

第3章 建筑消防系统

建筑物若发生火灾,根据建筑物的性质、功能及燃烧物,可通过水、泡沫、卤代烷、二氧化碳和干粉等灭火剂来扑灭。室内消防给水系统一般分为三类,即消火栓消防系统,自动喷水灭火系统和其他灭火设施。

水是不燃液体,在与燃烧物接触后会通过物理、化学反应从燃烧物中摄取热量,对燃烧物起到冷却作用;同时水在被加热和汽化的过程中所产生的大量水蒸气能够阻止空气进入燃烧区,并能稀释燃烧区内氧的含量,从而减弱燃烧强度;另外经水枪喷射出来的压力水流具有很大的动能和冲击力,可以冲散燃烧物,使燃烧强度显著减弱。在水、泡沫、酸碱、卤代烷、二氧化碳和干粉等灭火剂中,水具有使用方便、灭火效果好、来源广泛、价格便宜、器材简单等优点,是目前建筑消防的主要灭火剂。

3.1 火灾类型、建筑物分类及危险等级

3.1.1 火灾分类

可燃物与氧化剂作用发生的伴有火焰、发光和(或)发烟现象的放热反应称为燃烧。可燃物、氧化剂和温度(引火源)是火灾发生的必要条件。火灾是由燃烧所造成的灾害,根据可燃物的性质、类型和燃烧特性,火灾可分为五类(表 3-1)。

表 3-1 火灾分类

火灾类型	燃 烧 物
A 类火灾	固体物质火灾,如木材、棉麻等有机物质
B 类火灾	可燃液体或可熔化固体物质火灾,如汽油、柴油等
C 类火灾	气体火灾,如甲烷、天然气等
D 类火灾	金属火灾,如钾、钠、镁等
E 类火灾	物体带电燃烧火灾

3.1.2 灭火机理

燃烧的充分条件包括一定的可燃物浓度、一定的氧气含量、一定的点火能量和不受抑制的链式反应。灭火就是采取一定的技术措施破坏燃烧条件,使燃烧终止反应的过

程。灭火的基本原理是冷却、窒息、隔离和化学抑制,前三种是物理过程,后一种为化学过程。

水基灭火剂的主要灭火机理是冷却和窒息等,冷却功能是灭火的主要作用。消火栓灭火系统、消防水炮灭火系统、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统和细水雾灭火系统等均是以水为灭火剂的灭火系统。消火栓灭火系统、消防水炮灭火系统和自动喷水灭火系统的灭火机理主要是冷却,可扑灭 A 类火灾;水喷雾灭火系统和细水雾灭火系统具有冷却、窒息、乳化、稀释等灭火作用,可扑灭 A、B 和 E 类火灾。

泡沫灭火机理主要是隔离,同时伴有窒息作用,可扑灭 A、B 类火灾。泡沫灭火系统分为低、中、高三种泡沫系统:低倍数泡沫的发泡倍数是 20 倍以下,中倍数泡沫的发泡倍数是 21~200;高倍数泡沫的发泡倍数是 201~1 000。

常见的气体灭火系统有:七氟丙烷灭火系统、混合惰性气体灭火系统、二氧化碳灭火系统等。气体灭火系统具有化学稳定性好、易储存、腐蚀性小、不导电、毒性低等特点,蒸发后不留痕迹,适用于扑救多种类型的火灾。气体系统灭火机理因灭火剂而异,一般是由冷却、窒息、隔离和化学抑制等机理组成,可扑灭 A、B、C 和 E 类火灾。

干粉灭火剂是一种利用干粉基料和添加剂组成的干化学灭火剂,具有干燥和易成性的特点,可在一定气体压力作用下喷成粉雾状而灭火。干粉灭火剂通常可分为物理灭火和化学灭火两种功能,以磷酸铵盐和碳酸氢盐灭火剂为主。磷酸铵盐适合扑灭 A、B、C、E 类火灾;碳酸氢盐适合扑灭 B、C 类火灾或带电的 B 类火灾。钾原子俘获自由基半径大,灭火效果优于碳酸氢钠。物理灭火主要是干粉吸收燃烧产生的热量,使显热变成潜热,燃烧反应温度骤降,不能维持持续反应所需的热量,中止燃烧反应,火焰熄灭。

蒸汽灭火系统可利用惰性气体或含高热量的蒸汽,在与燃烧物质接触时,可稀释燃烧范围内空气中的含氧量,缩小燃烧范围,降低燃烧强度。该系统由蒸汽源、输配气干管、支管、配气管道、伸缩补偿器等组成,可用于扑灭燃油和燃气锅炉房、油泵房、重油罐区等场所的火灾。

建筑物按使用性质分为库房、仓库、民用建筑三类。根据建筑构件的燃烧性能和耐火极限,民用建筑物和厂房(仓库)的耐火等级分一、二、三、四级。

建筑高度是指建筑物室外地面到其檐口或屋面面层的高度(屋顶上的水箱间、电梯机房、排烟机房以及楼梯出口小间等不计入建筑高度)。建筑物按建筑高度可分为多层建筑和高层建筑。多层民用建筑是指 9 层及以下的居住建筑(包括首层设置商业服务网点的住宅),建筑高度不大于 24m 的 2 层及以上的公共建筑。

多层厂房(仓库)是指建筑高度不大于 24m 的仓库和厂房,建筑高度超过 24m 的单层仓库和厂房;高层厂房(仓库)是指建筑高度超过 24m 的 2 层及以上的仓库和厂房;高架仓库是指货架高度超过 7m 且机械操作或自动化控制的货架库房。

建筑物火灾危险等级表明火灾危险性大小、火灾发生的频率、可燃物数量、单位时间内释放的热量、火灾蔓延速度以及扑救难易程度。按《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)分为一类和二类高层建筑(表 3-2)。

表 3-2 一类和二类高层建筑

名 称	一 类	二 类
居住建筑	高层住宅 19 层及 19 层以上的普通住宅	10~18 层的普通住宅
公共建筑	(1) 医院； (2) 高级旅馆； (3) 建筑高度超过 50m 或每层建筑面积超过 1 000m ² 的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼； (4) 建筑高度超过 50m 或每层建筑面积超过 1 500m ² 的商住楼； (5) 中央级和省级(含计划单列市)广播电视楼； (6) 网局级和省级(含计划单列市)电力调度楼； (7) 省级(含计划单列市)邮政楼、消防指挥调度楼； (8) 藏书超过 100 万册的图书馆、书库； (9) 重要的办公楼、科研楼、档案馆； (10) 建筑高度超过 50m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等	(1) 除一类建筑以外的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼、商住楼、图书馆、书库； (2) 省级以下的邮政楼、消防指挥调度楼、广播电视楼、电力调度楼； (3) 建筑高度不超过 50m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案馆等

3.2 消防给水系统

3.2.1 消防给水管道

消防给水管道路可采用低压管道、高压管道、临时高压管道和区域高压管道。

1. 低压管道

管网内平时水压较低，火场上水枪需要的压力由消防水车或其他移动式消防泵加压形成，保障最不利点消火栓的压力大于等于 0.1MPa。

2. 高压管道

管网内经常保持足够的压力，火场上不需要使用消防车或其他移动式水泵加压，而直接由消火栓接出水带、水枪灭火。

3. 临时高压管道

临时高压给水管道内平时水压不高，在水泵站内设有高压消防水泵，当接到火警时，高压消防水泵启动后，管网内的压力达到高压给水管道的压力要求。

城镇、居住区、企业事业单位的室外消防给水管道路，在有可能利用地势设置高位水池或集中高压水泵房时，就有采用高压给水管道的可能。一般情况下，多采用临时高压消防给水系统。

4. 区域高压管道

当城镇、居住区或企业事业单位内有高层建筑时，一般情况下能直接采用室外高压或临时高压消防给水系统的很少见到。因此常采用区域(数幢或几幢建筑物)合用泵房加压或独立(每幢建筑物设水泵房)的临时高压给水系统，保证数幢建筑的室内消火栓(室内其他消防设备)或一幢建筑物的室内消火栓(室内其他消防设备)的水压要求。

区域高压或临时高压的消防给水系统可以采用室外或室内均为高压或临时高压的消防

给水系统,也可以采用室内为高压或临时高压而室外为低压消防给水系统。

室内采用高压或临时高压消防给水系统时,一般情况下室外采用低压消防给水系统,气压给水装置只能形成临时高压。

高层建筑必须设置独立的消防给水系统,按消防给水压力的不同,分为高压消防给水系统和临时高压消防给水系统;按消防给水系统供水范围的大小,分为区域集中高压(或临时高压)消防给水系统和独立高压(或临时高压)消防给水系统;按消防给水系统灭火方式的不同,分为消火栓给水系统和自动喷水灭火系统。

3.2.2 消火栓给水系统的组成

建筑内部消火栓给水系统一般由消火栓设备、消防卷盘、消防管道、消防水池、高位水箱、水泵接合器及增压设施等组成。图 3-1 所示为设有水泵—水箱的消防供水方式。

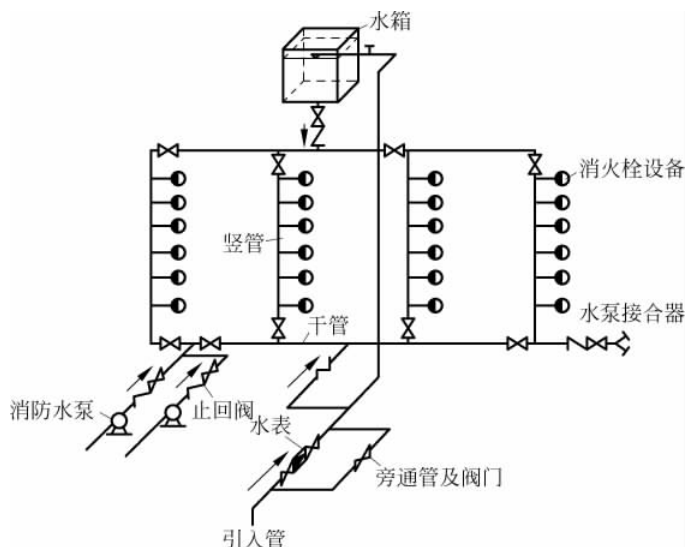


图 3-1 水泵—水箱消防供水方式

1. 消火栓设备

消火栓设备由水枪、水带和消火栓组成(图 3-2)。

水枪一般为直流式,收缩水流,产生灭火效率高的密实水柱。水枪喷嘴口径主要有 13mm、16mm、19mm 三种。

水带口径有 50mm、65mm 两种。口径为 13mm 的水枪配置 50mm 口径的水带,16mm 口径水枪可配置 50mm 或 65mm 口径的水带,19mm 口径水枪配置 65mm 口径的水带。水带长度一般为 15m、20m、25m 三种,水带材质有麻织和化纤两种,化纤水带分衬胶与不衬胶,衬胶水带阻力较小。水带的长度应根据建筑物长度计算选定。

消火栓均为内扣式接口的球形阀式水龙头,有单出口和双出口之分。双出口消火栓口径为 65mm(图 3-3),单出口消火栓口径有 50mm 和 65mm 两种。当每支水枪最小流量小于 3L/s 时选用口径为 50mm 的消火栓和水带,口径为 13~16mm 的水枪;当每支水枪最小流量大于 3L/s 时选用口径为 65mm 的消火栓和水带,口径为 19mm 的水枪。

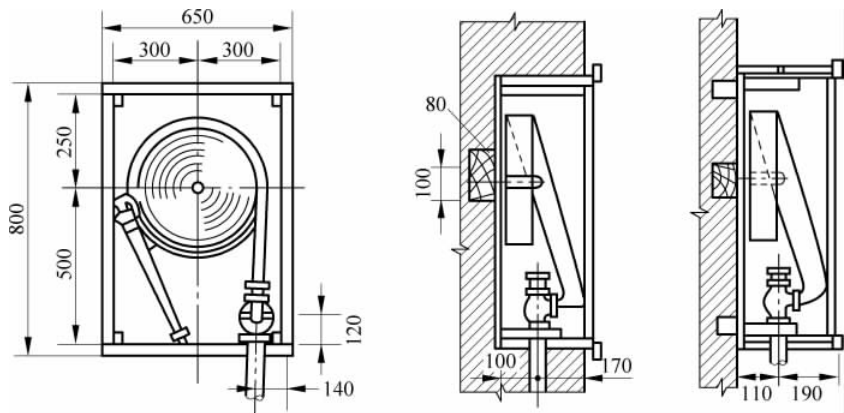


图 3-2 消防栓箱

2. 消防卷盘

未经过消防训练的普通人员难以操纵消防栓,影响扑灭初期火灾效果,同时造成的水渍损失较大。因此,消防栓给水系统可加设消防卷盘(又称消防水喉),供没有经过消防训练的普通人员扑救初期火灾使用。

消防卷盘由 25mm 或 32mm 的小口径室内消防栓、内径不小于 19mm 的输水胶管,喷嘴口径为 6mm、8mm 或 9mm 的小口径开关和转盘配套组成,胶管长度为 20~40m,整套消防卷盘与普通消防栓可设在一个消防箱内(图 3-4),也可从消防立管接出独立设置在专用消防箱内。

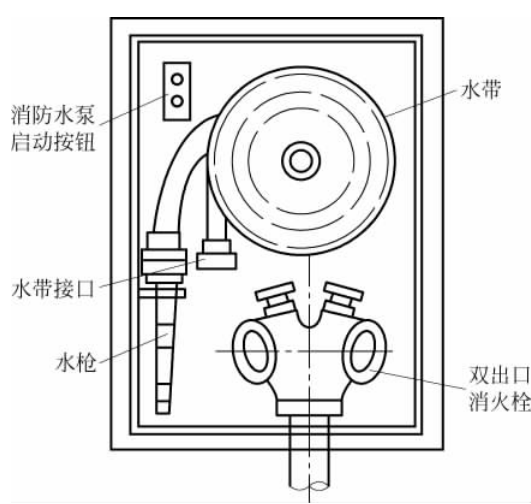


图 3-3 双出口消防栓

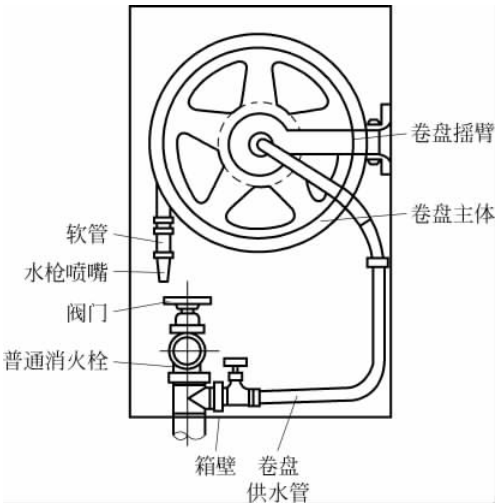


图 3-4 消防栓与消防卷盘布置

低层建筑中消防卷盘一般设在有空调系统的高级旅馆、办公楼、超过 1 500 个座位的剧院、会堂、闷顶内安装有面灯部位的马道处;高层建筑内消防卷盘一般设在有服务人员的高级旅馆、一类建筑的商业楼、展览楼、综合楼等和建筑高度超过 100m 的其他超高层建筑。

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。水泵接合器有地上式、地下式和墙壁式 3 种(图 3-5)。设计参数和尺寸见表 3-3。

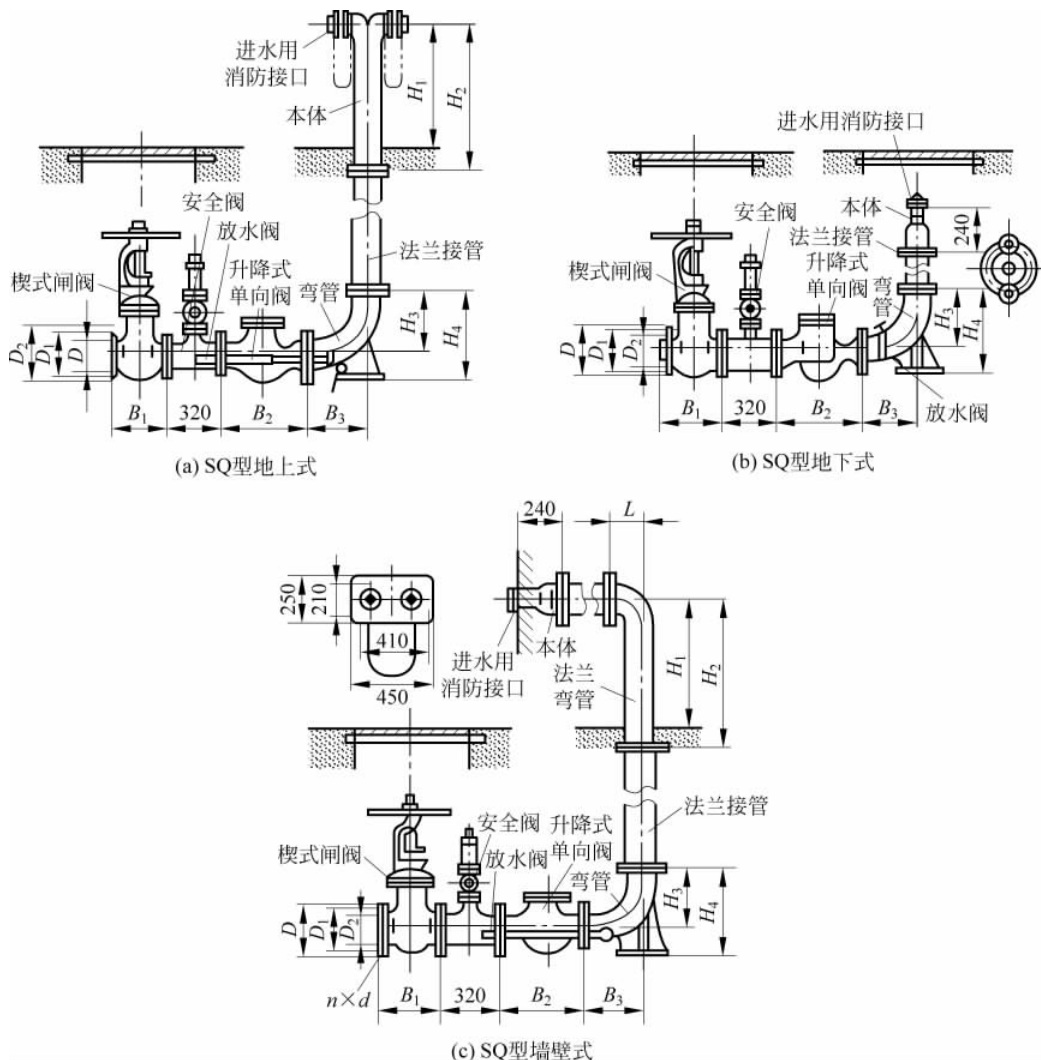


图 3-5 水泵结合器外形图

表 3-3 水泵结合器型号及基本参数

型号规格	形式	公称直径 DN/mm	公称压力 PN/MPa	进 水 口	
				形式	直径/mm
SQ100 SQX100 SQB100	地上 地下 墙壁	100	1.6	内扣式	65×65
SQ150 SQX150 SQB150	地上 地下 墙壁	150			80×80

4. 消防水池

消防水池的主要作用是供消防车和消防泵取水。

消防水池用于无室外消防水源情况下,储存火灾持续时间内的室内消防用水量。消防水池可设于室外地下或地面上,也可设在室内地下室,或室内游泳池、水景水池兼用消防水池。消防水池应设有水位控制阀的进水管和溢水管、通气管、泄水管、出水管及水位指示器等附属装置。根据各种用水系统的供水水质要求是否一致,可将消防水池与生活或生产贮水池合用,也可单独设置。

5. 消防水箱

消防水箱对扑救初期火灾起重要作用,为确保其自动供水的可靠性,应采用重力自流供水方式;消防水箱应与生活(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;水箱的安装高度应满足室内最不利点消火栓所需的水压要求,且应储存有室内 10min 的消防用水量。

3.2.3 消火栓给水系统的设置

1. 消火栓的设置

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。

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(建筑高度小于或等于 24m,且体积小于或等于 5 000m³ 的库房可采用一支水枪到达室内任何部位),均用单出口消火栓布置,这是因为消火栓是室内主要的灭火设备,在任何情况下,均可使用室内消火栓进行灭火。当一个消火栓受到火灾威胁而不能使用时,相邻的一个消火栓仍能保护任何部位。



注意

- (1) 消防电梯前室应设置室内消火栓。
- (2) 室内消火栓应设在明显易于取用的地点。栓口离地面高度为 1.1m,其出水方向应向下或与设置消火栓的墙面成 90°方向布置。
- (3) 冷库的室内消火栓应设在常温穿堂内或楼梯间内。
- (4) 设有室内消火栓的建筑应设置带有压力的试验消火栓,多层和高层建筑应在其屋顶设置,冬季严寒结冰地区可设置在顶层出口处或水箱间内等便于操作和防冻的位置。单层建筑应设置在最不利处,且应靠近出口。

2. 水枪充实水柱长度

消火栓设备的水枪射流灭火,需要有一定强度的密实水流能有效地扑灭火灾(图 3-6)。在 26~38mm 直径圆断面内、包含全部水量 75%~90% 的密实水柱长度称为充实水柱长度,以 H_m 表示。

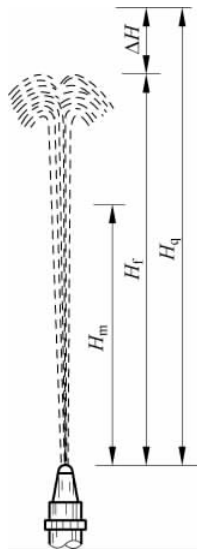


图 3-6 水枪垂直射流

水枪充实水柱长度计算公式为

$$H_m = \frac{H_{\text{层高}}}{\sin \alpha} \quad (3-1)$$

式中: H_m ——水枪充实水柱长度, m;

α ——水枪的上倾角, 一般为 45° 。

根据实验数据统计, 当水枪充实水柱长度小于 7m 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 15m 时, 因射流的反作用力而使消防人员无法把握水枪灭火。表 3-4 为各类建筑要求水枪充实水柱的最小长度, 设计时可参照选用。

表 3-4 各类建筑要求水枪充实水柱长度

建筑物类别		最小充实水柱长度/m
低层建筑	一般建筑	7
	甲、乙类厂房、大于六层民用建筑、大于四层厂房	10
	库房、高架库房	13
高层建筑	民用建筑高度大于或等于 100m	13
	民用建筑高度小于 100m	10
	高层工业建筑	13
人防工程内		10
停车场、修车库内		10

3. 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、水枪和一定长度的水带配套后, 在消防人员使用该设备时有一定安全保障的条件下, 以消火栓为圆心, 消火栓能充分发挥其作用的半径。

消火栓的保护半径按式(3-2)计算, 即

$$R_0 = k_3 L_d + L_s \quad (3-2)$$

式中: R_0 ——消火栓保护半径, m;

k_3 ——消防水带弯折减系数, 应根据消防水带转弯数量取 0.8~0.9;

L_d ——消防水带长度, m;

L_s ——水枪充实水柱在平面上的投影长度。按倾角为 45° 计算, 取 $0.71S_k$; S_k 为水枪充实水柱长度, m。

4. 消火栓的间距

室内消火栓的间距由计算确定, 高层工业建筑, 高架库房, 甲、乙类厂房, 室内消火栓的间距不应超过 30m; 其他单层和多层建筑室内消火栓间距不应超过 50m。

(1) 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, 如图 3-7(a)所示, 消火栓的间距按下式计算, 即

$$S_1 = 2(R^2 - b^2)^{1/2} \quad (3-3)$$

式中: S_1 ——一股水柱时消火栓间距, m;

R ——消火栓的保护半径, m;

b ——消火栓的最大保护宽度, 外廊式建筑为建筑物宽度, 内廊式建筑为走道两侧中较大一边的宽度, m。

(2) 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,如图 3-7(b)所示,消火栓的间距按下式计算,即

$$S_2 = (R^2 - b^2)^{1/2} \quad (3-4)$$

式中: S_2 ——两股水柱时的消火栓间距, m;

R 、 b ——同式(3-3)。

(3) 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,如图 3-7(c)所示,其消火栓间距可按下式计算,即

$$S_n = \sqrt{2}R \quad (3-5)$$

(4) 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 3-7(d)布置, $S_n = \sqrt{2}/2R$ 。

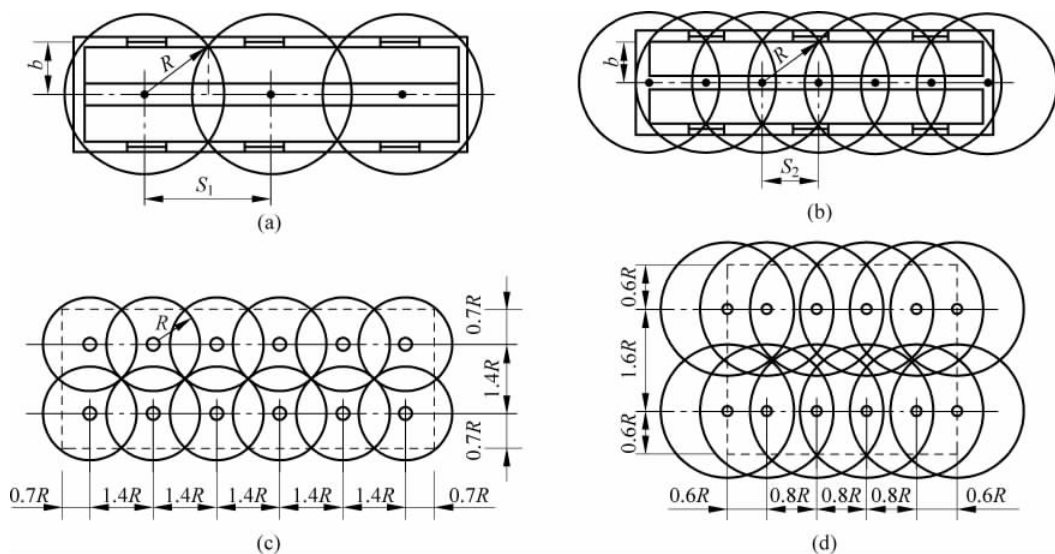


图 3-7 消火栓布置间距

5. 消防给水管道的设置

(1) 向室外、室内环状消防给水管网供水的输水干管不应少于两条,当其中一条发生故障时,其余的输水干管应仍能满足消防给水设计流量。

(2) 室外消防给水管网应符合下列规定: 室外消防给水采用两路消防供水时应采用环状管网,但当采用一路消防供水时可采用枝状管网; 管道的直径应根据流量、流速和压力要求经计算确定,但不应小于 $DN100\text{mm}$; 消防给水管道应采用阀门分成若干独立段,每段消火栓的数量不应超过 5 个; 管道设计的其他要求应符合现行国家标准的有关规定。

(3) 室内消防给水管网应符合下列规定: 室内消火栓系统管网应布置成环状,当室外消火栓设计流量不大于 20L/s ,且室内消火栓不超过 10 个时,除规范第 8.1.2 条外,可布置成枝状; 当由室外生产和生活消防合用系统直接供水时,合用系统除应满足室外消防给水设计流量以及生产和生活最大小时设计流量的要求外,还应满足室内消防给水系统的设计流量和压力,室内消防管道管径应根据系统设计流量、流速和压力要求经计算确定; 室内消

火栓立管管径经计算确定,但不应小于 DN100mm。

(4) 室内消火栓环状给水管道检修时应符合下列规定:室内消火栓竖管应保证检修管道时关停不超过 1 根,当竖管超过 4 根时,可关闭不相邻的 2 根;每根竖管与供水横干管相接处应设置阀门。

(5) 室内消火栓给水管网应与自动喷水灭火系统等其他水灭火系统的管网分开设置;当合用消防泵时,供水管路沿水流方向应在报警阀前分开设置。

(6) 消防给水管道的的设计流速不宜大于 2.5m/s,自动喷水灭火系统管道设计流速应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2017)、《泡沫灭火系统设计规范》(GB 50151—2010)、《水喷雾灭火系统设计规范》(GB 50219—2014)和《固定消防灭火系统设计规范》(GB 50338—2003)的设计规定,但任何消防管道的给水流速不应大于 7m/s。

3.3 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统根据组成构件、工作原理及用途分成闭式自动喷水灭火系统和开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,火灾发生时喷头自动打开喷水灭火的系统。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,平时为敞开状态,报警阀处于关闭状态,管网中无水,发生火灾时报警阀开启,管网充水,喷头喷水灭火。

闭式自动喷水灭火系统又分湿式自动喷水灭火系统、干式自动喷水灭火系统、预作用喷水灭火系统。开式自动喷水灭火系统主要分为 3 种形式:雨淋喷水灭火系统、水幕系统和水喷雾灭火系统。

3.3.1 湿式自动喷水灭火系统

湿式自动喷水灭火系统主要由闭式喷头、管路系统、报警装置、湿式报警阀、供水管路、增压和贮水设备组成。由于在喷水管网中经常充满有压力的水,故称湿式喷水灭火系统,设置形式见图 3-8。湿式自动喷水灭火系统适用于安装在常年室温 4~70℃且能用水灭火的建筑物、构筑物内。湿式自动喷水灭火系统应用范围较广,与其他类型的自动喷水灭火系统比较,灭火迅速、构造较简单、经济可靠、维护检查方便。但由于管网中充满有压水,如安装不当,会产生渗漏,损坏建筑物装饰和影响建筑物使用。

火灾发生时,高温火焰或高温气流使闭式喷头的热敏感元件动作,闭式喷头自动打开喷水灭火。管网中处于静止状态的水发生流动,水历经水流指示器,指示器被感应发出电信号,在报警控制器上显示某一区域已在喷水;喷头不断喷水使湿式报警阀的上部水压低于下部水压,当压力差达到某一定值时,压力水将原处于关闭状态的报警阀片冲开,使水流流向干管、配水管、喷头;同时压力水通过细管进入报警信号通道,推动水力警铃发出火警信号报警。另外,根据水流指示器和压力开关的报警信号或消防水箱的水位信号,控制器能自动启动消防水泵向管加压供水,达到持续喷水灭火的目的。