

ICS 01.120

A 00



# 团 标 准

ICS 01.120

A 00

T/CAS XXXX—2024

## 陆上输送氢气管道泄放系统技术规程

Technical specification for drainage system of onshore hydrogen pipeline  
(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国标准化协会 发布

## 目 次

前 言 .....	错误！未定义书签。
1 范围 .....	错误！未定义书签。
2 规范性引用文件 .....	错误！未定义书签。
3 术语和定义 .....	错误！未定义书签。
4 总体原则和要求 .....	错误！未定义书签。
5 输氢站和阀室的泄放系统 .....	错误！未定义书签。
6 放空立管 .....	错误！未定义书签。
7 放空阀门设置 .....	错误！未定义书签。
8 火炬 .....	错误！未定义书签。
9 安全泄放设备 .....	错误！未定义书签。
10 泄放系统的操作和维护 .....	错误！未定义书签。
附 录 .....	错误！未定义书签。
附 录 A.(资料性附录) .....	错误！未定义书签。
放空立管示例 .....	错误！未定义书签。
附 录 B.(规范性附录) .....	错误！未定义书签。
安全泄放设备的计算 .....	错误！未定义书签。
参考文献 .....	错误！未定义书签。

此件为证稿，严禁非授权使用

## 前　　言

本标准依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》编写。

本标准起草单位：国家石油天然气管网集团科学技术研究总院分公司，国家石油天然气管网集团西部管道有限公司，国家石油天然气管网集团北京管道有限公司，北京理工大学，北京市公用工程设计监理有限公司，浙江大学，中国石油工程建设有限公司华北分公司。

本标准起草人：

考虑到本规程中的某些条款可能涉及专利，中国标准化协会不负责对任何该类专利的鉴别。

本规程首次制定。

内部讨论资料，严禁非授权使用

## 1 范围

本文件规定了输氢管道输氢站和阀室的泄压放空系统（以下简称泄放系统）的设计、操作和维护要求。

本文件适用于新建纯氢管道或掺氢输送管道输氢站、线路阀室泄放系统的设计和操作维护。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50251-2015 输气管道工程设计规范

GB 50183 石油天然气工程设计防火规范

GB 4962 氢气使用安全技术规程

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50177-2005 《氢气站设计规范》

GB/T 24921.1-2010 石化工业用压力释放阀的尺寸确定、选型和安装 第1部分：尺寸的确定和选型

GB/T 24921.2-2010 石化工业用压力释放阀的尺寸确定、选型和安装 第2部分：安装

NB/T 47041 塔式容器

TSG ZF001 安全阀安全技术监察规程

## 3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

### 3.1

**泄压放空系统 relief and blow-down system**

对超压泄放、紧急放空及开工、停工或检修时排放出的氢气或掺氢天然气进行收集和处理的设施。

注：泄放系统由安全泄放阀门、放空管道、放空立管或火炬组成。

### 3.2

**安全泄放 safety relief**

为防止系统内压力超过预定安全值而采用安全阀实现的泄放。

### 3.3

**紧急放空 emergency blow-down**

火灾、较大泄漏等事故状态下，人工或自动开启带自动执行机构的放空阀门实现的放空。

### 3.4

**计划放空 manual blow-down**

为进行检修和维护，人工开启放空阀门泄放管道和设备内部气体的操作。

### 3.5

**安全泄放设施 safety relief device**

由进口静压力或进出口静压差的作用开启，泄放流体，以防止系统内压力超过预定安全

值的设施。

注：包括安全阀、爆破片装置等。

[来源：GB/T 20801.6-2020，3.2，有修改]

3.6

**放空立管 vent stack**

为把容器、管道等设施中的氢气不经过燃烧直接排放至大气中而设置的竖管。

3.7

**放散管 vent pipeline**

无法进入放空系统集中排放，需就地排放可燃气体的放空竖管。

3.8

**火炬 torch**

为把容器、管道等设施中的氢气经过燃烧排放至大气中而设置的竖管。

## 4 总体原则和要求

4.1 输氢管道的泄放包括安全泄放、紧急放空和计划放空。线路阀室和输氢站宜设置手动放空阀门实现计划放空，输氢站应设置紧急放空阀。

4.2 放空的氢气应安全排入大气，设计和操作时应综合分析以下因素制定安全排放设计方案和管理措施：

- 放空系统的工艺设计；
- 材料选用；
- 系统结构安全；
- 排放量；
- 排放时间；
- 排放点周围的环境条件；
- 排放时的气象条件。

4.3 输氢站宜在进站截断阀上游和出站截断阀下游设置安全泄放设施，并应能在事故状况下便于操作。

注：以下两种情况适用本条：一是连接两座输氢站之间的线路管道无阀室时，二是连接两座输氢站之间的线路管道有阀室但阀室处无放空条件。

4.4 输气管道相邻线路截断阀（室）之间的管段上应设置放空阀，并应结合建设环境设置放空立管或预留引接放空管道的法兰接口。放空阀直径与放空支管直径应相等。

4.5 存在超压可能的管道、设备和容器，应设置安全泄放设施和压力控制设施。

4.6 放空立管和火炬宜布置在输氢站生产区或线路截断阀室阀组区最小频率风向的上风侧，且宜布置在地势较高处。

4.7 氢气宜通过泄放系统直接排放到大气中，也可通过火炬燃烧放空。氢气放空及放空时产生的噪声和燃烧时产生的辐射热应符合环保、安全要求。

4.8 放空管道的设计压力不应小于 1.6 MPa。

## 5 输氢站和阀室的泄放系统

### 5.1 输氢站的放空

5.1.1 输氢站应设排放氢气的放空立管，对于站内不便于集中排放的情况可设放散管。

5.1.2 氢气宜经放空立管集中排放，也可分区排放。不同排放压力的放空管道不应直接连

通，并应分别引至放空立管。

5.1.3 输氢站紧急放空系统设计可根据输氢管道工程设计规范（SY/T 7820-2024）相关要求，宜满足在 15 min 内将站内设备及管道内压力从初始压力降到 0.69 MPa 或降至设计压力的 50%（取较小值）。

5.1.4 从放空阀门排风口至放空立管的接入点之间的放空管道，用管的规格不应缩径。

## 5.2 阀室的放空

5.2.1 阀室宜设置放空立管，室内安装的截断阀的放散管道应引至室外。

5.2.2 阀室周围环境不具备氢气放空条件时，可不设放空立管，该阀室上下游管段内的氢气应由相邻的阀室或相邻的输氢站放空。

5.2.3 不设放空立管的阀室应设放空阀门或预留引接放空管道的法兰接口。放空阀直径应与放空管道直径相等。

## 6 放空立管

6.1 放空立管与站内外建、构筑物的防火间距可参考现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的规定。

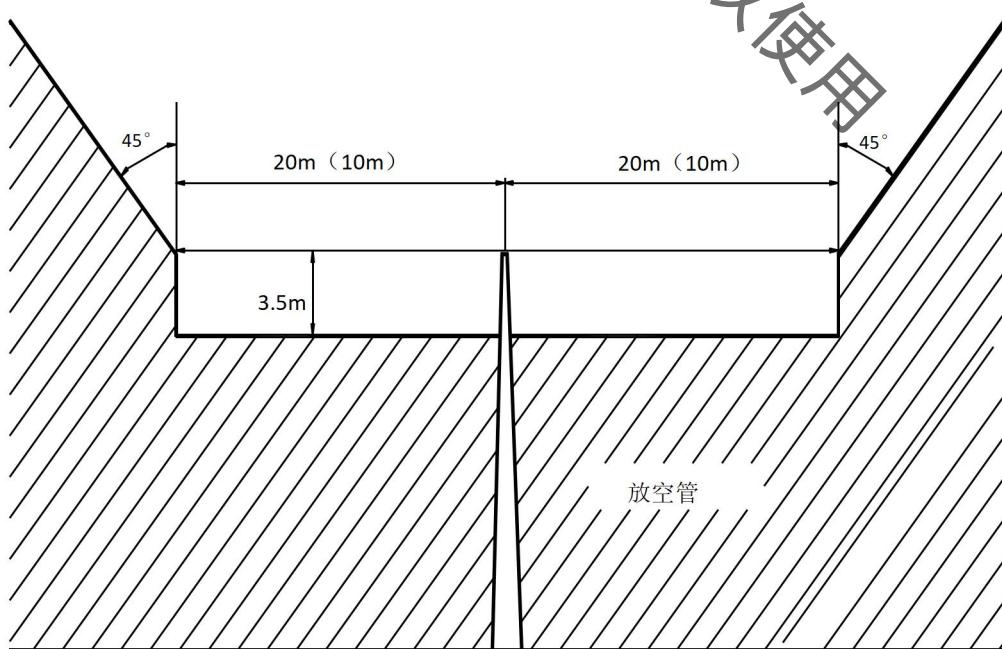
6.2 已建放空立管应进行氢浓度适应性分析，以确认是否需要进行改造；氢气放空立管出口材料应采用不锈钢。灰铁、球墨铸铁或可锻铸铁不得用于氢气泄放系统。

6.3 放空立管直径应满足设计最大放空量的要求。

6.4 放空立管出口口径计算应结合排放噪音、扩散范围综合确定，最大马赫数应结合冲蚀流速、噪声等综合确定且不宜高于 0.7，流速应经计算后评估确定。

6.5 连续排放的氢气放空立管管口，应高出 20 m 范围内的平台或建筑物顶 3.5 m 以上；10 m 以外的平台或建筑物顶不应进入放空立管管口水平斜上 45° 的范围之内，并应高出所在地面 5 m。放空立管周围的平台或建筑物的允许设置范围见图 1 所示。

6.6 间歇排放的氢气放空立管管口，应高出 10 m 范围内的平台或建筑物顶 3.5 m 以上；10 m 以外的平台或建筑物顶不应进入放空立管管口水平斜上 45° 的范围之内，并应高出所在地面 5 m。放空立管周围的平台或建筑物的允许设置范围见图 1 所示。



### 图 1 放空立管允许最低高度示意图

注：阴影部分为平台或建筑物允许的设置范围

- 6.7 放空管道应设惰性气体吹扫置换接口。惰性气体和氢气管线连接部位宜设计成两截一放阀或安装“8字”盲板。
- 6.8 氢气放空立管应根据《氢气使用安全技术规程》GB 4962—2008 的要求，设置阻火器，且阻火器应设在管口处。还应符合以下规定：
  - a) 应引至室外，放空管管道应高出屋脊 1m；
  - b) 应有防雨雪侵入和杂物堵塞的措施；
  - c) 压力大于 0.1MPa 时，阻火器后的管材，应采用不锈钢管。
- 6.9 放空立管应有防止空气回流的措施。
- 6.10 放空立管排放口不应装设弯管，不应有尖锐边缘。
- 6.11 放空立管应按《塔式容器》NB/T 47041 校核稳定性，并应能承受放空反向推力、冰、风和地震等载荷。
- 6.12 放空立管若不设置防水结构，底部应设置排水阀。
- 6.13 放空立管设计示例见附录 A 所示。
- 6.14 放空立管的防雷防静电应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。当放空立管壁厚大于 4 mm 时可不装设接闪器，但应有可靠的接地，接地电阻不应大于 10 Ω。
- 6.15 放空立管与氢气干线管道连接处应设置绝缘接头。

## 7 放空阀门设置

- 7.1 计划放空应采用具有节流功能的阀门，节流阀门上下游应设置截断阀。
- 7.2 紧急放空宜采用全通径球阀，并应在下游设置限流孔板，其中球阀应配自动执行机构，自动执行机构可为电动、气动或电液联动执行机构。限流孔板孔径应根据第 5.1.3 条的放空时间要求计算确定。
- 7.3 纯氢放空阀门、法兰及垫片的材质应符合现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的有关规定。

## 8 火炬

- 8.1 火炬与输氢站内建构筑物及周边场所的防火间距和火炬高度应经热辐射计算确定，确保火炬下部及周围人员和设备的安全，并应满足大气污染物排放标准的要求。
- 8.2 火炬应有可靠的点火设施。
- 8.3 距火炬筒 30 m 范围内，不准许可燃气体放空。
- 8.4 放空火炬直径应由压力降计算确定。
- 8.5 放空火炬出口口径计算应结合排放噪音、扩散范围综合确定，平均马赫数不宜低于 0.7，最大马赫数应结合冲蚀流速、噪声等综合确定，放空流速应经计算后评估确定。
- 8.6 放空火炬应有防止空气回流的措施。

## 9 安全泄放设施

- 9.1 安全阀的整定压力应经系统分析后确定，并应符合下列规定。
  - d) 压力容器的安全阀整定压力应小于或等于受压容器的设计压力。
  - e) 管道的安全阀整定压力 ( $P_0$ ) 应根据氢气管道最大允许操作压力 ( $P$ ) 确定，并应符合下列规定：

- 1) 当  $P \leq 1.8$  MPa 时, 管道的安全阀整定压力 ( $P_0$ ) 应按公式 (1) 计算:

- 2) 当  $1.8 \text{ MPa} < P \leq 7.5 \text{ MPa}$  时, 管道的安全阀整定压力 ( $P_0$ ) 应按公式 (2) 计算:

- 3) 当  $P > 7.5 \text{ MPa}$  时, 管道的安全阀整定压力 ( $P_0$ ) 应按公式 (3) 计算:

**9.2 安全阀的尺寸确定方法、选择和安装应符合《石化工业用压力释放阀的尺寸确定、选型和安装 第1部分：尺寸的确定和选型》GB/T 24921.1 和《石化工业用压力释放阀的尺寸确定、选型和安装 第2部分：安装》GB/T 24921.2 的规定。**

9.3 安全阀最小泄放面积的计算应符合附录 B 的规定。

9.4 安全阀的放空管道直径计算应符合下列规定。

- a) 单个安全阀的放空管道直径, 应按背压不大于该阀泄放压力的 10%确定, 且不应小于安全阀的出口管径。
  - b) 连接多个安全阀的放空管道直径, 应按所有安全阀同时泄放时产生的背压不大于其中任何一个安全阀的泄放压力的 10%确定, 且放空管道截面积不应小于安全阀泄放支管截面积之和。

9.5 安全阀与被保护的容器或氢气管道之间应设置截断阀，该阀应锁定或铅封在全开位置。

## 10 泄放系统的操作和维护

## 10.1 人员

10.1.1 操作人员、技术人员、安全监督和管理等人员应经过培训并通过考核，熟悉氢气物性，熟知安全环保、运行操作和维护修理规程，掌握与作业相关的安全生产技能和应急处置措施等。

10.1.2 操作人员的培训与能力考核每年至少1次；岗位调整的，应在上岗前进行培训与考核。

10.2 操作

10.2.1 站场放空系统应具备手动操作和自动操作功能，阀室放空系统应为手动操作。

#### 10.2.2 计划放空作业前的检查应包括:

- a) 检查站场放空系统是否正常；
  - b) 检查需要放空的设备进出口阀门是否已经关闭；
  - c) 检查需要放空的设备各类仪表显示是否正常；
  - d) 检查放空管道的固定和各处连接情况。

10.2.3 在放空作业之前，应使用氧含量不大于 3%的氮气吹扫泄放系统，氮气吹扫应符合《氯气使用安全技术规程》GB 4962 的规定。

**10.2.4** 当准备计划放空前，操作人员应注意当地的环境条件、风向，并应以较低的速度开启放空阀门，直到确认排气羽流方向安全后，操作人员才可根据需要提高排气速度，但应持续监测放空系统的泄漏情况和排气羽流的安全散布情况。

10.2.5 氢气泄放口须避免水喷淋，应在泄放口安装防雨罩。

10.2.6 现场操作时，人员分工应明确，应有专人负责控制阀门，并应有专人监视管道内的压力、管线震动情况等。

10.2.7 阀室放空前应根据放空时间和放空量，适当安排警戒人员，警戒范围内不应有行人。

和明火。

10.2.8 放空过程中应根据周边环境要求采取措施控制噪声，如控制阀门开度等。

10.2.9 设备放空操作应符合下列规定。

- a) 放空前应根据相应的设备切换或停运操作手册，切换站内流程，确保正常输气，同时切断需要放空设备的进出口阀门。
- b) 放空时，应锁定未操作区域，首先全开放空球阀，缓慢打开放空阀，控制适当的放空流量。
- c) 观察压力表落零，放空管无气流声后，放空结束。
- d) 关闭放空阀。
- e) 操作完毕后向调控中心汇报，并做好值班记录。

注：检修时需计划放空的设备包括收球筒、分离器、计量撬、调压撬等。

10.2.10 输氢站内计划放空操作应符合下列规定。

- a) 放空前应关闭站内进出口阀门，需要向下游保持供气的应按照全越站工艺操作手册要求，确保向下游的供气。
- b) 打开站内手动放空阀门，对站内氢气进行放空。
- c) 放空时，缓慢打开放空阀，控制适当的放空流量。
- d) 观察压力表落零，放空管无气流声后，放空结束。
- e) 关闭放空阀。
- f) 操作完毕后向调控中心汇报，并做好值班记录。

10.2.11 站外管道放空操作应符合下列规定。

- a) 根据需要放空管段的不同，选择关闭相应的进出站阀，并确认管段另一端的阀门关闭。
- b) 打开相应的站外管道放空阀，进行放空。
- c) 放空时，缓慢打开放空阀，控制适当的放空流量。
- d) 观察压力表落零，放空管无气流声后，放空结束。
- e) 关闭放空阀。
- f) 操作完毕后向调控中心汇报，并做好值班记录。

### 10.3 维护

10.3.1 应定期对泄放系统进行巡查和维护，泄放系统应符合下列规定。

- a) 放空管道和阀门不应有锈蚀。
- b) 放空立管和放散管管口不应有堵塞。
- c) 放空管道不应有泄漏。
- d) 阀门开关应灵活，连接部件应紧固。
- e) 指示仪表应正常，各运行参数在正常范围内。
- f) 防雷、防静电装置应完好并处于正常运行状态。

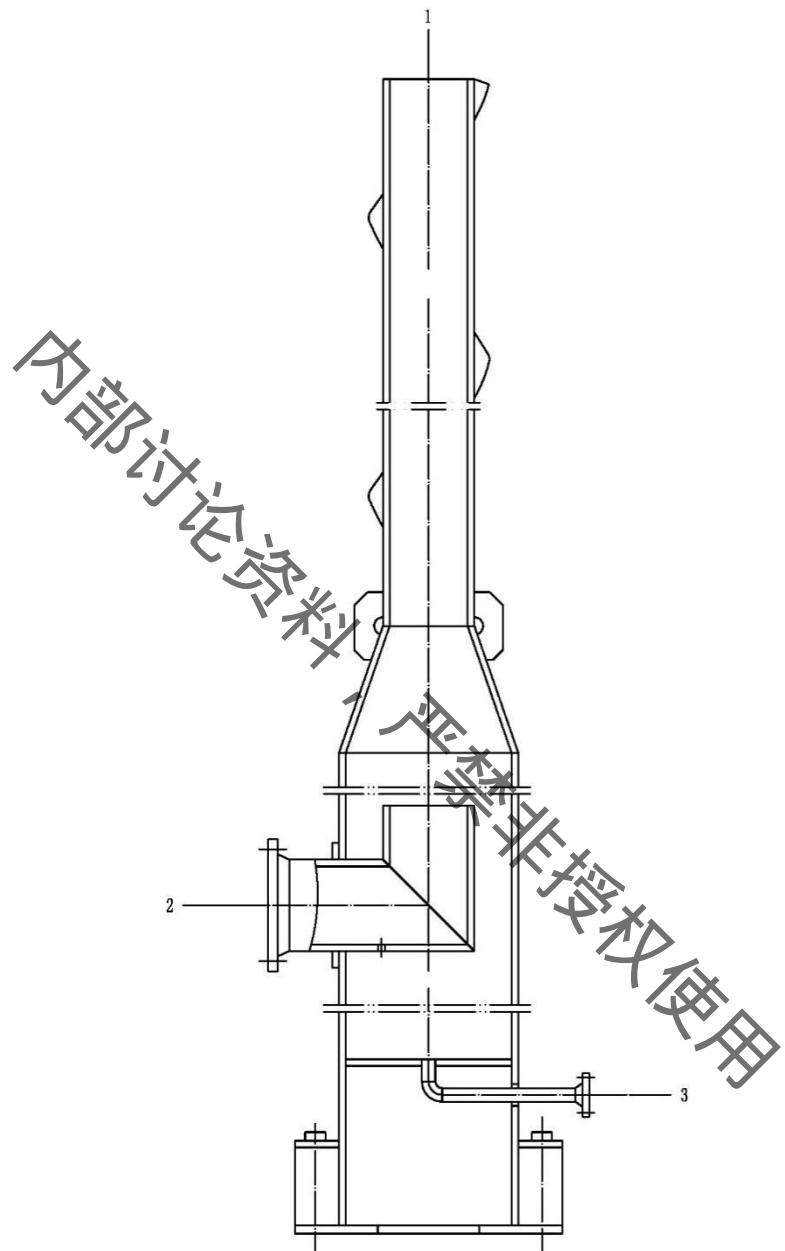
10.3.2 安全阀的使用、校验和维修应符合《安全阀安全技术监察规程》TSG ZF001 的规定。

10.3.3 紧急放空的阀门及其执行机构应定期检查并进行开关测试。

## 附录 A. (资料性附录)

## 放空立管示例

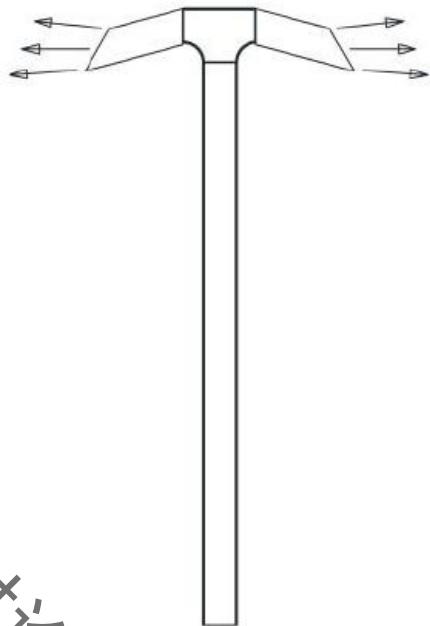
图 A.1~图 A.3 给出了放空立管示例。



标引序号说明：

- 1——气出口；
- 2——气进口；
- 3——手孔；
- 4——排污口；
- 5——阻火器。

图 A. 1 带排水阀的放空立管示例



注：本图适用于放空阀或安全阀背压不超过 0.1MPa

图 A. 2 带斜切防水结构的放空立管示例



注：本图适用于放空阀或安全阀背压不超过 0.1MPa

图 A. 3 带排水孔的放空立管示例

## 附录 B. (规范性附录)

安全泄放设备的计算

## B. 1 安全泄放量计算

### B. 1. 1 安全泄放量计算的确定原则

当中间无阀门关断的管道系统与相连接的几个设备(容器)一起作为一个独立的被保护压力系统,用一个或几个设置在容器上或管道上的安全泄放设备保护时,其安全泄放量采用压力容器安全泄放量的计算方法,但应将管道系统和相连接的容器都包括在内。

### B. 1. 2 安全泄放量

压缩气体系统的安全泄放量，按式（B.1）计算：

式中：

$W_s$ ——安全泄放量，单位为千克每小时（kg/h）；

$\rho_s$ ——安全泄放设备入口状态下气体密度，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$v$ ——进口管最大气体流速，单位为米每秒（m/s）；

$d$ —进料管内径, 单位为毫米 (mm)。

## B. 2 安全泄放设备的最小泄放面积计算

## B. 2. 1 临界流动

$\frac{p_0}{p_d} \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$  时，最小泄放面积按式 (B.2) 计算：

$$A = 13.16 \frac{W_s}{CKK_b K_c \xi p_d} \sqrt{\frac{ZT}{M}} \dots \dots \dots \quad (B.2)$$

式中：

$p_0$ ——安全泄放设备出口侧压力（绝压），单位为兆帕（MPa）；

$p_d$ ——安全泄放设备的最大泄放压力（绝压），单位为兆帕（MPa）；

$k$ ——气体绝热指数；

*A*——安全泄放设备的最小泄放面积，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；

$C$ ——气体特性系数，可查表 B. 1 或按  $C=520\sqrt{k(\frac{2}{k+1})^{k+1}}$  求取；

$K$ —安全泄放设备有效泄放系数。

在初步选用计算中有效泄放系数  $K$  时可采用：

安全阀:  $K$  为 0.975;

安全泄放设备的额定泄放系数是制造商按相关标准试验的平均系数乘以 0.90 确定的，并经第三方认证，其值小于有效泄放系数。

$K_b$ ——安全阀的背压校正系数;  $K_b$ 用于气体, 波纹管型安全阀的  $K_b$ 由制造商提供或参照 GB/T 24921.1 确定; 背压与设定压力的表压比小于 10% 的临界流动气体用普通型安全阀、临界流动气体用先导型安全阀  $K_b$  均为 1.0;

$K$ —安全阀的组合校正系数,  $K=1.0$ ;

$\xi$ ——安全泄放设备的流体动力黏度校正系数，取  $\xi=1$ 。

$\mu$ —流体的动力黏度，单位为千克每米秒 [ $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$ ]；

$p_d$ ——安全泄放设备的最大泄放压力（绝压），单位为兆帕（MPa）；

$Z$ ——在最大泄放压力及温度下，气体的压缩系数；

$T$ ——安全泄放设备的泄放温度，单位为开尔文（K）；

$M$ ——气体的摩尔质量，单位为千克每千摩尔（kg/kmol）。

表 B.1 不同  $k$  值气体特性系数  $C$  值

气体绝热指数 $k$	气体特性系数 $C$	气体绝热指数 $k$	气体特性系数 $C$
1.00	315	1.40	356
1.02	318	1.42	358
1.04	320	1.44	359
1.06	322	1.46	361
1.08	324	1.48	363
1.10	327	1.50	364
1.12	329	1.52	366
1.14	331	1.54	368
1.16	333	1.56	369
1.18	335	1.58	371
1.20	337	1.60	372
1.22	339	1.62	374
1.24	341	1.64	376
1.26	343	1.66	377
1.28	345	1.68	379
1.30	347	1.70	380
1.32	349	1.70	400
1.34	351	1.70	412
1.36	352	-	-
1.38	354	-	-

## B.2.2 亚临界流动

$\frac{p_o}{p_d} > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$  时，最小泄放面积按式（B.3）计算：

$$A = 1.79 \times 10^{-2} \frac{W_s}{KK_c \xi p_d} \sqrt{\frac{ZT}{M}} \quad \dots \dots \dots \text{ (B.3)}$$

$$\sqrt{\frac{k}{k-1} \left[ \left( \frac{p_o}{p_d} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_o}{p_d} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$$

## B.3 额定泄放量的验证

B.1 和 B.2 的计算方法仅适用于初步选用计算。在选定产品后，制造商应提供经第三方认证的额定泄放系数和实际最小泄放面积。用额定泄放系数和实际最小泄放面积验证，额定泄放量应达到或超过安全泄放量。

## 参考文献

- [1] GB/T 20801.6 压力管道规范 工业管道 第6部分:安全防护
- [2] GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
- [3] GB/T 34275 压力管道规范 长输管道
- [4] GB/T 34542.1 氢气储存输送系统 第1部分: 通用要求
- [5] GB/T 34584 加氢站安全技术规范
- [6] GB 50156 汽车加油加气加氢站技术标准
- [7] GB 50160 石油化工企业设计防火标准
- [8] GB 50516 加氢站技术规范
- [9] SH 3009 石油化工可燃性气体排放系统设计规范
- [10] SY/T 10043 泄压和减压系统指南
- [11] SY/T 10044 炼油厂压力泄放装置的尺寸确定、选择和安装的推荐作法
- [12] SY/T 7820-2024 输氢管道工程设计规范
- [13] AIGA 033/14 Hydrogen pipeline systems
- [14] API STANDARD 520 I Sizing,selection, and installation of pressure-relieving devices in refineries Part I -Sizing and selection
- [15] API STANDARD 520 II Sizing,selection, and installation of pressure-relieving devices in refineries Part II -Installation
- [16] API STANDARD 521 Pressure-relieving and depressuring systems
- [17] ASME B31.12 Hydrogen piping and pipelines
- [18] CGA G-5.5 Standard for hydrogen vent systems
- [19] CGA G-5.6 Hydrogen pipeline systems
- [20] EIGA IGC Doc 121/14 Hydrogen pipelines systems