

# 上册目录

## 第一篇 基础理论与技术

1. 液压流体力学	3	1.4.8 挤压流动	35
1.1 流体力学基本理论	3	1.4.9 液压卡紧	37
1.1.1 作用在流体上的力	3	1.4.10 缝隙内的油液温升	38
1.1.2 流体静压力	3	1.5 通过多孔物质的流体流动	38
1.1.3 静压力基本方程式	3	1.5.1 过滤过程类型	39
1.1.4 帕斯卡原理	3	1.5.2 多孔物质的几何参数	39
1.1.5 液压工程中的总压力计算	3	1.5.3 达西(Darcy)定律	39
1.1.6 连续性方程式	4	1.5.4 滤饼过滤理论	40
1.1.7 纳维-斯托克斯方程	4	1.5.5 通过多孔物质的实用公式	41
1.1.8 不可压缩流体的伯努利方程	5	1.6 气泡油与气穴	42
1.1.9 节流公式	6	1.6.1 溶解空气	42
1.1.10 动量方程	7	1.6.2 掺混空气	42
1.1.11 动量矩方程	9	1.6.3 气泡油的物理特性	42
1.1.12 力学相似及相似准则	9	1.6.4 气穴	43
1.2 管流	10	1.6.5 节流气穴	43
1.2.1 流体的两种流动状态	10	2. 工作介质	46
1.2.2 雷诺数	10	2.1 液压系统对工作介质的要求	46
1.2.3 圆管层流	11	2.1.1 粘度	46
1.2.4 同心套管间环形截面的轴向层流	11	2.1.2 润滑性	46
1.2.5 圆管湍(紊)流	11	2.1.3 氧化安定性	46
1.2.6 流动起始段	12	2.1.4 剪切安定性	46
1.2.7 管道中的压力瞬变	12	2.1.5 防锈和抗腐蚀性	46
1.3 管道中的压力损失	15	2.1.6 抗乳化性	46
1.3.1 沿程压力损失	15	2.1.7 抗泡沫性	46
1.3.2 局部压力损失	19	2.1.8 对密封材料的相容性	46
1.3.3 压力损失的叠加	26	2.1.9 其它要求	46
1.3.4 管路计算	30	2.2 工作介质的物理化学性质	46
1.4 缝隙流	31	2.2.1 粘度	46
1.4.1 两平行平板间的缝隙流	31	2.2.2 温度膨胀	48
1.4.2 倾斜壁面形成的缝隙流	32	2.2.3 热导率	18
1.4.3 动压支承	32	2.2.4 比热容	48
1.4.4 环形缝隙中的轴向流动	33	2.2.5 体积弹性模量	48
1.4.5 同心环形缝隙沿流变化的轴向流动	33	2.2.6 闪点	48
1.4.6 同心环形缝隙中旋转运动	34	2.2.7 倾点	49
1.4.7 两平行圆盘缝隙间的径向流动	35	2.2.8 中和值	49
		2.2.9 腐蚀	49

2.3 工作介质的分类、命名和代号 .....	50	4.4.1 回路阻力效应分析 .....	117
2.3.1 品种分类 .....	50	4.4.2 节流回路的效率特性 .....	118
2.3.2 粘度分类 .....	51	4.4.3 高传输效率阀类 .....	119
2.3.3 命名代号 .....	53	4.4.4 新型综合控制阀 .....	120
2.4 液压油(液)品种 .....	53	4.5 动力源的节能 .....	121
2.4.1 矿物油型和合成烃型液压油 .....	53	4.5.1 动力源的合理利用 .....	121
2.4.2 难燃液压油 .....	64	4.5.2 压力适应动力源 .....	122
2.4.3 专用液压油(液) .....	68	4.5.3 流量适应动力源 .....	122
2.5 工作介质的选用和更换 .....	74	4.5.4 功率适应动力源 .....	124
2.5.1 选用原则 .....	74	4.5.5 动力源的比较和选用 .....	124
2.5.2 品种选用 .....	75	4.6 原动机功率利用问题 .....	125
2.5.3 粘度等级选用 .....	79	4.6.1 恒功率控制 .....	125
2.5.4 液压油(液)的更换 .....	81	4.6.2 双泵总功率变量调节 .....	126
2.5.5 引进设备选用国产液压油(液) .....	82	4.6.3 转速检测匹配控制 .....	127
3. 污染控制 .....	88	4.7 能量的贮存和回收 .....	127
3.1 油液污染及对液压系统的影响 .....	88	4.7.1 能量的贮存利用 .....	127
3.1.1 污染物种类与来源 .....	88	4.7.2 能量的直接回收 .....	128
3.1.2 油液污染的危害 .....	88	4.7.3 二次调节系统 .....	128
3.2 油液污染分析 .....	89	5. 自动控制理论基础 .....	130
3.2.1 污染物分析 .....	89	5.1 闭环(反馈)控制系统的组成、分类和对 其要求 .....	130
3.2.2 油液污染度测定 .....	91	5.1.1 闭环(反馈)控制系统的基本组成 和术语 .....	130
3.2.3 油液中水的测定 .....	98	5.1.2 反馈控制系统的分类及名称 .....	131
3.3 油液的净化 .....	100	5.1.3 对反馈控制系统的基本要求 .....	131
3.3.1 油液净化方法 .....	100	5.2 有关的数学基础知识 .....	132
3.3.2 固体颗粒物的滤除 .....	101	5.2.1 复平面和零点-极点图 .....	132
3.3.3 油液中水的排除 .....	101	5.2.2 拉氏变换的基本知识 .....	133
3.3.4 静电净油 .....	102	5.3 线性定常系统的数学模型 .....	134
3.4 油液的污染控制与管理 .....	104	5.3.1 微分方程 .....	134
3.4.1 污染源及控制措施 .....	104	5.3.2 传递函数 .....	135
3.4.2 元件和系统的清洗 .....	105	5.3.3 典型环节 .....	136
3.4.3 防止污染侵入的主要措施 .....	106	5.3.4 动态结构图 .....	137
3.4.4 油液的更换 .....	108	5.3.5 闭环(反馈)控制系统结构图的一般 表示形式及其传递函数 .....	139
3.4.5 液压系统污染控制管理规范 .....	109	5.4 时域分析法 .....	139
4. 节能技术 .....	113	5.4.1 稳定性分析 .....	139
4.1 理论基础 .....	113	5.4.2 单位阶跃响应的暂态性能指标 .....	140
4.1.1 稳态流动能量守恒方程 .....	113	5.4.3 典型二阶系统的单位阶跃响应 .....	140
4.1.2 能量损失的分类 .....	114	5.4.4 高阶系统的单位阶跃响应 .....	141
4.2 系统效率定义及能耗分析 .....	114	5.4.5 稳态误差 .....	142
4.3 改善能量转换效率 .....	115	5.4.6 计算机绘制系统单位阶跃响应曲线 程序 .....	144
4.3.1 选型 .....	115		
4.3.2 泵摩擦副的间隙控制 .....	116		
4.3.3 差动液压缸的能耗问题 .....	116		
4.4 提高系统传输效率 .....	117		

5.5 频域分析法 .....	146	6.1.7 液压 CAD 应用软件简述 .....	193
5.5.1 频率特性 .....	146	6.2 液压系统的计算机控制 .....	197
5.5.2 频率特性的各种数学表达式 .....	147	6.2.1 计算机控制液压系统的结构	
5.5.3 频率特性的图示方法 .....	147	和组成 .....	197
5.5.4 典型环节的频率特性 .....	147	6.2.2 计算机控制的液压控制系统 .....	199
5.5.5 系统开环频率特性的特点 .....	150	6.2.3 采样控制系统的设计和综合 .....	201
5.5.6 用系统开环频率特性分析系统		6.3 液压计算机辅助测试(CAT) .....	206
稳定性 .....	150	6.3.1 液压 CAT 的模式 .....	207
5.5.7 稳定裕量 .....	152	6.3.2 液压 CAT 的特点 .....	207
5.5.8 二阶系统频率特性与过渡过程		6.3.3 液压 CAT 硬件系统 .....	208
的关系 .....	153	6.3.4 干扰与抗干扰 .....	209
5.5.9 高阶系统的频域指标与时域指标		6.3.5 液压 CAT 软件 .....	214
之间关系的估计 .....	155	6.3.6 液压 CAT 实例 .....	217
5.5.10 计算机绘制伯德图程序 .....	156	6.4 人工智能与专家系统 .....	223
5.6 自动控制系统校正 .....	159	6.4.1 概述 .....	223
5.6.1 系统校正 .....	159	6.4.2 知识获取及表示方法 .....	224
5.6.2 常用校正装置 .....	159	6.4.3 专家系统的推理方法 .....	226
5.6.3 串联校正 .....	163	6.4.4 专家系统与专家系统工具 .....	228
5.6.4 串联带阻滤波器校正举例 .....	163	6.4.5 人工智能及专家系统在液压技术	
5.6.5 串联 PID 调节器校正 .....	165	中的应用 .....	228
5.6.6 反馈校正 .....	166	7. 国内外液压标准 .....	234
5.7 离散控制系统 .....	167	7.1 中华人民共和国法定计量单位 .....	234
5.7.1 概述 .....	167	7.1.1 中华人民共和国法定计量单位 .....	234
5.7.2 信号的采样和复现 .....	167	7.1.2 常用法定计量单位及其换算 .....	236
5.7.3 z 变换 .....	169	7.2 优先数和优先数系 .....	239
5.7.4 脉冲传递函数 .....	171	7.2.1 术语和定义 .....	239
5.7.5 采样系统的稳定性 .....	173	7.2.2 系列的种类和代号 .....	240
5.7.6 采样系统的瞬态响应 .....	174	7.2.3 优先数系的主要特性 .....	241
5.7.7 采样控制系统的稳态误差 .....	175	7.2.4 基本系列的应用 .....	242
5.7.8 连续系统离散化 .....	176	7.2.5 优先数系的应用要点 .....	242
5.7.9 数字 PID 控制算法 .....	176	7.3 液压国家标准汇编 .....	242
5.7.10 采样周期的选取 .....	176	7.3.1 液压气动图形符号 .....	242
6. 计算机技术在液压中的应用 .....	179	7.3.2 液压气动系统及元件——公称压力	
6.1 液压 CAD .....	179	系列 .....	282
6.1.1 CAD 的发展概况 .....	179	7.3.3 液压测量技术通则 .....	282
6.1.2 CAD 系统的组成及类型 .....	180	7.4 液压标准目录汇编 .....	284
6.1.3 液压 CAD 的功能 .....	184	7.4.1 国内液压标准目录 .....	284
6.1.4 CAD 软件设计 .....	184	7.4.2 ISO/TC 131 液压标准目录 .....	287
6.1.5 CAD 动态仿真理论基础 .....	187	7.4.3 国外液压标准目录 .....	291
6.1.6 计算机绘图与参数化绘图 .....	191	7.4.4 国外标准汇总 .....	305

## 第二篇 液压泵与液压马达

8. 概论 .....	311	(I) 通轴式泵与马达 .....	374
8.1 液压泵和液压马达的分类 .....	311	10.1 概述 .....	374
8.1.1 液压泵的分类 .....	311	10.2 分类 .....	374
8.1.2 液压马达的分类 .....	311	10.2.1 点接触式通轴泵和马达 .....	374
8.2 液压泵和液压马达的主要参数和常用计算公式 .....	311	10.2.2 滑履式通轴泵和马达 .....	375
8.2.1 液压泵的主要参数 .....	311	10.3 工作原理 .....	375
8.2.2 液压马达的主要参数 .....	313	10.3.1 通轴泵 .....	375
8.2.3 常用计算公式 .....	313	10.3.2 通轴马达 .....	375
8.3 液压泵和液压马达的结构特点 .....	313	10.4 典型结构 .....	376
8.3.1 液压泵的结构特点 .....	313	10.4.1 典型零、部件结构 .....	376
8.3.2 液压马达的结构特点 .....	313	10.4.2 典型产品结构 .....	379
8.4 液压泵的变量控制方式 .....	318	10.5 产品介绍 .....	383
8.5 液压泵和液压马达的选择和应用建议 .....	322	10.5.1 PVB 系列通轴泵 .....	383
9. 叶片泵与叶片马达 .....	325	10.5.2 A10V 系列通轴泵 .....	388
9.1 概述 .....	325	10.5.3 A4V 系列通轴泵 .....	397
9.2 分类 .....	325	10.5.4 Sundstrand 20 系列通轴泵和马达 .....	404
9.3 工作原理 .....	325	10.5.5 HTM 系列通轴马达 .....	411
9.3.1 双作用叶片泵的工作原理 .....	325	10.5.6 SXM 系列通轴马达 .....	418
9.3.2 单作用叶片泵的工作原理 .....	325	10.5.7 XB2 系列通轴泵 .....	419
9.3.3 叶片马达的工作原理 .....	326	10.5.8 QXB 系列通轴泵(马达) .....	422
9.3.4 凸轮转子叶片泵的工作原理 .....	326	10.5.9 ZM 系列点接触式通轴马达 .....	425
9.4 典型结构与工艺要求 .....	326	10.5.10 Sauer Sundstrand 90 系列通轴泵和马达 .....	426
9.4.1 双作用叶片泵的典型结构 .....	326	10.6 选用指南 .....	437
9.4.2 单作用叶片泵的典型结构 .....	331	10.6.1 结构选择 .....	437
9.4.3 叶片马达的典型结构 .....	333	10.6.2 参数选择 .....	438
9.4.4 工艺要求 .....	333	10.6.3 使用寿命 .....	438
9.5 产品介绍 .....	333	10.6.4 介质 .....	438
9.5.1 YB 型叶片泵 .....	333	10.7 使用需知与常见故障 .....	438
9.5.2 YYB 型双联叶片泵 .....	337	10.7.1 安装连接和配管 .....	438
9.5.3 YB <sub>1</sub> 型叶片泵 .....	340	10.7.2 工作介质 .....	439
9.5.3 PFE 系列柱销式叶片泵 .....	343	10.7.3 启动和运转 .....	439
9.5.4 PV2R 系列叶片泵 .....	350	10.7.4 常见故障及其排除方法 .....	440
9.5.5 YB-E 系列叶片泵 .....	361	(II) 非通轴式泵与马达 .....	441
9.5.6 YBN 型限压式变量叶片泵 .....	364	10.8 概述 .....	441
9.5.7 V <sub>4</sub> 型变量叶片泵 .....	365	10.9 工作原理 .....	441
9.6 选用指南 .....	370	10.10 典型结构 .....	441
9.7 使用需知与常见故障 .....	370	10.10.1 CY14 系列非通轴泵 .....	441
9.7.1 使用需知 .....	370	10.10.2 ZB 系列非通轴泵 .....	441
9.7.2 常见故障及排除方法 .....	370	10.11 产品介绍 .....	441
10. 直轴式轴向柱塞泵与马达 .....	374		

10.11.1	CY14 系列非通轴泵、马达	441			
10.11.2	ZB 系列非通轴泵、马达	445			
11	斜轴式轴向柱塞泵与马达	449			
11.1	概述	449			
11.2	斜轴式柱塞泵和马达的分类	449			
11.3	斜轴式柱塞泵/马达工作原理	450			
11.4	典型结构与工艺要求	451			
11.4.1	典型结构	451			
11.4.2	斜轴式柱塞泵的工艺要求	453			
11.5	产品介绍	454			
11.5.1	A2F 型斜轴泵/马达	454			
11.5.2	A6V 斜轴式单向变量马达	455			
11.5.3	A7V 单向变量泵	465			
11.5.4	A8V 变量泵	480			
11.5.5	A2F6.1 型斜轴式柱塞定量 泵/马达	487			
11.5.6	A6VM/60 型斜轴式变量马达	496			
11.5.7	A8V60 型斜轴式变量双泵	496			
11.5.8	ZB/ZM 型斜轴式泵/马达	497			
11.6	选用指南	497			
11.7	使用需知	498			
12	径向柱塞泵与马达	503			
12.1	概述	503			
12.2	分类	503			
12.3	工作原理	503			
12.3.1	径向柱塞泵的工作原理	503			
12.3.2	径向柱塞马达的工作原理	503			
12.4	典型结构	504			
12.4.1	径向柱塞泵的典型结构	504			
12.4.2	径向柱塞马达的典型结构	505			
12.5	产品介绍	509			
12.5.1	INM 系列马达	510			
12.5.2	NHM 系列马达	515			
12.5.3	JM 型马达	522			
12.5.4	球塞式内曲线马达	524			
12.5.5	横梁传力式内曲线马达	531			
12.6	选用指南	532			
12.7	使用需知	533			
13	齿轮泵和齿轮马达	535			
13.1	齿轮泵和齿轮马达分类	535			
13.1.1	按齿轮泵和齿轮马达外部 特征分类	535			
13.1.2	按齿轮泵和齿轮马达的内部 特征分类	536			
13.2	齿轮泵和齿轮马达工作原理	536			
13.2.1	外啮合齿轮泵工作原理	536			
13.2.2	内啮合齿轮泵工作原理	537			
13.2.3	摆线内啮合齿轮泵(转子泵) 工作原理	537			
13.2.4	齿轮马达工作原理	538			
13.3	齿轮泵和齿轮马达的典型结构	538			
13.3.1	外啮合齿轮泵	538			
13.3.2	内啮合齿轮泵	539			
13.3.3	摆线转子泵	539			
13.3.4	齿轮马达	539			
13.4	有关齿轮泵的几个问题	539			
13.4.1	齿轮泵的泄漏	539			
13.4.2	齿轮泵的径向载荷	542			
13.4.3	齿轮泵齿轮的齿形	542			
13.4.4	齿轮泵的轴承	543			
13.5	产品介绍	545			
13.5.1	CBN 0.5/4 系列齿轮泵	545			
13.5.2	CBKO 系列齿轮泵	545			
13.5.3	CBN-E300 系列齿轮泵	548			
13.5.4	CBN-G300 系列齿轮泵	548			
13.5.5	G5 系列齿轮泵和马达	553			
13.5.6	CBN-E400 系列齿轮泵	555			
13.5.7	CBT-E5 系列齿轮泵	556			
13.5.8	CBF-E 系列齿轮泵	558			
13.5.9	CBN 20/100 系列齿轮泵	560			
13.5.10	CBQ-F 系列齿轮泵	561			
13.5.11	HLCB-D* */ * 系列恒流 溢流齿轮泵(转向泵)	563			
13.5.12	FLCB-D* */ 3 * * 单稳分流 齿轮泵	564			
13.5.13	CBD 系列齿轮泵	564			
13.5.14	CBF-F 系列齿轮泵	567			
13.5.15	CB-F <sub>c</sub> (F <sub>D</sub> ) 系列齿轮泵	570			
13.5.16	CB-P 系列齿轮泵	573			
13.5.17	CBY 系列齿轮泵	574			
13.5.18	CBG 系列齿轮泵	578			
13.5.19	CB-T 系列齿轮双泵	580			
13.5.20	CRIF 系列齿轮泵	581			
13.5.21	CBZ 系列齿轮泵	587			
13.5.22	CBZ4 系列齿轮泵	588			
13.5.23	CBZ <sub>0</sub> 系列齿轮泵	588			

13.5.24 CBA <sub>a</sub> 系列齿轮泵	595	13.7.4 安装和试运行	604
13.5.25 NB系列内啮合齿轮泵	600	13.7.5 故障分析和排除	605
13.6 齿轮泵和齿轮马达选用指南	604	13.8 啮闭转子式液压机械	605
13.6.1 齿轮泵参数选择	604	13.8.1 啮闭转子式液压机械的工作原理	605
13.6.2 多联泵参数选择	604	13.8.2 啮闭转子的基本结构形式	605
13.6.3 其它选用指南	604	13.8.3 啮闭转子式液压机械与传统液压机械对比	605
13.6.4 齿轮马达选用指南	604	13.8.4 啮闭转子的应用范围	605
13.7 使用需知和常见故障	604	13.8.5 OTG、OTP 啮闭转子式液压马达	607
13.7.1 驱动方式	604	13.8.6 WP 啮闭转子式液压无级变速器	609
13.7.2 泵的吸油高度尽可能小	604		
13.7.3 泵的工作油液的过滤	604		

### 第三篇 液压控制阀

14. 压力控制阀	615	14.5.4 产品介绍	690
14.1 概论	615	14.5.5 选用指南	705
14.1.1 压力控制阀及其分类	615	14.5.6 安装需知与常见故障	705
14.1.2 压力控制阀的安装连接	615	14.6 平衡阀	706
14.2 溢流阀	626	14.6.1 概述	706
14.2.1 概述	626	14.6.2 工作原理与性能要求	706
14.2.2 工作原理	626	14.6.3 典型结构与工艺要求	706
14.2.3 性能特性	628	14.6.4 产品介绍	706
14.2.4 典型结构与工艺要求	632	14.6.5 选用指南	716
14.2.5 产品介绍	636	14.6.6 安装需知与常见故障	716
14.2.6 选用指南	661	14.7 减压阀	716
14.2.7 安装需知与常见故障	663	14.7.1 概述	716
14.3 电磁溢流阀	665	14.7.2 工作原理与性能要求	716
14.3.1 概述	665	14.7.3 典型结构与工艺要求	718
14.3.2 工作原理与性能要求	665	14.7.4 产品介绍	719
14.3.3 典型结构与工艺要求	667	14.7.5 选用指南	739
14.3.4 产品介绍	667	14.7.6 安装需知与常见故障	739
14.3.5 选用指南	667	14.8 压力继电器	739
14.3.6 安装需知与常见故障	667	14.8.1 概述	739
14.4 卸荷溢流阀	668	14.8.2 分类与性能要求	739
14.4.1 概述	668	14.8.3 典型结构与工作原理	739
14.4.2 工作原理与性能要求	668	14.8.4 产品介绍	742
14.4.3 典型结构与工艺要求	669	14.8.5 选用指南	763
14.4.4 产品介绍	671	14.8.6 安装需知与常见故障	763
14.4.5 选用指南	681	14.9 压力表保护阀	763
14.4.6 安装需知与常见故障	681	14.9.1 概述	763
14.5 顺序阀	684	14.9.2 结构和工作原理	763
14.5.1 概述	684	15. 流量控制阀	764
14.5.2 工作原理与性能要求	684	15.1 概论	764
14.5.3 典型结构与工艺要求	687	15.1.1 流量控制阀及其分类	764

15.1.2 流量控制阀的安装连接	764	16.2 单向阀	838
15.2 节流阀	769	16.2.1 概述	838
15.2.1 概述	769	16.2.2 工作原理与性能要求	838
15.2.2 工作原理	769	16.2.3 典型结构与工艺要求	838
15.2.3 性能特性	770	16.2.4 产品介绍	839
15.2.4 典型结构与工艺要求	773	16.2.5 选用指南	850
15.2.5 产品介绍	774	16.2.6 安装需知与常见故障	850
15.2.6 选用指南	783	16.3 液控单向阀	850
15.2.7 安装需知与常见故障	783	16.3.1 概述	850
15.3 行程节流阀	783	16.3.2 工作原理与性能要求	850
15.3.1 概述	783	16.3.3 典型结构与工艺要求	851
15.3.2 工作原理与性能要求	783	16.3.4 产品介绍	853
15.3.3 典型结构与工艺要求	783	16.3.5 选用指南	864
15.3.4 产品介绍	785	16.3.6 安装需知与常见故障	864
15.3.5 选用指南	785	16.4 充液阀	864
15.3.6 安装需知与常见故障	785	16.4.1 概述	864
15.4 调速阀	789	16.4.2 工作原理与性能要求	864
15.4.1 概述	789	16.4.3 典型结构及特点	865
15.4.2 工作原理	789	16.4.4 产品介绍	866
15.4.3 性能特性	790	16.4.5 选用指南	869
15.4.4 典型结构与工艺要求	793	16.4.6 安装需知与常见故障	869
15.4.5 产品介绍	796	16.5 电磁换向阀	869
15.4.6 选用指南	811	16.5.1 概述	869
15.4.7 安装需知与常见故障	811	16.5.2 工作原理	869
15.5 溢流节流阀	814	16.5.3 性能特性	871
15.5.1 概述	814	16.5.4 典型结构与工艺要求	872
15.5.2 工作原理与性能要求	814	16.5.6 选用指南	909
15.5.3 典型结构与工艺要求	814	16.5.7 安装需知与常见故障	909
15.5.4 产品介绍	815	16.6 电磁球阀	910
15.5.5 选用指南	820	16.6.1 概述	910
15.5.6 安装需知与常见故障	820	16.6.2 典型结构与工作原理	910
15.6 分流-集流阀	820	16.6.3 产品介绍	911
15.6.1 概述	820	16.6.4 选用指南	916
15.6.2 典型结构和工作原理	820	16.6.5 安装需知与常见故障	916
15.6.3 产品介绍	822	16.7 液压换向阀和电液换向阀	916
15.6.4 选用指南	825	16.7.1 概述	916
15.6.5 安装需知与常见故障	825	16.7.2 工作原理与性能要求	916
16 方向控制阀	826	16.7.3 典型结构与工艺要求	918
16.1 概论	826	16.7.4 产品介绍	927
16.1.1 方向控制阀的定义及分类	826	16.7.5 选用指南	964
16.1.2 换向阀的滑阀机能	826	16.7.6 安装需知与常见故障	964
16.1.3 方向控制阀的安装连接	830	16.8 手动换向阀	964
16.1.4 液压阀用电磁铁	833	16.8.1 概述	964

16.8.2 典型结构与工作原理	964	18.4.1 滑阀式	1058
16.8.3 产品介绍	966	18.4.2 插装式	1060
16.8.4 选用指南	989	18.4.3 组合式	1060
16.8.5 安装需知与常见故障	989	18.4.4 工艺性	1061
16.9 方向控制阀的其他品种	989	18.5 产品介绍	1061
16.9.1 压力表开关	989	18.5.1 第三代叠加阀系列产品型号说明	1062
16.9.2 机动换向阀	991	18.5.2 性能参数	1063
16.9.3 球形截止阀	991	18.5.3 外形尺寸	1063
16.9.4 产品介绍	992	18.6 选用指南	1063
16.9.5 选用指南	995	18.7 安装需知与常见故障	1063
16.9.6 安装需知与常见故障	995	19. 二通插装阀	1085
17. 多路换向阀	996	19.1 概述	1085
17.1 概述	996	19.1.1 二通插装阀的由来	1085
17.2 分类	996	19.1.2 二通插装阀的技术特征	1085
17.2.1 按阀体结构形式,分为整体式和分片式	996	19.2 分类	1085
17.2.2 按油路连接方式分类有并联、串联、串并联及复合油路	996	19.3 二通插装阀的工作原理及控制组件	1085
17.2.3 液压泵的卸荷方式有中位卸荷与采用安全阀卸荷	997	19.3.1 二通插装阀的组成	1085
17.2.4 多路换向阀的操纵有手动直接式和先导控制式两种	997	19.3.2 二通插装阀的工作原理	1086
17.2.5 多路换向阀阀体的油道有铸造的与机械加工的两种	997	19.3.3 二通插装阀的压力控制组件	1087
17.3 典型结构与工作原理	998	19.3.4 二通插装阀的流量控制组件	1090
17.4 主要性能	1005	19.3.5 二通插装阀的方向控制组件	1093
17.5 先导阀	1007	19.3.6 二通插装阀的数字控制组件	1096
17.6 产品介绍	1009	19.3.7 二通插装阀的比例控制组件	1097
17.6.1 多路换向阀	1009	19.4 典型结构与工艺要求	1099
17.6.2 先导阀	1045	19.5 产品介绍	1099
17.7 安装需知与常见故障	1052	19.5.1 插装式压力阀	1099
17.7.1 安装需知	1052	19.5.2 插装式方向流量阀	1121
17.7.2 常见故障	1052	19.5.3 其它厂家插装阀简介	1130
18. 叠加阀	1054	19.5.4 螺纹插装阀	1132
18.1 概述	1054	19.6 选用指南	1132
18.2 分类	1055	19.6.1 插装阀适用条件	1132
18.3 工作原理与性能特性	1055	19.6.2 插装阀选用原则	1132
18.3.1 叠加式先导溢流阀	1055	19.6.3 需要注意的问题	1132
18.3.2 叠加式直动顺序背压阀	1056	19.7 安装需知与常见故障	1133
18.3.3 叠加式单向节流阀	1057	19.7.1 安装需知	1133
18.3.4 叠加式液控单向阀	1057	19.7.2 常见故障	1133
18.3.5 叠加式减压阀	1058	19.8 二通插装阀的基本回路	1133
18.4 典型结构与工艺要求	1058	19.8.1 二通回路	1133
		19.8.2 三通回路	1134
		19.8.3 四通回路	1134
		19.9 二通插装阀液压系统	1136



19.9.1 船舶甲板起重机械液压系统 .....	1136	20.6.3 电液伺服阀的控制电路 .....	1174
19.9.2 电弧炼钢炉传动机构液压系统 .....	1136	20.6.4 电液伺服阀的传递函数 .....	1176
19.10 螺纹插装阀 .....	1137	20.6.5 电液伺服阀使用须知 .....	1177
<b>20. 电液伺服阀</b> .....	1140	<b>20.7 国内外主要电液伺服阀产品</b> .....	1180
20.1 概述 .....	1140	20.7.1 型号系列说明 .....	1180
20.2 电液伺服阀的组成 .....	1140	20.7.2 国内外主要电液伺服阀产品的性能 .....	1183
20.2.1 力矩马达和力马达 .....	1140	20.7.3 外形及安装尺寸 .....	1197
20.2.2 液压放大器 .....	1140	<b>21. 电液比例控制阀</b> .....	1223
20.2.3 反馈和平衡机构 .....	1140	21.1 概述 .....	1223
20.3 电液伺服阀的类型 .....	1141	21.2 比例控制阀的分类 .....	1224
20.3.1 通用型流量伺服阀的分类 .....	1143	21.3 比例电磁铁 .....	1227
20.3.2 专用型流量伺服阀分类 .....	1143	21.3.1 比例电磁铁的分类 .....	1227
20.3.3 电液压力伺服阀的分类 .....	1143	21.3.2 比例电磁铁的工作原理与性能特性 .....	1227
20.4 电液伺服阀的工作原理、结构及特点 .....	1146	21.3.3 比例电磁铁的典型结构与工艺要求 .....	1230
20.4.1 双喷嘴挡板式反馈两级电液流量伺服阀 .....	1146	21.3.4 比例电磁铁产品介绍 .....	1232
20.4.2 双喷嘴挡板式直接反馈两级电液流量伺服阀 .....	1151	21.4 比例控制放大器 .....	1232
20.4.3 双喷嘴挡板式弹簧对中两级电液流量伺服阀 .....	1151	21.4.1 比例控制放大器的分类 .....	1232
20.4.4 双喷嘴挡板式电反馈两级电液流量伺服阀 .....	1152	21.4.2 比例控制放大器的工作原理与性能特性 .....	1234
20.4.5 双喷嘴挡板式动压反馈两级电液流量伺服阀 .....	1154	21.4.3 比例控制放大器的产品介绍 .....	1235
20.4.6 射流管式力反馈两级电液流量伺服阀 .....	1155	21.4.4 比例控制放大器的安装与使用 .....	1239
20.4.7 偏转板射流式力反馈两级电液流量伺服阀 .....	1156	21.5 比例压力控制阀 .....	1240
20.4.8 动圈式两级电液流量伺服阀 .....	1157	21.5.1 比例压力阀的分类 .....	1240
20.4.9 三级电液流量伺服阀 .....	1160	21.5.2 比例压力阀的工作原理与性能特性 .....	1241
20.4.10 两级电液压力伺服阀 .....	1161	21.5.3 比例压力阀的典型结构 .....	1254
20.5 电液伺服阀的技术性能指标和有关的技术术语 .....	1163	21.5.4 比例压力阀的工艺要求 .....	1255
20.5.1 概述 .....	1163	21.5.5 比例压力阀产品介绍 .....	1259
20.5.2 电液伺服阀技术性能的有关项目 .....	1163	21.6 比例流量控制阀 .....	1300
20.5.3 电液伺服阀有关的技术术语和定义 .....	1166	21.6.1 工作原理与性能特性 .....	1300
20.6 电液伺服阀的使用和维护 .....	1171	21.6.2 比例流量控制阀的典型结构及工艺要求 .....	1300
20.6.1 电液伺服阀的选择 .....	1172	21.6.3 比例流量控制阀产品介绍 .....	1301
20.6.2 电液伺服阀的液压油源 .....	1174	21.7 比例方向控制阀 .....	1317
		21.7.1 分类 .....	1317
		21.7.2 工作原理与性能特性 .....	1317
		21.7.3 比例方向控制阀的典型结构与工艺要求 .....	1319
		21.7.4 比例方向控制阀产品介绍 .....	1319
		21.8 选用指南 .....	1351

21.9 使用需知及常见故障 .....	1352	控制 .....	1370
<b>22. 电液数字阀及步进式执行机构 .....</b>	<b>1353</b>	<b>22.2 电液步进马达和电液步进缸 .....</b>	<b>1371</b>
22.1 电液数字阀 .....	1353	22.2.1 概述 .....	1371
22.1.1 概述 .....	1353	22.2.2 分类 .....	1371
22.1.2 分类 .....	1354	22.2.3 工作原理与性能特性 .....	1372
22.1.3 工作原理与性能特性 .....	1354	22.2.4 典型结构与产品介绍 .....	1375
22.1.4 产品介绍 .....	1365	22.2.5 电液步进马达和电液步进缸的	
22.1.5 数字阀的驱动电源和计算机		应用 .....	1380