

工程机械状态检测与故障诊断技术

The Technology on State Detection and Trouble Diagnosis of Engineering Machinery

谢宝义 Xie Baoyi

【作者简介】谢宝义,男,工程师,多年从事设备故障诊断及测试工作。工作单位:石家庄铁道学院图书馆技术部。通讯地址:050043 石家庄市北环东路 15 号。

【摘要】本文在分析我国工程机械状态监测与故障诊断技术现状的基础上,阐述了几种常规的和现代的工程机械状态监测与故障诊断技术。

【关键词】状态监测 故障诊断

【收稿时间】2002 - 03 - 15

工程机械状态监测与故障诊断技术是一门了解和掌握设备运行过程中的状态,进而确定其整体或局部是否正常,以便早期发现故障、查明原因,并掌握故障发展趋势的技术,其目的是避免故障的发生,最大限度地提高工程机械的使用效率。其中状态监测是指对机器的某些特征参数(如振动、噪音和温度等)进行测取,将测定值与正常值进行比较,从而判断机器工作是否正常。故障诊断对机器发生故障的原因、部位及程度等作出判断,从而确定维修方案。状态监测是基础,故障诊断是在监测的基础上实现的。工作过程如图 1 所示。



图 1 状态监测与故障诊断工作过程示意图

1. 设备监测与诊断技术现状

我国开展设备监测与诊断技术研究始于 80 年代初。经过二十年的发展,从理论到实践都取得了较大的进展。目前,国内检测诊断技术的研究主要集中在以下几个方面:

1.1 传感技术研究

传感技术是反映设备状态参数的仪表技术。国内先后开发了各种类型的传感器,象电涡流传感器、速度传感器、加速度传感器和温度传感器等;最近开发的传感技术有光导纤维、激光、声发射等。

1.2 关于信号分析与处理技术的研究

从传统的谱分析、时序分析和时域分析,开始引入了一些先进的信号分析手段,如短时傅立叶分析, Wigner 谱分析和小波变换等。这类新方法的引入弥补了传统分析方法的不足。

1.3 关于人工智能和专家系统的研究

这方面的研究已成为诊断技术的发展主流,目前已有“工程机械故障诊断专家系统”,但这一技术在工程方面的研究尚未达到人们所期望的水平。

1.4 关于神经网络的研究

比如旋转机械神经网络分类系统等的研究已经取得了应用,取得了满意的效果。

1.5 关于诊断系统的开发与研

究

从单机巡检与诊断到上下位机式的主从机结构,直至以网络为基础的分布式结构系统的结构越来越复杂,实时性越来越高。

1.6 专门化与便携式诊断仪器和设备的研制与开发。

2. 几种常规检测诊断技术(方法)

随着现代科学技术的发展,先进的设备诊断仪器不断出现,为设备状态监测、故障诊断提供了方便。

2.1 振动监测诊断技术

工程机械状态的振动检测与故障诊断是应用最普遍、最基本的诊断技术。它利用正常设备与故障设备振动特性(位移、速度、加速度、声响等)的差异来判断故障,根据对振动信号的测量、处理、分析及识别来判断设备运行是否存在问题,进而判断故障部位、原因以及故障恶化程度,最后对故障采取相应的措施。一般说来,工程机械故障约有 60% ~ 70% 是通过振动和由振动辐射出的噪声反应出来。振动监测用于监测转轴组件的平衡性能和滚动轴承、传动齿轮的冲击和噪声,具有方便、准确、灵敏的特点,是比较有效的监测手段。振动监测诊断一般包括以下几个步骤:

(1) 诊断对象要有全面了解。

对诊断对象进行必要的机理分析,如:机器的结构和动态特性(齿轮与轴承规格、特征频率等),机器的相关机件连接情况(如动力源、基座

等);掌握机器的运行条件(如温度、压力、转速等)及维修技术档案(如故障、维修、润滑、改造等);掌握异常振动的形态和特性。

(2)对可能的异常振动部位进行检测。包括设计测点位置和测试工况,确定监测参数(位移、速度、加速度),辨别振动方向等,通过对监测点振动信号的分析,来检查机器运行状态是否正常,以超过允许值的大小来确定故障的严重程度。经过定期或连续监测,即可获得机器状态变化的规律,从而掌握故障可能的发展趋势。

(3)故障诊断。对机器出现的部位、原因和严重程度进行深入的分析,然后作出判断。内容包括:振动波形识别、相关时差定位、包络分析、频响特性与相干分析、瞬时频率变化与相位分析、模糊与神经网络方法诊断、诊断专家系统。

完成上述三步后,即可针对故障采取相应的措施。比如内燃机工作时出现不正常响声,通过机理分析,大多为配合间隙增大或工作不正常引起的零件间撞击声。通过对内燃机异响部位表面振动的监测,与标准状态下的振动特征进行比较,从而分析出异响产生的部位,确定故障的严重程度。所用设备有振动加速度传感器或频谱显示仪等。

2.2 油样分析

油样分析监测技术是通过油中杂质的种类、数量等的检测,来判定机器中摩擦副的磨损程度。目前应用较多的有光谱分析和铁谱分析。光谱分析是利用元素的原子在基态和激发态之间跃迁时要吸收或发射特点频率光量子的特性,分析油样中金属磨粒的种类、数量和增长率从而判断配合副磨损程度和磨损趋势;铁谱分析是利用磁场将油中金属磨粒分离出来,按序排列用以观察和分析磨粒的种类、数量、尺

寸分布和形貌,从而判断配合副的磨损程度和磨损性质。在上述两种油样分析技术中,光谱分析只能从磨损产物的数量中取得信息,铁谱分析除了磨损产物数量之外,还可以通过磨粒形貌取得磨损性质的信息,因而比光谱分析更加敏锐。目前,机油中金属杂质的检测设备有发射光谱测定仪、原子吸收光谱测定仪、铁谱仪等。通过对机油中金属成份的检测,与各金属元素在机油中含量的允许界限比较,超出允许界限的,其可能来源的部件就需要更换或修理。

2.3 机械性能测试技术

应用各种仪器测量机械运转时的性能参数,从而判断机械性能降低程度以及机械性能是否满足使用要求。一般通过机械设备性能参数下降程度来决定它何时修理。

(1) 发动机功率测试

发动机是工程机械的心脏,其功率的大小直接关系到工程机械能否正常工作。当一台机械无力,人工诊断不准是动力不足,还是底盘性能不佳或液压系统功率不足时,可以采用功率检测设备测量发动机在无外载情况下的功率,确定是否为动力不足。目前,功率检测设备有“无外载加速测试仪”。

(2) 液压系统功率测试

液压系统是工程机械的手臂,其功率大小关系到工程机械的工作效率,甚至正常工作。目前,检测设备有动态压力监测系统。动态压力监测系统是通过安装在液压系统中若干压力传感器,将系统工作时的压力脉冲信息及时准确地传输到信号采集系统中,将信号调制、放大、滤波、传输与诊断等,从而作出关键回路原件以及整个液压系统运行状态和性能描述,并实现计算机存贮、输出过程。此项监测系统通过对波形的诊断比较,可以较准确地判别

液压系统中液压泵吸空、溢流阀卡滞等故障,结合压力表、流量计和辅助诊断可以判断液压泵输出功率、液压系统的泄漏等故障。

(3) 工程机械底盘检测、诊断

常用的检测仪器有光学测量仪、五轮仪等。

3. 现代监测诊断技术

随着计算机技术、信号处理技术和测试技术的迅速发展,在设备诊断工程领域中引进了人工智能的理论和方法,形成诊断工程中的现代监测诊断技术。

3.1 计算机辅助监测诊断技术

该技术是在机械状态监测与诊断过程中建立一种以计算机辅助诊断为基础的多功能自动化诊断系统,通过配备的自动诊断软件,实现状态信号的采集、特征提取和状态识别的自动化。如果故障超过允许值,即发出警报指令,通过计算机自动完成故障性质、程度、类别、不为、原因及趋势的诊断和预报,并能将大量的机械或机组运行状态资料贮存起来,工程技术人员可通过人机对话调出查阅,作出诊断决策。这种诊断方法特别适用于各类工程机械的在线监测和自诊断。

3.2 机械专家诊断系统

该系统是一种具有人工智能的软件系统,又称知识库咨询系统。系统简图如图2所示。它不仅包括从信号监测到状态识别,而且包括从决策形成到干预的全过程。不但具有计算机辅助诊断系统的全部功能,而且将机械诊断专家的宝贵经验、思想方法同当代计算机巨大的存贮、运算与分析能力结合起来,形成人工智能的计算机系统。它事先将有关的专家知识和经验加以总结分类,形成规则存入计算机构成知识库,根据数据库中自动采集或人工输入的原始数据,通过专家系统的推理机,模拟专家推理判断思维过程来建立故障档案,解决故障。

(下转第43页)

仪表的检定和修理所需时间各不相同,难于统一。在实施信息化管理以前是无法加以控制的。致使用户经常到期拿不到检定好的计量器具及仪器仪表,有时甚至跑上好几次都拿不到,对此用户意见很大。实施信息化管理以后,根据各计量器具及仪器仪表实际所需的检修时间,制定出各自的“待检期”,并运用计算机技术进行处理。如发现超待检期现象,在没有特殊情况下,要扣发检定人员一定比例的奖金,因此引起检定人员的重视,一般情况下都能在待检期内检修完毕,保证用户能拿到检定好的计量器具及仪器仪表,用户对此很满意。

在用户管理方面,主要是通过用户访问和用户会议,及时了解用户的计量器具及仪器仪表添置和报废情况,及时修改“检定计划表”,防止发生漏检等情况,特别是对于用户增加的计量器具及仪器仪表新品种,在有条件的情况下,适时建立相应的新标准,最大限度地满足用户的需要。同时经常征求用户的意见和要求,不断改进工作作风和工作态度,提高工作质量,最大限度地满足用户的要求,使用户满意。

由此可见,在采用计算机技术,加强信息化管理以后,对该所的主

营业务具有很大的促进作用。

2. 财务管理子系统

财务管理对于每一个单位来讲都是必不可少的,由于财务的信息庞大且复杂,在实行信息化管理之前,往往要到每个报告期,财务报表出来后,才能获得比较准确的财务信息。该所属行政事业单位,财务管理没有生产企业那么复杂,没有复杂的产品成本核算,没有原材料进场及产品销售的财物往来,不存在生产过程中每个工序的劳动定额管理,但日常的收入和支出还是非常复杂的,若不实施信息化管理,也是无法及时获取准确的财务信息,只有开展财务信息管理以后,随时可以获悉单位的收支财务状况,为领导决策提供了可靠的依据,根据财务信息,随时采取措施,增加收入,减少不必要的开支,为不断提高单位的经济效益作出贡献。开展财务信息化管理后,能自动生成各期财务报表,大大提高了报表的准确性和及时性。

3. 质量管理子系统

质量是每个单位的生命所在,对于计量监督检定测试所而言,虽然不生产具体的产品,但检测质量的好坏,也涉及到单位在竞争中的

成败。质量管理信息子系统集合了全面质量管理模型、ISO9000 质量管理的思想,充分发挥信息集成、数据处理量大且快与多角度数据分析的优点,将搜集到的各项质量信息,运用计算机技术处理,迅速发现错检、漏检等情况,并及时采取措施,予以纠正,保证检测准确率达到 100 % 的要求,从而保证了计量器具及仪器仪表的检测质量。

围绕该所的主营业务,还有设备管理子系统、固定资产管理子系统、实验室管理子系统、人员培训及人力资源管理子系统、计量器具、仪器仪表检定与修理管理子系统等,这里这不一一讲述了。

该所为了实现信息化管理,虽然花费了比较多的财力、物力,专门建立了一个局域网,各专业检定室及管理部门均有终端设备,随时将有关信息输入电脑,各管理部门也能及时从中获取有关信息,特别可以为领导决策,提供及时可靠的信息数据。从提高单位的经济效益和竞争能力方面来讲,还是值得的。

参考文献

- [1] 罗鸿. ERP 原理设计实施. 北京: 电子工业出版社, 2001
- [2] 张毅. 企业资源计划 (ERP). 北京: 电子工业出版社, 2001

(上接第 41 页) 别和诊断决策中的各种复杂问题,最后给出用户正确的咨询答案、处理对策和操作指导。其缺点是存在知识获取的“瓶颈”问题。一方面专家知识有一定的局限性,另一方面专家知识表述有相当大的难度。两者造成诊断知识库的不完备。

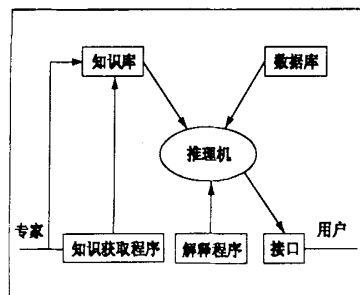


图2 诊断专家系统框图

3.3 神经网络诊断技术

模拟人脑结构的人工神经网络方法是一种全新的、有前景的故障诊断方法。在知识获取上,神经网络的知识不需要整理、总结消化专家的知识,避免了专家知识的表述难题,只需要领域专家解决问题的实例或范例来训练神经网络。神经网络系统的知识获取与专家系统相比,既具有更多的时间效率,又能保证更高的质量。其缺点是未能充分利用专家积累起来的知识和经验,只利用了一些明确的故障诊断事例,而且没有专家系统的逻辑思维能力,诊断推理过程不能解释,缺乏透明度。

4. 结束语

目前,我国诊断技术理论水平已经达到或接近国际水准。但在普及应用上,则与国际先进水平相差甚远,在生产应用服务方面的差距更大。究其原因,主要是理论研究与现场应用研究未能很好的有机结合。有了高水平的理论,需要我们立足于大量现场实践经验积累以及研究人员与现场人员的紧密配合,经不断修改—完善—再修改的过程,使我国诊断技术不断提高发展。

参考文献

- [1] 刘继先. 设备诊断技术在工程机械维修中的应用. 工程机械, 1999(9)
- [2] 温志田. 工程机械检测诊断技术. 科技情报开发与经济, 2000 年第 10 卷第 5 期