



中华人民共和国国家标准

GB/T 37816—2019

承压设备安全泄放装置选用与安装

Selection and installation of pressure relief devices on pressure equipment

2019-08-30 发布

2020-03-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 2

5 安全阀 2

6 爆破片装置 3

7 易熔合金塞泄放装置 4

8 针销式泄放装置 4

9 组合泄放装置 5

附录 A（资料性附录） 承压设备安全泄放量及安全泄放装置排放能力的计算 7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本标准起草单位:沈阳特种设备检测研究院、上海市气体工业协会、国家市场监督管理总局、上海华理安全装备有限公司、雷舸流体科技(上海)有限公司、中国特种设备检测研究院、华东理工大学、国家特种泵阀工程技术研究中心、北京航天石化技术装备工程有限公司、储特委(上海)科技有限公司、乌海市特种设备检验所、成都凯天电子股份有限公司郫都成航分公司、大连理工安全装备有限公司、张家港中集圣达因低温装备有限公司、沈阳新光航宇安全系统有限公司、天正阀门有限公司、上海阀门厂股份有限公司、哈电集团哈尔滨电站阀门有限公司、保一集团有限公司、上海华谊集团装备工程有限公司。

本标准主要起草人:胡熙玉、周伟明、徐锋、吴全龙、曹广滨、王笑梅、轩福贞、惠虎、吴玉珍、郭善刚、刘强、耿婉懿、程义河、陈仕丽、喻健良、李岳、高洁、金志伟、张俊策、王秋林、万胜军、张晓忠、魏勇彪。

承压设备安全泄放装置选用与安装

1 范围

本标准规定了压力容器、工业管道等承压设备用安全泄放装置选用与安装的基本技术要求。

本标准适用于压力容器、工业管道等承压设备用安全泄放装置。

本标准不适用于下列承压设备：

- 锅炉、气瓶、氧舱、非金属承压设备；
- 军事装备、核设施的承压设备；
- 航空航天器、铁路机车、海上设施和船舶以及矿山井下使用的承压设备；
- 操作过程中可能产生压力剧增、反应速度达到爆轰时的承压设备。

注：爆轰是指燃烧速度极快，达到 1 000 m/s 以上，产生与通常的爆燃截然不同的现象。

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。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 150.1 压力容器 第 1 部分：通用要求
- GB/T 567.1 爆破片安全装置 第 1 部分：基本要求
- GB/T 567.2 爆破片安全装置 第 2 部分：应用、选择与安装
- GB/T 567.3 爆破片安全装置 第 3 部分：分类及安装尺寸
- GB/T 12241 安全阀 一般要求
- GB/T 12242 压力释放装置 性能试验规范
- GB/T 20801.1 压力管道规范 工业管道 第 1 部分：总则
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
- TSG D0001 压力管道安全技术监察规程——工业管道
- TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程
- TSG ZF001 安全阀安全技术监察规程
- TSG ZF003 爆破片装置安全技术监察规程

3 术语和定义

GB/T 150.1、GB/T 567.1~567.3、GB/T 12241、GB/T 12242、GB/T 20801.1、TSG ZF001 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全泄放装置 **pressure relief device**

紧急或异常状况时，能自动开启以防止因内部流体介质超压导致承压设备失效的装置。

3.2

非重闭式安全泄放装置 **non-reclosing pressure relief device**

动作后无法关闭或无法自动关闭的压力泄放装置。

3.3

易熔合金塞泄放装置 fusible alloy relief device

达到规定温度时通过塞孔内易熔合金流动或熔化而开启的一种非重闭式安全泄放装置。

3.4

针销式泄放装置 pin-actuated pressure relief device

针销承载截面弯折、折断或剪切后开启的非重闭式安全泄放装置。

3.5

安全泄放量 required relieving capacity

在超压工况下,能够保障承压设备安全所需要的最小泄放量。

4 一般要求

4.1 安全泄放装置包括直接连接在承压设备上的安全阀、爆破片装置、易熔合金塞泄放装置、针销式泄放装置,以及组合泄放装置。组合泄放装置包括爆破片装置与安全阀组合装置、爆破片与易熔合金塞串联组合装置、针销式泄放装置与安全阀组合装置。

4.2 安全泄放装置的型式与规格应满足相应产品标准的要求。

4.3 安全泄放装置的选用与安装,应符合 TSG 21、TSG D0001、TSG R0005、TSG ZF001、TSG ZF003 等安全技术规范和承压设备标准的要求。

4.4 应充分考虑承压设备各种工况及其组合时可能出现的最高压力,凡可能存在其最高压力超过设计压力或最高允许工作压力时,承压设备应设置安全泄放装置。

4.5 安全泄放装置的选用与安装,应考虑承压设备类型、使用工况和承载介质类别、毒性、危险特性等因素,还应考虑承压设备失效模式以及安全泄放装置的失效模式。

4.6 安全泄放装置排放能力应满足承压设备安全泄放量的需要,并且安全泄放装置连接管路中管子、管件和阀门的口径应满足排放能力要求。

4.7 承压设备安全泄放量和安全泄放装置排放能力的计算参见附录 A,并满足相关标准的规定。

4.8 安全泄放装置进口管路应避免产生过大的压力损失。安装在室外的泄放管路管口应有防雨水、杂物落入或聚集等措施。

4.9 安全泄放装置进出口管路一般不准许设置截断阀。当需设置截断阀时应加铅封或锁定,且保证截断阀在全开状态,截断阀的压力等级应不低于安全泄放装置进出口管路的压力等级,截断阀进出口的公称尺寸应不小于安全泄放装置相应进出口的公称尺寸。

5 安全阀

5.1 选用

5.1.1 安全阀适用于清洁、无颗粒和低黏度的流体介质。

5.1.2 当承压设备需要设置安全泄放装置且无特殊要求时,应优先选用安全阀。

5.1.3 符合下列条件之一的承压设备,不应单独选用安全阀:

- a) 流体介质黏稠、含有颗粒或结晶的场合;
- b) 压力快速上升或密闭性要求高的场合。

5.1.4 以下工况应考虑并联设置两个或多个安全阀:

- a) 为确保承压设备安全运行或需要在保持设备连续运行状态下维护或更换安全阀的,应设置两个安全阀及安全阀快速切换装置,且单个安全阀能满足承压设备所需的安全泄放量要求;
- b) 单个安全阀不能满足承压设备的实际泄放工况要求时,应设置两个或多个安全阀;

- c) 在特殊工况条件下,安全阀产品本身存在失效风险的,应至少设置两个安全阀。
- 5.1.5 流体介质为气体、蒸汽以及最高工作温度高于或等于其标准沸点的液体时,应选用全启式安全阀。
- 5.1.6 流体介质为液体时,可选用全启式或微启式安全阀。
- 5.1.7 流体介质排放时不准许泄漏至大气的,应选用封闭式安全阀。
- 5.1.8 正常操作和泄放过程中,流体介质温度低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,应选用具有耐低温材质和结构的安全阀;流体介质温度高于 $235\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,宜选用具有散热或防止介质冲蚀弹簧结构的安全阀。
- 5.1.9 安全阀出口的泄放管路上如设有消音器或阻火器,其管路应有足够的流通面积,以防止安全阀排放时所产生的背压影响安全阀的正常动作及排量。
- 5.1.10 当安全阀存在背压工况时,应符合下列规定:
- 安全阀背压超过整定压力的 10% 且小于或等于整定压力的 30% 时,宜选用带波纹管的平衡式安全阀;
 - 安全阀背压大于整定压力的 30% 且小于整定压力的 80% 时,宜选用先导式安全阀。

5.2 安装

- 5.2.1 承压设备内存在气、液两相流体介质时,安全阀应安装在承压设备的气相空间或与气相空间相连的管路上。
- 5.2.2 安全阀入口管路的压力损失应不大于安全阀整定压力的 3% ,安全阀出口的泄放管路应引至安全地点。

6 爆破片装置

6.1 选用

- 6.1.1 符合下列条件之一的承压设备,应优先选用爆破片装置:
- 设计上不准许承压设备内流体介质泄漏的;
 - 承压设备内压力迅速上升,安全阀开启速度不能满足要求的;
 - 低温环境导致安全阀无法正常工作的;
 - 流体介质黏稠、含有颗粒、易沉淀、结晶或聚合生成高分子黏稠物等导致安全阀失效的;
 - 泄压面积过大或泄放压力过高(低)等工况,安全阀不适用的。
- 6.1.2 符合下列条件之一的承压设备,不应单独选用爆破片装置:
- 经常超压工况;
 - 温度波动较大场合;
 - 流体介质毒性为极度、高度危害的。
- 6.1.3 爆破片装置的选用需考虑爆破片类型、爆破片材料,以及设计爆破压力、设计爆破温度和爆破片排放能力等参数,并满足下列要求:
- 确定设计爆破压力时,应考虑爆破片表面温度对爆破压力的影响;
 - 爆破片泄放口径应不小于根据附录 A 计算的泄放面积确定的口径,选择带背压托架的爆破片装置时,爆破片装置实际泄放面积应考虑托架影响;
 - 与流体介质接触的零部件材料应与介质相容,必要时可采用保护膜、涂层等措施。
- 6.1.4 爆破片的结构型式选择,应与被保护承压设备的压力、温度、流体介质等工况相适应,并满足下列要求:
- 应考虑被保护承压设备在正常工作时,内部可能出现的最大工作压力,保证爆破片最小爆破压力与承压设备工作压力两者之间的比例关系满足相应产品标准;

- b) 对于易燃易爆流体介质,应选用爆破后不产生碎片及火花的爆破片;
- c) 爆破片入口管路可能存在流体介质粘接或固体沉淀等因素影响爆破片性能时,应保证选用的爆破片与该工况相适应。

6.1.5 当被保护承压设备同时存在超压破坏和真空(负压)破坏两种工况时,爆破片的选型应考虑具有超压和真空双重保护功能,或选用具有防止超压破坏和真空破坏的两个单独爆破片。

6.1.6 反拱形爆破片用于全液相介质(超压时没有气相空间)的设备时,应保证爆破片失稳后能充分开启,且不应采用反拱带刀、反拱鳄齿及反拱十字槽等型式的爆破片。

6.1.7 承压设备系统有循环压力或脉冲压力的,宜选用反拱形爆破片。

6.1.8 爆破片装置应定期更换,更换周期应符合相关安全技术规范及相关标准的规定。

6.2 安装

6.2.1 爆破片装置应设置在承压设备的本体或附属管路上,且便于安装、检查及更换。

6.2.2 爆破片装置应设置在靠近承压设备压力源的位置,且符合下列规定:

- a) 当用于气体介质时,应设置在气体空间(包括液体上方的气相空间)或与该空间相连的管路上;
- b) 当用于液体介质时,应设置在正常液面以下。

6.2.3 承压设备和爆破片装置之间的所有管子、管件和阀门的截面积应不小于爆破片装置的泄放面积,爆破片装置泄放管路的截面积应大于爆破片装置泄放面积。

6.2.4 爆破片装置的泄放管路在安装时,管路的中心线应与爆破片装置的中心线对齐,以避免出现爆破片受力不均,造成爆破片抽边或改变爆破压力。

6.2.5 当爆破片装置的泄放管路较长,且对爆破片夹持存在影响时,应采取措施消除管路安装对爆破片夹持力的影响。

6.2.6 爆破片及爆破片装置安装时,应注意其泄放方向,避免装反。

7 易熔合金塞泄放装置

7.1 选用

7.1.1 承载压缩气体的承压设备因受外界热源影响导致其失效的,可选用易熔合金塞泄放装置。

7.1.2 易熔合金塞泄放装置动作温度应按承压设备的设计条件确定。

7.1.3 易熔合金塞体材料应具有足够的强度、韧性和耐腐蚀性,并考虑其与介质的相容性。

7.1.4 易熔合金塞泄放装置的结构设计和易熔合金的材料选用,应考虑因常温蠕变等导致的失效。

7.2 安装

7.2.1 易熔合金塞泄放装置应安装在承压设备可能受到外界热源影响的位置或靠近承压设备内介质因化学反应等因素所产生热源的位置,其他情况则应安装在承压设备的顶部。

7.2.2 易熔合金塞泄放装置安装在工业管道上时,应按设计预定间距安装在管道的上母线处或上母线处以上的接管中。

8 针销式泄放装置

8.1 选用

8.1.1 根据针销的失效方式,针销式泄放装置可分为屈曲型和断裂型。如无特殊要求,宜选用屈曲型针销式泄放装置。

- 8.1.2 针销式泄放装置适用于对整定压力稳定性及密封性要求较高的承压设备。
- 8.1.3 针销式泄放装置可作为承压设备单独的泄放装置使用,也可与安全阀组合使用。
- 8.1.4 屈曲型针销式泄放装置适用于有循环操作条件及工作压力与整定压力之比大于 90% 的工况。
- 8.1.5 真空工况、存在背压或两种工况同时存在时,不宜选用屈曲型针销式泄放装置。

8.2 安装

- 8.2.1 针销式泄放装置应设置在易于安装、拆除的位置,且装置周围应有足够的工作空间以便维护。
- 8.2.2 针销式泄放装置的安装环境应避免周围热源对针销材料的失稳力产生影响,且应设置具有防止意外触碰针销的防护措施。
- 8.2.3 应按照装置上的流向指示及制造商的安装指导正确安装针销式泄放装置。

9 组合泄放装置

9.1 爆破片装置与安全阀组合装置

9.1.1 选用

9.1.1.1 爆破片装置与安全阀组合装置可分为下列 3 种组合形式:

- a) 爆破片装置串联在安全阀入口侧;
- b) 爆破片装置串联在安全阀出口侧;
- c) 爆破片装置与安全阀并联。

9.1.1.2 符合以下条件之一的承压设备,爆破片装置应串联在安全阀入口侧:

- a) 为避免因爆破片的破裂而损失大量的工艺物料或盛装介质的;
- b) 流体介质腐蚀、不准许泄漏等工况条件下,安全阀不能直接使用的。

9.1.1.3 安全阀出口侧可能被腐蚀或存在外来压力源的干扰时,宜在安全阀出口侧设置爆破片装置。

9.1.1.4 符合以下条件之一的承压设备,可设置爆破片装置与安全阀并联使用:

- a) 防止在异常工况下压力迅速升高的;
- b) 当遇到火灾或接近不能预料的外来热源时,安全阀排放能力不能满足承压设备安全泄放要求的。

9.1.2 安装

9.1.2.1 爆破片装置设置在安全阀入口侧时,安全阀与爆破片之间的腔体应设置排气阀、压力表或其他报警指示,用以检查爆破片是否渗漏或破裂,并及时排放腔体内蓄积的压力,避免因背压而影响爆破片的爆破压力。

9.1.2.2 爆破片装置设置在安全阀出口侧时,安全阀与爆破片之间的腔体应设置放空管、排液管等,以防止安全阀和爆破片装置之间形成压力积聚。

9.1.2.3 组合装置在排放时应保证安全,根据介质的性质可采取就地排放或引至安全场所排放,泄放管路中不应有任何限制或影响介质排放的障碍。

9.2 爆破片与易熔合金塞串联组合装置

9.2.1 选用

9.2.1.1 承载压缩气体或高压液化气体的承压设备,可选用爆破片与易熔合金塞串联组合装置。

9.2.1.2 组合装置中在非泄放状态下与介质接触的为爆破片,应避免因背压影响爆破片的爆破压力,易熔合金塞不应妨碍和影响爆破片的正常泄放功能。

9.2.1.3 爆破片设计爆破压力、爆破温度及易熔合金塞动作温度的确定应满足相关承压设备标准的要求。

9.2.1.4 选用组合装置时,应考虑承压设备超压同时易熔合金温度未达到动作温度条件下无法泄压的工况,且应采取有效措施避免该工况发生。

9.2.2 安装

9.2.2.1 组合装置在排放时按介质的特性,可采取就地排放或引至安全场所排放。

9.2.2.2 当有泄放管时,其泄放管内截面积应不小于安全泄放装置的泄放面积,且应不妨碍易熔合金的排出。

9.3 针销式泄放装置与安全阀组合装置

9.3.1 选用

密封性要求较高的工况条件下,宜选用屈曲型针销式泄放装置与安全阀的组合形式。

9.3.2 安装

9.3.2.1 针销式泄放装置与安全阀组合使用时,应串联安装在安全阀与承压设备之间。

9.3.2.2 针销式泄放装置与安全阀组合使用时,针销式泄放装置和安全阀之间的空间应设有排气阀、压力表或其他报警指示。

附 录 A (资料性附录)

承压设备安全泄放量及安全泄放装置排放能力的计算

A.1 一般要求

A.1.1 承压设备安全泄放量的计算应考虑非火灾事故超压、火灾事故超压、化学反应超压等工况,且应考虑可能的多种组合工况。

A.1.2 本附录火灾事故限于在通风条件良好、敞开空间中外部油池火灾,且火焰温度不超过 650 ℃。本附录不适用喷射火及密闭空间内火灾等严重火灾事故。

A.1.3 本附录适用于单一相介质通过安全泄放装置时承压设备安全泄放量、安全泄放装置排放能力或泄放面积的计算。当介质为液相时,在排放时应不发生闪蒸。

A.1.4 液化气体火灾时,承压设备安全泄放量计算公式仅适用于临界温度远高于额定泄放压力下饱和气体温度的液化气体;临界温度接近或低于额定泄放压力下饱和气体温度的液化气体,安全泄放量的计算还应考虑气体的热力学特性。

A.2 符号

下列符号适用于本附录。

A ——安全阀流道面积或爆破片的最小泄放面积, mm^2 ;

A_r ——设备受热面积, m^2 ;

半球形封头的卧式容器 $A_r = 3.14 D_o L$;

椭圆形封头的卧式容器 $A_r = 3.14 D_o (L + 0.3 D_o)$;

立式容器 $A_r = 3.14 D_o h_1$;

球形容器 $A_r = 1.57 D_o^2$ 或从地面起到 7.5 m 高度以下所包括的外表面积,取两者中较大值;

C ——气体特性系数,可查表 A.1 或按下式求取:

当 $k > 1$ 时:

$$C = 520 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

当 $k = 1$ 或未知时:

$$C = \frac{520}{\sqrt{e}} = 315$$

k ——气体绝热指数, $k = c_p / c_v$;

c_p ——标准状态下气体比定压热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;

c_v ——标准状态下气体比定容热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;

数学常数 $e = 2.718\ 3$;

c_{pl} ——液体比定压热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;

D_o ——设备外直径, m ;

d ——设备进料管内直径, mm ;

F ——系数,按下述规定选取:

- 设备置于地面以下用砂土覆盖时, $F=0.3$;
 设备置于地面上或为移动式压力容器时, $F=1.0$;
 设备置于大于 $10 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 喷淋装置下时, $F=0.6$;
- H ——输入热量, kJ/h ;
- h_1 ——设备最高液位, m ;
- K ——安全泄放装置的泄放系数;
 安全阀的 K 取额定泄放系数(额定泄放系数通常由安全阀制造厂提供);
 爆破片的 K 为与爆破片装置入口管道形状(见表 A.2)有关的系数,且同时应满足如下要求:
- 直接向大气排放;
 - 爆破片装置离容器本体的距离不超过 8 倍管径;
 - 爆破片装置泄放管长度不超过 5 倍管径;
 - 爆破片装置上、下游接管的公称直径不小于爆破片装置的泄放口公称直径;
- 爆破片的 K 值,针对液体介质时,取 0.62 或按有关安全技术规范的规定;
- L ——设备总长, m ;
- M ——气体的摩尔质量, kg/kmol ;
- p_f ——安全泄放装置的泄放压力(绝压),包括设计压力和超压限度两部分, MPa ;
- p_o ——安全泄放装置出口侧压力(绝压), MPa ;
- q ——在泄放压力下,液体的汽化潜热, kJ/kg ;
- R ——通用气体常数, $R=8\,314 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$;
- Re ——雷诺数, $Re=0.313\,4 \frac{W}{\mu \sqrt{A}}$;
- T_f ——泄放状态下介质泄放温度, K ;
- T_w ——设备金属壁温, K ;
- t ——泄放压力下介质饱和温度, $^{\circ}\text{C}$;
- V ——长管拖车用气瓶的容积, L ;
- V_s ——液体安全泄放量, m^3/h ;
- v ——设备进料管内的流速, m/s ;
- W ——安全泄放装置排放能力, kg/h ;
- W_s ——承压设备的安全泄放量, kg/h ;
- Z ——气体的压缩系数(查图 A.1),对空气 $Z=1.0$;
- α ——液体的体积膨胀系数, $1/^{\circ}\text{C}$;
- γ ——液体的相对密度;
- δ ——设备保温层厚度, m ;
- λ ——绝热材料在泄放温度与 650°C 的平均温度下的导热系数, $\text{kJ}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C})$;
- ρ ——泄放温度下的介质密度, kg/m^3 ;
- Δp ——安全泄放装置排放时内、外侧的压力差, MPa ;
- ζ ——液体动力黏度校正系数(查图 A.2),当液体的黏度不大于 20°C 水的黏度时,取 $\zeta=1.0$;
- μ ——液体动力黏度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

A.3 非火灾事故安全泄放量计算

A.3.1 非火灾事故超压包括工艺事故超压和非火灾热源(不可预料的外来热源)输入导致的超压。工

艺事故超压包括但不限于以下工况：承压设备出口误关闭、循环水故障、风机或电力故障、阀门故障、过度热量输入等。

A.3.2 对于与压力源相连接的、本身不产生压力的承压设备，工艺事故超压时其安全泄放量应大于压力源的最大输入值。

A.3.3 对压缩机贮气罐和蒸汽罐等的安全泄放量，分别取该压缩机和蒸汽发生器的最大产气(汽)量。

A.3.4 对于有压力源持续输入的承压设备安全泄放量，按式(A.1)计算：

$$W_s = 2.83 \times 10^{-3} \rho v d^2 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

A.3.5 换热设备等产生蒸汽时，安全泄放量按式(A.2)计算：

$$W_s = H/q \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

A.3.6 对于充满液体的承压设备中液体受热膨胀或汽化时的安全泄放量计算，液体排放时不应有闪蒸现象发生，液体介质安全泄放量计算分如下两种情况：

a) 在受热后，泄放状态下液体的饱和蒸汽压小于安全泄放装置动作压力时，按式(A.3)计算：

$$V_s = \frac{\alpha \times H}{1\,000 \gamma \times c_{pl}} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

b) 受热后，泄放状态下液体饱和蒸汽压大于安全泄放装置动作压力时，按式(A.2)计算。

A.3.7 液化气体介质因环境温度升高引起的超压，带绝热层压力容器的安全泄放量按式(A.4)计算。其中，泄放压力下的介质饱和温度 t 不超过 55℃。

$$W_s = \frac{(55 - t) \lambda A_r}{\delta q} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

A.4 火灾事故安全泄放量计算

A.4.1 承载液化气体介质时，根据承压设备有无绝热层，安全泄放量的计算分如下两种情况：

a) 无绝热层时，安全泄放量按式(A.5)计算：

$$W_s = \frac{2.55 \times 10^5 F A_r^{0.82}}{q} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

b) 有绝热层时，安全泄放量按式(A.6)计算。在任何情况下，用于减少承压设备安全泄放量的绝热层应在 650℃ 以下始终保持完好有效，其外保护层应采用熔点不低于 700℃ 的材料。

$$W_s = \frac{2.61 \times (650 - t) \lambda A_r^{0.82}}{\delta q} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

A.4.2 承载压缩气体介质时压力容器的安全泄放量按式(A.7)计算：

当 $\frac{0.2 \times (T_w - T_f)^{1.25}}{C \times K \times T_f^{0.6506}} \geq 0.01$ 时，

$$W_s = 8.764 \frac{(T_w - T_f)^{1.25}}{T_f^{0.6506}} \times A_r \times \sqrt{\frac{M p_f}{Z T_f}} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

注 1：式(A.7)是以空气的物理性质和理想气体定律为基础的，并假设压力容器没有隔热，忽略容器本身热容，容器未因壁温升高达到破裂应力，而且流体介质的温度没有变化。

注 2：K 未知时，可取值为 0.975。A_r 为距地面或能形成大面积火焰的平台上方 7.5 m 以下的容器外表面面积。

注 3：对于普通碳钢板材，推荐 T_w 的最大取值为 593℃；对于合金材料制作的容器，其 T_w 选用更合适的推荐的最大值。

A.4.3 承载压缩气体的长管拖车及管束式集装箱用气瓶安全泄放量按式(A.8)计算：

$$W_s = 0.177 p_f V \sqrt{M} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中的 V ，对于长管拖车及管束式集装箱用气瓶，取其长度不少于 3 m 的圆筒部分的容积。

A.5 化学反应使气体体积增大的承压设备安全泄放量确定

因化学反应使压力升高的承压设备,其安全泄放量应根据承压设备内化学反应可能产生的最大气量(包括气体生成物及反应热使设备内液体汽化产生的蒸气量)、反应所需时间或上升速度来确定。

A.6 冷冻液化气体的绝热容器安全泄放量计算

承载冷冻液化气体的绝热容器安全泄放量计算除了按本附录确定,还应符合相应压力容器标准的要求。

A.7 安全泄放装置泄放面积计算

A.7.1 介质为气体时,安全泄放装置泄放面积计算分为如下两种情况:

a) 临界条件,即 $p_o/p_f \leq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时:

$$A = 13.16 \frac{W_s}{CK p_f} \sqrt{\frac{ZT_f}{M}} \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

b) 亚临界条件,即 $p_o/p_f > \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时:

$$A = 1.79 \times 10^{-2} \frac{W_s}{K p_f \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{p_o}{p_f}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_o}{p_f}\right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}} \sqrt{\frac{ZT_f}{M}} \quad \dots\dots\dots (A.10)$$

A.7.2 饱和蒸汽中蒸汽含量应不小于 98%,过热度不大于 11℃ 时,安全泄放装置泄放面积计算分为如下两种情况:

a) 当 $p_f \leq 10.3$ MPa 时:

$$A = 0.19 \frac{W_s}{K p_f} \quad \dots\dots\dots (A.11)$$

b) 当 $10.3 \text{ MPa} < p_f \leq 22 \text{ MPa}$ 时:

$$A = 0.19 \frac{W_s}{K p_f} \left(\frac{33.2 p_f - 1\,061}{27.6 p_f - 1\,000} \right) \quad \dots\dots\dots (A.12)$$

A.7.3 介质为液体时,安全泄放装置泄放面积按式(A.13)计算:

$$A = 0.196 \frac{W_s}{\zeta K \sqrt{\rho \Delta p}} \quad \dots\dots\dots (A.13)$$

注:对于黏滞性流体的泄放面积计算程序如下:

- 假设为非黏滞性流体,取 $\zeta=1.0$ 按式(A.13)计算出初始的泄放面积与相应的直径,并向上圆整到产品系列化规格最近的公称直径及相对应的泄放面积;
- 根据 a) 计算出的圆整后泄放面积按式(A.13)及 $\zeta=1.0$ 计算排放能力 W ;
- 根据 b) 计算出的排放能力 W 及 a) 计算出的圆整后泄放面积计算雷诺数,由图 A.2 查得 ζ 值,并以查得的 ζ 值按式(A.13)重新计算排放能力 W ;
- 若 $W \geq W_s$,则该直径(面积)即为所求;若 $W < W_s$ 则采用大一挡的产品公称直径相对应的泄放面积代替 a) 计算出的圆整后泄放面积重复 b)~c) 的计算,直至 $W \geq W_s$ 为止。

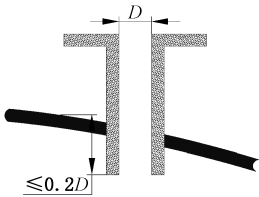
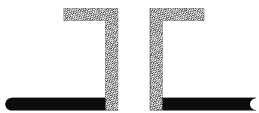
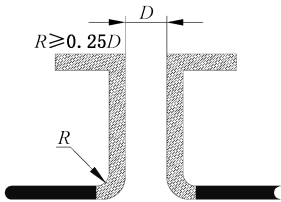
A.7.4 选用的安全泄放装置实际泄放面积 A_o 应不小于按式(A.9)~式(A.13)计算的泄放面积 A 。

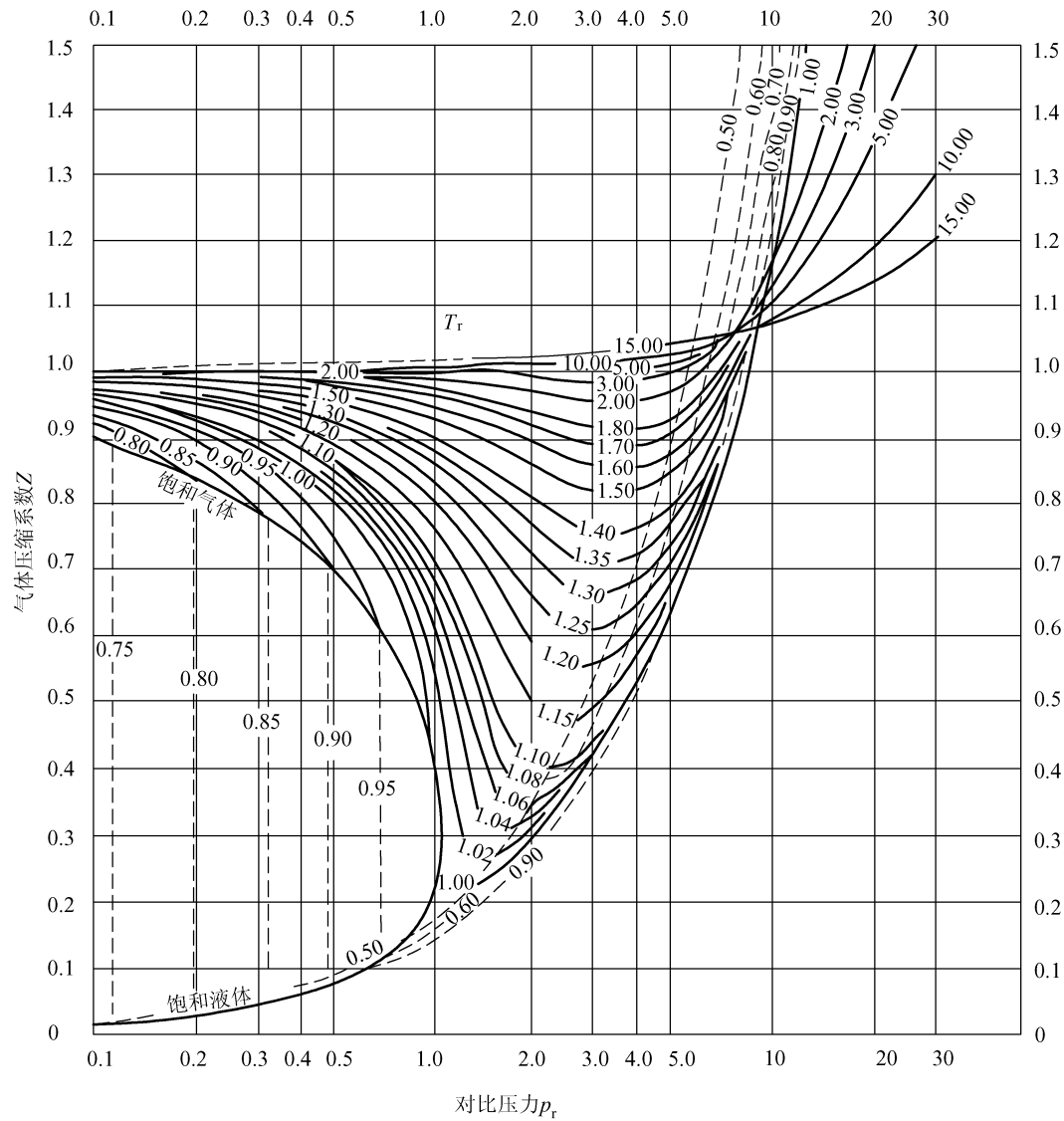
A.7.5 已知安全泄放装置的泄放面积时,其排放能力计算参照式(A.9)~式(A.13)将 W_s 替换成 W 即可。选用的安全泄放装置实际排放能力 W 应不小于承压设备安全泄放量 W_s 。

表 A.1 气体特性系数

k	C	k	C	k	C	k	C
1.00	315	1.20	337	1.40	356	1.60	372
1.02	318	1.22	339	1.42	358	1.62	374
1.04	320	1.24	341	1.44	359	1.64	376
1.06	322	1.26	343	1.46	361	1.66	377
1.08	324	1.28	345	1.48	363	1.68	379
1.10	327	1.30	347	1.50	364	1.70	380
1.12	329	1.32	349	1.52	366	2.00	400
1.14	331	1.34	351	1.54	368	2.20	412
1.16	333	1.36	352	1.56	369		
1.18	335	1.38	354	1.58	371		

表 A.2 爆破片装置泄放系数

编号	接管示意图	接管形状	泄放系数 K
1		插入式接管	0.68
2		平齐式接管	0.73
3		带过渡圆角接管	0.80



对比温度 T_r 为介质的泄放温度(K)与临界温度(K)的比值。
对比压力 p_r 为介质的泄放压力(MPa)与介质的临界压力(MPa)的比值。

图 A.1 气体压缩系数

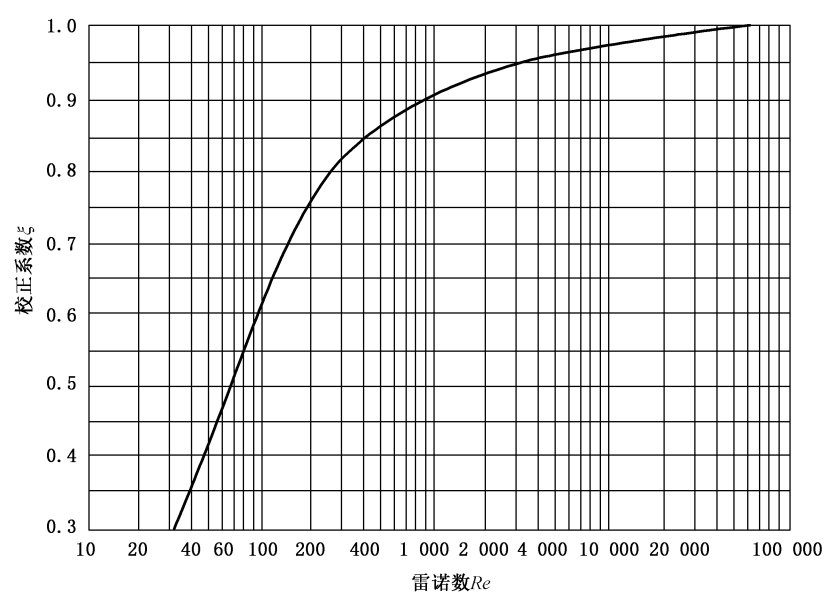


图 A.2 液体动力黏度校正系数 ζ
