



中华人民共和国国家标准

GB/T 12242—2005
代替 GB/T 12242—1989

压力释放装置 性能试验规范

Performance test code—Pressure relief devices

(ASME PTC 25;1994, Performance test code—
Pressure relief devices, MOD)

2005-02-21 发布

2005-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
3.1 通用术语	1
3.2 压力释放装置类型	1
3.3 安全阀的特性尺寸	3
3.4 非重闭式压力释放装置的特性尺寸	3
3.5 压力释放装置的动作和排量特性	3
4 总则	6
5 压力释放装置动作性能及排量试验	7
5.1 试验装置和仪表	7
5.2 测量方法	8
5.3 试验安装要求	10
5.4 试验程序	12
5.5 结果计算	24
5.6 试验汇总报告	25
6 在用试验及工作台上定压试验	27
6.1 测量仪表和测量方法	27
6.2 在用试验程序	28
6.3 工作台上定压试验程序	30
6.4 密封试验	31
6.5 结果计算	31
6.6 试验汇总报告	31
附录 A(资料性附录) 试验报告表	32
A.1 试验记录的符号说明	32
A.2 试验报告表	34
表 A.1 用蒸汽和水进行压力释放装置试验的试验报告表——水称重法	34
表 A.2 用蒸汽进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法	36
表 A.3 用液体进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法	37
表 A.4 用空气或其他气体进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法	38
表 A.5 用空气或其他气体进行压力释放装置试验的试验报告表——音速流量计方法	40
表 A.6 用燃料气进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法	41
表 A.7 用空气进行爆破片装置试验的试验报告表——阻力系数方法	42
附录 B(资料性附录) 试验汇总报告表	44
表 B.1 压力释放阀试验汇总报告表——蒸汽介质	44
表 B.2 压力释放阀试验汇总报告表——水或液体介质	45
表 B.3 压力释放阀试验汇总报告表——空气、气体或燃料气介质	46
表 B.4 爆破片装置试验汇总报告表——空气、气体或燃料气介质	47
附录 C(资料性附录) 确定流量误差的示例	48

前 言

本标准是 GB/T 12242—1989《安全阀 性能试验方法》的修订版。

本标准修改采用 ASME PTC 25:1994《压力释放装置 性能试验规范》(英文版)。

本标准与 ASME PTC 25 主要差异如下：

- 本标准的结构和编写规则按照 GB/T 1.1 的要求,对原规范作了编辑性修改；
- 原规范中引用的有关测量和仪表的美国规范在本标准中均未引用；
- 原规范采用的美制单位和计算公式在本标准中均转换为公制单位和计算公式。

本标准与 GB/T 12242—1989 相比主要变化如下：

- 适用范围从安全阀扩大到包括非重闭式压力释放装置,标准名称也相应改变；
- 增加了“术语和定义”；
- 增加了爆破片阻力系数试验的内容；
- 增加了在用试验及工作台上定压试验的内容；
- 增加了附录 A“试验报告表”、附录 B“试验汇总报告表”及附录 C“确定流量误差的示例”。

本标准的附录 A、附录 B 和附录 C 为资料性附录。

本标准代替 GB/T 12242—1989。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国阀门标准化技术委员会(SAC/TC 188)归口。

本标准起草单位:上海安德森·格林伍德·克罗斯比阀门有限公司、合肥通用机械研究所。

本标准主要起草人:黄光禹、王晓钧。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 12242—1989。

压力释放装置 性能试验规范

1 范围

本标准为进行压力释放装置的动作性能试验(包括机械特性)及排量的试验提供指导和规则(包括编制试验报告)。压力释放装置用来防止锅炉、压力容器及相关管道设备的超压,而这些试验则用来确定压力释放装置的动作性能和排量。

本标准的试验程序有各种进口和出口条件状况,试验介质是使用其物理性质已知的蒸汽、气体(空气)或液体(水)。本标准适用于下列类型的重闭式和非重闭式压力释放装置:

- a) 安全阀;
- b) 爆破片装置;
- c) 折断/剪切销装置;
- d) 易熔塞装置。

试验有关各方同意接受本标准的条款,本标准也可适用于其他压力释放装置。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 12241 安全阀 一般要求(GB/T 12241—2005,ISO 4126-1:1991,MOD)

GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀(GB/T 12243—2005,JIS B 8210—1994,MOD)

3 术语

GB/T 12241 中术语的定义适用于本标准。

3.1 通用术语

3.1.1

压力释放装置 pressure relief device

一种用来在压力容器处于紧急或异常状况时防止其内部介质压力升高到超过预定最高压力的装置。

3.1.2

动作性能及排量试验 operational characteristics and flow capacity testing

用来确定压力释放装置的动作性能和实际排放能力的试验。

3.1.3

在用试验 in-service testing

当压力释放装置安装在系统上正在对系统实施保护时,单独利用系统压力或配合使用辅助开启装置或其他压力源以确定其某些或全部工作特性的试验。

3.1.4

工作台上定压试验 bench testing

为确定压力释放装置的整定压力和关闭件密封性而在一个加压系统上进行的试验。

3.2 压力释放装置类型

3.2.1

重闭式压力释放装置 reclosing pressure relief device

一种在动作后再行关闭的压力释放装置。

a)

安全阀 safety valve

一种自动阀门,它不借助任何外力而利用介质本身的力来排出一额定数量的流体,以防止压力超过额定的安全值。当压力恢复正常后,阀门再行关闭并阻止介质继续流出。

b)

直接载荷式安全阀 direct-loaded safety valve

一种仅靠直接的机械加载装置如重锤、杠杆加重锤或弹簧来克服由阀瓣下介质压力所产生作用力的安全阀。

c)

带动力辅助装置的安全阀 assisted safety valve

该安全阀借助一个动力辅助装置,可以在压力低于正常整定压力时开启。

d)

带补充载荷的安全阀 supplementary loaded safety valve

这种安全阀在其进口压力达到整定压力前始终保持有一个用于增强密封的附加力。该附加力(补充载荷)可由外部能源提供,而在安全阀进口压力达到整定压力时应可靠地释放。补充载荷的大小应这样设定,即假定该载荷未能释放时,安全阀仍能在其进口压力不超过国家法规规定的整定压力百分数的前提下达到额定排量。

e)

先导式安全阀 pilot-operated safety valve

一种依靠从导阀排出介质来驱动或控制的安全阀。该导阀本身为直接载荷式安全阀。

f)

真空安全阀 vacuum relief valve

一种设计用来补充流体以防止容器内过高真空度的安全阀,当正常状况恢复后又重新关闭而阻止介质继续流入。

3.2.2

非重闭式压力释放装置 non-reclosing pressure relief device

一种在动作后保持开启的压力释放装置。

a)

爆破片装置 rupture disk device

一种由装置进出口静压差驱动的非重闭式压力释放装置,其功能系通过承压片的爆破而实现。

b)

折断销装置 breaking pin device

一种由进口静压力驱动的非重闭式压力释放装置,其功能系通过承压件支承销承载截面的折断而实现。

c)

弯折销装置 buckling pin device

一种由进口静压力驱动的非重闭式压力释放装置,其功能系通过承压件支承销承载截面的弯折而实现。

d)

剪切销装置 shear pin device

一种由进口静压力驱动的非重闭式压力释放装置,其功能系通过承压件支承销承载截面的剪切而实现。

e)

易熔塞装置 fusible plug device

一种非重闭式压力释放装置,其功能系通过一个用具有适当熔点的材料制成的塞子的屈服或熔化而实现。

3.3 安全阀的特性尺寸

3.3.1

排放面积 discharge area

阀门排放时流体通道的最小截面积。

3.3.2

流道面积 flow area

阀进口端至关闭件密封面间流道的最小横截面积。

3.3.3

流道直径 flow diameter

对应于流道面积的直径。

3.3.4

帘面积 curtain area

当阀瓣在阀座上方升起时,在其密封面之间形成的圆柱面形或圆锥面形排放通道面积。见图 1。

3.3.5

开启高度 lift

阀瓣离开关闭位置的实际行程。

3.3.6

额定开高 rated lift

使阀门达到其额定排量的设计开高。

3.3.7

密封面斜角 seat angle

阀门轴线与密封面间的夹角。平面密封阀门的密封面斜角为 90° 。

3.3.8

密封面积 seat area

由密封面平均直径确定的面积。

3.3.9

密封面平均直径 seat mean diameter

阀瓣与阀座接触面的平均直径。

3.4 非重闭式压力释放装置的特性尺寸

3.4.1

净流通面积 net flow area

非重闭式压力释放装置动作之后决定流量的面积。一个爆破片的(最小)净流通面积是其完全破裂后的计算净面积,它带有适当的允差,因为爆破片的某些结构件可能减小其净流通面积。

3.5 压力释放装置的动作和排量特性

3.5.1

整定压力 set pressure

安全阀在运行条件下开始开启的预定压力,在该压力下,在规定的运行条件下由介质压力产生的使

阀门开启的力同使阀瓣保持在阀座上的力相互平衡。

3.5.2

超过压力 overpressure

超过安全阀整定压力的压力增量,通常用整定压力的百分数表示。

3.5.3

回座压力 re-seating pressure

安全阀排放后阀瓣重新与阀座接触,即开启高度变为零时的压力。

3.5.4

启闭压差 blowdown

整定压力同回座压力之差,以整定压力的百分数或以压力单位表示。

3.5.5

排放压力 relieving pressure

整定压力加超过压力。

3.5.6

额定排放压力 flow-rating pressure

标准或规范规定的排放压力上限值,是测量压力释放装置排量时的进口静压力。

3.5.7

背压力 back pressure

由于在排放系统中存在压力而在压力释放装置出口产生的静压力。

3.5.8

排放背压力 built-up back pressure

由于介质流经压力释放装置进入排放系统而在该装置出口处产生的压力。

3.5.9

附加背压力 superimposed back pressure

压力释放装置即将动作前在其出口处存在的压力,是由其他压力源在排放系统中引起的。

3.5.10

冷态试验差压力 cold differential test pressure

安全阀在试验台上调整到开始开启时的进口静压力,该压力包含了对背压力和/或温度等运行条件所作的修正。

3.5.11

密封试验压力 tight test pressure

进行密封试验时的进口静压力,在该压力下测量通过关闭件密封面的泄漏率。

3.5.12

爆破压力 burst pressure

当爆破片装置动作时,其进口静压力。

3.5.13

爆破片装置的规定爆破压力 specified burst pressure of a rupture disk device

爆破片装置升高的进口静压力,在规定的温度下爆破片设计在该压力爆破。

3.5.14

折断压力 breaking pressure

当折断销装置、弯折销装置或剪切销装置动作时,其进口静压力。

3.5.15

一次压力 primary pressure

压力释放装置进口压力。

3.5.16

二次压力 secondary pressure

在安全阀的实际排放截面与出口间的通道中存在的压力。

3.5.17

前泄压力 simmer pressure

一个低于安全阀整定压力的进口静压力,在该压力下,安全阀关闭件密封面间发生可由听觉或视觉感知的介质泄出,但没有可测量的排量。前泄压力仅适用于可压缩介质用的安全阀。

3.5.18

理论排量 theoretical relieving(discharge) capacity

其流动最小截面积等于安全阀流动面积或等于非重闭式压力释放装置净流通面积的理想喷管的计算排量,以重量单位或容积单位表示。

3.5.19

实测排量 measured relieving(discharge) capacity

在额定排放压力下测量的压力释放装置排量,以重量单位或容积单位表示。

3.5.20

额定排量 rated relieving capacity (certified discharge capacity)

实测排量中由适用的规范或标准允许用作压力释放装置应用基准的部分。

3.5.21

当量计算排量 equivalent calculated capacity

当压力、温度或介质等使用条件与额定排量的适用条件不同时,压力释放装置的计算排量。

3.5.22

排量系数 coefficient of discharge

实测排量同理论排量的比值。

3.5.23

额定排量系数 rated coefficient of discharge

额定排量同理论排量的比值。

3.5.24

频跳 chatter

安全阀阀瓣快速异常地来回运动,运动中阀瓣接触阀座。

3.5.25

颤振 flutter

安全阀阀瓣快速异常地来回运动,运动中阀瓣不接触阀座。

3.5.26

基准状况 reference conditions

由适用的标准或由试验各方的协议规定的试验介质状况,可用来统一排量试验的结果。

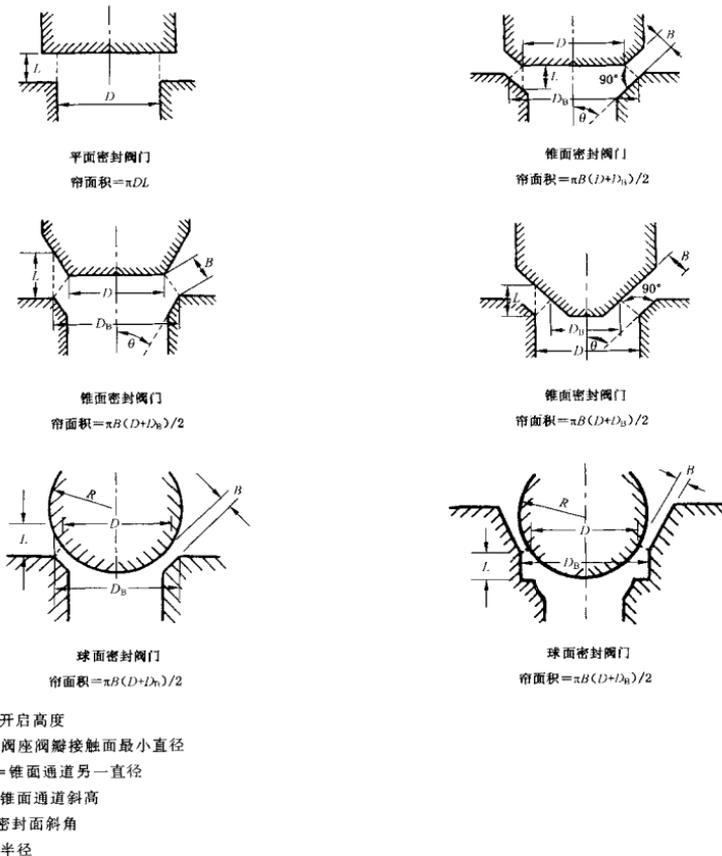


图 1 安全阀帘面积的典型示意图

4 总则

- 4.1 本标准试验的测量偏差规定如下：对于排量试验，最终排量测量的偏差应不超过测量值的 $\pm 2.0\%$ ；对于动作性能试验，压力测量的偏差应不超过测量值的 $\pm 0.5\%$ ；对于在用试验及工作台上定压试验，压力测量的偏差应不超过测量值的 $\pm 1.0\%$ 。
- 4.2 进行本标准规定的试验，要求试验装置具备试验所要求的压力和足够容量。进行动作性能和排量试验时试验容器的直径，当用蒸汽或气体试验时应至少为压力释放装置进口口径的 10 倍；当用液体试验时，应至少为 4 倍。应按试验程序（见 5.4）的要求保持试验运行条件，试验持续时间应满足在稳定状况下取得必要的动作性能和排量数据的需要。
- 4.3 现场安装及/或非正常运行条件可能会对压力释放装置的功能产生不利影响。评估压力释放装置

在这类条件下的适用性和可靠性不属于本标准的范围。

4.4 如果压力释放装置试验所用介质的温度同装置在实际使用时承受的温度之间存在较大的差别,其实际使用时的功能特性如开启压力、启闭压差和爆破压力等将不同于试验得出的特性。考虑这些不同而对试验条件下的压力释放装置作适当修正的内容也不属于本标准的范围。

4.5 本标准提供推荐的试验程序和测试仪表。其他的试验程序和测试仪表只要能证明具有至少与标准要求等同的精度和可靠性,则可以使用。如果要使用其他的程序和仪表,则必须在试验之前征得试验有关各方的书面同意。

4.6 应按照测量和计算来对试验结果作出报告。只有当试验完全符合本标准的强制性要求时,才可以被指认为按照本标准进行的试验。

4.7 试验的有关方应对管道系统和部件的设计和超压保护、试验中压力释放装置的安全排放以及通常伴随着排放的高噪声等给予特别的考虑,以保证试验装置满足最低强制要求。

4.8 应达成协议的事项

试验各方应在进行试验之前就下列事项达成协议:

- a) 试验目的;
- b) 试验场所,试验各方,试验和试验监督人员;
- c) 在额定排放压力下试验流体的基准状况;
- d) 试验所用的测试方法、仪表和设备(仪表的校准应按 5.1.2);
- e) 被试装置的数量、通径、类型、状况、来源、整定压力和预期排量;
- f) 书面的试验程序,该程序应包括为满足试验目的所应进行的观测和所应记录的读数。

4.9 试验和试验监督试验人员的资格和职责

试验和试验监督人员应接受过热力学和流体力学的正规教育,并具有流体流量测量的实际经验。试验监督人员还应具有监督试验的经验。所有从事会影响试验结果的操作的人员应完全了解进行这些操作的正确方法。

试验和试验监督人员应负责保证书面的试验程序得到遵循,并对试验仪表已按 5.1.2 要求进行校准负责。

5 压力释放装置动作性能及排量试验

5.1 试验装置和仪表

5.1.1 试验装置的布置按图 2 至图 7 及图 9 所示。测量应符合 5.2 的要求。

5.1.2 仪表校准

试验中使用的每一台仪表以及备用仪表都应有编号或作其他明确标记。每一仪表依照其类型不同应按本节中概述的下列要点进行校准。有关的仪表校准记录应保存以供有关方面查阅。

5.1.2.1 压力测量仪表

压力测量仪表的精度等级不应低于 0.5 级。压力测量系统应包括两套压力测量仪表,以便在试验中进行互校。应按国家有关规程对压力测量仪表进行校准。国家规程未规定的压力指示或记录装置的校准方法应得到有关方面的认可。

5.1.2.2 温度测量仪表

温度测量仪表的分辨率不应低于 0.5℃。温度测量系统应包括两套温度测量仪表,以便在试验中进行互校。应按国家有关规程对温度测量仪表进行校准。国家规程未规定的温度指示或记录装置的校准方法应得到有关方面的认可。

5.1.2.3 开高测量仪表

开高测量仪表的分辨率不应低于 0.02 mm。应在每次试验或一系列试验的前后对其精度进行检查。

5.1.2.4 重量秤

在试验程序中用来称量冷凝液重量的重量秤,其指示部件的最小刻度值应小于或等于预期载荷的0.25%。用于本标准试验的重量秤应在每次或一系列试验之前按国家有关规程在足够的点位上进行校准,以保证其在预期使用范围内的精度。

5.1.2.5 蒸汽热量计

蒸汽热量计应分别在其安装之时和在不超过6个月的规定周期内用蒸汽进行校准。当测量结果显示其读数有明显错误时或在重新安装后,应再进行校准。

5.1.2.6 流量计组合

对任何类型流量计(见5.2.4)的校准应包括流量计上游和下游侧的实际管道和所有附件,附件包括控制阀、试验容器以及容器间阀门的连接件。这种校准应通过比较的方法在执行正式试验之前完成,即把流量测定值同由预先校准的流量计装置测得的值进行比较,而后的校准系借助原始的装置或机构来完成。有关预先校准的流量计装置的协议应使最终总体试验结果的偏差在 $\pm 2.0\%$ 以内。校准应在相应于对比装置的最小、中间和最大流量下进行。对于具有不同进口连接形式的阀门,其连接件应在制造或采购时由试验室人员进行校准。此外,流量计装置应如上述每5年至少进行一次再校准。这种再校准应包括使用至少两种尺寸的连接件。应保存校准记录并提供有关方面审核。若对设备作改变,应评估这种改变可能对系统校准产生的影响,当认为必要时应进行新的校准。

5.1.3 试验中的调整

当在采集数据时,不应对应力释放装置作任何调整。在试验条件发生任何改变或偏离后,应给予足够的时间使流量、温度和压力达到稳定后再采集数据。

5.1.4 试验记录和试验结果

试验记录应包括对试验对象的所有观察、测量、仪表读数和仪表校准记录(当需要时)。原始试验记录应由进行试验的机构保管,其保管期限不少于5年。所有试验记录的副本应提交试验各方。修正及修正值应分别载入试验记录。应按本标准5.6的规定作试验汇总报告。

5.1.5 测量误差

应进行预备试验来确定,使用规定的仪表和程序能够满足4.1中对最终排量测量所规定的误差极限。还应进行试验后的误差分析,除非试验各方同意并证实,规定的仪表和程序包括数据的离散性是按试验规范来使用和执行的,从而确认预备试验确定的误差在试验后仍然有效。误差确定应由试验室形成文件以供审核。

5.2 测量方法

5.2.1 大气压测量

大气压应使用气压表测量。在进行包含排量的计算时,若压力释放装置的额定排放压力等于或高于0.15 MPa(表压),则使用试验当地的平均大气压即可满足本规范的精度要求。在这种场合,记录的可以是平均大气压。

5.2.2 温度测量

- a) 根据操作条件,温度测量可以采用玻璃管式液体温度计、双金属温度计、电阻式温度计或热电偶。除玻璃管式液体温度计必须插到套管中外,所有上述温度计可以直接插入管道中,也可插到套管中。当温度低于150℃时,宜将测温装置直接插入管道而不附加套管。
- b) 当进行任何温度测量时,应采取下列措施:
 - 1) 除被测介质外,测温装置同外界不应有因辐射或传导产生的较大热传递。
 - 2) 插入点的紧邻部位和测温装置的外露部分应隔热。
 - 3) 对于小直径管道,测温装置的插入深度应穿过管道中心线;当管道直径超过300 mm时,应插入到介质流中至少150 mm深处。
 - 4) 在输送可压缩流体的管道上,只要可能,测温装置应安装在进行任何流量测量时最大介

质流速不超过 30 m/s 的地方。如果不可能这样安装,则可能需要将温度读数校正到适当的静温或全温。

- 5) 测温装置的插入位置应使其测量的温度正如在试验布置中描述的那样能代表流动介质的温度。
- c) 当使用玻璃管式水银温度计测量温度时,该温度计应有一个带刻度的杆。当被测温度同环境温度的差值大于 5℃且水银部分露出时,应作露出杆修正,或使用露出杆式温度计。
- d) 当使用温度计套管时,套管应是薄壁的,其直径应尽可能小。套管外表应无腐蚀或杂物。套管内应充以适当的流体,但不宜采用水银。因为水银的蒸发压很低,会给人员健康带来严重危害。当然,如果为此目的而采用了水银,则必须采取适当的预防措施。
- e) 若采用热电偶,则应具有焊接的热端,且必须连同其外接导线一起在预期的使用范围进行校准。热电偶应采用适合于被测温度和介质的材料构成。其电动势应利用电位计或毫伏表来测定。热电偶的冷端应利用一个冰浴(参照标准器)或通过在外接导线上加装补偿电路而构成。

5.2.3 压力测量

- a) 测压点应布置在流动基本上平行于管壁或容器壁的区域。当测量小于 0.1 MPa 的静压差时,可以采用液体压力计。
- b) 试验容器的压力应为通过图 2 所示取压口测量的静压力。
- c) 背压力应为通过图 3、图 5 及图 6 所示取压口测量的静压力。
- d) 如果在测压点和压力计之间存在水位差或其他液位差,则应对压力读数作适当修正。

5.2.4 流量测量

- a) 测量压力释放装置排量的方法有:
 - 1) 亚音速推断式流量计,包括孔板、流量喷嘴和文丘里管;
 - 2) 音速推断式流量计,包括塞流喷嘴;
 - 3) 直接收集排放介质或其冷凝液的容积法或重量法。
- b) 测量压力释放装置排量应视情况分别采用下列方法:
 - 1) 背压为大气压时的蒸汽流量,采用上述 a)1)或 a)3)方法;
 - 2) 背压高于大气压时的蒸汽流量,采用上述 a)1)方法;
 - 3) 背压为大气压时的空气或气体流量,采用上述 a)1)或 a)2)方法;
 - 4) 背压高于大气压时的空气或气体流量,采用上述 a)1)方法;
 - 5) 背压为大气压时的液体流量,采用上述 a)1)或 a)3)方法;
 - 6) 背压高于大气压时的液体流量,采用上述 a)1)方法。

注:本节并不排除在背压高于大气压时用音速推断式流量计测量压力释放装置排量的试验。然而,由于通过这类流量计的压降很大,这样的试验也许是不可行的。

- c) 一次测试元件
 - 1) 一次测试元件应置于被测压力释放装置进口的上游侧。安装要求及仪表位置如图 2 所示。孔板孔径同管道内径的比率应在 0.2 到 0.7 之间。一次测试元件应在试验之前进行检查以确认其洁净和未受损伤。
 - 2) 一次测试元件前后的压差和流体温度应利用连接在图 2 所示位置的仪表进行测量。
 - 3) 在一次测试元件前面应有足够长的直管段,以保证在靠近元件的流道内有一个相当均匀的流速分布。为保证压力测量可靠,在一次测试元件的出口侧也应有与进口管道同样公称尺寸的足够长的直管段。
 - 4) 在排量测量过程中流动应保持稳定,差压计上显示的总脉动值(双倍振幅)不应大于被测差压的 2%。当脉动值较大时,应消除脉动的起因,试图就仪表本身来减少脉动是不允许的。

- 5) 应采取措​​施避免使用通常会​​导致不稳定状态的过湿蒸汽。当用蒸汽进行试验时,应使用节流式热量计测量蒸汽干度(参见 5.2.5)。

5.2.5 蒸汽干度测量

流动蒸汽的干度应采用节流式热量计进行测量。热量计的安装如图 2 和图 3 所示。其蒸汽取样管也可直接安装在容器上,只要取样管伸入到压力释放装置进口喷嘴中心线正下方的流道中,同时不低于试验容器的水平中心线。

5.2.6 开启高度测量

- 对于开放式或开孔阀盖式结构,如果阀杆上端在试验时可以露出,则可以把一个具有适当量程的刻度盘式指示计设置在阀门顶部以指示阀杆位移。对于封闭式阀门,其阀杆端部不能露出,应采取适当的措施以便在阀盖或罩帽的外面指示、读取或记录阀杆位移。无论何种情况,都必须注意使测量装置不会对阀杆附加载荷,也不会妨碍阀门的动作。
- 当用蒸汽进行具有附加背压力的阀门试验时,开高指示器可能会显示错误的读数。这是因为当蒸汽进入阀门背压腔时,蒸汽的温度可能引起阀门零件的热膨胀,从而在开高指示器上产生错误的初始读数。当要求试验结果具有很高的精度时,应把测量中热膨胀引起的开高指示同阀门的真实开高区分开来。

5.2.7 可以实行校正的状况

- 蒸汽:其基准状况为干饱和蒸汽。试验中压力释放装置进口处蒸汽的状况应为最小干度 98%,最大过热度 10℃。
- 水:其基准状况为 18℃至 24℃。试验中压力释放装置进口处水的温度范围应为 5℃至 50℃。
- 空气和其他气体:其基准状况为 13℃至 24℃。试验中压力释放装置进口处空气或其他气体的温度范围应为 -18℃至 93℃。
- 如果试验状况不在上述范围内,则不可以实行从实际试验状况到基准状况的校正。此外,不应在实际试验压力进行校正。

5.2.8 介质成分

应使用物理性质明确的介质作为试验介质。如果对流体的物理性质有疑问,应通过物理实验或化学分析来确定。

5.3 试验安装要求

- 被测压力释放装置应利用连接附件(法兰式、螺纹式或焊接式等,其可接受的内部断面形状见图 8)直接安装在试验容器上。只要不影响试验结果的精度,也可以使用其他连接附件。
- 对于排放前背压为大气压的试验,试验布置应使介质从压力释放装置直接排向大气或冷凝器(见图 2、图 3 及图 4)。当使用排放管道时,管道尺寸应至少等于压力释放装置出口尺寸。排放管道的支撑应独立于压力释放装置,其支撑方式不应影响压力释放装置的动作。必须采取措施以保证压力释放装置和排放管道足够牢固,能承受由排放产生的合力。
- 对于排放前具有附加背压的试验,试验布置应提供在压力释放装置出口引入和保持背压的手段(见图 5)。排放管道应具有至少与压力释放装置相同的公称尺寸,并应通向一个足够大的系统,以便能对背压作适当的调节。应提供一个控制式压力释放装置,以便在被试压力释放装置排放时建立并保持任何要求的背压。

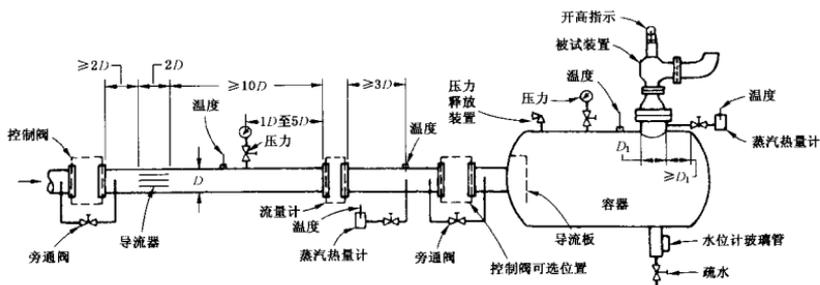


图2 流量计方法,背压为大气压时推荐的试验布置

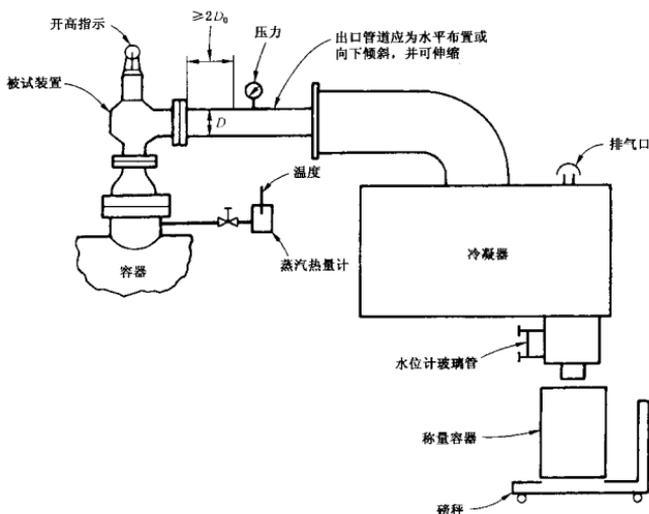


图3 称量冷凝液方法,背压为大气压时推荐的试验布置

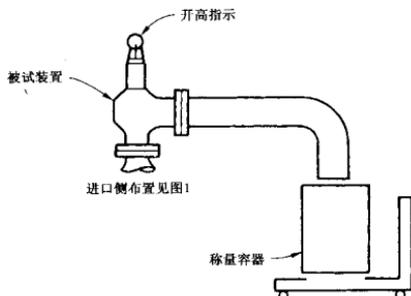


图4 称量水方法,背压为大气压时推荐的试验布置

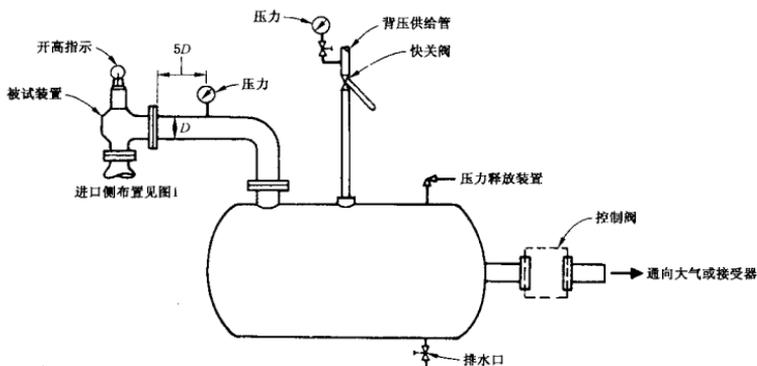


图5 具有附加背压时推荐的排放侧试验布置

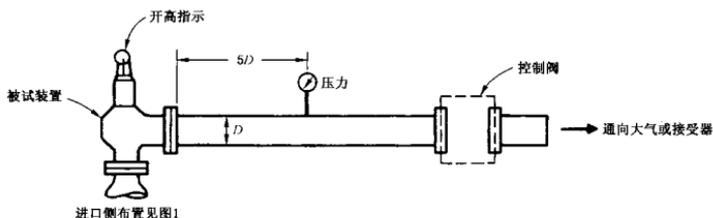


图6 具有排放背压时推荐的排放侧试验布置

5.4 试验程序

5.4.1 综述

- 背压为大气压的试验,蒸汽试验程序按 5.4.2 的规定;气体(包括空气)试验程序按 5.4.3 的规定;液体试验程序按 5.4.4 的规定。
- 背压高于大气压的试验,蒸汽试验程序按 5.4.5 的规定;气体(包括空气)试验程序按 5.4.6 的规定;液体试验程序按 5.4.7 的规定。
- 爆破片阻力系数的试验程序按 5.4.8 的规定。
- 非重闭式压力释放装置同压力释放阀组合件的试验程序分别按 5.4.2 至 5.4.7 的规定(见图 7)。

5.4.2 以蒸汽为介质,背压为大气压的试验

5.4.2.1 试验布置

- 流量计法:流量计及其辅助仪表的使用情况如图 2 所示。在压力释放装置进口和流量计一次测量元件处必须使用热量计,而在一次测量元件和试验容器上的温度计则可以省去。应采取收集并计量试验过程中在试验容器内积聚的冷凝液。
- 称量冷凝液法:图 3 所示的称量冷凝液试验方法,包括冷凝器及辅助仪表。在压力释放装置的进口使用热量计是必须的。

注:如果被试压力释放装置为开放式或开孔阀盖式结构,这一试验布置将不能测得通过压力释放装置的全部蒸汽,一部分蒸汽可能经由阀杆四周及疏水孔泄漏出去。因而试验获得的排量结果将小于装置的实际排量。当试验有关方面认为必要时,应就确定上述蒸汽泄漏率的方法达成协议。

- 如果试验有关各方同意,也可以采用其他试验布置,只要最终试验结果的误差在 $\pm 2.0\%$ 以内(见 4.1)。

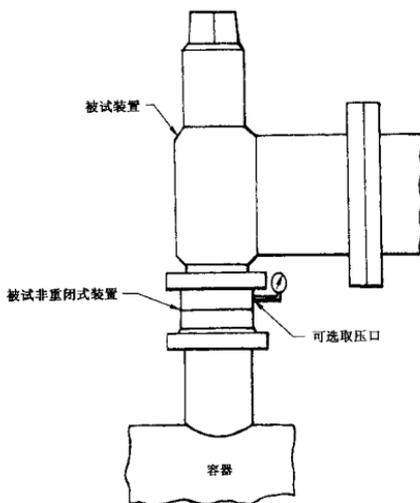


图7 非重闭式压力释放装置与安全阀组合的推荐试验布置

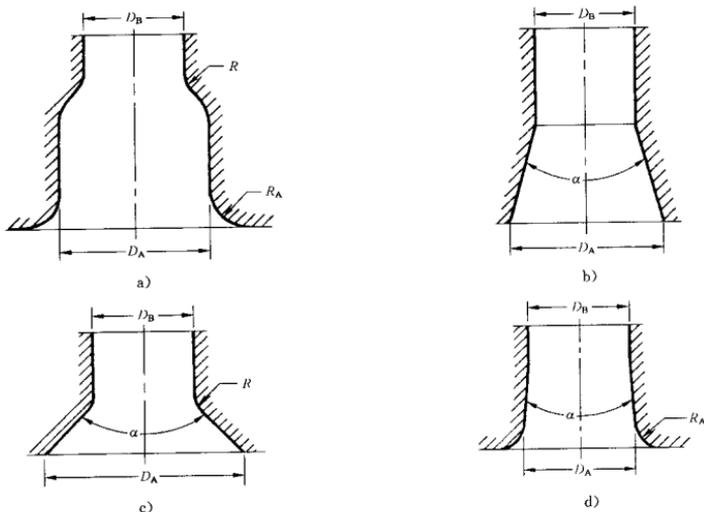


图 a)——若 $D_b \geq 0.75D_A$, 则 $R_A \geq 0.25D_A$

若 $D_b < 0.75D_A$, 则 $R \geq 0.25D_b$

图 b)——若 $\alpha \leq 30^\circ$ 且 $D_b < 0.75D_A$, 将所有锐边倒钝

图 c)——若 $\alpha > 30^\circ$ 且 $D_b < 0.75D_A$, 则 $R \geq 0.25D_b$

图 d)——若 $\alpha \leq 30^\circ$ 且 $D_b \geq 0.75D_A$, 则 $R_A \geq 0.25D_A$

注: 在任何情况下, 附件的内径都不得超过试验容器接口的内径。

图8 试验容器与压力释放装置间连接附件的推荐内部断面形状

5.4.2.2 用流量计方法测量流量的程序

- a) 升高压力释放装置进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后, 升压速率应不超过 0.01 MPa/s, 或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录装置的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 对于重闭式压力释放装置, 继续升高装置进口压力直到装置达到并保持在排放状态, 同时观察装置的动作, 记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力, 直到装置关闭, 同时观察装置的动作, 记录回座压力。
- c) 对于重闭式压力释放装置, 重复 a) 和 b), 直到整定压力、排放压力和回座压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时, 升高装置进口压力使之达到并保持在额定排放压力, 直到流量测量仪表显示稳定状态。
- e) 关闭试验容器疏水口, 并记录或标记水位计玻璃管中冷凝液的初始水位。
- f) 记录下列各项:
 - 1) 压力释放装置进口压力;
 - 2) 压力释放装置进口热量计的排放温度;
 - 3) 压力释放装置开启高度(当适用时);
 - 4) 流量计进口静压力;
 - 5) 流量计压差;
 - 6) 流量计处热量计的排放温度。
- g) 维持稳定的排放状态, 并按预定的时间间隔以同样的程序读取和记录数据。
- h) 利用秒表、带秒针的同步电钟或其他适当的方法记录排放延续的时段和记录数据的时刻。
- i) 用重量或容积测量方法确定试验容器中在排放时段内生成的冷凝液量并作记录。
- j) 缓慢降低进口压力并再次记录重闭式压力释放装置的回座压力。

5.4.2.3 用称量冷凝液方法测量流量的程序

- a) 升高压力释放装置进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后, 升压速率应不超过 0.01 MPa/s, 或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录装置的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 对于重闭式压力释放装置, 继续升高装置进口压力直到装置达到并保持在排放状态, 同时观察装置的动作, 记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力直到装置关闭, 同时观察装置的动作, 记录回座压力。
- c) 对于重闭式压力释放装置, 重复 a) 和 b), 直到整定压力、排放压力和回座压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时, 升高装置进口压力使之达到并保持在额定排放压力, 直到流量测量仪表显示稳定状态。
- e) 确定冷凝器热侧水位。
- f) 记录下列各项:
 - 1) 压力释放装置进口压力;
 - 2) 压力释放装置进口热量计排放温度;
 - 3) 压力释放装置开启高度(当适用时)。
- g) 维持稳定的排放状态, 并按预定的时间间隔以同样的程序读取和记录数据。
- h) 记录用秒表、带秒针的同步电钟或其他适当方法测量的排放时段以及记录数据的时刻。
- i) 再次确定冷凝器热侧水位, 并精确测定和记录在排放时段中在冷凝器内产生的冷凝液量(容积或重量)。

j) 缓慢降低进口压力并再次记录重闭式压力释放装置的回座压力。

5.4.2.4 观察机械特性

在试验过程中,应利用听觉、触觉或视觉观察并记录机械特性。如果阀门发生频跳、颤振或不能满意回座,则应加以记录。根据有关各方的协议,可以对装置重新调整或进行修理后再重新试验。应注意,过大而持续的振荡可能导致阀门损坏并对试验现场的人员造成危险。

5.4.2.5 记录补充数据

在流量计法或称量冷凝液法试验过程中,可能要求或需要记录与 5.4.2.2 或 5.4.2.3 所列不同或补充的压力。

5.4.3 以空气或其他气体为介质,背压为大气压的试验

5.4.3.1 试验布置

- a) 推荐的试验布置如图 2 所示。每一类流量计的使用方法列于以下分节中。压力释放装置的排放口可如图 2 所示。对于接有较长排放管的情形,参见 5.3 的 b) 的规定。
- b) 使用亚音速推断式流量计时,与之有关的测量项目为:
 - 1) 进口静压力;
 - 2) 进口温度;
 - 3) 差压力。
- c) 使用音速推断式流量计时,与之有关的测量项目为:
 - 1) 进口全压(滞止压力);
 - 2) 进口全温(滞止温度)。

5.4.3.2 用亚音速推断式流量计方法测量流量的程序

- a) 升高压力释放装置进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后,升压速率应不超过 0.01 MPa/s,或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录装置的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 对于重闭式压力释放装置,继续升高装置进口压力直到装置达到并保持在排放状态,同时观察装置的动作,记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力直到装置关闭,同时观察装置的动作,记录回座压力。
- c) 对于重闭式压力释放装置,重复 a) 和 b),直到整定压力、排放压力和回座压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时,升高装置进口压力使之达到并保持在额定排放压力,直到流量测量仪表显示稳定状态。
- e) 记录下列各项:
 - 1) 压力释放装置进口压力;
 - 2) 压力释放装置进口温度;
 - 3) 压力释放装置开启高度(当适用时);
 - 4) 流量计进口静压力;
 - 5) 流量计进口温度;
 - 6) 流量计差压力。
- f) 缓慢降低进口压力并再次记录装置回座压力。

5.4.3.3 用音速推断式流量计方法测量流量的程序

- a) 升高压力释放装置进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后,升压速率应不超过 0.01 MPa/s,或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录装置的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 对于重闭式压力释放装置,继续升高装置进口压力直到装置达到并保持在排放状态,同时观

察装置的动作,记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力直到装置关闭,同时观察装置的动作,记录回座压力。

- c) 对于重闭式压力释放装置,重复 a) 和 b),直到整定压力、排放压力和回座压力均为确定和稳定值为止(但至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时,升高装置进口压力使之达到并保持在额定排放压力,直到流量测量仪表显示稳定状态。
- e) 记录下列各项:
 - 1) 压力释放装置进口压力;
 - 2) 压力释放装置进口温度;
 - 3) 压力释放装置开启高度(当适用时);
 - 4) 流量计进口全压;
 - 5) 流量计进口全温。
- f) 缓慢降低进口压力并再次记录装置回座压力。

5.4.3.4 观察机械特性

见 5.4.2.4。

5.4.3.5 记录补充数据

在亚音速或音速流量计方法试验过程中,可能要求或需要记录与 5.4.3.2 或 5.4.3.3 所列不同或补充的压力。

5.4.4 以液体为介质,背压为大气压的试验

5.4.4.1 试验布置

- a) 压力源可以是一个泵或一个同高压压缩气源组合的液体储罐。应采取措​​施以保证系统中压力脉动减小到最低限度。采用流量计方法时可参考图 2 所示的推荐布置方案。采用称量水方法时推荐的排放侧布置如图 4 所示。
- b) 如果采用流量计法,应测量流量计差压力、装置进口压力和液体温度。

注:当用流量计方法进行试验时,如果压力释放装置的进口压力很高而流量很小,则可能要求把流量计安装在压力释放装置的下游侧。这种安装方式,只要按 5.1.2.6 进行了校准则可以采用。

- c) 如果不采用流量计方法,则应确定压力释放装置在一个时段内排放的液体容积或重量。还应读取和记录装置进口压力及液体温度。应提供将排放液体导入和引出计量容器的手段。

5.4.4.2 用流量计方法测量流量的程序

- a) 升高压力释放装置进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后,升压速率应不超过 0.01 MPa/s,或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录装置的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 对于重闭式压力释放装置,继续升高装置进口压力直到装置达到并保持在排放状态,同时观察装置的动作,记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力直到装置关闭,同时观察装置的动作,记录回座压力。
- c) 对于重闭式压力释放装置,重复 a) 和 b),直到整定压力、排放压力和回座压力均为确定和稳定值为止(但至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时,升高装置进口压力使之达到并保持在额定排放压力,直到流量测量仪表显示稳定状态。
- e) 记录下列各项:
 - 1) 压力释放装置进口压力;
 - 2) 压力释放装置进口液体温度;
 - 3) 压力释放装置开启高度(当适用时);

4) 流量计差压力。

f) 缓慢降低进口压力并再次记录重闭式压力释放装置的回座压力。

5.4.4.3 用容积或重量法测量流量的程序

a) 升高压力释放装置进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后, 升压速率应不超过 0.01 MPa/s, 或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录装置的整定压力以及其他需要或有关的特性值。

b) 对于重闭式压力释放装置, 继续升高装置进口压力直到装置达到并保持在排放状态, 同时观察装置的动作, 记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力直到装置关闭, 同时观察装置的动作, 记录回座压力。

c) 对于重闭式压力释放装置, 重复 a) 和 b), 直到整定压力、排放压力和回座压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。

d) 进行排量试验时, 升高装置进口压力使之达到并保持在额定排放压力, 直到流量测量仪表显示稳定状态。

e) 记录下列各项:

- 1) 压力释放装置进口压力;
- 2) 压力释放装置进口液体温度;
- 3) 压力释放装置开启高度(当适用时)。

f) 将排放液体导入计量容器。

g) 按预定的时间间隔重复 e)。

h) 将装置的排放口从计量容器移开。

i) 利用秒表、带秒针的同步电钟或其他适当的方法计量并记录排放延续的时段以及记录数据的时刻。

注: 试验时段为所测量的排放液体导入计量容器的时段。应注意在这一时段内保持装置进口压力稳定。

j) 缓慢降低进口压力并再次记录重闭式压力释放装置的回座压力。

5.4.4.4 观察机械特性

见 5.4.2.4。

5.4.4.5 记录补充数据

在流量计法或容积法试验过程中, 可能要求或需要记录与 5.4.4.2 或 5.4.4.3 所列不同或补充的压力。

5.4.5 以蒸汽为介质, 背压高于大气压的试验

5.4.5.1 试验布置

a) 推荐的试验布置如图 2、图 5 及图 6 所示。应使用安装在阀门上游侧的流量计来测定排量。图 2 表示到试验阀门为止的推荐试验布置方案。图 5 和图 6 表示排放侧的布置。

b) 图 5 表示具有附加背压时的推荐试验布置。该布置提供了在阀门达到整定压力之前对阀门施加背压的手段。应提供一个控制阀以控制在试验阀开启前、开启过程中和开启之后的背压力。管道的布置方式应使冷凝液不会积聚在管道中。在背压容器上应设置排水口。

c) 图 6 表示具有排放背压时的推荐试验布置。所需的设备包括在试验阀开启后控制所产生背压大小的手段以及测量在试验阀排放管中静压力的手段。

5.4.5.2 试验步骤

a) 大气背压试验: 试验可用于确定阀门在大气背压下排放时的性能。阀门应装设如图 2 所示的大气排放管。试验程序应按 5.4.2.2 的要求。执行这部分程序并记录商定的数据。

注: 当阀门向大气排放时, 这部分试验的目的可能仅为确定和记录阀门的整定压力和回座压力, 以及阀门在额定排放压力下的开启。在这种情况下, 5.4.2.2 中有关排量测定的部分可以省去。

- b) 背压试验:如果已进行大气背压的试验,则在该试验后,根据所要求背压的类型按图 5 或图 6 的要求安装排放系统。

5.4.5.3 带附加背压的试验程序

- a) 调节阀门背压即排放管道中的压力到要求的值。升高阀门进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后,升压速率应不超过 0.01 MPa/s,或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录阀门的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 继续升高阀门进口压力直到阀门达到并保持在排放状态,同时观察阀门的动作,记录排放压力、开启高度和背压力。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭,同时观察阀门的动作,记录回座压力和背压力。

注:在上述程序 a) 和 b) 中,应注意保持背压力为一个尽可能稳定的值。

- c) 重复 a) 和 b),直到整定压力、排放压力、回座压力和背压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时,升高进口压力使之达到并保持在额定排放压力,直到流量测量仪表和背压力表显示稳定状态。
- e) 关闭试验容器疏水口,并记录或标记水位计玻璃管中冷凝液的初始水位。
- f) 记录下列数据:
- 1) 阀进口压力;
 - 2) 阀进口热量计排放温度;
 - 3) 阀开启高度;
 - 4) 流量计进口静压力;
 - 5) 流量计差压力;
 - 6) 流量计处热量计排放温度;
 - 7) 背压力。
- g) 在运行终了时,再次记录水位计上的新水位,用重量或容积法确定冷凝水量并作记录。
- h) 缓慢降低进口压力并再次记录阀门回座压力和背压力。
- i) 在大多数情况下,希望或要求阀门在一个给定的背压范围内进行试验。在这种情况下,为方便起见可在进行上述程序 a) 时选择该范围的最低或最高值作为背压值。然后给予背压某个增量或减量,并在每次改变背压值时重复程序 a) 到 h)。

5.4.5.4 带排放背压的试验程序

- a) 升高阀门进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后,升压速率应不超过 0.01 MPa/s,或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录阀门的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 继续升高阀门进口压力直到阀门达到并保持在排放状态。调整排放背压力到要求的值,同时观察阀门的动作,记录排放压力、开启高度和背压力。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭,同时观察阀门的动作,记录回座压力和背压力。
- c) 重复 a) 和 b),直到整定压力、排放压力、回座压力和背压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时,升高进口压力使之达到并保持在额定排放压力,直到流量测量仪表和背压力表显示稳定状态。
- e) 关闭试验容器疏水口,并记录或标记水位计上冷凝液的初始水位。
- f) 记录下列数据:
- 1) 阀进口压力;
 - 2) 阀进口热量计排放温度;

- 3) 阀开启高度;
 - 4) 流量计进口静压力;
 - 5) 流量计差压力;
 - 6) 流量计处热量计排放温度;
 - 7) 背压力。
- g) 在运行终止时,再次记录水位计上的新水位,用重量或容积法确定冷凝水量并作记录。
- h) 缓慢降低进口压力并再次记录阀门回座压力和背压力。
- i) 在大多数情况下,希望或要求阀门在一个给定的背压范围内进行试验。在这种情况下,为方便起见可在进行上述程序 b) 时选择该范围的最低或最高值作为背压值。然后给予背压某个增量或减量,并在每次改变背压值时重复程序 a) 到 h)。

5.4.5.5 观察机械特性

见 5.4.2.4。

5.4.5.6 记录补充数据

在带附加背压或排放背压的试验过程中,可能要求或需要记录与 5.4.5.3 或 5.4.5.4 所列不同或补充的压力。

5.4.6 以空气或其他气体为介质,背压高于大气压的试验

5.4.6.1 试验布置

- a) 推荐的试验布置如图 2、图 5 及图 6 所示。应使用安装在阀门上游侧的流量计来测定排量。图 2 表示到试验阀门为止的推荐试验布置方案。图 5 和图 6 表示排放侧的布置。
- b) 图 5 表示在阀门达到整定压力之前具有附加背压的推荐试验布置。应提供一个控制阀以控制在试验阀开启前、开启过程中和开启之后的背压力。管道的布置方式应使冷凝液不会积聚在管道中。在背压容器上应设置排水口。
- c) 图 6 表示具有排放背压时的推荐试验布置。所需的设备包括在试验阀开启后控制所产生背压大小的手段以及测量在试验阀排放管中静压力的手段。

5.4.6.2 试验步骤

- a) 大气背压试验:试验可用来确定阀门在大气背压下排放时的性能。此时,阀门应装设如图 2 所示的大气排放管。试验程序应按 5.4.3.2 的要求。执行这部分程序并记录商定的数据。

注:当阀门向大气排放时,这部分试验的目的可能仅为确定和记录阀门的整定压力和回座压力,以及阀门在额定排放压力下的开高。在这种情况下,5.4.3.2 中有关排量测定的部分可以省去。

- b) 背压试验:如果已进行大气背压的试验,则在该试验后,根据所要求背压的类型按图 5 或图 6 的要求安装排放系统。

5.4.6.3 带附加背压的试验程序

- a) 调节阀门背压即排放管道中的压力到要求的值。升高阀门进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后,升压速率应不超过 0.01 MPa/s,或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录阀门的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 继续升高阀门进口压力直到阀门达到并保持在排放状态,同时观察阀门的动作,记录排放压力、开启高度和背压力。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭,同时观察阀门的动作,记录回座压力和背压力。

注:在上述程序 a) 和 b) 中,应注意保持背压力为一个尽可能稳定的值。

- c) 重复 a) 和 b),直到整定压力、排放压力、回座压力和背压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时,升高阀进口压力使之达到并保持在额定排放压力,直到流量测量仪表和背压力表显示稳定状态。

- e) 记录下列数据：
 - 1) 阀进口压力；
 - 2) 阀进口温度；
 - 3) 阀开启高度；
 - 4) 流量计进口静压力；
 - 5) 流量计进口温度；
 - 6) 流量计差压力；
 - 7) 背压力。
- f) 缓慢降低进口压力并再次记录阀门回座压力和背压力。
- g) 在大多数情况下，希望或要求阀门在一个给定的背压范围内进行试验。在这种情况下，为方便起见可在进行上述程序 a) 时选择该范围的最低或最高值作为背压值。然后给予背压某个增量或减量，并在每次改变背压值时重复程序 a) 到 f)。

5.4.6.4 带排放背压的试验程序

- a) 升高阀门进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后，升压速率应不超过 0.01 MPa/s，或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录阀门的整定压力以及其他需要或有关的特性值。
- b) 继续升高阀门进口压力直到阀门达到并保持在排放状态。调整排放背压力到要求的值，同时观察阀门的动作，记录排放压力、开启高度和背压力。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭，同时观察阀门的动作，记录回座压力和背压力。
- c) 重复 a) 和 b)，直到整定压力、排放压力、回座压力和背压力均为确定和稳定值为止（至少应重复两次）。
- d) 进行排量试验时，升高阀进口压力使之达到并保持在额定排放压力，直到流量测量仪表和背压力表显示稳定状态。
- e) 记录下列数据：
 - 1) 阀进口压力；
 - 2) 阀进口温度；
 - 3) 阀开启高度；
 - 4) 流量计进口静压力；
 - 5) 流量计进口温度；
 - 6) 流量计差压力；
 - 7) 背压力。
- f) 缓慢降低进口压力并再次记录阀门回座压力和背压力。
- g) 在大多数情况下，希望或要求阀门在一个给定的背压范围内进行试验。在这种情况下，为方便起见可在进行上述程序 b) 时选择该范围的最低或最高值作为背压值。然后给予背压某个增量或减量，并在每次改变背压值时重复程序 a) 到 f)。

5.4.6.5 观察机械特性

见 5.4.2.4。

5.4.6.6 记录补充数据

在带附加背压或排放背压的试验过程中，可能要求或需要记录与 5.4.6.3 或 5.4.6.4 所列不同或补充的压力。

5.4.7 以液体为介质，背压高于大气压的试验

5.4.7.1 试验布置

压力源可以是一个泵或一个同高压压缩气源组合的液体储罐。应采取措施以保证系统中压力脉动

减小到最低限度。图 2 表示到试验阀门为止的推荐布置方案。图 5 和图 6 分别表示带附加背压和排放背压的试验的排放侧布置。在两种情况下都应使用流量计。应适当地安装仪表以指示或记录下列数据：

- a) 液体温度；
- b) 流量计差压力；
- c) 阀进口压力；
- d) 背压力。

5.4.7.2 试验步骤

a) 大气背压试验：试验可用来确定阀门在大气背压下排放时的性能。此时，阀门应装设如图 2 所示的大气排放管。试验程序应按 5.4.4.2 的要求。执行这部分程序并记录商定的数据。

注：当阀门向大气排放时，这部分试验的目的可能仅为确定和记录阀门的整定压力和回座压力，以及阀门在额定排放压力下的开启。在这种情况下，5.4.4.2 中有关排量测量的部分可以省去。

b) 背压试验：如果已进行大气背压的试验，则在该试验后，根据所要求背压的类型按图 5 或图 6 的要求安装排放系统。

5.4.7.3 带附加背压的试验程序

a) 调节阀门背压即排放管道中的压力到要求的值。升高阀门进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后，升压速率应不超过 0.01 MPa/s，或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录阀门的整定压力以及其他需要或有关的特性值。

b) 继续升高阀门进口压力直到阀门达到并保持在排放状态，同时观察阀门的动作，记录排放压力、开启高度和背压力。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭，同时观察阀门的动作，记录回座压力和背压力。

注：在上述程序 a) 和 b) 中，应注意保持背压力为一个尽可能稳定的值。

c) 重复 a) 和 b)，直到整定压力、排放压力、回座压力和背压力均为确定和稳定值为止（至少应重复两次）。

d) 进行排量试验时，升高阀进口压力使之达到并保持在额定排放压力，直到流量测量仪表和背压力表显示稳定状态。

e) 记录下列数据：

- 1) 阀进口压力；
- 2) 阀进口液体温度；
- 3) 阀开启高度；
- 4) 流量计差压力；
- 5) 背压力。

f) 缓慢降低进口压力并再次记录阀门回座压力和背压力。

g) 在大多数情况下，希望或要求阀门在一个给定的背压范围内进行试验。在这种情况下，为方便起见可在进行上述程序 a) 时选择该范围的最低或最高值作为背压值。然后给予背压某个增量或减量，并在每次改变背压值时重复程序 a) 到 f)。

5.4.7.4 带排放背压的试验程序

a) 升高阀门进口压力。当压力达到预期整定压力的 90% 以后，升压速率应不超过 0.01 MPa/s，或为任何一个对精确读取压力所必要的更低速率。观察并记录阀门的整定压力以及其他需要或有关的特性值。

b) 继续升高阀门进口压力直到阀门达到并保持在排放状态。调整排放背压力到要求的值，同时观察阀门的动作，记录排放压力、开启高度和背压力。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭，同时观察阀门的动作，记录回座压力和背压力。

- c) 重复 a) 和 b), 直到整定压力、排放压力、回座压力和背压力均为确定和稳定值为止(至少应重复两次)。
- d) 进行排量试验时, 升高阀进口压力使之达到并保持在额定排放压力, 直到流量测量仪表和背压力表显示稳定状态。
- e) 记录下列数据:
 - 1) 阀进口压力;
 - 2) 阀进口液体温度;
 - 3) 阀开启高度;
 - 4) 流量计差压力;
 - 5) 背压力。
- f) 缓慢降低进口压力并再次记录阀门回座压力和背压力。
- g) 在大多数情况下, 希望或要求阀门在一个给定的背压范围内进行试验。在这种情况下, 为方便起见可在进行上述程序 b) 时选择该范围的最低或最高值作为背压值。然后给予背压某个增量或减量, 并在每次改变背压值时重复程序 a) 到 f)。

5.4.7.5 使用计量容器进行带排放背压试验的试验程序

在进行带排放背压的试验时, 允许使用容积法或重量法来测定阀门排量。在这种情况下, 有关各方应在试验之前就试验程序达成一致。

5.4.7.6 观察机械特性

见 5.4.2.4。

5.4.7.7 记录补充数据

在带附加背压或排放背压的试验过程中, 可能要求或需要记录与 5.4.7.3 或 5.4.7.4 所列不同或补充的压力。

5.4.8 以空气或其他气体为介质, 采用爆破片阻力系数方法的试验

5.4.8.1 试验布置

- a) 推荐的试验布置如图 9 所示。爆破片装置与阻力系数试验台架应具有相同的公称管道尺寸。应在取压口 A 和 B、B 和 C 以及 C 和 D 间使用差压测量装置。一次元件应为亚音速推断式流量计或音速推断式流量计。对每类流量计的使用方法列于下列分节中。
- b) 使用亚音速推断式流量计时, 与之相关的测量项目为:
 - 1) 进口静压力;
 - 2) 进口温度;
 - 3) 差压力。
- c) 使用音速推断式流量计时, 与之相关的测量项目为:
 - 1) 进口全压(滞止压力);
 - 2) 进口全温(滞止温度)。

5.4.8.2 用亚音速推断式流量计方法测量阻力系数的程序

- a) 将爆破片安装到阻力系数试验台架上。
- b) 升高取压口 B 处的压力, 直到爆破片破裂并达到要求的流量试验压力。该压力应不大于爆破片的标志破裂压力。
- c) 建立并保持额定排放压力直到流量仪表指示稳定状态。
- d) 同时记录下列测量数据(最好采用一个数据采集系统以获取这些数据):
 - 1) 试验台架进口压力;
 - 2) 试验台架进口温度;
 - 3) 流量计进口静压力;

- 4) 流量计进口全温;
- 5) 流量计差压力;
- 6) 试验台架取压口 B 处压力;

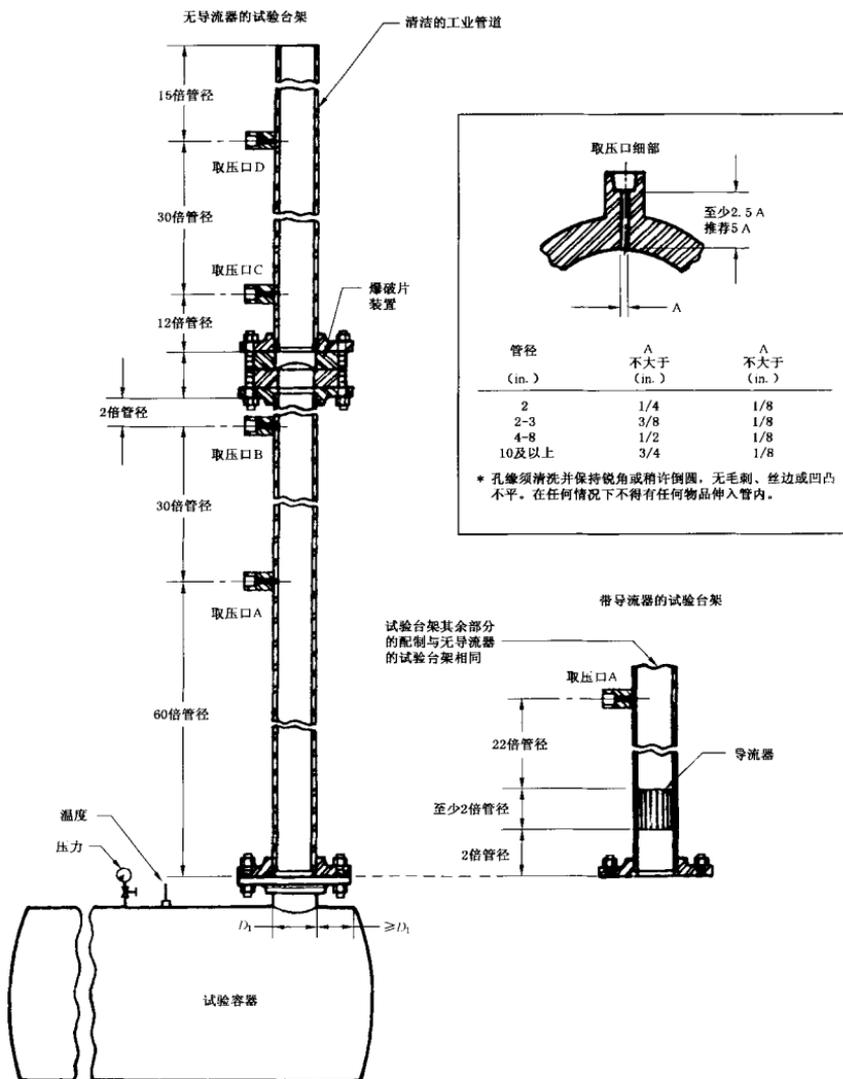


图 9 爆破片阻力系数试验的推荐布置

- 7) 试验台架 A-B 间差压力;
- 8) 试验台架 B-C 间差压力;
- 9) 试验台架 C-D 间差压力。

5.4.8.3 用音速推断式流量计方法测量阻力系数的程序

- a) 将爆破片安装到阻力系数试验台架上。
- b) 升高取压口 B 处的压力,直到爆破片破裂并达到要求的流量试验压力。该压力应不大于爆破片的标志破裂压力。
- c) 建立并保持额定排放压力直到流量仪表指示稳定状态。
- d) 同时记录下列测量数据(最好采用一个数据采集系统以获取这些数据):
 - 1) 试验台架进口压力;
 - 2) 试验台架进口温度;
 - 3) 流量计进口全压;
 - 4) 流量计进口全温;
 - 5) 试验台架取压口 B 处压力;
 - 6) 试验台架 A-B 间差压力;
 - 7) 试验台架 B-C 间差压力;
 - 8) 试验台架 C-D 间差压力。

5.4.8.4 记录补充数据

在亚音速或音速推断式流量计方法的试验过程中,可能要求或需要记录与 5.4.8.2 或 5.4.8.3 所列不同或补充的压力。

5.5 结果计算

5.5.1 测量变量的修正

测量变量的数值应按仪表校准值进行修正。不允许对数据作其他的修正。

5.5.2 仪表读数的审核

在进行计算之前,应对记录纸上记录的仪表读数进行审核,看是否有不一致和大的波动。

5.5.3 公式符号的使用

本规范中使用的符号是在所涉及的特定制程领域已通用的符号。在少数场合,同样的字母在规范的不同部分依其应用的不同而有不同的含义。为避免混淆,在给出每一个公式时,同时给出了其符号定义表。使用者应注意,不可认为同一个符号在别的公式里也具有同样的含义。

5.5.4 密度计算

密度的计算应依据压力、温度和密度的测量值。

- a) 对于蒸汽和其他可冷凝的流体,密度 ρ 应取为 $1/V$ 。此处 V 为比体积。按测量的压力和温度,蒸汽的比体积由最新版的蒸汽性质表获得,其他流体的比体积由相应的资料获得。
- b) 当精确知道气体的物理性质时,应使用气体状态方程来计算气体的密度。

5.5.5 排量计算

5.5.5.1 水的容积法或重量法。

推荐使用附录 A 表 A.1 来记录数据和计算结果。该方法要求收集和测量试验阀门在一个已知的时段内排放的水(或排放的蒸汽的冷凝水)的质量或容积。必须注意确保试验过程中阀门进口状况的稳定,并确保既不计入额外的水量也不漏掉阀门的任何排放量。

5.5.5.2 蒸汽的流量计方法

推荐使用附录 A 表 A.2 来记录数据和计算结果。该表通过进行流量试算来获得适当的系数,进而得出蒸汽在基准状况下的测量流量。在计算阀门的排放量时,是假定流量计处热量计的取样管位于流量计的下游侧,所以将流量计处热量计的流量扣除。如果情况不是这样,则不应扣除这部分流量。该方

法在试验阀门的上游侧测定蒸汽流量,必须注意全部测量的蒸汽均应通过阀门,否则应在计算中加以评估。除了泄漏之外,测量的蒸汽还可能因为在连接管道特别是在试验容器中的冷凝而未到达阀门。

5.5.5.3 液体的流量计方法

推荐使用附录 A 表 A.3 来记录数据和计算结果。该表通过进行流量试算来获得适当的系数,进而得出在流量计状况下通过流量计的实测排量。在计算基准状况下的排量时,假定在流量计和阀门进口之间流体的温度无变化。该方法在试验阀门的上游侧测定液体流量,必须注意全部测量的液体均应通过阀门,否则应在计算中加以评估。

5.5.5.4 空气或气体的流量计方法

推荐使用附录 A 表 A.4 来记录数据和计算结果。该表通过对以每小时千克计的测量流量进行流量试算来获得适当的系数,进而得出在某个预定的基点状况下以每分钟立方米表示的通过流量计的流量。该方法在试验阀门的上游侧测定气体流量,必须注意全部测量的气体均应通过阀门,否则应在计算中加以评估。

5.5.5.5 空气或气体的音速流量计方法

推荐使用附录 A 表 A.5 来记录数据和计算结果。该方法在试验阀门的上游侧测定气体流量,必须注意全部测量的气体均应通过阀门,否则应在计算中加以评估。

5.5.5.6 燃料气的流量计方法

推荐使用附录 A 表 A.6 来记录数据和计算结果。该表通过流量试算来获得适当的系数,进而从以每小时千克表示的流率转化而得出在预定的基点状况下以每小时立方米表示的通过流量计的流量。该方法在试验阀门的上游侧测定气体流量,必须注意全部测量的气体均应通过阀门,否则应在计算中加以评估。

5.5.5.7 空气或气体的爆破片阻力系数方法

推荐使用附录 A 表 A.7 来记录数据和计算结果。该方法测量由于在管道系统中有爆破片而产生的阻力。测量中分别结合采用在 5.5.5.4 或 5.5.5.5 中描述的流量计方法或音速流量计方法。该表中的测量排量取自表 A.4 或表 A.5。必须注意全部测量的气体均应通过爆破片试验装置(见图 9),否则应在计算中加以评估。

该表通过确定所设置的各取压口间的流阻,从而计算出爆破片装置的阻力系数。

必须作两项检查来审核试验结果。

第一,审核 K_{CD} 值对 K_{A-B} 值的偏差在 3% 范围内。如果不满足,则应审查试验布置是否适当,然后进行一次不安装爆破片的校准试验以验证上述判据。如果满足,则计算阻力系数 $K_{B-D} = K_D - K_B$ 及管道长度 $L_{B-D} = L_D - L_B$,并以 K_{B-D} 和 L_{B-D} 代替第 34 项和第 35 项公式中的 K_{B-C} 和 L_{B-C} 来完成爆破片阻力系数计算。这样做的原因是由爆破片引起的空气扰动影响着取压口 C 的真实压力读数。

第二,审核按第 33 项的公式计算的管道粗糙度在 0.046 mm 至 0.002 mm 范围内。这是商用管道的粗糙度范围。

5.6 试验汇总报告

5.6.1 试验汇总报告要求

- a) 试验汇总报告用来正式记录观察的数据和计算的结果。报告应包含足够的支撑信息以证实按本规范进行的任何试验的所有目的都已达到。在 5.5 中描述的程序推荐用于试验结果的计算。
- b) 试验汇总报告应包含下列 I 至 IV 部分,同时根据协议可包含任何其他的部分。
 - I 一般资料
 - II 试验结果汇总
 - III 压力释放装置的描述
 - IV 检测的数据和计算的结果
 - V 试验条件及修正协议

Ⅵ 试验方法和程序

Ⅶ 支撑数据

Ⅷ 背压试验结果的图示

5.6.2 对试验汇总报告每一部分的概述

5.6.2.1 一般资料

应包括下列各项：

- a) 试验目的；
- b) 试验地点；
- c) 压力释放装置制造厂名称、型式或型号、编号和完整标识；
- d) 压力释放装置的进口及出口连接(口径、压力级和连接形式等)；
- e) 试验人员、有关各方代表和试验日期；
- f) 试验介质(根据需要给出名称、分子量、密度、比热比等)。

5.6.2.2 试验结果汇总

包括表明压力释放装置在试验条件下性能的数值和特性值。应列出数值、特性值和计量单位。

5.6.2.3 压力释放装置的描述

根据图样和测量,说明压力释放装置的下列尺寸：

- a) 流道直径和进口通道直径(mm)；
- b) 流道直径同进口通道直径的比值；
- c) 密封面直径(mm)和密封面斜角(°)；
- d) 实际排放面积(mm²)。

注：附录 B 的表 B.1 至表 B.4 分别用来对蒸汽、水或液体、空气、气体或燃料气记录以上数据。

5.6.2.4 检测的数据和计算的结果

应包括数据的记录和所要求的对试验结果的计算。数据应按仪表校准值以及每一试验的运行条件进行修正。

测量排量可按 5.5 的程序进行计算,并根据实际情况使用附录 A 表 A.1 至表 A.7 的试验报告格式作出报告。

5.6.2.5 试验条件及修正协议

在试验之前达成一致的如下所列试验条件应列入每一试验的报告：

- a) 压力释放装置最大进口压力；
- b) 压力释放装置进口温度；
- c) 压力释放装置的整定压力；
- d) 压力释放装置的背压力(排放背压及/或附加背压)。

5.6.2.6 试验方法和程序

应包括对用来测量各种数值的仪表和设备以及对用来观察被试装置机械特性的程序的详细说明。

5.6.2.7 支撑数据

这一部分包括在试验报告中另外列出的有关补充资料,据此可对报告的结果进行独立的审核。这些资料可包括但不限于以下项目：

- a) 仪表校准记录；
- b) 详细记录表；
- c) 计算实例。

5.6.2.8 背压试验结果的图示

当对一给定的开启压力以几种不同的背压进行一系列试验时,可以通过画出如下的曲线来给出试验结果：

- a) 横坐标:背压,以大气背压时开启压力的百分数表示;
纵坐标:开启压力对大气背压时开启压力变化的百分数。
- b) 横坐标:背压,以大气背压时排放压力的百分数表示;
纵坐标:排量,以大气背压时排量的百分数表示。
- c) 横坐标:背压,以大气背压时开启压力的百分数表示;
纵坐标:关闭压力对大气背压时关闭压力变化的百分数。

6 在用试验及工作台上定压试验

6.1 测量仪表和测量方法

6.1.1 仪表

当在本节中需要进行温度、压力或开高测量时,所用仪表应满足下列技术要求。

6.1.2 温度测量

按 5.2.2 的要求。

6.1.3 压力测量

- a) 测压点应位于介质流动基本上平行于管壁或容器壁的区域。测量低于 0.1MPa 的静压差时,可使用液体测压计。
- b) 压力释放装置进口压力应为静压力,并在图 10 和图 11 所示的取压口测得。
- c) 背压力应为静压力,并在图 3、图 5 和图 6 所示的取压口测得。
- d) 如果在测压点和压力计间存在水位或液位差,则应对压力读数作适当的修正。

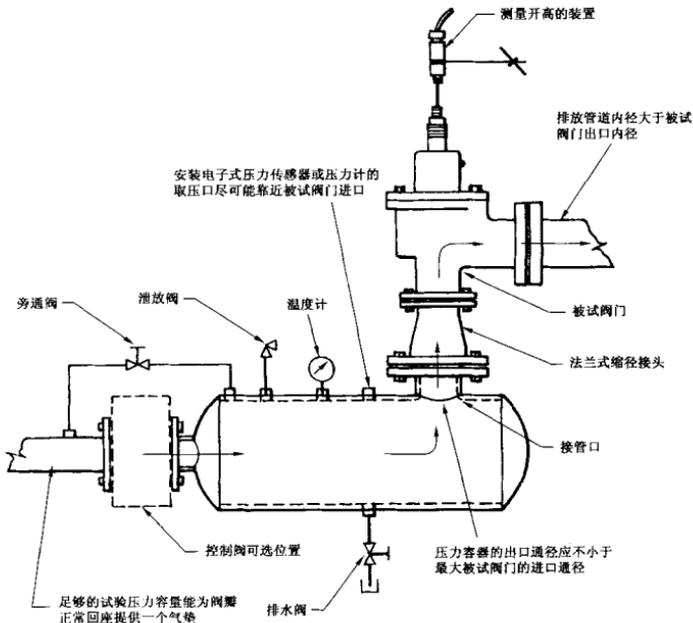


图 10 用可压缩介质试验阀门时推荐的试验布置

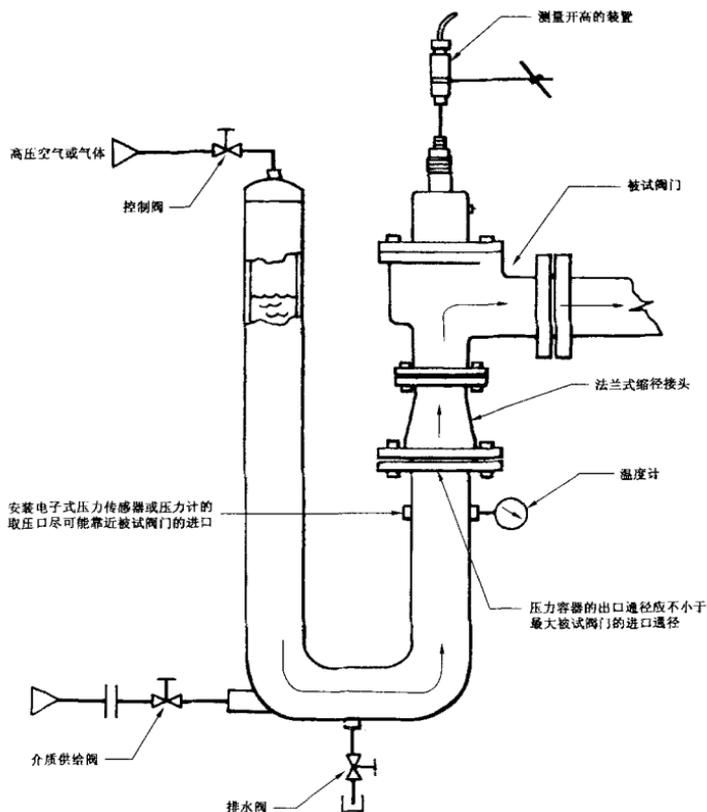


图 11 用不可压缩介质试验阀门时推荐的试验布置

6.1.4 开启高度测量

按 5.2.6 的要求。

6.2 在用试验程序

6.2.1 试验要求

- 安排这些试验是为了确保阀门的整定压力和运行状况已准备就绪,而不必证实阀门已整体符合规范或技术要求。按照有关各方的协议,可以采用 6.2.2 及 6.2.3 的试验方法以满足这一要求。
- 作为安全预防措施,所有操作人员应就合适的试验设备规程、试验准备以及应急处置计划等

方面进行适当的培训。应注意保护操作人员免受试验过程中高温、噪声和排放介质的伤害。建议在试验之前对阀门作一次目视检查。检查项目应至少包括以下各项：

- 1) 阀门压紧杆状况；
- 2) 阀门泄漏情况；
- 3) 检查排放管；
- 4) 腐蚀或污染；
- 5) 安装合适的罩帽和扳手；
- 6) 铅封的完整性(确保未经授权的调整)；
- 7) 适当的阀门安装。

注意：当人员在靠近阀门的区域进行检查时，应用压紧杆顶住阀门。与此同时应对系统保持足够的超压保护。检查之后试验之前，应将压紧杆从阀门取下。阀门压紧杆的使用应按照阀门制造厂的说明书。

- c) 应满足 6.1.3 要求的适当的测压仪表安装在能够精确测量阀门进口处系统压力的位置。同各种试验装置一起使用的其他测量仪表应符合装置制造厂的要求。

6.2.2 试验方法

- a) 以系统压力进行的试验

升高阀门进口压力到阀门开启，观察并记录阀门的整定压力以及其他要求或有关的阀门特性值。继续升高阀门进口压力到阀门排放，同时观察阀门的动作，记录排放压力和开启高度。然后逐渐降低进口压力直到阀门关闭，同时观察阀门的动作，记录回座压力。重复这一试验，以便可按 6.5.2 的要求确定阀门的动作特性。

诸如环境温度、阀门温度、介质状况、背压力和安装条件等试验条件应接近压力释放装置将承受的正常运行条件。

密封面泄漏试验按 6.4 的要求进行。

- b) 用其他压力源进行的试验

在安装先导式压力释放阀的场合，可能不希望将系统压力提升到超过正常运行压力。此时可按阀门制造厂的建议使用一个现场试验附件来确定整定压力。使用现场试验附件的典型布置参见图 12。

应重复这一方法的试验以便能按 6.5.2 的要求确定阀门的整定压力。

- c) 使用辅助提升装置的试验

当在阀门安装现场不希望将系统压力提升到超过正常运行压力时，可按阀门制造厂的建议使用辅助提升装置。辅助提升装置在系统压力的基础上提供一个补充载荷以克服作用在阀瓣上的弹簧力。经标定的辅助提升装置安装在阀杆上，在保持系统压力为恒定值的同时对阀杆施力直至阀门开启。阀门开启的特征为听到声音，补充载荷的瞬间下降及/或系统介质的释放。在阀门开启的同时记录系统压力和补充载荷。然后释放辅助提升装置的载荷。辅助提升装置可以手工、半自动或自动操作。阀门的整定压力利用图表或通过公式计算确定。而图表或公式则是在辅助提升装置按特定的阀门设计、尺寸和试验介质条件进行标定的基础上建立的。应重复这一试验以便能按 6.5.2 的要求确定阀门的整定压力。使用这一试验方法不能确定阀门的回座压力。阀门的调节圈应按其原始试验数据调整。

注意：当进口压力过分低于阀门整定压力时，使用辅助提升装置可能导致阀门损坏。

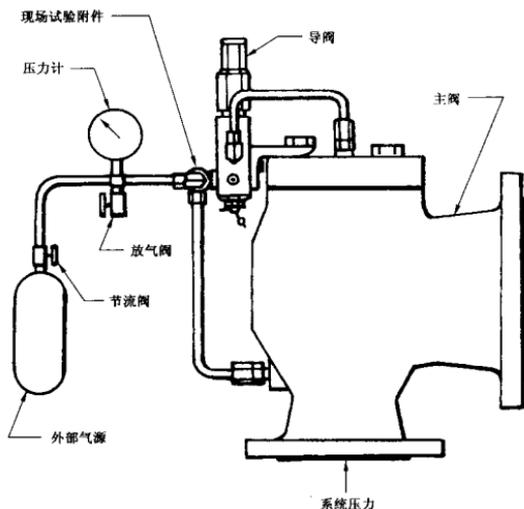


图 12 先导式安全阀现场试验附件

6.2.3 在运行条件下验证排量

- 如果试验各方同意,在完成 6.2.2 所述之一的试验之后,可以在运行条件下近似地来确定压力释放阀的排量。在大多数情况下,这类试验的目的在于验证运行条件下的压力释放装置具有足够的尺寸来防止超压。在试验过程中必须采取预防措施,以确保被保护系统的最大允许工作压力不会被超过到安全不允许的程度。
- 如果不需要定量的排量值,可以采用蓄能试验方法。进行这类试验时,切断容器的所有出口,使输入的能量和质量流量达到最大值,而这些能量和质量流量将通过压力释放装置释放。如果装置的尺寸合适,容器的压力不应升高到超过可接受的预定值。对于带过热器或再热器的蒸汽锅炉或高温水锅炉,不应采用这一方法。
- 对于安装在蒸汽锅炉上的压力释放阀,可以确定一个估计的定量排量。在上述的蓄能试验中,除压力释放阀以外的所有蒸汽出口均被切断,而锅炉以一个足以使阀门在规定的压力下保持开启的受控速率燃烧。只要在一个较长的时段内保持稳定的蒸发条件,就可以通过计量输入锅炉的给水流量来估计出压力释放阀的排量。
- 如果有关各方同意,也可采用其他的试验方案。比如,可以在阀门出口连接一个容器以收集排放的介质,再通过一个流量测量装置排向大气。但应采取措​​施以确保可能产生的排放背压不会影响阀门的动作。

6.3 工作台上定压试验程序

6.3.1 试验安装要求

- 压力释放装置应确保已安装了满足设计技术规范要求的部件,是清洁的并已于处于备试状态。
- 压力释放装置应利用连接附件(法兰连接、螺纹连接、焊接连接的等)安装在试验容器上。可接受的具有最小进口压降的连接附件断面图见图 8。只要不影响试验精度也可使用其他连接附件。
- 应按所用试验程序的要求保持运行和环境条件。试验持续时间应满足在稳定工况下获得所需性能数据的需要。

6.3.2 用可压缩介质进行的试验

- a) 标志用于蒸汽的阀门应以蒸汽进行试验;标志用于空气、气体或蒸气的阀门应以空气或气体进行试验。
- b) 压力释放阀进口压力应在图 10 所示位置的取压口测得的静压力。

注:对于蒸汽试验,蒸汽的干度可能影响到阀门的动作特性。而汽水分离不充分,试验容器保温不足及/或蒸汽疏水器运行不当都会影响蒸汽的干度。

- c) 升高阀进口压力到预期整定压力的 90%,然后以等于每秒 2%整定压力的速率或以一个为精确读取压力值所需的速率升压。观察并记录整定压力和其他有关的阀门特性值。然后降低进口压力直到阀门关闭。
应重复这一试验以便能按 6.5.2 计算阀门的整定压力。

- d) 如果要获得回座压力的测量值,要求在阀门进口有足够的试验介质容量。在确定该容量时,必须依据试验介质的供应速率对动作循环的时间和被试装置的通径予以考虑。

6.3.3 用不可压缩介质进行的试验

- a) 标志用于液体的阀门应以水或其他适当的液体进行试验。
- b) 压力释放阀进口压力应在图 11 所示位置的取压口测得的静压力。
- c) 同 6.3.2 的 c)。

6.4 密封试验

可以使用 GB/T 12243 规定的方法或试验各方同意的其他方法来测定密封性。这些方法包括利用湿纸巾、肥皂液、冷棒、镜子或收集泄漏的介质等。

6.5 结果计算

6.5.1 测量变量的修正

测量变量的值应按仪表校准值进行修正。不允许对数据作其他的修正。

6.5.2 动作性能的计算

对试验测定的动作性能,其结果应如下计算。

- a) 计算整定压力为当整定压力为确定和稳定值后三次测量值的平均值。当测量的整定压力没有向上或向下的不一致倾向并且各测量值对计算整定压力的偏差在 1%或 0.01 MPa(取二者中较大值)之内时,即认为整定压力是稳定的。
- b) 计算启闭压差为在上述 a)中用来确定计算整定压力的 3 次试验的各个启闭压差的平均值。
- c) 计算开启高度为在上述 a)中用来确定计算整定压力的 3 次试验的各个测量开高的平均值。

6.6 试验汇总报告

6.6.1 试验汇总报告要求

- a) 编制试验汇总报告是为了正式记录观察到的数据和计算的结果。报告应包含足够的支撑资料,以证明按本规范进行的任何试验的所有目的均已达到。

- b) 推荐采用 6.5 所述的程序来计算试验结果。

- c) 试验汇总报告应包括下列 I 至 IV 部分。根据有关各方协议,也可包括任何其他部分。

I 一般资料

II 试验结果汇总

III 压力释放装置的描述

IV 检测的数据和计算的结果

V 试验条件及修正协议

VI 试验方法和程序

VII 支撑数据

6.6.2 对试验汇总报告每一部分的概述

见 5.6.2。

附 录 A
(资料性附录)
试 验 报 告 表

A.1 试验记录的符号说明

- a ——实际排放面积(或最小净流通面积), mm^2
 a_m ——流量计孔口面积, mm^2
 ρ ——水的密度, kg/m^3
 d ——流量计孔口直径, mm
 d_b ——流道直径(或夹持器最小通道直径), mm
 d_0 ——孔板直径, mm
 d_s ——密封面直径, mm
 f ——摩擦系数
 h_w ——流量计差压力, 水柱, mm
 k ——比热比
 l ——阀瓣开高, mm
 m ——质量流量, kg/h
 q_b ——在基点状况下流量计处的容积流量, m^3/min
 q_c ——在基准进口温度条件下的阀门排量, m^3/min
 t ——试验时段, min
 v ——比体积, m^3/kg
 w ——水或冷凝液的质量, kg
 w_{vl} ——阀门的蒸汽泄漏率, kg/h
 w_{cl} ——冷凝器的泄漏率, kg/h
 w_d ——试验容器的排水量, kg/h
 C ——排量系数(或阀门进口温度校正系数)
 C_{up} ——取压口处的音速, m/s
 D ——流量计接管内径, mm
 D ——试验台管径, m
 E ——管道粗糙度, mm
 F_s ——热膨胀系数(或热膨胀面积系数)
 G ——单位面积质量流量, $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$
 G ——对于干燥空气的密度(M/M_a)
 H_{lB-C} ——B到C的压头长度, m
 K ——流量系数
 K_o ——试用流量系数
 K_{up} ——至取压口的总阻力系数
 K_{A-B} ——取压口A和B间的阻力系数
 K_{B-C} ——取压口B和C间的阻力系数
 K_{C-D} ——取压口C和D间的阻力系数
 L_{ex} ——由试验对象引起的超额压头长度, m

- L_{A-B} ——取压口 A 和 B 间的长度, m
 L_{B-C} ——取压口 B 和 C 间的长度, m
 L_{C-D} ——取压口 C 和 D 间的长度, m
 M ——气体分子量
 M_1 ——管道入口处马赫数
 M_a ——空气分子量
 M_w ——分子量
 M_{tap} ——取压口处马赫数
 N_{Re} ——雷诺数
 P ——静压力, MPa(A)
 P_1 ——管道入口压力
 P_b ——大气压, MPa(A)
 P_m ——流量计热量计处静压力, MPa(A)
 P_{set} ——整定压力, MPa
 P_f ——额定排放压力, MPa(A)
 P_0 ——背压力, MPa
 P_B ——基点压力, MPa(A)
 P_s ——流量计进口处滞止压力, MPa(A)
 P_{tapA} ——取压口 A 处压力, MPa(A)
 P_{tapB} ——取压口 B 处压力, MPa(A)
 P_{tapC} ——取压口 C 处压力, MPa(A)
 P_{tapD} ——取压口 D 处压力, MPa(A)
 Q ——在基准状况下水的容积排量, m^3/h
 R ——气体常数 ($R=8.314/\text{M}$), $\text{N} \cdot \text{m}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$
 R_d ——喉部雷诺数
 S_g ——密度
 T ——温度, K
 T ——流体温度, $^{\circ}\text{C}$
 T_1 ——管道入口处温度, K
 T_B ——基点温度, $^{\circ}\text{C}$
 T_B ——基点温度, K
 T_m ——流量计处流体温度(或流量计上游温度), $^{\circ}\text{C}$
 T_0 ——基点温度, K
 T_v ——流体温度, $^{\circ}\text{C}$
 T_s ——流量计进口滞止温度, K
 T_v ——阀门进口温度, K
 T_v ——阀门进口基准温度, K
 T_{cal} ——热量计处流体温度, $^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{cal, drum}}$ ——试验容器热量计处流体温度, $^{\circ}\text{C}$
 $T_{\text{cal, meter}}$ ——流量计热量计处流体温度, $^{\circ}\text{C}$
 T_{tap} ——取压口处温度, K
 V_{act} ——进口状况下的比体积, m^3/kg
 $V_{\text{act, drum}}$ ——进口状况下的比体积, m^3/kg

- $V_{\text{act, meter}}$ ——流量计处流动状况下的比体积, m^3/kg
 V_{ref} ——基准状况下的比体积, m^3/kg
 $V_{\text{ref, drum}}$ ——基准状况下的比体积, m^3/kg
 $V_{\text{ref, meter}}$ ——流量计处基准状况下的比体积, m^3/kg
 V_{tap} ——取压口处比体积, m^3/kg
 W ——测量排量, kg/s
 W_c ——调整到基准状况的测量排量, kg/h
 $W_{\text{cal, drum}}$ ——调整到基准状况的试验容器热量计流量, kg/h
 $W_{\text{cal, meter}}$ ——调整到基准状况的流量计热量计流量, kg/h
 W_{dc} ——试验容器热量计流量, kg/h
 W_b ——排量, kg/h
 W_{h} ——调整到基准状况的测量排量, kg/h
 W_{mc} ——流量计热量计流量, kg/h
 W_w ——调整到基准状况的水的排量, kg/h
 W_t ——试用流量, kg/h
 Y ——介质膨胀系数
 Y_{tap} ——取压口处膨胀系数
 Z ——压缩性系数
 Z_B ——基点压缩性系数
 β —— β 比($\beta = d/D$)
 ρ ——水的密度, kg/m^3
 ρ_{act} ——进口状况下水的密度, kg/m^3
 ρ_{m} ——流量计进口处流体密度, kg/m^3
 ρ_{ref} ——基准状况下水的密度, kg/m^3
 ρ_a ——在标准大气压和基点温度下干燥空气的密度, kg/m^3
 ρ_{std} ——在标准大气压和基准温度下干燥空气的密度, kg/m^3
 ρ_B ——在基点温度和压力下的密度, kg/m^3
 μ ——黏度(或空气在 P_B 和 T_B 下的粘度), $\text{Pa} \cdot \text{s}$
 ΔP ——流量计压差, mm 水柱
 Φ_1 ——理想气体音速流动函数

A.2 试验报告表

记录数据和进行计算的试验报告表按表 A.1 至表 A.7 的推荐格式。

表 A.1 用蒸汽和水进行压力释放装置试验的试验报告表——水称重法

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 制造厂名

被试装置尺寸数据

阀门

非重闭式装置

- (4) 流道直径(d_1), mm

- (4) 夹持器最小通道直径(d_b), mm

- (5) 密封面直径(d_s), mm (5) 最小净流通面积(a), mm²
 (6) 密封面斜角, 度
 (7) 阀瓣开高(L), mm
 (8) 实际排放面积(a), mm²

观察的数据

- (9) 试验时段(t), min
 (10) 水或冷凝水的质量(W), kg
 (11) 阀的蒸汽(或水)泄漏率(W_{vi}), kg/h
 (12) 冷凝器的泄漏率(W_{ci}), kg/h

蒸汽

在装置进口观察的数据及计算的结果

- (13) 整定压力(P_{set}), MPa
 (14) 额定排放压力(P_t), MPa
 (15) 背压力(P_o), MPa
 (16) 热量计处流体温度(T_{ct}), °C
 (17) 蒸汽干度, %; 或过热度, °C
 (18) 基准状况下的比容(V_{ref}), m³/kg
 (19) 进口状况下的比容(V_{act}), m³/kg
 (20) 调整到基准状况的测量排量(W_h), kg/h

$$W_h = \frac{60 \times W}{t} \sqrt{\frac{V_{act}}{V_{ref}}} + W_{vi} - W_{ci}$$

水

在装置进口观察的数据及计算的结果

- (21) 整定压力(P_{set}), MPa
 (22) 额定排放压力(P_t), MPa
 (23) 背压力(P_o), MPa
 (24) 流体温度(T), °C
 (25) 进口状况下水的密度(ρ_{act}), kg/m³
 (26) 基准状况下水的密度(ρ_{ref}), kg/m³
 (27) 测量排量(W_h), kg/h

$$W_h = \frac{60 \times W}{t} + W_{vi}$$

- (28) 调整到基准状况的水的排量(W_r), kg/h

$$W_r = W_h \times \sqrt{\frac{\rho_{ref}}{\rho_{act}}}$$

- (29) 在基准状况下水的容积排量(Q), m³/h

$$Q = \frac{W_r}{\rho_{ref}}$$

表 A.2 用蒸汽进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 制造厂名

被试装置尺寸数据

- | 阀门 | 非重闭式装置 |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| (4) 流道直径(d_b), mm | (4) 夹持器最小通道直径(d_b), mm |
| (5) 密封面直径(d_s), mm | (5) 最小净流通面积(a), mm ² |
| (6) 密封面斜角, 度 | |
| (7) 阀瓣开高(l), mm | |
| (8) 实际排放面积(a), mm ² | |

流量计有关计算

- (9) 流量计接管内径(D), mm
- (10) 流量计孔口直径(d), mm
- (11) 流量计孔口直径的平方(d^2), mm²
- (12) β 比($\beta=d/D$)
- (13) 试用流量系数(K_0)
- (14) 流量计差压力(h_w), mm 水柱
- (15) 大气压(P_0), MPa(A)
- (16) 流量计热量计处静压力(P_m), MPa(A)
- (17) 流量计热量计处流体温度($T_{cal, meter}$), °C
- (18) 蒸汽干度, %; 或过热度, °C
- (19) 热膨胀面积系数(F_a)
- (20) 介质膨胀系数(Y)
- (21) 流量计处流动状况下的比体积($V_{act, meter}$), m³/kg
- (22) 流量计处基准状况下的比体积($V_{ref, meter}$), m³/kg
- (23) 试用流量(W_t), kg/h

$$W_t = 0.0125 \times d^2 \times K_0 \times F_a \times Y \times \sqrt{\frac{h_w}{V_{act, meter}}}$$

- (24) 黏度(μ), Pa·s
- (25) 喉部雷诺数

$$R_d = \frac{0.354 \times W_t}{d \times \mu}$$

- (26) 流量系数(K)
- (27) 调整到流量计处基准状况的流量计测量流量(W_h), kg/h

$$W_h = \frac{W_t \times K}{K_0} \sqrt{\frac{V_{act, meter}}{V_{ref, meter}}}$$

在装置进口观察的数据及计算的结果

- (28) 整定压力(非重闭式装置的爆破压力)(P_{set}), MPa

- (29) 额定排放压力(P_t), MPa(A)
 (30) 试验容器热量计处流体温度($T_{\text{cal, drum}}$), °C
 (31) 蒸汽干度, %; 或过热度, °C
 (32) 进口基准状况下的比体积($V_{\text{ref, drum}}$), m^3/kg
 (33) 进口状况下的比体积($V_{\text{act, drum}}$), m^3/kg
 (34) 流量计热量计流量(W_{mc}), kg/h
 (35) 调整到流量计处基准状况的流量计热量计流量($W_{\text{cal, meter}}$), kg/h

$$W_{\text{cal, meter}} = W_{\text{mc}} \sqrt{\frac{V_{\text{act, meter}}}{V_{\text{ref, meter}}}}$$

- (36) 试验容器热量计流量(W_{dc}), kg/h
 (37) 调整到进口基准状况的试验容器热量计流量($W_{\text{cal, drum}}$), kg/h

$$W_{\text{cal, drum}} = W_{\text{dc}} \sqrt{\frac{V_{\text{act, drum}}}{V_{\text{ref, drum}}}}$$

- (38) 试验容器排水量(W_{dr}), kg/h
 (39) 调整到进口基准状况的测量排量(W_c), kg/h

$$W_c = W_h \sqrt{\frac{V_{\text{act, drum}}}{V_{\text{ref, drum}}}} - W_{\text{cal, meter}} - W_{\text{cal, drum}} - W_{\text{dr}}$$

表 A.3 用液体进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法

- (1) 试验编号
 (2) 试验日期
 (3) 制造厂名

被试装置尺寸数据

- | 阀门 | 非重闭式装置 |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| (4) 流道直径(d_b), mm | (4) 夹持器最小通道直径(d_b), mm |
| (5) 密封面直径(d_s), mm | (5) 最小净流通面积(a), mm^2 |
| (6) 密封面斜角, 度 | |
| (7) 阀瓣开高(l), mm | |
| (8) 实际排放面积(a), mm^2 | |

流量计有关计算

- (9) 流量计接管内径(D), mm
 (10) 流量计孔口直径(d), mm
 (11) 流量计孔口直径的平方(d^2), mm^2
 (12) β 比($\beta = d/D$)
 (13) 流量计进口温度(T_m), °C
 (14) 流量计差压力(h_w), mm 水柱
 (15) 大气压(P_b), MPa(A)
 (16) 流量计处静压力(P_m), MPa(A)
 (17) 流量计处流体温度(T_m), °C
 (18) 热膨胀面积系数(F_v)

- (19) 试用流量系数(K_0)
 (20) 流量计进口流体密度(ρ_m), kg/m³
 (21) 试用流量(W_t), kg/h

$$W_t = 0.0125 \times d^2 \times F_a \times K_0 \sqrt{h_w \times \rho_m}$$

- (22) 黏度(μ), Pa·s
 (23) 喉部雷诺数

$$R_d = \frac{0.354 \times W_t}{d \times \mu}$$

- (24) 流量系数(K)
 (25) 测量排量(W_b), kg/h

$$W_b = W_t \times K/K_0$$

在装置进口观察的数据及计算的结果

- (26) 整定压力(非重闭式装置的爆破压力)(P_{set}), MPa
 (27) 额定排放压力(P_f), MPa
 (28) 背压力(P_o), MPa
 (29) 流体温度(T_v), °C
 (30) 进口状况下的液体密度(ρ_{act}), kg/m³
 (31) 基准状况下的液体密度(ρ_{ref}), kg/m³
 (32) 调整到基准状况的液体排量(W_z), kg/h

$$W_z = W_b \sqrt{\frac{\rho_{ref}}{\rho_{act}}}$$

表 A.4 用空气或其他气体进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法

- (1) 试验编号
 (2) 试验日期
 (3) 制造厂名
 (4) 试验介质
 (5) 密度(基点状况)(S_g)
 (6) 比热比(k)
 (7) 分子量(M_w)

被试装置尺寸数据

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 阀门 | 非重闭式装置 |
| (8) 流道直径(d_b), mm | (8) 夹持器最小通道直径(d_b), mm |
| (9) 密封面直径(d_s), mm | (9) 最小净流通面积(a), mm ² |
| (10) 密封面斜角, (°) | |
| (11) 阀瓣开高(l), mm | |
| (12) 实际排放面积(a), mm ² | |

流量计有关计算

- (13) 流量计接管内径(D), mm

- (14) 流量计孔口直径(d), mm
 (15) 流量计孔口直径的平方(d^2), mm²
 (16) β 比($\beta=d/D$)
 (17) 试用流量系数(K_0)
 (18) 流量计差压力(h_w), mm 水柱
 (19) 大气压(P_b), MPa(A)
 (20) 流量计处静压力(P_m), MPa(A)
 (21) 流量计处流体温度(T_m), °C
 (22) 介质膨胀系数(Y)
 (23) 热膨胀面积系数(F_s)
 (24) 流量计进口处流体密度(ρ_m), kg/m³
 (25) 试用流量(W_t), kg/h

$$W_t = 0.0125 \times d^2 \times K_0 \times Y \times F_s \sqrt{h_w \times \rho_m}$$

- (26) 黏度(μ), Pa·s
 (27) 喉部雷诺数(R_d)

$$R_d = \frac{0.354 \times W_t}{d \times \mu}$$

- (28) 流量系数(K)
 (29) 测量排量(W_b), kg/h

$$W_b = W_t \times K / K_0$$

- (30) 基点压力(P_b), MPa(A)
 (31) 基点温度(T_b), °C
 (32) 在标准大气压[0.101 325 MPa(A)]和基点温度下干燥空气的密度(ρ_b), kg/m³
 (33) 在基点状况下的密度(ρ_b), kg/m³

$$\rho_b = S_k \times P_b \times \rho_s / 0.101325$$

- (34) 在基点状况下流量计处容积流量(q_b), m³/min

$$q_b = \frac{W_b}{60 \times \rho_b}$$

在装置进口观察的数据及计算的结果

- (35) 整定压力(非密闭式装置的爆破压力)(P_{set}), MPa
 (36) 额定排放压力(P_r), MPa
 (37) 阀门进口温度(绝)(T_v), K
 (38) 阀门进口基准温度(绝)(T_r), K
 (39) 阀门进口温度校正系数(C),

$$C = \sqrt{T_v / T_r}$$

- (40) 在基准进口温度下的阀门排量(q_r), m³/min

$$q_r = q_b \times C$$

表 A.5 用空气或其他气体进行压力释放装置试验的试验报告表——音速流量计方法

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 制造厂名
- (4) 试验介质
- (5) 密度(基态状况)(S_g)
- (6) 比热比(k)
- (7) 分子量(M)

被试装置尺寸数据

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 阀门 | 非重闭式装置 |
| (8) 流道直径(d_b), mm | (8) 夹持器最小通道直径(d_b), mm |
| (9) 密封面直径(d_s), mm | (9) 最小净流通面积(a), mm ² |
| (10) 密封面斜角, (°) | |
| (11) 阀瓣开高(L), mm | |
| (12) 实际排放面积(a), mm ² | |

流量计有关计算

- (13) 流量计接管内径(D), mm
- (14) 流量计孔口直径(d), mm
- (15) β 比($\beta = d/D$)
- (16) 在音速流动条件下流量计的流量系数(C)
- (17) 流量计孔口面积(a_m), mm²
- (18) 理想气体音速流动函数(Φ)
- (19) 真实气体同理想气体音速流动函数的比值(Φ/Φ_i)
- (20) 大气压(P_b), MPa(A)
- (21) 流量计进口滞止压力(P_s), MPa(A)
- (22) 流量计进口滞止温度(绝)(T_s), K
- (23) 测量排量(W_b), kg/h

$$W_b = 3\,600 \times C \times a_m \times \phi_i \times \phi / \phi_i \times \frac{P_s}{\sqrt{T_s}}$$

在装置进口观察的数据及计算的结果

- (24) 整定压力(非重闭式装置的爆破压力)(P_{set}), MPa
- (25) 额定排放压力(P_f), MPa(A)
- (26) 阀门进口温度(绝)(T_v), K
- (27) 阀门进口基准温度(绝)(T_r), K
- (28) 在标准大气压[0.101 325 MPa(A)]和基准温度下干燥空气的密度(ρ_{std}), kg/m³
- (29) 在基准状况下流体的密度(ρ_{ref}), kg/m³

$$\rho_{ref} = S_g \times P_f \times \rho_{std} / 0.101\,325$$

- (30) 在基准状况下的阀门排量(q_r), m³/min

$$q_r = \frac{W_b}{60 \times \rho_{ref}} \sqrt{T_v / T_r}$$

表 A.6 用燃料气进行压力释放装置试验的试验报告表——流量计方法

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 制造厂名
- (4) 试验介质
- (5) 密度(基点状况)(S_g)
- (6) 比热比(k)
- (7) 分子量(M)

被试装置尺寸数据

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 阀门 | 非重闭式装置 |
| (8) 流道直径(d_0), mm | (8) 夹持器最小通道直径(d_0), mm |
| (9) 密封面直径(d_s), mm | (9) 最小净流通面积(a), mm ² |
| (10) 密封面斜角, 度 | |
| (11) 阀瓣开高(l), mm | |
| (12) 实际排放面积(a), mm ² | |

流量计有关计算

- (13) 流量计接管内径(D), mm
- (14) 流量计孔口直径(d), mm
- (15) 流量计孔口直径的平方(d^2), mm²
- (16) β 比($\beta=d/D$)
- (17) 试用流量系数(K_0)
- (18) 流量计差压力(h_w), mm 水柱
- (19) 大气压(P_b), MPa(A)
- (20) 流量计处静压力(P_m), MPa(A)
- (21) 流量计处流体温度(绝)(T_m), K
- (22) 介质膨胀系数(Y)
- (23) 热膨胀面积系数(F_s)
- (24) 流量计处压缩性系数(Z)
- (25) 流量计进口处流体密度(ρ_m), kg/m³

$$\rho_m = \frac{3.483 \times S_g \times P_m}{T_m \times Z}$$

- (26) 试用流量(W_t), kg/h

$$W_t = 0.0125 \times d^2 \times K_0 \times Y \times F_s \sqrt{h_w \times \rho_m}$$

- (27) 黏度(μ), Pa·s
- (28) 喉部雷诺数(R_d)

$$R_d = \frac{0.354 \times W_t}{d \times \mu}$$

- (29) 流量系数(K)
- (30) 基点压力(P_B), MPa(A)
- (31) 基点温度(绝)(T_B), K

(32) 基点压缩性系数(Z_B)

(33) 在基点压力和基点温度下的密度(ρ_B), kg/m³

$$\rho_B = \frac{3\,483 \times S_g \times P_B}{T_B \times Z_B}$$

(34) 在基点状况下的容积流量(q_b), m³/h

$$q_b = \frac{W_i \times K}{K_0 \times \rho_B}$$

在装置进口观察的数据及计算的结果

(35) 整定压力(非重闭式装置的爆破压力)(P_{set}), MPa

(36) 额定排放压力(P_f), MPa

(37) 阀门进口温度(绝)(T_v), K

(38) 阀门进口基准温度(绝)(T_r), K

(39) 阀门进口温度校正系数(C)

$$C = \sqrt{T_v/T_r}$$

(40) 在基准进口温度下的阀门排量(q_r), m³/min

$$q_r = \frac{q_b \times C}{60}$$

表 A.7 用空气进行爆破片装置试验的试验报告表——阻力系数方法

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 制造厂名
- (4) 比热比(k)
- (5) 分子量(M_w)
- (6) 测量排量(W), kg/s
- (7) 基点压力(P_B), MPa(A)
- (8) 基点温度(T_0), K
- (9) 试验台管路内径(D), m
- (10) 取压口 A 和 B 间的管道长度(L_{A-B}), m
- (11) 取压口 B 和 C 间的管道长度(L_{B-C}), m
- (12) 取压口 C 和 D 间的管道长度(L_{C-D}), m
- (13) 取压口 A 处压力(P_{upA}), MPa(A)
- (14) 取压口 B 处压力(P_{upB}), MPa(A)
- (15) 取压口 C 处压力(P_{upC}), MPa(A)
- (16) 取压口 D 处压力(P_{upD}), MPa(A)
- (17) 单位面积质量流量(G), kg/m² · s

$$G = W/(\pi \times D^2/4)$$

阻力系数(L/D)计算

(18) 管道入口处马赫数(M_1)

$$M_1 = \frac{G}{10^6 \times P_B} \sqrt{\frac{Y_1^{k+1/(k-1)}}{M \times k / (8\,314 \times T_0)}}$$

用迭代法解得

$$Y_1 = 1 + \frac{(k-1) \times M_1^2}{2}$$

(19) 管道入口处压力(P_1), MPa(A)

$$P_1 = P_B \left(\frac{2}{2 + (k-1) \times M_1^2} \right)^{1/2}$$

(20) 管道入口处温度(T_1), K

$$T_1 = T_0 \times (P_1/P_B)^{(k-1)/k}$$

以下(21)至(26)计算管道入口至每一取压口 A、B、C 和 D 的阻力系数。对每一取压口重复(21)至(26)。

(21) 在取压口处的温度(T_{tap}), K

$$T_{\text{tap}} = T_1 \left[\frac{-1 + \sqrt{1 + 2 \times (k-1) \times M_1^2 \times (P_1/P_{\text{tap}})^2 \times (1 + (k-1) \times M_1^2/2)}}{(k-1) \times M_1^2 \times (P_1/P_{\text{tap}})^2} \right]$$

(22) 在取压口处的音速(C_{tap}), m/s

$$C_{\text{tap}} = \sqrt{8.314 \times k \times T_{\text{tap}}/M}$$

(23) 在取压口处的比容(V_{tap}), m³/kg

$$V_{\text{tap}} = (8.314 \times T_{\text{tap}})/(M \times 10^6 \times P_{\text{tap}})$$

(24) 在取压口处的马赫数(M_{tap})

$$M_{\text{tap}} = G \times V_{\text{tap}}/C_{\text{tap}}$$

(25) 在取压口处的膨胀系数(Y_{tap})

$$Y_{\text{tap}} = 1 + \frac{(k-1) \times (M_{\text{tap}})^2}{2}$$

(26) 至取压口的总阻力系数(K_{tap})

$$K_{\text{tap}} = \frac{1/M_1^2 - 1/(M_{\text{tap}})^2 - [(k+1)/2] \times \ln[(M_{\text{tap}}^2 \times Y_1)/(M_1^2 \times Y_{\text{tap}})]}{k}$$

(27) 取压口 A 和 B 间的阻力系数(K_{A-B})

$$K_{A-B} = K_B - K_A$$

(28) 取压口 B 和 C 间的阻力系数(K_{B-C})

$$K_{B-C} = K_C - K_B$$

(29) 取压口 C 和 D 间的阻力系数(K_{C-D})

$$K_{C-D} = K_D - K_C$$

(30) 摩擦系数(f)

$$f = K_{A-B} \times D/(4 \times L_{A-B})$$

(31) 空气在 P_B 和 T_0 下的黏度(μ), Pa·s

(32) 雷诺数(N_{Re})

$$N_{Re} = D \times G/\mu$$

(33) 管道粗糙度(E), mm

$$E = 3.700 \times D \times [10^{(-1/(4 \times \sqrt{f}))} - 1.256/(N_{Re} \times \sqrt{f})]$$

(34) B 到 C 的压头长度(H_{B-C}), m

$$H_{B-C} = K_{B-C} \times D/(4 \times f)$$

(35) 由试验对象引起的超额长度(L_{ex}), m

$$L_{ex} = H_{B-C} - L_{B-C}$$

(36) 试验对象的阻力系数(L/D)

$$L/D = L_{ex}/D$$

附录 B
(资料性附录)
试验汇总报告表

表 B.1 压力释放阀试验汇总报告表——蒸汽介质

一般资料

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 试验地点
- (4) 制造厂名及地址
- (5a) 阀门型式或型号
- (5b) 阀门编号或标识号
- (5c) 进口连接(通径、压力级及形式)
- (5d) 出口连接(通径、压力级及形式)
- (5e) 标示压力及允差,MPa
- (6) 试验目的

试验结果汇总

- (7) 前泄压力,MPa(工厂整定)
- (8) 前泄压力,MPa(再调整)
- (9) 整定压力,MPa(工厂调整)
- (10) 整定压力,MPa(再调整)
- (11) 回座压力,MPa(工厂调整)
- (12) 回座压力,MPa(再调整)
- (13) 启闭压差,MPa(工厂调整)
- (14) 启闭压差,MPa(再调整)
- (15) 背压力;附加背压及/或排放背压,MPa
- (16) 额定排放压力(阀进口),MPa
- (17) 阀瓣开高,mm
- (18) 测量排量,kg/h

阀门测量尺寸

- (19) 流道直径,mm
- (20) 密封面直径,mm
- (21) 密封面斜角,(°)
- (22) 阀进口通道直径,mm
- (23) 阀瓣开高对流道直径比率
- (24) 流道直径对进口通道直径比率
- (25) 实际排放面积,mm²
- (26) 对试验目的及有关项目如频跳、颤振、振动等的评述和结论

试验人员(签名)_____ 试验监督人(签名)_____ 日期_____

表 B.2 压力释放阀试验汇总报告表——水或液体介质

一般资料

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 试验地点
- (4) 制造厂名及地址
- (5a) 阀门型式或型号
- (5b) 阀门编号或标识号
- (5c) 进口连接(口径、压力级及形式)
- (5d) 出口连接(口径、压力级及形式)
- (5e) 标示压力及允差,MPa
- (6) 试验目的
- (7) 试验介质
- (8) 密度(标准的)

试验结果汇总

- (9) 整定压力,MPa(工厂调整)
- (10) 整定压力,MPa(再调整)
- (11) 回座压力,MPa(工厂调整)
- (12) 回座压力,MPa(再调整)
- (13) 背压力:附加背压及/或排放背压,MPa
- (14) 额定排放压力(阀进口),MPa
- (15) 阀瓣开高,mm
- (16) 测量排量,kg/h

阀门测量尺寸

- (17) 流道直径,mm
- (18) 密封面直径,mm
- (19) 密封面斜角,(°)
- (20) 阀进口通道直径,mm
- (21) 阀瓣开高对流道直径比率
- (22) 流道直径对进口通道直径比率
- (23) 实际排放面积,mm²
- (24) 对试验目的及有关项目如频跳、颤振、振动等的评述和结论

试验人员(签名)_____ 试验监督人(签名)_____ 日期_____

表 B.3 压力释放阀试验汇总报告表——空气、气体或燃料气介质

一般资料

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 试验地点
- (4) 制造厂名及地址
- (5a) 阀门型式或型号
- (5b) 阀门编号或标识号
- (5c) 进口连接(口径、压力级和形式)
- (5d) 出口连接(口径、压力级和形式)
- (5e) 标示压力及允差,MPa
- (6) 试验目的
- (7) 试验介质
- (8) 密度(标准的)
- (9) 比热比
- (10) 分子量

试验结果汇总

- (11) 前泄压力,MPa(工厂调整)
- (12) 前泄压力,MPa(再调整)
- (13) 整定压力,MPa(工厂调整)
- (14) 整定压力,MPa(再调整)
- (15) 回座压力,MPa(工厂调整)
- (16) 回座压力,MPa(再调整)
- (17) 再密封压力,MPa(工厂调整)
- (18) 再密封压力,MPa(再调整)
- (19) 启闭压差,MPa(工厂调整)
- (20) 启闭压差,MPa(再调整)
- (21) 背压力:附加背压及/或排放背压,MPa
- (22) 额定排放压力(阀进口),MPa
- (23) 阀瓣开高,mm
- (24) 测量排量,kg/h

阀门测量尺寸

- (25) 流道直径,mm
- (26) 密封面直径,mm
- (27) 密封面斜角,(°)
- (28) 阀进口通道直径,mm
- (29) 阀瓣开高对流道直径的比率
- (30) 流道直径对阀进口通道直径的比率
- (31) 实际排放面积,mm²
- (32) 对试验目的及有关项目如频跳、颤振、振动等的评述和结论

试验人员(签名) _____ 试验监督人(签名) _____ 日期 _____

表 B.4 爆破片装置试验汇总报告表——空气、气体或燃料气介质

一般资料

- (1) 试验编号
- (2) 试验日期
- (3) 试验地点
- (4) 制造厂名及地址
- (5a) 爆破片型式或型号
- (5b) 爆破片批号或标识号
- (5c) 连接(通径、压力级和形式)
- (5d) 标示爆破压力及允差,MPa
- (5e) 最小净流通面积,mm²(制造厂规定的)
- (6) 试验目的
- (7) 试验介质
- (8) 密度(标准的)
- (9) 比热比
- (10) 分子量

试验结果汇总

- (11) 爆破压力,MPa
- (12) 额定排放压力(爆破片装置进口),MPa
- (13) 测量排量,kg/h
- (14) 阻力系数,L/D

爆破片装置测量尺寸

- (15) 夹持器最小通道直径,mm
- (16) 对试验目的及有关项目如振动等的评述和结论

试验人员(签名)_____ 试验监督员(签名)_____ 日期_____

附录 C
(资料性附录)
确定流量误差的示例

C.1 目的

本附件对进行最终流量试验结果的误差分析提供示例。

C.2 示例

试验介质：水。流量计型式：带法兰接口的同轴锐边薄孔板。假设：流量计系数未用标准器校准。

示例一组典型的试验数据：

流量计接管内径： $D=79.17$ mm

孔板孔口直径： $d=23.75$ mm

比率： $\beta=d/D=0.300$

流量计前后压降： $\Delta P=9\ 850$ mm 水柱

温度： $T=25$ °C

质量流量的计算公式：

$$W = \frac{0.012\ 5 K d^2 F_s \sqrt{\rho(\Delta P)}}{\sqrt{1 - (d/D)^4}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

W ——质量流量，kg/h

K ——流量系数，无量纲

d ——孔板孔口直径，mm

D ——流量计接管内径，mm

F_s ——热膨胀系数，无量纲

ρ ——水的密度，kg/m³

ΔP ——流量计前后差压头，mm 水柱

以下列要素误差来源及每一要素的估算偏差及精确误差：

参数 K ——流量系数。当管道尺寸等于或大于 50 mm 且雷诺数超过 $5\ 000 \times D/25$ (D 以 mm 为单位) 时，孔板流量计流量系数的误差为 $\pm 0.55\%$ 。同时，建议在所有其他标示误差之上加上 0.5% 以考虑安装误差。于是 K 的相对总误差确定为：

$$B_{K\%} = 0.5\% + 0.55\% = 1.05\% \dots\dots\dots (C.2)$$

K 的计算值为 0.599。

绝对误差限为：

$$B_K = 0.010\ 5 \times 0.599 = \pm 0.006\ 27 \approx \pm 0.007 \dots\dots\dots (C.3)$$

可认为流量系数的精确绝对误差为零。

参数 d ——孔板孔口直径。孔板孔口直径的估计误差为 ± 0.025 mm。这一绝对误差估计考虑到了测量装置的误差以及可能的人员读数误差。可认为孔板孔口直径的精确绝对误差为零。

参数 D ——流量计接管内径。流量计接管内径的估计误差为 ± 0.075 mm。这一绝对误差估计考虑到了测量装置的误差以及人员读数误差。可认为流量计接管内径的精确绝对误差为零。

参数 F_s ——热膨胀系数。

$$F_s = f(T) \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

T ——水温, $^{\circ}\text{C}$

F_s 的近似值可由下式获得:

$$F_s = 3.0857 \times 10^{-5} T + 0.9992986 \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

F_s 的绝对误差为:

$$B_{F_s} = \frac{\partial F_s}{\partial T} B_T \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

$$\frac{\partial F_s}{\partial T} = \frac{dF_s}{dT} = 3.0857 \times 10^{-5} \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

水温 T 的误差 B_T 假定为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。由此得:

$$B_{F_s} = (3.0857 \times 10^{-5}) \times 3 = \pm 0.0000926 \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

基于名义温度 25°C 的 F_s 为:

$$F_s = (3.0857 \times 10^{-5}) \times 25 + 0.9992986 = 1.00007 \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

当水温误差为 3°C 时 F_s 的相对误差为:

$$F_s \text{ 的相对误差} = 0.0000926 / 1.00007 = 0.01\% \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

可认为热膨胀系数 F_s 的绝对误差和精确绝对误差均为零。

参数 ρ ——水的密度。

$$\rho = f(T, P) \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

式中:

T ——水温, $^{\circ}\text{C}$

P ——压力, MPa(A)

对于水而言由于压力引起的 ρ 的变化很小, 可以忽略不计。

由于水温 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的误差引起的 ρ 的变化等于:

$$B_{\rho} = \pm 0.6207 \quad \dots\dots\dots (C.12)$$

ρ 的绝对误差取为 $\pm 0.62 \text{ kg/m}^3$ 。

水密度的精确绝对误差 S_{ρ} 估计为 $\pm 0.32 \text{ kg/m}^3$ 。

参数 ΔP ——流量计前后差压头, mm 水柱。 ΔP 是由纸带记录仪测定, 而纸带记录仪用量程为 $0 \sim 25400 \text{ mm}$ 水柱的传感压力计标定。后者又用静重式测试仪标定。

纸带记录仪的误差限按最小分度值的一半计, 为 $\pm 250 \text{ mm}$ 水柱。

传感压力计的公差为全量程的 $\pm 0.25\%$, 相当于绝对误差 $\pm 63.5 \text{ mm}$ 水柱。

传感压力计的标定义(静重式测试仪)的精度为传感压力计的两倍, 其引起的误差为 $\pm 7.5 \text{ mm}$ 水柱。

按误差合成方法取上述误差平方和的平方根, 得到 ΔP 的绝对误差为:

$$B_{\Delta P} = [(250)^2 + (63.5)^2 + (7.5)^2]^{1/2} = 258 \quad \dots\dots\dots (C.13)$$

圆整到 $B_{\Delta P} = \pm 260 \text{ mm}$ 水柱。

流量计差压的精确绝对误差估计为 $\pm 130 \text{ mm}$ 水柱。

表 C.1 列出了所有绝对误差、相对误差和精确误差值, 还列出了每一参数的相对灵敏度系数 θ' 。

表 C.1 参数误差表

参数	绝对误差 B	精确绝对误差 S	名义值 (试验数据)	相对误差 B_R	精确相对误差 S_R	相对灵敏度系数 θ'
K	± 0.007	0	0.599	$0.007/0.599$ $= \pm 0.0117$	0	1
d	± 0.025 mm	0	23.75 mm	$0.025/23.75$ $= \pm 0.00105$	0	$2/(1-\beta^4)$ $= 2.0163$
D	± 0.075 mm	0	79.17 mm	$0.075/79.17$ $= \pm 0.00095$	0	$(2\beta^4)/(1-\beta^4)$ $= 0.0163$
F_s	0	0	1.000 07	0	0	1
ρ	± 0.62 kg/m ³	± 0.32 kg/m ³	1 000 kg/m ³	$0.62/1\ 000$ $= \pm 0.00062$	$0.32/1\ 000$ $= \pm 0.00032$	0.5
ΔP	± 260 mm 水柱	± 130 mm 水柱	9 850 mm 水柱	$260/9\ 850$ $= \pm 0.0264$	$130/9\ 850$ $= \pm 0.01320$	0.5

各参数的误差分别按误差和精确误差导入由泰勒(Taylor)系列展开式计算的结果中。

流量的相对误差为:

$$\frac{B_W}{W} = \left[\left(1 \times \frac{B_K}{K} \right)^2 + \left(\frac{2}{1-\beta^4} \times \frac{B_d}{d} \right)^2 + \left(\frac{2\beta^4}{1-\beta^4} \times \frac{B_D}{D} \right)^2 + \left(1 \times \frac{B_{F_s}}{F_s} \right)^2 + \left(0.5 \times \frac{B_\rho}{\rho} \right)^2 + \left(0.5 \times \frac{B_{\Delta P}}{\Delta P} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (C.14)$$

流量的精确相对误差为:

$$\frac{S_W}{W} = \left[\left(1 \times \frac{S_K}{K} \right)^2 + \left(\frac{2}{1-\beta^4} \times \frac{S_d}{d} \right)^2 + \left(\frac{2\beta^4}{1-\beta^4} \times \frac{S_D}{D} \right)^2 + \left(1 \times \frac{S_{F_s}}{F_s} \right)^2 + \left(0.5 \times \frac{S_\rho}{\rho} \right)^2 + \left(0.5 \times \frac{S_{\Delta P}}{\Delta P} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (C.15)$$

将相应的值代入公式(C.14),得:

$$\frac{B_W}{W} = [(0.0117)^2 + (2.016 \times 0.00107)^2 + (0.0163 \times 0.00096)^2 + (0) + (0.5 \times 0.00064)^2 + (0.5 \times 0.02836)^2]^{1/2}$$

$$\frac{B_W}{W} = [0.0001370 + 0.0000046 + 2.45 \times 10^{-10} + 0 + 0.0000102 + 0.0002011]^{1/2}$$

$$\frac{B_W}{W} = \pm 0.0188 \quad \dots\dots\dots (C.16)$$

将相应的值代入公式(C.15),得:

$$\frac{S_W}{W} = \pm [(0) + (0) + (0) + (0) + (0.5 \times 0.00032)^2 + (0.5 \times 0.01290)^2]^{1/2}$$

$$\frac{S_W}{W} = \pm [2.5 \times 10^{-8} + 0.0000416]^{1/2}$$

$$\frac{S_W}{W} = \pm 0.0065 \quad \dots\dots\dots (C.17)$$

查看上述计算公式中每一参数的各别系数可以清楚地看出哪些参数对结果的误差限及精确误差限

影响最大。在本例中,对误差影响最大的是差压 ΔP 和排放系数 K 。对精确误差影响最大的是差压 ΔP 。

由于各独立参数精确误差的估算是基于经验,其自由度可假设大于 30,因而系数 t 值可取为 2。所以流量的精确相对误差应为 $2 \times 0.0065 = \pm 0.013$

将误差和精确误差合成可得到流量的总误差为:

$$\frac{U_{\text{RSS}}}{W} = \left[\left(\frac{B_w}{W} \right)^2 + \left(2 \times \frac{S_w}{W} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (C.18)$$

$$\frac{U_{\text{RSS}}}{W} = [(0.0188)^2 + (2 \times 0.0065)^2]^{1/2} = \pm 2.28\%$$

注意, W 的误差限 $\pm 2\%$ 的要求并未达到。

由于对误差影响最大的是差压 ΔP , 所以首先要避免用传感压力计来标定纸带记录仪。纸带记录仪应直接用静重式测试仪来标定。

静重式测试仪的误差限为全量程的 $\pm 0.1\%$ 。其全量程为 0 到 12 700 mm 水柱。因而其绝对误差限为 $0.001 \times 12\,700 = 12.7$ mm 水柱。

此外,可以改变 ΔP 的标定范围以减小纸带记录仪的最小分度值,即从 500 mm 水柱减至 250 mm 水柱。这样按最小分度值的一半考虑的误差限将从 250 mm 水柱减至 125 mm 水柱。

使用误差合成方法计算出 ΔP 的绝对误差为:

$$B_{\Delta P} = [(125)^2 + (12.7)^2]^{1/2} = 126(\text{mm 水柱}) \dots\dots\dots (C.19)$$

圆整到 150 mm 水柱。

修正后的相对误差为:

$$(B_{\Delta P})_R = \frac{150}{9\,850} = 0.0152 \dots\dots\dots (C.20)$$

修正后 B_w/W 的值为:

$$\frac{B_w}{W} = 0.0145 \dots\dots\dots (C.21)$$

合成误差为:

$$\frac{U_{\text{RSS}}}{W} = \pm 1.959\% \dots\dots\dots (C.22)$$

此处质量流量 W 是基于公称值 13 290 kg/h。

为了验证对精确误差的估算进行了下列试验。

所有仪表均按规定的误差限进行标定。

用孔口直径 23.75 mm 的孔板进行了稳态流量试验。在整个试验中温度保持 25℃ 常量。试验过程中分别取了 10 组数据以确定精确误差限。试验结果如下:

数据组	质量流量 W
1	13 340
2	13 281
3	13 232
4	13 300
5	13 240
6	13 358
7	13 293
8	13 272
9	13 327
10	13 313

样本中 W 的平均值 \bar{W} 为:

$$\bar{W} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N W_k = \frac{1}{10} \times (132\,956) = 13\,296 \text{ (kg/h)} \quad \dots\dots\dots (\text{C. 23})$$

样本的标准偏差为:

$$S = \left[\frac{\sum_{k=1}^N (W_k - \bar{W})^2}{N-1} \right]^{1/2} = 41 \text{ (kg/h)} \quad \dots\dots\dots (\text{C. 24})$$

自由度 $N-1=10-1=9$

对于具有 9 个自由度的双尾型分布, 在 95% 点位的系数 t 值为 2.262。

于是精确相对误差限计算如下:

$$\frac{S}{\bar{W}} \times t = \pm \frac{41}{13\,296} \times 2.262 = \pm 0.006\,9 \quad \dots\dots\dots (\text{C. 25})$$

该值约为原先估算值的一半。

考虑由试验得出的新的精确误差可得到合成误差为:

$$\frac{U_{\text{RSS}}}{W} = \pm [(0.014\,5)^2 + (0.006\,9)^2]^{1/2} = \pm 0.016 = \pm 1.6\% \quad \dots\dots\dots (\text{C. 26})$$

注意, $\pm 2\%$ 的试验目标精度虽已达到, 但可以通过标定试验来更好地确定流量计的排放系数以进一步降低误差限。

报告提要如下:

$$\frac{B_w}{W} = \pm 0.014\,5 \quad (\text{相对误差})$$

$$\frac{S_w}{W} = \pm 0.006\,9 \quad (\text{精确相对误差})$$

$$\frac{U_{\text{RSS}}}{W} = \pm 1.6\% \quad (\text{合成误差})$$