

# 浅谈气体灭火系统泄压口设置

徐 伟

**摘 要:** 设置了气体灭火系统的防护区,在灭火剂喷放的过程中,防护区内的压力会显著增加,对防护区的围护结构产生持续的压力甚至有可能会破坏防护区围护结构,所以在《气体灭火系统设计规范》(GB50370-2005)中明确防护区围护结构耐压的相关参数,同时规范中明确要求设置气体灭火系统的防护区,须设置泄压口,且泄压口尽量设置在外墙或靠走道的内墙上,但在实际工程应用中,泄压口往往因为一些原因而导致设置不理想甚至因为防护区性质特殊而无法设置,本文就泄压口设置过程中遇到的问题进行简单分析。

**关键词:** 气体灭火系统;泄压口

## 一、是否必须设置泄压口

### (一) 规范要求

1.《气体灭火系统设计规范》(GB50370-2005)第3.2.7条规定: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。

条文解释:防护区需要开设泄压口,是因为气体灭火剂喷入防护区内,会显著地增加防护区的内压,如果没有适当的泄压口,防护区的围护结构将可能承受不起增长的压力而遭破坏。

2.《二氧化碳灭火系统设计规范》(GB50193-93)[2010版]第3.2.6条规定:防护区应设置泄压口,并宜设置在外墙上,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。

条文解释: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.《民用建筑设计统一标准》(GB50352-2019)第8.1.12条规定:设置气体灭火系统的房间应设置泄压口,泄压口应开向室外或公共走道,泄压口下沿应位于房间净高2/3以上的位置,泄压口面积应经计算确定。

条文解释:气体灭火剂喷入防护区内,会显著增加防护区的内压。设置泄压口,是防止防护区的围护结构

将可能承受不起增长的压力而遭破坏。

综上所述可以看出,目前现行国家标准、规范等都规定了设置气体灭火系统的防护区需要设置泄压口,原因在于防止气体喷入防护区后增加的压力可能会对防护区围护结构产生损坏,对于这一点,确实有发生的可能性,但是笔者认为有点不太严谨,二氧化碳设计规范的条文解释更加严谨和客观,门、窗等的缝隙是真实存在的,现实中不可能存在完全的密封空间,所以防护区内的压力完全可以通过门窗的缝隙进行泄压。

### (二) 工程的实际应用

在工程实际应用中,有些需要设置气体灭火的防护区,由于其功能的特殊性,需要保证密闭性,所以不允许在墙体开洞设置泄压装置,例如医院的CT室、核磁共振室等,该类型的房间由于具有放射性,所以原则上不在墙体开孔以免放射性物质外泄,所以这种情况下就出现了规范与实际情况的矛盾,有些项目不设置,但是没有经过相关验证,有些设置了泄压口的同时采取了一些特殊措施,但是依然有放射性物质泄漏的风险,笔者认为上述措施都是有待商榷的,出现上述情况,由于房间性质决定无法墙体开孔的,笔者认为最好的方法是计算气体喷放后防护区内的压强数值 $P$ ,由专业单位来验证防护区围护结构是否能承受该数值,如果围护结构本身的耐压强度超过 $P$ 值,则可以认为该防护区不需要额外设置泄压口。

笔者以某医院核磁共振室柜式七氟丙烷系统为例,简单介绍灭火剂喷放后防护区内的压强计算过程,柜式七氟丙烷灭火剂储瓶中储存液态的七氟丙烷灭火剂以及气态的氮气,所以喷射到防护区内的有七氟丙烷灭火剂和氮气,除防护区体积外,还应计算常温常压下喷射到

**作者简介:** 徐伟(1985.07——)男,汉族,本科学历,高级工程师(副高),主要从事消防工程设计以及技术管理工作。

防护区内的灭火剂以及氮气的体积。

某医院核磁共振室，体积 $V_1=260\text{m}^3$ ，采用柜式七氟丙烷系统，设计灭火浓度8%，计算温度按照 $20^\circ\text{C}$ ，不考虑海拔系数，灭火剂设计用量 $W_0=177.51\text{kg}$ ，采用两台90L柜式装置，考虑瓶组剩余量，最终实际用量 $W=186\text{kg}$ 。

### 1. 计算七氟丙烷灭火剂在常温常压下的体积 ( $V_2$ )

七氟丙烷灭火剂在钢瓶内是以液态状态储存，根据《气体灭火系统设计规范》(GB50370-2005)公式3.3.14-2

$$S=0.1269+0.000153*T$$

式中：S 灭火剂过热蒸汽在101KPa大气压和防护区最低环境温度下质量体积 ( $\text{m}^3/\text{kg}$ )；T最低环境温度，没有特殊要求，取 $20^\circ\text{C}$ 。

根据上式可以计算出在常温常压下（标准大气压， $P_0=1.01 \times 10^5\text{Pa}$ ）的密度  $\rho_1=7.29\text{kg}/\text{m}^3$ ，根据质量公式  $W=\rho V$  可知，七氟丙烷灭火剂在常温常压下的气体体积 ( $V_2$ ) 为：

$$V_2 = \frac{w_0}{\rho_1} = \frac{186}{7.29} = 25.51\text{m}^3$$

### 2. 计算柜式七氟丙烷储瓶内氮气在常温常压下的体积 ( $V_3$ )

根据《柜式气体灭火装置》(GB16670-2006)表1可知，柜式七氟丙烷灭火装置在常温下贮存压力为2.5MPa（表压），储存在储瓶中的氮气实际压力为表压+标准大气压，也即 $P_{\text{瓶}}=2.6\text{MPa}$ （绝压）。

根据克拉伯龙方程 $PV=nRT$ 可知， $P$ 、 $V$ 、 $T$ 都是某个状态点的参数，而 $n$ 和 $R$ 都是常数，我们默认气体在气瓶内和喷放到房间后温度是相同的，所以气体在气瓶内和喷放到房间内的两个状态是相同的，也即

$$P_{\text{储存}} V_{\text{氮储存}} = P_{\text{释放}} V_{\text{氮释放}}$$

根据上述可知， $P_0 \times V_3 = P_{\text{瓶}} \times V_{\text{氮储存}}$ ，所以：

$$V_3 = \frac{P_{\text{瓶}} \times V_{\text{氮储存}}}{P_0} = \frac{P_{\text{瓶}} \times (V_{\text{瓶}} \times 2 - \frac{w_0}{\rho_2})}{P_0} \\ = \frac{2.6 \times 10^6 \times (0.09 \times 2 - \frac{186}{1406})}{1.01 \times 10^5} = 1.23\text{m}^3$$

注： $\rho_2$ 为常温下液态七氟丙烷密度， $\rho_2=1406\text{kg}/\text{m}^3$ ；  
单个90L七氟丙烷储瓶容积 $V_{\text{瓶}}$ 为 $0.09\text{m}^3$

### 3. 灭火剂喷放后，防护区压强 $P_2$

同理根据克拉伯龙方程可知

$$P_2 V_1 = P_0 (V_1 + V_2 + V_3)$$

$$P_2 = \frac{P_0 (v_1 + v_2 + v_3)}{v_1} = \frac{1.01 \times 10^5 \times (260 + 25.51 + 1.23)}{260} \\ = 111387\text{pa}$$

防护区相对压强 $=P_2 - P_1 = 111387 - 101325 = 10062\text{pa} = 10\text{Kpa}$

经计算后的数据应与建设单位、设计单位沟通，如防护区围护结构能满足此压强数据，该防护区可以不设置泄压口以满足此防护区特殊的功能需求，如不满足，需对围护结构采取加固措施。

## 二、泄压口没有统一的产品标准

泄压口虽然在设计规范中被提及且阐述了其作用，但是从国家开始实行消防产品3C认证开始，到转变为目前的自愿性认证，泄压口都不在强制检测范围内，且没有统一的产品标准，导致各个厂家的泄压口产品结构、动作方式、尺寸等都不一致，在实际工程应用中带来某些不便。

### (一) 动作方式不同

目前国内泄压口从动作方式上可以分为电动泄压口和机械式泄压口，也可以称为气动泄压口。

#### 1. 电动泄压口

内置压差开关或者压力感应装置，在外部电源24小时持续供电的情况下，不间断监测防护区内的压力，当压力值达到产品设定值时，泄压装置电动开启并反馈开启信号给消控室，当防护区压力低于泄压口设定值时，泄压口电动关闭并反馈关闭信号给消控室。电动泄压口的优点是可以反馈产品动作信号，缺点是需要和其他专业协调、配合工序较多，综合成本较高且容易产生故障。

#### 2. 机械泄压口

也可以称为气动泄压口，没有相关电动执行机构，产品内置活动翻板，当防护区内压力超过产品设定数值，活动翻板被气流推开，当防护区内压力低于产品设定数值，活动翻板关闭。机械泄压口优点是纯机械产品，故障较少，只需要和土建单位配合即可，综合成本较低，缺点是无动作信号反馈，且后续测试、维护较电动泄压口繁琐。

国内工程项目中，机械泄压口应用较多。如需使用电动泄压口，需在设计阶段提前考虑，做好和其他专业的配合和预留接口。

### (二) 结构不一致

同样是机械泄压口，翻板的结构也不一样，如下图1、图2所示：

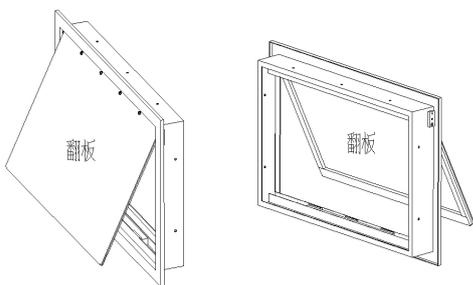


图1

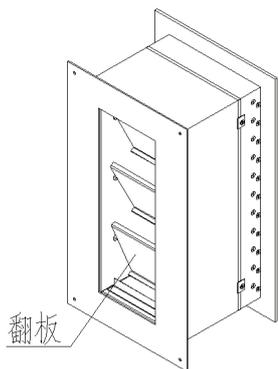


图2

从上图可以看出两种泄压装置的翻板结构是有差异的，图1所示的泄压口翻板是一整块，翻板与外墙齐平，动作的时候翻板受气流推动向外翻开，根据气流压力的大小翻板的开启角度不断变化，最大翻开角度接近45°，翻板距外墙最大距离约30cm。图2所示的翻板设置在泄压口框架内部，根据泄压面积大小决定翻板数量，外墙设置装饰百叶，翻板的活动范围仅限于泄压口框架内部，不会突出外部的装饰百叶。

根据相关规范规定，泄压口宜设置在外墙，如无外墙，可以设置在靠近走道的内墙上，上述两种结构的泄压口，如设置在外墙上，两种都通用，因为外墙没有管线、设备干涉；如设置在靠近走道的内墙上，图示1的泄压口不太适用，原因如下：

如图3所示，建筑内部走道通常会设置各种管道、桥架、支吊架等，比如通风风管、防排烟风管、消防管道、热力管道、给排水管道等，管道数量多、种类复杂，虽然现在BIM技术运用越来越成熟，在项目前期已经对走道的综合管线进行排布，但是因为泄压装置的安装高度有要求，同时走道内管道因为数量较多出现上下层布置，最终可能会出现泄压装置旁就有管道或者综合支吊架，如果采用图示1的泄压口，在防护区灭火剂喷放时，由于防护区内压力上升，达到一定值时泄压口动作，翻板向走道方向开启，如果管道贴墙安装或者离墙很近，极有可能翻板无法完全打开影响防护区泄压，同时翻板

会和支吊架或者管道发生碰撞，影响安全。

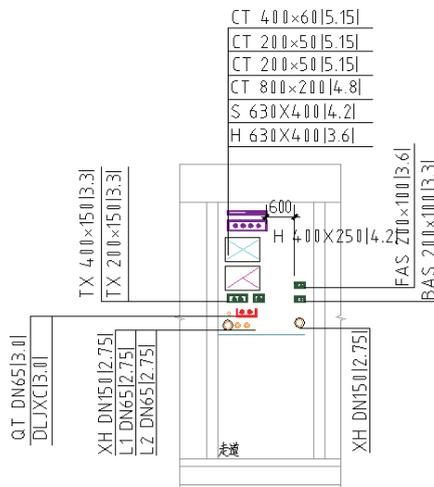


图3

### (三) 产品尺寸不一致

不同品牌的泄压口外形尺寸、墙体开洞尺寸不一，目前能查到的有官方效力泄压口产品资料是《气体消防系统选用、安装与建筑灭火器配置》07S207，简称气体国标图集，该图集所列的电动泄压口和机械泄压口的产品尺寸是以某厂家的产品为参考列出，在实际工程应用中，项目前期设计单位需要提前将泄压口墙体开洞参数给到土建单位，由土建单位提前做好预留，但是往往实际供货的泄压口品牌不一定是设计单位给出参数的品牌，所以墙体预留的开洞尺寸不匹配，造成二次返工。

综上所述，设置气体灭火系统的防护区，原则上需要设置泄压口，如无要求，建议采用翻板在泄压口内部开启的机械泄压口，同时希望国家能尽快出台泄压口统一的产品标准，能够给出外形尺寸或者墙体开洞尺寸的范围，便于设计单位在给土建单位提泄压口墙体开洞尺寸时能有统一的标准，避免施工阶段的二次返工。如防护区受功能限制无法开洞安装泄压口，需详细计算灭火剂喷放后防护区内的压强并请相关单位核实，如有必要，可以对防护区围护结构采取加固措施。

### 参考文献

- [1]何志.七氟丙烷气体灭火系统设计分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(1):4.
- [2]任立清.数据中心气体灭火系统设计分析[J].工程技术研究,2023,8(5):207-209.
- [3]GB50370-2005,气体灭火系统设计规范[S].
- [4]石峥嵘.不设泄压口的条件!气体灭火防护区!医疗CT(MRI)·特殊库房·储油间等! [EB/OL]