

风力发电机组在线振动监测系统的应用研究

武丽君, 刘衍选, 蔡晓峰

(大唐集团华创风能有限公司, 山东 青岛 266111)

摘要:在线振动监测系统可以及时发现风力发电机组故障的早期振动征兆,揭示故障的原因、程度、部位、发展趋势等,便于风力机维护,避免和减少重大事故的发生,节约成本。介绍了状态监测系统的国内外发展背景及现状,指出了振动监测在风力发电机组安装应用的必要性。分析了风机在线监测系统的组成及结构,并针对风力发电机组的振动特点,对现场测量点的分布做了研究。最后提出了在线监测系统未来需要解决的问题。

关键词:在线振动检测;风力发电机组;故障;振动

中图分类号:TP23 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2014)07-0150-03

Condition Monitoring System 状态监测系统简称 CMS,最早应用在石油开采、石油化工、电力、冶金、煤炭、造纸、烟草、水/污水、地铁、水泥、船舶等行业。由于近年来风力发电行业的迅速发展以及对风电机组检修工作的逐步开展,对设备的状态监测工作提出了更高的要求。

风电机组振动状态监测分析与故障诊断系统是基于风力发电这一特殊的应用领域开发设计的,采用“集散式拓扑结构”,通过安装于每台风机机舱的数据采集装置实现数据的采集,而所有的分析功能都通过设立在风场升压站的数据服务器系统的分析监控软件来实现。系统主要通过在线监测主轴轴承、齿轮箱、发电机等关键部件的振动,分析这些部件的运行状态,并且根据运行趋势,采用预知维修和故障诊断技术可以大大减少盲目维修及突发性性事故停机的时间,延长机组连续运行的周期,给公司生产运维带来极大的效益^[1]。

由于兆瓦级以上风电机组的大量安装,在国际上风机制造商也开始将振动状态监测技术集成到风力发电机组中,2004 年至今,包括 Vestas、Nordex、Suzlon 在内的各大风电设备供应商在风机出厂前就安装了相应的状态监测系统,作为风电场维修的重要组成部分。在国内,风电机组振动状态监测系统从 08 年为起步阶段,目前五大国电新能源发电公司都开始大面积的批量安装振动状态监测设备。

随着在线监测系统在风力发电机广泛应用,目前国内外很多厂家在线监测系统的研究与开发,例如通用电气公司的 Bently Nevada 系统、SKF 公司的 Wind-Con 系统、德国 FAG 公司 FAG X1、德国 PRUFTECHNIK 公司 VIBROWEB-XP 诊断型的在线监测系统等。国内针对风力机的状态监测设备在市场上的应用,也有很多相关单位开始风力机组在线监测系统研究与开发,东方振动和噪声技术研究所 DASP,西北工业大学旋转机械与风能装置测控研究所 CAMD-6100、阿尔斯通创为实 S8100、北京国旋新力科技发展有限公司 SD2100 系统等^[2]。

1 安装 CMS 系统的意义

随着风力发电机组投运规模的扩大和运行时间的增加,设备机械故障趋于常态化,振动状态监测技术可对实现风机设备运行过程中有效的预防和发现故障,有计划地对其进行维护,提高机组运行的安全性和经济性。

在风力发电机组 20 年设计寿命中,齿轮箱和发电机维护费用占风机所有维护费用的 60%以上,风机运行 20 年内部件维护费用(按系统分类)权重分布见图 1。

从图 1 可以看出,发电机和齿轮箱的损坏对于风电场发电量和维护成本影响很大,如何保证齿轮箱、发电机等机械零部件的可靠性,做到预防性维护,已经成为亟待解决的问题。风力发电机组在线监测技术的宗旨是提前发现机组的潜在故障,及时发现风电

收稿日期:2014-04-09

基金项目:中国大唐集团科技项目(DTKJ-KY-2014-25);国家科技支撑计划资助项目(2012BAA01B01)

作者简介:武丽君(1988—),女,山东菏泽人,青岛华创风能有限公司,检测技术与自动化装置硕士,研究方向:风力发电技术、振动监测。

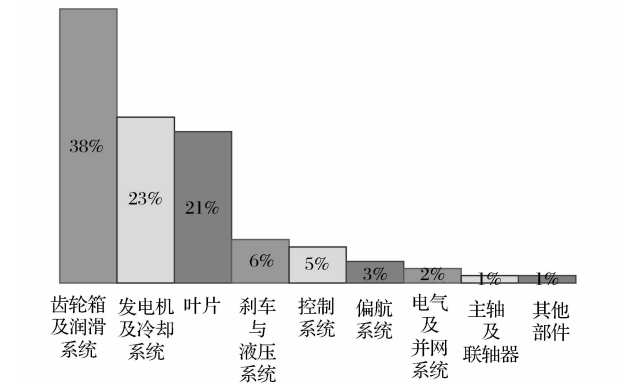


图1 风电机组部件维修费用权重

机组的问题,降低大部件故障恢复成本,保证发电量。对风电机组实施在线振动监测的意义具体表现如下:

- 1) 预知故障:对机组可能发生的故障及时预警,可进行基于状态监测的维修;
- 2) 明确故障部位:积累原始数据,为制定维修计划提供依据,避免过度维修或维修不足,节省维修成本和时间;
- 3) 合理安排零部件库存:减少备件数量,降低损耗率,也保证部件更换有足够的准备。

2 CMS 系统组成及结构

风机状态监测与故障诊断系统是集数据采集、状态监测、振动分析、故障诊断为一体的多任务信息处理系统。可以将其分为三级,其网络拓扑图如图2所示^[3]:

第一级为机舱采集设备,包括 ICP 加速度传感器,数据采集器,光电转换器,以及环网交换机,采集到的数据通过风场光纤环网传到数据服务器;

第二级为放置于升压站中控室的数据服务器,分析程序安装于此服务器内,现场技术人员可以从这个服务器的终端获取本风场的机组运行状态;

第三级设立在集团的数据中心,可以将集团所有的数据都传送到数据中心,行业专家,专业技术人员可以更高层次的分析诊断和管理,最后将分析报告按月或季度提交该给用户。

3 风力发电机组监测点分布

传动系统是兆瓦级风力发电机组的关键部件,是实现风能转换和传递过程的主要承载部件,主要包括主轴、齿轮箱、发电机。风电机组常见故障有:风机叶片不平衡;不对中;齿轮缺陷和破损;发电机定子和转子故障;共振问题;电机联轴器的时变刚度问题;电机联轴器以及转子偏心故障;双馈电机电刷,滑环故障;齿轮箱高速轴轴向位移故障。

振动监测能在不拆卸设备的情况下判断设备是否

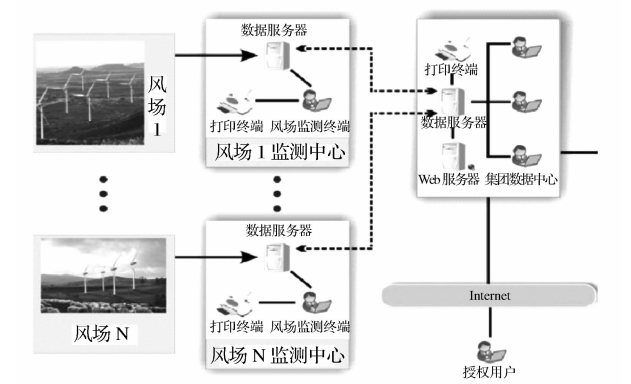


图2 CMS 系统结构示意图

存在故障并大致确定故障部位。根据风电机组的特点,主要监测部位有:齿轮箱、发电机、主轴承、其他轴承、偏航及塔筒。测量点数以及测量位置对于风力发电在线监测和诊断来说一直是个难题,不同的布置方案,对分析结果都有很大的影响。根据国家能源局于2011年8月6日制定的《风力发电机组振动状态监测导则》,双馈风力发电机组至少安装6只加速度传感器,传感器位置的选取应尽量保证被监测部件的振动可以直接传递到传感器上。具体安装位置如下^[4]。

表1 双馈风电机组监测系统所需测量点

风电机组部件	传感器数量	安装方向
主轴承	1	径向
齿轮箱	3	径向
发电机轴承	2	径向
机舱	2	轴向/横向
塔架上部	2	轴向/横向

根据目前风电机组的实际运行情况,齿轮箱是容易出故障的重点监测部位,齿轮箱很多故障都会引起轴向振动能量和频率发生变化,因此一般在齿轮箱输入端和高速轴上添加轴向的振动监测点。综合考虑风电机组的特点和以上测点布置基本原则,同时根据测试经验,可确定双馈风电机组的测点位置,如图3所示。

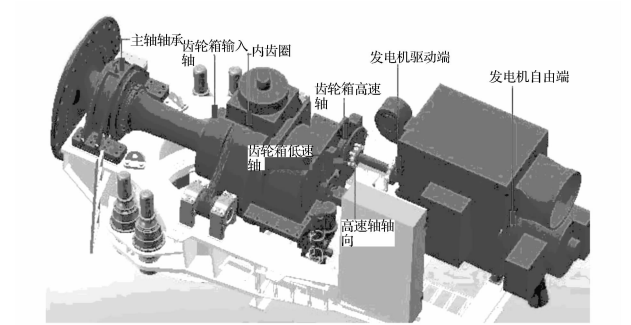


图3 风力发电机组测量点分布

主要轴承和齿轮箱输入轴的频率范围 0.5~1.0 Hz,故采用低频加速度振动传感器,其灵敏度为 500 mV/g,频率范围为 0.1~3 000 Hz。齿轮箱中间轴和输出轴、发电机的输入轴和输出轴旋转频率比主轴旋转频率高 50~60 倍,故要使用通用型加速度传感器,其灵敏度为 100 mV/g,频率范围为 0.5~15 000 Hz^[5]。

4 振动信号通讯及处理

各测点的振动信号通过电缆传递到 CMS 系统的数据采集装置中,数据采集装置对数据进行存储并通过光纤环网将振动信号和状态信号传递到中控室的现场服务器中。为了降低 CMS 的成本,CMS 系统往往挂在远程控制系统(SCADA)的局域网上,这就要求 CMS 系统传输数据时要将每秒的流量控制在一定的范围内,一般在十几 Kb 至几百 Kb 之间以免影响 SCADA 系统的正常通讯。

振动信号的分析主要依靠安装在现场服务器上的振动分析软件以及远程诊断中心。现场服务器及时有效的保存好故障振动信息,并能够实时显示各风机通道的时域和频域信号,便于风场管理人员掌握风机工作状态。远而异地的诊断专家和管理员可以通过 Internet 网络访问现场服务器,随时随地掌握风力发电机组运行状态,并对故障信息进行分析判断,实现远程专家会诊,提出故障原因及解决办法^[6]。

5 结论

风力发电机组状态监测和故障诊断系统能够及时、准确地对机组的各种异常状态或故障状态做出诊断,预防或消除故障,避免重大事故的发生,保证风力发电机组安全,可靠。同时,企业根据振动状态监测与故障诊断系统的预警信息,对风机组及时检查维修,能避免突发性故障造成的损失。目前,状态监测系统如果发现某些测量点的数值超出报警限值,也仅能做出一个早期故障的判断,而对于故障的具体来源及原因便无从得知,这是今后在线监测和故障诊断系统设计时应该解决的问题。

参考文献

- [1] 杜稳稳. 风力发电机组振动状态监测与故障诊断[D]. 上海:华东理工大学,2011.
- [2] 赵龙. 风力发电机组故障诊断系统研究[D]. 武汉:华中科技大学,2009.
- [3] 任玉亭. 振动监测技术在风力发电机组的应用[J]. 内蒙古电力技术,2010,28(2):9-12.
- [4] NB/T31004-2011. 风力发电机组振动状态监测导则[S].
- [5] 王瑞闯,林富洪. 风力发电机在线监测与诊断系统研究[J]. 华东电力,2009,37(1):190-193.
- [6] 彭镭. 兆瓦级风力发电机监测与故障诊断系统设计[D]. 长沙:湖南大学,2010.

Application of the Wind Turbine On-line Vibration Monitoring System

WU Li-jun, LIU Yan-xuan, CAI Xiao-feng

(China Creative Wind Energy Co., Ltd, Qingdao Shandong 266111, China)

Abstract: On-line vibration monitoring system can timely find the vibration in the early signs of wind turbine fault, reveal the cause, degree, site and development trend of the failure, etc. It is advantageous for the wind machine maintenance. At the same time, It can avoid and reduce the occurrence of major accidents, save cost. The paper first introduced the development background and present situation at home and abroad of condition monitoring system, and then pointed out the necessity of vibration monitoring in wind turbine. The composition and the structure of on-line monitoring system are indicated, and the distribution of measurement point on the spot is discussed in accordance with the vibration features of the wind turbine. Finally, this paper puts forward the problems of online monitoring system to be solved in the future.

Key words: online vibration monitoring; wind turbine; fault; vibration