

# 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10364—2002

## 液压单向阀

Hydraulic fluid power—Check valve

2002-12-27 发布

2003-04-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 量、符号和单位 ..... 1

5 标记和基本参数 ..... 2

5.1 标记 ..... 2

5.2 基本参数 ..... 2

6 技术要求 ..... 2

6.1 一般要求 ..... 2

6.2 性能要求 ..... 2

6.3 装配要求 ..... 3

6.4 外观要求 ..... 3

7 性能试验方法 ..... 3

7.1 试验装置 ..... 3

7.2 试验条件 ..... 3

7.3 试验项目和试验方法 ..... 4

8 装配和外观的检验 ..... 7

9 检验规则 ..... 7

9.1 检验分类 ..... 7

9.2 抽样 ..... 7

9.3 判定规则 ..... 8

10 标志、包装、运输和贮存 ..... 8

附录 A（规范性附录）试验回路和特性曲线 ..... 9

A.1 试验回路 ..... 9

A.2 特性曲线 ..... 9

图 A.1 试验回路原理图 ..... 9

图 A.2 压力—控制活塞的泄漏量曲线 ..... 10

图 A.3 流量—正向压力损失曲线 ..... 10

图 A.4 流量—反向压力损失曲线 ..... 10

图 A.5 流量—反向打开最低控制压力特性曲线 ..... 10

图 A.6 流量—反向关闭最高控制压力特性曲线 ..... 10

表 1 量、符号和单位 ..... 2

表 2 被控参量平均显示值允许变化范围 ..... 4

表 3 测量系统的允许系统误差 ..... 4

表 4 出厂试验项目与方法 ..... 5

表 5 型式试验项目与试验方法 ..... 6

表 6 装配和外观的检验方法 ..... 7

## 前 言

本标准的附录A是规范性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国液压气动标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：北京华德液压工业集团有限责任公司、大连组合机床研究所液压技术工程公司、北京机械工业自动化研究所。

本标准主要起草人：范静、林广、刘新德。

本标准是首次发布。

# 液压单向阀

## 1 范围

本标准规定了液压单向阀、液控单向阀（以下简称单向阀）的基本参数、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输和贮存等要求。

本标准适用于以液压油或性能相当的其他液体为工作介质的螺纹连接、板式连接和叠加式连接的单向阀。

## 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 786.1 液压气动图形符号（GB/T 786.1—1993, eqv ISO 1219-1: 1991, Fluid power systems and components—Graphic symbols and circuit diagrams—Part 1: Graphic symbols）

GB/T 2346 液压气动系统及元件 公称压力系列

GB/T 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB/T 2878 液压元件螺纹连接 油口型式与尺寸

GB/T 7935 液压元件 通用技术条件

GB/T 8099 液压叠加阀 安装面

GB/T 8100 板式联接液压压力控制阀、顺序阀、卸荷阀、节流阀和单向阀 安装面

GB/T 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号（GB/T 14039—2002, ISO 4406: 1999, MOD）

GB/T 17446 流体传动系统及元件 术语（GB/T 17446—1998, idt ISO 5598: 1985）

GB/T 17489 液压颗粒污染分析 从工作系统管路中提取液样（GB/T 17489—1998, idt ISO 4021: 1992）

JB/T 7858 液压元件清洁度评定方法及液压元件清洁度指标

## 3 术语和定义

GB/T 17446中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**公称流量 nominal flow**

单向阀名义上规定的流量。

### 3.2

**试验流量 test flow**

测试被试阀性能时规定的流量。

## 4 量、符号和单位

量、符号和单位见表1。

表 1 量、符号和单位

| 名 称      | 符 号          | 量 纲             | 单 位               |
|----------|--------------|-----------------|-------------------|
| 阀的公称通径   | $D$          | $L$             | mm                |
| 体积流量     | $q_v$        | $L^3T^{-1}$     | L/min             |
| 管道内径     | $d$          | $L$             | mm                |
| 压力、压差    | $p、\Delta p$ | $ML^{-1}T^{-2}$ | Pa (MPa)          |
| 时间       | $t$          | $T$             | s (min)           |
| 油液质量密度   | $\rho$       | $ML^{-3}$       | kg/m <sup>3</sup> |
| 运动黏度     | $\nu$        | $L^2T^{-1}$     | m <sup>2</sup> /s |
| 温度       | $\theta$     | $\Theta$        | ℃                 |
| 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：M——质量；L——长度；T——时间； $\Theta$ ——温度。

5 标记和基本参数

5.1 标记

应在产品上适当且明显的位置做出清晰和永久的标记和铭牌。标记和铭牌的内容应符合GB/T 7935的规定，采用的图形符号应符合GB/T 786.1的规定。

5.2 基本参数

单向阀的基本参数应包括：公称压力、公称通径、公称流量、额定流量等。

6 技术要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 公称压力系列应符合GB/T 2346的规定。
- 6.1.2 板式连接安装面应符合GB/T 8100的规定，叠加式安装面应符合GB/T 8099的规定。
- 6.1.3 螺纹连接油口的型式和尺寸应符合GB/T 2878的规定。
- 6.1.4 其他技术要求应符合GB/T 7935的规定。
- 6.1.5 制造商应在产品样本及相关资料中说明产品适用的条件和环境要求。

6.2 性能要求

6.2.1 液压单向阀的性能要求应包括：

- a) 压力损失；
- b) 开启压力；
- c) 内泄漏量；
- d) 密封性：在额定工况下，液压单向阀静密封处不得渗油，动密封处不得滴油；
- e) 耐压性：液压单向阀各承压油口应能承受该油口最高工作压力的1.5倍，不得有外渗漏及零件损坏等现象。
- f) 耐久性：在额定工况下，液压单向阀应能承受规定的动作次数，其零件不得有异常磨损和其他形式的损坏，各项性能指标下降不得超过规定值的10%。

6.2.2 液控单向阀的性能要求应包括：

- a) 控制活塞泄漏量；

- b) 压力损失;
- c) 开启压力;
- d) 反向开启最低控制压力;
- e) 反向关闭最高控制压力;
- f) 内泄漏量;
- g) 密封性: 在额定工况下, 液控单向阀静密封处不得渗油, 动密封处不得滴油;
- h) 耐压性: 液控单向阀各承压油口应能承受该油口最高工作压力的1.5倍, 不得有外渗漏及零件损坏等现象。
- i) 耐久性: 在额定工况下, 液控单向阀应能承受规定的动作次数, 其零件不得有异常磨损和其它形式的损坏, 各项性能指标下降不得超过规定值的10%。

### 6.3 装配要求

6.3.1 单向阀的装配要求按GB/T 7935的规定。

6.3.2 单向阀的内部清洁度要求按JB/T 7858的规定。

### 6.4 外观要求

产品外观应符合GB/T 7935的规定。

## 7 性能试验方法

### 7.1 试验装置

7.1.1 出厂试验和型式试验应具有符合图A.1所示试验回路的试验台。

#### 7.1.2 油源的流量及压力

油源的流量应能调节, 并应大于被试阀的试验流量。

油源的压力应能短时间超过被试阀公称压力20%~30%。

7.1.3 允许在给定的基本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, 但不应影响被试阀的性能。

7.1.4 与被试阀连接的管道和管接头的内径应与被试阀的实际通径一致。

#### 7.1.5 测压点的位置:

7.1.5.1 进口测压点应设置在扰动源(如阀、弯头)的下游与被试阀的上游之间, 与扰动源的距离不小于 $10d$ ( $d$ 为管道内径), 与被试阀的距离不小于 $5d$ 。

7.1.5.2 出口测压点应设置在被试阀的下游不小于 $10d$ 处。

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

#### 7.1.6 测压孔:

7.1.6.1 测压孔直径应不小于1mm, 不大于6mm。

7.1.6.2 测压孔长度应不小于测压孔直径的2倍。

7.1.6.3 测压孔轴线和管道轴线垂直, 管道内表面与测压孔的交角应保持锐边, 但不得有毛刺。

7.1.6.4 测压点与测量仪表之间的连接管道内径不小于3mm。

7.1.6.5 测压点与测量仪表连接时, 应排除连接管道中的空气。

7.1.7 测温点应设置在被试阀进口测压点上游不大于 $15d$ 处。

7.1.8 油液取样点宜按照GB/T 17489的规定, 在试验回路中设置油液取样点及提取液样。

### 7.2 试验条件

#### 7.2.1 试验介质

7.2.1.1 试验介质为一般液压油。

7.2.1.2 试验介质的温度: 除明确规定外, 型式试验应在 $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 下进行, 出厂检验应在 $50^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ 下进行。

- 7.2.1.3 试验介质的黏度：40℃时的油液运动黏度为42mm<sup>2</sup>/s~74mm<sup>2</sup>/s（特殊要求另行规定）。
- 7.2.1.4 试验介质的清洁度：试验系统油液的固体颗粒污染等级不应高于GB/T14039—2002中规定的等级—/19/16。
- 7.2.2 稳态工况
- 7.2.2.1 当被控参量平均显示值的变化范围不超过表2的规定值时，视为稳态工况。应在稳态工况下记录试验参量的测量值。

表 2 被控参量平均显示值允许变化范围

| 被 控 参 量                     | 各测量准确度等级 <sup>a</sup> 对应的被控参量<br>平均显示值允许变化范围 |      |      |
|-----------------------------|----------------------------------------------|------|------|
|                             | A                                            | B    | C    |
| 压力 (%)                      | ±0.5                                         | ±1.5 | ±2.5 |
| 流量 (%)                      | ±0.5                                         | ±1.5 | ±2.5 |
| 温度 ℃                        | ±1.0                                         | ±2.0 | ±4.0 |
| 黏度 (%)                      | ±5                                           | ±10  | ±15  |
| <sup>a</sup> 测量准确度等级见7.2.4。 |                                              |      |      |

- 7.2.2.2 型式试验时，试验参量测量读数数目的选择和所取读数的分布情况应能反映被试阀在整个范围内的性能。
- 7.2.2.3 为了保证试验结果的重复性，试验参量应在规定的时间间隔测得。
- 7.2.3 试验流量
- 7.2.3.1 当规定的被试阀额定流量小于或等于200L/min时，试验流量应为额定流量。
- 7.2.3.2 当规定的被试阀额定流量大于200L/min时，允许试验流量为200L/min，但必须经工况考核，被试阀的性能指标以满足工况要求为依据。
- 7.2.3.3 出厂试验允许降流量进行，但应对性能指标给出相应修正值。

7.2.4 测量准确度等级

测量准确度等级分A、B、C三级。型式检验不应低于B级，出厂检验不应低于C级。各等级所对应的测量系统的允许误差应符合表3的规定。

表 3 测量系统的允许系统误差

| 测量仪器、仪表的参量                          | 各测量准确度等级对应的测量系统<br>的允许误差 |      |      |
|-------------------------------------|--------------------------|------|------|
|                                     | A                        | B    | C    |
| 压力（表压力 $p < 0.2\text{MPa}$ ） kPa    | ±2                       | ±6   | ±10  |
| 压力（表压力 $p \geq 0.2\text{MPa}$ ） (%) | ±0.5                     | ±1.5 | ±2.5 |
| 流量 (%)                              | ±0.5                     | ±1.5 | ±2.5 |
| 温度 ℃                                | ±0.5                     | ±1.0 | ±2.0 |

7.3 试验项目和试验方法

7.3.1 出厂试验

出厂试验项目和方法按表4的规定。

表 4 出厂试验项目与方法

| 序号 | 试验项目     | 试 验 方 法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 试验类型 | 备 注                                              |
|----|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------|
| 1  | 耐压性      | 将电液动换向阀7换向到右边位置，调节溢流阀2-1，调节压力从最低工作压力开始，以每秒2%的速率递增，直至被试阀4的最高工作压力的1.5倍。到达后保压5min。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 必试   |                                                  |
| 2  | 内泄漏量     | 将电液动换向阀7换向三次后再换向到右边位置，调节溢流阀2-1，使被试阀4的B油口压力为公称压力和1MPa，分别在A油口1min后测量内泄漏量。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 必试   |                                                  |
| 3  | 控制活塞内泄漏量 | 关闭溢流阀2-3，调节溢流阀2-1，使被试阀4的A油口压力为公称压力，测量被试阀4控制活塞的泄漏量（对内泄式在控制油口X测量，对外泄式在泄油口Y测量）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 抽试   | 仅对液控单向阀试验。                                       |
| 4  | 正向压力损失   | 使通过被试阀4的流量为试验流量，用压力表3-1和3-2测量压力，其压差即为被试阀4的正向压力损失。<br>对被试液控单向阀，应在控制压力为零和控制压力使被试液控单向阀全开两种情况下试验正向压力损失。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 抽试   |                                                  |
| 5  | 反向压力损失   | 将电液动换向阀7和手动换向阀8换向到右边位置，调节溢流阀2-2，使控制压力能保证被试阀4全开，并使反向通过被试阀4的流量为试验流量，用压力表3-2和3-1测量压力，其压差即为被试阀4的反向压力损失。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 抽试   |                                                  |
| 6  | 开启压力     | 拆除被试阀4的B油口管路，调节溢流阀2-1，使被试阀4的A油口压力从尽可能低的压力逐渐增高，当压力增高到被试阀4的B油口有油液流出时，用压力表3-1测量压力，此压力即为被试阀4的开启压力，反复试验不少于三次。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 抽试   | 当被试阀规定的开启压力低于溢流阀2-1的最低调节压力时，可采用节流阀取代溢流阀2-1来调节压力。 |
| 7  | 控制压力特性   | <p>（1）反向开启最低控制压力试验：</p> <p>将电液动换向阀7和手动换向阀8换向到右边位置，调节溢流阀2-1、2-2和溢流阀2-3，使其满足下列条件：</p> <p>a) 被试阀4的B油口压力为公称压力的90%，并使反向通过被试阀4的流量为试验流量；</p> <p>b) 供给的控制压力必须使被试阀4处于全开状态。</p> <p>在上述试验条件下，再次调节溢流阀2-2，使控制压力从零逐渐增高，直到反向通过被试阀4的流量为试验流量时为止。用压力表3-3测量反向通过被试阀4的流量为试验流量时的最低控制压力，反复试验不少于三次。</p> <p>（2）反向关闭最高控制压力试验：</p> <p>将电液动换向阀7和手动换向阀8换向到右边位置，调节溢流阀2-1、2-2和溢流阀2-3，使其满足下列条件：</p> <p>a) 被试阀4A油口压力尽可能低，并使反向通过被试阀4的流量为试验流量；</p> <p>b) 供给的控制压力必须使被试阀4处于全开状态。</p> <p>在上述试验条件下，再次调节溢流阀2-2，使控制压力逐渐降低，直到被试阀4反向关闭为止。用压力表3-3测量被试阀4反向关闭时的最高控制压力，反复试验不少于三次。</p> | 抽试   |                                                  |

表 4（续）

| 序号 | 试验项目 | 试 验 方 法                                                                                                                                                               | 试验类型 | 备 注 |
|----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|
| 8  | 密封性  | <p>先将被试阀擦干净，如有个别部位不能一次擦干净，运转后产生“假”渗漏现象，则允许再次擦干净，检查内容分静密封和动密封两类：</p> <p>（1）静密封：用洁净的吸水纸贴在静密封处，至试验结束时取下，在吸水纸上如有油迹即为渗油。</p> <p>（2）动密封：在动密封处的下方放置白纸，至试验结束，白纸上如有油滴即为滴油。</p> | 抽试   |     |

7.3.2 型式试验

型式试验项目与试验方法按表5的规定。

表 5 型式试验项目与试验方法

| 序号 | 试验项目 | 试 验 方 法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 备 注                                                                                                                                                           |
|----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 稳态特性 | <p>按7.3.1的规定试验全部项目，并按以下方法试验和绘制特性曲线图：</p> <p>a) 在控制活塞的泄漏量试验时，使被试阀4的A油口压力从零逐渐增高到公称压力，其间设几个测压点（设定的测压点数应足以描出压力—控制活塞的泄漏量曲线），逐点测量被试阀4的控制活塞的泄漏量。并绘制压力—控制活塞的泄漏量曲线（见图A.2）。</p> <p>b) 在正向压力损失试验时，使通过被试阀4的流量从零逐渐增大到试验流量，其间设几个测量点（设定的测量点数应足以描出流量—正向压力损失曲线），逐点测量被试阀4的正向压力损失，并绘制流量—正向压力损失曲线（见图A.3）。</p> <p>c) 在反向压力损失试验时，使通过被试阀的流量到试验流量，其间设几个测量点（设定的测量点数应足以描出流量—反向压力损失曲线），逐点测量被试阀4的反向压力损失，并绘制流量—反向压力损失曲线（见图A.4）。</p> <p>d) 在控制压力特性试验时，对反向开启最低压力试验，应使被试阀4的B油口压力分别为公称压力的90%、75%、50%、25%和最低B油口压力 <math>p_{Bmin}</math>（此压力系指被试阀4的A油口压力尽可能地低，并使反向通过被试阀4的流量为试验流量时的B油口压力），并在上述规定的各档B油口压力下，供给的控制压力必须使被试阀4处于全开状态，使反向通过被试阀4的流量为试验流量。然后，使控制压力从零逐渐增高，记录反向通过被试阀4的流量 <math>q_v</math> 和对应的控制压力 <math>p_{xO}</math>，绘制见图A.5的流量—反向开启最低控制压力特性曲线。</p> <p>e) 对反向关闭最高控制压力试验，应记录 <math>q_v</math> 和对应的控制压力 <math>p_{xC}</math>，绘制见图A.6的流量—反向关闭最高控制压力特性曲线。</p> | <p>a) 压力—控制活塞的泄漏量曲线——仅液控单向阀绘制此曲线。</p> <p>b) 流量—反向压力损失曲线——仅液控单向阀绘制此曲线。</p> <p>c) 流量—反向开启最低控制压力特性曲线——仅液控单向阀绘制此曲线。</p> <p>d) 流量—反向关闭最高控制压力特性曲线——仅液控单向阀绘制此曲线。</p> |

表 5 (续)

| 序号 | 试验项目 | 试 验 方 法                                                                                                                                                       | 备 注 |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2  | 耐久性  | 调节溢流阀2-1和2-3, 使被试阀4的A油口压力为公称压力, 并使通过被试阀4的流量为试验流量。<br>将电液动换向阀7以60次/min的频率连续换向, 试验被试阀4的动作次数, 并在达到耐久性指标中规定的动作次数后, 检查被试阀4的主要零件。<br>经耐久性试验后, 再按7.3.1出厂试验的规定试验全部项目。 |     |

8 装配和外观的检验

装配和外观的检验方法按表6的规定。

表 6 装配和外观的检验方法

| 序号 | 检验项目  | 检验方法           | 检验类型 | 备注 |
|----|-------|----------------|------|----|
| 1  | 装配质量  | 目测法。           | 必检   |    |
| 2  | 内部清洁度 | 按JB/T 7858的规定。 | 抽检   |    |
| 3  | 外观质量  | 目测法。           | 必检   |    |

9 检验规则

9.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

9.1.1 出厂检验

出厂检验系指产品交货时应进行的各项试验。

性能检验的项目和方法按7.3.1的规定, 性能要求应符合6.2的规定, 装配和外观的检验方法按第8章的规定, 质量应符合6.3和6.4的要求。

9.1.2 型式检验

型式检验系指对产品质量进行全面考核, 即按标准规定的技术要求进行全面检验。

凡属下列情况之一者, 进行型式检验:

- a) 新产品研制或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后, 当结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- c) 产品长期停产后, 恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

性能检验的项目和方法按7.3.2的规定, 性能要求应符合6.2的规定; 装配和外观的检验方法按第8章的规定, 质量应符合6.3和6.4的要求。

9.2 抽样

产品检验的抽样方案按GB/T 2828的规定。

注: 质量监督检验的抽样按有关规定。

9.2.1 出厂检验抽样

- a) 合格质量水平 (AQL值): 2.5;
- b) 抽样方案类型: 正常检查一次抽样方案;
- c) 检查水平: 一般检查水平 II; 耐久性试验样本大小为0.3%, 但不得少于两台。

### 9.2.2 型式检验抽样

- a) 合格质量水平 (AQL值): 2.5[6.5];
- b) 抽样方案类型: 正常检查一次抽样方案;
- c) 样本大小: 5台[2台]。

注: 方括号内的数值仅适用于耐久性试验。

### 9.2.3 内部清洁度检验抽样

- a) 合格质量水平 (AQL值): 2.5;
- b) 抽样方案类型: 正常检查一次抽样方案;
- c) 检验水平: 特殊检验水平S-2。

### 9.3 判定规则

按GB/T 2828的规定。

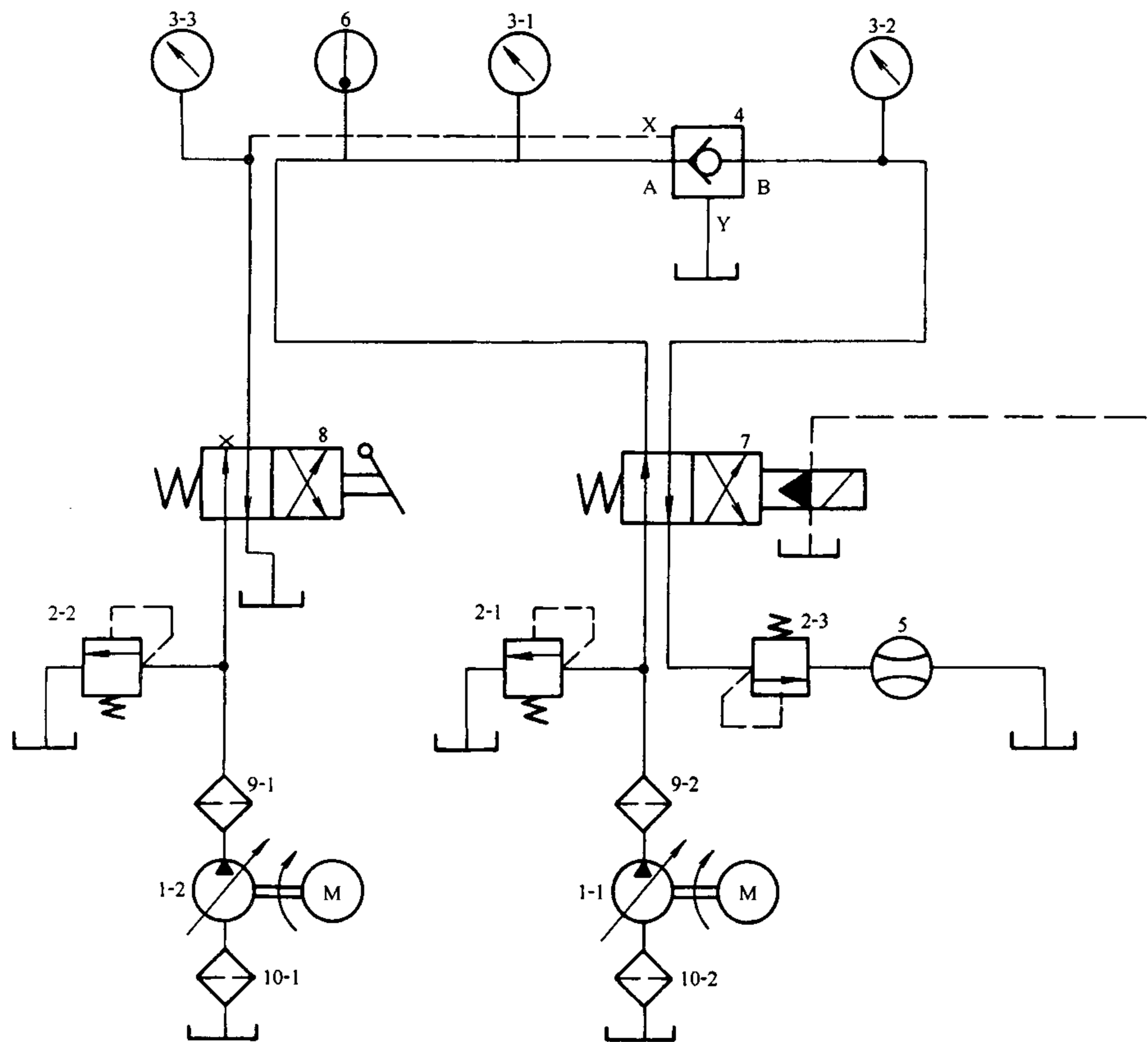
## 10 标志、包装、运输和贮存

标志、包装、运输和贮存按GB/T 7935的规定。特殊要求可另行规定。

附录 A  
(规范性附录)  
试验回路和特性曲线

A.1 试验回路

试验回路原理图见图A.1。



1-1、1-2——液压泵；2-1、2-2、2-3——溢流阀；3-1、3-2、3-3——压力表；4——被试阀；  
5——流量计；6——温度计；7——电液动换向阀；8——手动换向阀；  
9-1、9-2——精过滤器；10-1、10-2——粗过滤器。

图 A.1 试验回路原理图

A.2 特性曲线

- A.2.1 压力—控制活塞的泄漏量曲线见图A.2。
- A.2.2 流量—正向压力损失曲线见图A.3。
- A.2.3 流量—反向压力损失曲线见图A.4。
- A.2.4 流量—反向打开最低控制压力特性曲线见图A.5。
- A.2.5 流量—反向关闭最高控制压力特性曲线见图A.6。

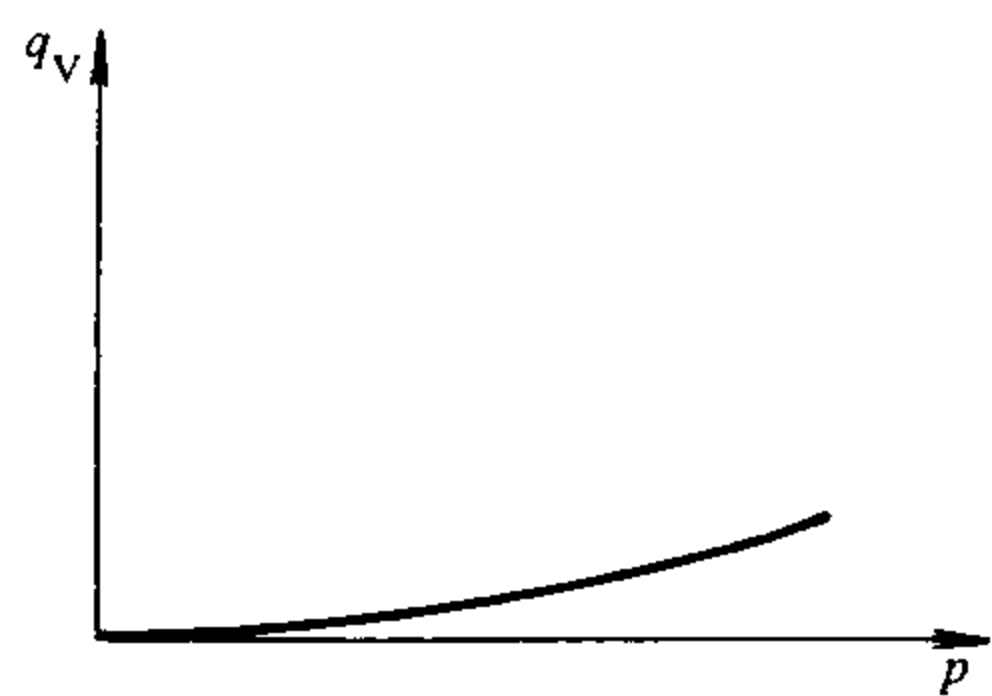


图 A.2 压力—控制活塞的泄漏量曲线

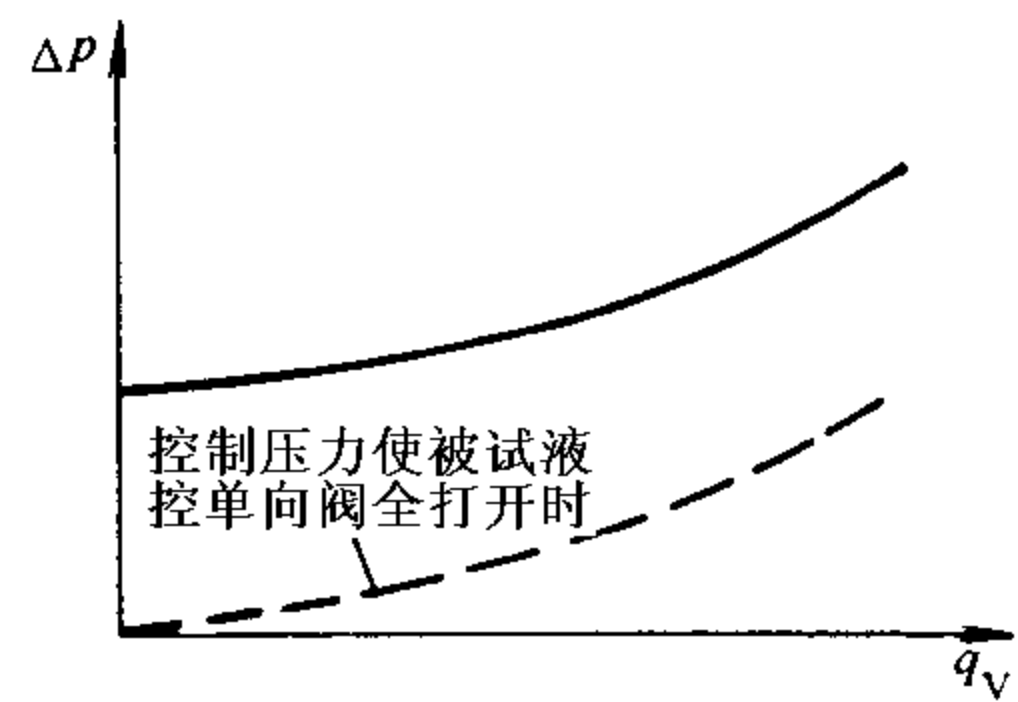


图 A.3 流量—正向压力损失曲线

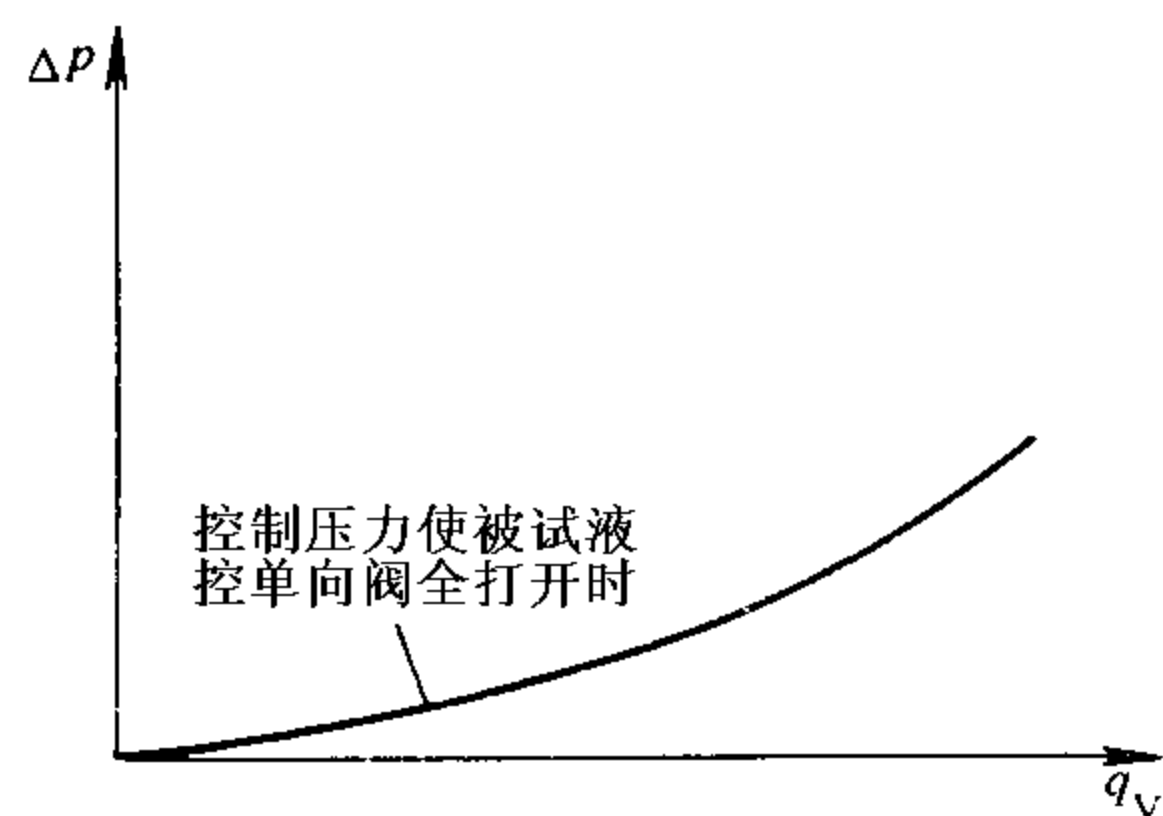
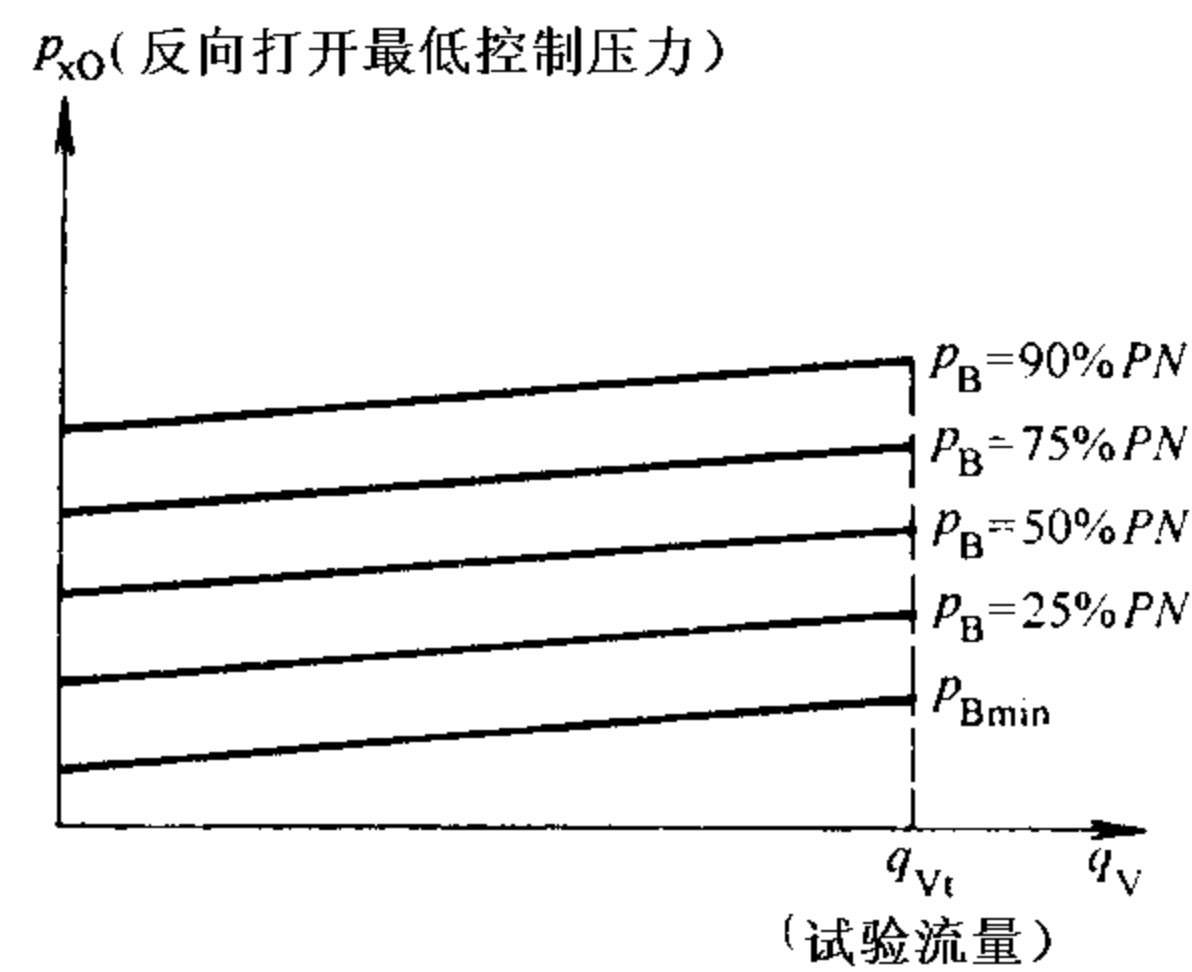


图 A.4 流量—反向压力损失曲线



注：  $p_N$  —— 被试阀4公称压力。

图 A.5 流量—反向打开最低控制压力特性曲线

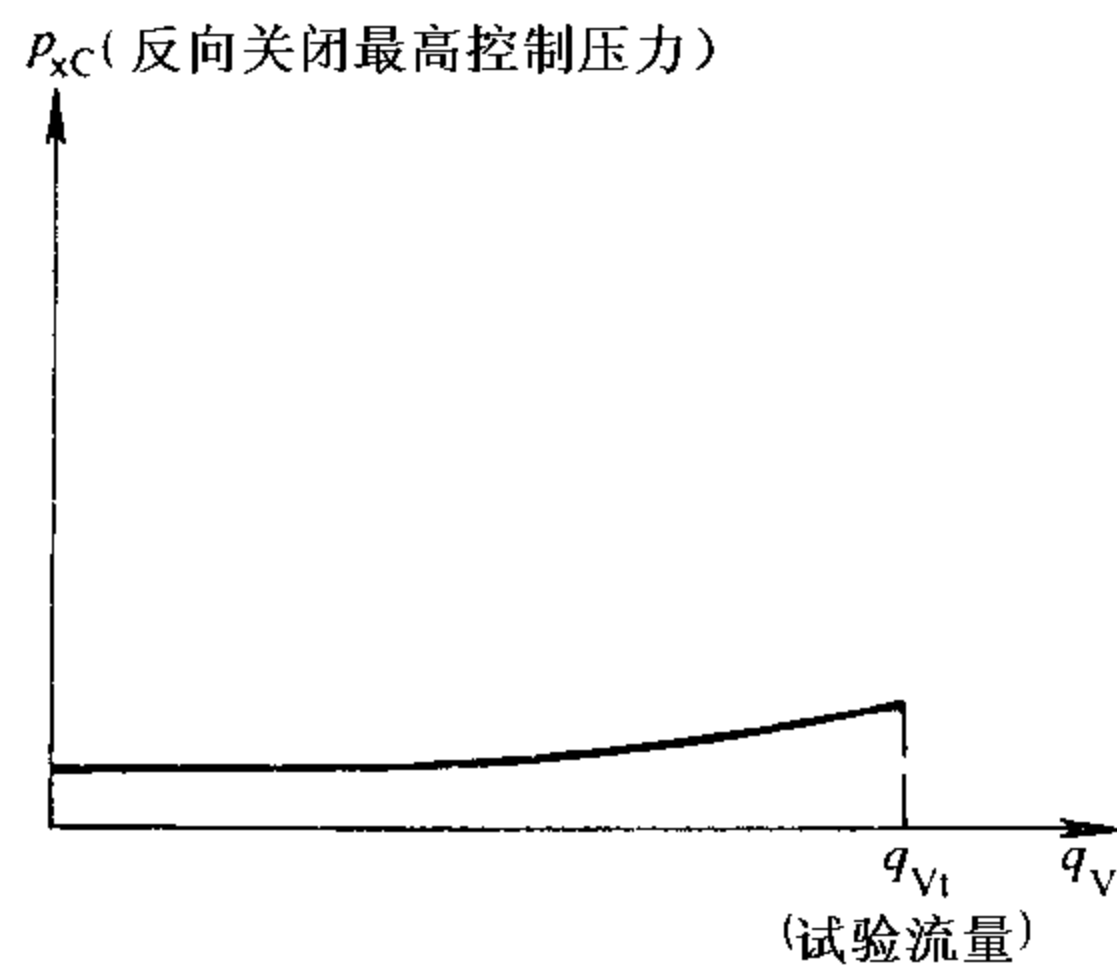


图 A.6 流量—反向关闭最高控制压力特性曲线