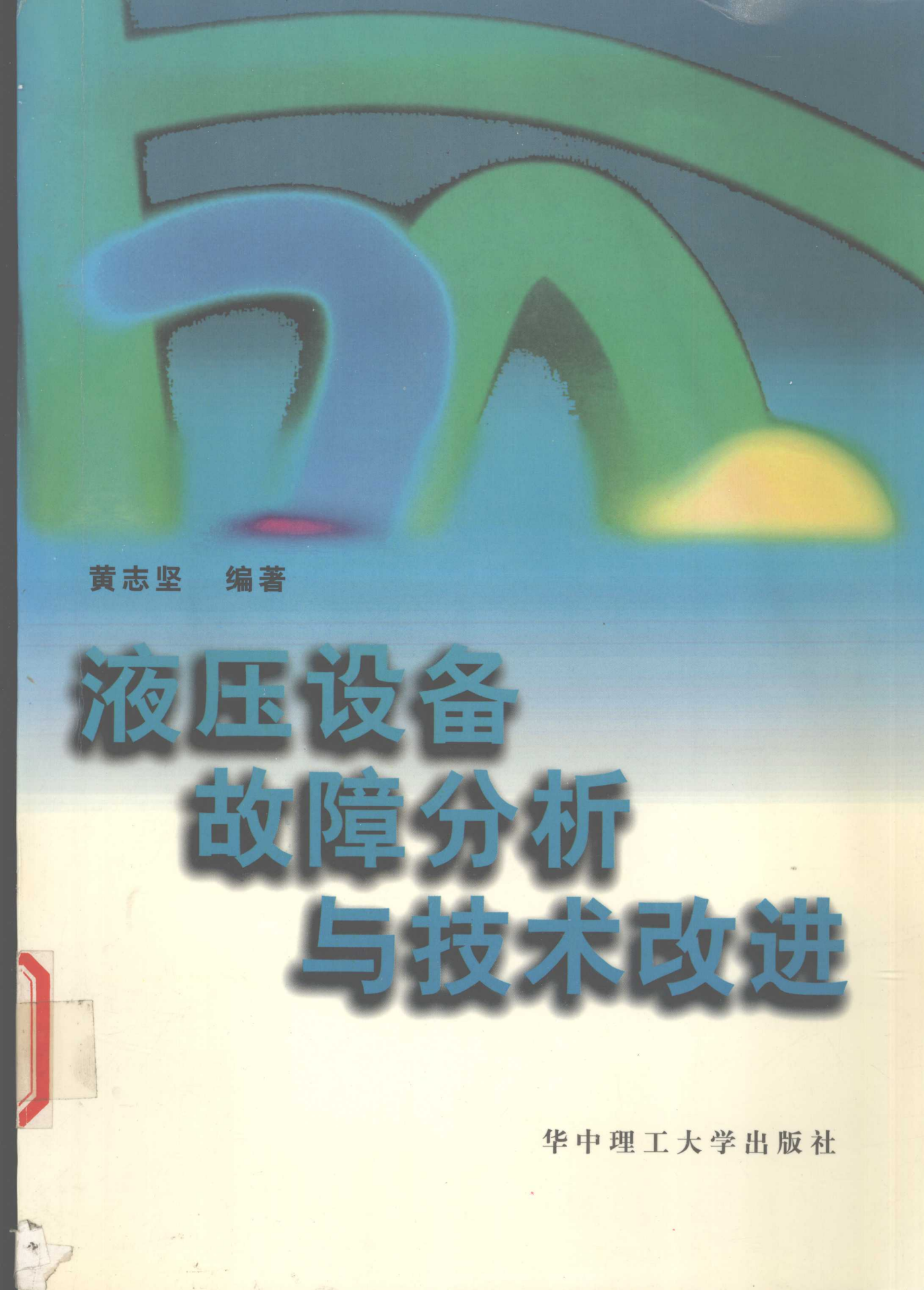




黄志坚 编著

液压设备 故障分析 与技术改进

华中理工大学出版社

液压设备故障分析与技术改进

黄志坚 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

华中理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压设备故障分析与技术改进/黄志坚编著
武汉:华中理工大学出版社,1999年1月
ISBN 7-5609-1630-3

I. 液…

II. 黄…

III. 液压传动理论-传动故障分析

IV. TH137

液压设备故障分析与技术改进

黄志坚 编著

责任编辑 佟文珍

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山 邮编:430074)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社照排室排版

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:318 000

1999年1月第1版 1999年1月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5609-1630-3/TH·87

定价:16.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

發展先進理論與技術，
提高故障分析處理水
平，服務社會主義建設。

恪爾祥於

九七年冬

中國科學院

地址：中國·北京三里河路五十二號 郵政編碼：一零零八六四
電話：六八五九七二八九 傳真：六八五一二四五八

前言

液压传动与控制设备在国民经济各部门担当着重要角色,搞好设备的故障分析与技术改进是保证其运行可靠、性能良好并充分发挥效益的基本措施,历来为人们所关注。目前,液压技术及相关的测控技术在不断发展,微电子技术与液压技术的结合日趋紧密,市场竞争也对企业的设备系统提出了更高的要求,这一切都将使有关的工程技术工作变得更加艰巨复杂。与此同时,系统科学与信息科学有关理论的应用使液压工程技术方法发生重大变化。本书应广大液压设备设计使用维修人员之需,结合大量的典型实例,系统地论述了当代科技与经济条件下液压设备故障分析与技术改进的理论与方法,并对有关专题作了专门论述。

全书共有十一章,分上下两篇。上篇“液压设备的故障分析”由一至六章构成。下篇“液压设备的技术改进”由七至十一章构成。第一章“液压故障分析概论”概略介绍液压故障分析的基本概念与相关因素,目的是使读者对液压故障分析技术形成正确的整体认识。第二章“液压故障机理分析理论与方法”这一章系统地论述了液压故障机理分析的概念、技术基础理论、认识论问题以及液压回路与元件的基本机理分析方法,目的是提请读者系统地掌握和灵活地用这些理论与方法。第三章“故障分析中的逻辑基础知识”结合实例介绍逻辑学理论与方法在液压故障分析中的运用,其目的是使读者掌握逻辑思维法则,以至在繁杂的现场能思路清晰而正确地分析故障。第四章“液压元件与系统的检测与判断”介绍现场液压故障分析所采用的检测方法,目的是使读者系统地认识与灵活地应用这些方法去测试液压装置。第五章是“确定故障真实原因的思路与技巧”。在故障的多种可能原因中找出实际存在的原因是现场液压故障分析过程中最常见的问题,这一章论述其正确的思路与技巧,目的是提请读者理顺思路和掌握技巧。第六章“复杂液压系统故障分析的策略”结合实例论述在复杂的问题面前,面对重重困难,如何采取相应的策略,去简化和求解问题。目的是使读者增强信心、把握好方向并运用适当的策略去完成工作任务。第七章“液压设备技术改进概论”简要地论述了液压设备技术改进的概念、内容、意义与实施过程。目的是使读者对此有一个整体认识。第八章“液压设备技术缺陷的消除”介绍消除液压设备各类技术缺陷的具体方法与措施,目的是使读者系统地掌握这些技术手段。本章是下篇的技术基础。第九章“液压设备技术性能的改进”在更高的层次上结合实例论述了改善液压设备各种技术性能的途径,目的是使读者系统地认识这些途径,并能够通过这些途径改进液压设备,使设备的技术性能得以显著提高。本章是下篇的中心。第十章“液压设备的现代化改进与国产化改进”结合实例对液压设备的现代化改进与国产化改进这两个专题进行论述,着重论述了液压设备现代化改进与国产化改进的背景、意义与实施方法,目的是使读者掌握这些理论与方法。第十一章“液压设备技术改进的基本原则与基本策略”结合实例论述液压设备技术改进的原则与策略,是下篇方法论的概括,目的是使读者把握好技改的原则和运用好技改的策略。

本书具有一系列鲜明个性与显著特征:详尽地介绍了现场液压故障分析的具体过程,因此技术上更加深入细致,同时既传授了知识又论述了思路、技巧与策略,故更有直接的参考作用;用系统论和信息论的观点对液压故障分析技术活动作了方法论的概括,更具启发性;论述了逻辑学知识在液压故障分析中的应用,对结合思维科学与技术科学知识解决液压技术问题的方

式方法作了尝试;通过大量实例系统地论述了液压设备技术改进的理论与方法,对广大企业普遍开展的液压设备技改工作有参考作用;在内容上比较注意液压技术与电子技术及计算机技术的联系,适应了电液技术密切结合的实际状况与发展趋势。

工程技术工作的一个重要原则是创造性与实用性的辩证统一,它既要实事求是,又要海阔天空地发挥想象力。为此,作者在本书编著过程中尽量使用有关理论与方法既紧密联系个人的实践与探讨、充分体现个人的学术观点,又使其具有普遍的适用性。21世纪即将到来,新的世纪将是知识经济的时代。在这个时代,经济效益的增长将主要依赖于知识和创新。科学技术的进步与创新,依赖于科学技术及社会经济系统各环节、各部分与各层次协同努力,形成科技创新的有利环境和健康机制;更依赖于每一个科技工作者在自己的岗位上积极探索、锐意进取,由此实现科学技术系统各学科和各领域的进步与发展,并最终推动科学技术整体的进步与发展。本书的出版发行若能为增强广大液压工程技术人员的创新意识起一点作用,作者将倍感欣慰。

在本书的编著过程中,作者曾遇到过种种困难,赶超世界科技与经济先进水平的坚定信念,祖国和人民的殷切期望,共产党员高度的责任感和强烈的使命感,是作者战胜困难的力量源泉。

在本书的编著过程中,作者有幸得到中国科学院院长、两院院士路甬祥教授的热情指导与鼓励,路院长欣然为本书题词,作者甚为感动,在此向路院长表示最诚挚的敬意和衷心的感谢。

在本书出版之际,作者要特别感谢武汉冶金科技大学湛从昌教授、中共江西省分宜县委贺理武书记、广州恒运集团公司夏藩高总经理等师长的关心与支持,感谢浙江大学流体传动及控制所、武汉冶金科技大学流体传动及控制室、江西工程塑料厂、广州珠江钢铁有限责任公司、华中理工大学出版社等单位党政领导、老师和同志们的帮助与支持。

在本书出版之际,作者要特别感谢武汉冶金科技大学湛从昌教授、中共江西省分宜县委贺理武书记、广州恒运集团公司夏藩高总经理等师长的关心与支持,感谢浙江大学流体传动及控制所、武汉冶金科技大学流体传动及控制室、江西工程塑料厂、广州珠江钢铁有限责任公司、华中理工大学出版社等单位党政领导、老师和同志们的帮助与支持。

在本书出版之际,作者要特别感谢武汉冶金科技大学湛从昌教授、中共江西省分宜县委贺理武书记、广州恒运集团公司夏藩高总经理等师长的关心与支持,感谢浙江大学流体传动及控制所、武汉冶金科技大学流体传动及控制室、江西工程塑料厂、广州珠江钢铁有限责任公司、华中理工大学出版社等单位党政领导、老师和同志们的帮助与支持。

目 录

上篇 液压设备的故障分析

第一章 液压设备故障分析概论	(1)
第一节 液压设备概述	(1)
一、综述	(1)
二、液压元件概述	(1)
三、液压设备的分类	(2)
第二节 液压设备故障概述	(3)
一、液压故障的概念	(3)
二、液压故障的属性	(3)
三、现场液压故障的重要特点	(4)
第三节 常见液压故障症状及其原因	(5)
一、压力失控及其原因	(5)
二、速度失控及其原因	(7)
三、动作失控及其原因	(8)
四、异常振动与噪声及其原因	(9)
五、异常泄漏及其原因	(11)
六、异常温度升高及其原因	(12)
第四节 现场液压故障分析的有关问题	(12)
一、现场液压故障分析的内容	(12)
二、现场液压故障分析的一般步骤	(13)
三、现场液压故障分析的基本要求	(13)
第五节 现场液压故障分析的相关因素	(13)
一、故障设备的状况	(13)
二、测试手段	(14)
三、有关的信息	(14)
四、故障分析人员的状况	(15)
第二章 液压故障机理分析的理论与方法	(17)
第一节 机理分析概述	(17)
一、机理分析的概念	(17)
二、机理分析的作用与地位	(17)
三、工作机理与失效机理	(17)
四、定性分析与定量分析	(18)
第二节 故障分析中的理论知识与经验知识	(18)
一、理论知识在具体环境中的应用	(18)
二、经验知识上升为理论	(19)
第三节 机理分析涉及的概念与理论	(19)
一、油膜理论	(19)

二、液压油基础知识	(20)
三、节流	(20)
四、缝隙流动	(21)
五、气穴与气蚀	(22)
六、液压卡紧	(22)
七、液压冲击	(23)
八、效率	(23)
九、速度-负载刚度	(24)
十、反馈控制	(24)
第四节 液压元件失效分析的基本方法	(25)
一、摩擦与磨损分析	(25)
二、疲劳断裂分析	(29)
三、振动分析	(29)
四、铁谱分析	(29)
五、热象分析	(30)
第五节 液压回路基本机理分析的方法与实例	(30)
一、液压回路基本机理分析概述	(30)
二、电弧炉电极升降控制液压回路基本机理分析实例	(31)
第六节 液压元件基本机理分析的方法与实例	(34)
一、液压元件工作原理探究	(34)
二、液压元件结构性能参数评判	(35)
三、液压元件特征比较分析	(37)
四、液压元件失效机理分析	(37)
第三章 故障分析中的逻辑基础知识	(40)
第一节 故障分析中的概念	(40)
一、概念之间的关系	(40)
二、概念的划分	(41)
第二节 故障分析中的判断	(41)
一、并存关系与联言判断	(41)
二、选择关系与选言判断	(41)
三、条件关系与假言判断	(42)
第三节 故障分析中的推理	(42)
一、归纳推理	(43)
二、演绎推理	(45)
三、类比推理	(49)
第四节 故障分析中的论证	(51)
一、论证概述	(52)
二、直接论证与间接论证	(52)
三、论证的规律和规则	(54)
第五节 逻辑分析要点	(54)
一、逻辑分析与物理分析的关系	(54)

(009)	二、逻辑分析与历史考证的关系	(55)
(109)	三、功能逻辑与故障逻辑	(55)
(109)	四、避免逻辑错误	(55)
	第四章 液压元件与系统的检测与判断	(56)
(001)	第一节 确定考察对象的评判标准	(56)
(001)	一、评判标准的特点	(56)
(101)	二、评判标准的确定	(56)
(105)	三、评判标准的应用	(57)
(101)	第二节 简单观测法	(57)
(101)	一、感官直接观察	(57)
(101)	二、用压力表测试压力	(58)
(101)	三、用流量测试装置测试流量	(59)
(101)	四、测试执行元件的速度或转速	(59)
(101)	五、用温度计测试元件表面温度	(60)
(101)	第三节 现场实验法	(60)
(101)	一、考察系统的输入-输出关系	(60)
	二、调整系统内部结构状态	(61)
	第四节 拆检元件法	(63)
	一、泵类元件的拆检	(64)
(111)	二、阀类元件的拆检	(65)
(111)	三、液压缸及液压马达的拆检	(67)
(111)	四、元件磨损判别的数值标准	(70)
(111)	第五节 精密诊断法	(70)
(111)	一、元件壳体振动信号的监测	(70)
(111)	二、系统压力的动态测试	(72)
(111)	三、系统动态响应特性的测试分析	(75)
(111)	四、元件磨损的铁谱分析	(77)
(111)	五、元件温度的红外监测	(80)
	第五章 确定故障真实原因的思路与技巧	(82)
(111)	第一节 找出故障不同原因的特征信息	(82)
(111)	一、故障特征信息概述	(82)
(111)	二、液压故障特征信息的分类	(82)
(111)	三、压铸机合型系统不增压故障特征信息分析实例	(83)
(111)	第二节 设定故障检测的次序	(85)
(111)	一、按故障原因可能性大小排序	(85)
(111)	二、按拆卸与观测的难易程度排序	(85)
(111)	三、编制查找液压故障的程序图	(86)
(111)	第三节 假设—验证分析法	(88)
(111)	一、假设—验证分析法概述	(88)
(111)	二、挖泥船液压故障假设—验证分析实例	(88)
(111)	三、注塑机液压故障假设—验证分析实例	(89)

(82)	四、塔式起重机液压故障假设—验证分析实例	(90)
(83)	第四节 利用专家系统确定故障真实原因	(91)
(82)	一、专家系统概述	(91)
(82)	二、查找液压缸故障原因专家系统实例	(92)
	第六章 复杂液压系统故障分析的策略	(100)
(82)	第一节 化整为零 层层深入	(100)
(82)	一、将系统结构与功能化整为零	(101)
(82)	二、将故障原因化整为零	(102)
(83)	第二节 聚零为整 综合评判	(104)
(82)	一、综合多种症状与信息得出结论	(104)
(83)	二、找出不同症状的内在联系	(105)
(82)	三、按不同方式考察同一问题并加以综合	(106)
(82)	四、增补必要信息,逐步白化黑箱	(107)
(80)	第三节 抓住关键 顺藤摸瓜	(109)
(70)	一、逻辑链分析法	(109)
(80)	二、逻辑链分析法应用实例	(110)
(18)		
(83)	下篇 液压设备的技术改进	
(40)		
	第七章 液压设备技术改进概论	(112)
(78)	第一节 综述	(112)
(03)	一、液压设备技术改进的概念	(112)
(07)	二、液压设备技术改进的不同方式	(112)
(07)	三、技术改进与故障分析及排除的关系	(112)
(32)	四、液压设备技术改进的效益	(112)
(78)	第二节 液压设备技术改进的过程	(113)
(77)	一、准备阶段的工作	(113)
(80)	二、设计施工阶段的工作	(114)
(85)	三、考察完善阶段的工作	(114)
	第八章 液压设备技术缺陷的消除	(116)
(83)	第一节 消除压力控制缺陷的改进措施	(116)
(83)	一、消除卸荷与换向液压冲击的措施	(116)
(83)	二、防止异常高压的措施	(117)
(82)	三、防止压力干扰的措施	(118)
(88)	第二节 消除速度控制缺陷的改进措施	(119)
(88)	一、防止爬行的措施	(119)
(88)	二、提高速度控制精度的措施	(119)
(88)	三、扩大速度调节范围的措施	(123)
(88)	第三节 消除位置控制缺陷的改进措施	(125)
(88)	一、提高定位精度的措施	(125)
(88)	二、提高同步精度的措施	(126)

第四节 消除动作次序缺陷的改进措施	(129)
一、提高控制信号的准确性	(129)
二、提高液压系统本身的准确性	(131)
第五节 消除振动与噪声的改进措施	(131)
一、改进液压装置的安装方式	(131)
二、改进液压系统的结构	(131)
第六节 消除油温异常的改进措施	(134)
一、合理设计液压系统	(134)
二、消除各种内泄漏	(134)
三、改进冷却条件	(134)
第七节 消除泄漏的改进措施	(135)
一、改进密封状态	(135)
二、改进液压系统的联接方式	(138)
第九章 液压设备技术性能的改进	(139)
第一节 液压设备工艺性的改进	(139)
一、液压设备的工艺性及其改进方法	(139)
二、YA71—45T 液压机工艺性改进实例	(140)
三、L2240 型发动机连杆侧拉床液压系统工艺性改进实例	(140)
四、350—CT—10 型压铸机建压增压系统工艺性改进实例	(141)
五、Ungerer 飞剪测量轮液压系统工艺性改进实例	(142)
第二节 液压设备可靠性的改进	(144)
一、液压设备的可靠性及其改进方法	(144)
二、连铸机液压剪密封可靠性改进实例	(145)
三、组合磨床液压系统可靠性改进实例	(146)
第三节 液压设备维修性的改进	(148)
一、液压设备的维修性及其改进方法	(148)
二、C3250 陶瓷液压机维修性改进实例	(150)
三、2500kN 压铸机压射缸前腔快排阀维修性改进实例	(151)
四、YT4043 动力头液压系统维修性改进实例	(152)
第四节 液压设备操作性的改进	(153)
一、液压设备的操作性及其改进方法	(153)
二、MQ8260 型曲轴磨床操作性改进实例	(154)
三、300 型油管钳液压系统操作性改进实例	(154)
第五节 液压设备安全性的改进	(155)
一、液压设备的安全性及其改进方法	(155)
二、热轧带钢张紧装置安全性改进实例	(156)
三、运八飞机回油转换活门安全性改进实例	(156)
四、机械手液压系统安全性改进实例	(157)
五、炉体倾翻用保护阀安全性改进实例	(158)
第六节 液压系统节能性与环保性的改进	(159)
一、液压设备的节能性及其改进方法	(159)

二、液压设备的环保性及其改进方法	(160)
三、5T 叉车液压系统节能性改进实例	(160)
四、陶瓷挤管机液压系统节能性改进实例	(163)
五、连铸机拉矫液压系统环保性改进实例	(163)
六、注塑机液压系统节能性与环保性改进实例	(164)
第十章 液压设备的现代化改进与国产化改进	(168)
第一节 液压设备的现代化改进	(168)
一、液压设备现代化改进概述	(168)
二、YA79—100 型压力机现代化改进实例	(169)
三、液压剪切机电气系统现代化改进实例	(170)
四、XS—ZY—1000A 型注塑机现代化改进实例	(173)
五、WC67Y—63 型板料折边机现代化改进实例	(174)
第二节 液压设备的国产化改进	(178)
一、液压设备国产化改进概述	(178)
二、H—630B 型压铸机液压泵国产化改进实例	(179)
三、K. M350/1650B 型注塑机国产化改进实例	(180)
四、ZSKW 型德国花键磨床液压系统国产化改进实例	(182)
五、轧钢厂步进炉液压系统国产化改进实例	(182)
第十一章 液压设备技术改进的基本原则与基本策略	(186)
第一节 液压设备技术改进的基本原则	(186)
一、先进原则	(186)
二、实用原则	(186)
三、节省原则	(187)
四、优化原则	(187)
第二节 液压设备技术改进的基本策略	(187)
一、理论分析、实验分析与调查研究相结合	(187)
二、技术设计、现场调试与方案修正交替进行	(188)
三、通过类比与模仿简化设计过程	(189)
四、从多种方案中选出最好的方案	(189)
五、保留机械主体,更改电液装置	(190)
六、妥善解决技改中的各类矛盾	(190)
第三节 XS—ZY—4000A 型注塑机技改工作及成效的考评实例	(191)
一、技改工作简介	(191)
二、技改工作及成效的考评	(193)
参考文献	(195)

上篇 液压设备的故障分析

第一章 液压设备故障分析概论

第一节 液压设备概述

一、综述

液压设备是一种动力传递与控制装置,通过它人们可根据需要实现机械能—液压能—机械能的转换。第一个转换是通过液压泵实现的。液压泵旋转的内部空腔在与吸油口连通时逐渐增大,形成吸油腔,将油液吸入;在其与压油口连通时逐渐缩小,形成压油腔,将油排入系统。第二个转换是通过执行元件——液压缸或液压马达来实现的,压力油依帕斯卡原理推动执行元件的运动部分,驱动负载运动。各类控制阀则用于调节与控制液压油的流量、流动方向及工作压力。

液压设备从主体讲属于机械设备,它作为一种机械产品与机械技术关系密切。液压设备是一种流体动力机械,其工作原理、工作介质及由此而来的结构与工艺特征均体现了这一点。液压装置也是一种自动控制装置,它与控制技术关系密切。液压系统与电气、电子及计算机系统有广泛的能量与信息的交流,两者之间相互依赖,相互渗透。液压设备在各工业部门中广泛应用,它是实现其工艺目的或相应功能的工具,这些因素必然反映到液压设备的本身。液压设备故障诊断与监测涉及各类测试手段,它与测试技术不可分离。由此可见,液压设备综合了机械技术、流体技术、自动控制技术、电气技术、电子与计算机技术、测试技术,以及与设备执行的任务(如金属切削、塑料成型加工、钢铁冶炼与轧制,以及起重运输等)相关的技术。

从系统论的角度看,液压设备是一个系统,它具备一般系统的基本特征:整体性、层次性、动态性与目的性。因此,系统分析方法非常适合液压系统及其故障的分析。

液压设备无疑是一个信息系统,系统与外部环境之间,系统内部各组成部分之间均有广泛的信息交流,信息分析方法也很适合液压系统及其故障的分析。

二、液压元件概述

液压元件是液压设备的基本组成单元。在此,简要地介绍一下各主要液压元件。

1. 液压泵。液压泵是机械能—液压能转换元件,它负责向液压系统提供符合要求的压力油源,是液压系统的动力元件。液压泵的特点是:

(1) 结构较复杂,加工工艺、材料及安装要求均较高。

(2) 液压泵是液压系统中负载最大、运行时间最长的元件,故磨损劣化的速度也快。

(3) 液压泵拆装不方便,为了保证安装精度,一般不宜经常拆卸。液压泵是液压系统的关键元件,液压泵损坏之后,会对系统压力与流量带来一系列影响。液压泵的损坏主要发生在工作部分、运动件及动力传递零件之上,如工作部分的磨损,轴承损坏及传动轴扭断等。

液压泵是故障诊断与状态监测的重点对象。

液压泵按结构主要分为齿轮泵、叶片泵与轴向柱塞泵三种;按压力等级可分为低压泵、中低压泵与高压泵三种;按排量的大小有大型泵与小型泵之分;按排量变化情况有定量泵与变量泵之分。

2. 压力阀。压力阀是液压系统的压力调节与限定元件。压力阀主要包括各类溢流阀、减压阀与顺序阀。目前,大多数压力阀均为二级阀。压力阀一旦失效,便会引起压力失调,如压力下降、无压力、压力波动及不可调等,压力阀失效的主要原因是阀芯卡死及弹簧折断等。

压力阀也是故障诊断与状态监测的重点对象。

3. 方向阀。方向阀用来控制液压回路的通断及液流的正反流向。方向阀主要包括各类换向阀和单向阀,换向阀是断续工作的,其寿命以换向次数计。换向阀的损坏主要是阀芯配合面磨损、阀芯卡死、弹簧折断或疲软,以及电磁铁损坏等。换向阀在使用中容易装反,换向阀的阀芯也容易装反。换向阀损坏后,液压系统的动作次序可能会出现错乱。单向阀的损坏主要发生在密封面上。

4. 流量阀。流量阀的作用是通过控制流经油路的流量,以控制执行元件的运动速度。流量阀主要是各类调速阀与节流阀,流量阀的失效主要在于节流口堵塞、阀芯卡死等。流量阀失效以后,液压系统会出现运动速度失控症状。

5. 液压马达。液压马达在压力油的推动下产生旋转运动,对负荷输出转速与扭矩。液压马达主要有齿轮马达、叶片马达、轴向或径向柱塞式液压马达。液压马达的损坏主要是工作部分及运动件磨损,使间隙增大,进而引起输出扭矩与转速下降,泄漏增大及振动增大。在一个工作周期内,液压马达一部分时间工作,另一部分时间处于停止状态,其运动速度也比较慢,与液压泵相比,磨损速度要慢。

6. 液压缸。液压缸在压力油的作用下推动负载作直线运动。液压缸的损坏主要发生在密封件上。密封件损坏引起液压缸速度变慢与爬行,并引起外泄漏。

7. 密封件。密封件用来维持液压系统的正常压力。液压装置的能量流与物料流量是一致的,且前后相通,故液压回路中任一处发生密封问题都会引起系统能量传递的偏差。密封件的损坏情况较复杂,本章第三节将作更加详尽的分析。

三、液压设备的分类

对液压设备分类的目的在于帮助人们弄清其差异,以便在故障分析的过程中区别不同情况,采取最合适的方式方法,从而取得更加理想的工作成效。在此,从不同的角度对液压设备进行分类。

1. 按控制方式,液压设备可分为电控、机控与手控三大类:

电控液压设备通过电磁铁操纵有关的换向阀,实现其控制目的,这是主要的液压设备。电控液压设备多采用标准液压元件,装拆比较方便,备件存贮也方便,这对故障分析比较有利。不便之处在于电控液压设备的构成比较复杂,机电液系统交织在一起相互影响,比较容易出故障,在这类系统中,控制信息的传递过程较长,要经历多个环节,故障分析时检查的内容也比较多。

机控液压设备的控制信息取自于机构的运动。机控液压装置大多用在各类机床上,如磨床与刨床的液压系统便是通过行程限位机构控制运动方向的。机控液压设备的工作压力及传动功率偏低,运行环境也比较好,磨损速度相对较慢。机控液压设备上非标准件较多,非标准件的

机械结构较复杂,零件上有较多的孔和槽,这些孔与槽的结构与作用是用机械图表示的,阅读起来很不方便。这类液压设备的管系复杂,难以在较短的时间内清理。上述原因使故障分析更加困难。

手控液压设备的控制信息来自操作者。各类工程机械的液压系统属于这一类。手控液压设备结构简单,但运行环境都比较差,元件的磨损速度快。工程机械多在野外工作,检测手段也不如室内。这类设备工况变化较大,相互间的比较也困难一些。

2. 按设备的规模,液压设备可分为大型设备、中型设备和小型设备。尽管区分设备型号的界限难以规定,但设备规模相对差异是显而易见的。大型设备由于结构复杂,重量与体积大,装卸困难,是诊断与监测的重点与难点,是现场工程技术人员的主要关注对象,这类设备的故障诊断与排除往往需要动用一定的人力与物力,现场工作的组织者与指挥者必须将有关的因素在事先调查清楚,拟定出合理的工作方案,以便使工程顺利进行,并尽可能减少各类资源消耗。

3. 按设备的精密程度,液压设备可分为精密设备与普通设备。精密设备承担更加精确的工作任务,其构成的液压元件技术先进,精度也相应地高,往往采用伺服元件,液压系统的测试控制技术也更加先进。精密液压设备的性能参数的误差范围更小,对设备的操作使用环境有更严格的要求。同样,这对有关的工程技术人员也提出了更高的要求,要求他们更加深入细致地掌握设备的状况。同时精密设备要匹配更加精密的检测仪器与仪表。

4. 按设备在生产系统中的重要程度,可将液压设备分为关键设备、重点设备及一般设备。关键设备是生产线的瓶颈,不允许出现意外停机的情况。重点设备一旦停机,会对生产带来较大的影响。关键设备与重点设备是监测的重点对象。

5. 按设备的应用场合,液压设备可分成很多种类,如机床液压设备、塑料成型加工液压设备、工程机械液压设备、钢铁冶金液压设备、建材加工液压设备等。在不同的应用场合,设备的属性有很大的差异。故障分析人员应弄清应用环境对液压设备输出的力与速度的大小及误差范围,以及动作的准确程度有什么要求,同时也要弄清液压设备性能参数发生偏移会对所生产的产品产量与质量产生的影响,还要弄清环境因素(如温度、湿度及清洁度等)对液压设备性能的影响。

第二节 液压设备故障概述

这一节将简要介绍液压故障的概念、属性及重要特点。

一、液压故障的概念

液压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);降低功能是功能性故障(如泵容积效率下降、液压缸速度减慢);由人们错误操作与装配引起的故障是误动作故障。“出现问题”表现在振动、噪音的异常。丧失功能与出现问题往往联系在一起,它们都是液压装置内部条件(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。

二、液压故障的属性

1. 故障元件,即发生故障的元件。液压设备以元件为基本组成单元,液压系统的故障一般情况下就是某一具体元件的故障,只有在对液压元件的原理、结构、功能、失效机理等有了深入

系统的认识之后才能顺利地分析现场故障和排除故障。液压故障分析的一个重要特点是通过对系统性能变化的考察来推断元件的损坏,这里尤其要注意的是系统性能变化与元件损坏之间的各种关系。

2. 故障参量,即表征液压装置功能丧失或出现问题的物理量。如压力、流量、泄漏量、速度(转速)、力(扭矩)、动作秩序、位置、效率、振动、噪音及吸油口的真空度等,上述参量值超出了规定的范围,即表明系统发生了故障。

3. 故障症状,即故障参量超出了规定的范围,且被人们观测到的现象。它是故障的外在表现。

4. 故障信息,即反映液压装置内部损坏情况的特征信息。故障症状显然是故障信息。设备的异常现象,报警信号,系统测试分析结论,设备的使用期限,维护保养状况,运行及修理记录等在一定的条件下也是故障信息。故障信息及其与故障的某种对应关系,是判断故障的起点和依据。

5. 故障原因,即引起故障的初始原因。它主要有油污染、机械磨损与断裂失效、设计与制造问题、安装问题、环境条件不符及人为因素等。因果关系分析是具体的现场液压故障分析的主要内容,找出最初原因是其直接目的。

6. 故障范围,即故障的涉及面。有的故障是单一性的,有的故障是综合性的和全面的。前者是由个别因素异常引起的结果,后者涉及到多环节与部分。例如液压油脏了引起液压系统多处阀芯卡死,电磁铁烧坏等,设备使用时间长,多处磨损,引起系统压力与流量下降等就属于综合性故障。

7. 故障强度,即故障的严重程度,也就是液压装置损坏的严重程度。严重故障强度高,轻微故障反之。在现场,应注意发现故障苗头,避免严重故障。轻微故障信息量不充分,不明显,故障分析时难度大。

8. 劣化速度,即故障产生与发展的速度。有的故障是突然产生的,有的故障则是逐步发展的。零件疲劳断裂,电线脱落是突发型故障。对于突发型故障,应注意掌握故障的预兆。对于渐变型故障,应长期监测,弄清其发展趋势。

9. 故障时效,即故障的作用持续状况。有的故障是暂时的、间断性的、时有时无的。例如,污染物堵住了节流口,后来油液冲走了污染物。再如,由于行程开关安装松动,换向阀可能不会及时换向。而有的故障一旦出现,只有在修理或更换了零件之后才能恢复功能,这类故障是永久性故障。暂时性故障原因在外部,永久性故障的直接原因在元件内部。

10. 故障频率,即故障出现的频繁程度。有的故障经常出现,有的故障偶尔出现。对经常出现的故障,应考虑采取有力措施消除其根本原因。对偶发性故障,分析起来要困难得多。

三、现场液压故障的重要特点

与一般的机械与电气故障相比,现场液压故障具有下列特点:

1. 故障点的隐蔽性。液压装置的损坏与失效,往往发生在深层内部,由于不便装拆,现场上的检测条件也很有限,难以直接观测,各类泵、阀、液压缸与液压马达无不如此。由于表面症状的个数有限,加上随机性因素的影响,故障分析很困难。大型液压阀板内部孔系纵横交错,如果出现串通与堵塞,液压系统就会出现严重失调,在这种情况下找故障点难度很大。

例如,某液压系统如图 1-1 所示。其症状为:卸荷压力仅比工作压力低 1MPa 左右(工作压力约为 4MPa),系统运行约 10 分钟后,油液便升温至 50℃ 以上。

引起这一问题的原因是主油路与溢流阀卸荷控制油路在阀板上串通(串通油路如图中虚线所示)。一部分液压油经这一通道再经换向阀回油箱。换向阀通径小,有阻力,故油液在换向阀前有压力 p_1 ,使溢流阀处在二级压力 p_1 控制下,溢流阀主阀芯不能充分开启,系统卸荷压力上升,油液因节流发热而温度升高。

当时故障分析人员对有关的液压元件作了详细的检查,未找到可疑点。后来对阀板孔系的串通情况作了一系列校验,才找到了故障位置。

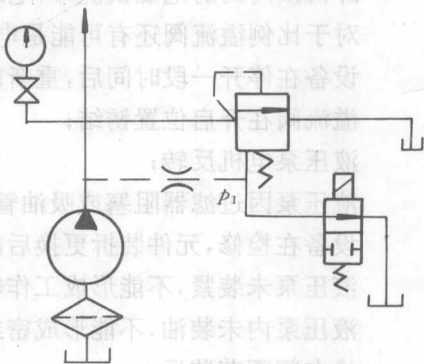


图 1-1

2. 因果关系的复杂性。液压系统的故障、症状与原因之间存在各种各样的重叠与交叉。一个症状有多种可能原因。例如,执行元件速度慢,引起的原因有:负载过大,执行元件本身磨损,导轨误差过大,系统内存在泄漏口,调压系统故障,调速系统故障及泵故障等。一个故障源也可能引起多处的症状,例如,叶片泵定子内曲线磨损之后,会出现压力波动增大和噪声增大等故障,泵的配流盘磨损之后会出现输出流量下降、泵表面发热及油温升高等症状。一个症状也可能是同时由多个故障源叠加起来形成的,液压系统在运行一段时间以后,多个元件均被磨损。例如,当泵、换向阀和液压缸均处于磨损状态时,系统的效率有较大幅度的下降。当逐一更换这些元件后,效率将逐步地提高。对于一个症状有多种可能原因的情形,应采取有效手段剔除不存在的原因。对于一个故障源产生多个症状的情形,可利用多个症状的组合去确定故障源。对于叠加现象,应全面考虑各影响因素。分清各因素作用的主次轻重。

3. 相关因素的随机性。液压系统在运行过程中,受到各种各样的随机性因素的影响,如电网电压的变化、环境温度的变化、机器工作任务的变化等。外界污染物的侵入也是随机性的。由于随机性因素的影响,故障具体发生点及变化方向更不确定,造成判断与定量分析的困难。

4. 失效分布的分散性。由于设计加工材料及应用环境等的差异,液压元件的磨损劣化速度相差大,液压元件的实际使用寿命严重分散,一般的液压元件寿命标准在现场无法应用,只能对具体的液压设备与液压元件确定具体的磨损评价标准,这又需要积累长期的运行数据。

第三节 常见液压故障症状及其原因

液压设备常见故障的症状与原因,是故障分析必备的常识,本节予以简要介绍。

一、压力失控及其原因

液压设备的压力失控,是最常见的故障,主要表现在:系统无压力,压力不可调,压力波动与不稳,以及卸荷失控等。

1. 系统无压力。设备在运行过程中,系统压力突然下降至零并无法调节,这类问题多数情况下是调压系统本身故障引起的,应从下列方面去找原因:

溢流阀阻尼孔被堵住;

溢流阀的密封锥面上有异物;

溢流阀主阀芯在开启位置上卡死;