

汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术及应用

曹胜华, 陈雪峰, 张学孟

(国电南京自动化股份有限公司, 江苏 南京 210003)

摘 要: 介绍了汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术国内外研究情况, 通过实际调研指出汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术主要应用情况, 说明实际应用中发挥了一定作用, 分析出主要存在的四个方面问题, 需要继续开展深入研究。

关键词: 汽轮发电机; 发电机组; 状态监测; 故障诊断

0 引言

电力是社会生产和生活的主要能源来源, 发电机组是产生电力的重要设备, 随着电力系统“厂网分开、竞价上网”改革的不断深入, 提高汽轮发电机组运行的经济性将是发电企业不断追求的目标。众所周知, 汽轮发电机组运行的经济性主要取决于机组的热效率和可用性。而在现今科学技术水平下, 发电机组的效率已经接近极限水平, 很难再有更大提高。但是, 由于大型发电机组频繁参与调峰, 使得故障机率增大, 严重影响了发电机组的可用率。因此为了进一步提高机组运行的经济性, 近年来人们把注意力更多放在提高设备可用性上, 希望通过利用先进的理论分析、状态监测、故障诊断、运行优化等技术来进一步延长机组维修间隔, 缩短维修时间。同时, 借助于汽轮发电机组的性能监测与诊断优化技术可以实现对设备故障的早期发现并预测其未来的发展趋势, 有利于避免恶性事故的发生, 及时调整发电机组的运行方式, 提高机组的经济性和运行可靠性, 逐渐实现状态维修的目的。

为此国内外许多专家学者及工程技术人员致力汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术的研究与应用。

1 状态监测和故障诊断技术

所谓汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术^[1]主要就是在汽轮发电机组运行中或基本不拆卸全部机械设备的情况下, 掌握汽轮发电机组的运行状态, 找出产生故障的部位和原因, 并预测预报未来的技术。因此, 它是防止事故和非计划停机的有效措施,

是保障发电设备的安全、可靠运行的有效措施, 也是旋转机械设备维修的发展方向。

国外研究情况, 美国于1976年开始电站设备的计算机在线诊断工作, 法国于1978年研制了在线振动监测系统, 经过多年研究推出了不少成熟产品, 其中不少状态监测和故障诊断系统配备到了国内外的大型发电机组上, 取得良好应用效果, 其中应用广泛状态监测系统有GE-Bently3300、3500, EPRO的MMS6000等。据国外资料显示: 故障诊断系统应用取得了良好经济效益。日本实施故障诊断后, 事故率可减少75%, 维修费用可降低25%-50%; 英国经过对2000个大型工厂的调查表明, 采用故障诊断技术后, 每年节约维修费用3亿英镑, 而故障诊断系统的成本为0.5亿英镑, 收益为投入的6倍。

国内研究情况, 研究起步较晚, 从80年代开始了全方位的研究, 至今许多高校和科研院所进行了大量的研究, 但这些单位研发的产品真正能够获得应用, 并在生产中发挥实际作用非常少。产品有北京英华达电力电子工程科技有限公司生产的EN9000大型旋转机械振动监测保护诊断系统、北京华科同安监控技术有限公司研制的TN8000机组振动在线监测分析故障诊断系统等。

国内高校东南大学和西安交通大学研究较多。东南大学以热动学科为基础开展相关研究, 拥有火电机组振动国家工程研究中心这一个国家一级火电机组安全评估机构。西安交通大学研究的比较早, 以机械学科为基础综合运用信号处理、信息论、计算机技术、人工智能等理论和方法, 在机械监测、故障诊断和设备维护等方面开展了深入的研究, 在线监测和诊断系统力求全面收集状态信息, 对机械的径向振动、轴向

振动、轴承油温、转速、流量、压力等量值进行实时监测。在诊断分析方面,诊断分析软件方法先进、分析功能齐全。独创了全息谱理论和技术以及全息动平衡技术,并在实践中得到了一定的应用,取得了较好的经济效益。

国内外研究表明,对汽轮发电机组的状态监测和故障诊断技术研究有重大意义,主要归结为如下几个方面:

1)及时掌握汽轮发电机组运行状态异常或故障的早期征兆,以便采取相应的措施,将故障消灭在萌芽状态,避免或减少重大事故的发生。

2)一旦发生故障,能自动记录下故障过程的完整数据和信息,以便事后进行故障原因分析,缩短维修时间和费用,提高汽轮发电机组利用率,避免再次发生同类事故。

3)通过对设备状态异常的原因和性质进行分析,采取适当措施,对设备状态实行在线调整,延长运行周期,为生产和维修决策提供科学依据。

4)实现了检测与诊断的智能化,减少了因缺乏专业知识而出现误诊的人为因素,为潜在的和未知的多故障能提供可靠的诊断。

5)随时掌握设备运行状态的变化情况、各部分性能的劣化程度和机械性能发展趋势,对设备状态变化情况做到心中有数,提高设备管理现代化水平。

正是由于国家认识到汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术重要性,所以所有大型汽轮发电机组都配备相应系统。

2 实际应用

经过对多家火电发电厂调研,目前各种状态监测和故障诊断系统特点是:硬件所占比例很大,采集信息多、处理速度快,机械参量监测功能强。主要应用情况如下:

1)状态监测系统(TSI),电厂都将此系统作为汽轮机组必备的重要保护系统,而在实际使用过程中,一般采用的功能都很少,因为该系统的作用主要是将传感器的信号进行调理、中转、采集及计算并上送DCS显示及TDM进行故障诊断分析,因而电厂一般将机组的轴瓦温度投保护,而其它的振动位移量、涨差等超限仅作一般的报警监视用,此中原因:轴瓦温度变化是个直接量,不受其它因素影响,而振动位移变化及涨差等有可能是外部电气故障或在机组开

停机时及蒸汽温度不平衡时均会出现变化,故而一般作报警用。本特利的TSI系统因其进入国内电厂较早,已有几代产品在运行,因其传感器及装置硬件的可靠性和稳定性,并在电厂的长期使用,已得到了电厂技术人员的广泛认同。

2)故障诊断系统(TDM),此系统为TSI系统的后台分析系统,由于国外的TDM系统价格比较昂贵,所以电厂一般不配置此系统,即使有些电厂配置了此系统,由于TDM系统的诊断结果一般以图形、棒图等方式显示,缺少可靠的专家诊断系统,而现场人员又缺乏相关状态监测和故障诊断知识,因此很难将此系统应用起来,国外的通用做法是将安装了TDM系统的电厂连接起来组成一个网络,由相关的振动专家对各个厂家的设备进行实时检测分析,同时将客户分成“金牌、银牌、铜牌”三类,按不同的客户类型进行收费服务。国内一般是电厂将该项服务承包给电科院或中试所,一旦发现机组异常,就请相关的单位来人解决问题,有可能是将电厂本身TSI的数据导出进行分析,有的甚至是借助自带的或现有的传感器进行现场录取数据再进行分析、解决问题。故而电厂对TDM系统的产品不是很关心,只要TSI系统运行正常就可以了,同时也不配备该方面的专业技术人员。

从应用情况看,目前各种汽轮发电机组状态监测和故障诊断系统对于汽轮发电机组监测、保护和故障诊断均有一定的作用,但从应用的角度综合看还存在问题。主要存在问题如下:

1)故障诊断系统缺少电气参量变化对机械性能影响研究:由于汽轮发电机组是一个融机械系统—热力系统—电力系统于一体的高速转动机械,机组故障诊断的最终目的是指导机组的运行和状态维修。但从现有的故障诊断系统来看,故障诊断系统均只对汽轮发电机组的某一种故障(大多数是对振动故障)诊断进行研究,缺少电气参量变化对机械性能影响研究,研究不够完备。

2)故障诊断系统使用效果不佳:由于机组故障诊断是一项专业性非常强的技术,现场运行人员缺乏相关知识,无法利用故障诊断系统提供的信息进行有效诊断分析,像故障定位、动平衡配置等深层问题更无从下手,所以一般是请专家到现场解决问题,因此故障诊断系统使用效果不佳。

3)现场干扰影响系统可靠性:由于目前传感系

统到监测保护系统距离较远,现场电磁干扰严重,有效信息通过电信号传输,因此有效信息时刻存在被干扰可能,当干扰出现时,只能通过重新布线等手段消除干扰,这种情况影响了系统可靠性。

4) 故障诊断系统的状态预测功能不完善:从现场的应用角度看,机组的状态监测与诊断系统必须具备正确反映设备当前的运行状态、准确诊断设备潜在的隐患及其程度,并预测未来一个阶段内设备运行状态的发展趋势这三项功能,才能满足现场工作的需要。但从现有的故障诊断系统来看,对机组的状态监测与诊断均得到足够的重视,而对机组运行状态的预测功能,国内的故障诊断系统很少具备。实际上,状态预测是现场生产更为迫切需要的一项功能。因为机组终究不会始终处于故障状态,现场人员更关心的是机组继续运行下去是一种什么状态,以便心中有数,更好地指导生产。由于机组的实际运行中,运行情况是在不断的变化中,因而,单靠现有的趋势图等方法是对机组的未来状态进行准确预测的。

以上存在问题影响了汽轮发电机组状态监测和故障诊断系统应用效果,因此需要继续开展深入研究。

3 结束语

电力是社会生产和生活的主要能源来源,发电机组是产生电力的重要设备,因此对汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术的研究与应用意义重大。本文介绍了汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术国内外研究情况。通过实际调研指出汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术主要应用情况,说明实际应用中发挥了一定作用。分析出主要存在的四个方面问题,需要继续开展深入研究。随着汽轮发电机组状态监测和故障诊断技术完善和提高,将来为电力安全生产发挥更大作用。

参考文献:

- [1] 倪秋华,朱晓东. 汽轮发电机组状态监测和故障诊断的发展与趋势[J].汽轮机技术,2011,53(3):220-222.

作者简介:

曹胜华(1968-),男,湖北人,高级工程师,主要研究方向嵌入式系统与智能控制、电机控制系统设计、电力电子技术应用, E-mail: csh_usm@yahoo.com.cn。