

光纤测温系统在风力发电机组中的应用研究

朱谨益, 蒋冒闰, 廖永强

(西昌飓源风电开发有限公司, 四川 西昌 615000)

摘要:风能作为一种清洁的可再生能源,越来越受到世界各国的重视,在我国“十四五”规划中占据重要地位,但风力发电机组消防问题也日益突出。通过对风机火灾情况进行分析,对比目前风机内广泛采用的火灾监测方式阐述光纤测温系统的优势,对其在风机中的应用进行研究。

关键词:纤测温;风力发电机组;火灾监测;消防系统

中图分类号: TM6; TM315; R363.1+2

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2022)01-0024-03

Research on Application of Optical Fiber Temperature Measurement System in Wind Turbine Generators

ZHU Jinyi, JIANG Maorun, LIAO Yongqiang

(Xichang Juyuan Wind Power Development Co., LTD, Xichang, Sichuan, 615000)

Abstract: As a kind of clean energy, wind energy is attracting more and more attention of countries all over the world and it plays an important role in China's 14th Five Year Plan, but the problem of fire protection of wind turbine generator is also becoming more and more prominent. By analyzing the fire accident situation of wind turbine generator, comparing with the fire monitoring methods widely used, this paper expounds the advantages of optical fiber temperature measurement system, and studies its application in wind turbine generator.

Key words: optical fiber temperature measurement system; wind turbine generator; fire monitoring; firefighting system

1 概述

风能作为一种清洁的可再生能源,在世界范围内广受重视,中国新能源战略一直把大力发展风力发电设为重点,预计在“十四五”期间风电规划装机达到 5.4 亿 kW。据统计报告显示,在风电机组安全事故中,毁灭性火灾事故约占 15%,其造成的损失最大,几乎均导致机组整机损毁,甚至导致人员伤亡。

风机火灾扑救难度大,一旦发生就会造成极大的直接损失(设备价值)和间接损失(发电量),由于风电场的特殊性,火灾后救援难度极大,救援风险性极高^[1]。风机内部火灾隐患点较多,电气元件、油脂等可燃物均存在隐患,火灾类型复杂,且火灾环境恶劣(机舱外部空气流量大,塔筒内空间封闭,容易形成空气对流,导致火灾扩大)。风力发电机组火灾监测系统的开发及应用研究已成为风电行业高度关注和十分紧迫的任务。

对光纤测温系统在在风力发电机组中的应用进行研究,旨在在线监测风机内部各防火部位温度信息,准确判断火情、实现预警,以减少风机火灾带来的经济损失、人员伤亡情况,同时也让风机运行更加稳定可靠,推动行业持续发展,增加企业经济效益、社会效益。

2 光纤测温系统应用研究

2.1 光纤测温技术介绍

光纤传感技术是伴随着光导纤维和光纤通信技术发展的一种新的传感技术。光纤测温主要分为两种:一种是以光纤直接作为传感器;另一种是以光纤光栅作为基础传感器。

光纤光栅测温是以光纤作为信号传输媒介和传感器载体,在光纤中写入光栅作为传感器,利用布拉格光栅的温度敏感性和光的反射原理,光栅受温度影响波长发生变化,通过解析波长变化信息获得温度信息。

分布式光纤测温也是以光纤作为信号传输媒

介,同时直接将其作为传感元件,根据 OTDR(光时域反射计)测量原理,利用拉曼散射效应进行测温。当测温主机向光纤注入光脉冲后,光纤中的拉曼散射光会沿光纤反射回来,这部分拉曼散射光与温度有着密切的关系。测温主机将对这部分拉曼散射光进行处理和分析,从而计算出传感光纤各部位温度^[2]。

2.2 线型测温技术对比

线型测温主要手段为电缆测温 and 光纤测温。电缆测温采用感温电缆,其结构主要为两根弹性钢丝,每根钢丝外面包有一层绝缘感温材料。在正常监视状态下,两根钢丝处于绝缘状态,当周边环境温度上升到预定动作温度时,温度敏感材料破裂,两根钢丝产生短路,输入模块检测到短路信号后产生告警。感温电缆是一种带电检测,技术局限性较大,不能实现连续测温,故不能实现在线监视设备温度,已逐渐被光纤测温替代。

光纤光栅测温系统通过在光纤中写入光栅,利用光栅的布拉格散射波长特性实现测温,其成本较高,且在高温环境下光栅存在退敏风险,可靠性不足。光栅虽布置于光纤,可采用线型布置,但其仍属于点式测量,设计、施工和调试过程较繁琐,维护性也较差。

分布式光纤测温系统(Distributed Temperature Sensing,简称 DTS)实际上是光纤光栅测温系统换代产品,DTS是分布式的、连续的、功能型的光纤温度测量系统。其中光纤既作为传感元件也作为传输介质,利用一根光缆即可以完整监测防护区域各位置温度,可进行实时、在线、连续温度分布监测和热源定位,具有容易安装布线、可远距离分布测量、可按需划区等优点,且可靠性、可维护性较好。具有预、报警功能,支持定温、差温、温升、平均温度等报警方式,可以对每点灵活设置报警方式和报警值^[3]。

目前,大多数风机内部对于火灾告警仅仅采用了少量的固定式点型感烟探测器,只有在风机内部火灾已经发生后,通过可燃物燃烧产生的烟雾触发风机火灾告警。由于风电场的特殊性,一旦火灾已经发生,外部救援几乎不可能实现。所以,针对早期火灾的实时温度监测、火灾预警显得无比重要,根据风机火灾分析可知,分布式光纤测温系统应用优势极其明显。

2.3 分布式光纤测温系统主要构成

分布式光纤测温系统一般主要由测温主机、测温光缆、测温软件组成。

2.3.1 分布式光纤测温主机

光纤测温主机是分布式光纤测温系统的核心,集成嵌入式测温软件或通过安装 windows、linux 等系统运行测温软件。主机具备多路相互隔离的光纤测温接口,可同时对多路光纤光信号进行接收、处理。可通过多个继电器进行输出,将告警信号输送到监控点。通讯接口方面具备 RS232/RS485 等接口实现数据连接,具备以太网接口可直接连接用户的局域网或以太网进行数据共享,通过各网络接口实现与周边设备的数据交换,以扩展光纤测温系统应用。

2.3.2 测温光纤

测温光纤作为分布式传感器,同时进行温度传感及数据传输,实时感应光纤周围的温度的变化并传输至测温主机。按使用场景可选择不同的光纤类型,如螺旋钢管铠装测温光缆,属于通用型的 DTS 探测光缆,可以适用绝大多数的 DTS 测温环境。在长期高温环境下可选择耐高温型铠装测温光缆,其光纤外部包裹了凯夫拉、不锈钢编织网及特氟龙外护套,由于特氟龙材料的耐热性,使用温度范围可达 200℃。此外还有非金属耐高温型测温光缆、充油管型测温光缆等,对各种测温工控均具备极强的适用性。

2.3.3 测温软件

测温软件是分布式光纤测温系统与用户之间传递、交换信息的媒介和对话接口,用以实现人机交互。测温软件可实时显示各路测温光纤全程温度分布曲线,可根据实际工况分区设置多级报警阈值,并提供历史数据查询及统计分析功能。温度报警主要包括定温报警(设定高温/低温定值)、差温报警(实时温度与平均温度差)、温升报警等,此外还具备光纤损坏、装置异常等报警功能。通过测温软件可对各个继电器进行输出定义配置,可接入外部系统实现声光告警、异常停机、自动消防控制等功能。

2.4 分布式光纤测温系统的应用

2.4.1 测温光纤的选择

根据风机内测温元件运行环境考虑,测温光纤应具有耐油侵蚀、金属屏蔽特性,具备连续测温

功能,可考虑采用符合标准的耐高温型铠装测温光缆等。

2.4.2 测温光纤的布置

测温光纤宜覆盖机组机舱、机舱平台底板下部、塔架及竖向电缆桥架、塔架底部设备层、各类电气柜等部位,主要按下列方式进行布置。

(1)测温光纤应设置于电缆桥架、机舱平台底板下部电缆夹层、发电机主轴总成、储油池及齿轮箱等部位,紧贴被保护物体表面安装,并固定牢靠。

(2)应对机舱和塔筒底部、塔筒进入层等区域划定探测区域。

(3)测温光纤在电缆及电缆桥架或支架上设置时,采用接触式布置,呈正弦波形或 S 形,覆盖整个电缆桥架和所有电缆,采用尼龙扎带或专用卡具等固定牢靠。

(4)测温光纤在发电机组、变压器、电抗器、主轴总成、储油池及齿轮箱等重要设施上设置时,采用缠绕式布置,覆盖对象的主要防火部位,宜采用磁扣或专用卡具固定牢靠,不能影响测温对象正常运行维护。

(5)应充分利用测温主机的多路光纤测温通道,采用多组测温光纤共同布置,同时测温的方式。

(6)当划定防护单元有联动要求时,可通过测温软件对该区域测温光纤设定尽可能多点的多级报警信号作为联动触发信号^[4]。

2.4.3 测温主机的布置

测温主机应安装在塔基控制柜内,便于操作和维护。主机安装在控制柜内易于通讯线缆布置,便于接入风电场通讯网络,将机组测温信息传回风电场中央控制室供运维人员远程监控。此外,也便于使用测温主机上的其他通讯接口和继电器输出,可以实现接入风机主控单元实现测温告警时停机等功能,也可便于扩展其他系统功能,如自动消防控制等。

2.4.4 扩展应用

分布式光纤测温系统可实现全长连续测温,其测温数据除用于风机火灾监测外,风电场运维人员可通过其实时测温数据、测温历史数据分析风机内部设备运行工况、了解设备健康水平,辅助进行运行监视。

分布式光纤测温系统在风机内除作为独立

系统运行外,根据其接口特点可以进行一定的应用扩展,以实现对其火灾防护,主要有以下两种方式。

(1)接入风机主控系统。作为风机控制系统的子系统运行,向风机主控提供风机内部各部位测温数据或直接提供告警信息供用户查看。在某部位温度达到设定值后由风机主控实现发出告警、触发风机停机、触发风机脱网等功能。

(2)接入风机自动消防系统。作为风机自动消防系统的子系统(子站)运行,根据消防系统需求设定监控点,负责向其提供模拟量或开关量输出。消防系统根据分布式光纤测温系统所提供数据,经过系统设备自行分析处理实现监、控联动,自动灭火。风机自动消防系统主要结构,其中测温光纤作为线型感温传感器运行,分布式光纤测温系统作为自动消防系统的一个子站运行^[5],一种风机自动消防系统结构见图 1。

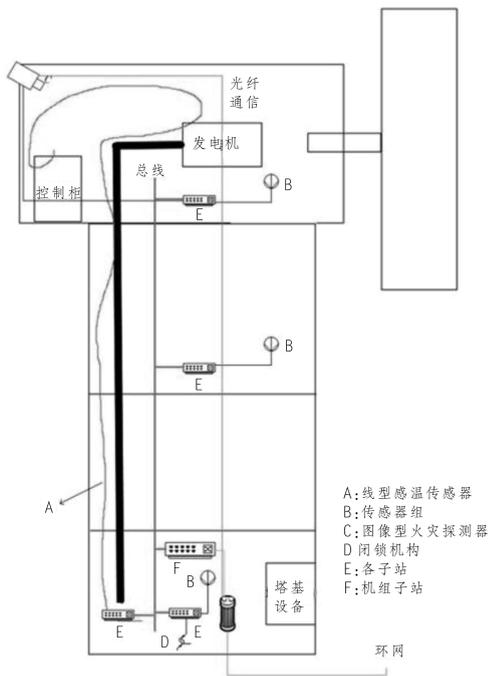


图 1 一种风机自动消防系统结构

3 结语

风机内部火灾对于风机破坏极大,测温系统作为重要的防火监测手段,有极高的应用价值。分布式光纤测温系统可进行实时、在线、连续温度监测,测温及告警功能完善,可靠性、可维护性较佳,在风机内部应用优势明显,可实现对风机内部

(下转第 42 页)

电量远小于始终按照 20 MW/min 爬坡率调整时产生的不合格电量。

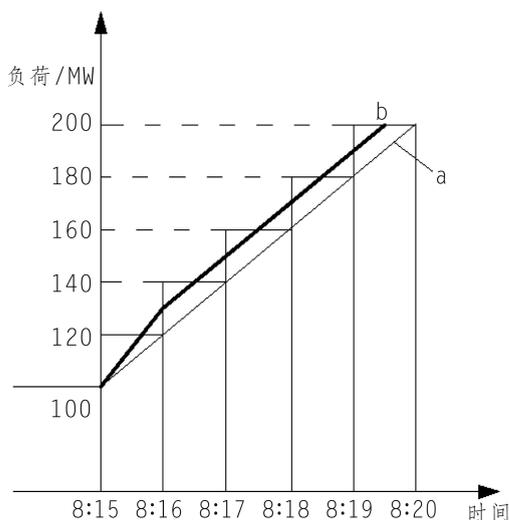


图3 调频令负荷曲线图

4 结语

当机组负荷调整从固定负荷到固定负荷、固定负荷到曲线、曲线变化、曲线到固定负荷(日内滚动计划可视作曲线调整)时,相比与到点调整出

力,提前 30 s 进行出力调整能有效降低不合格电量的产生。

调频到固定、调频到曲线优先采用操作方法(1)提前调整到位,若调令下达时间接近执行时间,则采用第 1 分钟按爬坡率 30 MW/min 调整,剩下时间按 20 MW/min 调整。

通过上述方法,能够使电厂实际产发电量与调度计划电量的差值偏离尽量减少,提高电厂经济效益。

参考文献:

- [1] 黎建民,白太贵.新城电厂控制不合格电量办法浅析[J].四川水力发电,2011年,30:119-121.
- [2] 顾本华.水电站不合格电量的产生和避免研究[J].中国高新技术企业,2013年,15:136-137.
- [3] 卢彦林,任良均.浅析水电站调整负荷时不合格电量的产生于控制[J].四川水力发电,2015年,34:113-115:11.
- [4] 四川电力系统省调直调并网发电厂上网出力调度指令执行规则[S].2017.
- [5] 美姑河集控上网出力调整方案[S].2021.

作者简介:

陈沛秋(1997-),男,四川达州人,美姑河水电开发有限公司主管,本科,从事水电站运行维护工作。(责任编辑:吴永红)

(上接第 26 页)

重要设施实时在线精准测温。其测温数据除用于风机火灾监测外,也可用于分析风机内部设备运行工况、设备健康水平。分布式光纤测温系统在风机内可进行多种扩展应用,如接入风机主控系统帮助完善机组控制,接入风机自动消防系统帮助实现机组自动消防。

分布式光纤测温系统在风机中的应用可极大地提高机组运行安全性、可靠性。随着风电行业逐步发展、“十四五”新能源规划逐步推进,其必将受到更多研究关注,得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1] 陈博,许幸幸,葛伟青.基于光纤测温的风电机组火灾监控系统[J].中国新通信,2015(17):54-55.

- [2] 李志鹏,郭伟,陈雷.分布式光纤测温系统在城市轨道交通中的应用[J].城市轨道交通研究,2014,17(5):5.
- [3] 张春阳.分布式光纤测温系统在电力电缆在线监测中的应用[J].电力工程技术,2014,33(4):56-58.
- [4] CECS391-2014,风力发电机组消防系统技术规程[S].
- [5] 朱谨益,易祖国,鲁林红.一种风电场机组结构及消防控制系统[P].中国专利:CN210068388U.2020.

作者简介:

朱谨益(1991-),男,四川西昌人,中级工程师,现任西昌晟源风电开发有限公司风机班长,从事电气自动化设备运维、风力发电机组运维及管理工作;

蒋冒闰(1983-),男,四川都江堰人,中级工程师,现任西昌晟源风电开发有限公司副站长,从事风电场运行及管理工作;

廖永强(1978-),男,四川仁寿人,中级工程师,现任西昌晟源风电开发有限公司站长,从事风电场运维及管理工作。

(责任编辑:吴永红)

单日发电超 6 亿度! 长江干流梯级 6 座电站创历年同期新高

2022年2月18日-22日,中央气象台连续发布大范围低温蓝色预警,华东、华南区域持续雨雪天气,三峡集团运行管理的长江干流梯级6座电站“虎”力全开,最大单日发电量达6.2亿千瓦时,创历年同期新高。按每户家庭每天消耗10度电计算,可以为6000万户家庭提供所需电能。世界最大清洁能源走廊于虎年新春为有效缓解用电紧张局面、向人民群众提供“暖融融”的电力服务作出了突出贡献。后期,长江电力将持续做好上游来水实时监测和科学预报,精心管理好梯级电站群,为社会奉献源源不断的清洁能源,为电网稳定提供强有力的支持。

(来源:三峡小微)