

液压阀故障诊断的方法综述

□吴文兵 陈章斌

【内容摘要】液压阀任意部位发生故障都有可能影响整个液压系统的正常工作,因此造成的故障种类复杂多样。液压阀故障诊断的方法很多,包括时域和频域方法。但都存在着或多或少的局限性,不过它们不同程度地从多方面丰富了液压阀故障诊断的手段,为液压阀故障诊断技术走向实际应用奠定了坚实的基础。

【关键词】液压阀;故障诊断;高阶谱

【基金项目】本文为福建省教育厅 A 类科技资助项目(课题编号:JA11342)研究成果。

【作者简介】吴文兵(1968~),男,江西临川人;福州外语外贸学院副教授;研究方向:高阶谱。陈章斌,福州外语外贸学院

对于液压阀这类封闭的液压元件来说,任意部位发生故障都有可能影响整个液压系统的正常工作,因此造成的故障种类复杂多样,这就需要我们探讨更多的故障诊断方法来准确定位故障源。在设备故障诊断领域,液压阀故障诊断技术的研究相对起步较晚,其具体采用的方法大体可分为以下两种。一是经验分析法。经验分析方法是根据人体可感观的现象,如温度、声音等,或借助于简单的测试工具,凭经验而定故障。这种方法主要由专业技术人员的主观意识以及故障诊断经验根据设备的工作原理作出的一种智能判定。这种诊断模式很难用数学模型或定性的语言来描述,但是却不能忽略它在工程机械施工中的重大作用。因此对该方法正确的开发和探索会对人工智能诊断和专家系统发展提供一些推理方法和推理机制。二是振动信号分析法。液压阀工作时,其内部工作零部件的性能状态信息通过一定的传递路径反映到阀体的表面振动信号中。液压阀故障特征提取的

依据是振动信号中包含着振源信息以及阀的状态信息。故利用振动信号对液压阀进行不解体故障诊断是行之有效的办法,也是目前方法研究投入精力最大的研究方向。

采取合适的信号分析方法以获取隐藏于传感器观测信号中的重要信息(包括时域与频域信息等),不仅对于液压工程领域还对于许多其他工程应用领域有着重大的意义。振动信号分析中主要用到的是时间序列法。

时序方法属于统计模式识别的范畴,一般来说对工程系统、运行设备进行工况监视和故障诊断,都要取得表达这一系统或设备工作状态的观测数据,这些数据可按观测的时间顺序(或空间顺序、或其他物理量的顺序)依次排列,并各有大小。而正是这种顺序的大小,蕴含了系统状态的重要信息,是运行系统分析和故障诊断的基础。时间序列分析主要包括时域分析和频域分析,前者是通过序列的相关分析建立和获得序列的统计特性规律;后者是通过序列的离散傅立叶

转中心,调上头,方法同上文所述,当工作面调到俯斜 12° 时,停止调面。四是工作面以俯采的方式平推过渡段,此间要根据输送机下滑的程度采取相应的防滑措施。五是当材料巷位置距外材料巷10m时(D点),则以输送机尾为旋转中心,调下头,方法同上文所述。逐步进入外面,整个调面工作结束。

三、调斜回采技术安全措施

第一,调面前,工作面必须保证大线直,支架状态保持完好。旋转中心点附近煤壁采用注浆,打木锚杆固顶固帮。调面时,必须保证茬口上下大线直,每完成一个调斜循环后,必须保证整个工作面支架、输送机、煤壁成一条线。

第二,为了防止输送机下滑,工作面保持每10架安装一个防滑千斤顶。输送机头使用2棵2.5m或2.8m的单体支柱打钗柱。钗柱上端打在输送机头大壳上,下端底部使用方木作鞋,保证有足够的支撑力。在任何情况下都必须坚持自

下而上单向推输送机,不准逆向而行,避免输送机下滑。

第三,工作面缓冲帘防冲网及所有安全设施必须保证可正常使用。支架操作工要站在立柱间面向煤壁操作,严禁站在支架前方操作。

第四,调面茬口必须及时把支架调正,煤壁区空顶不得超过340mm,否则必须使用半圆木配合单体支柱进行临时支护。

四、结语

第一,工作面旋转回采成功地实现了两面合采,多回收煤炭3.85万t,按该矿实际煤炭价格350元/t计算,可得到1347.5万元的直接经济效益。

第二,减少了工作面的一次搬家,缓解了该矿采掘接续紧张的压力。

第三,通过采取有效的安全技术措施保证了工作面的过渡回采,实现了安全生产。

变换进行的现代谱分析。

一、时域分析

实验中采集的信号是时域信号,因此,对信号进行时域分析是一种最直接的分析方法。时域分析中常常采用的诊断方法包括振幅值诊断法和概率密度诊断法。

(一)振幅值诊断法。振幅值是指峰值、均值以及均方根值(有效值)。这是一种最简单、最常用的诊断法,它是通过将实测的振幅值与判定标准中给定的值进行比较来诊断的。均值描述的是信号的平均变化情况,代表信号的静态部分或直流分量,一般用于振动速度较大的情况。均方根值(有效值)反映了信号相对于零值的波动情况,表示信号的平均能量,适用于稳态振动的情况。峰值表现的是信号最大瞬时幅值,反映信号的强度,一般用作具有瞬时冲击的故障诊断。

(二)概率密度诊断法。概率密度函数提供了信号沿幅值分布的信息,是信号(特别是随机信号)的一个主要特征参数。不同类型信号的概率密度函数形状不同,以此可以判别信号的性质。无故障液压阀阀体表面振幅的概率密度是典型的正态分布曲线;而一旦出现故障,则概率密度曲线可能出现偏斜或分散的现象。

二、频域分析

对于液压阀而言,时域分析所能提供的信息量是非常有限的。时域分析往往只能粗略地回答液压阀是否存在故障,有时也能得到故障严重程度的信息,但不能回答故障发生的部位等信息。

信号的频域分析方法是根据信号的频域描述来估计和分析信号的组成和特征量。通过信号的频域分析,可解决以下问题:确定信号中含有的频率组成成分和频率分布范围;确定信号中各个频率成分的幅值和相位能量;分析各信号之间的相互关系;通过频谱分析,根据频谱图中的频率成分以及各有关频率成分处的幅值大小可以实现对液压阀故障的精确诊断。因此,频域分析法具有广泛的实际应用。

目前,频谱分析方法中最常见的是功率谱分析以及高阶谱(HOS)分析(以双谱为主)。

(一)功率谱分析方法。信号的功率谱反映了信号的能量随频率的分布情况,即反映了信号中的频率成分以及各频率成分的能量大小情况。当信号中各频率成分的能量比发生变化时,功率谱主能量的谱峰位置也将发生变化。由于液压阀的振动信号中含有大量的随机成分,所以即使是故障阀体,其故障特征频率成分在频谱图中有时反映也不够明显。为了能够使频谱图比较清楚地表现出故障特征频率成分的谱线,常常要通过滤波处理来提高信噪比,突出故障信息。功率谱方法作为信号频谱分析中一种常用的分析方法,都是以假设信号为最小相位信号为前提,且无法辨别信号的相位信息。

(二)高阶谱分析方法。实际的液压阀振动信号中不仅包含了振幅信息,也包含了相位信息,此时,功率谱分析就体现出明显的局限性和不足,人们将频谱分析逐渐引入到高阶谱分析上面。液压阀阀体振动产生的信号是非线性、非高斯的,高阶谱对高斯信号不敏感,故能有效地消除信号中的高

斯噪声。当液压阀出现故障时,高阶谱可以从幅值和相位两方面同时反映故障的严重程度。因此,高阶谱分析对于液压阀的故障诊断是十分适用的。目前,高阶谱分析主要集中在三阶谱即双谱分析领域,很少涉及四阶谱(三谱)及切片谱分析领域。

(三)支持向量机方法。它是在统计学习理论上发展起来的一种新型机器学习方法,在处理小样本学习问题上具有独到的优越性。将支持向量机的模式分类方法用于机械故障诊断十分有效。这种方法也可以将时序模型参数作为训练样本进行学习、测试。

目前支持向量机主要朝以下几个方面发展:

1. 算法上的提高。Vapnik在1995年提出了一种称为“chunking”的块算法,即如果删除矩阵中对应Lagrange乘数为0的行和列,将不会影响最终结果。Osuna提出了一种分解算法,应用于人脸识别领域。Joachims在1998年将Osuna提出的分解策略推广到解决大型SVM学习的算法。

2. 支持向量机从两类问题向多类问题的推广。一种思想是以Weston在1999年提出的多类算法为代表。在经典SVM理论的基础上,直接在目标函数上进行改进,重新构造多值分类模型,建立k分类支持向量机。

3. 核函数的构造和参数的选择理论研究。基于各个不同的应用领域,可以构造不同的核函数,能够或多或少地引入领域知识。现在核函数广泛应用的类型有:多项式逼近、贝叶斯分类器、径向基函数、多层感知器。参数的选择现在利用交叉验证的方法来确认。

4. 模糊支持向量机。引入样本对类别的隶属度函数,这样每个样本对于类别的影响是不同的,这种理论的应用提高了SVM的抗噪声的能力,尤其适合在未能完全揭示输入样本特性的情况下。

5. 分级聚类的支持向量机。基于分级聚类和决策树思想构建多类SVM,使用分级聚类的方法,可以先把 $n-1$ 个距离较近的类别结合起来,暂时看作一类,把剩下的一类作为单独的一类,用SVM分类,分类后的下一步不再考虑这单独的一类,而只研究所合并的 $n-1$ 类,再依次下去。

6. 最小二乘支持向量机。这种方法是在1999年提出,经过这几年的发展,已经应用到很多相关的领域。研究的问题已经推广到:对于大规模数据集的处理;处理数据的鲁棒性;参数调节和选择问题;训练和仿真。

目前,SVM算法已经成功应用于手写数字识别、语音识别、人脸图像识别、文章分类等问题。随着学者在SVM在回归估计领域研究的深入,越来越体现出SVM回归估计算法的优越性。

三、结语

综上所述,目前液压阀故障诊断的方法很多,并且还在不停地增加,不过这些方法对液压阀故障诊断的现场实现上,都存在着或多或少的局限性。正是这些局限性不同程度地制约了液压阀故障诊断的准确性、可靠性、实用性、适用性等,不过它们不同程度地从多方面丰富了液压阀故障诊断的手段,为液压阀故障诊断技术走向实际应用奠定了坚实的基础。