

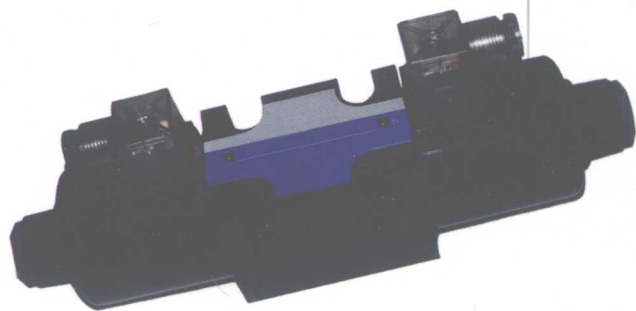
YEYAF A

液 压 阀

使用手册

SHIYONG SHOUCE

陆一心 主 编
杨永军 陈孝朱 副主编



化学工业出版社

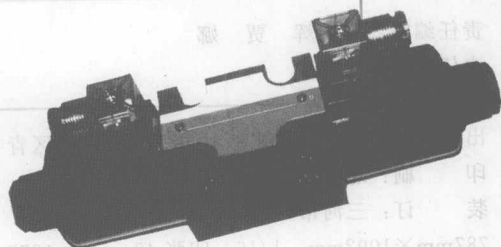
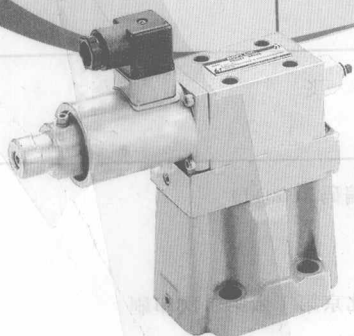
YEYAF A

液压阀

使用手册

SHIYONG SHOUCE

陆一心 主编
杨永军 陈孝朱 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压阀使用手册/陆一心主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-122-02732-0

I. 液… II. 陆… III. 液压控制阀-手册 IV. TH137.52-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 059341 号

责任编辑: 张兴辉 贾 娜

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 徐贞珍

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 48 字数 1275 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 120.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2008—58 号

前 言

随着现代制造业的发展, 液压技术近年来发展很快, 在几乎所有技术领域中得到广泛应用, 成为现代传动与控制的主要技术手段。液压控制阀作为液压系统中重要的控制元件, 在液压传动与控制系统中担负着极其重要的作用, 其性能、品质、种类、可靠性都对整台机器的正常运行具有非常重要的意义。

由于液压控制阀种类繁多, 性能各异, 许多工程技术人员对各种阀的原理、结构、选择、使用、维护维修等基本知识和工作技能掌握不够, 缺少相关的技术资料。为了提高相关液压工程设计人员、工程技术人员应用液压技术的水平, 尤其是帮助从事液压系统工程设计、使用维护的技术人员正确合理地选择、使用液压阀, 我们在总结几十年从事液压技术工作和教学、科研、工程实践经验基础上, 广泛搜集大量资料, 特别是最新国家标准、技术资料和企业产品样本, 编写了《液压阀使用手册》一书。

本《手册》实用性强, 对从事液压系统设计、研究、使用、维护及修理等工作的专业人士是一本极有针对性的手册。资料丰富、新颖详实, 以表格、图形为主, 辅以文字说明, 简明便查。书中搜集整理了最新液压阀的相关资料, 诸如最近在工程机械、冶金机械等工程机械上有很大应用优势的三通盖板式插装阀、多通螺纹式插装阀等的最新资料。除介绍国内外生产的普通液压阀以外, 对国内外生产的三通盖板式插装阀、多通螺纹式插装阀、叠加式液压阀、多路控制阀、液压伺服阀、电液比例阀等均单独成章, 做了较详细的介绍。

本《手册》由陆一心主编, 杨永军、陈孝朱副主编。第1章由陆一心编写, 第2章由杨永军、翁秀明编写, 第3章由陆一心、赵德骥编写, 第4章由陆一心、陆维倩、唐安兵编写, 第5章由陆一心、张应龙编写, 第6章由陈孝朱编写, 第7章、第8章由陆一心、赵德骥、陆维倩等编写。全书由陆一心统稿。本手册可供液压技术的科研设计、制造调试和使用维护部门的专业人员使用查阅, 也可作为大专院校师生在科研、教学、设计时的参考。

主 编

目 录

第1章 液压传动系统与液压控制系统概述

- 1.1 液压传动系统的工作原理 1
- 1.2 液压控制系统的工作原理 2
- 1.3 液压控制阀在液压传动及液压伺服控制

第2章 普通液压阀

- 2.1 液压控制阀的分类 5
- 2.2 液压控制阀的连接 5
 - 2.2.1 液压控制阀的螺纹式连接 5
 - 2.2.2 液压控制阀的板式连接 5
- 2.3 压力阀 6
 - 2.3.1 溢流阀 6
 - 2.3.2 电磁溢流阀 57
 - 2.3.3 卸荷溢流阀 81
 - 2.3.4 顺序阀 97
 - 2.3.5 平衡阀 122
 - 2.3.6 减压阀 134
- 2.4 流量阀 155
 - 2.4.1 节流阀及单向节流阀 155

第3章 二通盖板式插装阀

- 3.1 二通盖板式插装阀概述 421
 - 3.1.1 盖板式二通插装阀的基本结构 421
 - 3.1.2 盖板式二通插装阀的工作原理 421
 - 3.1.3 插装单元的结构形式 422
 - 3.1.4 盖板式二通插装阀控制组件 423
 - 3.1.5 应用简介 425
 - 3.1.6 二通盖板式插装阀系列 425
- 3.2 力士乐 L 系列二通盖板式插装阀及组件 426
 - 3.2.1 力士乐 L 系列二通盖板式插装阀技术规格 426
 - 3.2.2 力士乐 L 系列方向控制二通插装阀 426
 - 3.2.3 力士乐 L 系列压力控制二通插装阀 436
 - 3.2.4 力士乐 L 系列 LD、LDS、LB、LBS 型插装阀及组件 441

- 系统中的作用 3
- 3.1.4 液压控制阀的分类 3
- 2.4.2 行程节流阀 189
- 2.4.3 调速阀及单向调速阀 198
- 2.4.4 溢流节流阀 244
- 2.5 方向控制阀 249
 - 2.5.1 换向阀的滑阀机能 249
 - 2.5.2 单向阀 253
 - 2.5.3 液控单向阀 265
 - 2.5.4 充液阀 277
 - 2.5.5 电磁换向阀 282
 - 2.5.6 电磁球阀 326
 - 2.5.7 液控换向阀和电液动换向阀 334
 - 2.5.8 手动换向阀 384
 - 2.5.9 其他方向阀 411
- 3.3 伊顿-威格士型插装阀 445
 - 3.3.1 伊顿-威格士型插装阀主要技术参数 445
 - 3.3.2 伊顿-威格士型插装阀插件 446
 - 3.3.3 伊顿-威格士型插装阀控制盖板 449
- 3.4 多用途控制阀 452
 - 3.4.1 多用途控制阀概述 452
 - 3.4.2 多用途控制阀的参数、功能和机能 452
- 3.5 济南铸锻所 Z 系列二通盖板式插装阀 455
 - 3.5.1 济南铸锻所 Z 系列技术规格 455
 - 3.5.2 济南铸锻所 Z 系列插装阀插装元件 455
 - 3.5.3 济南铸锻所 Z 系列插装阀控制盖板 456

3.6 上海七〇四所 TJ 系列二通盖板式插装阀	457	3.8.2 泰丰插装阀安装孔尺寸 (符合 ISO 7368, DIN 24342, GB 2877)	488
3.7 榆次油研插装阀	458	3.8.3 泰丰方向控制功能	489
3.7.1 榆次油研带电磁换向阀的方向插装阀 (LDS)	470	3.8.4 泰丰系列压力控制功能	491
3.7.2 榆次油研溢流插装阀 (LB)	478	3.9 二通盖板式插装阀安装连接尺寸	492
3.7.3 榆次油研带电磁换向阀的溢流插装阀 (LBS)	480	3.10 二通盖板式插装阀选用指南	493
3.7.4 榆次油研插装阀安装尺寸	485	3.10.1 选用原则	493
3.7.5 榆次油研系列插装阀插件安装尺寸	485	3.10.2 需要注意的问题	493
3.7.6 榆次油研插装阀阀盖安装尺寸 ..	486	3.11 二通盖板式插装阀安装需知与常见故障	494
3.8 泰丰系列二通插装阀	487	3.11.1 安装须知	494
3.8.1 泰丰系列二通插装阀技术参数 ..	487	3.11.2 常见故障	494
第 4 章 螺纹插装阀			
4.1 螺纹插装阀概述	495	4.4.1 康百世·朝田的螺纹插装阀型号	579
4.1.1 方向控制螺纹式插装阀	495	4.4.2 压力控制阀	579
4.1.2 压力控制螺纹式插装阀	496	4.4.3 单向阀	582
4.1.3 流量控制螺纹式插装阀	497	4.5 美国海德福斯螺纹插装阀	585
4.2 威格士螺纹插装阀	498	4.5.1 海德福斯螺纹插装电磁换向阀 ..	585
4.2.1 威格士螺纹插装电磁换向阀	498	4.5.2 海德福斯螺纹插装电液比例阀 ..	590
4.2.2 威格士螺纹插装压力控制阀	504	4.5.3 海德福斯螺纹插装方向控制阀 ..	594
4.2.3 威格士螺纹插装流量控制阀	509	4.5.4 海德福斯螺纹插装流量控制阀 ..	605
4.2.4 威格士螺纹插装单向阀	514	4.5.5 海德福斯螺纹插装压力控制阀 ..	608
4.2.5 威格士螺纹插装平衡阀	518	4.5.6 海德福斯螺纹插装手动泵	612
4.2.6 威格士螺纹插装非电磁铁控制的换向阀	519	4.5.7 海德福斯螺纹插装油口尺寸	612
4.2.7 威格士螺纹插装比例阀	525	4.6 宁波华液系列螺纹插装阀	613
4.2.8 威格士螺纹插装阀的孔型	528	4.6.1 宁波华液系列螺纹插装阀型号 ..	613
4.3 宁波翎弘螺纹插装阀	531	4.6.2 宁波华液 LCY 系列螺纹插装阀外形及插件孔尺寸	613
4.3.1 宁波翎弘螺纹插装电磁换向阀 ..	531	4.6.3 宁波华液系列 BLCY 型比例螺纹插装阀型号	626
4.3.2 宁波翎弘螺纹插装压力控制阀 ..	535	4.6.4 宁波华液系列 BLCY 型比例螺纹插装阀机能符号、外形及插孔尺寸	626
4.3.3 宁波翎弘螺纹插装方向控制阀 ..	559	第 5 章 叠加式液压阀	
4.3.4 宁波翎弘螺纹插装流量控制阀 ..	569	5.1 叠加阀概述	629
4.3.5 宁波翎弘螺纹插装负载控制阀 ..	573	5.1.1 叠加式液控单向阀	629
4.3.6 标准插孔	574	5.1.2 叠加式溢流阀	629
4.4 康百世·朝田的螺纹插装阀	579	5.1.3 叠加式调速阀	629
第 5 章 叠加式液压阀			
5.1 叠加阀概述	629	5.1.4 叠加阀的应用	629
5.1.1 叠加式液控单向阀	629	5.2 大连组合机床研究所系列叠加阀型谱	629
5.1.2 叠加式溢流阀	629	5.2.1 大连组合机床研究所叠加阀型谱型号说明	631
5.1.3 叠加式调速阀	629	5.2.2 大连组合机床研究所叠加阀型谱	632
5.1.4 叠加阀的应用	629	5.2.3 大连组合机床研究所多机能叠加阀	632
5.2 大连组合机床研究所系列叠加阀 ..	629	第 5 章 叠加式液压阀	
5.2.1 大连组合机床研究所叠加阀型谱	631	5.1 叠加阀概述	629
5.2.2 大连组合机床研究所叠加阀型谱	632	5.1.1 叠加式液控单向阀	629
5.2.3 大连组合机床研究所多机能叠加阀	632	5.1.2 叠加式溢流阀	629

型谱	635	一览表	649
5.3 榆次油研系列叠加阀型谱	636	5.7 液压叠加阀安装面	660
5.3.1 榆次油研系列叠加阀技术参数及安装面	636	5.7.1 叠加阀安装面图	660
5.3.2 榆次油研系列叠加阀型谱	636	5.7.2 大连组合机床所系列、油研系列、威格士系列、力士乐系列叠加阀安装面尺寸	661
5.4 北京华德、上海立新叠加阀型谱	642	5.8 叠加阀的使用	661
5.5 大连液压元件厂叠加阀型谱	645		
5.6 国内外主要公司的叠加阀产品互换			
第6章 多路换向阀	663		
6.1 多路换向阀概述	663	6.5.5 D1-32 多路换向阀的外形和安装尺寸	687
6.1.1 多路换向阀的组成	663	6.6 DL 型系列多路换向阀	689
6.1.2 多路换向阀的分类	664	6.6.1 DL 型系列多路换向阀的概述	689
6.1.3 多路换向阀各联滑阀机能	670	6.6.2 DL 型系列多路换向阀的型号	689
6.1.4 多中路换向阀过载阀与缓冲阀的讨论	671	6.6.3 DL-8 型系列多路换向阀的主要规格和技术参数	689
6.2 ZS2 系列多路换向阀	671	6.6.4 DL-8 型系列多路换向阀的机能	690
6.2.1 ZS2 系列多路换向阀的概述	671	6.6.5 DL-8 型系列多路换向阀的外形和安装尺寸	690
6.2.2 ZS2 系列多路换向阀的型号	672	6.7 DP20 系列多路换向阀	692
6.2.3 ZS2 系列多路换向阀外形和安装尺寸	673	6.7.1 DP20 系列多路换向阀概述	692
6.3 Z 系列多路换向阀	674	6.7.2 DP20 系列多路换向阀的型号	692
6.3.1 Z 系列多路换向阀的概述	674	6.7.3 DP20 系列多路换向阀的主要规格和技术参数	693
6.3.2 Z 系列多路换向阀的型号	674	6.7.4 DP20 系列多路换向阀滑阀机能与图形符号	693
6.3.3 Z 系列多路换向阀的主要规格和技术参数	675	6.7.5 DP20 系列多路换向阀的外形和安装尺寸	693
6.3.4 Z 系列多路换向阀的滑阀机能, 油路形式, A、B 口辅助阀的配备, 控制及定复位方式	676	6.8 CMX 系列负荷传感型多路换向阀	694
6.3.5 Z 系列多路换向阀的外形和安装尺寸	677	6.8.1 CMX 系列负荷传感型多路换向阀概述	694
6.4 DF 系列多路换向阀	680	6.8.2 CMX 系列负荷传感型多路换向阀的型号	694
6.4.1 DF 系列多路换向阀概述	680	6.8.3 CMX 系列负荷传感型多路换向阀主要规格和技术参数	694
6.4.2 DF 系列多路换向阀的型号	680	6.8.4 CMX 系列负荷传感型多路换向阀机能与图形符号	694
6.4.3 DF 系列多路换向阀的主要规格和技术参数	681	6.8.5 CMX 系列负荷传感型多路换向阀的结构及其外形安装尺寸	694
6.4.4 DF 系列多路换向阀的机能	682	6.9 B 系列手动比例先导阀	695
6.4.5 DF 系列多路换向阀的外形和安装尺寸	682	6.9.1 B 系列手动比例先导阀概述	695
6.5 D1-32 多路换向阀	686	6.9.2 B 系列手动比例先导阀的型号	695
6.5.1 D1-32 多路换向阀概述	686	6.9.3 B 系列手动比例先导阀的主要规格和技术参数	696
6.5.2 D1-32 多路换向阀的型号	686		
6.5.3 D1-32 多路换向阀主要规格和技术参数	687		
6.5.4 D1-32 多路换向阀的图形符号和滑阀机能	687		

6.9.4 B系列手动比例先导阀的滑阀机能符号	697	6.11 DJS型手动比例先导阀	703
6.9.5 B系列手动比例先导阀的外形和安装尺寸	698	6.11.1 DJS型手动比例先导阀概述	703
6.10 BJS手动比例先导阀	701	6.11.2 DJS型手动比例先导阀的型号	703
6.10.1 BJS手动比例先导阀概述	701	6.11.3 DJS型手动比例先导阀的主要规格和技术参数	704
6.10.2 BJS手动比例先导阀的型号	701	6.11.4 DJS型手动比例先导阀图形符号	704
6.10.3 BJS手动比例先导阀的主要规格和技术参数	701	6.11.5 DJS型手动比例先导阀的外形和安装尺寸	706
6.10.4 BJS手动比例先导阀的图形符号	703	6.12 多路换向阀的使用要点	708
6.10.5 BJS手动比例先导阀的外形和安装尺寸	703	6.13 多路换向阀的故障与维修	709

第7章 液压伺服阀

7.1 概述	711	7.4.2 电流并联式伺服放大器	716
7.2 电液伺服阀工作原理和结构	711	7.5 国内外电液伺服阀典型产品	720
7.2.1 滑阀位置反馈式电液伺服阀	712	7.5.1 国内外电液伺服阀典型产品主要性能参数	720
7.2.2 负载流量反馈阀	713	7.5.2 典型产品安装接口尺寸	720
7.2.3 负载压力反馈式伺服阀	713	7.6 主要电液伺服阀的外形尺寸	722
7.3 电液伺服阀的工作特性	714	7.7 电液伺服阀的使用	733
7.3.1 静态特性	714	7.7.1 电液伺服阀的选用	733
7.3.2 动态特性	715	7.7.2 电液伺服阀使用注意事项	733
7.4 伺服放大器	716	7.7.3 电液伺服阀典型故障分析	734
7.4.1 电压并联式伺服放大器	716		

第8章 液压比例阀

8.1 液压比例阀概述	735	8.4.3 比例方向阀	739
8.2 比例电磁铁	735	8.5 国内外电液比例阀典型产品	740
8.2.1 比例电磁铁的工作原理	735	8.5.1 典型产品主要性能参数	740
8.2.2 比例电磁铁性能	736	8.5.2 典型产品安装尺寸	740
8.3 比例控制放大器	736	8.5.3 主要液压比例阀外形尺寸	747
8.4 比例液压阀的工作原理	737	8.6 电液比例阀使用	757
8.4.1 比例压力阀	737	8.6.1 电液比例阀选用指南	757
8.4.2 比例流量阀	738	8.6.2 电液比例阀常见故障	757

参考文献

	758
--	-----

第1章 液压传动系统与液压控制系统概述

1.1 液压传动系统的工作原理

把液体作为工作介质，运用介质的压力能进行动力或运动传递的过程称为液压传动。

以磨床工作台换向系统为例来说明液压传动的工作原理（见图 1-1）。

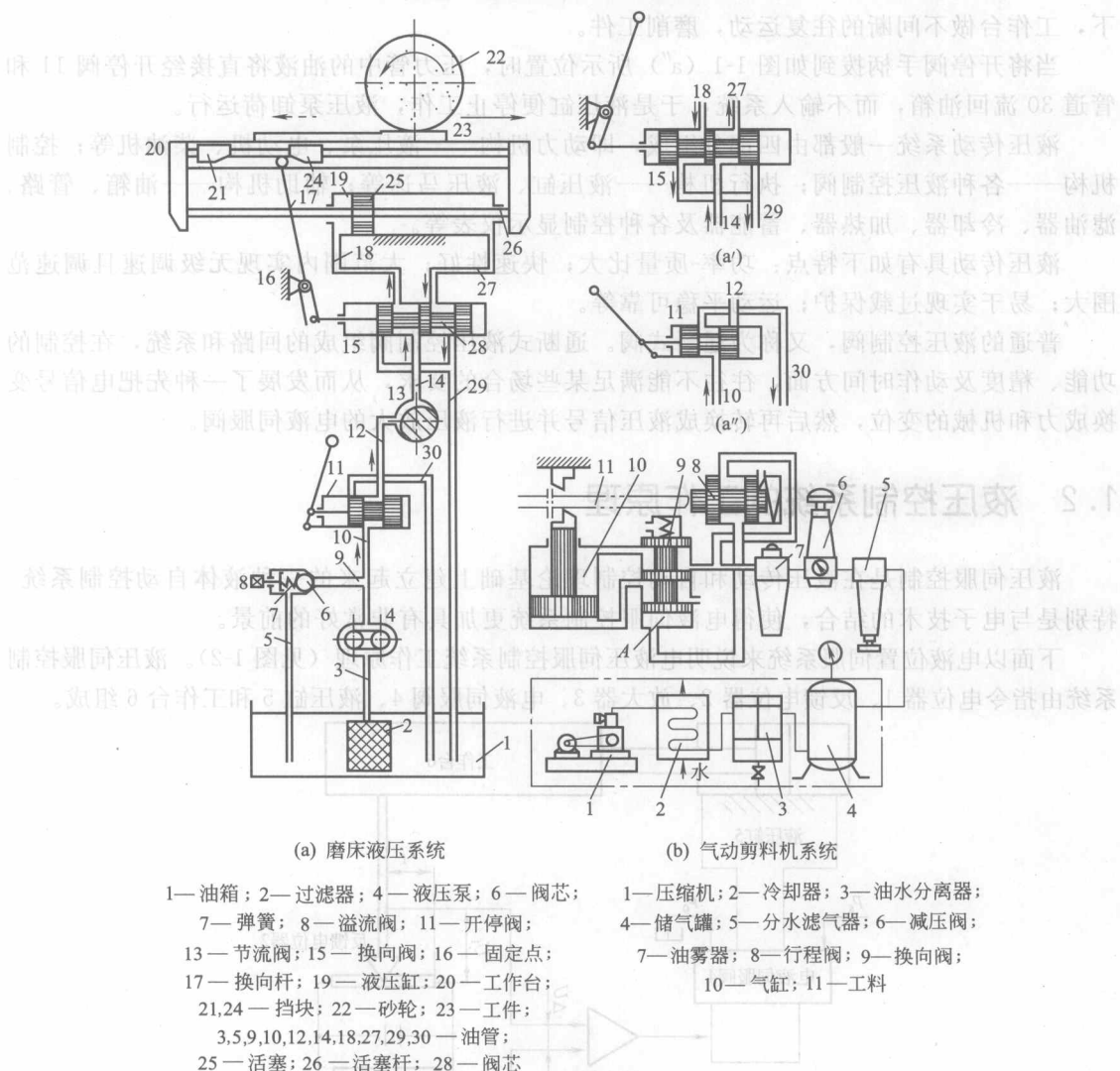


图 1-1 液压传动工作原理

液压泵 4 由电动机带动旋转后，从油箱 1 经过过滤器 2 吸油。油液经液压泵加压后压入管道 10 中。当手动开停阀 11 把压力油接通系统，而系统各元件处在图 1-1 所示位置时，油

液便可通过节流阀 13、换向阀 15 进入液压缸 19 左腔，推动活塞 25 和工作台 20 向右移动，与此同时，液压缸 19 右腔的油液经换向阀 15 和回油管 29 排向油箱。活塞 25 的移动速度可由节流阀 13 加以调节，当节流阀阀口开大时，单位时间内进入液压缸 19 的油液增多，活塞带着工作台的移动速度增大；当阀口关小时，速度就变小。为了克服工作台移动时的负载，活塞 25 会自动获得由液压缸内油压产生的推力，且当负载大时，油压及推力也会大。液压泵 4 输出的油液除被节流阀 13 限制通过的以外，多余的流量将自动打开溢流阀 8 经回油管 5 排回油箱。

当工作台移到一定位置，换向阀 15 的换向杆 17 被安装在工作台上的挡块 21 推动而将阀芯 28 拉至如图 1-1 (a') 所示位置时，压力油将从油管 14 经 27 进入液压缸右腔，推动活塞向左移，并使液压缸左腔的油液经管道 18、29 回油箱。当活塞左移至一定位置，挡块 24 将杆 17 拉回到如图 1-1 (a) 所示位置，工作台又被推向右移。如此在挡块 21、24 的控制下，工作台做不间断的往复运动，磨削工件。

当将开停阀手柄拨到如图 1-1 (a'') 所示位置时，压力管中的油液将直接经开停阀 11 和管道 30 流回油箱，而不输入系统，于是液压缸便停止工作，液压泵卸荷运行。

液压传动系统一般都由四部分组成，即动力机构——液压泵、电动机、柴油机等；控制机构——各种液压控制阀；执行机构——液压缸、液压马达等；辅助机构——油箱、管路、滤油器、冷却器、加热器、蓄能器及各种控制显示仪表等。

液压传动具有如下特点：功率-质量比大；快速性好；大范围内实现无级调速且调速范围大；易于实现过载保护；运动平稳可靠等。

普通的液压控制阀，又称为通断式阀。通断式液压控制阀组成的回路和系统，在控制的功能、精度及动作时间方面，往往不能满足某些场合的要求，从而发展了一种先把电信号变换成力和机械的变位，然后再转换成液压信号并进行液压放大的电液伺服阀。

1.2 液压控制系统的工作原理

液压伺服控制是在液压传动和自动控制理论上建立起来的一种液体自动控制系统。特别是与电子技术的结合，使得电液伺服控制系统更加具有非常好的前景。

下面以电液位置伺服系统来说明电液伺服控制系统工作原理（见图 1-2）。液压伺服控制系统由指令电位器 1、反馈电位器 2、放大器 3、电液伺服阀 4、液压缸 5 和工作台 6 组成。

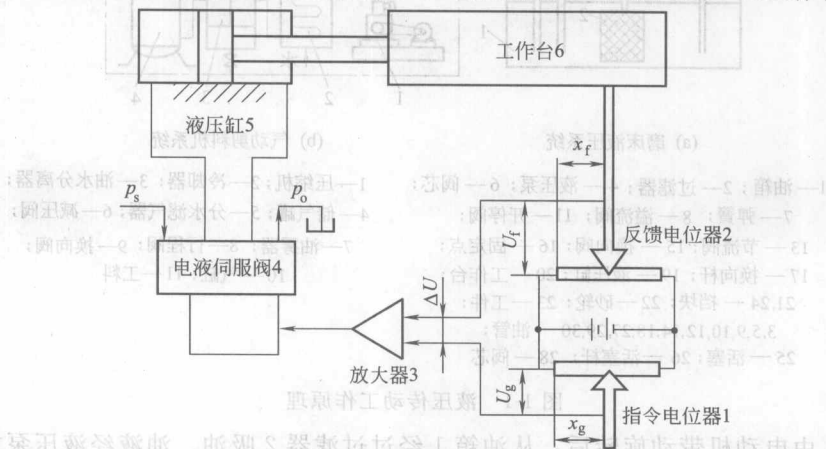


图 1-2 电液位置伺服系统工作原理

指令电位器将滑臂的位置指令 x_g 转换成电压 U_g ；被控制的工作台位置 x_f 由反馈电位器检测，转换成电压 U_f ；两个相同的线性电位器接成桥式电路，该电桥输出电压 $\Delta U = U_g - U_f$ 。当工作台位置 x_f 与指令位置 x_g 一致时，电桥输出偏差 $\Delta U = 0$ ，此时放大器输出电压为零，电液伺服阀处于零位，没有流量输出，工作台不移动，系统处于一个平衡状态。当指令电位器滑臂位置发生变化，如向右移动某一位移 x_g ，而工作台位置还没有发生变化时；即 $x_f = 0$ ， $U_f = 0$ ，则电桥输出的偏差电压 $\Delta U = U_g - U_f = U_g$ ，经放大器放大后变为电流信号去控制电液伺服阀，电液伺服阀输出压力油，推动工作台右移。工作台位置 x_f 由反馈电位器检测，转换为电压 U_f ，使电桥输出偏差电压逐渐减小，当工作台位移 x_f 等于指令电位器滑臂位移 x_g 时，电桥输出偏差电压 $\Delta U = 0$ ，工作台停止运动，系统处在一个新的平衡状态。如果指令电位器滑臂反向运动，则工作台也作反向运动。在这种系统中，工作台位置能准确地跟随指令电位器滑臂的变化规律，实现电液位置伺服控制。

液压伺服控制除具有液压传动所固有的一系列显著优点外，还具有系统刚度大，控制精度高，响应速度快，能高速启动、制动和反向等优点。

介于通断式控制元件与伺服式控制元件之间的是比例控制阀，它能根据电气信号的变化，对压力、流量和阀位进行连续的、按比例的距离控制。由于比例阀具有抗污染性能强，对工作条件的要求比较低，且结构简单、工作可靠、价格较低等特点，已在许多领域得到广泛的应用。

1.3 液压控制阀在液压传动及液压伺服控制系统中的作用

液压系统中，液压控制阀用来控制液压系统中的压力、流量及油液的流动方向，从而控制液压缸或液压马达的启动、停止、速度、方向、力以及动作的顺序等，以满足各种类型的液压设备对运动、速度、力或转矩的要求。任何一台液压设备或装置的液压系统中，液压阀无论在品种还是数量上都占有相当大的比重。液压阀性能的好坏对液压系统的静特性、动特性、工作可靠性有着直接影响。

在液压伺服控制系统中，电液伺服阀更是起到关键作用，是整个系统的核心元件，电液伺服阀的品质性能决定了系统的性能。

1.4 液压控制阀的分类

根据液压控制阀对液压系统的控制机能，液压阀可分为压力控制阀、流量控制阀和方向控制阀，即所谓三类基本阀。液压阀控制油液的主要作用是控制其压力、流量及方向。本手册第2章的普通液压阀就是以这条线索来分类分别叙述的。

液压控制阀分类见表 1-1。

液压阀的主要性能参数有公称压力、公称、通径（指阀的进出口名义通径，代表阀一定的通流能力，单位 mm）。除此之外，一般在阀的产品样本上还有最大工作压力、开启压力、压力调整、范围、最小稳定流量等参数，同时还可能配有性能曲线。

对液压阀的基本要求为：

- ① 结构简单、紧凑，动作灵敏，工作可靠，调节方便；
- ② 密封性能好，压力损失小；
- ③ 通用性好，便于维护和安装。

本手册的第3~8章，就是将叠加阀、二通盖板式、插装阀、螺纹插装阀（二通、三通、四通）、多路控制阀、电液比例阀、电液伺服阀分类叙述的。

表 1-1 液压控制阀的分类

分类方法	种 类	详 细 分 类
按机能分类	压力控制阀	溢流阀、顺序阀、卸荷阀、平衡阀、减压阀、缓冲阀、限压切断阀、压力继电器
	流量控制阀	节流阀、单向节流阀、调速阀、分流阀、整流阀
	方向控制阀	单向阀、液控单向阀、换向阀、行程减速阀、充液阀、梭阀
	滑阀	圆柱滑阀、转阀、平板滑阀
按结构分类	座阀	锥阀、球阀、喷嘴挡板阀
	射流管阀	
按操纵方法分类	人力操纵阀	手把及手轮、踏板、杠杆
	机械操纵阀	挡块及碰块、弹簧、液压、气动
	电动操纵阀	电磁铁控制、伺服电机和步进电机控制
	管式连接	螺纹式连接、法兰式连接
按连接方式分类	板式及叠加式连接	单层连接板式、双层连接板式、整体连接板式、叠加阀
	插装式连接	法兰式插装(二通插装阀)、螺纹式插装(二、三、四插装阀)
按控制方式分类	电液比例阀	电液比例压力阀、电液比例流量阀、电液比例换向阀、电液比例复合阀、电液比例多路阀
	伺服阀	单、两极(喷嘴挡板式、动圈式)电液流量伺服阀、电液压力伺服阀、机液伺服阀
	数字控制阀	数字控制压力阀、数字控制流量阀与方向阀

类 4.1

向式... 类 4.1

第2章 普通液压阀

2.1 液压控制阀的分类

液压阀是用来控制液压系统中油液的流动方向或调节其压力和流量的，因此可分为方向阀、压力阀和流量阀三大类。普通液压阀的分类见表 2-1。

表 2-1 普通液压阀的分类

分类方法	种 类	详 细 分 类
按机能分类	压力控制阀	溢流阀、电磁溢流阀、卸荷溢流阀、顺序阀、平衡阀、减压阀等
	流量控制阀	节流阀及单向节流阀、行程节流阀、调速阀及单向调速阀、溢流节流阀等
	方向控制阀	单向阀、液控单向阀、充液阀、电磁换向阀、电磁球阀、液控换向阀和电液动换向阀、手动换向阀、其他方向阀
按结构分类	滑阀	圆柱滑阀、旋转阀、平板滑阀
	座阀	锥阀、球阀
按操作方法分类	手动阀	手把及手轮、踏板、杠杆
	机动阀	挡块及碰块、弹簧、液压、气动
	电动阀	电磁铁控制、电磁铁液压组合控制
按连接方式分类	管式连接	螺纹式连接、法兰式连接
	板式连接	单层连接板式、双层连接板式、整体连接板式

2.2 液压控制阀的连接

液压控制阀的安装连接方式可分为螺纹式连接、法兰式连接和板式连接。法兰式连接的法兰结构尺寸及技术条件参见相关标准，本节着重介绍液压控制阀的螺纹式连接和板式连接。

2.2.1 液压控制阀的螺纹式连接

液压控制阀的连接螺纹分米制和英制。除少数用英制螺纹外，一般液压控制阀用米制螺纹。米制螺纹式连接都符合国家标准 GB/T 2878—93《液压元件螺纹连接—油口形式和尺寸》。该标准适用于工作压力不大于 40MPa 的液压元件的油口。标准规定了油口形式 A、油口形式 B（非优先选用）、油口尺寸，给出了油口用 O 形橡胶密封圈的选取方案。

2.2.2 液压控制阀的板式连接

液压控制阀板式连接包括压力阀、流量阀、方向阀的板式连接，自规格主油口最大直径

4mm 到主油口最大直径 32mm 的字母符号含义, 安装面代号与尺寸, 安装面形位公差, 相关技术要求等, 有四个现行国家标准都给出了相应规定。

(1) 压力阀

板式压力控制阀 (不包括溢流阀)、顺序阀、卸荷阀的安装面由国家标准 GB/T 8100—87《板式连接液压压力控制阀 (不包括溢流阀)、顺序阀、卸荷阀、节流阀和单向阀安装面》规定; 板式溢流阀的安装面由国家标准 GB/T 8101—2002《液压溢流阀 安装面》规定。

(2) 流量阀

板式节流阀的安装面由国家标准 GB/T 8100—87《板式连接液压压力控制阀 (不包括溢流阀)、顺序阀、卸荷阀、节流阀和单向阀安装面》规定; 其他板式流量阀安装面由国家标准 GB/T 8098—2003《液压传动 带补偿的流量控制阀 安装面》规定。

(3) 方向阀

板式单向阀的安装面由国家标准 GB/T 8100—87《板式连接液压压力控制阀 (不包括溢流阀)、顺序阀、卸荷阀、节流阀和单向阀安装面》规定; 四 (五) 油口板式方向阀的安装面由国家标准 GB/T 2514—93《四油口板式液压方向控制阀 安装面》规定。

2.3 压力阀

2.3.1 溢流阀

2.3.1.1 工作原理

常用的溢流阀按其作用方式可分为直动式和先导式两种。

(1) 直动式溢流阀

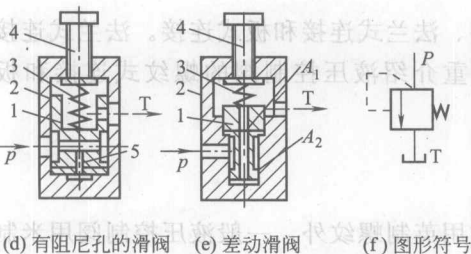
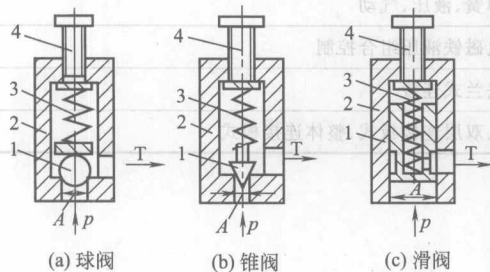


图 2-1 直动式溢流阀原理图

1—阀芯; 2—阀体; 3—调压弹簧;

4—阀压手轮; 5—阻尼孔

直动式溢流阀是利用被控压力作为信号来改变弹簧的压缩量, 从而改变阀口的通流面积和系统的溢流量来达到定压目的的, 也就是依靠系统中的压力油直接作用在阀芯上与弹簧力等相平衡, 以控制阀芯的启闭动作来达到定压目的。

如图 2-1 所示为直动式溢流阀的原理图。溢流阀接在液压系统中, 当液压作用力小于设定的弹簧力时, 阀芯在弹簧力作用下紧压在阀座, 阀口关闭, 无液体溢出; 压力增大, 当液压作用力大于设定的弹簧力时, 阀芯在液压作用力与液动力等的合力作用下压缩弹簧、离开阀座, 打开阀口, 让液体溢出, 直至建立起新的力平衡。溢流阀内部通过阀芯的平衡和运动构成的这种负反馈作用是其定压作用的基本原理, 也是所有定压阀的基本工作原理。

不考虑阀芯自重、摩擦力、液动力等相对很小的力, 稳态状况下平衡力的方程可近似写成

$$pA = k(x_0 + x), \text{ 即 } p = k(x_0 + x)/A \quad (2-1)$$

式中 p ——阀进口压力即系统压力, Pa;

k ——弹簧刚度, N/mm;

A ——阀芯有效承压面积, m^2 ;

x_0 ——弹簧预压缩量, m;

x ——阀开口量, m。

工作时, 弹簧预压缩量 x_0 调定, 阀开口量 x 受系统压力与溢流量的影响。一般低压小流量时, 所用弹簧刚度 k 值较小, 弹簧预压缩量 x_0 较大, 阀开口量 x 相比之下小得可忽略, p 值近乎恒定。一般高压或大流量时, 阀开口量 x 实时改变, 且不容忽略, p 值不稳。

如图 2-2 所示是一种低压直动式溢流阀, P 是进油口, T 是回油口, 进口压力油经阀芯 4 中间的阻尼孔 g 作用在阀芯的底部端面上, 当进油压力较小时, 阀芯在弹簧 2 的作用下处于下端位置, 将 P 和 T 两油口隔开。当油压力升高, 在阀芯下端所产生的作用力超过弹簧的压紧力。此时, 阀芯上升, 阀口被打开, 将多余的油液排回油箱, 阀芯上的阻尼孔 g 用来对阀芯的动作产生阻尼, 以提高阀的工作平衡性, 调整螺母 1 可以改变弹簧的压紧力, 这样也就调整了溢流阀进口处的油液压力。

这种低压直动式溢流阀一般用于压力小于 2.5MPa 的小流量场合, 如图 2-2 (b) 所示为直动式溢流阀的图形符号。由图 2-2 (a) 还可看出, 在常位状态下, 溢流阀进、出油口之间是不相通的, 而且作用在阀芯上的液压力是由进口油液压力产生的, 经溢流阀芯的泄漏, 油液经内泄漏通道进入回油口 T。

直动式溢流阀采取适当的措施也可用于高压大流量。例如, 德国 Rexroth 公司开发的通径为 6~20mm 的压力为 40~63MPa、通径为 25~30mm 的压力为 31.5MPa 的直动式溢流阀, 最大流量可达到 330L/min。

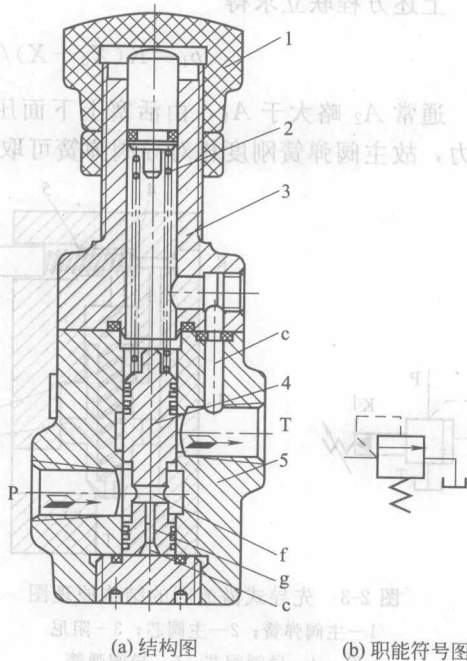


图 2-2 低压直动式溢流阀

1—螺母; 2—调压弹簧; 3—上盖; 4—阀芯; 5—阀体

(2) 先导式溢流阀 先导式溢流阀由导阀与主阀组成, 导阀就是一个直动式溢流阀。如图 2-3 所示为先导式溢流阀的结构原理图。在图中压力油从 P 口进入, 通过阻尼孔 3 后作用在导阀 4 上, 当进油口压力较低、导阀上的液压作用力不足以克服导阀右边的弹簧 5 的作用力时, 导阀关闭, 没有油液流过主阀芯中心, 所以主阀芯 2 两端压力相等, 在较软的主阀弹簧 1 作用下主阀芯 2 处于最下端位置, 溢流阀阀口 P 和 T 隔断, 没有溢流。当进油口压力升高到作用在导阀上的液压力大于导阀弹簧作用力时, 导阀打开, 压力油就可通过阻尼孔, 经导阀、主阀芯中心孔流回油箱。由于阻尼孔的作用, 使主阀芯上端的液压力 p_2 小于下端压力 p_1 , 当这个压力差作用在主阀活塞 (上端面积为 A_2 , 下端面积为 A_1) 上的力等于或超过主阀弹簧力 F_s 、轴向稳态液动力 F_{bs} 、摩擦力 F_f 和主阀芯自重 G 的合力时, 主阀芯开启, 油液从 P 口流入, 经主阀阀口由 T 流回油箱, 实现溢流, 即 $p_1 A_1 - p_2 A_2 \geq F_s + F_{bs} + G \pm F_f$ 时溢流。

不考虑阀芯自重、摩擦力、液动力等, 稳态状况下平衡力的方程可近似写成

$$p_2 A = k(x_0 + x) \quad (2-2)$$

$$p_1 A_1 - p_2 A_2 = K(X_0 + X) \quad (2-3)$$

式中 p_1 ——阀进口压力，即系统压力，Pa；

p_2 ——主阀芯上腔压力，Pa；

k 、 K ——导阀、主阀弹簧刚度，N/mm；

A ——导阀有效承压面积， m^2 ；

A_1 、 A_2 ——主阀活塞下、上有效承压面积， m^2 ；

x_0 、 X_0 ——导阀、主阀弹簧预压缩量，m；

x 、 X ——导阀、主阀开口量，m。

上述方程联立求得

$$p_1 = K(X_0 + X)/A_1 + [k(x_0 + x)/A]A_2/A_1 \quad (2-4)$$

通常 A_2 略大于 A_1 ，由活塞上下面压力差实现主阀的关闭，主阀弹簧只需克服主阀摩擦力，故主阀弹簧刚度相对导阀弹簧可取得很小，即 $K \ll k$ ；又因导阀溢流量很小（约为主阀溢流量的 1%），故导阀有效承压面积与开口量也只需很小，即 $A \ll A_1$ ， $x \ll x_0$ 。结合上式可知，主阀开口量变化对系统压力的影响远小于导阀开口量变化对系统压力的影响，即主阀溢流量变化对系统压力的影响远小于导阀溢流量变化对系统压力的影响。又因导阀有效承压面积只需很小，导阀弹簧刚度不至于很大，故导阀溢流量变化对系统压力的影响本身就比较有限。这样，主阀溢流量变化对系统压力的影响接近可忽略的程度，溢流阀进口压力按调定值保持恒定。用螺钉调节导阀弹簧的预紧力，就可调节溢流阀的溢流压力。

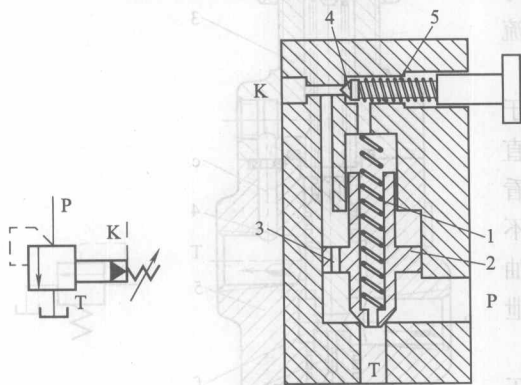


图 2-3 先导式溢流阀的结构原理图

1—主阀弹簧；2—主阀芯；3—阻尼孔；4—导阀阀芯；5—导阀弹簧

先导式溢流阀有一个远程控制口 K，如果将 K 口用油管接到另一个远程调压阀（远程调压阀的结构和溢流阀的先导控制部分一样），调节远程调压阀的弹簧力，即可调节溢流阀主阀芯上端的液压力，从而对溢流阀的溢流压力实现远程调压。但是，远程调压阀所能调节的最高压力不得超过溢流阀本身导阀的调整压力。当远程控制口 K 通过二位二通阀接通油箱时，主阀芯上端的压力接近于零，由于主阀弹簧较软，主阀芯下端压力 p_1 （即溢流阀 P 口处压力）很低时，液压力 P_{A_1} 也足以使主阀芯上移到最高位置，阀口开得很大。这时，系统的油液在低压下通过溢流阀流回油箱，实现卸荷。

2.3.1.2 性能要求

溢流阀的性能包括溢流阀的静态性能和动态性能。

(1) 静态性能

静态性能是指在稳定工作状态下，即系统压力稳定没突变的状态下的某些参数之间的关系，如启闭特性、压力振摆、内泄漏量、卸荷压力等。

① 压力调节范围。压力调节范围是指通过额定流量，调压弹簧在规定的范围内调节时，系统压力能平稳地上升或下降，且压力无突跳及迟滞现象时的最大和最小调定压力。一般要

求压力调节范围要宽。

② 启闭特性。又称压力-流量特性,是指溢流阀在稳态情况下从开启到闭合的过程中,被控压力与通过溢流阀的溢流量之间的关系。它是衡量溢流阀定压精度的一个重要指标。一般用溢流阀处于额定流量、调定压力 p_s 时,开始溢流的开启压力(即溢流量上升到额定流量的1%时的压力) p_k 及停止溢流的闭合压力(即溢流量下降到额定流量的1%时的压力) p_b 分别与 p_s 的百分比来衡量,前者称为开启比 $\overline{p_k}$,后者称为闭合比 $\overline{p_b}$,即

$$\overline{p_k} = p_k / p_s \times 100\% \quad (2-5)$$

$$\overline{p_b} = p_b / p_s \times 100\% \quad (2-6)$$

式中, p_s 可以是溢流阀调压范围内的任何一个值。显然上述两个百分比越大,则两者越接近,溢流阀的启闭特性就越好,一般应使 $\overline{p_k} \geq 90\%$, $\overline{p_b} \geq 85\%$,直动式和先导式溢流阀的启闭特性曲线如图 2-4 所示。

③ 卸荷压力(对外控式溢流阀而言)。当溢流阀的远程控制口 K 与油箱相连时,额定流量下的压力损失称为卸荷压力。卸荷压力越小越好,一般小于 0.35MPa。

④ 压力损失。调压手柄至全松位置,通过溢流阀的流量为额定流量时,溢流阀进出口的压力差。一般小于 0.4MPa。

⑤ 压力振摆。稳定工作状态下,溢流量为额定流量时,调定压力的波动值。对中压阀而言,压力振摆应为 $\pm 0.4\text{MPa}$ 。

⑥ 压力偏移。稳定工作状态下,溢流量为额定流量时,调定压力在一定时间(一般为 3min)内的偏移值。对中压阀而言,压力振摆应不大于 $\pm 0.2\text{MPa}$ 。

⑦ 内泄漏量。指溢流阀闭合状态下内部高低压腔之间的泄漏量。将溢流阀调至调压上限,并使通过流量为额定流量后,将系统压力降至调压上限的 75%,稳定 30s 后测得的溢流口的流量即为内泄漏量。原则上,内泄漏量越小越好。

⑧ 耐压性。各承压油口能承受该油口最高工作压力的 1.5 倍。不得有外渗和零件损坏。

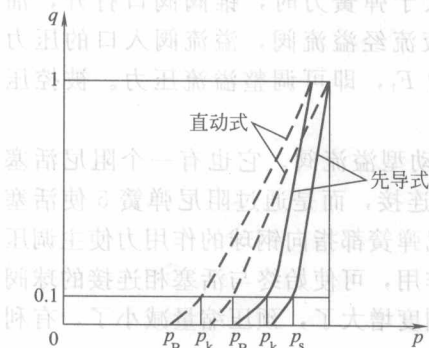


图 2-4 溢流阀的启闭特性曲线

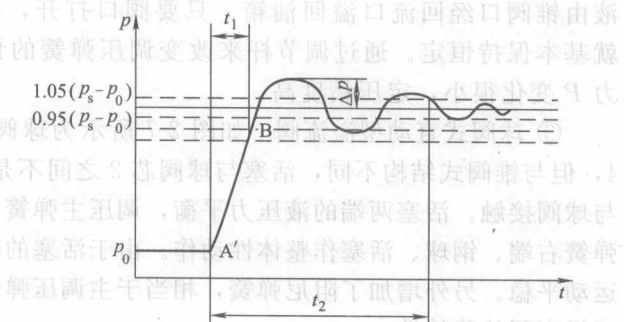


图 2-5 流量阶跃变化时溢流阀的进口压力响应特性曲线

(2) 动态性能

溢流阀动态性能是指流量阶跃时的压力响应特性,见图 2-5。动态性能指标有压力超调量、压力超调率、建压时间、卸荷时间、瞬态恢复时间等。

当溢流阀在溢流量发生由零至额定流量的阶跃变化时,它的进口压力,也就是它所控制的系统压力,将如图 2-5 所示的那样迅速升高并超过额定压力的调定值,然后逐步衰减到最终稳定压力,从而完成其动态过渡过程。

① 压力超调量。最高瞬时压力峰值与额定压力调定值 p_s 的差值为压力超调量 Δp 。

② 压力超调率。压力超调率 Δp 为