动报警与消防联动控制系统 …… 251
思考题 …… 256

附 录 技能实训 …… 258

参考文献 …… 293

模块 1　建筑给水系统

学习描述

知识目标

通过本模块的学习，学生应了解建筑给水系统的分类，熟悉其组成部分和给水方式，了解常用管材、管件、附件及设备的性质及其在建筑给水系统中的应用，掌握给水管道的布置与敷设方法，熟悉消火栓灭火系统及自动喷水灭火系统的工作原理、系统组成及安装注意事项，了解建筑热水系统和建筑中水系统的相关知识。

技能目标

培养学生的建筑给水系统的分类、组成，设备的认知和选择能力；培养学生的建筑给水工程的验收能力；培养学生的建筑给水工程的管理能力。

素质目标

使学生具有爱岗敬业的思想、实事求是的工作作风和创新意识。

1.1　给水系统的分类、组成与给水方式

1.1.1　给水系统的分类

视频
绪论

给水系统按用途一般分为以下三类基本系统。

1. 生活给水系统

为民用建筑和工业建筑内的饮用、盥洗、洗涤、淋浴等日常生活用水所设置的给水系统称为生活给水系统，其水质必须满足国家规定的饮用水水质标准。

2. 生产给水系统

为工业企业生产方面用水所设置的给水系统称为生产给水系统，如冷却用水、锅炉用水等。生产给水系统的水质、水压因生产工艺不同而异。

3. 消防给水系统

为建筑物扑灭火灾用水而设置的给水系统称为消防给水系统。消防给水系统对水质的要求不高，但必须根据建筑设计防火规范要求保证足够的水量和水压。

1.1.2 给水系统的组成

建筑内部给水系统如图 1-1 所示。

视频
建筑内部给水系统的分类和组成

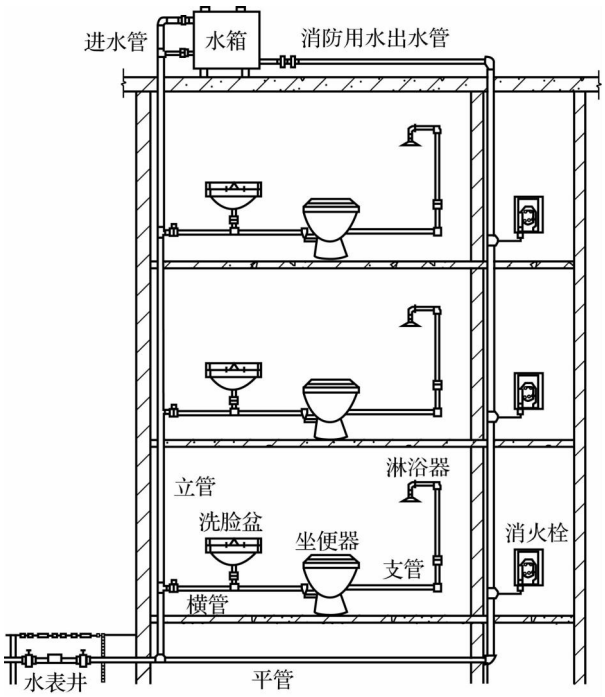


图 1-1 建筑内部给水系统

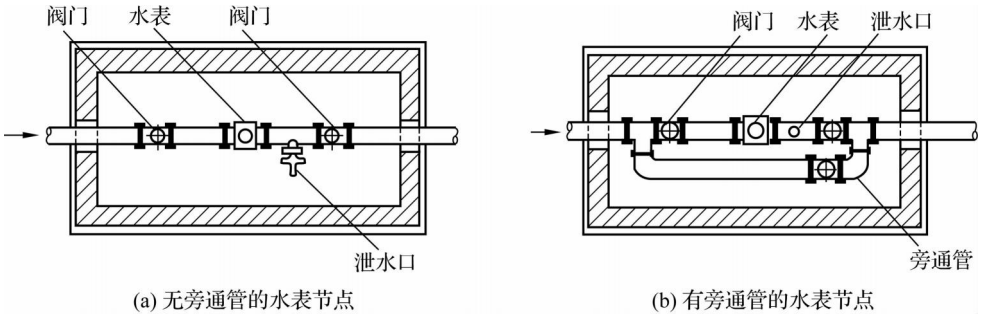
建筑内部给水系统一般由以下各部分组成。

1. 引入管

引入管又称进户管，是市政给水管网和建筑内部给水管网之间的连接管道。它的作用是从市政给水管网引水至建筑内部给水管网。

2. 水表节点

水表节点是指引入管上装设的水表及其前后设置的阀门及泄水装置等的总称，如图 1-2 所示。



(a) 无旁通管的水表节点　　(b) 有旁通管的水表节点

图 1-2 水表节点示意

3. 给水管网

给水管网是指建筑内给水水平干管、立管和支管。

4. 配水装置和附件

配水装置和附件有配水龙头、消火栓、喷头与各类阀门(控制阀、减压阀、止回阀等)。

5. 增压、贮水设备

当室外给水管网的水压、水量不能满足建筑给水要求或要求供水压力稳定、确保供水安全可靠时,应根据需要在给水系统中设置水泵、气压给水设备和水池、水箱等增压、贮水设备。

6. 给水局部处理设施

当有些建筑对给水水质要求很高,超出生活饮用水卫生标准或其他原因造成水质不能满足要求时,就需设置一些设备、构筑物进行给水深度处理。

1.1.3 给水方式

给水方式是指建筑内部(含小区)给水系统的具体组成与具体布置的给水实施方案。

视频
建筑室内给水系统给水方式

1. 利用外网水压直接给水方式

(1)简单给水方式。室外管网水压任何时候都满足建筑内部用水要求,如图 1-3 所示。

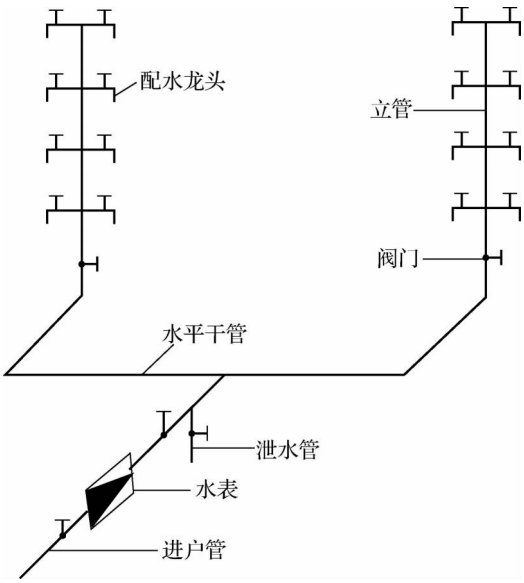


图 1-3 简单给水方式

(2)单设水箱的给水方式。室外管网大部分时间能满足用水要求,仅高峰时期不能满足,或建筑内要求水压稳定,并且建筑具备设置高位水箱的条件,如图 1-4 所示。

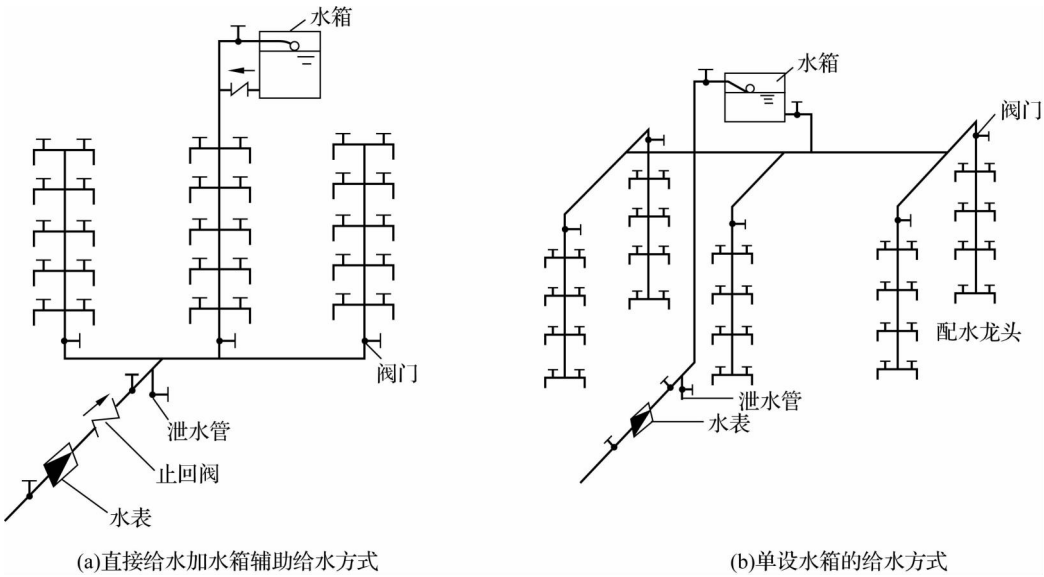


图 1-4　单设水箱的给水方式

2. 设有增压与贮水设备的给水方式

(1)单设水泵的给水方式。室外管网水压经常不足且室外管网允许直接抽水，如图 1-5 所示。

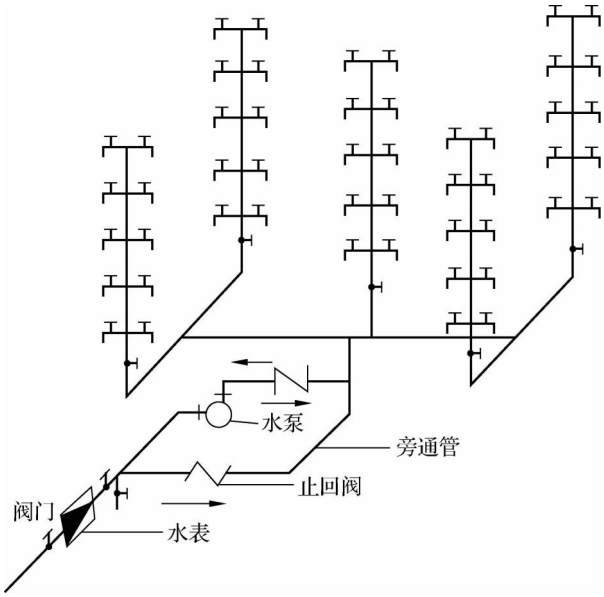


图 1-5　单设水泵的给水方式

(2)设置水泵和水箱的给水方式。室外管网水压经常不足，室内用水不均匀，且室外管网允许直接抽水，如图 1-6 所示。

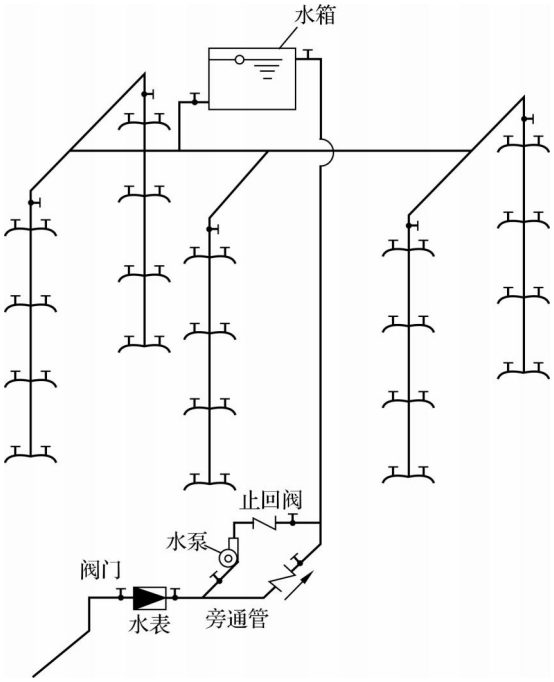


图 1-6 设水泵和水箱的给水方式

(3)设置贮水池、水泵和水箱的给水方式。建筑的用水可靠性要求高,室外管网水量、水压经常不足,且室外管网不允许直接抽水;或室内用水量较大,室外管网不能保证建筑的高峰用水;或者室内消防设备要求贮备一定容积的水量,如图 1-7 所示。

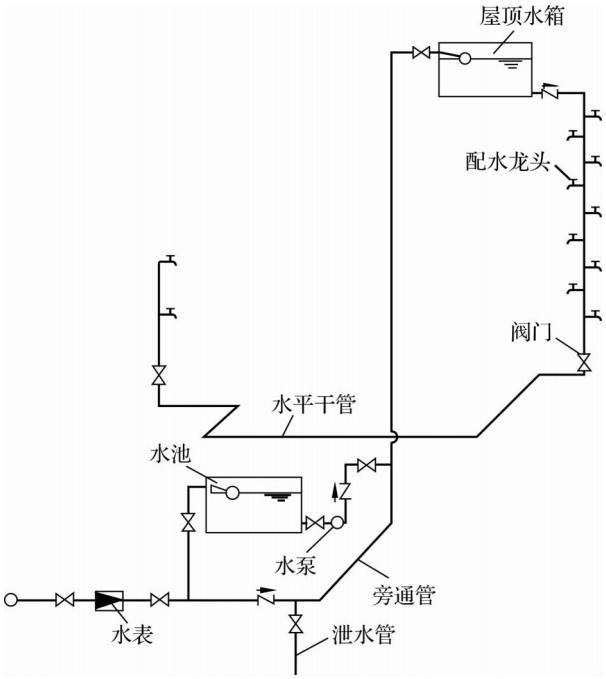
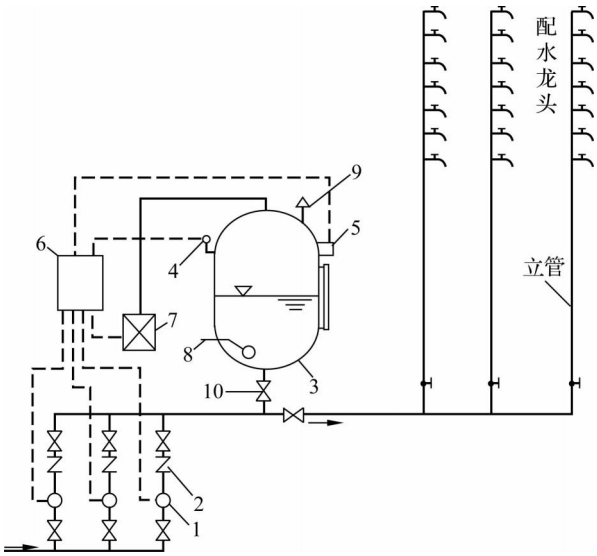


图 1-7 设置贮水池、水泵和水箱的给水方式

(4)气压给水方式。室外管网压力低于或经常不能满足室内所需水压,室内用水不均匀,且不宜设置高位水箱,如图 1-8 所示。



1—水泵;2—止回阀;3—气压水罐;4—压力信号器;5—液位信号器;
6—控制器;7—补气装置;8—排气阀;9—安全阀;10—阀门;
——给水管道;———控制信号。

图 1-8　气压给水方式

(5)变频调速恒压给水方式。室外管网压力经常不足,建筑内用水量较大且不均匀,要求可靠性高、水压恒定;或者建筑物顶部不宜设置高位水箱。

3. 分区给水方式

建筑物层数较多或高度较大时,若室外管网的水压只能满足较低楼层的用水要求,而不能满足较高楼层的用水要求,采用分区给水方式,如图 1-9 所示。

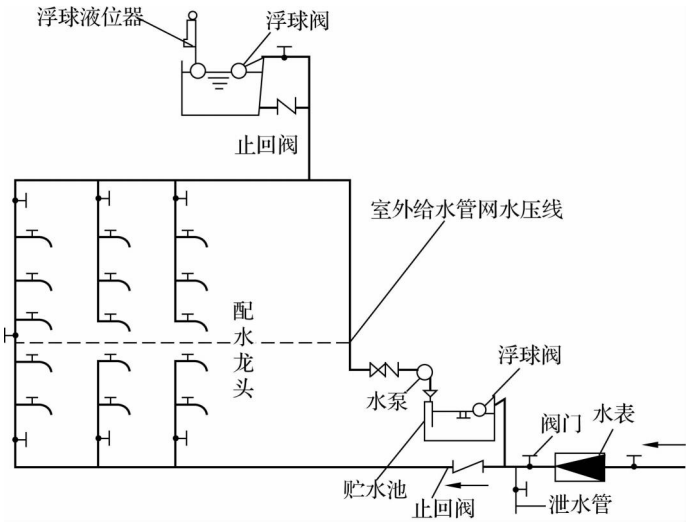
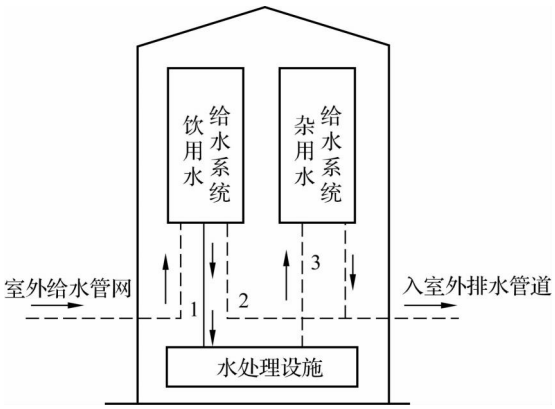


图 1-9　分区给水方式

4. 分质给水方式

分区给水方式是根据不同用途所需的不同水质，分别设置独立的给水系统，如图 1-10 所示。



1—生活废水；2—生活污水；3—杂用水。

图 1-10 分质给水方式

1.2 给水管材、管件及附件

1.2.1 给水管材

视频
建筑给水系统给水管材

1. 塑料给水管

塑料给水管按制造原料的不同可分为硬聚氯乙烯(PVC-U)给水管、聚乙烯(PE)给水管、聚丙烯(PP)管、聚丁烯(PB)管和工程塑料(ABS)给水管等。

塑料管的特点是质轻、耐腐蚀、管内壁光滑、流体摩擦阻力小、使用寿命长。

(1)硬聚氯乙烯给水管。UPVC 管材抗腐蚀能力强、技术成熟、易于粘合、价格低廉、质地坚硬，但在高温下有单体和添加剂渗出，只适用于输送温度不超过 45 ℃的给水系统。

(2)聚乙烯给水管。PE 管耐腐蚀且韧性好，又分为高密度聚乙烯管(HDPE 管)、低密度聚乙烯管(LDPE 管)和交联聚乙烯管(PEX 管)，常用连接方式有热熔套接或对接、电熔连接和带密封圈塑料管件连接，有时也采用法兰连接。

(3)聚丙烯管。PP 管具有密度小、力学均衡性好、耐化学腐蚀性强、易成型加工、热变形温度高等优点，按材质分为均聚聚丙烯(PP-H)管、嵌段共聚聚丙烯(PP-B)管、无规共聚聚丙烯(PP-R)管三种。其基本连接方式为热熔承插连接，局部采用螺纹接口配件与金属管件连接。

(4)聚丁烯管。PB 管质量很轻，具有独特的抗蠕变(冷变形)性能，基本连接方式为热熔，局部采用螺纹接口配件与金属管件、附件连接。

(5)工程塑料给水管。ABS 管质轻，具有较高的耐冲击强度和表面硬度，基本连接方式为黏结，在与其他管道或金属管件、附件连接时，可采用螺纹、法兰等接口。

2. 铸铁给水管

我国生产的铸铁给水管按材质可分为球墨铸铁管和普通灰口铸铁管，按浇铸形式可分为砂型离心铸铁管和连续铸铁直管。

铸铁给水管具有耐腐蚀性强、使用寿命长、价格较低等优点，缺点是性脆、长度小、质量大。

铸铁给水管的接口一般为承插接口，连接有柔性接口和刚性接口两类。柔性接口采用胶圈连接，刚性接口采用石棉水泥连接或膨胀性填料连接，重要场合可采用铅封接口。

3. 钢管

钢管主要有焊接钢管和无缝钢管两种，焊接钢管又可分为镀锌钢管和不镀锌钢管。

钢管镀锌的作用是防锈、防腐，不使水质变坏，延长使用年限。钢管的连接方法有螺纹连接、焊接和法兰连接。

配件用可锻铸铁制成，也可分为镀锌和不镀锌两种，钢制配件较少。

4. 铜管

铜管可以有效防止卫生洁具被污染，且光亮美观、豪华气派。

铜管的连接方法有螺纹卡套压接和焊接（有内置锡环焊接配件、内置银合金环焊接配件、加添焊药焊接配件）等。

5. 复合管

复合管包括钢塑复合管和铝塑复合管等多种类型。

钢塑复合管分衬塑和涂塑两大系列。第一系列为衬塑的钢塑复合管，兼有钢材强度高和塑料耐腐蚀的优点，但需在工厂预制，不宜在施工现场切割。第二系列为涂塑钢管，是将高分子粉末涂料均匀地涂敷在金属表面，经固化或塑化后，在金属表面形成一层光滑、致密的塑料涂层，它也具备第一系列的优点。

铝塑复合管内外壁均为聚乙烯，中间以铝合金为骨架。该种管材具有质量轻、耐压强度好、输送流体阻力小、耐化学腐蚀性能强、接口少、安装方便、耐热、可挠曲、美观等优点，是一种可用于冷热水、供暖、供气等方面的多用途管材，在建筑给水系统可用作给水分支管。铝塑复合管一般采用螺纹卡套压接，其配件一般是铜制品。

1.2.2 给水管件

视频
建筑给水系统给水管件及附件

管件是指在管道系统中起连接、变径、转向、分支等作用的零件，又称管道配件。各种不同的管材有相应的管道配件。管道配件有带螺纹接头（多用于塑料管、钢管）、带法兰接头、带承插接头（多用于铸铁管、塑料管）等几种形式。附件为管材和管件使用所必需的元件。

1. 配水附件

配水附件主要用以调节和分配水流，即各种水龙头。常用的配水附件如图 1-11 所示。

（1）截止阀式配水龙头。其一般安装在洗涤盆、污水盆、盥洗槽上。其阻力较大，橡胶衬垫容易磨损而引起漏水，一些发达城市正逐渐淘汰此种铸铁水龙头。

(2)球形阀式配水龙头。其装设在洗脸盆、污水盆、盥洗槽上，因水流改变流向，故压力损失较大。

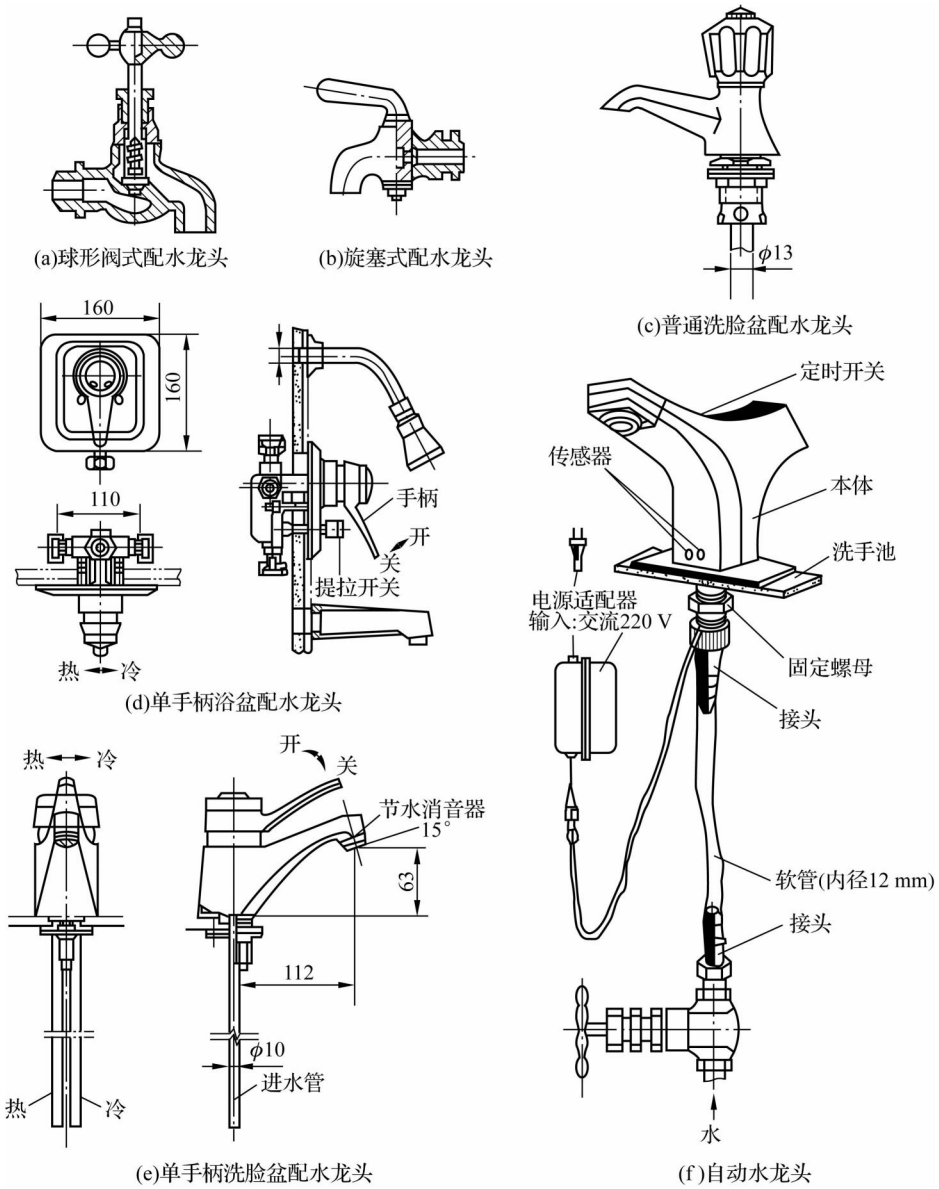


图 1-11 常用的配水附件

(3)旋塞式配水龙头。其旋塞转 90°时即完全开启，短时间内可获得较大的流量，由于水流呈直线通过，阻力较小，但易产生水锤，适用于浴池、洗衣房、开水间等处。

(4)盥洗水龙头。其装设在洗脸盆上，用于供给冷热水，有莲蓬头式、角式和长脖式等多种形式。

(5)混合配水龙头。其用以调节冷热水的温度，可提供盥洗、洗涤、浴用热水等。

2. 控制附件

控制附件用来调节水量和水压以及关断水流等，即各种阀门，如截止阀、闸阀、止回阀、

浮球阀和安全阀等。常用的控制附件如图 1-12 所示。

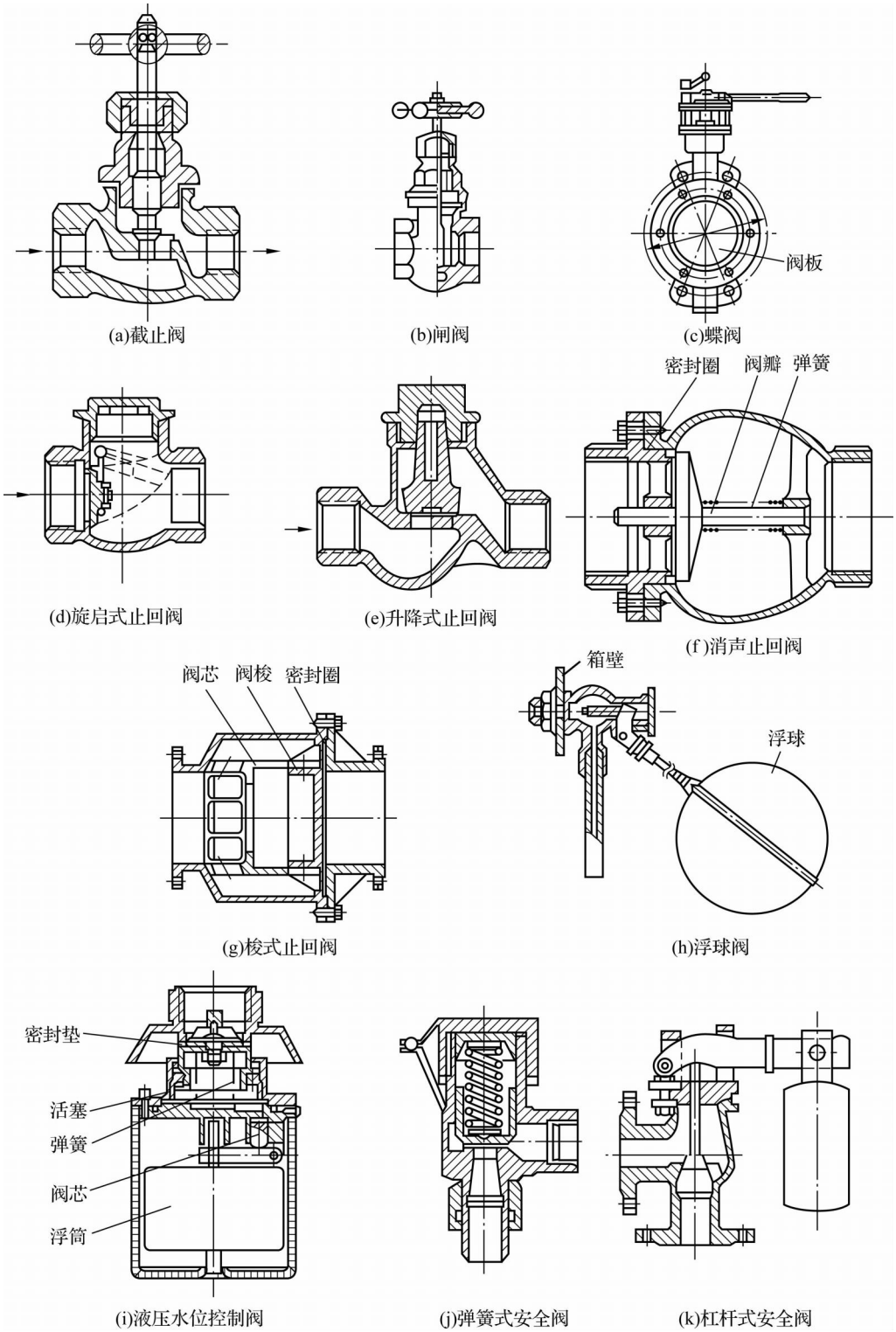


图 1-12　常用的控制附件

(1)截止阀。截止阀关闭严密,但水流阻力较大,一般用在管径小于或等于 50 mm 的管段上。

(2)闸阀。闸阀全开时,水流直线通过,压力损失小,但水中杂质沉积阀座时阀板关闭不严,易产生漏水现象。管径大于 50 mm 或双向流动的管段上宜采用闸阀。

(3)蝶阀。蝶阀为盘状圆板启闭件,绕其自身中轴旋转改变管道轴线间的夹角,从而控制水流通过,具有结构简单、尺寸紧凑、启闭灵活、开启度指示清楚、水流阻力小等优点。

(4)止回阀。室内常用的止回阀有旋启式止回阀和升降式止回阀,其阻力均较大。旋启式止回阀可水平安装或垂直安装,垂直安装时水流只能向上流,不宜用在压力大的管道中;升降式止回阀靠上下游压力差使阀盘自动启闭,宜用于小管径的水平管道上。

(5)浮球阀。浮球阀是一种利用液位变化而自动启闭的阀门,一般设置在水箱或水池的进水管上,用以开启或切断水流。

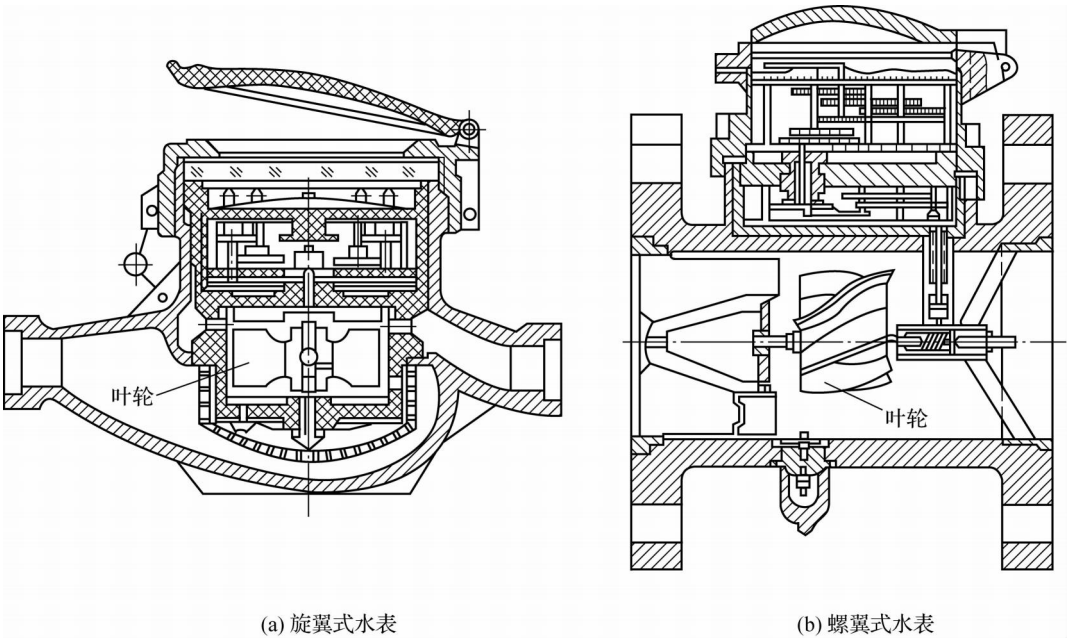
(6)液位控制阀。液位控制阀是一种靠水位升降而自动控制的阀门,可代替浮球阀而用于水箱、水池和水塔的进水管上,通常是立式安装。

(7)安全阀。安全阀是保证系统和设备安全的保安器材,有弹簧式和杠杆式两种。

3. 水表

水表是一种计量建筑物或设备用水量的仪表。

(1)水表的种类。水表可分为流速式和容积式两种。建筑内部的给水系统广泛使用的是流速式水表,是根据管径一定时,水流速度与流量成正比的原理来测量用水量的。流速式水表按叶轮构造不同可分为旋翼式和螺翼式两种,如图 1-13 所示。



(a) 旋翼式水表　　(b) 螺翼式水表

图 1-13　流速式水表

旋翼式水表的叶轮转轴与水流方向垂直,阻力较大,多为小口径水表,用以测量较小流量。螺翼式水表的叶轮转轴与水流方向平行,阻力较小,适用于测量大流量。

复式水表是旋翼式和螺翼式的组合形式，在流量变化很大时采用，按计数机构是否浸于水中分为干式和湿式两种。

(2)水表的技术参数。

①流通能力。水流通过水表产生 10 kPa 水头损失时的流量值。

②特性流量。指水表中产生 100 kPa 水头损失时的流量值。

③最大流量。只允许水表在短时间内超负荷使用的流量上限值。

④额定流量。水表长期正常运转流量的上限值。

⑤最小流量。水表开始准确指示的流量值，为水表使用的下限值。

⑥灵敏度。水表能连续记录(开始运转)的流量值，也称起步流量。

(3)水表选择。一般情况下，公称直径小于或等于 50 mm 时应采用旋翼式水表；公称直径大于 50 mm 时应采用螺翼式水表；当通过流量变化幅度很大时，应采用复式水表；计量热水时，宜采用热水水表。一般应优先采用湿式水表。

按经验，新建住宅分户水表的公称直径一般可采用 15 mm，但如果住宅中装有自闭式大便器冲洗阀，为保证必要的冲洗强度，水表的公称直径不宜小于 20 mm。

1.3 给水管道的布置和敷设

1.3.1 给水管道的布置

视频
建筑给水管道的布置和敷设

1. 布置原则

(1)满足最佳水力条件。

①给水管道布置应力求短而直。

②为充分利用室外给水管网的水压，给水引入管和室内给水干管宜布设在用水量最大处或不允许间断供水处。

(2)满足安装维修及美观要求。

①给水管道应尽量沿墙、梁、柱水平或垂直敷设。

②对美观要求较高的建筑物，给水管道可在管槽、管井、管沟及吊顶内暗设。

③为便于检修，管井应每层设检修门，检修门宜开向走廊，每两层应有横向隔断。

④室内给水管道安装位置应有足够的空间以方便撤换附件。

⑤给水引入管应有不小于 0.3%的坡度坡向室外给水管网或阀门井、水表井，以便检修时排空管道。

(3)保证生产及使用安全。

①给水管道的位置不得妨碍生产操作、交通运输和建筑物的使用。

②给水管道不得布置在遇水会引起燃烧、爆炸或损坏原料、产品和设备的上面，并应尽量避免在生产设备上面通过。

③给水管道不得穿过配电间，以免因渗漏造成电气设备故障或短路。

④对不允许断水的建筑，应从室外环状管网不同管段接出 2 条或 2 条以上给水引入管，

在室内连成环状或贯通枝状双向供水。

(4)保护管道不受破坏。

①给水埋地管道应避免布置在可能受重物压坏处。管道不得穿越生产设备基础;在特殊情况下必须穿越时,应与有关专业人员协商处理。

②给水管道不得敷设在排水沟、烟道和风道内,不得穿过大便槽和小便槽。当给水立管距小便槽端部小于或等于 0.5 m 时,应采取建筑隔断措施。

③给水引入管与室内排出管管外壁的水平距离不得小于 1 m。

④建筑物内给水管与排水管之间的最小净距,平行埋设时为 0.5 m,交叉埋设时为 0.15 m,且给水管应在排水管的上面。

⑤给水管宜有 0.2%～0.5%的坡度坡向泄水装置。

⑥给水管不宜穿过伸缩缝、沉降缝或抗震缝,必须穿过时应采取有效措施。常用的措施有螺纹弯头法(图 1-14)、活动支架法(图 1-15)和软性接头法(为金属波纹管或橡胶软管)。

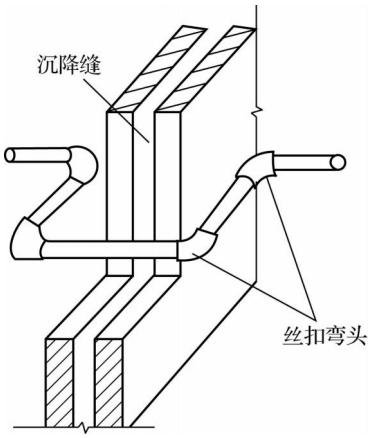


图 1-14 螺纹弯头法

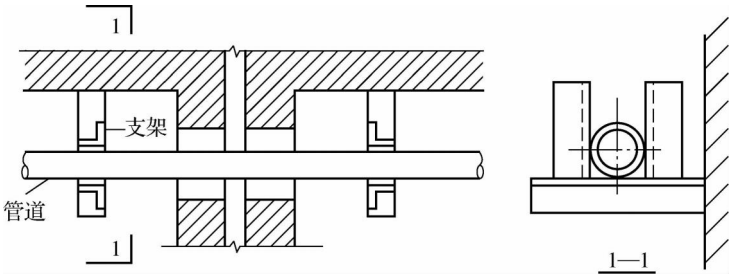


图 1-15 活动支架法

2. 布置形式

给水管道的布置按供水可靠程度要求可分为枝状和环状两种形式。

按照水平干管的敷设位置,可以布置成上行下给、下行上给和中分式。

上行下给式[图 1-4(b)]水平配水管敷设在顶层顶棚下或吊顶之内,设有高位水箱的居住建筑、公共建筑及机械设备或地下管线较多的工业厂房多采用。

下行上给式(图 1-3)水平配水管敷设在底层(明装、暗装或沟敷)或地下室顶棚下,居住

建筑、公共建筑和工业建筑在用外网水压直接供水时多采用这种方式。

中分式水平干管敷设在中间技术层或中间吊顶内，向上下两个方向供水，屋顶用作茶座、舞厅或设有中间技术层的高层建筑多采用这种方式。

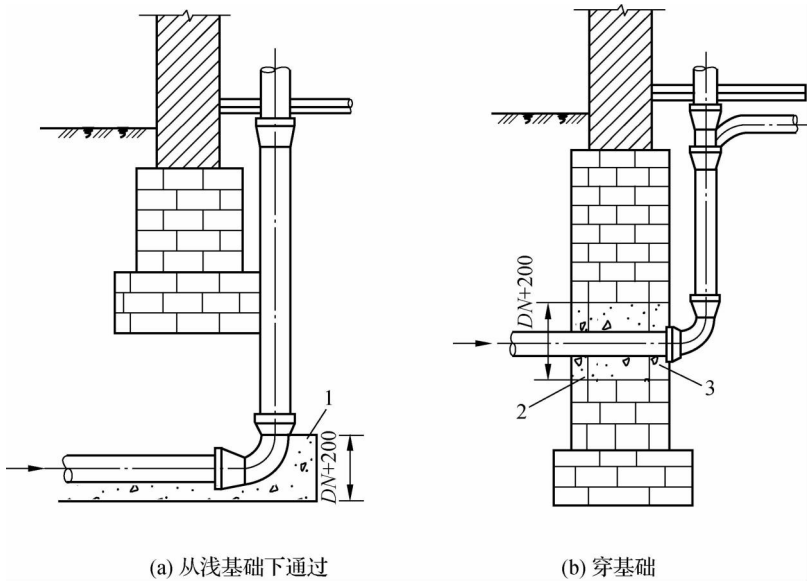
1.3.2 给水管道的敷设

1. 敷设形式

给水管道的敷设有明装和暗装两种形式。明装即管道外露，其优点是安装维修方便，造价低，但外露的管道影响美观，表面易结露、积尘，一般用于对卫生、美观没有特殊要求的建筑。暗装即管道隐蔽，其优点是管道不影响室内的美观、整洁，但施工复杂，维修困难，造价高，适用于对卫生、美观要求较高的建筑（如宾馆、高级公寓）和要求无尘、洁净的车间、实验室、无菌室等。

2. 敷设要求

引入管进入建筑内，一种情形是从建筑物的浅基础下通过，另一种情形是穿越承重墙或基础。其敷设方法如图 1-16 所示。



1—C5.5 混凝土支座；2—黏土；3—M5 水泥砂浆封口。

图 1-16 引入管进入建筑

室外埋地引入管要防止地面活荷载和冰冻的影响，其管顶覆土厚度不宜小于 0.7 m，并应敷设在冰冻线以下 0.15 m 处。建筑内埋地管在无活荷载和冰冻影响时，其管顶离地面高度不宜小于 0.3 m。当将交联聚乙烯管或聚丁烯管用作埋地管时，应将其设置在套管内，其分支处宜采用分水器。

给水横管穿承重墙或基础、立管穿楼板时均应预留孔洞。暗装管道在墙中敷设时，也应预留墙槽，以免临时打洞、刨槽影响建筑结构的强度。横管穿过预留洞时，管顶上部净空不得小于建筑物的沉降量，以保护管道不致因建筑沉降而损坏，其净空一般不小于 0.10 m。

给水横干管宜敷设在地下室、技术层、吊顶或管沟内，宜有 0.2%～0.5%的坡度坡向泄

水装置；立管可敷设在管道井内，给水管道与其他管道同沟或共架敷设时，宜敷设在排水管、冷冻管的上面或热水管、蒸汽管的下面；给水管不宜与输送易燃、可燃或有害的液体或气体的管道同沟敷设；通过铁路或地下构筑物下面的给水管道，宜敷设在套管内。

管道在空间敷设时，必须采取固定措施，以保证施工方便与安全供水。固定管道常用的支托架如图 1-17 所示。给水钢质立管一般每层须安装 1 个管卡，当层高大于 5.0 m 时，每层须安装 2 个。

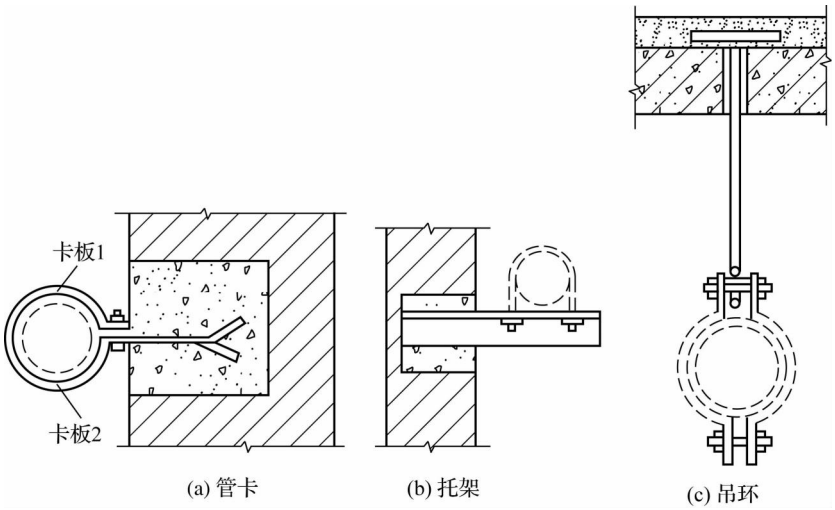


图 1-17　支托架

1.4　给水升压和贮水设备

1.4.1　水泵

水泵是给水系统中的主要升压设备。在建筑给水系统中，一般采用离心式水泵，它具有结构简单、体积小、效率高且流量和扬程在一定范围内可以调整等优点。选择水泵应以节能为原则，使水泵在给水系统中大部分时间保持高效运行。

水泵的流量、扬程应根据给水系统所需的流量、压力确定。

每台水泵的出水管上应设阀门、止回阀和压力表，并应采取防水锤措施。

水泵机组一般设置在泵房内，泵房应远离需要安静、要求防振、防噪声的房间，并有良好的通风、采光、防冻和排水的条件；水泵机组的布置应保证机组工作可靠，运行安全，装卸、维修和管理方便，如图 1-18 所示。

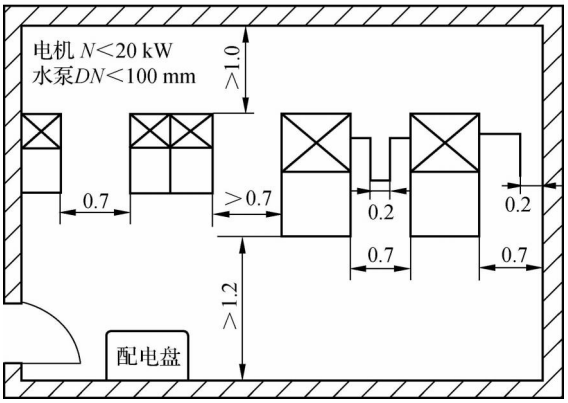


图 1-18　水泵机组的布置间距(m)

1.4.2　吸水井与贮水池

1. 吸水井

室外给水管网能够满足建筑内所需水量，不需设置贮水池，但室外给水管网又不允许直接抽水，即可设置满足水泵吸水要求的吸水井。吸水井的尺寸应满足吸水管的布置、安装和水泵正常工作的要求，如图 1-19 所示。吸水井的有效容积应大于最大一台水泵 3 min 的出水量。

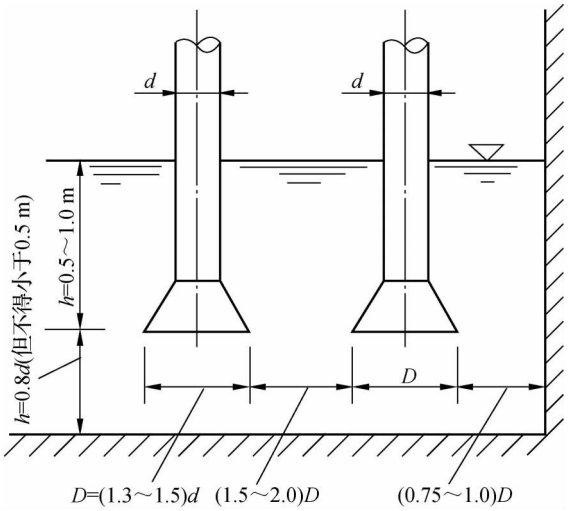


图 1-19　吸水管在吸水井中布置的最小尺寸

2. 贮水池

贮水池是建筑给水常用调节和贮存水量的构筑物，采用钢筋混凝土、砖石等材料制作，形状多为圆形和矩形。贮水池宜布置在地下室或室外泵房附近，并应有严格的防渗漏、防冻和抗倾覆措施。贮水池设计应保证池内贮水经常流动，不得出现滞流和死角，以防水质变坏。

贮水池一般应分为两格，并能独立工作、分别泄空，以便清洗和维修。

贮水池内应设吸水坑，吸水坑平面尺寸和深度应通过计算确定。贮水池的有效容积（不含被梁、柱、墙等构件占用的容积）应根据调节水量、消防贮备水量和生产事故备用水量计算确定。当资料不足时，贮水池的调节水量宜按最高日用水量的20%～25%估算。

1.4.3 水箱

按不同用途，水箱可分为高位水箱、减压水箱、冲洗水箱和断流水箱等多种类型，其形状多为矩形和圆形，制作材料有钢板、钢筋混凝土、玻璃钢和塑料等。

这里只介绍给水系统中广泛采用的起到保证水压和贮存、调节水量的高位水箱。

1. 水箱的配管、附件及设置要求

水箱的配管、附件如图1-20所示。

(1)进水管。一般由侧壁接入，也可由顶部或底部接入，管径按水泵出水量或设计秒流量确定。

(2)出水管。出水管可由水箱侧壁或底部接出，其出口应离水箱底50 mm以上，管径按水泵出水量或设计秒流量确定。

(3)溢流管。溢流管可从底部或侧壁接出，进水口应高出水箱最高水位50 mm，管径一般比进水管大一号。溢流管上不允许设置阀门，并应装设网罩。

(4)水位信号装置。它是反映水位控制失灵报警的装置，可在溢流管下10 mm处设置水位信号管，直通值班室的洗涤盆等处，其管径为15～20 mm即可。

(5)泄水管。泄水管从水箱底部接出，管上应设置阀门，可与溢流管相接，但不得与排水系统直接相连，其管径应大于或等于50 mm。

(6)通气管。供生活饮用水的水箱在储水量较大时，宜在箱盖上设通气管，以使水箱内空气流通，其管径一般大于或等于50 mm，管口应朝下并应设网罩防虫。

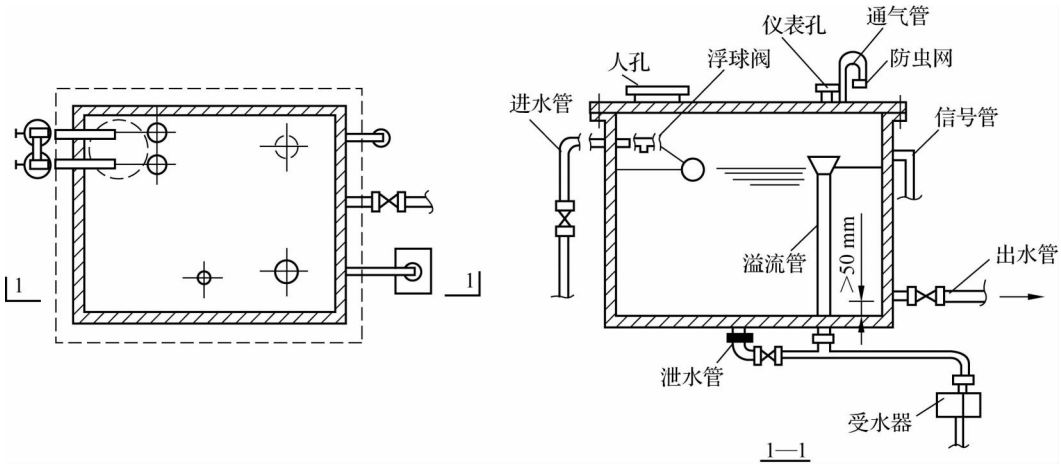


图1-20 水箱配管、附件示意图

2. 水箱容积的确定

水箱容积由生活和生产储水量以及消防储水量组成，理论上应根据用水和进水变化曲

线确定，但由于变化曲线难以获得，故常按经验确定。生产储水量由生产工艺决定。生活储水量由水箱进出水量、时间以及水泵控制方式确定，实际工程如水泵自动启闭，可按最高日用水量的10%计；水泵人工操作时，可按最高日用水量的12%计；仅在夜间进水的水箱，宜按用水人数和用水定额确定。消防储水量以10 min室内消防设计流量计。

1.5 室内消防给水系统

室内消防系统根据使用的灭火剂种类和灭火方式可分为三类：室内消火栓消防系统、自动喷水灭火系统和其他使用非水灭火剂的固定灭火系统（如二氧化碳灭火系统、干粉灭火系统、卤代烷灭火系统、泡沫灭火系统等）。

灭火剂的灭火原理可分为四种：冷却、窒息、隔离和化学抑制。其中前三种灭火作用主要是物理过程，化学抑制是化学过程。

视频
建筑消防水系统安装

1.5.1 室内消火栓消防系统

室内消火栓消防系统由于建筑高度和消防车扑灭火灾能力的限制，又分为低层建筑室内消火栓消防系统和高层建筑室内消火栓消防系统。

1. 消火栓给水系统的设置范围

下列建筑应设置消火栓给水系统。

(1)建筑占地面积大于300 m^2 的厂房和仓库。

(2)高层公共建筑和建筑高度大于21 m的住宅建筑。当建筑高度不大于27 m的住宅建筑设置室内消火栓系统确有困难时，可只设置干式消防竖管和不带消火栓箱的 *DN*65 的室内消火栓。

(3)体积大于5 000 m^3 的车站、码头、机场的候车（船、机）建筑物、展览建筑、商店建筑、旅馆建筑、医疗建筑和图书馆建筑物等单、多层建筑。

(4)特等、甲等剧场，超过800个座位的其他等级的剧场和电影院等以及超过1 200个座位的礼堂、体育馆等单、多层建筑。

(5)建筑高度大于15 m或体积大于10 000 m^3 的办公建筑、教学建筑和其他单、多层民用建筑。

2. 消火栓给水系统的组成

室内消火栓给水系统一般由水枪、水带、消火栓、消防管道、消防水池、高位水箱、水泵接合器和增压水泵等组成。

(1)消火栓设备。消火栓设备由水枪、水带和消火栓组成，均安装于消火栓箱内。

消火栓均为内扣式接口的球形阀式龙头，有单出口和双出口之分。

常用消火栓箱的规格为800 mm×650 mm×300 mm，材料为钢板或铝合金等，如图1-21所示。消防卷盘设备可与 *DN*65 消火栓放置在同一个消火栓箱内，也可以单独置设消火栓箱。图1-22所示为带消防卷盘的室内消火栓箱。

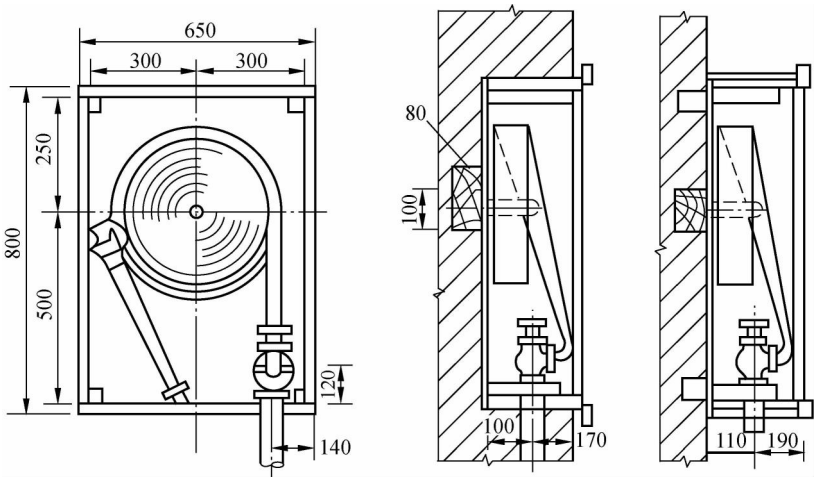
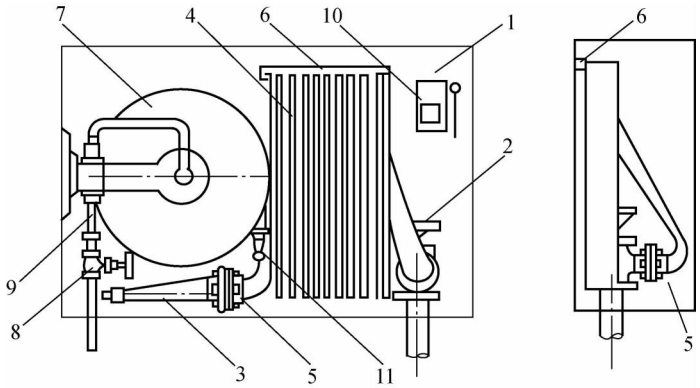


图 1-21 消火栓箱示意图

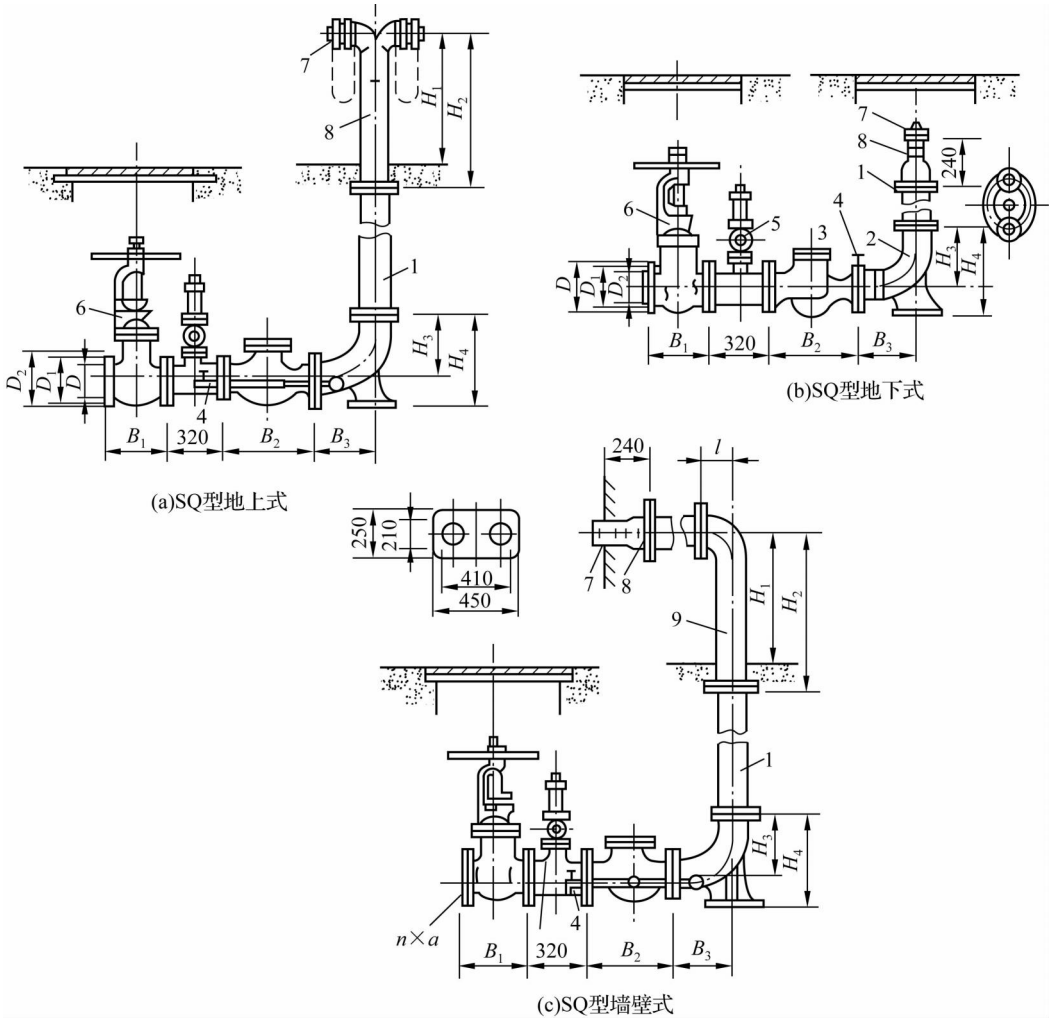


1—消火栓箱;2—消火栓;3—水枪;4—水龙带;5—水龙带接扣;6—挂架;
7—消防卷盘;8—闸阀;9—钢管;10—消防按钮;11—消防卷盘喷嘴。

图 1-22 带消防卷盘的室内消火栓箱

(2)消防水箱。消防水箱对扑救初期火灾起着重要作用,为确保其自动供水的可靠性,应采用重力自流供水方式。消防水箱宜与生活(或生产)高位水箱合用,以保持箱内贮水经常流动,防止水质变坏。

(3)水泵接合器。当建筑物发生火灾,室内消防水泵不能启动或流量不足时,消防车可从室外消火栓、水池或天然水体取水,通过水泵接合器向室内消防给水管网供水。水泵接合器一端与室内消防给水管道连接,另一端供消防车加压向室内管网供水。水泵接合器的接口直径有 *DN*65 和 *DN*80 两种,分地上式、地下式和墙壁式三种类型。图 1-23 为消防水泵接合器示意图。



1—法兰接管；2—弯管；3—升降式单向阀；4—放水阀；5—安全阀；
6—楔式闸阀；7—进水用消防接口；8—本体；9—弯管。

图 1-23　消防水泵接合器示意图

3. 消火栓给水系统的供水方式

室内消火栓系统的供水方式也称为消火栓系统的给水方式，它是指消火栓系统的供水方案，是由室外给水管网所能提供的水压、水量和室内消火栓给水系统所需的水量及水压的要求综合考虑而确定的。

(1)由室外给水管网直接给水的消火栓供水方式。当建筑物的高度不大，且室外给水管网的压力和流量在任何时候均能够满足室内最不利点消火栓所需的设计流量和压力时，宜采用此种方式，如图 1-24 所示。

(2)仅设水箱的消火栓供水方式。当室外给水管网的压力变化较大，但其水量能满足室内用水的要求时，可采用此种供水方式，如图 1-25 所示。

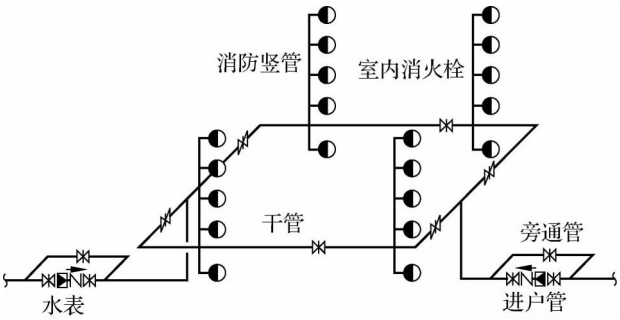


图 1-24 室外给水管网直接给水的消火栓供水方式

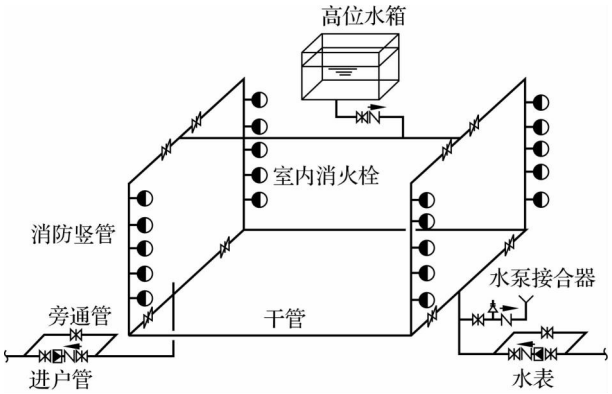


图 1-25 设水箱的消火栓供水方式

(3)设有消防水泵和水箱的消火栓供水方式。当室外给水管网的压力经常不能满足室内消火栓系统所需的水量和水压的要求时,宜采用此种供水方式,如图 1-26 所示。

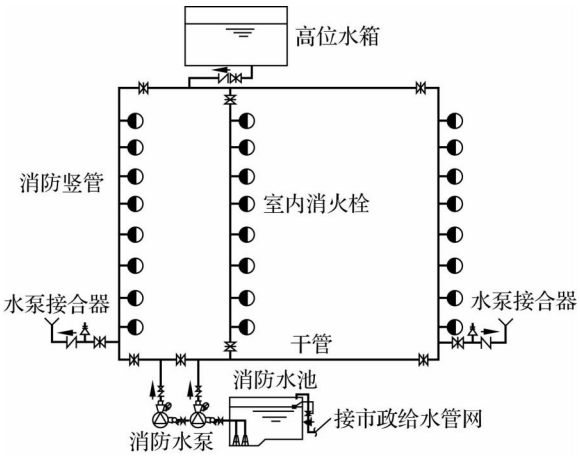


图 1-26 设有消防水泵和水箱的消火栓供水方式

(4)分区供水的消火栓供水方式。

①并联分区供水方式。此方式适用于建筑高度不超过 100 m 的情况,如图 1-27(a)所示。

②串联分区供水方式。特点是系统内设置中转水箱(池),中转水箱(池)的蓄水由生活

给水补给。消防时，生活给水补给流量不能满足消防要求，随着水位下降，形成信号使下一区的消防泵自动启动供水，如图 1-27(b)所示。

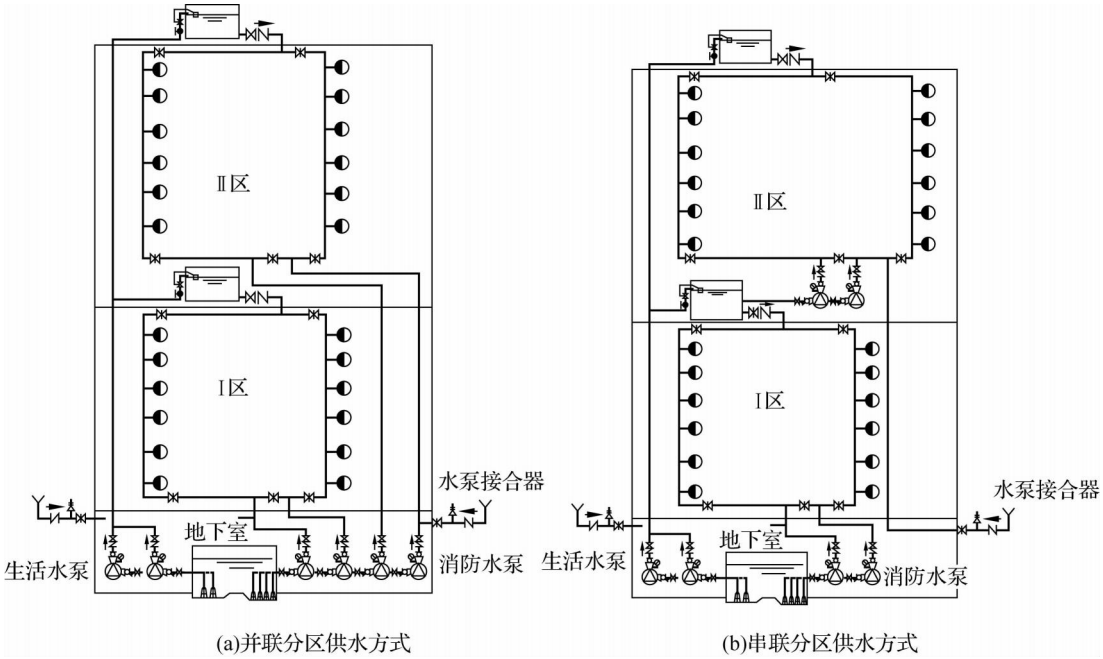


图 1-27　分区供水的室内消火栓给水方式

4. 消火栓给水系统布置

(1)水枪充实水柱长度。水枪充实水柱长度是指靠近水枪出口的一段密集不分散的射流从喷嘴出口起到射流 90%的总射流量穿过直径 38 cm 圆孔处的有效射程，如图 1-28 所示。

高层建筑消火栓消防水枪的充实水柱长度的要求应通过水力计算确定。

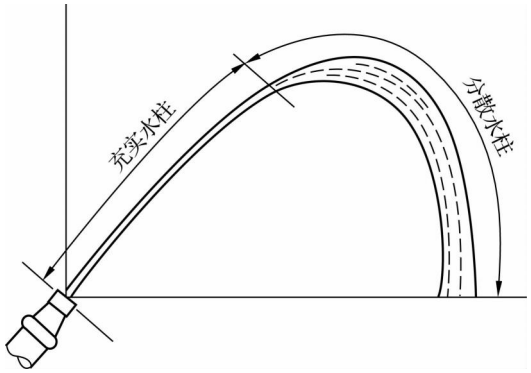


图 1-28　水枪充实水柱长度

(2)消火栓的保护半径。消火栓的保护半径是指某种规格的消火栓、水枪、水带配套后，以消火栓为圆心，消火栓能充分发挥其灭火作用的半径。

(3)消火栓布置。消火栓的间距布置应满足下列要求。

①建筑高度小于或等于 24 m、体积小于或等于 5 000 m^3 的库房，应保证有 1 支水枪的充实水柱达到同层内任何部位，其布置间距如图 1-29(a)、(c)所示；其他民用建筑应保证有 2 支水枪的充实水柱达到同层内任何部位，其布置间距如图 1-29(b)、(d)所示。

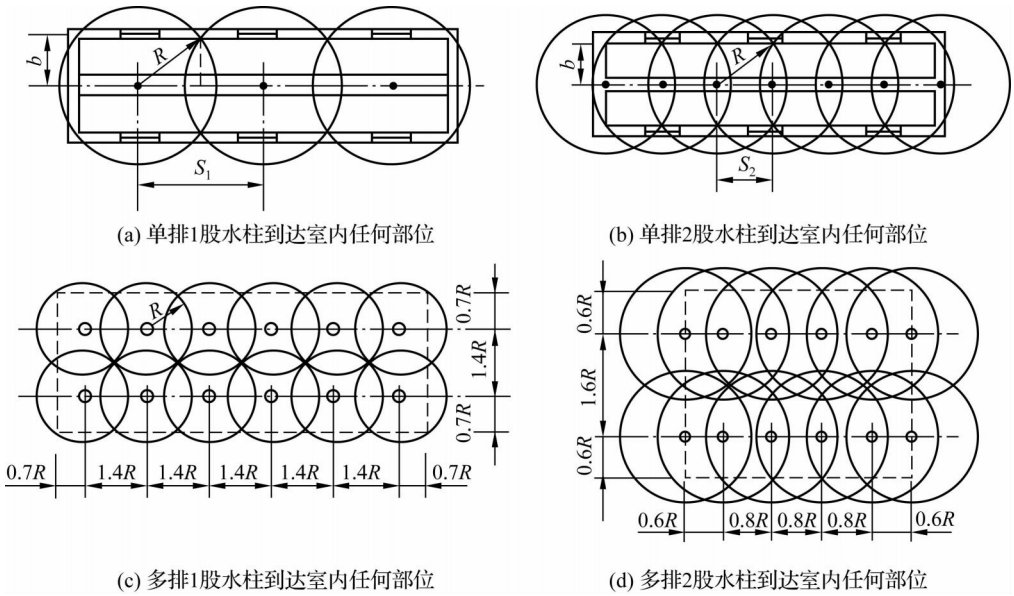


图 1-29 消火栓布置间距

②消火栓口中心距地面的安装高度为 1.1 m，栓口宜向下或与墙面垂直安装。

③消火栓应设在使用方便的走道内，宜靠近疏散方便的通道口处和楼梯间内。

④高层建筑室内消火栓布置间距不应大于 30 m，高层建筑的裙房及多层建筑的室内消火栓布置间距不应大于 50 m。

⑤高级宾馆、重要办公楼及一类的商业楼、展览楼、综合楼和建筑高度超过 100 m 的其他高层建筑应增设消防卷盘，以便于一般工作人员灭火。

(4)消防给水管道布置。室内消防给水管道布置应满足以下要求。

①室内消火栓超过 10 个，而且室内消防水流速大于 15 L/s 时，室内消火栓给水管道应从建筑物不同方向至少设置两条引入管与室外环状给水管网连接，以保证安全供水。

②高层建筑室内消防管道应布置成独立的环状管网，不仅水平管道呈环状，立管也应布置成环状，以保证一根管道发生事故时，仍然能够保证消防用水量和水压的要求。

③超过 6 层的塔楼(采用双阀双出口消火栓的除外)和通廊式住宅，超过 5 层或体积大于 10 000 m^3 的其他民用建筑，超过 4 层的厂房和库房，如室内消防立管为两条或两条以上时，应至少每两条立管连成环状；对于 18 层及 18 层以下，每层不超过 8 户，建筑面积小于 650 m^2 的塔式住宅，当设置两根消防立管有困难时，允许设置一根立管，但必须采用双阀双出口型消火栓。

④每根消防立管的直径应按通过的消防流量计算确定，但不应小于 100 mm，对于带有两个及两个以上双阀双栓口的消防立管，其直径应为 150 mm。

⑤室内消火栓给水管网与自动喷水灭火设备的管网应分开设置，如有困难，应在报警阀前分开设置。

⑥室内消防给水管道应用阀门分割成若干独立段，如某一管段损坏时，停止使用的消火栓在一层中不应超过 5 个。阀门应该经常处于开启状态，并应有明显的启闭标志。

(5)水箱及减压装置设置。高位消防水箱的设置高度应保证最不利点消火栓静水压力要求。按照《建筑设计防火规范》(2018 年版)(GB 50016—2014)的要求，建筑高度不超过 100 m 时，最不利点消火栓的静水压力不应低于 0.07 MPa(检查用消火栓除外)；当建筑高度超过 100 m 时，其最不利点消火栓静水压力不应低于 0.15 MPa。当消防泵工作时，栓口压力超过 0.5 MPa 的消火栓应采用减压措施，常用的减压装置为减压孔板。

1.5.2 自动喷水灭火系统

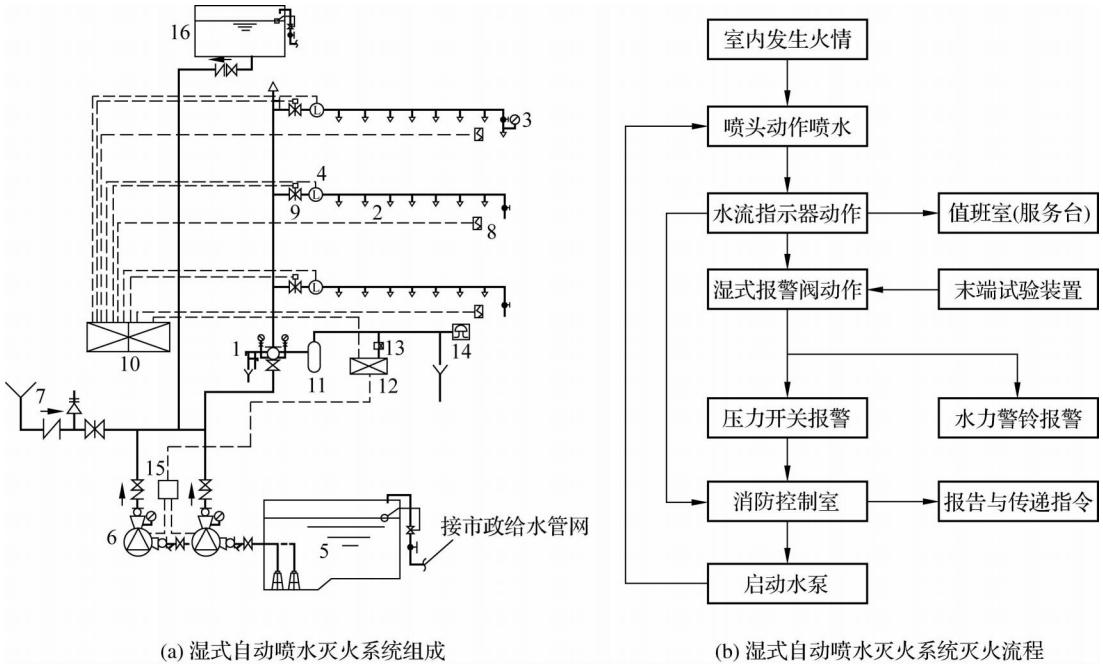
视频
自动喷水灭火系统

1. 自动喷水灭火系统的分类及组成

自动喷水灭火系统根据喷头的开闭形式分为闭式自动喷水灭火系统和开式自动喷水灭火系统。

(1)闭式自动喷水灭火系统。闭式自动喷水灭火系统是指在自动喷水灭火系统中采用闭式喷头，平时系统为封闭系统，火灾发生时喷头打开，使得系统为敞开式系统喷水。闭式自动喷水灭火系统由水源、加压贮水设备、喷头、管网、报警装置等组成。

①湿式自动喷水灭火系统。这是喷头常闭的灭火系统，如图 1-30 所示。

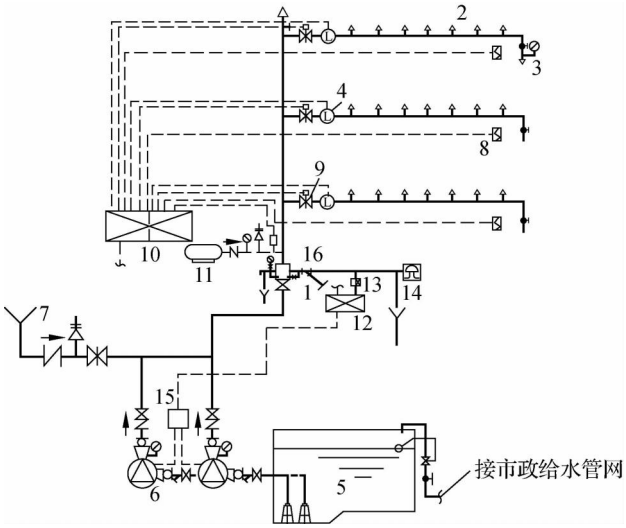


(a) 湿式自动喷水灭火系统组成　　(b) 湿式自动喷水灭火系统灭火流程

1—湿式报警阀；2—闭式喷头；3—末端试水装置；4—水流指示器；5—消防水池；6—消防水泵；7—水泵接合器；8—探测器；9—信号闸阀；10—报警控制器；11—延迟器；12—电气控制箱；13—压力开关；14—水力警铃；15—水泵启动箱；16—高位水箱。

图 1-30　湿式自动喷水灭火系统示意图

②干式自动喷水灭火系统。这是喷头常闭的灭火系统，管网中平时不充水，充有有压空气(或氮气)，如图 1-31 所示。



1—干式报警阀；2—闭式喷头；3—末端试水装置；4—水流指示器；5—消防水池；
6—消防水泵；7—水泵接合器；8—探测器；9—信号闸阀；10—报警控制器；
11—空压机；12—电气控制箱；13—压力开关；14—水力警铃；
15—水泵启动箱；16—过滤器。

图 1-31 干式自动喷水灭火系统示意图

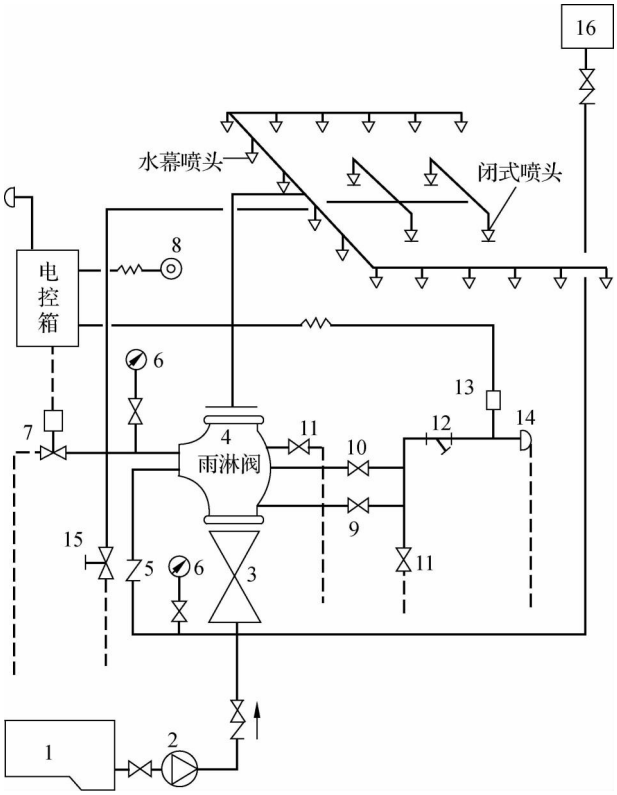
③预作用喷水灭火系统。这是喷头常闭的灭火系统，管网中平时不充水(无压)。

(2)开式自动喷水灭火系统。开式自动喷水灭火系统是指在自动喷水灭火系统中采用开式喷头，平时系统为敞开状态，报警阀处于关闭状态，管网中无水，火灾发生时报警阀开启，管网充水，喷头喷水灭火。

开式自动喷水灭火系统由开式喷头、管道系统、控制阀、火灾探测器、报警控制装置、控制组件和供水设备等组成。

①雨淋喷水灭火系统。这是喷头常开的灭火系统，当建筑物发生火灾时，由自动控制装置打开集中控制阀门，使整个保护区域所有喷头喷水灭火。

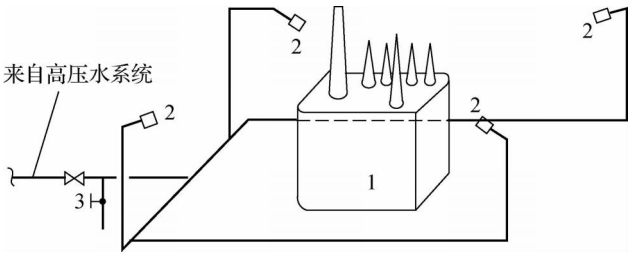
②水幕系统。该系统喷头沿线状布置，发生火灾时主要起阻火、冷却、隔离作用，如图 1-32 所示。



1—水池；2—水泵；3—供水闸阀；4—雨淋阀；5—止回阀；6—压力表；
7—电磁阀；8—按钮；9—试警铃阀；10—警铃管阀；
11—放水阀；12—滤网；13—压力开关；14—警铃；
15—手动快开阀；16—水箱。

图 1-32　水幕系统示意图

③水喷雾灭火系统。该系统用喷雾喷头把水粉碎成细小的水雾滴之后喷射到正在燃烧的物质表面，通过表面冷却、窒息以及乳化、稀释的同时作用实现灭火。图 1-33 所示为变压器水喷雾灭火系统布置示意图。



1—变压器；2—水雾喷头；3—排水阀。

图 1-33　变压器水喷雾灭火系统布置示意图

2. 喷头及控制配件

(1)喷头。闭式喷头的喷口用由热敏元件组成的释放机构封闭，当达到一定温度时能自动开启，如玻璃球爆炸、易熔合金脱离。其构造按溅水盘的形式和安装位置有直立型、下垂型、边墙型、普通型、吊顶型和干式下垂型之分，如图 1-34 所示。

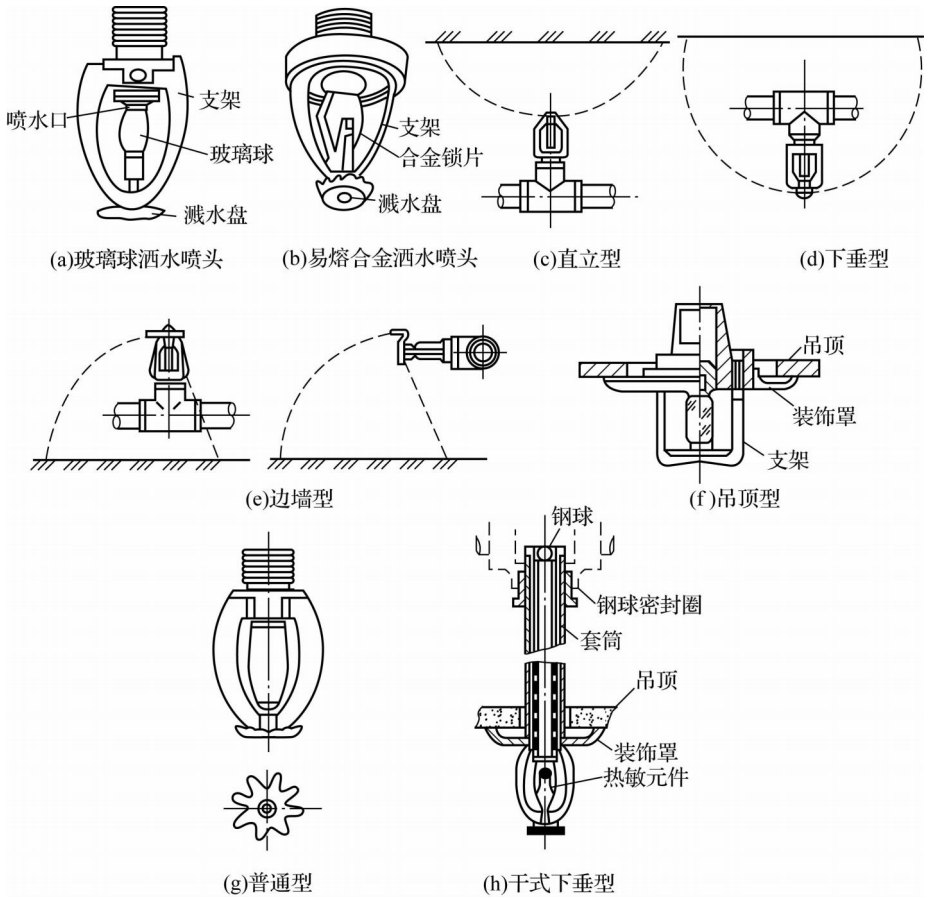
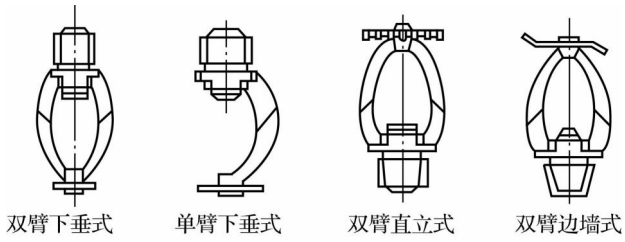


图 1-34 闭式喷头构造示意图

开式喷头根据用途又分为开启式喷头、水幕喷头和喷雾喷头三种类型，其构造如图 1-35 所示。



(a)开启式洒水喷头

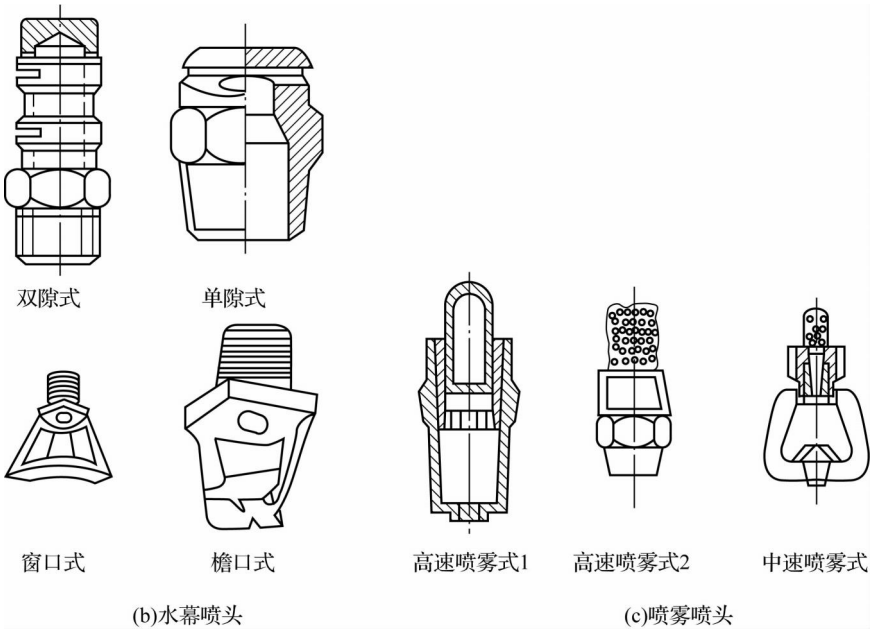


图 1-35　开式喷头构造示意图

(2)报警阀。报警阀的作用是开启和关闭管网的水流，传递控制信号至控制系统并启动水力警铃直接报警，有湿式、干式和雨淋式三种类型，如图 1-36 所示。

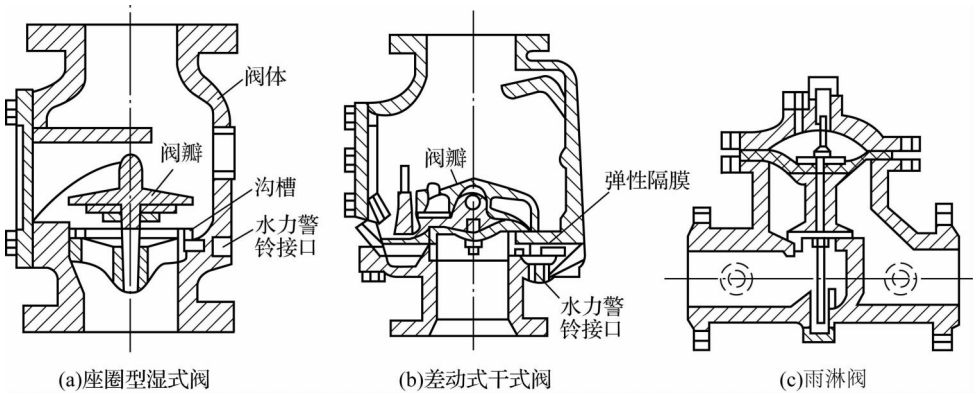


图 1-36　报警阀构造示意图

(3)水流报警装置。水流报警装置主要有水力警铃、水流指示器和压力开关。

水力警铃主要用于湿式喷水灭火系统，宜装在报警阀附近(其连接管不宜超过 6 m)。

水流指示器用于湿式喷水灭火系统中，通常安装于各楼层的配水干管或支管上。

压力开关垂直安装于延迟器和报警阀之间的管道上。

(4)延迟器。延迟器是一个罐式容器，安装于报警阀与水力警铃(或压力开关)之间，用来防止由于水压波动引起报警阀开启而导致的误报。报警阀开启后，水流需经 30 s 左右充满延迟器后方可冲打水力警铃。

(5)火灾探测器。火灾探测器有感烟和感温两种类型，布置在房间或走道的顶棚下面。

3. 喷头及管网布置

喷头应根据天花板、吊顶的装修要求布置成正方形、矩形和菱形三种形式；水幕喷头根据成帘状的要求应布置成线状，根据隔离强度要求可布置成单排、双排和防火带形式。图 1-37所示为喷头布置的基本形式。

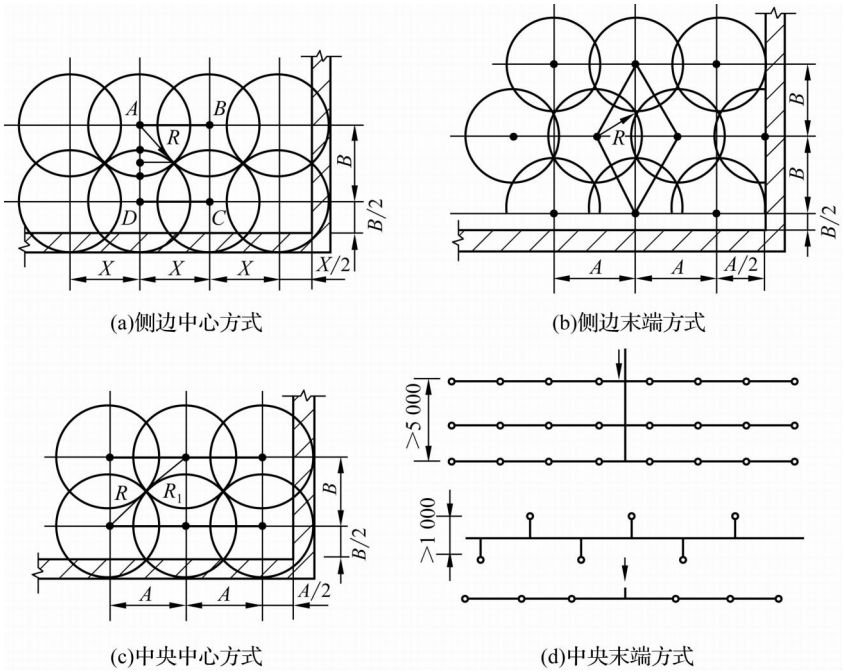
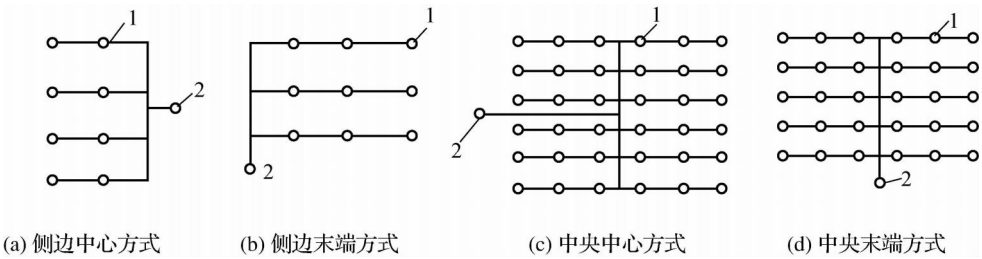


图 1-37　喷头布置的几种形式

自动喷水灭火管网，应根据建筑平面的具体情况布置成侧边式或中央式，如图 1-38 所示。一般情况下，每根支管上设置的喷头不宜多于 8 个。



1—立管；2—干管（主立管）。

图 1-38　管网布置的形式

1.6 建筑热水系统

1.6.1 热水供应系统的分类及组成

视频
建筑热水给水系统

1. 热水系统的分类

热水系统按供水范围的大小可分为局部热水供应系统、集中热水供应系统和区域热水供应系统。

(1)局部热水供应系统。

①特点。供水范围小,热水分散制备,一般靠近用水点采用小型加热器供局部范围内一个或几个配水点使用,系统简单,造价低,维修管理方便,热水管路短,热损失小。

②适用场所。该系统适用于使用要求不高、用水点少而分散的建筑,如单元式住宅、医院、诊所和布置较分散的车间、卫生间等。

③热源。宜采用燃气、太阳能、电热水器等。

(2)集中热水供应系统。

①特点。供水范围大,热水集中制备,用管道输送到各配水点。一般在建筑内设专用锅炉房或热交换器将水集中加热后,通过热水管道将水输送到一幢或几幢建筑使用。这种系统加热设备集中,管理方便,设备系统复杂,一次性建设投资较高,管路热损失较大。

②适用场所。该系统适用于热水用量大、用水点多且分布比较集中的建筑,如高级居住建筑及旅馆、医院、疗养院、体育馆等公共建筑。

③热源。宜采用专用锅炉房、热交换器、太阳能(带其他辅助热源)等。

(3)区域热水供应系统。

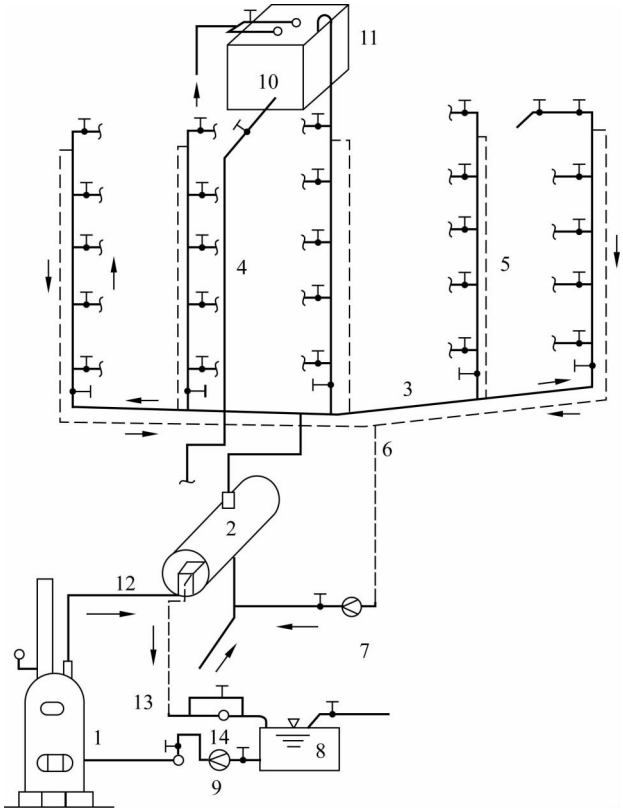
①特点。水在热电厂、区域性锅炉房或区域热交换站加热,通过室外热水管网将热水输送至城市各建筑中。该系统便于集中统一维护管理和热能综合利用,并且消除分散的小型锅炉房,减少环境污染,设备、系统复杂,需敷设室外供水和回水管道,基建投资较高。

②适用场所。该系统适用于要求供热水的集中区域住宅和大型工业企业。

③热源。热电厂、区域性锅炉房或区域热交换站。

2. 热水系统的组成

建筑内热水系统中,局部热水供应系统所用的加热器、管路等比较简单;区域热水供应系统管网复杂、设备多;集中热水供应系统应用普遍,如图 1-39 所示。集中热水供应系统一般由下列部分组成:热媒系统(第一循环系统)、热水系统(第二循环系统)、热源和加热设备。



1—锅炉；2—水加热器；3—配水干管；4—配水立管；5—回水立管；
6—回水干管；7—循环泵；8—凝结水箱；9—冷凝水泵；10—给水水箱；
11—透气管；12—热媒蒸汽管；13—凝水管；14—疏水器。

图 1-39　热媒为蒸汽的集中热水供应系统

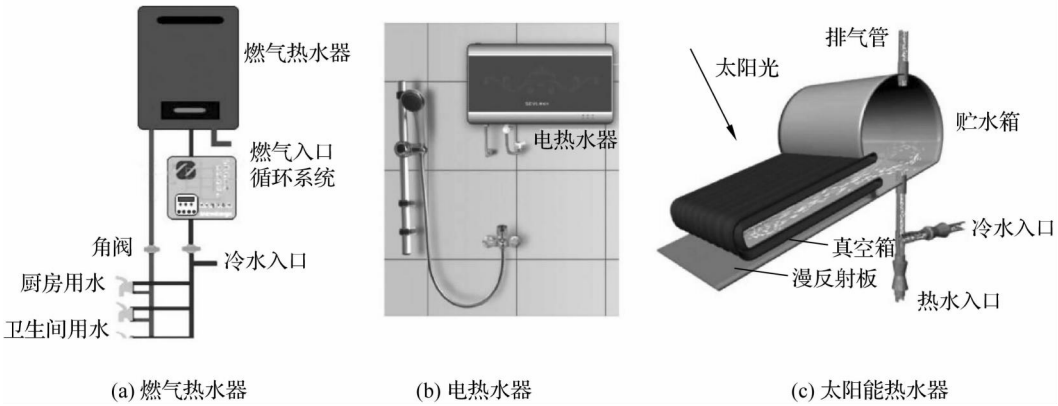
(1)热媒系统(第一循环系统)。热媒系统又称为第一循环系统，由热源、水加热器和热媒管网组成。锅炉生产的蒸汽(或过热水)通过热媒管网输送到水加热器，经散热面加热冷水。蒸汽经过热交换变成凝结水，靠余压经疏水器沉至凝结水箱，凝结水和新补充的冷水经冷凝循环泵再送回锅炉生产蒸汽。如此循环而完成水的加热，此循环为热水制备过程。循环过程如下：锅炉→热媒管→水加热器→冷凝水管→冷凝水池→冷凝水循环泵→锅炉。

(2)热水系统(第二循环系统)。热水系统又称为第二循环系统，由热水配水管网和回水管网、循环水泵组成。被加热到一定温度的热水，从水加热器中出来经配水管网送至各个热水配水点，而水加热器中的冷水由屋顶的水箱或给水管网补给。为了保证用水点的水温，在立管和水平干管甚至支管处设置回水管，使部分热水经过循环水泵流回水加热器再加热。

(3)热源和加热设备。

①热源：局部热水供应系统的热源有燃气、电力、太阳能等。集中热水供应系统的热源，可按下列顺序选择：工业余热、废热、地热和太阳能，能保证全年供热的热力管网，区域锅炉房，专用蒸汽或热水锅炉。

②加热设备：锅炉，水加热器(燃气热水器、电热水器、太阳能热水器，见图 1-40)。



(a) 燃气热水器　(b) 电热水器　(c) 太阳能热水器

图 1-40　水加热器

3. 加热水箱和热水贮水箱(罐)

(1)加热水箱(图 1-41):一种简单的热交换设备,在水箱中安装蒸汽多孔管或蒸汽喷射器,可构成直接加热水箱;在水箱中安装排管或盘管,可构成间接加热水箱。

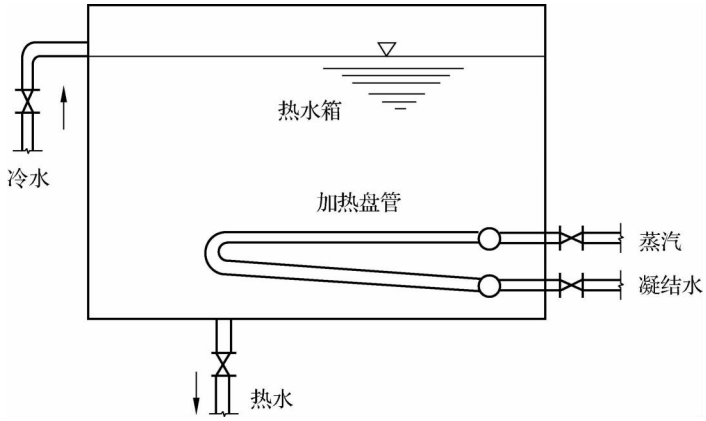


图 1-41　加热水箱

(2)热水贮水箱(罐):一种专门调节热水量的容器。可在用水不均匀的热水供应系统中设置,以调节水量,稳定出水温度。

4. 热水系统附件

热水系统中为满足控制、连接和使用的需要,以及消除由于温度的变化而引起的水的体积膨胀,常设置的附件有温度自动调节器、减压阀、自动排气阀、高位冷水箱和膨胀管、疏水器、伸缩器等。

(1)温度自动调节器。当热水采用蒸汽直接加热或采用容积式水加热器间接加热时,为了控制水加热器的出口温度,调节蒸汽进量,可在水加热器上安装温度自动调节器。

(2)减压阀。若热水供应系统采用蒸汽为热媒进行加热,且蒸汽供应管网的压力远大于水加热器所规定的蒸汽压力要求,应在水加热器的蒸汽入口管上安装减压阀,以把蒸汽压力降到规定值,确保设备的运行安全。减压阀是利用流体通过阀体内的阀瓣时产生局部阻力,损耗流体的能量来减压。

(3)自动排气阀。及时排出上行下给式管网中顶部横管中热水汽化产生的气体,保证管内热水通畅,应在管道最高处安装自动排气阀。

(4)高位冷水箱和膨胀管。在开式热水供应系统中应设置高位冷水箱和膨胀管,以缓解给水管道中水压的波动,保证用户用水压力的稳定。膨胀管上严禁装设任何阀门且应防冻,以确保热水供应系统的安全。

(5)疏水器。疏水器的作用是保证凝结水及时排放,同时又阻止蒸汽漏失。在蒸汽的凝结水管道上应装设疏水器。

(6)伸缩器。热水系统中直线管段较长,无法利用自然补偿时,应设置不锈钢波纹管、多球橡胶软管等伸缩器以解决管道伸缩量。

1.6.2 加热方式及供水方式

1.加热方式

热水加热方式可分为直接加热和间接加热。

(1)直接加热。直接加热也称一次换热,是利用以燃气、燃油、燃煤为燃料的热水锅炉把冷水直接加热或将蒸汽直接通入冷水混合来制备热水,热媒与被加热水直接接触。

(2)间接加热。间接加热也称二次换热,是将热媒(蒸汽)通过水加热器把热量传递给冷水以达到加热冷水的目的。在加热过程中,热媒与被加热水不直接接触。

2.供水方式

(1)按照循环方式的不同,可分为全循环、半循环和非循环三种方式。

(2)根据热水循环系统中采用循环动力的不同,可分为自然循环和机械循环两种方式。

(3)按照系统是否与大气相通,可分为开式和闭式两种方式。

(4)根据各循环环路布置长度的不同,可分为同程式和异程式两种方式。

(5)根据其在一天中所供应时间长短的不同,可分为全日制、定时制两种方式。

1.6.3 热水管道的布置与敷设

视频
建筑热水系统的布置与敷设

1.热水管道的布置

按照水平干管的敷设位置,热水管网可布置成下行上给式、上行下给式两种形式。

(1)下行上给式热水系统的水平干管可布置在地沟内或地下室的顶部,但不允许埋地。为了利用系统最高配水点进行排气,系统的循环回水管应在配水立管最高配水点以下大于或等于 0.5 m 处连接;水平干管应有大于或等于 0.3%的坡度,其坡向与水流的方向相反,并在系统的最低处设置泄水阀门,以便检修时泄空管网存水;热水管道通常与冷水管道平行布置,热水管道在上、左,冷水管道在下、右。

(2)上行下给式热水系统的水平干管可布置在建筑最高层吊顶内或专用技术设备层内,应有大于或等于 3%的坡度,其坡向与水流的方向相反,并在系统的最高点处设置自动排气阀进行排气;高层建筑热水供应系统与冷水供应系统一样,应采用竖向分区,以保证系统冷热水的压力平衡,便于调节冷热水混合龙头的出水温度,并要求各区的水加热器和贮水器的进水均应由同区的给水系统供应;当不能满足要求时,应采取保证冷热水压力平衡的措施。

2. 热水管道的敷设

热水管道的敷设应按给水管道有关规定执行，除此之外，还应满足以下要求。

(1)热水管道穿过墙、基础和楼板时应设套管。穿过卫生间楼板的套管应高出室内地面5～10 cm，以避免地面积水从套管渗入下层。

(2)为了避免热胀冷缩对管件或管道接头的破坏作用，热水干管应装设自然补偿管道或管道补偿器。

(3)热水给水立管与横管连接时，为了避免因伸缩应力而破坏管道，应采用乙字弯的连接方式。

(4)上行下给式开式系统可利用膨胀管排气，闭式系统一般在系统最高点设置自动排气阀。下行上给式的回水干管在下，可利用最高配水件排气；回水干管在上，需设自动排气阀。

(5)热水给水立管始端、回水立管末端和装设多于五个配水龙头的支管始端均应设置阀门，以便于调节和检修。

(6)为了防止热水倒流或串流，水加热器或热水贮罐的进水管、机械循环的回水管、直接加热混合器的冷热水供水管，均应设置止回阀。

1.6.4 热水系统的保温

热水锅炉、燃气及燃油热水机组、水加热设备、热水水箱、贮水器、分(集)水器、热水供水干管与立管、循环回水干管和立管，均应进行保温，以减少能量浪费，保证较远的配水点能得到设计水温的热水。

绝热材料应选用导热系数小、质量轻、无腐蚀性并具有一定机械强度的材料，还应考虑施工维修方便、价格便宜、防火性能等。常用的保温材料有岩棉、超细玻璃棉、硬聚氨酯、橡塑泡棉等。

热水供水管、回水管和热媒水管的保温层厚度可参考表 1-1 选用；蒸汽管采用憎水珍珠岩管壳保温时，其保温层厚度见表 1-2；水加热器、热水分水器、开水器等设备采用岩棉制品、硬聚氨酯发泡塑料等保温时，保温层厚度可为 35 mm。

管道和设备在保温前应进行防腐蚀处理。

为了增加绝热结构的机械强度及防湿功能，应在绝热层外做保护层。一般采用石棉水泥、麻刀灰、油毛毡、玻璃布、铝箔等保护层，用金属薄板做保护层较好。

表 1-1 热水供水、回水管及热媒水管的保温层厚度　　单位：mm

管径 *DN*	热水供水管、回水管				热媒水管	
	15～20	25～50	65～100	＞100	≤50	＞50
保温层厚度	20	30	40	50	40	50

表 1-2 蒸汽管的保温层厚度

管径 *DN*	≤40	50～65	≥80
保温层厚度	50	60	70

1.6.5 高层建筑热水供应系统

高层建筑的热水供应系统应做竖向分区，其分区的原则、方法和要求与给水系统相同。

由于高层建筑使用热水要求标准高、管路长，因此宜设置机械循环热水供应系统。机械循环热水供应系统主要有以下两种。

1. 集中加热分区热水供应系统

集中加热分区热水供应系统的各区热水管网自成独立系统，其容积式水加热器集中设置在底层或地下室，水加热器的冷水供应来自各区给水水箱，加热后将热水分别送往各区使用，这样可使卫生器具的冷热水水龙头出水均衡。此种系统管道多采用上行下给式布置。

集中加热分区热水供应系统由于各区加热设备均集中设置在一起，故建筑设计易于布置和安排，同时维护管理方便，热媒管道（高压蒸汽管和凝结水管）最短。但这种方式使高层建筑上部各供水分区加热设备（来自本区水源装置高位水箱）的冷水供水管道长，因而造成这些区的用水点冷、热水压差较大，并且加热设备和循环水泵承压高。因此，集中加热分区热水供应系统适用于高度在 100 m 以内的建筑。

2. 分区加热热水供应系统

高层建筑各分区的加热设备各自分别设在本区或邻区的范围内，加热后的水沿本区管网系统送至各用水点，此种热水供应系统称为分区加热热水供应系统。

分区加热热水供应系统由于各区加热设备均设于本区或邻区内，因而用水点处冷水、热水压差小，同时设备承压也小，对设计、制造、安装都比较有利，节省钢材、造价低；其缺点是热媒管道长，设备设置分散，维护管理不方便，占用面积较大。该系统适用于分区较多（三个分区以上）及建筑高度在 100 m 以上的建筑，特别是超高层建筑尤其适用。

1.7 建筑中水工程

1.7.1 中水系统的分类及组成

1. 中水系统的分类

中水系统按照其服务的范围不同，可分为建筑物中水系统、小区中水系统和城镇中水系统三类。

(1)建筑物中水系统。建筑物中水系统是指单幢（或几幢相邻建筑）所形成的中水供应系统。

根据其系统的设置情况不同可分为以下两种形式。

①具有完善排水设施的建筑中水系统。它指建筑物内部的排水系统为分流制，生活污水单独排入小区排水管网或化粪池，以杂排水或优质杂排水（不含粪便污水）作为中水的水源，这种杂排水经过收集汇流后，通过设置在建筑物地下室内或临近建筑物室外的水处理设施的处理，又输送到该建筑内或周围，用以冲洗厕所、涮洗拖布、绿化、洗车、水景布水等。建筑物内部的供水采用生活饮用水给水系统和中水给水系统的双管分质给水系统。该系统的工艺流程如图 1-42 所示。

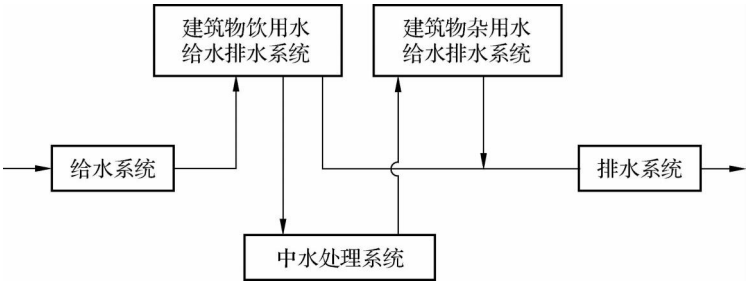


图 1-42　排水设施完善地区的单幢建筑物中水系统

②排水设施不完善的建筑中水系统。它指建筑物内的排水采用合流制排水系统，建筑物内的生活污水排入污水局部处理构筑物，如沉砂池、沉淀池、隔油井或化粪池等，以通过污水局部处理构筑物简单处理过的水作为建筑物中水的水源，然后通过设置在建筑物地下室内或临近建筑物室外的水处理设施的处理，采用双管分质供水的方式将中水输送到建筑物内，作为杂用水之用，其工艺流程如图 1-43 所示。

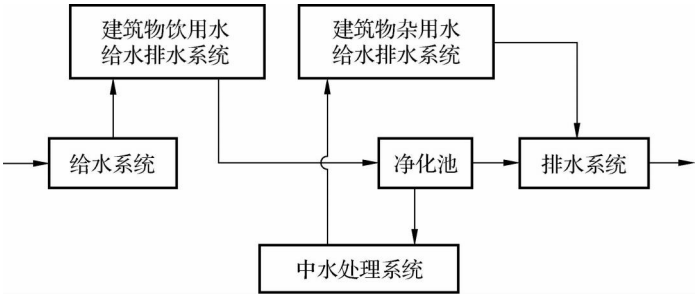


图 1-43　排水设施不完善地区的单幢建筑物中水系统

(2)小区中水系统。小区中水系统是指在居住小区、院校和机关大院等建筑区内建立的中水系统。

小区中水系统以小区内各建筑物排放的优质杂排水或杂排水作为水源，经过中水处理系统的处理后，通过小区配水管网分配到各个建筑物内使用。

小区内的中水给水系统可采用全部完全分流系统、部分完全分流系统、半完全分流系统和无分流系统的简化系统等形式。

(3)城镇中水系统。城镇中水系统是以城镇二级污水处理厂(站)的出水和雨水作为中水的水源，再经过城镇中水处理设施的处理，达到中水水质标准后，作为城镇杂用水使用。设置中水系统的城镇供水采用双管分质、分流的供水系统，但城镇排水和建筑物内的排水系统不要求必须采用分流制。

2. 中水系统的组成

(1)中水原水系统。中水原水系统是指收集、输送中水原水到中水处理设施的管道系统和附属构筑物，分为污废水分流制和合流制两类系统。建筑中水系统多采用分流制中的优质杂排水或杂排水作为中水水源。

(2)中水处理系统。中水处理工艺按组成段可分为预处理、主处理和后处理三个阶段。

预处理阶段主要是用来截留中水原水中较大的漂浮物、悬浮物和杂物，分离油脂，调节

水量和 pH 等，其处理设施主要有格栅、滤网、沉砂池、隔油井、化粪池等。

主处理阶段主要是用来去除原水中的有机物、无机物等，其主要处理设施包括沉淀池、混凝池、气浮池和生物处理设施等。

后处理阶段主要是对中水水质要求较高的用水进行的深度处理，常用的处理方法或工艺有膜滤、活性炭吸附和消毒等，其主要处理设施包括过滤池、吸附池、消毒设施等。

(3)中水供水系统。中水供水系统是指将中水处理站处理后的中水输送到各中水用水点的管网系统，包括中水输配水管道系统、中水贮水池、高位水箱、中水加压泵站或气压给水设备等。

中水供水管道系统应单独设置，管网系统的类型、供水方式、系统组成、管道敷设形式和水力计算的方法均与给水系统基本相同，只是在供水范围、水质、使用等方面有些限定和特殊要求。

中水供水管道必须具有耐腐蚀性，一般宜采用塑料给水管、塑料和金属复合管或其他给水管材，不得采用非镀锌钢管。

中水贮存池(箱)宜采用耐腐蚀、易清垢的材料制作，钢板池(箱)的内外壁及其附配件均应采取防腐蚀处理。中水管道上不得装设取水龙头，当装有取水接口时，必须采取严格的防止误饮、误用的措施。中水用水点宜采用使中水不与人直接接触的密闭器具，冲洗汽车、浇洒道路和绿化等的用水处宜采用有防护功能的壁式或地下式给水栓。

1.7.2 中水水源、水质、处理工艺及安全防护

1. 中水水源

中水水源的选用应根据原排水的水质、水量、排水状况和中水所需的水质、水量等来确定。

一般生产冷却水和生活废、污水，其取舍顺序为：冷却水→淋浴排水→盥洗排水→洗衣排水→厨房排水→厕所排水等。医院污水不宜作为中水水源，严禁将工业污水、传染病医院污水和放射性污水作为中水的水源。

2. 中水水质

(1)中水原水水质。建筑中水原水的水质应以实测资料为准。

(2)中水水质标准。中水的水质必须在卫生方面安全可靠，无有害物质，外观上无使人不快的感觉，不得使管道设备产生结垢和腐蚀。中水用于采暖系统补水等其他用途时，其水质应达到相应使用要求的水质标准，当中水同时满足多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

3. 中水处理工艺流程

当以优质杂排水或杂排水作为中水原水时，可采用以物化处理为主的工艺流程，或采用生物处理与物化处理相结合的工艺流程，如图 1-44 所示。

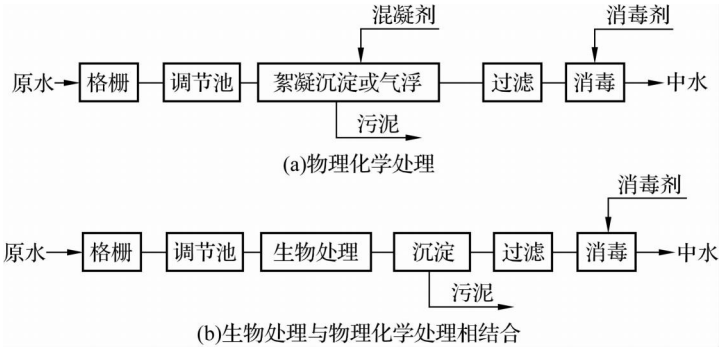


图 1-44　优质杂排水和杂排水为中水水源的水处理工艺流程

当以生活污水为中水水源时，因原水中悬浮物和有机物的浓度都很高，中水处理的目的是去除水中的悬浮物和有机物，此时宜采用二段生物处理或生物处理与物化处理相结合的工艺流程，如图 1-45 所示。

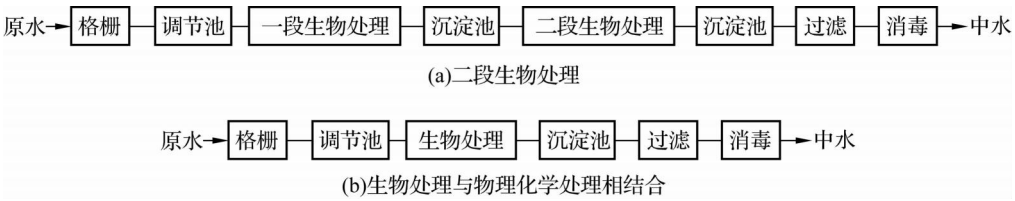


图 1-45　生活污水为中水水源的水处理工艺流程

当利用污水处理站二级生物处理出水作为中水水源时，中水处理的目的是去除水中残留的悬浮物，降低水的浊度和色度，此时宜采用物化处理或三级处理工艺流程。其工艺流程如图 1-46 所示。

图 1-46　污水处理站二级生物处理出水为中水水源的水处理工艺流程

4. 中水系统的安全防护

中水管道严禁与生活饮用水管道连接，避免造成因中水管道系统与生活饮用水系统误接，污染生活饮用水水质。

中水管道与生活饮用水给水管道、排水管道等平行埋设时，其水平净距不得小于0.5 m；交叉埋设时，中水管道应位于生活饮用水管道下面、排水管道的上面，其净距均不得小于0.15 m。

中水管道外壁应按有关标准的规定涂色和做标志，一般情况下，若中水管道采用外壁为金属的管材时，其外壁的颜色应涂浅绿色；当采用外壁为塑料的管材时，应采用浅绿色的管道，并应在其外壁模印或打印明显耐久的“中水”标志，以避免与其他管道混淆。

在中水贮存池（箱）、阀门、水表、给水栓、取水口等处均应有明显的“中水”标志。公共场所及绿化的中水取水口应设置带锁装置。

中水贮存池(箱)设置的溢流管、泄水管均应采用间接排水方式排出,溢流管应设置隔网。

为了保证中水系统运行管理的安全,保证中水的供水水质,中水处理站的管理人员和中水供应系统日常维护的从业人员应经过专门的岗前培训,学习中水的有关知识和运行管理中应注意的事项,在取得相关部门颁发的合格证书后方可上岗。

思 考 题

1. 建筑内给水系统由哪几部分组成?各有什么作用?
2. 建筑给水方式有哪几种?其优缺点和适用场所是什么?
3. 建筑给水管材有哪几种?各有何特点?
4. 建筑给水管道的布置原则和敷设要求是什么?
5. 高层建筑给水系统有何特点?