

UDC

中华人民共和国国家标准

GB50370-2005

气体灭火系统设计规范

Code for design of gas
fire extinguishing systems

2006-03-01 发布

2006-05-01 实施

中华人民共和国建设部
国家质量技术监督检验检疫总局

前 言

本规范是根据建设部建标[2002]26号文《二〇〇一~二〇〇二年度工程建设国家标准制定、修订计划》要求，由公安部消防局组织公安部天津消防研究所会同有关单位共同编制完成的。

在编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国气体灭火系统研究、生产、设计和使用的科研成果及工程实践经验，参考了相关国际标准及美、日、德等发达国家的相关标准，进行了有关基础性实验及工程应用实验研究。广泛征求了设计、科研、制造、施工、大专院校、消防监督等部门和单位的意见，最后经专家审查，由有关部门定稿。

本规范共分六章和八个附录，内容包括：总则、术语和符号、设计要求、系统组件、操作与控制、安全要求等。其中黑体字为强制性条文。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释，公安部负责具体管理，公安部天津消防研究所负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本规范过程中，注意总结经验、积累资料，并及时把意见和有关资料寄本规范管理组(公安部天津消防研究所，地址：天津市南开区卫津南路 110 号，邮编 300381)，以供今后修订参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人名单：

主编单位

公安部天津消防研究所

参编单位

国家固定灭火系统及耐火构件质量监督检验中心

北京城建设计研究总院

中国铁道科学研究院

深圳因特安全技术有限公司

中国移动通信集团公司

陕西省公安消防总队

深圳市公安局消防局

广东胜捷消防企业集团

浙江蓝天环保科技股份有限公司

杭州新纪元消防科技有限公司

西安坚瑞化工有限责任公司

主要起草人:

东靖飞 谢德隆 杜兰萍 刘连喜 李根敬

宋 波 许春元 刘跃红 伍建许 王宝伟

万 旭 李深梁 常 欣 王元荣 靳玉广

郭鸿宝 陆 曦

目 次

1. 总 则	1
2. 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	3
3. 设计要求	6
3.1 一般规定	6
3.2 系统设置	7
3.3 七氟丙烷灭火系统	8
3.4 IG541 混合气体灭火系统	13
3.5 热气溶胶预制灭火系统	17
4. 系统组件	19
4.1 一般规定	19
4.2 七氟丙烷灭火系统组件专用要求	20
4.3 IG541 混合气体灭火系统组件专用要求	21
4.4 热气溶胶预制灭火系统组件专用要求	21
5. 操作与控制	22
6. 安全要求	23
附录 A 灭火浓度和惰化浓度	24
附录 B 海拔高度修正系数	26
附录 C 七氟丙烷灭火系统喷头等效孔口单位面积喷射率	27
附录 D 喷头规格和等效孔口面积	29
附录 E IG541 系统管道压力系数和密度系数	30
附录 F IG541 混合气体灭火系统喷头等效孔口单位面积喷射率	32
附录 G 无毒性反应(NOEL)、有毒性反应(LOEL)浓度和灭火剂 技术性能	34
规范用词说明	35

1. 总 则

1.0.1 为合理设计气体灭火系统，减少火灾危害，保护人身和财产的安全，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建、扩建的工业和民用建筑中设置的七氟丙烷、IG541 混合气体和热气溶胶全淹没灭火系统的设计。

1.0.3 气体灭火系统的设计，应遵循国家有关方针和政策，做到安全可靠，技术先进，经济合理。

1.0.4 设计采用的系统产品及组件，必须符合国家有关标准和规定的要求。

1.0.5 气体灭火系统设计，除应符合本规范外，还应符合国家现行有关标准的规定。

2. 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 防护区 Protected area

满足全淹没灭火系统要求的有限封闭空间。

2.1.2 全淹没灭火系统 Total flooding extinguishing system

在规定的时间内，向防护区喷放设计规定用量的灭火剂，并使其均匀地充满整个防护区的灭火系统。

2.1.3 管网灭火系统 Piping extinguishing system

按一定的应用条件进行设计计算，将灭火剂从储存装置经由干管支管输送至喷放组件实施喷放的灭火系统。

2.1.4 预制灭火系统 Pre-engineered systems

按一定的应用条件，将灭火剂储存装置和喷放组件等预先设计、组装成套且具有联动控制功能的灭火系统。

2.1.5 组合分配系统 Combined distribution systems

用一套气体灭火剂储存装置通过管网的选择分配，保护两个或两个以上防护区的灭火系统。

2.1.6 灭火浓度 Flame extinguishing concentration

在 101 KPa 大气压和规定的温度条件下，扑灭某种火灾所需气体灭火剂在空气中的最小体积百分比。

2.1.7 灭火密度 Flame extinguishing density

在 101 KPa 大气压和规定的温度条件下，扑灭单位容积内某种火灾所需固体热气溶胶发生剂的质量。

2.1.8 惰化浓度 Inerting concentration

有火源引入时，在 101 KPa 大气压和规定的温度条件下，能抑制空气中任意浓度的易燃可燃气体或易燃可燃液体蒸气的燃烧发生所需的气体灭火剂在空气中的最小体积百分比。

2.1.9 浸渍时间 Soaking time

在防护区内维持设计规定的灭火剂浓度，使火灾完全熄灭所需的时间。

2.1.10 泄压口 Pressure relief opening

灭火剂喷放时，防止防护区内压超过允许压强，泄放压力的开口。

2.1.11 过程中点 Course middle point

喷放过程中，当灭火剂喷出量为设计用量 50% 时的系统状态。

2.1.12 无毒性反应浓度 (NOAEL 浓度) NOAEL Concentration

观察不到由灭火剂毒性影响产生生理反应的灭火剂最大浓度。

2.1.13 有毒性反应浓度 (LOAEL 浓度) LOAEL Concentration

能观察到由灭火剂毒性影响产生生理反应的灭火剂最小浓度。

2.1.14 热气溶胶 Condensed fire extinguishing aerosol

由固体化学混合物(热气溶胶发生剂)经化学反应生成的具有灭火性质的气溶胶，包括 S 型热气溶胶、K 型热气溶胶和其它型热气溶胶。

2.2 符号

C_1	灭火设计浓度或惰化设计浓度
C_2	热气溶胶设计灭火密度
D	管道内径
F_c	喷头等效孔口面积
F_k	减压孔板孔口面积
F_x	泄压口面积
g	重力加速度
H	喷头高度相对“过程中点”时储存容器中液面的位差
K	海拔高度修正系数
K_v	容积修正系数
L	管道计算长度

n	储存容器的数量
N_d	流程中计算管段的数量
N_g	安装在计算支管下游的喷头数量
P_0	灭火剂储存容器充压(或增压)压力
P_1	减压孔板前压力
P_2	减压孔板后压力
P_c	喷头工作压力
P_f	围护结构承受内压的允许压强
P_h	高程压头
P_m	喷放“过程中点”储存容器内压力
Q	管道设计流量
Q_c	单个喷头的设计流量
Q_g	支管平均设计流量
Q_k	减压孔板设计流量
Q_w	主干管平均设计流量
Q_x	灭火剂在防护区的平均喷放速率
q_c	等效孔口单位面积喷射率
S	灭火剂过热蒸汽或灭火剂气体在 101KPa 大气压和防护区最低环境温度下的比容
T	防护区最低环境温度
t	灭火剂设计喷放时间
V	防护区的净容积
V_0	喷放前全部储存容器内的气相总容积(对 IG541 系统为全部储存容器的总容积)
V_1	减压孔板前管网管道容积
V_2	减压孔板后管网管道容积
V_b	储存容器的容量

V_p	管网的管道内容积
W	灭火设计用量
W_0	系统储存量
W_s	系统灭火剂剩余量
Y_1	计算管段始端压力系数
Y_2	计算管段末端压力系数
Z_1	计算管段始端密度系数
Z_2	计算管段末端密度系数
γ	七氟丙烷液体密度
d	落压比
η	充装量
m_k	减压孔板流量系数
ΔP	计算管段阻力损失
ΔW_1	储存容器内的灭火剂剩余量
ΔW_2	管道内的灭火剂剩余量

3. 设计要求

3.1 一般规定

3.1.1 采用气体灭火系统保护的防护区，其灭火剂设计用量，应根据防护区内可燃物相应的灭火设计浓度或惰化设计浓度经计算确定。

3.1.2 有爆炸危险的气体、液体类火灾的防护区，应采用惰化设计浓度；无爆炸危险的气体、液体类火灾和固体类火灾的防护区，应采用灭火设计浓度。

3.1.3 几种可燃物共存或混合时，灭火设计浓度或惰化设计浓度，应按其中最大的灭火设计浓度或惰化设计浓度确定。

3.1.4 两个或两个以上的防护区采用组合分配系统时，一个组合分配系统所保护的防护区不应超过 8 个。

3.1.5 组合分配系统的灭火剂储存量，应按储存量最大的防护区确定。

3.1.6 灭火系统的灭火剂储存量，应为防护区设计用量与储存容器的剩余量和管网内的剩余量之和。

3.1.7 灭火系统的储存装置 72 小时内不能重新充装恢复工作的，应按系统原储存量的 100% 设置备用量。

3.1.8 灭火系统的设计温度，应采用 20℃。

3.1.9 同一集流管上的储存容器，其规格、充压压力和充装量应相同。

3.1.10 同一防护区，当设计两套或三套管网时，集流管可分别设置，系统启动装置必须共用。各管网上喷头流量均应按同一灭火设计浓度、同一喷放时间进行设计。

3.1.11 管网上不应采用四通管件进行分流。

3.1.12 喷头的保护高度和保护半径，应符合下列规定：

- 1 最大保护高度不宜大于 6.5m；
- 2 最小保护高度不应小于 0.3 m；
- 3 喷头安装高度小于 1.5 m 时，保护半径不宜大于 4.5

m;

4 喷头安装高度不小于 1.5m 时,保护半径不应大于 7.5 m。

3.1.13 喷头宜贴近防护区顶面安装,距顶面的最大距离不宜大于 0.5 m。

3.1.14 一个防护区设置的预制灭火系统,其装置数量不宜超过 10 台。

3.1.15 同一防护区内的预制灭火系统装置多于 1 台时,必须能同时启动,其动作响应时差不得大于 2 s。

3.1.16 单台热气溶胶预制灭火系统装置的保护容积不应大于 160 m³;设置多台装置时,其相互间的距离不得大于 10 m。

3.1.17 采用热气溶胶预制灭火系统的防护区,其高度不宜大于 6.0 m。

3.1.18 热气溶胶预制灭火系统装置的喷口宜高于防护区地面 2.0 m。

3.2 系统设置

3.2.1 气体灭火系统适用于扑救下列火灾:

- 1 电气火灾;
- 2 固体表面火灾;
- 3 液体火灾;
- 4 灭火前能切断气源的气体火灾。

注:除电缆隧道(夹层、井)及自备发电机房外,K 型和其它型热气溶胶预制灭火系统不得用于其它电气火灾。

3.2.2 气体灭火系统不适用于扑救下列火灾:

- 1 硝化纤维、硝酸钠等氧化剂或含氧化剂的化学制品火灾;
- 2 钾、镁、钠、钛、锆、铀等活泼金属火灾;
- 3 氢化钾、氢化钠等金属氢化物火灾;
- 4 过氧化氢、联胺等能自行分解的化学物质火灾。
- 5 可燃固体物质的深位火灾。

3.2.3 热气溶胶预制灭火系统不应设置在人员密集场所、有爆炸危险性的场所及有超净要求的场所。K 型及其他型热

气溶胶预制灭火系统不得用于电子计算机房、通讯机房等场所。

3.2.4 防护区划分应符合下列规定：

1 防护区宜以单个封闭空间划分；同一区间的吊顶层和地板下需同时保护时，可合为一个防护区；

2 采用管网灭火系统时，一个防护区的面积不宜大于800m²，且容积不宜大于3600m³；

3 采用预制灭火系统时，一个防护区的面积不宜大于500m²，且容积不宜大于1600m³。

3.2.5 防护区围护结构及门窗的耐火极限均不宜低于0.5h；吊顶的耐火极限不宜低于0.25h。

3.2.6 防护区围护结构承受内压的允许压强，不宜低于1200Pa。

3.2.7 防护区应设置泄压口，七氟丙烷灭火系统的泄压口应位于防护区净高的2/3以上。

3.2.8 防护区设置的泄压口，宜设在外墙上。泄压口面积按相应气体灭火系统设计规定计算。

3.2.9 喷放灭火剂前，防护区内除泄压口外的开口应能自行关闭。

3.2.10 防护区的最低环境温度不应低于-10℃。

3.3 七氟丙烷灭火系统

3.3.1 七氟丙烷灭火系统的灭火设计浓度不应小于灭火浓度的1.3倍，惰化设计浓度不应小于惰化浓度的1.1倍。

3.3.2 固体表面火灾的灭火浓度为5.8%，其它灭火浓度可按本规范附录A中附表A-1的规定取值，惰化浓度可按本规范附录A中附表A-2的规定取值。本规范附录A中未列出的，应经试验确定。

3.3.3 图书、档案、票据和文物资料库等防护区，灭火设计浓度宜采用10%。

3.3.4 油浸变压器室、带油开关的配电室和自备发电机房等防护区，灭火设计浓度宜采用9%。

3.3.5 通讯机房和电子计算机房等防护区，灭火设计浓度

宜采用 8%。

3.3.6 防护区实际应用的浓度不应大于灭火设计浓度的 1.1 倍。

3.3.7 在通讯机房和电子计算机房等防护区，设计喷放时间不应大于 8s；在其它防护区，设计喷放时间不应大于 10s。

3.3.8 灭火浸渍时间应符合下列规定：

- 1 木材、纸张、织物等固体表面火灾，宜采用 20min；
- 2 通讯机房、电子计算机房内的电气设备火灾，应采用 5min；
- 3 其它固体表面火灾，宜采用 10 min；
- 4 气体和液体火灾，不应小于 1 min。

3.3.9 七氟丙烷灭火系统应采用氮气增压输送。氮气的含水量不应大于 0.006%。

储存容器的增压压力宜分为三级，并应符合下列规定：

- 1 一级 2.5+0.1MPa(表压)；
- 2 二级 4.2+0.1MPa(表压)；
- 3 三级 5.6+0.1MPa(表压)。

3.3.10 七氟丙烷单位容积的充装量应符合下列规定：

- 1 一级增压储存容器，不应大于 1120kg/m³；
- 2 二级增压焊接结构储存容器，不应大于 950kg/m³；
- 3 二级增压无缝结构储存容器，不应大于 1120kg/m³；
- 4 三级增压储存容器，不应大于 1080kg/m³。

3.3.11 管网的管道内容积，不应大于流经该管网的七氟丙烷储存量体积的 80%。

3.3.12 管网布置宜设计为均衡系统，并应符合下列规定：

- 1 喷头设计流量应相等；
- 2 管网的第 1 分流点至各喷头的管道阻力损失，其相互间的最大差值不应大于 20%。

3.3.13 防护区的泄压口面积，宜按下式计算：

$$F_x = 0.15 \frac{Q_x}{\sqrt{P_f}} \quad (3.3.13)$$

式中 F_x —— 泄压口面积(m²)；

Q_x —— 灭火剂在防护区的平均喷放速率(kg/s)；

P_f —— 围护结构承受内压的允许压强(Pa)。

3.3.14 设计用量应符合下列规定：

1 防护区灭火设计用量或惰化设计用量应按下式计算：

$$W = K \frac{V \cdot C_1}{S (100 - C_1)} \quad (3.3.14-1)$$

式中 W —— 灭火设计用量(kg)；

C_1 —— 灭火设计浓度或惰化设计浓度(%)；

S —— 灭火剂过热蒸汽在 101KPa 大气压和防护区最低环境温度下的比容(m³/kg)；

V —— 防护区的净容积(m³)；

K —— 海拔高度修正系数，可按本规范附录 B 的规定取值。

2 灭火剂过热蒸汽在 101KPa 大气压和防护区最低环境温度下的比容，应按下式计算：

$$S = K_1 + K_2 T \quad (3.3.14-2)$$

式中 T —— 防护区最低环境温度(°C)；

K_1 —— 0.1269；

K_2 —— 0.000513。

3 系统储存量应按下式计算：

$$W_0 = W + \Delta W_1 + \Delta W_2 \quad (3.3.14-3)$$

式中 W_0 —— 系统储存量(kg)；

ΔW_1 —— 储存容器内的灭火剂剩余量(kg)；

ΔW_2 —— 管道内的灭火剂剩余量(kg)。

4 储存容器内的剩余量，可按储存容器内引升管管口以下的容器容积量换算。

5 均衡管网和只含一个封闭空间的非均衡管网，其管网内的剩余量均可不计。

防护区中含两个或两个以上封闭空间的非均衡管网，其管网内的剩余量，可按各支管与最短支管之间长度差值的容积量计算。

3.3.15 管网计算应符合下列规定:

1 管网计算时,各管道中灭火剂的流量,宜采用平均设计流量。

2 主干管平均设计流量,应按下式计算:

$$Q_w = \frac{W}{t} \quad (3.3.15-1)$$

式中 Q_w —— 主干管平均设计流量(kg/s);

t —— 灭火剂设计喷放时间(s)。

3 支管平均设计流量,应按下式计算:

$$Q_g = \sum_1^{N_g} Q_c \quad (3.3.15-2)$$

式中 Q_g —— 支管平均设计流量(kg/s);

N_g —— 安装在计算支管下游的喷头数量(个);

Q_c —— 单个喷头的设计流量(kg/s)。

4 管网阻力损失宜采用过程中点时储存容器内压力和平均流量进行计算。

5 过程中点时储存容器内压力,宜按下式计算:

$$P_m = \frac{P_0 V_0}{V_0 + \frac{W}{2\gamma} + V_p} \quad (3.3.15-3)$$

$$V_0 = nV_b \left(1 - \frac{\eta}{\gamma}\right) \quad (3.3.15-4)$$

式中 P_m —— 过程中点时储存容器内压力(MPa,绝对压力);

P_0 —— 灭火剂储存容器增压压力(MPa,绝对压力);

V_0 —— 喷放前,全部储存容器内的气相总容积(m^3);

γ —— 七氟丙烷液体密度(kg/m^3), 20℃时为 1407 kg/m^3 ;

V_p —— 管网管道的内容积(m^3);
 n —— 储存容器的数量(个);
 V_b —— 储存容器的容量(m^3);
 η —— 充装量(kg/m^3)。

6 管网的阻力损失应根据管道种类确定。当采用镀锌钢管时, 其阻力损失可按下式计算:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{5.75 \times 10^5 Q^2}{(1.74 + 2 \times \lg \frac{D}{0.12})^2 D^5} \quad (3.3.15-5)$$

式中 ΔP —— 计算管段阻力损失(MPa);
 L —— 管道计算长度(m), (为计算管段中沿程长度与局部损失当量长度之和);
 Q —— 管道设计流量(kg/s);
 D —— 管道内径(mm)。

7 初选管径, 可按管道平均流量, 参照下列公式计算:
 当 $Q \leq 6.0kg/s$ 时,

$$D = 12 \sim 20\sqrt{Q}; \quad (3.3.15-6)$$

当 $6.0kg/s < Q < 160.0kg/s$ 时,

$$D = 8 \sim 16\sqrt{Q}; \quad (3.3.15-7)$$

8 喷头工作压力应按下式计算:

$$P_c = P_m - \sum_1^{N_d} \Delta P \pm P_h \quad (3.3.15-8)$$

式中 P_c —— 喷头工作压力(MPa, 绝对压力);

$\sum_1^{N_d} \Delta P$ —— 系统流程阻力总损失(MPa);

N_d —— 流程中计算管段的数量;

P_h —— 高程压头(MPa)。

9 高程压头, 应按下式计算:

$$P_h = 10^{-6} \gamma H \cdot g \quad (3.3.15-9)$$

式中 H —— 过程中点时, 喷头高度相对储存容器内液面的位差(m);
 g —— 重力加速度(m/s^2)

3.3.16 七氟丙烷气体灭火系统的喷头工作压力的计算结果, 应符合下列规定:

- 1 一级增压储存容器的系统 $P_c \geq 0.6$ (MPa, 绝对压力);
二级增压储存容器的系统 $P_c \geq 0.7$ (MPa, 绝对压力);
三级增压储存容器的系统 $P_c \geq 0.8$ (MPa, 绝对压力)。

- 2 $P_c \geq \frac{P_m}{2}$ (MPa, 绝对压力)。

3.3.17 喷头等效孔口面积应按下列式计算:

$$F_c = \frac{Q_c}{q_c} \quad (3.3.17)$$

式中 F_c —— 喷头等效孔口面积(cm^2);
 q_c —— 等效孔口单位面积喷射率[(kg/s)/ cm^2],
可按本规范附录 C 采用。

3.3.18 喷头规格的实际孔口面积, 由储存容器的增压压力与喷头孔口结构等因素决定, 并经试验确定。喷头规格应符合本规范附录 D 的规定。

3.4 IG541 混合气体灭火系统

3.4.1 IG541 混合气体灭火系统的灭火设计浓度不应小于灭火浓度的 1.3 倍, 惰化设计浓度不应小于灭火浓度的 1.1 倍。

3.4.2 固体表面火灾的灭火浓度为 28.1%, 其它灭火浓度可按本规范附录 A 中附表 A-3 的规定取值, 惰化浓度可按本规范附录 A 中附表 A-4 的规定取值。本规范附录 A 中未列出的, 应经试验确定。

3.4.3 当 IG541 混合气体灭火剂喷放至设计用量的 95% 时, 喷放时间不应大于 60s 且不应小于 48 s。

3.4.4 灭火浸渍时间应符合下列规定:

- 1 木材、纸张、织物等固体表面火灾，宜采用 20min；
- 2 通讯机房、电子计算机房内的电气设备火灾，宜采用 10 min；
- 3 其它固体表面火灾，宜采用 10 min。

3.4.5 储存容器充装量应符合下列规定：

- 1 一级充压，20℃，充装压力为 15.0MPa(表压)时，其充装量应为 211.15kg/m³；
- 2 二级充压，20℃，充装压力为 20.0MPa(表压)时，其充装量应为 281.06kg/m³。

3.4.6 防护区的泄压口面积，宜按下式计算：

$$F_x = 1.1 \frac{Q_x}{\sqrt{P_f}} \quad (3.4.6)$$

式中 F_x —— 泄压口面积(m²)；

Q_x —— 灭火剂在防护区的平均喷放速率(kg/s)；

P_f —— 围护结构承受内压的允许压强(Pa)。

3.4.7 设计用量应符合下列规定：

1 防护区灭火设计用量或惰化设计用量应按下式计算：

$$W = K \frac{V}{S} \ln\left(\frac{100}{100 - C_1}\right) \quad (3.4.7-1)$$

式中 W —— 灭火设计用量(kg)；

C_1 —— 灭火设计浓度或惰化设计浓度(%)；

V —— 防护区净容积(m³)；

S —— 灭火剂气体在 101KPa 大气压和防护区最低环境温度下的比容(m³/kg)；

K —— 海拔高度修正系数，可按本规范附录 B 的规定取值。

2 灭火剂气体在 101KPa 大气压和防护区最低环境温度下的比容，应按下式计算：

$$S = K_1 + K_2 T \quad (3.4.7-2)$$

式中 T —— 防护区最低环境温度(℃)；

K_1 —— 0.6575;

K_2 —— 0.0024。

3 系统灭火剂储存量，应为防护区灭火设计用量及系统灭火剂剩余量之和，系统灭火剂剩余量应按下列式计算：

$$W_s \geq 2.7V_0 + 2.0V_p \quad (3.4.7-3)$$

式中 W_s —— 系统灭火剂剩余量(kg)；

V_0 —— 系统全部储存容器的总容积(m³)；

V_p —— 系统管网管道容积(m³)。

3.4.8 管网计算应符合下列规定：

1 管道流量宜采用平均设计流量。

主管、支管的平均设计流量，应按下列公式计算：

$$Q_w = \frac{0.95W}{t} \quad (3.4.8-1)$$

$$Q_g = \sum_1^{N_g} Q_c \quad (3.4.8-2)$$

式中 Q_w —— 主管平均设计流量(kg/s)；

t —— 灭火剂设计喷放时间(s)；

Q_g —— 支管平均设计流量(kg/s)；

N_g —— 安装在计算支管下游的喷头数量(个)；

Q_c —— 单个喷头的平均设计流量(kg/s)。

2 管道内径宜按下式计算：

$$D = 24 \sim 36\sqrt{Q} \quad (3.4.8-3)$$

式中 D —— 管道内径(mm)；

Q —— 管道平均设计流量(kg/s)。

3 灭火剂释放时，管网应进行减压。减压装置宜采用减压孔板。减压孔板宜设在系统的源头或主管入口处。

4 减压孔板前的压力，应按下列式计算：

$$P_1 = P_0 \left(\frac{0.525V_0}{V_0 + V_1 + 0.4V_2} \right)^{1.45} \quad (3.4.8-4)$$

式中 P_1 ——减压孔板前的压力(MPa, 绝对压力);
 P_0 ——灭火剂储存容器充压压力(MPa, 绝对压力);
 V_0 ——系统全部储存容器的总容积(m^3);
 V_1 ——减压孔板前管网管道容积(m^3);
 V_2 ——减压孔板后管网管道容积(m^3)。

5 减压孔板后的压力, 应按下列式计算:

$$P_2 = d \cdot P_1 \quad (3.4.8-5)$$

式中 P_2 ——减压孔板后的压力(MPa, 绝对压力);
 d ——落压比(临界落压比: $d=0.52$)。一级充压(15MPa)的系统, 可在 $d=0.52\sim 0.60$ 中选用; 二级充压(20MPa)的系统, 可在 $d=0.52\sim 0.55$ 中选用。

6 减压孔板孔口面积, 宜按下列式计算:

$$F_k = \frac{Q_k}{0.95m_k P_1 \sqrt{d^{1.38} - d^{1.69}}} \quad (3.4.8-6)$$

式中 F_k ——减压孔板孔口面积(cm^2);
 Q_k ——减压孔板设计流量(kg/s);
 m_k ——减压孔板流量系数。

7 系统的阻力损失宜从减压孔板后算起, 并按下列公式计算, 压力系数和密度系数, 应依据计算点压力按本规范附录 E 确定。

$$Y_2 = Y_1 + A \cdot L \cdot Q^2 + B(Z_2 - Z_1)Q^2 \quad (3.4.8-7)$$

$$A = \frac{1}{0.242 \times 10^{-8} D^{5.25}} \quad (3.4.8-8)$$

$$B = \frac{1.653 \times 10^7}{D^4} \quad (3.4.8-9)$$

式中 Q ——管道设计流量(kg/s);
 L ——计算管段长度(m);
 D ——管道内径(mm);
 Y_1 ——计算管段始端压力系数($10^{-1}\text{MPa} \cdot \text{kg}/\text{m}^3$);
 Y_2 ——计算管段末端压力系数($10^{-1}\text{MPa} \cdot \text{kg}/\text{m}^3$);
 Z_1 ——计算管段始端密度系数;
 Z_2 ——计算管段末端密度系数。

3.4.9 IG541 混合气体灭火系统的喷头工作压力的计算结果,应符合下列规定:

- 1 一级充压(15MPa)系统, $P_c \geq 2.0$ (MPa, 绝对压力);
- 2 二级充压(20MPa)系统, $P_c \geq 2.1$ (MPa, 绝对压力)。

3.4.10 喷头等效孔口面积,应按下式计算:

$$F_c = \frac{Q_c}{q_c} \quad (3.4.10)$$

式中 F_c ——喷头等效孔口面积(cm^2);
 q_c ——等效孔口面积单位喷射率[$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{cm}^2)$],
可按本规范附录 F 采用。

3.4.11 喷头规格的实际孔口面积,应有试验确定,喷头规格应符合本规范附录 D 的规定。

3.5 热气溶胶预制灭火系统

3.5.1 热气溶胶预制灭火系统的灭火设计密度不应小于灭火密度的 1.3 倍。

3.5.2 S 型和 K 型热气溶胶灭固体表面火灾的灭火密度为 $100\text{g}/\text{m}^3$ 。

3.5.3 通讯机房和电子计算机房等场所的电气设备火灾, S 型热气溶胶的灭火设计密度不应小于 $130\text{g}/\text{m}^3$ 。

3.5.4 电缆隧道(夹层、井)及自备发电机房火灾, S 型和 K 型热气溶胶的灭火设计密度不应小于 $140\text{g}/\text{m}^3$ 。

3.5.5 在通讯机房、电子计算机房等防护区,灭火剂喷放时间不应大于 90s, 喷口温度不应大于 150°C ; 在其他防护区,

喷放时间不应大于 120s, 喷口温度不应大于 180℃。

3.5.6 S型和K型热气溶胶对其他可燃物的灭火密度应经试验确定。

3.5.7 其他型热气溶胶的灭火密度应经试验确定。

3.5.8 灭火浸渍时间应符合下列规定：

- 1 木材、纸张、织物等固体表面火灾，应采用 20min；
- 2 通讯机房、电子计算机房等防护区火灾及其它固体表面火灾，应采用 10min。

3.5.9 设计用量应按下列公式计算：

$$W = C_2 \cdot K_v \cdot V \quad (3.5.9)$$

式中 W —— 灭火剂设计用量(kg)；

C_2 —— 灭火设计密度(kg/m³)；

V —— 防护区净容积(m³)；

K_v —— 容积修正系数。 $V < 500\text{m}^3$, $K_v = 1.0$ ；
 $500\text{m}^3 \leq V < 1000\text{m}^3$, $K_v = 1.1$ ； $V \geq 1000\text{m}^3$, $K_v = 1.2$ 。

4. 系统组件

4.1 一般规定

4.1.1 储存装置应符合下列规定：

1 管网系统的储存装置应由储存容器、容器阀和集流管等组成；七氟丙烷和 IG541 预制灭火系统的储存装置，应由储存容器、容器阀等组成；热气溶胶预制灭火系统的储存装置应由发生剂罐、引发器和保护箱(壳)体等组成。

2 容器阀和集流管之间应采用挠性连接。储存容器和集流管应采用支架固定。

3 储存装置上应设耐久的固定铭牌，并应标明每个容器的编号、容积、皮重、灭火剂名称、充装量、充装日期和充压压力等。

4 管网灭火系统的储存装置宜设在专用储瓶间内。储瓶间宜靠近防护区，并应符合建筑物耐火等级不低于二级的有关规定及有关压力容器存放的规定，且应有直接通向室外或疏散走道的出口。储瓶间和设置预制灭火系统的防护区的环境温度应为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

5 储存装置的布置，应便于操作、维修及避免阳光照射。操作面距墙面或两操作面之间的距离，不宜小于 1.0 m，且不应小于储存容器外径的 1.5 倍。

4.1.2 储存容器、驱动气体储瓶的设计与使用应符合国家现行《气瓶安全监察规程》及《压力容器安全技术监察规程》的规定。

4.1.3 储存装置的储存容器与其它组件的公称工作压力，不应小于在最高环境温度下所承受的工作压力。

4.1.4 在储存容器或容器阀上，应设安全泄压装置和压力表。组合分配系统的集流管，应设安全泄压装置。安全泄压装置的动作压力，应符合相应气体灭火系统的设计规定。

4.1.5 在通向每个防护区的灭火系统主管道上，应设压力讯号器或流量讯号器。

4.1.6 组合分配系统中的每个防护区应设置控制灭火剂流向的选择阀，其公称直径应与该防护区灭火系统的主管道公称直径相等。

选择阀的位置应靠近储存容器且便于操作。选择阀应有标明其工作防护区的永久性铭牌。

4.1.7 喷头应有型号、规格的永久性标识。设置在有粉尘、油雾等防护区的喷头，应有防护装置。

4.1.8 喷头的布置应满足喷放后气体灭火剂在防护区内均匀分布的要求。当保护对象属可燃液体时，喷头射流方向不应朝向液体表面。

4.1.9 管道及管道附件应符合下列规定：

1 输送气体灭火剂的管道应采用无缝钢管。其质量应符合现行国家标准《输送流体用无缝钢管》GB/T8163、《高压锅炉用无缝钢管》GB5310 等的规定。无缝钢管内外应进行防腐处理，防腐处理宜采用符合环保要求的方式。

2 输送气体灭火剂的管道安装在腐蚀性较大的环境里，宜采用不锈钢管。其质量应符合现行国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T14976 的规定。

3 输送启动气体的管道，宜采用铜管，其质量应符合现行国家标准《拉制铜管》GB1527 的规定。

4 管道的连接，当公称直径小于或等于 80mm 时，宜采用螺纹连接；大于 80mm 时，宜采用法兰连接。钢制管道附件应内外防腐处理，防腐处理宜采用符合环保要求的方式。使用在腐蚀性较大的环境里，应采用不锈钢的管道附件。

4.1.10 系统组件与管道的公称工作压力，不应小于在最高环境温度下所承受的工作压力。

4.1.11 系统组件的特性参数应由国家法定检测机构验证或测定。

4.2 七氟丙烷灭火系统组件专用要求

4.2.1 储存容器或容器阀以及组合分配系统集流管上的安全泄压装置的动作压力，应符合下列规定：

1 储存容器增压压力为 2.5MPa 时, 应为 5.0 ± 0.25 MPa(表压);

2 储存容器增压压力为 4.2MPa, 最大充装量为 $950\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 应为 7.0 ± 0.35 MPa(表压); 最大充装量为 $1120\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 应为 8.4 ± 0.42 MPa(表压);

3 储存容器增压压力为 5.6MPa 时, 应为 10.0 ± 0.5 MPa(表压)。

4.2.2 增压压力为 2.5MPa 的储存容器宜采用焊接容器; 增压压力为 4.2MPa 的储存容器, 可采用焊接容器或无缝容器; 增压压力为 5.6MPa 的储存容器, 应采用无缝容器。

4.2.3 在容器阀和集流管之间的管道上应设单向阀。

4.3 IG541 混合气体灭火系统组件专用要求

4.3.1 储存容器或容器阀以及组合分配系统集流管上的安全泄压装置的动作压力, 应符合下列规定:

1 一级充压(15.0MPa)系统, 应为 20.7 ± 1.0 MPa(表压);

2 二级充压(20.0MPa)系统, 应为 27.6 ± 1.4 MPa(表压)。

4.3.2 储存容器应采用无缝容器。

4.4 热气溶胶预制灭火系统组件专用要求

4.4.1 一台以上灭火装置之间的电启动线路应采用串联连接。

4.4.2 每台灭火装置均应具备启动反馈功能。

5. 操作与控制

5.0.1 采用气体灭火系统的防护区，应设置火灾自动报警系统，其设计应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 的规定，并应选用灵敏度级别高的火灾探测器。

5.0.2 管网灭火系统应设自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动方式。预制灭火系统应设自动控制和手动控制两种启动方式。

5.0.3 采用自动控制启动方式时，根据人员安全撤离防护区的需要，应有不大于 30s 的可控延迟喷射；对于平时无人工作的防护区，可设置为无延迟的喷射。

5.0.4 灭火设计浓度或实际使用浓度大于无毒性反应浓度 (NOAEL 浓度) 的防护区和采用热气溶胶预制灭火系统的防护区，应设手动与自动控制的转换装置。当人员进入防护区时，应能将灭火系统转换为手动控制方式；当人员离开时，应能恢复为自动控制方式。防护区内外应设手动、自动控制状态的显示装置。

5.0.5 自动控制装置应在接到两个独立的火灾信号后才能启动。手动控制装置和手动与自动转换装置应设在防护区疏散出口的门外便于操作的地方，安装高度为中心点距地面 1.5m。机械应急操作装置应设在储瓶间内或防护区疏散出口门外便于操作的地方。

5.0.6 气体灭火系统的操作与控制，应包括对开口封闭装置、通风机械和防火阀等设备的联动操作与控制。

5.0.7 设有消防控制室的场所，各防护区灭火控制系统的有关信息，应传送给消防控制室。

5.0.8 气体灭火系统的电源，应符合现行国家有关消防技术标准的规定；采用气动力源时，应保证系统操作和控制需要的压力和气量。

5.0.9 组合分配系统启动时，选择阀应在容器阀开启前或同时打开。

6. 安全要求

6.0.1 防护区应有保证人员在 30s 内疏散完毕的通道和出口。

6.0.2 防护区内的疏散通道及出口，应设应急照明与疏散指示标志。防护区内应设火灾声报警器，必要时，可增设闪光报警器。防护区的入口处应设火灾声、光报警器和灭火剂喷放指示灯，以及防护区采用的相应气体灭火系统的永久性标志牌。灭火剂喷放指示灯信号，应保持到防护区通风换气后，以手动方式解除。

6.0.3 防护区的门应向疏散方向开启，并能自行关闭；用于疏散的门必须能从防护区内打开。

6.0.4 灭火后的防护区应通风换气，地下防护区和无窗或设固定窗扇的地上防护区，应设置机械排风装置，排风口宜设在防护区的下部并应直通室外。

6.0.5 储瓶间的门应向外开启，储瓶间内应设应急照明；储瓶间应有良好的通风条件，地下储瓶间应设机械排风装置，排风口应设在下部，可通过排风管排出室外。

6.0.6 经过有爆炸危险及变电、配电室等场所的管网、壳体等金属件应设防静电接地。

6.0.7 有人工作防护区的灭火设计浓度或实际使用浓度，不应大于有毒性反应浓度(LOAEL 浓度)，该值应符合本规范附录 G 的规定。

6.0.8 防护区内设置的预制灭火系统的充压压力不应大于 2.5 MPa。

6.0.9 灭火系统的手动控制与应急操作应有防止误操作的警示显示与措施。

6.0.10 热气溶胶灭火系统装置的喷口前 1.0 m 内，装置的背面、侧面、顶部 0.2 m 内不应设置或存放设备、器具等。

6.0.11 设有气体灭火系统的场所，宜配置空气呼吸器。

附录 A 灭火浓度和惰化浓度

七氟丙烷灭火浓度

表 A-1

可燃物	灭火浓度(%)	可燃物	灭火浓度(%)
甲烷	6.2	异丙醇	7.3
乙烷	7.5	丁醇	7.1
丙烷	6.3	甲乙酮	6.7
庚烷	5.8	甲基异丁酮	6.6
正庚烷	6.5	丙酮	6.5
硝基甲烷	10.1	环戊酮	6.7
甲苯	5.1	四氢呋喃	7.2
二甲苯	5.3	吗啉	7.3
乙腈	3.7	汽油(无铅,7.8%乙醇)	6.5
乙基醋酸脂	5.6	航空燃料汽油	6.7
丁基醋酸脂	6.6	2号柴油	6.7
甲醇	9.9	喷气式发动机燃料(-4)	6.6
乙醇	7.6	喷气式发动机燃料(-5)	6.6
乙二醇	7.8	变压器油	6.9

七氟丙烷惰化浓度

表 A-2

可燃物	惰化浓度(%)
甲烷	8.0
二氯甲烷	3.5
1,1-二氟乙烷	8.6
1-氯-1,1-二氟乙烷	2.6
丙烷	11.6
1-丁烷	11.3

戊烷	11.6
乙烯氧化物	13.6

IG541 混合气体灭火浓度 表 A-3

可燃物	灭火浓度(%)	可燃物	灭火浓度(%)
甲烷	15.4	丙酮	30.3
乙烷	29.5	丁酮	35.8
丙烷	32.3	甲基异丁酮	32.3
戊烷	37.2	环己酮	42.1
庚烷	31.1	甲醇	44.2
正庚烷	31.0	乙醇	35.0
辛烷	35.8	1-丁醇	37.2
乙烯	42.1	异丁醇	28.3
醋酸乙烯酯	34.4	普通汽油	35.8
醋酸乙酯	32.7	航空汽油 100	29.5
二乙醚	34.9	Avtur(Jet A)	36.2
石油醚	35.0	2 号柴油	35.8
甲苯	25.0	真空泵油	32.0
乙腈	26.7		

IG541 混合气体惰化浓度 表 A-4

可燃物	惰化浓度(%)
甲烷	43.0
丙烷	49.0

附录 B 海拔高度修正系数

海拔高度修正系数

表 B

海拔高度(m)	修正系数
-1000	1.130
0	1.000
1000	0.885
1500	0.830
2000	0.785
2500	0.735
3000	0.690
3500	0.650
4000	0.610
4500	0.565

附录 C 七氟丙烷灭火系统喷头等效孔口单位面积喷射率

充压压力为 2.5MPa(表压)时的七氟丙烷系统的
等效孔口单位面积喷射率 表 C-1

喷头入口压力 MPa(绝对压力)	喷射率 kg/(s · cm ²)	喷头入口压力 MPa(绝对压力)	喷射率 kg/(s · cm ²)
2.1	4.67	1.3	2.86
2.0	4.48	1.2	2.58
1.9	4.28	1.1	2.28
1.8	4.07	1.0	1.98
1.7	3.85	0.9	1.66
1.6	3.62	0.8	1.32
1.5	3.38	0.7	0.97
1.4	3.13	0.6	0.62

注：等效孔口流量系数为 0.98

充压压力为 4.2MPa(表压)时的七氟丙烷系统的
等效孔口单位面积喷射率 表 C-2

喷头入口压力 MPa(绝对压力)	喷射率 kg/(s · cm ²)	喷头入口压力 MPa(绝对压力)	喷射率 kg/(s · cm ²)
3.4	6.04	1.6	3.50
3.2	5.83	1.4	3.05
3.0	5.61	1.3	2.80
2.8	5.37	1.2	2.50
2.6	5.12	1.1	2.20
2.4	4.85	1.0	1.93
2.2	4.55	0.9	1.62
2.0	4.25	0.8	1.27
1.8	3.90	0.7	0.90

注：等效孔口流量系数为 0.98

充压压力为 5.6MPa(表压)时的七氟丙烷系统的
等效孔口单位面积喷射率 表 C-3

喷头入口压力 MPa(绝对压力)	喷射率 kg/(s · cm ²)	喷头入口压力 MPa(绝对压力)	喷射率 kg/(s · cm ²)
4.5	6.49	2.0	4.16
4.2	6.39	1.8	3.78
3.9	6.25	1.6	3.34
3.6	6.10	1.4	2.81
3.3	5.89	1.3	2.50
3.0	5.59	1.2	2.15
2.8	5.36	1.1	1.78
2.6	5.10	1.0	1.35
2.4	4.81	0.9	0.88
2.2	4.50	0.8	0.40

注：等效孔口流量系数为 0.98

附录 D 喷头规格和等效孔口面积

喷头规格和等效孔口面积

表 D

喷头规格代号	等效孔口面积(cm ²)
8	0.3168
9	0.4006
10	0.4948
11	0.5987
12	0.7129
14	0.9697
16	1.267
18	1.603
20	1.979
22	2.395
24	2.850
26	3.345
28	3.879

注：扩充喷头规格，应以等效孔口的单孔直径 0.79375mm 倍数设置。

附录 E IG541 系统管道压力系数和密度系数

一级充压(15MPa)IG541 系统的管道压力系数和密度系数 表 E-1

压力(MPa, 绝对压力)	$Y (10^{-1}\text{MPa} \cdot \text{kg/m}^3)$	Z
3.7	0	0
3.6	61	0.0366
3.5	120	0.0746
3.4	177	0.114
3.3	232	0.153
3.2	284	0.194
3.1	335	0.237
3.0	383	0.277
2.9	429	0.319
2.8	474	0.363
2.7	516	0.409
2.6	557	0.457
2.5	596	0.505
2.4	633	0.552
2.3	668	0.601
2.2	702	0.653
2.1	734	0.708
2.0	764	0.766

二级充压 (20MPa) IG541 系统的管道压力系数和密度系数 表 E-2

压力(MPa, 绝对压力)	Y ($10^{-1}\text{MPa} \cdot \text{kg}/\text{m}^3$)	Z
4.6	0	0
4.5	75	0.0284
4.4	148	0.0561
4.3	219	0.0862
4.2	288	0.114
4.1	355	0.144
4.0	420	0.174
3.9	483	0.206
3.8	544	0.236
3.7	604	0.269
3.6	661	0.301
3.5	717	0.336
3.4	770	0.370
3.3	822	0.405
3.2	872	0.439
3.08	930	0.483
2.94	995	0.539
2.8	1056	0.595
2.66	1114	0.652
2.52	1169	0.713
2.38	1221	0.778
2.24	1269	0.847
2.1	1314	0.918

附录 F IG541 混合气体灭火系统喷头等效孔口单位面积喷射率

一级充压(15MPa)IG541 系统的等效孔口单位面积喷射率 表 F-1

喷头入口压力(MPa, 绝对压力)	喷射率(kg/(s.cm ²))
3.7	0.97
3.6	0.94
3.5	0.91
3.4	0.88
3.3	0.85
3.2	0.82
3.1	0.79
3.0	0.76
2.9	0.73
2.8	0.70
2.7	0.67
2.6	0.64
2.5	0.62
2.4	0.59
2.3	0.56
2.2	0.53
2.1	0.51
2.0	0.48

注：等效孔口流量系数为 0.98

二级充压(20MPa)IG541 系统的等效孔口单位面积喷射率 表 F-2

喷头入口压力(MPa, 绝对压力)	喷射率(kg/(s.cm ²))
4.6	1.21
4.5	1.18
4.4	1.15
4.3	1.12
4.2	1.09
4.1	1.06
4.0	1.03
3.9	1.00
3.8	0.97
3.7	0.95
3.6	0.92
3.5	0.89
3.4	0.86
3.3	0.83
3.2	0.80
3.08	0.77
2.94	0.73
2.8	0.69
2.66	0.65
2.52	0.62
2.38	0.58
2.24	0.54
2.1	0.50

注：等效孔口流量系数为 0.98

**附录 G 无毒性反应(NOAEI)、有毒性反应(LOAEI)浓度和灭
火剂技术性能**

七氟丙烷和 IG541 的 NOAEI、LOAEI 浓度 表 G-1

	七氟丙烷	IG541
NOAEI 浓度	9.0%	43%
LOAEI 浓度	10.5%	52%

七氟丙烷灭火剂技术性能 表 G-2

项 目	技术指标
纯度	≥99.6%(质量比)
酸度	≤3ppm(质量比)
水含量	≤10ppm(质量比)
不挥发残留物	≤0.01%(质量比)
悬浮或沉淀物	不可见

IG541 混合气体灭火剂技术性能 表 G-3

灭火剂名称		主要技术指标			
		纯度(v/v)	比例(%)	氧含量	水含量
IG541	Ar	>99.97%	40±4	<3ppm	<4ppm
	N ₂	>99.99%	52±4	<3ppm	<5ppm
	CO ₂	>99.5%	8+1-0.0	<10ppm	<10ppm
		其他成分最大含量(ppm)		悬浮物或沉淀物	
IG541	Ar	<10		—	
	N ₂				
	CO ₂				

规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1.1 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”。

1.2 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”。

1.3 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”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准，规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。