

电站调节阀技术条件

Specifications of control valves for fossil power stations

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电站调节阀的性能要求及其试验、检验方法。

本标准适用于火力发电站用的调节阀。

2 引用标准

GB 1048 管子与管路附件的公称压力和试验压力

GB 4213 气动调节阀通用技术条件

GB 5677 铸钢件射线照相及底片等级分类方法

JB 106 阀门标志和识别涂漆

JB 1615 锅炉油漆和包装技术条件

JB 2640 锅炉管道附件承压铸钢件技术条件

JB 3595 电站阀门制造技术条件

JB 4018 电站阀门型号编制方法

3 术语

3.1 基本误差 intrinsic error

调节阀的实际上升、下降特性曲线与规定的特性曲线之间的最大偏差。

3.2 回差 hysteresis error

同一输入信号上升和下降的两相应行程值间的最大差值。

3.3 死区 dead band

输入信号正、反方向的变化不致引起阀杆行程有任何可察觉变化的有限区间。

3.4 行程 travel

为改变流体的流量,阀内组件从关闭位置标起的线位移或角位移。

3.5 额定行程 rated travel

规定全开位置上的行程。

3.6 相对行程 relative travel

某给定开度上的行程与额定行程之比。

3.7 额定容量 rated valve capacity

在规定试验压力条件下,试验流体通过调节阀额定行程时的流量。

3.8 渗漏量 leakage

在规定实验条件下,实验流体通过调节阀处于关闭位置时的流量。

3.9 流量系数 flow coefficient

在规定条件下,即阀的两端压差为 0.1 MPa、介质密度为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 时,某给定行程时流经调节阀以 m^3/h 或 t/h 计的流量数。

3.10 额定流量系数 C_v rated flow coefficient

额定行程时的流量系数值。

3.11 相对流量系数 relative flow coefficient

某给定开度的流量系数与额定流量系数之比。

3.12 固有流量特性 inherent flow characteristic

相对流量系数和对应的相对行程之间的固有关系。

3.13 液体压力恢复系数 liquid pressure recovery factor

在塞流条件下实际最大流量与理论的非塞流的流量之比。

3.14 正作用式 downward

当信号压力增大时,推杆向下动作为正作用式。

3.15 反作用式 upward

当信号压力增大时,推杆向上动作为反作用式。

4 技术要求

4.1 调节阀可以配用常规的电动和气动执行机构,它们应该接受来自变送单元或调节单元的 $0\sim 10\text{mA}(\text{DC})$ 或 $4\sim 20\text{mA}(\text{DC})$ 的标准输入电流信号和 $0.02\sim 0.1\text{MPa}$ ($0.2\sim 1\text{kgf}/\text{cm}^2$) 的标准输入压力信号,输出可以是与输入信号相对应的转角位移或阀门直线位移。

4.2 电动与气动执行机构的工作条件至少应满足表 1 的规定。

表 1

执行机构类别		环境温度, $^{\circ}\text{C}$	环境相对湿度, %
电动执行机构	执行机构	$-10\sim +55$	≤ 95
	伺服放大器	$0\sim +50$	≤ 85
气动执行机构		$-10\sim +55$ 或 $-40\sim +70$	≤ 95

4.3 调节阀的固有流量特性推荐直线、抛物线和等百分比流量特性。其他特殊流量特性应根据需要由制造厂提供,但制造厂均应提供给用户流量特性曲线。

4.4 调节阀可以是正作用式,也可以是反作用式。

4.5 除非有特殊要求,调节阀的整机基本误差、回差、死区和额定行程偏差应符合表 2 要求。

表 2

项 目	电动调节阀	气动调节阀
基本误差, %	$\leq \pm 2.5$	$\leq \pm 2$
回 差, %	≤ 1.5	≤ 2
死 区, %	≤ 3	≤ 0.8
额定行程偏差, %	≤ 2	≤ 2.5

4.6 执行机构的技术要求按有关执行机构技术条件的规定。

4.7 调节阀应能经受 1.5 倍公称压力的壳体试验,试验期间不应有肉眼可见的渗漏。由于壳体试验引起壳体变形导致阀门不能正常工作的,应当判废。

4.8 调节阀的渗漏量应符合表 4 的规定,一般情况下单座调节阀渗漏量不得低于 IV 级,双座调节阀的渗漏量不得低于 I 级。

4.9 制造厂应该提供调节阀的额定流量系数 C_v 值,其实测值与规定值的偏差应不大于 $\pm 10\%$ 。

4.9.1 C_v 值的基本试验介质是水。 C_v 和流量 Q 的关系如式(1)所示:

$$C_v = \frac{10Q}{\sqrt{\Delta p}/G_f} \dots\dots\dots(1)$$

式中: C_v ——额定流量系数;

Q ——体积流量, m^3/h ;

Δp ——阀前后压差, kPa ;

G_f ——密度(水为 1), kg/m^3 。

4.9.2 用于蒸汽介质的阀,其 C_v 与质量流量 W 的关系如式(2)所示:

$$W = 3.156C_v Y \sqrt{X p_1 r_1} \dots\dots\dots(2)$$

式中: W ——质量流量, kg/h ;

C_v ——额定流量系数;

p_1 ——阀前压力, kPa ;

r_1 ——阀前蒸汽密度, kg/m^3 ;

Y ——膨胀系数,按式(3)计算:

$$Y = 1 - \frac{X}{3F_k X_T} \dots\dots\dots(3)$$

式中: F_k ——比热系数, $F_k = K/1.4$;

K ——蒸汽绝热指数;

X_T ——塞流状态下的压差比;

X ——对阀前压力的压差比,即 $X = \Delta p/p_1$,且 $X \leq F_k X_T$;

Δp ——阀前后压差, kPa 。

4.9.3 一般情况下,液体的 C_v 值用水试验,蒸汽的 C_v 值用空气实验求得。

对于蒸汽介质用低压力恢复的截止型调节阀(图 1 所示)或者临界压力比 $X_1 = 0.5$ 处出现的调节阀(图 2 所示),其 C_v 值也可以用水来代替实验求得。

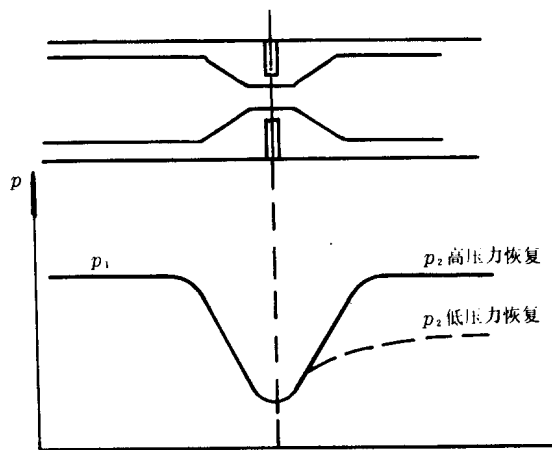


图 1

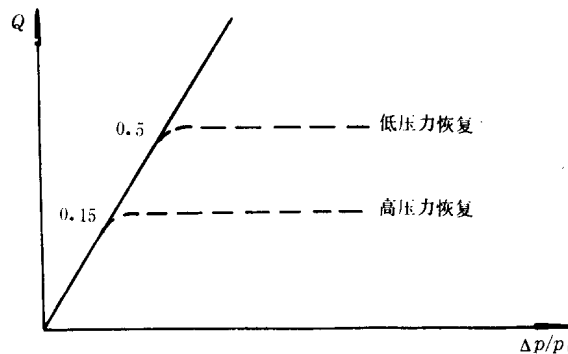


图 2

4.10 调节阀应能保证正常工作,无异常的因流体扰动引起的机械振动和噪声。运行工况下,在调节阀下游 1 m 处、距管壁 1 m 处测量其噪声声压级应不大于 90 dB(A)。调节阀噪声声压级的试验和要求按供需双方的协议执行。

4.11 对承压铸钢件的要求应符合 JB 3595 和 JB 2640 的规定。其射线探伤要求应符合 GB 5677 的相应规定。

5 试验与检验

5.1 制造出厂的每台调节阀必须进行水压强度试验,渗漏量试验和整机基本误差、死区、回差及额定行程偏差的试验。

当执行机构与阀门是由不同制造厂生产时,则执行机构和阀门应根据对执行机构与阀的不同要求分别试验出厂。

5.2 新产品或改型设计的调节阀型式试验除按本标准第 5.1 条规定的项目检查外,还需要进行流量特性试验及 C_v 值的测定。

5.3 基本误差

将规定的输入信号平稳地按增大和减小方向输入执行机构,测量各点所对应的行程值,并按式(4)计算实际“信号-行程”关系与理论关系之间的各点误差:

$$\delta_i = \frac{l_i - L_i}{L} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

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 ——调节阀的额定行程。

除非另有规定，试验点应至少包括信号范围的 0%，25%，50%，75%，100% 5 个点。

测量仪表的基本误差应小于被试调节阀基本误差准许值的 1/4。

5.4 回差试验

试验程序与本标准第 5.3 条相同，在同一输入信号上所测得的正、反行程的最大差值即为回差。

5.5 死区

5.5.1 缓慢改变(增大或减小)输入信号，直到观察出一个可察觉的行程变化，记下这时的输入信号值。

5.5.2 按相反方向进行本标准第 5.5.1 条规定的试验。

5.5.3 本标准第 5.5.1 和 5.5.2 条两项输入信号之差即为死区，死区应在输入信号量程的 25%，50% 和 75% 3 点上进行试验，其最大值不得大于本标准第 4.5 条的规定。

5.6 额定行程偏差

将输入信号输入执行机构，使阀杆走完全行程，按式(4)计算额定行程偏差。

5.7 壳体试验

5.7.1 试验条件和要求

- a. 阀门壳体试验必须在 5~50℃ 温度下进行。
- b. 壳体试验之前，不得涂漆与使用防渗漏的涂层。如果抽查库存的阀门，可去掉已有的涂层。
- c. 壳体试验时，可拆除怕损坏的零件，如阀杆、填料隔膜等。
- d. 试验过程中，不得对阀门施加影响试验结果的任何外力。
- e. 试验介质用水(可以加入防锈剂)、煤油或粘度不大于水的其他适宜液体。
- f. 试验压力按 GB 1048 的规定。
- g. 试验时，应排除壳体内的气体。

5.7.2 保压时间及检验要求

5.7.2.1 保压时间按表 3 的规定。

表 3 壳体试验保压时间

公称通径 D_N , mm	≤ 50	65~200	≥ 250
保压时间, s	≥ 15	≥ 60	≥ 180

5.7.2.2 达到保压时间后，不允许壳体发生渗漏。

5.8 渗漏试验

5.8.1 渗漏等级

每一渗漏等级规定的阀座最大允许渗漏量不允许超过表 4 的规定，从 I 级~V 级必须对每一个阀门进行试验。

- a. 等级 I，不要求做试验。
- b. 等级 II，适用于结构为双通道双阀座或带活塞环密封金属对金属密封阀座平衡式单通道的阀门，用 A 型试验方法。
- c. 等级 III，适用的阀门同于等级 II，但对阀座和密封件的要求比较严格，用 A 型试验方法。
- d. 等级 IV，适用于结构为非平衡式单通道单阀座及具有超级密封活塞环的金属对金属密封阀座平衡式单通道的阀门，用 A 型试验方法。
- e. 等级 V，一般用于具有关键性用途，如作闭路装置、不带阻塞阀、整个阀长期处于高压差状态

等。本等级主要适用于结构为金属阀座非平衡式单通道,单阀座或带特殊阀座和特殊密封的平衡式单通道的阀门,用B型试验方法。在最大工作压差时用水做试验。

表4 阀座最大渗漏量

渗漏等级	阀座最大渗漏量	试验方法
等级 I	—	
等级 II	额定容量的 0.5%	A 型
等级 III	额定容量的 0.1%	A 型
等级 IV	额定容量的 0.01%	A 型
等级 V	每毫米通径 ¹⁾ 压差 0.1 MPa 允许渗漏量(水) $5 \times 10^{-12} \text{m}^3/\text{s}$	B 型

注: 1) 通径是指阀座的内径。

5.8.2 试验方法

5.8.2.1 A型试验方法

- a. 试验介质为温度 5~50℃ 的清洁空气或水。
- b. 试验介质压力为 0.3~0.4 MPa(表压)或者最大工作压差,选择其较小值。
- c. 渗漏量和压力值应精确到读数的±10%。
- d. 试验介质应从规定的阀体入口端进入,出口端应通向大气或与压头损失低的测量装置连接。
- e. 必须将执行机构调整到规定的工作条件。如果使用的气体对正常关闭产生强烈冲击力时,应当采用弹簧或其他措施。如果试验压差低于阀门最大工作压差时,不对阀座负荷作任何增值补偿。
- f. 用水做试验时,应当注意排除阀体和管道中的气体。

5.8.2.2 B型试验方法

- a. 试验介质为 5~50℃ 的清洁水。
- b. 试验时,压差应为最大工作压差,或根据制造厂与用户商定的压力,压力可小些(最小压力降 0.7 MPa),压力测量精度按本标准第 5.8.2.1 中 c 条的规定。
- c. 试验介质应从阀体规定的入口端进入阀体。阀门关闭件处于开启状态,阀体组件,包括出口部分及其连接管应全部充满水,然后急速关闭。
- d. 调整执行机构,使其符合规定的工作条件,并按照本标准第 5.8.2.2 中 b 条的规定,进行渗漏量试验。执行机构的有效关闭力应是规定的最大值,但不得超过最大值。
- e. 当渗漏介质流量稳定时,应对其观察一段时间,以便得到本标准第 5.8.2.1 中 c 条规定的精度。
- f. 所得到的渗漏值不应大于表 4 中规定的等级 V 阀座最大允许渗漏量的计算值。

5.9 流量系数的测定

5.9.1 试验设备

5.9.1.1 流量试验装置示意图见图 3。

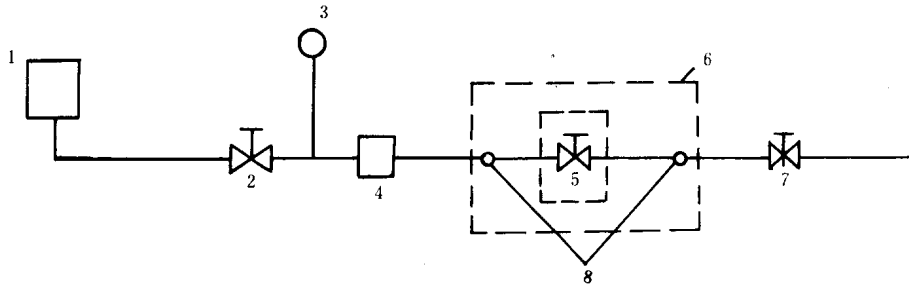


图 3

1—压力源；2—试验段前节流阀；3—温度传感器；4—流量传感器；5—试验阀门；
6—实验段管路；7—实验段后节流阀；8—压力测点

5.9.1.2 试验段管路

a. 试验段管路的规格应按被试的不同规格的阀门而定。阀门前后应有足够的直段管长，以保证液体流速均匀，阀后直段管长至少大于 $10D$ (D 为管子内径)，阀前直段管长至少大于 $20D$ ，见图 4。

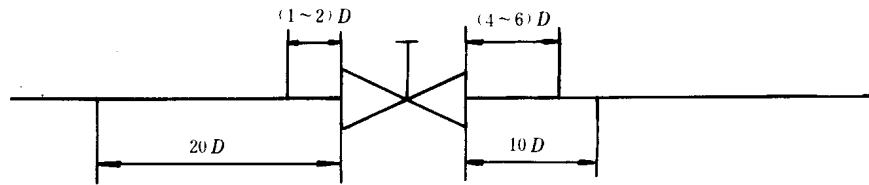


图 4

- b. 试验段管路的内表面应无铁锈、氧化皮及任何足以引起激烈紊流的不规则形状。
- c. 试验段管路的中心线应对准试验阀的进口与出口的中心线，其同轴度应符合表 5 要求。

表 5

mm

管子尺寸 D	同轴度
25~50	0.8
32~152	1.6
203 以上	1%管子直径

- d. 试验管路不应有收缩，入口出口应一样。

5.9.1.3 压力表接点

- a. 压力表在任何情况下都不应插入管子内部，试验阀前后的两个压力测点接点都应保持水平。
- b. 阀前测压点应距试验阀进口至少 $2D$ ，见图 4。
- c. 阀后测点应距试验阀出口至少 $6D$ ，见图 4。

5.9.1.4 试验段前后的节流阀主要用来调节试验阀的压差，同时也用来维持试验阀后一定的背压，使之压力稳定。

5.9.1.5 流量测量

- a. 可以用流量孔板、电磁流量计、涡轮流量计或其他仪表测量流量，测量精度必须符合规定要求。
- b. 流量计可装在试验阀前或试验阀后，但当试验管路有泄漏和吸入空气时，安装点应仍能保证流量测定精度。

5.9.1.6 测量精度

- a. 测量试验阀前后压差的仪表，应能测量试验过程中的任何压差，测量精度为 $\pm 2\%$ 。
- b. 测量流量的仪表应经常校验，以保证维持规定精度。校验时所用管系的外形尺寸应与阀门试

验时的管系相同。测量精度为±2%。

c. 测量系统中测量水温的仪表安装位置应不影响介质的流动状态。试验时任何测点的流体进口温度应保持不变,允许误差±5℃,测量精度为±2℃。

5.9.2 试验介质

试验介质可用温度为5~50℃的清洁水,在不影响试验值的条件下,允许加少量防腐剂;也可用空气或其他气体,试验时不应出现冰冻。

5.9.3 液体 C_v 值的试验方法

5.9.3.1 为了求得额定流量系数 C_v ,试验阀门应在三个不同的压差下进行试验,压差应在35~100 kPa 范围内,每次增量不少于15 kPa。试验介质的雷诺数应大于 10^5 ,阀门的行程应为100%额定行程。为使阀后的管路充满介质和防止介质突然汽化,试验阀前压力必须高于或等于表6所列的最低值。

表6 最小的阀前试验压力

压 差,kPa	35	40	55	70	80	95	100
F_L (按本标准 3.9.4 条)	阀入口压力 p_1 ,kPa						
0.5	280	320	440	560	640	760	800
0.6	190	220	300	380	440	520	550
0.7	150	160	220	280	320	380	400
0.8	150	160	170	210	250	290	310
0.9	150	160	170	190	200	230	240

5.9.3.2 测试与记录

5.9.3.2.1 在下述阀门行程下分别测定流量与压差:

- a. 在100%额定行程;
- b. 每隔10%额定行程测一次;
- c. 在到达最低调节点时。

5.9.3.2.2 记录下述数据:

- a. 阀门行程,误差不应超过额定行程的±0.5%;
- b. 阀前后压力 p_1 与 p_2 ,误差为读数的±2%;
- c. 试验阀的压差,误差为读数的±2%;
- d. 容积流量,误差为读数的±2%;
- e. 介质温度,误差为±1℃;
- f. 大气压力,误差不超过2%。

5.9.3.3 将测量数据代入式(1)求 C_v 值。取三次试验的算术平均值即为该阀的额定流量系数。

5.9.4 压力恢复系数 F_L 的测定

5.9.4.1 使试验阀处于100%的额定行程测定最大体积流量 Q_{max} 。

5.9.4.2 阀前压力 p_1 固定,系统后的节流阀全开,测出试验阀的最大压差。

5.9.4.3 第二次试验时压差为第一次试验时最大压差的90%,此时测出的流量与第一次最大压差下测出的流量应相差在±2%范围内,则在最大压差下测出的流量为 Q_{max} 。如超出上述范围应取更高的阀前压力,将试验重复进行一次。

注意:试验段后的节流阀的节流面积应大于试验阀的节流面积,以保证塞流不产生在节流阀内。

5.9.4.4 按式(5)求出 F_L :

$$F_L = \frac{Q_{max}}{0.1C_v \sqrt{(p_1 - 0.9p_v)/G_f}} \dots\dots\dots(5)$$

式中： F_L ——压力恢复系数；

Q_{\max} ——最大体积流量， m^3/h ；

C_v ——额定流量系数；

p_1 ——阀前压力， kPa ；

p_v ——阀入口温度下的液体蒸发压力， kPa ；

G_f ——密度（水为 1）， kg/m^3 。

5.9.5 气体的 K_v 值试验方法

a. 试验阀门应在三个不同的压差下进行试验，压差比（ $X = \Delta p / p_1$ ）应不大于 0.02，试验阀应为额定行程状态。

b. 测试与记录同本标准第 5.9.3.2 条规定。

c. 将测量数据代入式(6)求出 K_v 值：

$$K_v = \frac{Q}{24.6 p_1} \sqrt{\frac{T_1 G_g}{X}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中： Q ——体积流量， m^3/h ；

p_1 ——阀前压力， kPa ；

T_1 ——介质温度（绝对）， K ；

X ——压力比；

G_g ——气体相对空气密度比。

5.9.6 塞流状态下的压差比 X_T 的测定

5.9.6.1 测 X_T 时应使试验阀在额定行程下试验。

5.9.6.2 在一定的压力比 $\Delta p / p_1$ 下，测出流量 Q_{\max} ，即当出口压力 p_2 下降时，流量不再增加的流量。不再增加指流量绝对值不超过 2%。对进口压力要求能产生塞流，任何压差下都要产生塞流，出口节流阀应全开。

第二次试验时，改变节流阀使压差至少减少 10%，在同样进口压力下，如果第二次与第一次流量变化不超过 0.5%，这时的流量即是最大流量。

5.9.6.3 记录下列数据：

- 阀门行程，误差为规定行程值的 $\pm 0.5\%$ ；
- 阀前后压力 p_1 与 p_2 ，误差为读数的 $\pm 2\%$ ；
- 体积流量 Q ，误差为读数的 $\pm 2\%$ ；
- 介质的温度，误差为 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；
- 大气压力，误差不超过 2%。

5.9.6.4 按式(7)代入数据求出 X_T ：

$$X_T = \left(\frac{Q_{\max}}{3.25 C_v p_1} \right)^2 T_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中： Q_{\max} ——调节阀额定行程时流量， m^3/h ；

p_1 ——阀前压力， kPa ；

T_1 ——介质温度（绝对）， K 。

5.10 试验合格的产品，应将体腔内水渍清除干净。

产品合格证的内容应包括下列各项：

- 产品名称；

- b. 产品型号;
- c. 出厂编号;
- d. 公称通径,mm;
- e. 公称压力,MPa;
- f. 最大允许压差,MPa;
- g. 最高工作温度,℃;
- h. 产品的额定流量系数 C_v ;
- i. 承压铸件的材料牌号,炉号,化学成分,机械性能;
- j. 制造日期;
- k. 编制者,校对者,质量检验部门签章,检查员章。

6 标志、包装、保管、运输

6.1 检验合格的产品应钉有金属铭牌,铭牌内容为下列各项:

- a. 产品名称;
- b. 产品型号;
- c. 产品编号;
- d. 公称通径,mm;
- e. 公称压力,MPa;
- f. 最大允许压差,MPa;
- g. 最高工作温度,℃;
- h. 产品额定流量系数 C_v ;
- i. 制造日期;
- j. 制造厂名称。

注:对不同的固有流量特性应在铭牌内加以区别。

- 6.2 阀门的标志及识别涂漆的颜色,可参照 JB 106 的规定。
- 6.3 产品的油漆、包装应符合 JB 1615 的规定。
- 6.4 产品应保存在干燥地方,不允许露天存放或将产品堆置。
- 6.5 包装,保管和运输过程中,应使阀瓣处于关闭状态,两侧通道以盖板或塞子封闭,防止尘垢、污水侵入。

附加说明:

本标准由上海发电设备成套设计研究所提出并归口。

本标准由哈尔滨锅炉厂和上海发电设备成套设计研究所负责起草。