

气动控制阀

1 范围

本标准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。

本标准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）。本标准中有关内容也适用于独立的气动执行机构和阀组件。

适用于放射性工作环境或其它危险工作环境等国家有特定要求工作条件的控制阀可参考本标准。

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 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 26815 工业自动化仪表术语 执行器术语

GB/T 9124（所有部分）钢制管法兰

GB/T 12224 钢制阀门 一般要求

GB/T 26640 阀门壳体最小壁厚尺寸要求规范

IEC 60534 Industrial-process control valves

3 术语和定义

GB/T 17213及GB/T 26815确立的术语和定义适用于本标准。

4 产品分类及通用要求

4.1 按控制阀动作方式分类

a) 直行程控制阀；

b) 角行程控制阀；

4.2 按控制阀使用功能分类

a) 调节型；

b) 开关型；

4.3 按控制阀作用方式分类

a) 气关式；

b) 气开式。

4.4 按控制阀执行机构型式分类

a) 薄膜式气动控制阀；

b) 活塞式气动控制阀。

注 1：气动执行机构按结构分为：

a) 薄膜式气动执行机构；

b) 活塞式气动执行机构。

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，也不应用于计算。

注 3：DN 与 NPS 的对应关系参见附录 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、1500、2500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，也不应用与计算。

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商自行决定。

4.8 气源

4.8.1 气源压力的最大值

a) 气动薄膜控制阀：600kPa；

b) 气动活塞控制阀：2000kPa。

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

a) 气源应无明显的油蒸汽、油和其他液体；

b) 气源应无明显的腐蚀性气体、蒸汽和溶剂；

c) 带定位器的控制阀气源中所含固体微粒数量应小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，且微粒直径应小于 $5\mu\text{m}$ ，含油量应小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

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： $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ 或 $-40^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $5\% \sim 100\%$ ；
- c) 允许采用特殊的温度等级，但温度值应为 5°C 的整倍数。

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尺寸为 $\text{NPT } \frac{1}{8}$, $\text{NPT } \frac{1}{4}$, $\text{NPT } \frac{3}{8}$, $\text{NPT } \frac{1}{2}$ 等，按照用户（买方）要求也可采用其他尺寸。

4.11 连接端型式和尺寸

- 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应符合相应国家标准和行业标准的规定；

c) 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 基本误差

控制阀的基本误差应不超过表1中规定的基本误差限，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。

5.2 回差

控制阀的回差应不超过表1规定。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。

5.3 死区

控制阀的死区应不超过表1规定。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。

5.4 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1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。

表1

项目			不带定位器					带定位器				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
基本误差限			±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									
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、C类适用于石墨填料的控制阀；D、E类适用于纯聚四氟乙烯填料的一般单、双座的控制阀； B、C、D类适用于各种特殊结构型式和特殊用途的控制阀。 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。												

5.5 额定行程偏差

气关式控制阀的额定行程偏差应符合表1规定。控制阀的额定行程偏差用额定行程的百分数表示。

5.6 泄漏量

5.6.1 控制阀在规定试验条件下的泄漏量应符合表2的规定。

5.6.2 控制阀的泄漏等级 I 级要求由制造厂自行选定。但单座阀结构的控制阀的泄漏等级不得低于 IV 级；双座阀结构的控制阀的泄漏等级不得低于 II 级；VI 级适用于弹性密封阀座的控制阀。

5.6.3 泄漏量大于 5×10^{-3} 阀额定容量时，应由结构设计保证，产品可免于测试。

5.6.4 泄漏应由下列代码加以规定：

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

X1——泄漏等级如表2所示 I ~VI；

X2——试验介质。G 为气体，L 为水；

X3——试验程序 1 或 2（见 6.4.2）。

表2

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或G	1	$5 \times 10^{-3} \times$ 阀额定容量（注3）
III	L或G	1	$10^{-3} \times$ 阀额定容量（注3）
IV	L	1或2	$10^{-4} \times$ 阀额定容量
	G	1	$10^{-4} \times$ 阀额定容量（注3）
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（注3）
V	L	2	$1.8 \times 10^{-7} \times \Delta p \times D$ (L/h)
	G	1	$10.8 \times 10^{-6} \times D$ (Nm ³ /h) (101.325kPa, 273K)（注4） $11.1 \times 10^{-6} \times D$ (std m ³ /h) (101.325kPa, 288.6K)（注4）
VI	G	1	$3 \times 10^{-3} \times \Delta p \times$ （表3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。

注 3: 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101.325kPa和绝对温度为288.6K或273K状态下的测定值。

注 4: 依据试验程序1进行, 试验压差350kPa, 试验介质空气或氮气。

如果要求不同的试验压力, 如依据试验程序2, 经买卖双方双方同意, 在试验介质为空气或氮气情况下, 最大允许泄漏量（单位Nm³/h）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 为入口压力（单位kPa）

对于其他气体介质, 例如氦气或氮气, 在入口压力和入口温度不同的情况下, 最大允许泄漏量（单位Nm³/h）修正为:

$$10.8 \times 10^{-6} \times ((p_1 - 101)/350) \times (p_1/552 + 0.2) \times D \times (288.15/T_1) \times (\eta_{Air}/\eta_{Gas})$$

其中 p_1 为入口压力（单位kPa）, T_1 为入口气体介质的绝对温度（单位K）, η_{Air} 是空气在288.15 K温度时的动态粘度, η_{Gas} 是试验介质在 T_1 温度时的动态粘度。

以上换算假定在层流情况下, 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3

阀座直径 mm	泄漏率系数	
	mL/min	每分钟气泡数

≤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（管端表面应平整光滑，无斜口和毛刺，管子轴线应与水平面垂直）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2mm以上，则泄漏率系数可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。

定泄漏量的允许值时，阀的额定容量应按 GB/T17213.2 规定的方法计算（表 4 所列）。

表4

	应用条件	
		$\Delta p < F_L^2 \cdot (p_1 - F_F \cdot p_V)$
液体介质 (水)	$Q_l = 0.1 K_V \sqrt{\frac{\Delta p}{\pi \pi_0}}$	$Q_l = 0.1 F_L \cdot K_V \sqrt{\frac{p_1 - F_F \cdot p_V}{\pi / \pi_0}}$
	应用条件	
		$x < F_\gamma \cdot x_T$
气体介质	$Q_g = N_9 \cdot F_p \cdot K_V \cdot p_1 \cdot Y \cdot \sqrt{\frac{x}{M \tau_1 Z}}$	$Q_g = N_9 \cdot F_p \cdot K_V \cdot p_1 \cdot Y \cdot \sqrt{\frac{F_\gamma \cdot x_T}{M \tau_1 Z}}$

表中： Q_l ——液体体积流量， m^3/h ；

Q_g ——标准状态下的气体体积流量， m^3/h ；

K_V ——额定流量系数；

F_L ——无附接管件控制阀的液体压力恢复系数，可参考GB/T17213.2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 $p_V=2.34$ ），kPa；

N_9 ——数字常数，参考GB/T17213.2表1；

F_p ——管道几何形状系数，无附接管件控制阀 $F_p=1$ ；

x ——压差与入口绝对压力之比 $(\Delta p / p_1)$ ，无量纲；

Y ——膨胀系数， $Y = 1 - x / (3 \cdot F_\gamma \cdot x_T)$ ，（当 $x \geq F_\gamma \cdot x_T$ 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，kg/kmol；

F_γ ——比热比系数，规定温度范围内空气或氮气的 $F_\gamma=1$ ，氦气的 $F_\gamma=1.186$ ，无量纲；

x_T ——阻塞流条件下无附接管件控制阀的压差比系数，可参考GB/T17213.2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，kPa；

p_2 ——阀后绝对压力，kPa；

Δp ——阀前后压差，kPa；

π / π_0 ——相对密度（规定温度范围内的水 $\rho / \rho_0=1$ ）。

5.7 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倍最大允许工作压力下无渗漏现象。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：如经买卖双方商定，可采用程序B。试验介质为清洁气体。控制阀的填料函及其他连接处应保证在0.3MPa~0.4MPa试验压力下无渗漏现象。当阀门的最大允许工作压力低于0.35MPa，试验压力为最大允许工作压力。

5.8 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，5min内薄膜气室内的压力下降不得大于2.5kPa；气缸各气室内的压力下降不得大于5kPa。

5.9 耐压强度

控制阀应以室温水为介质，按1.5倍公称压力的试验压力进行耐压强度试验，试验期间，除阀杆密封处外不应有肉眼可见的渗漏。

如经买卖双方商定，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0.6MPa的气体试验。

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%。

5.10.1 固有流量特性

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，应该说明相对行程 $h=0.05, 0.1, 0.2$ ，随后以0.1递增，直至1.0的特定流量系数 K_v ，制造厂也可以提出除上述行程外的流量系数。

5.10.2 直线流量特性的斜率偏差

在相对行程 $h=0.1 \sim 0.9$ 之间，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

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

表中： $K_{v(n)}$ ——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；
 $K_{v \max}$ ——额定行程处的实测流量系数。

例： $h=0.9$ 处， $K_{v(n)} = K_{v \max}$ ， $K_{v(n-1)}$ 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。

5.10.3 等百分比流量特性的斜率偏差

在相对行程 $h = 0.1 \sim 0.9$ 之间，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

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 $\pm 30\%$	+80% 斜率偏差为-30%	+30% 斜率偏差为-80%
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

表中： $K_{v(n)}$ ——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；
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。

5.10.4 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 $h = 0.1 \sim 0.9$ 之间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0.5~2倍。

b) 流量系数偏差

在相对行程 $h = 0.1 \sim 0.9$ 之间，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。

5.11 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和振动频率应为55 Hz ~150 Hz，加速度为20m/s²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标准要求。重量超过50kg的控制阀可免于试验。

5.12 动作寿命

a) 控制阀在规定条件下以加速动作进行寿命试验，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仍应符合本标准要求；

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次；

c) 对PN≤63，DN≤300配有气动薄膜执行机构、聚四氟乙烯成型填料，非弹性密封的各类调节型控制阀，其动作寿命次数不得低于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。

5.13 阀体壁厚

对于铁制阀门，阀体壁厚应符合GB/T26640的规定；对于钢制阀门，阀体壁厚应符合GB/T12224的规定。

注：如经买卖双方商定，阀体壁厚可按其他标准要求设计。

5.14 阀体与阀盖材质化学成分

应符合相应材料标准的要求。

5.15 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，不锈钢和铜的阀可不涂漆。

气动执行机构和阀的表面涂层应光洁、完好，不得有剥落、碰伤及斑痕等缺点，紧固件不得有松动、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。

5.16 其他

对于防火、防腐、高温、高压等危险场合使用的各类控制阀，应根据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

除外观检查及条款中另有规定者外，试验应在下述参比条件下进行。

- a) 温度： 20°C±2°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±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，推荐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，环境温度的变化每10min应不大于1°C，并须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

表中所列试验项目为推荐的试验先后顺序。

表7

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
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，使所有在工作中受压的阀腔同时承受不少于表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。

在进行1.5倍公称压力的耐压强度试验时，若填料函及其他连接处无肉眼可见渗漏，可免做填料函及其他连接处密封性试验。否则，应降低压力，按6.3要求进行填料函及其他连接处密封性试验。

如经买卖双方商定，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，直行程控制阀均应处于全开位置，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不得低于2.5级，测量范围的上限值不得大于试验压力的4倍。

表8

公称通径	试验持续时间			
	PN16	PN100	PN260	Class2500
	Class150	Class600	Class1500	
DN50 (NPS2)	1min	2 min	2 min	3 min
DN100 (NPS4)	2 min	2 min	4 min	5 min

DN200 (NPS8)	2 min	3 min	5 min	8 min
DN250 (NPS10)	3 min	5 min	8 min	10 min
DN450 (NPS18)	15 min	15 min	15 min	15 min
≥DN500 (NPS20)	30 min	30 min	30 min	30 min
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1.1倍最大允许工作压力，同时使阀杆（轴）每分钟作1~3次往复动作，持续时间不少于3min。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，后续试验不允许调整填料函。

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，另一端封闭，试验压力为

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/297125131060010011>