



陈海泉 编著
孙玉清 主审

船舶液压设备原理及 维修技术

CHUANBO YEYA SHEBEI YUANLI JI WEIXIU JISHU

大连海事大学出版社

主要内容 本书介绍船舶液压系统的基本原理、组成、安装、调试、维护及故障排除。全书共分五章。第一章介绍液压系统的基本概念、术语、符号及单位。第二章介绍液压系统的组成、分类及特点。第三章介绍液压系统的安装、调试及维护。第四章介绍液压系统的故障排除。第五章介绍船舶液压系统的特殊要求及注意事项。本书可作为船舶工程、轮机工程、航海工程等专业的教材，也可供从事船舶工程、轮机工程、航海工程的技术人员参考。

船舶液压设备原理及 维修技术

陈海泉 编著

孙玉清 主审

2009 年 5 月第 1 版

ISBN 978-7-293-2301-2

一、液压系统的基本概念、术语、符号及单位
二、液压系统的组成、分类及特点
三、液压系统的安装、调试及维护
四、液压系统的故障排除
五、船舶液压系统的特殊要求及注意事项

大连海事大学出版社

地址：大连市海泊街 1 号 邮编：116026 电话：0411-8438394 传真：0411-8438395
E-mail: dhl@dlmupress.com

大连海事大学出版社
2009 年 5 月第 1 版

大连海事大学出版社

封面设计：王 伟
责任编辑：王 伟
封面印刷：大连海事大学出版社
ISBN 978-7-293-2301-2 定价：20.00 元

内容提要

本书从远洋船舶及工程船舶的实际出发,系统地介绍了液压传动与控制元件的工作原理、主要性能、具体构造和典型实例。同时,结合多种船舶特辅机械的液压系统实例阐述了其工作原理、使用与管理。

全书共计七章。第一章介绍液压控制元件的工作原理及维修与试验方法;第二章介绍液压泵的原理与效率试验方法;第三章介绍液压执行元件的原理与试验方法;第四章介绍液压辅件的原理与使用管理;第五章介绍变频控制转叶式液压舵机、船用重型起货机液压系统、叶片马达液压锚机和绞缆机液压系统;第六章介绍船舶调距桨液压系统和船舶减摇鳍液压系统;第七章介绍了挖泥船液压系统。

为了方便读者阅读,书中收入了七个附录,包括常用液压元件国标符号、液压元件术语、常用液压传动计算公式和单位换算。

本书主要供有关院校师生及远洋和沿海船舶轮机员阅读,也可供船舶机务部门和造船厂有关部门的工程技术人员参考。

©陈海泉 2009

图书在版编目(CIP)数据

船舶液压设备原理及维修技术 / 陈海泉编著. —大连:大连海事大学出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-5632-2301-5

I. 船… II. 陈… III. ①船舶辅机—液压装置—理论 ②船舶辅机—液压装置—维修 IV. U664.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第 071015 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连印刷三厂印装

大连海事大学出版社发行

2009年6月第1版

2009年6月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm

印张:12

字数:310千

印数:1~1000册

责任编辑:沈荣欣

版式设计:晓寒

封面设计:王艳

责任校对:杨子江

ISBN 978-7-5632-2301-5

定价:20.00元

前 言

随着航运和造船业的迅速发展, 液压技术在船舶上的应用日益广泛, 尤其是远洋船舶、特种工程船舶都大量采用液压传动和液压控制技术。这些设备在实际使用中, 由于使用不当和管理不善, 影响了液压系统的正常工作, 甚至影响到船舶的安全航行与正常运营。因此, 为了提高液压系统的使用可靠性, 提高从事液压机械管理与维修人员的专业技术水平, 近几年来, 作者先后为有关单位举办过多期船舶液压技术研讨班, 还为船机修造专业学生开授选修课。本书就是根据作者历次讲课所使用的教材与讲稿, 结合科研与实践编写而成的。

本书是船舶辅机课程中有关液压甲板机械知识的补充与提高。本书介绍了液压元件的修复与试验方法, 并对液压辅件的类型、特性及其使用进行了讨论, 特别着重对船舶液压特辅机械的典型液压系统和挖泥工程船的液压系统进行了较为详细的分析。

本书可作为船舶液压系统使用、管理与维修人员的工具书与培训教程使用, 也可供从事液压传动与控制技术的工程技术人员阅读。

本书由陈海泉编著, 李文华参与了本书第一章和第七章的编写工作。本书插图由李文华、刘春阳、刘加富绘制, 全书插图由李文华编辑。

在本书的编写过程中, 得到中波轮船股份有限公司朱金标高级轮机长、大连海事大学“育鲲”轮监造组张存有轮机长等的大力支持与热情提供资料。本书承蒙机电液一体化工程专家孙玉清教授主审, 在此一并致以衷心感谢。

由于我们学识水平和工作经验有限, 书中难免有不足或疏漏之处, 祈请读者不吝赐正。最后, 向本书所参阅、引用有关资料的国内外作者, 致以谢忱。

联系地址: 辽宁省大连市大连海事大学轮机工程学院;

邮编: 116026;

E-mail: chenapec@163.com

目 录

第一章 液压控制元件	1
第一节 概述	1
一、液压阀的分类	1
二、液压阀的失效原因及几种液压现象	3
三、液压阀件的修理	5
第二节 方向控制阀	6
一、单向阀	6
二、液控单向阀	6
三、换向阀	7
四、方向控制阀阀件的修理	8
第三节 压力控制阀	11
一、溢流阀	11
二、减压阀	12
三、顺序阀	16
第四节 流量控制阀	17
一、节流阀	18
二、调速阀	18
第五节 电液比例阀及其在船舶上的应用	19
一、电液比例阀的组成	20
二、电液比例阀的应用	24
第六节 逻辑阀及其在船舶上的应用	27
一、逻辑阀对油流的方向控制	27
二、逻辑阀对油流的压力控制	32
三、逻辑阀对流量的控制	35
四、逻辑阀对油流方向、压力和流量的综合控制	36
五、液压逻辑控制系统的集成化	37
第七节 液压阀的新品种	39
一、高速电磁换向阀和电液换向阀	39
二、电磁球式换向阀	40
三、数字阀	41

第八节 液压阀的试验	44
一、溢流阀的试验方法	44
二、减压阀的试验	45
三、顺序阀的试验	46
四、调速阀的试验	46
五、电磁换向阀的试验	47
六、液动换向阀的试验	47
七、多路换向阀的试验	48
第二章 液压动力元件	50
第一节 液压泵概述	50
一、液压泵基本工作原理	50
二、液压泵正常工作的三个必要条件	50
三、液压泵的主要性能参数	51
四、液压泵的分类和选用	51
第二节 齿轮泵	52
一、提高齿轮泵工作压力所采取的措施	52
二、拆检注意事项	53
三、修复装配注意事项及修复装配好的试车步骤	54
四、齿轮泵常见故障、原因及排除方法	55
第三节 叶片泵	55
一、非平衡式叶片泵变量控制的基本原理	56
二、应用实例	58
三、高性能非平衡式变量叶片泵	59
四、平衡式变量叶片泵简介	62
五、叶片泵正常工作条件	63
六、叶片泵有关零件的修复	64
七、叶片泵常见故障、原因及其排除方法	65
第四节 柱塞泵	66
一、限压式变量泵	67
二、恒功率变量泵	67
三、恒流量变量泵控制机构	68
四、轴向柱塞泵的伺服变量机构	69
五、关键零件的修理	73

六、柱塞泵常见故障、原因及排除方法	75
第五节 液压泵的试验	76
一、排量和效率检测	77
二、测定液压泵总效率	78
第三章 液压执行元件	79
第一节 液压马达及其故障与排除方法	79
一、液压马达概述	79
二、液压马达的性能参数及基本特性	80
二、活塞连杆式马达(斯达法马达)的常见故障与排除法	82
三、轴向柱塞液压马达的常见故障与排除	84
四、叶片式和齿轮式液压马达常见故障, 原因及排除方法	84
第二节 液压缸及其故障与修理	85
一、液压缸的典型结构	85
二、液压缸的拆卸、检查	85
三、液压缸的常见故障及排除方法	86
第三节 液压执行元件的试验	86
一、低速大扭矩液压马达试验	86
二、液压缸的试验方法	87
第四章 液压辅件	89
第一节 油箱	89
一、油箱的作用	89
二、油箱形式及结构	89
三、附设装置	90
第二节 滤油器	90
一、滤油器的结构	90
二、滤油器的分类及其作用	91
三、滤油器的选用和管理	91
四、滤油器的安装位置	92
五、空气滤清器	93
第三节 密封装置	93
一、密封与密封装置的作用、种类和特点	94
二、O形密封圈	94
三、油封	98

四、唇形密封圈	98
五、新型复合唇形密封圈	99
六、防尘圈	100
第四节 蓄能器	100
一、蓄能器的用途	101
二、蓄能器的种类和结构	101
三、蓄能器的安装及使用	102
第五章 船舶液压甲板机械实例	103
第一节 舵机液压系统实例	103
一、概述	103
二、Tenford 舵机结构特点	104
第二节 液压起货机实例	108
一、麦基加 GLH 型船用起货机技术参数	108
二、起货机的液压系统	109
三、起货机的应急操作	118
四、起货机的高速液压马达故障分析	125
五、起货机注油润滑	125
第三节 叶片型锚机液压系统实例	126
一、低速挡（重载）	126
二、高速挡（轻载）	127
第四节 绞缆机液压系统实例	127
一、人工绞缆工况	127
二、自动绞缆工况	128
第六章 船舶液压特辅机械	129
第一节 调距桨液压系统	129
一、主推进器调距桨	129
二、侧推器调距桨	133
三、调距桨液压系统故障分析	135
第二节 船舶减摇装置	135
一、减摇鳍装置	135
二、减摇鳍装置的维护与保养	139
三、减摇鳍装置的常见故障分析	140

第七章 挖泥船液压系统	142
第一节 绞吸式挖泥船概述	142
一、绞吸式挖泥船主要作业装置	143
二、挖泥船液压工作机械在挖泥作业中的动作程序	144
第二节 绞刀液压系统	146
一、系统工况要求	146
二、液压系统原理	146
第三节 定位桩液压系统	149
一、系统工况要求	149
二、液压系统原理	149
第四节 锚机液压系统	151
一、自由松缆工况	152
二、起锚	152
三、放锚	152
第五节 绞刀架绞车液压系统	152
一、绞刀架慢升	154
二、绞刀架慢降	154
第六节 横移绞车液压系统	154
一、单独操作——收缆	156
二、单独操作——放缆	156
三、联合操作——左向或右向摆动	156
第七节 应急液压系统	157
附录 1 常用液压图形符号 (摘自 GB/T786.1-1993)	158
一、液压泵、液压马达和液压缸	158
二、机械控制装置和控制方法	161
三、压力控制阀	163
四、方向控制阀	165
五、流量控制阀	167
六、油箱	168
七、流体调节器	168
八、检测器、指示器	169
九、其他辅助元器件	170
十、管路、管路接口和接头	170

附录2 液压执行元件的术语	172
附录3 液压辅件及其他专业术语	173
附录4 常用液压术语 (摘自 ISOR1219)	174
附录5 常用液压公式	176
附录6 单位换算	177
一、力	177
二、压力 (压强)	177
三、流量	177
四、扭矩	177
五、功、能和热量	178
六、功率	178
七、长度	178
八、面积	178
九、体积	179
十、质量	179
参考文献	180

第一章 液压控制元件

第一节 概述

一、液压阀的分类

液压系统中用来控制系统的压力、流量和液流方向的元件称为液压阀，其品种繁多，规格复杂，有多种分类方法。

(一) 按工作原理分

- (1) 通断式控制元件（即开关或定值控制阀），这是常用的一类液压阀，又称普通液压阀；
- (2) 伺服式控制元件，如压力伺服阀、流量伺服阀等；
- (3) 比例式控制元件，如比例压力阀、比例流量阀和比例方向阀等。

(二) 按用途分

- (1) 压力阀，如溢流阀、顺序阀；
- (2) 流量阀，如调速阀；
- (3) 方向阀，如换向阀、单向阀。

(三) 按结构形式分

- (1) 滑阀类，阀芯为圆柱体；
- (2) 座阀类（锥阀类），阀芯为圆锥体或球体，和阀座相配合；
- (3) 喷嘴挡板类，利用喷嘴与挡板之间的相对位移来改变液流通路的开口以实现控制的阀类，一般用于电液伺服阀的先导控制。

(四) 按连接方式分

- (1) 管式连接类；
- (2) 板式连接类；
- (3) 集成连接类。

对液压阀的术语总结如表 1-1。

表 1-1 液压阀的术语

术语	解释
控制阀	改变流动状态，对压力、方向或流量进行控制的阀的总称
压力控制阀	控制压力的阀的总称
流量控制阀	控制流量的阀的总称
方向控制阀	控制流动方向的阀的总称
顺序阀	在具有两个以上分支回路的系统中，根据回路的压力来控制执行元件动作顺序的阀
平衡阀	为防止重力负荷不受控制的下落而保持背压的压力控制阀
减压阀	可将这种压力控制阀的出口压力调到比进口压力低的某一值，这个值与流量及进口侧压力无关
卸荷阀	在一定条件下，能使液压泵卸荷的阀
节流阀	利用节流作用限制液体流量的阀。通常指无压力补偿的流量阀
调速阀	与背压或因负荷而产生的压力变化无关并能维持流量设定值的流量控制阀
带温度补偿的调速阀	能与液体温度无关并能维持流量设定值的调速阀

(续表)

术语	解释
分流阀	将液流向两个以上液压管路分流时,应用这种阀能使流量按一定比例分流,而与各管路中的压力无关
换向阀	具有两种以上流动形式和两个以上油口的方向控制阀
遮盖(或搭接)	滑阀式阀的阀芯台肩部分和窗口(沉割槽)部分之间的重叠状态,其值叫遮盖量(见图 1-1)
溢流阀	当回路的压力达到这种阀的设定值时,流体的一部分或全部经此阀流回油箱,使回路压力保持在该阀的设定值的压力阀
安全阀	为防止元件和管道等的破坏,用来限制回路中最高压力的阀
零遮盖	当滑阀式阀的阀芯在中立位置时,窗口正好完全被关闭,而当阀芯稍有一点儿位移时,窗口(沉割槽)即打开,液体便可通过
正遮盖	当滑阀式阀的阀芯在中立位置时,要有一定位移量(不大),窗口才可打开
负遮盖	当滑阀式阀的阀芯在中立位置时,就已有一定开口量
伺服阀	控制流量或压力,使之电信号(或其他输入信号)的函数
滑阀式阀(或滑阀)	采用圆柱滑阀式阀芯的阀
梭阀	具有一个出口两个以上入口,出口具有选择压力最高侧入口的机能的阀
电磁阀	这是电磁操纵阀和电磁先导换向阀的总称
单向阀	流体只能沿一个方向流通,另一方向不能通过
节流换向阀	根据阀的操作位置,其流量可以连续变化的换向阀
电磁操纵阀	用电磁操纵的阀
手动操纵阀	用手动操纵的阀
凸轮操纵阀	用凸轮操纵的阀
先导阀	为操纵其他阀或元件中的控制机构,而使用的辅助阀
液动换向阀	用先导流体压力操纵的换向阀
液控单向阀	依靠控制流体压力,可以使单向阀反向流通的阀
二位阀	具有两个阀位的换向阀
电-液换向阀	与电磁操纵的先导阀组合成一体的液动换向阀
阀的位置	用来确定换向阀内流通状态的位置
正常位置	不施加操纵力时阀的位置 
中立位置	确定的换向阀的中央位置 
偏移位置	换向阀中除中立位置以外的所有阀位 
锁定位置	由锁紧装置保持的换向阀的阀位
三位阀	具有三个阀位的换向阀
二通阀	具有两个油口的控制阀
四通阀	具有四个油口的控制阀
弹簧复位阀	在弹簧力的作用下,返回正常位置的阀
中位封闭	换向阀在中立位置时所有油口都是封闭的
中位打开	换向阀在中立位置时所有油口都是相通的

术语	解释
常开	在正常位置压力油口与出油口是连通的
常闭	在正常位置压力油口是关闭的
弹簧对中阀	正常位置为中立位置的三位换向阀,属于弹簧复位阀的一种
弹簧偏置阀	正常位置为偏移位置的换向阀,属于弹簧复位阀的一种
油口数	阀与管路相连接的油口数量
台肩部分	滑阀芯移动时的滑动面

二、液压阀的失效原因及几种液压现象

(一) 失效

失效是设备、系统或元件的一种状态。液压阀在使用阶段的规定条件下,若丧失了规定的功能那叫做“失效”,对于可修复的产品,失效就是故障。

损坏是失效的常见形式,一般机械性损坏失效的原因有:

1. 磨损

液压阀芯、阀体等机械零件的运动副,在使用时不断产生摩擦,使得零件尺寸、形状和表面质量发生变化而失效。

2. 疲劳

液压阀中的平衡弹簧及有关阀芯、阀座,在长期高变载荷下工作,会产生疲劳及裂纹,造成弹簧长度的缩短或整个折断以及阀座密封表面的剥落、损坏而失效。

3. 变形

液压阀零件在加工过程中残留的残余应力和使用过程中外载荷应力超过零件材料的屈服强度时,零件产生变形,不能完成规定功能而失效。

4. 腐蚀

液压油中混有水分或酸性物过高,使用较长时间后,会腐蚀液压阀中的有关零件,使其丧失应有的精度而失效。

此外,若保管不善,发生锈蚀,混入污物等,也是引起液压阀失效的重要因素。

特别应当提出的是:工人在仓促之中可能将次品混入合格品中,若检验人员没有发现,就会将这些外形同样、内部存在问题的阀件流入市场。因此,对于新元件在必要时也要加以怀疑。

(二) 液压卡紧

1. 液压卡紧的危害

液压系统中的压力油液,流经普通液压阀圆柱形滑阀结构时,作用在阀芯上的径向不平衡力(又叫液压侧向力)使阀芯卡住,叫做“液压卡紧”。

轻微的“液压卡紧”使阀芯移动时摩擦力增加,严重时可导致所控制的系统元件动作不符合设计节拍,变得滞后。当液压卡紧阻力大于阀芯的移动力时,阀芯不能移动,叫做“卡死”。在高压系统中,减压阀和顺序阀处理不当则尤其容易“卡死”。

液压系统中产生“液压卡紧”,自然会加速滑阀的磨损,降低元件的使用寿命;阀芯的移动在液压控制阀中很多是采用小的电磁铁驱动的,阀芯一旦“卡死”,电磁铁则易烧毁。

2. 液压卡紧的原因

产生径向不平衡力是主要原因,即由于滑阀运动副几何形状误差和同轴度变化引起的。

3. 消除措施

(1) 阀芯表面开设均压槽。

(2) 提高阀芯和阀孔的制造精度。

(3) 提高油液清洁度。

(4) 换向阀尽量不用干式电磁阀。

(三) 液压冲击

在液压系统中, 由于迅速换向或关闭油道, 使系统内流动的油液突然换向或停止流动, 而在系统内引起压力急剧上升, 形成了一个很大的压力峰值, 这种现象叫做液压冲击。

1. 产生原因与危害

产生液压冲击的主要原因是由于液压元件的突然启动或停止, 突然变速或换向, 从而引起液压系统工作介质的流速和方向发生急剧的变化, 由于流动油液及液压工作部件存在着运动惯性, 从而使得某个局部区段的压力猛然上升, 形成“液压冲击”。

液压冲击时, 油液的压力峰值高达正常压力的 3~4 倍, 因此系统中的元件仪表容易损坏, 并发出强烈的振动和噪声。

2. 防止措施

(1) 对阀芯上进油及回油控制边缘结构进行改进或开设轴向三角形油槽。

(2) 在保证工作节拍的前提下, 尽量减慢换向速度。

(3) 适当增大管径, 避免不必要的弯曲。

(4) 合理缩短管道长度, 减少冲击波传播的距离。

(四) 气穴现象

在流动液体中, 因流速变化引起压力下降而产生气泡的现象, 叫做“气穴”。

1. 气穴的原因与危害

尽管液压设备中产生气穴的机理还没有彻底地揭晓, 但产生气穴的基本原因是肯定的, 即液压系统中的某一局部区域会产生低压区(如流速很大的区域压力会降低), 当压力低于工作温度下溶于油液中的空气分离的临界压力时, 油中原来溶解的空气就会大量离析出来, 形成气泡。如果压力继续下降, 直到低于工作油液温度对应的饱和蒸气压时, 油液迅速汽化, 产生大量的气泡。这些气泡混杂在工作油液中, 使原来充满管道中或充满元件中的油液成为断续状态, 形成了“气穴”。

液压系统中, 当压力油流经液压阀等元件的节流口、喷嘴和节流部件时, 由于速度急剧增高, 使压力能大量转化为动能, 周围压力大幅度下降, 因而产生气穴, 叫做“节流气穴”。

液压控制滑阀在控制执行元件运动时, 由于运动部件的惯性力, 当阀口已经关闭, 执行元件的油流已被切断。但工作部件仍会短暂地继续保持运动状态。因而, 往往在这些执行元件的背后(如液压缸活塞等)形成真空, 造成“气穴”。

当气泡随着油流进入高压区后, 突然收缩, 有些在周围高压油流的挤切、冲击下迅速破裂并又重新凝结为液体。由气体变为液体, 体积减小而形成了“真空”, 而周围的高压油液体质点便以极大的速度冲向真空区域, 因而引起局部压力的猛烈冲击; 并将质点的动能突然转换为压力能, 压力和温度在此均急剧升高, 此时即会产生剧烈振动, 发出强烈噪声。

在气泡凝结附近的元件表面, 因在高温条件下反复受到液压冲击, 加之油液中分离出来的酸性气体, 具有一定的腐蚀作用。使其表面材料剥落, 形成小麻点及蜂窝坑, 这种现象叫做气蚀。

气穴和气蚀现象使液压系统工作性能恶化, 可靠性降低, 其危害同于液压冲击, 且对液压元件的损害更为严重。

2. 防止措施

防止气穴和气蚀现象产生的措施常有：

- (1) 防止局部压力过低。这多从液压系统工作元件的内部结构设计上改进。
- (2) 保持液压系统中油压高于汽油分离的临界压力。通常这是对液压泵的使用要求，要求有足够的管径；避免狭窄的通道，或急剧的拐弯；吸油管各处油压不要低于空气分离临界压力。
- (3) 降低油液中空气的含量。注意回油管应插入液面以下，管路各处密封要好，防止吸入空气等。
- (4) 使用抗气泡性好的液压油。
- (5) 易受气蚀损害的地方，应考虑采用青铜、不锈钢等耐蚀材料，其中钛的耐腐蚀性最好。此外，提高金属的硬度、提高表面光洁度和采取镀敷保护层等，都是有效的措施。

三、液压阀件的修理

(一) 阀件修理的重要性

在具体寻查出液压设备、液压系统或液压阀等元件的故障后，一般功能性的毛病可以通过清洗和调节、调整等方法，使系统状态各处有关压力、流量等参数，恢复到系统要求的数值，执行部件的力或力矩、速度等达到规定值，这就意味着机器本身的功能得到恢复，也就是故障得到排除。

但设备中如液压阀等元件，本身发生“器质性”的变化。因磨损或其他非正常的原因，使得阀件损坏，这时，调节、调整的方法就无法奏效，而必须进行阀件的修理。

阀件的修理，有时是排除系统故障比较彻底的方法。

液压阀件的修理，作为液压阀及整个系统修理的重要组成部分，其工作的技术性与难度比较维护保养来得复杂和艰难。因此，管理者在平时做好维护保养工作很重要。

(二) 液压阀件修理的主要内容与手段

1. 修理的主要内容

液压阀等元件，由于标准化、通用化、系列化程度较高，可修性较好，虽然使用到一定期限后，由于零件磨损、疲劳或密封老化，技术性能达不到设计要求，但只要还没有达到完全报废的地步时，就可以修理。

液压阀件经过修理和检（试）验，只要尺寸、形位精度等合乎标准，技术指标和性能达到使用要求的，应当继续使用。有些通过精良修理的零件其性能甚至比新件还好。

液压阀件主要的修理内容有：

- (1) 滑阀类元件的阀芯与阀体内孔，当两者配合间隙比产品图纸规定装配间隙数值增大20%~25%时，必须对阀芯采取增大尺寸的方法后进行修复、配研。
- (2) 锥阀类元件的阀芯与阀孔，当圆锥形座阀密封接触面不良时，因锥阀可以在弹簧作用下自动补偿间隙，因此，只需研磨修配。
- (3) 阀类元件如卡死、咬毛、产生沟槽等的修理。
- (4) 调压弹簧的修理。
- (5) 密封件的修理等。

2. 修理的主要手段

液压阀件修理的主要手段是修复和更换。

1) 修复

上述(1)~(3)项就是采取修复的手段，它要运用的加工工艺常有：

- (1) 焊补;
- (2) 电镀、喷镀或刷镀;
- (3) 镶嵌;
- 以上工艺的目的均为了使零件的尺寸得到补偿。
- (4) 车加工或刨加工;
- (5) 磨加工;
- (6) 研磨、衍磨或抛光等。

以上工艺的目的，是使零件恢复原有的尺寸、配合精度和密封性能。常用滑阀类元件的配合间隙见表 1-2，供修理时参考。

表 1-2 常用液压（滑）阀元件的配合间隙

元件名称	配合部位	阀芯直径/mm	配合间隙/ μm
高压滑阀	阀芯与阀套	$d \leq 16$	5~15
		$d \leq 28$	7~20
		$d \leq 50$	9~25
		$d \leq 80$	11~30
中低压滑阀	阀芯与阀套	$d \leq 16$	8~25
		$d \leq 28$	10~30
		$d \leq 50$	12~35
		$d \leq 80$	15~40

2) 更换

如果觉得损坏的零件，没有修复的价值或技术上难以修复，或修复起来比新件费用还高，在备用配件有供应的情况下，当然要毫不犹豫地更换新件。

更换新零件通常可以缩短修理周期，一般对标准件、易损件多采取更换的方法。

为了保证修理工作的顺利进行，因此，还必须切实做好备品、备件的库存、保管工作。

第二节 方向控制阀

方向控制阀用来控制油流的方向，在船舶辅机课程中已有描述。在本节主要介绍它们的故障现象及其修理方法。

一、单向阀

单向阀的主要故障有：

当油液从反向进入时，锥阀芯（或钢球）不能将油液严密封闭而产生泄漏。这时要检查阀芯与阀座的接触是否紧密；阀座孔与阀芯孔是否保证所需要的同轴度；阀体孔与阀芯的加工精度；弹簧是否断裂或者过分弯曲而引起卡阻等。

应该注意的是，无论是直通式还是直角式，都不允许阀芯锥面向上方安装，即不允许弹簧在阀的下方位置。

二、液控单向阀

液控单向阀主要故障有：

阀座孔与安装阀芯的阀体孔加工时不同轴度超差，均会使阀芯锥面和阀座接触处产生缝隙，

不能严格密封,尤其是带卸荷阀芯式的结构,更容易发生渗漏而封不住油。

用钢球作卸荷阀芯的液控单向阀,有时会发生控制活塞端部小杆顶不到钢球而打不开阀的现象,这时需检查阀芯孔与控制活塞孔的同轴度是否符合要求,或者控制活塞端部是否有弯曲等情况。其余与单向阀故障相同。

三、换向阀

(一) 电磁换向阀

电磁换向阀简称电磁阀,是液压控制系统和电气控制系统之间的转换元件。

1. 电磁阀的分类

按工作位数和通路数组合起来,即有二位二通、二位三通、二位四通、二位五通、三位四通、四位五通等。

按阀芯在中立位置所控制各油口的沟通状况(即滑阀中位机能)来分:O、H、Y、K、M、X、P、J、C、N、Z型等。

按所配电磁铁的结构形式分:交流型、直流型、本机整流式。

按工作电源规格分:交流110 V、220 V、380 V;直流12 V、24 V、36 V、110 V等。

按电磁铁与阀配合的方式分:干式型和湿式型两种。

按交流电磁铁允许工作电源的频率分:50 Hz、60 Hz等。

尽管电磁阀有上述种种不同的规格品种,但是它们的基本工作原理都是相同的。依靠阀芯上的凸肩与滑阀孔的沉割槽配合及阀芯的不同位置,来沟通或隔离相关油腔,实现所要求的功能。

2. 重叠度的概念

电磁换向阀的阀芯,从一个位置换向到另一个位置时,其过渡状态的机能随有关阀口封闭、沟通情况的瞬间变化具有多种情况。过渡位置时阀口被遮蔽的状况,一般称之为“重叠度”,如图1-1所示(换向时,阀芯如图示方向右移)。

(1) 正重叠($X_1 < X_2$):如图1-1(a),过渡过程中有一个短时间内,所有阀口通路(PA、PT)彼此隔断的过程。

(2) 负重叠($X_1 > X_2$):如图1-1(b),过渡过程中,所有阀口通路短时间彼此全部沟通,液压缸瞬间处于浮动状态。

(3) 零重叠($X_1 = X_2$):如图1-1(c),阀芯换向瞬间,压力油口与回油口封闭的同时,压力油口与工作油口也同时接通。



图1-1 滑阀重叠示意图

注意与表1-1中的零、正、负遮盖的概念区别,即:遮盖仅指滑阀芯在中位时各阀口的通断状态,而重叠包含动态状况。

3. 电磁换向阀的主要故障及排除

(1) 电磁铁通电,阀芯不换向;或电磁铁断电,阀芯不复位。