

基于参数测量的液压系统故障诊断技术

郭化平^{1,2}, 李 宁², 赵盖良²

(1. 西安交通大学 机械工程学院, 陕西 西安 710049; 2. 武汉军械

摘要: 液压传动系统的可视性较差, 通常给故障诊断带来一定的困难。通过对系统参数的定量检测和逻辑分析, 实现对液压系统故障的准确性和快速性。该项技术能大量减轻设备装拆工作, 降低对维修人员的技
显著提升, 具有实用推广价值。

关键词: 液压系统故障; 故障诊断; 参数测量

中图分类号: TH 137

文献标识码: A

文章编号: 1672-5581(2008)04-0438-05

Parametric-measurement-based faults diagnostic technique for hydraulic pressure systems

GUO Hua-ping^{1,2}, LI Ning², ZHAO Shan-liang²

(1. College of Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. Wuhan Ordnance Noncommissioned Academy, Wuhan 430075, China)

Abstract: The inefficient visualization delivers significant impacts on the fault diagnosis of hydraulic pressure and transmission systems. In this study, a parametric-measurement-based fault diagnosis method is proposed through quantitative testing and logical analysis on system parameters. As such, the fault diagnosis can be completed more scientifically, accurately and speedily. Therefore, this method can facilitate the equipment disassembly and reduce technical requirements for maintenance staffs. Compared with the traditional fault diagnosis methods, this approach possesses high efficiency and practicality.

Key words: hydraulic pressure system fault; fault diagnosis; parametric measurement

液压传动系统由于其优良的控制性能、广泛的工艺适应性和较低廉的成本, 在工程机械、军事装备、医疗设备等各个领域得到愈来愈广泛的应用^[1]。随着科学技术的发展, 液压传动系统向着高性能、高精度和复杂的方向发展, 液压系统的可靠性成了一个十分突出的问题。除了对液压系统进行可靠性设计之外, 液压系统故障检测和诊断技术越来越受到重视, 成为液压技术发展的一个重要方向。由于液压系统中各元件和工作液体都是在封闭油路内工作, 不像机械设备那样直观, 也不像电气设备那样可利用各种检测仪器方便地测量各种参数, 在液压设备中, 仅靠有限几个压力表、流量计等来指示系统某些部位的工作参数, 其他参数难以测量, 而且一般故障根源有许多种可能, 这给液压系统故障诊断带来一定困难。在工作或军事训练现场, 由于受技术条件的限制, 要求维修人员利用现有的信息和现场的技术条件, 准确、简便和高效地诊断出液压设备的故障, 并尽可能减少拆装工作量, 节省维修工时和费用, 用最简便的技术手段, 在尽可能短的时间内, 准确地找出故障部位和发生故障的原因并加以修理, 使系统恢复正常运行。

1 液压系统故障特征及诊断的一般原则

正确分析故障是排除故障的前提, 系统故障大部分并非突然发生, 发生前总有预兆, 当预兆发展到一

定程度即产生故障.引起故障的原因是多种多样的,并无固定规律可寻.统计表明,液压系统发生的故障约90%是由于使用管理不善所致.为了快速、准确、方便地诊断故障,必须充分认识液压故障的特征和规律,这是故障诊断的基础.

(1) 判明液压系统的工作条件和外围环境是否正常.首先判明是设备机械部分或电器控制部分故障,还是液压系统本身的故障;同时查清液压系统的各种条件是否符合正常运行的要求.

(2) 区域判断.根据故障现象和特征确定与该故障有关的区域内的元件情况,分析发生原因,最终进行故障定位.

(3) 掌握故障种类进行综合分析.根据故障最终的现象,逐步分析原因,为避免盲目性,必须根据系统基本原理,进行综合分析、逻辑判断,找出故障部位.

(4) 故障诊断是建立在运行记录及某些系统参数基础之上的,它是使用经验的高度概括总结,有助于对故障现象迅速做出判断;具备一定检测手段,可对故障做出准确的定量分析.

(5) 验证可能故障原因时,一般从最可能的故障原因或最易检验的地方开始,这样可减少装拆工作量,提高诊断速度.

2 故障诊断方法

传统的诊断液压系统故障的方法是逻辑分析逐步逼近法.其基本思路是综合分析、条件判断.即维修人员通过观察、听、触摸和简单的测试以及对液压系统的理解,凭经验来判断故障发生的原因.当液压系统出现故障时,故障根源有许多种可能.采用逻辑代数方法,将可能故障原因列表,然后根据先易后难原则逐一进行逻辑判断,逐项逼近,最终找出故障原因和引起故障的具体条件.此法在故障诊断过程中要求维修人员具有液压系统基础知识和较强的分析能力,方可保证诊断的效率和准确性.但诊断过程较繁琐,须经过大量的检查、验证工作,而且只能是定性地分析,诊断的故障原因不够准确.为减少系统故障检测的盲目性和经验性以及拆装工作量,传统的故障诊断方法已远不能满足现代液压系统的要求.

近年来,随着液压系统向大型化、连续生产、自动控制方向发展,又出现了多种现代智能故障诊断方法.主要是以工作状态监视为特点,对机械液压系统特征信号进行检测、分析处理;利用特征信号进行故障诊断^[2].液压系统故障检测与诊断系统原理图见图1.

现代智能诊断法主要包括:

2.1 电脑诊断法

利用相应传感器,对液压系统的主要动态参数(如压力、流量、湿度、元件的运动速度、振动和噪声等)信号进行在线实时检测(包含滤波、放大信号调理及A/D转换等过程).它是整个故障检测与诊断系统的重要环节,要求实时准确地获得各参数的真实信号,因此在传感器设计、选择、安装方面的正确性决定了故障诊断系统的准确性和真实性.

2.2 模糊-参数诊断法

液压系统工作过程中,系统及元件的动态信号多具有不确定性和模糊性,许多故障征兆用模糊概念来描述比较合理,如振动强(弱)、偏心严重、压力偏高、磨损严重等.同一系统或元件,在不同的工况和使用条件下,其动态参数也不尽相同,因此对其评价只能在一定范围内作出合理估价,即模糊分类.模糊推理法采用IF-THEN形式,符合人类思维方式.同时,模糊诊断法不需要建立系统的精确数学模型,对非线性系统尤为合适,因此在液压系统故障诊断中得到了应用和发展.

2.3 神经网络-专家诊断法

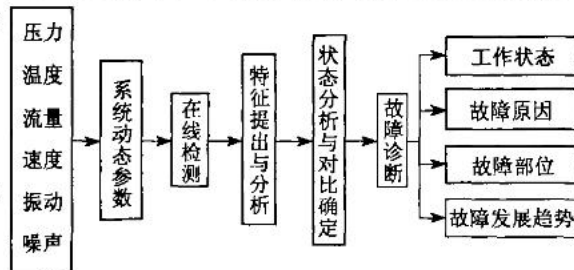


图1 液压系统故障检测与诊断系统原理

Fig.1 Hydraulic system fault detection and diagnosis systems principle

人工神经网络是模仿人的大脑神经元结构特性而建立的一种线性动力学网络,它由大量的简单非线性单元互联而成;参照各种液压系统及元件具有一定的相似性,利用在这一领域积累了大量的专家经验和知识,建立模拟思维;具有大规模并行处理能力、适应性学习和处理复杂多模式的特点,在液压系统故障诊断中得到了较多的应用和发展,具有广阔的发展前景。

3 基于参数测量的液压系统故障诊断系统

现代智能故障诊断方法给液压系统故障诊断带来广阔的前景基础,但这些方法大都需要昂贵的检测设备和复杂的传感控制系统有一定困难,目前不适应于现场推广使用。经多年研究与实践,切实可行的液压系统故障诊断方法,值得推广。

液压系统工作是否正常,关键取决于2个主要工作参数即压力和流量是否处于正常的工作状态,也要考虑到系统温度和执行元件速度等参数的正常与否。液压系统的故障现象是各种各样的,故障原因也是多种因素的综合。同一因素可能造成不同的故障现象,而同一故障又可能对应着多种不同原因。例如:油液的污染可能造成液压系统压力、流量或方向等各方面的故障,这给液压系统故障诊断带来极大困难。

任何液压系统工作正常时,系统参数都工作在设计和设定值附近,如果这些参数在工作中偏离了预定值,则系统就会出现故障或有可能出现故障。即液压系统产生故障的实质就是系统工作参数的异常变化。因此当液压系统发生故障时,必然是系统中某个元件或某些元件有故障,进一步可断定回路中某一点或某几点的参数已偏离了预定值。这说明如果液压回路中某点的工作参数不正常,则系统已发生了故障或可能发生了故障,需维修人员马上进行处理。这样在参数测量的基础上,再结合逻辑分析法,即可快速、准确地找出故障所在。参数测量法不仅可以诊断系统故障,而且还能预报可能发生的故障,并且这种预报和诊断都是定量的,大大提高了诊断的速度和准确性。这种检测为直接测量,检测速度快,误差小,检测设备简单,便于在使用维修现场推广使用,适合于任何液压系统的检测。测量时,既不需停机,又不损坏液压系统,几乎可以对系统中任何部位进行检测,不但可诊断已有故障,而且可进行在线监测、预报潜在故障。

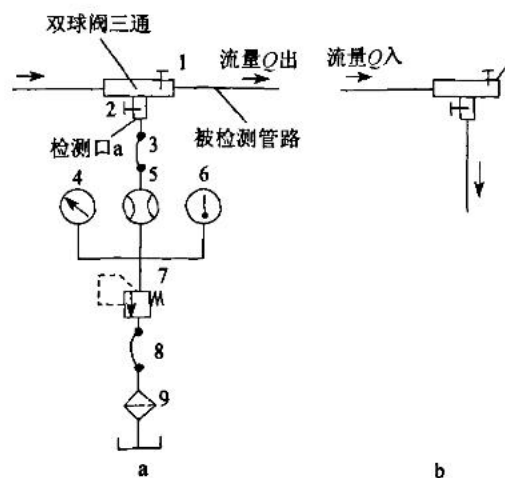
3.1 参数测量法原理

只要测得液压系统回路中所需任意点处工作参数,将其与系统工作的正常值相比较,即可判断出系统工作参数是否正常,是否发生了故障以及故障的所在部位。

液压系统的工作参数,如压力、流量、温度等都是非电物理量,用通用仪器采用间接测量法测量时,首先需利用物理效应将这些非电量转换成电量,然后经放大、转换和显示等处理,被测参数则可用转换后的电信号代表并显示,由此可判断液压系统是否有故障。但这种间接测量方法需各种传感器,检测装置较复杂,测量结果误差大、不直观,不便于现场推广使用。

下面介绍一种实用的液压系统故障检测回路。系统结构原理如图2a所示。检测回路通常和被检测系统并联连接,此连接需在被测点设置如图2a所示的双球阀三通接头,它主要用于对系统进行不拆卸检测。它对液压系统所需点的各种参数进行直接的快速检测,不需任何传感器,它可同时检测系统中的压力、流量和温度3个参数,而执行元件的速度和转速则可通过测量出口流量的方法计算得到。例如:只要在泵出口及执行元件进、出口安装双球阀三通,如图3所示,则通过测量1,2,3三点的压力、流量及温度值,则可立刻诊断出故障所在的大致部位(泵源、控制传动部分或执行元件部分)。增加参数检测点,则可缩小故障发生区域。

检测原理如图2a所示。系统正常工作时,阀门1开



1,2.截止球阀;3,8.软管;4.压力表;5.流量计
6.温度计;7.溢流阀;9.过滤器。

图2 故障诊断检测回路

Fig.2 Fault diagnosis detection circuit

启,2关闭,检测口罩上防尘罩,以防污染.检测时,只要将检测回路与检测口接通,即旋紧接头螺纹并打开阀门2.通过调节阀门1和溢流阀7即可方便地测出压力、流量、温度、速度等参数.但要求系统配管时,将双球阀三通在需检测系统参数的部位当作接管(如图2a连接)或弯管接头(如图2b连接,这样做既不会增加系统的复杂性,也不会对系统性能产生明显影响)来配置.

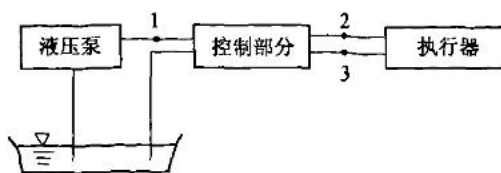


Fig. 3

oint

3.2 参数测量方法

第1步:测压力.如图2a所示,首先将检测回路的软管接头与球阀2,关死溢流阀7,切断回油通道,这时从压力表4上可直接读t压力).

第2步:测流量和温度.慢慢松开溢流阀7手柄,再关闭球阀1.重新调整溢流阀7,使压力表4读数为所测压力值,此时流量计5读数即为所测点的实际流量值.同时温度计6上可显示出油液温度值.

第3步:测转速(速度).不论泵、马达或缸,其转速或速度仅取决于2个因素,即流量和它本身的几何尺寸(排量或面积),所以只要测出马达或缸的输入流量(对泵为输出流量),除以其排量或面积即得到转速或速度值.

3.3 参数测量方法实例

图4所示为某型装备液压传动及控制系统原理图.此系统在调试中出现以下现象:泵能工作,但供给输弹油缸的泵压力上不去(压力调至4.0 MPa左右,再无法调高),泵有轻微的异常机械噪声,水冷系统工作,油温、油位均正常,有回油.

从回路分析故障有以下可能原因:

(1) 溢流阀故障可能原因:调整不正确,弹簧屈服,阻尼孔堵塞,滑阀卡住.

(2) 换向阀故障可能原因:复位弹簧折断,控制压力不够,滑阀卡住.

(3) 液压泵故障可能原因:泵转速过低,泵体内侧异常磨损,密封件损坏,泵吸入口进入大量空气,过滤器严重堵塞.

故障诊断方法:

应用基于参数测量的故障诊断系统.只需在系统配管时,在泵的出口a、换向阀前b及缸的入口c(c')三处(如图4所示)设置双球阀三通,则利用故障诊断检测回路,在几秒钟内即可将系统故障限制在某区域内并根据所测参数值诊断出故障所在.检测过程如下:①如图2所示,将故障诊断回路与检测口a接通,打开球阀2并旋松溢流阀7,再关死球阀1,这时调节溢流阀7即可从压力表4上观察泵的工作压力变化情况,看其是否能超过4.0 MPa并上升至所需高压值.若不能则说明是泵本身故障,若能说明不是泵故障,则应继续检测.②若泵无故障,则利用故障诊断回路检测b处压力变化情况(见图4).若b处工作压力能超过4.0 MPa并上升至所需高压值,则说明系统主溢流阀工作正常,需继续检测.③若溢流阀无故障,则通过检测c处压力变化情况即可判断出是否换向阀故障.

通过检测最终故障原因是叶片泵内漏严重所引起.拆卸泵后方知,泵体内侧由于滑润不良造成异常磨损,引起内漏增大,使系统压力提不高,进一步发现是由于水冷系统的水漏入油中造成油乳化而失去润滑作用引起的.

4 结论

参数测量法是一种实用、新型的液压系统故障诊断方法,它与逻辑分析法相结合,大大提高了故障诊断的快速性和准确性.首先这种测量是定量的,这就避免了个人诊断的盲目性和经验,诊断结果符合实际.其次故障诊断速度快,经过几秒到几十秒即可测得系统的准确参数,再经维修人员简单的分析判断即得到诊断结果.再者此法较传统故障诊断法降低系统装拆工作量一半以上.

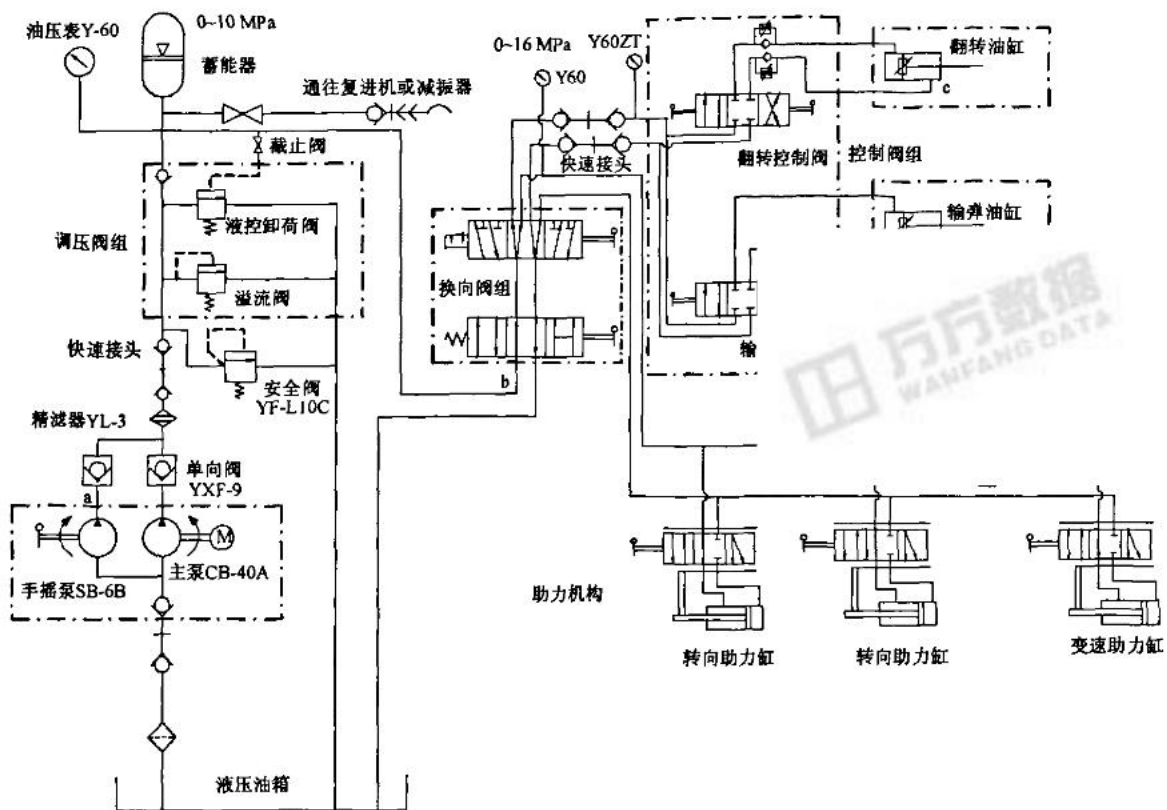


图4 某型装备液压系统

Fig.4 Certain type of equipment hydraulic system

这种检测回路将加载装置和简单的检测仪器结合在一起,可做成便携式检测仪,测量快速、方便、准确,适于在现场推广使用.它为检测、预报和故障诊断自动化打下基础.

参考文献:

- [1] 杨尔庄. 21世纪液压技术现状与发展趋势[J]. 液压与气动, 2001(3): 3-4.
YANG Erzhuang. Present situation and development tendency of hydraulic technology in 21 century[J]. Chinese Hydraulics & Pneumatics, 2001(3): 3-4.
- [2] 王长江, 宋金富, 赵晓东. 电子液压技术与工程智能化[J]. 建设机械技术与管理, 2004(11): 54-57.
WANG Changjiang, SONG Jinfu, ZHAO Xiaodong. Electric hydraulic technology and construction machinery intelligentization[J]. Construction Machinery Technology Management, 2004(11): 54-57.

基于参数测量的液压系统故障诊断技术

作者: 郭化平, 李宁, 赵善良, GUO Hua-ping, LI Ning, ZHAO Shan-liang
作者单位: 郭化平, GUO Hua-ping(西安交通大学, 机械工程学院, 陕西, 西安, 710049; 武汉军械士官学校, 湖北, 武汉430075), 李宁, 赵善良, LI Ning, ZHAO Shan-liang(武汉军械士官学校, 湖北, 武汉430075)
刊名: 中国工程机械学报 
英文刊名: CHINESE JOURNAL OF CONSTRUCTION MACHINERY
年, 卷(期): 2008, 6(4)
引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. 杨尔庄. 21世纪液压技术现状与发展趋势[期刊论文]-液压与气动 2001(03)
2. 王长江, 宋金富, 赵晓东. 电子液压技术与工程智能化[期刊论文]-建设机械技术与管理 2004(11)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 黄伟强. HUANG Wei-qiang 液压系统故障快速诊断探析 -湖南有色金属2005, 21(6)
文章针对液压系统故障难于判断的特点, 提出了一种简便、实用的故障诊断回路及快速判断方法—利用诊断回路进行分段参数测量的快速故障诊断法. 大量试验表明, 此法比传统的故障诊断方式可以极大地提高系统故障诊断的科学性、快速性和准确性, 因而具有较高的实用推广价值.
2. 期刊论文 吕永标, 刘长生. Lu Yongbiao, Liu Changsheng 基于神经网络的摊铺机液压系统故障诊断方法 -山西科技2009, ""(2)
以摊铺机液压系统为研究对象, 提出了基于神经网络的故障诊断模型. 结合BP神经网络基本知识和摊铺机液压系统故障的特点, 研究了诊断知识的获取方法, 设计了摊铺机液压系统故障诊断网络的基本结构. 通过与模糊理论相结合研究了输入输出特征向量表达和获取的具体方法, 提高了故障诊断神经网络模型的实用性, 并提出改进学习效率 and 动态BP算法可以提高故障诊断神经网络的性能.
3. 会议论文 王世明. 工程机械液压系统故障监测诊断技术现状和发展趋势 2008
随着我国大量重点工程项目实施和国内外资源开发规模不断扩大, 对工程机械可靠性、维修性和安全性提出了更高的要求, 在线故障监测诊断、预测与远程维护已经成为工程机械行业亟待解决的问题. 工程机械产品由于系统结构、功能复杂, 工程机械故障中的70%是由于液压系统故障引起的. 本文分析了国内外工程机械行业及液压系统故障监测诊断技术现状和发展趋势, 为建立工程机械在线故障诊断和预测的理论和实验体系, 建立全国工程机械远程维护服务系统, 推进我国工程机械行业进步和可持续发展提供了理论基础.
4. 期刊论文 周曲珠, 芮延年. ZHOU Quzhu, RUI Yannian 模糊理论在液压系统故障诊断中的应用 -机床与液压 2006, ""(11)
通常液压系统的故障诊断大多是根据专家经验来进行的, 往往有些故障模糊不清, 加上其诊断准确性受专家经验限制, 系统故障误诊现象时有发生. 本文应用模糊综合评价理论和方法对液压系统故障进行智能综合评价, 该方法具有容错性好、评价方法简单等特点, 能达到准确、高效地判断液压系统故障的目的.
5. 期刊论文 施锦丹, 王凯, 王伯成, 王效飞. SHI Jindan, WANG Kai, WANG Bocheng, WANG Xiaofei 液压系统故障诊断方法综述 -机床与液压2008, 36(11)
简要回顾了液压系统故障诊断方法的发展, 归类分析了液压系统故障诊断的方法, 总结了各种方法的优缺点, 展望了液压系统故障诊断的发展趋势与动态.
6. 期刊论文 张健, 陈洁, 芮延年, 杨静波. 基于模糊理论挖掘机液压系统故障诊断方法的研究 -成组技术与生产现代化2003, 20(3)
挖掘机液压系统故障问题时有发生, 其故障的确定和处理大多是根据经验来进行的. 本文应用模糊综合评价理论方法, 对其液压系统故障进行诊断, 达到可靠、高效判断液压系统故障的目的.
7. 期刊论文 韩宝菊. HAN Bao-ju 液压系统故障诊断技术的研究 -液压气动与密封2009, 29(5)
随着现代生产的发展, 故障诊断技术越来越引起了人们的重视. 相对于旋转机械而言, 对液压系统的故障诊断要肤浅得多. 本文对液压系统故障诊断技术进行了较为深入的研究, 对故障诊断的方法、液压缸的故障形式进行了综合分析.
8. 会议论文 陈家焱, 陈章位. 液压系统故障诊断技术的现状与发展趋势 2008
液压系统故障诊断技术是一门综合性技术, 本文介绍了液压系统故障诊断技术的研究现状和发展历程; 提出了智能诊断技术是液压系统故障诊断的发展趋势, 多种新技术的融合是实现智能故障诊断的途径.
9. 期刊论文 范士娟, 杨超. FAN Shi-juan, YANG Chao 液压系统故障诊断方法综述 -机床与液压2009, 37(5)
对液压系统故障诊断的主要理论和方法进行了归纳和分类, 对各种方法的局限性和适用范围进行了定性分析, 指出了将多种智能诊断方法及其它现代技术相互融合是液压系统故障诊断技术未来发展的趋势.
10. 期刊论文 周汝胜, 焦宗夏, 王少萍. ZHOU Rusheng, JIAO Zongxia, WANG Shaoping 液压系统故障诊断技术的研究现状与发展趋势 -机械工程学报2006, 42(9)
从能源和伺服系统两个方面, 归纳液压系统的主要故障模式; 针对故障诊断的难点问题, 对能源和伺服系统故障诊断的主要理论、方法及研究现状分别进行分析和总结, 对各种方法的诊断效果进行定性分析, 指出各种方法的技术特点、局限性和适用范围; 最后, 归纳液压系统故障诊断技术的最新发展方向及需要进一步研究的问题.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggcjxb200804013.aspx

下载时间: 2010年6月10日