

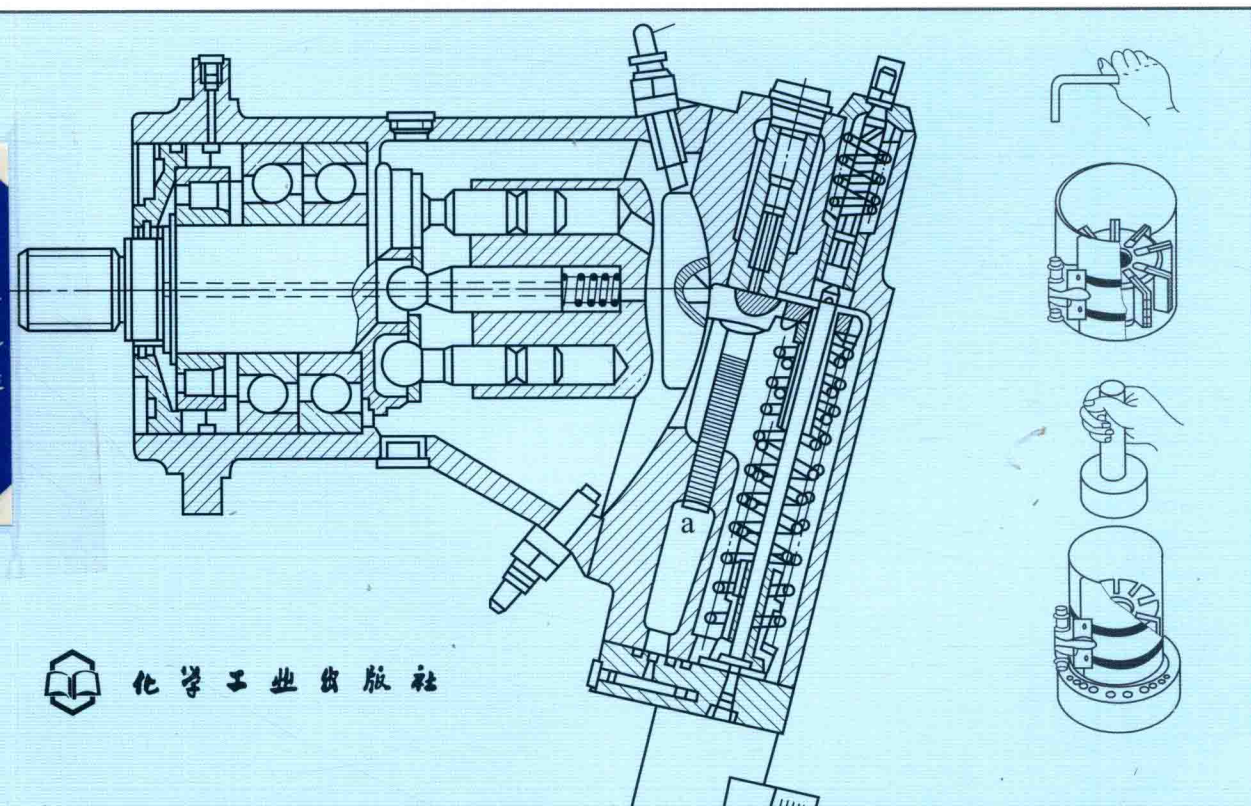
液压维修

1000问

第二版

YEYA WEIXIU
1000WEN

陆望龙 陆桦 编著



化学工业出版社

液压维修

1000问

第二版

陆望龙 陆桦 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压维修 1000 问/陆望龙, 陆桦编著. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-122-31560-1

I. ①液… II. ①陆… ②陆… III. ①液压系统-维修-问题解答 IV. ①TH137-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 036578 号

责任编辑: 黄 滢

责任校对: 吴 静

装帧设计: 王晓宇

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: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 31 字数 863 千字 2018 年 5 月北京第 2 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: 169.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

由于液压技术自身具有许多优点,因此在国民经济的各个领域得到了广泛的应用。从事液压维修工作的技术人员也是人数众多,他们在工作中或多或少地都会遇到这样那样难以解决的技术问题。鉴于此,化学工业出版社于2012年组织编写了《液压维修1000问》一书(以下简称第一版)。

第一版内容结合笔者多年从事液压设计与维修工作的实践经验,搜集整理并精心提炼,最后挑出了具有代表性的1000个液压维修技术问题,并用通俗易懂的语言,对每个问题逐一进行了系统详尽的解答。

第一版自上市以来,得到了业内读者的广泛欢迎和一致好评,同时也提出了许多宝贵的意见和建议。第一版出版至今已有6年有余,考虑到技术不断进步和系统的更新,以及读者的意见和建议,现对第一版进行修订,修改和增删部分内容,推出全新第二版。

第二版在保持第一版的篇章结构和编写风格的基础上,主要进行了以下几个方面的修订。

1. 增加了新型液压元件的外观、结构、原理、立体分解图、图形符号。
2. 增加了新型液压回路的分析、诊断、使用维修和故障排除内容。
3. 增加了液压系统常见故障的原因,故障排除的方法、步骤和要点。
4. 删除了部分陈旧过时的元件和不常用的回路、系统。

本书由陆望龙、陆桦编著,感谢湖北金力液压件厂张和平、曲娜、周幼海等对本书编写过程中的指导和帮助。感谢江祖专、朱皖英、马文科、陆泓宇、陈黎明、朱声正、张汉珍、谭平华、李泽深、李刚、朱江、陈旭明、但莉、宋伟丰、罗霞、罗文果等多位专家与同行对本书编著出版的大力支持。

期望本书对从事液压系统使用与维修工作的广大一线工程技术人员和技术工人有所帮助和借鉴。由于笔者水平有限,书中疏漏和不足之处在所难免,恳请广大业内同行批评指正。

陆望龙

目 录

CONTENTS

第1章 基础知识

1.1 概述	1	流动、通流截面、流量、平均流速、层流、紊流和雷诺数。	6
1. 机器设备有哪些传动方式?	1	13. 连续性方程的本质是什么? 它的物理意义是什么?	6
2. 各种传动方式都有什么特点?	1	14. 怎样用连续性方程说明液压传动中的速度传递和调节?	7
3. 什么叫液压传动? 什么叫液压技术?	2	15. 说明伯努利方程的物理意义, 并指出理想液体伯努利方程和实际液体伯努利方程有什么区别?	7
4. 为何液压传动方式使用得非常普遍? 主要优缺点是什么?	2	16. 伯努利方程有哪些应用?	7
5. 液体传动有哪两种形式? 它们的主要区别是什么?	2	17. 怎样应用伯努利方程计算下列情况中液压泵吸油口处的真空度是多少?	8
6. 液压系统用来做什么?	2	18. 怎样应用伯努利方程计算下列情况中液压泵最大允许安装高度是多少?	8
7. 液压传动靠什么传递能量和进行能量转化?	3	19. 动量方程的本质是什么? 它的物理意义是什么?	9
1.2 液压传动基本理论	3	20. 举例说明应用动量方程求作用在曲面上的力?	9
1. 什么是压力与压强? 压力的单位是什么?	3	21. 流体在流动过程中为何会产生能量损失? 能量损失有哪两种?	10
2. 什么是液体静压力基本方程 (如何计算静止液体内某点的压力)?	4	22. 沿程压力损失、局部压力损失、管路系统总压力损失怎样计算?	10
3. 静止液体的压力特性如何?	4	23. 为什么要限制液体在管路中流动的速度?	10
4. 压力如何分类? 它们之间有什么关系? 液压系统的压力与外界负载有什么关系?	4	24. 压力损失有何危害? 有什么益处吗?	11
5. 为什么压力会有多种测量方法与表示单位?	4	25. 怎样降低液压系统中的压力损失?	11
6. 压力的单位是什么?	5	26. 什么是泄漏? 产生泄漏的原因与危害是什么?	11
7. 在液压传动中, 计算液体的压力时, 为什么一般忽略由液体质量引起的压力?	5	27. 液流流经细长孔与节流孔的流量怎样计算?	11
8. 什么是帕斯卡原理?	5	28. 液流流经薄壁小孔的流量怎样	
9. 用帕斯卡原理解释为什么用很小的力能举起很重的物体 (力的传递与放大、位移的传递)?	5		
10. 压力可以进行传递与放大吗?	6		
11. 什么是流动液体动力学的三大方程? 其含义是什么?	6		
12. 解释下述概念: 理想流体、定常			

计算?	11	1.4 液压维修人员做好维修工作的要求	14
29. 液压元件中常见有哪几种间隙的流量计算公式?	12	1. 维修技术人员要掌握哪些基本知识?	14
1.3 液压传动系统简介	12	2. 面对一台液压设备, 维修人员应该怎么办?	15
1. 液压传动系统由哪几部分组成? ...	12	1.5 液压维修人员怎样看液压系统图	15
2. 液压系统中使用了哪些液压元件?	13	1. 液压系统图基本知识有哪些?	15
3. 液压系统中使用了哪些图形符号?	14	2. 如何才能看懂液压系统图?	17

第2章 液 压 泵

2.1 泵概述	21	电机的功率?	26
2.1.1 简介	21	2.1.3 液压泵的安装和使用	27
1. 液压泵在液压系统中起什么作用?	21	1. 安装泵基座应注意哪些事项?	27
2. 什么叫容积式液压泵? 什么叫密封容积? 水泵与液压泵有何区别? ...	21	2. 泵与电机之间的联轴器安装注意事项有哪些?	27
3. 液压泵怎样分类?	21	3. 泵与电机等的连接方式有哪几种?	27
4. 液压泵中主要称谓的含义是什么?	21	4. 安装管道应注意哪些?	28
5. 在选择液压泵时应注意什么问题?	21	5. 安装滤油器应注意哪些?	28
6. 选择液压泵的原则是什么?	22	6. 投入使用前准备工作有哪些?	28
7. 各种泵有哪些优缺点?	22	7. 投入使用时有哪些注意事项?	29
8. 各种液压泵的性能怎样?	23	8. 投入使用后怎样操作泵?	29
9. 液压泵是怎样吸、压油的?	23	9. 液压泵转速为什么不能过低或过高? 泵的转速怎样选择?	30
10. 液压泵正常工作须满足哪三个基本条件?	24	10. 怎样在不同的气温下启动泵?	30
2.1.2 液压泵的主要性能参数与计算	24	11. 什么是泵的困油现象? 如何消除困油的影响?	30
1. 什么叫液压泵的工作压力、额定压力和最高允许压力? 三者有何关系?	24	12. 怎样保证维护泵正常的工作条件?	31
2. 什么叫液压泵的额定转速、最高转速与最低转速 (常用单位为 r/min)?	25	2.2 齿轮泵	31
3. 什么叫液压泵的排量、流量、理论流量、实际流量和额定流量? 它们之间有什么关系?	25	2.2.1 简介	31
4. 什么叫液压泵的功率?	25	1. 什么叫齿轮泵?	31
5. 什么叫液压泵的机械效率、容积效率和总效率?	25	2. 齿轮泵有哪些种类?	31
6. 怎样计算液压泵的一些参数?	26	3. 如何区分正转齿轮泵、反转齿轮泵和双向齿轮泵?	31
7. 举例说明怎样计算驱动该泵所需		2.2.2 齿轮泵的工作原理	32
		1. 外啮合齿轮泵 (渐开线齿形) 是怎样吸、压油的?	32
		2. 外啮合齿轮泵的排量怎样计算? ...	32
		3. 内啮合齿轮泵 (渐开线齿形) 是怎样吸、压油的?	32
		4. 内啮合齿轮泵 (渐开线齿形) 排量怎样计算?	33

5. 摆线内啮合齿轮泵是怎样吸、压油的?	33	10. 齿轮泵为何噪声大并出现振动?	47
6. 摆线转子泵排量怎样计算?	33	11. 齿轮泵工作时为何有时油箱内油液向外漫出?	47
7. 低噪声静音型泵的原理是什么? ...	33	12. 齿轮泵的内、外泄漏量大怎么办?	48
2.2.3 齿轮泵的结构分析	33	13. 齿轮泵的泵轴油封为何老是翻转?	48
1. 什么叫齿轮泵的困油现象?	34	14. 为何有时齿轮泵的泵壳炸裂?	48
2. 怎样解决外啮合齿轮泵的困油问题?	34	15. 为何有时泵轴折断?	48
3. 什么是径向负载和压力平衡问题? 它是怎样产生的?	34	16. 为何修泵后转动不灵活或咬死?	49
4. 怎样降低齿轮泵径向不平衡力? ...	35	17. 怎样解决内啮合齿轮泵吸不上油、输出流量不够、压力上不去的故障?	49
5. 齿轮泵存在哪三个内泄漏部位? ...	36	18. 修理摆线泵时需检修哪些主要故障零部件及其部位?	50
6. 为减少泄漏, 提高工作压力, 齿轮泵在结构上应采取哪些措施?	36	19. 摆线转子泵为何输出流量不够?	50
7. 外啮合齿轮泵的结构怎样?	37	20. 摆线转子泵为何压力波动大?	51
8. 轴向间隙补偿齿轮泵的结构怎样?	38	21. 摆线转子泵为何发热及噪声大?	51
9. 内啮合齿轮泵结构怎样?	38	22. 摆线转子泵轴漏油时怎样处理?	51
10. IP 型内啮合齿轮泵结构怎样?	39	2.2.5 齿轮泵的使用、修理和装配	51
11. 摆线内啮合齿轮泵的结构怎样?	40	1. 使用齿轮泵应注意哪些?	51
12. 有没有轴向间隙和径向间隙都可以自动补偿的齿轮泵?	40	2. 怎样修复齿轮与齿轮轴?	52
13. 高黏度齿轮泵的结构特点有哪些?	42	3. 怎样修复泵体、前后盖、轴套与侧板?	52
14. 齿轮泵型号的含义是什么?	42	4. 怎样装配齿轮泵?	52
2.2.4 齿轮泵的故障分析与排除	43	2.2.6 几种具体修复齿轮泵的方法与技巧	53
1. 修理 CB-B 型齿轮泵时需检修哪些主要故障零部件及其部位?	43	1. 怎样用镀铜合金的工艺修复泵体内腔?	53
2. 维修带侧板齿轮泵时需检修哪些主要故障零部件及其部位?	44	2. 怎样用电弧喷涂的方法修理齿轮泵?	53
3. 维修进口带侧板齿轮泵时需检修哪些主要故障零部件及其部位? ...	44	3. 怎样用表面粘涂修补的技术修理齿轮泵?	54
4. 维修带浮动轴套的齿轮泵时需检修哪些主要故障零部件及其部位? ...	44	4. 修理时怎样用压铅法测量齿轮泵的轴向间隙、齿侧隙与齿顶间隙的大小?	54
5. 维修国产 CB-D 型齿轮泵时需检修哪些主要故障零部件及其部位? ...	44	5. 修理时能否用塞尺塞入法进行齿侧间隙的测量?	55
6. 怎样排除齿轮泵吸不上油、无油液输出的故障?	45	6. 修理时怎样用千分表法测量齿轮泵	
7. 为何齿轮泵虽能上油, 但输出流量不够?	46		
8. 怎样排除齿轮泵输出流量不够, 系统压力上不去的故障?	47		
9. 为何中高压齿轮泵起压时间长? ...	47		

的齿侧隙?	55	2. 为提高叶片泵的最高工作压力, 结构上采取了哪些措施?	65
2.3 叶片泵	55	3. 叶片泵上采用双叶片结构为何能 提高最高工作压力?	66
2.3.1 简介	55	4. 叶片泵结构上采用弹簧式叶片为何 能提高最高工作压力?	66
1. 叶片泵有哪些优缺点?	55	5. 叶片泵结构上采用柱销式叶片为何 能提高最高工作压力?	67
2. 叶片泵的种类有哪些?	55	6. 叶片泵结构上采用双唇叶片为何能 提高最高工作压力?	67
2.3.2 叶片泵的工作原理	55	7. 叶片泵结构上采用子母叶片为何能 提高最高工作压力?	67
1. 双作用叶片泵的工作原理 是什么?	55	8. 为提高叶片泵的最高工作压力, 结构上为何采用减压法?	68
2. 双作用叶片泵的排量和流量怎样 计算?	56	9. 为提高叶片泵的最高工作压力, 结构上为何采用阶梯式叶片?	68
3. 单作用(变量)叶片泵的工作原理 是什么?	57	10. 为提高叶片泵的最高工作压力, 结构上为何采用挠性浮动 侧板?	69
4. 怎样计算单作用叶片泵的排量和 流量?	58	11. 为提高叶片泵的最高工作压力, 结构上为何采用浮动配油盘?	69
5. 单作用叶片泵与双作用叶片泵 有哪些不同之处?	58	12. 双级泵法为何能增大叶片泵的出口 压力?	69
2.3.3 变量方式	58	13. 用弹簧顶紧配油盘的叶片泵为何能 提高叶片泵工作压力?	70
1. 变量叶片泵有哪些变量方式?	58	2.3.6 结构示例	70
2. 外反馈限压式变量叶片泵的工作 原理是怎样的?	59	1. 国产 YB1 型定量叶片泵的结构是 怎样的?	70
3. 内反馈限压式变量叶片泵的工作 原理是怎样的?	60	2. 采用减压法的高压叶片泵结构是 怎样的?	71
4. 恒压式变量叶片泵的工作原理是 怎样的?	60	3. 采用柔性盘的高压叶片泵结构是 怎样的?	71
5. 恒流量式叶片泵的工作原理是 怎样的?	61	4. 双联叶片泵的结构是怎样的? 应用在什么场合?	71
6. 负载敏感变量叶片泵的工作原理 是怎样的?	62	5. 内反馈限压式变量叶片泵的结构 是怎样的?	72
2.3.4 变量控制器	63	6. 各类变量叶片泵的结构是 怎样的?	72
1. 标准压力补偿控制器(PC控制)的 任务和功能是什么?	63	2.3.7 故障排除	73
2. 遥控型压力补偿控制器的任务和 功能是怎样的?	63	1. 定量叶片泵易出故障的主要零件 及其部位有哪些?	73
3. 双级压力补偿控制器的任务和功 能是怎样的?	63	2. 变量叶片泵易出故障的主要零件 和部位有哪些?	74
4. 流量补偿控制器的任务和功能是 怎样的?	64	3. 怎样排除叶片泵不出油的故障? ...	74
5. 流量-压力补偿控制器的任务和功 能是怎样的?	64		
6. 比例压力补偿控制器的任务和功 能是怎样的?	65		
2.3.5 双作用叶片泵的高压化结构 措施	65		
1. 结构上为何采用泵芯组件?	65		

4. 怎样排除叶片泵输出流量不足、出口压力上不去或根本无压力的故障?	75	怎样计算?	85
5. 什么原因导致叶片泵噪声变大、振动大?	75	6. 轴向柱塞泵的柱塞个数为何采用奇数?	85
6. 泵本身的原因导致叶片泵, 噪声变大、振动大怎样排除?	76	7. 轴向柱塞泵的柱塞靠什么紧压在斜盘上?	85
7. 怎样从安装使用方面查找噪声、振动大的原因?	76	8. 滑靴和斜盘是怎样接触的?	85
8. 用涂黄油法能查明漏气部位吗? ...	76	9. 柱塞泵的缸体和配油盘是怎样接触的?	86
9. 叶片泵异常发热、油温高的故障怎样解决?	77	2.4.3 轴向柱塞泵的变量	86
10. 如何处理叶片泵短期内便严重磨损和烧坏?	77	1. 轴向柱塞泵为何能变量?	86
11. 如何处理泵轴易断裂、破损的故障?	77	2. 轴向柱塞泵的变量方式有哪些? ...	87
2.3.8 修理	77	3. 压力补偿变量控制器的回路作用与原理是怎样的?	87
1. 怎样修理配油盘与侧板?	77	4. 压力补偿变量柱塞泵的工作原理是怎样的?	87
2. 怎样修理定子?	78	5. 什么叫遥控型压力补偿变量控制?	88
3. 怎样修理转子?	78	6. 恒压式变量柱塞泵的工作原理是怎样的?	89
4. 怎样修理轴承?	78	7. 负载传感补偿变量控制器是怎样的?	89
5. 怎样修理支承块与滑块?	79	8. 负载传感变量泵的变量工作原理是怎样的?	90
6. 怎样判断叶片在转子槽内的配合松紧度?	79	9. 压力/流量控制复合变量泵是怎样的?	90
7. 叶片泵配油盘的现场应急修复方法是什么?	79	10. 压力/流量/功率控制回路与特性曲线是怎样的?	90
2.3.9 叶片泵的安装与使用	80	11. 恒功率恒压斜盘式变量柱塞泵的工作原理是怎样的?	91
1. 怎样安装叶片泵?	80	12. 恒功率恒压斜轴式变量柱塞泵的工作原理是怎样的?	93
2. 怎样使用叶片泵?	80	13. 什么是电液比例排量控制?	93
2.4 柱塞泵	81	14. 什么叫压力-流量补偿负载传感系统?	93
2.4.1 简介	81	15. 什么叫恒流量-负载传感系统? ...	94
1. 柱塞泵为何得到广泛应用?	81	2.4.4 柱塞泵的配油装置	94
2. 柱塞泵分哪几种类型?	81	1. 什么叫端面配油?	94
3. 轴向柱塞泵有何特点?	82	2. 什么叫轴配油?	95
4. 斜轴式轴向柱塞泵与斜盘式轴向柱塞泵相比有什么优缺点?	82	3. 什么叫阀式配油?	95
2.4.2 轴向柱塞泵的工作原理	82	2.4.5 柱塞泵的故障分析与排除	96
1. 柱塞是怎样实现吸、压油的?	82	1. 维修定量柱塞泵时主要查哪些易出故障零件及其部位?	96
2. 斜盘式定量轴向柱塞泵的工作原理是怎样的?	82	2. 维修变量柱塞泵时主要查哪些易出故障零件及其部位?	96
3. 斜盘式轴向柱塞泵的排量和流量怎样计算?	83		
4. 斜轴式柱塞泵是怎样工作的?	84		
5. 斜轴式轴向柱塞泵的排量和流量			

3. 柱塞泵无流量输出、不上油的处理方法是什么?	96	2.4.8 力士乐公司 A11VO 型泵、A11VLO 型泵的故障分析与排除	107
4. 怎样排除柱塞泵输出流量大为减少、出口压力提不高的故障?	98	1. A11VO 型泵、A11VLO 型泵的外观、结构是怎样的?	107
5. 柱塞泵为何噪声大、振动?	99	2. A11VO 型泵、A11VLO 型泵的铭牌含义是什么?	107
6. 压力表指针为何不稳定?	100	3. A11VLO 型泵的控制阀结构与回路图怎样?	107
7. 发热、油液温升过高, 甚至发生卡缸烧电机的现象怎样处理?	100	4. A11VO 型泵、A11VLO 型泵为何刚一开启就上高压 (达到切断压力值)? 如何排除?	108
8. 柱塞泵被卡死、不能转动怎样处理?	100	5. A11VO 型泵、A11VLO 型泵为何操作执行机构、液压泵没有压力或只有待命压力? 如何排除?	108
9. 什么叫柱塞泵的松靴? 产生原因与危害是什么?	100	6. A11VO 型泵、A11VLO 型泵为何液压泵输出流量不足? 如何排除?	108
10. 松靴如何处理?	101	7. A11VO 型泵、A11VLO 型泵为何液压泵轴头密封处渗、漏油? 如何排除?	108
11. 如何处理柱塞泵变量机构及压力补偿机构失灵?	101	8. A11VO 型泵、A11VLO 型泵为何出现噪声、发热、泵损坏问题? 如何排除?	108
12. 柱塞球头为何易磨损?	101	2.4.9 柱塞泵的结构示例	109
13. 为何柱塞咬死在缸体孔中?	101	1. A2F 型定量泵的结构是怎样的?	109
14. 滑靴与止推板 (斜盘) 贴合面为何磨损或烧坏?	102	2. A7V 型恒功率变量泵的结构是怎样的?	109
2.4.6 柱塞泵的修理与检查	103	3. 美国威格士公司、中国邵阳维克公司产的 PVBQ 型轴向变量柱塞泵的结构是怎样的?	109
1. 如何修理缸体孔与柱塞相配合面?	103	4. 日本大京公司产的 V※◇□R 型遥控调压恒压变量泵的结构是怎样的?	110
2. 如何修理柱塞?	104	5. 日本川崎、贵阳液压件厂生产的 K3V112 型变量轴向柱塞泵的结构是怎样的?	110
3. 如何修理缸体与配油盘?	104	6. 美国威格士、日本东机美产的 (F11)-P※V(3)(F)R(62)-(2)(C)11-☆-10 型变量轴向柱塞泵结构是怎样的?	110
4. 柱塞球头与滑靴内球窝配合副怎样修复?	104	7. 伊顿-威格士公司中等负载柱塞泵结构是怎样的?	112
5. 如何修理斜盘 (止推板)?	104	2.5 径向柱塞泵的使用与维修	112
6. 如何更换轴承?	104	2.5.1 简介	112
7. 泵轴 (传动花键轴) 损坏怎么修理?	105		
8. 柱塞圆柱表面拉毛、拉伤甚至咬死怎样修理?	105		
9. 有不拆泵而判断泵内泄漏大的方法吗?	105		
10. 如何用简易方法判断柱塞与缸体孔的配合松紧度?	105		
11. 如何对缸体与配油盘之间配合面泄漏进行检查?	106		
2.4.7 柱塞泵的使用	106		
1. 怎样选择工作介质与工作油温?	106		
2. 怎样安装柱塞泵?	106		
3. 初次启动过程中应注意哪些事项?	106		

1. 什么是径向柱塞泵? 怎样分类?	112	怎样的?	120
2. 径向柱塞泵有何特点?	113	6. 国产 JHZ 型径向变量柱塞泵是	
2.5.2 径向柱塞泵的工作原理	113	怎样的?	121
1. 缸体旋转的径向柱塞泵的工作		7. BFW 型偏心直列式 (曲柄连杆式)	
原理是怎样的?	113	径向柱塞泵是怎样的?	122
2. 缸体固定的阀式配油径向柱塞泵		8. 偏心轴式阀控径向柱塞泵是	
的工作原理是怎样的?	114	怎样的?	122
2.5.3 径向柱塞泵变量工作原理与		9. PR4 型径向柱塞泵是怎样的?	123
变量方式	114	2.5.5 径向柱塞泵的故障分析与	
1. 径向柱塞泵手动变量的原理是		排除	124
怎样的?	114	1. 径向柱塞泵不上油或输出流量	
2. 径向柱塞泵机动变量的原理是		不够怎样排除?	124
怎样的?	115	2. 径向柱塞泵出口压力调不上去	
3. 径向柱塞泵怎样变量?	115	怎样排除?	124
4. 径向柱塞泵恒压变量的原理是		3. 径向柱塞泵噪声过大、伴有振动、	
怎样的?	115	压力波动大怎样排除?	124
5. 径向柱塞泵远程控制恒压变量的		4. 径向柱塞泵操纵机构失灵、不能	
原理是怎样的?	116	改变流量及油流方向怎样	
6. 径向柱塞泵流量与压力复合补偿		排除?	124
控制 (负载敏感控制) 的原理是		2.6 螺杆泵	125
怎样的?	116	2.6.1 简介	125
7. 径向柱塞泵恒功率控制的原理是		1. 什么是螺杆泵?	125
怎样的?	116	2. 螺杆泵的优缺点有哪些?	125
8. 径向柱塞泵限定压力和流量的		3. 螺杆泵怎样分类?	125
恒功率变量的原理是怎样的?	117	4. 螺杆泵的工作原理 (以三螺杆泵	
9. 径向柱塞泵比例流量控制的原理		为例) 怎样?	125
是怎样的?	118	2.6.2 螺杆泵的结构图例	126
10. 径向柱塞泵液压比例流量控制的		1. 单螺杆泵的结构是怎样的?	126
原理是怎样的?	118	2. 双螺杆泵的结构是怎样的?	126
11. 径向柱塞泵力调节变量的原理		3. 三螺杆泵的结构是怎样的?	126
是怎样的?	118	2.6.3 故障分析及排除	127
2.5.4 径向柱塞泵的结构示例	119	1. 为什么螺杆泵出现输出流量不够、	
1. RK 系列径向柱塞泵的结构是		压力也上不去?	127
怎样的?	119	2. 为什么螺杆泵不出油?	128
2. 轴配油的径向柱塞泵的结构是		3. 为什么螺杆泵传动轴或电机轴承	
怎样的?	119	过热?	128
3. 端面配油的径向柱塞泵结构是		4. 为什么螺杆泵体剧烈振动或产生	
怎样的?	120	噪声?	128
4. 力调节方式变量泵结构是		2.6.4 螺杆泵的修理	128
怎样的?	120	1. 怎样修理泵体?	128
5. 钢球径向柱塞泵结构是		2. 怎样修理主、从动螺杆?	128

第3章 执行元件

3.1 液压缸	129	21. 数字式点位液压缸的工作原理是 怎样的?	137
3.1.1 概述	129	22. 先导级控制的外控刚性反馈数字缸 的工作原理是怎样的?	137
1. 什么叫液压执行元件? 执行元件 分哪两类? 其职能是什么?	129	23. 电液步进缸的工作原理是 怎样的?	138
2. 液压执行元件的名词术语 有哪些?	129	24. 带位移测量装置的液压缸的测量 原理是怎样的?	139
3.1.2 液压缸的分类、结构原理、 图形符号	130	25. 带磁电感式传感器的液压缸 结构原理是怎样的?	139
1. 液压缸的分类有哪些?	130	26. 带超声波位置传感器的液压缸 结构原理是怎样的?	140
2. 什么叫单作用活塞式液压缸? 结构原理与图形符号是什么?	130	27. 带接近开关的液压缸结构原理是 怎样的?	140
3. 什么叫双作用单杆活塞式液压缸? 结构原理与图形符号是什么?	130	3.1.3 液压缸的结构说明	141
4. 什么叫双作用双杆活塞式液压缸? 结构原理与图形符号是什么?	131	1. 液压缸为什么要密封?	141
5. 什么叫固定缓冲式液压缸? 结构 原理与图形符号是什么?	131	2. 液压缸的密封有何功用?	141
6. 什么叫可调缓冲式液压缸? 结构 原理与图形符号是什么?	131	3. 液压缸常见的密封形式有 哪些?	141
7. 什么叫柱塞式液压缸? 结构原理 与图形符号是什么?	131	4. 什么是西姆柯 (Simko) 型 密封?	142
8. 柱塞缸有何特点?	132	5. 液压缸哪些位置需要密封?	142
9. 为何采用柱塞式液压缸?	132	6. 液压缸为什么要设缓冲装置? 什么 情况下液压缸要设缓冲装置?	142
10. 什么叫伸缩套筒式液压缸? 伸缩 套筒式液压缸分为哪两种?	133	7. 有何缓冲装置能使液压缸减速 缓冲?	143
11. 什么叫单作用式伸缩套筒液压缸? 结构原理与图形符号是什么?	133	8. 缓冲装置具体结构是怎样的?	143
12. 什么叫双作用式伸缩套筒液压缸? 工作原理是什么?	134	9. 液压缸为什么要设排气装置? 排气装置设在何处?	144
13. 双作用伸缩套筒式液压缸具体结构 是怎样的? 图形符号是什么?	134	3.1.4 液压缸主要技术参数的计算	144
14. 可以使伸缩套筒式液压缸伸出和 缩回速度一样吗?	134	1. 怎样计算双杆活塞液压缸的活塞 运动速度与牵引力?	144
15. 单作用增压缸的工作原理是 怎样的?	134	2. 怎样计算单杆活塞液压缸的活塞 运动速度与牵引力?	145
16. 双作用增压缸的工作原理是 怎样的?	135	3. 什么叫液压缸的差动连接? 应用 在什么场合? 怎样计算差动液压缸 的运动速度和牵引力?	145
17. 增速缸的工作原理是怎样的?	135	4. 怎样计算差动液压缸的运动速度 和牵引力?	145
18. 增速液压缸还有什么用途?	136	5. 举例说明计算单杆液压缸可推动 的最大负载和运动速度的 方法?	146
19. 增力缸的工作原理是怎样的?	136		
20. 什么是数字式点位液压缸? 它有 什么优点? 它有哪些种类?	137		

6. 举例说明计算柱塞液压缸的推力和运动速度?	146
3.1.5 液压缸的故障分析与排除	146
1. 维修液压缸时主要查哪些易出故障的零件及其部位?	146
2. 如何排除液压缸不动作的故障? ...	146
3. 怎样处理液压缸运动速度达不到规定的调节值——欠速?	148
4. 为何液压缸中途变慢或停下来? ...	149
5. 为何液压缸在行程两端或一端、缸速急剧下降?	149
6. 液压缸产生爬行怎么办?	149
7. 水平安装的液压缸为何出现自然行走?	150
8. 垂直立式安装的液压缸为何出现自由下落?	150
9. 液压缸运行时剧烈振动、噪声大是何原因?	151
10. 为何出现缓冲过度的现象?	151
11. 为何出现无缓冲作用的现象? ...	151
12. 缸出现外泄漏怎么处理?	151
13. 不拆缸怎样确认液压缸活塞密封破损或缸体孔拉有沟槽?	152
14. 不拆缸怎样断定液压缸只一个方向能运动的故障原因?	152
15. 如何在回油滤芯中查找故障信息源?	152
16. 如何利用回油路测压法检测液压缸的故障?	152
17. 如何利用检测液压缸的泄漏量查找故障?	153
3.1.6 液压缸的使用与维修	153
1. 液压缸拆装时应注意哪些事项?	153
2. 液压缸如何安装?	153
3. 如何拆卸难拆的螺钉或螺栓?	154
4. 如何将硬质密封装入活塞的密封槽中?	154
5. 如何将装好密封的活塞装入缸体孔中?	154
6. 如何将装好密封圈的导向套装入活塞杆?	155
7. 如何将 O 形密封圈装入缸体较深孔内的凹槽中?	155
8. 如何修理缸体 (缸筒)?	155
9. 怎样用 TS311 减磨修补剂修复缸筒?	156
10. 如何修理活塞杆?	156
11. 如何修理导向套?	157
12. 如何修理活塞?	157
13. 修理时如何处理密封?	157
3.1.7 几种液压缸具体修理方法	157
1. 电刷镀结合钎焊修复拉伤液压缸是怎样的?	157
2. 怎样修复柱塞缸?	158
3. 怎样用 FJY 电刷镀修复技术修理液压缸?	158
3.2 液压马达	160
3.2.1 概述	160
1. 什么叫液压马达?	160
2. 液压马达有哪些种类?	160
3. 液压马达的工作特点有哪些?	161
4. 液压马达与液压泵有何不同?	161
5. 什么叫液压马达的工作压力、额定压力、压差与背压?	161
6. 什么叫液压马达的排量、流量?	161
7. 什么叫液压马达的转速和容积效率?	162
8. 什么叫液压马达的转矩和机械效率?	162
9. 什么叫液压马达的功率与总效率?	162
10. 什么叫液压马达的启动性能? ...	162
11. 什么叫液压马达的最低稳定转速?	163
12. 什么叫液压马达的制动性能? ...	163
13. 什么是液压马达的工作平稳性及噪声?	163
14. 常用液压马达的技术性能参数怎样?	163
15. 液压马达输出转矩和转速的计算方法是什么?	163
16. 液压马达使用注意事项有哪些?	164
17. 怎样用压缩空气检查液压马达的工作性能?	164
3.2.2 齿轮式液压马达 (齿轮	

马达)	164	伊顿公司) 的结构是怎样的? ...	172
1. 齿轮马达有何特点? 用途	164	3.2.4 叶片式液压马达 (叶片	
怎样?	164	马达)	172
2. 齿轮马达的结构特征是什么?	164	1. 叶片马达有何特点?	172
3. 齿轮马达是怎样工作的?	165	2. 叶片马达结构特点是什么?	172
4. 齿轮马达主要查哪些易出故障的		3. 叶片马达是怎样工作的?	173
零件及其部位?	165	4. 维修叶片马达时主要查哪些易出	
5. 怎样排除齿轮马达输出轴油封		故障的零件及其部位?	173
处漏油的故障?	166	5. 维修弹簧式叶片马达时主要查	
6. 转速降低、输出转矩降低		哪些易出故障的零件及其	
怎么办?	166	部位?	174
7. 怎样排除齿轮马达噪声过大、		6. 怎样排除输出转速不够 (欠速)、	
振动和发热的故障?	166	输出转矩低的故障?	174
8. 怎样排除齿轮马达最低速度不稳定、		7. 怎样排除负载增大时、转速下降	
有爬行现象的故障?	167	很多的故障?	175
9. CM-※◇CF△型齿轮式液压马达		8. 怎样排除噪声大、振动严重 (马达轴)	
(国产) 的结构是怎样的?	167	的故障?	175
10. GPM 系列齿轮马达 (力士乐		9. 怎样排除内外泄漏大的故障?	176
博世公司) 的结构是怎样的? ...	167	10. 怎样排除叶片马达不旋转、不启动	
3.2.3 摆线液压马达	168	的故障?	176
1. 什么是摆线液压马达?	168	11. 怎样排除速度不能控制和调节的	
2. 摆线马达的工作原理是		故障?	176
怎样的?	168	12. 怎样排除低速时转速颤动、产生	
3. 维修摆线马达时主要查哪些易出		爬行的故障?	176
故障的零件及其部位?	169	13. 怎样排除低速时启动困难的	
4. 摆线马达运行无力怎么办?	169	故障?	176
5. 摆线马达低转速下速度不稳定、		14. 怎样修理叶片马达?	176
有爬行现象怎么办?	169	15. 怎样将弹簧式叶片马达的转子	
6. 摆线马达转速降低、输出转矩		装入定子孔内?	177
降低怎么办?	169	16. M 系列叶片马达结构怎样?	178
7. 摆线马达不转或者爬行		3.2.5 轴向柱塞式液压马达	178
怎么办?	170	1. 轴向柱塞式液压马达的特点	
8. 摆线马达为何启动性能不好、		是什么?	178
难以启动?	170	2. 轴向柱塞液压马达的工作原理	
9. 摆线马达向外漏油怎么办?	170	是怎样的?	178
10. 摆线马达内、外泄漏大		3. 维修轴向柱塞马达时主要查哪些易出	
怎么办?	170	故障的零件及其部位?	178
11. 摆线马达一些零件损坏		4. 怎样排除轴向柱塞马达转速提	
怎么办?	170	不高、输出转矩小的故障?	178
12. 怎样修复定子、转子	171	5. 怎样排除轴向柱塞马达噪声大、	
13. 怎样修复配油轴或配油盘?	171	振动的故障?	180
14. BMR※型 (国产) 的结构是		6. 怎样排除轴向柱塞马达内外泄漏	
怎样的?	171	量大、发热温升严重的故障?	180
15. VIS 系列摆线液压马达 (美国		7. 怎样排除带刹车装置的轴向柱塞	

马达刹不住车的故障?	181	8. 输出转矩不够的故障原因与排除方法是什么?	190
8. 怎样排除轴向柱塞马达液压马达不转动的故障?	181	9. 输出转速变化大的故障原因与排除方法是什么?	190
9. 怎样排除轴向柱塞马达不能变速或变速迟缓的故障?	181	10. 噪声大、有冲击声的故障原因与排除方法是什么?	190
10. 转速上不去, 怎样准确判断要拆卸修理的位置?	181	11. 外泄漏的故障原因与排除方法是什么?	190
11. DZM 型轴向柱塞式液压马达的结构是怎样的?	181	12. 球塞式低速大转矩液压马达的结构是怎样的?	191
12. 伊顿公司的斜盘式柱塞液压马达是怎样的?	182	13. NJM 型横梁传力式内曲线径向柱塞马达的结构是怎样的?	191
13. 工程机械常用的液压轴向柱塞马达结构是怎样的?	182	3.3 摆动型执行元件	192
14. 美国 Parker 公司斜轴式轴向柱塞马达结构是怎样的?	182	3.3.1 简介	192
15. 德国力士乐 A7V 斜轴式柱塞变量马达结构是怎样的?	183	1. 什么叫摆动型执行元件? 其特点怎样?	192
3.2.6 径向柱塞式液压马达	183	2. 摆动型执行元件怎样分类?	192
1. 径向柱塞式液压马达有何特点?	183	3.3.2 叶片式摆动型执行元件工作原理与结构	192
2. 曲轴连杆式星形液压马达的工作原理是怎样的?	184	1. 叶片式摆动液压马达的工作原理是怎样的?	192
3. 故障分析与排除方法有哪些?	184	2. 单、双与三叶片式摆动液压马达的最大摆角大致为多少?	193
4. JMD 型径向柱塞马达的结构怎样?	186	3. 单、双叶片式摆动液压马达各有何特点?	193
5. 川崎公司径向柱塞变量液压马达结构怎样?	186	4. 单、双叶片式摆动液压马达结构是怎样的?	193
3.2.7 多作用内曲线径向柱塞式液压马达	186	5. 叶片怎样密封?	194
1. 内曲线多作用径向柱塞液压马达分哪几类?	186	3.3.3 活塞式摆动液压缸的工作原理与结构	194
2. 内曲线多作用径向柱塞液压马达的工作原理怎样?	187	1. 什么叫活塞式摆动液压缸?	194
3. 改变作用次数 x 的变量方法是怎样的?	187	2. 齿轮齿条活塞式摆动液压缸是怎样工作的?	195
4. 改变柱塞数 z 的变量方法是怎样的?	188	3. 活塞连杆式(曲柄连杆式)摆动液压缸是怎样工作的?	195
5. 改变柱塞排数的变量方法是怎样的?	188	4. 活塞链条式(钢丝绳式)摆动液压缸是怎样工作的?	195
6. 液压马达输出轴不转动、不工作的故障原因与排除方法是什么?	189	5. 活塞螺旋式摆动液压缸是怎样工作的?	196
7. 转速不够的故障原因与排除方法是什么?	189	6. 活塞齿轮齿条式摆动液压缸是怎样工作的?	196
		7. 活塞螺旋式摆动液压缸是怎样工作的?	196
		8. 活塞链条式摆动液压缸是怎样	

工作的?	196
9. 摆动型执行元件不摆动怎么处理?	197

10. 摆动角大小不稳定、摆动角不到位怎么处理?	197
--------------------------------	-----

第4章 液压控制元件

4.1 概述	198
4.1.1 简介	198
1. 液压控制元件怎样分类?	198
2. 液压阀中用到哪些术语?	198
3. 液压阀有何特点?	199
4.1.2 液压阀的性能	199
1. 什么叫阀的压力流量特性?	199
2. 什么叫阀的内泄漏?	200
3. 液流对阀芯的轴向作用力(液动力)怎样计算?	201
4. 液流对阀芯的径向作用力(液压卡紧力)怎样计算?	202
5. 为什么通过阀的额定流量要有规定?	202
4.1.3 液压阀故障及维修概述	203
1. 液压阀为何会出故障?	203
2. 液压阀出了故障为何应进行维修?	203
3. 液压阀主要修理内容有哪些? 维修液压阀一般有哪几种方法?	203
4. 怎样用拆卸清洗修理法进行修理?	203
5. 怎样用选配修理法进行修理?	204
6. 怎样用修理尺寸与恢复精度维修法进行修理?	204
7. 怎样用加工换零件修复法进行修理?	204
4.2 方向阀	204
4.2.1 单向阀	204
1. 何谓单向阀?	204
2. 单向阀的工作原理是怎样的? 图形符号是怎样的?	204
3. 单向阀的阀芯有哪几种形式?	205
4. 单向阀将系统和泵隔断有何作用?	205
5. 单向阀将两个泵隔断有何作用?	205
6. 单向阀作背压阀时有何作用?	205
7. 单向阀和其他阀组成复合阀起何	

作用?	206
8. 怎样用单向阀构成快速接头?	206
9. 常用单向阀的外观和结构是怎样的?	207
10. 直通式与直角式单向阀的结构是怎样的?	207
11. 单向阀作梭阀用的工作原理是怎样的?	207
12. 梭阀的外观、图形符号、结构与零件立体分解图如何?	208
13. 单向阀不起作用时,产生原因与排除方法是什么?	208
14. 单向阀内泄漏量大的产生原因与排除方法是什么?	209
15. 怎样拆装与修理单向阀?	209
16. 怎样修理单向阀?	209
4.2.2 液控单向阀	210
1. 什么是液控单向阀?	210
2. 液控单向阀是怎样工作的?	210
3. 什么叫内泄式液控单向阀?	210
4. 什么叫外泄式液控单向阀?	211
5. 什么叫卸载式液控单向阀?	211
6. 什么叫双液控单向阀?	211
7. 怎样用液控单向阀使立式缸单向闭锁?	211
8. 怎样用双液控单向阀使液压缸双向闭锁?	212
9. 怎样用液控单向阀在液压缸快速下行时进行补液?	212
10. 怎样用液控单向阀在蓄能器保压回路中保压?	213
11. 怎样用液控单向阀使蓄能器开放?	213
12. 怎样用液控单向阀使高压回路释压、防止“炮鸣”故障?	213
13. 维修液控单向阀时主要查哪些易出故障的零件及其部位?	214
14. 如何排除液控失灵的故障?	214
15. 为何引入了控制压力油,单向阀	

却打不开、反向不能通油?	215	工作原理与图形符号是	
16. 为何反方向关不了、有泄漏? ...	215	怎样的?	227
17. 如何排除振动和冲击大、略有		13. 如何选用换向阀?	228
噪声的故障?	215	14. 欧美电磁铁标识有何区别?	229
18. 如何排除内、外泄漏大的		15. 干式电磁阀易出故障的零件及其	
故障?	215	部位有哪些?	229
19. 使用时怎样选用不同开启压力的		16. 湿式电磁阀易出故障的零件及其	
液控单向阀?	215	部位有哪些?	230
20. 怎样修理液控单向阀?	216	17. 为何交流电磁铁发热厉害且经常	
4.2.3 换向阀	216	烧掉?	230
1. 什么叫换向阀?	216	18. 为何电磁铁有“嗡嗡”的	
2. 什么是换向阀的“位”?	216	噪声?	230
3. 什么是换向阀的“通”?	217	19. 怎样排除电磁阀不换向或换向	
4. 操控换向阀换向的方法有哪些?		不可靠的故障?	231
在图形符号中怎么表示?	217	20. 电磁阀内、外泄漏量大的故障	
5. 三位换向阀的中位机能有哪些?		怎样排除?	231
特点是什么?	217	21. 阀芯换向后通过阀的流量不足的	
6. 换向阀的各种中位机能符号		故障怎样排除?	231
有哪些?	221	22. 怎样判断电磁阀的中位机能? ...	232
7. 二位方向控制阀也有过渡		23. 推杆因磨损变短了怎么办?	232
位置吗?	222	4.2.5 液动换向阀与电液动换向阀 ...	233
8. 二位阀也有不同的机能吗?	222	1. 什么叫液动换向阀?	233
4.2.4 电磁阀	222	2. 液动换向阀的工作原理是	
1. 什么叫电磁换向阀?	222	怎样的?	233
2. 干式电磁铁的组成与工作原理是		3. 什么叫电液动换向阀?	233
怎样的?	223	4. 电液动换向阀的工作原理是	
3. 湿式电磁铁的组成与工作原理是		怎样的?	234
怎样的?	223	5. 什么是液动阀与电液阀的阀芯	
4. 电磁铁上有哪些形式的插头?	224	弹簧对中?	235
5. 直流电磁阀电磁铁中的脉冲抑制		6. 什么是液动阀与电液阀的阀芯	
器件是怎样的?	224	液压对中?	235
6. 电磁阀的工作原理是怎样的?	224	7. 在液动阀与电液阀中安装先导	
7. 二位二通电磁阀的工作原理与		节流控制器有何作用?	236
图形符号是怎样的?	225	8. 在液动阀与电液阀中安装行程	
8. 二位四通电磁阀的工作原理与		调整螺钉的作用是什么?	236
图形符号是怎样的?	225	9. 保证最低控制油液压力的结构措施	
9. 三位四通电磁阀的工作原理是		有哪些?	236
怎样的?	226	10. 16~32 通径液动阀和电液阀的	
10. 三位四通电磁阀的外观和结构		机能与阀芯形状怎样?	237
是怎样的?	227	11. 液动换向阀与电液动换向阀的	
11. 二位二通座阀式电磁阀的外观、		使用应注意哪些事项?	238
结构、工作原理与图形符号是		12. 维修液动换向阀时主要查哪些	
怎样的?	227	易出故障的零件?	239
12. 二位三通座阀式电磁阀的结构、		13. 维修电液动换向阀时主要查哪些	