

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

P

GB 50193—93

---

# 二氧化碳灭火系统设计规范

Code of design for carbon  
dioxide fire extinguishing system  
(1999 年版)

1993-12-21 发布

1994-08-01 实施

---

国家质量技术监督局

联合发布

中华人民共和国建设部

中华人民共和国国家标准

二氧化碳灭火系统设计规范

Code of design for carbon  
dioxide fire extinguishing system

GB 50193—93

(1999 年版)

主编部门：中华人民共和国公安部

批准部门：中华人民共和国建设部

实施日期：1994 年 8 月 1 日

## 工程建设标准局部修订公告

### 第 23 号

国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193-93，由公安部天津消防科学研究所会同有关单位进行了局部修订，已经有关部门会审，现批准局部修订的条文，自二〇〇〇年三月一日起施行，该规范中相应条文的规定同时废止。

中华人民共和国建设部

1999年11月17日

# 关于发布国家标准《二氧化碳灭火系统设计规范》的通知

建标[1993] 899 号

根据国家计委计综[1987]2390 号文的要求，由公安部会同有关部门共同制订的《二氧化碳灭火系统设计规范》，已经有关部门会审。现批准《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193 -93 为强制性国家标准，自一九九四年八月一日起施行。

本规范由公安部负责管理，其具体解释等工作由公安部天津消防研究所负责。出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部  
一九九三年十二月二十一日

# 目 次

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

# 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 氢化钾、氢化钠等金属氢化物火灾。
- 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、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

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

**2.1.13** 均相流 equilibrium flow

气相与液相相均匀混合的二相流。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 几何参数附号

A——折算面积；

$A_0$ ——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积；

$A_v$ ——防护区的内侧面、底面、顶面（包括其中的开口）的总面积；

$A_x$ ——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；

$V_0$ ——单个储存容积的容积；

$V_d$ ——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；

$V_v$ ——防护区的容积；

$\phi$ ——喷头安装角；

### 2.2.2 物理参数符号

$C_p$ ——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；

$K_h$ ——高压校正系数；

$K_m$ ——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；

$M_r$ ——管道内二氧化碳剩余量；

$M_s$ ——储存容器内二氧化碳剩余量；

$M_v$ ——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；

$q_0$ ——单位等效孔口单位面积的喷射率；

$q_v$ ——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；

$\rho_i$ ——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。

3.1.2.1 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 0.50 h，吊顶的耐火极限不应低于 0.25 h；围护结构及门窗的允许压强不宜小于 1200 Pa。

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域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式计算：

$$M=K_b(K_1A+K_2V) \quad (3.2.3-1)$$

$$A=A_v+30A_0 \quad (3.2.3-2)$$

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

式中 M——二氧化碳设计用量 (Kg)；

K<sub>b</sub>——物质系数；

K<sub>1</sub>——面积系数 (kg / m<sup>2</sup>)，取 0.2Kg / m<sup>2</sup>；

K<sub>2</sub>——体积系数 (kg / m<sup>3</sup>)，取 0.7kg / m<sup>3</sup>；

A——折算面积 (m<sup>2</sup>)；

A<sub>v</sub>——防护区的内侧面、底面、顶面（包括其中的开口）的总面积 (m<sup>2</sup>)；

A<sub>0</sub>——开口总面积 (m<sup>2</sup>)；

V——防护区的净容积 (m<sup>3</sup>)；

V<sub>v</sub>——防护区容积 (m<sup>3</sup>)；

V<sub>g</sub>——防护区内非燃烧体和难燃烧体的总体积 (m<sup>3</sup>)；

3.2.4 当防护区的环境温度超过 100℃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℃增加 2%。

3.2.5 当防护区的环境温度低于 -20℃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℃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<sub>x</sub>——泄压口面积 (m<sup>2</sup>)；

Q<sub>t</sub>——二氧化碳喷射率 (Kg / min)；

P<sub>t</sub>——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  $45^\circ$ 。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

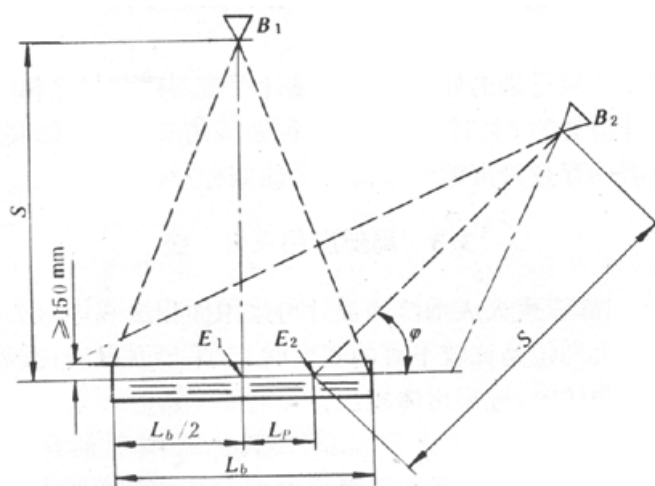


图 3.3.3 架空型喷头布置方法

B1、B2—喷头布置位置；E1、E2—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)  $\phi$ —喷头安装角 ( $^{\circ}$ )。

喷头偏离保护面积中心的距离 表 3.3.3

喷头安装角	喷头偏离保护面积中心的距离 (m)
45° ~60°	0.25Lb
60° ~75°	0.25Lb~0.125Lb
75° ~90°	0.125Lb~0

注：Lb 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：

$$q_v=k_b(16-12A_p/A_t) \quad (3.3.4-1)$$

式中  $q_v$ ——单位体积的喷射率 Kg / (min.m<sup>2</sup>)；

$A_t$ ——假定的封闭罩侧面围封面面积 (m<sup>2</sup>)；

$A_p$ ——在假定的封闭罩中存在的实体墙等实际围封面的面积 (m<sup>2</sup>)。

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 (m<sup>3</sup>)。

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列式计算：

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

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列式计算：

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

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 管道内径可按下列式计算：

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

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可按本规范附录 B 采用。

4.0.5 管道压力降可按下列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 / m<sup>3</sup>），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值，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: 高压系数不应小于 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, 对全淹没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 (mm<sup>3</sup>).

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 (mm<sup>2</sup>);

$q_0$ ——等效孔口单位面积的喷射率 [kg / (min·mm<sup>2</sup>)], 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:

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

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

$$M_r = \sum V_i \rho_i \text{ (低压}$$

系统) (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  $M_r$ ——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（℃）；高压系统取 15.6℃，低压系统取-20.6℃；

H---二氧化碳蒸发潜热（KJ/Kg）；高压系统取 150.7KJ/Kg，低压系统取 276.3KJ/Kg；

$M_s$ ---储存容积内的二氧化碳剩余量（Kg）；

$M_r$ ---管道内的二氧化碳剩余量（Kg）；

$V_i$  ---管网内第 i 段管道的容积（m<sup>3</sup>）；

$\rho_i$ ---第 i 段管道内二氧化碳平均密度（Kg/m<sup>3</sup>）；

$p_i$ ---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 高压系统储存容器的数量可按下式计算：

$$N_p = \frac{M_c}{\alpha V_0} \quad (4.0.10)$$

式中  $N_p$ ---高压系统储存容器数；

$\alpha$ ---充装系数（Kg / L）

$V_0$ ---单个储存容器的容积（L）。

4.0.11 低压系数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、单向阀和集流管等组成，并应符合下列规定：

5.1.1.1 储存的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  $19 \pm 0.95$ 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 0-49℃。

5.1.1A 低压系统的储存装置应有储存器、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  $2.38 \pm 0.12$ 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置系数应按国家现行《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-23~49℃

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 储存装置应设称重检漏装置。当储存容器中充装的一氧化碳量损失 10% 时，应及时补充。

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 设在地下的储存容器间应设机械排风装置，排风口应通向室外。

## 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。选择阀的位置宜靠近储存容器，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 系统启动时，选择阀应在容器阀动作之前或同时打开。

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不均匀，喷头应接近天花板或屋顶安装。

5.2.4 设置在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。 应符合下列规定：

5.3.1.1 管道应采用符合现行国家标准 GB8163《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。管道规格可按照附录 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、铜管或其它抗腐蚀的材料。

5.3.1.3 挠性连接的软管必须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。

5.3.3 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  $15 \pm 0.75$ MPa，低压系统应为  $2.38 \pm 0.12$ 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。
- 6.0.4** 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，应保护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。

## 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。防护区的人口处应设光报警器。报警时间不宜小于灭火过程所需的时间，并应能手动切除报警信号。
- 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 设置灭火系统的场所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

物质系数、设计浓度和抑制时间

附表 A

可燃物	物质系数 $K_0$	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	—
二苯或其氧化物的混合物	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	—
甲酸异丁酯	1.00	34	—

续附表 A

可燃物	物质系数 $K_c$	设计浓度 $C$ (%)	抑制时间 (min)
航空煤油 JP-4	1.06	36	—
煤油	1.00	34	—
甲烷	1.00	34	—
醋酸甲烷	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	—
甲酸甲脂	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	—
聚氨基甲酸甲脂 (硬)	1.00	34	—
电缆间或电缆沟	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：附表 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

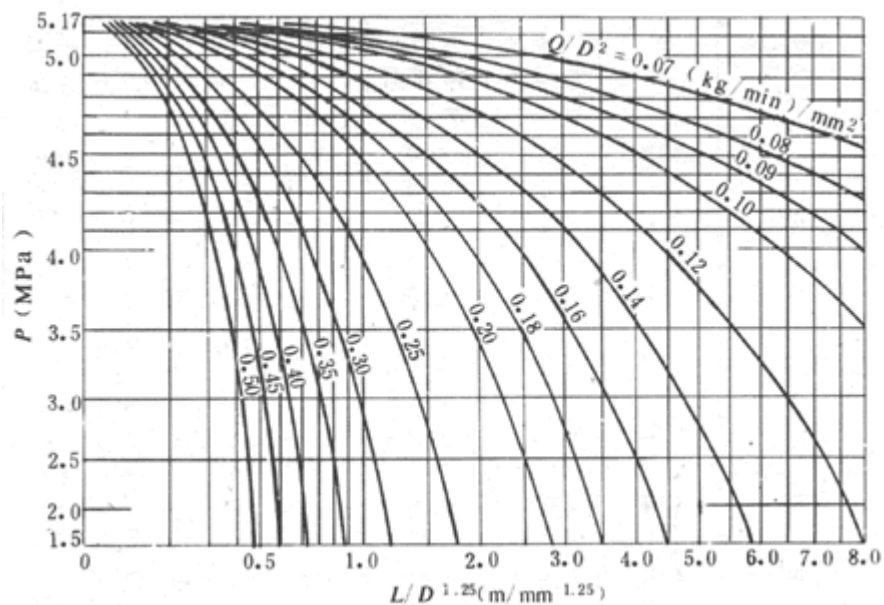
管道附件的当量长度

附表 B

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	0.3	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	0.7	2.29	0.55	0.46	1.4
40	1.31	0.82	2.65	0.64	0.52	1.65
50	1.68	1.07	3.24	0.85	0.67	2.1
65	2.01	1.25	4.09	1.01	0.82	2.5
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

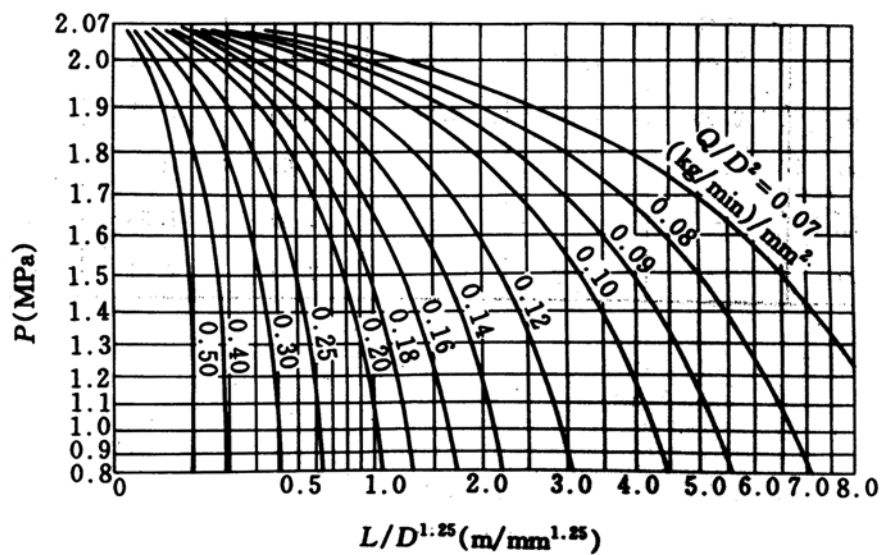


## 附录 C 管道压力降



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

### 高压系统的 Y 值和 Z 值

### 附表 D—1

压力 (MPa)	Y (MPa · kg/m <sup>3</sup> )	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

低压系统的 Y 值和 Z 值

附表 D-2

压力 (MPa)	Y (MPa · kg/m <sup>3</sup> )	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

### 高压系统的高程校正系数

### 附表 E-1

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

### 低压系统的高程校正系数

### 附表 E-2

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

高压系统单位等效孔口面积的喷射率

附表 F-1

喷头入口压力 (MPa)	喷射率 $q_0$ (kg/min · mm <sup>2</sup> )
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

低压系统单位等效孔口面积的喷射率 附表 F-2

喷头入口压力 (MPa)	喷射率 $q_0$ (kg/min · mm <sup>2</sup> )
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 喷头等效空口尺寸

喷头等效孔口尺寸

附表 H

喷头规格代号 No	等效单孔直径 d (mm)	等效孔口面积 F (mm)
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



续附表 H

喷头规格代号 No	等效单孔直径 d (mm)	等效孔口面积 F (mm)
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	160.71
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

二氧化碳灭火系统管道规格

附表 J

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	70×5
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 加 单 位：**辽宁省公安消防总队

原机械工业部设计研究院

原核工业部五二四场

**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，以便今后修改时参考。

中华人民共和国公安部

1993年9月

# 目 次

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

# 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把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。

我国从五十年代即开始应用二氧化碳灭火系统，八十年代以来，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。使系统的设计作到正确、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，也包括局部应用方式灭火的二氧化碳灭火系统，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》及其它有关标准规范对设置二氧化碳灭火系统的场所都做出了相应规定。

**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，要考虑到其它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 BS5306 规定：“二氧化碳可扑救 BS4547 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 NFPA12 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；使用柴油或其它液体燃料的内燃机；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看为“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；金属氢化物。

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 ISO6183 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，活泼金属和它们的氢化物（如钠、钾、镁、钛、锆等）。”

(2) 英国标准 BS 5306 规定：“二氧化碳对金属氢化物，钾、钠、钠、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 NFPA12 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金属氢化物。”

**1.0.6** 本条规定中所指的“现行的有关国家标准”，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) 其它有关的标准。

## 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能应用在开敞的空间。

关于全淹没灭火系统、局部应用灭火系统应用条件，BS5306: 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，无须在整个存放被保护物的容积内形成灭火浓度”。此外，ISO6183 和 NFPA12 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 ISO6183、BS5306 和 NFPA12 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防护区内所需的灭火设计浓度，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。这几段时间中的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，同时也参照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灭火浓度，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，曾经在室外作过喷射试验。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  $3\text{m/s}$  的要求。又为了对环境风速条件不宜限制过死，有利于设计和应用，故规定当风速大于  $3\text{m/s}$  时，可考虑采取挡风措施的作法。

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动能，当二氧化碳射流打到可燃液体表面时，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  $150\text{mm}$  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  $150\text{mm}$ ；NFPA 12 中规定：当保护深层可燃液体火灾时，必须保证油盘缘口要高出液面至少  $6\text{in}$  ( $150\text{mm}$ )。

**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的概率很小，不需考虑同时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 VdS2093 制定的；其二是 48h 内不能恢复时应设备用量。这是参照 BS5306: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”。其它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，试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。这与国际、国外先进标准规定相同。ISO 6183、NFPA12、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 中没有给出的一些可燃物的设计浓度，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 2m×1m 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： $V_v=16 \times 10 \times 3.5=560\text{m}^3$

可扣除容积： $V_g=0\text{m}^3$

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

总表面积：

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

所有开口的总面积：

$$A_0 = 2 \times 1 = 2\text{m}^2$$

折算面积:

$$A=A_v+30A_0=502+60=562\text{m}^2$$

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 $-20\sim 100^\circ\text{C}$ 之间时，无须进行二氧化碳用量的补偿。当上限超出 $100^\circ\text{C}$ 时，如 $105^\circ\text{C}$ 时，对超出的 $5^\circ\text{C}$ 就需要增加2%的二氧化碳设计用量。一般能超出 $100^\circ\text{C}$ 以上的异常环境温度的防护区，如烘漆间。当环境温度低于 $-20^\circ\text{C}$ 时，对其低于的部分，每 $1^\circ\text{C}$ 增加2%的二氧化碳设计用量。如 $-22^\circ\text{C}$ 时，对低的 $2^\circ\text{C}$ 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规定：BS 5300 规定：“（1）围护物常态温度在 $100^\circ\text{C}$ 以上的地方，对 $100^\circ\text{C}$ 以上的部分，每 $5^\circ\text{C}$ 增加2%的二氧化碳设计用量；（2）围护物常态温度低于 $-20^\circ\text{C}$ 的地方，对 $-20^\circ\text{C}$ 以下的部分，每 $1^\circ\text{C}$ 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 NFPA12 标准给出的下表数据（见表 1）：

建筑物的最低允许压强

表 1

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 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，用面积法不能作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，用面积法容易作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须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必须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须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和国外先进标准。ISO 618、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的喷头轴线与液面成 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<sub>1</sub> 喷头），瞄准点 E<sub>1</sub> 在喷头正方形保护面积的中心。喷头轴线与液面 45° 锐角安装时（B<sub>2</sub> 喷头），瞄准点 E<sub>2</sub> 偏离喷头正方形保护面积中心，其距离为 0.25L<sub>b</sub>（L<sub>b</sub> 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，是 ISO 6183、NFPA 12 和 BS 5306 等推荐的方法。

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。

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

式中  $q$ ——灭火强度，(kg / m<sup>2</sup>)。

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，本规范不推荐采用这种方法。

### 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  $0.6\text{m}$ ，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：“一个基个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  $0.6\text{m}$  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 18 园刚焊制，钢架分为三层，距底分别是为  $0.4\text{m}$ 、 $0.9\text{m}$  和  $1.4\text{m}$ 。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  $2.08\text{m}$ ，宽为  $1.04\text{m}$  的钢制屏封。把水槽四周全部围起来共需 8 块屏封，试验时根据预定  $A_p/A_t$  值决宽放置屏封块数。二氧化碳喷头布置在模型上方，灭火时间控制在  $20\text{s}$  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  $3150\text{KVA}$  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  $0.5 \text{min}$ ，计算灭火剂设计用量。试验用汽油引燃变压器油，预燃时间  $30 \text{s}$ ，试验结果，实际灭火时间为  $15 \text{s}$ ；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  $0.5 \text{m}$  以上的距离，就是说实体墙距火险危险物的距离都会接近  $0.6 \text{m}$  或大于  $0.6 \text{m}$ ，这是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大了许多，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** 原条文规定了管网计算的总原则，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，为管网计算提供出管道流量的数据。

仍需指出：计算流量主方法应灵活使用，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** 这是一般水力计算中确定管段计算长度的常规原则。

**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。

我国通过作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 系等效采用了 ISO6183 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** 本规定等效采用国际标准规定，并经试验验证。

ISO6183 规定：对高压系统，喷嘴入口最低压力取 1.4MPa；对低压系统，喷嘴入口最低压力。

**4.0.7A** 本条规定等效采用 ISO6183 规定。

**4.0.9** 本条规定等效采用 IS06183 和 NFPA12 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 NFPA12。

**4.0.9A** 本条依据 IS06183 和 BS5306: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 IS06183 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 IS06183 和 BS5306:pt4 制定。BS5306:pt4 指出：对低压装置，在完成喷射以后，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当予以计数，并加入到所要求的二氧化碳总量之中。但是，IS06183 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  $M_r$  计数式式基于以下认识：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  $M_r$  的计数式就应该是公式 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** 本条规定了高压二氧化碳灭火系统储存装置的组成。储存容器用以储存二氧化碳灭火剂，容器阀用以控制灭火剂释放，单向阀用于防止灭火剂回流，集流管用于汇集从各储存容器放出的灭火剂再送入管网。

在储存容器或容器阀上设置安全泄压装置，是为了防止意外情况出现时，储存容器的压力超过允许的最高压力而引起事故，以确保设备和人身安全。

目前应用的储存容器工作压力为 15MPa，强度试验压力为 22.5MPa。因此规定泄压装置的动作压力应为  $19 \pm 0.95$ MPa。

国家现行《气瓶安全监察规程》对充装二氧化碳的气瓶规定了两个工作压力：15MPa 和 20MPa，各自的充装系数分别为不大于 0.60kg/L 和 0.74kg/L。

ISO6183 规定：如果高压容器的储存温度低于 0℃或高于 49℃，对变化的流量应采用特殊的补偿办法。本规范依据 ISO6183 中的规定确定了储存装置的环境温度。

**5.1.1A** 本条规定了低压系统储存装置的组成。储存容器用于储存二氧化碳灭火剂，容器阀用于控制灭火剂释放。压力表用于观察储存容器内压力。压力报警装置用于当储存容器内二氧化碳的压力不在正常范围内时发出警报，提醒人们及时检查和维修。制冷装置用于维持二氧化碳灭火剂的储存温度在-18℃左右。

1 现行国家标准 GB150《钢制压力容器》、《压力容器安全技术监察规程》中要求压力容器设安全泄压装置，且应实行定期检验制度。消防设备需长期不间断地对防护区或保护对象进行保护，安全泄压装置又是容器安全运行必需的部件，设置两套安全泄压装置的目的就是其中一个进行检验或出现故障进行更换时，另一个能对容器的安全运行起到保护作用。

ISO6183 规定：“低压容器的设计应使容器内二氧化碳温度维持在 $-18^{\pm 2}$ ℃温度下，压力大约在 20bar (2.0MPa)……。在低压容器上应安装一个超压报警器。这种报警器应在安全阀动作之前可靠地报警。”在-16℃时，二氧化碳的饱和蒸气压力为 2.22MPa，其超压报警压力不会低于此值。NFPA12 中规定：每个压力容器应装设一个高、低压监视装置，其设定值约为 315psi (2.172MPa) 和 250psi (1.724MPa)。BS5036: pt4 要求容器设高、低压监视装置，其高、低压报警设定值为 2.2MPa 和 1.8MPa。综合以上三个国外规范，本规范高、低压报警压力设定值按 BS5036: pt4 取值。即高压报警压力设定值为 2.2MPa，低压报警压力设定值为 1.8MPa。

这样，压力容器上设置的安全泄压装置的动作压力不得低于 2.2MPa，为了减少和避免泄压装置频繁启动，当高压报警后，应留有充足的时间进行故障排除和人为泄压，同时考虑到仪表的误差（仪表的误差以仪表精度为 1.5 级，满量程为 4.0MPa 的仪表为参考），安全泄压装置的最低动作压力为 2.26MPa。GB12241《安全阀一般要求》规定安全阀整定压力为（开启压力）偏差为±3%。GB567《拱形金属爆破片技术条件》规定爆破压力允差为标定爆破压力的±5%，取安全泄压装置的允差为动作压力的±5%。这样，确定安全泄压装置的动作压力为  $2.38 \pm 0.12$ MPa。

GB150《钢制压力容器》、《压力容器安全技术监察规程》中要求容器的设计压力不得小于安全泄压装置的动作压力与制造范围正偏差之和，所以要求储存容器的设计压力不应小于 2.5MPa。

2 国家现行《压力容器安全技术监察规程》是压力容器安全技术监督的法规，其中对充装液化气体的容器的装量系数作出了规定。对于-18℃时的液体二氧化碳，其装量系数一般取 0.9，但不大于 0.95。

3 低压系统中由于储存容器仅为一个，即使设置备用储存容器的系统，在系统实施灭火时其工作的储存容器也是一个。在保护多个防护区或具体保护对象时，其灭火剂需要量不一定相等，甚至相差很大，如果容器阀开启后不能关闭，不但会造成不必要的浪费，还会引起周围区域二氧化碳浓度过高，带来不安全因素。同时，BS5306: pt4 中对低压系统备用设置提出可增加容器容量或提供备用储存容器两种方式。这样，容器阀在喷出所要求的二氧化碳量后自动关闭，使增加容器容量这一简便、经济的备用设置方式就成为可能。再者，ISO6183 中也规定：“在低压系统中，其容器阀应自动地打开，并且在喷出所要求的二氧化碳量之后，自动地关闭。”

4 储存装置应采取良好的绝热措施，远离热源是为了防止环境温度和外界因素改变，引起容器内二氧化碳储存温度升高过快，影响储存装置安全经济地运行。

低压系统的储存容器，一经定位一般不再移动，也不便于移动。其再充装不像高压系统，把储存容器卸下运到二氧化碳生产厂家充装，而是用槽车把二氧化碳运来现场充装，所以低压系统储存容器的放置位置应便于再充装。

环境温度长期低于-23℃时，其内部的压力将低于 1.8MPa，影响系统正常释放，其容器内部应设加热设备。环境温度过高，使其制冷装置的工作时间加长，其装置的运行将是不经济的。因而规定环境温度在-23~49℃温度范围内，温度越低，其储存装置的运行越安全和比较经济。

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 设置检漏装置是为了检查储存容器内灭火剂的泄漏情况，避免因泄漏过多在火灾发生时影响灭火效果。规定储存容器内灭火剂泄漏量达到 10%时应及时补充或更换，系等效采用 NFPA12。

NFPA12 规定：如果在某个时候，容器内灭火剂损失超过净重的 10%，必须重新灌装或替换。

本条仅把原条款中“称重”十字删除。为的是使现条款既适用于高压系统，也适用于低压系统。高压系统检漏用称重法，低压系统检漏既可用称重法也可用液位计法。

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 储存装置设置在专用的储存容器间内，是为了便于管理及安全。

1 储存间靠近防火区，可减少管道长度、减少压力损失。为了值班人员、工作人员的安全，要求出口应直接通向室外或疏散通道。

2 储存间的耐火等级不应低于二级的防火要求，与《建筑设计防火规范》对消防水泵房的要求等同。

3 储存间保持干燥，可避免容器、管道及电气仪表等因潮湿而锈蚀。通风良好则可避免因检修或灭火剂泄漏造成储存间浓度过高而对人身造成危害。

4 对只能设在地下室的储存间，只有设置机械排风装置才能达到上述要求。

此条仅把原条款“室内温度为 0~49℃”删除，这是为了使现条款同时适用于高压系统和低压系统。

局部应用系统的储存装置往往就设置在保护对象的附近。为了安全也应将储存装置设置在固定的围栏内，围栏应是防火材料制成。

## 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的管道上应设一个选择阀。在火灾发生时，可以有选择地打开出现火情的防护区或保护对象的管道上的选择阀喷射灭火剂灭火。选择阀上设标明防护区或保护对象的铭牌是防止操作时出现差错。

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 VdS2093 的规定，VdS2093 给出低压系统阀门工作压力为 2.5MPa。

5.2.3 在灭火系统动作时，如果选择阀滞后打开就会引起选择阀和集流管承受水锤作用而出现超压，所以明确规定选择阀在容器阀动作前或同时打开。

**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 ISO6183。ISO6183 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** ISO6183 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“喷头作业等场所”，所以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它外部污染场所。

### 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 ISO6183。ISO6183 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 GB8163《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 BS5306: 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《冷拔和冷轧精密无缝钢管》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，帮现条款改为采用《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、蒸汽或粉尘时，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。ISO6183 规定：“管网系统应该有膨胀和收缩的预定间隙。” BS5306: 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。ISO6183 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。

**5.3.3** 本条系参照 ISO6183 和 BS5306: pt4 制定的。ISO6183 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”。BS5306: 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  $2.4 \pm 0.12\text{MPa}$  时动作。对高压系统，这样的装置应设计成在  $15 \pm 0.75\text{MPa}$  时动作”。由于本规范确定低压系统中选择阀的工作压力为  $2.5\text{MPa}$ ，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  $2.38 \pm 0.12\text{MPa}$ 。

## 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”，是指只有当二种不同类型或二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。

**6.0.4** 二氧化碳灭火系统的释放机构可以是电动、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二只。

**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。

## 7 安全要求

**7.0.1** 本条规定在每个防护区内设置火灾报警信号，其目的在于提醒防护区的人员迅速撤离防护区，以免受到火灾或灭火剂的危害。

二氧化碳灭火系统释放灭火剂有一个延时时间，在火灾报警信号和灭火系统释放之间一般有 20~30s 的时间间隔，这给防护区内的人员提供了撤离的时间以及判断防护区的火灾是否可以用手提式灭火器扑灭，而不必启动二氧化碳灭火系统。如果防护区内的人员发现火灾很小，就没有必要启动灭火系统，可将灭火系统启动控制部分切断。

在特殊场所增设光报警器，如环境噪音在 80dB 以上，人们不易分辨出报警声信号的场所。

本条规定必须有手动切除报警信号的操作机构，是为了防止误报，也是为了在人们已获知火灾信号或已投入扑救火灾时，无须报警信号，特别是声报警信号的情况下应能手动切除。

**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、水蒸汽、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  $100\Omega$  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， $1\text{kg}$  二氧化碳的电荷可达  $0.01\sim 30\mu\text{V}$  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 NFPA12 标准要求排风扇入口设在离地面高度  $46\text{cm}$  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，污染其它环境。自动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** 当防护区内一旦发生火灾而施放二氧化碳灭火剂，防护区内的二氧化碳会对人员产生危害。此时人员不应留在或进入防护区。但是，由于各种特殊原因，人员必须进去抢救被困在里面的人员或去查看灭火情况，因此，为了保证人员安全，本条关于设置专用的空气呼吸器或氧气呼吸器是完全必要的。