

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50193. - 93

二氧化碳灭火系统设计规范

Code of design for carbon
dioxide fire extinguishing systems

(2010 年版)

1993 - 12 - 21 发布

1994 - 08 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

修 订 说 明

本次局部修订是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008年工程建设标准规范制定、修订计划(第一批)〉的通知》(建标〔2008〕102号)的要求,由公安部天津消防研究所会同有关单位共同对《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193—93(1999年版)进行修订而成。

现行《二氧化碳灭火系统设计规范》自实施以来,对规范二氧化碳灭火系统的设计、指导二氧化碳灭火系统在我国的应用和发展,起到了重要的作用。然而,随着二氧化碳灭火系统应用和研究的不断深入以及二氧化碳灭火系统产品的不断发展,该规范已不能适应目前二氧化碳灭火系统的应用现状和发展趋势,有必要对其进行局部修订。

现行《二氧化碳灭火系统设计规范》自2000年3月1日实施以来,二氧化碳灭火系统在国内工程上应用一直处于一个平稳的发展阶段,但也出现了几次不同程度的二氧化碳灭火系统误喷及储瓶间二氧化碳泄漏事故,使得近几年二氧化碳灭火系统在工程应用上出现了一定程度的萎缩,尤其是在民用建筑工程中。目前的主要应用场所集中在涂装线、水泥生产线、钢铁行业、电厂等工业建筑工程中。本次修订根据调查总结的二氧化碳灭火系统在实际工程应用中遇到的问题,主要体现在以下几个方面:

1. 因二氧化碳喷放或泄漏对人员造成伤害的事故有所发生,有必要调整二氧化碳灭火系统在经常有人工作场所应用时的安全措施和相关限制要求;

2. 因不同制造商生产的产品及其附件的水力当量损失长度各不相同,均按本规范附件B确定管道附件的当量长度与实际情况存在较大差异;

3. 规范目前未要求在储存容器间设置机械排风装置,一旦发生泄漏很可能会威胁到该房间及相邻房间内人员的生命安全;

4. 为了利于管网压力均衡,对二氧化碳气体输送管路的分流设计提出了具体要求。

本规范中下划线为修改的内容。

本次局部修订的主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人员:

主 编 单 位: 公安部天津消防研究所

参 编 单 位: 国家消防工程技术研究中心

国家固定灭火系统和耐火构件质量监督检测中心

南京消防器材股份有限公司

四川威龙消防设备有限公司

中核集团西安核设备有限公司

泰科消防设备有限公司

主要起草人: 倪照鹏 路世昌 宋旭东 李春强 刘连喜

骆明宏 杜增虎 徐洪勋 赵 雷 杨晓群

主要审查人: 李引擎 马 恒 宋晓勇 伍建许 杨 琦

黄振兴 王宝伟 田 亮

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术 语	(2)
2.2	符 号	(3)
3	系统设计	(6)
3.1	一般规定	(6)
3.2	全淹没灭火系统	(7)
3.3	局部应用灭火系统	(8)
4	管网计算	(11)
5	系统组件	(14)
5.1	储存装置	(14)
5.2	选择阀与喷头	(15)
5.3	管道及其附件	(16)
6	控制与操作	(17)
7	安全要求	(18)
附录 A	物质系数、设计浓度和抑制时间	(19)
附录 B	管道附件的当量长度	(21)
附录 C	管道压力降	(22)
附录 D	二氧化碳的 Y 值和 Z 值	(23)
附录 E	高程校正系数	(25)
附录 F	喷头入口压力与单位面积的喷射率	(26)
附录 G	本规范用词说明	(28)
附录 H	喷头等效孔口尺寸	(29)

附录J 二氧化碳灭火系统管道规格 (30)
附加说明 (31)
附:条文说明 (33)

1 总 则

1.0.1 为了合理地设计二氧化碳灭火系统,减少火灾危害,保护人身和财产安全,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建、扩建工程及生产和储存装置中设置的二氧化碳灭火系统的设计。

1.0.3 二氧化碳灭火系统的设计,应积极采用新技术、新工艺、新设备,做到安全适用,技术先进,经济合理。

1.0.4 二氧化碳灭火系统可用于扑救下列火灾:

1.0.4.1 灭火前可切断气源的气体火灾。

1.0.4.2 液体火灾或石蜡、沥青等可熔化的固体火灾。

1.0.4.3 固体表面火灾及棉毛、织物、纸张等部分固体深位火灾。

1.0.4.4 电气火灾。

1.0.5 二氧化碳灭火系统不得用于扑救下列火灾:

1.0.5.1 硝化纤维、火药等含氧化剂的化学制品火灾。

1.0.5.2 钾、钠、镁、钛、锆等活泼金属火灾。

1.0.5.3 氰化钾、氰化钠等金属氰化物火灾。

1.0.5A 二氧化碳全淹没灭火系统不应用于经常有人停留的场所。

1.0.6 二氧化碳灭火系统的设计,除执行本规范的规定外,尚应符合现行的有关国家标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 全淹没灭火系统 total flooding extinguishing system

在规定的时间内,向防护区喷射一定浓度的二氧化碳,并使其均匀地充满整个防护区的灭火系统。

2.1.2 局部应用灭火系统 local application extinguishing system

向保护对象以设计喷射率直接喷射二氧化碳,并持续一定时间的灭火系统。

2.1.3 防护区 protected area

能满足二氧化碳全淹没灭火系统应用条件,并被其保护的封闭空间。

2.1.4 组合分配系统 combined distribution systems

用一套二氧化碳储存装置保护两个或两个以上防护区或保护对象的灭火系统。

2.1.5 灭火浓度 flame extinguishing concentration

在 101kPa 大气压和规定的温度条件下,扑灭某种火灾所需二氧化碳在空气与二氧化碳的混合物中的最小体积百分比。

2.1.5A 设计浓度 design concentration

由灭火浓度乘以 1.7 得到的用于工程设计的浓度。

2.1.6 抑制时间 inhibition time

维持设计规定的二氧化碳浓度使固体深位火灾完全熄灭所需的时间。

2.1.7 泄压口 pressure relief opening

设在防护区外墙或顶部用以泄放防护区内部超压的开口。

2.1.8 等效孔口面积 equivalent orifice area

与水流量系数为 0.98 的标准喷头孔口面积进行换算后的喷头孔口面积。

2.1.9 充装系数 filling factor

高压系统储存容器中二氧化碳的质量与该容器容积之比。

2.1.9A 装量系数 loading factor

低压系统储存容器中液态二氧化碳的体积与该容器容积之比。

2.1.10 物质系数 material factor

可燃物的二氧化碳设计浓度对 34% 的二氧化碳浓度的折算系数。

2.1.11 高压系数 high-pressure system

灭火剂在常温下储存的二氧化碳灭火系统。

2.1.12 低压系数 low-pressure system

灭火剂在 $-18^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ 低温下储存的二氧化碳灭火系统。

2.1.13 均相流 equilibrium flow

气相与液相均匀混合的二相流。

2.2 符 号

2.2.1 几何参数

A ——折算面积；

A_o ——开口总面积；

A_p ——在假定的封闭罩中存在的实体墙等实际围封面的面积；

A_t ——假定的封闭罩侧面围封面面积；

A_v ——防护区的内侧面、底面、顶面(包括其中的开口)的总内表面积；

A_x ——泄压口面积；

D ——管道内径；

F ——喷头等效孔口面积；

L ——管道计算长度；
 L_b ——单个喷头正方形保护面积的边长；
 L_p ——瞄准点偏离喷头保护面积中心的距离；
 N ——喷头数量；
 N_g ——安装在计算支管流程下游的喷头数量；
 N_p ——高压系统储存容器数量；
 V ——防护区的净容积；
 V_0 ——单个储存容器的容积；
 V_d ——管道容积；
 V_g ——防护区内不燃烧体和难燃烧体的总体积；
 V_i ——管网内第 i 段管道的容积；
 V_1 ——保护对象的计算体积；
 V_v ——防护区容积；
 φ ——喷头安装角。

2.2.2 物理参数

C_p ——管道金属材料的比热；
 H ——二氧化碳蒸发潜热；
 K_1 ——面积系数；
 K_2 ——体积系数；
 K_b ——物质系数；
 K_d ——管径系数；
 K_h ——高程校正系数；
 K_m ——裕度系数；
 M ——二氧化碳设计用量；
 M_c ——二氧化碳储存量；
 M_g ——管道质量；
 M_r ——管道内的二氧化碳剩余量；
 M_s ——储存容器内的二氧化碳剩余量；

M_v ——二氧化碳在管道中的蒸发量；
 P_i ——第 i 段管道内的平均压力；
 P_j ——节点压力；
 P_t ——围护结构的允许压强；
 Q ——管道的设计流量；
 Q_i ——单个喷头的设计流量；
 Q_t ——二氧化碳喷射率；
 q_o ——单位等效孔口面积的喷射率；
 q_v ——单位体积的喷射率；
 T_1 ——二氧化碳喷射前管道的平均温度；
 T_2 ——二氧化碳平均温度；
 t ——喷射时间；
 t_d ——延迟时间；
 Y ——压力系数；
 Z ——密度系数；
 a ——充装系数；
 ρ_i ——第 i 段管道内二氧化碳平均密度。

3 系统设计

3.1 一般规定

3.1.1 二氧化碳灭火系统按应用方式可分为全淹没灭火系统和局部应用灭火系统。全淹没灭火系统应用于扑救封闭空间内的火灾；局部应用灭火系统应用于扑救不需封闭空间条件的具体保护对象的非深位火灾。

3.1.2 采用全淹没灭火系统的防护区，应符合下列规定：

3.1.2.1 对气体、液体、电气火灾和固体表面火灾，在喷放二氧化碳前不能自动关闭的开口，其面积不应大于防护区总内表面积的3%，且开口不应设在底面。

3.1.2.2 对固体深位火灾，除泄压口以外的开口，在喷放二氧化碳前应自动关闭。

3.1.2.3 防护区的围护结构及门、窗的耐火极限不应低于0.50h，吊顶的耐火极限不应低于0.25h；围护结构及门窗的允许压强不宜小于1200Pa。

3.1.2.4 防护区用的通风机和通风管道中的防火阀，在喷放二氧化碳前应自动关闭。

3.1.3 采用局部应用灭火系统的保护对象，应符合下列规定：

3.1.3.1 保护对象周围的空气流动速度不宜大于3m/s。必要时，应采取挡风措施。

3.1.3.2 在喷头与保护对象之间，喷头喷射角范围内不应有遮挡物。

3.1.3.3 当保护对象为可燃液体时，液面至容器缘口的距离不得小于150mm。

3.1.4 启动释放二氧化碳之前或同时，必须切断可燃、助燃气体

的气源。

3.1.4A 组合分配系统的二氧化碳储存量,不应小于所需储存量最大的一个防护区或保护对象的储存量。

3.1.5 当组合分配系统保护 5 个及以上的防护区或保护对象时,或者在 48h 内不能恢复时,二氧化碳应有备用量,备用量不应小于系统设计的储存量。

对于高压系统和单独设置备用量储存容器的低压系统,备用量的储存容器应与系统管网相连,应能与主储存容器切换使用。

3.2 全淹没灭火系统

3.2.1 二氧化碳设计浓度不应小于灭火浓度的 1.7 倍,并不得低于 34%。可燃物的二氧化碳设计浓度可按本规范附录 A 的规定采用。

3.2.2 当防护区内存有两种及两种以上可燃物时,防护区的二氧化碳设计浓度应采用可燃物中最大的二氧化碳设计浓度。

3.2.3 二氧化碳的设计用量应按下列式计算:

$$M = K_b (K_1 A + K_2 V) \quad (3.2.3-1)$$

$$A = A_v + 30A_o \quad (3.2.3-2)$$

$$V = V_v - V_g \quad (3.2.3-3)$$

式中 M ——二氧化碳设计用量(kg);

K_b ——物质系数;

K_1 ——面积系数(kg/m²),取 0.2kg/m²;

K_2 ——体积系数(kg/m³),取 0.7kg/m³;

A ——折算面积(m²);

A_v ——防护区的内侧面、底面、顶面(包括其中的开口)的总面积(m²);

A_o ——开口总面积(m²);

V ——防护区的净容积(m³);

V_v ——防护区容积(m³);

V_g ——防护区内不燃烧体和难燃烧体的总体积(m^3)。

3.2.4 当防护区的环境温度超过 $100^\circ C$ 时,二氧化碳的设计用量应在本规范第 3.2.3 条计算值的基础上每超过 $5^\circ C$ 增加 2%。

3.2.5 当防护区的环境温度低于 $-20^\circ C$ 时,二氧化碳的设计用量应在本规范第 3.2.3 条计算值的基础上每降低 $1^\circ C$ 增加 2%。

3.2.6 防护区应设置泄压口,并宜设在外墙上,其高度应大于防护区净高的 $2/3$ 。当防护区设有防爆泄压孔时,可不单独设置泄压口。

3.2.7 泄压口的面积可按下式计算:

$$A_x = 0.0076 \frac{Q_t}{\sqrt{P_t}} \quad (3.2.7)$$

式中 A_x ——泄压口面积(m^2);

Q_t ——二氧化碳喷射率(kg/min);

P_t ——围护结构的允许压强(Pa)。

3.2.8 全淹没灭火系统二氧化碳的喷放时间不应大于 $1min$ 。当扑救固体深位火灾时,喷放时间不应大于 $7min$,并应在前 $2min$ 内使二氧化碳的浓度达到 30%。

3.2.9 二氧化碳扑救固体深位火灾的抑制时间应按本规范附录 A 的规定采用。

3.2.10 (此条删除)。

3.3 局部应用灭火系统

3.3.1 局部应用灭火系统的设计可采用面积法或体积法。当保护对象的着火部位是比较平直的表面时,宜采用面积法;当着火对象为不规则物体时,应采用体积法。

3.3.2 局部应用灭火系统的二氧化碳喷射时间不应小于 $0.5min$ 。对于燃点温度低于沸点温度的液体和可熔化固体的火灾,二氧化碳的喷射时间不应小于 $1.5min$ 。

3.3.3 当采用面积法设计时,应符合下列规定:

3.3.3.1 保护对象计算面积应取被保护表面整体的垂直投影面积。

3.3.3.2 架空型喷头应以喷头的出口至保护对象表面的距离确定设计流量和相应的正方形保护面积；槽边型喷头保护面积应由设计选定的喷头设计流量确定。

3.3.3.3 架空型喷头的布置宜垂直于保护对象的表面，其瞄准点应是喷头保护面积的中心。当确需非垂直布置时，喷头的安装角不应小于 45° 。其瞄准点应偏向喷头安装位置的一方(图 3.3.3)，喷头偏离保护面积中心的距离可按表 3.3.3 确定。

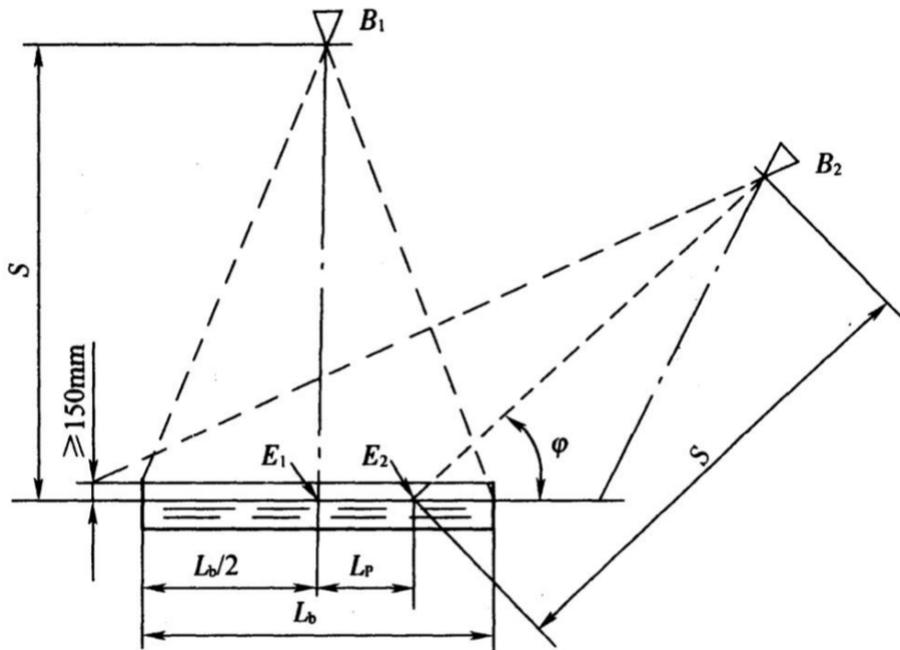


图 3.3.3 架空型喷头布置方法

B_1 、 B_2 —喷头布置位置； E_1 、 E_2 —喷头瞄准点；

S —喷头出口至瞄准点的距离(m)； L_b —单个喷头正方形保护面积的边长(m)；

L_p —瞄准点偏离喷头保护面积中心的距离(m)； φ —喷头安装角($^\circ$)

表 3.3.3 喷头偏离保护面积中心的距离

喷头安装角	喷头偏离保护面积中心的距离(m)
$45^\circ \sim 60^\circ$	$0.25L_b$
$60^\circ \sim 75^\circ$	$0.25L_b \sim 0.125L_b$
$75^\circ \sim 90^\circ$	$0.125L_b \sim 0$

注： L_b 为单个喷头正方形保护面积的边长。

3.3.3.4 喷头非垂直布置时的设计流量和保护面积应与垂直布置的相同。

3.3.3.5 喷头宜等距布置,以喷头正方形保护面积组合排列,并应完全覆盖保护对象。

3.3.3.6 二氧化碳的设计用量应按下式计算:

$$M=N \cdot Q_i \cdot t \quad (3.3.3)$$

式中 M ——二氧化碳设计用量(kg);

N ——喷头数量;

Q_i ——单个喷头的设计流量(kg/min);

t ——喷射时间(min)。

3.3.4 当采用体积法设计时,应符合下列规定:

3.3.4.1 保护对象的计算体积应采用假定的封闭罩的体积。封闭罩的底应是保护对象的实际底面;封闭罩的侧面及顶部当无实际围封结构时,它们至保护对象外缘的距离不应小于0.6m。

3.3.4.2 二氧化碳的单位体积的喷射率应按下式计算:

$$q_v = K_b \left(16 - \frac{12A_p}{A_t} \right) \quad (3.3.4-1)$$

式中 q_v ——单位体积的喷射率[kg/(min·m³)];

A_t ——假定的封闭罩侧面围封面面积(m²);

A_p ——在假定的封闭罩中存在的实体墙等实际围封面的面积(m²)。

3.3.4.3 二氧化碳设计用量应按下式计算:

$$M=V_1 \cdot q_v \cdot t \quad (3.3.4-2)$$

式中 V_1 ——保护对象的计算体积(m³)。

3.3.4.4 喷头的布置与数量应使喷射的二氧化碳分布均匀,并满足单位体积的喷射率 and 设计用量的要求。

3.3.5 (此条删除)。

3.3.6 (此条删除)。

4 管网计算

4.0.1 二氧化碳灭火系统按灭火剂储存方式可分为高压系统和低压系统。管网起点计算压力(绝对压力);高压系统应取 5.17MPa,低压系统应取 2.07MPa。

4.0.2 管网中干管的设计流量应按下式计算:

$$Q=M/t \quad (4.0.2)$$

式中 Q ——管道的设计流量(kg/min)。

4.0.3 管网中支管的设计流量应按下式计算:

$$Q=\sum_1^{N_g} Q_i \quad (4.0.3)$$

式中 N_g ——安装在计算支管流程下游的喷头数量;

Q_i ——单个喷头的设计流量(kg/min)。

4.0.3A 管道内径可按下式计算:

$$D=K_d \cdot \sqrt{Q} \quad (4.0.3A)$$

式中 D ——管道内径(mm);

K_d ——管径系数,取值范围 1.41~3.78。

4.0.4 管段的计算长度应为管道的实际长度与管道附件当量长度之和。管道附件的当量长度应采用经国家相关检测机构认可的数据;当无相关认证数据时,可按本规范附录 B 采用。

4.0.5 管道压力降可按下式换算或按本规范附录 C 采用。

$$Q^2 = \frac{0.8725 \cdot 10^{-4} \cdot D^{5.25} \cdot Y}{L + (0.04319 \cdot D^{1.25} \cdot Z)} \quad (4.0.5)$$

式中 D ——管道内径(mm);

L ——管段计算长度(m);

Y ——压力系数(MPa·kg/m³),应按本规范附录 D 采用;

Z——密度系数,应按本规范附录 D 采用。

4.0.6 管道内流程高度所引起的压力校正,可按本规范附录 E 采用,并应计入该管段的终点压力。终点高度低于起点的取正值,终点高度高于起点的取负值。

4.0.7 喷头入口压力(绝对压力)计算值:高压系统不应小于 1.4MPa;低压系统不应小于 1.0MPa。

4.0.7A 低压系统获得均相流的延迟时间,对全淹灭火系统和局部应用灭火系统分别不应大于 60s 和 30s。其延迟时间可按下式计算:

$$t_d = \frac{M_g C_p (T_1 - T_2)}{0.507Q} + \frac{16850V_d}{Q} \quad (4.0.7A)$$

式中 t_d ——延迟时间(s);

M_g ——管道质量(kg);

C_p ——管道金属材料的比热[kJ/(kg·°C)];钢管可取 0.46kJ/(kg·°C);

T_1 ——二氧化碳喷射前管道的平均温度(°C);可取环境平均温度;

T_2 ——二氧化碳平均温度(°C);取-20.6°C;

V_d ——管道容积(m³)。

4.0.8 喷头等效孔口面积应按下式计算:

$$F = Q_i / q_0 \quad (4.0.8)$$

式中 F ——喷头等效孔口面积(mm²);

q_0 ——单位等效孔口面积的喷射率[kg/(min·mm²)],按本规范附录 F 选取。

4.0.9 喷头规格应根据等效孔口面积确定,可按本规范附录 H 的规定取值。

4.0.9A 二氧化碳储存量可按下式计算:

$$M_c = K_m M + M_v + M_s + M_r \quad (4.0.9A-1)$$

$$M_v = \frac{M_g C_p (T_1 - T_2)}{H} \quad (4.0.9A-2)$$

$$M_r = \sum V_i \rho_i \text{ (低压系统)} \quad (4.0.9A-3)$$

$$\rho_i = -261.6718 + 545.9939P_i - 114740P_i^2 - 230.9276P_i^3 + 122.4873P_i^4 \quad (4.0.9A-4)$$

$$P_i = \frac{P_{j-1} + P_j}{2} \quad (4.0.9A-5)$$

- 式中 M_c ——二氧化碳储存量(kg);
- K_m ——裕度系数;对全淹没系统取 1;对局部应用系数:高压系统取 1.4,低压系统取 1.1;
- M_v ——二氧化碳在管道中的蒸发量(kg);高压全淹没系统取 0 值;
- T_2 ——二氧化碳平均温度($^{\circ}\text{C}$);高压系统取 15.6°C ,低压系统取 -20.6°C ;
- H ——二氧化碳蒸发潜热(kJ/kg);高压系统取 150.7 kJ/kg,低压系统取 276.3 kJ/kg;
- M_s ——储存容器内的二氧化碳剩余量(kg);
- M_r ——管道内的二氧化碳剩余量(kg);高压系统取 0 值;
- V_i ——管网内第 i 段管道的容积(m^3);
- ρ_i ——第 i 段管道内二氧化碳平均密度(kg/m^3);
- P_i ——第 i 段管道内的平均压力(MPa);
- P_{j-1} ——第 i 段管道首端的节点压力(MPa);
- P_j ——第 i 段管道末端的节点压力(MPa)。

4.0.10 高压系统储存容器数量可按下式计算:

$$N_p = \frac{M_c}{aV_0} \quad (4.0.10-1)$$

- 式中 N_p ——高压系统储存容量数量;
- a ——充装系数(kg/L);
- V_0 ——单个储存容器的容积(L)。

4.0.11 低压系统储存容器的规格可依据二氧化碳储存量确定。

5 系统组件

5.1 储存装置

5.1.1 高压系统的储存装置应由储存容器、容器阀、单向阀、灭火剂泄漏检测装置和集流管等组成,并应符合下列规定:

5.1.1.1 储存容器的工作压力不应小于 15MPa,储存容器或容器阀上应设泄压装置,其泄压动作压力应为 $19\text{MPa} \pm 0.95\text{MPa}$ 。

5.1.1.2 储存容器中二氧化碳的充装系数应按国家现行《气瓶安全监察规程》执行。

5.1.1.3 储存装置的环境温度应为 $0^{\circ}\text{C} \sim 49^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.1A 低压系统的储存装置应由储存容器、容器阀、安全泄压装置、压力表、压力报警装置和制冷装置等组成,并应符合下列规定:

5.1.1A.1 储存容器的设计压力不应小于 2.5MPa,并应采取良好的绝热措施。储存容器上至少应设置两套安全泄压装置,其泄压动作压力应为 $2.38\text{MPa} \pm 0.12\text{MPa}$ 。

5.1.1A.2 储存装置的高压报警压力设定值应为 2.2MPa,低压报警压力设定值应为 1.8MPa。

5.1.1A.3 储存容器中二氧化碳的装量系数应按国家现行《固定式压力容器安全技术监察规程》执行。

5.1.1A.4 容器阀应能在喷出要求的二氧化碳量后自动关闭。

5.1.1A.5 储存装置应远离热源,其位置应便于再充装,其环境温度宜为 $-23^{\circ}\text{C} \sim 49^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 储存容器中充装的二氧化碳应符合现行国家标准《二氧化碳灭火剂》的规定。

5.1.3 (此条删除)。

5.1.4 储存装置应具有灭火剂泄漏检测功能,当储存容器中充装的二氧化碳损失量达到其初始充装量的 10%时,应能发出声光报警信号并及时补充。

5.1.5 (此条删除)。

5.1.6 储存装置的布置应方便检查和维护,并应避免阳光直射。

5.1.7 储存装置宜设在专用的储存容器间内。局部应用灭火系统的储存装置可设置在固定的安全围栏内。专用的储存容器间的设置应符合下列规定:

5.1.7.1 应靠近防护区,出口应直接通向室外或疏散走道。

5.1.7.2 耐火等级不应低于二级。

5.1.7.3 室内应保持干燥和良好通风。

5.1.7.4 不具备自然通风条件的储存容器间,应设置机械排风装置,排风口距储存容器间地面高度不宜大于 0.5m,排出口应直接通向室外,正常排风量宜按换气次数不小于 4 次/h 确定,事故排风量应按换气次数不小于 8 次/h 确定。

5.2 选择阀与喷头

5.2.1 在组合分配系统中,每个防护区或保护对象应设一个选择阀。选择阀应设置在储存容器间内,并应便于手动操作,方便检查维护。选择阀上应设有标明防护区的铭牌。

5.2.2 选择阀可采用电动、气动或机械操作方式。选择阀的工作压力:高压系统不应小于 12MPa,低压系统不应小于 2.5MPa。

5.2.3 系统在启动时,选择阀应在二氧化碳储存容器的容器阀动作之前或同时打开;采用灭火剂自身作为启动气源打开的选择阀,可不受此限。

5.2.3A 全淹没灭火系统的喷头布置应使防护区内二氧化碳分布均匀,喷头应接近天花板或屋顶安装。

5.2.4 设置在有粉尘或喷漆作业等场所的喷头,应增设不影响喷

射效果的防尘罩。

5.3 管道及其附件

5.3.1 高压系统管道及其附件应能承受最高环境温度下二氧化碳的储存压力；低压系统管道及其附件应能承受 4.0MPa 的压力。并应符合下列规定：

5.3.1.1 管道应采用符合现行国家标准 GB 8163《输送流体用无缝钢管》的规定，并应进行内外表面镀锌防腐处理。管道规格可按附录 J 取值。

5.3.1.2 对镀锌层有腐蚀的环境，管道可采用不锈钢管、铜管或其他抗腐蚀的材料。

5.3.1.3 挠性连接的软管应能承受系统的工作压力和温度，并宜采用不锈钢软管。

5.3.1A 低压系统的管网中应采取防膨胀收缩措施。

5.3.1B 在可能产生爆炸的场所，管网应吊挂安装并采取防晃措施。

5.3.2 管道可采用螺纹连接、法兰连接或焊接。公称直径等于或小于 80mm 的管道，宜采用螺纹连接；公称直径大于 80mm 的管道，宜采用法兰连接。

5.3.2A 二氧化碳灭火剂输送管网不应采用四通管件分流。

5.3.3 管网中阀门之间的封闭管段应设置泄压装置，其泄压动作压力；高压系统应为 $15\text{MPa} \pm 0.75\text{MPa}$ ，低压系统应为 $2.38\text{MPa} \pm 0.12\text{MPa}$ 。

6 控制与操作

6.0.1 二氧化碳灭火系统应设有自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动方式；当局部应用灭火系统用于经常有人的保护场所时可不设自动控制。

6.0.2 当采用火灾探测器时，灭火系统的自动控制应在接收到两个独立的火灾信号后才能启动。根据人员疏散要求，宜延迟启动，但延迟时间不应大于 30s。

6.0.3 手动操作装置应设在防护区外便于操作的地方，并应能在一处完成系统启动的全部操作。局部应用灭火系统手动操作装置应设在保护对象附近。

6.0.3A 对于采用全淹没灭火系统保护的防护区，应在其入口处设置手动、自动转换控制装置；有人工作时，应置于手动控制状态。

6.0.4 二氧化碳灭火系统的供电与自动控制应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》的有关规定。当采用气动动力源时，应保证系统操作与控制所需要的压力和用气量。

6.0.5 低压系统制冷装置的供电应采用消防电源，制冷装置应采用自动控制，且应设手动操作装置。

6.0.5A 设有火灾自动报警系统的场所，二氧化碳灭火系统的动作信号及相关警报信号、工作状态和控制状态均应能在火灾报警控制器上显示。

7 安全要求

- 7.0.1 防护区内应设火灾声报警器,必要时,可增设光报警器。防护区的入口处应设置火灾声、光报警器。报警时间不宜小于灭火过程所需的时间,并应能手动切除警报信号。
- 7.0.2 防护区应有能在 30s 内使该区人员疏散完毕的走道与出口。在疏散走道与出口处,应设火灾事故照明和疏散指示标志。
- 7.0.3 防护区入口处应设灭火系统防护标志和二氧化碳喷放指示灯。
- 7.0.4 当系统管道设置在可燃气体、蒸气或有爆炸危险粉尘的场所时,应设防静电接地。
- 7.0.5 地下防护区和无窗或固定窗扇的地上防护区,应设机械排风装置。
- 7.0.6 防护区的门应向疏散方向开启,并能自动关闭;在任何情况下均应能从防护区内打开。
- 7.0.7 设置灭火系统的防护区的入口处明显位置应配备专用的空气呼吸器或氧气呼吸器。

附录 A 物质系数、设计浓度和抑制时间

附表 A 物质系数、设计浓度和抑制时间

可燃物	物质系数 K_b	设计浓度 C(%)	抑制时间 (min)
丙酮	1.00	34	—
乙炔	2.57	66	—
航空燃料 115# /145#	1.06	36	—
粗苯(安息油、偏苏油)、苯	1.10	37	—
丁二烯	1.26	41	—
丁烷	1.00	34	—
丁烯-1	1.10	37	—
二硫化碳	3.03	72	—
一氧化碳	2.43	64	—
煤气或天然气	1.10	37	—
环丙烷	1.10	37	—
柴油	1.00	34	—
二甲醚	1.22	40	—
二苯与其氧化物的混合物	1.47	46	—
乙烷	1.22	40	—
乙醇(酒精)	1.34	43	—
乙醚	1.47	46	—
乙烯	1.60	49	—
二氯乙烯	1.00	34	—
环氧乙烷	1.80	53	—
汽油	1.00	34	—
己烷	1.03	35	—
正庚烷	1.03	35	—
氢	3.30	75	—
硫化氢	1.06	36	—
异丁烷	1.06	36	—
异丁烯	1.00	34	—

续附表 A

可燃物	物质系数 K_b	设计浓度 $C(\%)$	抑制时间 (min)
甲酸异丁酯	1.00	34	—
航空煤油 JP-4	1.06	36	—
煤油	1.00	34	—
甲烷	1.00	34	—
醋酸甲酯	1.03	35	—
甲醇	1.22	40	—
甲基丁烯-1	1.06	36	—
甲基乙基酮(丁酮)	1.22	40	—
甲酸甲酯	1.18	39	—
戊烷	1.03	35	—
正辛烷	1.03	35	—
丙烷	1.06	36	—
丙烯	1.06	36	—
淬火油(灭弧油)、润滑油	1.00	34	—
纤维材料	2.25	62	20
棉花	2.00	58	20
纸	2.25	62	20
塑料(颗粒)	2.00	58	20
聚苯乙烯	1.00	34	—
聚氨基甲酸甲酯(硬)	1.00	34	—
电缆间和电缆沟	1.50	47	10
数据储存间	2.25	62	20
电子计算机房	1.50	47	10
电器开关和配电室	1.20	40	10
带冷却系统的发电机	2.00	58	至停转止
油浸变压器	2.00	58	—
数据打印设备间	2.25	62	20
油漆间和干燥设备	1.20	40	—
纺织机	2.00	58	—

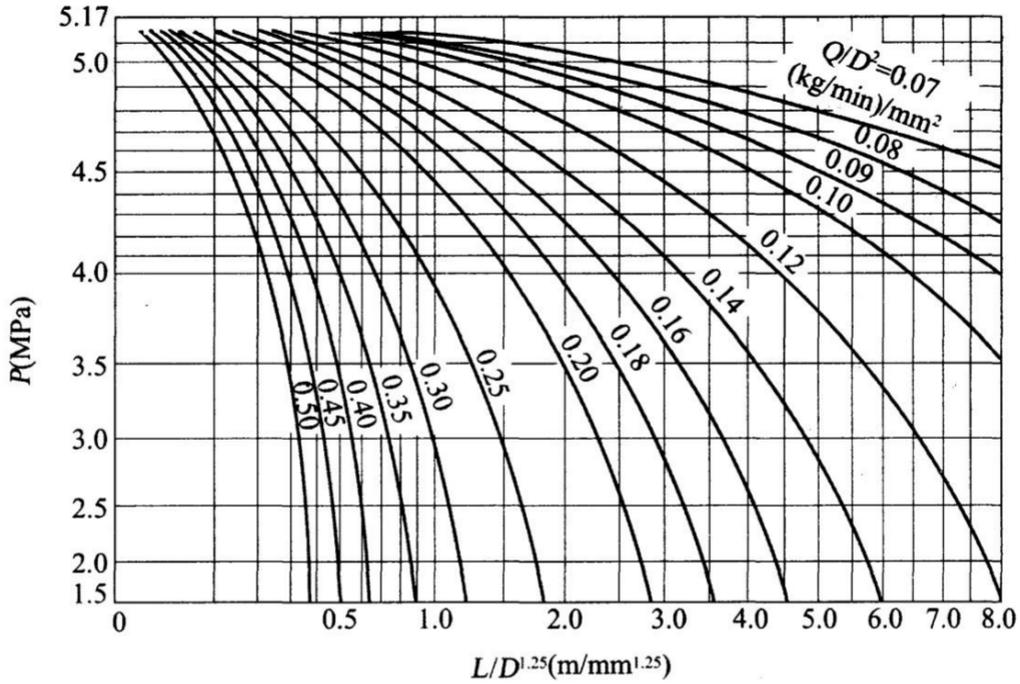
注:表 A 中未列出的可燃物,其灭火浓度应通过试验确定。

附录 B 管道附件的当量长度

附表 B 管道附件的当量长度

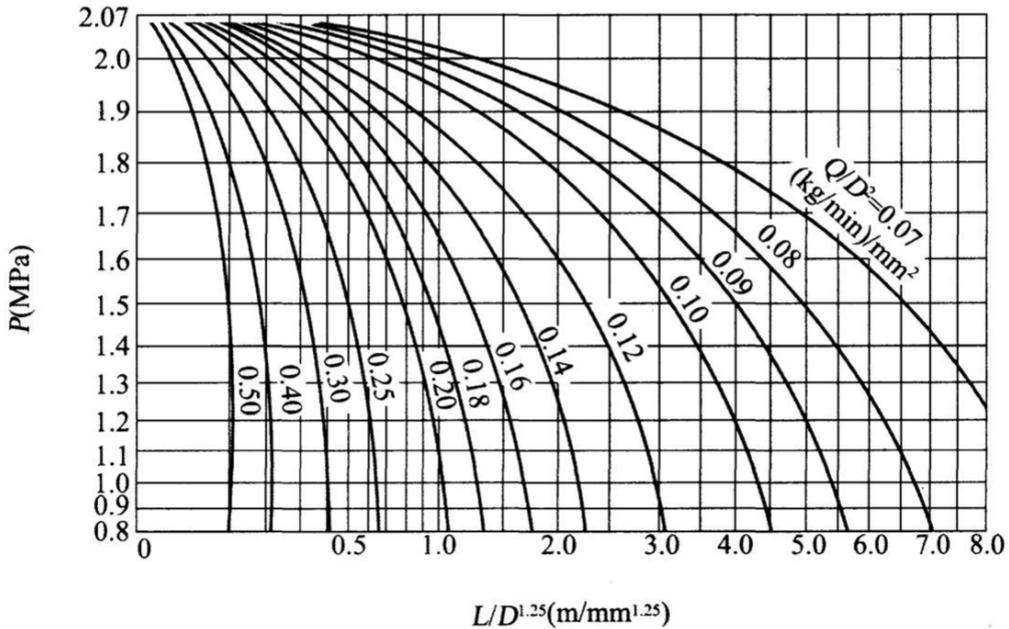
管道公称 直径 (mm)	螺 纹 连 接			焊 接		
	90°弯头 (m)	三通的 直通部分 (m)	三通的 侧通部分 (m)	90°弯头 (m)	三通的 直通部分 (m)	三通的 侧通部分 (m)
15	0.52	0.30	1.04	0.24	0.21	0.64
20	0.67	0.43	1.37	0.33	0.27	0.85
25	0.85	0.55	1.74	0.43	0.34	1.07
32	1.13	0.70	2.29	0.55	0.46	1.40
40	1.31	0.82	2.65	0.64	0.52	1.65
50	1.68	1.07	3.42	0.85	0.67	2.10
65	2.01	1.25	4.09	1.01	0.82	2.50
80	2.50	1.56	5.06	1.25	1.01	3.11
100	—	—	—	1.65	1.34	4.09
125	—	—	—	2.04	1.68	5.12
150	—	—	—	2.47	2.01	6.16

附录 C 管道压力降



附图 C-1 高压系统管道压力降

注：管网起点计算压力取 5.17MPa，后段管道的起点压力取前段管道的终点压力。



附图 C-2 低压系统管道压力降

注：管网起点计算压力取 2.07MPa，后段管道的起点压力取前段管道的终点压力。

附录 D 二氧化碳的 Y 值和 Z 值

附表 D-1 高压系统的 Y 值和 Z 值

压力(MPa)	Y(MPa · kg/m ³)	Z
5.17	0	0
5.10	55.4	0.0035
5.05	97.2	0.0600
5.00	132.5	0.0825
4.75	303.7	0.210
4.50	461.6	0.330
4.25	612.9	0.427
4.00	725.6	0.570
3.75	828.3	0.700
3.50	927.7	0.830
3.25	1005.0	0.950
3.00	1082.3	1.086
2.75	1150.7	1.240
2.50	1219.3	1.430
2.25	1250.2	1.620
2.00	1285.5	1.840
1.75	1318.7	2.140
1.40	1340.8	2.590

附表 D-2 低压系统的 Y 值和 Z 值

压力(MPa)	Y(MPa · kg/m ³)	Z
2.07	0	0
2.0	66.5	0.12
1.9	150.0	0.295
1.8	220.1	0.470
1.7	279.0	0.645
1.6	328.5	0.820
1.5	369.6	0.994
1.4	404.5	1.169
1.3	433.8	1.344
1.2	458.4	1.519
1.1	478.9	1.693
1.0	496.2	1.868

附录 E 高程校正系数

附表 E-1 高压系统的高程校正系数

管道平均压力(MPa)	高程校正系数 K_h (MPa/m)
5.17	0.0080
4.83	0.0068
4.48	0.0058
4.14	0.0049
3.79	0.0040
3.45	0.0034
3.10	0.0028
2.76	0.0024
2.41	0.0019
2.07	0.0016
1.72	0.0012
1.40	0.0010

附表 E-2 低压系统的高程校正系数

管道平均压力(MPa)	高程校正系数 K_h (MPa/m)
2.07	0.010
1.93	0.0078
1.79	0.0060
1.65	0.0047
1.52	0.0038
1.38	0.0030
1.24	0.0024
1.10	0.0019
1.00	0.0016

附录 F 喷头入口压力 与单位面积的喷射率

附表 F-1 高压系统单位等效孔口面积的喷射率

喷头入口压力(MPa)	喷射率 q_0 (kg/min · mm ²)
5.17	3.255
5.00	2.703
4.83	2.401
4.65	2.172
4.48	1.993
4.31	1.839
4.14	1.705
3.96	1.589
3.79	1.487
3.62	1.396
3.45	1.308
3.28	1.223
3.10	1.139
2.93	1.062
2.76	0.9843
2.59	0.9070
2.41	0.8296
2.24	0.7593
2.07	0.6890
1.72	0.5484
1.40	0.4833

附表 F-2 低压系统单位等效孔口面积的喷射率

喷头入口压力(MPa)	喷射率 q_0 (kg/min · mm ²)
2.07	2.967
2.00	2.039
1.93	1.670
1.86	1.441
1.79	1.283
1.72	1.164
1.65	1.072
1.59	0.9913
1.52	0.9175
1.45	0.8507
1.38	0.7910
1.31	0.7368
1.24	0.6869
1.17	0.6412
1.10	0.5990
1.00	0.5400

附录 G 本规范用词说明

G.0.1 执行本规范条文时,对要求严格程度的用词作如下规定,以便执行时区别对待。

(1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

G.0.2 条文中应按指定的标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附录 H 喷头等效孔口尺寸

附表 H 喷头等效孔口尺寸

喷头规格代号 No	等效单孔直径 d (mm)	等效孔口面积 F (mm ²)
1	0.79	0.49
1.5	1.19	1.11
2	1.59	1.98
2.5	1.98	3.09
3	2.38	4.45
3.5	2.78	6.06
4	3.18	7.94
4.5	3.57	10.00
5	3.97	12.39
5.5	4.37	14.97
6	4.76	17.81
6.5	5.16	20.90
7	5.56	24.26
7.5	5.95	27.81
8	6.35	31.68
8.5	6.75	35.74
9	7.14	40.06
9.5	7.54	44.65
10	7.94	49.48
11	8.73	59.87
12	9.53	71.29
13	10.32	83.61
14	11.11	96.97
15	11.91	111.29
16	12.70	126.71
18	14.29	160.32
20	15.88	197.94
22	17.46	239.48
24	19.05	285.03
32	25.40	506.45
48	38.40	1138.71
64	50.80	2025.80

注：喷头规格代号系表示具有 0.98 流量系数的等效单孔直径与 0.79375mm 的比。

附录 J 二氧化碳灭火系统管道规格

附表 J 二氧化碳灭火系统管道规格

公称直径		高压系统		低压系统	
		封闭段管道	开口端管道	封闭段管道	开口端管道
(mm)	(in)	外径×壁厚(mm×mm)		外径×壁厚(mm×mm)	
15	1/2	22×4	22×4	22×4	22×3
20	3/4	27×4	27×4	27×4	27×3
25	1	34×4.5	34×4.5	34×4.5	34×3.5
32	1¼	42×5	42×5	42×5	42×3.5
40	1½	48×5	48×5	48×5	48×3.5
50	2	60×5.5	60×5.5	60×5.5	60×4
65	2½	76×7	76×7	76×7	76×5
80	3	89×7.5	89×7.5	89×7.5	89×5.5
90	3½	102×8	102×8	102×8	102×6
100	4	114×8.5	114×8.5	114×8.5	114×6
125	5	140×9.5	140×9.5	140×9.5	140×6.5
150	6	168×11	168×11	168×11	168×7

附加说明

本规范主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位：公安部天津消防科学研究所

参 加 单 位：机械工业部设计研究院

上海船舶设计研究院

江苏省公安厅

主要起草人：徐炳耀 谢德隆 宋旭东 刘俐娜 冯修远

刘天牧 钱国泰 罗德安 马少奎 马 恒

附加说明

本规范局部修订主编单位、参编单位 和主要起草人名单

主 编 单 位：公安部天津消防科学研究所

参 编 单 位：辽宁省公安消防总队

原机械工业部设计研究院

原核工业部五二四厂

主要起草人：马桐臣 宋旭东 王世荣 杨维泉

庄炳华 薛思强 方亦兰

中华人民共和国国家标准

二氧化碳灭火系统设计规范

GB 50193—93

条文说明

制 订 说 明

本规范是根据原国家计委计综〔1987〕2390号文下达的编制《二氧化碳灭火系统设计规范》的任务,由公安部天津消防科学研究所会同机械工业部设计研究院等单位共同编制的。

在编制过程中,编制组遵照国家基本建设的有关方针政策和“预防为主、防消结合”的消防工作方针,对我国二氧化碳灭火系统的研究、设计、生产和使用情况进行了较全面的调查研究,开展了试验验证工作,尤其对局部应用灭火方式进行了系统的专项试验,论证了各项设计参数数据,在总结已有科研成果和工程实践经验的基础上,参考了国际有关标准和国外先进标准而编制的;并广泛征求了有关单位和专家的意见,经反复讨论修改,最后经有关部门会审定稿。

本规范共有七章和七个附录,包括总则、术语、符号、系统设计、管网计算、系统组件、控制与操作、安全要求等内容。

各单位在执行过程中,请结合工程实践注意总结经验、积累资料,发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄公安部天津消防科学研究所,以便今后修订时参考。

中华人民共和国公安部

1993年9月

目 次

1	总 则	(39)
3	系统设计	(44)
3.1	一般规定	(44)
3.2	全淹没灭火系统	(48)
3.3	局部应用灭火系统	(51)
4	管网计算	(56)
5	系统组件	(60)
5.1	储存装置	(60)
5.2	选择阀与喷头	(61)
5.3	管道及其附件	(62)
6	控制与操作	(64)
7	安全要求	(66)

1 总 则

1.0.1 本条阐明了编制本规范的目的,即为了合理地设计二氧化碳灭火系统,使之有效地保护人身和财产的安全。

二氧化碳是一种能够用于扑救多种类型火灾的灭火剂。它的灭火作用主要是相对地减少空气中的氧气含量,降低燃烧物的温度,使火焰熄灭。

二氧化碳是一种惰性气体,对绝大多数物质没有破坏作用,灭火后能很快散逸,不留痕迹,又没有毒害。它适用于扑救各种可燃、易燃液体和那些受到水、泡沫、干粉灭火剂的沾污而容易损坏的固体物质的火灾。另外,二氧化碳是一种不导电的物质,可用于扑救带电设备的火灾。目前,在国际上已广泛地应用于许多具有火灾危险的重要场所。国际标准化组织和美国、英国、日本、前苏联等工业发达国家都已制定了有关二氧化碳灭火系统的设计规范或标准。使用二氧化碳灭火系统可保护图书、档案、美术、文物等珍贵资料库房,散装液体库房,电子计算机房,通讯机房,变配电室等场所。也可用于保护贵重仪器、设备。

我国从 50 年代即开始应用二氧化碳灭火系统。80 年代以来,根据我国社会主义建设发展的需要,在现行国家标准《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》中对于应设置二氧化碳灭火系统的场所作出了明确规定,这对我国二氧化碳灭火系统的推广应用起到了积极的促进作用。

近年来,随着国际上对卤代烷的使用限制越来越严,二氧化碳灭火系统的应用将会不断增加。二氧化碳灭火系统能否有效地保护防护区内人员生命和财产的安全,首要条件是系统的设计是否合理。因此,建立一个统一的设计标准是至关重要的。

本规范的编制,是在对国外先进标准和国内研究成果进行综合分析并在广泛征求专家意见的基础上完成的。它为二氧化碳灭火系统的设计提供了一个统一的技术要求,使系统的设计做到正确、合理、有效地达到预期的保护目的。本规范也可以作为消防管理部门对二氧化碳灭火系统工程设计进行监督审查的依据。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。

本规范所涉及的二氧化碳灭火系统,既包括全淹没灭火系统,也包括局部应用灭火系统,主要适用于新建、改建、扩建工程及生产和储存装置的火灾防护。

本规范的主要任务是解决工程建设中的消防问题。国家标准《高层民用建筑设计防火规范》和《建筑设计防火规范》及其他有关标准规范对设置二氧化碳灭火系统的场所都作出了相应规定。

1.0.3 本条系根据我国的具体情况规定了二氧化碳灭火系统工程设计所应遵守的基本原则和应达到的要求。

二氧化碳灭火系统的工程设计,必须根据防护区或保护对象的具体情况,选择合理的设计方案。首先,应根据工程的防火要求和二氧化碳灭火系统的应用特点,合理地划分防护区,制定合理的总体设计方案。在制定总体方案时,要把防护区及其所处的同一建筑物或建筑物的消防问题作为一个整体考虑,要考虑到其他各种消防力量和辅助消防设施的配置情况,正确处理局部和全局的关系。第二,应根据防护区或保护对象的具体情况,如防护区或保护对象的位置、大小、几何形状,防护区内可燃物质的种类、性质、数量和分布等情况,可能发生火灾的类型、起火源和起火部位以及防护区内人员的分布,针对上述情况合理地选择采用不同结构形式的灭火系统,进而确定设计灭火剂用量、系统组件的型号和布置以及系统的操作控制形式。

二氧化碳灭火系统设计上应达到的总要求是“安全适用、技术先进、经济合理”。“安全适用”是要求所设计的灭火系统在平时应处于良好的运行状态,无火灾时不得发生误动作,且不得妨碍防护

区内人员的正常活动与生产的进行;在需要灭火时,系统应能立即启动并施放出必需量的灭火剂,把火灾扑灭在初期。灭火系统本身做到便于维护、保养和操作。“技术先进”则要求系统设计时尽可能采用新的成熟的先进设备和科学的设计、计算方法。“经济合理”则要求在保证安全可靠、技术先进的前提下,尽可能考虑到节省工程的投资费用。

1.0.4 本条规定了二氧化碳灭火系统可用来扑救的火灾种类:气体火灾,液体或可熔化的固体火灾,固体表面火灾及部分固体深位火灾,电气火灾。

制定本条的依据:

(1)二氧化碳灭火系统在我国已应用一段时间并做过一些专项试验。其结果表明,二氧化碳灭火系统扑救上述几类火灾是有效的。

(2)参照或沿用了国际和国外先进标准。

①国际标准 ISO 6183 规定:“二氧化碳适合扑救以下类型的火灾:液体或可熔化的固体火灾;气体火灾,但如灭火后由于继续逸出气体而可能引起爆炸情况的除外;某些条件下的固体物质火灾,它们通常可能是正常燃烧产生炽热余烬的有机物质;带电设备的火灾。”

②英国标准 BS 5306 规定:“二氧化碳可扑救 BS 4547 标准中所定义的 A 类火灾和 B 类火灾;并且也可扑救 C 类火灾,但灭火后存在爆炸危险的应慎重考虑。此外,二氧化碳还适用于扑救包含日常电器在内的电气火灾。”

③美国标准 NFPA 12 规定:“适用于二氧化碳保护的火灾危险和设备有:可燃液体(因为用二氧化碳扑救室内气体火灾有产生爆炸的危险,故不予推荐。如果用来扑救气体火灾时,要注意使用方法,通常应切断气源……);电气火灾,如变压器、油开关与断路器、旋转设备、电子设备;使用汽油或其他液体燃料的内燃机;普通易燃物,如纸张、木材、纤维制品;易燃固体。”

需要说明的两点是：

(1)对扑救气体火灾的限制。本条文规定：二氧化碳灭火系统可用于扑救灭火之前能切断气源的气体火灾。这一规定同样见于ISO、BS及NFPA标准。这样规定的原因是：尽管二氧化碳灭气体火灾是有效的，但由于二氧化碳的冷却作用较小，火虽然能扑灭，但难于在短时间内使火场环境温度包括其中设置物的温度降至燃气的燃点以下。如果气源不能关闭，则气体会继续逸出，当逸出量在空间里达到或高过燃烧下限浓度，即有产生爆炸的危险。故强调灭火前必须能切断气源，否则不能采用。

(2)对扑救固体深位火灾的限制。条文规定：可用于扑救棉毛、织物、纸张等部分固体深位火灾。其中所指“部分”的含义，即是本规范附录A中可燃物项所列举出的有关内容。换言之，凡未列出者，未经试验认定之前不应作为“部分”之内。如遇有“部分”之外的情况，则需要做专项试验，明确它的可行性以及可供应用的设计数据。

1.0.5 本条规定了不可用二氧化碳灭火系统扑救的物质对象，概括为三大类：含氧化剂的化学制品，活泼金属，金属氰化物。

制定本条内容的依据，主要是参照了国际和国外先进标准。

(1)国际标准ISO 6183规定：“二氧化碳不适合扑救下列物质的火灾：自身供氧的化学制品，如硝化纤维，活泼金属和它们的氰化物(如钠、钾、镁、钛、锆等)。”

(2)英国标准BS 5306规定：“二氧化碳对金属氰化物，钾、钠、镁、钛、锆之类的活泼金属，以及化学制品含氧能助燃的纤维素等物质的灭火无效。”

(3)美国标准NFPA 12规定：“在燃烧过程中，有下列物质的则不能用二氧化碳灭火：

- ①自身含氧的化学制品，如硝化纤维；
- ②活泼金属，如钠、钾、镁、钛、锆；
- ③金属氰化物。”

1.0.5A 考虑到二氧化碳灭火系统一旦发生误喷或泄漏,很可能对人员造成伤害。在我国曾先后发生过几次不同程度的二氧化碳灭火系统误喷及储瓶间二氧化碳泄漏事故,造成了人身安全事故。为避免因系统误动作或泄漏引起的人身伤害,规定经常有人停留的场所不应采用二氧化碳全淹没灭火系统。

1.0.6 本条规定中所指的“现行的国家有关标准”,除在本规范中已指明的以外,还包括以下几个方面的标准:

- (1)防火基础标准与有关的安全基础标准;
- (2)有关的工业与民用建筑防火标准、规范;
- (3)有关的火灾自动报警系统标准、规范;
- (4)有关的二氧化碳灭火剂标准;
- (5)其他有关的标准。

3 系统设计

3.1 一般规定

3.1.1 本条包含两部分内容,其一是规定二氧化碳灭火系统按应用方式分两种类型,即全淹没灭火系统和局部应用灭火系统;其二是规定两种系统的不同应用条件(范围),全淹没灭火系统只能应用在封闭的空间里,而局部应用灭火系统可以应用在开敞的空间。

关于全淹没灭火系统、局部应用灭火系统的应用条件,BS 5306:pt4指出:“全淹没灭火系统有一个固定的二氧化碳供给源永久地连向装有喷头的管道,用喷头将二氧化碳喷放到封闭的空间里,使得封闭空间内产生足以灭火的二氧化碳浓度”;“局部应用灭火系统……喷头的布置应是直接向指定区域内发生的火灾喷射二氧化碳,这指定区域是无封闭物包围的,或仅有部分被包围着,无需在整个存放被保护物的容积内形成灭火浓度”。此外,ISO 6183 和 NFPA 12 中都有与上述内容大致相同的规定。

3.1.2 本条规定了全淹没灭火系统的应用条件。

3.1.2.1 本款参照 ISO 6183、BS 5306 和 NFPA 12 等标准,规定了全淹没系统防护区的封闭条件。

条文中规定对于表面火灾在灭火过程中不能自行关闭的开口面积不应大于防护区总表面积的 3%,而且 3%的开口不能开在底面。

开口面积的大小,等效采用 ISO 6183 规定:“当比值 A_0/A_v 大于 0.03 时,系统应设计成局部应用灭火系统;但并不是说,比值小于 0.03 时就不能应用局部应用灭火系统。”提出开口不能开在底部的原因是:二氧化碳的密度比空气的密度约大 50%,即二氧化碳比空气重,最容易在底面扩散流失,影响灭火效果。

3.1.2.2 在本款中规定,对深位火灾,除泄压口外,在灭火过程中不能存在不能自动关闭的开口,是根据以下情况确定的。

采用全淹没方式灭深位火灾时,必须是封闭的空间才能建立起规定的设计浓度,并能保持住一定的抑制时间,使燃烧彻底熄灭,不再复燃。否则,就无法达到这一目的。

关于深位火灾防护区开口的规定,参考了下述国际和国外先进标准:

ISO 6183 规定:“当需要一定抑制时间时,不允许存在开口,除非在规定的抑制时间内,另行增加二氧化碳供给量,以维持所要求的浓度”。NFPA 12 规定:“对于深位火灾要求二氧化碳喷放空间是封闭的。在设计浓度达到之后,其浓度必须维持不小于 20min 的时间”。BS 5306 规定:“深位火灾的系统设计以适度的不透气的封闭物为基础,就是说应安装能自行关闭的挡板和门,这些挡板和门平时可以开着,但发生火灾时应自行关闭。这种系统和围护物应设计成使二氧化碳设计浓度保持时间不小于 20min。”

3.1.2.3 本款规定的全淹没灭火系统防护区的建筑构件最低耐火极限,是参照国家标准《建筑设计防火规范》对非燃烧体及吊顶的耐火极限要求,并考虑下述情况提出的:

(1)为了保证采用二氧化碳全淹没灭火系统能完全将建筑物内的火灾扑灭,防护区的建筑构件应该有足够的耐火极限,以保证完全灭火所需时间。完全灭火所需要的时间一般包括火灾探测时间、探测出火灾后到施放二氧化碳之前的延时时间、施放二氧化碳时间和二氧化碳的抑制时间。这几段时间中二氧化碳的抑制时间是最长的一段,固体深位火灾的抑制时间一般需 20min 左右。若防护区的建筑构件的耐火极限低于上述时间要求,则有可能在火灾尚未完全熄灭之前就被烧坏,使防护区的封闭性受到破坏,造成二氧化碳大量流失而导致复燃。

(2)二氧化碳全淹没灭火系统适用于封闭空间的防护区,也就是只能扑救围护结构内部的可燃物火灾。对围护结构本身的火灾

是难以起到保护作用的。为了防止防护区外发生的火灾蔓延到防护区内,因此要求防护区的围护构件、门、窗、吊顶等,应有一定的耐火极限。

关于防护区围护结构耐火极限的规定,同时也参考了国际和国外先进标准的有关规定,如:ISO 6183 规定:“利用全淹没二氧化碳灭火系统保护的建筑物结构应使二氧化碳不易流散出去。房屋的墙和门窗应该有足够的耐火时间,使得在抑制时间内,二氧化碳能维持在预定的浓度。”BS 5306 规定:“被保护容积应该用耐火构件封闭,该耐火构件按 BS 476 第八部分进行试验,耐火时间不小于 30min。”

3.1.2.4 本款规定防护区的通风系统在喷放二氧化碳之前应自动关闭,是根据下述情况提出的:

向一个正在通风的防护区施放二氧化碳,二氧化碳随着排出的空气很快流出室外,使防护区内达不到二氧化碳设计浓度,影响灭火;另外,火灾有可能通过风道蔓延。

本款的提出参考了国际和国外先进标准规定:

ISO 6183 规定:“开口和通风系统,在喷放二氧化碳之前,至少在喷放的同时,能够自动断电并关闭”。BS 5306 规定:“在有强制通风系统的地方,在开始喷射二氧化碳之前或喷射的同时,应该把通风系统的电源断掉,或把通风孔关闭”。NFPA 12 规定:“在装有空调系统的地方,在喷放二氧化碳之前或同时,把空调系统切断或关闭,或既切断又关闭,或提供附加的补偿气体。”

3.1.3 本条规定了局部应用灭火系统的应用条件。

3.1.3.1 二氧化碳灭火剂属于气体灭火剂,易受风的影响,为了保证灭火效果,必须把风的因素考虑进去。为此,曾经在室外做过喷射试验,发现在风速小于 3m/s 时,喷射效果较好,风对灭火效果影响不大,仍然满足设计要求。依此,规定了保护对象周围的空气流动速度不宜大于 3m/s 的要求。为了对环境风速条件不宜限制过死,有利于设计和应用,故又规定了当风速大于 3m/s 时,

可考虑采取挡风措施的做法。

国外有关标准也提到了风的影响,但对风速规定不具体。如 BS 5306 规定:“喷射二氧化碳一定不能让强风或空气流吹跑。”

3.1.3.2 局部应用系统是将二氧化碳直接喷射到被保护对象表面而灭火的,所以在射流的沿程是不允许有障碍物的,否则会影响灭火效果。

3.1.3.3 当被保护对象为可燃液体时,流速很高的液态二氧化碳具有很大的功能,当二氧化碳射流喷到可燃液体表面时,可能引起可燃液体的飞溅,造成流淌火或更大的火灾危险。为了避免这种飞溅的出现,可以在射流速度方面作出限制,同时对容器缘口到液面的距离作出规定。为了和局部应用喷头设计数据的试验条件相一致,故作出液面到容器缘口的距离不得小于 150mm 的规定。

国际标准和国外先进标准也都是这样规定的。如 ISO 6183 规定:对于深层可燃液体火灾,其容器缘口至少应高于液面 150mm;NFPA 12 中规定:当保护深层可燃液体灭火时,必须保证油盘缘口要高出液面至少 6in(150mm)。

3.1.4 喷射二氧化碳前切断可燃、助燃气体气源的目的是防止引起爆炸。同时,也为防止淡化二氧化碳浓度,影响灭火。

3.1.4A 组合分配系统是用一套二氧化碳储存装置同时保护多个防护区或保护对象的灭火系统。各防护区或保护对象同时着火概率很小,不需考虑同时向各个防护区或保护对象释放二氧化碳灭火剂。但应考虑满足任何二氧化碳用量的防护区或保护对象灭火需要,组合分配系统的二氧化碳储存量,不小于所需储存量最大的一个防护区或保护对象的储存量,能够满足这种需要。

3.1.5 本条规定了备用量的设置条件、数量和方法。

1 备用量的设置条件。这里指出两点,一是组合分配系统防护区或保护对象确定为 5 个及以上时应有备用量,这是等效采用 VdS 2093 制定的;其二是 48h 内不能恢复时应设备用量。这是参照 BS 5306:pt4 并结合我国国情制定的。应该指出,设置备用量

不限于这两点,当防护区或保护对象火灾危险性大或非常重要时,为了不间断保护,也可设置备用量。

2 备用量的数量。备用量是为了保证系统保护的连续性,同时也包含了扑救二次火灾的考虑。因此备用量不应小于系统设计的储存量。

3 备用量的设置方法。对高压系统只能是另设一套备用量储存容器;对低压系统,可以另设一套备用量储存容器,也可以加大主储存容器的容量,本条第二段是针对另设一套储存容器而言的。备用量的储存容器与系统管网相连,与主储存容器切换使用的目的,是为了起到连续保护作用。当主储存容器不能使用时,备用储存容器可立即投入使用。

3.2 全淹没灭火系统

3.2.1 本条中“二氧化碳设计浓度不应小于灭火浓度的 1.7 倍”的规定是等效采用国际和国外先进标准。ISO 6183 规定:“设计浓度取 1.7 倍的灭火浓度值”。其他一些国家标准也有相同的规定。

本条还规定了设计浓度不得低于 34%,这是说,实验得出的灭火浓度乘以 1.7 以后的值,若小于 34%时,也应取 34%为设计浓度。这与国内外先进标准规定相同。ISO 6183、NFPA 12、BS 5306标准都有此规定。

在本规范附录 A 中已经给出多种可燃物的二氧化碳设计浓度。附录 A 中没有给出的可燃物的设计浓度,应通过试验确定。

3.2.2 本条规定了在一个防护区内,如果同时存放着几种不同物质,在选取该防护区二氧化碳设计浓度时,应选各种物质当中设计浓度最大的作为该防护区的设计浓度。只有这样,才能保证灭火条件。在国际标准和国外先进标准中也有同样的规定。

3.2.3 本条给出了设计用量的计算公式。该公式等效采用 ISO 6183 中的二氧化碳设计用量公式。其中常数 30 是考虑到开口流

失的补偿系数。

该式计算示例：

侧墙上有 $2\text{m} \times 1\text{m}$ 开口(不关闭)的散装乙醇储存库(查附录 A, $K_b=1.3$), 实际尺寸: 长 = 16m , 宽 = 10m , 高 = 3.5m 。

防护区容积: $V_v = 16 \times 10 \times 3.5 = 560\text{m}^3$

可扣除体积: $V_g = 0\text{m}^3$

防护区的净容积: $V = V_v - V_g = 560 - 0 = 560\text{m}^3$

总表面积:

$$\begin{aligned} A_v &= (16 \times 10 \times 2) + (16 \times 3.5 \times 2) + (10 \times 3.5 \times 2) \\ &= 502\text{m}^2 \end{aligned}$$

所有开口的总面积:

$$A_o = 2 \times 1 = 2\text{m}^2$$

折算面积:

$$A = A_v + 30A_o = 502 + 60 = 562\text{m}^2$$

设计用量:

$$\begin{aligned} M &= K_b(0.2A + 0.7V) \\ &= 1.3(0.2 \times 562 + 0.7 \times 560) \\ &= 655.7\text{kg} \end{aligned}$$

3.2.4、3.2.5 这两条规定了当防护区环境温度超出所规定温度时,二氧化碳设计用量的补偿方法。

当防护区的环境温度在 $-20^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 时,无须进行二氧化碳用量的补偿。当上限超出 100°C 时,如 105°C 时,对超出的 5°C 就需要增加 2% 的二氧化碳设计用量。一般能超出 100°C 以上的异常环境温度的防护区,如烘漆间。当环境温度低于 -20°C 时,对其低于的部分,每 1°C 需增加 2% 的二氧化碳设计用量。如 -22°C 时,对低于 2°C 需增加 4% 的二氧化碳设计用量。

本条等效采用了国外先进标准的 BS 5306 规定:“(1)围护物常态温度在 100°C 以上的地方,对 100°C 以上的部分,每 5°C 增加 2% 的二氧化碳设计用量;(2)围护物常态温度低于 -20°C 的地方,

对-20℃以下的部分,每1℃增加2%的二氧化碳设计用量”。NFPA 12也有相同的规定。

3.2.6 本条规定泄压口宜设在外墙上,其位置应距室内地面2/3以上的净高处。因为二氧化碳比空气重,容易在空气下面扩散。所以为了防止防护区因设置泄压口而造成过多的二氧化碳流失,泄压口的位置应开在防护区的上部。

国际和国外先进标准对防护区内的泄压口也作了类似规定。例如,ISO 6183规定:“对封闭的房屋,必须在其最高点设置自动泄压口,否则当放进二氧化碳时将会导致增加压力的危险”。BS 5306规定:“封闭空间可燃蒸气的泄放和由于喷射二氧化碳引起的超压的泄放,应该予以考虑,在必要的地方,应作泄放口。”

在执行本条规定时应注意:采用全淹没灭火系统保护的大多数防护区,都不是完全封闭的,有门、窗的防护区一般都有缝隙存在;通过门窗四周缝隙所泄漏的二氧化碳,可防止空间内压力过量升高,这种防护区一般不需要再开泄压口。此外,已设有防爆泄压口的防护区,也不需要再设泄压口。

3.2.7 本条规定的计算泄压口面积公式由ISO 6183中的公式经单位变换得到。公式中最低允许压强值的确定,可参照美国NFPA 12标准给出的数据(见表1):

表1 建筑物的最低允许压强

类 型	最低允许压强(Pa)
高层 建筑	1200
一 般 建 筑	2400
地 下 建 筑	4800

3.2.8 本条对二氧化碳设计用量的喷射时间作了具体规定。该规定等效采用了国际和国外先进标准。ISO 6183规定:“二氧化

碳设计用量的喷射时间应在 1min 以内。对于要求抑制时间的固体物质火灾,其设计用量的喷射时间应在 7min 以内。但是,其喷放速率要求不得小于在 2min 内达到 30% 的体积浓度”。BS 5306 也作了同样规定。

3.2.9 本条规定的扑救固体深位火灾的抑制时间,等效采用了 ISO 6183 的规定。

3.2.10 并入 3.1.4A 和 4.0.9A。

3.3 局部应用灭火系统

3.3.1 局部应用灭火系统的设计方法分为面积法和体积法,这是国际标准和国外先进标准比较一致的分类法。前者适用于着火部位为比较平直的表面情况,后者适用于着火对象是不规则物体情况。凡当着火对象形状不规则,用面积法不能做到所有表面被完全覆盖时,都可采用体积法进行设计。当着火部位比较平直,用面积法容易做到所有表面被完全覆盖时,则首先可考虑用面积法进行设计。为使设计人员有所选择,故对面积法采用了“宜”这一要求程度的用词。

3.3.2 本条是根据试验数据和参考国际标准和国外先进标准制定的。BS 5306 规定:“二氧化碳总用量的有效液体喷射时间应为 30s”。ISO 6183、NFPA 12、日本和前苏联有关标准也都规定喷射时间为 30s。为了与上述标准一致起来,故本规范规定喷射时间为 0.5min。

燃点温度低于沸点温度的可燃液体和可熔化的固体的喷射时间,BS 5306 规定为 1.5min,国际标准未规定具体数据,故取英国标准 BS 5306 的数据。

3.3.3 本条说明设计局部应用灭火系统的面积法。

3.3.3.1 由于单个喷头的保护面积是按被保护面的垂直投影方向确定的,所以计算保护面积也需取整体保护表面垂直投影的面积。

3.3.3.2 架空型喷头设计流量和相应保护面积的试验方法是参照美国标准 NFPA 12 确定的。该试验方法是：把喷头安装在盛有 70# 汽油的正方形油盘上方，使其轴线与液面垂直。液面到油盘缘口的距离为 150mm，喷射二氧化碳使其产生临界飞溅的流量，该流量称为临界飞溅流量（也称最大允许流量）。以 75% 临界飞溅流量在 20s 以内灭火的油盘面积定义为喷头的保护面积，以 90% 临界飞溅流量定义为对应保护面积的喷头设计流量。试验表明：保护面积和设计流量都是安装高度（即喷头到油盘液面的距离）的函数，所以在工程设计时也需根据喷头到保护对象表面的距离确定喷头的保护面积和相应的设计流量。只有这样，才能使预定的流量不产生飞溅，预定的保护面积内能可靠地灭火。

槽边型喷头的保护面积是其喷射宽度与射程的函数，喷射宽度和射程是喷头设计流量的函数，所以槽边型喷头的保护面积需根据选定的喷头设计流量确定。

3.3.3.3、3.3.3.4 这两款等效采用了国际标准和国外先进标准。ISO 6183、NFPA 12 和 BS 5306 都作了同样规定。

图 3.3.3 表示了喷头轴线与液面垂直和喷头轴线与液面成 45° 锐角两种安装方式。其中油盘缘口至液面距离为 150mm，喷头出口至瞄准点的距离为 S 。喷头轴线与液面垂直安装时 (B_1 喷头)，瞄准点 E_1 在喷头正方形保护面积的中心。喷头轴线与液面成 45° 锐角安装时 (B_2 喷头)，瞄准点 E_2 偏离喷头正方形保护面积中心，其距离为 $0.25L_b$ (L_b 是正方形面积的边长)；并且，喷头的设计流量和保护面积与垂直布置的相等。

3.3.3.5 喷头的保护面积，对架空型喷头为正方形面积，对槽边型喷头为矩形（或正方形）面积。为了保证可靠灭火，喷头的布置必须使保护面积被完全覆盖，即按不留空白原则布置喷头。至于等距布置原则，这是从安全可靠、经济合理的观点提出的。

3.3.3.6 二氧化碳设计用量等于把全部被保护表面完全覆盖所用喷头的设计流量数之和与喷射时间的乘积，即：

$$M=t\sum Q_i \quad (1)$$

当所用喷头设计流量相同时,则:

$$\sum Q_i=N \cdot Q_i \quad (2)$$

把公式(2)代入公式(1)即得出公式(3.3.3)。

上述确定喷头数量和设计用量的方法,也是 ISO 6183、NFPA 12 和 BS 5306 等规定的方法。

除此之外,还有以灭火强度为依据确定灭火剂设计用量的计算方法。

$$M=A_1 \cdot q \quad (3)$$

式中 q ——灭火强度(kg/m^2)。

这时,喷头数量按下式计算:

$$N=M/(t \cdot Q_i) \quad (4)$$

日本采用了这种方法,规定灭火强度取 $13\text{kg}/\text{m}^2$ 。

我们的试验表明:喷头安装高度不同,灭火强度不同,灭火强度随喷头安装高度的增加而增加。为了安全可靠、经济合理起见,本规范不采用这种方法。

3.3.4 本条说明设计局部应用系统的体积法。

(1)本条等效采用国际标准和国外先进标准。

ISO 6183 规定:“系统的总喷放速率以假想的围绕火灾危险区的完全封闭罩的容积为基础。这种假想的封闭罩的墙和天花板距火险至少 0.6m 远,除非采用了实际的隔墙,而且这墙能封闭一切可能的泄漏、飞溅或外溢。该容积内的物体所占体积不能被扣除。”

ISO 6183 又规定:“一个基本系统的总喷放强度不应小于 $16\text{kg}/\text{min} \cdot \text{m}^3$;如果假想封闭罩有一个封闭的底,并且已分别为高出火险物至少 0.6m 的永久连续的墙所限定(这种墙通常不是火险物的一部分),那么,对于存在这种为实际墙完全包围的封闭罩,其喷放速率可以成比例地减少,但不得低于 $4\text{kg}/\text{min} \cdot \text{m}^3$ 。”

NFPA 12 和 BS 5306 也作了类似规定。

(2)本条经过了试验验证。

①用火灾模型进行试验验证。火灾模型为 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m} \times 1.4\text{m}$ 的钢架,用 $\varnothing 18$ 圆钢焊制,钢架分为三层,距底分别为 0.4m 、 0.9m 和 1.4m 。各层分别放 5 个油盘,油盘里放入 K_b 等于 1 的 70# 汽油。火灾模型放在外部尺寸为 $2.08\text{m} \times 2.08\text{m} \times 0.3\text{m}$ 的水槽中间,水槽外围竖放高为 2.08m ,宽为 1.04m 的钢制屏风。把水槽四周全部围起来共需 8 块屏风,试验时根据预定 A_p/A_t 值决定放置屏风块数。二氧化碳喷头布置在模型上方,灭火时间控制在 20s 以内,求出不同 A_p/A_t 值下的二氧化碳流量,计算出不同 A_p/A_t 值时的二氧化碳单位体积的喷射率 q_v 值。

首先作了同一 A_p/A_t 值下,不同开口方位的试验。试验表明:单位体积的喷射率与开口方位无关。

接着作了 7 种不同 A_p/A_t 值的灭火实验,每种重复 3 次,经数据处理得:

$$q_v = 15.95 - 11.92 \times (A_p/A_t) \quad (5)$$

该结果与公式(3.3.4-1)非常接近。

②用中间试验进行工程实际验证。中间试验的灭火对象为 3150kVA 油浸变压器,其外部尺寸为 $2.5\text{m} \times 2.3\text{m} \times 2.6\text{m}$,灭火系统设计采用体积法,计算保护体积为:

$$V_1 = (2.5 + 0.6 \times 2)(2.3 + 0.6 \times 2)(2.6 + 0.6) = 41.44\text{m}^3$$

环绕变压器四周,沿假想封闭罩分两层设置环状支管。支管上布置喷头,封闭罩无真实墙,取 A_p/A_t 值等于零,单位体积喷射率 q_v 取 $16\text{kg}/\text{min} \cdot \text{m}^3$,设计喷射时间取 0.5min ,计算灭火剂设计用量。试验用汽油引燃变压器油,预燃时间 30s,试验结果,实际灭火时间为 15s。由此可见,按本条规定的体积法进行局部应用灭火系统设计是安全可靠的。

(3)需要进一步说明的问题。一般设备的布置,从方便维护讲,都会留出离真实墙 0.5m 以上的距离,就是说实体墙距火险危险物的距离都会接近 0.6m 或大于 0.6m ,这时到底利用实体墙与

否应通过计算决定。利用了真实墙,体积喷射率 q_v 值变小了,但计算保护体积 V_1 值增大了,如果最终灭火剂设计用量增加了许多,那么就没必要利用真实墙。

3.3.5 并入 3.1.4A 和 4.0.9A。

3.3.6 并入 4.0.9A。

4 管网计算

4.0.1 原条文规定的管网计算的总原则,已通过后续条文体现,所以删除。本条文新增内容规定指出了二氧化碳灭火系统按灭火剂储存方式的分类,及管网起点计算压力的取值。这和 ISO 6183 的观点是一致的。国际标准采用了平均储存压力的概念,经征求意见,这里改称为管网起点计算压力。

应该注意:这里所说管网起点是指引升管的下端。

4.0.2、4.0.3 这两条规定了计算管道流量的方法,为管网计算提供管道流量的数据。

仍需指出:计算流量的方法应灵活使用,如对局部应用的面积法,也可先求出支管流量,然后由支管流量相加得干管流量。又如全淹没系统的管网,可按总流量的比例分配支管流量,如对称分配的支管流量即为总流量的 1/2。

4.0.3A 本条规定了管道内径的确定方法。所给公式依据附录

C 得出:设 $Q/D^2 = X_1$ 则 $D = \frac{1}{\sqrt{X_1}} \cdot \sqrt{Q}$

因为 $X_1 = 0.07 \sim 0.50$ 所以 $K_d = 1/\sqrt{X_1} = 1.41 \sim 3.78$

4.0.4 不同制造商生产的产品及其附件的水力当量长度不尽相同,均按本规范附件 B 确定管道附件的当量长度与实际情况略有差异。故首先应采用制造商提供的经国家相关检测机构检测认可的数据。

4.0.5 本条等效采用了国际标准和国外先进标准。ISO 6183、NFPA 12 和 BS 5306 都作了同样规定。

我国通过灭油浸变压器火中间试验验证了这种方法,故等效采用。

4.0.6 正常敷管坡度引起的管段两端的水头差是可以忽略的,但对管段两端显著高程差所引起的水头是不能忽略的,应计入管段终点压力。水头是高度和密度的函数,二氧化碳的密度是随压力变化的,在计算水头时,应取管段两端压力的平均值。水头是重力作用的结果,方向永远向下,所以当二氧化碳向上流动时应减去该水头,当向下流动时应加上该水头。

本条规定是参照国际标准和国外先进标准制定,其中附录 E 等效采用了 ISO 6183 中的表 B6。

执行这一条时应注意两点:管段平均压力是管段两端压力的平均值;高程是管段两端的高度差(位差),不是管段的长度。

4.0.7 本规定等效采用 ISO 6183,并经试验验证。

ISO 6183 指出:对高压系统,喷嘴入口最低压力应为 1.4 MPa;对低压系统,喷嘴入口最低压力。

4.0.7A 本条规定等效采用 ISO 6183 规定。

4.0.9 本条规定等效采用 ISO 6183 和 NFPA 12 制定。附录 F 中的单位等效孔口面积的喷射率是标准喷头(流量系数为 0.98)的参数,为进一步强调标准喷头不同于一般喷头,故列出标准喷头的规格。本条新增加的附录 H 取自 NFPA 12。

4.0.9A 本条依据 ISO 6183 和 BS 5306:pt4 给出了二氧化碳储存量计算通用公式。综合了以下四种情况:

1 高压全淹没灭火系统

因为 $K_m=1$ $M_v=0$ $M_r=0$

所以 $M_c=M+M_s$

即高压全淹没灭火系统的储存量等于设计用量与储存容器内的二氧化碳剩余量之和。其中储存容器内的二氧化碳剩余量按储存容器生产厂家产品数据取值。

2 高压局部应用灭火系统

因为 $K_m=1.4$ $M_r=0$

所以 $M_c=1.4M+M_v+M_s$

即高压局部应用灭火系统的储存量等于 1.4 倍设计用量、二氧化碳在管道中的蒸发量、储存容器内的二氧化碳剩余量之和。其中 1.4 倍是为保证液相喷射的裕度系数值,是等效采用 ISO 6183 规定,并经试验验证。

3 低压全淹没灭火系统

因为 $K_m = 1$

所以 $M_c = M + M_v + M_s + M_r$

即低压全淹没灭火系统储存量等于设计用量、二氧化碳在管道中的蒸发量、储存容器内的二氧化碳剩余量、管道内的二氧化碳剩余量之和。

4 低压局部应用灭火系统

因为 $K_m = 1.1$

所以 $M_c = 1.1M + M_v + M_s + M_r$

即低压局部应用灭火系统的储存量等于 1.1 倍设计用量、二氧化碳在管道中的蒸发量、储存容器内的二氧化碳剩余量、管道内的二氧化碳剩余量之和。其中 1.1 倍是为保证液相喷射的裕度系数值。

应该指出:对低压系统,在储存量中计及管道内的二氧化碳剩余量是依据 ISO 6183 和 BS 5306:pt4 制定。BS 5306:pt4 指出:对低压装置,在完成喷射之后,残存在储存容器与喷嘴管网之间的管道内的液态二氧化碳量也应予以计算,并加入所要求的二氧化碳总量之中。但是,ISO 6183 和国外标准均没给出管道内的二氧化碳剩余量 M_r 的计算式。这里给出的 M_r 计算式是基于以下认识:假定是低压灭火系统,喷放时间 t 后关闭容器阀,这时储存容器内的二氧化碳剩余量大于或等于 M_s ;那么残存在储存容器与喷头之间管道内的二氧化碳剩余量 M_r 的计算式就应该是公式 4.0.9A-3。而公式 4.0.9A-4 和 4.0.9A-5 是依据附表 E-2 导出:因为 $K_h = \rho_i \cdot g \cdot 10^{-6}$,所以 $\rho_i = 10^6 \cdot K_h / 9.81$,而 $K_h = f(P_i)$ 解析式由附表 E-2 回归求得,其最大相对误差为 $\max(\delta) = f(P_i =$

1.10)=0.66%。

4.0.10 这里考虑到不同规格储存容器和不同充装系数,给出了确定高压系统储存容器数量的通用公式,其中充装系数应按本规范 5.1.1 条规定取值。

4.0.11 储存液化气体的压力容器的容积可以根据饱和液体密度、设计储存量和装量系数通过计算确定。就低压系统二氧化碳储存容器而言,计算工作已由生产厂家完成。在各生产厂家的产品样本中,直接给出了不同规格储存容器的最大充装量。

5 系统组件

5.1 储存装置

5.1.1 本条要求高压系统储存装置应具有灭火剂泄漏检测装置,用于检测置于储存容器内灭火剂的泄漏量,以便能及时了解其泄漏程度,故作此修改。

5.1.1A 原国家质量技术监督局颁发的《压力容器安全技术监察规程》(99版)经修订已变更为《固定式压力容器安全技术监察规程》TSGR 0004—2009,于2009年12月1日实施。其中,对储存液化气体的压力容器的装量系数作出了规定,要求装量系数不大于0.95。

5.1.2 本条规定了灭火剂的质量应符合国家标准的规定。

5.1.3 并入5.1.1。

5.1.4 为了能实时监测灭火剂泄漏损失量,故要求储存装置应具有灭火剂泄漏检测功能。传统的定期称重法检漏达不到实时监测的要求,也做不到在泄漏后及时发出声光报警信号。因此,在储存装置上增加灭火剂泄露检测报警功能,可在现场报警或将信号反馈到控制中心以提醒维护管理人员及时补充灭火剂,保证系统可靠运行。

5.1.5 并入5.1.1。

5.1.6 储存容器避免阳光直射,是为了防止容器温度过高,以确保容器安全。

5.1.7 不具备自然通风条件的储存容器间,当因储存装置维修不当或储瓶质量存在问题时可能会泄漏二氧化碳,二氧化碳的相对密度大于1,并积聚在低凹处,难以排出室外。要求储存容器间设置机械排风装置,且排风口设置在储存容器间下方靠近地面的位

置可有效保证人员安全。另参照《二氧化碳灭火系统标准》NFPA 12—2008 中的要求,确定正常排风量宜按容器间容积的 4 次换气量,事故排风量为正常排风量的 2 倍。

5.2 选择阀与喷头

5.2.1 在组合分配系统中,如选择阀设置在储存容器间外或防护区,则可能导致集流管道过长,容易引起气、液分离或出现干冰堵塞的情况。而不能有效灭火,甚至导致灭火失败。因此,对选择阀的设置位置提出了限制要求。

5.2.2 高压系统选择阀的工作压力不应小于 12MPa 与集流管的工作压力一致。

用于低压系统的阀门,由于系统会出现 2.5MPa 的压力,故确定低压系统选择阀的工作压力为 2.5MPa 这里也参照了 VdS 2093 的规定,VdS 2093 给出低压系统阀门工作压力为 2.5MPa。

5.2.3 为避免二氧化碳灭火系统动作时,选择阀滞后打开而出现选择阀和集流管承受水锤作用而出现超压,或者因集流管压力过大导致电动式选择阀(利用电磁铁通电时产生的吸力或推力打开阀门)无法打开等情况,故要求选择阀的动作应在容器阀动作前或同时能够打开。而对于采用自身气体打开选择阀的低压系统,不会出现上述情况,因此采用灭火剂自身作为启动气源打开的选择阀,可以不需要提前打开或同时打开。

5.2.3A 本条规定了全淹没灭火系统喷头布置原则和方法,等效采用 ISO 6183。ISO 6183 指出:全淹没灭火系统的设计与安装,应使封闭空间的任何部分都获得同样的二氧化碳浓度,喷嘴应接近天花板安装。

5.2.4 ISO 6183 规定:“必要时针对影响喷头功能的外部污染,对喷头加以保护”。本条款较原来增加了“喷漆作业等场所”,我们认为喷漆作业场所有必要强调指出。其中“等”字表示不仅仅限于有粉尘和喷漆作业场所,还包括了影响喷头功能的其他外部污染

场所。

5.3 管道及其附件

5.3.1 储存容器内压力随温度升高而升高。高压系统中,储存容器内灭火剂的温度即环境温度,故本条规定了高压系统管道及其附件应能承受最高环境温度下的储存压力。低压系统中,灭火剂的温度由制冷装置和绝热层加以控制,低压系统管道及附件应能承受的压力值系等效采用 ISO 6183。ISO 6183 规定:“低压系统的管道及其连接件应耐 40bar(4MPa)表压的试验压力”。

1 符合国家标准 GB 8163《输送流体用无缝钢管》规定的管道,其规格按附录 J 取值,可承受所要求的压力,附录 J 中管道规格是参照 BS 5306:pt4 中表 8 和表 9 换算而得的。为了减缓管道的锈蚀,要求内外表面镀锌。

原条款是采用《冷拔或冷轧精密无缝钢管》标准,由于其中有的管材材质不能采用焊接方式,管道规格也不能和法兰等连接件对接,故现条款改为采用《输送流体用无缝钢管》。

2 当防护区内有对镀锌层腐蚀的气体、蒸气或粉尘时,应采取抗腐蚀的材料,如不锈钢管或铜管。

3 采用不锈钢软管可保证软管安全承受所要求的压力和温度,同时又免于锈蚀。

5.3.1A 低压系统的管网应采取防膨胀收缩措施的要求是参照国外同类标准的有关规定制定的。ISO 6183 规定:“管网系统应该有膨胀和收缩的预定间隙。”BS 5306:pt4 提出:“为膨胀和收缩留出适当的裕量,在低压系统中,在喷射期间,由于温度降低而产生的收缩,近似为每 30m 管长收缩 20mm”。

5.3.1B 在可能产生爆炸的场所,管网吊挂安装和采取防晃措施是为了减缓冲击,以免造成管网损伤。ISO 6183 规定:在可能有爆炸的地方,管网应吊挂安装,所用支撑应能吸收可能的冲击效应。

5.3.2 本条规定了管道的连接方式,对于公称直径不大于 80mm 的管道,可采用螺纹连接;对于公称直径超过 80mm 的管道可采用法兰连接,这主要是考虑强度要求和安装与维修的方便。

对于法兰连接,其法兰可按《对焊钢法兰》的标准执行。

采用不锈钢管或铜管并用焊接连接时,可按国家标准《现场设备工业管道焊接工程施工及验收规范》的要求施工。

5.3.2A 二氧化碳灭火剂在管网内主要呈气液两相流动状态,考虑到气、液两相流的分流特点,设计二氧化碳灭火系统时,在管网上不能采用四通管件进行分流,以防止因分流出口多而引起出口处各支管流体密度差异,难以准确地控制流量分配,造成实际分流流量与设计计算流量差异较大,影响灭火效果。

5.3.3 本条系参照 ISO 6183 和 BS 5306:pt4 制定的。ISO 6183 规定:“在系统中,在阀的布置导致封闭管段的地方,应设置压力泄放装置”。BS 5306:pt4 规定:“在管道中在可能积聚二氧化碳液体的地方,如阀门之间,应加装适宜的超压泄放装置。对低压系统,这种装置应设计成 $2.4\text{MPa} \pm 0.12\text{MPa}$ 时动作。对高压系统,这样的装置应设计成在 $15\text{MPa} \pm 0.75\text{MPa}$ 时动作”。由于本规范确定低压系统中选择阀的工作压力为 2.5MPa ,同时考虑到泄放动作压力整定值有 $\pm 5\%$ 的误差,故低压系统中超压泄放装置的动作压力为 $2.38\text{MPa} \pm 0.12\text{MPa}$ 。

6 控制与操作

6.0.1、6.0.3 二氧化碳灭火系统的防护区或保护对象大多是消防保卫的重点要害部位或是有可能无人在场的部位。即使经常有人,但不易发现大型密闭空间深处处的火灾。所以一般应有自动控制,以保证一旦失火便能迅速将其扑灭。但自动控制有可能失灵,故要求系统同时应有手动控制。手动控制应不受火灾影响,一般在防护区外面或远离保护对象的地方进行。为了能迅速启动灭火系统,要求以一个控制动作就能使整个系统动作。考虑到自动控制和手动控制万一同时失灵(包括停电),系统应有应急手动启动方式。应急操作装置通常是机械的,如储存容器瓶头阀上的按钮或操作杆等。应急操作可以是直接手动操作,也可以利用系统压力或钢索装置等进行操作。手动操作的推、拉力不应大于178N。

考虑到二氧化碳对人体可能产生的危害。在设有自动控制的全淹没防护区外面,必须设有自动/手动转换开关。有人进入防护区时,转换开关处于手动位置,防止灭火剂自动喷放,只有当所有人都离开防护区时,转换开关才转换到自动位置,系统恢复自动控制状态。局部应用灭火系统保护场所情况多种多样。所谓“经常有人”,系指人员不间断的情况,这种情况不宜也不需要设置自动控制。对于“不常有人”的场所,可视火灾危险情况来决定是否需要设自动控制。

6.0.2 本条规定了二氧化碳灭火系统采用火灾探测器进行自动控制时的具体要求。

不论哪种类型的探测器,由于本身的质量和环境影响,在长期工作中不可避免地将出现误报动作的可能。系统的误动作不仅

会损失灭火剂,而且会造成停工、停产,带来不必要的经济损失。为了尽可能减少甚至避免探测器误报引起系统的误动作,通常设置两种类型或两组同一类型的探测器进行复合探测。本条规定的“应接收两个独立的火灾信号后才能启动”,是指只有当两种不同类型或两组同一类型的火灾探测器均检测出保护场所存在火灾时,才能发出施放灭火剂的指令。

6.0.3A 考虑到灭火系统的自动控制有偶然失灵的情况,故应在全淹没灭火系统保护的防护区入口处设置手动、自动转换控制装置,且有人在防护区工作时,置于手动控制状态,防止灭火系统向防护区误喷射造成人员伤亡事故。

6.0.4 二氧化碳灭火系统的施放机构可以是电动、气动、机械或它们的复合形式,要保证系统在正常时处于良好的工作状态,在火灾时能迅速可靠地启动,首先必须保证可靠的动力源。电源应符合《火灾自动报警系统设计规范》中的有关规定。当采用气动动力源时,气源除了保证足够的设计压力以外,还必须保证用气量,必要时,控制气瓶的数量不少于2只。

6.0.5 制冷装置是保证低压系统储存装置和整个系统正常安全运行的关键部件。它的动力源就是电源,所以要求它的电源采用消防电源。它的控制应采用自动控制的原因是由于环境温度不同,制冷装置的启动次数、工作间歇时间都有所变化,不可能有人员随时来手启动和关闭制冷装置。当进行电路检修或停电之前,制冷装置未达到自动启动压力或温度时,可手动启动,使储存装置内压力降低,保证储存装置在停电或检修期间内安全运行。

6.0.5A 此条规定是为了更好地对二氧化碳灭火系统进行有效、全面地监控,故要求向火灾报警控制器传送系统的有关信息。

7 安全要求

7.0.1 本条是为保证人员的安全。在防护区的入口处设置火灾声、光报警器,目的在于提醒防护区外的人员,以免其误入防护区,受到火灾或灭火剂的危害。

根据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116中相关规定,声光报警器的信号为警报信号,火灾探测器发出的信号为报警信号。故手动消除的应为警报信号,而非报警信号。

7.0.2 本条是从保证人员的安全角度出发而制定的。规定了人员撤离防护区的时间和迅速撤离的安全措施。

实际上,全淹没灭火系统所使用的二氧化碳设计浓度应为34%或更高一些,在局部灭火系统喷嘴处也可能遇到这样高的浓度。这种浓度对人是非常危险的。

一般来讲,采用二氧化碳灭火系统的防护区一旦发生火灾报警讯号,人员应立即开始撤离,到发出施放灭火剂的报警时,人员应全部撤出。这一段预报警时间也就是人员疏散时间,与防护区面积大小、人员疏散距离有关。防护区面积大,人员疏散距离远,则预报警时间应长。反之则预报警时间可短。这一时间是人为规定的,可根据防护区的具体情况确定,但不应大于30s。当防护区内经常无人时,应取消预报警时间。

疏散通道与出入口处设置事故照明及疏散路线标志是为了给疏散人员指示疏散方向,所用照明电源应为火灾时专用电源。

7.0.3 防护区入口设置二氧化碳喷射指示灯,目的在于提醒人们注意防护区内已施放灭火剂,不要进入里面去,以免受到火灾或灭火剂的危害。也有提醒防护区的人员迅速撤离防护区的作用。

7.0.4 本条规定是为了防止由于静电而引起爆炸事故。

《工业安全技术手册》中对气态物料的静电有如下的论述:纯净的气体是几乎不带静电的,这主要是因为气体分子的间距比液体或固体大得多。但如在气体中含有少量液滴或固体颗粒就会明显带电,这是在管道和喷嘴上摩擦而产生的。通常的高压气体、水蒸气、液化气以及气流输送和滤尘系统都能产生静电。

接地是消除导体上静电的最简单有效的方法,但不能消除绝缘体上的静电。在原理上即使 $1\text{M}\Omega$ 的接地电阻,静电仍容易很快泄漏,在实用上接地导线和接地极的总电阻在 100Ω 以下即可,接地线必须连接可靠,并有足够的强度。因而,设置在有爆炸危险的可燃气体、蒸气或粉尘场所内的管道系统应设防静电接地装置。

《灭火剂》(前东德 H. M. 施莱别尔、P. 鲍尔斯特著)一书,对静电荷也有如下论述:如果二氧化碳以很高的速度通过管道,就会发生静电放电现象。可以确定, 1kg 二氧化碳的电荷可达 $0.01\mu\text{V}\sim 30\mu\text{V}$ 就有形成着火甚至爆炸的危险。作为安全措施,建议把所有喷头的金属部件互相连接起来并接地。这时要特别注意不能让连接处断开。

7.0.5 一旦发生火灾,防护区内施放了二氧化碳灭火剂,这时人员是不能进入防护区的。为了尽快排出防护区内的有害气体,使人员能进入里面清扫和整理火灾现场,恢复正常工作条件,本条规定防护区应进行通风换气。

由于二氧化碳比空气重,往往聚集在防护区低处,无窗和固定窗扇的地上防护区以及地下防护区难以采用自然通风的方法将二氧化碳排走。因此,应采用机械排风装置,并且排风扇的入口应设在防护区的下部。建议参照 NFPA 12 标准要求排风扇入口设在离地面高度 46cm 以内。排风量应使防护区每小时换气 4 次以上。

7.0.6 防护区出口处应设置向疏散方向开启,且能自动关闭的门。其目的是防止门打不开,影响人员疏散。人员疏散后要求门自动关闭,以利于防护区二氧化碳灭火剂保持设计浓度,并防止二

氧化碳流向防护区以外地区,污染其他环境。自动关闭门应设计成关闭后在任何情况下都能从防护区内打开,以防因某种原因,有个别人员未能脱离防护区,而门从内部打不开,造成人身伤亡事故发生。

7.0.7 为便于人员发现并取用呼吸器,进入防护区抢救被困在里面的人员或去查看灭火情况,要求配备专用呼吸器,且设置位置合适。