

中华人民共和国国家标准

GB/T 13854—2008
代替 GB/T 13854—1992

射流管电液伺服阀

Jet-pipe electro-hydraulic servo valve

2008-03-03 发布

2008-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和单位	1
4 分类	6
5 要求	8
6 试验方法	10
7 检验规则	19
8 标志、包装、运输、贮存	20

前　　言

本标准代替 GB/T 13854—1992《射流管电液伺服阀》。

本标准与 GB/T 13854—1992 相比主要变化如下：

- 增加了力矩马达喷嘴参数；
- 增加了阀芯参数；
- 增加了安装面尺寸；
- 增加了 6.3 MPa、16.0 MPa、25.0 MPa、31.5 MPa 四档压力；
- 增加了线圈力矩马达线圈连接方式、接线端符号；
- 油液固体颗粒污染度等级代号采用符合 GB/T 14039—2002 中规定；
- 充实了技术要求及试验方法等方面的内容；
- 取消了质量分等及评定的内容。

本标准由中国船舶重工集团公司提出。

本标准由全国船用机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国船舶重工集团公司第七〇四研究所、中国船舶工业综合技术经济研究院。

本标准主要起草人：方群、王学星、汪远。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 13854—1992。

射流管电液伺服阀

1 范围

本标准规定了射流管电液伺服阀(以下简称伺服阀)的定义、术语、分类、基本参数、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于以液压油为介质的各类射流管流量控制电液伺服阀。其他类型射流管电液伺服阀亦可参照本标准。

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 3141—1994 工业液体润滑剂 ISO 黏度分类(eqv ISO 3448:1992)
- 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—1998 液体传动系统及元件 术语(idt ISO 5598:1985)
- GB/T 17487 四油口和五油口液压伺服阀 安装面(GB/T 17487—1998,idt ISO 10372:1992)
- GB/T 20082—2006 液压传动 液体污染 采用光学显微镜测定颗粒污染度的方法(ISO 4407:2002, IDT)
- GJB 4.6 舰船电子设备环境试验 交变湿热试验
- GJB 4.7 舰船电子设备环境试验 振动试验
- GJB 4.9 舰船电子设备环境试验 冲击试验
- GJB 4.10 舰船电子设备环境试验 霉菌试验
- GJB 4.11 舰船电子设备环境试验 盐雾试验
- GJB 4000—2000 舰船通用规范

3 术语、定义、符号和单位

3.1 术语和定义

GB/T 17446—1998 确定的及下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

射流管电液伺服阀 jet-pipe electro-hydraulic servo-valve

前置放大级为射流管的电液伺服阀。

3.1.2

压力增益 pressure gain

控制流量为零时,负载压降对输入电流的变化率(见图 1)。

3.1.3

零位 null

负载压降为零时,使控制流量为零的输出级相对几何位置。

3.1.4

零位区域 null region

零位附近,流量增益受遮盖和内漏等参数影响的区域。

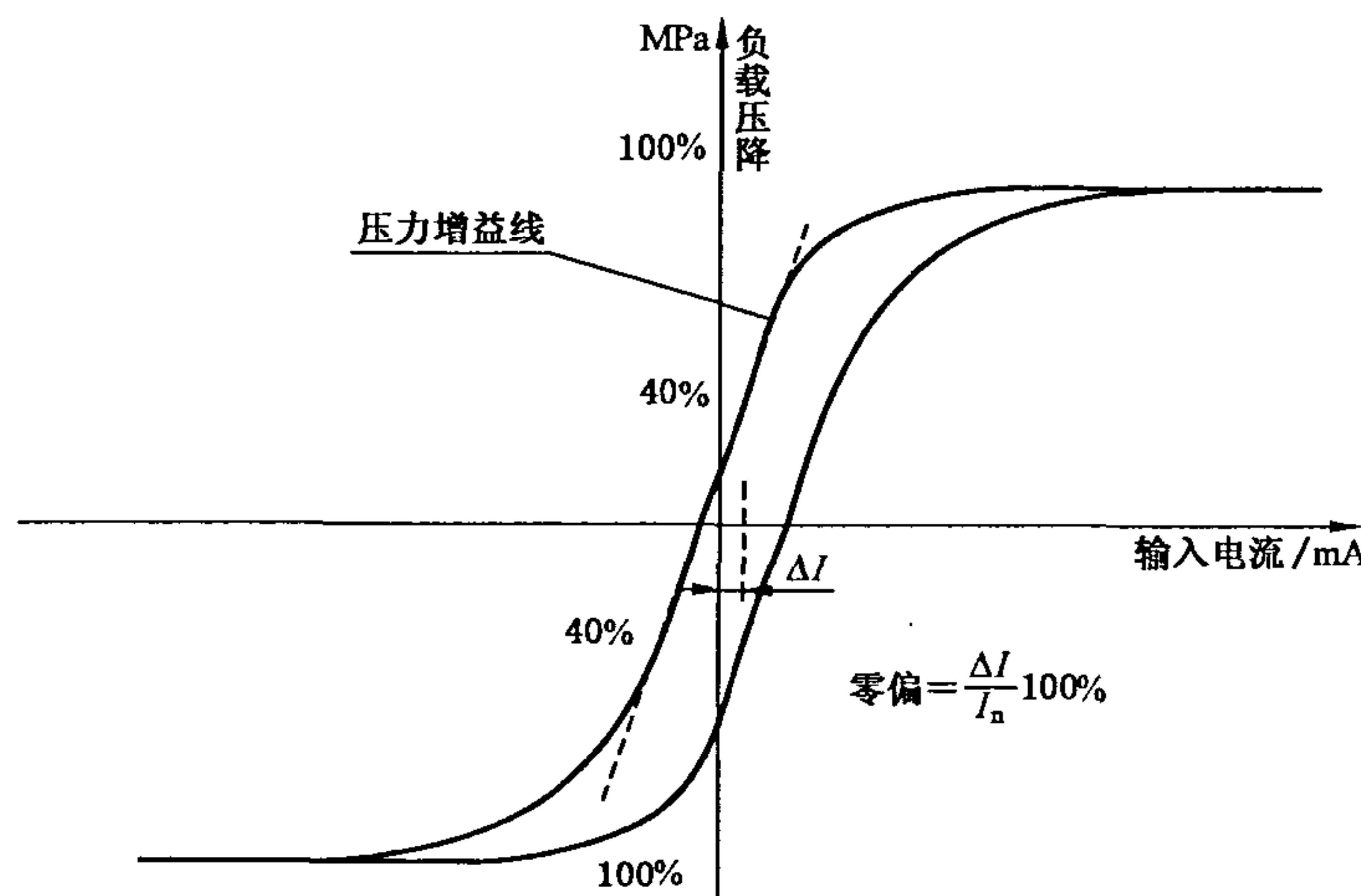


图 1 压力增益

3.1.5

分辨率 threshold

使伺服阀的输出产生变化所需的最小输入电流之增量，以额定电流的百分比表示。

3.1.6

正向分辨率 resolution

沿着输入电流变化的方向，使伺服阀输出产生变化所需的最小输入电流的增量。用其与额定电流的百分比表示。

3.1.7

反向分辨率 threshold

逆着输入电流变化的方向，使伺服阀输出产生变化所需的最小输入电流的增量。用其与额定电流的百分比表示。

通常分辨率用反向分辨率来衡量。

3.1.8

零漂 null bias

因压力、温度等工作条件的变化而引起的零偏的变化，以额定电流的百分比表示。

3.1.9

内漏 internal leakage

伺服阀控制流量为零时，从进油口到回油口的内部流量，它随进油口压力和输入电流的变化而变化（见图 2）。

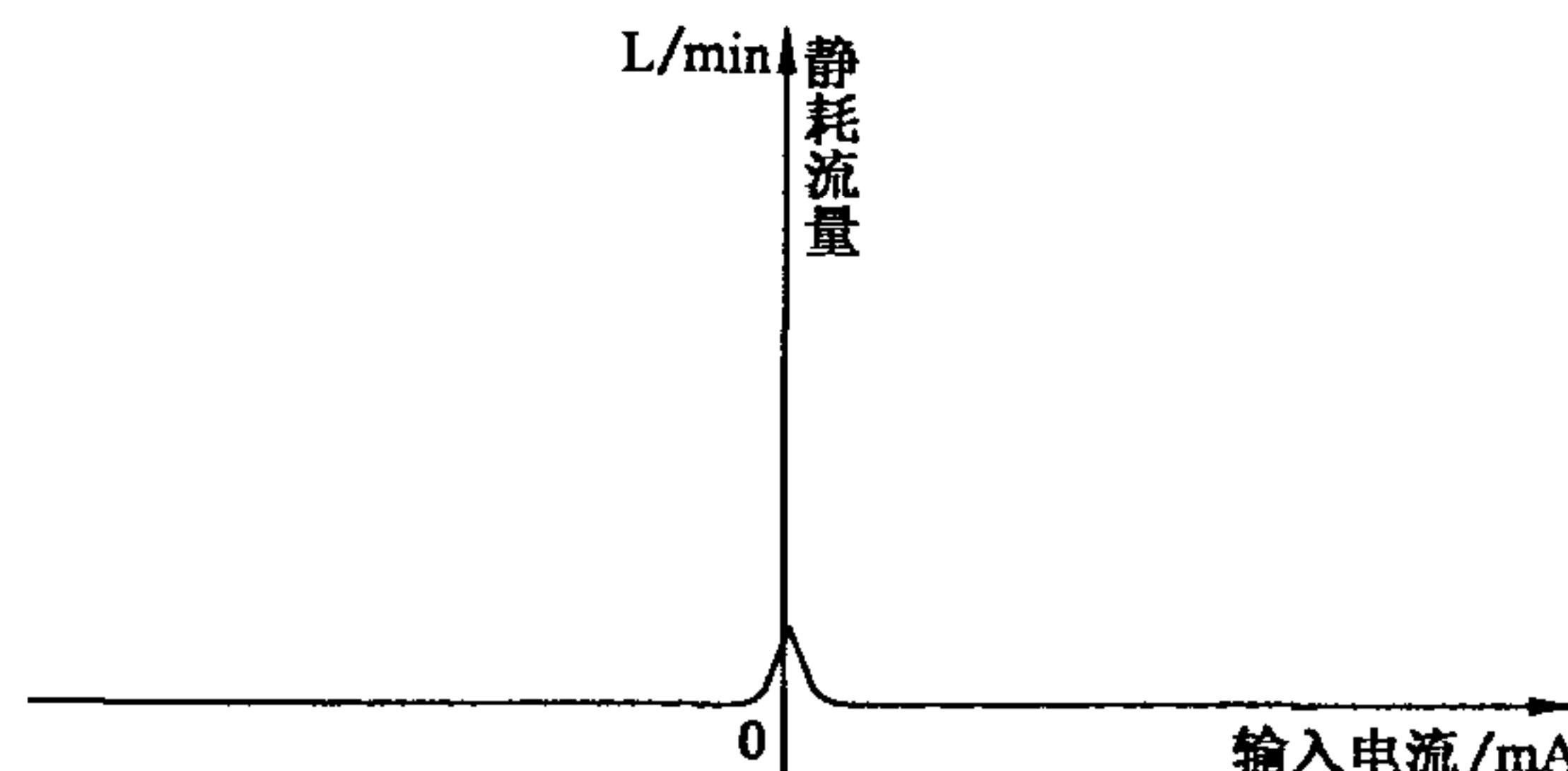


图 2 内漏曲线

3.1.10

控制流量 control flow

从伺服阀的控制油口(A或B)流出的流量(见图3)。负载压降为零时的控制流量称为空载流量,负载压降不为零时的控制流量称为负载流量。

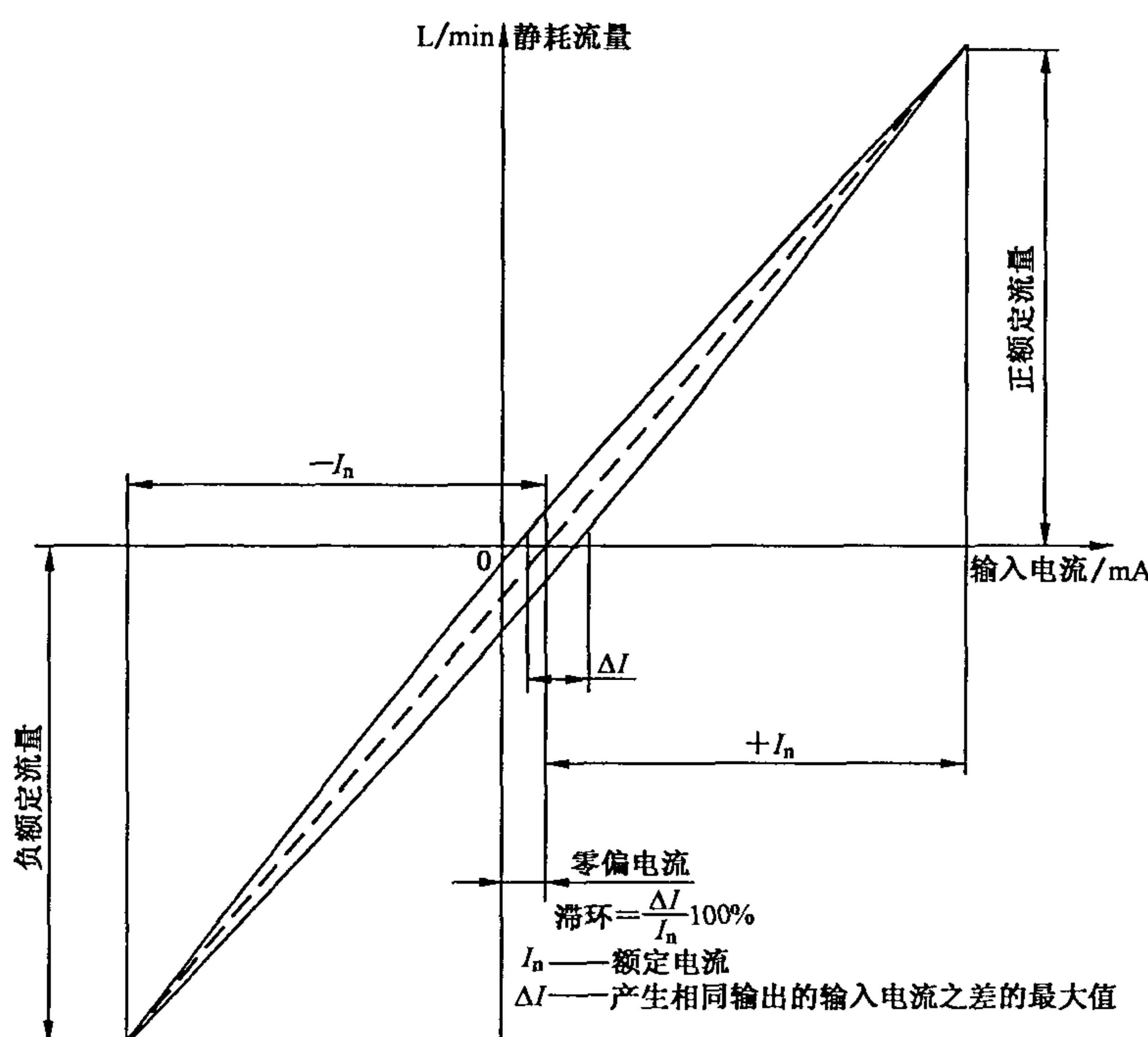


图3 控制流量曲线

3.1.11

空载流量曲线 no load flow curve

空载控制流量随输入电流在正负额定电流之间变化时作出的一个完整循环的连续曲线。

3.1.12

额定流量 rated flow

伺服阀压降在额定供油压力情况下,对应于额定电流的空载流量。

3.1.13

名义流量曲线 normal flow curve

完整循环流量曲线中点的轨迹。

3.1.14

流量增益 flow gain

流量曲线的斜率(见图4)。

3.1.15

名义流量增益 normal flow gain

从名义流量曲线的零流量点向两极性方向各作一条与名义流量曲线偏差最小的直线,为名义流量增益线。其斜率即为名义流量增益(见图4)。

3.1.16

线性度 linearity

名义流量曲线的直线性。用名义流量曲线与名义流量增益线的最大偏差来衡量,并以额定电流的百分比表示(见图4)。

3.1.17

对称度 symmetry

两个极性的名义流量增益一致的程度。用二者之差对较大者的百分比表示(见图 4)。

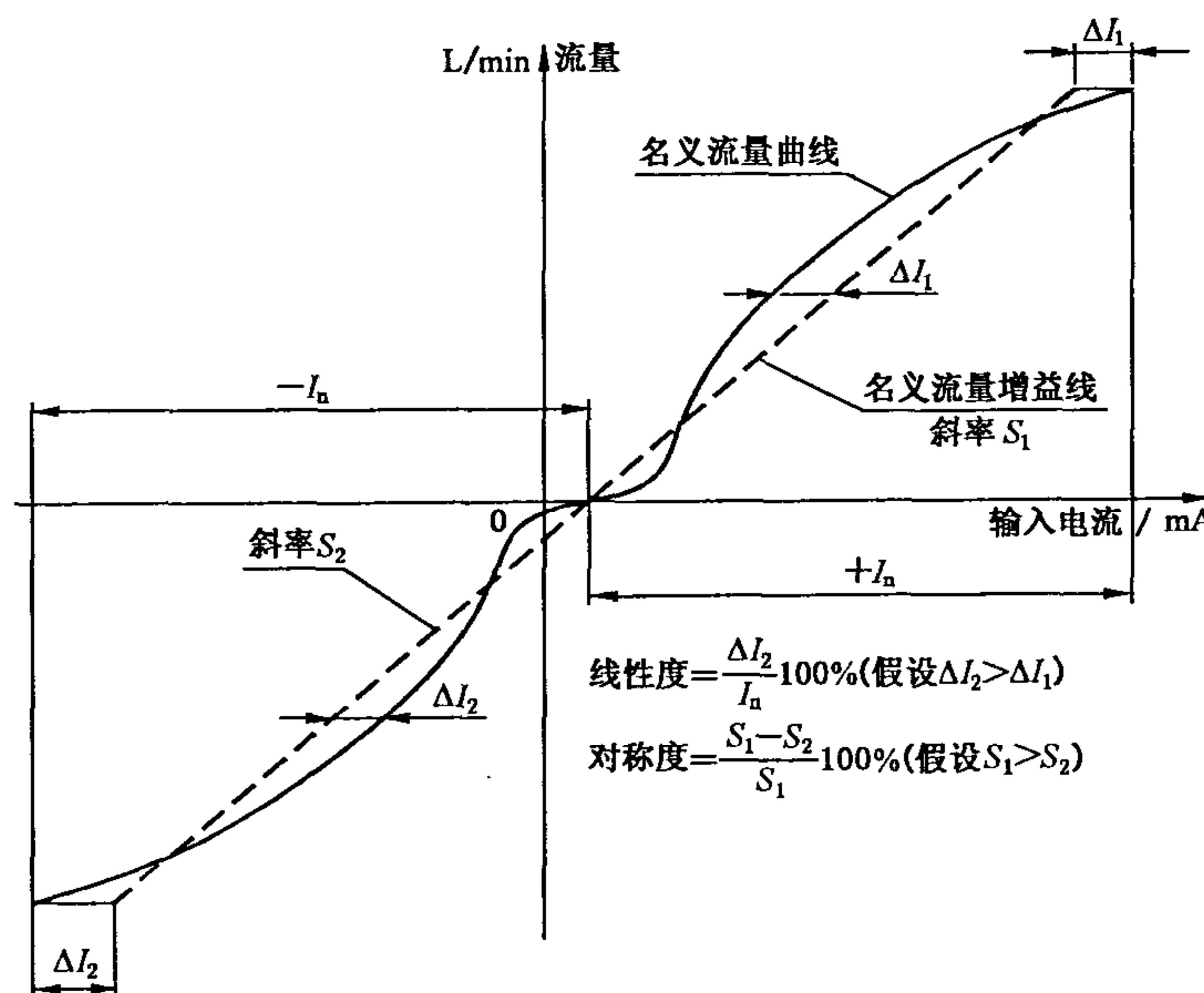


图 4 流量增益、线性度、对称度

3.1.18

滞环 hysteresis

在正负额定电流之间,以小于测试设备动态特性起作用的速度循环,对于产生相同输出的往与返的输入电流之差的最大值,以其与额定电流的百分比表示为滞环。

3.1.19

遮盖 lap

滑阀位于零位时,固定节流棱边与可动节流棱边轴向位置的相对关系。

3.1.20

零遮盖 zero lap

二极名义流量曲线的延长线的零流量点之间不存在间隙遮盖[见图 5a)]。

3.1.21

正遮盖 over lap

在零位区域,导致名义流量曲线斜率减小的遮盖[见图 5b)]。

3.1.22

负遮盖 uncovered lap

在零位区域,导致名义流量曲线斜率增大的遮盖[见图 5c)]。

3.1.23

频率响应 frequency response

当恒幅正弦输入信号在规定频率范围内变化时,控制流量对输入电流的复数比。

3.1.24

幅值比 amplitude ratio

在某频率范围内,控制流量幅值对正弦输入电流幅值比。

3.1.25

相位滞后 phase lag

在规定频率范围内,正弦输出跟踪正弦输入电流的瞬时时间差。在一个特定的频率下测量,以角度表示。

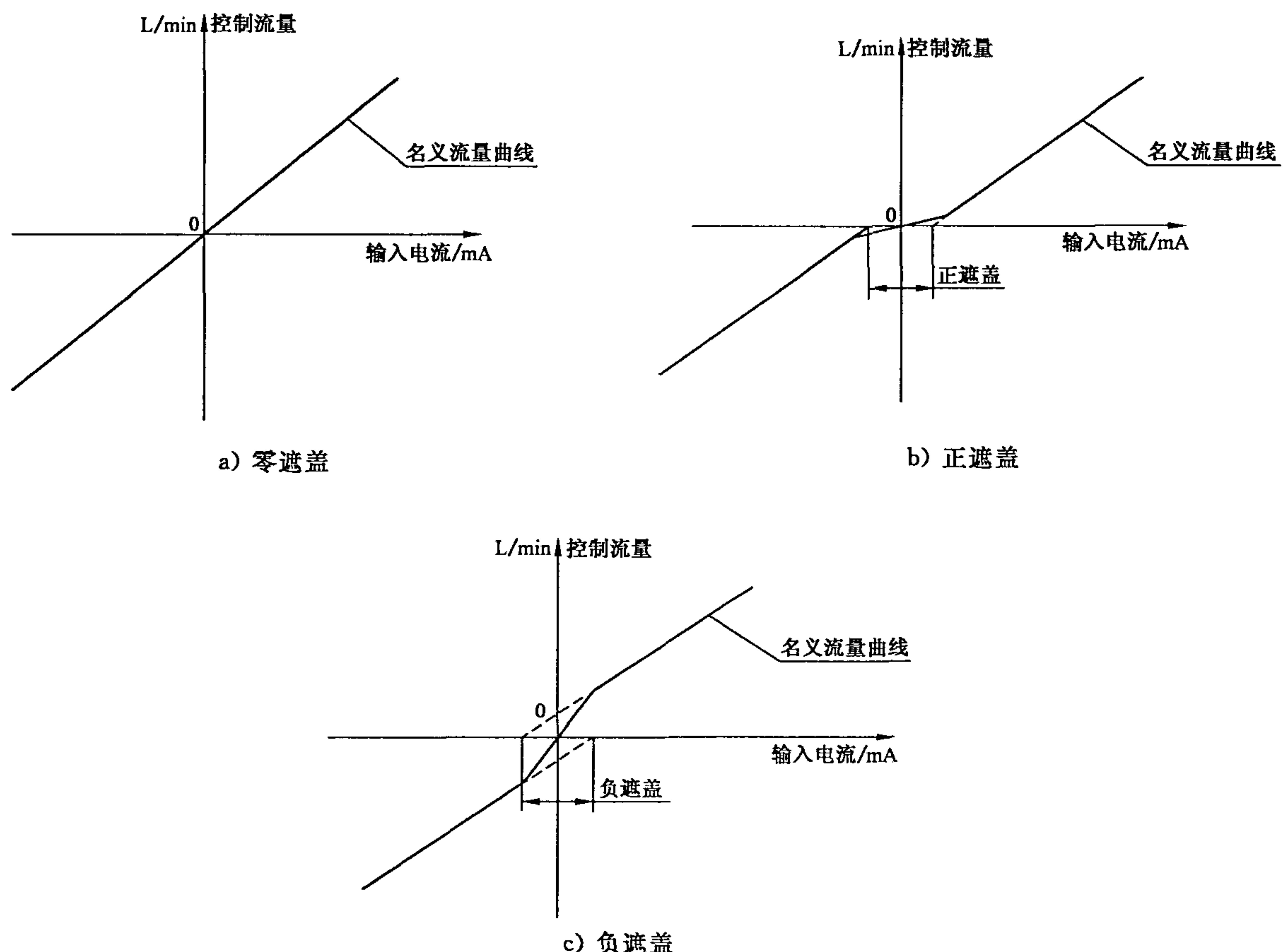


图 5 遮盖

3.1.26

瞬态响应 transient response

阶跃输入时,输出的跟踪特性。

3.2 符号和单位

本标准中用的符号和单位列在表 1 中。

表 1 符号和单位

参数	符 号	单 位
线圈阻抗	Z	Ω
线圈电感	L	H
线圈电阻	R	Ω
励振幅值	—	mA
励振频率	f	Hz
输入电流	I	mA
额定电流	I_n	mA
控制流量	q_v	L/min
流量增益	k_v	L/(min, mA)
滞环	—	%
内漏	q_{vin}	L/min

表 1(续)

参 数	符 号	单 位
负载压降	$P_L = P_a - P_b$	MPa
供油压力	P_s	MPa
额定压力	$P_n = P_s - P_t$	MPa
回油压力	P_t	MPa
控制压力	P_a 或 P_b	MPa
伺服阀压力降	$P_v = P_s - P_a$ 或 $P_b - P_t$	MPa
压力增益	S_v	MPa/mA
分辨率	—	%
幅值比	—	dB
相位滞后	—	(°)
控制阀口	A、B	—
供油阀口	P	—
回油阀口	T	—
安装固定螺纹孔	F_1, F_2, F_3, F_4	—

4 分类

4.1 型式

伺服阀按液压放大器级数分为单级伺服阀、两级伺服阀和三级伺服阀。

4.2 主要参数

4.2.1 额定电流

伺服阀额定电流按表 2 规定。

表 2 伺服阀额定电流

单位为毫安

8	10	16	20	25	30	40	50	63	80
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

4.2.2 额定压力

伺服阀额定压力按表 3 规定。

表 3 伺服阀额定压力

单位为兆帕

6.3	16	21	25	31.5
-----	----	----	----	------

4.2.3 额定流量

伺服阀额定流量按表 4 规定。

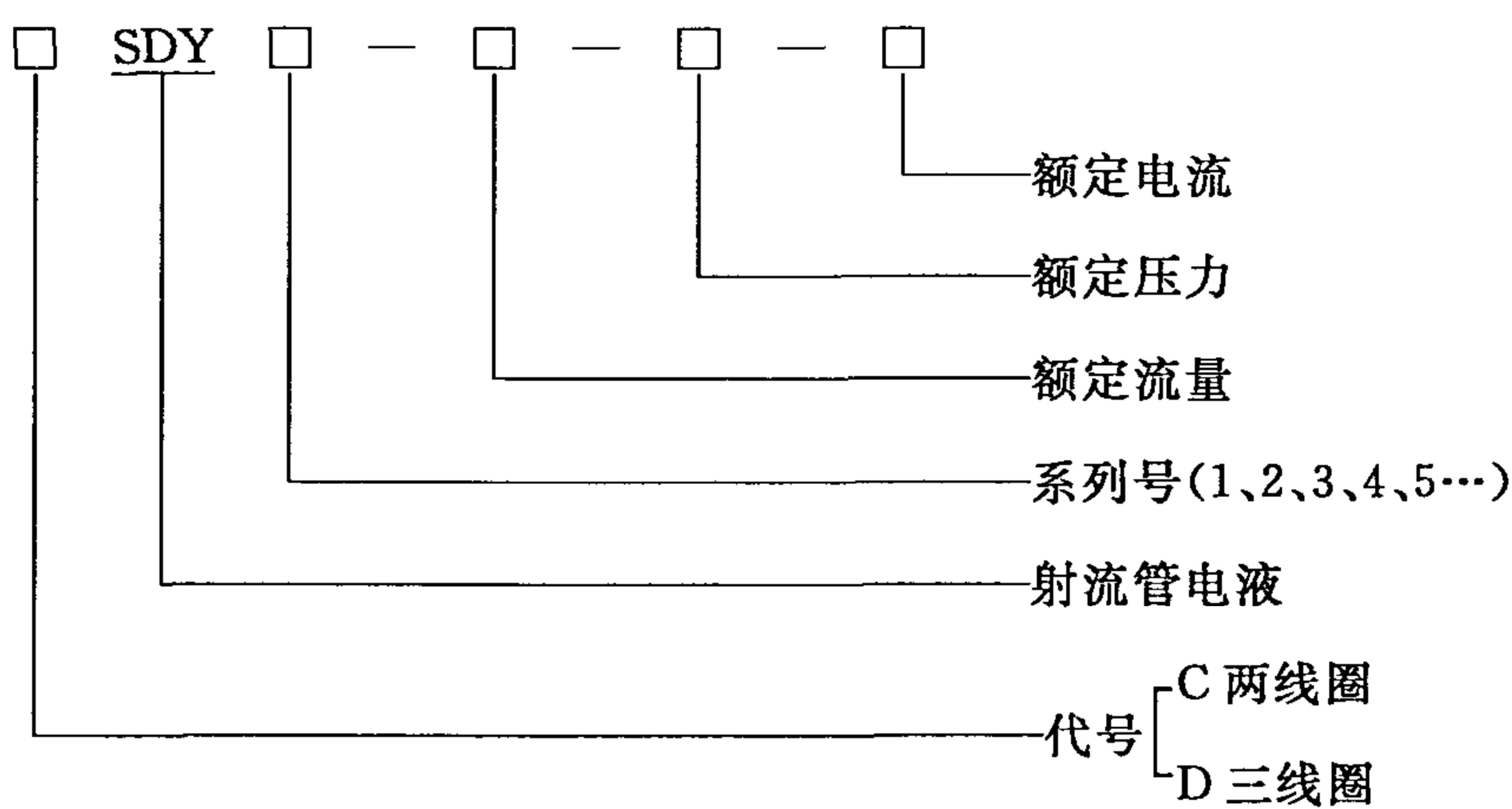
表 4 伺服阀额定流量

单位为升每分

1	2	4	8	10	15	20	30	40	60	80
100	120	140	180	200	220	250	300	350	400	450

4.3 型号编制方法

4.3.1 编制方法



4.3.2 产品标记示例

4.3.2.1 额定压力为 21 MPa, 额定流量为 30 L/min, 额定电流为 8 mA, 系列号为 1 的通用型及船用型射流管电液伺服阀标记为:

伺服阀 GB/T 13854—2008 CSDY1-30-21-8

4.3.2.2 额定压力为 16 MPa, 额定流量为 20 L/min, 额定电流为 20 mA, 系列号为 2 的三线圈射流管电液伺服阀标记为;

伺服阀 GB/T 13854—2008 DSDY2-20-16-20

4.4 接口

4.4.1 液压接口

除另有规定外, 伺服阀安装面尺寸应符合 GB/T 17487 的要求。

4.4.2 电气接口

4.4.2.1 除另有规定外, 伺服阀力矩马达线圈一般分为双线圈与三线圈两种。

4.4.2.2 双线圈伺服阀力矩马达线圈的连接方式、接线端标号、外引出线颜色及输入电流极性按表 5 规定。

表 5 双线圈伺服阀力矩马达线圈的连接方式

线圈连接方式 接线端标号	单 线 圈	串 联	并 联	差 动
外引出导线 颜 色	绿 红 黄 蓝 2 1 4 3	绿 蓝 2 (1,4) 3	绿 红 2(4) 1(3)	绿 红 蓝 2 1(4) 3
控制电流的 正 极 性	2+ 1-或 4+ 3- 供油腔通 A 腔, 回油腔通 B 腔。	2+ 3- 供油腔通 A 腔, 回油腔通 B 腔。	2+ 1- 供油腔通 A 腔, 回油腔通 B 腔。	当 1+时 1 到 2 < 1 到 3 当 1-时 2 到 1 > 3 到 1

4.4.2.3 三线圈伺服阀力矩马达线圈的连接方式、接线端标号、外引出线颜色及输入电流极性按表 6 规定。

表 6 三线圈伺服阀力矩马达线圈的连接方式

线圈连接方式	单 线 圈					并 联	
外引出导线颜色	红 白 黄 绿 橙 蓝					红(黄、橙) 白(绿、蓝)	
控制电流的 正 极 性	+ - + - + 供油腔通 A 腔,回油腔通 B 腔。					+ - 供油腔通 A 腔,回油腔通 B 腔。	

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 产品外观

产品表面不应有压伤、毛刺、裂纹、锈蚀及其他缺陷。

5.1.2 内部处理

内部金属零件不应使用任何镀层。

5.2 电气要求

5.2.1 线圈电阻

伺服阀线圈电阻偏差值,在 20℃时应为名义电阻值的±10%。同台伺服阀配对的线圈电阻值差应不大于名义电阻值的 5%。

5.2.2 绝缘电阻

伺服阀线圈对阀体及线圈之间的绝缘电阻,在一般环境条件下,应不小于 50 MΩ。在高温、低温、温度冲击、盐雾、霉菌及湿热条件下,应不小于 5 MΩ。

5.2.3 绝缘介电强度

伺服阀线圈之间、线圈与阀体之间,在频率 50 Hz 和表 7 规定的交流电压下,历时 1 min 不应击穿。

表 7 伺服阀介电强度试验电压

项 目	60℃	相对湿度不小于 95%	10 ⁷ 次寿命试验后
电 压/V	500	375	250

5.2.4 过载电流

伺服阀应能经受 2 倍额定电流的过载电流。

5.3 主要性能指标

伺服阀的主要性能指标如表 8。

表 8 伺服阀的主要性能指标

项 目	性 能 指 标	备 注
额定流量 q_n /(L/min)	$q_n \pm 10\% q_n$	空载(见图 3)
压力增益/(MPa/mA)	≥ 30	$\Delta P / 1\% I_n$ (见图 1)
零偏/%	≤ 2	寿命期内不大于 5%(见图 3)
滞环/%	≤ 5.0	(见图 3)
遮盖/%	$+2.5 \sim -2.5$	零遮盖阀的指标[见图 5a)]

表 8 (续)

项 目	性能指标	备 注
线性度/%	≤ 7.5	(见图 4)
对称度/%	≤ 10	(见图 4)
分辨率/%	≤ 0.5	不加励振信号
内漏/(L/min)	$\leq 3\% \text{ 额定流量加 } 0.45$	(见图 2)
供油压力零漂/%	≤ 2	供油压力在 $(0.8 \sim 1.1)P_n$ 范围(见图 9)
回油压力零漂/%	≤ 2	供油压力在 $(0 \sim 0.7)MP$ 范围(见图 10)
温度零漂/%	≤ 2	$\Delta t = 56^\circ\text{C}$ (见图 11)
极性	输入正极性控制电流时,液流从控制口“A”流出,从控制口“B”流入,规定为正极性	
频率响应	$\geq 120\%$ 设计值	(见图 13)
	$\geq 120\%$ 设计值	(见图 13)

5.4 环境要求

5.4.1 低温启动

伺服阀在环境温度和工作液温度均为 -30°C 时,应能以 $\pm 50\%$ 额定电流启动。外部密封不应有明显的外部泄漏(允许不成滴的湿润存在)。

5.4.2 高低温

伺服阀在 $-30^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$ 环境温度和 $-30^\circ\text{C} \sim +90^\circ\text{C}$ 工作液温度范围时,其额定流量偏差应不大于 $\pm 25\%$,分辨率应不大于 2% 或滞环应不大于 6%。高温时其绝缘电阻应不小于 $5\text{ M}\Omega$,其外部密封不应有明显的外部泄漏(允许不成滴的湿润存在)。

5.4.3 温度冲击

伺服阀经受图 6 所示的温度冲击 3 次循环后,其绝缘电阻应不小于 $5\text{ M}\Omega$,零偏应不大于 5%。

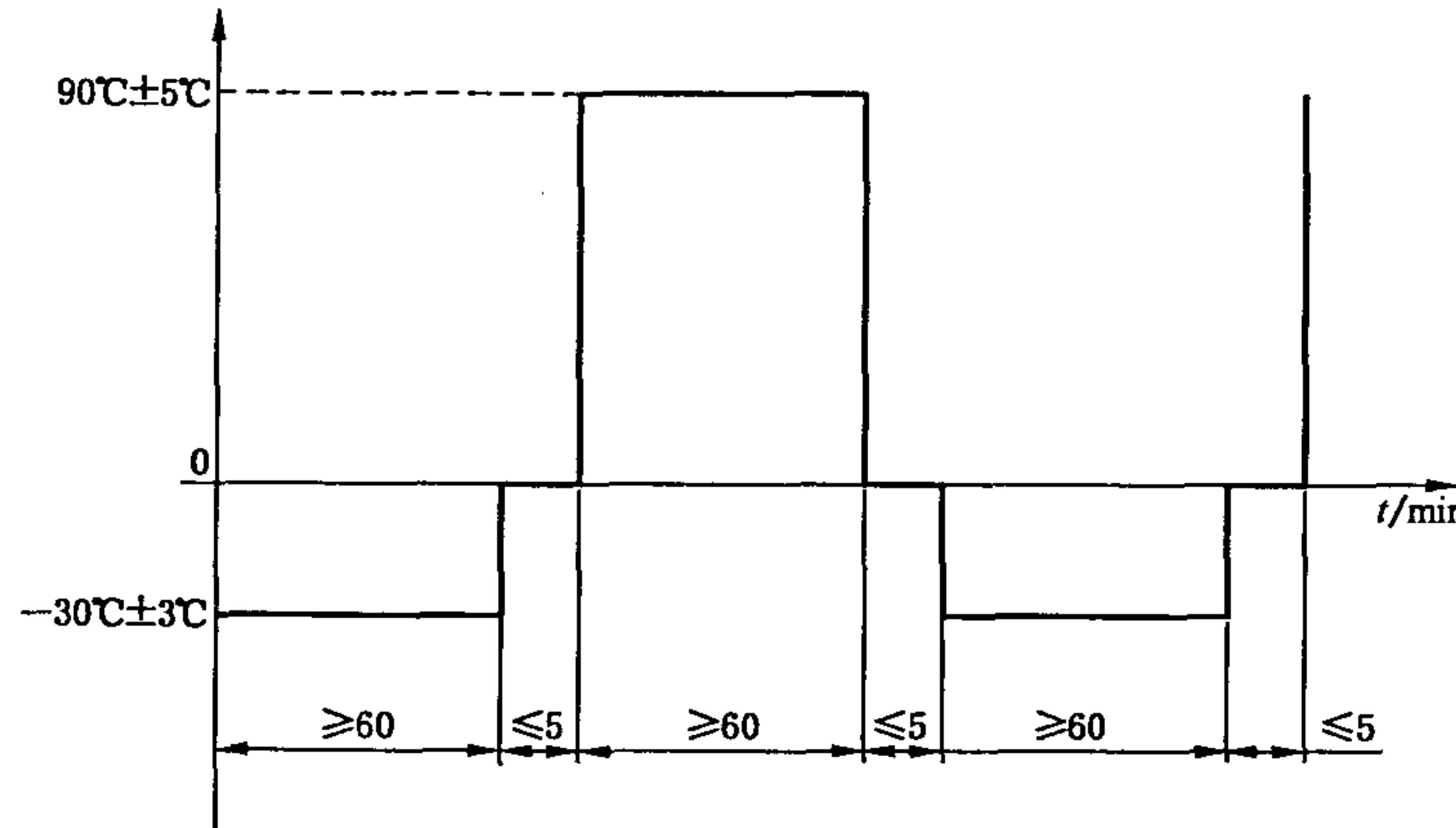


图 6 温度冲击图

5.4.4 湿热

伺服阀在 GJB 4000—2000 中表 072-8 规定的湿度 95%、温度 35°C 的湿热条件下,其绝缘电阻应不小于 $5\text{ M}\Omega$,其绝缘介电强度应符合 5.2.3 的要求,其外观质量应符合下列要求:

- a) 色泽无明显变暗;
- b) 镀层腐蚀面积不大于 3%;

c) 主金属无腐蚀(在通常电镀条件下不易或不能镀到的表面,一般不作腐蚀面积计算)。

5.4.5 盐雾

伺服阀在盐雾浓度为 2 mg/m^3 的条件下,其绝缘电阻应不小于 $5 \text{ M}\Omega$,其外观质量应符合下列要求:

- a) 色泽无明显变暗或镀层布有均匀连续的轻度膜状腐蚀;
- b) 镀层腐蚀面积不大于 6%;
- c) 主金属无腐蚀(在通常电镀条件下不易或不能镀到的表面,一般不作腐蚀面积计算)。

5.4.6 霉菌

伺服阀的防霉性应不低于 GJB 4.10 中规定的 2 级,绝缘电阻应不小于 $5 \text{ M}\Omega$ 。

5.4.7 振动

伺服阀在 GJB 4000—2000 中图 074-1 规定的第 3 类振动条件下,不应有影响工作性能的谐振,零部件不应松动和损伤。其零偏应不大于 5%。

5.4.8 颤震

伺服阀在 GJB 4000—2000 中表 072-23 规定的颤振等级 2 的条件下,其绝缘电阻应不小于 $5 \text{ M}\Omega$,额定流量允差不大于 $\pm 10\%$,滞环应不大于 5%,零偏应不大于 5%。

5.4.9 冲击

伺服阀在 GJB 4000—2000 中 074.4 规定的 A 级条件下,零部件应无松动和损坏,绝缘电阻应不小于 $5 \text{ M}\Omega$,额定流量允差应不大于 $\pm 10\%$,滞环应不大于 5%,零偏应不大于 5%。

5.5 液压要求

5.5.1 抗污染度

伺服阀应在油液污染度等级不劣于 GB/T 14039—2002 中的一/18/15 级的情况下正常工作。

5.5.2 外部泄漏

伺服阀在使用条件下不应有外部泄漏。

5.5.3 耐压

伺服阀的进油口“P”和两个控制油口“A”和“B”应能承受 1.5 倍额定压力;回油口“T”应能承受额定压力。在施加正反向额定电流各保持 2.5 min 情况下,其额定流量偏差应不大于 $\pm 10\%$,滞环应不大于 5%,零偏应不大于 5%,同时不应有外部泄漏和永久性变形。

5.5.4 压力脉冲

伺服阀在额定压力下应能承受正负额定电流下 2.5×10^5 次循环脉冲,其额定流量偏差为 $\pm 25\%$,滞环不大于 6%,零偏不大于 5%。

5.5.5 破坏压力

伺服阀的进油口“P”和控制油口“A”和“B”应能承受 2.5 倍额定压力;回油口“T”应能承受 1.5 倍额定压力历时 30 s,伺服阀不应被破坏。经过破坏压力试验的阀,不可再作产品使用。

5.6 耐久性

在额定工况下,伺服阀的使用寿命应不小于 10^7 次。在寿命期内,伺服阀的额定流量偏差为 $\pm 25\%$,滞环不大于 6%,零偏不大于 5%。

6 试验方法

6.1 试验条件

伺服阀的试验条件如下:

- a) 环境温度: $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- b) 油液类型:矿物基液压油;
- c) 油液温度:伺服阀进口温度 $40^\circ\text{C} \pm 6^\circ\text{C}$;

- d) 供油压力:公称供油压力和回油压力之和;
- e) 回油压力:不超过 5% 公称供油压力;
- f) 油液清洁度等级:试验用油液的固体颗粒污染等级代号应不劣于 GB/T 14039—2002 中的—/16/13;
- g) 湿度:相对湿度 10%~90%;
- h) 油液黏度等级:GB/T 3141—1994 中规定的 ISO 黏度等级 32。

6.2 试验设备

6.2.1 试验设备测量等级

试验设备的测量等级应符合表 9 的规定。

表 9 伺服阀的测量等级参数

测量参数	测 量 等 级
输入电流/%	
流量/%	±2.5
压力/%	
温度/℃	±2.0

6.2.2 试验设备要求

伺服阀的试验设备要求如下:

- a) 信号电源输出电流的信噪比应不大于 0.1%;
- b) 液压管路和台架应合理布置,使试验台的机械和液压振动尽量小;
- c) 伺服阀的安装座应有足够的刚度,表面粗糙度 R_a 应不大于 $0.8 \mu\text{m}$;
- d) 压力传感器的安装部位应尽量靠近伺服阀;
- e) 伺服阀进油口处应安装过滤精度不低于 $10 \mu\text{m}$ 的滤器;工作液工作 500 h 后,应采样测试合格,才能继续使用;
- f) 试验台流量计内漏和零位死区要小,流量计的压降应不大于 2% 额定供油压力;
- g) 测试仪表应与测试范围相适应,仪表精度与被测参量精度之比一般应不大于 1:5。

6.3 外观检查

外观质量采用目测方法检验。结果应符合 5.1.1 的要求。

6.4 电气试验

6.4.1 线圈电阻

伺服阀线圈温度稳定到 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 后,用一个精度不低于 2% 的电阻计测量每个线圈的电阻,不必供压力油。结果应符合 5.2.1 的要求。

6.4.2 绝缘电阻

测试伺服阀线圈和阀体间的绝缘电阻时,将线圈出线连在一起,在接头与阀体间用 500 V 兆欧表测绝缘电阻。对双线圈结构的伺服阀,测试线圈间的绝缘电阻时,在线圈接头间用 500 V 兆欧表测绝缘电阻。若电气元件与油接触时,则应给阀注满油。结果应符合 5.2.2 的要求。

6.4.3 绝缘介电强度

在阀线圈和阀体间施加一个 500 V 直流电压和五倍于阀线圈上可能出现的最高电压中的大者,持续 1 min。对双线圈结构的伺服阀,测试线圈间的介电强度时,试验电压加于线圈接头之间。结果应符合 5.2.3 的要求。

6.4.4 过载电流

在室温条件下,给伺服阀线圈加上规定的过载电流(推荐为额定电流的两倍),保持 2 min 试验后测量绝缘电阻。结果应符合 5.2.4 的要求。

6.5 稳态试验

6.5.1 稳态试验一般要求

伺服阀稳态试验装置典型回路如图 7 所示,除满足 6.2 外,还应满足如下要求:

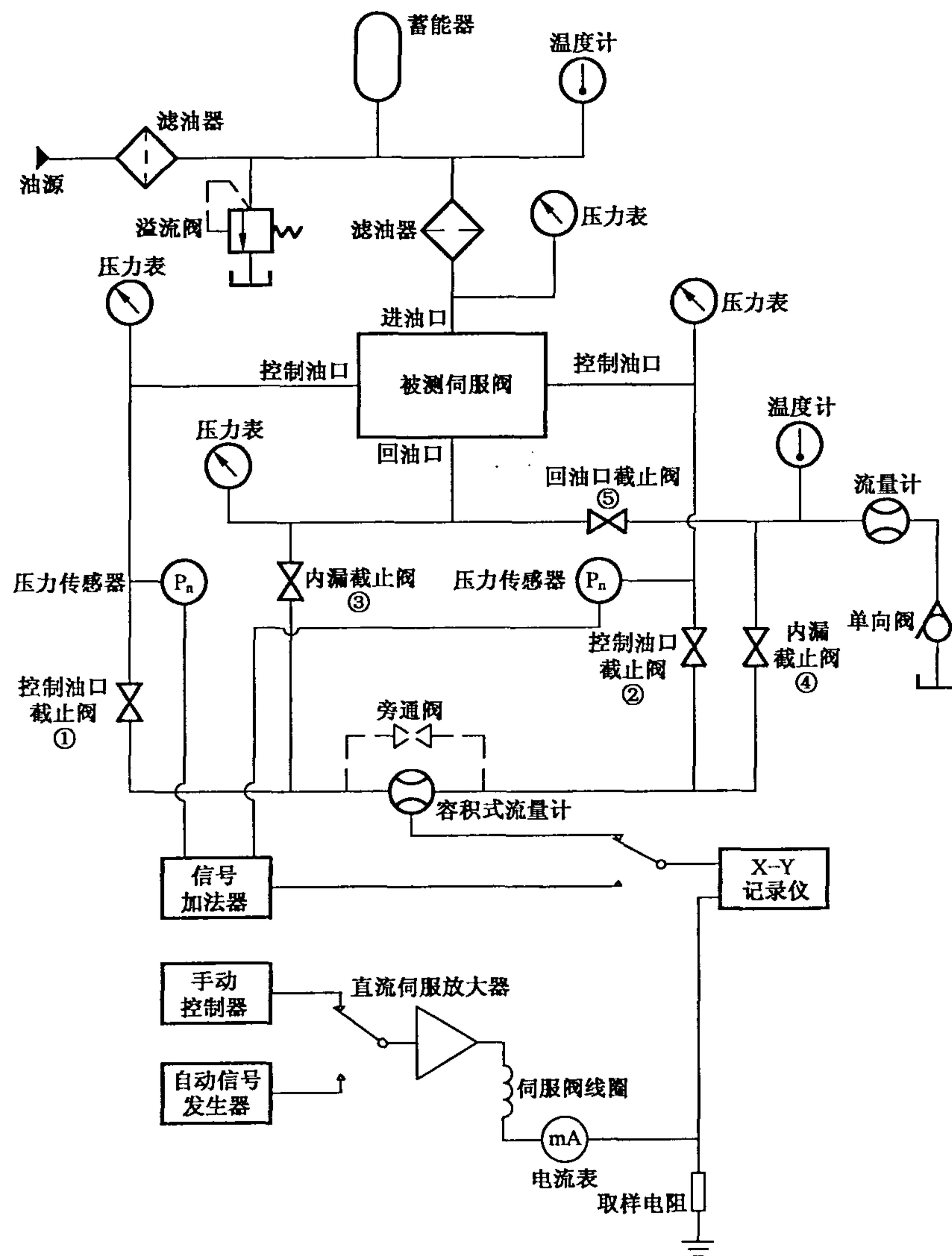


图 7 稳态试验装置典型回路

- 自动信号发生器应能发出连续的对称三角波信号,提供信号的速度应低于测试记录系统的响应速度。手动控制器应能手调信号从正到负来回变化,信号幅值应可调。
- 伺服阀固定在安装座后,向伺服阀供压力油,空载情况下在正负额定电流之间循环 10 min,排除系统中空气并使工作油液温度稳定下来。
- 线圈连接方式:串联。

6.5.2 压力增益、极性

压力增益、极性试验步骤如下:

- 关闭控制油口阀①、②;
- 开启回油口阀⑤;
- 调整供油压力到被试阀的额定压力;
- 将输入电流慢慢循环几次;

- e) “输入电流”电信号接在记录仪的 X 轴上,“负载压降”电信号接在记录仪的 Y 轴;
- f) 检查记录仪两个标尺的零位及放大倍数,在记录纸上画出 X、Y 轴的零位;
- g) 调整自动信号发生器,输出足够大的正负信号幅值,使之产生全部正负负载压降;
- h) 连续输入频率为 0.01 Hz~0.02 Hz,幅值为 $\pm I_n$ 的三角波信号;
- i) 记录如图 1 所示完整的循环曲线;
- j) 取 $\pm 40\%$ 最大负载压降范围内,负载压降对控制电流的平均斜率计算压力增益测试结果;
- k) 对应正控制电流,负载压力 P_a 大于 P_b ,即为正极性。

结果应符合 5.3 的要求。

6.5.3 空载流量特性

用下列试验步骤测出输入电流与负载压降的变化关系,从而绘制空载流量特性曲线。从曲线中测得额定流量、线性度、对称度、滞环和零遮盖。

- a) 打开回油口阀⑤。
- b) 打开控制油口阀①、②并关闭内部泄漏阀门③、④。
- c) 调节伺服阀供油压力为额定压力 P_n 。
- d) 输入电流,循环 5 min~10 min。
- e) “输入电流”电信号接在记录仪的 X 轴上,“空载流量”接在记录仪的 Y 轴。
- f) 将输入信号调整在正负额定电流 I_n 之间。
- g) 调整好记录仪的放大倍数及零位,在记录纸上画出 X、Y 轴的零位。
- h) 连续输入频率为 0.01 Hz~0.02 Hz,幅值为 $\pm I_n$ 的三角波信号。
- i) 记录一个完整的循环曲线,即空载流量特性曲线。按流量特性曲线可测得额定流量、线性度、对称度、滞环等性能指标的要求,其结果应符合 5.3 的要求。
- j) 缩小输入信号幅值到一定值,扩大 X 及 Y 轴放大倍数,重复上述试验即可获得反映滑阀遮盖的零区流量特性曲线。

结果应符合 5.3 的要求。

6.5.4 内漏

伺服阀内漏试验步骤如下:

- a) 关闭控制油口阀①、②;
- b) 打开内部泄漏阀门③、④;
- c) 关闭回油口阀⑤;若内泄流量计装在回油路上(见图 8),则将回油口阀⑤开启,关闭阀①、②、③、④;
- d) 调节供油压力为额定压力 P_n ;
- e) “输入电流”电信号接在 X 轴,“回油管路流量”电信号接在 Y 轴上;
- f) 校核 X 轴和 Y 轴的零位;同时在记录纸上画出 X、Y 轴的零位;
- g) 使自动信号发生器产生电流幅值为正负额定电流的输出;
- h) 连续循环输入信号,全部记录零位附近的内漏变化;
- i) 记录半个周期的内漏特性曲线(可开始于 $+I_n$,也可开始于 $-I_n$)(见图 2)。

结果应符合 5.3 的要求。

6.5.5 分辨率

6.5.5.1 零区正反向分辨率试验步骤如下:

- a) 重复 6.5.2 压力增益试验方法的 a)~d) 步骤。
- b) 对一个极性方向施加小输入电流,使两控制油口压力值相等。再对同一极性方向施加另一小输入电流,直到使两控制油口压力变化为止。记下两次电流值与控制油口压力的读数,此二次电流值的代数差即是零区正向分辨率的测量值。

- c) 沿相反向改变输入电流,直到控制油口的压力产生反向变化,记下此电流值。最后记录的两个电流值的代数差即是零区反向分辨率。

结果应符合 5.3 的要求。

6.5.5.2 零区外正反向分辨率试验步骤如下:

- 换上灵敏度高的流量计。同时打开回油口阀⑤,控制油口阀①、②,关闭内部泄漏阀③、④。
- 调整供油压力到额定压力 P_n 。
- 循环输入电流。
- 对一个极性方向施加小输入电流(约 10% 额定电流),记录电流值。
- 对同一极性方向施加更小的信号,直到流量计读数变化,记下此电流值。最后记录的两个电流值的代数差即是零区外正向分辨率的测量值。
- 使输入信号减小,直到流量计读数变化,记下此电流值。最后记录的两个电流值的代数差即是零区外反向分辨率的测量值。
- 在 10% 额定电流之间各点重复上述试验,得到一系列正反分辨率的测量值。其中最大的值与额定电流的百分比即为分辨率的量值。

结果应符合 5.3 的要求。

6.5.6 零偏、零漂

6.5.6.1 零偏试验步骤如下:

- 打开回油口阀⑤,关闭控制油口阀①、②,调节供油压力为额定压力 P_n 。
- 输入正额定电流 $+I_n$,然后将输入电流减小到零,继续到负的额定电流 $-I_n$ 。
- 为消除滞环影响,须继续缓慢在正负电流之间循环输入电流,同时逐步减小最大电流值。当用此法将电流减为零时,记下各控制油口的压力。
- 缓慢施加一个输入电流,将阀调到零位(即使得两控制油口的压力相等),记下输入电流值。
- 缓慢地在同一方向增加输入电流,直到控制油口压力改变。
- 停止和反向施加输入电流,直到两控制油口压力再次相等,记下输入电流值。
- 零偏电流是上述两次使伺服阀置零的电流平均值。

结果应符合 5.3 的要求。

6.5.6.2 按 6.5.6.1 进行零偏试验后,按图 8 所示装置进行供油压力零漂试验,步骤如下:

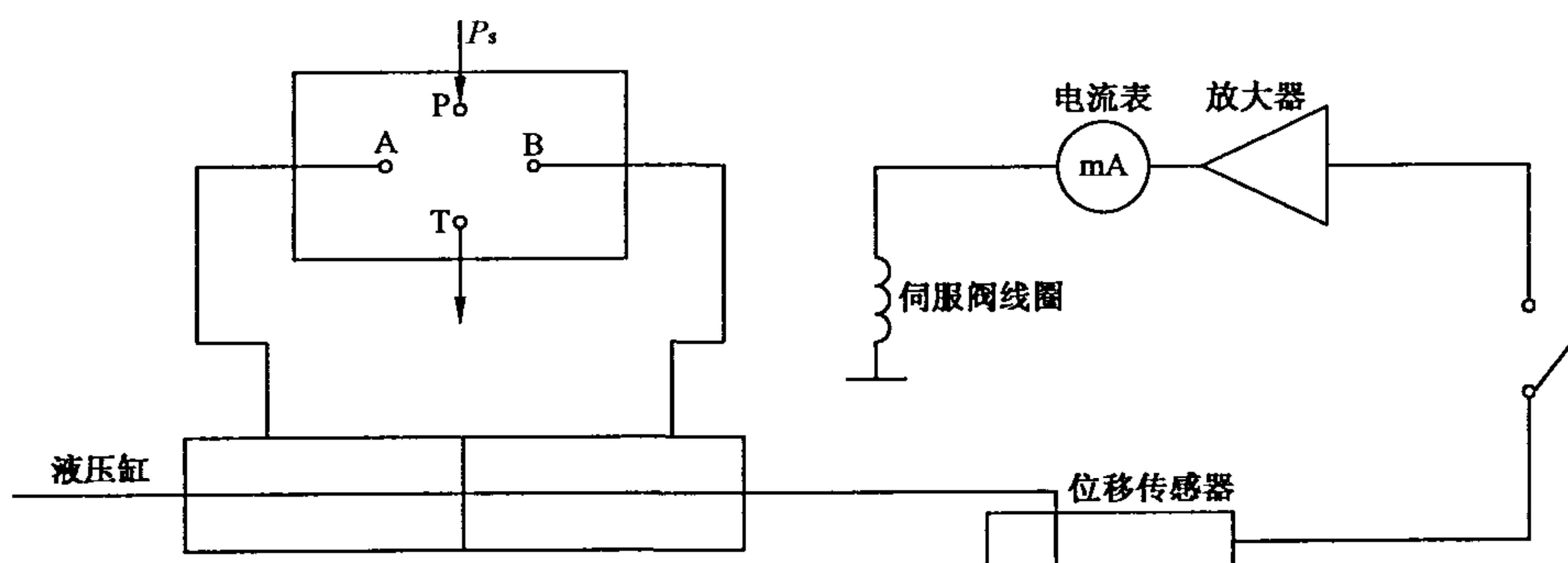


图 8 零漂试验装置示意图

- 调整供油压力,供油压力变化范围为 $0.8 P_n \sim 1.1 P_n$;
- 在每一个供油压力值下,重复 6.5.6.1 的 e)、f)、g) 步骤,记录各零偏电流,并计算各零偏变化值;
- 画出各供油压力下的零偏变化曲线,其中最大的零偏变化值即为供油压力零漂(见图 9)。

结果应符合 5.3 的要求。

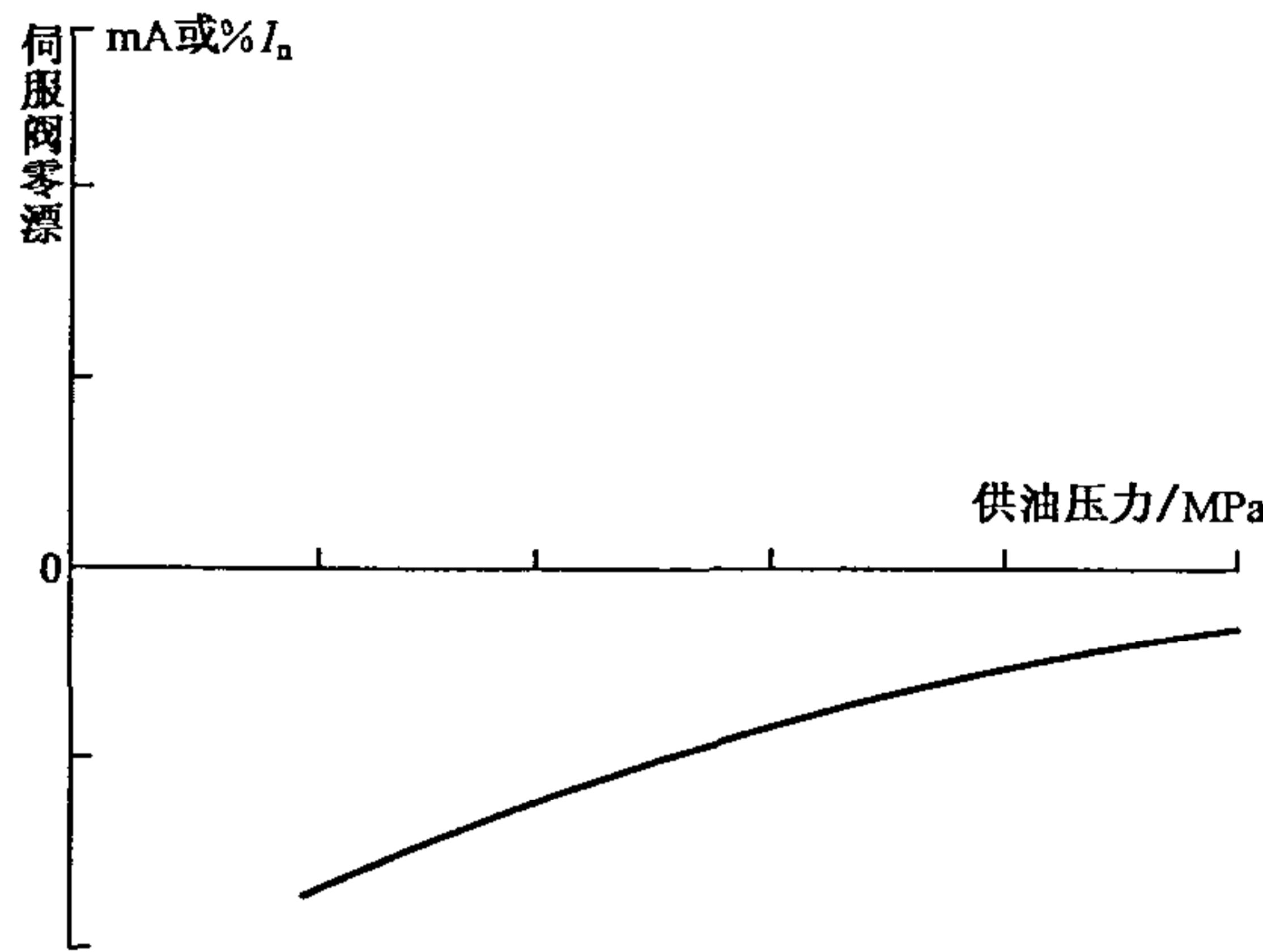


图 9 供油压力零漂

6.5.6.3 按 6.5.6.1 进行零偏试验后,按图 8 所示装置进行回油压力零漂试验,其步骤如下:

- 缓慢关闭回油口阀⑤,以建立回油变化的压力,回油压力在 0 MPa~0.7 MPa 范围变化;
- 在每一个回油压力值下,重复 6.5.6.1 的 e)、f)、g) 步骤,记录各相应的零偏电流,并计算各零偏变化值;
- 画出各供油压力下的零偏变化曲线,其中最大的零偏变化值即为回油压力零漂(见图 10)。

结果应符合 5.3 的要求。

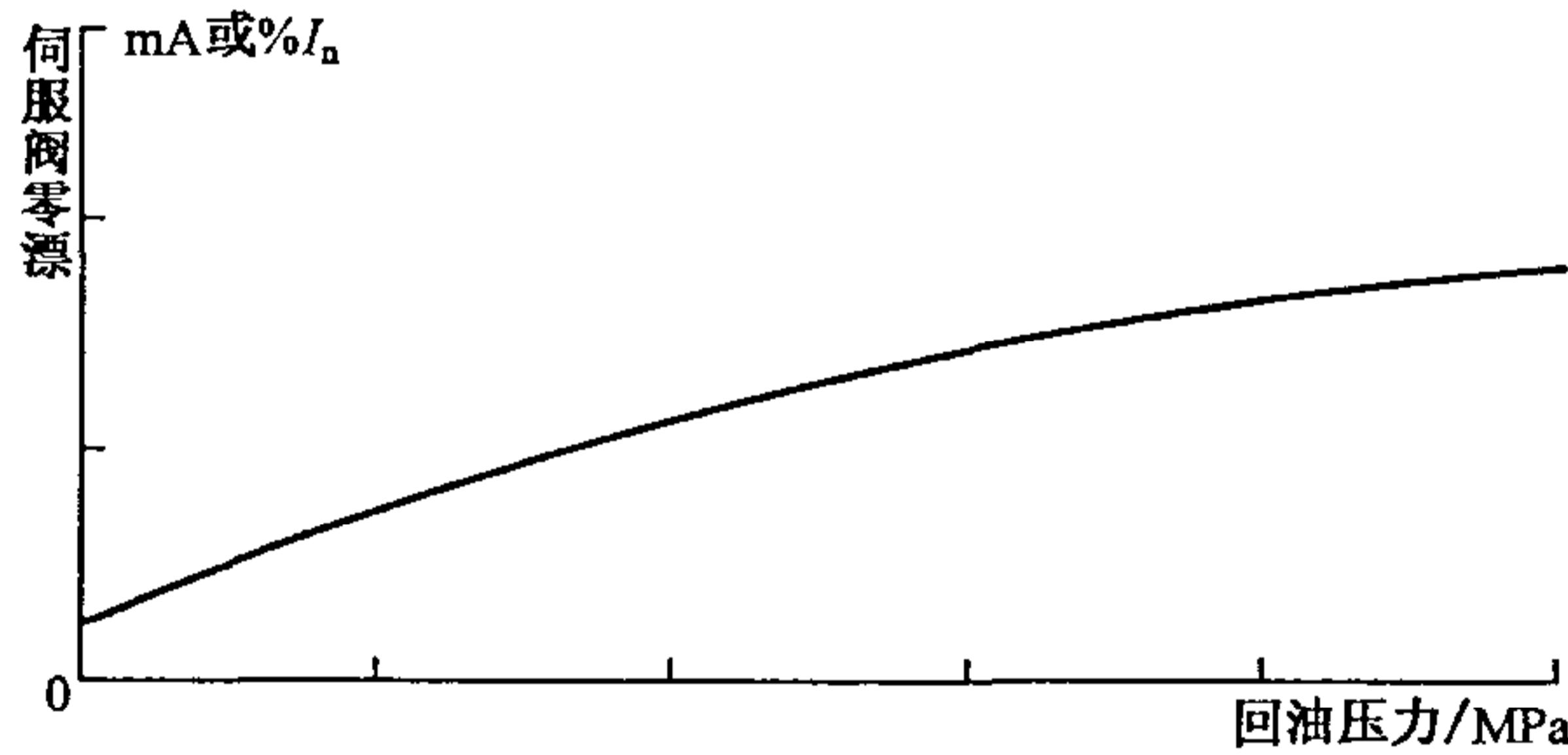


图 10 回油压力零漂

6.5.6.4 温度零漂试验步骤如下:

- 按图 8 所示试验装置允许与高低温试验一起进行,零偏测试可用 6.5.3 空载流量特性曲线试验方法或 6.5.2 压力增益曲线试验方法进行;

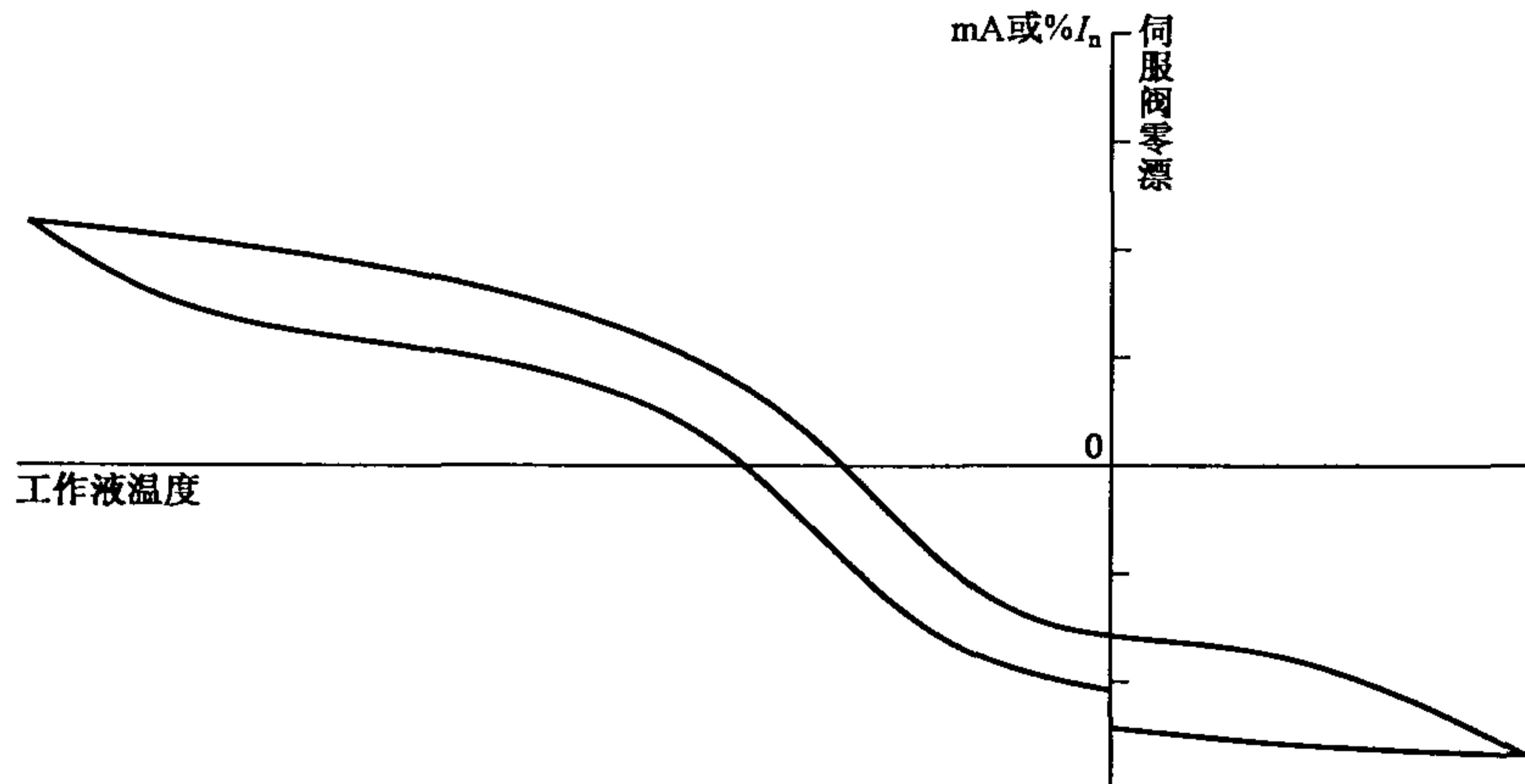


图 11 温度零漂

- b) 未供油时,让输入信号在正负额定电流之间缓慢循环,同时逐步减小输入信号幅值直到零;
 - c) 调整供油压力到额定压力 P_n ;
 - d) 工作液油温变化为 56°C;
 - e) 画出零偏对温度的曲线,其中最大的零偏变化值即为温度零漂(见图 11)。
- 结果应符合 5.3 的要求。

6.6 频率响应

6.6.1 频率响应试验设备

伺服阀频率响应试验装置典型回路如图 12 所示。

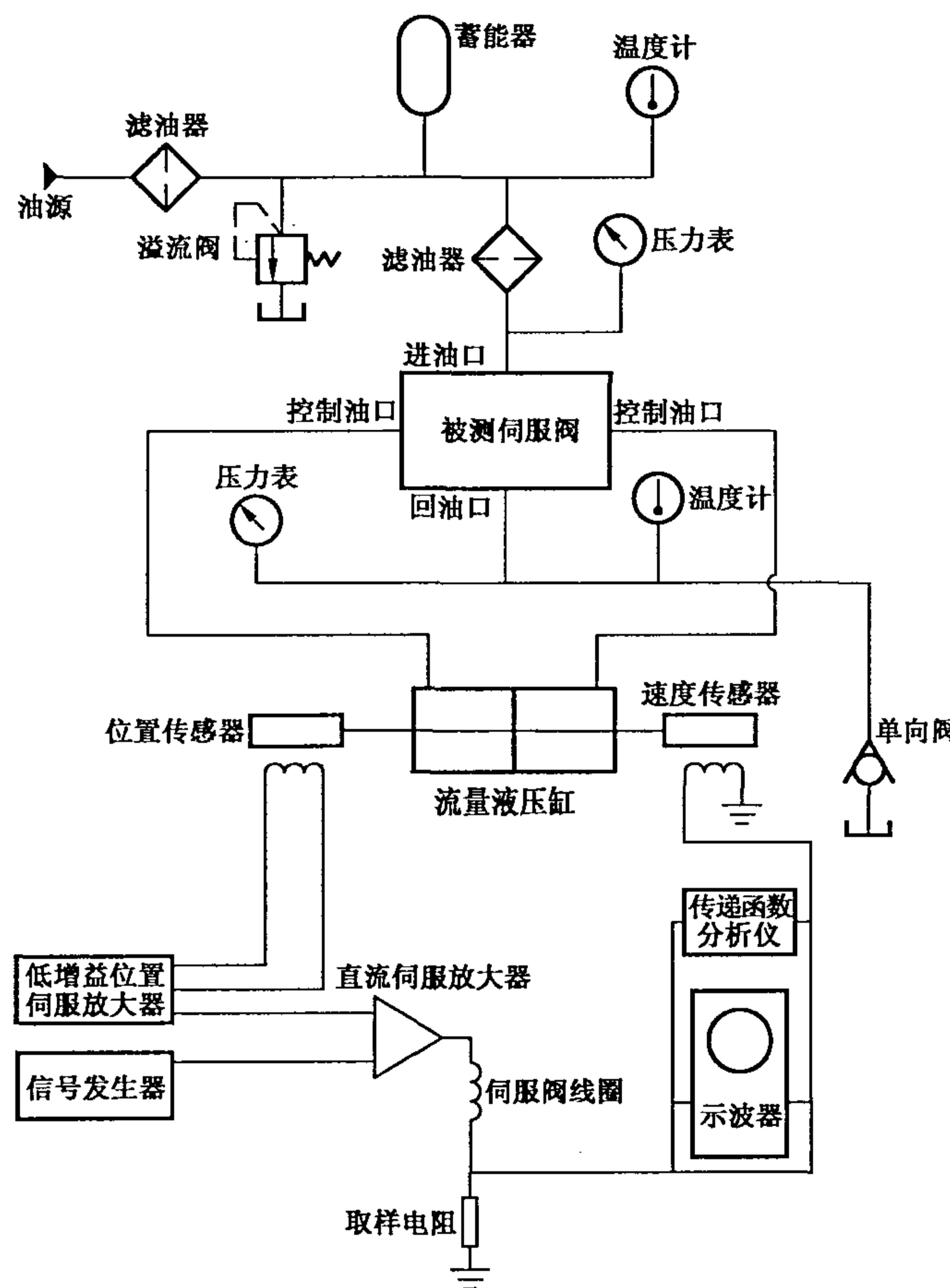


图 12 频率响应试验装置典型回路

6.6.2 频率响应试验方法

伺服阀频率响应试验步骤如下:

- a) 给伺服阀供油,调整低增益位置伺服回路放大器的倍数,使活塞接近行程中间;
- b) 输入一个 5 Hz 信号,或者取它和相位滞后 90°时频率值的 5%两者中的较低者;
- c) 记录此频率下的输出幅值和相位角(基频幅值和相位角);
- d) 以一定增量变化频率值,记录各频率下的输出幅值和相位角;
- e) 计算各频率值下的输出幅值与基频幅值的比,并转化为分贝形式及与基频时的相位角差;
- f) 画出对数频率特性曲线,相对幅值下降 3 dB 的频率即为阀的幅频宽,相位滞后 90°的频率即为相频宽(见图 13)。

结果应符合 5.3 的要求。

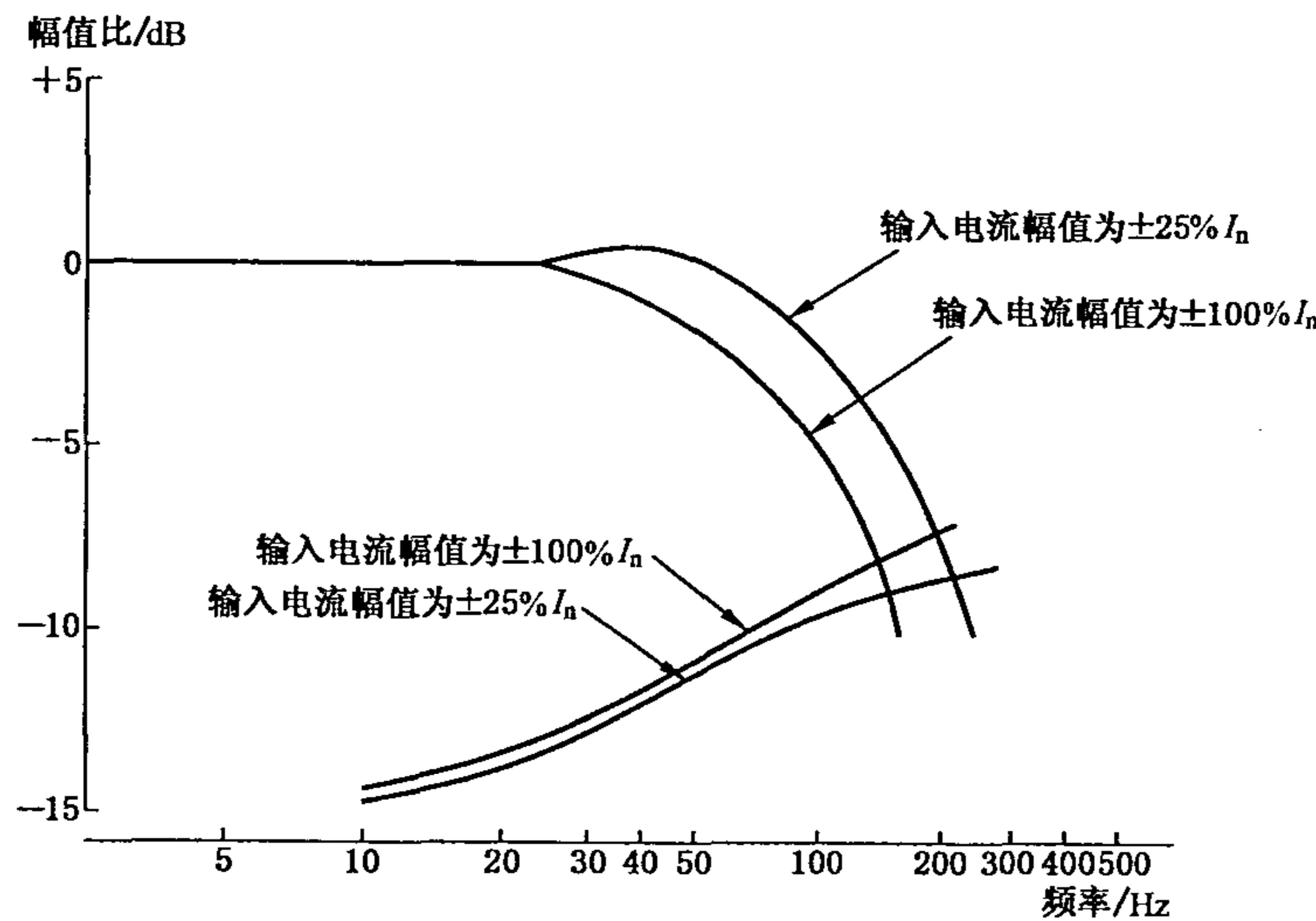


图 13 频率响应曲线

6.7 环境试验

6.7.1 低温启动及低温

伺服阀低温启动及低温试验步骤如下：

- 把伺服阀置于低温试验台上，将环境温度降到-30℃，油液温度降到-30℃，保温时间由被试阀的大小决定，一般为1 h。输入电信号和供给低温工作油进行试验。
 - 在最低温度下启动试验：要求在±50%额定电流下阀的A、B两腔有油液输出。
 - 供油压力允许在 $1P_n \sim 2P_n/3$ 的压力范围内变化。
 - 按规定值作稳态特性测试，检查伺服阀的性能，并测试其绝缘电阻。
- 结果应符合5.4.1、5.4.2的要求。

6.7.2 高温

伺服阀高温试验步骤如下：

- 阀置于将环境温度升到60℃和油液温度升到90℃的高温试验台上，保温时间由被试阀的大小决定，一般为1 h。输入电信号和供给高温工作油进行试验。
 - 测试其绝缘电阻。
 - 供油压力允许在 $1P_n \sim 2P_n/3$ 的额定压力范围内变化。
 - 按规定值作稳态特性测试，检查伺服阀的性能。
- 结果应符合5.4.2的要求。

6.7.3 温度冲击

试验时，伺服阀内需注满工作油液，装上封板，分别在高低温箱（室）中进行3个循环试验。最高温度和最低温度及保温时间按图6规定，检查绝缘电阻及零偏。其结果应符合5.4.3的要求。

6.7.4 湿热

伺服阀内需注满工作油液，装上封板，按GJB 4.6规定进行4个周期（每个周期为24 h）的试验。试验后，进行绝缘电阻及介电强度的测试，并进行外观检查。其结果应符合5.4.4的要求。

6.7.5 盐雾

伺服阀内需注满工作油液，装上封板，将阀放到盐雾试验箱中，按GJB 4.11规定进行96 h（4个周期）的试验。试验后，进行绝缘电阻测试及外观检查。结果应符合5.4.5的要求。

6.7.6 霉菌

伺服阀内需注满工作油液，装上封板，按GJB 4.10规定进行28 d试验。试验后，进行绝缘电阻的测试及外观检查。其结果应符合5.4.6的要求。

6.7.7 振动

将伺服阀装在振动台上,用软管给阀供工作油液,按 GJB 4.7 中试验等级表中的 2 类的参数,按规定进行振动试验。试验中应记录伺服阀的零位变化。不应出现影响工作性能的谐振现象。其结果应符合 5.4.7 的要求。

6.7.8 颤震

伺服阀内需注满工作油液,装上封板,按颤振加速度幅值 10 g、重复频率 80 次/min、总冲击次数 3 000 次进行试验。试验后,检查外观质量,零部件不应松动及损伤,并复测稳态性能。结果应符合 5.4.8 的要求。

6.7.9 冲击

伺服阀内需注满工作油液,装上封板,按 GJB 4.9 规定进行试验。试验后,检查外观质量,并测绝缘电阻及稳态性能。结果应符合 5.4.9 的要求。

6.8 抗污染性

用 GB/T 20082 规定的方法测量液压液的固体颗粒污染度等级。结果应符合 5.5.1 的要求。

6.9 耐压

6.9.1 供油口耐压

伺服阀供油口耐压试验装置回路见图 7,试验步骤如下:

- 打开回油口阀⑤;
- 关闭控制油口阀①、②;
- 将伺服阀供油压力调整到 1.5 倍额定压力;
- 型式检验时在正额定电流下保压 2.5 min;在负额定电流下,再保压 2.5 min;
- 出厂检验时,保压时间可减为各 0.5 min。

其结果应符合 5.5.3 的要求。

6.9.2 回油口耐压

伺服阀回油口耐压试验装置回路见图 7,试验步骤如下:

- 关闭回油口阀⑤;
- 关闭控制油口阀①、②和内部泄漏阀③、④;
- 调整伺服阀供油压力到额定压力 P_n ;
- 鉴定检验时在正额定电流下保压 2.5 min;在负额定电流下,再保压 2.5 min;
- 出厂检验时,保压时间可减为各 0.5 min。

结果应符合 5.5.3 的要求。

6.10 压力脉冲

伺服阀压力脉冲试验装置回路见图 7,其试验步骤如下:

- 关闭控制口阀①、②,在阀的供油口施加压力变化的液压油(最高频率不超过 5 Hz);
- 让压力在回油压力(至少不得小于 0.35 MPa)和 90%~105% 的公称供油压力之间周期波动,压力升降的速率不能太快,以免过调和气蚀。但每个循环中要有一半时间以上维持供油压力;
- 施加额定电流,在正额定电流下做 250 000 次循环,在负额定电流下做 250 000 次循环;
- 试毕,复测稳、动态性能。

结果应符合 5.5.4 的要求。

6.11 破坏压力试验

伺服阀破坏压力试验在其他试验完成后进行,试验装置回路见图 7。试验步骤如下:

- 开启回油阀以 2.5 倍的额定压力施加于供油口 P 及控制油口 A、B(压力升高不要太快),历时 30 s;
- 给回油口 T 施加 1.5 倍额定压力,历时 30 s。经过破坏压力试验的阀,不可再作产品使用;

结果应符合 5.5.5 的要求。

注：人、仪器和破坏试验台之间应装有保护装置。

6.12 耐久性

6.12.1 伺服阀耐久性试验装置回路图见图 7。

6.12.2 在下列两种工况条件下做试验，各做规定的循环周期数的一半。

- a) 关闭控制口阀①、②；
- b) 开启控制口阀①、②。

6.12.3 耐久性试验按下列步骤进行：

- a) 输入信号从正额定电流到负额定电流作正弦循环；
- b) 试验速度：以低于相频宽 1/5 的频率数循环；
- c) 试验次数：不得少于 10^7 个周期；
- d) 试验结束后，对阀再进行稳、动态性能复测。

结果应符合 5.6 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

本标准规定的检验分为：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 检验项目

型式检验的检验项目按表 10 的规定。

表 10 检验项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	检验方法章条号
1	外观质量	●	●	5.1.1	6.3
2	线圈电阻	●	●	5.2.1	6.4.1
3	绝缘电阻	●	●	5.2.2	6.4.2
4	绝缘介电强度	●	—	5.2.3	6.4.3
5	过载电流	●	—	5.2.4	6.4.4
6	压力增益	●	●	5.3	6.5.2
7	极性	●	●	5.3	6.5.2
8	额定流量	●	●	5.3	6.5.3
9	线性度	●	●	5.3	6.5.3
10	对称度	●	●	5.3	6.5.3
11	滞环	●	●	5.3	6.5.3
12	零遮盖	●	○	5.3	6.5.3
13	内漏	●	○	5.3	6.5.4
14	分辨率	●	○	5.3	6.5.5
15	零偏	●	●	5.3	6.5.6.1
16	供油压力零漂	●	○	5.3	6.5.6.2
17	回油压力零漂	●	○	5.3	6.5.6.3
18	温度零漂	●	—	5.3	6.5.6.4

表 10(续)

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	检验方法章条号
19	频率响应	●	●	5.3	6.6
20	低温	●	—	5.4.2	6.7.1
21	高温	●	—	5.4.2	6.7.2
22	温度冲击	●	—	5.4.3	6.7.3
23	湿热	●	—	5.4.4	6.7.4
24	盐雾	●	—	5.4.5	6.7.5
25	霉菌	●	—	5.4.6	6.7.6
26	振动	●	—	5.4.7	6.7.7
27	颠震	●	—	5.4.8	6.7.8
28	冲击	●	—	5.4.9	6.7.9
29	抗污染性	●	—	5.5.1	6.8
30	耐压	●	●	5.5.3	6.9
31	压力脉冲	●	—	5.5.4	6.10
32	耐久性	●	—	5.6	6.12
33	破坏压力	●	—	5.5.5	6.11

注：●必检项目；○订购方和承制方协商检验项目；—不检项目。

7.2.2 受检样品数

型式检验的样品数量应不少于 2 台,任抽 1 台作型式检验。

7.2.3 合格判据

检验项目全部符合要求,判定伺服阀型式检验合格。若有不符合要求的项目,应加倍取样复验;如复验符合要求,则仍判定型式检验合格;若复验仍有不符合要求的项目,则判定型式检验不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验项目

出厂检验的检验项目按表 10 的规定。

7.3.2 受检样品数

每台出厂的产品应进行出厂检验。

7.3.3 合格判据

全部检验项目符合要求的伺服阀,判定出厂检验合格。若有不符合要求的项目,则应在采取措施后进行复检。如复验符合要求,则仍判该台伺服阀出厂检验合格;若复验仍有不符合要求的项目,则判定该台伺服阀不合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 铭牌

每台伺服阀应有耐久、滞燃、清晰、牢固的铭牌,铭牌上的标志应包括下列内容:

- a) 生产厂名称;
- b) 名称、型号;
- c) 公称供油压力、额定流量、额定电流;

d) 产品编号、生产日期。

8.1.2 油口标志

在伺服阀体外应清楚标出进油口“P”、回油口“T”、控制油口“A”和“B”。

8.2 包装

8.2.1 所有螺纹连接零件,均应锁紧,产品上的外露螺钉应加铅封。

8.2.2 伺服阀体内应注入与使用条件相符的清洁液压油,阀口用堵塞或盖板封住。

8.2.3 随机文件

随机文件应包括:

- a) 产品说明书;
- b) 承制方提交的合格证书;
- c) 履历书、备件清单。

8.3 运输

伺服阀在运输过程中应避免破坏性损伤事故发生。

8.4 贮存

伺服阀应贮存在阴凉、干燥处;要定期更换防潮砂。
