

液压阀 压差-流量特性试验方法

Hydraulic power valves—Method of
determining pressure-differential flow characteristic

1 适用范围

本标准适用于以液压油(液)为工作介质的液压阀的压差-流量特性试验。

本标准亦可用于测量工况类似的其他液压元件的压差-流量特性。

2 符号、量纲与单位

符号、量纲与单位见表1。

表1 符号、量纲和单位

名 称	符 号	量 纲 ¹⁾	单 位
阀的公称通径	D	L	m
体积流量	q_v	L^3T^{-1}	m ³ /s
相对于阀的流速	u	LT^{-1}	m/s
相对于管道的流速	v	LT^{-1}	m/s
雷诺数	Re	—	—
压 差	Δp	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
阀损失系数	K	—	—
管道长度	l	L	m
管道摩擦系数	λ	—	—
管道内径	d	L	m
摄氏温度	θ	θ	℃
运动粘度	ν	L^2T^{-1}	m ² /s
油液密度	ρ	ML^{-3}	kg/m ³

注：1) M ——质量； L ——长度； T ——时间； θ ——温度。

3 试验装置

3.1 试验回路

图1为基本试验回路。回路中应设置溢流阀，防止系统过载。

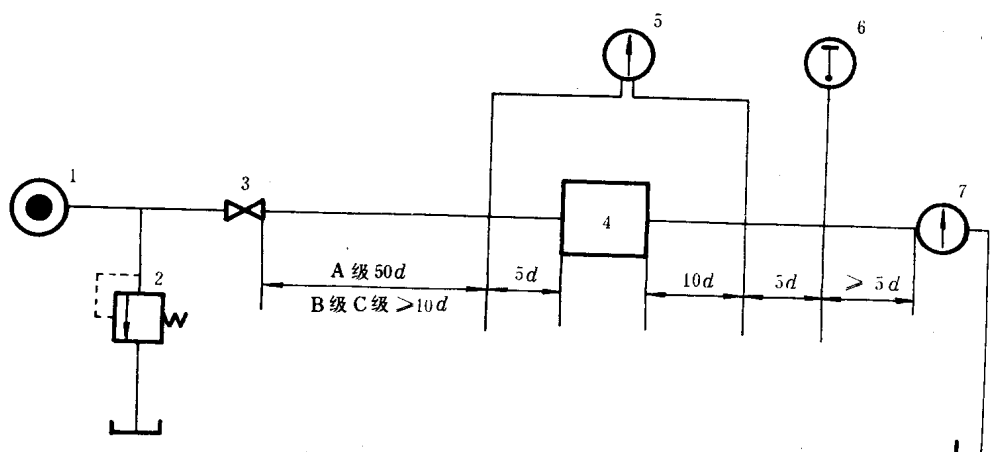


图1 压差-流量特性试验回路

1—液压源； 2—溢流阀； 3—截止阀； 4—被试阀
5—差压计； 6—温度计； 7—流量计

3.2 测压点的位置

3.2.1 被试阀上游测压点的位置

3.2.1.1 为保证液流在被试阀上游测压点处呈稳定的流动状态,被试阀上游测压点与前端扰动源的距离应符合表2规定。

表2 被试阀上游测压点距前端扰动源的距离

测试等级	A	B	C
距前端扰动源的距离	$50d$	$\geq 10d$	$\geq 10d$

3.2.1.2 被试阀上游测压点与被试阀之间的距离应为 $5d$ 。

3.2.1.3 扰动源至被试阀上游测压点之间和上游测压点至被试阀之间配置的各段管道平直。

3.2.2 被试阀下游测压点的位置

为保证液流在被试阀下游管道处受扰动后压力能恢复正常,被试阀与下游测压点之间的距离应为 $10d$,管道平直。

3.2.3 按C级精度测量时,若测压点的位置与上述要求不符,应给出相应修正值。

3.3 温度测量点的位置

温度测量点应设置在被试阀下游测压点的下游,两者之间距离应为 $5d$,管道平直。

3.4 流量测量点的位置

流量测量点应设置在温度测量点的下游,两者之间的距离应为 $5d$,管道平直。

3.5 测压孔的要求

3.5.1 对A级测试精度,采用由测压环组成的测压接头。当管道内径小于或等于 6mm 时,测压环中应包含2个均匀分布的测压孔。当管道内径大于 6mm 时,测压环中应包含3个或更多个均匀分布的测压孔。用一根导管将这些压力测压孔与测量仪表相连接。

3.5.2 对B级、C级测试精度,可采用单个测压孔。

3.5.3 测压孔的中心线与管道中心线应垂直相交。

3.5.4 所有测压孔的直径应相等,其直径应小于或等于 $0.1d$,但不得大于 6mm ,不得小于 1mm 。

3.5.5 测压孔的长度不得小于其直径的2倍。

3.5.6 与测量仪表相连接的导管横截面面积,不得小于测压孔截面积总和的一半。

3.5.7 所有测压孔均不得装于管道的最低点。

3.6 管道和接头

3.6.1 与被试阀连接的管道和管接头的内径应和阀的公称通径相一致。

3.6.2 管道应水平安装。当不能满足此安装条件时,应对测得的压力值进行修正。

4 试验条件

4.1 试验用油液

在试验报告中,注明试验中使用的油液牌号,并根据测试精度等级要求,给出在试验的整个温度范围内油液的运动粘度(ν)和密度(ρ)。

4.2 油液固体污染等级

在试验系统中所用的液压油(液)的固体污染等级,不得高于 19/16,有特殊试验要求时,可另作规定。

在试验报告中注明过滤器的安装位置、数量和型号。

4.3 试验温度

以液压油为工作介质试验元件时,被试阀进口处的油液温度规定为 50℃,采用其他油液为工作介质或有特殊要求时可另作规定。

4.3.1 试验结果用有因次表达时,整个试验过程中油液温度指示值的允许变化范围应符合表 3 的要求。

4.3.2 试验结果用无因次表达时,不要求全部试验均在同一控制温度下进行,只要求每一试验工况的油温变化符合表 3 的要求。

表 3 试验时油液温度的允许变化范围

测试等级	A	B	C
允许变化范围	± 1.0	± 2.0	± 4.0

5 试验方法

通过试验系统的流量调节装置,在被试阀所允许的流量范围内调节流量,测定不同流量(q_v)通过被试阀给定通道时的压差(Δp)。

6 试验测量

6.1 试验时,被测参数在表 4 规定范围内变化时为稳态工况,在稳态工况下记录读数。

表 4 被控参数平均指示值允许变化范围

被 控 参 数	测 试 等 级		
	A	B	C
流 量, %	± 0.5	± 1.5	± 2.5
压 力, %	± 0.5	± 1.5	± 2.5
温 度, %	± 1.0	± 2.0	± 4.0
粘 度, %	± 5	± 10	± 15

6.2 被测参数的测量读数点的数目和所取读数的分布,应能反映被试阀在整个流量范围内的性能。

6.3 计算所测量量的平均值时,各次测量的时间间隔应相同。

6.4 试验时,根据规定的测试精度等级选择测量系统,见附录 A。

6.4.1 从测得的总压差中减去管道损失,计算阀的压力损失 Δp 。管道损失的计算方法见附录 B。

6.4.2 通过被试阀接头的压力损失看作阀的损失的一部分。

6.4.3 测量压差时应根据测试精度等级的要求,选用相应的差压装置,以测量阀进出口的压差。若采用两套压力测量装置,分别测出阀进、出口两端压力,再计算压差。压力测量装置的系统误差应满足相应测试精度等级的要求,见附录 A。

6.5 密度和粘度的测量

根据测试精度等级的要求,A、B级测试时,应在试验开始前从试验装置中提取试验油液,测定其运动粘度(ν)和密度(ρ)值;C级测量时,可以采用油液制造厂提供的运动粘度(ν)和密度(ρ)的值。

7 试验结果的表达

所有试验参数的测量值和计算结果均应列成表格,并按有因次表达或无因次表达的要求,用曲线来表示。

7.1 有因次表达

内部几何形状随流量和压力变化的阀,试验结果用有因次表达。

试验结果表示成流量(q_v)-压差(Δp)的关系曲线,并注明试验所用的油液、试验温度以及在该温度时油液的运动粘度(ν)和密度(ρ)。

典型曲线见图 2。

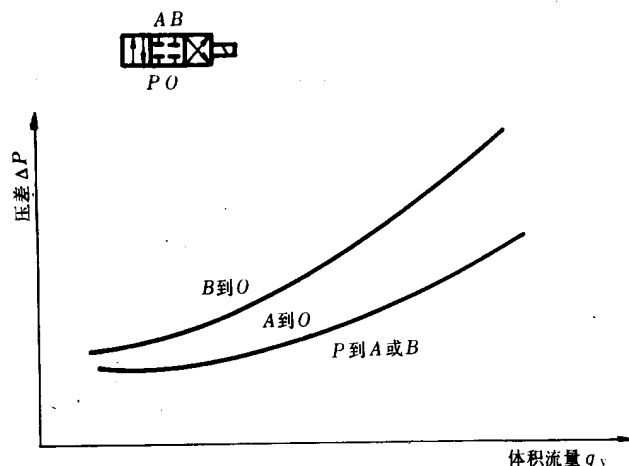


图 2 方向阀的有因次表达

7.2 无因次表达

具有固定的内部几何形状的阀,试验结果可用无因次表达。此时流量用雷诺数(Re)表示,压差用损失系数(K)表示,在对数坐标纸上做出雷诺数(Re)-损失系数(K)的关系曲线。

雷诺数计算公式

$$Re = \frac{u \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots (1)$$

损失系数计算公式

$$K = \frac{2 \cdot \Delta p}{\rho \cdot u^2} \dots\dots\dots (2)$$

典型曲线见图 3。

注：试验结果用无因次表达时，根据测试精度等级的要求，应用每一试验工况温度下的油液运动粘度(ν)和密度(ρ)计算雷诺数(Re)及损失系数(K)值。

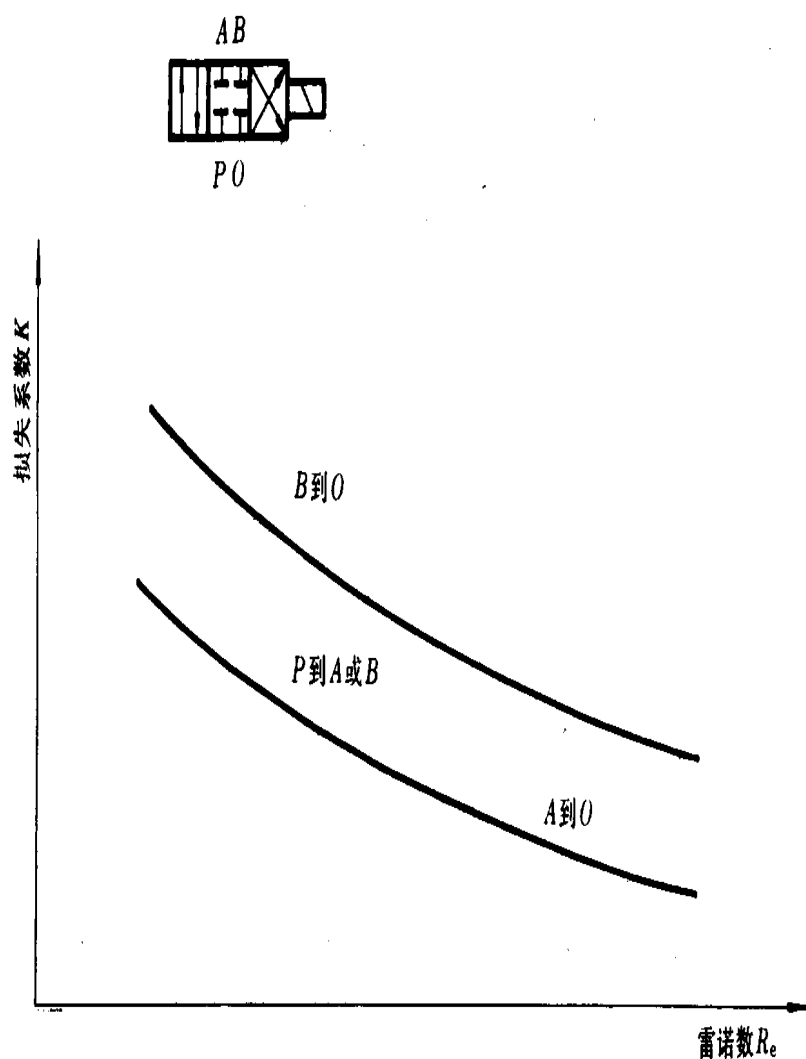


图 3. 方向阀的无因次表达

附录 A

测试等级

(补充件)

A1 测试等级

根据 GB 7935《液压元件 通用技术条件》的规定,按 A、B、C 三种测试等级中的一种进行试验。

A2 误差

经标定或与国家标准比较表明,凡不超过表 A1 所列范围的系统误差的任何测试装置和方法均可采用。

表 A1 测量系统允许的系统误差

测试仪表参数	测试等级		
	A	B	C
流量 $<$,%	± 0.5	± 1.5	± 2.5
压差 $\Delta p < 200\text{kPa}$ 表压时, kPa	± 2.0	± 6.0	± 10.0
压差 $\Delta p \geq 200\text{kPa}$ 表压时, %	± 0.5	± 1.5	± 2.5
温度, $^{\circ}\text{C}$	± 0.5	± 1.0	± 2.0

注:表中给出的百分数极限范围是指被测量值的百分比,而不是试验参数的最大值或测量系统的最大读数的百分比。

附录 B

管道损失计算方法

(补充件)

B1 B、C 级测试

B、C 级测试时,按式(B1)计算管道损失:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho V^2}{2} \dots\dots\dots (B1)$$

计算时,可先按公式 $R_e = \frac{Vd}{\nu}$ 求出雷诺数(R_e)值(式中 d 值可用游标卡尺量得),然后根据计算的雷诺数(R_e)值从图 B1 中的 R_e - λ 曲线查出摩擦系数 λ 值,最后将 λ 、 l 、 ρ 、 V 、 d 等值代入式(B1)即可算出压差(Δp)。

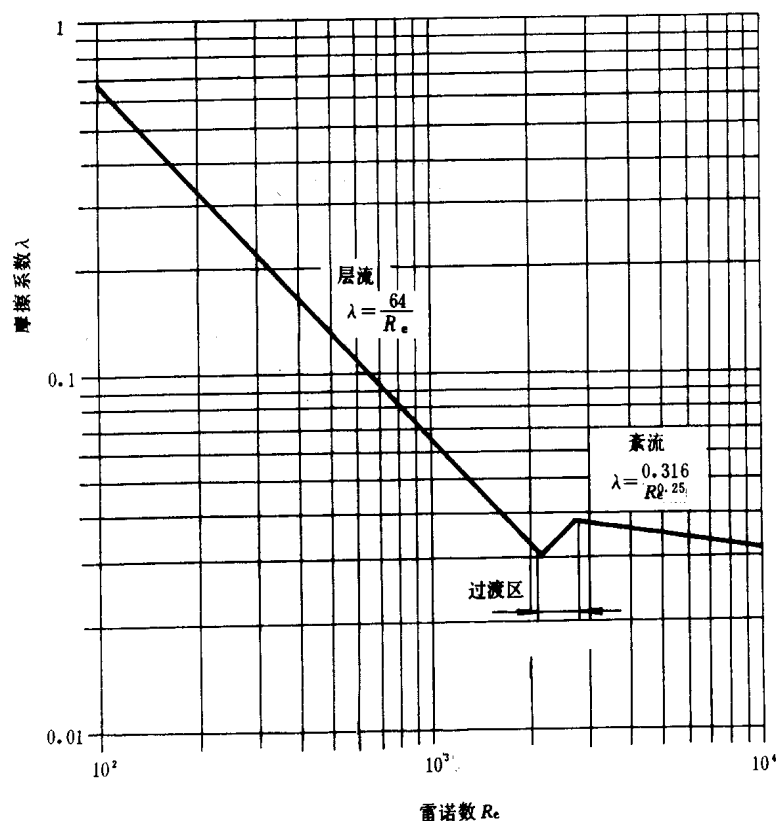


图 B1 管道摩擦系数

B2 A 级测试

A 级测试时,计算公式同上。但 λ 值应从实测的 R_e - λ 曲线查出。曲线的作法是:从试验装置中拆除被试阀和管道,并在两个测压点之间连接一根适当长度的相同内径的管道,管道长度应保证在通过最小流量时,产生处于所用仪表量程以内的压力损失(Δp)。将测得的压力损失(Δp)代入式(B2)即可求得 λ 。

$$\lambda = \frac{2 \cdot \Delta p \cdot d}{l \cdot \rho \cdot V^2} \dots\dots\dots (B2)$$

再由管道的雷诺数(R_e)的计算值,作出 R_e - λ 的实验曲线。

附加说明:

本标准由全国液压气动标准化技术委员会提出并归口。

本标准由中国船舶工业总公司七院七〇四所、上海交通大学负责起草。