

爆破片的设置和选用

HG/T 20570.3—95

编制单位：中国寰球化学工程公司

批准部门：化 学 工 业 部

实施日期：一九九六年九月一日

编制人：

中国寰球化学工程公司 尚长友

审核人：

中国寰球化学工程公司 杨 宜

化工部工艺系统设计技术中心站 封淑元 龚人伟

1 应用范围

1.0.1 本规定适用于石油化工、化工装置的压力容器、管道或其它密闭空间防止超压的拱形金属爆破片和爆破片装置。爆破片的爆破压力最高不大于 35MPa。

2 名 词

2.0.1 爆破片装置

由爆破片(或爆破片组件)和夹持器(或支承圈)等装配组成的压力泄放安全装置。当爆破片两侧压力差达到预定温度下的预定值时,爆破片即刻动作(破裂或脱落),泄放出压力介质。

2.0.2 爆破片

在爆破片装置中,能够因超压而迅速动作的压力敏感元件,用以封闭压力,起到控制爆破压力的作用。

2.0.3 爆破片组件(又称组合式爆破片)

由压力敏感元件、背压托架、加强环、保护膜等两种或两种以上零件组合成的爆破片。

2.0.4 正拱型爆破片

压力敏感元件呈正拱型。在安装时,拱的凹面处于压力系统的高压侧。动作时该元件发生拉伸破裂。

2.0.4.1 正拱普通型爆破片

压力敏感元件无需其它加工,由坯片直接成型的正拱型爆破片。

2.0.4.2 正拱开缝型爆破片

压力敏感元件由有缝(孔)的拱型片与密封膜组成的正拱型爆破片。

2.0.5 反拱型爆破片

压力敏感元件呈反拱型。在安装时,拱的凸面处于压力系统的高压侧,动作时该元件发生压缩失稳,致使破裂或脱落。

2.0.5.1 反拱带刀架(或鳄齿)型爆破片

压力敏感元件失稳翻转时因触及刀刃(或鳄齿)而破裂的反拱型爆破片。

2.0.5.2 反拱脱落型爆破片

压力敏感元件失稳翻转时沿支承边缘脱落,并随高压侧介质冲出的反拱型爆破片。

2.0.6 刻槽型爆破片

压力敏感元件的拱面(凸面或凹面)刻有减弱槽的拱型(正拱或反拱)爆破片。

2.0.7 夹持器

在爆破片装置中,具有设计给定的泄放口径,用以固定爆破片位置,保证爆破片

准确动作的配合件。

2.0.8 支承器

用机械方式或焊接固定反拱脱落型爆破片位置,保证爆破片准确动作的环圈。

2.0.9 背压

存在于爆破片装置泄放侧的静压,在泄放侧若存在其它压力源或在入口侧存在真空状态均形成背压。

泄放侧压力超过入口侧压力的差值称为背压差。

2.0.10 背压托架

在组合式爆破片中,用来防止压力敏感元件因出现背压差而发生意外破坏的拱型托架。该类托架需与压力敏感元件配合,拱面开孔(或缝)。

置于正拱型爆破片凹面的背压托架,在出现背压差时,防止爆破片凸面受压失稳。当系统压力可能出现真空时,此种背压托架有时称为真空托架。

置于反拱型爆破片凸面的背压托架,在出现背压差时,防止爆破片凹面受压破坏。

2.0.11 加强环

在组合式爆破片中,与压力敏感元件边缘紧密结合,起增强边缘刚度作用的环圈。

2.0.12 密封膜

在组合式爆破片中,对压力敏感元件起密封作用的薄膜。

2.0.13 保护膜(层)

当压力敏感元件易受腐蚀影响时,用来防腐蚀的覆盖薄膜,或者涂(镀)层。

2.0.14 坯片

从金属薄带或薄板材上冲剪出来的,在制成拱型爆破片以前的金属片。

2.0.15 爆破压力

爆破片装置在相应的爆破温度下动作时,爆破片两侧的压力差值。

2.0.15.1 设计爆破压力

爆破片设计时由需方提出的对应于爆破温度下的爆破压力。

2.0.15.2 最大(最小)设计爆破压力

设计爆破压力加制造范围,再加爆破压力允差的总代数和。

2.0.15.3 试验爆破压力

爆破试验时,爆破片在爆破瞬间所测量到的实际爆破压力。测此爆破压力的同时应测量试验爆破温度。

2.0.15.4 标定爆破压力

经过爆破试验标定符合设计要求的爆破压力。当爆破试验合格以后,其值取该批次爆破片按规定抽样数量的试验爆破压力的算术平均值。

同一批次爆破片的标定爆破压力必须在商定的制造范围以内,当商定制造范围为零时,标定爆破压力应是设计爆破压力。

2.0.16 最大工作压力

容器在正常工作过程中,容器顶部可能达到的最大的压力。见《设备和管道系统设计压力和设计温度的确定》(HG/T 20570.1—95)。

2.0.17 最高压力

容器最大工作压力加上流程中工艺工作系统附加条件后,容器顶部可能达到的压力。见《设备和管道系统设计压力和设计温度的确定》(HG/T 20570.1—95)。

2.0.18 爆破温度

与爆破压力相应的压力敏感元件壁的温度。此术语可以与“设计”或“试验”作定语连用。

2.0.19 制造范围

为方便爆破片制造,设计爆破压力在制造时允许变动的压力范围。此种允许变动的压力范围须由供需双方协商确定。

2.0.20 爆破压力允差

爆破片实际的试验爆破压力相对于标定爆破压力的最大允许偏差。其值可以是正负相等的绝对值或百分数。

当商定制造范围为零时,此允差即表示对设计爆破压力的最大偏差。

2.0.21 泄放面积

爆破片装置几何上最小的流通面积。用以计算爆破片装置的理论泄放量。

计算泄放面积应考虑爆破片爆破或脱落后,可能使通道截面减小的各种情况,例如刀架、背压托架、爆破片残骸等造成的阻塞。

2.0.22 泄放量(又称泄放能力)

爆破片爆破后,通过泄放面积能够泄放出去的压力介质流量。

2.0.23 批次

具有相同型式、规格、标定爆破压力与爆破温度,且其材料(牌号、性能)和制造工艺完全相同的一组爆破片为一个批次。

3 分 类

3.0.1 正拱型金属爆破片装置(拉伸型金属爆破片装置)。

3.0.2 反拱型金属爆破片装置(压缩型金属爆破片装置)。

3.0.3 按组件结构特征还可细分,见表 3.0.3。

金 属 爆 破 片 分 类

表 3.0.3

型 式	名 称
正拱型	普通型
	开缝型
	背压托架型
	加强环型
	软垫型
	刻槽型
反拱型	卡圈型
	背压托架型
	刀架型
	鳄齿型
	刻槽型

3.0.4 夹持器的夹持面及外接密封面型式见表 3.0.4。

夹持器的夹持面及外接密封面型式表

表 3.0.4

夹持面形状	平 面
	锥 面
外接密封面形状	平 面
	凹凸面
	榫槽面

4 爆破片的设置

4.0.1 独立的压力容器和/或压力管道系统设有安全阀、爆破片装置或这二者的组合装置。

4.0.2 满足下列情况之一应优先选用爆破片：

4.0.2.1 压力有可能迅速上升的；

4.0.2.2 泄放介质为含有颗粒、易沉淀、易结晶、易聚合和介质粘度较大；

4.0.2.3 泄放介质有强腐蚀性，使用安全阀时其价格很高；

4.0.2.4 工艺介质十分贵重或有剧毒，在工作过程中不允许有任何泄漏，应与安全阀串联使用；

4.0.2.5 工作压力很低或很高时，选用安全阀则其制造比较困难；

4.0.2.6 当使用温度较低而影响安全阀的工作特性；

4.0.2.7 需要较大泄放面积。

4.0.3 对于一次性使用的管路系统(如开车前吹扫的管路放空系统)，爆破片的破裂不影响操作和生产的场合，设置爆破片。

4.0.4 为减少爆破片破裂后的工艺介质的损失，可与安全阀串联使用，详见第8章。

4.0.5 作为压力容器的附加安全设施，可与安全阀并联使用，例如爆破片仅用于火灾情况下的超压泄放。

4.0.6 为增加异常工况(如火灾等)下的泄放面积，爆破片可并联使用。

4.0.7 爆破片不适用于经常超压的场合。

4.0.8 爆破片不宜用于温度波动很大的场合。

5 爆破片泄放量和泄放面积的计算

5.0.1 物理超压过程的爆破片额定泄放量(泄放能力)按以下公式计算:

$$\text{气体} \quad W \leq 55.8 C_0 C_a P \sqrt{\frac{M}{ZT}} \quad (5.0.1-1)$$

$$\text{水蒸汽} \quad W \leq 5.2 C_0 C_s a P \quad (5.0.1-2)$$

$$\text{液体} \quad W \leq 5.1 C_0 \xi a \sqrt{\rho P} \quad (5.0.1-3)$$

式中

W ——爆破片的额定泄放量(泄放能力), kg/h(见 5.0.3 规定);

a ——爆破片的最小泄放面积, mm²;

C ——气体的特性系数, 由图 11.0.3 查取或按式(5.0.1-4)计算:

$$C = \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]} \quad (5.0.1-4)$$

临界泄放压力比 $\frac{P_0}{P} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$, 当 P_0/P 等于或小于临界泄放压力比时, C 有极大值。

$$C_{\max} = 0.7071 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

k ——绝热指数;

C_s ——水蒸汽的特性系数, 蒸汽压力小于 16MPa(表)的饱和蒸汽, $C_s \approx 1$; 过热蒸汽的 C_s 值随过热温度增加而减少, 查表 11.0.2;

M ——气体的分子量;

P ——爆破片的设计爆破压力, MPa;

P_0 ——背压, MPa;

T ——容器或设备内泄放气体的绝对温度, K;

Z ——气体的压缩因子, 根据 T_r 与 P_r 由《安全阀的设置和选用》(HG/T 20570.2-95)中图 16.0.6 查得;

ρ ——液体密度, kg/m³;

C_0 ——额定泄放系数, 取 $C_0 = 0.62$ 或实测值;

ξ ——液体动力粘度的校正系数, 根据雷诺数

$$Re = \frac{0.3134W}{\mu \sqrt{a}}$$

由图 11.0.4 查取;当液体粘度等于或小于水的粘度时,取 $\xi=1$ 。

5.0.2 对于化学超压过程(如内部爆炸),由于其机理复杂和工况繁多,目前还没有计算公式,要经过试验才能确定所需要的爆破片。API-521《GUIDE FOR PRESSURE-RELIEVING AND DEPRESSURING SYSTEMS》1990 标准中推荐在没有试验数据时,爆破面积为 $6.6\text{m}^2/100\text{m}^3$ 容积(适用于空气-碳氢化合物体系)。

5.0.3 爆破片泄放量和泄放面积的计算步骤

5.0.3.1 根据劳动部颁发的《压力容器安全技术监察规程》(1991 年 1 月 1 日施行)中规定来计算泄放量。

(1)无保温层

$$W = \frac{2.55 \times 10^5 F \times A^{0.82}}{H_i} \quad (5.0.3-1)$$

式中

W ——泄放量,kg/h;

H_i ——泄放条件下气化热,kJ/kg;

A ——润湿面积, m^2 ;

F ——容器外壁校正系数。

A 和 F 的计算,取值见《安全阀的设置和选用》(HG/T 20570.2-95)相应规定。

(2)有保温层

$$W = \frac{2.61 \times (650 - t) \times \lambda \times A^{0.82}}{d_0 \cdot H_i} \quad (5.0.3-2)$$

式中

t ——泄放温度, $^{\circ}\text{C}$;

λ ——保温材料的导热系数,kJ/m·h· $^{\circ}\text{C}$;

d_0 ——保温材料的厚度,m。

5.0.3.2 根据美国石油学会标准 API-520 中规定:对于有足够的消防保护措施和能及时排走地面上泄漏的物料时,其泄放量由式(5.0.3-3)计算:

$$W = \frac{1.555 \times 10^5 \times F \times A^{0.82}}{H_i} \quad (5.0.3-3)$$

否则,采用式(5.0.3-4)计算:

$$W = \frac{2.55 \times 10^5 \times F \times A^{0.82}}{H_i} \quad (5.0.3-4)$$

式中符号同式(5.0.3-1), A 和 F 的计算,取值见《安全阀的设置和选用》(HG/T 20570.2-95)相应规定。

5.0.3.3 爆破片的最小泄放面积(a)按式(5.0.1—1~5.0.1—4)求得。

由 a 值来计算泄放口径(d)并按标准管径的公称直径向上圆整。

5.0.3.4 按圆整的 d 再计算最小泄放面积(a),并根据工况利用式(5.0.1—1、5.0.1—2 或 5.0.1—3)来核算爆破片的额定泄放量,满足要求,即为选用的最小泄放面积和泄放口径。

6 爆破片的爆破压力

6.0.1 爆破压力允差

爆破压力允差见表 6.0.1。

爆 破 压 力 允 差

表 6.0.1

爆破片型式	标定爆破压力 MPa(表)	允许偏差
正拱型	<0.2	± 0.010
	≥ 0.2	$\pm 5\%$
反拱型	<0.3	± 0.015
	≥ 0.3	$\pm 5\%$

6.0.2 爆破片制造范围

爆破片的制造范围是设计爆破压力在制造时允许变动的压力幅度,须由供需双方协商确定,在制造范围内的标定爆破压力应符合本规定的爆破压力允差(见表 6.0.1)。

6.0.2.1 正拱型爆破片制造范围

分为:标准制造范围;1/2 标准制造范围;1/4 标准制造范围;亦可以是零。爆破片制造范围见表 6.0.2。

爆 破 片 制 造 范 围

MPa

表 6.0.2

设计爆破压力 MPa(表)	标准制造范围		1/2 标准制造范围		1/4 标准制造范围	
	上限(正)	下限(负)	上限(正)	下限(负)	上限(正)	下限(负)
0.10~0.16	0.028	0.014	0.014	0.010	0.008	0.004
0.17~0.26	0.036	0.020	0.020	0.010	0.010	0.006
0.27~0.40	0.045	0.025	0.025	0.015	0.010	0.010
0.41~0.70	0.065	0.035	0.030	0.020	0.020	0.010
0.71~1.0	0.085	0.045	0.040	0.020	0.020	0.010
1.1~1.4	0.110	0.065	0.060	0.040	0.040	0.020
1.5~2.5	0.160	0.085	0.080	0.040	0.040	0.020
2.6~3.5	0.210	0.105	0.100	0.030	0.040	0.025
3.6 以上	6%	3%	3%	1.5%	1.5%	0.8%

6.0.2.2 反拱刀架(或刻槽)型爆破片制造范围

按设计爆破压力的百分数计算,分为: -10% ; -5% ; 0 。

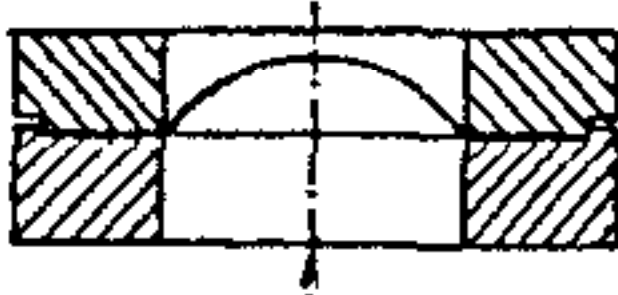
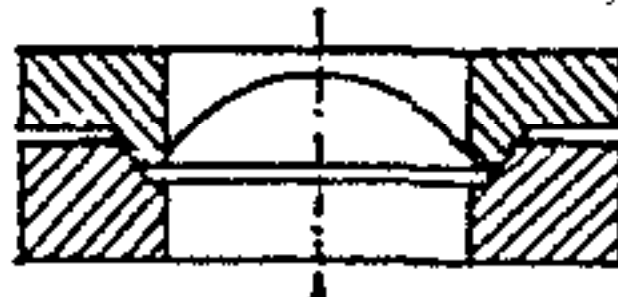
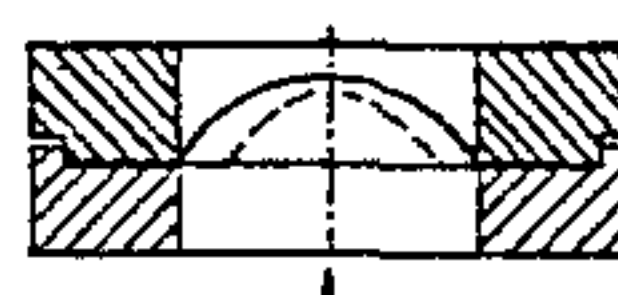
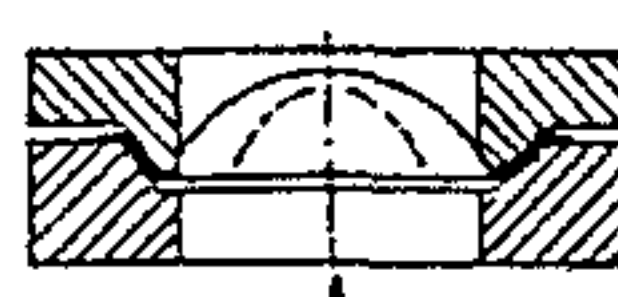
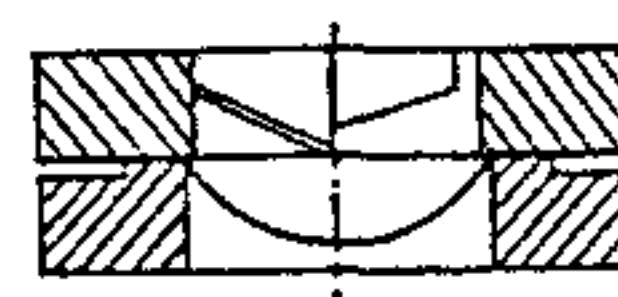
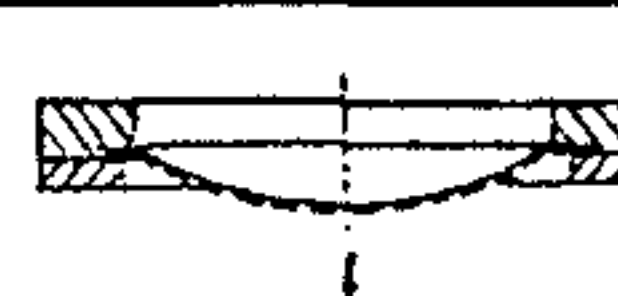
6.0.2.3 制造范围说明

爆破片的制造范围与爆破压力允差不同,前者是制造时相对于设计爆破压力的一个变动范围,而后者是试验爆破压力相对于标定爆破压力的变动范围。

6.0.3 爆破片的设计爆破压力

为了使爆破片获得最佳的寿命,对于每一种类型的爆破片的设备最高压力与最小标定爆破压力之比见表 6.0.3。

表 6.0.3

型别名称及代号	简 图	$\frac{\text{设备最高压力(表压)}}{\text{最小标定爆破压力(表压)}} \times 100\%$
正拱普通平面型 <i>LPA</i>		70%
正拱普通锥面型 <i>LPB</i>		70%
正拱普通平面托架型 <i>LPTA</i>		70%
正拱普通锥面托架型 <i>LPTB</i>		70%
正拱开缝平面型 <i>LKA</i>		80%
正拱开缝锥面型 <i>LKB</i>		80%
反拱刀架型 <i>YD</i>		90%
反拱卡圈型 <i>YQ</i>		90%
反拱托架型 <i>YT</i>		80%

对于新设计的压力容器,确定最高压力之后,根据所选择的爆破片型式和表 6.0.3 中的比值,确定爆破片的设计爆破压力。

根据 GB 150—89《钢制压力容器》附录 B,容器的设计压力为:

设计压力大于、等于设计爆破压力加上制造范围正偏差。

旧设备新安装爆破片,容器的设计压力和最高压力已知时,按选定爆破片的制造范围确定设计爆破压力,查表 6.0.3,确定合适的爆破片型式。

6.0.4 压力关系图和表

6.0.4.1 与爆破片相关的压力关系图,见图 6.0.4 所示。本图表示了爆破片的最高压力(即被保护容器的最高压力)与爆破片设计、制造时的各类爆破压力的关系。

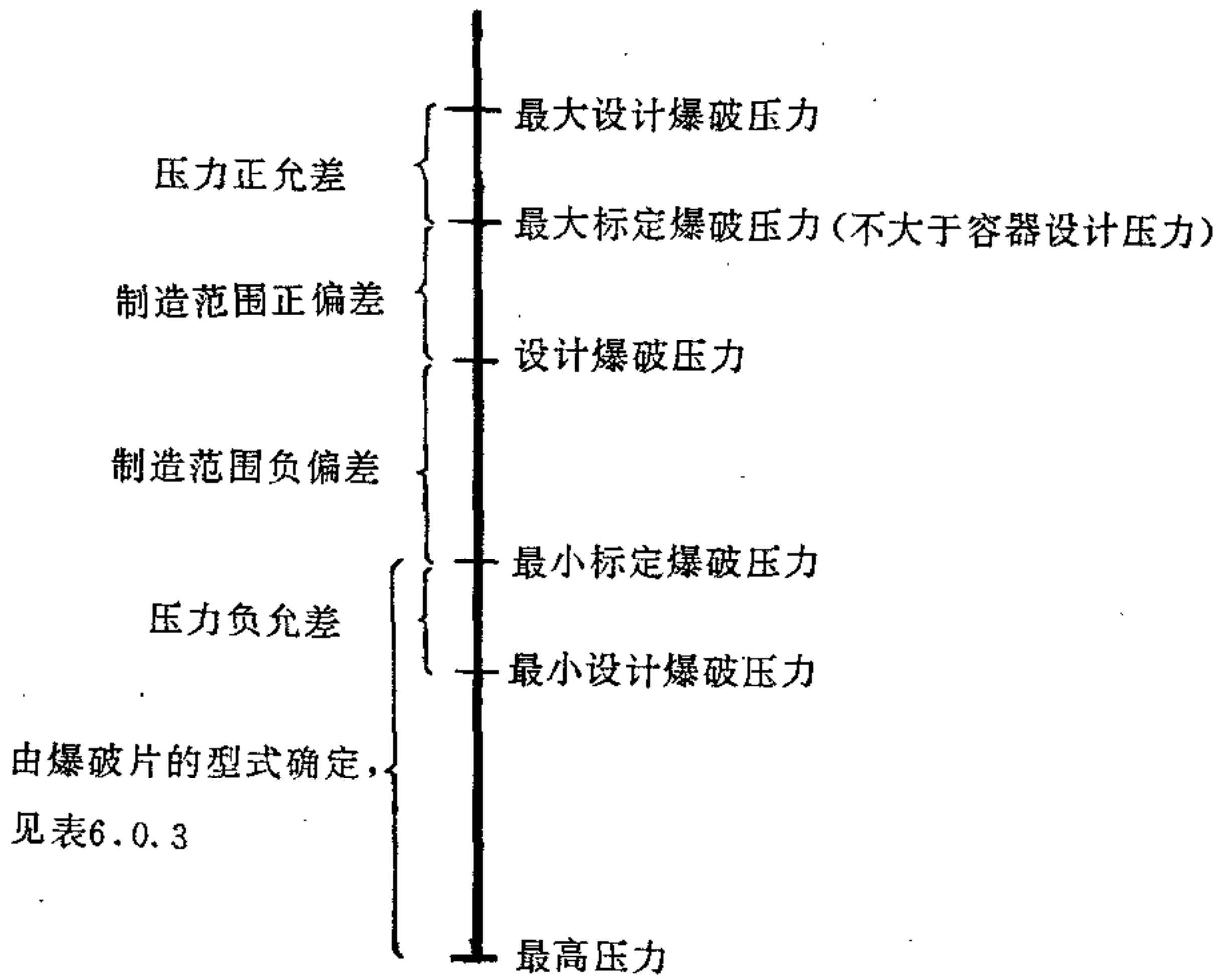


图 6.0.4 爆破片相关的压力关系图

6.0.4.2 与容器相关的压力关系,见表 6.0.4。本表表明了不同情况下被保护系统设置爆破片的最大设计爆破压力、最大标定爆破压力的数值与被保护容器的设计压力或最大允许工作压力数值的比例关系。

爆破片与容器相关的压力关系表 表 6.0.4

压力容器要求	容器压力	爆破片典型特性
容器设计压力(或最大允许工作压力) 最高压力	121%	火灾情况下最大设计爆破压力
	116%	多个爆破片用于非火灾情况下最大设计爆破压力
	110%	{ 多个爆破片用于火灾情况下的最大标定爆破压力 单个爆破片用于非火灾情况下最大设计爆破压力
	105%	多个爆破片用于非火灾情况下的最大标定爆破压力
	100%	最大标定爆破压力(单个爆破片)

6.0.5 设计计算举例

6.0.5.1 订购一批爆破片,设计爆破压力为 1MPa(表)。试确定最大、最小设计爆破压力范围。

解:(1)情况一:按标准制造范围选用正拱型爆破片。

查表 6.0.2,这一爆破压力的标准制造范围为 $\left(\begin{smallmatrix} +0.085 \\ -0.045 \end{smallmatrix}\right)$ MPa,制造厂可按 0.955~1.085MPa(表)范围内的任何一个值作为该批爆破片的标定爆破压力交货。若提供的标定爆破压力为 1.05MPa(表),规定压力允差为 $\pm 5\%$,则该批爆破片的实际爆破压力为 1.05 ± 0.0525 MPa(表);若提供的标定爆破压力为 0.955MPa(表),规定压力允差为 $\pm 5\%$,则该批爆破片的实际爆破压力为 0.955 ± 0.0478 MPa(表)。

(2)情况二:按 1/2 标准制造范围选用正拱型爆破片。

查表 6.0.2 的 1/2 标准制造范围为 $\left(\begin{smallmatrix} +0.04 \\ -0.02 \end{smallmatrix}\right)$ MPa,即规定爆破压力的范围为 0.98~1.04MPa(表),制造厂只能在此范围内确定该批爆破片的标定爆破压力,压力允差按规定计算。

(3)情况三:按 0 制造范围选用反拱型爆破片。

制造范围为 0 表示该批爆破片的标定爆破压力不允许变动。因压力允差为 $\pm 5\%$,故制造厂将按用户要求提供实际爆破压力为 1.0 ± 0.05 MPa(表)的反拱型爆破片。

(4)情况四:按制造范围为 -10% 选用反拱型爆破片。

制造范围为 -10% 的反拱型爆破片,标定爆破压力可在 0.9~1.0MPa(表)范围内由制造厂确定。若提供的标定爆破压力为 0.95MPa(表),规定压力允差为 $\pm 5\%$,则该批爆破片的实际爆破压力为 0.95 ± 0.0475 MPa(表)。

6.0.5.2 设计一非易燃液化气体容器,容器为椭圆形封头的卧式容器,直径 $D_0=2\text{m}$,容器总长 $L=5\text{m}$,无保温。因考虑到现场有可能发生火灾,拟在容器上安装爆破片装置,泄放至大气,最高压力为 1.5MPa(表),工作温度为 $0^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$,试进行选用。

解:(1)确定爆破片的爆破压力及容器设计压力,拟选择正拱普通型爆破片,其设备最高压力与最小标定爆破压力之比为 70%,所以,爆破片的最小标定爆破压力为:

$$P_n = 1.5 \div 70\% = 2.14 \quad \text{MPa(表)}$$

若制造范围为标准制造范围,查表 6.0.2 为: $\begin{smallmatrix} +0.16 \\ -0.085 \end{smallmatrix}$

容器的设计压力不能低于: $2.14 + 0.16 + |-0.085| = 2.385$,因此确定容器的设计压力为 2.4MPa(表)。

(2) 确定爆破温度

此液化气体在 2.14MPa(表)时,对应的饱和温度为 60℃,故取 60℃为爆破片的爆破温度。

(3) 泄放口径的确定

根据《压力容器安全技术监察规程》(劳动部颁发,1991 年 1 月 1 日施行)计算,泄放量为 $5.65 \times 10^4 \text{kg/h}$ 。可按式(5.0.1-1)计算:

$$a \geq \frac{W}{55.8 \times C_0 \times C \times P \sqrt{\frac{ZT}{M}}}$$

已知: $M=17$

$$k = C_p / C_v = 1.36$$

$$C = 0.44$$

$$C_0 = 0.62$$

$$Z = 0.72$$

$$T = 273 + 60 = 333$$

$$P = 2.14 \text{MPa} + 0.1 \text{MPa} = 2.24 \text{MPa}$$

$$a \geq \frac{5.65 \times 10^4}{55.8 \times 0.62 \times 0.44 \times 2.24 \sqrt{\frac{0.72 \times 333}{17}}}$$

$$a \geq 6223 \text{mm}^2$$

$$a \geq \sqrt{\frac{4a}{3.14}} = 89.0 \text{mm}$$

泄放口径应大于等于 89mm。

选公称直径为 100mm 的爆破片。

(4) 确定爆破片爆破压力允差

查《拱形金属爆破片技术条件》(GB 567-89),爆破压力允差为 +5%,得最大设计爆破压力 $P_{B, \max} = 2.385 \times 105\% = 2.5 \text{MPa}$ (表)

最小设计爆破压力 $P_{B, \min} = 2.14 \times 95\% = 2.03 \text{MPa}$ (表)

(5) 爆破片材料选择

考虑介质有轻微腐蚀性,故选用不锈钢材料。

(6)按表 6.0.4 要求,单个爆破片最大设计爆破压力不大于设备的设计压力的 121%。

设备设计压力的 121% = $2.4 \times 121\% = 2.9 \text{MPa}$ (表),而从(4)计算得最大设计爆破压力 $P_{B, \max} = 2.5 \text{MPa}$ (表),故计算结果满足表 6.0.4 要求。

7 爆破片的选用

7.0.1 爆破片型式的确定

7.0.1.1 选择爆破片型式时,应考虑以下几个因素:

(1) 压力

- a. 压力较高时,爆破片宜选择正拱型;
- b. 压力较低时,爆破片宜选用开缝型或反拱型;
- c. 系统有可能出现真空或爆破片可能承受背压时,要配置背压托架;
- d. 有循环压力或脉冲压力则选用反拱型。

(2) 温度

高温对金属材料和密封膜的影响。

(3) 使用场合

- a. 在安全阀前使用,爆破片爆破后不能有碎片;
- b. 用于液体介质,不能选用反拱型爆破片。

7.0.1.2 表 7.0.1 为各种爆破片的特性汇总表。

7.0.2 爆破片材料的选择

7.0.2.1 制造爆破片的标准材料为铝、镍、不锈钢、因康镍、蒙乃尔。特殊用途时,可以采用金、银、钛、哈氏合金等。

7.0.2.2 爆破片材料的选择。主要有以下因素:

(1)不允许爆破片被介质腐蚀,必要时,要在爆破片上涂盖覆层或用聚四氟乙烯等衬里来保护。

(2)使用温度和材料的抗疲劳特性。

7.0.2.3 表 7.0.2—1 为爆破片材料的最高使用温度,表 7.0.2—2 为部分材料的抗疲劳性能比较。

各种爆破片特性汇总表

表 7.0.1

类型名称	正拱普通型	正拱刻槽型	正拱开缝型	反拱刀架型	反拱鳄齿型	反拱刻槽型
内力类型	拉伸	拉伸	拉伸	压缩	压缩	压缩
抗压力疲劳能力	较好	好	差	优良	优良	优良
爆破时有无碎片	有	无	有,但很少	无	无	无
可否引起撞击火花	可能	否	可能性很小	可能	可能性小	否
可否与安全阀串联使用	否	可	可以	可	可	可
背压托架	可加	可加	已加	不加	不加	不加

各种爆破片材料最高使用温度

表 7.0.2-1

爆破片材料	最高使用温度 ℃		
	无保护膜	有保护膜	
		聚四氟乙烯	氟化乙丙烯
铝	100	100	100
银	120	120	120
铜	200	200	200
镍	400	260	200
钛	350	—	—
不锈钢	400	260	200
蒙乃尔	430	260	200
因康镍	480	260	200

部分材料抗疲劳性能比较

表 7.0.2-2

爆破片材料	性能比较
镍	1000
厚铝板($\geq 0.25\text{mm}$)	1000
因康镍	700
316 不锈钢	700
蒙乃尔	400
薄铝板($\leq 0.127\text{mm}$)	7
铜	2
银	2

注:假定最好的材料抗疲劳性能为 1000。

8 爆破片数据表、计算表和汇总一览表

8.0.1 爆破片数据表

爆破片数据表见表 8.0.1。

8.0.2 爆破片计算表

爆破片计算表见表 8.0.2。

8.0.3 汇总一览表

汇总一览表采用行业标准《工艺系统专业提交文件内容的规定》(HG 20558.2—93)中规定的“特殊管件汇总一览表”。

8.0.4 爆破片采购数据表

采购数据表采用行业标准《工艺系统专业提交文件内容的规定》(HG 20558.2—93)中规定的“爆破片采购数据表”(表 1.21.5)。

表 8.0.1

工 程 _____		工程号 _____										
装 置 _____		第 页 共 页										
车间或工段(区) _____												
爆破片数据表												
1. 爆破片位号:		2. <i>PI</i> 图图号:										
3. 设备位号:		4. 管道编号:										
5. 最高压力: MPa(表)		6. 设计压力: MPa(表)										
7. 最高工作温度: °C		8. 设计温度: °C										
9. 物料性质: 名称: 临界压力: MPa 分子量 M : 压缩因子 Z : 液体密度 ρ : kg/m ³ 气化热 H_1 : kJ/kg		相态: 临界温度: °C 绝热指数 k : 气体密度 G_g : kg/m ³ 比热 C_p : kJ/kg°C 粘度 μ : cp										
10. 设计爆破压力 P : MPa		11. 泄放温度 T : K										
12. 背压 P_b : MPa		13. 泄放侧压力 P_o : MPa										
14. 设备参数: 直径 D_o : m		全长 L : m										
15. 保温材料的厚度 d_o : m		16. 导热系数 λ : kJ/m · °C · h										
17. 额定泄放系数 C_o :		18. 器外壁校正系数 F :										
19. 液体粘度修正系数 ξ :		20. 气体特性系数 C :										
21. 水蒸汽特性系数 C_s :												
22. 备注:												
版次或修改	版 次											
	日 期											
	编 制											
	校 核											
	审 核											

表 8.0.2

工 程 _____	爆破片计算表	工程号 _____										
装 置 _____		第 页 共 页										
车间或工段(区) _____												
1. 爆破片位号:												
2. 爆破片数量:												
3. 爆破片型式:												
正拱型 普通型 ☐ 开缝型 ☐ 背压托架型 ☐ 加强环型 ☐ 软垫型 ☐ 刻槽型 ☐ 反拱型 卡圈型 ☐ 背压托架型 ☐ 刀架型 ☐ 鳄齿型 ☐ 刻槽型 ☐ 夹持器 { 夹持面 平面 ☐ 锥面 ☐ 外接密封面 平面 ☐ 凹凸面 ☐ 榫槽面 ☐												
4. 确定爆破片尺寸的事故工况:												
5. 爆破片的选型:												
计算的泄放口径	mm	计算泄放量 kg/h 或 m ³ /h										
选择的泄放口径	mm	额定泄放量 kg/h 或 m ³ /h										
入口公称直径:	mm	入口法兰等级:										
出口公称直径:	mm	出口法兰等级:										
6. 材料:												
爆破片 铝 ☐ 镍 ☐ 蒙乃尔 ☐ 因康镍 ☐ 316 不锈钢 ☐ 夹持器 碳钢 ☐ Cr13 ☐ 不锈钢 ☐												
7. 计算标准:												
8. 制造标准:												
9. 制造厂名称:												
10. 爆破片型号:												
11. 说明:												
版次或修改	版 次											
	日 期											
	编 制											
	校 核											
	审 核											

9 爆破片与安全阀的组合使用

9.0.1 爆破片安装在安全阀入口

为了避免因爆破片的破裂而损失大量的工艺物料,在安全阀不能直接使用的场合(如物料腐蚀、严禁泄漏等),一般在安全阀的入口处安装一个爆破片。

爆破片的标定爆破压力与安全阀的设定压力相同。爆破片的公称直径不小于安全阀的入口管径。爆破片的使用降低了 20% 的安全阀泄放能力。爆破片的阻力降按当量长度计时,为 75 倍公称直径。

9.0.2 爆破片安装在安全阀出口

如果泄放总管有可能存在腐蚀性气体环境,爆破片应安装在安全阀的出口,以保护安全阀不受腐蚀。

爆破片的最大设计爆破压力不超过弹簧式安全阀设定压力的 10%。爆破片的公称直径与安全阀出口管径相同。爆破片安装在安全阀出口附近。爆破片的阻力降按当量长度计时,为 75 倍公称直径。

9.0.3 爆破片与安全阀并联使用

为防止在异常工况下压力容器内的压力迅速升高,或增加在火灾情况下的泄放面积,安装一个或几个爆破片与安全阀并联使用。

爆破片的标定爆破压力略高于安全阀的设定压力,并不得大于容器的设计压力。爆破片要有足够的泄放面积,以达到保护容器的要求。

10 爆破片的安装和维护

10.0.1 爆破片的安装

10.0.1.1 爆破片在安装时应保持清洁,并检验有无破损、锈蚀、气泡和夹渣。铭牌朝向泄放侧。

10.0.1.2 爆破片的入口管道应短而直,管径不小于爆破片的公称直径。

10.0.1.3 爆破片的出口管道应泄向安全场所或密闭回收系统。出口管道应有足够的支撑。要考虑爆破时的反冲力和震动。出口管道的管径要保证管内流速不大于0.5马赫数。

10.0.1.4 爆破片单独用作泄压装置时,爆破片的入口管设置一切断阀。切断阀应在开启状态加铅封(C.S.O)。

10.0.1.5 爆破片在安全阀前串联使用时,应在爆破片与安全阀之间设置压力表和放空阀。压力表和放空阀可设置在夹持器上,订货时要说明。

10.0.2 爆破片与夹持器的标志

每片爆破片与夹持器都应有永久性的标志,其内容包括:

10.0.2.1 爆破片

制造单位及许可证编号 年 月

制造批号 日期

型号 规格

材料

爆破压力

适用介质和使用温度

泄放能力

10.0.2.2 夹持器

型号

规格

材料

10.0.3 爆破片的维护

10.0.3.1 正常情况下,爆破片不需特殊维护。

10.0.3.2 爆破片应定期检验,检查表面有无伤痕、腐蚀、变形和异物吸附。

10.0.3.3 爆破片应定期更换。

10.0.3.4 爆破片在安全阀前串联使用时,要经常检查压力表,以确认爆破片是否破裂。

11 附图和附表

11.0.1 安全阀与爆破片性能比较

安全阀与爆破片性能比较见表 11.0.1。

安全阀与爆破片性能比较表

表 11.0.1

内 容		对 比 项 目	爆 破 片	安 全 阀
结构型式	1	品种	多	较少
	2	基本结构	简单	复杂
适用范围	3	口径范围	$\phi 3 \sim \phi 1000\text{mm}$	大口径或小口径均难
	4	压力范围	几十毫米水柱~ 几千大气压力	很低压力或高压均难
	5	温度范围	$-250 \sim 500^{\circ}\text{C}$	低温或高温均困难
	6	介质腐蚀性	可选用各种耐腐蚀材料或可作简单防护	选用耐腐蚀材料有限,防护结构复杂
	7	介质粘稠,有沉淀结晶	不影响动作	明显影响动作
	8	对温度敏感性	高温时动作压力降低 低温时动作压力升高	不很敏感
	9	工作压力与 动作压力差	较大	较小
	10	经常超压的场合	不适用	适用
防超压动作	11	动作特点	一次性爆破	泄压后可以复位, 多次使用
	12	灵敏性	惯性小,急剧超压时 反应迅速	不很及时
	13	正确性	一般 $\pm 5\%$	波动幅度大
	14	可靠性	一旦受损伤,爆破压力降低	甚至不起跳,或不闭合
	15	密闭性	无泄漏	可能泄漏
	16	动作后对生产造成损失	较大,必须更换后 恢复生产	较小,复位后正常 进行生产
维护与更换	17		不需要特殊维护,更换简单	要定期检验

11.0.2 水蒸汽特性系数

水蒸汽特性系数(C_s)见表 11.0.2。

水蒸汽特性系数

表 11.0.2

绝对压力 MPa	温 度 $^{\circ}\text{C}$													
	饱和	200	220	260	300	340	380	420	460	500	560	600	660	700
	系 数 (C_s)													
0.5	1.005	0.996	0.972	0.931	0.896	0.864	0.835							
1	0.978	0.981	0.983	0.938	0.901	0.868	0.838							
1.5	0.977	0.976	0.970	0.947	0.906	0.872	0.841							
2	0.972		0.967	0.955	0.912	0.876	0.845	0.817	0.792	0.768				
2.5	0.969			0.961	0.918	0.880	0.848	0.819	0.793	0.770				
3	0.967			0.957	0.924	0.885	0.851	0.822	0.795	0.774	0.742	0.721	0.695	0.679
4	0.965			0.958	0.934	0.894	0.857	0.826	0.799	0.775	0.744	0.725	0.696	0.680
5	0.966				0.953	0.904	0.865	0.832	0.803	0.778	0.747	0.723	0.697	0.681
6	0.968				0.953	0.911	0.872	0.838	0.808	0.781	0.747	0.729	0.698	0.682
7	0.971				0.958	0.924	0.881	0.844	0.812	0.785	0.749	0.731	0.702	0.683
8	0.975				0.967	0.937	0.888	0.850	0.817	0.789	0.752	0.731	0.701	0.684
9	0.980					0.957	0.897	0.856	0.822	0.792	0.754	0.733	0.702	0.685
10	0.986					0.961	0.909	0.863	0.827	0.796	0.757	0.735	0.703	0.686
12	0.999					0.975	0.926	0.876	0.838	0.805	0.762	0.739	0.706	0.688
14	1.016					1.002	0.956	0.893	0.846	0.811	0.768	0.743	0.711	0.691
16	1.036						0.988	0.907	0.858	0.819	0.774	0.748	0.714	0.693
18	1.063						1.004	0.929	0.873	0.828	0.779	0.752	0.717	0.697
20	1.094						1.028	0.953	0.885	0.835	0.786	0.757	0.720	0.700
22	1.129						1.072	0.982	0.900	0.849	0.793	0.761	0.724	0.702
24								1.016	0.915	0.861	0.797	0.766	0.727	0.705
26								1.055	0.935	0.871	0.804	0.772	0.731	0.708
28								1.096	0.956	0.883	0.811	0.776	0.735	0.710
30								1.132	0.977	0.895	0.821	0.781	0.735	0.715
32								1.169	1.009	0.908	0.824	0.787	0.742	0.714

注:压力和温度处于中间值时, C_s 可以由内插法计算。

11.0.3 气体特性系数

气体特性系数(C)见图 11.0.3 所示。

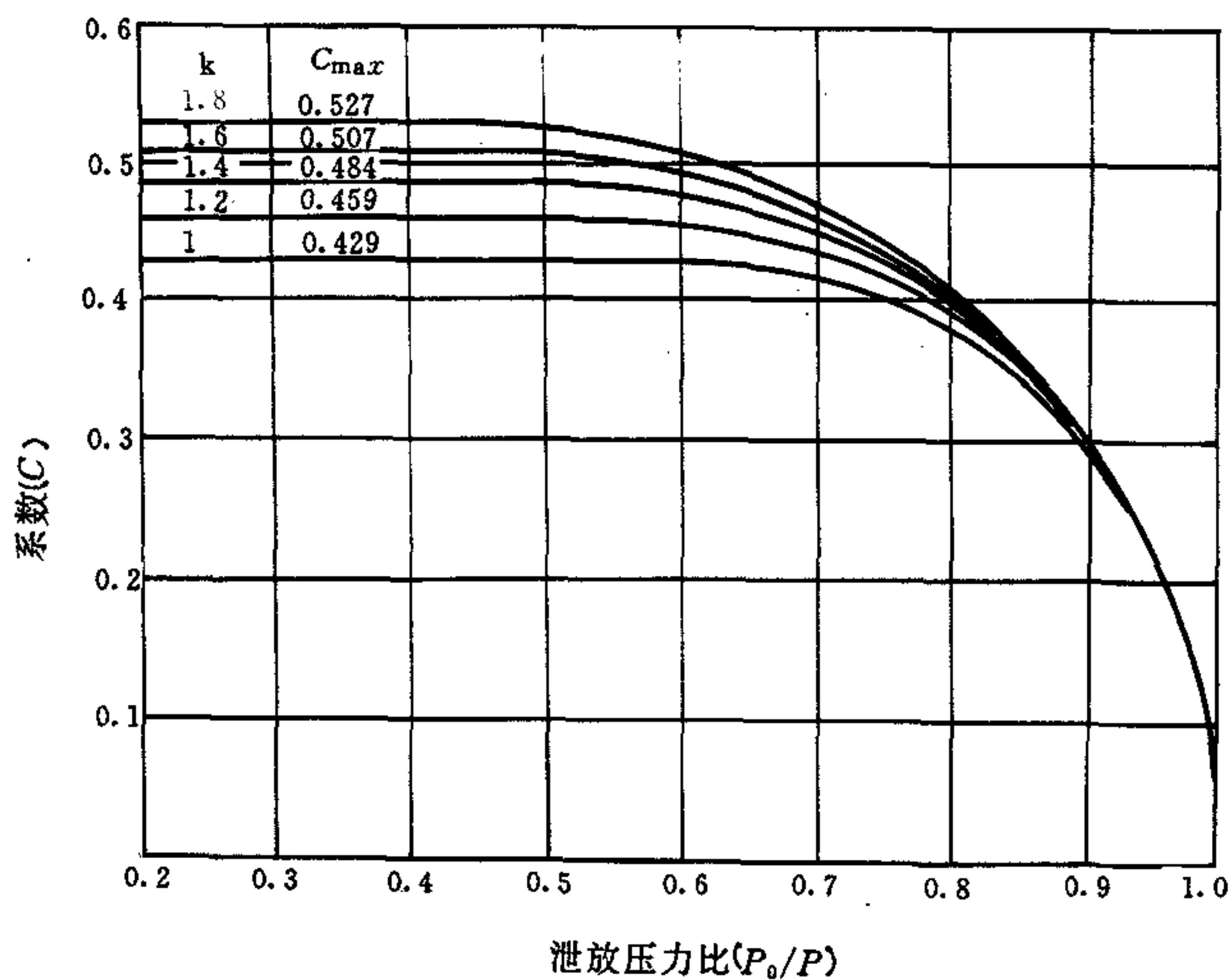


图 11.0.3 气体特性系数(C)

11.0.4 液体粘度校正系数

液体粘度校正系数(ξ)见图 11.0.4 所示。

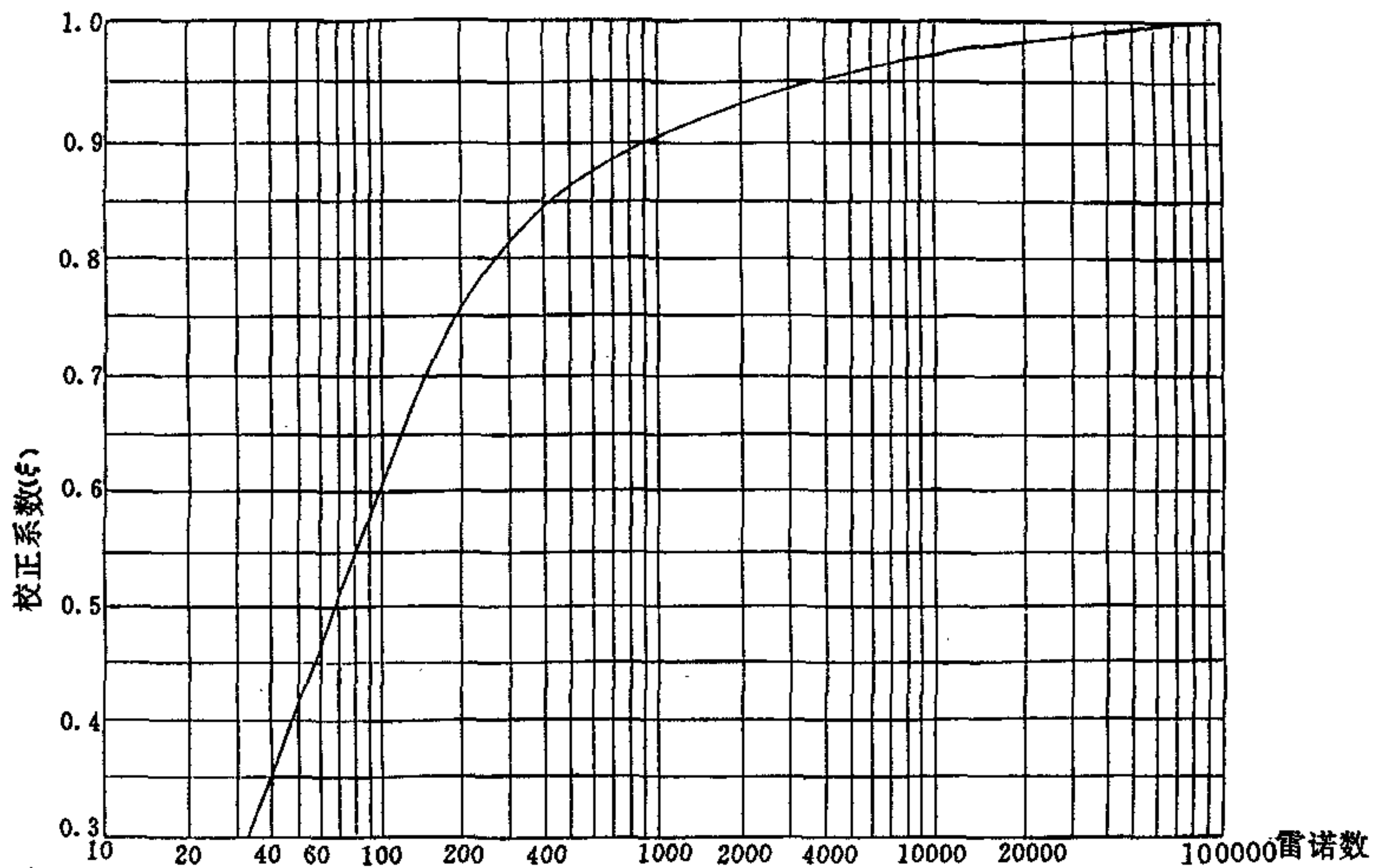


图 11.0.4 液体粘度校正系数(ξ)

12 符号说明

- a ——爆破片的最小泄放面积, mm^2 ;
 W ——爆破片的额定泄放量(泄放能力), kg/h ;
 P ——爆破片的设计爆破压力, MPa ;
 P_0 ——爆破片的泄放侧压力, MPa ;
 P_n ——爆破片的最小标定爆破压力, MPa (表);
 $P_{B.\max}$ ——最大设计爆破压力, MPa (表);
 $P_{B.\min}$ ——最小设计爆破压力, MPa (表);
 P_c ——气体的临界压力, MPa ;
 P_r ——气体的对比压力, $P_r = P/P_c$;
 ΔP ——液体超压爆破时爆破片的内外压力差, MPa ;
 T ——容器或设备内泄放气体的绝对温度, K ;
 T_c ——气体的临界温度, K ;
 T_r ——气体的对比温度, $T_r = T/T_c$;
 M ——气体的分子量;
 k ——气体的绝热指数, $k = C_p/C_v$;
 Z ——气体的压缩因子, 根据 T_r 与 P_r 由《安全阀的设置和选用》(HG/T 20570.2-95) 中图 16.0.6 查得;
 C ——气体的特性系数, 由图 11.0.3 查取或按下式计算:

$$C = \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}$$

当 $\frac{P_0}{P} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$ 时为临界泄放压力比, 等于或小于临界泄放压力比时, C 有极大值:

$$C_{\max} = 0.7071 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

- k ——绝热指数;
 C_s ——水蒸汽的特性系数。蒸汽压力小于 16MPa 的饱和蒸汽, $C_s \approx 1$; 过热蒸汽随过热温度增加而减小, 查表 11.0.2;
 ρ ——液体密度, kg/m^3 ;
 C_0 ——额定泄放系数, 取 $C_0 = 0.62$ 或实测值;
 μ ——液体的动力粘度, $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$;

ξ ——液体动力粘度的校正系数,根据雷诺数 $Re = \frac{0.3134W}{\mu \sqrt{a}}$ 由图 11.0.4 查取。

当液体粘度等于或小于水的粘度时,取 $\xi=1$;

压力——本规定除注明外,均为绝对压力。