



中华人民共和国国家标准

GB/T 4213—2024

代替 GB/T 4213—2008

气动控制阀

Pneumatic control valves

2024-12-31 发布

2025-07-01 实施

国家市场监督管理总局
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 产品分类及通用要求	1
4.1 按控制阀使用功能分类	1
4.2 按控制阀动作方式分类	1
4.3 按控制阀作用方式分类	2
4.4 按控制阀执行机构型式分类	2
4.5 公称通径(DN 或 NPS)	2
4.6 公称压力(PN 系列)或压力等级(Class 系列)	2
4.7 输入信号	2
4.8 气源	2
4.9 正常工作条件	3
4.10 信号接管螺纹	3
4.11 连接端型式和尺寸	3
5 技术要求	3
5.1 耐压强度	3
5.2 填料函及其他连接处的密封性	3
5.3 泄漏量	4
5.4 气室的密封性	6
5.5 基本误差	6
5.6 回差	6
5.7 始终点偏差	6
5.8 死区	6
5.9 额定行程偏差	7
5.10 额定流量系数	7
5.11 固有流量特性	7
5.12 耐工作振动性能	9
5.13 动作寿命	9
5.14 阀体壁厚	9
5.15 阀体与阀盖化学成分	9
5.16 表面质量	9

5.17 其他	9
6 试验方法	9
6.1 试验条件及说明	9
6.2 耐压强度	10
6.3 填料函及其他连接处的密封性	11
6.4 泄漏量	11
6.5 气室密封性	12
6.6 基本误差	12
6.7 回差	12
6.8 始终点偏差	12
6.9 死区	12
6.10 额定行程偏差	13
6.11 额定流量系数和固有流量特性	13
6.12 耐工作振动性能试验	15
6.13 动作寿命试验	16
6.14 阀体壁厚	16
6.15 阀体与阀盖化学成分	16
6.16 表面质量	16
7 检验规则	16
7.1 出厂试验	16
7.2 型式试验	16
8 标志、包装和贮存	17
8.1 标志	17
8.2 包装	18
8.3 贮存	18
附录 A(资料性) 公称通径对照关系	19
附录 B(资料性) 阀座泄漏量计算实例	20
B.1 概述	20
B.2 阀的信息	20
B.3 试验压差	20
B.4 阀额定容量的计算	20
B.5 计算阀最大允许泄漏量	22

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 4213—2008《气动调节阀》，与 GB/T 4213—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 补充了范围内容(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- b) 更改了术语和定义的适用标准(见第 3 章,2008 年版的第 3 章)；
- c) 更改并增加了产品分类及通用要求的内容(见 4.2、4.4、4.5、4.6,2008 年版的第 4 章)；
- d) 更改了气源压力最大值、气源质量要求(见 4.8.1、4.8.3,2008 年版的 4.8.1、4.8.3)；
- e) 更改了正常工作条件的温度上限、信号接管螺纹尺寸(见 4.9、4.10,2008 年版的 4.9、4.10)；
- f) 增加了耐压强度试验中对承压件单独试验的技术要求(见 5.1)；
- g) 增加了填料函及其他连接处密封性试验中程序 B 气体介质试验的技术要求(见 5.2)；
- h) 增加了泄漏等级的适用性说明(见 5.3.2)；
- i) 增加了泄漏等级为 V 的气体泄漏要求并补充了特殊试验条件下的修正公式(见表 1)；
- j) 更改了泄漏率系数的表述(见表 2,2008 年版的表 3)；
- k) 更改了基本误差、回差、死区、始终点偏差、额定行程偏差的要求(见表 4,2008 年版的表 1)；
- l) 增加了流量特性的斜率偏差计算公式参数说明(见 5.11.1、5.11.2)；
- m) 增加了阀体壁厚、阀体与阀盖化学成分的技术要求(见 5.14、5.15)；
- n) 更改“外观”为“表面质量”并增加了行程标尺和指针的要求(见 5.16,2008 年版的 5.14)；
- o) 增加了推荐的试验顺序(见 6.1.3)；
- p) 增加了耐压强度试验中承压件单独试验的试验方法,更改了试验时间的要求(见 6.2,2008 年版的 6.10)；
- q) 增加了填料函及其他连接处密封性试验中气体介质试验方法:程序 B(见 6.3)；
- r) 更改了基本误差、回差、始终点偏差、死区、额定行程偏差的试验方法描述(见 6.6、6.7、6.8、6.9、6.10,2008 年版的 6.4、6.5、6.6、6.7、6.8)；
- s) 增加了流量试验装置的要求和基本试验程序(见 6.11.5)；
- t) 增加了阀体壁厚、阀体与阀盖材质化学成分和表面质量的试验方法(见 6.14、6.15、6.16)；
- u) 增加了出厂试验或型式试验项目表的内容(见表 11)；
- v) 更改了阀体标志的要求(见 8.1.1,2008 年版的 8.1.1)。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司、浙江中控流体技术有限公司、上海工业自动化仪表研究院有限公司、杭州良盛电气有限公司、浙江派沃自控仪表有限公司、重庆川仪调节阀有限公司、重庆世壮仪器仪表有限公司、吴忠仪表有限责任公司、中环天仪股份有限公司、浙江永盛科技股份有限公司、浙江省泵阀产品质量检验中心、上海自动化仪表有限公司自动化仪表七厂、艾坦姆流体控制技术(山东)有限公司、鞍山拜尔自控有限公司、上海阀特流体控制阀门有限公司、艾默生过程管理(天津)阀门有限公司、浙江中德自控科技股份有限公司、浙江三方控制阀股份有限公司、江苏横河自控阀门有限公司、江苏进典控制阀有限公司、无锡凯尔克仪表阀门有限公司、无锡斯考尔自动控制设

备有限公司、成都大正海威尔控制阀有限公司、杭州富阳南方阀业有限公司、重庆嘉凯捷仪器仪表有限公司、无锡智能自控工程股份有限公司、江苏远洋阀门智控股份有限公司、深圳万讯自控股份有限公司、上海核工程研究设计院股份有限公司、浙江新欧自控仪表有限公司、浙江中孚流体机械有限公司、江苏高凯精密流体技术股份有限公司、上海一核阀门股份有限公司、重庆海王仪器仪表有限公司、上海发电设备成套设计研究院有限责任公司。

本文件主要起草人：蒋培雷、谭文治、张磊、李芄、王嘉宁、蔡加潮、王汉克、蒋永兵、左兵、王学朋、张耀辉、张永亮、张少明、陈敬秒、宋辉、冯岚、白宏伟、廖建民、沈惟、粟飞、孙健、张典、王勇星、郁学军、张诚、宋健彬、左群、陈彦、玉金贵、邹靖、王晓钧、张冬明、沈伟光、谢海龙、刘建芳、施建中、郑云海、张含、蒋唐锦、吕民政、李益景、赵广坡、孙瑜欣、乔家亿。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1984年首次发布为 GB 4213—1984；
- 1992年第一次修订为 GB/T 4213—1992，2008年第二次修订；
- 本次为第三次修订。



气动控制阀

1 范围

本文件规定了工业过程控制系统用气动控制阀的产品分类及通用要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。

本文件适用于气动执行机构与阀组成的各类气动控制阀(以下简称“控制阀”)。本文件也适用于独立的气动执行机构和阀组件。

放射性工作环境或其他危险工作环境等国家有特定要求工作条件的控制阀参考本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 12224 钢制阀门 一般要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17213(所有部分) 工业过程控制阀

GB/T 17213.2—2017 工业过程控制阀 第 2-1 部分:流通能力 安装条件下流体流量的计算公式

GB/T 26640 阀门壳体最小壁厚尺寸要求规范

GB/T 26815 工业自动化仪表术语 执行器术语

3 术语和定义

GB/T 17213(所有部分)和 GB/T 26815 界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类及通用要求

4.1 按控制阀使用功能分类

按控制阀使用功能可分为:

- a) 调节型;
- b) 开关型。

4.2 按控制阀动作方式分类

按控制阀动作方式可分为:

- a) 直行程;
- b) 角行程。

4.3 按控制阀作用方式分类

按控制阀作用方式可分为：

- a) 气关式；
- b) 气开式。

4.4 按控制阀执行机构型式分类

按控制阀执行机构型式可分为：

- a) 气动薄膜式；
- b) 气动活塞式。

注1：气动执行机构按结构分为：

- a) 气动薄膜式执行机构；
- b) 气动活塞式执行机构。

注2：气动执行机构按输出方式分为：

- a) 直行程气动执行机构；
- b) 角行程气动执行机构。

4.5 公称通径(DN或NPS)

字母和数字组合的标识,由字母 DN 或 NPS 和后跟的无量纲的数字组成。

控制阀的公称通径 DN 后接数值应自下列优选数值中选取：

6、8、10、15、20、25、32、40、50、65、80、100、125、150、200、250、300、350、400、450、500 等。

控制阀的公称通径 NPS 后接数值应自下列优选数值中选取：

$\frac{1}{8}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{3}{8}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ 、1、 $1\frac{1}{4}$ 、 $1\frac{1}{2}$ 、2、 $2\frac{1}{2}$ 、3、4、5、6、8、10、12、14、16、18、20 等。

注1：公称通径的无量纲数字与端部连接件的孔径或外径等特征尺寸直接关联。

注2：除相关标准中另有规定外,无量纲数字不代表测量值,也不用于计算。

注3：DN与NPS的对照关系见附录A。

4.6 公称压力(PN系列)或压力等级(Class系列)

字母和数字组合的标识,由字母 PN 或 Class 和后跟的无量纲的数字组成。

控制阀的公称压力 PN 后接数值应自下列优选数值中选取：

2.5、6、10、16、25、40、63、100、160、250、320、400 等。

控制阀的压力等级 Class 后接数值应自下列优选数值中选取：

150、300、400、600、900、1 500、2 500 等。

注1：除与相关的管道元件标准有关联外,字母PN或Class不具有意义。

注2：除相关标准中另有规定外,无量纲数字不代表测量值,也不用于计算。

注3：最大允许工作压力取决于PN数值或Class数值、材料、元件设计和工作温度等。

4.7 输入信号

输入信号类型与范围由制造厂确定或按订货合同的要求。

4.8 气源

4.8.1 气源压力的最大值

气源压力的最大值如下：

- a) 气动薄膜控制阀：600 kPa；

b) 气动活塞控制阀:1 000 kPa。

注:经用户(买方)与制造厂商定,允许采用特殊的气源压力。

4.8.2 气源的湿度

操作压力下的气源,其露点应比控制阀工作环境温度至少低 10 °C。

4.8.3 气源的质量

气源的质量要求如下:

- a) 气源应无明显的油(液态油、悬浮油、油蒸汽)和其他液体,含油浓度应不超过 5 mg/m³,含液态水浓度应不超过 10 g/m³;
- b) 气源宜不含腐蚀性气体、蒸汽和溶剂;
- c) 气源不应使用爆炸性气体;
- d) 带定位器的控制阀气源中所含固体颗粒浓度应不超过 5 mg/m³,且颗粒直径应不超过于 5 μm。

4.9 正常工作条件

除非另有规定,控制阀在下述大气条件中应能正常工作。

- a) 温度: -25 °C~+55 °C、-40 °C~+70 °C或-30 °C~+80 °C;可采用特殊的工作温度范围,但温度值应为 5 °C的整倍数。
- b) 相对湿度:5%~100%。

4.10 信号接管螺纹

气动执行机构与信号传送管道连接的螺纹型式与尺寸为 NPT $\frac{1}{8}$,NPT $\frac{1}{4}$,NPT $\frac{3}{8}$,NPT $\frac{1}{2}$ 等,按照用户(买方)要求也可采用其他型式与尺寸。

4.11 连接端型式和尺寸

连接端型式和尺寸应符合以下要求:

- a) 控制阀连接端型式为法兰、焊接、螺纹、对夹式等;
- b) 控制阀连接端的型式和尺寸符合相应国家标准和行业标准的规定;
- c) 符合用户(买方)要求采用的其他标准或特定的连接端型式和尺寸。

5 技术要求

5.1 耐压强度

控制阀应以室温水为介质,按 1.5 倍公称压力或 1.5 倍 38 °C时最大允许工作压力的试验压力进行耐压强度试验,试验期间,阀体不应有肉眼可见的渗漏。

如经用户(买方)与制造厂商定,试验可在承压部件上进行,但经装配后的控制阀还应进行压力不超过 0.6 MPa 的气体试验,阀体不应有肉眼可见的渗漏。

5.2 填料函及其他连接处的密封性

程序 A:试验介质为室温水。控制阀的填料函及其他连接处应保证在 1.1 倍 38 °C时最大允许工作压力的试验压力下无渗漏现象。特殊用途控制阀的试验压力值由制造厂和用户(买方)商定。

程序 B:如经用户(买方)与制造厂商定,可采用程序 B。试验介质为气体。控制阀的填料函及其他连接处应保证在 0.35 MPa 试验压力下无渗漏现象。当阀门的最大允许工作压力低于 0.35 MPa,试



验压力为最大允许工作压力。

5.3 泄漏量

5.3.1 控制阀在规定试验条件下的泄漏量应符合表 1 的规定。

5.3.2 控制阀的泄漏等级 I 级要求由用户(买方)与制造厂商定,但单座阀结构的控制阀的泄漏等级不应低于 IV 级,双座阀结构的控制阀的泄漏等级不应低于 II 级,VI 级适用于弹性密封阀座的控制阀。

5.3.3 泄漏量大于 $5 \times 10^{-3} \times$ 阀额定容量时,应由结构设计保证,产品可免于试验。

5.3.4 泄漏应由下列代码加以规定:

X1	X2	X3
----	----	----

X1——泄漏等级,如表 1 所示 I ~ VI;

X2——试验介质,G 为气体,L 为水;

X3——试验程序 1 或试验程序 2(见 6.4.2)。

表 1 各泄漏等级的阀座最大允许泄漏量

泄漏等级	试验介质	试验程序	最大允许泄漏量
I	由用户(买方)与制造厂商定		
II	L 或 G	1	$5 \times 10^{-3} \times$ 阀额定容量 ^a
III	L 或 G	1	$10^{-3} \times$ 阀额定容量 ^a
IV	L	1 或 2	$10^{-4} \times$ 阀额定容量
	G	1	$10^{-4} \times$ 阀额定容量 ^a
IV-S1	L	1 或 2	$5 \times 10^{-6} \times$ 阀额定容量
	G	1	$5 \times 10^{-6} \times$ 阀额定容量 ^a
V	L	2	$1.8 \times 10^{-7} \times \Delta p \times D$ (单位为:L/h)
	G	1	$10.8 \times 10^{-6} \times D$ (单位为:m ³ /h)(101.325 kPa, 273.15 K) ^b $11.1 \times 10^{-6} \times D$ (单位为:m ³ /h)(101.325 kPa, 288.15 K)
VI	G	1	$3 \times 10^{-3} \times \Delta p \times$ 表 2 规定的泄漏率系数

注 1: Δp 以 kPa 为单位。

注 2: D 为阀座直径,以 mm 为单位。

^a 对于可压缩流体, 阀额定容量为体积流量时,是指在绝对压力为 101.325 kPa 和绝对温度为 273.15 K 或 288.15 K 状态下的测定值。

^b 依据试验程序 1 进行,试验压差 350 kPa,试验介质空气或氮气。

如果经用户(买方)与制造厂商定同意,要求不同的试验压力,如依据试验程序 2,在试验介质为空气或氮气情况下,最大允许泄漏量(单位为 m³/h, 101.325 kPa, 273.15 K)修正为:

$10.8 \times 10^{-6} \times [(p_1 - 101)/350] \times (p_1/552 + 0.2) \times D$, 其中 p_1 为入口绝对压力(单位为 kPa)。

如果要求不同的试验压力与入口温度,对于气体介质例如氮气或氦气,最大允许泄漏量(单位为 m³/h, 101.325 kPa, 273.15 K)修正为:

$10.8 \times 10^{-6} \times [(p_1 - 101)/350] \times (p_1/552 + 0.2) \times D \times (273.15/T_1) \times (\eta_{Air}/\eta_{Gas})$, 其中 p_1 为入口绝对压力(单位为 kPa), T_1 为入口气体介质的绝对温度(单位为 K), η_{Air} 是空气在 273.15 K 温度时的动态黏度, η_{Gas} 是试验介质在 T_1 温度时的动态黏度。

以上换算假定为在层流情况下,且仅适用于出口为大气压力以及试验介质温度在 10 °C ~ 30 °C 之间。此换算不可用于预测实际工作条件下的泄漏量。

表 2 VI 级阀座泄漏率系数

阀座直径 mm	泄漏率系数	
	泄漏量单位为 mL/min 时	泄漏量单位为 气泡/min 时
≤25	0.15	1
40	0.30	2
50	0.45	3
65	0.60	4
80	0.90	6
100	1.70	11
150	4.00	27
200	6.75	45
250	11.1	—
300	16.0	—
350	21.6	—
≥400	0.071×阀座直径	

注 1: 气泡数作为泄漏指标时,需用外径 6 mm、壁厚 1 mm 的管子(管端表面平整光滑,无斜口和毛刺,管子轴线与水平面垂直)浸入水下 5 mm~10 mm 进行测量。

注 2: 如果阀座直径与表列值之一相差 2 mm 以上,则泄漏率系数通过在假设泄漏率系数与阀座直径的平方成正比的情况下通过(插值法)内推法取得。

5.3.5 在计算确定泄漏量的允许值时,控制阀的额定容量应按 GB/T 17213.2—2017 规定的方法计算(见表 3)。

表 3 控制阀的额定容量

液体介质 (水)	应用条件	
	$\Delta p < F_L^2 \cdot (p_1 - F_F \cdot p_V)$	$\Delta p \geq F_L^2 \cdot (p_1 - F_F \cdot p_V)$
	$Q_l = 0.1 K_v \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_0}}$	$Q_l = 0.1 F_L \cdot K_v \sqrt{\frac{p_1 - F_F \cdot p_V}{\rho/\rho_0}}$
气体介质	应用条件	
	$x < F_y \cdot x_T$	$x \geq F_y \cdot x_T$
	$Q_g = N_9 \cdot F_P \cdot K_v \cdot p_1 \cdot Y \cdot \sqrt{\frac{x}{M \cdot T_1 \cdot Z}}$	$Q_g = N_9 \cdot F_P \cdot K_v \cdot p_1 \cdot Y \cdot \sqrt{\frac{F_y \cdot x_T}{M \cdot T_1 \cdot Z}}$

表3 控制阀的额定容量 (续)

注: Q_L ——液体体积流量,单位为立方米每小时(m^3/h);
 Q_g ——标准状态下的气体体积流量,单位为立方米每小时(m^3/h);
 K_V ——额定流量系数;
 F_L ——无接管件控制阀的液体压力恢复系数,可参考 GB/T 17213.2—2017 中的表 D.2,无量纲;
 F_F ——液体临界压力比系数,(规定温度范围内水的 $F_F=0.96$),无量纲;
 p_V ——入口温度下液体蒸汽的绝对压力,(规定温度范围内水的 $p_V=2.34$),单位为千帕(kPa);
 N_9 ——数字常数,参考 GB/T 17213.2—2017 中的表 1;
 F_P ——管道几何形状系数,无接管件控制阀 $F_P=1$;
 x ——压差与入口绝对压力之比($\Delta p / p_1$),无量纲;
 Y ——膨胀系数, $Y = 1 - x / (3 \cdot F_Y \cdot x_T)$, (当 $x \geq F_Y \cdot x_T$ 时, Y 取值 0.667),无量纲;
 M ——流体分子质量,空气为 28.97,氮气为 28.013,氦气为 4.003,单位为千克每千摩尔(kg/kmol);
 F_Y ——比热比系数,规定温度范围内空气或氮气的 $F_Y=1$,氦气的 $F_Y=1.186$,无量纲;
 T_1 ——入口气体介质的绝对温度,单位为开(K);
 x_T ——阻塞流条件下无接管件控制阀的压差比系数,可参考 GB/T 17213.2—2017 中的表 D.2,无量纲;
 Z ——入口气体压缩系数,无量纲;
 p_1 ——阀前绝对压力,单位为千帕(kPa);
 p_2 ——阀后绝对压力,单位为千帕(kPa);
 Δp ——阀前后压差,单位为千帕(kPa);
 ρ/ρ_0 ——相对密度(规定温度范围内的水 $\rho/\rho_0=1$)。

5.4 气室的密封性

气动执行机构的气室应保证气密。在额定气源压力下,5 min 内薄膜气室内的压力下降值应不大于 2.5 kPa;气缸各气室内的压力下降值应不大于 5 kPa。

5.5 基本误差

控制阀的基本误差应不超过表 4 中规定的基本误差限值,基本误差用额定行程的百分数表示。开关型控制阀免于试验。

5.6 回差

控制阀的回差应不超过表 4 规定的回差限值。回差用额定行程的百分数表示。不带定位器及开关型控制阀免于试验。

5.7 始终点偏差

当气动执行机构中的输入信号为上、下限值时,气关式控制阀的终点偏差和气开式控制阀的始点偏差应不超过表 4 的规定。始终点偏差用额定行程的百分数表示。开关型控制阀免于试验。

5.8 死区

控制阀的死区应不超过表 4 规定的死区限值。死区用输入信号范围的百分数表示。开关型控制阀免于试验。

5.9 额定行程偏差

气关式控制阀的额定行程偏差应符合表4规定。控制阀的额定行程偏差用额定行程的百分数表示。

表4 基本误差、回差、死区、始终点偏差、额定行程偏差的允许限值

项目		不带定位器					带定位器				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
基本误差		±15	±10	±8			±4	±2.5	±2.0	±1.5	±1.0
回差		—					3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
死区		8	6			1.0		0.8	0.6	0.4	
始终点偏差	气开 始点	±6.0	±4.0	±4.0			±3.2	±2.0	±1.6	±1.2	±0.8
	气关 终点										
额定行程偏差	调节型	+6	+4			+2.5	+2.5	+2.5	+2.5	+1.5	
	开关型	实测行程大于额定行程									
<p>注1: A类适用于特殊密封填料和特殊密封型式的控制阀;B类、C类适用于石墨填料的控制阀;D类、E类适用于纯聚四氟乙烯填料的一般单、双座的控制阀;B类、C类、D类适用于各种特殊结构型式和特殊用途的控制阀。</p> <p>注2: 表中死区数值是相对于输入信号范围的百分数,其他数值是相对于额定行程的百分数。</p>											

5.10 额定流量系数

控制阀额定流量系数的数值由制造厂规定,控制阀额定流量系数的实测值与规定值的偏差应不超过规定值±10%。当额定流量系数 $K_v \leq 5$ 时,应不超过规定值的±20%。

5.11 固有流量特性

5.11.1 通则

制造厂应以图或表的形式规定 $K_v > 1$ 的各种规格、型式和节流组件结构的调节型控制阀的固有流量特性。在列表表示时,应说明相对行程 $h=0.05, 0.1, 0.2$,随后以0.1递增,直至1.0的特定流量系数 K_v ,制造厂也可提出除上述行程外的流量系数。

5.11.2 直线流量特性的斜率偏差

在相对行程 $h=0.1 \sim 0.9$,两相邻流量系数测量值的差值与实测额定流量系数的比值应符合表5的规定。

表5 直线流量特性的斜率偏差

相对行程	$h=0.1 \sim 0.8$	$h > 0.8$
		斜率偏差为±30%
$\frac{K_{v(n)} - K_{v(n-1)}}{K_{v \max}} \times 100\%$	7%~13%	3%~15%

表 5 直线流量特性的斜率偏差 (续)

相对行程	$h=0.1\sim 0.8$	$h>0.8$
		斜率偏差为 $\pm 30\%$

注: $K_{v(n)}$ ——第 n 点的流量系数;
 $K_{v(n-1)}$ ——第 $n-1$ 点的流量系数;
 h ——相对行程;
 K_{vmax} ——额定行程处的实测流量系数。

示例: $h=0.9$ 处, $K_{v(n)}=K_{vmax}$, $K_{v(n-1)}$ 为相对行程 $h=0.9$ 处的实测流量系数。
 $h=0.8$ 处, $K_{v(n)}$ 为 $h=0.9$ 处的实测流量系数, $K_{v(n-1)}$ 为 $h=0.8$ 处的实测流量系数。

5.11.3 等百分比流量特性的斜率偏差

在相对行程 $h=0.1\sim 0.9$, 两相邻流量系数测量值的十进对数(lg)差值应符合表 6 的规定。

表 6 等百分比流量特性的斜率偏差

可调比 R	$\lg K_{v(n)} - \lg K_{v(n-1)}$		
	$h=0.2\sim 0.8$	$h<0.2$	$h>0.8$
	斜率偏差为 $\pm 30\%$	斜率偏差为 $\begin{matrix} +80\% \\ -30\% \end{matrix}$	斜率偏差为 $\begin{matrix} +30\% \\ -80\% \end{matrix}$
10	0.13~0.07	0.18~0.07	0.13~0.02
25	0.18~0.10	0.25~0.10	0.18~0.03
30	0.19~0.10	0.26~0.10	0.19~0.03
50	0.22~0.12	0.30~0.12	0.22~0.03
100	0.26~0.14	0.36~0.14	0.26~0.04

注: $K_{v(n)}$ ——第 n 点的流量系数;
 $K_{v(n-1)}$ ——第 $n-1$ 点的流量系数;
 h ——相对行程;

示例: $h=0.9$ 处, $K_{v(n)}$ 为额定行程处的实测流量系数, $K_{v(n-1)}$ 为 $h=0.9$ 处的实测流量系数。
 $h=0.8$ 处, $K_{v(n)}$ 为 $h=0.9$ 处的实测流量系数, $K_{v(n-1)}$ 为 $h=0.8$ 处的实测流量系数。

5.11.4 其他流量特性的偏差

各类控制阀的固有流量特性为非直线或等百分比特性时,其流量特性可按下列斜率偏差或流量系数偏差规定其允许偏差。

- a) 斜率偏差:在相对行程 $h=0.1\sim 0.9$ 实测的相邻两点的流量特性的斜率的允许偏差为对应的固有流量特性斜率的 0.5 倍~2 倍。
- b) 流量系数偏差:在相对行程 $h=0.1\sim 0.9$, 各相对行程 h 的实测流量系数与制造厂在流量特性中规定值的偏差不应超过 $\pm 10(1/\Phi)^{0.2}\%$ 。

注: Φ 为相对流量系数。

5.12 耐工作振动性能

控制阀应进行振动频率为 10 Hz~55 Hz,幅值为 0.15 mm 和振动频率为 55 Hz~150 Hz,加速度为 20 m/s^2 的正弦扫频振动试验,并在谐振频率上进行 30 min 的耐振试验。试验后控制阀的基本误差、回差、气室密封性和填料函及其他连接处的密封性仍应符合本文件要求。质量超过 50 kg 的控制阀可免于试验。

5.13 动作寿命

按以下步骤进行动作寿命试验:

- a) 控制阀在规定条件下以加速动作进行寿命试验,调节型控制阀在试验后其基本误差、回差、气室密封性和填料函及其他连接处的密封性应符合本文件要求,开关型控制阀在试验后其气室密封性和填料函及其他连接处的密封性应符合本文件要求;
- b) 各类控制阀动作次数可由下列数系中选取:
2 500,4 000,10 000,20 000,40 000,100 000,160 000;
- c) 对公称压力 \leq PN63,公称通径 \leq DN300,配有气动薄膜式执行机构、聚四氟乙烯成型填料,非弹性密封的各类调节型控制阀,其动作寿命次数不应低于 10 万次;
- d) 特殊用途控制阀的动作寿命,可由制造厂与用户(买方)商定。

5.14 阀体壁厚

对于铁制阀门,阀体壁厚应符合 GB/T 26640 的规定;对于钢制阀门,阀体壁厚应符合 GB/T 12224 的规定。

如经用户(买方)与制造厂商定,阀体壁厚可按其他标准要求设计。

5.15 阀体与阀盖化学成分

应符合相应材料标准的要求。

5.16 表面质量

控制阀的气动执行机构和阀的外表应涂漆或其他涂料,阀体材质为不锈钢或铜时外表可不涂漆。

气动执行机构和阀的表面涂层应光洁、完好,不应有剥落、碰伤及斑痕等缺点,紧固件不应有松动、损伤等现象。气动执行机构的行程标尺及指针应安装牢固,指示清晰。

5.17 其他

对于防火、防爆、防腐、高温、高压等特殊场合使用的各类控制阀,应符合相关标准规定的技术要求。

6 试验方法

6.1 试验条件及说明

6.1.1 参比工作条件

除表面质量检查及条款中另有规定外,试验应在下述参比条件下进行:

- a) 温度: $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- b) 相对湿度:60%~70%;

- c) 大气压力: 86 kPa~106 kPa;
- d) 气源压力: 额定值, 允差为 $\pm 1\%$ 。

6.1.2 推荐的大气条件

无需或不可能在参比工作条件下进行的试验, 宜在下述大气条件下进行:

- a) 温度: 15 °C~35 °C;
- b) 相对湿度: 45%~75%;
- c) 大气压力: 86 kPa~106 kPa。

在试验过程中, 每 10 min 环境温度的变化应不大于 1 °C, 并应在试验报告中注明实际的试验条件。

6.1.3 推荐的试验顺序

推荐的试验顺序见表 7 的规定。

表 7 推荐的试验顺序

试验顺序	试验项目
1	耐压强度
2	填料函及其他连接处密封性
3	泄漏量
4	基本误差、回差、始终点偏差、死区
5	额定行程偏差
6	其他试验项目

6.2 耐压强度

试验介质为室温水(可含有水溶油或防锈剂)。按控制阀的入口方向注入控制阀的阀体, 另一端封闭, 加压至 1.5 倍公称压力或 1.5 倍 38 °C 时最大允许工作压力, 使所有在工作中受压的阀腔同时承受不小于表 8 规定时间的试验压力, 试验时观察控制阀的受压部分是否有可见的渗漏。试验后对阀体进行排空、清洗、干燥。

如经用户(买方)与制造厂商定, 可在未装配的承压阀体或其他承压部件上进行试验的, 其方法同上。对完成装配后的控制阀还应通入压力不超过 0.6 MPa 的清洁气体, 并将控制阀的承压部分浸没在水中或喷涂肥皂水, 试验持续时间不少于表 8 规定时间, 观察控制阀的受承压与密封部分是否有可见的渗漏。

试验期间, 直行程控制阀应处于全开位置, 角行程控制阀应部分打开, 试验设备不应使控制阀受到会影响试验结果的外加应力, 必要时可拆除与试验无关的可能损坏的元件, 如波纹管、膜片、填料等零件后进行试验。

试验用压力仪表的精确度等级不应低于 2.5 级, 测量范围的上限值不应大于试验压力的 4 倍。

表 8 耐压强度试验持续时间

公称通径	试验持续时间/min			
	PN16	PN100	PN260	Class2500
	Class150	Class600	Class1500	
≤DN50(NPS2)	2	2	2	3
DN100(NPS4)	2	2	4	5
DN200(NPS8)	2	3	5	8
DN300(NPS12)	3	5	8	10
≥DN400(NPS16)	10	15	15	15

注：对于未列出的公称通径或公称压力（压力等级），试验时间采用较高一级数值。

6.3 填料函及其他连接处的密封性

程序 A：试验介质为室温水（可含有水溶油或防锈剂），按规定的入口方向注入控制阀的阀体，另一端封闭，试验压力为 38℃时最大允许工作压力的 1.1 倍，同时使阀杆（轴）每分钟做 1 次~3 次往复动作，持续时间不少于 3 min。观察控制阀填料函及其他连接处有无渗漏现象。试验后应排空、清洗、干燥。试验合格后，后续试验不应调整填料函。

程序 B：试验介质为清洁气体。按规定的入口方向输入控制阀的阀体，出口端封闭，试验压力为 0.35 MPa，同时使阀杆（轴）每分钟做 1 次~3 次往复动作，持续时间不少于 3 min。观察控制阀填料函及其他连接处有无渗漏现象。若控制阀的最大允许工作压力小于 0.35 MPa，试验压力应采用最大允许工作压力。

6.4 泄漏量

6.4.1 试验介质应为清洁气体或室温水。

6.4.2 试验介质压力：

- a) 试验程序 1 时，应为 0.35 MPa，当控制阀的最大工作压差小于 0.35 MPa 时采用设计规定的最大工作压差，其偏差应在±5% 以内；
- b) 试验程序 2 时，应为控制阀的最大工作压差，其偏差应在±5% 以内。

6.4.3 试验气源信号压力：气动执行机构应调整到符合规定的工作状态，在试验程序 1 时，气开式控制阀执行机构的输入气源压力应为零；气关式控制阀执行机构的输入气源压力应不超过弹簧压力范围上限值的 1.2 倍；开关型控制阀执行机构的输入气源压力应为额定气源压力。在试验程序 2 时，执行机构的气源压力应与试验程序 1 相同。

尚未装配气动执行机构的阀试验时，应附加一个试验用推力装置，所施加的力不超过制造厂规定的最大阀座密封力。

6.4.4 试验介质流向：试验介质应按照规定流向注入阀内，控制阀出口直通大气或连接出口通大气的低压头损失的测量装置，当确认阀和下游各连接管道完全充满介质并泄漏量稳定后方可测取泄漏量。

6.4.5 测量误差：泄漏量和压力的测量误差应小于读数值的±10%。附录 B 给出了泄漏量的计算实例。

6.5 气室密封性

将设计规定的额定压力的气源通入密封气室中,切断气源,观察在 5 min 内薄膜气室内或气缸各气室内压力降低值。对于无内漏可能的执行机构气室,可在气室的各密封处涂上肥皂水,检查有无渗漏,对于小规格的执行机构还可直接浸在水中,检查有无渗漏。

6.6 基本误差

在进行基本误差试验时,应保证填料压紧且满足 5.2 的要求。

将规定的输入信号平稳地按增大或减小方向输入执行机构气室(或定位器),测量各点所对应的行程值,并按公式(1)计算实际“信号-行程”关系与理论关系之间的各点误差,其最大值即为基本误差。

$$\delta_i = \frac{l_i - L_i}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

δ_i ——第 i 点的误差;

l_i ——第 i 点的实际行程;

L_i ——第 i 点的理论行程;

L ——控制阀的额定行程。

除非另有规定,试验点应至少包括信号范围的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点。

测量仪表基本误差限应不大于被试控制阀基本误差限的 25%。

6.7 回差

在进行回差试验时,应保证填料压紧且满足 5.2 的要求。

试验程序与 6.6 相同,在同一输入信号上所测得的正反行程的最大差值的绝对值与额定行程的比值即为回差。

6.8 始终点偏差

在进行始终点偏差试验时,应保证填料压紧且满足 5.2 的要求。

试验程序与 6.6 相同,按公式(1)计算始终点偏差。

6.9 死区

在进行死区试验时,应保证填料压紧且满足 5.2 的要求。

- a) 从控制阀输入信号的 0% 或 100% 开始改变输入信号(变化量为输入信号范围的 25%、50%、75%),直至阀杆(轴)行程稳定。
- b) 按相同方向缓慢改变输入信号,直至观察出一个可察觉的行程变化,记下这时的输入信号值(A)。
- c) 继续按相反方向缓慢改变输入信号,直至观察出一个可察觉的行程变化,记下这时的输入信号值(B)。
- d) 根据 b)、c)记录的输入信号值按公式(2)计算死区。应分别在输入信号范围的 25%、50% 和 75% 三个点上进行试验。

$$x = \frac{|A - B|}{a - b} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

x ——死区;



- A——产生同向运动时的输入信号值；
 B——产生反向运动时的输入信号值；
 a——额定输入信号范围的上限值；
 b——额定输入信号范围的下限值。

6.10 额定行程偏差

在进行额定行程偏差试验时,应保证填料压紧且满足 5.2 的要求。

将额定范围的输入信号平稳地按增大方向输入执行机构气室(或定位器),分别记录控制阀全关位与全开位的实际行程,按公式(3)计算额定行程偏差。

$$y = \frac{|l_e - l_s| - L}{L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- y——额定行程偏差；
 l_s ——全关位的实际行程；
 l_e ——全开位的实际行程；
 L——控制阀的额定行程。

6.11 额定流量系数和固有流量特性

6.11.1 试验装置

包括以下试验装置。

- a) 典型流量试验系统。见图 1。

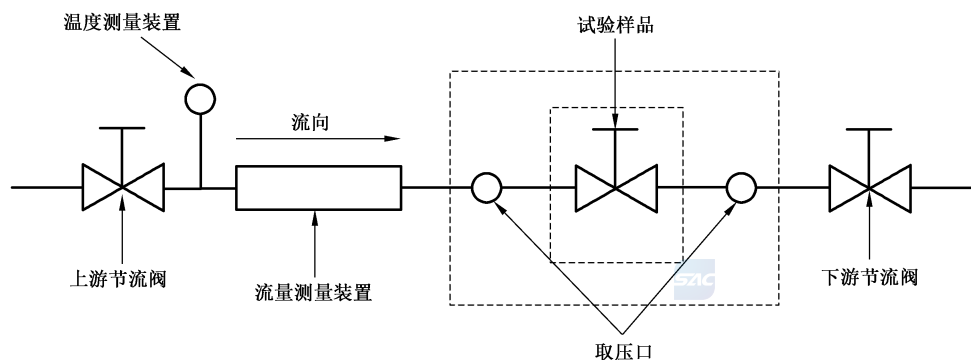


图 1 典型流量试验系统

- b) 标准试验段。应由表 9 所示的 2 个直管段组成,接管的公称通径应与被试控制阀的公称通径一致。
- c) 节流阀。上下游节流阀用于控制上下游取压孔之间的压差,并保持特定的上游和下游压力。对这两个阀的型式无任何限定,但是下游节流阀应有足够的容量,并且其公称通径允许大于试验样品的公称通径。当使用液体进行试验时,应避免在上游节流阀处产生汽化。
- d) 流量的测量。可采用标准表法、标准容器法、称重法。流量测量仪表(装置)应用来测定时间平均流量。

当采用标准容器法或称重法时,中流量测量装置应安装在下游节流阀末端。

- e) 取压孔。应按表 9 的要求和表 10 的结构设置,取压孔的规格应符合表 10 的要求。

对于不可压缩流体,取压孔中心线应位于水平位置,并与管道中心线成直角相交,以减少取压孔处

空气逗留和污物聚集的可能性。

- f) 控制阀的安装。被试控制阀按规定安装位置与试验管道相连接,管道中心线与试验阀出、入口中心线应保证同轴。密封垫片的内径尺寸应准确,其位置不应在管道内壁造成凸出。

表 9 标准试验段布置

标准试验段布置示意图	上游直管段 L_1	上游取压孔距 L_2	下游取压孔距 L_3	下游直管段 L_4
	$\geq 20 D$	$2 D$	$6 D$	$\geq 7 D$
若认为有益,可使用整流导叶。如果使用了整流导叶,则长度 L_1 可缩短到不小于管道公称通径的 10 倍。				

表 10 取压孔规格

取压孔示意图	管道尺寸	d	L
	≤ 50 mm	(3~6)mm	$2.5d \sim 5d$
	($>50 \sim 75$)mm	(3~9)mm	
	(100~200)mm	(3~13)mm	
	≥ 250 mm	(3~19)mm	
取压孔应为圆形,其边缘应光滑,呈锐角或微带圆角,无毛刺,不应有线状边缘或其他不规则形状,任何部分不应突出在管道内。			

6.11.2 试验介质

本试验程序使用的试验介质为 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水。

6.11.3 试验压差

控制阀前后的压差应大于或等于 35 kPa。当阀的额定流量系数很小和很大时,只要能保持紊流,即保证阀雷诺数 R_{ev} 大于 4×10^4 的前提下,可选用其他合适的压差值,但应记下实际试验用的压差值。

6.11.4 测量误差

测量下述参数的方法,应使误差不大于下列规定值:

- a) 流量:实际流量的 $\pm 2\%$,重复性应在 0.5% 以内;
- b) 压差:实际压差的 $\pm 2\%$;
- c) 温度:试验介质温度的 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$,试验过程中,流体入口温度变化应保证在 $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ 以内;
- d) 阀行程:额定行程的 $\pm 0.5\%$ 。

6.11.5 基本试验程序

按照图 1 和表 9 的管道要求安装无附接管件的试验样品,试验应在紊流、非阻塞流、无空化状态进行,应保证液体充满试验管段下游部分,并防止液体汽化。

将控制阀的行程调整在相应的测试点上,分别在大于或等于 35 kPa 的三个压差下(增量不小于 15 kPa)测量流量值,按 6.11.8 计算该测量点的流量系数,同一测量点三次测量得到的流量系数的最大值不应大于最小值的 4%。该测试点的流量系数为三次测量计算得到流量系数的算术平均值,并圆整到三位有效数字。

6.11.6 额定流量系数测量

在控制阀的额定行程测量点处按 6.11.5 的程序测得额定流量系数。当控制阀公称通径大于 DN300 时,免于试验。

6.11.7 固有流量特性的测量

分别在控制阀相对行程 $h=0.05、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0$ 的 11 个测量点处,按 6.11.5 的方法测量并计算出流量系数,并将每个测量点处的流量系数与实测的额定流量系数之比作为相对流量系数。由此可作出控制阀的“相对流量系数-相对行程”的流量特性曲线。当控制阀公称通径 $>DN300$ 时,免于试验。

6.11.8 流量系数计算公式

流量系数 K_v 和 C_v 按公式(4)和公式(5)计算。

$$K_v = \frac{10Q_1}{\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_0}}} \dots\dots\dots(4)$$

$$C_v = 1.156 \times K_v \dots\dots\dots(5)$$

式中:

Q_1 ——体积流量,单位为立方米每小时(m^3/h);

Δp ——阀前后压差,单位为千帕(kPa);

ρ/ρ_0 ——相对密度(规定温度范围内的水 $\rho/\rho_0=1$)。

6.12 耐工作振动性能试验

控制阀按工作位置安装在振动试验台上,并输入 50% 信号压力,按 5.12 规定的频率和幅值或加速度在 X、Y、Z 三个方向上进行扫频振动试验,扫频应是连续和对数的,扫频速度约为每分钟 0.5 个倍频程。

控制阀还应在谐振频率上进行 $(30 \pm 1)\text{min}$ 的耐振试验,如无谐振点应在 150 Hz 下振动 $(30 \pm 1)\text{min}$,

试验后按 6.3、6.5、6.6 和 6.7 测量各项性能。

6.13 动作寿命试验

控制阀在环境温度为 5℃~40℃的条件下,调节型控制阀作 80% 额定行程且不包括关闭位置的往复动作,加速试验后,按 6.3、6.5、6.6、6.7 测量各项性能;开关型控制阀作额定行程的往复动作,加速试验后,按 6.3、6.4、6.5 测量各项性能。

在一个循环周期内动作时间占比不应低于 1/2。

6.14 阀体壁厚

使用测厚仪或者专用卡尺测量阀体流道或中腔的壁厚。

6.15 阀体与阀盖化学成分

在阀体和阀盖本体或同炉号试棒的加工面使用光谱分析仪进行分析,或取样采用化学法分析。对于同炉号的阀体和阀盖,只需分析阀体或阀盖。

6.16 表面质量

目检及手感法检查表面质量。

7 检验规则

7.1 出厂试验

每台产品应经制造厂的质量检验部门试验合格,并出具产品合格证书后方可出厂。控制阀整机产品、执行机构或阀本体单独出厂时,出厂试验项目见表 11。

7.2 型式试验

有下列情况之一时应进行型式试验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时;
- b) 正常生产的产品,当结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 产品停产一年以上,恢复生产时;
- d) 国家质量监督机构或其他行政管理部门提出进行型式试验的要求时;
- e) 用户(买方)提出要求(有偿)进行型式试验时。

型式试验项目见表 11。在整机产品型式试验的有效期内,执行机构或阀本体单独出厂时可免型式试验。



表 11 出厂试验项目与型式试验项目

序号	项目	调节型控制阀		开关型控制阀		执行机构		阀本体		备注
		出厂试验	型式试验	出厂试验	型式试验	出厂试验	型式试验	出厂试验	型式试验	
1	耐压强度	△	△	△	△	—	—	△	△	—
2	填料函及其他连接处密封性	△	△	△	△	—	—	△	△	—

表 11 出厂试验项目与型式试验项目 (续)

序号	项 目	调节型 控制阀		开关型 控制阀		执行机构		阀本体		备注
		出厂 试验	型式 试验	出厂 试验	型式 试验	出厂 试验	型式 试验	出厂 试验	型式 试验	
3	泄漏量	△	△	△	△	—	—	△	△	—
4	气室密封性	△	△	△	△	△	△	—	—	—
5	基本误差	△	△	—	—	△	△	—	—	—
6	回差	△	△	—	—	△	△	—	—	—
7	始终点偏差	△	△	—	—	—	—	—	—	—
8	死区	△	△	—	—	△	△	—	—	—
9	额定行程偏差	△	△	△	△	—	—	—	—	—
10	额定流量系数	—	△	—	△	—	—	—	△	公称通径>DN300 免试
11	固有流量特性	—	△	—	—	—	—	—	△	
12	耐工作振动性能	—	△	—	△	—	△	—	—	质量>50 kg 免试
13	动作寿命	—	△	—	△	—	△	—	—	—
14	阀体壁厚	△	△	△	△	—	—	△	△	—
15	阀体与阀盖化学成分	—	△	—	△	—	—	—	△	—
16	表面质量	△	△	△	△	△	△	△	△	—
17	标志	△	△	△	△	—	—	△	△	—

注：“△”为试验项目；“—”为非试验项目。

8 标志、包装和贮存

8.1 标志

8.1.1 阀体标志

注：M表示强制，S表示补充。

阀体标志宜包括且不限于以下内容，对小于 DN50(NPS2)的阀体以及其他无足够空间的阀体，标志允许以金属标志板的形式安装在阀体或阀盖上：

- a) 制造厂名称或商标(M)；
- b) 公称压力(M)；
- c) 公称通径(M)；
- d) 介质流动方向(没有规定流动方向要求的除外)(M)；
- e) 阀体材料(M)；
- f) 阀体材料批号(铸件炉号或锻打批号)(M)；
- g) 产品生产系列编号(S)；
- h) 螺纹或法兰标志(S)。

8.1.2 铭牌标志

在气动执行机构适当位置上应固定铭牌,并至少标出:

- a) 制造厂名称或商标(M);
- b) 产品型号(M);
- c) 公称通径(M);
- d) 公称压力(M);
- e) 工作温度(仅在某些特殊情况时,无法对公称压力和法兰进行标志时才成为强制性标志)(S/M);
- f) 输入信号范围(S);
- g) 额定行程(S);
- h) 额定流量系数(S);
- i) 流量特性(开关型无)(S);
- j) 阀体材料(M);
- k) 设计位号(也可在独立的铭牌上标出)(S);
- l) 产品制造编号(M);
- m) 产品制造年月(S)。

对小规格控制阀,因受铭牌尺寸的限制,无法容纳全部标志时,允许省略部分标志,但应在铭牌上标志有第 a)、b)、h)、l)、m)各项。其他强制性标志:c)、d)、j)应标志在阀体上。

注1: M表示强制;S表示补充。

注2: 对小规格控制阀所作的最少标志规定是为了快速识别参数。

8.2 包装

包装前控制阀所有无涂敷层的易锈外加工面均应涂上防锈油或采取其他防锈措施,阀出、人孔口及信号传送管螺纹孔均应加封口,并按 GB/T 13384 妥善包装,保证运输中不致损坏。

随同控制阀装箱的技术文件有:

- a) 产品出厂证明文件;
- b) 产品使用说明书;
- c) 装箱单;
- d) 用户(买方)要求的其他文件。

8.3 贮存

控制阀应贮存在空气温度为 5℃~40℃,相对湿度不大于 90% 的室内,空气中应不含有腐蚀控制阀的有害杂质。

附 录 A
(资料性)
公称通径对照关系

表 A.1 给出了公称通径的对照关系。

表 A.1 公称通径对照关系

DN	NPS
6	$\frac{1}{8}$
8	$\frac{1}{4}$
10	$\frac{3}{8}$
15	$\frac{1}{2}$
20	$\frac{3}{4}$
25	1
32	$1\frac{1}{4}$
40	$1\frac{1}{2}$
50	2
65	$2\frac{1}{2}$
80	3
100	4
125	5
150	6
200	8
注：公称通径 $>$ DN200时，NPS=DN/25。	

附 录 B
(资料性)
阀座泄漏量计算实例

B.1 概述

本附录提供了表 1 列出的各泄漏等级的阀座泄漏量计算实例,计算公式引自 GB/T 17213.2—2017。

B.2 阀的信息

单座控制阀:

公称通径:DN100;

公称压力:PN40;

阀座直径: $D=100$ mm;

额定流量系数: $K_v=160$;

压差比系数: $x_T=0.72$;

液体压力恢复系数: $F_L=0.90$ 。

B.3 试验压差

采用下列试验压差:

试验程序 1: $\Delta p=300$ kPa(由制造厂选定);

试验程序 2: $\Delta p=3\ 500$ kPa[用户(买方)规定的最大工作压差]。

B.4 阀额定容量的计算**B.4.1 试验程序 1 用水作试验介质**

试验程序 1 中用水作试验介质,阀额定体积容量按公式(B.1)计算:

$$Q = N_1 \cdot F_P \cdot F_R \cdot C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho/\rho_0}} = 277 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

Q —— 阀额定体积容量,单位为立方米每小时(m^3/h);

N_1 —— 数字常数,值为 0.1;

F_P —— 管道几何形状系数,值为 1;

F_R —— 雷诺数系数,值为 1;

C —— 流量系数, K_v ,值为 160;

Δp —— 上、下游取压口压力差,单位为千帕(kPa),值为 300;

ρ/ρ_0 —— 相对密度,值为 1。

B.4.2 试验程序 2 用水作为试验介质

试验程序 2 中用水做试验介质,上游取压口绝对压力按公式(B.2)计算:

$$p_1 = p_2 + \Delta p = 3\ 600 \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

p_1 —— 上游取压口绝对压力,单位为千帕(kPa);

p_2 ——下游取压口绝对压力,单位为千帕(kPa),约为 100 kPa;
 Δp ——上、下游取压口压力差,单位为千帕(kPa),约为 3 500 kPa。
 计算用最大允许误差按公式(B.3)计算:

$$\Delta p_{\max} = F_L^2(p_1 - F_F \cdot p_v) = 2914 \quad \dots\dots\dots(\text{B.3})$$

式中:

Δp_{\max} ——计算用最大允许压差,单位为千帕(kPa);
 F_L ——无附接管件控制阀的液体压力恢复系数,值为 0.90;
 p_1 ——上游取压口绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 3 600 kPa;
 F_F ——液体临界压力比系数,值为 0.96;
 p_v ——入口温度下液体的蒸汽的绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 2.34 kPa。

因为 $\Delta p_{\max} < \Delta p$,则流体为阻塞流。

在此条件下,阀额定体积容量按公式(B.4)计算

$$Q = N_1 \cdot F_L \cdot F_R \cdot C \sqrt{\frac{p_1 - F_F \cdot p_v}{\rho/\rho_0}} = 864 \quad \dots\dots\dots(\text{B.4})$$

式中:

Q ——阀额定体积容量,单位为立方米每小时(m^3/h);
 N_1 ——数字常数,值为 0.1;
 F_L ——无附接管件控制阀的液体压力恢复系数,值为 0.9;
 F_R ——雷诺数系数,值为 1;
 C ——流量系数, K_v ,值为 160;
 p_1 ——上游取压口绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 3 600 kPa;
 F_F ——液体临界压力比系数,值为 0.96;
 p_v ——入口温度下液体的蒸汽的绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 2.34 kPa。

B.4.3 试验程序 1 用气体作为试验介质

试验程序 1 中用气体做试验介质,入口绝对压力按公式(B.5)计算:

$$p_1 = p_2 + \Delta p = 400 \quad \dots\dots\dots(\text{B.5})$$

式中:

p_1 ——入口绝对压力,单位为千帕(kPa);
 p_2 ——下游取压口绝对压力(与大气相通),单位为千帕(kPa),约为 100 kPa;
 Δp ——上下游取压口的压力差,单位为千帕(kPa),值为 300 kPa。

压差与入口绝对压力之比 x ,按公式(B.6)计算:

$$x = \frac{\Delta p}{p_1} = 0.75 \quad \dots\dots\dots(\text{B.6})$$

式中:

Δp ——上下游取压口的压力差,单位为千帕(kPa),值为 300 kPa;
 p_1 ——上游取压口的绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 400 kPa。

按公式(B.7)计算比热比系数和无附接管件控制阀在阻塞流条件下的压差比系数之积:

$$F_\gamma \cdot x_T = 0.72 \quad \dots\dots\dots(\text{B.7})$$

式中:

F_γ ——比热比系数,值为 1;

x_T ——无附接管件控制阀在阻塞流条件下的压差比系数,值为 0.72。

因为 x 不能超过 $F_\gamma \cdot x_T$,所以使用 $x_T=0.72$,按公式(B.8)计算 Y 。

$$Y = 1 - \frac{x}{3 \cdot F_\gamma \cdot x_T} = 0.667 \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

Y ——膨胀系数;

x ——压差与入口绝对压力之比,值为 0.72(不能超过 $F_\gamma \cdot x_T$);

F_γ ——比热比系数,值为 1;

x_T ——无附接管件控制阀在阻塞流条件下的压差比系数,值为 0.72。

按公式(B.9)计算阀的额定质量容量:

$$W = N_8 \cdot F_p \cdot C \cdot p_1 \cdot Y \sqrt{\frac{x \cdot M}{T_1 \cdot Z}} = 12\,529 \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

W ——阀额定质量容量,单位为千克每小时(kg/h);

N_8 ——数字常数,值为 1.1;

F_p ——管道几何形状系数,值为 1;

C ——流量系数, K_v ,值为 160;

p_1 ——入口取压口绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 400 kPa;

Y ——膨胀系数,值为 0.667;

x ——压差与入口绝对压力之比,值为 0.72;

M ——流体分子量,单位为千克每千摩尔(kg/kmol),值为 28.97 kg/kmol;

T_1 ——入口绝对温度,单位为开尔文(K),值为 293 K;

Z ——压缩系数,值为 1。

按公式(B.10)计算阀额定体积容量:

$$Q = N_9 \cdot F_p \cdot C \cdot p_1 \cdot Y \sqrt{\frac{x}{M \cdot T_1 \cdot Z}} = 9\,672 \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中:

Q ——阀额定体积容量,单位为立方米每小时(m³/h);

N_9 ——数字常数,值为 24.6($p_s=101.325$ kPa, $t_s=273$ K);

F_p ——管道几何形状系数,值为 1;

C ——流量系数, K_v ,值为 160;

p_1 ——入口取压口绝对压力,单位为千帕(kPa),值为 400 kPa;

Y ——膨胀系数,值为 0.667;

x ——压差与入口绝对压力之比,值为 0.72;

M ——流体分子质量,单位为千克每千摩尔(kg/kmol),值为 28.97 kg/kmol;

T_1 ——入口绝对温度,单位为开尔文(K),值为 293 K;

Z ——压缩系数,值为 1。

B.5 计算阀最大允许泄漏量

表 B.1 为本附录中控制阀的各泄漏等级的阀座最大允许泄漏量计算结果。



表 B.1 各泄漏等级的阀座最大允许泄漏量

泄漏等级	试验介质	试验程序	最大阀座泄漏量
I	由用户(买方)与制造厂商定		
II	L	1	1.385 m ³ /h(23.1 L/min)
	G	1	62.6 kg/h 48.36 m ³ /h(806 L/min)
III	L	1	0.277 m ³ /h(4.62 L/min)
	G	1	12.5 kg/h 9.672 m ³ /h(161.2 L/min)
IV	L	1	0.027 77 m ³ /h(0.462 L/min)
		2	0.086 4 m ³ /h(1.44 L/min)
	G	1	1.253 kg/h 0.967 2 m ³ /h(16.12 L/min)
IV-S1	L	1	0.001 39 m ³ /h(0.023 L/min)
		2	0.004 32 m ³ /h(0.072 L/min)
	G	1	0.062 6 kg/h 0.048 4 m ³ /h(0.806 L/min)
V	L	2	0.063 L/h(1.05×10 ⁻³ L/min)
	G	1	0.001 1 m ³ /h
VI	G	1	1.53 mL/min

注：表中计算控制阀额定体积流量是在绝对压力 $p=101.325$ kPa, 温度为 273 K 下的体积流量。

