

压力控制阀 试验方法

Hydraulic fluid power—Valves—  
Testing method of pressure control valves

1 适用范围

本标准适用于以液压油(液)为工作介质的溢流阀、减压阀的稳态性能和瞬态性能试验。  
与溢流阀、减压阀性能类似的其他压力控制阀,可参照本标准执行。  
比例控制阀和电液伺服阀的试验方法另行规定。

2 符号、量纲和单位

符号、量纲和单位见表1。

表1 符号、量纲和单位

名 称	符 号	量 纲 <sup>1)</sup>	单 位
阀的公称通径	$D$	$L$	m
力	$F$	$MLT^{-2}$	N
阀内控制元件的线位移	$L$	$L$	m
阀内控制元件的角位移	$\beta$	—	rad
体积流量	$q_v$	$L^3T^{-1}$	m <sup>3</sup> /s
管道内径	$d$	$L$	m
压力、压差	$p, \Delta p$	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
时间	$t$	$T$	s
油液质量密度	$\rho$	$ML^{-3}$	kg/cm <sup>3</sup>
运动粘度	$\nu$	$L^2T^{-1}$	m <sup>2</sup> /s
摄氏温度	$\theta$	$\Theta$	°C
等熵体积弹性模量	$K_s$	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
体积	$V$	$L^3$	m <sup>3</sup>

注: 1)  $M$ ——质量;  $L$ ——长度;  $T$ ——时间;  $\Theta$ ——温度。

### 3 通则

#### 3.1 试验装置

##### 3.1.1 试验回路

3.1.1.1 图1和图2分别为溢流阀和减压阀的基本试验回路。允许采用包括两种或多种试验条件的综合试验回路。

3.1.1.2 油源的流量应能调节。油源流量应大于被试阀的试验流量。油源的压力脉动量不得大于 $\pm 0.5$  MPa,并能允许短时间压力超载20%~30%。

被试阀和试验回路相关部分所组成的表观容积刚度,应保证压力梯度在下列的给定值范围之内:

- a. 3 000~4 000 MPa/s;
- b. 600~800 MPa/s;
- c. 120~160 MPa/s。

3.1.1.3 允许在给定的基本试验回路中增设调节压力、流量或保证试验系统安全工作的元件。

3.1.1.4 与被试阀连接的管道和管接头的内径应和被试阀的通径相一致。

##### 3.1.2 测压点的位置

###### 3.1.2.1 进口测压点的位置

进口测压点应设置在扰动源(如阀、弯头)的下游和被试阀上游之间,距扰动源的距离应大于 $10d$ ;距被试阀的距离为 $5d$ 。

3.1.2.2 出口测压点应设置在被试阀下游 $10d$ 处。

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

##### 3.1.3 测压孔

3.1.3.1 测压孔直径不得小于1mm,不得大于6mm。

3.1.3.2 测压孔的长度不得小于测压孔直径的2倍。

3.1.3.3 测压孔中心线和管道中心线垂直,管道内表面与测压孔交角处应保持尖锐,但不得有毛刺。

3.1.3.4 测压点与测量仪表之间连接管道的内径不得小于3mm。

3.1.3.5 测压点与测量仪表连接时应排除连接管道中的空气。

##### 3.1.4 温度测量点的位置

温度测量点应设置在被试阀进口测压点上游 $15d$ 处。

##### 3.1.5 油液固体污染等级

3.1.5.1 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。有特殊要求时可另作规定。

3.1.5.2 试验时,因淤塞现象而使在一定的时间间隔内对同一参数进行数次测量所得的测量值不一致时,在试验报告中要注明时间间隔值。

3.1.5.3 在试验报告中应注明过滤器的安装位置、类型和数量。

3.1.5.4 在试验报告中应注明油液的固体污染等级及测定污染等级的方法。

#### 3.2 试验的一般要求

##### 3.2.1 试验用油液

3.2.1.1 在试验报告中应注明:

试验用油液类型、牌号;在试验控制温度下的油液粘度和密度等熵体积弹性模量。

3.2.1.2 在同一温度下测定不同油液粘度的影响时,要用同一类型但粘度不同的油液。

##### 3.2.2 试验温度

3.2.2.1 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为 $50^{\circ}\text{C}$ 。采用其他油液为工作介质或有特殊要求时,可另作规定。在试验报告中应注明实际的试验温度。

3.2.2.2 冷态起动试验时油液温度应低于 25℃,在试验开始前把试验设备和油液的温度保持在某一温度,试验开始以后允许油液温度上升。在试验报告中记录温度、压力和流量对时间的关系。

3.2.2.3 当被试阀有试验温度补偿性能的要求时,可根据试验要求选择试验温度。

### 3.2.3 稳态工况

3.2.3.1 被控参数的变化范围不超过表 2 的规定值时为稳态工况。在稳态工况下记录试验参数的测量值。

表 2 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
油 温,℃	±1.0	±2.0	±4.0
粘 度,%	±5.0	±10.0	±15.0

3.2.3.2 被测参数测量读数点的数目和所取读数的分布应能反映被试阀在全范围内的性能。

3.2.3.3 为保证试验结果的重复性,应规定测量的时间间隔。

### 3.3 耐压试验

3.3.1 在被试阀进行试验前应进行耐压试验。

3.3.2 耐压试验时,对各承压油口施加耐压试验压力。耐压试验压力为该油口的最高工作压力的 1.5 倍,以每秒 2% 耐压试验压力的速率递增,保压 5min,不得有外渗漏。

3.3.3 耐压试验时各泄油口和油箱相连。

## 4 试验内容

### 4.1 溢流阀

#### 4.1.1 稳态压力-流量特性试验

将被试阀调定在所需流量和压力值(包括阀的最高和最低压力值)上。然后在每一试验压力值上使流量从零增加到最大值,再从最大值减小到零,测试此过程中被试阀的进口压力。

被试阀的出口压力可为大气压或某一用户所需的压力值。

#### 4.1.2 控制部件调节“力”试验(泛指力、力矩、压力或输入电量)

将被试阀通以所需的工作流量,调节其进口压力,由最低值增加到最高值,再从最高值减小到最低值,测定此过程中为改变进口压力调节控制部件所需的“力”。

为避免淤塞而影响测试值,在测试前应将被试阀的控制部件在其调节范围内至少连续来回操作 10 次以上。每组数据的测试应在 60s 内完成。

#### 4.1.3 流量阶跃压力响应特性试验

将被试阀调定在所需的试验流量与压力下,操纵阀 3,使试验系统压力下降到起始压力(保证被试阀进口处的起始压力值不大于最终稳态压力值的 20%),然后迅速关闭阀 3,使密闭回路中产生一个按 3.1.1.2 中所选用的压力梯度。这时,在被试阀 6 进口处测试被试阀的压力响应。

阀 3 的关闭时间不得大于被试阀响应时间的 10%,最大不超过 10ms。

油的压缩性造成的压力梯度,可根据表达式  $\frac{dp}{dt} = \frac{q_v K_c}{V}$  算出,至少应为所测梯度的 10 倍。

压力梯度系指压力从起始稳态压力值与最终稳态压力值之差的 10% 上升到 90% 的时间间隔内的平均压力变化率。

整个试验过程中,安全阀 2 的回油路上应无油液通过。

#### 4.1.4 卸压、建压特性试验

##### 4.1.4.1 最低工作压力试验

当溢流阀是先导控制型式时,可以用一个卸荷控制阀 9 切换先导级油路,使被试阀 6 卸荷,逐点测出各流量时被试阀的最低工作压力。试验方法按 GB 8107《液压阀 压差-流量特性试验方法》有关条款的规定。

##### 4.1.4.2 卸压时间和建压时间试验

将被试阀 6 调定在所需的试验流量与试验压力下,迅速切换阀 9;卸荷控制阀 9 切换时,测试被试阀 6 从所控制的压力卸到最低压力值所需的时间和重新建立控制压力值的时间。

阀 9 的切换时间不得大于被试阀响应时间的 10%,最大不超过 10 ms。

#### 4.2 减压阀

##### 4.2.1 稳态压力-流量特性试验

将被试阀 6 调定在所需的试验流量和出口压力值上(包括阀的最高和最低压力值),然后调节流量,使流量从零增加到最大值,再从最大值减小到零,测量此过程中被试阀 6 的出口压力值。

试验过程中应保持被试阀 6 的进口压力稳定在额定压力值上。

##### 4.2.2 控制部件调节“力”试验(泛指力、力矩或压力)

将被试阀 6 调定在所需的试验流量和出口压力值上,然后调节被试阀的出口压力,使出口压力由最低值增加到最高值,再从最高值减小到最低值,测量在此过程中为改变出口压力值控制部件调节“力”。

为避免淤塞而影响测试值,在测试前应将被试阀的控制部件在其调节范围内至少连续来回操作 10 次以上。每组数据的测试应在 60s 内完成。

##### 4.2.3 进口压力阶跃压力响应特性试验

调节阀 2 使被试阀 6 的进口压力为所需的值,然后,调节被试阀 6 与阀 8b,使被试阀 6 的流量和出口压力调定在所需的试验值上。操纵阀 3a,使整个试验系统压力下降到起始压力(为保证被试阀阀芯的全开度,保证此起始压力不超过被试阀出口压力值的 50%和被试阀调定的进口压力值的 20%)。然后迅速关闭阀 3a,使进油回路中产生一个按 3.1.1.2 中所选用的压力梯度,在被试阀 6 的出口处测量被试阀的出口压力的瞬态响应。

##### 4.2.4 出口流量阶跃压力响应特性试验

调节阀 2 使被试阀 6 的进口压力为所需的值,然后,调节被试阀 6 与 8a,使被试阀 6 的流量和出口压力调定在所需的试验值上。关闭阀 9,使被试阀 6 出口流量为零,然后开启阀 9,使被试阀的出口回路中产生一个流量的阶跃变化。这时,在被试阀 6 的出口处测量被试阀的出口压力瞬态响应。

阀 9 的开启时间不得大于被试阀响应时间的 10%,最大不超过 10ms。

被试阀和阀 8a 之间的油路容积要满足压力梯度的要求,即由公式  $\frac{dp}{dt} = \frac{q_v K_s}{V}$  计算出的压力梯度必须比实际测出被试阀出口压力响应曲线中的压力梯度大 10 倍以上。式中  $V$  是被试阀与阀 8a 之间的回路容积; $K_s$  是油液的等熵体积弹性模量; $q_v$  是流经被试阀的流量。

##### 4.2.5 卸压、建压特性试验

##### 4.2.5.1 最低工作压力试验

当减压阀是先导控制型式时,可以用一个卸荷控制阀 3b 来将先导级短路,使被试阀 6 卸荷,逐点测出各流量时被试阀的最低工作压力。试验方法按 GB 8107 有关条款。

##### 4.2.5.2 卸压时间和建压时间试验

按 4.1.4.2 进行试验,卸荷控制阀 3b 切换时,测量被试阀 6 从所控制的压力卸到最低压力值所需的时间和重新建立所需压力值的时间。

阀 3b 的切换时间不得大于被试阀响应时间的 10%,最大不超过 10ms。

## 5 试验报告

5.1 按试验数据和结果写出试验报告。所用符号和单位按表 1 规定。

### 5.2 试验有关资料

被试阀和试验条件的资料至少应包括下述各项,并在报告中写明:

- a. 制造厂厂名;
- b. 产品规格(型号、系列号等等);
- c. 制造厂有关阀的说明;
- d. 连接管道和管接头的明细表;
- e. 制造厂有关过滤的要求;
- f. 试验回路中过滤器精度等级;
- g. 试验油液的实际固体污染等级;
- h. 试验油液(牌号和说明);
- i. 试验油液的运动粘度;
- j. 试验油液的密度;
- k. 试验油液的等熵体积弹性模量;
- l. 试验油液的温度;
- m. 环境温度。

### 5.3 试验结果

下列试验结果应绘制成表格和曲线。

- a. 耐压压力;
- b. 稳态压力—流量特性(见图 3);
- c. 控制部件调节“力”(见图 4);
- d. 流量或压力阶跃压力响应特性(见图 5);
- e. 卸压、建压特性(见图 6)。

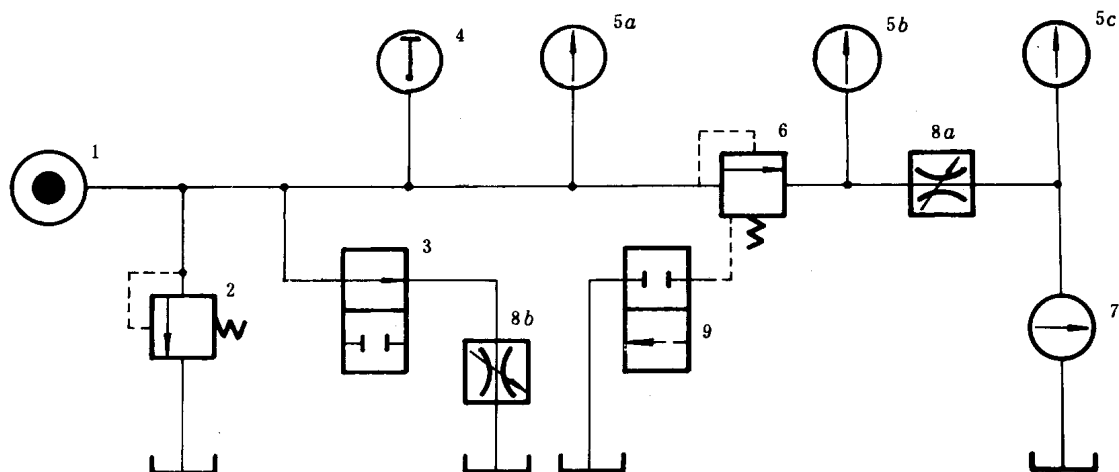


图 1 溢流阀试验回路

- 1—液压源; 2—溢流阀(安全阀); 3—旁通阀; 4—温度计; 5—压力计(压力传感器);  
6—被试阀; 7—流量计; 8—节流阀; 9—换向阀

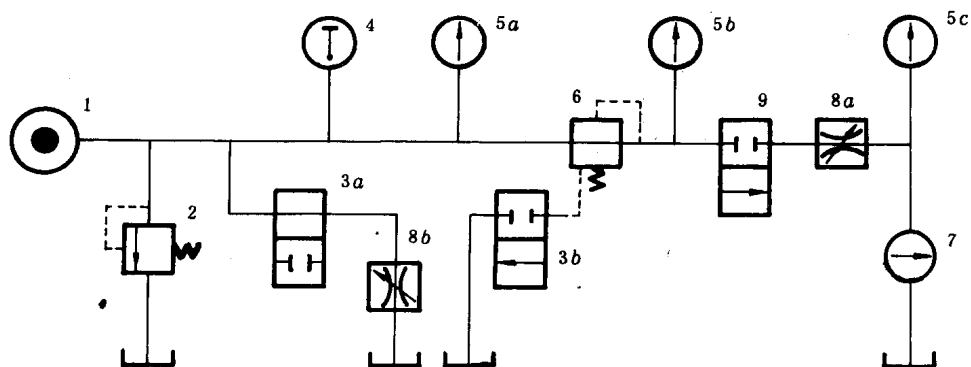
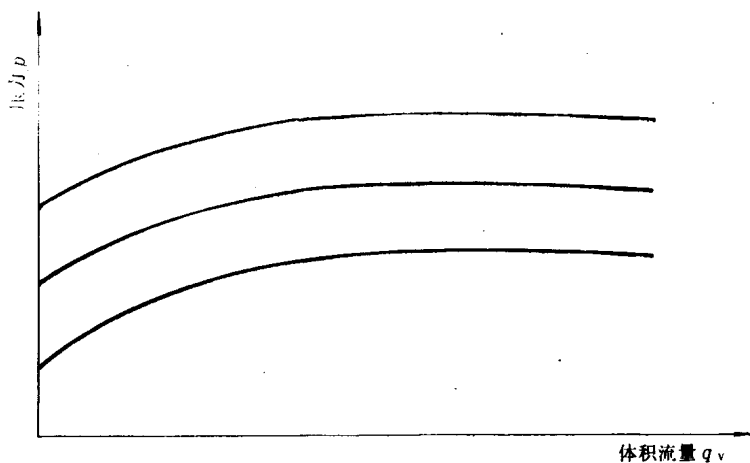


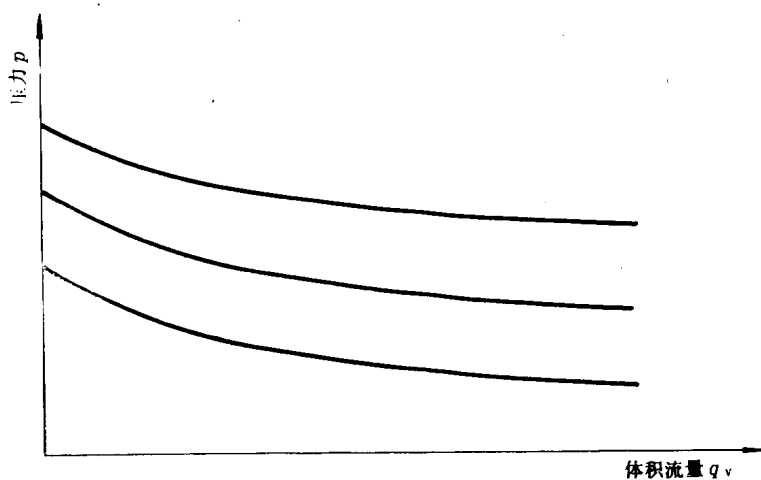
图 2 减压阀试验回路

1—液压源； 2—溢流阀； 3—旁通阀； 4—温度计； 5—压力计(压力传感器)；  
6—被试阀； 7—流量计； 8—节流阀； 9—换向阀

注：被试阀 6 与阀 8 间油路应有足够的刚度，且容积应尽量小。



a 溢流阀稳态压力—流量特性曲线



b 减压阀稳态压力—流量特性曲线

图 3

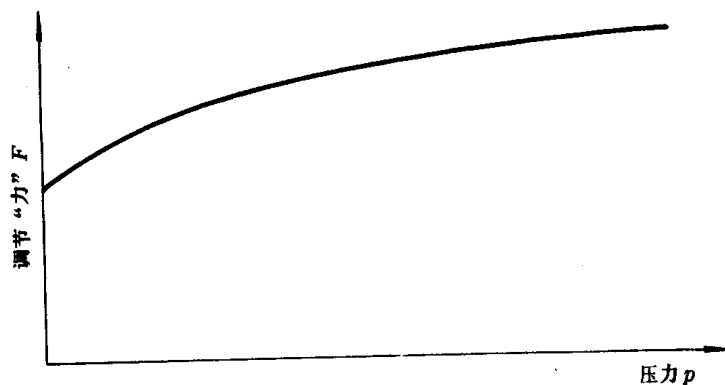


图 4 控制部件调节“力”曲线

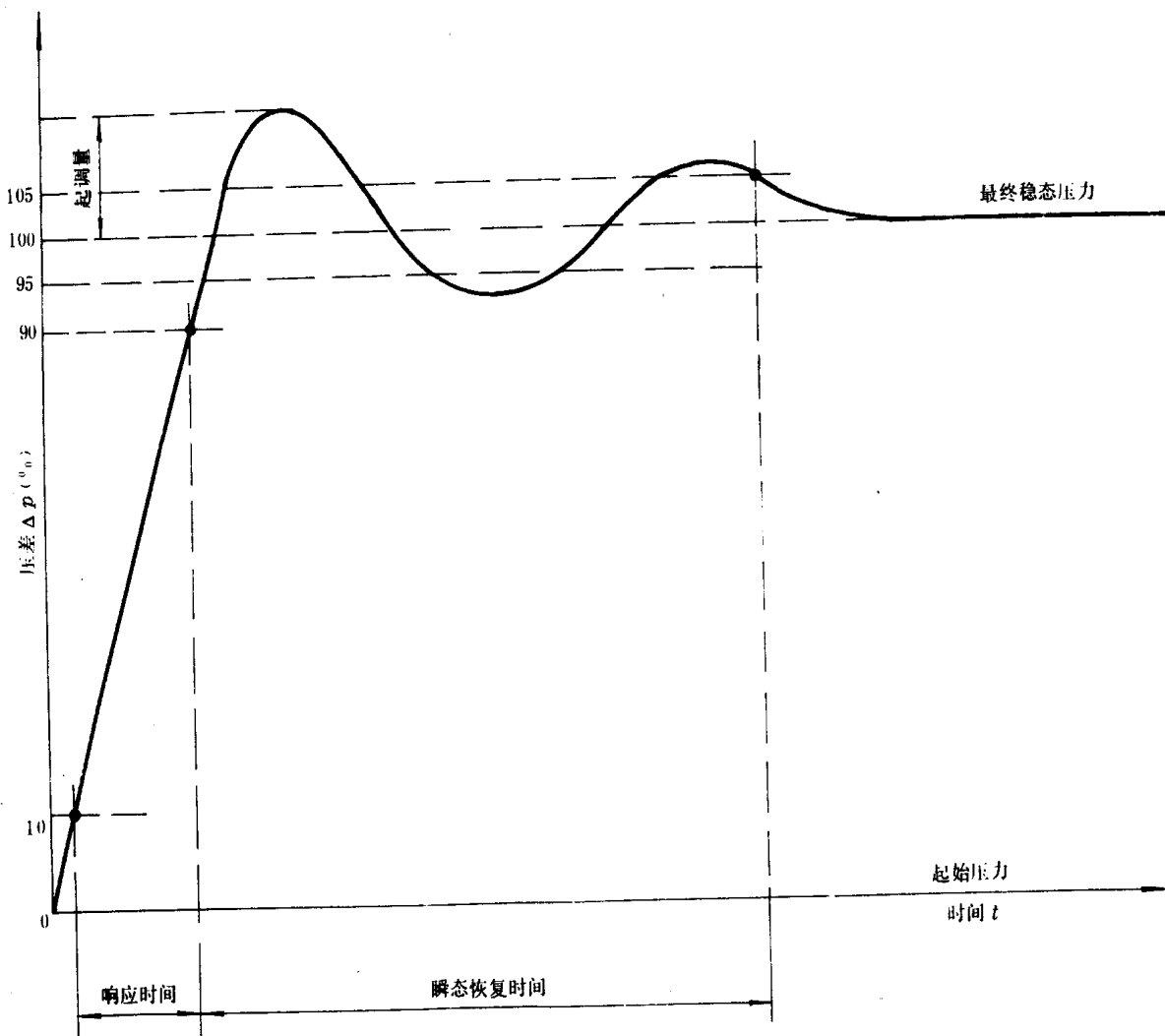


图 5 压力控制阀瞬态响应特性曲线

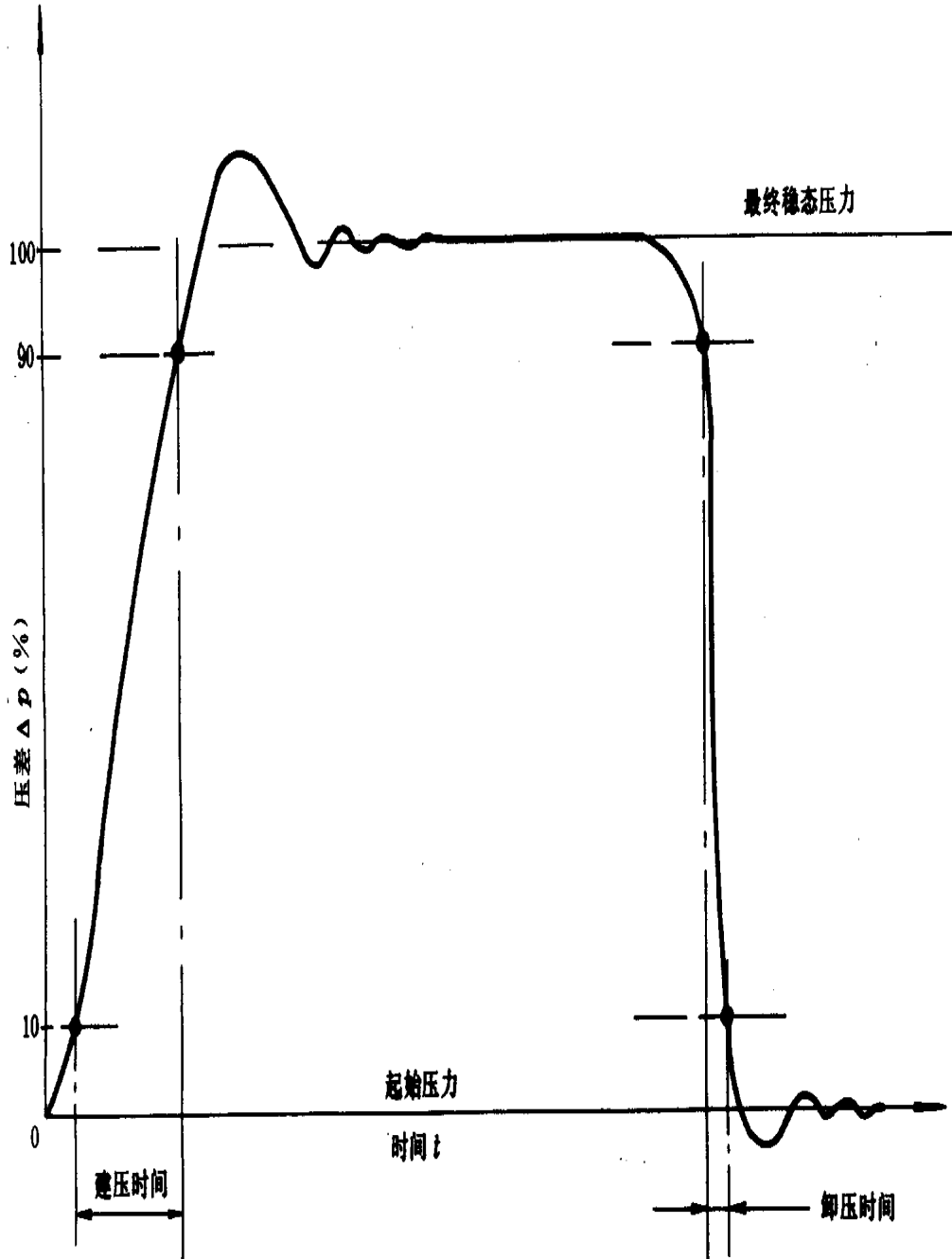


图 6 建压、卸压特性曲线



**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 中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 测试系统的允许系统误差

测试仪表参数	测试等级		
	A	B	C
流量, %	±0.5	±1.5	±2.5
压差, 低于 200kPa 表压时, kPa	±2.0	±6.0	±10.0
压差, 等于或超过 200kPa 表压时, %	±0.5	±1.5	±2.5
温度, °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, 而不是试验的最大值或测量系统的最大读数的百分比。

**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。

本标准由浙江大学、上海交通大学、中国船舶总公司第七研究院七〇四研究所负责起草。