

水轮发电机组在线监测的现状

张益宾, 曾成碧

(四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065)

摘要:随着水电事业的蓬勃发展,大量水轮发电机组投入使用。如何维护以及保障其运行安全就显得相当重要了。在此背景下,在线监测作为一种极具优势的方式受到了高度的重视,并得到了极大的发展,取得了丰富的成果。然而,由于这些新方法,新成果的分散性,使得对其研究带来了一定的困难。因此,对它们进行分门别类的整理,分析,归纳总结就显得有必要了。本文的目的就在于此。

关键词:水轮发电机组;在线监测;局部发电;振动

中图分类号:TV738

文献标识码:A

文章编号:1672-4984(2005)03-0023-03

Actuality of turbogenerator units'on-line monitoring

ZHANG Yi-bin, ZENG Cheng-bi

(College of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: With the flourish development of hydropower, great deals of turbogenerator units have been applied. So how to maintain them and insure their safety run become very important, In this background, as a very preponderant method, on-line monitoring has been attach very importance to, gotten a great development and gained a good harvest. However, the decentralization of these new methods and achievements cause difficulty in study on them. So it is very necessary to coordinate, analyze, sum up them. And this paper'cause is this.

Key words: Turbogenerator units; On-line monitoring; Partial discharge; Vibration

1 引言

“十五”期间,我国的水电事业继续保持迅猛发展:由 2000 年年底的 7935 万千瓦激增到 2003 年末的 9500 万千瓦。水电事业的蓬勃发展,使得水轮发电机组得到了大量的应用。由于发电机在电厂中所处地位非常重要,一旦发生故障,将会造成巨大的损失。因此保证其安全运行就显得尤为重要。

在线检测技术由于其在机组维护以及确保机组安全运行上相对于传统方式的巨大优势,使得其受到高度的重视。目前,水轮发电机组在线监测早已成为有关部门研究的热点之一,各式各样新颖的在线监测方式方法层出不穷,亦有大量的在线监测系统研制成功且投入使用,在本文下面的篇幅中将根据监测参量对其中某些具有一定代表性的监测分别进行介绍。

2 水轮发电机组在线监测

2.1 水轮发电机组电量的监测

目前,国内外对水轮发电机组在线监测参量中的各电量(功率、电压、电流)的监测多数利用现已成

熟的计算机监控系统(SCADA),国外的如委内瑞拉的古里水电厂计算机控制系统(GCS),国内的如 2002 年左右,清华大学与福建省电力系统研究和生产单位合作,共同开发完成的水轮发电机组在线检测与诊断系统。必须指出的是,水电厂的计算机监控系统(SCADA)具有相当强的监测功能,应合理地利用这一部分的数据资源。SCADA 系统采集的运行参数越广泛,在线监测的工作人员就会相对的减少,以充分体现整个系统先进的技术经济性。另外,近几年来,大型水轮发电机组在线监测系统的设计中有将机组电量监测与 SCADA 系统分离,单独模块化的趋势,其电量监测在不干扰 SCADA 系统及电站其他自动控制装置和保护装置的情况下利用变送器来实现。

2.2 振动监测

发电机振动监测包括主轴 X, Y 两方向摆度(上、下导轴承处)、上下机架垂直与水平振动等。振动监测由于已有执行标准故而已经广泛应用于水轮机组。90 年代初,我国就已经研制出一批水轮机振动监测分析仪,水轮发电机组振动(16 通道)在线分析系统等。如以微机(AST286)为核心的 DAS 振

动摆度微机测试分析系统。较近的有于1998年首次通过中国科学院计量研究院的测试的由深圳帝佑电子生产的BZJ-1A摆度振动监测仪。而国外在振动监测方面已经发展到具有应用面广,功能比较全面的阶段,不仅可以监测,还可以指导安装、调整。但同时存在监测量和监测点少,诊断功能弱的缺点。其代表产品如德国申克公司Vibrocontrol 4000,在我国多家水电站得到了应用,是一种较为理想的振动监测产品。

2.3 气隙方面

在气隙监测方面国内的研究与应用水平还比较低,尤其进行动态气隙监测的不多。气隙监测技术一般利用电容测量技术,将平板式电容传感器粘接到定子内壁上,电子采集单元进行信号采集与传输,计算机控制测量模态和进行过程分析。另外还有光纤传感器测量法这种方法。实践证明这二者测量结果都能保证精度,光纤测量价格比较昂贵,相比之下利用电容传感器具有测量安装方便、不干扰发电机工作、造价低等突出优势。就气隙监测系统而言,国外的有1986年加拿大魁北克水电(IREQ)与瑞士Vibro-Meter公司合作生产的一种电容气隙监测系统,并运用在北美和巴西20多台水轮发电机以及我国葛洲坝电站14号机上。再有著名的维护波监测公司Vibrosystem公司的AGMS系统。该系统能提供气隙的数值(包括最大值,最小值,平均值),还能进行综合分析、检查气隙不均匀度、识别和诊断异常情况、给出定子,转子圆度和偏心等参数。是一种功能完善,应用广泛的系统。以及2001年左右,Foster-Miller技术公司引进的MicroDAU(uDAU)系统。它已在圣劳伦斯河上NYPA的Robert Moses发电大坝上得到了运用。而我国则在1995年,由水电部机电研究所研制成功了FQJ型气隙监测仪并投用于白山水电站2号机,填补了国内在气隙监测技术产品方面的空白。而近几年,国内研究则鲜有建树。

一般来说,发电机气隙随时间呈缓慢变化,在线连续监测的必要性不大。但从加拿大魁北克等电厂在老机组的运用情况来看,进行在线动态气隙监测有助于评估设备状态,科学制定检修日程,并为综合分析发电机运行状态提供大量有用的信息,为预测机组寿命提供依据。作为水轮发电机组状态检测的一个重要变量,尽快将气隙列为在线监测项目已经成为当务之急。

2.4 局部放电监测

国外自50年代以来,围绕这项技术已经展开了大量的研究工作,使该项技术有了很大的发展。其

技术已经从窄带系统逐渐过渡到宽带系统及至超带系统。国外已成功地将多种技术应用于电机的局部检测中,它们是:(1)中性点耦合监测方法。(2)便携式电容耦合监测法。(3)射频监测法。(4)PDA监测法。(5)电阻式测温元件监测法。而国内在局放在线监测方面的研究起步较晚,发展也比较缓慢。特别是由于局部放电过程比较复杂,到目前理论仍很不完善,对该方面的研究带来了很大的困难。1990年上海市将“射频监测仪”列为科技攻关项目,由上海第二工业大学和当时的上海科学技术大学同时中标。1992年5月完成研制,10月份通过鉴定。工大的射频监测仪目前已应用于国内多台电机上,科大的射频监测仪在上海电厂也有很好的应用实践。两套系统完全达到了80年代初西屋公司的产品水平。其放大器中心频率为1MHz,宽带5kHz,装置选择性好,抗干扰性强,但由于通带过窄,获得的信息少,灵敏度低且不具备局放综合特征分析能力。上海交通大学研制的局放在线监测系统包含了一套窄带系统和一套宽带处理系统,宽带系统采用高速长时间采样,用DSP及计算机对大量数据进行处理,提取信号的特征值存于数据库中,通过对电机的长期监测来判断电机的绝缘损坏情况。窄带系统用来作对比研究。

从技术上来讲,国内研制的设备可以分为窄带系统和宽带系统。对于窄带系统来说,它只对局放后期严重的火花放电比较敏感,并且不能区分机内和机外放电信号以及进行故障分类和定位。对于宽带系统来说,带宽越宽,采集的局放信息越丰富,但对系统的要求也越高。一方面要求有较高的采样率和数字处理能力,另一方面干扰的鉴别也是关键。

2.5 气蚀在线监测

80年代中期,据美国电力研究所有关水电可靠性的研究表明:水轮机非计划停机及修理费用过高,其主要原因是汽蚀破坏及相关的机械振动。并指出:传统上利用测量轴及轴承振动的方法对于检测汽蚀并评价其严重性并非很合适,建立汽蚀在线监测将是最好的投资。此后EPRI(美国电力研究协会)和加拿大IREQ公司相继应用加速传感器测量声传播信号,利用全波整流频谱进行分析以实现水轮机汽蚀进行监测。研究表明:这是检测汽蚀的发生和严重程度的一种可行方法。在此基础上,1988年美国声学ORE公司推出商品化了的声学7910型汽蚀监测系统。它以全波整流频谱分析为基础,应用加速度传感器测量水轮机气蚀的声传播强度,用叶片通道调制水平来评定水轮机的气蚀状

况,用棒图表示气蚀噪声电平的强弱。并可预测气蚀剥蚀量。

目前,我国对水轮机气蚀的监测还停留在凭感觉或定期查看的阶段,运行人员不能适时地掌握水轮机气蚀状况及发展趋势,不利于机组的准确适时维修。国内水轮发电机组汽蚀调查报告显示:和国外先进水平比,我国汽蚀仍然是比较严重的,国内一般汽蚀大修约在 4~5 年的间隔,而国外一般可维持 7~8 年大修间隔。对水轮机进行汽蚀在线监测,水电站的运行人原旧可根据所获信息来减低汽蚀维修成本和改进机组的综合特性曲线,这对增强机组运行可靠性、提高电厂经济效益具有重要的意义。

3 结束语

水轮发电机组故障诊断技术与当代前沿科学的融合是其发展方向。其发展趋势应是传感器的精密化、多维、诊断理论、诊断模型的多元化,诊断技术的智能化,具体表现在以下几个方面:(1)与最新信号处理方法相融合。随着小波分析等信号处理方法在诊断领域中的应用,传统的信号分析技术有了新的突破性进展。(2)与现代智能方法的融合。随着智能技术的不断发展,采用各种智能方法以及各种智能方法的综合,对机组实施状态的智能监测和故障

的智能诊断将是机组监测与诊断技术的最终目标。(3)与非线性原理和方法相融合。水轮发电机组在发生故障时,其行为往往表现为非线性。如转子在不平衡外力的作用下表现出的非线性特征。随着混沌和分形几何方法的日趋完善,这一诊断问题无疑将得到进一步解决。(4)与多传感器的融合。为了对水轮发电机组的运行状态有整体的、全面的了解,必须对机组进行全方位、多角度的监测。因此,可以采用多个传感器同时对机组的多个参数进行监测,然后按照一定的方法对这些信息进行融合处理。

参考文献

- [1] 刘正超,李福祺.发电机气隙距离,磁场强度和轴电压的在线监测[J].大电机技术,2003,2:4-7.
- [2] 冷晓梅,杜鹏刚,等.发电机转子在线监测[J].大电机技术,2002,2:30-33.
- [3] 吴长利,王辉斌.水轮发电机组振动在线监测系统的设计选型及维护[J].湖南电力,2001,21(4):15-17.
- [4] 毛玉静.水轮发电机组振动摆度的在线监测[J].水电厂自动化,2001,83(3):74-76.
- [5] 申建.水轮发电机组的振动、摆度测量及在线诊断探讨[J].四川水能发电,2002,21(2):29-32.
- [6] 杨春明.水轮发电机定子绝缘局部放电的在线监测[J].云南水利发电,2002,18(1):92-93.

(上接第 16 页)

测试,正确率为 76.40%,比距离函数作判决的精度稍高。增大 th_1 或减小 th_2 ,判决结果将偏向于英文,减小 th_3 和 th_4 ,判决结果将偏向于日文,增大 th_5 和 th_6 ,将增大拒识率。调节相应的门限值,就能改变判决结果,使识别工作更具人性化、灵活性、交互性。

3 进一步的工作

对大量的文档图像的识别表明,采用我们改进了的基于小波分解纹理分析的文种识别方法,对于区分西方文种和东方文种具有较好的效果,但不易区分东方文种中的不同文种。以区分中文与日文为例,因为我们的图像文档很多都有中文手写体,而中文手写体笔划较圆润,其对角信息比方方正正的印刷体多,接近日文的对角信息,故手写体的中文较易判为日文。

我们今后的工作,一方面是进一步探求提高小波分解纹理分析的文种识别方法的精度,另一方面

是尝试其他基于整体特征的文种识别算法。

参考文献

- [1] S.L. Wood, X. Yao, K. Krishnamurthi, L. Dang. Language Identification For Printed Text Independent of Segmentation, Proc. of IEEE ICIP 95:428-431.
- [2] Chew Lim Tan, Peck Yoke Leong, Shoujie He. Language Identification in Multilingual Documents.
- [3] A. Lawrence Spitz. Determination of the Script and language Content of Document Images [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19(3): 235-245.
- [4] Tan T N. Rotation invariant texture feature and their use in automatic script identification [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1998, 20(7): 751-756.
- [5] S.R. Fountain, T.N. Tan, K.D. Baker. A Comparative Study of Rotation Invariant Classification and Retrieval of Texture Images.
- [6] 曾理,唐远炎.基于多尺度小波纹理分析的文字种类自动识别[J].计算机学报,2000,23(7).