

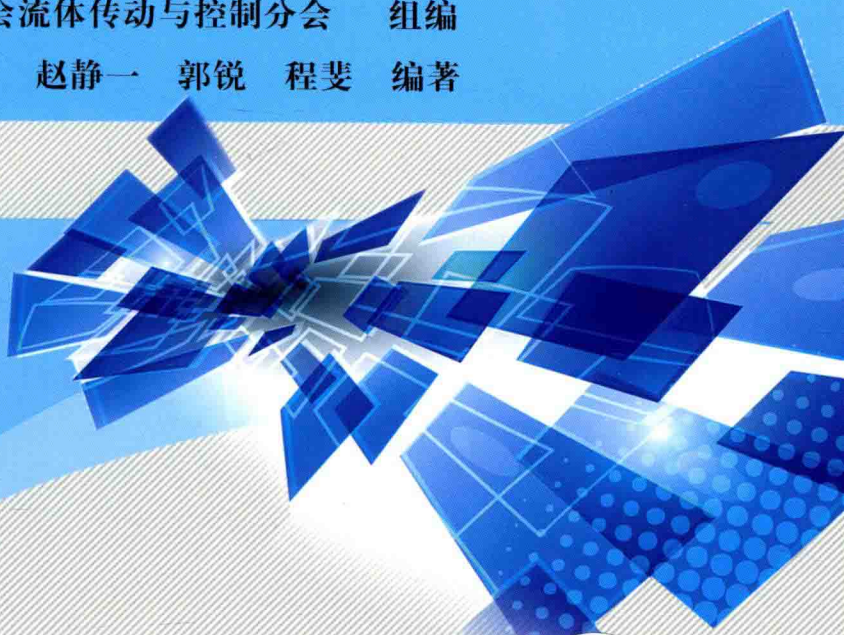


21世纪液压气动系统经典图书系列

液压系统故障诊断 与排除案例精选

机械工程学会流体传动与控制分会 组编

赵静一 郭锐 程斐 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪液压气动系统经典图书系列

液压系统故障诊断与 排除案例精选

机械工程学会流体传动与控制分会 组编

赵静一 郭锐 程斐 编著



机械工业出版社

本书是作者在总结多年科研和教学工作经验的基础上编著而成的。从液压系统设计、加工、制造、安装、调试、使用和维护保养各个环节入手,详细介绍了液压系统的基本元件及其相关基本回路产生的常见故障、诊断方法和处理措施,重点分析了在设计、制造、安装、调试和使用维护中一些具有典型性和代表性的故障诊断与排除实例,便于读者对液压系统工作中的故障知识的消化和理解,利于读者对液压系统常见故障及其诊断和处理方法的掌握。

本书可供装备液压系统及装置和设备的工矿企业、科研院所等相关部门中设计、运行、管理、使用和维护维修人员及有关科技人员参考使用,也可作为高等院校、中等专业学校、高等职业学校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

液压系统故障诊断与排除案例精选/赵静一,郭锐,程斐编著.

—北京:机械工业出版社,2016.10

(21世纪液压气动系统经典图书系列)

ISBN 978-7-111-55071-6

I. ①液… II. ①赵… ②郭… ③程… III. ①液压系统-故障诊断
②液压系统-故障修复 IV. ①TH137

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第241855号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张秀恩 责任编辑:张秀恩 责任校对:陈延翔

封面设计:陈沛 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2017年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm·29.5印张·561千字

0001—2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-55071-6

定价:79.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

由于自身有着其他各类传动方式难以替代的工作特性和优势，液压系统越来越广泛地应用在许多工程技术领域中，取得了明显的经济效益和社会效益。但是，在实际使用中，往往由于对液压系统技术知识了解不够，在液压元件及系统出现故障时难以诊断和排除，造成经济损失。

本书是作者在总结多年从事液压系统优化设计，安装调试、故障诊断以及可靠性研究实践经验的基础上编著而成的。本书主要取材于作者科研团队在完成国家和省自然科学基金、省部科技攻关项目和企业委托科研项目实践中的相关成果，国家自然科学基金（编号：51175448、51405424）、教育部高等学校博士学科点专项科研基金（编号：20050216004）、河北省自然科学基金（编号：503293、E200700387、E2012203071）、国家机械部科技攻关项目（编号：96250517、98250541）、流体动力与机电系统国家重点实验室开放基金（编号：GZKF-201103）等项目和科研团队与国内数十家企业委托合作项目的研究成果，以及作者部分学生的相关博士和硕士学位论文的研究内容。

书中注重贯彻学以致用、理论联系实际的原则，考虑了不同读者的不同教育程度和工作经历，从开拓读者思路方面，尽可能由浅入深地介绍相关理论，注意实用性，从液压系统设计、加工、制造、安装、调试、使用和维护保养各个环节入手，详细介绍了液压系统的基本元件及其相关基本回路产生的常见故障、诊断方法和处理措施；以分析精选案例为主，对一些复杂和典型的系统故障进行剖析，便于读者对液压系统故障诊断知识的消化和理解。希望本书所介绍的知识，能够易于读者掌握，并能够真正地指导实践，使读者可以进行液压系统故障的分析与排除，解决生产和使用中所遇到的实际问题。

本书由燕山大学赵静一教授、郭锐副教授和程斐博士编著而成。其中，第1、3、5、7章由赵静一编著，第2、4章由程斐编著，第6、8章由郭锐编著。在本书的初期按大纲整理资料时，曾辉博士、孙希科硕士做出了较大的贡献。在本书的电子文档和相关电子图表的录入和制作过程中，李伟、张明星、王凯、郑

龙伟、敬康、唱荣蕾、段玉虎、张志壮、茹强、杨尚尚、孙永海、张弛、周金盛等硕士做了大量工作，在此表示感谢。同时也向参考文献的作者们致谢。在本书写作过程中，还要感谢作者科研团队中的同事们，如燕山大学的王永昌、张齐生、姚成玉教授以及博士后、博士生和硕士生们在项目完成过程中所做的不懈努力。要特别感谢为作者科研团队提供实践基地和技术资料的秦皇岛天业通联重工股份有限公司、江苏天明机械集团、江苏海鹏特种车辆有限公司、北京百善重工有限公司、宁波恒力液压有限公司和中航张家口液压股份有限公司等企业的领导、工程师和现场工作人员的精诚合作和无私支持。感谢中国机械工程学会流体传动与控制分会积极组编，感谢机械工业出版社有关领导和编辑人员的鼎力相助。

本书可供装备液压系统及装置和设备的相关部门中设计、管理、使用和维护维修人员使用，也可作为高等院校、中等专业学校、高等职业学校师生的阅读材料及有关设计、科研院所技术人员的参考书。

由于整理大量的成果资料，作者时间有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

赵静一

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 液压系统的故障特征分析	1
1.1.1 液压系统故障的基本内容	2
1.1.2 液压系统故障的特点	2
1.1.3 液压系统故障的分类	4
1.1.4 液压系统故障的原因	6
1.2 液压系统的故障诊断方法	11
1.2.1 液压系统故障的属性	12
1.2.2 特征信号提取与处理	13
1.2.3 液压系统故障诊断的基本内容	14
1.2.4 液压系统故障诊断的一般步骤	14
1.2.5 液压系统故障诊断的常用方法	15
1.3 液压系统现代故障诊断方法	19
1.3.1 基于解析模型的故障诊断方法	19
1.3.2 基于信号处理的故障诊断方法	20
1.3.3 智能诊断方法	21
1.4 液压系统远程故障诊断技术	26
1.4.1 远程智能故障诊断技术研究现状	27
1.4.2 液压工程机械远程智能故障诊断系统的总体结构	28
1.4.3 系统功能	28
第 2 章 液压元件设计不当引起的故障实例	32
2.1 元件及回路设计不当引起的故障实例	32
2.1.1 液压缸设计不当引起的故障及其排除案例	32
2.1.2 液压马达回路设计不当引起的故障及其排除案例	37

2.1.3	液压泵回路设计不当引起的故障及其排除案例	41
2.1.4	液压阀回路设计不当引起的故障及其排除案例	44
2.1.5	基本回路设计不当引起的故障及其排除案例	53
2.2	元件选择不当引起的故障实例	61
2.2.1	液压马达选择不当引起的故障及其排除案例	61
2.2.2	液压控制阀选择不当引起的故障及其排除案例	62
2.2.3	辅助元件选用不当引起的故障及其排除案例	64
2.3	油箱设计不当引起的故障实例	68
2.3.1	油箱的结构和功能	68
2.3.2	油箱设计不当引起的故障及其排除案例	69
2.4	管路和管件设计不当引起的故障实例	71
2.4.1	油管 and 管接头的功能和分类	71
2.4.2	管路和管件选择不当引起的故障及其排除案例	72
第3章	液压系统设计不当引起的故障实例	74
3.1	900t 轮胎式提梁机液压系统的改进设计实例	74
3.1.1	液压支腿系统和天车液压系统改进	75
3.1.2	卷扬液压系统改进设计	75
3.1.3	悬挂液压系统的改进	79
3.1.4	转向系统故障排除与改进	79
3.2	150t 自行式液压载重车液压系统的改进设计	83
3.2.1	自行式液压载重车液压驱动系统改进设计	84
3.2.2	自行式液压载重车液压悬挂系统改进设计	88
3.2.3	自行式液压载重车液压转向系统改进设计	90
3.2.4	液压载重车电液控制系统故障分析及建模	94
3.3	1000t 驮桥车液压系统的改进设计	100
3.3.1	驮桥车液压控制系统的特点	101
3.3.2	驮桥车液压悬挂系统的改进设计	102
3.3.3	驮桥车冷却系统的改进设计	102
3.3.4	驮桥车制动系统的改进设计	104
3.3.5	驮桥车防打滑系统改进设计	105
3.4	大型轧机液压升降台的改造实例	109
3.4.1	设备存在的主要设计问题	109
3.4.2	升降台液压驱动系统的设计	109
3.4.3	液压升降台升降系统的改造	109
3.5	TP75 节段拼装式架桥机液压系统改进设计实例	111

3.5.1	TP75 架桥机的基本工作原理	111
3.5.2	TP75 架桥机液压系统设计	112
3.5.3	TP75 架桥机液压系统的出厂试验	114
3.6	10MN 水压机电气液压系统更新	115
3.6.1	10MN 水压机存在的问题	115
3.6.2	10MN 水压机电液系统的更新设计	116
3.6.3	10MN 水压机电液系统改造及其关键技术	117
3.7	3.15MN 压装机液压系统改进	126
3.7.1	压装机液压系统存在的问题	127
3.7.2	压装机液压控制系统的改造	128
3.8	橡胶压块机液压系统改进	129
3.8.1	橡胶压块机工作概述	129
3.8.2	液压系统调试中的故障及其解决方案	130
3.9	腈纶压滤机液压系统改进	133
3.9.1	液压系统存在的问题	133
3.9.2	液压系统的改造	134
3.10	LL5151TYL 型乳化沥青稀浆封层车液压系统故障排除实例	139
3.10.1	液压系统存在的问题	139
3.10.2	液压系统改进设计方案	141
3.11	高炉炼铁炉顶液压系统的可靠性设计及故障树分析	142
3.11.1	炉顶设备简介	142
3.11.2	高炉炼铁炉顶液压系统故障树的建立	144
3.11.3	高炉炼铁炉顶液压系统故障树的定性分析	146
3.11.4	高炉炼铁炉顶液压系统故障树的定量分析	146
3.12	L6120-1 型卧式拉床液压系统油温过高的原因及改进	147
3.12.1	液压系统故障现象	148
3.12.2	系统油液发热过快的原因	148
3.12.3	液压系统的设计改进	148
3.13	ZL15 型装载机液压系统油温过高故障的解决	150
3.13.1	液压系统实际工作流量	150
3.13.2	流量增加对液压系统和元件性能的影响	151
3.13.3	液压系统的改进设计	152
3.14	陶瓷砖自动液压机液压系统设计中存在的问题与优化设计	152
3.14.1	冷却系统的优化设计	152
3.14.2	比例插装阀的正确选用	154

3.15	钻机液压系统故障分析与改进设计	157
3.15.1	钻机液压系统	157
3.15.2	钻机液压系统故障分析与排除	158
3.15.3	钻机液压系统的维护	159
3.16	QT60 型塔式起重机升降液压系统故障的诊断与排除	160
3.16.1	升降液压系统的故障及其诊断	160
3.16.2	液压系统平衡回路的改进设计	162
第4章	液压元件调试中的故障分析与排除实例	163
4.1	制造加工时出现的故障实例	163
4.1.1	集成块加工时的注意事项及故障	163
4.1.2	元件组装时的注意事项	167
4.2	系统安装时出现的故障实例	168
4.2.1	典型液压元件的故障分析	168
4.2.2	管路和管件安装时出现的故障	177
4.3	液压系统清洗与故障排除实例	186
4.3.1	液压系统清洗的必要性	186
4.3.2	液压系统的清洗方法与故障排除实例	187
4.4	液压系统联合调试时出现的元件故障实例分析	198
4.4.1	液压系统的调试	198
4.4.2	调试液压系统压力回路的故障	201
4.4.3	液压系统安装调试的准备和步骤	208
第5章	液压系统安装调试中的故障分析与排除实例	210
5.1	运架一体机行走与转向系统的调整及故障分析	210
5.1.1	运架一体机主机的特点	210
5.1.2	运架一体机行走与转向系统的特点及原理	210
5.1.3	运架一体机转向调试	212
5.1.4	运架一体机运行故障分析	213
5.2	ZYG-150 型钻机液压系统调试与故障排除	214
5.2.1	钻机液压系统的组成及工作原理	214
5.2.2	钻机液压系统调试	215
5.2.3	钻机液压系统故障诊断与排除	215
5.3	打桩船桩架制作安装及液压系统的安装调试	216
5.3.1	桩架的制作安装	216
5.3.2	液压系统的安装调试	217
5.4	80t 连采设备快速搬运车液压系统安装调试中的故障分析与处理	219

5.4.1	调试中出现的故障及其分析	220
5.4.2	液压系统的优化	227
5.5	铲运机制动液压系统的安装调试与故障分析	232
5.5.1	制动液压系统的组成	232
5.5.2	工作制动液压系统安装后的调试	232
5.5.3	工作制动液压系统故障分析与排除	234
5.6	MQ1350A 型外圆磨床快速进给液压系统故障与调试方法	235
5.6.1	进给液压系统的故障现象及其原因分析	235
5.6.2	进给液压系统的调试方法	236
5.6.3	故障排除后的使用效果	238
5.7	直线龙门铣床液压系统的安装调试及其温控系统的改造	238
5.7.1	液压系统工作原理分析	238
5.7.2	液压系统的调试	240
5.7.3	油温自动控制系统的改造	241
5.8	组合机床液压系统爬行故障的分析与排除	242
5.8.1	液压系统介绍	242
5.8.2	液压系统故障的分析过程	243
5.9	折弯机液压系统故障分析与诊断	245
5.9.1	折弯机液压系统	245
5.9.2	液压系统故障诊断方法	245
5.10	压装机液压系统的改造及调试中的故障排除	247
5.10.1	压装机液压系统存在的问题	247
5.10.2	压装机液压控制系统的改造	248
5.10.3	系统调试中出现的问题及其排除	249
5.11	钢管水压试验机液压系统安装调试故障的诊断与排除实例	250
5.11.1	钢管水压试验机液压系统的组成及主要特点	250
5.11.2	钢管水压试验机液压系统的安装	252
5.11.3	液压系统的清洗及试压	253
5.11.4	钢管水压试验机液压系统的调试	253
5.11.5	调试过程中出现的主要故障及其排除方法	255
5.12	装载机液压系统故障诊断与排除实例	256
5.12.1	装载机液压系统产生故障的原因	256
5.12.2	装载机液压系统的常见故障及其排除方法	257
5.12.3	装载机液压系统故障维修实例	259
5.13	JHP28 型高空作业车故障诊断与排除	262

5.13.1	JHP28 型高空作业车的结构特点	262
5.13.2	JHP28 型高空作业车调试的故障分析	262
5.13.3	驱动液压系统故障诊断	263
5.13.4	上车液压系统故障诊断	267
5.13.5	工作斗液压系统故障诊断	269
第 6 章 液压元件使用中的故障诊断与排除实例		272
6.1	工程液压缸使用中的常见故障诊断与排除	272
6.1.1	液压缸爬行的故障原因与排除	272
6.1.2	液压缸冲击的故障原因与排除	274
6.1.3	液压缸工作不稳定的故障原因与排除	274
6.1.4	液压缸外泄漏的故障原因与排除	275
6.1.5	液压缸内泄漏的故障原因与排除	276
6.1.6	液压缸声响与噪声的故障原因与排除	276
6.2	冶金液压缸常见故障诊断与排除	276
6.2.1	冶金液压缸的泄漏不保压分析	277
6.2.2	机械卡死故障的分析与处理	278
6.2.3	液压缸冲击的分析与处理	278
6.2.4	液压缸活塞脱落分析与处理	278
6.3	铲运机液压缸的常见故障及其排除方法	279
6.3.1	故障现象	279
6.3.2	故障原因	279
6.3.3	排除方法	280
6.4	船用海水泵液压马达常见故障诊断与排除实例	281
6.4.1	船用海水泵液压马达的常见故障及其维修策略	281
6.4.2	常见船用低速大转矩海水泵液压马达的主要工作参数	282
6.4.3	船用海水泵液压马达的常见故障及其原因分析和排除方法	283
6.5	液压橡胶密封件的故障与排除	284
6.5.1	常见的几种橡胶密封件的使用性能及装配要点	284
6.5.2	液压橡胶密封件失效的形式及原因	286
6.5.3	液压橡胶密封件维修与选用事项	287
6.5.4	液压橡胶密封件失效的主要原因	288
6.5.5	液压橡胶密封件失效的预防措施	288
6.6	液压电磁比例调节阀常见故障处理	289
6.6.1	工作原理	289
6.6.2	常见故障处理	290

6.7	液压换向阀卡紧故障分析与排除	292
6.7.1	换向阀卡紧的故障类型和原因	292
6.7.2	换向阀阀芯结构的力学分析	292
6.7.3	换向阀卡紧故障的原因分析	293
6.7.4	换向阀卡紧故障的规避措施	295
6.8	液压轴向柱塞泵的故障分析	296
6.8.1	液压轴向柱塞泵的常见故障现象	296
6.8.2	液压轴向柱塞泵的故障分析	297
6.8.3	液压柱塞双联泵故障实例分析	300
6.9	驮桥车使用时液压泵和相关液压元件故障的诊断与排除案例	303
6.9.1	液压泵使用中的故障及其处理	303
6.9.2	液压马达工作中的故障分析与处理	305
6.9.3	液压缸不合理引起的故障	305
6.9.4	液压管路不合理引起的故障	305
6.9.5	电控系统引起的故障	306
6.9.6	系统中排气不充分时的故障	307
6.9.7	液压阀使用时的故障	308
6.10	多轴线车悬挂系统的故障分析与排除	308
6.10.1	多轴线车悬挂系统的组成	308
6.10.2	悬挂系统故障现象	309
6.10.3	悬挂系统故障分析与试验	309
6.10.4	故障排除	313
6.10.5	悬挂液压系统的防爆技术	314
第7章	液压系统使用中的故障诊断与排除实例	319
7.1	轮胎式龙门吊液压系统故障分析和排除	319
7.1.1	悬挂液压系统的个别防爆阀关闭	319
7.1.2	液压悬挂系统的悬挂自动下降	320
7.1.3	液压悬挂系统的悬挂液压缸不动作	321
7.1.4	液压卷扬系统的纵移液压缸不同步	321
7.1.5	液压卷扬系统的吊具不动作	322
7.1.6	卷扬系统振荡和卷扬马达速度失控故障的分析	323
7.2	喷浆机调平液压系统的小臂下沉故障排除	324
7.2.1	调平系统介绍	324
7.2.2	调平系统故障现象	325
7.2.3	故障的初步分析与判断	325

7.2.4	故障的进一步分析与排除	326
7.3	120t 液压静力压桩机故障的分析与排除	328
7.3.1	液压系统有低压无高压	328
7.3.2	液压系统有高压无低压	330
7.4	架桥机支腿缸爆缸故障分析与排除	331
7.4.1	故障现象	331
7.4.2	可能原因	331
7.4.3	架桥机工况分析与故障原因分析	331
7.4.4	故障的排除方法	332
7.5	框架车轨迹调整液压系统的跑偏故障排除	332
7.5.1	框架车轨迹调整液压系统介绍	332
7.5.2	轨迹调整液压系统故障现象	332
7.5.3	故障的初步分析与判断	333
7.5.4	系统的改进与故障排除	333
7.6	DF _{4B} 型内燃机车液压系统故障分析与排除	337
7.6.1	液压系统故障的原因分析	337
7.6.2	液压系统故障的诊断与排除	339
7.7	φ250mm 镗铣床故障分析与排除	340
7.7.1	床身漏油的处理	340
7.7.2	立柱行走爬行、晃动的静压调整	341
7.8	Y28-450A 型双动薄板冲压机液压系统故障的分析与排除	343
7.8.1	主液压缸及压边液压缸压力升不上去	343
7.8.2	液压缸保压困难	345
7.8.3	液压系统振动大	345
7.8.4	滑块速度不稳定	345
7.8.5	拉伸压力不稳定	346
7.8.6	滑块控制按钮失灵	346
7.8.7	滑块下滑速度慢	346
7.9	飞机液压系统故障分析与排除实例	347
7.9.1	飞机液压柱塞泵故障分析及排除	347
7.9.2	飞机液压导管破裂故障分析及排除	350
7.10	环境变化引起的液压系统故障实例	353
7.10.1	干热环境气候条件对液压系统和元件工作的影响及其对策	353
7.10.2	高原环境下液压系统的使用与维护	355
7.10.3	高低温环境对液压油的影响	357

7.11 起重机械液压系统的故障诊断及其排除	359
7.11.1 塔式起重机液压顶升系统的常见故障及其排除	359
7.11.2 汽车起重机回转机构液压系统故障诊断与排除	362
7.11.3 汽车起重机变幅液压系统故障检测与分析	363
7.11.4 汽车起重机上车液压油门故障的判断与排除	365
7.11.5 汽车起重机液压转向故障的诊断与排除	367
7.11.6 QZ-8 型汽车起重机支腿收放液压支路故障分析	368
7.11.7 岸桥张紧液压系统常见故障分析与排除	370
7.12 化工设备液压系统故障诊断与排除实例	375
7.12.1 橡胶压块机液压系统中压力冲击的处理方法	375
7.12.2 压滤机液压故障的判断及排除办法	379
7.13 轧机液压压下故障诊断与排除	381
7.13.1 液压系统控制基本原理	381
7.13.2 液压系统故障分析	383
7.13.3 液压压下故障处理的基本方法	385
7.14 SP120 摊铺机液压调平系统故障分析	386
7.14.1 故障现象	386
7.14.2 故障原因	387
7.14.3 故障排除	388
第 8 章 维修性设计与维修中的故障诊断与排除实例	391
8.1 可维修性概述	391
8.1.1 维修的定义及分类	391
8.1.2 产品的可维修性设计及其流程	392
8.1.3 可维修性设计的技术方法	394
8.2 液压系统可维修性设计的一般要求	397
8.2.1 液压故障的特性	397
8.2.2 影响液压系统可维修性的主要因素	398
8.2.3 液压系统的可维修性及其要求	400
8.2.4 液压附件的可维修性设计	401
8.2.5 液压系统的可维修性设计	402
8.3 宽带生产线的液压设备实施可维修性管理	403
8.3.1 将创新性思维应用于液压设备的可维修性管理	403
8.3.2 采用先进设计方法提高液压设备的可维修性	404
8.4 数控机床的可维修性设计	407
8.4.1 可达性设计	407

8.4.2	模块化设计	408
8.4.3	测试诊断设计	409
8.4.4	防差错设计	411
8.4.5	冗余设计	411
8.5	液压元件及设备的修复实例	412
8.5.1	液压缸的修复	412
8.5.2	液压阀的修复	415
8.5.3	MCY14-1B 型轴向柱塞泵的维修	420
8.5.4	萨澳液压柱塞泵维修的注意事项	430
8.5.5	氮气管道爆裂故障处理	433
8.5.6	氮压机系统故障处理	435
8.6	高炉炼铁液压系统可靠性管理与维修	438
8.6.1	高炉炼铁液压系统可靠性管理	439
8.6.2	高炉炼铁液压系统的维修	444
8.6.3	高炉炼铁液压系统故障处理	446
参考文献		452

第 1 章

绪 论

在工业技术高度发达的今天，设备中采用液压传动技术的程度已成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。液压传动系统和设备结构变得越来越复杂，与机械和电气技术结合得日益紧密，很多液压设备甚至是机械、液压、电气、微型计算机的共同组合体，因此产生的故障更是多方面的。所以，发生液压故障之时如何对液压与气压传动系统进行故障诊断，确定液压设备发生故障的部位及产生故障的性质和原因，并采取相应的措施，确保恢复设备的正常运转，是每个工程技术人员及生产管理者共同关注的问题。

1.1 液压系统的故障特征分析

在设备使用时，液压传动系统可能会出现多种多样的故障现象，这些故障现象有的是由某一液压元件失效而引起的，而有的是系统中多个元件的综合性因素造成的，有的是因为工作介质污染造成的，即使是同一故障现象，产生故障的原因也可能不一样。有些经常出现的故障，相对容易找出原因并解决的，称为常见故障；有些故障现象很难找到原因并解决的，称为疑难故障。疑难故障与常见故障相比，其发生概率更小（如少见或罕见故障），故障分析与处理更加复杂，疑难故障引起的后果通常也相对严重。另外，故障分析及处理与人们的知识经验有关，这两类故障的划分也不是绝对的，因此，本书所提疑难故障这一概念多以实际工程项目及其研究成果为背景，选择较不常见且较难分析处理的故障作为疑难故障。诚然，同一个故障，对于经验丰富的专家而言是常见故障，而对于仅具有液压初步知识的人员而言也可以认为是疑难故障。

本书从产品整个寿命周期来研究故障分析与处理方法，如图 1-1 所示。图 1-1 既说明了液压系统整个寿命周期内以故障为中心开展的各项工 作，又反映了现代设计方法与管理、状态监测、测试与修复以及故障诊断之间的关系，还体现了本书的主要内容与脉络。

液压系统中包括机械、液压（气动）、电气等方面的综合信息。机械设备中所有可能发生的故障在液压系统中都可能发生，如形变或应力疲劳断裂、磨损、

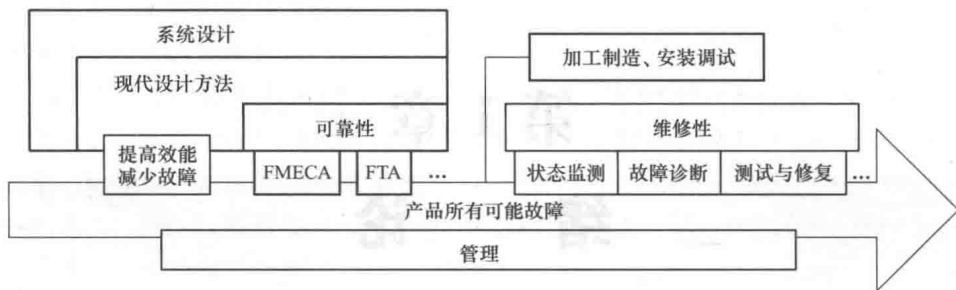


图 1-1 液压系统寿命周期内疑难故障分析与处理

腐蚀、冲击断裂、热应力与热变形等。液压系统还具有其特有的失效形式，如工作介质污染、泄漏、气蚀、卡死、冲击、油液温升、管路谐振等。另外，电气信号失真、噪声及系统振荡等也会导致故障发生。开展液压系统的故障分析与处理技术的深入研究，可以增强设备运行的安全性，从而获得更大的经济和社会效益。

1.1.1 液压系统故障的基本内容

1. 故障的概念

故障的概念有多种定义：

- 1) 故障是指系统在规定条件下，其规定功能的至少一个重要变量或特性偏离正常范围。
- 2) 从广义上讲，故障可以理解为任何系统异常现象，系统表现出所不希望的特性，使系统丧失部分或全部功能。
- 3) 故障是指系统在规定的条件下，不能完成规定功能的现象。
- 4) 故障是指动态系统中部分元器件功能失效而导致整个系统性能恶化的情况或事件。

2. 液压系统故障的概念

液压系统故障是指液压元件或系统丧失了应达到的功能及出现某些问题的情形。“功能丧失”有几种情况：完全丧失功能是破坏性故障（如泵轴扭断、电磁铁烧坏）；功能降低是功能性故障（如泵容积效率下降、液压缸或液压马达速度减慢）；由人错误操作与装配引起的故障是误操作故障。“出现问题”表现在振动或噪声的异常等，丧失功能与出现问题往往联系在一起，它们都是由液压装置内部条件（结构状况）及外部条件（输入量）未满足其正常运行的要求所引起的。

1.1.2 液压系统故障的特点

液压系统对工作介质污染等因素比较敏感。复杂的液压系统，比如液压