

机械设备状态监测及智能诊断系统的研究

杨 兰

(常州机电职业技术学院机械工程系, 江苏 常州 213164)

摘 要: 阐述了机械设备状态监测及智能诊断技术在现代维修体系下的重要性, 归纳总结了传统振动诊断技术, 分析了机械设备故障诊断技术的发展趋势, 阐明了智能诊断技术是未来高精度、高速复杂机械系统可靠运行、正确维护、维修的重要保障

关键词: 机械振动; 故障诊断; 智能诊断; 可靠性

引言

现代化大生产对设备的安全性、可靠性、智能化要求越来越高。由于企业里有经验的维修师傅越来越少, 甚至高新都很难聘到, 这给企业的设备管理、设备维修带来不小的挑战。如何早期预报设备故障、明确设备故障部位、预测设备故障发展趋势是国内外研究机构、广大科技工作者不断探索的课题。企业如果实行现代维修方式, 即开展状态监测及智能诊断技术, 设备的安全运行会得到充分保障。如实行状态维修后, 某石化厂年维护修理工作由 180 台减至 20 台; 某电机厂维护费用下降了 65%。

机器故障是指在它应达到的功能上丧失了能力。产生的原因有人为误操作、零件的正常磨损、环境因素等。故障按形成的时间分有早期故障、随时间变化的故障、随机性故障。

机械系统运行过程是一个动态过程, 运行参数、工况状态不断变化, 机械设备故障诊断技术可以通过振动监测技术、声发射技术、超声诊断技术、油液分析技术、铁谱诊断技术等开展故障监测、诊断, 早期发现故障, 及时维修, 避免重大事故的发生。智能化的监测手段和诊断方式为现代化机械设备稳定性、可靠性的必要手段。机械设备状态监测与智能诊断技术是一门新兴的综合性科学技术, 它包括了测试技术、信号处理技术、计算机应用技术、人工智能技术、神经网络、现代控制理论和模糊数学等, 并应用了多种新的理论和算法等。

1 机械设备振动诊断技术

机械设备故障诊断技术是利用测取机械设备在运行中或者相对静止状态下的信息, 通过对信号分析和处理, 结合诊断对象的历史状态, 定量识别机械设备及其零部件的实时技术状态, 预测故障发展趋势的技术。应用该项技术, 可以保障设备安全、防止突发事故, 还可以保障设备精度、提高产品质量, 并可节约维修费用, 给企业带来巨大经济效益。应用状态监测与故障诊断技术, 用预知维修取代传统的事后维修和定期维修, 是企业未来的发展方向。

机械设备状态监测与故障诊断的诊断方法有振动诊断、油样分析、温度监测和无损检测探伤为主, 其他技术或方法为辅的局面。其中利用设备状态信号的物理特征为诊断手段的振动诊断是理论研究比较成熟、应用最为广泛的方法。主要以测量响得到的各种数据进行分析处理, 将结果与事先制定的某一标准比较, 进而判断机械设备磨损、裂纹、松脱等故障。振动诊断方法的原理分为以下几种: ①频域诊断法; ②时域分析法; ③统计识别法; ④模式识别法; ⑤其它人工智能方法

机械振动在设备上是十分普遍的现象, 凡是运行的设备都存在程度不同的振动。振动是反映机器状态最敏感的参数。机械设备振动诊断就是通过测量分析机器的振动信号获取有关状态信息来判断机械故障的现代设备管理方法。从实施过程看, 可归纳为四个主要步骤: 信号采集、信号处理、状态识别、诊断决策, 如图一所示。

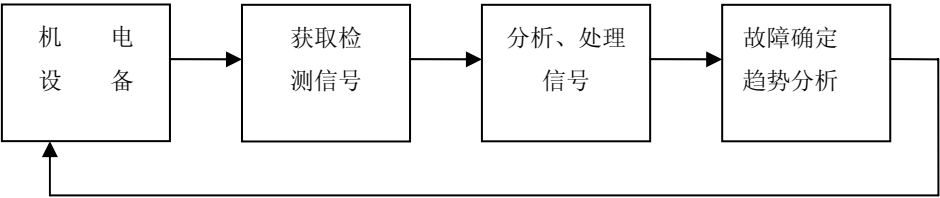


图 1 机械设备故障诊断实施步骤

在振动信号的分析处理方面，除了经典的统计分析、时频域分析、时序模型分析、参数辨识外，近来又发展了频率细化技术、倒频谱分析、共振解调分析、三维全息谱分析、轴心轨迹分析以及基于非平稳信号假设的短时傅里叶变换、Winger 分布、Hilbert-Huang 变换和小波变换等。

而当代人工智能的研究成果为机械故障诊断注入了新的活力，故障诊断的专家系统不仅在理论上得到了相当的发展，且已有成功的应用实例，作为人工智能的一个重要分支，人工神经网络的研究已成为机械故障诊断领域的一个最新研究热点。

2 智能诊断系统

传统诊断方法对单过程渐发性故障的简单设备较好，对复杂设备故障诊断具有一定的局限性。尤其是数控机床、交流伺服驱动装置等正在向数字化、小型化、高精度等方向发展，传感器的布置、安装等问题为信号测控带来新的挑战，为了减少大型、高速、连续、自动化设备的故障率，重大事故发生，智能化故障诊断系统应运而生。

基于计算机的智能诊断技术是九十年代故障诊断领域

的前沿学科，是一种基于专家知识和人工智能技术的诊断方法，是人工智能技术在故障诊断领域中的应用，在国内外受到了普遍重视和广泛的应用。主要用于判断系统故障的所属种类和严重程度。诊断方法可分为专家系统故障诊断法、模糊故障诊断法、灰色关联度故障诊断法、神经网络故障诊断法、数据融合故障诊断法和基于范例推理的故障诊断法等。其中基于知识的专家系统是起步早，目前得到成功应用的典型范例。

2.1 专家系统

专家系统最初研究的是问题求解，以后由于科技水平的提高和理解的深入，有必要将人工智能技术用来解决和辅助解决复杂的实际问题。专家系统作为一种智能化的计算机程序系统，是 20 世纪 60 年代初产生的一门实用学科，是人工智能应用最广泛的子领域之一。近年来已广泛应用于机械设备故障诊断中。它能够利用专家的经验、知识，模仿人类解决问题的思维方式，对诊断问题作出具有专家级水平的结论。故障诊断专家系统结构如图二所示

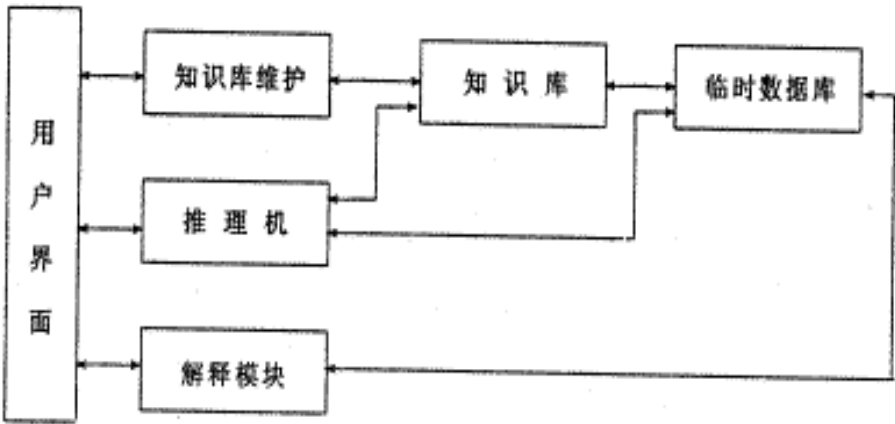


图 2 故障诊断专家系统结构框图

专家系统能记录、传播专家的经验,比如高级维修技师可以把他的知识体现在知识库;专家系统可以有众多的专家知识、经验的汇总,比如机械专家、电气专家等。现在,专家系统已在各方面得到广泛应用,尤其是工业部门。成功的专家系统有这样的特点:启发性,透明性,灵活性。国内外已开发出各种技术诊断系统。比如:国外某公司开发的汽轮发电机组振动诊断专家系统,在建立逻辑规则的基础上,设有表征振动过程各种成分与其可能故障源之间关系的概率数据,系统具有人一机对话形式。该系统含有900条知识规则,库容强大。某工程公司开发的基于专家系统的状态监测与诊断系统具有多参数的趋势分析和预报的功能。意大利米兰工业大学研制的汽车电路维修专家系统,采用逆向推理,知识库有100多条规则,有测试规则、仪表测试结果规则、演绎推理规则三项。国内东北大学在轧钢机轧制系统的故障诊断专家系统、西安交通大学的旋转机械专家系统就是较为成功的实例。

2.2 人工神经网络

人工神经网络由大量简单的处理单元(称为神经元)相互连接而形成的复杂网络,是对生物神经系统的模拟,在推理中引用了模糊规则。功能上有容错、结构拓扑鲁棒、联想、推测、记忆、自适应、自学习、并行和处理复杂模式的功能,在多故障、多过程、庞大复杂机器和系统的监测及诊断中发挥着较大作用。由于多媒体技术、生物计算技术、分布式人工智能和知识发现等技术的兴起,在机械故障诊断中得到更广泛的应用。在监测方法上,不再是单参数的阈值比较,取而代之的是基于信息集成、融合、信息分解、提纯等技术的监测方法它包括故障检测、故障分离和故障辨识。故障诊断

能够定位故障并判断故障的类型及发生时刻,进一步分析后可确定故障的程度。由于设备的高速、集成化、自动化,研发基于专家系统、神经网络、模糊逻辑等的混合智能监测、诊断系统将成为研究热点。人工智能领域最具有智能特征和最前沿的研究方向之一是机器学习,通过构造智能学习机让机器自身具有获取知识的能力基于行为的人工智能、分布式人工智能等新理论的提出,智能诊断技术也在不断发展。将现有的先进故障诊断设备和监测技术进一步推广应用,实现高精度、低成本、高效率的诊断系统成为亟待解决的问题。

参考文献

- [1] 黄文虎,倪维斗,蒋瑞金. 汽轮机发电机组振动故障诊断专家系统的知识范围[J]. 中国电力, 1996, 29(10): 24-28.
- [2] 张雪江,朱向阳,钟秉林,等. 基于退火演化算法的知识获取机制的研究[J]. 控制理论与应用, 1998, 15(1): 93-99.
- [3] 虞和济. 故障诊断的基本原理[M]. 北京:冶金工业出版社, 1989.
- [4] 钟秉林,黄仁. 机械故障诊断学[M]. 北京:机械工业出版社, 1997.
- [5] 刘晓颖,桂卫华. 复杂过程的故障诊断技术[J]. 计算机工程与应用, 2001(7): 11-16.
- [6] 屈梁生,何正嘉. 机械故障诊断学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1986.