

液压系统故障诊断方法综述

黄富瑄

A Survey of Fault Diagnosis Methods for Hydraulic System

HUANG Fu-xuan

(武汉钢铁(集团)公司 物资供应公司, 湖北 武汉 430080 电话:(027) 86892495)

摘要:该文分析了液压系统故障诊断技术发展的3个阶段,并综述了各阶段的诊断及特点。根据各种故障诊断方法的应用现状,提出了混合智能诊断方法和多学科技术相融合是今后液压系统故障诊断的发展趋势。

关键词:液压系统;故障诊断;智能诊断

中图分类号:TH137 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2006)01-0075-03

现代企业设备系统具有大型化、复杂化、智能化的特点,然而由于液压设备发生故障导致无法正常生产的情况比比皆是,这不仅容易造成事故的发生和人员伤亡,而且给企业带来了严重的经济损失。因此,人们对液压设备故障诊断的要求愈来愈强烈。

我们通常所说的故障是指系统所出现的一些异常现象。根据故障发生的部位,可以把故障划分为被控过程的元器件故障、执行器故障、传感器故障,以及控制器的软件、硬件故障等。由于液压系统是机、电、液耦合的复杂系统,系统的故障也是由以上各方面因素综合影响的一个复杂问题。而且由于液压系统中的工作介质和液压元件都是在封闭的油路内工作,这也给液压系统的故障诊断带来了一定的困难。正是因为液压故障互相耦合的复杂性,人们把液压控制理论、信息理论和电子技术、传感器技术以及识别技术等互相结合起来,创立了很多新的液压故障诊断方法。回顾液压系统故障诊断技术的发展,大致经历了3个发展阶段:基于人的主观诊断法、基于数学模型与信息处理的诊断法和基于智能技术的诊断法。

1 基于人的主观诊断法

基于人的主观诊断法主要是依靠简单的诊断仪器,凭借领域专家的实践经验,判断故障的部位和原因,并提出相应的排除方法。这种方法又被称为简易诊断方法,它是设备维修部门普遍采用的方法,可以通过看、听、摸、闻、问等方式,简单定性地判断液压系统工作的实际状况是否出现异常。

基于人的主观诊断法主要包括系统分析法、参数测量法、方框图分析法、鱼刺图分析法等。其中,系统

分析法是从液压系统的角度出发,根据液压系统的故障现象,以系统原理图作为指示,通过分析故障现象,确定故障所属回路,再确定发生故障的部件和元件,使故障分析和检查工作范围逐步缩小,以达到快速诊断和及时排除故障的目的;参数测量法是通过检测液压系统的主要工作参数量,找出系统中工作参数值与设备正常工况值不符合的液压元件,从而判断故障的所在;方框图分析法是根据故障现象,罗列出可能发生这种故障的所有原因,然后根据现场实际工况,逐步找出故障原因;鱼刺图分析法是一种因果关系分析法,根据液压设备出现的故障进行分析,找出故障的主要因素,这种方法既能较快地找出故障主次原因,又能积累排除故障的经验。

总之,基于人的主观诊断法只能对简单液压设备故障进行定性判断与决策,对于复杂液压设备,仅仅依靠个别专家的经验 and 知识是无法对故障进行准确定位与判断的。

2 基于数学模型与信息处理的诊断法

随着诊断理论、传感器技术的发展,其他领域成熟的诊断方法也很快在液压领域中应用开来,逐步形成了基于数学模型与信息处理的诊断法。这种诊断方法是用一定的数学手段描述系统某些可测量特征量在幅值、相位、频率及相关性上与故障源之间的联系,然后通过测量、分析、处理这些信号,来判断故障源所在。

基于数学模型与信息处理的故障诊断方法通常有

收稿日期:2005-07-04

作者简介:黄富瑄(1972—),男,湖北武汉人,工程师,硕士研究生,主要从事机械CAD、机电一体化系统设计等研究工作。

状态估计方法、参数估计方法、频谱分析法、小波分析法等。状态估计方法的基本思想是:重构被控过程的状态,通过可测变量比较构成残差序列,再构造适当的模型并用统计检验法,从残差序列中把故障检测出来。因此,这种方法要求系统可观测或部分观测,通常用各种状态观测器或滤波器进行状态估计。参数估计方法与状态估计方法不同,不需要计算残差序列,而是根据参数变化的统计特性来检测故障的发生。液压系统工作状态的参数主要是工作压力与温度,以及系统的流量和泵组功率等,系统工作过程中出现的任何问题直接或间接与这几个参数有关,因此根据液压系统工作状态参数来诊断系统故障是可行的。振动、噪声等是液压系统在运行过程中所发生的必然现象,提取这些信号并进行频谱分析,根据待检谱与正常时的标准谱之间的差异也可确定故障的部位、程度、类别和原因。小波分析法是利用可检测信号的奇异性(对于随机信号则是频率结构的突变)的特点来实现故障诊断。因为噪声的小波变换的模极大值随着尺度的增大迅速衰减,而信号的小波变换在突变点的模极大值随着尺度的增大而增大(或由于噪声的影响而缓慢衰减),即噪声 Lipschitz 指数处处都远小于零,而信号在突变点的 Lipschitz 指数大于零(或由于噪声的影响而等于模小于的负数),所以,可以用连续小波变换区分信号突变和噪声,剩下的就对应于系统故障。

总之,基于数学模型与信息处理的故障诊断方法需要提取系统特征参数或对系统建模,而液压系统由于元件工作在封闭油路中,影响液压系统特性的因素多种多样且相互影响,不易得到能准确反映故障的特征参数;液压系统一般都是由机、电、液耦合而成,存在着非线性时变环节,对系统建模也显得相当困难。所以此故障诊断法在液压系统故障诊断应用中受到了一定的限制,有待于进一步改进。

3 基于智能技术的诊断法

液压故障的多样性、突发性、成因的复杂性和进行故障诊断所需要的知识对领域专家实践经验和诊断策略的依赖,使研制智能化的液压故障诊断系统成为当前的趋势。智能诊断技术在知识层次上实现了辨证逻辑与数理逻辑的集成、符号逻辑与数值处理的统一、推理过程与算法过程的统一、知识库与数据库的交互等功能,为构建智能化的液压故障诊断系统提供了坚实的基础。目前,基于智能技术的故障诊断法主要有:基于神经网络的诊断法、基于专家系统的诊断法、基于模

糊逻辑的诊断法等。

基于神经网络的诊断法是利用神经网络具有非线性和自学习以及并行计算能力,使其在液压系统故障诊断方面具有很大的优势。其具体应用方式有:从模式识别角度应用神经网络作为分类器进行液压系统故障诊断;从故障预测角度应用神经网络作为动态模型进行液压系统故障预测;从检测故障的角度应用神经网络得到残差进行液压系统故障检测。

基于专家系统的诊断法是利用知识的永久性、共享性和易于编辑等特点,广泛应用于液压系统故障诊断之中。基于专家系统的诊断法,由于知识是显式地表达的,具有很好的解释能力,虽然在知识获取上遇到了发展的“瓶颈”、“窄台阶”等困难,但由于神经网络所具有的容错能力、学习功能、联想记忆功能、分布式并行信息处理较好地解决了这些困难。可见,把专家系统和神经网络互相结合是智能诊断的发展趋势之一。

基于模糊逻辑的诊断法是借助模糊数学中的模糊隶属关系提出的一种新的诊断方法。由于液压系统故障既有确定性的,也有模糊性的,而且这两种不同形式的故障相互交织、密切相连,通过探讨液压系统故障的模糊性,寻找与之相适应的诊断方法,有利于正确描述故障的真实状态,揭示其本质特征。

总之,智能诊断法还有许多种,但其还处在探索和发展阶段,由于液压系统故障的特征、原因普遍存在模糊性,同一故障可能由不同的原因造成,同一故障可能会产生不同的故障特征,不同的故障也可能引起相同的故障特征,多种故障并发时故障特征就更加复杂,因此,各种智能方法互相取长补短结合运用,是今后液压系统故障诊断发展的重要趋势。

4 液压系统故障诊断方法的应用与发展趋势

目前,我们对液压系统的故障诊断方法还基本上处于第2个发展阶段,诊断技术还主要依靠数学模型、传感器技术、信号分析等传统方法。但随着近些年来人工智能技术的发展,智能诊断的研究也在逐步深入,并在某些领域已经取得了一定的成效。在液压系统故障诊断方面,文献[1]用BP神经网络对液压泵的振动信号进行信息融合,提出了液压泵的神经网络在线状态监测及故障诊断系统。文献[2]把神经网络技术应用于液压控制系统的故障诊断之中,通过具体的实例验证了该方法的可行性。文献[3]利用模糊神经网络与符号推理集成技术,建立了电液伺服阀故障诊断专家系统。文献[4]和[5]在液压系统故障诊断中应用专

液压传动系统的故障分析与诊断方法

王振南

Hydraulic Transmission System Fault Diagnosis and Analysis Method

WANG Zhen-nan

(济南钢铁集团总公司 热连轧厂, 山东 济南 250101)

摘要:运用逻辑分析、条件判断、逐步逼近的方法,对液压系统常见的故障进行分析处理,是一套切实可行的方法;随着经验的逐步积累往往能够起到事半功倍的处理效果。

关键词:液压传动系统;逻辑分析;条件判断;故障分析思路

中图分类号:TH137 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-4858(2006)01-0077-02

1 引言

液压传动具有独特的优点,具有广泛的工艺适应性、紧凑性、灵活性、响应快速性、可控性,在冶金行业中得到越来越广泛的应用。但是,液压系统故障隐形、难以诊断是它的主要缺点,它既不象机械设备那样直观,比较容易判断故障点,也不象电气设备那样可以利用各种检测仪器,可以方便、快速、准确地测量出各种参数,为故障判断提供大量的原始素材。它只有有限的几个压力表、温度表、流量计来显示系统中某些部位的工作参数。液压系统属于封闭的管路系统,客观上给故障的诊断带来一定的困难。这就要求工程技术人员要有深厚的理论技术功底和丰富地现场经验,才能快速、准确

地判断出故障点,并及时拿出处理故障的办法。

家系统的诊断原理和方法,并在实践中得到了应用。文献[6]把模糊逻辑、神经网络、专家系统等智能诊断方法结合起来,通过发挥各种智能诊断方法各自的优点,并应用于液压系统的故障诊断之中。此外,还有不少文献和实例把智能诊断法单独或综合应用于液压系统故障诊断之中,取得了一定应用的成效。

当前,液压系统故障诊断技术的发展已经融合了多学科的技术,其发展趋势必将是多种智能诊断方法相互混合,相互取长补短为主,与多媒体技术、网络技术、信息融合技术、虚拟现实技术等相互融合,对液压系统故障进行综合评判和诊断。

5 结论

本文对液压故障诊断技术进行了综述,分析了液压故障诊断技术3个发展阶段的诊断方法及其特点,指出多种智能诊断方法相互混合、多个学科技术相互融合是液压故障诊断技术发展的必然趋势。

参考文献:

2 液压系统故障分析诊断的一般方法——运用逻辑分析、条件判断、逐步逼近的方法

1) 正确分析故障现象是处理故障的前提

正确分析故障现象是处理故障的前提,液压系统的故障原因有很多,在不同的情况下,总有一种情况是造成故障的最主要的原因。处理故障的第一步就是分清它是哪一类的故障,是压力方面的,还是速度、动作

收稿日期:2005-07-11

作者简介:王振南(1967—),男,山东省郓城县人,高级工程师,主要从事流体设备方面的技术管理与维护和有关新产品的开发应用工作。

- [1] 董选明,等. 基于BP算法的液压泵在线状态检测及故障诊断[J]. 北京航空航天大学学报,1997(3).
- [2] Bailey, S. A neural network approach to transmission line modeling and fault diagnosis of hydraulic press control system[J]. Journal of Systems and Control Engineering, v216, 2002:357 - 367.
- [3] 王向周,等. 电液伺服阀故障诊断专家系统的研究[J]. 北京理工大学学报,1997(3).
- [4] Angeli, Chr. Expert system approach to fault diagnosis in hydraulic systems[J]. Expert Systems, v12, Nov, 1995:323 - 330.
- [5] Gaultney, Larry D. Expert system for troubleshooting tractor hydraulic systems[J]. Computers and Electronics in Agriculture, v3, Mar, 1989:177 - 187.
- [6] 张建华,王占林. 基于模糊神经网络的故障诊断方法的研究[J]. 北京航空航天大学学报,1997(4).
- [7] 石红,等. 液压设备故障诊断技术的研究与发展[J]. 中国机械工程,2001(11).
- [8] 战兴群,等. 基于人工智能的液压系统故障诊断方法的研究[J]. 机床与液压,1997(6).