

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10373—2002

液电液动换向阀和液动换向阀

Hydraulic fluid power—Solenoid actuated pilot operated directional control valve and hydraulic pilot operated directional control 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..... III

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..... 2

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..... 8

9 检验规则..... 8

9.1 检验分类..... 8

9.2 抽样..... 9

9.3 判定规则..... 9

10 标志、包装、运输和贮存..... 9

附录 A（规范性附录）试验回路和特性曲线..... 10

A.1 试验回路..... 10

A.2 特性曲线..... 10

图 A.1 试验回路原理图..... 10

图 A.2 流量—压力损失曲线..... 11

图 A.3 压力—内泄漏量曲线..... 11

图 A.4 工作范围图..... 11

图 A.5 测试系统方框图..... 11

图 A.6 阀芯位移—时间瞬态响应曲线..... 12

图 A.7 出口压力—时间瞬态响应曲线..... 12

表 1 量、符号和单位..... 1

表 2 被控参量平均显示值允许变化范围..... 3

表 3 测量系统的允许系统误差..... 4

表 4 出厂试验项目与试验方法..... 4

表 5 型式试验项目与试验方法..... 7

表 6 装配和外观的检验方法..... 8

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、北京机械工业自动化研究所。

本标准主要起草人：周维科、刘新德。

本标准是首次发布。

液压电液动换向阀和液动换向阀

1 范围

本标准规定了液压电液动换向阀和液动换向阀的基本参数、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装等要求。

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液压电液动换向阀和液动换向阀。

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 2514 四油口板式液压方向控制阀安装面（GB/T 2514—1993，eqv ISO 4401:1980, Hydraulic fluid power-four-port directional control valves-mounting surfaces）

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 14039—2002 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号（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

液压电液动换向阀和液动换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

表 1 (续)

名称	符号	量纲	单位
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)
油液密度	ρ	ML^{-3}	kg/m ³
运动粘度	ν	L^2T^{-1}	m ² /s
温度	θ	Θ	℃
等熵体积弹性模量	K_s	$ML^{-1}T^{-2}$	Pa
体积	V	L^3	m ³
注: M——质量; L——长度; T——时间; Θ ——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或铭牌。标记或铭牌的内容应符合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

液压电液动换向阀和液动换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、滑阀机能、背压。

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 2514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

电液动换向阀、液动换向阀的性能要求应包括:

- a) 换向性能;
- b) 压力损失;
- c) 内泄漏量;
- d) 响应时间;
- e) 最低控制压力;
- f) 密封性: 在额定工况下, 电液动换向阀和液动换向阀静密封处不得渗油, 动密封处不得滴油;
- g) 耐压性: 液压电液动换向阀和液动换向阀各承压油口应能承受该油口最高工作压力的1.5倍的压力, 不得有外渗漏及零件损坏等现象;
- h) 耐久性: 在额定工况下, 液压电液动换向阀和液动换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%。

6.3 装配要求

- 6.3.1 装配应按GB/T 7935的规定。
- 6.3.2 内部清洁度要求按JB/T 7858的规定。

6.4 外观要求

产品外观应按GB/T 7935的规定。

7 性能试验方法

7.1 试验装置

7.1.1 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，但不应影响到被试阀的性能。

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相一致。

7.1.5 测压点的位置。

7.1.5.1 进口测压点位置：

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

7.1.5.2 出口测压点位置：

出口测压点应设置在被试阀的下游不小于10*d*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的内径不小于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15*d*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℃±2℃下进行，出厂试验应在50℃±4℃下进行。

7.2.1.3 试验介质的黏度：40℃时的运动黏度为42mm²/s~74mm²/s（特殊要求另行规定）。

7.2.1.4 试验介质清洁度：试验系统油液的固体颗粒污染等级不应高于GB/T 14039—2002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*对应的被控参量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
* 测量准确度等级见7.2.5。			

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 瞬态工况

7.2.3.1 从被试阀输出侧到加载阀（包括与其相连的油路板）所组成的油路容积，在瞬态试验起始状态应是封闭容积，并在试验前使这封闭容积充满油液。在试验报告中应记录这封闭容积的大小以及容腔和管道材料。

7.2.3.2 对被试阀为外控式电液换向阀和液动换向阀时，控制回路的压力变化率应能使被试阀迅速动作，规定控制回路的压力变化率不得低于700MPa/S，控制回路的压力变化率系指控制压力从最终稳态压力值与起始稳态压力值之差的10%上升到90%的压力变化量与相应时间之比。

7.2.4 试验流量

7.2.4.1 当规定的被试阀额定流量小于或等于200L/min时，试验流量即为额定流量。

7.2.4.2 当规定的被试阀额定流量大于200L/min时，允许试验流量应为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。

7.2.4.3 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。

7.2.5 测量准确度等级

测量准确度等级分A、B、C三级。型式试验不应低于B级，出厂试验不应低于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 $^{\circ}\text{C}$	± 0.5	± 1.0	± 2.0

7.2.6 被试阀的电磁铁

出厂试验时，电磁铁的工作电压应为其额定电压的85%。

型式试验时，应在电磁铁的额定电压下，对电磁铁进行连续激磁至其规定的最高稳定温度，之后将电磁铁的电压降至其额定电压的85%，再对被试阀进行试验。

7.3 试验项目和试验方法

7.3.1 出厂试验

出厂试验项目与试验方法按表4规定。

表 4 出厂试验项目与试验方法

序号	试验项目	试验方法	试验类型	备注
1	耐压性	以每秒2%的速率，对各承压油口施加1.5倍的该油口最高工作压力，达到后保压5min。	抽试	
2	滑阀机能	按照被试阀的机能，依次换向和复位。同时，观察被试阀各油口的通油情况。	必试	
3	换向性能	①换向试验： 调节溢流阀2-1和单向节流阀6-1（或6-2），使被试阀4的P口压力为公称压力，再调节溢流阀2-2，使被试阀T口压力为规定背压值，并使通过被试阀4的流量为试验流量。	必试	

表 4 (续)

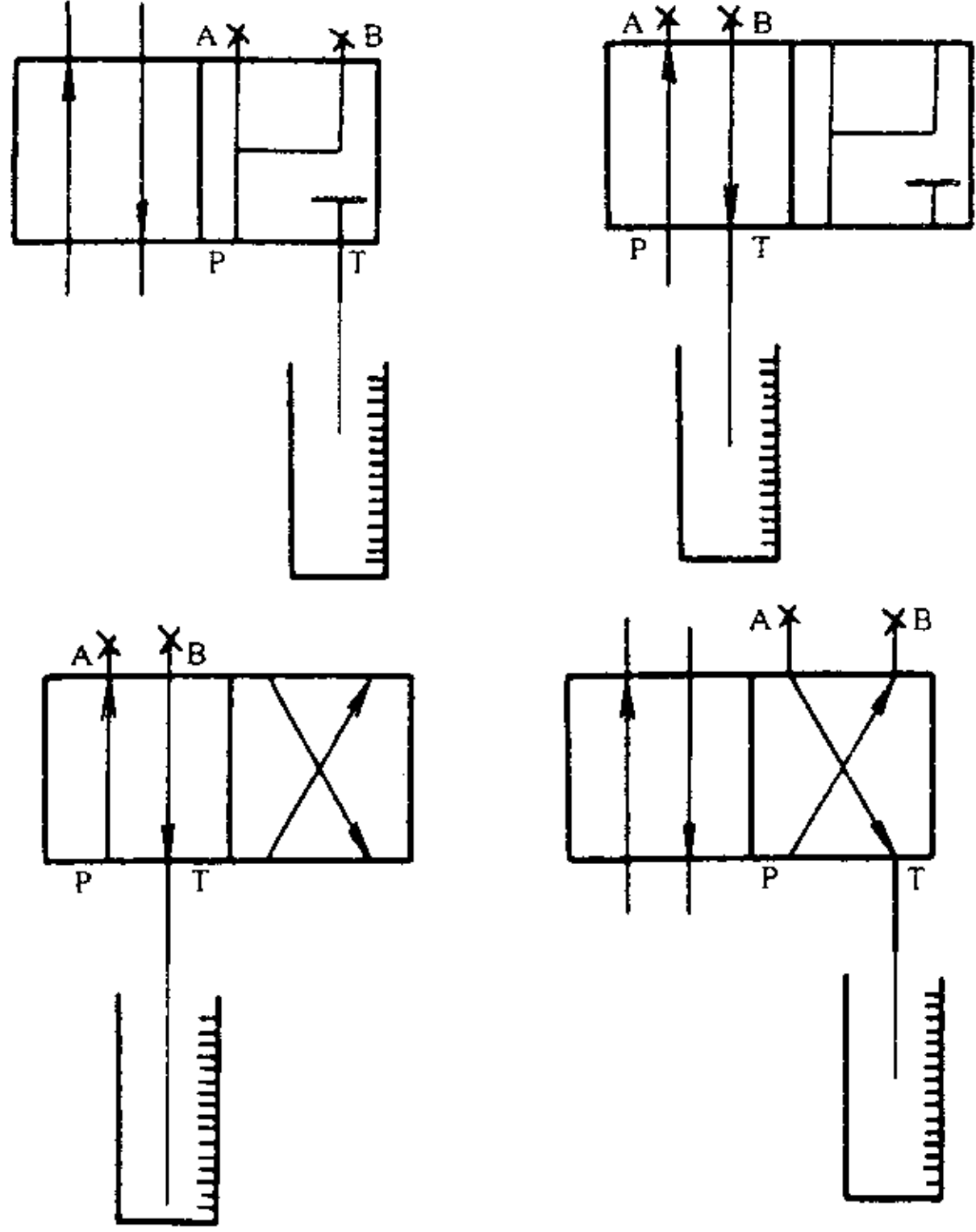
序号	试验项目	试验方法	试验类型	备注
3	换向性能	当被试阀4为电液动换向阀时，使被试阀4的电磁铁满足7.2.6的规定，调节溢流阀2-3使控制压力为被试阀4的最低控制压力（若其控制油为内部回油时，则使控制压力为最低控制压力加规定背压值）。然后将被试阀的电磁铁通电和断电，连续动作十次以上，试验被试阀4的换向和复位（对中）情况。	必试	
		当被试阀4为液动换向阀时，调节溢流阀2-3，使控制压力为被试阀的最低控制压力，然后将电磁阀7的电磁铁通电和断电，连续动作十次以上，试验被试阀4的换向和复位（对中）情况。	抽试	
4	压力损失	②停留试验： 在①试验的条件下，使被试阀4的阀芯在原始位置和换向位置上各停留五分钟。然后，将被试阀4的电磁铁通电和断电（对被试阀为电液动换向阀而言），或将电磁阀7的电磁铁通电和断电（对被试阀为液动换向阀而言），试验被试阀4的换向和复位（对中）情况。	抽试	
		将被试阀4的阀芯置于各通油位置，并使通过被试阀4的流量为试验流量，分别用压力表3-1、3-2、3-3、3-4测量各点的压力 p_P 、 p_A 、 p_B 、 p_T ，试验压力损失。 对二、三位四通被试阀：当油流方向为 $P \rightarrow A$ 、 $B \rightarrow T$ 时，压力损失为 $\Delta p_{P-A} = p_P - p_A$ 、 $\Delta p_{B-T} = p_B - p_T$ ，当油流方向为 $P \rightarrow B$ 、 $A \rightarrow T$ 时，压力损失为 $\Delta p_{P-B} = p_P - p_B$ 、 $\Delta p_{A-T} = p_A - p_T$ 。 对三位四通中间位置存在油流方向为 $P \rightarrow T$ 的滑阀机能的被试阀，在中间位置需做压力损失试验，压力损失为 $\Delta p_{P-T} = p_P - p_T$ 。其他滑阀机能，在中间位置不做试验。		
5	内泄漏量	调节溢流阀2-1使被试阀4的P口压力为公称压力，按照被试阀4的滑阀机能和结构，分别从A口（或B口）和T口测量被试阀4在各不同位置时的内泄漏量。 在测量内泄漏量前，将被试阀4连续动作十次以上，30s后再测量内泄漏量。 对不同的滑阀机能，内泄漏测量简图如下： 	必试	

表 4 (续)

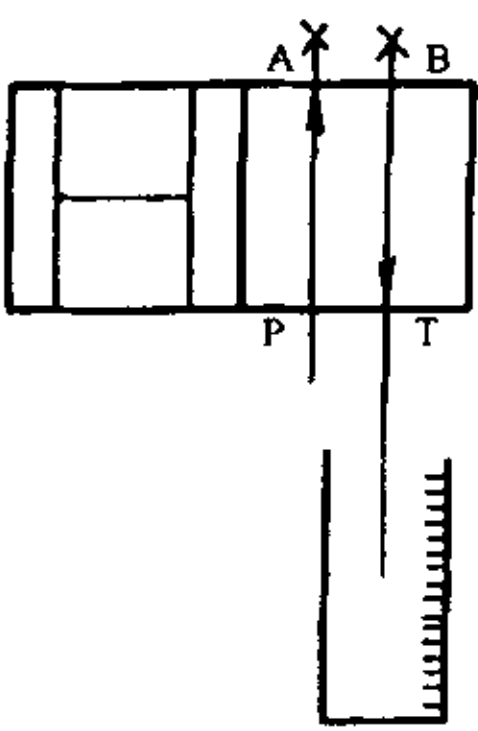
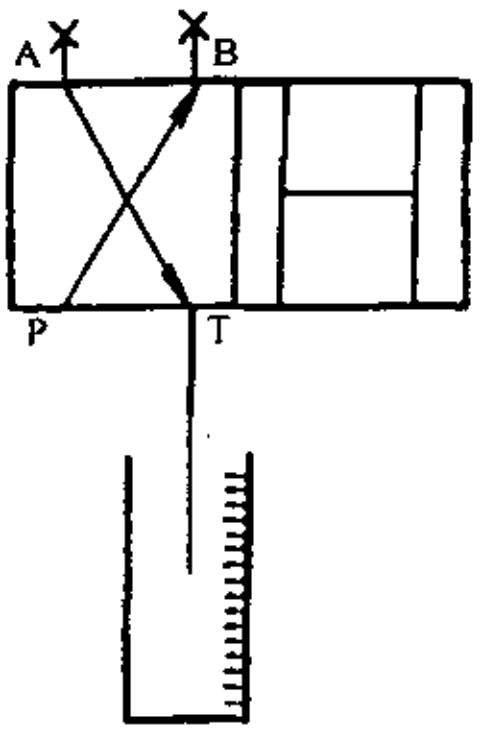
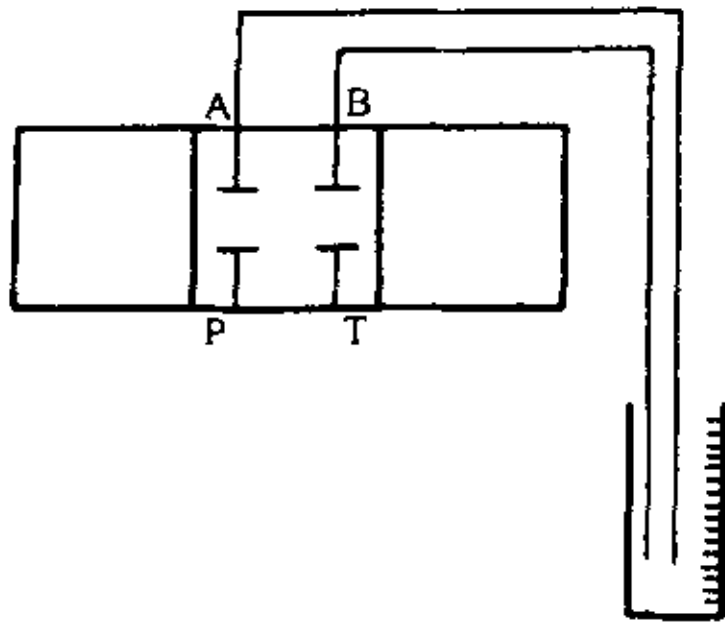
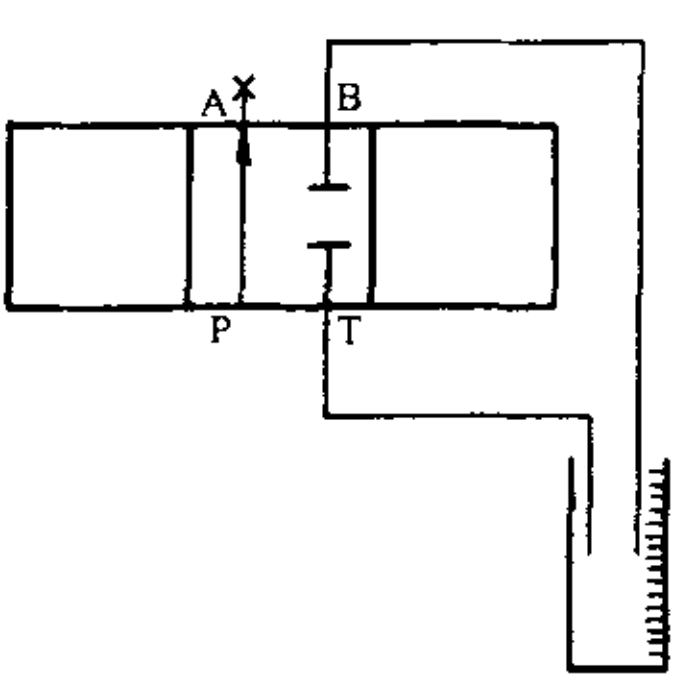
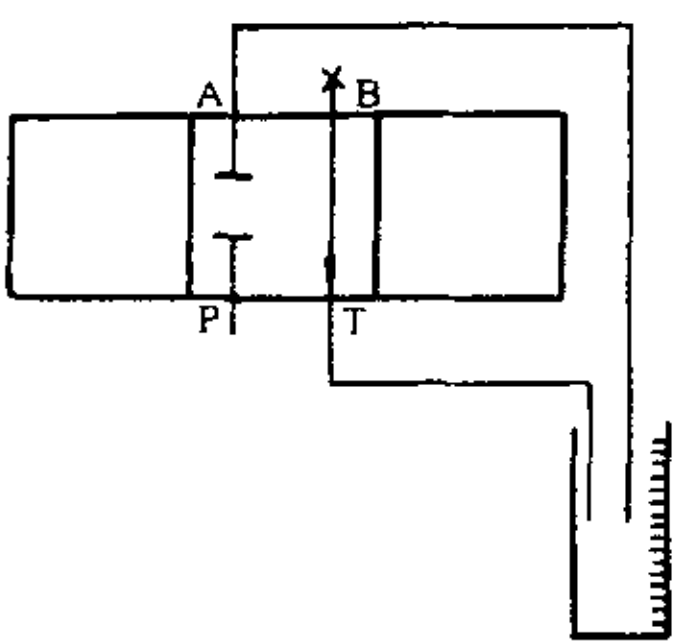
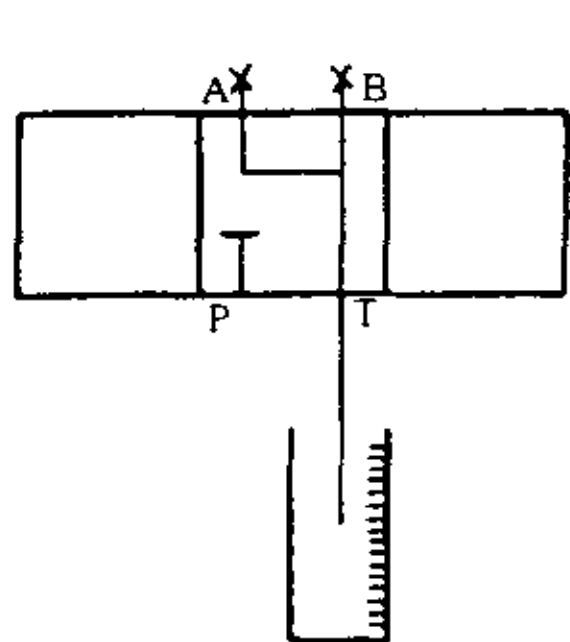
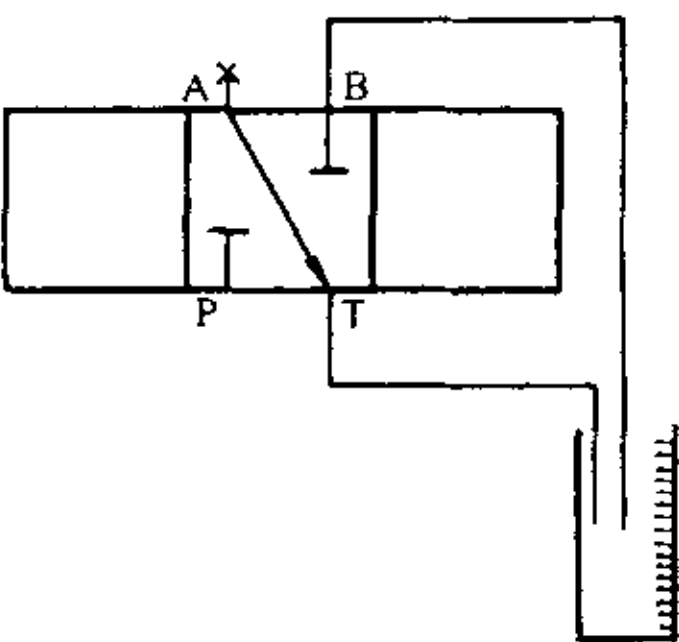
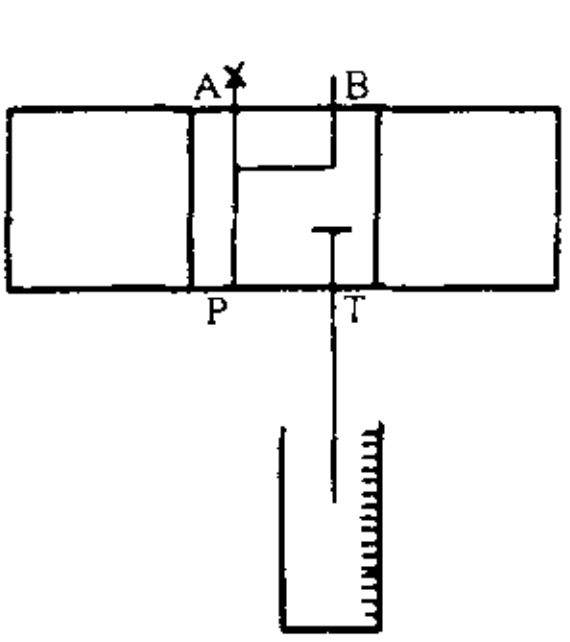
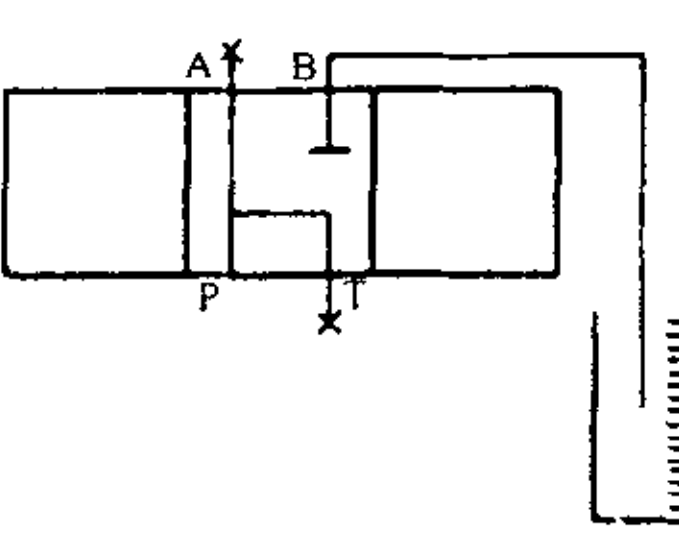
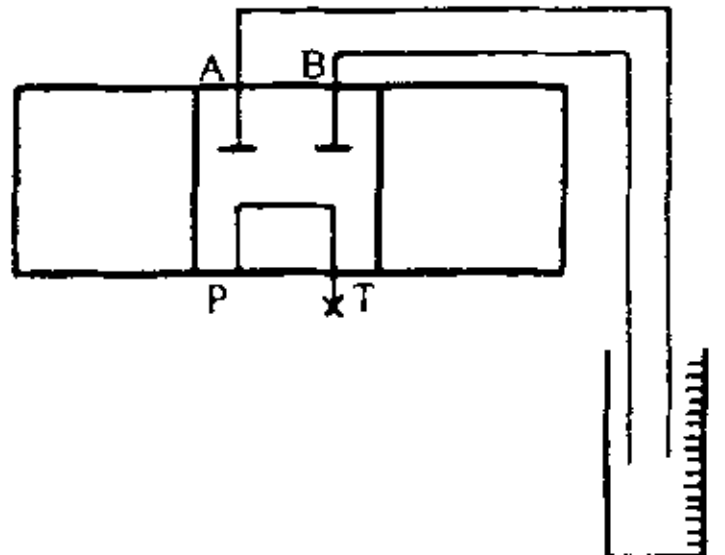
序号	试验项目	试验方法	试验类型	备注
5	内泄漏量	         		

表 4 (续)

序号	试验项目	试验方法	试验类型	备注
6	密封性	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: (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。 (2) 动密封:在动密封处的下方放置白纸,至试验结束,如有油滴即为滴油。	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	稳态试验	(1) 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: a) 在压力损失试验时,将被试阀4的阀芯置于各通油位置,使通过被试阀4的流量从零逐渐增大到试验流量,其间设定几个测量点(设定的测量点数应足以描出流量-压力损失曲线),分别用压力表3-1、3-2、3-3、3-4测量各设定点的压力。绘制图A.2所示流量-压力损失曲线。 b) 在内泄漏量试验时,将被试阀4的阀芯置于规定的测量位置,使被试阀4的P油口压力从零逐渐增高到公称压力,其间设定几个测量点(设定的测量点数应足以描出压力-内泄漏量曲线),分别测量各设定点的内泄漏量。绘制图A.3所示压力-内泄漏量曲线。 (2) 工作范围试验: 使被试阀4的电磁铁满足7.2.6的规定(仅对电液动换向阀),将被试阀的阀芯置于某一通油位置,完全打开单向节流阀6-1(或6-2)和溢流阀2-2,使压力表3-2(或3-3)的指示压力为最低负载压力。然后,使通过被试阀4的流量从零逐渐增大到大于额定流量的某一最大设定流量(此最大设定流量各制造厂可根据本厂的产品水平情况自定),其间设定几个流量点,记录各流量点所对应的压力表3-1的指示压力,绘出如图A.4所示的曲线OD,调节溢流阀2-1和单向节流阀6-1(或6-2),使压力表3-1的指示压力为被试阀4的公称压力。逐渐增大通过被试阀的流量,被试阀4在规定的最低控制压力下应能换向和复位(对中)。当流量增大到某一值被试阀4不能在规定的最低控制压力下换向和复位时,则再调节溢流阀2-1和单向节流阀6-1(或6-2),以降低压力3-1的指示压力,直到被试阀4能在规定的最低控制压力下换向和复位(对中)为止。按此试验法,直到最大设定流量。根据上述试验中记录的数据,绘出图A.4所示的曲线ABC。曲线ABCD O所包容区域为被试阀能正常换向和复位(对中)的工作范围,曲线BC为转换域 重复上述试验不少于三次,绘出图A.4所示的工作范围图。 a) 当被试阀为电液动换向阀时,均组装成外部控制形式,并使被试阀4的电磁铁满足7.2.6的规定。 b) 对被试阀为电液动换向阀时,若控制油为内部回油时,则使控制压力为最低控制压力加被试阀T油口背压值。 c) 对被试阀为电液动换向阀和液动换向阀,控制压力的变化率应分别满足下列两个条件,并分别进行工作范围试验: (a) 逐渐地增加控制压力到规定的控制压力,控制压力变化率不得超过$0.02p_N/s$(p_N为被试阀的公称压力); (b) 阶跃地增加控制压力到规定的控制压力,控制压力变化率不得低于$700MPa/s$。	

表 5 (续)

序号	试验项目	试验方法	备注
2	瞬态试验: a) 换向 时间试验: b) 复位 (对中)时 间试验。	测试系统方框图见图A.5。试验方法如下: 使被试阀4的电磁铁满足7.2.6的规定。调节溢流阀2-1和单向节流阀6-1(或6-2),使被试阀4的P油口压力为公称压力,再调节溢流阀2-2,使被试阀4的T油口压力为规定背压值,并使通过被试阀的流量为试验流量或为图A.4中B点流量q_{VB}的80%(注:当$80\%q_{VB}$小于试验流量时,则规定通过被试阀的流量为试验流量;当$80\%q_{VB}$大于试验流量时,则规定通过被试阀的流量为试验流量和$80\%q_{VB}$,这里:把试验流量作为考核流量,$80\%q_{VB}$作为体现水平的流量)。然后调节溢流阀2-3,使控制压力为被试阀的最低控制压力(若控制油为内部回油时则使控制压力为最低控制压力加规定背压值)和最高控制压力。 按照上述试验条件,将被试阀4的电磁铁在额定电压下通电和断电(对被试电液动换向阀而言)或者将电磁阀7的电磁铁在额定电压下通电和断电(对被试液动换向阀而言),使被试阀换向和复位(对中),通过位移传感器(位移法),或压力传感器3-2、3-3、3-6、3-7(压力法)用记录仪记录被试阀4的换向和复位(对中)情况,得出被试阀4的换向时间、换向滞后时间、复位(对中)时间和复位(对中)滞后时间。瞬态响应曲线见图A.6和图A.7。 a) 当被试阀为电液动换向阀时,均组装成外部控制形式。 b) 控制回路的压力变化率应满足7.2.3.2的规定。	对液 动换向 阀只试 验换向 时间和 复位 (对中) 时间。
3	耐久性试验	调节溢流阀2-1和单向节流阀6-1(或6-2),使被试阀4的P油口压力为公称压力,再调节溢流阀2-2,使被试阀4的T油口压力为规定背压值,并使通过被试阀4的流量为试验流量,然后调节溢流阀2-3,使控制回路达到适当的控制压力。 将被试阀4以60次/min的频率连续换向,试验被试阀4的换向次数,当达到耐久性指标中所规定的换向次数后,检查被试阀4主要零件及主要性能指标。 被试电液动换向阀均组装成外部控制形式进行耐久性试验。	

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检验。

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,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后, 如结构、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规定。

注: 质量监督检验抽样按有关规定。

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; 耐压性试验样本的大小为千分之三, 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 内部清洁度检查抽样

- 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: 特殊检查水平 S-2。

9.3 判定规则

按GB/T 2828规定。

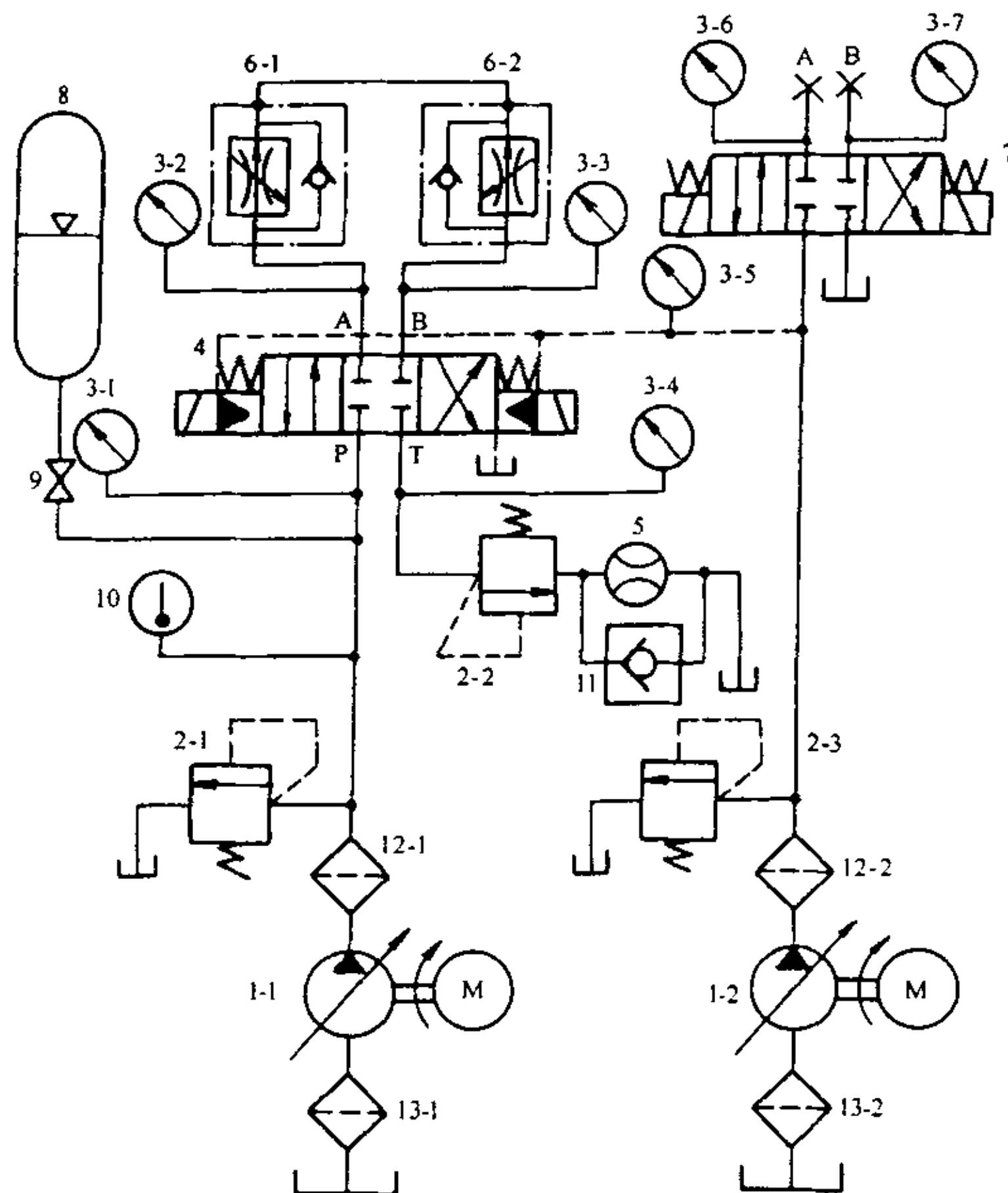
10 标志、包装、运输和贮存

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、3-4、3-5、3-6、3-7——压力表
(对瞬态试验，若用压力法，则压力表3-2、3-3、3-5、3-6、3-7处还应接入压力传感器)；4——被试阀；
5——流量计；6-1、6-2——单向节流阀；7——电磁换向阀；8——蓄能器；9——截止阀；10——温度计；
11——单向阀；12-1、12-2——精过滤器；13-1、13-2——粗过滤器。

注1：试验液动换向阀时，两端的控制油口分别与电磁换向阀7的A、B口连通。

注2：当试验液压对中式液动换向阀时，电磁换向阀7采用P型滑阀机能。

图 A.1 试验回路原理图

A.2 特性曲线

A.2.1 流量—压力损失曲线见图A.2。

A.2.2 压力—内泄漏量曲线见图A.3。

A.2.3 工作范围图见图A.4。

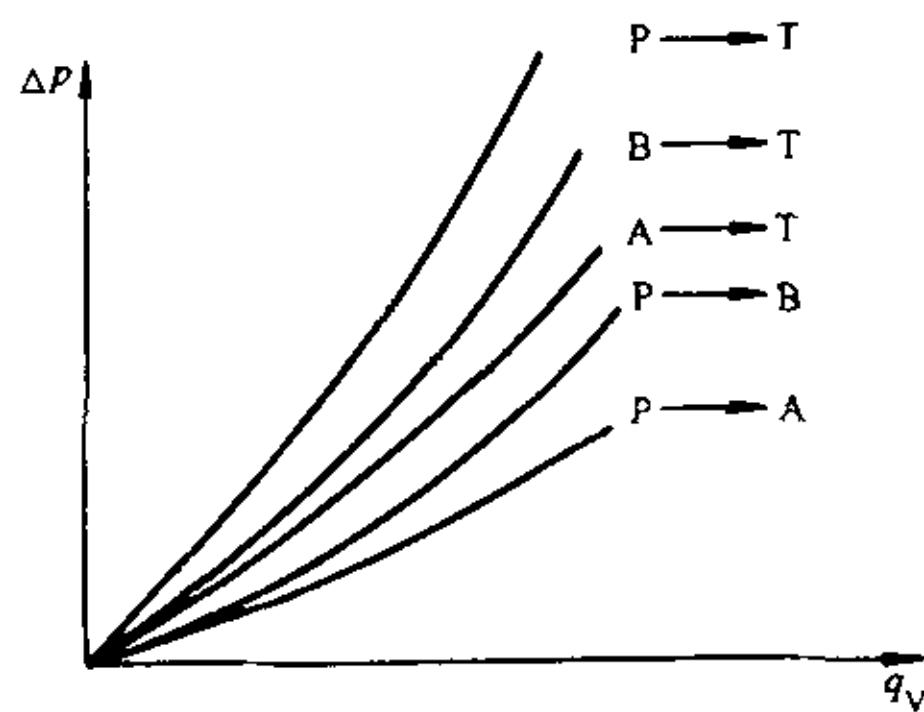


图 A.2 流量—压力损失曲线

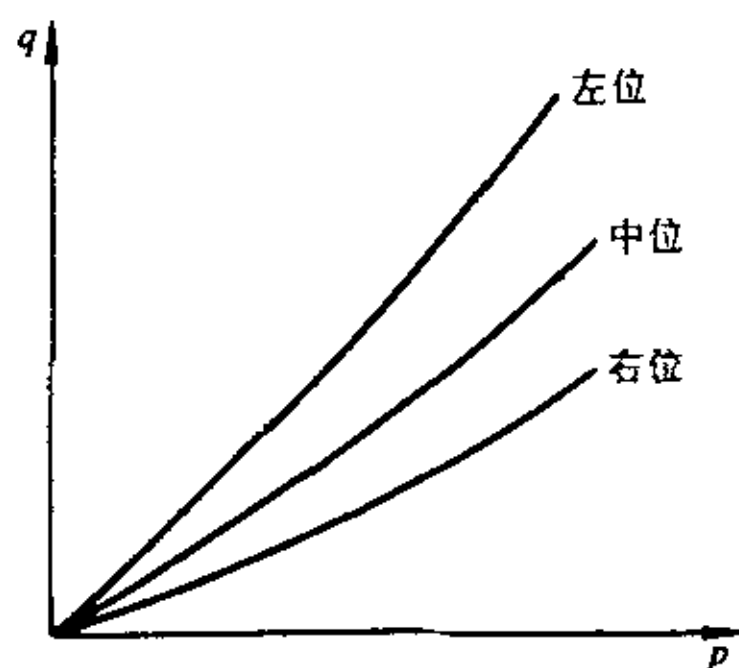
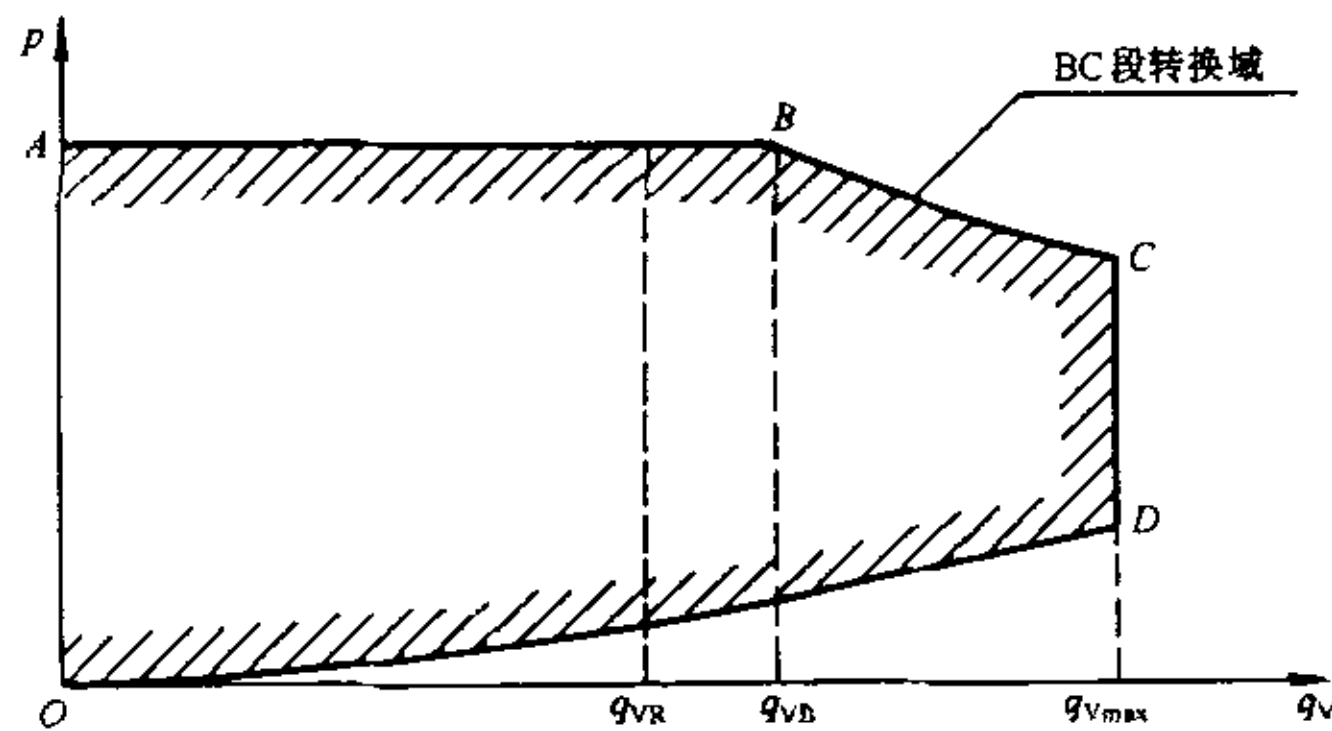


图 A.3 压力—内泄漏量曲线

- A.2.4 测试系统方框图见图A.5。
- A.2.5 阀芯位移—时间瞬态响应曲线见图A.6。
- A.2.6 出口压力—时间瞬态响应曲线见图A.7。



注： q_{vR} ——额定流量； q_{vB} ——转换域B点时的流量； q_{vmax} ——最大设定流量。

图 A.4 工作范围图

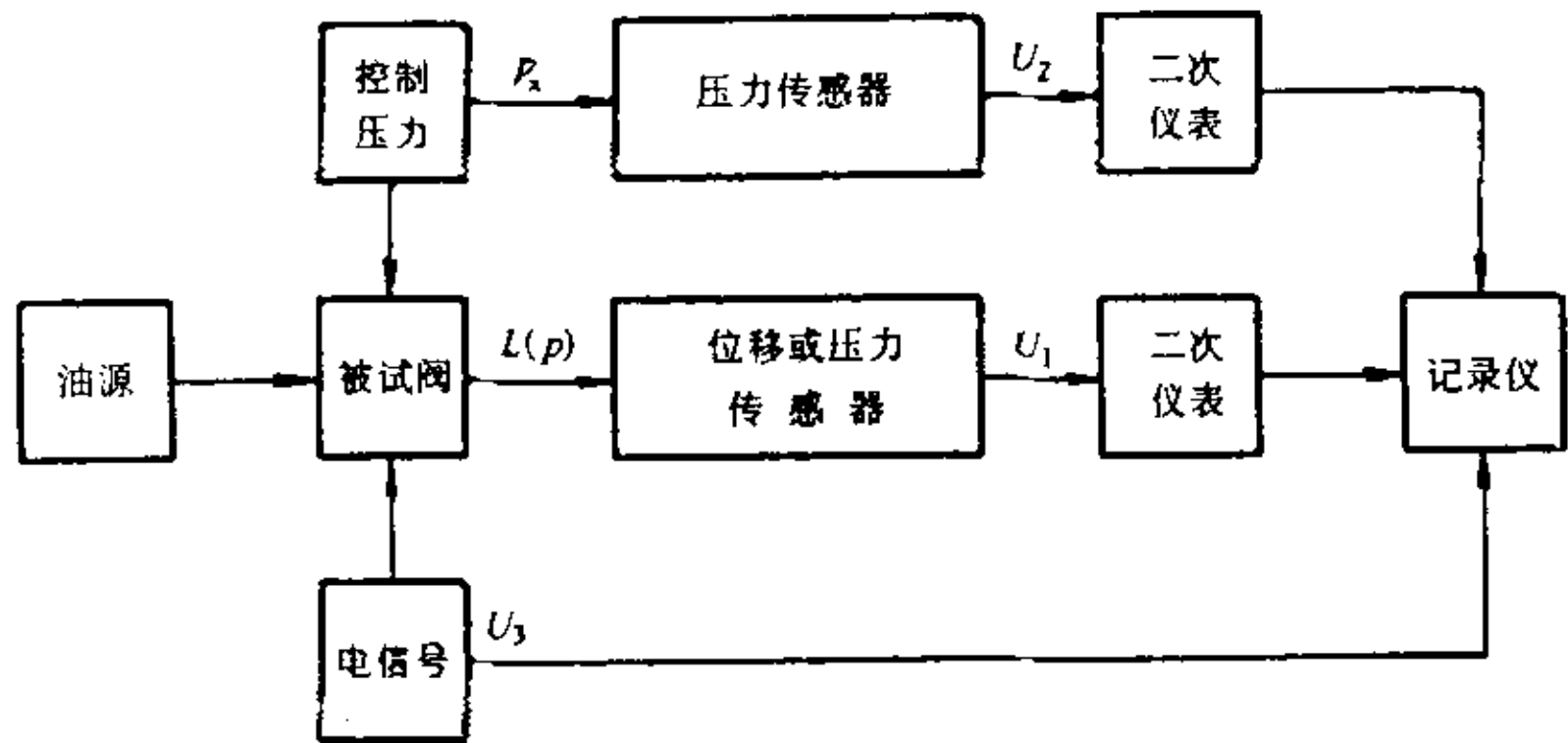
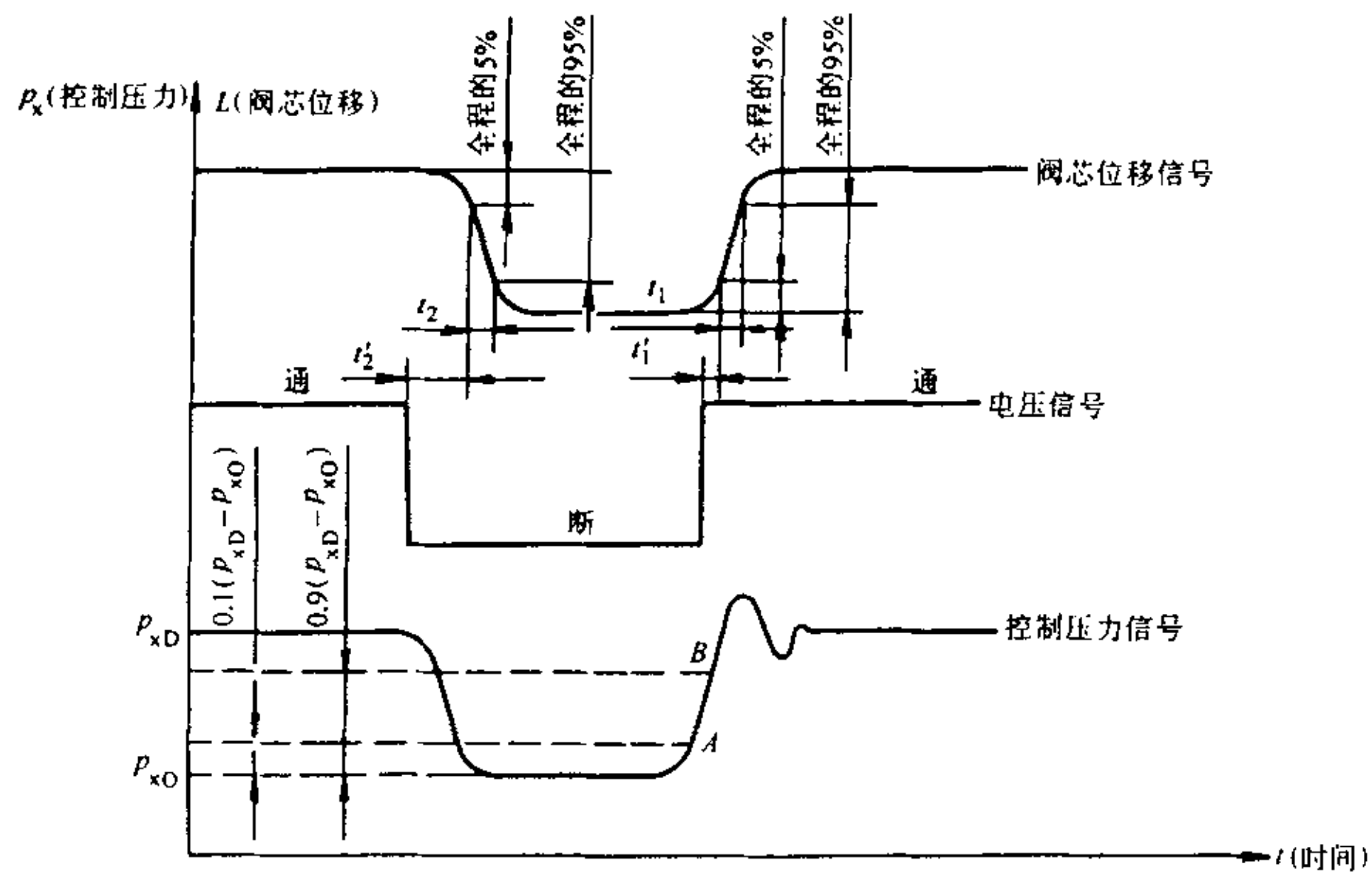


图 A.5 测试系统方框图

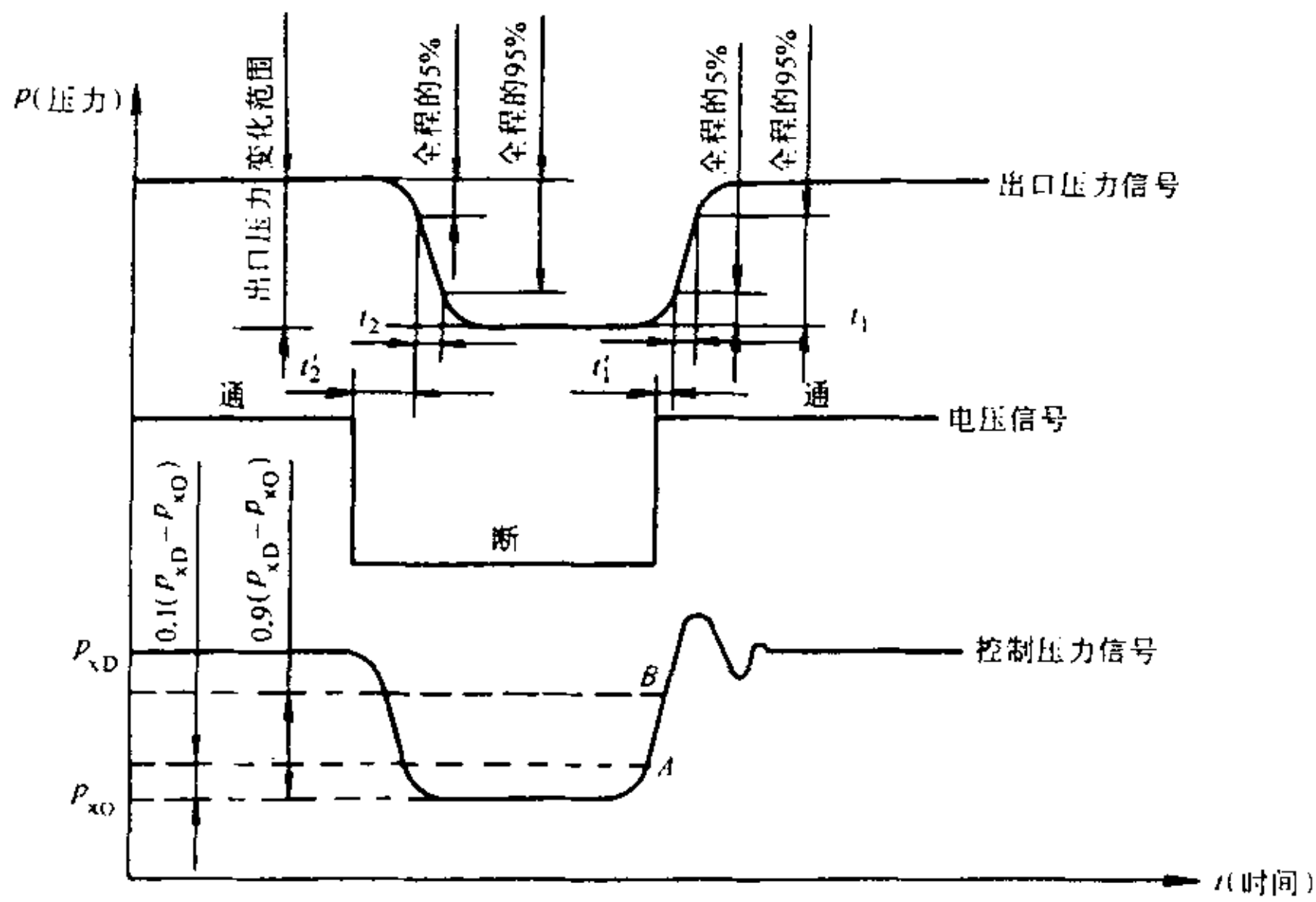


注1: 图中符号

t_1 ——换向时间; t_1' ——换向滞后时间; t_2 ——复位(对中)时间;
 t_2' ——复位(对中)滞后时间; p_{xD} ——调定控制压力; p_{x0} ——起始控制压力。

注2: A、B点间的压力变化率应满足7.2.3.2的规定。

图 A.6 阀芯位移—时间瞬态响应曲线



注1: 图中符号

t_1 ——换向时间; t_1' ——换向滞后时间; t_2 ——复位(对中)时间; t_2' ——复位(对中)滞后时间;
 p_{xD} ——调定控制压力; p_{x0} ——起始控制压力。

注2: A、B点间的压力变化率应满足7.2.3.2的规定。

图 A.7 出口压力—时间瞬态响应曲线