



高等职业教育土建类专业“十四五”新形态系列教材

建筑设备 安装识图 与施工工艺

JIANZHU SHEBEI

第2版

ANZHUANGSHITU YU SHIGONGGONGYI

主 编 吕东风 常爱萍

副主编 阮晓玲 刘 钢

主 审 李 锋



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

·长沙·

内容简介

本书为高等职业教育土建类专业“十四五”新形态教材，全书分为五个模块，内容包括：建筑给排水系统、建筑供暖与燃气供应工程、建筑通风与空气调节工程、建筑电气工程、安装施工图识图综合实训等。本书注重培养学生对建筑设备施工图的识读能力，按照最新国家标准、规范编写，内容知识体系完整，图文并茂，浅显易懂，具有较强的实用性和借鉴性，配有相应的多媒体电子教学课件。

本书适用于工程造价、建筑工程技术、房地产经营与估价、建筑设计技术、建筑工程管理等专业的学生使用，也可作为成教学院、网络学院土建类专业专科教学，还可以作为相关专业工程技术人员培训参考用书。

出版说明 INSTRUCTIONS

遵照《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》(国发[2014]19号)提出的“服务经济社会发展 and 人的全面发展,推动专业设置与产业需求对接,课程内容与职业标准对接,教学过程与生产过程对接,毕业证书与职业资格证书对接”的基本原则,为全面推进高等职业院校土建类专业教育教学改革,促进高端技术技能型人才的培养,依据国家高职高专教育土建类专业教学指导委员会制定的《高职高专土建类专业教学基本要求》,通过充分的调研,在总结吸收国内优秀高等职业教育教材建设经验的基础上,我们组织编写和出版了这套高等职业教育土建类专业新形态系列教材。

高等职业教育教学改革不断深入,土建行业工程技术日新月异,相应国家标准、规范,行业、企业标准、规范不断更新,作为课程内容载体的教材也必然要顺应教学改革和新形势的变化,适应行业的发展变化。教材建设应该按照最新的职业教育教学改革理念构建教材体系,探索新的编写思路,编写出版一套全新的、高等职业院校普遍认同的、能引导土建专业教学改革的新形态系列教材。为此,我们成立了教材编审委员会。教材编审委员会由全国30多所高职院校的权威教授、专家、院长、教学负责人、专业带头人及企业专家组成。编审委员会通过推荐、遴选,聘请了一批学术水平高、教学经验丰富、工程实践能力强的骨干教师及企业专家组成编写队伍。

本套教材具有以下特色:

1. 遵循《“十四五”职业教育规划教材建设实施方案》,坚持立德树人,落实课程思政。
2. 教材依据国家高职高专教育土建类专业教学指导委员会制定的《高职高专土建类专业教学基本要求》编写,体现科学性、创新性、应用性,体现土建类教材的综合性、实践性、区域性、时效性等特点。
3. 适应高职高专教学改革的要求,以职业能力为主线,采用行动导向、任务驱动、项目载体,教、学、做一体化模式编写,按实际岗位所需的知识能力来选取教材内容,实现教材与工程实际的零距离“无缝对接”。
4. 体现先进性特点。将土建学科的新成果、新技术、新工艺、新材料、新知识纳入教材,

结合最新国家标准、行业标准、规范编写。

5. 教材内容与工程实际紧密联系。教材案例选择符合或接近真实工程实际,有利于培养学生的工程实践能力。

6. 以社会需求为基本依据,以就业为导向,融入建筑企业岗位(八大员)职业资格考试、国家职业技能鉴定标准的相关内容,实现学历教育与职业资格认证相衔接。

7. 教材体系立体化。为了方便教师教学和学生学习,本套教材建立了多媒体教学电子课件、电子图集、教学指导、教学大纲、案例素材等教学资源支持服务平台;教材采用了融媒体形式出版,读者扫描书中的二维码,即可阅读丰富的工程图片、演示动画、操作视频、工程案例、拓展知识等。

高等职业教育土建类专业新形态系列教材

编审委员会

前言 PREFACE

本教材以《高等职业教育工程土建类人才教育标准和培养方案》为指导,以培养较强的实践能力、高素质的应用型、技术技能型人才为导向,贯彻实践为主、理论为辅的原则,对建筑设备各方面的内容进行了较为详尽的介绍。编者均为多年从事建筑设备施工和工程造价的行业人员,具有丰富的现场实践经验和教学经验,对于专业知识的深度和广度有较好的把握。

本教材主要特色有以下几点。

1. 注重知识、能力和素质三者之间的关系

本教材在编写过程中,从培养高技能应用型人才这一总体目标出发,以培养专业技术能力为主线,科学处理好知识、能力和素质三者之间的关系,着重体现基础理论知识、基本技能和职业能力的训练。建筑设备在建筑节能中占有重要比例,本教材大力倡导节能环保理念,涉及建筑领域近年的新技术、新工艺。

2. 基础理论以必需、够用为度,以应用为目的

建筑设备工程包括了给水排水工程专业、供热工程专业、通风与空调及动力专业和建筑电气专业的理论知识。专业涉及面广、专业知识较多。本教材在编写过程中坚持理论知识以必需、够用为度的原则,以应用为目的。

3. 紧扣最新设计、施工验收规范,力求知识准确

本教材的作者均为有专业实践经验的教师,同时邀请企业工程技术人员指导,做到紧扣最新设计、施工验收规范,力求知识准确。

4. 可适用多个专业使用

该教材理论够用、内容充实、重点突出。主要结合了“建筑工程造价”专业人才培养方案的要求来编写,也可供建筑工程技术、房地产经营与估价、建筑设计技术、建筑工程管理等专业的学生使用。

全书系统地介绍了建筑给水排水工程、建筑消防系统、建筑热水及饮用水供应系统、建筑中水系统、建筑给水排水施工图识图与施工工艺、建筑供暖系统、建筑燃气系统、建筑供暖系统识图与施工工艺、建筑通风空调系统、建筑通风空调系统识图与施工工艺、建筑配电系统、建筑电气照明系统、安全用电与建筑防雷接地系统、建筑智能化系统、建筑电气识图

与施工工艺等内容,模块后面附有复习思考题,供读者复习巩固之用。本教材由湖南城建职业技术学院吕东风、湖南交通职业技术学院常爱萍担任主编。全书共分为五个模块,模块一由吕东风编写,模块二由湖南怀化职业技术学院阮晓玲,模块三由湖南水利水电职业技术学院陈健玲与湖南水利水电职业技术学院卜婷婷编写,模块四由湖南交通职业技术学院文卫银编写,模块五由湖南交通职业技术学院常爱萍、刘钢编写。全书由湖南三建智能化有限公司李锋主审。

由于编者水平有限,教材中难免有不足之处,恳请读者提出批评指正。

编 者

2021 年 3 月

目 录 CONTENTS

模块一 建筑给排水系统

第一章 室外给排水工程	(3)
第一节 室外给水工程	(3)
第二节 室外排水工程	(7)
第二章 建筑给水系统	(13)
第一节 建筑给水系统的分类与组成	(13)
第二节 建筑给水方式	(17)
第三节 给水管道布置与敷设	(23)
第四节 常用管材、管件与连接方式	(26)
第三章 建筑消防给水系统	(44)
第一节 建筑消防系统概述	(44)
第二节 消火栓给水系统	(47)
第三节 建筑自动喷水灭火系统	(58)
第四节 其他消防灭火系统	(69)
第四章 建筑热水供应与饮水供应系统	(75)
第一节 建筑热水供应系统概述	(75)
第二节 热水供应系统的分类和组成	(77)
第三节 饮水供应系统	(90)
第五章 建筑排水系统	(94)
第一节 建筑排水系统分类及组成	(94)
第二节 建筑排水系统的管材、卫生设备及局部处理设施	(99)
第三节 高层建筑排水系统	(105)
第四节 雨水排水系统	(110)
第六章 建筑中水系统	(114)
第一节 建筑中水系统分类与组成	(114)

第二节 中水的处理工艺与施工	(118)
第七章 建筑给排水施工图	(123)
第一节 建筑给排水制图的一般规定	(123)
第二节 给排水施工图识读	(134)
第八章 建筑给排水工程安装施工工艺	(142)
第一节 给水管道安装施工工艺	(142)
第二节 排水管道安装施工工艺	(152)
复习思考题	(158)

模块二 建筑供暖与燃气供应工程

第九章 建筑供暖工程	(163)
第一节 供暖系统的分类与组成	(163)
第二节 热水采暖系统	(164)
第三节 蒸汽采暖系统	(168)
第四节 辐射采暖系统	(171)
第十章 采暖系统管材、附件和设备	(174)
第一节 管材与附件	(174)
第二节 散热器、膨胀水箱、集气装置	(177)
第十一章 建筑燃气供应工程	(182)
第一节 燃气分类	(182)
第二节 燃气管道系统	(183)
第三节 燃气用具与用气安全	(189)
第十二章 建筑供暖工程施工图	(192)
第一节 供暖施工图的组成	(192)
第二节 供暖施工图的识读方法	(193)
第十三章 建筑供暖工程安装施工工艺	(201)
复习思考题	(205)

模块三 建筑通风与空气调节工程

第十四章 建筑通风 (209)

 第一节 通风系统概述 (209)

 第二节 通风系统管道、部件和主要设备 (213)

第十五章 建筑防火排烟系统 (218)

第十六章 空气调节系统 (226)

 第一节 空调系统的分类 (226)

 第二节 空气处理设备 (233)

第十七章 通风空调系统施工图 (239)

第十八章 建筑通风与空调系统施工工艺 (255)

 复习思考题 (266)

模块四 建筑电气工程

第十九章 建筑电气系统概述 (269)

 第一节 电工学基本知识 (269)

 第二节 建筑电气系统的分类与组成 (272)

第二十章 建筑供、配电系统 (275)

 第一节 电力系统的概述 (275)

 第二节 负荷等级分类与供电要求 (276)

 第三节 供配电线路 (277)

 第四节 常用的低压电气设备和材料 (279)

第二十一章 建筑照明与动力系统 (294)

 第一节 电光源及常用灯具 (294)

 第二节 照明的种类与照明方式 (297)

 第三节 照明控制线路 (298)

 第四节 动力系统 (301)

第二十二章 安全用电与建筑防雷 (306)

 第一节 安全用电 (306)

第二节	建筑物防雷	(308)
第三节	施工现场安全用电	(316)
第二十三章	建筑智能化简介	(319)
第一节	有线电视系统	(319)
第二节	广播音响系统	(321)
第三节	电话通信系统	(321)
第四节	火灾自动报警与消防联动系统	(324)
第五节	建筑智能化概述	(329)
第二十四章	建筑电气工程施工图	(332)
第一节	建筑电气工程施工图的组成	(332)
第二节	建筑电气工程施工图的识读方法	(333)
第二十五章	建筑电气工程系统施工工艺	(337)
第一节	配管配线施工	(337)
第二节	照明装置的安装	(344)
第三节	防雷接地装置的安装	(348)
复习思考题		(354)

模块五 安装施工图识图综合实例

第二十六章	建筑给排水施工图实例	(357)
第一节	案例一图纸	(357)
第二节	案例一解析	(361)
第三节	管道类安装工程基本识图要点	(362)
第二十七章	通风与空调施工图实例	(364)
第一节	案例二图纸	(364)
第二节	案例二解析	(366)
第三节	通风与空调类安装工程基本识图要点	(367)
第二十八章	建筑电气施工图实例	(368)
第一节	案例三图纸	(368)
第二节	案例三解析	(375)
第三节	电气类安装工程基本识图要点	(377)
主要参考文献		(378)

模块一 建筑给排水系统

第一章 室外给排水工程

室外给水排水工程与建筑给水排水工程有着非常密切的关系，其主要任务是为城镇提供足够数量并符合一定水质标准的水；同时把使用后的水(污、废水)汇集并输送到适当地点净化处理，在达到对环境无害化的要求后排入水体，或经进一步净化后灌溉农田、重复使用，如图 1-1 所示为以地表水为水源的室外给排水工程组成示意图。

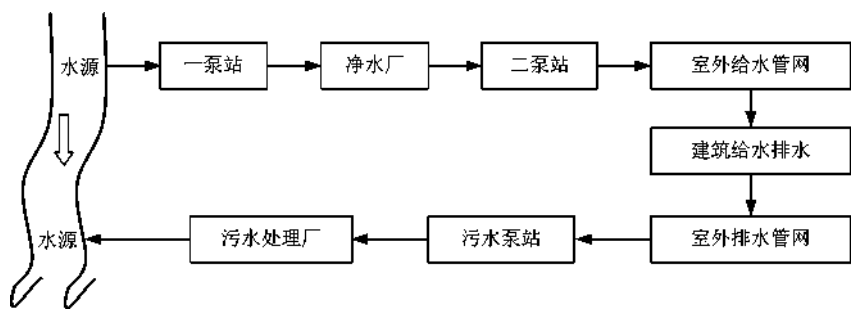


图 1-1 室外给排水组成示意图

第一节 室外给水工程

室外给水工程是为满足城镇居民生活或工业生产等用水需要而建造的工程设施，所供给的水在水量、水压和水质方面应适合各种用户的不同要求。因此，室外给水工程的任务是自水源取水，并将其净化到所要求的水质标准后，经输配水管网系统送往用户。

以地表水为水源的给水系统一般包括取水工程、净水工程、输配水工程以及泵站等，如图 1-2 所示为以地面水为水源的城市给水系统图。以地下水为水源的给水系统一般包括取水构筑物(如井群、渗渠等)、净水工程(主要设施有清水池及消毒设备)、输配水工程，如图 1-3 所示。

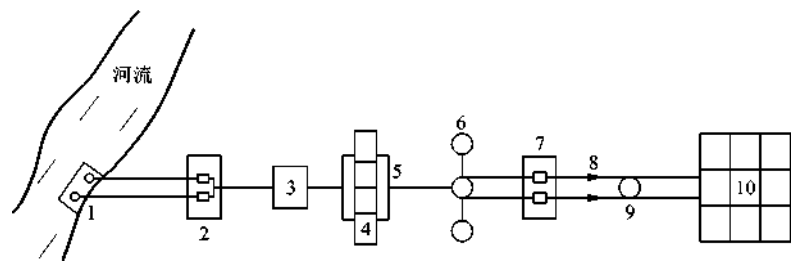


图 1-2 地表水源给水系统示意图

- 1—取水头；2—一级泵站；3—沉淀池；4—过滤设备；5—消毒设备；
6—清水池；7—二级泵站；8—输水管线；9—水塔；10—城市配水管网

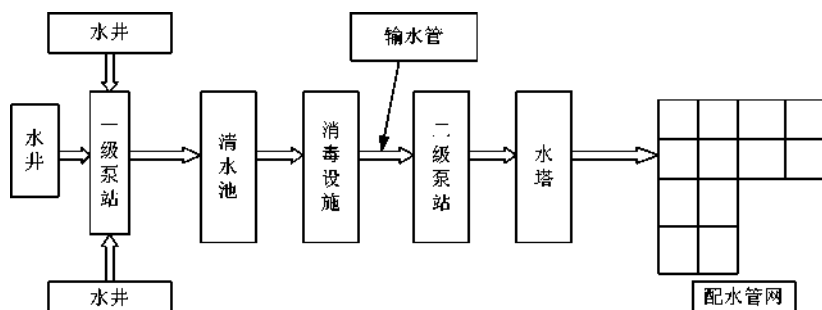


图 1-3 地下水源给水系统示意图

一、取水工程

取水工程一般包括水源选择和取水构筑物两大部分。

1. 水源选择

城市给水系统按水源的不同可分为地表水源给水系统和地下水源给水系统。

地表水源给水系统是指以地表水(江、河、湖泊、水库等)为水源的给水系统。

地下水源给水系统是指以水井中的地下水为水源的给水系统。

地表水的特征：径流量较大、汛期混浊度较高、水温变幅大、有机污染物和细菌含量高、容易受到污染、具有明显的季节性、矿化度及硬度低。

地下水的特征：水质清澈、水温稳定、分布面广、矿化度及硬度高、径流量小。

2. 取水构筑物

按照水源的不同，取水构筑物分为地下水取水构筑物和地表水取水构筑物。常用的地下水取水构筑物有管井、大口井、辐射井、渗渠等。

地表水取水构筑物有固定式和移动式两大类。固定式取水构筑物有岸边式、河床式和斗槽式；移动式取水构筑物有浮船式和缆车式。

二、净水工程

净水工程的任务就是解决水的净化问题。由于水是一种极易与各种物质混杂、溶解能力又较强的溶剂，使得水在自然界循环过程和人为因素造成水中含有各种杂质。水源不同，水中的杂质往往有很大的差异，如地下水常含有各种矿物盐类；而地面水则常含有泥砂、水草腐殖质、溶解性气体、各种盐类、细菌及病原菌等。由于用户对水质有不同的要求，故未经处理的水不能直接送往用户。

水的净化方法和净化程度根据水源的水质和用户对水质的要求而定。生活用水净化须符合我国现行的生活饮用水标准。

工业用水的水质标准和生活饮用水不完全相同，或有较大差异。如食品、酿造和饮料制造的用水，水质要求高于生活饮用水标准；锅炉用水要求水质具有较低的硬度，避免引起腐蚀和结垢；纺织工业对水中的含铁量限制较严；而制药工业、电子工业则需要含盐量极低的脱盐水。因此，工业用水应按照生产工艺、产品性质对水质的不同要求来具体确定相应的水

质标准及净化工艺。

城市自来水厂只需达到生活饮用水的水质标准。对水质有特殊要求的工业企业，可以单独建造生活给水系统。但用水量不大，而允许自城市给水管网取水时，则可用自来水为水源再进一步处理。

以地表水为原水，供给饮用水为目的的工艺流程一般需经过混凝、沉淀、过滤及消毒等净水工艺。

1. 混合与絮凝

天然水中分散的悬浮物及胶体物质，细小的悬浮杂质沉淀极慢，胶体物质根本不能自然沉淀，所以在原水进入沉淀池之前需投加混凝剂，以此降低胶体微粒稳定性，使微粒与混凝剂相互凝聚生成较大的絮凝体，依靠重力作用下沉，从而使水得以澄清。常用的絮凝池有隔板、折板、涡流、机械絮凝池等形式。

2. 沉淀与澄清

沉淀池的作用是使混合絮凝形成的絮凝体依靠重力作用下沉，加速沉淀并除去胶体物质，从而使水得以澄清。沉淀池的形式很多，常用的有平流式、竖流式及辐射式等。近年来随着浅池理论的发展和应用，斜板和斜管式的上向流、同向流沉淀池也逐渐推广使用。把混凝、沉淀综合于一体的构筑物称为澄清池，常用的澄清池有悬浮式澄清池、脉冲式澄清池和机械加速澄清池等形式。经沉淀后的水，浑浊度应不超过 200 mg/L。为达到饮用水水质标准所规定的浊度要求(5 mg/L)尚需进行过滤。

3. 过滤

过滤是通过多孔隙的粒状滤料层，进一步截留水中杂质，降低浊度及除去水中有机物和细菌。常用的过滤池有普通快滤池、虹吸滤池、无阀滤池和移动罩滤池等。

以地下水为水源时，则因其水质较好而无需进行沉淀过滤处理，一般只需消毒处理即可。在水的沉淀、过滤过程中，虽然同时有大部分的细菌被除去，但由于地表水的细菌含量较高，残留于处理水中的细菌仍为数甚多，并可能有病原菌传播疾病，故必须进行消毒处理。

4. 消毒

消毒的作用一是消灭水中的细菌和病原菌，以满足《生活饮用水水质标准》的有关要求，二是保证净化后的水在输送到用户之前不致被再次污染。消毒的方法有物理法和化学法两种。物理法有紫外线、超声波加热法等，化学法有氯法或氯胺法和臭氧法等。我国目前广泛采用的是氯法或氯胺法。

三、输配水工程

净水工程解决了水质问题，输配水工程则是将净化后的水输送至用水地区并分配到所有用户的全部设施。通常包括输水管网、配水管网及调节构筑物等。

输水管是把净水厂和配水管网联系起来的管道，其重要的特点是只输水而不配水。允许间断供水的给水工程或多水源供水的给水工程一般只设一条输水管，不允许间断供水的给水工程一般应设两条或两条以上的输水管。有条件时，输水管最好沿现有道路或规划道路敷设，并应尽量避免穿越河谷、山脊、沼泽、重要铁道及洪水泛滥淹没的地区。

配水管网的任务是将输水管送来的水分配给用户，它根据用水地区的地形及最大用水户分布情况并结合城市规划来进行布置。配水干管的路线应通过用水量较大的地区，并以最短

的距离向用水量最大的用户供水。在城市规划设计中，应把用水量最大的用户置于管网之始端，以减少配水管的管径而降低工程造价。配水管网应均匀布置在整个用水地区，并保证足够的水量和水压。管网形状有环状与枝状两种，为减少初期投资，新建居民区和工业区一开始可布置成枝状管网，待将来扩建时再发展成环状管网。

四、调节构筑物

常见的调节构筑物有水塔和高地水池，其作用是调节供水与用水之间的不平衡状况。供水量在目前的技术经济状况下，在某段时间内是个固定的量，而用户的用水情况较为复杂，随时都在变化。这就出现了供需之间的不平衡。水塔或高地水池能够把用水低峰时管网中多余的水暂时储存起来，在用水高峰时再送入管网。这样就可以保证管网压力的基本稳定，同时也使水泵能经常在高效率范围内运行。但水塔的调节能力非常有限。

清水池与二泵站可以直接对给水系统起调节作用，清水池也可以同时对一、二级泵站的供水与送水起调节作用。一般来说，一级泵站的设计流量是按照最高日的平均时考虑，而二级泵站的设计流量则是按照最高日的最大时考虑的，并且是按照用水高峰出现的规律分时段进行分级供水。当二级泵站的送水量小于一级泵站的送水量，多余的水便存入清水池。到了用水高峰时，二级泵站的送水量大于一级泵站的供水量，这时清水池中所储存的水和刚刚净化后的水便一起送入管网。

五、泵站

泵站是把整个给水系统连为一体的枢纽，是保证给水系统正常运行的关键。在给水系统中，通常把水源地取水泵站称为一级泵站，而把连接清水池和输配水系统的送水泵站称为二级泵站。

一级泵站的任务是把水源的水抽升上来，送至净化构筑物。

二级泵站的任务是把净化后的水，由清水池抽吸并送入输配水管网而供给用户，泵站的主要设备有水泵及其引水装置、配套电机及配电设备和起重设备等。

六、室外给水管道敷设要求

室外给水方式应根据给水区域内建筑物的类型、建筑高度，及市政给水管网的水压和水量等因素综合考虑确定，做到技术科学合理，供水安全可靠，投资省，便于施工和运行管理。

给水管网是指布置在建筑物的周围，直接与建筑物引入管相接的给水管道、给水干管是指布置在道路或城市道路下与支管相连接的给水管道；给水支管是指布置在居住区内道路下与进户管相连接的给水管道。

给水干管沿着用水量较大的地段布置，以最短距离向大用户供水，其干管布置成环状与城镇给水管道连成环网。

给水管道宜与道路中心线或与主要建筑的周边呈平行敷设，并尽量减少与其他道路的交叉。给水管管道与建筑物的基础水平净距，当管径为 $DN100 \sim 150$ mm 时，不小于 1.5 m；当管径为 $DN50 \sim 75$ mm 时，不小于 1 m。

给水管道与其他管道平行或交叉敷设净距，应根据两种管道类型、施工检修的相互影响、管道上附属的构筑物的大小和当地有关规定条件确定。

给水管与污水管道交叉时，给水管应敷设在污水管道上面，且接口不应重叠。

给水管埋设的深度，应根据土壤的冰冻深度、外部荷载、管材强度与其他管道交叉的因素确定。

第二节 室外排水工程

水经过生产和生活活动使用后，即成为了污水。在人们的日常生活和工业生产中，会产生大量的污水、废水。其中含有大量的有毒有害物质，危害人们的健康，污染环境。我们必须对污水排放和处理予以高度重视。

室外排水工程就是来收集、输送、处理、利用和排放城市污水和降水的综合设施。图 1-4 所示为城市污水排水系统的总平面示意图。

一、污水及排水系统分类

1. 城市污水按其来源和性质分为生活污水、工业废水和降水

生活污水：是指人们在日常的生活过程中使用过的水，如由厕所、浴室、厨房、洗衣房等排出的水。生活污水中含有碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机物，含有大量细菌和寄生虫卵等原微生物，具有一定的危害。

工业废水：是指在各种生产过程中排出的污水和废水，不同的工业其废水的性质差异很大。如冷却用水，其温度较高并无太多的杂质；冶金、建材废水含有较多无机物；食品、炼油、石化等废水含有较多的有机物；焦化、化工废水含有较多的有机物和无机物。

降水主要是指雨水和雪水。降水比较清洁，一般雨水不需处理，直接就近排入水体。如图 1-4 所示。

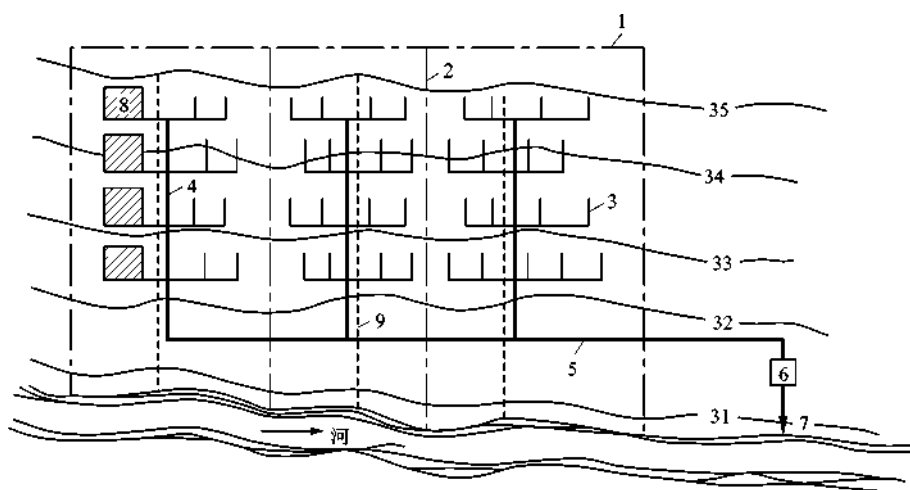


图 1-4 城市污水排水系统总平面图

1—城市边界；2—排水流域分界线；3—支管；4—干管；5—主干管；
6—污水处理厂；7—出水口；8—工厂区；9—雨水管

2. 排水系统的组成

1) 生活污水排水系统。

生活污水排水系统的任务是收集居住区和公共建筑的污水并将其送至污水厂，经处理后排放或再利用，由以下几部分组成：

室内污水管网系统和设备、室外污水管网系统、污水泵站、污水处理厂、排除口和事故排出口。

2) 工业废水排水系统。

工业废水排水系统是由厂区废水排水管道、厂区废水检查井、厂区废水泵站及压力管道、厂区废水处理站、废水出水口和厂区废水处理后循环管道等组成。

3) 雨水排水系统。

雨水排水系统的排出对象包括雨水和雪水等各类降水，由以下部分组成：

房屋雨水管道系统和设施、街道或厂区雨水管线系统、街道雨水管线系统、雨水泵站、出水口。

二、室外排水系统的体制

污水可采用一套管线系统来排除，也可用两套或两套以上各自独立的管线系统来排除，污水的这种不同排除方式称为排水体制。排水体制分为合流制和分流制两大类。

合流制：将生活污水、工业废水和雨水混合在一个管渠内排除的系统称为合流制排水系统。合流制因只设一根干管，在道路断面上所占的空间小，易施工、造价低，但不宜普遍使用。

分流制：将生活污水和雨水在两个或两个以上的各自独立的管线内排除的系统称为分流制排水系统。这种排水方式又可分为完全分流制和不完全分流制两类。(1)完全分流制：分别设污水和雨水两个排水系统汇集生活污水、工业废水将其送至污水处理厂，经处理后排放或利用；雨水排水系统汇集雨水和部分较清洁的工业废水，就近排入水体。不完全分流制：只设污水排水系统而不设雨水排水系统。污水通过污水排水系统流至污水厂，处理利用后排入水体；雨水通过地面漫流和道路边沟、明沟排入附近水体。(2)分流制因污水和雨水分流虽然占道路断面空间大，总造价较合流制的高，但分流制减少了污水处理厂的流量负荷，污水处理质量好，符合环境保护的要求，因此现在被广泛采用。

排水体制的选择应根据城市总体规划、环境保护的要求、污水利用处理情况、原有排水设施、水环境容量等条件从全局出发，通过技术经济比较综合确定。

三、污水处理过程

污水处理过程可分为三级，分别采用不同的处理方法和设施。

一级处理：也称机械处理。使用的是物理方法，如重力分离法、过滤法等，利用物理分离作用以除去污水中的非溶解性物质。处理设施包括滤筛、隔栅、沉淀池、沉砂池等。

二级处理：也称生物处理。这种方法就是在供氧充分的条件下，利用好氧细菌的作用将污水中的有机物分解为稳定的无机物。处理设施包括曝气池、生物塘及生物滤池等。

三级处理：也称化学处理。利用化学反应的方法来处理和回收污水中的溶解性物质或胶体物质，这种方法多用于工业废水处理。处理设施主要有投药装置、混合槽、沉淀池等。

图 1-5 所示为城市污水的如典型流程。

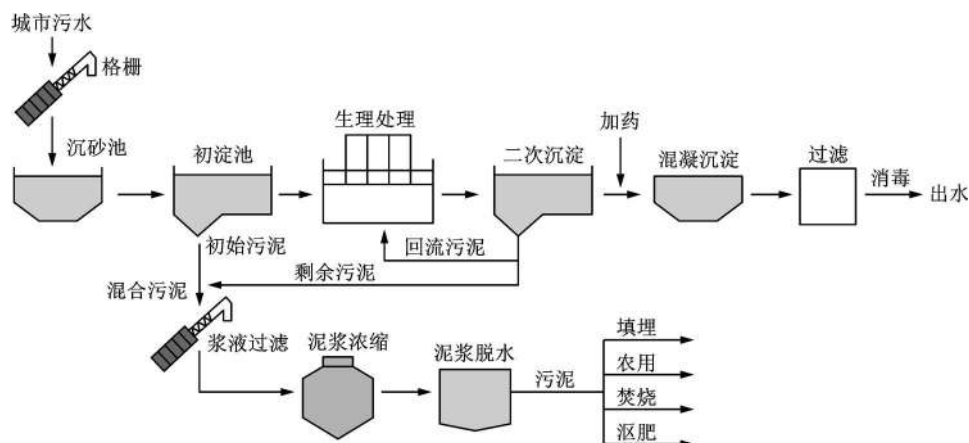


图 1-5 城市污水处理典型流程

四、室外排水系统常用管材与连接

城市与小区排水系统应根据设计要求选用混凝土管、钢筋混凝土管、普通排水铸铁管、柔性抗震排水铸铁管、硬聚氯乙烯管双壁波纹管及高密度聚乙烯缠绕管；当排水管道需要穿越管沟、河流等特殊地段或高压地段时可选用钢管；输送腐蚀性污水的管道宜采用耐腐蚀的管材，其接口的附属构筑物必须采取防腐措施。

1. 钢筋混凝土管

钢筋混凝土管分为预应力钢筋混凝土管 and 自应力钢筋混凝土管。

目前，国内大中口径钢筋混凝土排水管生产工艺主要有离心、悬辊、立式振捣、芯模振动四种。其中芯模振动工艺生产的钢筋混凝土排水管，具有强度高、抗渗性好、抗外压能力强、允许顶力大、生产效率高、节能环保的优点。

目前，钢筋混凝土排水管的接口形式有平口、刚性接口、承插口和柔性接口。承插口和柔性接口采用橡胶圈密封，为柔性连接，抗震性能好，可有效抵抗地基不均匀沉降，且安装速度快，因而深受施工单位好评。

当钢筋混凝土排水管内径 $d \leq 1200$ mm 时，接口宜采用承插口；当内径 $d > 1200$ mm 时，接口宜采用柔性接口。压力管的工作压力一般有 0.6 MPa、0.8 MPa、1.0 MPa 和 1.2 MPa 等。

2. 聚氯乙烯双壁波纹管

聚氯乙烯双壁波纹管是以聚氯乙烯树脂为主要原料，加入稳定剂、润滑剂、阻燃剂、加工改性剂和抗冲击改性剂，经捏合内、外挤出，一次成型，内壁平滑，外壁呈梯形波纹状，内外壁之间由夹壁空心的塑料管材组成，如图 1-6 所示。

聚氯乙烯双壁波纹管性能特点：结实耐用，成本低廉，流量大。

聚氯乙烯双壁波纹管的连接方式是承插连接橡胶圈接口，可用于城市 and 小区污水排水抢修工程、雨水排水工程和电气电信工程。

3. 高密度聚乙烯缠绕管

高密度聚乙烯缠绕管是以高密度聚乙烯树脂(HDPE)为原料,以PP或PE波纹管为辅助支撑管,采用热缠绕成型工艺生产的高密度聚乙烯大口径缠绕增强管。

该管材是一种环保安全型产品,具有重量轻、承压能力强、接口质量高、寿命长、耐腐蚀、耐磨、抗低温冲击性能好、环刚度高、施工方便、可回收不污染环境等优点。目前生产厂家可生产该管材的规格有DN300~4000 mm,每根长度为6 m,如图1-7所示。

该管材广泛应用于城市供水、排水、远距离输水及农田水利灌溉等工程。管材重量轻、整体柔性好,是目前埋地排污排水工程首选管材。

高密度聚乙烯缠绕管可采用承插式电熔连接或双向承插橡胶圈弹性密封连接。施工时,可采用非开挖管道施工,即钻孔式、顶进式施工。



图 1-6 聚氯乙烯双壁波纹管



图 1-7 高密度聚乙烯缠绕管

排水管道的布置应根据小区总体规划、道路和建筑布置、地形、污水去向等约束条件,力求管线短、埋深小、自流排水。

排水管道宜沿道路或建筑物的周边平行敷设。排水管道与建筑物基础的水平净距,当管道埋深于基础时应不小于2.5 m,当管道埋深深于基础时不应小于3.0 m。

排水管道敷设应尽量减少相互之间以及与其他管线的交叉。在排水管道转弯和交接处,水流转角应不小于90°,当管径小于300 mm且跌水水头大于0.3 m时可不受此限制。各种不同直径的排水管道在检查井的连接宜采用管顶平接。

排水管道的管顶最小覆土厚度应根据外部荷载、管材强度和土壤冰冻因素结合当地埋管的经验确定。在车行道下一般不宜小于0.7 m,否则应采取保护措施。当管路不受冰冻和外部荷载影响时,最小覆土厚度不宜小于0.3 m。

北方地区排水管道管顶一般在冰冻线以下敷设。

房屋排出管与室外排水管连接处应设置检查井,敷设管道应设置坡度。

五、室外管线工程综合布置原则

综合布置地下管线应按下列避让原则处理:压力管避让重力管;小管径避让大管径;支管避让干管;冷水管避让热水管道;软管避让压力管;临时管道避让永久管道。

垂直管道布置原则:输送热介质的管道在上,冷介质管道在下;输送无腐蚀介质的管道在上,腐蚀介质管道在下;气体介质管道在上,液体介质管道在下;保温管道在上,不保温管道在下;高压管道在上,低压管道在下;金属管道在上,非金属管道在下;不经常检修的管道在上,经常检修的管道在下。

各种管线在道路下的埋深,在合理安排好各管线平面位置后还应合理控制各管线高程。

一般来说,从上至下管线顺序依次为电力管(沟)、电讯管(沟)、煤气管、给水管、雨水管、污水管。

当管道相互交叉时,其相互之间的垂直净距离不小于 0.15 m。

给水管应设在污水管上方,且不应有接口重叠。当给水管道敷设在下方时,应采用钢管或钢套管,套管伸出交叉管的长度每边不得小于 3 m,套管两端采用防水材料封闭;当给水管道相互交叉时,其净距不应小于 0.15 m;当给水管与污水管平行设置时,管外壁净距不应小于 1.5 m;当管道穿越河流时,可采用管桥或河底穿越等形式。

六、室外给排水管道安装

1. 室外给水管道安装

室外给水管道安装工艺为:测量放线→管沟开挖→管子检查清理→下管→管道安装→试压→冲洗消毒→回填。

给水管道的安装与给水管材、连接方式息息相关,下面以给水铸铁管柔性接口为例,介绍其管道安装工艺。

(1)测量放线:熟悉图纸,确定管段的起点与终点、转折点的管底标高,各点之间的距离与坡度,阀门井、管沟等位置,地下其他管线与构筑物的位置及与给水管道的距离。确定管道位置,按设计及规范要求画出管沟中心线、开挖边线。

(2)管沟开挖:根据当地地质条件和设计沟槽深度选择机械或人工开挖,将管基夯实平整,铺垫 200 mm 的砂层,增大管道底部与基础接触面积,保护管道。

(3)管子检查清理:安装前应对给水管子的外观进行检查,查看管子有无裂纹、毛刺等,不合格的不能用,还应查看管外壁上的沥青涂层是否完好,必要时应补涂。

(4)下管:在管沟边较平坦的部位顺管沟摆放管道,并根据两井间距切割相应的长度。采用绳索或机械将管道就位,要求管道水平对正。

(5)管道安装:将承口内部和插口外部清理干净,用气焊或喷灯烧烤清除承口及插口内侧的沥青涂层,并用钢丝刷和抹布擦干净,以保证接口的严密性和强度。采用橡胶圈接口时,应先将胶圈套在管子的承凹槽内,当橡胶圈到位后,在橡胶圈内表面和距离端面 100 ~ 110 mm 插口外表面涂抹专用润滑剂或浓肥皂水,调整铸铁管的水平位置,进行校正,移动插口,将少许前端插入承口内。插入管应尽量悬空推进,可采用人工撬杠的方法进行安装,也可采用专用拉管器、紧绳器、倒链等进行安装。安装过程中不得使胶圈产生扭曲、裂纹等,更不得使胶圈滚过擦口小台。

(6)管道试压:给水管道在隐蔽前做好水压试验。进行水压试验时,应放净空气,给水管道充满水后进行加压,当压力升到规定要求时停止加压,进行检查,如各接口和阀门在规定时间内均无渗漏,并且其压力下降在允许范围内,即可通知有关人员验收,办理交接手续。

(7)管道冲洗:管道在试压完成后即可进行冲洗,冲洗应用自来水连续进行,并保证有充足的流量。冲洗洁净后可办理验收手续。

(8)回填:管道安装完毕并且试压合格后方可进行回填工作。回填之前必须将沟槽内的杂物清理干净,并应先从管线、阀门井等构筑物两侧对称回填,应确保管线及构筑物不产生位移。管道两侧及管顶以上 0.5 m 内的回填土,不得含有碎石、砖块、冻土块及其他杂硬物体。对于回填土的密实度要符合有关技术规程或规范要求。

2. 室外排水管道安装

室外排水管道安装工艺为：测量放线→管沟开挖(基础砂垫层制作)→检查井制作安装→管子检查清理→下管→管道安装→管道与井口连接→闭水试验→回填。

排水管道的安装与排水管材、连接方式息息相关，排水管道的安装工艺与给水管道安装工艺基本相同，下面以 HDPE 管承插接口为例，介绍其排水管道独有的安装工艺。

(1) 检查井制作安装：清除井坑底部坚硬物体，做好井基础，按设计要求砌筑检查井。

(2) 管道与井口的连接：管道施工已经预留出管道的安装位置，管道就位后，找正中心线及标高，用石棉绒水泥或油麻沿管道周围包裹 100 mm 的宽度，用凿子锤打密实，其余管段用水泥砂浆抹实。

(3) 闭水试验：在进行闭水试验前，必须将管道接口部位的中下部及时回填密实。试验从上游往下游分段进行，上游实验完毕后，可往下游充水。闭水试验的水位，应为试验段上游管内顶以上 2 m，将水灌至接近上游井口高度。注水过程应检查管堵、管道、井身有无漏水和严重渗水，闭水试验合格标准应该符合规范要求。

第二章 建筑给水系统

第一节 建筑给水系统的分类与组成

建筑给水系统的任务是：经济合理地将水从室外给水管网送到室内的各种水龙头、生产和生活用水设备或消防设备，满足用户对水质、水量和水压等方面的要求，保证用水安全可靠。

一、给水水质与用水量定额

1. 给水水质

工业用水或生产用水的水质因生产性质不同差异较大，应满足生产工艺要求，最后由有关工业部门的行业标准确定。

消防用水的水质一般无具体要求。

生活饮用水的水质，应符合现行的《饮用净水水质标准》(GB 5749—2006)。见表 2-1、表 2-2。

表 2-1 水质常规指标及限值 (GB 5749—2006)

指标	限值
1. 微生物指标^①	
总大肠菌群/[MPN·(100 mL) ⁻¹ 或 CFU·(100 mL) ⁻¹]	不得检出
耐热大肠菌群/[MPN·(100 mL) ⁻¹ 或 CFU·(100 mL) ⁻¹]	不得检出
大肠埃希氏菌/[MPN·(100 mL) ⁻¹ 或 CFU·(100 mL) ⁻¹]	不得检出
菌落总数/(CFU·mL ⁻¹)	100
2. 毒理指标	
砷/(mg·L ⁻¹)	0.01
镉/(mg·L ⁻¹)	0.005
铬(VI)/(mg·L ⁻¹)	0.05
铅/(mg·L ⁻¹)	0.01
汞/(mg·L ⁻¹)	0.001
硒/(mg·L ⁻¹)	0.01
氰化物/(mg·L ⁻¹)	0.05

续表 2-1

指标	限值
氟化物/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1.0
硝酸盐(以 N 计)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	10 地下水源限制时为 20
三氯甲烷/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.06
四氯化碳/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.002
溴酸盐(使用臭氧时)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.01
甲醛(使用臭氧时)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.9
亚氯酸盐(使用二氧化氯消毒时)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.7
氯酸盐(使用复合二氧化氯消毒时)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.7
3. 感官性状和一般化学指标	
色度(铂钴比色法色度单位)	15
浑浊度(NTU - 散射浊度单位)	1 水源与净水技术条件限制时为 3
臭和味	无异臭、异味
肉眼可见物	无
pH	不小于 6.5 且不大于 8.5
铝/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.2
铁/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.3
锰/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.1
铜/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1.0
锌/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1.0
氯化物/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	250
硫酸盐/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	250
溶解性总固体/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1000
总硬度(以 CaCO_3 计)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	450
耗氧量(COD_{Mn} 法, 以 O_2 计)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	3 水源限制, 原水耗氧量 $>6\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时为 5
挥发酚类(以苯酚计)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.002
阴离子合成洗涤剂/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.3
4. 放射性指标²	
指导值	
总 α 放射性/($\text{S}^{-1}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.5
总 β 放射性/($\text{S}^{-1}\cdot\text{L}^{-1}$)	1

注: ①MPN 表示最可能数; CFU 表示菌落形成单位, 当水样检出总大肠菌群时, 应进一步检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群; 水样未检出总大肠菌群, 不必检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群; ②放射性指标超过指导值, 应进行核素分析和评价, 判定能否饮用。

表 2-2 饮用水中消毒剂常规指标及要求

消毒剂名称	与水接触时间 /min	出厂水 中限值 /(mg·L ⁻¹)	出厂水 中余量 /(mg·L ⁻¹)	管网末梢水中余量 /(mg·L ⁻¹)
氯气及游离氯制剂(游离氯)	≥30	4	≥0.3	≥0.05
一氯胺(总氯)	≥120	3	≥0.5	≥0.05
臭氧(O ₃)	≥12	0.3		0.02 如加氯,总氯≥0.05
二氧化氯(ClO ₂)	≥30	0.8	≥0.1	≥0.02

2. 用水量定额

建筑物内生产用水量根据工艺过程、设备情况、产品性质、地区条件等确定,其计算方法有两种:

- (1)按消耗在单位产品上的用水量计算;
- (2)按单位时间消耗在某种生产设备上的用水量计算。

生产用水的特点是在整个生产班期内比较均匀而且有规律性。

若工业企业采用分班工作制,则最高日用水量为

$$Q_d = nmq_d$$

式中: Q_d 为最高日用水量, L/d; m 为用水单位数, 人或床位等, 对于工业企业建筑, 为每班人数; q_d 为高日生活用水定额, L/(人·d), L/(床·d)或 L/(人·班); n 为生产班数。

若每班生产人数不等, 则

$$Q_d = (\sum m)q_d$$

建筑物内的生活用水量与建筑物内卫生设备的完善程度、气候、使用者的生活习惯、水价等有关。

生活用水的特点, 特别是住宅, 一天中用水量变化较大, 各地的差别也很大。

生活用水量可根据国家制定的用水定额(经多年实测数据统计得出)、小时变化系数和用水单位数, 按下式计算:

$$Q_d = mq_d$$

$$Q_h = Q_d K_h / T$$

式中: K_h 为小时变化系数; Q_h 为最大小时用水量, L/h; T 为用水时间, h。

二、建筑给水系统分类

自建筑物的给水引入管至室内各用水及配水设施段, 称为室内给水系统。建筑室内给水系统按供水对象的不同分为生活、生产、消防三类。

生活给水系统是指提供各类建筑物内部饮用、烹饪、洗涤、洗浴等生活用水的系统, 要求水质必须符合卫生部和国家标准化委员会发布的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006); 生产给水系统是指主要用于生产设备冷却、原料和产品的洗涤、锅炉用水以及各类产品制造过程中所需的生产用水; 消防给水系统是指供给建筑物内各类消防设备灭火用水。

在实际应用中，三类给水系统不一定单独设置，可根据需要将其中的两种或三种给水系统合并。

三、建筑给水系统的组成

生活给水系统一般由引入管、水表节点、给水管道、配水龙头和用水设备、给水附件、增压和贮水设备、给水局部处理设备等组成，如图 2-1 所示。

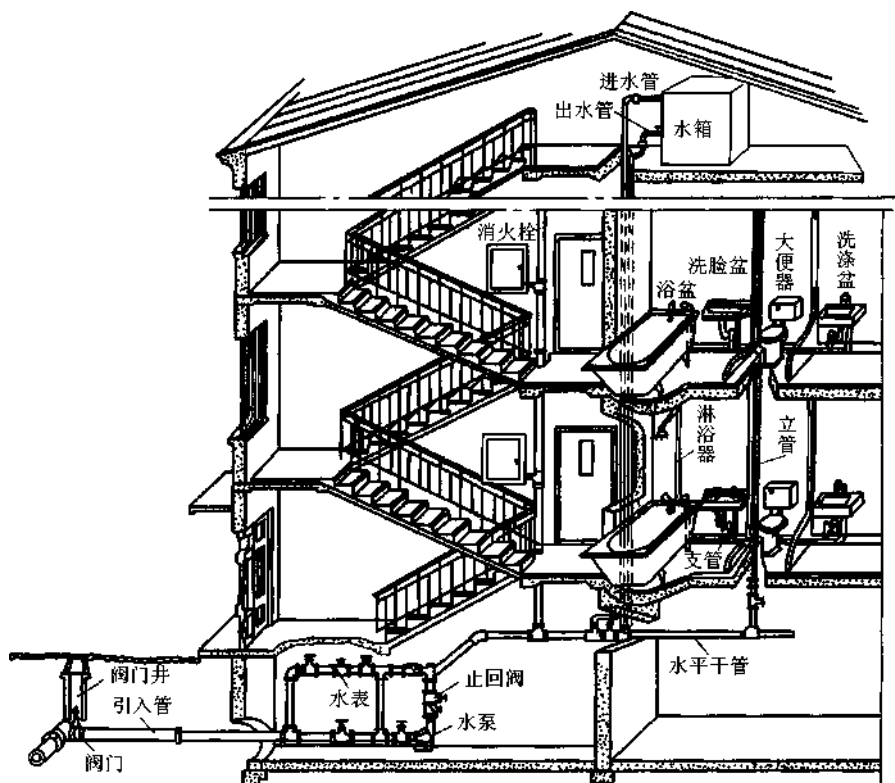


图 2-1 生活给水的组成

1. 引入管

指室外给水管网与建筑物内部给水管道之间的联络管段，也称进户管。引入管通常采用埋地暗敷的方式进入。对于一个工厂、一个建筑群体、一个学校，引入管系指总进水管，从供水的可靠性和配水平衡等方面考虑，引入管一般从建筑物用水量最大处和不允许断水处引入。

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、泄水装置的总称。阀门用于关闭管网，以便维修和拆换水表；泄水装置的作用主要是在检修时放空管网，检测水表精度。

水表节点形式多样，选择时应按用户用水量要求及所选择的水表型号等因素决定。分户水表设在分户支管上，可只在表前设阀，以便局部关断水流。为了保证水表计量准确，在翼轮式水表与闸门间应有 8~10 倍水表直径的直线段，其他水表约为 300 mm，以使水表前水流平稳。

3. 管道系统

管道系统是指建筑内部给水水平干管或垂直干管、立管、支管等组成的系统。生活给水管道一般采用钢管、塑料管和铸铁管。

4. 给水管道附件

给水附件是指管道上的各种管件、阀门、配水龙头、仪表等。给水附件分为管件、控制附件、配水附件等，管件主要用于管道的连接、变向、分流等；控制附件是用来调节管道系统中水量与水压，控制水流方向以及关断水流便于管道仪表和设备检修的各类阀门；配水附件是指为各类卫生洁具或受水器分配或调节水流的各式水嘴(或阀件)，是使用最为频繁的管道附件。

5. 用水设备

用水设备是指给水系统管网的终端用水点上的装置。生活给水系统最常用的用水设备是卫生器具。

6. 升压和储水设备

当室外给水管网的水压不足或建筑物内部对供水安全性和稳定性要求比较高时，需在给水系统中设置水泵、水箱、气压给水设备和储水设备等升压和储水设备。

第二节 建筑给水方式

给水方式即建筑物内部给水系统的供水方案。合理的供水方案应充分考虑技术、经济、社会和环境因素。技术因素主要包括供水可靠性、水质、对城市给水系统的影响、节水节能效果、操作管理、自动化程度等；经济因素包括基建投资、年经常费用、现值等；社会和环境因素包括对建筑立面和城市观瞻的影响、对结构和基础的影响、占地面积、对环境的影响、建设难度和建设周期、抗寒防冻性能、分期建设的灵活性等。

一、直接给水方式

直接给水方式是将建筑内部给水管网与外部直接相连，利用外网水压供水，这类供水方式适用于室外给水管网的水量、水压在一天内均能保证建筑室内管网最不利点用水的情况。其特点是供水方式简单、造价低、维修管理容易，能充分利用外网水压节省能耗，缺点是供水可靠性不高。如图 2-2 所示。

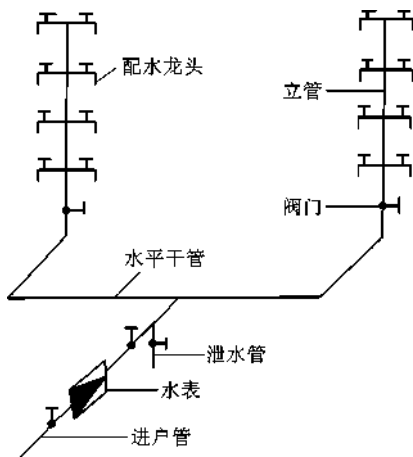


图 2-2 直接给水方式

二、设水箱的给水方式

在建筑物顶部设水箱，当外网水压稳定时向水箱和用户供水，当管网水压不足时或用水高峰时，则可由水箱向建筑内部给水系统供水。适用于室外给水管网供水压力周期性不足的情况。其优点是投资省、运行费用低、供水安全性高，缺点是增大建筑物荷载、占用室内面积。如图 2-3 所示。

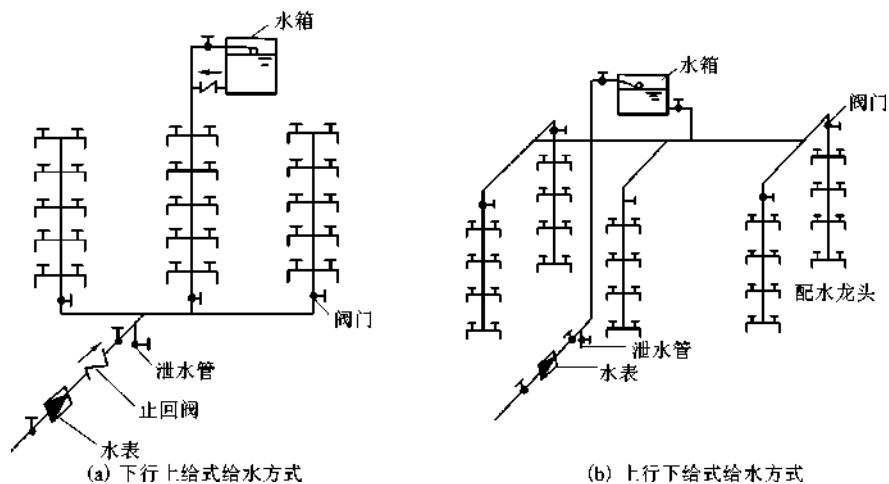


图 2-3 设水箱的给水方式

三、单设水泵的给水方式

单设水泵的给水方式宜在室外给水管网的水压经常不足时采用。单设水泵的给水方式是水泵直接从室外管网抽水向建筑物室内管网供水，此种方式易造成外网压力降低，影响附近用户用水水质。

四、设水泵和水池的给水方式

设水泵、水池给水方式是当室外管网压力足够大时，可自动开启旁通的止回阀自动由室外管网向室内供水。如图 2-4 所示。

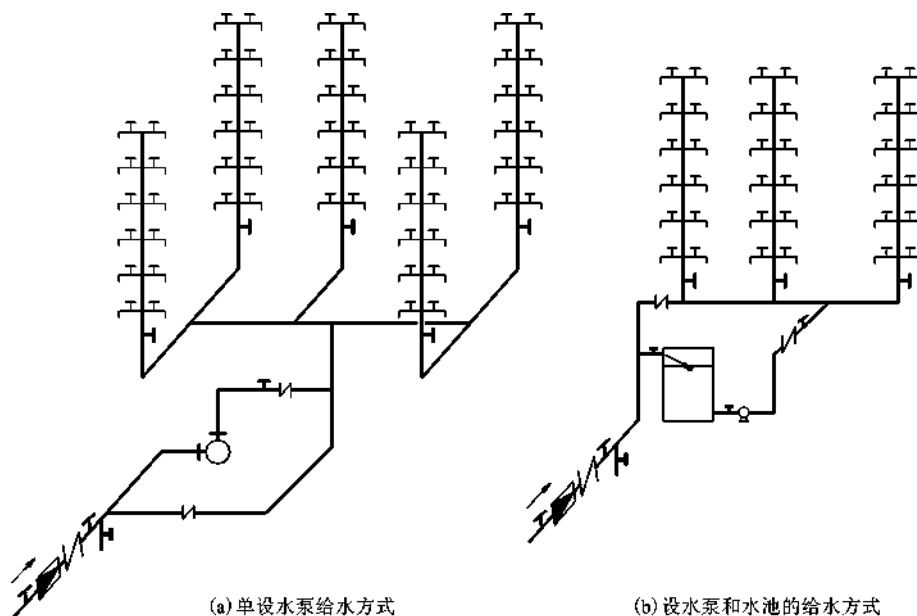


图 2-4 设水泵的给水方式

五、设水泵和水池、水箱的给水方式

这种供水方式宜在室外给水管网压力低于或经常不能满足建筑内给水管网所需水压且室内用水不均匀,又不允许直接接泵抽水时采用。其优点是水泵能及时向水箱供水,可缩小水箱容积,水泵出水量稳定,供水可靠,缺点是该系统不能利用外网水压,能耗较大、造价高、安装与维修复杂。如图 2-5 所示。

六、气压给水方式

在给水管网中设置气压给水设备,利用该设备的气压水罐内气体的可压缩性升压供水。在室外给水管网压力低于经常不能满足建筑内给水管网所需水压,室内用水不均匀,且不宜设置高位水箱时采用。如图 2-6 所示。

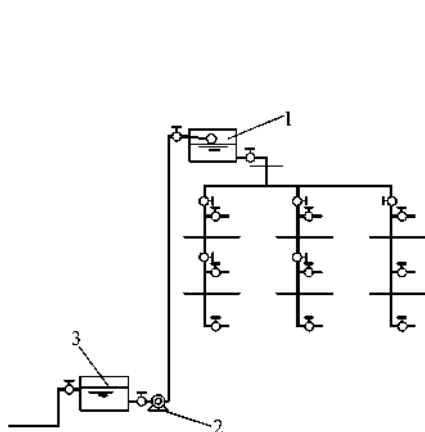


图 2-5 设水泵和水池、水箱的给水方式

1—水箱; 2—水泵; 3—水池

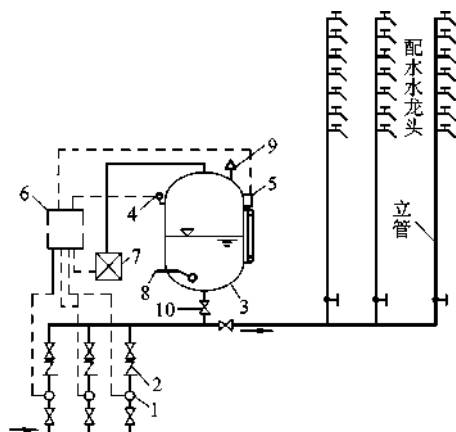


图 2-6 气压给水方式

1—水泵; 2—止回阀; 3—气压罐; 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—溢流阀; 10—阀门

七、变频调速泵给水方式

变频调速给水方式是使用最广泛的供水方式,其特点是水泵在高效区运行、能耗低、运行安全可靠、自动化程度高、设备紧凑、占地小,对管网用水量调节能力强,但要求电源可靠,投资较大。

变频调速水泵由变频控制柜、自动化控制系统、远程监控系统、水泵机组、调节器、压力传感器、阀门、仪表和管路系统等组成。其基本工作原理是根据用户用水量变化自动调节运行水泵台数和水泵转速,使水泵出口压力保持恒定。当用户用水量小于一台水泵的出水量时,系统根据用水量变化有一台水泵变频调速运行,当用水量增加时,管道系统内压力下降,这时压力传感器把检测到的信号传送给微机控制单元,通过微机运行判断,发出指令到变频器,控制水泵电机,使转速加快以保证系统压力恒定;反之当用水量减少时,使水泵转速减慢,以保持恒压。当用水量大于一台泵的出水量时,第一台泵切换到工频运行,第二台泵开始变频调速运行,当用水量小于两台泵的出水量时,能自动停止一台或两台泵运行。在整个运行过程中,始终保持系统恒压不变,使水泵始终在高效区工作,既可保证用户恒压供水,又可节省电能。如图 2-7 所示。

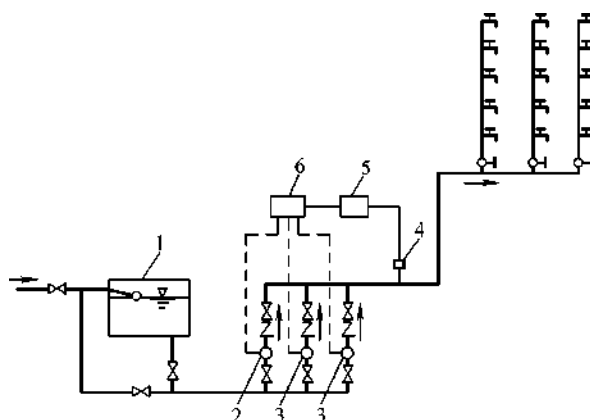


图 2-7 变频调速泵给水方式

1—水池；2—变频泵；3—恒速水泵；4—压力变送器；5—调节器；6—控制器

八、分区给水方式

分区给水方式适用于室外给水压力只能满足建筑物下层供水的建筑，尤其在高层建筑中最为常见。在高层建筑中为避免底层承受过大的静水压力，常采用竖向分压的供水方式。高区由水泵水池供水，低区可由水泵水池供水，也可由外网直接供水，以充分利用外网水压节省能耗。如图 2-8 所示。

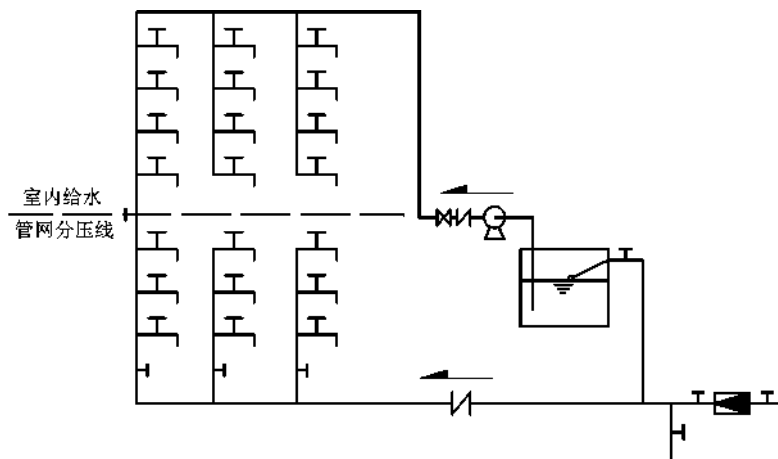


图 2-8 分区给水方式

对于高层建筑物，若给水系统是采用一个区供水，则底层给水压力过大，将产生下列不良后果：

- 1) 当水龙头开启时，水成射流喷溅，使用不便；
- 2) 下层水龙头出流量过大，使管道中流速增加，导致管道振动，产生噪声，同时顶层水龙头产生负压抽吸现象，形成回流污染；
- 3) 水龙头、阀门等管道附件容易损坏，使用寿命缩短等。

为此，当高层建筑超过一定高度时，其给水系统必须进行竖向分区。

1. 竖向分区的依据

- (1) 给水系统中最低处卫生器具所受的最大静水压力，不允许超过 0.6 MPa。
- (2) 管材质量和卫生洁具的耐压性能。

2. 竖向分区标准

- (1) 住宅、旅馆、医院等给水系统一般以 0.30 ~ 0.35 MPa 为一个分区；办公楼以 0.35 ~ 0.45 MPa 为一个分区，或者说一个分区负担的楼层数为 10 ~ 12 层。
- (2) 对于高层建筑的消防栓给水系统，分区以最低消防栓处的最大静水压力不大于 0.8 MPa 为准。
- (3) 自动喷水灭火给水系统，以管网内的工作压力不大于 1.2 MPa 为准。

3. 分区供水的基本给水方式

在分区确定以后，就是经济合理地确定给水方式。基本供水方式有六种。

1) 并列给水方式。

它是各区独立设置水泵和水箱，且水泵集中设置在建筑物的底层或地下室内，分别向各区供水，如图 2-9 所示。

优点：

- (1) 因为各区独立给水，供水可靠性高；
- (2) 水泵集中，维护、管理方便；
- (3) 运行费用经济；
- (4) 水泵运行产生的振动和噪声影响范围小。

缺点：

- (1) 管线长，设备费用增加；
- (2) 水泵型号多，又给管理带来不便。

2) 串联给水方式。

如图 2-10 所示，水泵分散设置在各区的设备层内，低区水箱兼作上一区的贮水池。

优点：

- (1) 无高压水泵和高压管线；
- (2) 运行费用经济。

缺点：

(1) 供水可靠性低，若下区发生事故，其上各区供水均受影响；

- (2) 水泵分散，管理不便；
- (3) 下区水箱大，上区水箱小，给结构设计带来麻烦。

3) 减压水箱给水方式。

如图 2-11 所示，整幢建筑物内的用水量全部由设置在底层的水泵提升至屋顶总水箱，然后再由总水箱送至各分区水箱，分区水箱比较小，只起减压作用。

优点：

- (1) 水泵数量少，设置费用低，管理维护简单；

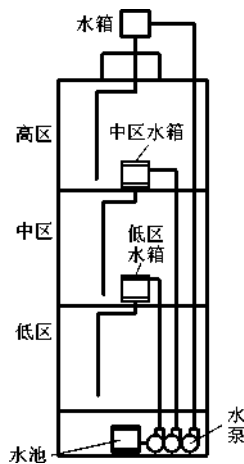


图 2-9 并列给水方式

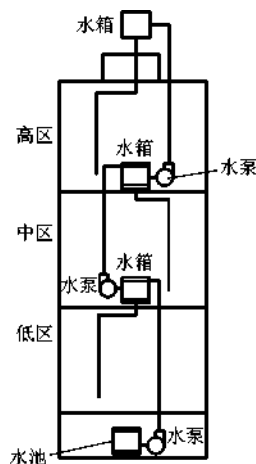


图 2-10 串联给水方式

(2)水泵房面积小,各分区减压水箱调节容积小。

缺点:

(1)顶层总水箱容积大,对建筑结构抗震不利;

(2)当建筑物较高,分区较多时,下区水箱内的浮球阀承受的压力大,造成关不严或需经常维修;

(3)水泵运行费用高。

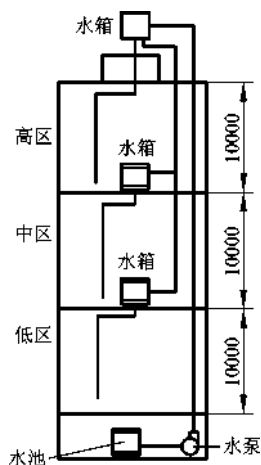


图 2-11 减压水箱给水方式

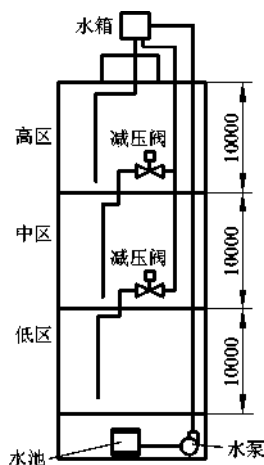


图 2-12 减压阀给水方式

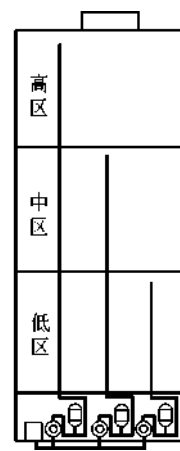


图 2-13 气压罐给水方式

4)减压阀给水方式。

如图 2-12 所示,其工作原理与减压水箱给水方式相同,不同之处在于以减压阀来代替减压水箱。

此种给水方式的最大优点是减压阀占地面积小,其缺点是运行费用较高。

5)气压罐给水方式。

气压罐给水方式是用密闭的气压罐代替高位水箱并设置补气装置和控制仪表向高层用户供水的一种方式。可分为并联给水方式和串联减压阀给水方式。如图 2-13 所示。

这种给水方式的特点:不设置高位水箱,减轻建筑物荷载,不占用建筑面积。但水泵启闭频繁,气压罐调节容积小,运行动力费用高,气压给水压力变化幅度大,能耗高、造价较高。

该给水方式多用于消防给水,也可用于建筑工地施工供水和人防工程供水。

6)变频调速水泵给水方式。

根据用户用水量的情况,自动改变水泵的转速调整水泵出流量,使水泵具有较高工作效率,并能随时满足室内给水管网对水压和水量的要求。可分为并联变频泵给水方式和减压阀减压变频泵给水方式。如图 2-14 所示。



图 2-14 变频调速水泵给水方式

该系统由变频控制柜、无负压装置、自动化控制系统及远程监控系统、水泵机组、稳压补偿器、负压消除器、压力传感器、阀门、仪表和管路系统等组成。

这种给水方式的特点是：建筑物不设高位水箱，变频水泵设置在地下室，设备布置集中，便于维护管理，占用建筑建筑面积少，水泵工作效率高，节约能源，无水质二次污染。但投资较大、维修复杂，管理水平要求高。

该给水方式广泛用于高层工业和民用建筑中。

第三节 给水管道布置与敷设

一、给水管道布置原则

给水管道的布置受建筑结构、用水要求、配水点和室外给水管道的位置，以及供暖、通风、空调和供电等其他建筑设备工程管线布置等因素的影响。进行管道布置时，不但要处理和协调好各种相关因素的关系，还要满足以下要求。

1. 最佳水力条件

- (1) 尽可能与墙、梁、柱平行，呈直线走向，力求管路简短。
- (2) 为充分利用室外给水管网中的水压，给水引入管应布设在用水量最大处或不允许间断供水处。
- (3) 室内给水干管宜靠近用水量最大处或不允许间断供水处。

2. 维修及美观要求

- (1) 管道应尽量沿墙、梁、柱直线敷设。
- (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，暗设在顶棚或管槽内的管道，在阀门处应留有检修门。
- (4) 室内管道安装位置应有足够的空间以利于拆换附件。
- (5) 给水引入管应有不小于 0.003 的坡度坡向室外给水管网或坡向阀门井、水表井，以便检修时排放存水。

3. 保证使用安全

- (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能引起燃烧、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) 给水管道不得穿过商店的橱窗、民用建筑的壁橱及木装修等。
- (4) 对不允许断水的车间及建筑物，给水引入管应设置两条，在室内连成环状或贯通枝状双向供水。若条件不可能达到，可采取设贮水池(箱)或增设第二水源等安全供水措施。
- (5) 不允许间断供水的建筑，应从室外环状管网不同管段引入，引入管不少于两条。若必须同侧引入时，两条引入管的间距不得小于 10 m，并在两条引入管之间的室外给水管上装阀门。

4. 保护管道不受破坏

- (1) 给水埋地管道应避免设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,如必须穿越时,应与有关专业协商处理。

(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。

(3) 给水引入管与室内排出管管外壁的水平距离不宜小于 1.0 m。

(4) 建筑物内给水管与排水管平行埋设或交叉埋设的管外壁的最小允许距离应分别为 0.5 m 和 0.15 m(交叉埋设时,给水管宜在排水管的上面)。

(5) 给水横管宜有 0.002 ~ 0.005 的坡度、坡向泄水装置。

(6) 给水管道穿过楼板时宜预留孔洞,避免在施工安装时凿打楼板面,孔洞尺寸一般比通过的管径大 50 ~ 100 mm,管道通过楼板段应设套管。

(7) 给水管道穿过承重墙或基础处应预留洞口,且管顶上部净空不得小于建筑物的沉降量,一般不小于 0.1 m。

(8) 通过铁路或地下构筑物下面的给水管,宜敷设在套管内。

(9) 给水管不宜穿过伸缩缝、沉降缝和抗震缝,必须穿过时应采取有效措施。常用的措施有留净空、螺纹弯头法(图 2-15)、软性接头法(图 2-16)、活动支架法。留净空是在管道或保温层外皮上、下留有不小于 150 mm 的净空;螺纹弯头法又称丝扣弯头法,适用于小管径的管道,建筑物的沉降可由螺纹弯头的旋转补偿;软性接头法是用橡胶软管或金属波纹管连接沉降缝、伸缩缝两边的管道;活动支架法是将沉降缝两侧的支架做成使管道能垂直位移而不能水平横向位移的支架,以适应沉降伸缩之应力。

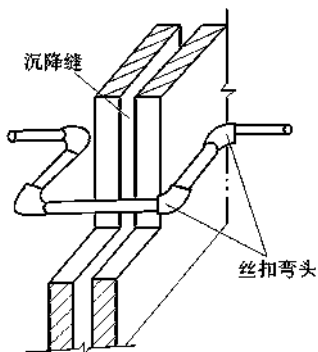


图 2-15 螺纹弯头法

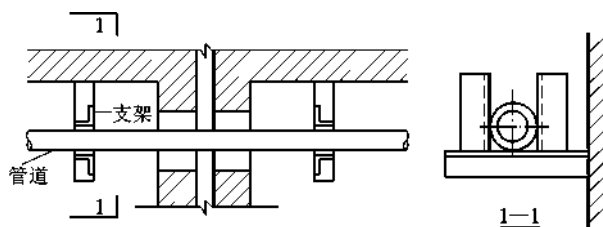


图 2-16 活动支架法

二、给水管道敷设

1. 给水管网的敷设方式

建筑内部给水管道的敷设根据美观、卫生方面的要求不同,可分为明装和暗装。

(1) 明装:指管道沿墙、梁、柱或沿天花板下等处暴露安装。一般适用于民用建筑和生产车间,或建筑标准不高的公共建筑等。其优点是造价低,安装、维修管理方便;缺点是管道表面容易积灰、结露等,影响环境卫生,影响房间美观。

(2) 暗装:管道隐蔽敷设,管道敷设在管沟、管槽、管井内、专用的设备层内或敷设在地下室的顶板下、房间的吊顶中。适用于建筑标准比较高的宾馆、高层建筑,或由于生产工艺对室内洁净无尘要求比较高的情况。其优点是卫生条件好、房间美观;缺点是造价高,施工

要求高,一旦发生问题,维修管理不便。

2. 给水管道的敷设

引入管进入室内,必须注意保护引入管不致因建筑物的沉降而受到破坏,一般有以下两种情况:

(1)如引入管从建筑物的外墙基础下面通过时,应有混凝土基础固定管道。

(2)如引入管穿过建筑物的外墙基础或穿过地下室的外墙墙壁进入室内时,引入管穿过外墙基础或穿过地下室墙壁的部分,应配合土建预留孔洞,管顶上部净空不得小于建筑物的沉降量。管道应有套管,有严格防水要求的应采用柔性防水套管连接。管道穿过孔洞安装好以后,用水泥砂浆堵塞,以保证墙壁的结构强度。如图 2-17 所示。

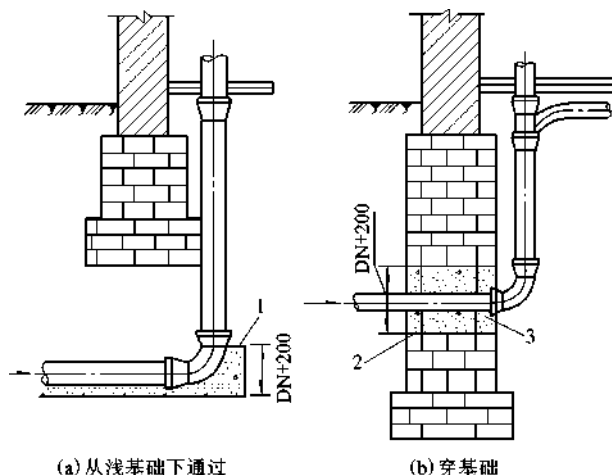


图 2-17 引入管进入建筑物

1—混凝土支座; 2—黏土; 3—水泥砂浆封口

水平干管敷设应保证最小坡度,当与其他管道平行或交叉敷设时,管道外壁之间的距离应符合规范的有关要求。当给水管道与排水管道或其他管道同沟敷设、共架敷设时,给水管宜敷设在排水管、冷冻管的上面及热水管、蒸汽管的下面。

每根立管的始端应安装阀门,以免维修时影响其他立管供水。室内冷、热水管垂直敷设时,冷水管应在热水管的右侧。

给水横管道在敷设时应设 0.002 ~ 0.005 的坡度,坡向泄水装置,便于维修时管道泄水及排气。给水横管穿过承重墙或基础、立管穿过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。

管道在空间敷设时,必须采用固定措施(管卡、托架、吊架),以保证施工方便和安全供水,这种固定的结构称为支架,它是管道系统的重要组成部分。按支架在管道中的作用分为活动支架(允许管道在支架上有位移的支架)和固定支架(固定在管道上用的支架)。活动支架有滑动支架、导向支架、滚动支架、吊架四种。如图 2-18 所示。

管道支架间距与管子及其附件、保温结构、管内介质重量对管子造成的应力和应变等有关。

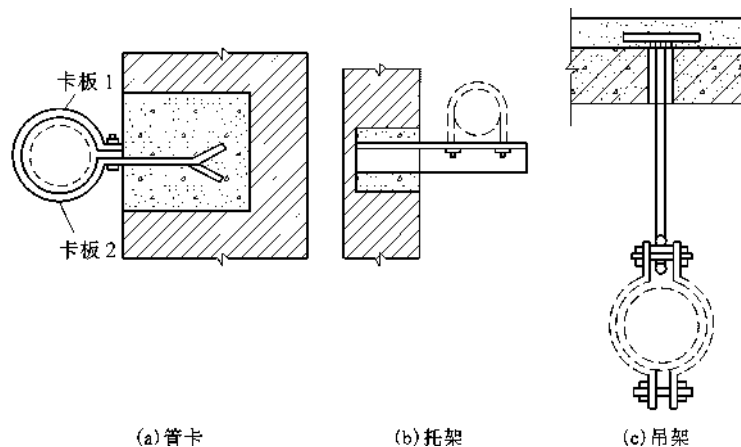


图 2 - 18 管道固定措施

第四节 常用管材、管件与连接方式

一、建筑给水管材的选用原则

1. 安全可靠性

这是建筑给水中最重要的原则，因为建筑给水是有压管，一旦爆裂将会给建筑和人民财产造成损失。管材应能经得起振动冲击、水锤和热胀冷缩等，并应经受时间考验，不会漏水、不爆裂等。

2. 经济性

在满足使用安全供水的前提下，花最少的钱选用管材。在比较管材价格的同时还要比较管件的价格，而且还要比较施工安装费。

3. 卫生性

推向市场的管材均要符合国家标准 GB/T 17219—1998 的要求，而且要有经过国家认可的检测部门测试报告，有出厂合格证方能使用。

4. 可持续发展

任何一种管材能被接受，其中很重要的原因是它能否被回收重复利用和能否不产生新的污染。

二、建筑给水系统常用管材与附件

建筑给水系统是由管道和各种管件、附件连接而成的系统。掌握给水系统所选用的管材种类、性能、规格表示及连接方式等内容，对保证工程施工质量、降低工程造价及系统正常运行都非常重要。

建筑给水系统常用管材按材料分为金属管材、非金属管材和复合管材。

1. 金属管材

目前应用较多的室内金属给水管材主要有镀锌钢管、不锈钢管、给水铝合金衬塑管和给水铜管等。

1) 低压流体输送镀锌焊接钢管及管件。

建筑给水和消防自动喷水灭火系统中常用的钢管是低压流体输送用镀锌焊接钢管。按镀锌工艺不同,可分为冷镀锌(电镀工艺)和热镀锌(热浸工艺),普通焊接钢管可承受工作压力为 1.0 MPa,加厚焊接钢管可承受工作压力为 1.6 MPa。

《低压流体输送用焊接钢管》(GB 3091—2001)规定了焊接钢管的规格及质量标准。当镀锌钢管管径小于或等于 100 mm 时应采用螺纹连接,套丝时破坏的镀锌层表面及外露螺纹部分应进行防腐处理,管径大于 100 mm 的镀锌钢管应采用卡箍连接。

我国建设部等四部委已于 1999 年 12 月发文,从 2000 年 6 月 1 日起城镇新建住宅建筑中禁止使用冷镀锌钢管用于室内给水管道,并根据当地实际情况逐步限时禁止使用热镀锌钢管,推广应用铝塑复合管(PAP)、交联聚乙烯(PE-X)管、三型无规共聚聚丙烯(PP-R)管等新型管材,有条件的地方也可推广应用铜管。

低压流体输送用焊接钢管的螺纹连接管件,通常是用可锻铸铁制造的,带有管螺纹的镀锌管件,管件的公称压力为 1.6 MPa。

镀锌管件有 90°弯头、45°弯头、管箍、三通、四通、活接头、外接头和异径管等。

以管件活接头为例,活接头又称由任,作用与管箍相同,但比管箍装拆方便,用于需要经常装拆或两端已经固定的管路上。

2) 不锈钢管及管件。

不锈钢管可分为薄壁不锈钢管和厚壁不锈钢管。其中薄壁不锈钢管由特殊焊接工艺处理,其强度高、管壁较薄、造价较低,已在室内给水系统中应用。它具有耐用性好,防腐性好、环保性好、抗冲击强、管道强度高、韧性好的优点。薄壁不锈钢管采用卡压式连接。

厚壁不锈钢管的连接有氩弧焊接和螺纹连接。其规格表示用外径×壁厚表示。目前该管道的常用规格有外径 16~110 mm 十多种。不锈钢管道常用于室内给水系统、室外直饮水管道系统、食品工业和医药工业工艺管道系统中。

不锈钢管件是用不锈钢材料制成的成品管件,有卡压管件,其规格种类较多,有双卡压管件和单卡压管件两种。双卡压管件用于管件与管子的卡压连接,单卡压管件用于与其他连接方式(如螺纹连接)的转换。

3) 铜管及管件。

铜管按材质不同分为紫铜管、青铜管和黄铜管三大类,建筑给水中采用紫铜管。国标 GB/T 18033—2000 按壁厚不同分为 A、B、C 三种型号的铜管。其中 A 型管为厚壁型,适用于较高压力用途;B 型管适用于一般用途;C 型管为薄壁铜管。薄壁紫铜管的常用规格有公称直径 DN15~250 mm 十五种。建筑给水的铜管,公称压力推荐 1.0 MPa 和 1.6 MPa。铜管根据制造方式分有拉制铜管和挤压铜管,一般中、低压采用拉制管。铜管连接可采用焊接、

胀接、法兰连接和螺纹连接等。铜管规格用“外径×壁厚”表示。

目前，铜管可用于冷热水供应系统及直接饮用净水系统，连接方式多为螺纹连接、钎焊承插连接、卡箍式机械挤压连接和法兰连接。

根据铜管材的连接方式不同，要分别选择不同连接方式的铜管件。当螺纹连接时，就要选用铜螺纹管件。当焊接连接时，就要选用焊接铜管件。当管径小于 22 mm 时，宜采用承插或套管焊接，承口应用介质流向安装；当管径大于或等于 22 mm 时，宜采用对口焊接。焊接用铜管件一般带有承口，便于焊接。

2. 非金属管材及管件

建筑给水非金属管材工程中常用塑料管，有硬聚氯乙烯给水(UPVC)管、聚乙烯(PE)管、无规共聚聚丙烯(PP-R)管、氯化聚氯乙烯(CPVC)管、聚丁烯(PB)管和工程塑料(ABS)管等。

1) 硬聚氯乙烯给水管。

硬聚氯乙烯给水管用于输送温度低于 45℃ 以下的室内、室外给水系统中，建筑给水用硬聚氯乙烯管材应按管道的最大允许工作压力并考虑管材的刚度等因素选用。当公称外径 $d_n \leq 40$ mm 时，宜选用公称压力为 1.6 MPa 的管材；当公称外径 $d_n \geq 50$ mm 时，宜选用公称压力不小于 1.0 MPa 的管材。

管道连接宜采用承插式粘接连接、承插式弹性密封圈柔性连接。

它具有质量轻、输送流体阻力小、耐腐蚀、不生锈、不结垢、安全卫生、施工方便、使用寿命长等特点。

UPVC 管不得用于室内消防给水系统，也不得用于与消防给水系统相连接的给水系统。

2) 聚乙烯(PE)管。

聚乙烯给水管是以优质聚乙烯树脂为主要原料，添加必要的抗氧剂、紫外线吸收剂等助剂，经挤出加工而成的一种新型产品。能广泛应用于工作压力 0.6 ~ 1.6 MPa、工作温度在 -20 ~ 40℃ 内的市政给水、排水、燃气、建筑给水、石油化工、矿山、农田排灌等各种管道工程中。

聚乙烯管重量轻、抗低温抗冲击性好、耐磨性好、水流阻力小、柔韧性好、管材长、管道接口少、密封性好、材质无毒、无结垢层、不滋生细菌、抗腐蚀、使用寿命长、施工简单方法多样、维修方便。

管材按用途可分为：给水用 PE 管，热水用交联聚乙烯(PE-X)管，燃气用聚乙烯管，农村排灌用聚乙烯管；按密度分为高密度聚乙烯(HDPE)管、中密度聚乙烯(MDPE)管、低密度聚乙烯(LDPE)管。

3) 无规共聚聚丙烯(PP-R)管。

无规共聚聚丙烯管具有重量轻、强度好、耐腐蚀、不结垢、防冻裂性好、耐热保温性好、使用寿命长等优点；但其抗冲击性能差、线膨胀系数大。该管可用于建筑冷、热水，空调系统，低温采暖系统等场合。

PP-R 管及其管件的种类较多，连接方式有承插连接、热熔连接和法兰连接。

4) 聚丁烯(PB)管。

聚丁烯(PB)管,是由聚丁烯、树脂添加适量助剂聚合而成的高分子聚合物,经挤出成型的热塑性加热管,它具有很高的耐寒、耐热、耐压,且不锈钢、不腐蚀、不结垢、寿命长(可达50~100年),无味、无臭、无毒、重量轻、柔韧性好,可在95℃以上长期使用,最高使用温度可达110℃,但管材造价较高。它被誉为“塑料中的黄金”。

PB管材适用于建筑自来水给水系统、直接饮用水给水系统、热水供应系统和地辐采暖地热系统。

聚丁烯(PB)管小口径的管材选用热熔连接;大口径的管材选用电熔连接。

5) 工程塑料(ABS)管。

工程塑料管耐低温性能较好,使用温度在-40~80℃之间,仍能保持其强度和韧性,工作压力可达1MPa。管材有三个压力等级(B、C、D三个压力等级),B级为0.6MPa,C级为0.9MPa,D级为1.6MPa。

工程塑料管无毒、无味,不污染介质。小口径的管材可作为输送室内纯净水及生活饮用水、食用油、果汁、啤酒、牛奶等的管道。

ABS工程塑料管可选用承插粘接(使用工程塑料管专用ABS胶水);ABS管与管件之间也可以进行焊接,使用工程塑料管专用ABS焊条和ABS专用焊枪进行焊接前可以先完成胶黏以保证管材连接的密封性。大口径的管材还可以使用法兰连接(使用ABS法兰)。

3. 复合管及管件

1) 铝塑复合(PAP)管。

铝塑复合管以焊接铝管为中间层,铝层采用搭接超声波焊和对接氩弧焊,内外层均为塑料,铝层内外采用热熔胶粘接,通过专用机械加工方法复合成一体的管材。它的结构分为五层:塑料层—热熔胶层—铝管层—热熔胶层—塑料层。

铝塑复合管具有耐温、耐压、耐腐蚀、不结污垢、不透氧、保温性能好、管道不结露、抗静电、阻燃、可弯曲不反弹、可成卷供应、接头少、渗漏机会少、既可明装也可暗装、施工安装简便、施工费用低、重量轻、运输储存方便等特性,被广泛应用于建筑室内冷热水供应、地面辐射供暖系统、空调管、城市燃气管道、压缩空气管等工程。

普通饮用水用铝塑复合管:白色、蓝色,LS/L标识,主要用于建筑生活给水、中央空调冷凝水、氧气、压缩空气及其他化学液体输送等配管工程。

耐高温用铝塑复合(XPAP)管:交联铝塑复合管,红色,LS/R标识,主要用于长期工作水温不大于95℃的热水供应和采暖系统中。

燃气用铝塑复合管:黄色,LS/Q标识,主要用于室内天然气管路的连接管。

铝塑管可采用卡套式和卡压式连接,专用管件结构与连接方式应配套。

管件材质一般为黄铜或不锈钢。卡套式管接头由螺帽、C型金属压紧环、O型橡胶密封圈和接头本体组成。铝塑管专用管件有等(异)径直通、外牙(螺纹)直通、等(异)径弯头、外牙弯头、等(异)径三通、外牙三通等。

2) 给水镀锌衬(涂)塑钢管。

钢塑复合钢管主要分为给水涂塑复合钢管与给水衬塑复合钢管两大类。

给水涂塑复合钢管安全卫生、价格低廉,具有良好的抗防腐性能且耐酸、耐碱、耐高温,强度高、使用寿命长,且具有优越的耐冲击机械性能,介质流动阻力低于钢管的 40%。常用规格有公称通径 $DN15 \sim 150$ mm 十多种。

给水钢衬塑复合管主要性能与给水钢涂塑复合管比较类似,它的导热系数小,节省了保温与防结露的材料厚度。常用规格有公称通径 $DN15 \sim 150$ mm 十多种。

给水镀锌管衬(涂)塑钢管采用热膨胀法工艺在热镀锌焊接钢管内衬(涂)塑料加工制成,并借以胶圈或厌氧密封胶止水防腐,与衬(涂)塑可锻铸铁管件、涂(衬)塑钢管件配套使用,是给水管道工程中的健康绿色管材。

给水镀锌管衬(涂)塑钢管所衬里的塑料为聚乙烯(PE)、交联聚乙烯(PEX)、聚丙烯(PP)等。

这种管材将钢管的强度高、刚性好、耐高压性好等性能与塑料的耐腐蚀、不结垢、内壁光滑、流阻小等优点复合为一体,使其既承压又耐蚀,从而克服了钢管单独使用时的诸多缺陷。

给水镀锌衬(涂)塑钢管可采用法兰连接、卡箍连接和螺纹连接。

3) 孔网钢带塑料复合管。

这是另一种钢塑复合管,简称孔网钢塑管,是以氩弧对接焊成型的多孔薄壁钢管为增强体,外层和内层双面复合热塑性塑料的一种新型复合管道。由于增强体通过洞孔完全被包覆在塑料之中,因此,这种复合管克服了钢管和塑料管各自的缺点,又保持了钢管和塑料管各自的优点,是民用建筑、城市供水、城市供气、石油化工、电力、制药、冶金等行业最理想的应用管道。

孔网钢塑管道系统采用电热熔管件连接。利用塑料热加工机理,通过管件内部发热体将管材与管件熔融,把管道与配件可靠地连接在一起,一次完成永不渗漏。孔网钢塑管也可采用法兰连接方式与其他管路、配件和设备进行过渡连接。

4) 给水铝合金衬塑管及管件。

给水用铝合金衬塑管通常叫航天恺撒管,目前作为一种新型的建筑给水管材,它无毒、质轻、耐压、耐腐蚀,正在成为一种被推广的材料,它不仅适用于冷水管,也适用于热水管道,甚至纯净饮用水管道。接口采用热熔技术,管子之间完全融合到了一起,不会出现漏水现象,而且不会结垢,目前很多高档住宅和公寓普遍采用航天凯撒管作为冷水管和热水管。

给水铝合金衬塑管外层为无缝铝合金,内衬聚丙烯(PP),两者通过特殊工艺复合。该管材规格有公称通径 $DN10 \sim 150$ mm 十多种。公称工作压力为 1.0 MPa。管道连接有卡套式快装管接头、专利法兰盘等。但由于管件为外接头,不利于暗装又易被碱腐蚀,有时也限制了它的使用。

常用管件如图 2-19 所示。



图 2-19 常用管件

三、管道的连接方式

管道连接是指按照图纸和有关规范、规程的要求,将管子与管子或管子与管件、阀门等连接起来,使之形成一个严密的整体,以达到使用的目的。管道连接方式有很多种,常用的连接方式有螺纹连接、焊接连接、法兰连接、承插连接、热熔连接、电熔连接和沟槽连接等方式。

1. 螺纹连接

螺纹连接是通过管子上的内外螺纹将管子与带外内螺纹的管件、阀门和设备连接起来的方法,简称“丝接”。为了增加连接的严密性,在连接前应在带有外螺纹的管头或配件上按螺纹方向缠以适量的麻丝或者胶带等。螺纹连接一般用于工程直径在 150 mm 以下,工作压力 1.6 MPa 以内的低压水、煤气、蒸汽等管道。管道螺纹连接应留 2~3 牙螺尾。如图 2-20 所示。

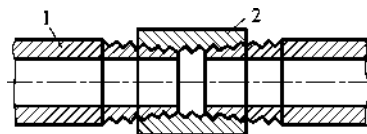
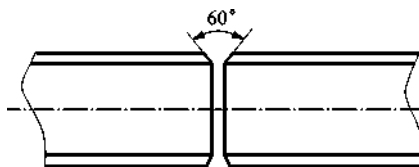


图 2-20 螺纹连接

1—管子; 2—管箍

2. 焊接连接

焊接连接是管道安装工程中最重要和应用最广泛的连接方式之一。管道焊接连接的优点: 焊接牢固、强度大; 安全可靠、经久耐用; 接口严密性好, 不易跑、冒、滴、漏; 不需要接头配件, 造价相对较低; 维修费用也低。缺点: 接口固定, 检修、更换管子等不方便。焊接工艺有气焊、手工电弧焊、手工氩弧焊、埋弧自动焊、二氧化碳气体保护焊等多种焊接方法。各种有缝钢管、无缝钢管、铜管、铝管等都可以采用焊接连接。如图 2-21 所示。



V 形坡口焊接

图 2-21 管道焊接

3. 法兰连接

管路法兰连接是指将垫片放入一对固定在两个管口上的法兰或一个管口法兰一个带法兰阀门的中间,用螺栓拉紧使其紧密结合起来的一种可以拆卸的接头。主要用于管子与管子、管子与带法兰的配件(如阀门)或设备的连接,以及管子需经常拆卸

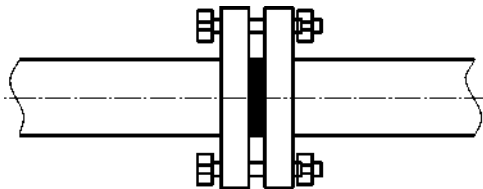


图 2-22 法兰连接

部件的连接。法兰连接是管道安装中常用的连接方式之一,其优点是结合强度大、结合面严密性好、易于加工、便于拆卸。法兰连接适用于明设和易于拆装的管沟、井里,不宜用于埋地管道上,以免腐蚀螺栓,拆卸困难。如图 2-22 所示。

4. 承插连接

承插连接常用于带有承插口的铸铁管、混凝土管、陶瓷(土)管、塑料管等管道的安装。承插接口所用接口材料有石棉水泥、青铅、自应力水泥、橡胶圈、水泥砂浆和氯化钙石膏水泥等。石棉水泥接口操作方便,质量可靠,是使用最多的接口材料;青铅接口操作复杂,费用较高,热赛法青铅接口在融铅和灌铅时对人体有害。因此,一般只有在紧急抢险或有震动的地方使用。如图 2-23 所示。

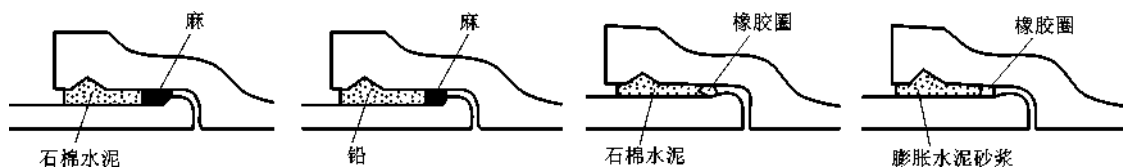


图 2-23 承插连接

5. 热熔连接

热熔连接是利用热塑性管材的性质进行管道连接,热熔时采用专门的加热设备(一般采用电热式),使同种材料的管材与管件的连接面达到熔融状态,用手工或机械将其压合在一起。这种方式结合紧密、安全耐用,避免了金属管件接头处水的跑、冒、滴、漏等现象。如图 2-24 所示。

6. 电熔连接

管件出厂时将电阻丝埋在管件中,做成电热熔管件,在施工现场时,只需将专用焊接仪的插头和管件的插口连接,利用管件内部发热体将管件外层塑料与管件内层塑料熔融,形成可靠连接。电熔效果可靠,人为因素低,施工质量稳定。另外安装时仅用电缆插头,可克服操作空间狭小导致安装困难的问题。如图 2-25 所示。



图 2-24 热熔连接

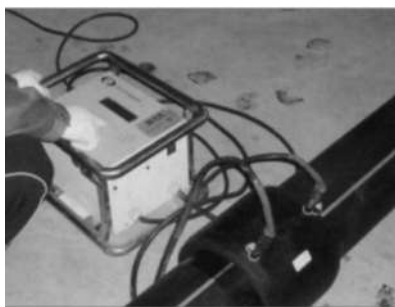


图 2-25 电熔连接

7. 沟槽连接(也叫卡箍连接)

沟槽式管接口是在管材、管件等管道接头部位加工成环形沟槽,用卡箍件、橡胶密封圈和紧固件等组成的套筒式快速接头。沟槽连接具有不破坏钢管镀锌层、施工快捷、密封性好、便于拆卸等优点。用于建筑给水、消防给水、生产给水等管道工程。沟槽管道安装工艺首先做好安装准备,然后用滚槽机滚槽并开孔,安装机械三通、四通等管件,最后系统试压。如图 2-26 所示。

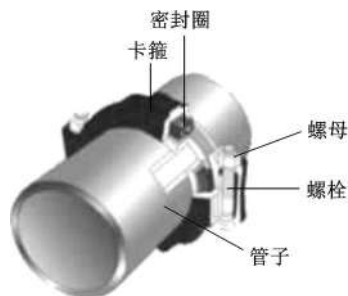


图 2-26 沟槽连接

四、管道安装其他常用材料

1. 密封材料

密封材料就是指能承受接缝位移以达到气密、水密目的而嵌入接缝中的材料。密封材料

有金属材料(铝、铅等),也有非金属材料(橡胶、塑料、陶瓷、石墨等)和复合材料(橡胶-石棉板)。

(1)生料带:生料带化学名称是聚四氟乙烯,是管道螺纹连接中常用的一种密封材料。由于其无毒、无味、优良的密封性、绝缘性、耐腐蚀性,被广泛应用于水处理、天然气、化工、塑料、电子工程等领域。

(2)密封垫片:密封垫片是以金属或非金属材料,经切割、冲压或裁剪等工艺制成,常用于管道法兰的密封连接。金属垫片是用钢、铝、铜、镍或合金等金属制成的垫片;非金属垫片是用石棉、橡胶、合成树脂、聚四氟乙烯等非金属材料制成的垫片;缠绕垫片是指用金属带与非金属带缠绕成环形的垫片,金属带与非金属带交替缠绕,由于其具有较好的弹性,被广泛用于石化、化工、电力等行业的法兰密封结构中。

2. 焊接材料

焊接材料是焊接时使用的形成熔敷金属的填充材料、保护熔融金属不被氧化或氮化的保护材料、协助熔融金属凝固成形的衬垫材料等,包括焊条、焊丝、电极、焊剂、气体、衬垫等。

(1)焊条:焊条由焊芯和药皮组成。当手工焊条电弧焊时,焊条焊芯既是电极,又是填充金属。有碳钢电焊条、纤维素电焊条、低合金钢电焊条、不锈钢电焊条、低温钢电焊条、钎及铬钼耐热钢电焊条、镍及镍合金电焊条、堆焊电焊条、铸铁电焊条等。

(2)焊丝:焊丝是焊接时作为填充金属或同时作为导电用的金属丝焊接材料。焊丝可分为实心焊丝和药芯焊丝。实心焊丝是从金属线材直接拉拔或铸造而成的焊丝;药芯焊丝是将薄钢带卷成圆形钢管或异形钢管的同时,在其中填满一定成分的药粉,经拉制而成的焊丝。

(3)钨极:钨极是不熔化的电极,钨的熔点为 3410°C ,沸点为 5900°C ,是常见金属中最高的,因而不熔极电弧的最合适的电极材料。钨极氩弧焊特别适于薄板的焊接。

(4)焊剂:焊剂是在焊接时,能够熔化形成熔渣和气体,对熔化金属起保护和冶金处理作用的一种物质。埋弧焊、电渣焊等都用电剂。常用焊剂有熔炼焊剂和烧结焊剂。

3. 紧固材料

紧固件在市场上也称为标准件,是将两个或两个以上的零件(或构件)紧固连接成为一件整体时所采用的机械零件的总称。它的特点是品种规格繁多,性能用途各异,而且标准化、系列化、通用化的程度极高,主要有螺栓、螺柱、螺母、螺钉、垫圈等。

4. 保温隔热材料

保温隔热材料(又称绝热材料)是指对热流具有显著阻抗性的材料或材料复合体。其导热系数一般小于 $0.174\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,表观密度小于 $1000\text{ kg}/\text{m}^3$ 。保温隔热材料有板、毡、棉、纸、毡、异型件、纺织品等形态。常用的管道绝热材料有膨胀珍珠岩制品、超细玻璃棉制品、矿棉制品、橡塑材料等,其辅助材料有镀锌铁皮、铁丝、油毡、玻璃布等。

5. 管道刷油防腐材料

防腐就是通过采取各种手段,保护容易锈蚀的金属物品,来达到延长其使用寿命的目的。管道安装中常用的防腐就是刷油、喷涂等,刷油的主要材料为各种防锈漆及调和漆,喷涂的主要材料为铝、锌等。

五、室内给排水管道附件

室内给排水管道附件分为配水附件和控制附件两大类。

1. 配水附件

配水附件用以调节和分配水量,装在卫生器具及用水点的各式水龙头,又称水嘴,常见的有普通水龙头、皮带水龙头、化验水龙头、浴盆水龙头和智能感应水龙头等。

按材料可分为不锈钢、铸铁、黄铜、全塑和高分子复合材料水龙头等。按功能可分为面盆、浴缸、淋浴和厨房水槽水龙头。

按结构可分为单联式、双联式和三联式水龙头等。单联式水龙头可接冷水管或热水管;双联式水龙头可同时接冷热两根管道,多用于浴室面盆以及有热水供应的厨房洗菜盆的水龙头;三联式水龙头除接冷热水两根管道外,还可以接淋浴喷头,主要用于浴缸的水龙头。还有单手柄和双手柄之分,单手柄水龙头通过一个手柄即可调节冷热水的温度,双手柄则需分别调节冷水管和热水管来调节水温。

按开启方式分为螺旋式、扳手式、抬启式和感应式等。螺旋式水龙头的手柄打开时,要旋转很多圈;扳手式水龙头的手柄一般只需旋转 90° ;抬启式水龙头的手柄只需往上一抬即可出水;感应式水龙头只要把手伸到水龙头下,便会自动出水。另外,还有一种延时关闭的水龙头,关上开关后,水还会再流几秒钟才停,这样关水龙头时手上沾上的脏东西还可以再冲干净。如图2-27所示。



图2-27 各类配水龙头

按阀芯来分,可分为橡胶芯(慢开阀芯)、陶瓷芯(快开阀芯)和不锈钢阀芯水龙头等种类。影响水龙头质量最关键的就是阀芯。使用橡胶芯的水龙头多为螺旋式开启的铸铁水龙头,现在已经基本被淘汰;陶瓷阀芯水龙头是近几年出现的,质量较好,现在使用比较普遍;不锈钢阀芯是最近才出现的,更适合水质差的地区。

2. 控制附件

控制附件用来调节水量和水压,具有开启和切断水流的作用。如图2-28所示。

建筑给水系统常用的阀门按用途和作用分为截断类、止回类、调节类、安全类、分配类、特殊用途阀门等。

按压力可分为真空阀(工作压力低于标准大气压)、低压阀(压力小于 1.6 MPa)、中压阀(压力在 $2.5\sim 6.4\text{ MPa}$)、高压(压力在 $10.0\sim 80.0\text{ MPa}$)、超高压阀(压力大于 100 MPa)。

按介质工作温度分为高温阀(大于 450°C)、中温阀(温度在 $120\sim 450^{\circ}\text{C}$)、常温阀(温度在 $40\sim 120^{\circ}\text{C}$)、低温阀(温度在 $-100\sim -40^{\circ}\text{C}$)、超低温阀(温度低于 -100°C)。



图 2-28 各类控制附件

按阀体材料分为非金属阀门和金属材料阀门等。

按与管道连接方式分可分为法兰连接阀门、螺纹连接阀门、焊接连接阀门、夹箍连接阀门、卡套连接阀门等。

建筑给水工程中常用的大都为低压或中压阀门，以手动为主。给水管道上使用的各类阀门的材质，应耐腐蚀和耐压，根据管径大小和所承受压力的等级、使用温度，可采用全铜、全不锈钢、铁壳铜芯和全塑阀门等。

安装工程中控制附件主要是阀门，阀门是流体管路的控制装置，在安装工程中发挥着重要作用。

(1) 闸阀：闸阀是指启闭体(阀板)由阀杆带动阀座密封面作升降运动的阀门，可接通或截断流体的通道，如图 2-29 所示。当阀门部分开启时，在闸板背面产生涡流，易引起闸板的侵蚀和震动，也易损坏阀座密封面。闸阀通常适用于不需要经常启闭，而且保持闸板全开或全闭的工况，不适用于作为调节或节流使用。

闸阀具有流体阻力小、开闭所需外力较小、介质的流向不受限制、体形比较简单、铸造工艺性较好等优点，缺点是外形尺寸和开启高度都较大、开闭过程中密封面间的相对摩擦易引起擦伤现象。闸阀在管路中主要作切断用，一般口径 $DN \geq 50$ mm 的切断装置多选用它。

(2) 截止阀：截止阀是关闭件(阀瓣)沿阀座中心线移动的阀门，如图 2-30 所示。截止阀主要作用是切断，也可调节一定的流量。截止阀具有开启高度小、只有一个密封面、制造工艺好、便于维修的优点，缺点是流体阻力大、安装具有方向性。截止阀使用较为普遍，但由于开闭力矩较大，结构长度较长，一般公称直径都限制在 200 mm 以下。

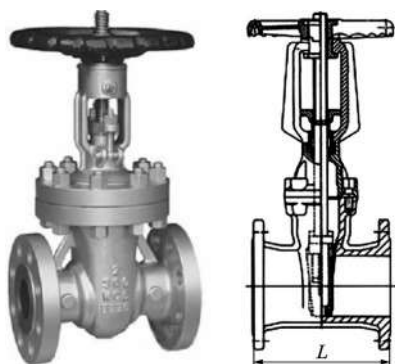


图 2-29 闸阀

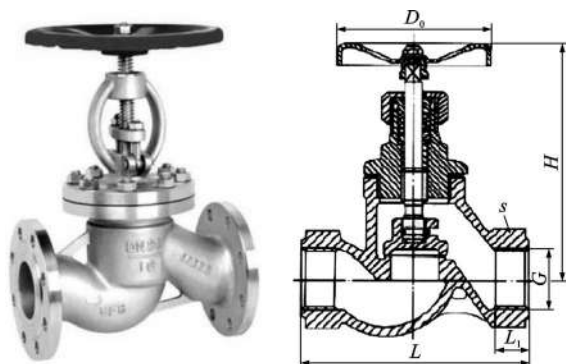


图 2-30 截止阀

(3) 球阀：球阀是启闭件(球体)由阀杆带动，并绕阀杆的轴线作旋转运动的阀门，如图 2-31 所示。球阀在管路中主要用来做切断、分配和改变介质的流动方向。球阀具有流动阻力小、结构简单、密封性好、操作方便、开闭迅速、维修方便等优点，缺点是高温时启闭困难、水击严重、易磨损。

(4) 蝶阀：蝶阀又叫翻板阀，是指关闭件(阀瓣或蝶板)圆盘围绕阀轴旋转来达到开启与关闭的一种阀，在管道上主要起切断和节流作用，如图 2-32 所示。其主要由阀体、阀杆、蝶板和密封圈组成，是一种结构简单的调节阀，同时也可用于低压管道介质的开关控制。蝶阀具有启闭方便迅速、省力、流体阻力小、结构简单、外形尺寸小等优点，适用于输送各种腐蚀性、非腐蚀性流体介质的管道上，用于调节和截断介质的流动。

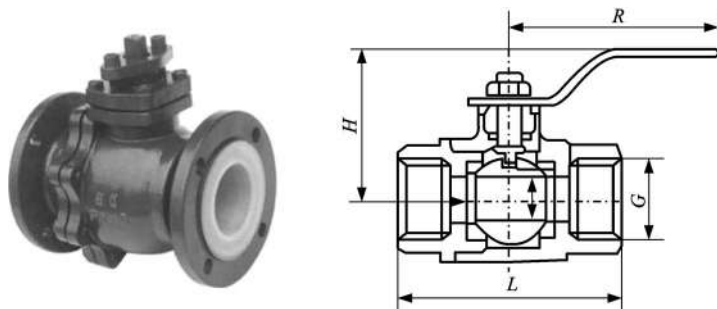


图 2-31 球阀

(5) 止回阀：止回阀又称单向阀或逆止阀，是启闭件靠介质流动自行开启或关闭，以防止介质倒流的阀门。止回阀按结构形式分为升降式、旋启式、蝶式三类，如图 2-33 ~ 图 2-35 所示。常用的止回阀有以下几种形式：消音止回阀、多功能水泵控制阀、倒流防止器、底阀等。

(6) 安全阀：安全阀又称泄压阀，是一种安全保护用阀，它的启闭件在外力作用下处于常闭状态，当设备或管道内的介质压力升高，超过规定值时自动开启，通过向系统外排放介质来防止管道或设备内介质压力超过规定数值，如图 2-36 所示。

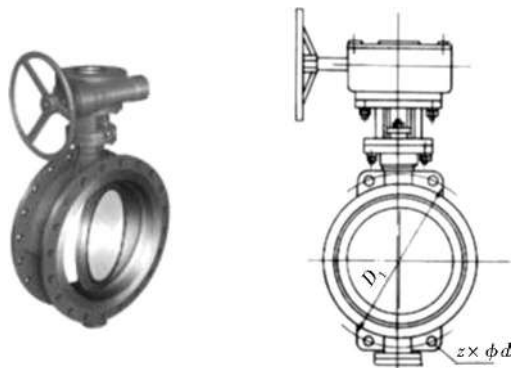


图 2-32 蝶阀

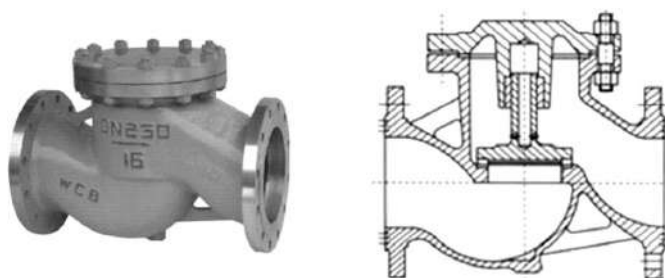


图 2-33 升降式止回阀

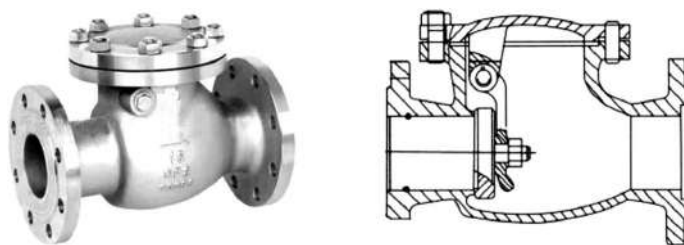


图 2-34 旋启式止回阀

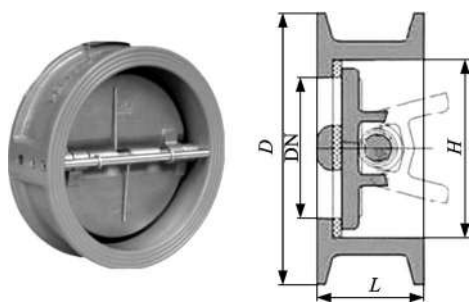


图 2-35 蝶式止回阀



图 2-36 安全阀

六、常用仪表

1. 水表的类型和性能参数

水表是计量建筑物内用户或设备累计用水量的仪表。室内给水系统广泛采用流速式水表。它是根据管径一定时,通过水表的水流速度与流量成正比的原理制作的一种仪表。

流速式水表按叶轮转轴构造不同可分为旋翼式(又称为叶轮式)和螺翼式两种。旋翼式水表的叶轮转轴与水流方向垂直,阻力大,起步流量和计量范围较小,多用于小口径给水管道系统中,测小流量;螺翼式水表的叶轮转轴与水流方向平行,阻力较小,起步流量和计量范围较大,适用于室外较大口径给水管道系统中,测大流量。

旋翼式水表按计数部件所处环境状态不同又可分为干式水表和湿式水表两种。干式水表的计数部件和表盘与水隔开,计数器不受水中杂质污损,但精度较低;湿式水表的计数器浸没在水中,在计数盘上装有一块厚度为8 mm的玻璃用来承受水压,其结构简单、精度较高,被广泛用于室内给水系统中。旋翼式水表如图2-37所示,螺翼式水表如图2-38所示。

按水表智能程度分为IC卡智能水表和远传式水表。适用于“先付费后用水”条件下的管理系统,智能水表如图2-39所示。



图2-37 旋翼式水表



图2-38 螺翼式水表



图2-39 智能水表

2. 水表的安装

水表的选用原则:选择水表时,应考虑管道直径,还要考虑经常使用流量的大小来选择适宜口径的水表,以经常使用的流量接近或小于水表要求流量为宜。

水表的安装要求:

- (1) 水表应安装在便于检修、不受暴晒、污染和冰冻的地方。
- (2) 水表安装前应将管道内的所有杂物清洗干净,以免阻塞水表运行。
- (3) 安装螺翼式水表,表前与阀门应有不小于8倍水表接管直径的直管段,出水口侧直线管段的长度,不得小于水表口径的5倍。安装旋翼式水表时,水表前与阀门应有不小于300 mm的直管段。
- (4) 水表在水平安装时,标度盘向上不得倾斜,垂直安装时,水表叶轮轴和管道中心线必须保持同心,不得发生偏角。
- (5) 水表安装必须使表壳上箭头方向与管道内水的流向保持一致。水表外壳距墙表面净距为10~30 mm;水表进水口中心标高按设计要求,允许偏差为 ± 10 mm。
- (6) 水表安装后应无漏泄处。

(7) 水表运行中应定期进行检查,发现问题及时检修。

3. 流量计

流量计是指示被测流量和(或)在选定的时间间隔内流体总量的仪表。流量计分为转子流量计、节流式流量计、细缝流量计、容积流量计、电磁流量计(图2-40)、超声波流量计和堰等。电磁流量计是根据法拉第电磁感应定律制成的一种测量导电性液体的仪表,有一系列优良特性:测量通道是段光滑直管,不会阻塞;不产生流量检测所造成的压力损失,节能效果好;所测得体积流量实际上不受流体密度、黏度、温度、压力和电导率变化的明显影响;流量范围大,口径范围宽;可应用腐蚀性流体。它被广泛应用于民用、化工、冶金、医药等行业。

4. 温度计

温度计是测温仪器的总称,可以准确地判断和测量温度,分为指针温度计和数字温度计。如图2-41所示。

5. 压力表

压力表是指以弹性元件为敏感元件,测量并指示高于环境压力的仪表。压力表的应用极为普遍,它几乎遍及所有的工程领域、工业流程及科研领域。如图2-42所示。



图 2-40 电磁流量计



图 2-41 温度计



图 2-42 压力表

七、升压贮水设备

1. 给水系统的水泵

水泵是给水系统中最主要的升压机械设备,被广泛应用于室外给水系统和室内给水系统中,工程中常选用清水离心泵。它具有结构简单、体积小、效率高、流量和扬程在一定范围内可以调整等优点。

水泵的基本性能通常用七个性能参数表示。

(1) 扬程:表示水泵出口总水头与进口总水头之差,它反映了通过水泵的液体所获得的有效能量,用 H 表示,单位是 $\text{m} \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 流量:是水泵在单位时间内输送流体的量,用 Q 表示,单位是 m^3/s , m^3/h 或 L/s 。

(3) 轴功率:又称输入功率,指原动机传递给泵轴的功率,用 N 表示,单位是 W 或 kW 。

(4) 有效功率:是单位时间内液体从水泵所得到的能量,是水泵传递给液体的净功率。用 N_e 表示,单位是 W 或 kW 。

(5) 效率:指水泵的有效功率与轴功率的比值,表示轴功率被利用程度的物理量。用 η 表示。水泵的有效功率总是小于水泵的轴功率。

(6) 转速: 指水泵叶轮每分钟的转动次数, 用 n 表示, 单位是 r/h 。

(7) 允许吸上真空高度及汽蚀余量:

允许吸上真空高度是指为避免水泵发生汽蚀所允许的最大吸上真空高度, 反映离心水泵的吸水性能。汽蚀余量是为了保证水泵不发生汽蚀, 在水泵的入口处必须设有超过其汽化压力的静压水头, 它反映轴流泵、锅炉给水泵的吸水性能。

2. 离心水泵的组成和原理

离心水泵的结构组成: 离心水泵的基本构造是由叶轮、泵壳、泵轴、轴承、密封环、填料函、吸水管和压水管等八部分组成的, 如图 2-43 所示。

离心水泵的工作原理: 离心泵利用叶轮旋转而使水产生的离心力来工作。水泵在启动前, 必须使泵壳和吸水管内充满水, 或用真空泵抽气, 形成真空后, 启动电动机, 使泵轴带动叶轮和水做高速旋转运动, 水在离心力的作用下, 被甩向叶轮外缘, 经蜗形泵壳的流道流入水泵的压水管路而输送出去。水泵叶轮中心处, 由于水在离心力的作用下被甩出后形成真空, 吸水池中的水便在大气压力的作用下被压进泵壳内, 叶轮通过不停地高速转动, 使得水在叶轮的作用下不断流入与流出, 达到了输送水的目的。

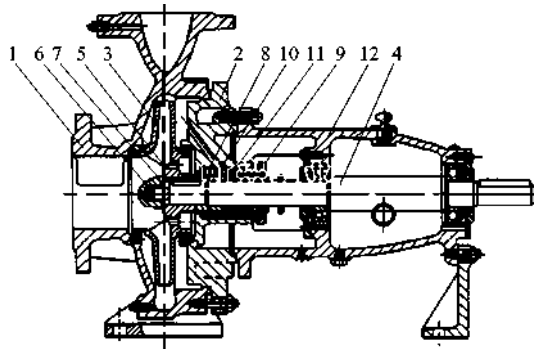


图 2-43 离心水泵的构造

- 1—泵体; 2—泵盖; 3—叶轮; 4—轴; 5—密封环;
6—叶轮螺母; 7—止动垫圈; 8—轴套; 9—填料压盖;
10—填料函; 11—填料; 12—悬架轴承部件

3. 给水系统的贮水池和生活水箱

1) 贮水池。

贮水池是供水设备中贮存和调节水量的构筑物。当一幢(特别是高层建筑)或数幢相邻建筑所需的水量、水压明显不足, 或者是用水量很不均匀(在短时间内特别大), 城市无塔供水管网难以满足时, 应当设置贮水池。

贮水池可设置成生活用水贮水池生产用水贮水池、消防用水贮水池、或者是生产与消防合用的贮水池。贮水池的形状有圆形、方形、矩形和因地制宜的异形。小型贮水池可以是砖石结构, 混凝土抹面; 大型贮水池应该是钢筋混凝土结构。不管是哪种结构, 都必须牢固, 保证不漏(渗)水。

贮水池的有效容积与水源供水保证能力和用户要求有关, 一般应根据用水情况调节水量、消防贮备水量和生产事故备用水量来确定。

贮水池应设置进水管、出(吸)水管、溢流管、泄水管、人孔、通气管和水位信号装置。贮水池进水管和出水管应布置在相对位置, 以便池内贮水经常流动, 防止滞留和死角, 以防池水腐化变质。

2) 生活水箱。

水箱按形状分为圆形、方形、矩形和球形等不同形式的水箱。水箱可采用不锈钢板、热浸镀锌钢板、塑料板、玻璃钢板、涂塑钢板加工而成。水箱按承压能力分有开口的非承压水箱和密闭的承压水箱两种。水箱按是否保温分为保温水箱和非保温水箱两种。

水箱上必须设置进水管、出水管、溢流管、泄水管、通气管、水位信号装置、人孔和仪表等附件，如图 2-44 所示。

(1) 进水管及浮球阀：进水管一般从侧壁接入，当水箱利用管网压力进水时，进水管入口处应安装至少两个浮球阀，且管径应与进水管管径相同。在浮球阀前应装设控制阀门，一般采用螺纹截止阀或螺纹闸阀，以便检修时方便切断水流。当水箱利用水泵加压供水并利用水位信号装置自动控制水泵运行时，可不设浮球阀。水箱水位上部应留有一定空间，以便安装浮球阀。

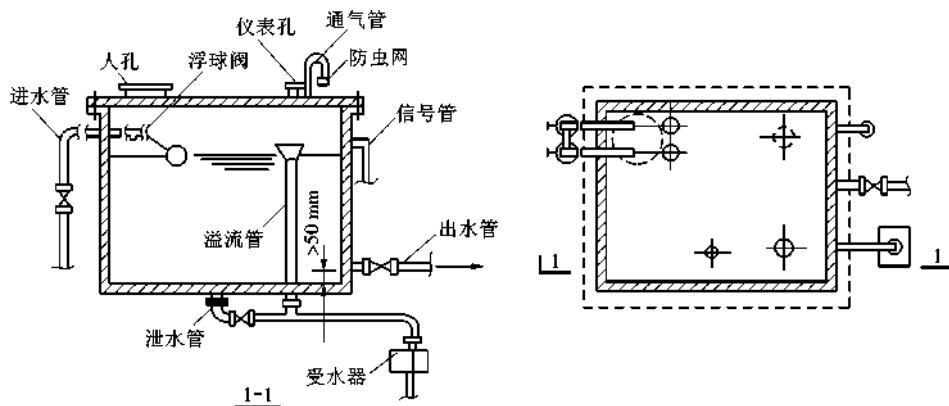


图 2-44 生活水箱的配管

(2) 出水管及止回阀：出水管一般从侧壁下部接出，出水管管口应高出水箱内底部 50 ~ 100 mm，并应装设阀门。当贮水箱兼作消防贮水箱时，应设有保证消防水量不被动用的措施。

水箱进、出水管宜分别设置，当进水管和出水管为同一条管道时，应在水箱的出水管上装设止回阀。与消防水箱合用的水箱，出水管应设止回阀。

(3) 溢流管：溢流管宜从水箱上侧壁接出，其管口最好做出朝上的喇叭口形状并高于设计最高水位 20 ~ 30 mm，管径应比进水管大 1 ~ 2 号，便于泄水。溢流管上不得安装阀门。其出口处应设网罩，并采取断流排水或间接排水方式。

(4) 泄水管：泄水管从水箱底部接出，并设阀门，泄水管可与溢流管相连，但不得与排水系统直接连接。

(5) 通气管：供生活饮用水的水箱应设置密封箱盖，箱盖上应设检修人孔和通气管。通气管可伸至室内或室外，但不得伸到有有害气体的地方。管口应设置防止灰尘、昆虫和蚊蝇进入的滤网，一般将口朝下设置。通气管上不得装设阀门、水封等妨碍通气的装置，且不得与排水管道和通风管道连接。

(6) 水位信号装置：一般应在水箱侧壁上安装玻璃液位计来显示水箱水位。当水箱液位与水泵连锁时，应在水箱内设置液位计。常用的液位计有浮球式、杆式、电容式和浮子式等。液位计停泵液位应比溢流水位低至少 100 mm，启泵液位应比设计最低水位高至少 200 mm。当水箱内未装设液位信号计时，一般应设信号管给出溢流信号。信号管一般从水箱侧壁接出接至值班房间内的污水盆内，当信号管出水即可关闭进水阀，选择 DN15 ~ 20 mm 的管子作为

信号管。

(7)入孔和仪表：入孔与仪表孔一般从水箱顶部接入。入孔不得小于 500 mm 并设置能够锁定的入孔盖，以保证水箱卫生安全。当水箱高度大于 1500 mm 时，应在入孔处设置内外人梯。

第三章 建筑消防给水系统

第一节 建筑消防系统概述

凡是在时间上和空间上失去控制,造成物质的损失和人员的伤亡的燃烧现象即称为火灾。火灾给人类带来的灾难是巨大的。它可将国家和人民的财产顷刻间化为灰烬,使居民无家可归,无法生产、生活,影响社会稳定,也能夺取人们的宝贵生命,使人们失去亲朋好友。火灾烧毁古建筑、历史文物,造成无法弥补的损失。核燃烧、森林发生火灾不仅能造成空气污染,而且还会危害健康,破坏生态平衡,后患无穷。

一、火灾的产生与规律

建筑物产生火灾的原因很多,大约有以下几种原因:

(1)人员用火不慎,如乱丢烟头、火柴,电焊、气焊火花跌落等引起可燃气体、油料、木材和化纤等物体燃烧产生火灾;

(2)电气起火,如用户随意接插用电,线路超载,配电线路受潮、老化、漏电甚至短路,变配电设备和用电设备安放位置不当,电气事故后迅速引燃周围物质等;

(3)建筑物遭受雷击;

(4)人为破坏。

二、物质燃烧的必要条件

可燃物:凡是能与空气中的氧或其他氧化剂起燃烧化学反应的物质称为可燃物。

氧化剂:帮助和支持可燃物燃烧的物质,即能与可燃物发生氧化反应的物质称为氧化剂。

温度(引火源):是指供给可燃物与氧或助燃剂发生燃烧反应能量来源。

三、火灾分类

A类:由固体物质燃烧发生的火灾。

B类:由液体物质和在燃烧条件下可熔化的固体物质燃烧发生的火灾。

C类:由气体物质燃烧发生的火灾。

D类:由金属燃烧发生的火灾。

四、建筑材料的燃烧性能分级

A级:不燃性建筑材料;

B1级:难燃性建筑材料;

B2 级：可燃性建筑材料；

B3 级：易燃性建筑材料。

建筑构件的燃烧性能分类：

(1) 不燃烧体(非燃烧体)：用金属、砖、石、混凝土等不燃性材料制成的构件。在空气中遇明火或高温作用下不起火、不微燃、不炭化。

(2) 难燃烧体：用难燃性材料制成的构件或用可燃材料制成而用不燃性材料作保护层制成的构件。在空气中遇到明火或在高温作用下难起火、难微燃、难炭化，当火源移开后燃烧和微燃立即停止。

(3) 燃烧体：用可燃性材料制成的构件。在空气中遇明火或在高温作用下会燃烧或微燃，且火源移开后仍继续保持燃烧或微燃。

五、耐火极限

建筑构件按时间－温度标准曲线进行耐火实验，从受到火的作用时起，到失去支持能力或完整性被破坏或失去隔热作用时止的时间。

耐火等级：《建筑设计防火规范》把建筑物的耐火等级分为一、二、三、四级，一级最高，四级最低；《高层民用建筑设计防火规范》把高层民用建筑耐火等级分为一、二级。

六、灭火的机理

破坏燃烧条件使燃烧终止，其主要机理有冷却、窒息、隔离、化学抑制。

(1) 冷却：可燃物能够持续燃烧的条件之一就是在火焰或热的作用下达到了各自的着火温度。将可燃物冷却到其燃点或闪点以下，燃烧反应就会中止。水的灭火机理主要是冷却作用。

(2) 窒息：可燃物燃烧必须在最低氧气浓度以上进行，降低燃烧物周围的氧气浓度可以起到灭火作用。二氧化碳、水蒸气、氮气等的灭火机理主要是窒息作用。

(3) 隔离：把可燃物与引火源或氧气隔离开来，燃烧反应就会自动中止。关闭阀门，切断流向着火区的可燃气体和液体的通道；打开阀门，使已经燃烧或受到火势威胁的容器中的液体可燃物通过管道导至安全区域，都是隔离灭火的措施。

(4) 化学抑制：灭火剂与链式反应的中间体自由基反应，从而使燃烧的链式反应中断。干粉灭火剂、卤代烷灭火剂的主要灭火机理就是化学抑制作用。

七、建筑消防用水及其他灭火介质

1. 水的灭火原理及应用

水的灭火原理：

- (1) 水的冷却作用；
- (2) 水对氧(助燃剂)的稀释作用；
- (3) 水的冲击作用。

水灭火介质的应用：

- (1) 消火栓灭火系统；
- (2) 喷洒水灭火系统；
- (3) 水幕水帘等系统。

2. 泡沫灭火剂

- (1)组成：发泡剂、泡沫稳定剂、降黏剂、抗冻剂、助熔剂、防腐剂及水。
- (2)用途：主要用于扑灭水溶性可燃液体及一般固体火灾。
- (3)灭火原理：形成无数小气泡→覆盖在燃烧物表面→阻隔热辐射、冷却、阻隔空气→灭火。

3. 干粉灭火剂

- (1)用途：用以扑灭各种非水溶性和水溶性可燃易燃液体的火灾以及天然气和液化石油气可燃气体的火灾。
- (2)灭火原理：干粉喷出呈粉雾状→与火接触发生一系列化学作用→灭火。

4. 二氧化碳灭火剂

- (1)组成：液态 CO₂。
- (2)用途：广泛应用于补救各种易燃液体火灾、电气火灾以及高层建筑中的重要设备、机房、电子计算机房、图书馆、珍藏库等发生的火灾。
- (3)灭火原理：液态二氧化碳喷出→对火灾起窒息、冷却和降温作用→灭火。

5. 卤代烷灭火剂

- (1)组成：CF₂ClBr(1211)，CF₃Br(1301)，CF₂Br₂(1202)，C₂F₄Br₂(2402)。
- (2)用途：适合于扑救各种易燃液体火灾和电器设备火灾，而不适用于扑救活泼金属、金属氧化物及能在惰性介质中由自身供氧燃烧的物质火灾。
- (3)灭火原理：液态卤代烷喷出→抑制燃烧的化学过程→燃烧中断→灭火。

现代建筑消防系统由火灾自动报警系统、灭火及消防联动系统组成，其组成与结构如图 3-1 所示。

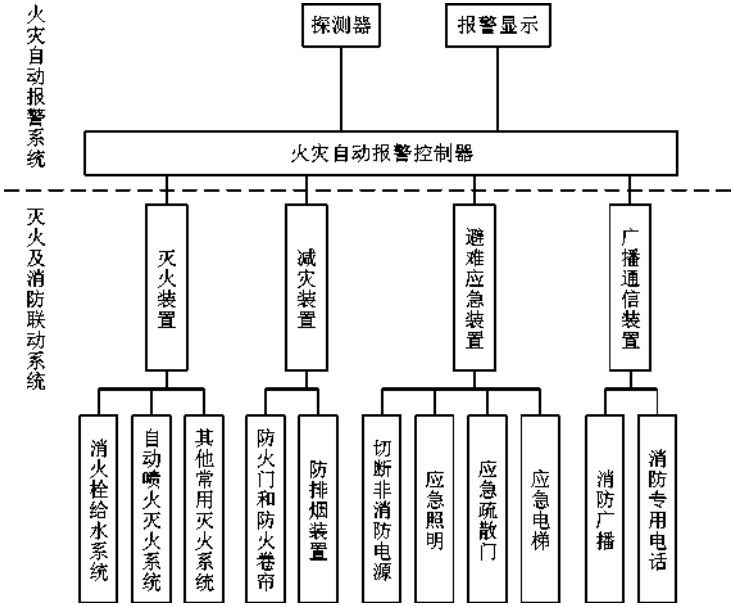


图 3-1 建筑消防系统的组成与结构

八、消防系统的分类

随着人们生活水平的提高,家庭中的电器用品越来越多、装修档次越来越高、家庭中贵重物品越来越多,加上气体能源的普及从而发生火灾的可能性、危险性也越来越大。设计建筑消防灭火系统,是必要的。

建筑消防灭火系统根据使用灭火剂的种类和灭火方式一般分为三种:

- (1) 消火栓给水系统;
- (2) 自动喷水灭火系统;
- (3) 其他使用非水灭火剂的固定灭火系统(二氧化碳、干粉、卤代烷)。

以水灭火是传统的防火方法,在各种灭火剂中,水具有使用方便、灭火效果好、器材简单等优点,是目前建筑消防的主要灭火剂。

以水为灭火剂的消防系统,主要有消火栓给水系统和自动喷水灭火系统,其次是水幕系统、水喷雾灭火系统等。

我国现行的消防规范有:《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)。根据规定:10层及10层以下的住宅及建筑高度小于24m的民用建筑为低层建筑,其他为高层建筑。

随建筑物高度的增加室内消防灭火系统的作用愈来愈大,而消防车的作用则相反:

(1) 低层建筑中,6层及6层以下的单元式住宅,5层及5层以下的一般民用建筑可以不设室内消防给水系统,火灾完全依靠消防车扑救。

(2) 其他低层建筑中应设置消火栓给水系统,主要用于扑灭初期火灾,后期火灾由消防车扑救。

(3) 高层建筑中应同时设置消火栓给水系统和自动喷水灭火系统。

高度在50m以下的高层建筑中的火灾,主要靠室内灭火系统扑救,但可以得到消防车的支援,如通过水泵接合器向室内管网加压补水。

高度在50m以上的高层建筑中的火灾,完全依靠室内灭火系统扑救。

按照规定,下列建筑应设置消防给水:

- (1) 厂房、库房、高度不超过24m的科研楼(有与水接触能引起燃烧爆炸的物品除外);
- (2) 超过800个座位的剧院、电影院、俱乐部和超过1200个座位的礼堂、体育馆;
- (3) 体积超过5000 m³的车站、码头、机场建筑物以及展览馆、商店、病房楼、门诊楼、图书馆、书库等;
- (4) 超过7层的单元式住宅,超过6层的塔式住宅、通廊式住宅及底层设有商业网点的单元式住宅;
- (5) 超过5层或体积超过10000 m³的教学楼等其他民用建筑物;
- (6) 国家级文物保护单位的重点砖木或木结构的古建筑。

第二节 消火栓给水系统

建筑消防栓系统是指用水作为灭火剂的消防系统,其灭火机理主要是冷却降温,可用于

可燃固体引起的(一般为有机物,如棉、麻、木材等)火灾。

建筑消防消火栓系统可分为室外消防栓系统和室内消防栓系统,它们之间有明确的消防范围,承担不同的消防任务,又有紧密的衔接性,具有配合和协同的工作关系。

一、室外消防给水系统

1. 消防用水量标准

(1)城市、居住区室外消防用水量应按同一时间内的火灾次数和一次灭火用水量确定。同一时间内的火灾次数和一次灭火用水量不应小于表 3-1 所示数值。

表 3-1 城市、居住区同一时间内的火灾次数和一次灭火用水量

人数 N /万人	同一时间内的火灾次数	一次灭火用水量/($L \cdot s^{-1}$)
$N \leq 1$	1	10
$1 < N \leq 2.5$	1	15
$2.5 < N \leq 5$	2	25
$5 < N \leq 10$	2	35
$10 < N \leq 20$	2	45
$20 < N \leq 30$	2	55
$30 < N \leq 40$	2	65
$40 < N \leq 50$	3	75
$50 < N \leq 60$	3	85
$60 < N \leq 70$	3	90
$70 < N \leq 80$	3	95
$80 < N \leq 100$	3	100

注:城市的室外消防用水量应包括居住区、工厂、仓库、堆场、储罐(区)和民用建筑的室外消防用水量。当工厂、仓库和民用建筑的室外消防用水量按表 3-2 规定计算,其值与按本表计算不一致时,应取较大值。

(2)工厂、仓库、堆场、储罐(区)和民用建筑的室外消防用水量,应按同一时间的火灾次数和一次灭火用水量确定。

(3)可燃材料堆场、可燃气体储罐(区)等的室外消火栓用水量,见《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)相关条款。

2. 室外消防水压

室外消防给水管道可采用低压系统、高压系统和临时高压系统。

(1)低压系统:管网内平时水压较低,火场上水枪需要的压力,由消防车或其他移动式消防泵加压形成。从室外设计地面算起,消火栓口处的水压力 $\geq 0.1\text{ MPa}$ 。

(2)高压系统:管网内经常保持足够的压力和消防用水量,火场上不需使用消防车或其他移动式消防设备加压,直接由消火栓接出水带就可满足水枪灭火要求。

(3)临时高压系统:平时水压不高,其水压和水量不能满足最不利点灭火要求,在水泵

站(房)内设有消防水泵,当接到火警时,消防水泵开动后,使管网内的压力升高达到高压给水系统的压力要求。

3. 消防水源

消防用水可由市政给水管网、天然水源或消防水池供给。

4. 室外消防给水管道和室外消火栓的布置

1) 室外消防给水管道的布置要求。

(1) 室外消防给水管网应布置成环状,以增加供水的可靠性能;在建设初期或室外消防水量不超过 15 L/s 时,可布置成枝状,但高层建筑室外消防给水管道应布置成环状。

(2) 向环状管网输水的进水管(指市政管网向小区环网的进水管)不小于两条,当其中一条出现故障时,其余输水管仍应保证供应 100% 的生产、生活、消防用水量。

(3) 管网上应设消防分隔阀门。阀门应设在管道的三通、四通处,三通处设两个,四通处设三个,皆设在下游侧,当两阀门之间消火栓的数量超过 5 个时,应在管网上增设阀门。

(4) 室外消防给水管道的最小直径不应小于 100 mm ;火场供水实践和水力试验说明,直径 100 mm 的管道只能勉强供应一辆消防车用水,当条件许可时,宜采用较大的直径。

2) 室外消火栓的布置要求。

(1) 室外消火栓应沿道路设置,道路宽度超过 60 m 时,宜在道路两边设置消火栓,并宜靠近十字路口。

(2) 甲、乙、丙类液体储罐区和液化石油气储罐区的消火栓,应设在防火堤或防护堤外。

(3) 消火栓距车行道边不大于 2 m ;距建筑物不宜小于 5 m (一般设在人行道边),但不宜大于 40 m ,以便消防车上水,又不影响交通。在此范围内的市政消火栓可计入小区室外消火栓的必备数量中。

(4) 室外消火栓的间距不应超过 120 m ;其保护半径不应超过 150 m ;为了确保消火栓的可靠性,已考虑到相邻一个消火栓若受火灾威胁不能使用,其他消火栓仍能保护任何部位。

(5) 室外消火栓的数量应按室外消防用水量计算决定,每个消火栓的出水量应按 $10 \sim 15 \text{ L/s}$ 计算(每辆消防车用水量)。

(6) 室外地上式消火栓应有一个直径 150 mm 或 100 mm 和两个直径 65 mm 的栓口;室外地下式消火栓应有直径 100 mm 和两个直径 65 mm 的栓口,并有明显的标志。

二、室内消防栓系统组成

消防栓系统通常由消防供水水源、消防供水设备、消防供水管网、水枪、水龙带、室内消火栓等组成。

1. 消防供水水源

消防供水水源主要是市政给水管网、天然水源、消防水池。

(1) 市政给水管网:一般室外有生活、生产、消防供水管网可以供给消防用水的,应该优先选用市政供水管网。

(2) 天然水源:天然水源包括地表水及地下水两大类,选用天然水源是应该优选地表水。一般情况下,当天然水源丰富,可确保枯水期最低水位时的消防用水量,且水质符合要求并离建筑物距离较近时,可选用天然水源。

(3) 消防水池:当生产、生活用水量达到最大时,市政给水管网、进水管或天然水源不能

满足要求时,以及市政给水管道为枝状或只有 1 条进水管,且室内外消防用水量之和大于 25 L/s(二类高层住宅建筑除外)均应设置消防水池。

在无室外消防水源的情况下,消防水池必须有利于贮存火灾持续 30 min 的消防用水量,当消防水池与生产或者生活水池合用时,应有消防水不被动用的措施。消防水池容量大于 500 m³ 的消防水池,应分设成两个能独立使用的消防水池。

2. 消防供水设备

消防供水设备主要是指自动供水设备,包括消防水箱及消防水泵,此外还有临时供水设备如水泵接合器。

(1)消防水箱:消防水箱是指在灭火救援活动中提供水源的消防设施。一方面,使消防给水管道充满水,节省消防水泵开启后充满管道的时间,为扑灭火灾赢得了时间;另一个方面,屋顶设置的增压、稳压系统和水箱能保证消防水枪的充实水柱,对于扑灭初期火灾的成败有决定性作用。一般采用消防水箱和生活水箱合用,以保证箱内贮存水保持流动,防止水质变坏,同时水箱的安装高度应保证建筑物内最不利点消火栓所需水压要求,贮存水量应满足室内 10 min 消防用水量。

(2)消防水泵:消防水泵是担负消防供水任务的设备。消防水泵应设置备用泵,且应采用自灌式吸水。一组消防水泵的吸水管不应少于两条,消防泵房应有不少于两条的出水管与消防管网连接,且任意一条管道都能通过全部的消防水量。消防水泵应保证火警后 5 min 内开始工作,并在火场断电时能正常工作。

(3)水泵接合器:水泵接合器是连接消防车向室内消防给水系统加压供水的装置,一端由消防给水管网水平干管引出,另一端设于消防车易于接近的地方。水泵接合器由本体、弯管、闸阀、止回阀、泄水阀及安全阀等组成,分地上式(SQ)、地下式(SQX)、墙壁式(SQB)三种。地上式水泵接合器本身与接口高出地面,目标显著,使用方便;地下式水泵接合器安装在路面下,不占地方,不易遭到破坏,特别适用于寒冷地区;墙壁式水泵接合器安装在建筑物墙根处、墙壁上只露出两个接口和装饰标牌,目标清晰、美观、使用方便。如图 3-2 所示。



图 3-2 水泵接合器

除墙壁式外,水泵接合器一般设置在距建筑物外墙 5 m 外,水泵接合器四周 15 ~ 40 m 范围内,应有供消防车取水的室外消防栓或消防水池。

3. 消防供水管网

消防供水管网是消防栓系统重要组成部分,主要有进水管、水平干管、立管、支管等,一般布置成环状,并设置阀门。民用建筑的消防供水管网应与生活给水系统分开设置。

4. 水枪

水枪是灭火的重要工具,一般由钢、铝合金制成。它的作用是产生灭火所需要的充实水柱。充实水柱是水枪射流中最有效灭火的一段长度,它包括水枪全部射流量的75%~90%,射流的直径为26~38 mm,并保持紧密状态。充实水柱长度为7~13 m。

室内一般采用直流式水枪。枪口直径有13 mm、16 mm和19 mm三种。13 mm的水枪配50 mm的水龙带;16 mm的水枪配50 mm或65 mm的水龙带;19 mm的水枪配65 mm的水龙带。采用何种规格的水枪,要根据消防水量和充实水柱长度要求确定。

5. 水龙带

水龙带有麻织、棉织和衬胶三种。衬胶的压力损失小,但抗折叠性能不如麻织和棉织的好。直径有50 mm和65 mm的两种,长度有15 m、20 m和25 m三种。

6. 室内消火栓

室内消火栓是一个带内扣式接头的角形截止阀,其出口形式有三种:直角单出口式,45°单出口式,直角双出口式。如图3-3、图3-4所示。

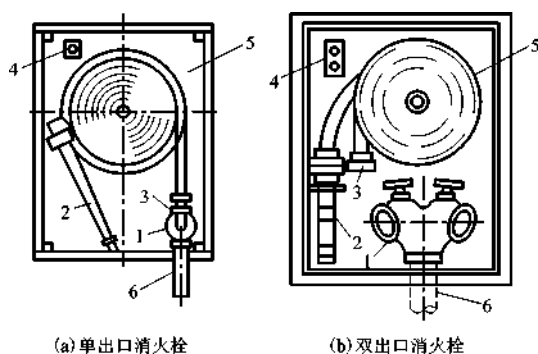


图3-3 消火栓箱

1—消火栓; 2—水枪; 3—水带接口;
4—按钮; 5—水龙带; 6—消防管道

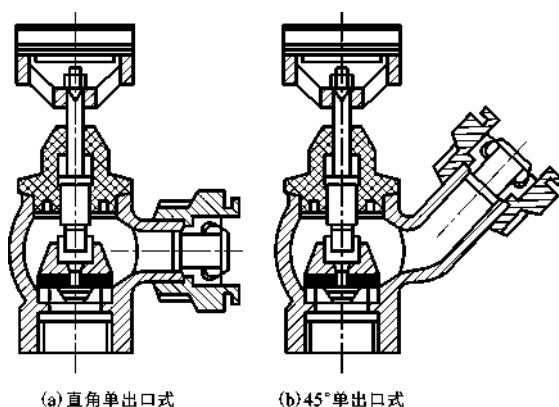


图3-4 单出口室内消火栓

常采用的单出口消火栓的进出口直径为50 mm和65 mm两种,一端接连消防主管,另一端连接水龙带。当水枪射流量小于5 L/s时,采用出水口直径为50 mm的消火栓;当水枪射流量大于5 L/s时,采用出水口直径为65 mm的消火栓。出水口直径为50 mm的直角双出口消火栓,其进口直径为65 mm,出水口直径为65 mm的直角双出口消火栓,其进口直径为80 mm。双出口消火栓多布置在塔式建筑物内。

室内消火栓、水龙带、水枪及启动消防水泵的消防按钮装在消火栓箱内,如图3-5、图3-6所示。

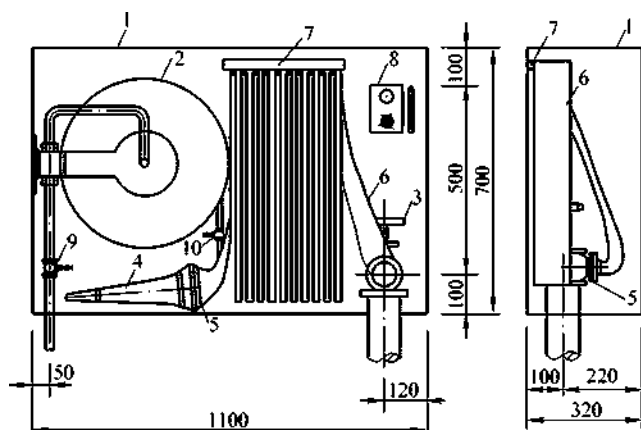


图 3-5 带消防软管卷盘的室内消火栓箱(单位: mm)

- 1—消火栓箱; 2—消防软管卷盘; 3—消火栓; 4—水枪;
5—水带接口; 6—水带; 7—挂架; 8—消防水泵按钮及火灾报警按钮;
9—SNA25 消火栓; 10—小口径开关水枪



图 3-6 消火栓箱实物图

7. 其他组成

室内消防栓除了消火栓、水龙带、水枪外,一般还有消防按钮、挂架、消防卷盘等,消防按钮主要用来启动消防水泵,挂架主要用来悬挂水龙带,消防卷盘是由阀门、软管、卷盘、喷枪等组成的,能够在展开卷盘的过程中喷水灭火的设施,可以单独设置,但通常与消火栓一起设置。

三、消防系统设计

1. 水枪的充实水柱

充实水柱是指靠近水枪的一段密集不分散的射流,充实水柱长度是直流水枪灭火时的有效射程,是水枪射流中在 26 ~ 38 mm 直径圆断面内、包含全部水量 75% ~ 90% 的密实水柱长度。根据防火要求,从水枪射出的水流应具有射到着火点和足够冲击扑灭火焰的能力。火灾发生时,火场能见度低,要使水柱能喷到着火点、防止火焰的热辐射和着火物下落烧伤消防人员,消防员必须距着火点有一定的距离,因此要求水枪的充实水柱应有一定长度。如图 3-7 所示。

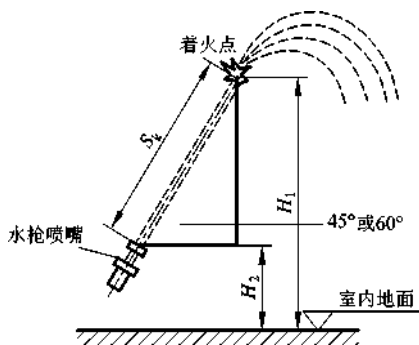


图 3-7 水枪的充实水柱

根据实验数据统计,当水枪充实水柱长度小于 7 m 时,火场的辐射热使消防人员无法接近着火点、达到有效灭火的目的;当水枪的充实水柱长度大于 15 m 时,因射流的反作用力而使消防人员无法把握水枪灭火,水枪的充实水柱应经计算确定。

2. 消火栓的保护半径

消火栓的保护半径系指某种规格的消火栓、水枪和一定长内水带配套后,并考虑当消防

人员使用该设备时有一定安全保护条件下,以消火栓为圆心,消火栓能充分发挥其作用的半径。消火栓的保护半径经计算确定,并且高层工业建筑、高架库房、甲类和乙类厂房、室内消火栓的间距不应超过 30 m;其他单层和多层建筑室内消火栓的间距不应超过 50 m。

当室内宽度较小,只有一排消火栓,并且要求有一股水柱达到室内任何部位时,可按图 3-8(a)布置;当室内只有一排消火栓,且要求有两股水柱同时达到室内任何部位时,可按图 3-8(b)布置;当房间较宽,需要布置多排消火栓,且要求有一股水柱达到室内任何部位时,可按图 3-8(c)布置;当室内需要布置多排消火栓,且要求有两股水柱达到室内任何部位时,可按图 3-8(d)布置。

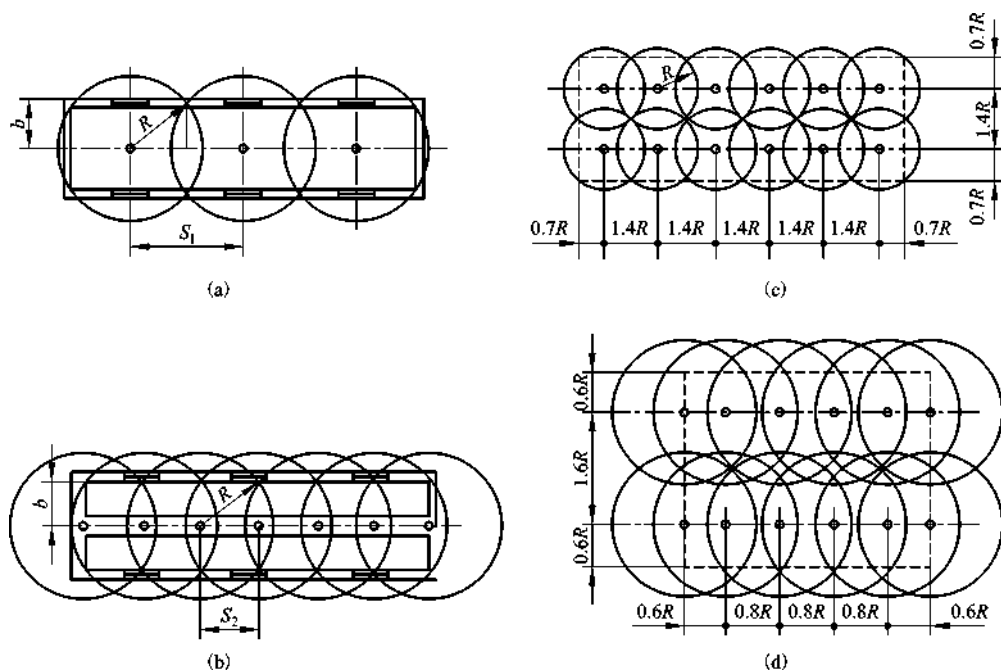


图 3-8 室内消防栓保护半径

3. 消火栓系统布置

- (1) 设有消防给水的建筑物,其各层(无可燃物的设备层除外)均应设置消火栓。
- (2) 室内消火栓的布置,应保证有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位。
- (3) 消防电梯前室应设室内消火栓。
- (4) 室内消火栓应设在明显且易于取用的地点。栓口离地面高度为 1.1 m,其出水方向宜向下或与设置消火栓的墙面成 90° 角。
- (5) 冷库的室内消火栓应设在常温穿堂内或楼梯间内。
- (6) 设有室内消火栓的建筑,如为平屋顶时宜在平屋顶上设置试验和检查用的消火栓。
- (7) 同一建筑物内应采用统一规格的消火栓、水枪和水带,以方便使用,每条水带的长度不应大于 25 m。
- (8) 高层厂房(仓库)和高位消防水箱静压不能满足最不利点消火栓水压要求的其他建筑,应在每个室内消火栓处设置直接启动消防水泵的按钮或报警信号装置,并应有保护

设施。

(9) 建筑的室内消火栓、阀门等设置地点应设置永久性固定标识。

(10) 室内消火栓栓口的静水压应不超过 80 m 水柱，如超过 80 m 水柱时，应采用分区给水系统，当消火栓栓口处的出水压力超过 50 m 水柱时，应有减压设施。

4. 消防管道布置

(1) 室外消防给水管网应布置成环状，以增加供水的可靠性能，在建设初期或室外消防水量不超过 1 L/s 时，可布置成枝状，但高层建筑室外消防给水管道应布置成环状。

(2) 向环状管网输水的进水管(指市政管网管向小区环网的进水管)不小于两条，当其中一条出现故障时，其余输水管仍应保证供应 100% 的生产、生活、消防用水量。

(3) 环状管网上应设消防分隔阀门，阀门应设在管道的三通、四通处，三通处设两个，四通处设三个，皆设在下游侧，当两阀门之间消火栓的数量超过 5 个时，应在管网上增设阀门。

(4) 室外消防给水管道的最小直径不应小于 100 mm。

(5) 当室外消防用水量大于 15 L/s，室内消火栓个数多于 10 个时，室内消防给水管道应布置成环状，进水管应布置两条。

(6) 室内消防给水管道应该用阀门分成若干独立段，如某段损坏时，对于单层厂房(仓库)和公共建筑，检修时停止使用的消火栓不应超过 5 个，对于多层民用建筑和其他厂房(仓库)，室内消防给水管道上阀门的设置应保证检修管道时关闭竖管不超过 1 根，但设置的竖管超过 3 条时，可关闭不相邻的 2 条。

四、消防栓系统供水方式

1. 室外给水管网直接供水的方式

室外给水管网直接供水方式分为两种，一种是消防管道与生活(或生产)管网共用系统；另一种是独立消防管道系统。适用于室外给水管网提供的水量和水压，在任何时候均能满足室内消火栓给水系统所需的水量、水压要求。如图 3-9、图 3-10 所示。

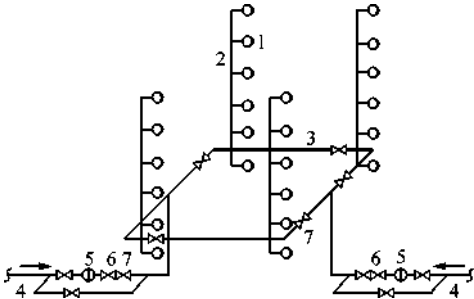


图 3-9 室外给水管网直接供水方式
1—消火栓；2—消防立管；3—横管；4—旁通管；
5—水表；6—止回阀；7—闸阀

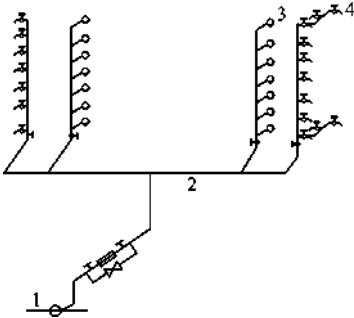


图 3-10 直接供水消防—生活共用方式
1—室外管网；2—室内管网；
3—消防栓及立管；4—给水立管及支管

2. 单设水箱的消火栓供水方式

单设水箱的消火栓给水方式由室外给水管网向水箱供水，箱内贮存 10 min 消防用水量。火灾初期由水箱向消火栓给水系统供水；火灾延续可由室外消防车通过水泵接合器向消火栓

给水系统加压供水。外网水压变化较大(用水量小时外网能够向高位水箱供水;用水量小时外网不能满足建筑消火栓系统的水量、水压要求)时,可采用此方式供水。如图 3-11 所示。

3. 设有消防水泵和高位水箱的消火栓给水方式

当室外给水管网的水压不能满足室内消火栓给水系统的水压要求时,高位水箱由生活水泵补水,贮存 10 min 的消防用水量,供火灾初期灭火,火灾后期由消防水泵加压供水灭火。如图 3-12 所示。

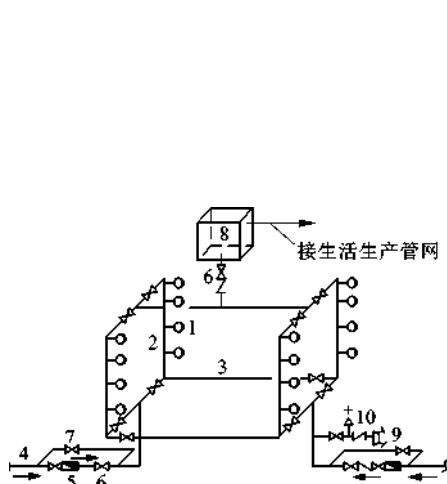


图 3-11 单设水箱的消火栓供水方式

1—消火栓; 2—消防立管; 3—横管; 4—进户管;
5—水表; 6—止回阀; 7—旁通管及阀门;
8—水箱; 9—水泵接合器; 10—安全阀

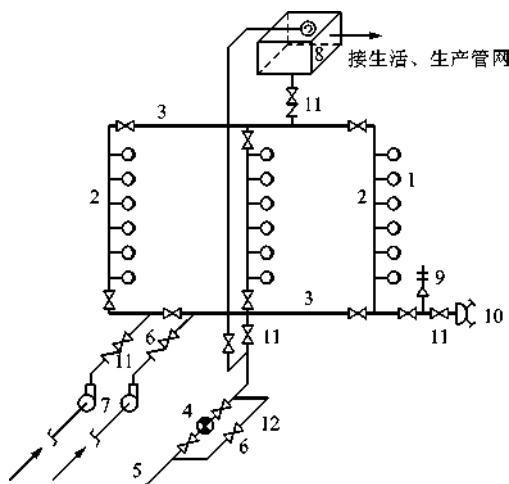


图 3-12 设有消防水泵和高位水箱的消火栓供水方式

1—消火栓; 2—消防立管; 3—干管; 4—水表节点;
5—进户管; 6—旁通管及阀门; 7—水泵; 8—高位水箱;
9—安全阀; 10—水泵接合器; 11—出水阀

4. 分区的室内消火栓供水方式

当建筑高度超过 50 m 或消火栓处的静水压力超过 0.8 MPa 时,应采用分区供水系统。外网仅能满足建筑物低区建筑消火栓给水的水量、水压要求,不满足高区灭火的水量、水压要求时,可采用此方式供水。高区火灾初起时,由水箱向高区消火栓给水系统供水,当水泵启动后,由水泵向高区消火栓给水系统供水;低区灭火时,水量、水压由外网保证。如图 3-13 所示。

五、消防栓系统安装工艺

消火栓系统安装工艺流程: 施工准备→干管安装→支管安装→箱体安装→消火栓安装→管道试压和冲洗→系统调试。

1. 施工准备

根据现场情况对施工图进行复核,核对各管道的坐标、标高是否有交叉或排列位置不当的现象;检查预埋和预留洞是否准确;检查管道、管件、阀门、设备及组件是否符合设计要求和质量标准。

2. 干管安装

消火栓系统的管道, DN100 mm 以下采用丝扣连接, DN100 mm 及以上采用沟槽连接。

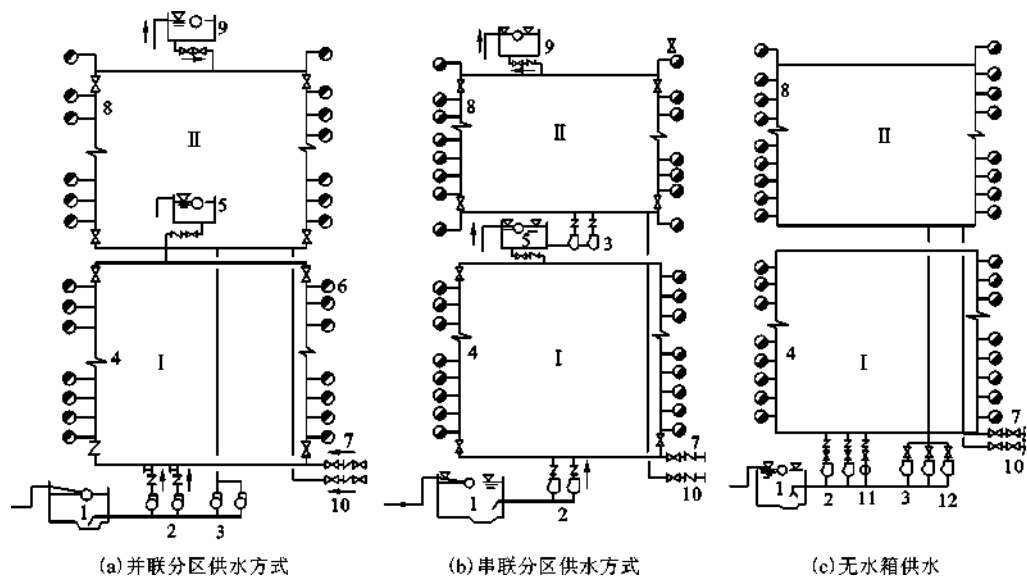


图 3-13 分区的室内消火栓供水方式

1) 螺纹连接的要求

- (1) 管道应采用机械切割，切割面不得有飞边、毛刺。
- (2) 加工的管子螺纹封面应完整、光滑，不得有缺丝或断丝，尺寸偏差应符合标准要求。
- (3) 当管道变径时，应采用异径接头；在管道变径处不得采用补芯，如果必须采用补芯，三通上可用一个，四通上不应超过两个，大于 $DN50$ mm 的管道不得采用活接。
- (4) 螺纹连接的密封填料应均匀附着在管道的螺丝面上，拧紧螺纹时，不得将填料挤管内。

(5) 如果填料采用麻丝时，应在附着在螺纹面上加麻丝上涂抹白铅油，管道连接后清除麻头，并在接头处涂防锈漆。

2) 沟槽式连接的要求

- (1) 用切割机将钢管按所需长度切割，切口应平整无毛刺。
- (2) 将需加工沟槽的钢管架设在滚槽机和滚槽尾架上。
- (3) 在钢管上放置水平仪，用水平仪量测，使钢管处于水平位置。
- (4) 将钢管端面与滚槽机正面紧贴，使钢管中轴线与滚槽机正面垂直。
- (5) 启动滚槽机，徐徐压下千斤顶，使上压轮均匀滚压钢管到预设定沟槽深度为止，停机。用游标卡尺检查沟槽的深度和宽度，确认是否符合要求。
- (6) 千斤顶卸荷，取出钢管。

在立管安装时，立管底部的支吊架要牢固，防止立管下坠。在消火栓管道的安装中，除按设计要求安装外，还应注意标明各种控制阀门实际的安装位置，并在施工图中标明，以免在意外时无法及时关闭阀门，同时阀门应有明显的标志和状态显示。管道穿过建筑物的变形缝时，应设置柔性短管。穿过墙体或楼板时应加设套管。

3. 支管安装

消火栓支管要以栓阀的坐标、标高定位出口，消火栓支管采用丝接。

4. 箱体安装

消火栓箱体安装有两种形式：一种暗装，即箱体埋入墙中，立、支管均暗藏在竖井或吊顶中；一种是明装，即箱体立于地面或挂在墙上，立、支管为明管敷设。

暗装消火栓箱体，首先根据箱体尺寸及设计安装位置，检查预留孔洞位置及尺寸；然后将箱体固定在预留孔洞内，用水平尺找平、找正（使箱体外表面与装饰完的墙面相平），箱体下部用砖填实，其他部分与墙相接，各面用水泥砂浆填实。

明装消火栓箱体有挂式和立式两种。挂式消火栓箱安装根据箱体结构，确定消火栓在箱体中的安装位置，确定出箱体安全高度及位置，并在墙上画出标志线，将消火栓箱用膨胀螺丝栓固定在墙上。

5. 消火栓安装

为减少局部水头损失，并便于在紧急情况下操作，其出水方向宜向下或设置与消火栓箱成 90° 并使栓口朝外。阀门中心距地面 1.1 m ，允许偏差 $\pm 20\text{ mm}$ ，阀门距箱侧面 140 mm ，距箱后内表面 100 mm ，允许偏差为 $\pm 5\text{ mm}$ 。

6. 管道试压和冲洗

系统安装完后，应按设计要求对管网进行强度及严密性试验，以验证其工程质量。管网的强度及严密性试验一般采用水压进行试验；水压试验的测试点应设在系统管网的最低点，注水时应注意排净管内的空气，并缓慢升压。待水压达到试验压力后，稳压 10 min ，管网不渗、不漏，压力降不大于 0.02 MPa 即为合格。严密性试验在水压强度试验和管网冲洗合格后进行，试验压力为工作压力，稳压 24 h ，不渗、不漏为合格。在主管道上起切断作用的主控阀门，必须逐个进行强度和严密性试验，其试验压力为阀门出厂规定的压力值。

消火栓在安装后应分段进行冲洗。冲洗的顺序应按干管、立管、支管进行。消火栓系统水冲洗流速应不小于 3 m/s ，不得用海水或含有腐蚀性化学物质的溶液对系统进行冲洗。冲洗时，应对系统内的仪表采取保护措施，并将报警设备暂时拆下，待冲洗工作结束后随即复位。冲洗到进、出水色泽一致为合格，管道冲洗合格后，除规定的检查及恢复工作外，不得再进行影响管内清洁的其他作业。

7. 系统调试

系统调试内容主要包括水源测试、消防水泵性能试验、屋顶消火栓试验。

水源测试要检查室外水源管道的压力和流量是否符合设计要求；核实屋顶上容积是否符合规范要求；核实消防水池是否符合规范要求；核实水泵接合器的数量和供水是否满足系统灭火的要求，并作消防车供水试验。

消防水泵性能试验分别以自动或手动方式启动消防泵，消防水泵应在 5 min 内投入正常运行，达到设计流量和压力，其压力表指针应稳定。运转中无异常声响和振动，各密封部位不得有泄漏现象，各滚动轴承温度应不高于 75°C ，滑动轴承的温度应不高于 70°C 。备用电源切换供电，消防水泵应在 1.5 min 内投入正常运行，消防泵的上述多项性能应无变化。

屋顶消火栓试验首先利用屋顶水箱及消防稳压泵向系统充水，检查系统和阀门是否有渗漏现象，检查屋顶试验消火栓水压力及低层消火栓口压力是否符合设计要求；其次连接好屋顶试验消火栓水龙带及水枪，打开屋顶试验消火栓，并启动消火栓泵及用消防车通过水泵接合器向系统加压，检测此时消火栓水枪充实水柱是否符合设计要求。

第三节 建筑自动喷水灭火系统

在发生火灾时,能自动打开喷头喷水并同时发出火警信号的消防灭火设施称为自动喷水灭火系统。自动喷水灭火系统通过加压设备将水送入管网至带有热敏元件的喷头处,喷头在火灾的热环境中自动开启洒水灭火。它具有安全可靠、控火灭火成功率高、经济实用、使用期长等优点。

自动喷水灭火系统扑灭初期火灾功效较高,成功率在 97% 以上。国内外的公共建筑都要求安装和设置自动喷水灭火系统,对火灾的早期起到扑灭、控制火势和发出火警信号的作用。

一、自动喷水灭火系统的组成

自动喷水灭火系统由喷头、管道系统、火灾探测器、报警控制组件和供水水源等组成。

1. 喷头

喷头就是将有压的水喷洒成细小水滴进行洒水的设备。喷头的种类很多,按喷头是否有堵水支撑分为两类:喷头喷水口有堵水支撑的称为闭式喷头;喷头喷水口无堵水支撑的称为开式喷头。

1) 闭式喷头

闭式喷头是一种直接喷水灭火的组件,是带热敏感元件及其密封组件的自动喷头。该热敏感元件可在预定温度范围下动作,使热敏感元件及其密封组件脱离喷头主体,并按规定的形状和水量在规定的保护面积内喷水灭火。它的性能好坏直接关系到系统的启动和灭火、控火效果。

闭式喷头按热敏感元件划分,可分为玻璃球洒水喷头和易熔元件洒水喷头两种类型;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洒水喷头之分。如图 3-14 所示。

玻璃球洒水喷头由喷水口、玻璃球、框架、溅水盘、密封垫等组成,其释放机构总的热敏感元件是一个内装彩色膨胀液体的玻璃球,用它支撑喷水口的密封垫。当室内发生火灾时,液体完全充满球内全部空间,使玻璃球炸裂,喷水口的密封垫失去支撑,压力水便喷出灭火。这种喷头外形美观、体积小、质量轻、耐腐蚀,适用于对美观要求较高的公共建筑和具有腐蚀性场所。

易熔元件洒水喷头的热敏感元件为易熔材料制成的元件,当室内起火且温度达到易熔元件本身的设计温度时,易熔元件易硬化,释放机构脱落,压力水便喷出灭火,这是一种悬臂支撑型易熔元件洒水喷头。易熔元件洒水喷头适用于对外观要求不高、腐蚀性不大的工厂、仓库及民用建筑。

随着社会的飞速发展,新技术、新工艺及新的建筑形式的不断出现将进一步带动喷头的发展。具有特殊用途的闭式喷头,如自动启闭洒水喷头、快速反应洒水喷头、大水滴洒水喷头、扩大覆盖面洒水喷头和汽水喷头等,这些特殊喷头的出现,带动了自动喷水灭火系统的发展。自动启闭洒水喷头的特点是发生火灾时能自动开启喷水,而在火灾扑灭后能自动关闭,具有用水量少、水渍损失小的优点;快速反应洒水喷头的特点是通过减少热敏感元件的质量或增大热敏感元件的吸热表面积,使热敏感元件的吸热速度加快,从而缩短了喷头的启动时间,它对温度的感应速度比普通喷头的快 5~10 倍,具有洒水早、灭火快、耗水少的特点,

对于住宅等建筑有良好的应用前景；大水滴洒水喷头有一个复式溅水盘，通过溅水盘使喷出的水形成具有一定比例大小的水滴，均匀喷向保护区，大水滴能够有效穿透火焰，直接接触着火物，降低着火物的表面温度；扩大覆盖面洒水喷头的保护面积可达 $30 \sim 36 \text{ m}^2$ ，更适合用于各种大小不一的房间，便于系统喷头的布置，对降低造价有一定意义；汽水喷头将水有效地喷洒至火灾区域内，从火焰中吸取热量，变成蒸汽，降低氧气含量，对燃烧起到窒息作用。此外，还能除去燃烧产生的粒子和烟雾，吸收有毒气体。

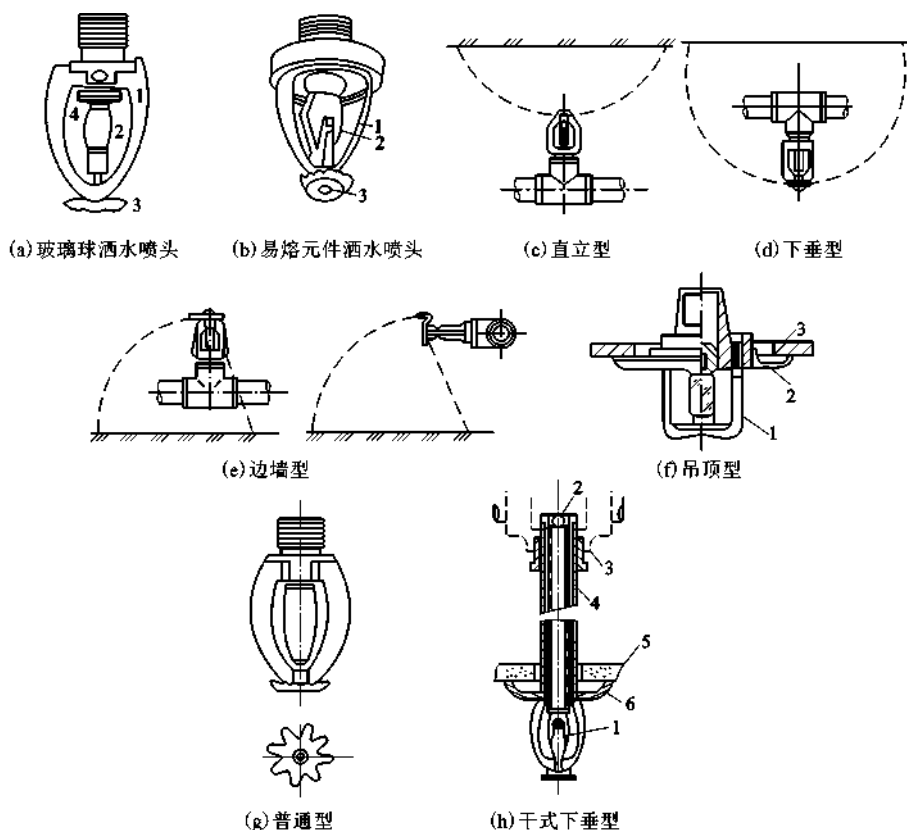


图 3-14 闭式喷头类型及构造

1—支架；2—合金锁片；3—溅水盘；4—热敏元件；5—钢球；6—钢球密封圈

2) 开式喷头

开式喷头无感温元件也无密封组件，喷水动作由阀门控制，根据用途分为开启式、水幕、喷雾三种类型。如图 3-15 所示。

(1) 开启式：开启式洒水喷头就是无释放机构的洒水喷头，与闭式喷头的区别在于没有感温元件及密封组件，常用于雨淋灭火系统。按安装形式可分为直立型与下垂型，按结构形式可分为单臂和双臂两种。

(2) 水幕：水幕喷头喷出的水呈均匀的水帘状，起阻火、隔火作用，水幕喷头有各种不同的结构形式和安装方法。

(3) 喷雾：喷雾喷头喷出水滴细小，其喷洒水的总面积比一般的洒水喷头大几倍，因吸

热面积大，冷却作用强，同时由于水雾受热汽化形成的大量水蒸气对火焰也有窒息作用。喷雾喷头主要用于水雾系统。中速型喷头多用于对设备整体冷却灭火，而高速型喷头多用于带油设备的冷却灭火。



图 3-15 开式喷头类型

2. 管道系统

自动喷水系统管道是自动喷水系统的重要组成部分，主要有进水管、干管、立管、支管等。建筑物内的供水干管一般宜布置成环状，进水管不宜少于两条，当一条进水管出现故障时，另一条进水管仍能保证全部用水量和水压。在自动喷水管网上应设置水泵接合器。

3. 火灾探测器

火灾探测器是接到火灾信号后，通过电气自控装置进行报警或启动消防设备。火灾探测器是自动喷水灭火系统的重要组成部分，是系统的“感觉器官”，它的作用是监视环境中有没有火灾的发生。一旦有了火情，就将火灾的特征物理量，如温度、烟雾、气体和辐射光强等转换成电信号，并立即动作，向火灾报警控制器发送报警信号。监测装置主要有电动的感烟、感温、感光火灾探测器系统，由电气和自控专业人设计，给排水专业人员配合。

火灾探测器按对现场的信息采集类型分为感烟探测器、感温探测器、复合式探测器、火焰探测器、特殊气体探测器；按对现场信息采集原理分为离子型探测器、光电型探测器、线性探测器；按在现场的安装方式分为点式探测器、缆式探测器、红外光束探测器；按探测器与控制器的接线方式分总线制、多线制，其中总线制又分编码的和非编码的，而编码的又分电子编码和拨码开关编码。如图 3-16 所示。



图 3-16 火灾探测器

4. 报警控制组件

(1)控制阀：上端连接报警阀，下端连接进水立管，其作用是检修管网以及灭火结束后更换喷头时关闭水源，它应一直保持在常开位置，以保证系统随时处于备用状态，并用环形

软锁将闸门手轮锁死在开启状态,也可用安全信号阀显示其开启状态。

安全信号阀是利用电信号显示阀门启闭状态的阀门,管理人员从信号显示装置可以得知每一个阀门的开关状态和开启程度,以防阀门误动作,提高了消防供水的安全度。

(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、干湿式和雨淋式四种类型。如图3-17所示。

湿式报警阀组由湿式报警阀及附加的延时器、水力警铃、压力开关、压力表和排水阀等组成,主要用于湿式自动喷水灭火系统上,在其立管上安装,是湿式喷水灭火系统的核心部件,起着向喷水系统单向供水和在规定流量下报警的作用;干式报警阀用于干式自动喷水灭火系统,在其立管上安装;干湿式报警阀组是由湿式、干式报警阀依次连接而成的既适合湿式喷水灭火系统、又适合干式喷水灭火系统的双重作用阀门,在温暖季节用湿式装置,在寒冷季节用干式装置,用于干、湿交替式喷水灭火系统,雨淋阀用于雨淋、预作用、水幕、水喷雾自动喷水灭火系统。



图3-17 报警阀

(3)报警装置:报警装置主要有水力警铃、水流指示器、压力开关和延迟器。

水力警铃是当报警阀打开消防水源后,具有一定压力的水流冲动叶轮打铃报警;为防止由于水压波动原因引起报警阀开启而导致误报火警,在报警阀与水力警铃之间安装延迟器,延迟器是一个罐式容器,当报警阀开启后,水流需要经30 s左右充满延迟器,然后方可打响水力警铃;水流指示器主要应用在自动喷水灭火系统之中,通常安装在每层楼宇的横干管或分区干管上,对干管所辖区域起监控及报警作用。当某区域发生火警,喷水灭火,输水管中的水流推动水流指示器的桨片,可将水流动的信号转换为电信号,对系统实施监控、报警的作用;压力开关安装在延迟器后、水力警铃入水口前的垂直管道上,在水力警铃报警的同时,接通电触点而使电气报警,向消防中心报警或启动消防水泵。

(4)检验装置:在系统的末端接出管线并加上一个截止阀,阀前安一压力表可组成检验装置,检验时打开截止阀就可以了解报警阀的启动情况,同时它还起防止管网堵塞的作用。

5. 供水水源

自动喷水灭火系统供水水源主要是消防水池、高位消防水箱、消防水泵接合器等。

(1)消防水池:有自动喷水灭火系统的建筑物,给水管道和天然水源不能满足消防用水量及给水管道为枝状或只有一条进水管时应设有消防水池。

消防水池的容量应以火灾延续时间不小于1 h计算,但若在发生火灾时能保证连续供水,则水池容量可减去火灾延续时间内连续补充的水量。消防用水与其他用水合用水池时,应有确保消防用水不被他用的技术措施。

(2)高位消防水箱：采用临时高压给水系统的自动喷水灭火系统，应设高位消防水箱，其储水量应符合现行有关国家标准的规定。消防水箱的供水，应满足系统最不利点处喷头的最低工作压力和喷水强度。

建筑高度不超过 24 m、并按轻危险级或中危险级场所设置湿式系统、干式系统或预作用系统时，如设置高位消防水箱确有困难，应采用流量为 5 L/s 的气压给水设备供给 10 min 初期用水量。消防水箱的出水管应设止回阀，并应与报警阀入口前管道连接，轻危险级、中危险级场所的系统，管径不应小于 80 mm，严重危险级和仓库危险级不应小于 100 mm。自动喷水灭火系统消防用水与其他用水合用水箱时，应有确保消防用水不被它用的技术措施。

(3)消防水泵接合器：自动喷水灭火系统应设水泵接合器，当自动喷水灭火消防水泵因检修、停电、发生故障或消防用水量不足时，需要利用消防车从消火栓、消防蓄水池或天然水源取水，通过水泵接合器送至室内管网，供灭火用水。

水泵接合器的设置数量应按室内消防用水量确定，每个水泵接合器的流量应按 10 ~ 15 L/s 计算。当计算出来的水泵接合器数量少于 2 个时，仍应采用 2 个，以利安全。采用分区给水的高层建筑物，每个分区的消防给水管网应分别设置水泵接合器。水泵接合器应设在便于同消防车连接的地方，其周围 15 ~ 45 m 内应设室外消火栓或消防水池取水口。

二、自动喷水灭火系统的分类、工作原理

根据喷头的开、闭形式和管网充水与否分为以下几种系统：湿式喷水灭火系统、干式喷水灭火系统、干湿式喷水灭火系统、预作用喷水灭火系统、雨淋喷水灭火系统、水幕系统和水喷雾系统七种类型。前四种称为闭式自动喷水灭火系统。

1. 湿式自动喷水灭火系统

其工作原理如图 3 - 18 所示：火灾发生的初期，建筑物的温度随之不断上升，当温度上升到以闭式喷头温感元件爆破或熔化脱落时，喷头即自动喷水灭火。此时，管网中的水由静止变为流动，水流指示器被感应送出电信号，在报警控制器上指示某一区域已在喷水。持续喷水造成报警阀的上部水压低于下部水压，其压力差值达到一定值时，原来处于闭状的报警阀就会自动开启。此时，消防水通过湿式报警阀流向干管和配水管以供水灭火。同时一部分水流沿着报警阀的环形槽进入延迟器、压力开关及水力警铃等设施发出火警信号。此外，根据水流指示器和压力开关的信号或消防水箱的水位信号，控制箱内控制器能自动启动消防泵向管网加压供水，达到持续自动供水的目的。这一系列的动作，大约在喷头开始喷水后 30 s 内即可完成。

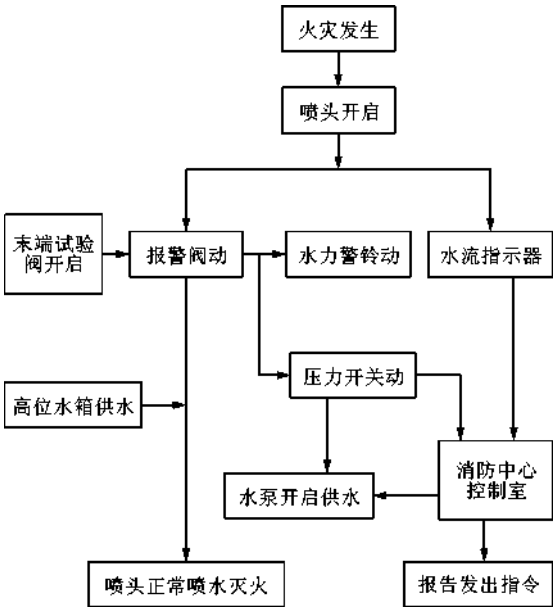


图 3 - 18 湿式自动喷水灭火原理图

消防水箱的水位信号，控制箱内控制器能自动启动消防泵向管网加压供水，达到持续自动供水的目的。这一系列的动作，大约在喷头开始喷水后 30 s 内即可完成。

该系统由闭式喷头、湿式报警阀、管网及供水设施等组成，如图 3-19 所示。系统具有结构简单，使用方便、可靠，便于施工、管理，灭火速度快、控火效率高，比较经济，且适用范围广的优点，但由于管网中充有压水，当渗漏时会损坏建筑装饰和影响建筑的使用。适用安装在常年室温不低于 4℃ 且不高于 70℃ 能用水灭火的建筑物、构筑物内。

2. 干式自动喷水灭火系统

干式自动喷水灭火系统是为了满足寒冷和高温场所安装自动喷水灭火系统的需要，在湿式系统的基础上发展起来的。火灾发生时，火源处温度上升，使火源上方喷头开启，首先排出管网中的压缩空气，于是报警阀后管网压力下降，干式报警阀阀前压力大于阀后压力，干式报警阀开启，水流向配水管网，并通过已开启的喷头喷水灭火。如图 3-20、图 3-21 所示。

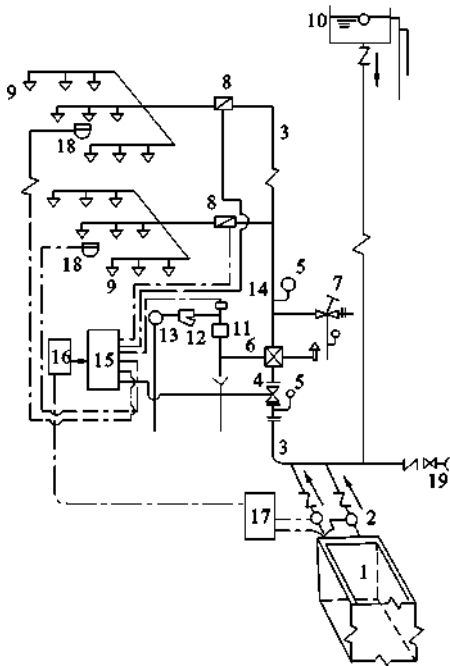


图 3-19 湿式自动喷水灭火系统

- 1—消防水池；2—消防泵；3—管网；4—控制阀；5—压力表；
6—湿式报警阀；7—泄放试验阀；8—水流指示器；9—喷头；
10—高位水箱、稳压泵或气压给水设备；11—延迟器；
12—过滤器；13—水力警铃；14—压力开关；15—报警控制器；
16—联动控制器；17—水泵控制箱；18—探测器；19—水泵接合器

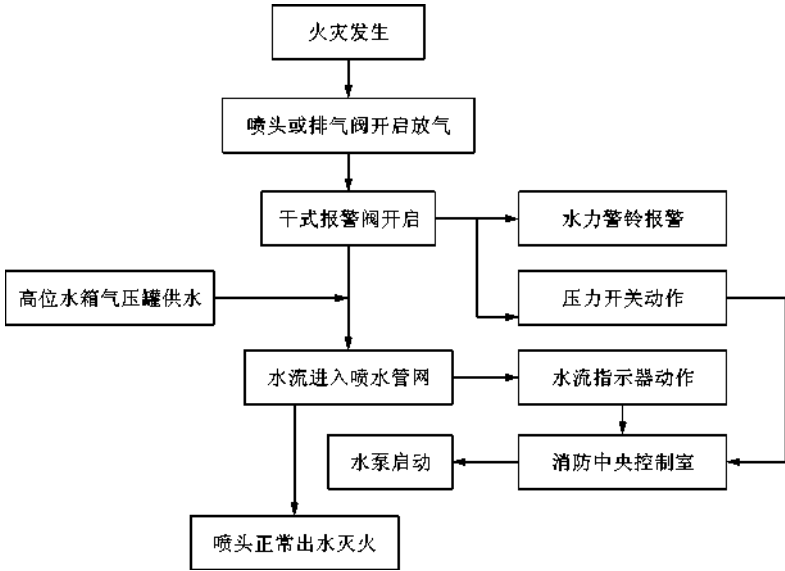


图 3-20 干式自动喷水灭火原理图

干式系统主要由闭式喷头、管网、干式报警阀、充气设备、报警装置和供水设备组成。平时报警阀后管网充以有压气体，水源至报警阀前端的管段内充以有压水。管网中平时不充水，对建筑物装饰无影响，对环境温度也无要求，适用于环境温度低于 4℃（或年采暖期超过 240 天的不采暖房间）和高于 70℃ 的建筑物和场所。其最大的缺点是喷头喷水灭火不如湿式系统及时。

3. 干湿式自动喷水灭火系统

干湿式自动喷水灭火系统是交替使用干式系统和湿式系统的一种闭式自动喷水灭火系统。干湿式系统的组成与干式系统大致相同，只是将干式报警阀改为干湿两用阀或干式报警阀与湿式报警阀组合阀。干湿式系统包

括闭式喷头、管道系统、干式报警阀、湿式报警阀或干湿两用阀、报警装置、充气设备、供水设备等。干湿式系统在冬季，喷水管网中充以有压气体，其工作原理与干式系统相同；在温暖季节，管网改为充水，其工作原理与湿式系统相同。

4. 预作用自动喷水灭火系统

预作用系统，平时预作用阀后管网充以低压压缩空气或氮气（也可以是空管），发生火灾时，由火灾探测系统自动开启预作用阀，使管道充水呈临时湿式系统。因此要求火灾探测器的动作先于喷头的动作，而且应确保当闭式喷头受热开放时管道内已充满了压力水，从火灾探测器动作并开启预作用阀开始充水，到水流流到最远喷头的时间，应不超过 3 min。火灾发生时，由火灾探测器探测到火灾，通过火灾报警控制箱开启预作用阀，或手动开启预作用阀，向喷水管网充水，当火源处温度继续上升，喷头开启迅速出水灭火。如果发生火灾时，火灾探测器发生故障，没能发出报警信号启动预作用阀，而火源处温度继续上升，使得喷头开启，于是管网中的压缩空气气压迅速下降，由压力开关探测到管网压力骤降的情况，压力开关发出报警信号，通过火灾报警控制箱也可以启动预作用阀，供水灭火。如图 3-22 所示。

预作用自动喷水灭火系统主要由闭式喷头、管网系统、预作用阀组、充气设备、供水设备、火灾探测报警系统等组成。预作用系统同时具备了干式喷水灭火系统和湿式喷水灭火系统的特点，而且还克服了干式喷水灭火系统控火灭火率低，湿式系统易产生水渍的缺陷，可以代替干式系统提高灭火速度，也可代替湿式系统用于管道和喷头易于被损坏而产生喷水和漏水，以致造成严重水渍的场所，还可用于对自动喷水灭火系统安全要求较高的建筑物中。

5. 雨淋自动喷水灭火系统

该系统由开式喷头、管道系统、雨淋阀、火灾探测器、报警控制装置、控制组件和供水设备等组成。平时，雨淋阀后的管网充满水或压缩空气，其中的压力与进水管中水压相同，此

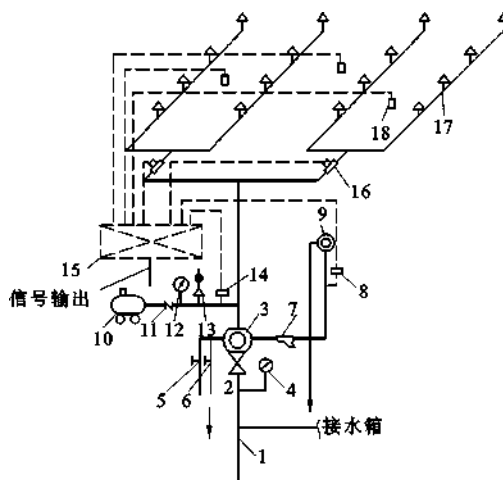


图 3-21 干式自动喷水灭火系统

- 1—供水管；2—闸阀；3—干式阀；4—压力表；5、6—截止阀；
7—过滤器；8—压力开关；9—水力警铃；10—空压机；11—止回阀；
12—压力表；13—安全阀；14—压力开关；15—火灾报警控制箱；
16—水流指示器；17—闭式喷头；18—火灾探测器

时,雨淋阀由于传动系统中的水压作用而紧紧关闭着。当建筑物发生火灾时,火灾探测器感受到火灾因素,便立即向控制器送出火灾信号,控制器将此信号作声光显示并相应输出控制信号,由自动控制装置打开集中控制阀门,自动释放传动管网中有压力的水,使传动系统中的水压骤然降低,使整个保护区所有喷头喷水灭火,该系统具有出水量大、灭火及时的优点,适用于火灾蔓延快、危险性大的建筑或部位。如图 3-23 所示。

6. 水幕系统、水喷雾系统

该系统由水幕喷头、控制阀(雨淋阀或干式报警阀等)、探测系统、报警系统和管道等组成。水幕系统中用开式水幕喷头,将水喷洒成水帘幕状,不能直接用来扑灭火灾,与防火卷帘、防火幕配合使用,对它们进行冷却和提高它们的耐火性能,阻止火势扩大和蔓延,也可单独使用,用来保护建筑物的门窗,洞口或在大空间造成防火水帘起防火分隔作用。该系统具有出水量大,灭火及时的优点。适用于火灾蔓延快、危险性大的建筑或部位。如图 3-24 所示。

水喷雾系统采用的喷雾喷头,把水粉碎成细小的水雾后喷射到正在燃烧的物质表面,通过表面冷却、窒息、乳化、稀释的同时作用实现灭火。如图 3-25 所示。

水幕系统和水雾系统与雨淋系统一样,都是开式系统。从系统的组成、控制方式到工作原理都与雨淋系统相同,区别只是在于水幕系统和水雾系统分别采用的是水幕喷头和喷雾喷头,而不是雨淋系统中的开式喷头。

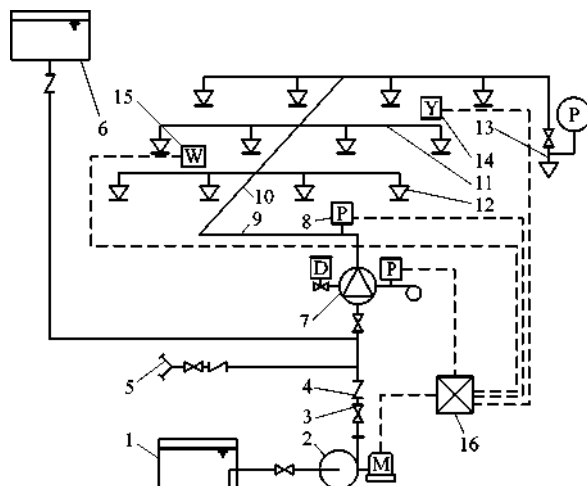


图 3-22 预作用自动喷水灭火系统

- 1—水池;2—水泵;3—出水闸阀;4—止回阀;5—水泵接合器;
6—消防水箱;7—预作用报警阀组;8—配水干管;9—水流指示器;
10—配水管;11—配水支管;12—闭式喷头;13—末端试水装置;
14—快速排气阀;15—电动阀;16—感温探测器;17—感烟探测器;
18—报警控制器;19—闭式喷头

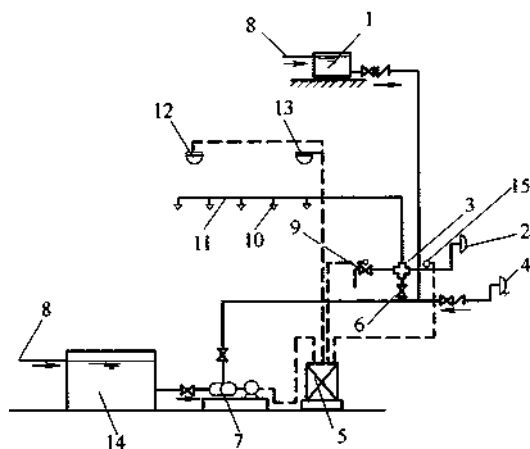


图 3-23 雨淋自动喷水灭火系统

- 1—高位水箱;2—水力警铃;3—雨淋阀;4—水泵接合器;
5—控制箱;6—手动阀;7—水泵;8—进水管;9—电磁阀;
10—开式喷头;11—供水管;12—感烟火灾探测器;
13—感温火灾探测器;14—水池;15—压力开关

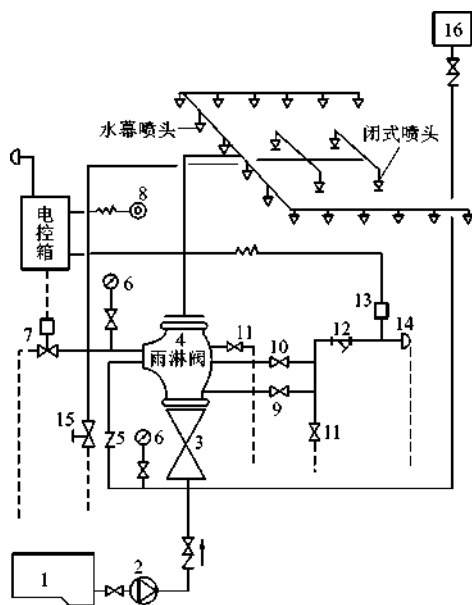


图 3-24 水幕系统

- 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—试警管阀；11—放水阀；12—滤网；13—压力开关；
14—警铃；15—手动快门阀；16—水箱；17—电控箱；
18—水幕喷头；19—闭式喷头

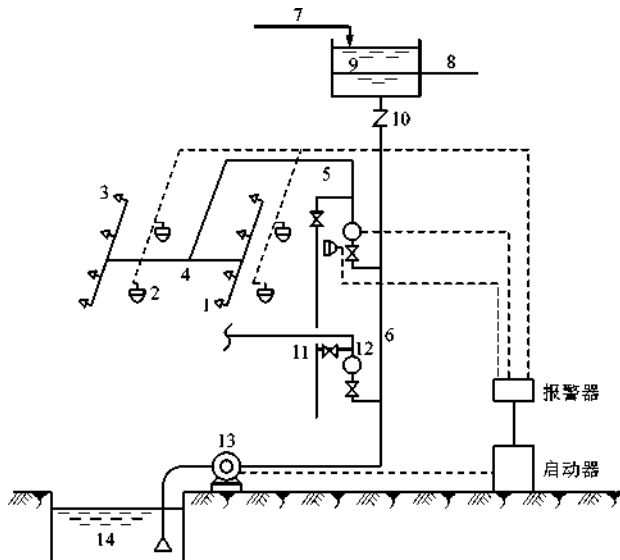


图 3-25 水喷雾系统

- 1、3—水雾喷头；2—火灾探测器；4—配水管；
5—干管；6—供水管；7—水箱进水管；
8—生活用水出水管；9—消防水箱；10—止回阀；
11—放水管；12—雨淋阀；13—消防水泵；14—消防水池

三、自动喷水灭火系统安装工艺

自动喷水灭火系统安装工艺流程：施工准备→干管安装→报警阀安装→立管安装→分层干管及支管安装→喷头支管安装→管道试压和冲洗→报警阀配件及其他组件安装→喷头安装→系统调试。

1. 施工准备

根据现场情况对施工图进行复核，核对各管道的坐标、标高是否有交叉或排列位置不当的现象；检查预埋和预留洞是否准确；检查管道、管件、阀门、设备及组件是否符合设计要求和质量标准。

2. 干管安装

自动喷水灭火系统的管道， $DN100$ mm 以下采用丝扣连接， $DN100$ mm 及以上采用沟槽连接。无论采用何种连接方式，均不得减少管道的流通面积。

3. 报警阀安装

系统的主要管网已安装完毕，首先检查报警阀的品牌、规格、型号是否符合设计图纸要求，报警阀组是否完好齐全、阀瓣启用是否灵活、阀体内有无异物堵塞等，然后根据施工图安装报警阀于明显而便于操作的地点，距地面高度一般为 1 m 左右，两侧距墙不小于 0.5 m，下面不小于距墙 1.2 m，安装报警阀的室内地面应采取排水措施。

4. 立管安装

立管暗装在竖井内时，在管井内预埋铁件上安装卡件固定，立管底部的支、吊架要牢固，

防止立管下坠；立管明装时，每层楼板要预留洞，立管可随结构穿入，减少立管接口。

5. 分层干管及支管安装

(1) 管道的分支预留口在吊装前应先预制好，所有预留口均做好临时堵。

(2) 需要镀锌加工的管道在其他管道未安装前试装、试压、拆除、镀锌后再安装。

(3) 管道安装与其他管道要协调好标高。

(4) 管道变径时不得采用补芯。

(5) 向上喷的喷头有条件的可与分支干管顺序安装好。其他管道安装完后不易操作的位置也应先安装好向上喷的喷头。

(6) 喷头分支水流指示器后不得连接其他用水设施，每路分支均应设置测压设置。

(7) 自动喷淋灭火系统中的管道，为了测试、维护和检修的方便，须及时排空管道中的水，因此在安装中，管道应有坡度。配水支管坡度不小于 0.004，配水管和水平管不小于 0.002。

6. 喷头支管安装

根据喷头的安装位置，将喷头支管做到喷头的安装位置，用丝堵代替喷头拧在支管末端上。根据喷头溅水盘安装要求，对管道出口高度进行复核。要求在安装完后，溅水盘高度应符合下列规定：

(1) 喷水安装时，应按设计要求确保溅水盘与吊顶、门、窗、洞口和墙面的距离。

(2) 当梁的高度使喷头高于梁底的最大距离不能满足上述规定的距离，应以此梁作为边墙对待；当梁与梁之间的中心间距小于 8 m 时，可用交错布置喷头方法解决。

(3) 当通风管道宽度大于 2 m 时，喷头应安装在其腹面以下。

(4) 斜面下的喷头安装，其溅水盘必须平行于斜面，在斜面下的喷头间距要以水平投影的间距计算，并不得大于 4 m。

(5) 一般喷头间距不应小于 2 m，以避免一个喷头喷出的水流淋湿另一个喷头，影响它的动作灵敏度，除非二者之间有一挡水作用的构件。

7. 管道试压和冲洗

系统安装完后，应按设计要求对管网进行强度及严密性试验，以验证其工程质量。管网的强度及严密性试验一般采用水压进行试验；水压试验的测试点应设在系统管网的最低点，注水时应注意排净管内的空气，并缓慢升压。待水压达到试验压力后，稳压 10 min，管网不渗、不漏，压力降不大于 0.02 MPa 即为合格。严密性试验在水压强度试验和管网冲洗合格后进行，试验压力为工作压力，稳压 24 h，不渗、不漏为合格。在主管道上起切断作用的主控阀门，必须逐个进行强度和严密性试验，其试验压力为阀门出厂规定的压力值。

自动喷水系统在管道安装后应进行冲洗。冲洗的顺序应按先室外、后室内，先地下、后地上，地上部分应按立管、配水干管、配水支管的先后进行。水冲洗流速应不小于 3 m/s，不得用海水或含有腐蚀性化学物质的溶液对系统进行冲洗。冲洗时，应对系统内的仪表采取保护措施，并将报警设备暂时拆下，待冲洗工作结束后随即复位。冲洗到进、出水色泽一致为合格，管道冲洗合格后，除规定的检查及恢复工作外，不得再进行影响管内清洁的其他作业。

8. 报警阀配件及其他组件安装

(1) 报警阀配件安装：警阀组的配件安装应在交工前进行，其安装应符合以下规定：压力表应安装在报警阀上便于观测的位置；排水管和试验阀应安装在便于操作的地方；水源控

制阀应有可靠的开启锁定设施；湿式报警阀的安装除应符合上述要求外，还应能使报警阀前后的管道顺利充满水，压力波动时，水力警铃不应发生误报警；每一个防火区都设有一个水流指示器。

(2) 水流指示器的安装：流指示器的安装应在管道试压和冲洗合格后进行，水流指示器的规格、型号应符合设计要求；水流指示器应竖直安装在水平管道上侧，其动作方向应和水流方向应一致；安装后的水流指示器叶片、膜片应动作灵活，不应与管壁发生碰擦；在管道上开孔时，应使用开孔器开孔。不能使用割具开孔，以避免溶渣滴入管内，在使用时卡住叶片。

(3) 水力警铃的安装：水力警铃应安装在公共通道或值班室附近的外墙上；水力警铃和报警阀的连接应采用镀锌钢管，当镀锌钢管的公称直径为 15 mm 时，其长度不应大于 6 m，当镀锌钢管的公称直径为 20 mm 时，其长度不应大于 20 m；安装后的水力警铃启动压力不应小于 0.05 MPa。

(4) 信号阀的安装：信号阀应安装在水流指示器前的管道上，与水流指示器之间的距离不应小于 300 mm。

(5) 排气阀的安装：排气阀的安装应在系统管网试压和冲洗合格后进行，排气阀应安装在配水管顶部、配水管的末端，且应确保无渗漏。

(6) 控制阀的安装：控制阀的规格、型号和安装位置均应符合设计要求，安装方向应正确，控制阀内应清洁、无堵塞、无渗漏；主要控制阀应加设启闭标志；隐蔽处的控制阀应在明显处设有指示其位置的标志。

(7) 压力开关的安装：压力开关应竖直安装在通往水力警铃的管道上，且不应在安装中拆装改动。

(8) 末端试水装置的安装：末端试水装置宜安装在系统管网末端或分区管网末端。

9. 喷头安装

在安装喷头前，管道系统应经过试压、冲洗。喷头在安装时，应使用专用扳手，严禁利用喷头的框架施拧。如喷头的框架，溅水盘变形或释放原件损伤时，应换上规格、型号相同的喷头。喷洒头的两翼方向应成排统一安装。护口盘要紧贴吊顶，走廊单排的喷头两翼应横向安装。

10. 系统调试

系统调试内容主要包括水源测试、消防水泵性能试验、报警阀性能试验、排水装置试验、联动试验、火灾模拟试验。

水源测试要检查室外水源管道的压力和流量是否符合设计要求；核实屋顶上容积是否符合规范规定；核实消防水池是否符合规范规定；核实水泵接合器的数量和供水是否满足系统灭火的要求，并用消防车进行供水试验。

消防水泵性能试验分别以自动或手动方式启动消防泵，消防水泵应在 5 min 内投入正常运行，达到设计流量和压力，其压力表指针应稳定。运转中无异常声响和振动，各密封部位不得有泄漏现象，各滚动轴承温度应不高于 75℃，滑动轴承的温度应不高于 70℃。备用电源切换供照明，消防水泵应在 1.5 min 内投入正常运行，消防泵的上述多项性能应无变化。

屋顶消火栓试验首先利用屋顶水箱及消防稳压泵向系统充水，检查系统和阀门是否有渗漏现象，检查屋顶试验消火栓水压力及低层消火栓口压力是否符合设计要求；其次连接好屋

顶试验消火栓水龙带及水枪,打开屋顶试验消火栓,并启动消火栓泵及用消防车通过水泵接合器向系统加压,检测此时消火栓水枪充实水柱是否符合设计要求。

报警阀性能试验是打开系统试水装置后,湿式报警阀能及时启动,经延迟器 5~90 s 后,水力警铃应准确地发出报警信号,水流指示器应输出报警信号,并启动消防泵。

系统排水装置试验:开启排水装置的主排水阀,按系统最大设计灭火水量作排水试验,并使压力达到稳定,在试验过程中,从系统排出的水应全部从室内排水系统排走。

系统联动试验方法和要求:感烟探测器用专用测试仪输入模拟烟信号后,应在 15 s 内输出报警和启动系统执行信号,准确、可靠地启动系统;感温探测器专用测试仪输入模拟信号后,在 20 s 内输出报警和启动系统执行信号,准备、可靠地启动系统;启动一只喷头或以 0.94~1.5 L/s 的流量从末端试水装置处放水,水流指示器、压力开关、水力警铃和消防水泵等及时动作并发出相应的信号。

消防监督部门认为有必要时,要求进行灭火模拟试验。也就是在个别区域或房间内升温,使一个或数个喷头打开喷水,然后验证其保护面积、喷水强度、水压,验证电动报警装置的联动是否符合设计要求以及有关规定。

第四节 其他消防灭火系统

一、干粉灭火系统

干粉灭火系统是以干粉作为灭火剂的灭火系统。干粉灭火剂是一种干燥的、易于流动的细微粉末,平时贮存于干粉灭火器或干粉灭火设备中,灭火时由加压气体(二氧化碳或氮气)将干粉从喷嘴射出,形成一股挟夹着加压气体雾状粉流射向燃烧物,起到灭火作用。如图 3-26、图 3-27 所示。



图 3-26 干粉灭火系统实景图

干粉灭火剂对燃烧有抑制作用,当大量的粉粒喷向火焰时,可以吸收维持燃烧连锁反应的活性基团,随着活性基团的急剧减少,使燃烧连锁反应中断、火焰熄灭;另外,某些化合物与火焰接触时,其粉粒受高热作用后爆裂成许多更小的颗粒,从而大大增加了粉粒与火焰的接触面积,提高了灭火效力;还有,使用干粉灭火剂时,粉雾包围了火焰,可以减少火焰的热辐射,同时粉末受热放出结晶水或发生分解,可以吸收部分热量而分解生成不活泼气体。干粉有普通型干粉(BC 类)、多用途干粉(ABC 类)和金属专用灭火剂(D 类火灾专用干粉)。

BC 类干粉根据其制造基料的不同有钠盐、钾盐及氨基干粉之分。这类干粉适用于扑救易燃、可燃液体如汽油、润滑油等火灾,也可用于扑救可燃气体(液化气、乙炔气等)和带电设备的火灾。

多用途型(ABC 类)干粉灭火剂主要成分是磷酸铵盐,它除了具有 BC 类灭火器的功能外,还能扑救一般固体物质如木材、棉、麻、竹等形成的火灾。

金属专用型(D 类)干粉,通常使用氯化钠基粉末、一种经过钝化处理的石墨基粉末或精

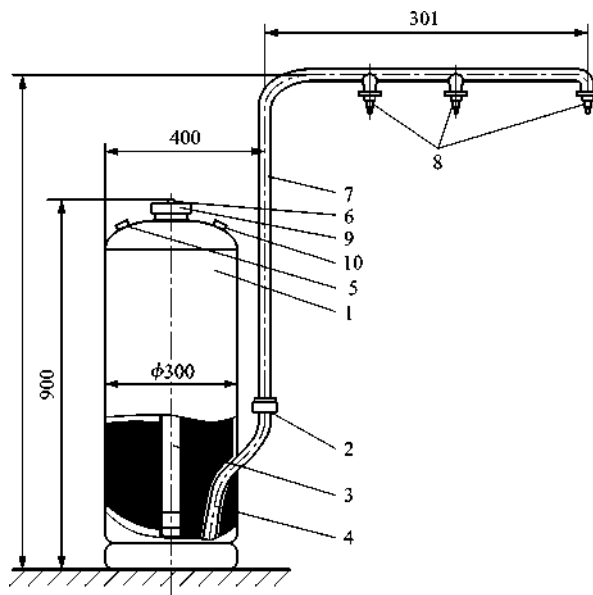


图 3-27 干粉灭火系统组成示意图

1—钢制容器；2—密封接头；3—气体发生器；4—干粉出口管；5—干粉充装口；
6—电接头；7—送粉管；8—喷嘴；9—螺帽

细铜粉加氩气驱动，其原理是通过排除氧气来闷熄失火。铜粉加氩气驱动的 D 类灭火器主要使用在灭锂金属火灾，而氯化钠干粉和石墨材质的灭火器都普遍用在除锂金属外的一些活泼金属，如钾、钠、镁、钛、锆、铝镁合金等各种形态的活泼(轻)金属燃烧的火灾。

干粉灭火具有灭火历时短、效率高、绝缘好、灭火后损失小、不怕冻、不用水、可长期储存等优点。干粉灭火系统按其安装方式有固定式、半固定式之分。按其控制启动方法又有自动控制、手动控制之分。按其喷射干粉的方式有全淹没和局部应用系统之分。

二、气体灭火系统

在消防领域应用最广泛的灭火剂就是水，但对于扑灭可燃气体、可燃液体、电器火灾以及计算机房、重要文物档案库、通信广播机房、微波机房等不宜用水灭火的火灾，气体消防是最有效、最干净的灭火手段。气体灭火系统一般包括卤代烷灭火系统、二氧化碳灭火系统、混合气体灭火系统、气溶胶灭火系统、惰性气体灭火系统、氟化烃灭火系统和烟雾灭火系统等。

气体灭火系统由储存瓶组、储存瓶组架、液体单向阀、集流管、选择阀、管道系统、安全阀、喷嘴、药剂、火灾探测器、气体灭火控制器、声光报警器、放气指示灯、警铃、紧急启动按钮等组成。

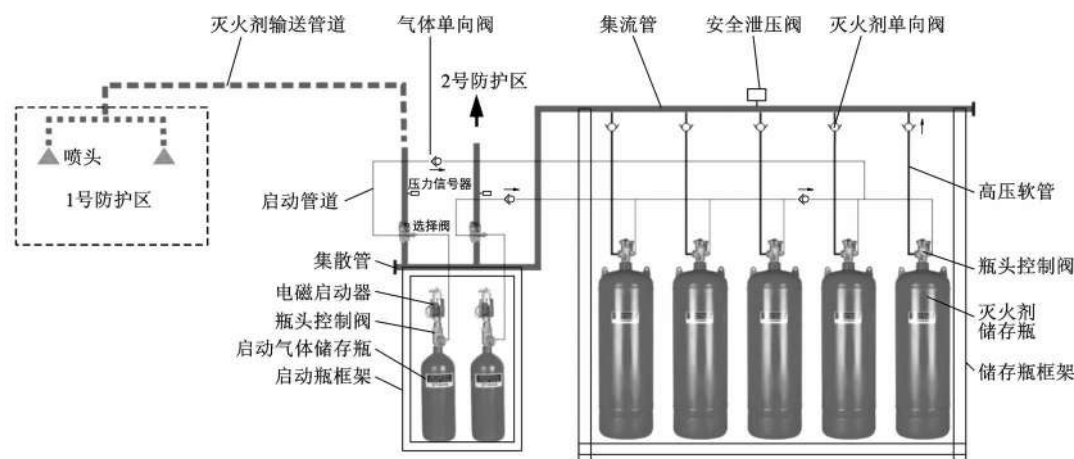
1. 卤代烷灭火系统

卤代烷灭火系统是把具有灭火功能的卤代烷碳氢化合物作为灭火剂的一种气体灭火系统。卤代烷灭火系统适用于不能用水灭火的场所，如计算机房、图书档案室及文物资料库等建筑物。

卤代烷灭火系统有全淹没、局部应用两类。全淹没卤代烷灭火系统能在一定的封闭空间

内,保持一定浓度的卤代烷气体,从而达到灭火所需的浸渍时间。这种系统又可分为组合分配、单元独立和无管网系统。局部应用卤代烷灭火系统是由灭火装置直接向燃烧物喷射灭火剂灭火,但其系统的各种部件是固定的,可自动喷射灭火剂。

传统的卤代烷灭火剂是1211及1301,但由于该灭火剂会破坏大气臭氧层,分别在2005年及2010年停止生产,目前推广使用的是洁净气体灭火剂为七氟丙烷(HFC-227ea、FM-200)。七氟丙烷是一种无色、无味、低毒性、绝缘性好、无二次污染的气体,对大气臭氧层的耗损潜能值为零,是目前替代卤代烷灭火剂最理想的替代品。七氟丙烷灭火系统主要适用于计算机房、通讯机房、配电房、油浸变压器、自备发电机房、图书馆、档案室、博物馆及票据、文物资料库等场所,可用于扑救电气火灾、液体火灾或可熔化的固体火灾,固体表面火灾及灭火前能切断气源的气体火灾。如图3-28所示。



七氟丙烷参数:

臭氧层的耗损潜能值ODP=0;温室效应潜能值GWP=0.6;大气中存留寿命ALT=31年;灭火剂无毒性反应浓度NOAEL=9.0%;灭火剂有毒性反应浓度LOAEL=10.5%;灭火设计基本浓度C=8.0%;低于NOAEL和LOAEL,相对安全。

图3-28 七氟丙烷灭火系统

2. 二氧化碳灭火系统

二氧化碳灭火系统属于纯物理的气体灭火系统,原理是通过减少空气中氧的含量,使其达不到支持燃烧的浓度。二氧化碳灭火剂是液化气体型,一般以液相二氧化碳贮存在高压瓶内。二氧化碳灭火系统是一种具有不污损保护物、灭火快、空间淹没效果好等优点的气体灭火系统。适用于灭火前可切断气源的气体火灾、固体火灾、液体火灾和电气火灾,不得用于扑救硝化纤维、火药等含氧化剂的化学制品火灾。

二氧化碳灭火系统按灭火方式可分为全淹没系统、局部应用系统、手持软管系统、竖管系统。系统的启动方式有手动和自动两种,一般使用手动式,无人时可转换为自动式。全淹没二氧化碳灭火系统适用于无人居住或发生火灾能迅速(30 s以内)撤离的防护区;局部二氧化碳灭火系统适用于经常有人的较大防护区内,扑救个别易燃烧设备或室外设备。

系统的工作原理是:当采用自动式时,探测器在探测到发生火灾后,发出声、光报警,并通过控制盘打启动用气容器的阀门,放出启动气体来打开选择阀和二氧化碳储存钢瓶的瓶头阀,从而放出二氧化碳灭火。当采用手动式时,则直接打开手动启动装置,按下按钮,接

通电源，也能按以上程序放出二氧化碳灭火。如图 3-29 所示。

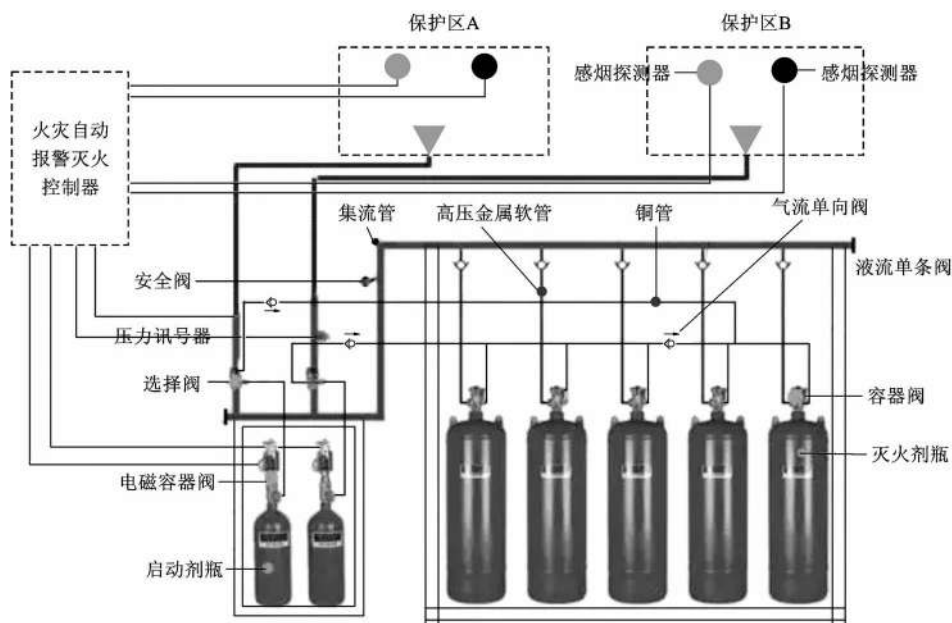


图 3-29 二氧化碳灭火系统

3. 混合气体灭火系统

混合气体灭火剂是由氮气、氩气和二氧化碳气体按一定的比例混合而成的气体，这些气体都是在大气层中自然存在的，对大气臭氧层没有损耗，也不会对地球的“温室效应”产生影响，混合气体既不支持燃烧，又不与大部分物质产生反应，是一种十分理想的环保型灭火剂。混合气体灭火系统系统纯物理灭火方式，是靠释放后将保护区的氧气浓度降低到 12.5% 并把二氧化碳的浓度提高到 4%，而氧气浓度降低到 15% 以下，大多数普通可燃物可停止燃烧。混合气体灭火系统由火灾自动探测器、自动报警控制器、自动控制装置、固定灭火装置及管网、喷嘴等组成。自动启动、手动启动和机械应急启动三种启动方式。根据使用要求，可以组成单元独立系统、组合分配系统，采用全淹没方式，实现对单个防护区、多防护区的消防防护。主要适用于电子计算机房、通讯机房、配电房、油浸变压器、自备发电机房、图书馆、档案室、博物馆及票据、文物资料库等经常有人工作的场所，可用于扑救电气火灾、液体火灾或可溶化的固体火灾，固体表面火灾及灭火前能切断气源的气体火灾，但不可用于扑救 D 类活泼金属火灾。

4. 气溶胶灭火系统

气溶胶是指以固体或液体的微粒悬浮于气体介质中的一种物态。常见的气溶胶为烟气、雾等。灭火用的气溶胶微粒直径只有 10 ~ 100 μm ，能够像气体一样长时间悬浮在空中而不会落下来。气溶胶灭火剂在使用前呈固体状态，使用时，感温、感烟探测器会自动接通点火装置，点燃气溶胶药剂，并很快产生大量烟雾（气溶胶），迅速弥漫整个防护区。气溶胶产生的固体微粒主要是金属氧化物及碳酸盐等，当遇到火焰时，会产生一系列化学反应，这些反应都是强烈的吸热反应，可大量吸收燃烧时产生的热量，同时，燃烧会使气溶胶的金属离子

与燃烧物中的自由基产生链式反应，大量消耗这些活性基，同时产生氮气、二氧化碳等惰性气体，从而中断燃烧链，达到灭火的目的，常用的气溶胶有 K 型、S 型。适用于通信中心、通信(移动、联通、电信)、电视广播中心、信息中心、机场、铁路、交通指挥中心、数据中心、计算机中心、发电厂、变电站、变电所、发电机房、配电室、医院设备房、档案室、办公楼、大型商业中心、博物馆、文物馆、美术馆、图书馆、银行金库、精密仪器仓库、实验室、大型酒店、油库等场所。不适用于喷漆房、易燃气体、易燃化学品仓库等。

三、泡沫灭火系统

泡沫灭火工作原理是应用泡沫灭火剂，使其与水混溶后产生一种可漂浮，黏附在可燃、易燃液体或固体表面，或者充满某一着火物质的空间，起到隔绝、冷却的作用，使燃烧物质熄灭。泡沫灭火系统广泛应用于油田、炼油厂、油库、发电厂、汽车库、飞机库及矿井坑道等场所。如图 3-30 所示。

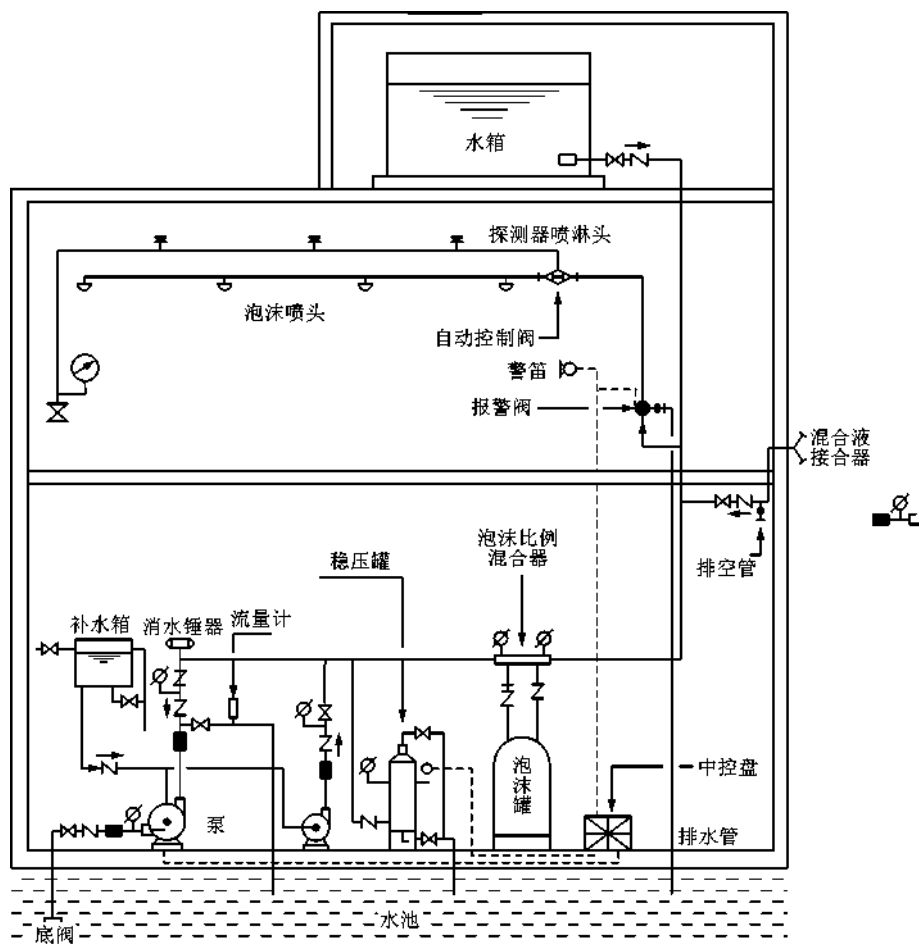


图 3-30 泡沫灭火系统组成示意图

泡沫灭火剂按其成分有化学泡沫灭火剂、蛋白质泡沫灭火剂及合成型泡沫灭火剂等几种类型。泡沫灭火系统按其使用方式有固定式、半固定式和移动式之分；按泡沫喷射方式有液上喷射、液下喷射和喷淋方式之分；按泡沫发泡倍数有低倍、中倍和高倍之分。

化学灭火剂是由结晶硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和碳酸氢钠 NaHCO_3 组成。使用时使两者混合反应后产生 CO_2 灭火，我国目前仅用于装填在灭火器中手动使用。

目前国内应用较多的合成型泡沫灭火剂有凝胶型、水成膜和高倍数等三种合成型泡沫液。