

1.5 MW 风力发电场 SCADA 系统设计

康 宏,田 瑞,张义智

(内蒙古工业大学 能源与动力工程学院,内蒙古 呼和浩特 010051)

摘 要:设计了 1.5 MW 风场控制系统,实现对风场风力机运行的集中监测与控制,具备设备控制、显示、报表、历史、报警、趋势等功能,同时实现风力设备远程监控。该系统允许用户通过办公室电脑、远程电脑、或直接从风机塔底柜触摸屏上查看风机运行数据,可以在风机本地,实现对风机实时运行数据的监视、风机控制以及调试功能,还可以将实时采集的风机相关数据发送到中央监控室。

关键词:风力机;SCADA;风电场;风力发电

中图分类号:TM614

文献标识码:A

文章编号:1004-3950(2010)04-0038-03

Design of 1.5MW SCADA system for wind power plant

KANG Hong, TIAN Rui, ZHANG Yi-zhi

(College of Energy and Power Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

Abstract: A kind of 1.5 MW wind farm control system was designed, and the system realized the centralized monitoring and control of the wind turbine in the wind farm. The system contains device control, display, report, history, alarms, trends and other functions, while achieving remote monitoring capabilities of the wind power equipment. The system allows users to look over the wind turbine operation data through the office computer, the long-distance computer, and directly from the tower bottom cabinet touchscreen. It can also realize the monitoring of real-time data, controlling a wind turbine, and debugging wind turbines. And it can transmit the wind turbine real-time correlation data to the central control room.

Key words: wind turbine; SCADA; wind farm; wind generating electricity

0 引 言

风能作为一种清洁的可再生能源,已日益引起各国重视。目前,兆瓦级的风力发电机组已成为风电市场的主流,尤其是 1.5 MW 的风力发电机组在我国已经开始大面积使用。一个现代化的大型风电场一般拥有的风机多达几十台,并且每台风机都有非常复杂的结构,涉及到材料、机械、电气、空气动力、流体等许多学科,所以如何来监测风机的运行情况已显得非常重要。信息产业的发展为风机监控系统的实现铺平了道路。

风电场的选址由地理条件及气候条件所决定,因此风电场的分布非常分散,大多处于偏远地区,各风电场之间的距离可能非常远,特别是海上风电场,监控中心与其所控制的风电场之间的距离有时甚至达到几百、上千米^[1],但目前风机之

间的通讯大多采用普通以太网的光纤通讯,并且大部分风场都采用多模光纤,多模光纤的信号传输距离比较短,最多是几千米远。假如第一台风机与最后一台风机距离很远的话,通讯就无法实现。通过前人的研究发现利用光纤跳线可以实现多模光纤信号的远距离传输,如图 1 所示。

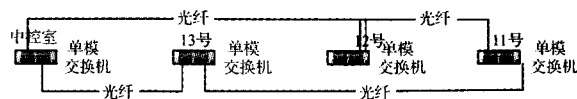


图 1 分组环网拓扑

1 SCADA 系统总体结构

SCADA 系统是以计算机为基础的生产过程控制和调度自动化系统,可以对现场的运行设备

收稿日期:2010-01-30

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50766002);内蒙古自然科学基金资助项目(200607010701)

作者简介:康 宏(1980-),男,内蒙古呼和浩特人,硕士研究生,主要研究方向为新能源利用技术研究。

进行监视和控制,以实现数据采集、设备控制、测量、参数调节和事故报警等功能^[2]。

SCADA 软件系统分为风机客户端、前端机(RIU 单元)、中央监控系统、数据中心、网络服务器(WEB Server),如图 2 所示。在风机数量较多时,设置前端机从风机客户端收集风机的实时数据,中央监控系统定期从各前端机获取数据。中央监控系统分为一个主站和多个从站。中央监控系统分析处理数据,并显示给用户,同时将数据保存到数据中心;实现对各风力发电机的实时在线监控和管理,控制各发电机的启动、停机、复位等控制操作;具备发电量等历史记录统计、故障查询、操作员日志、权限管理等功能。在监控系统中,实时数据是风机监控系统传送的,这些数据构成了监控系统单台风机监控的各设备状态画面。

数据中心由单台或多台数据库服务器组成。WEB Server 由单台或多台 WEB 服务器组成,它读取数据中心的数据,并通过 Internet 为远端提供监控功能。WEB Server 和 Internet 之间要通过防火墙隔离,提供可靠的安全性能。

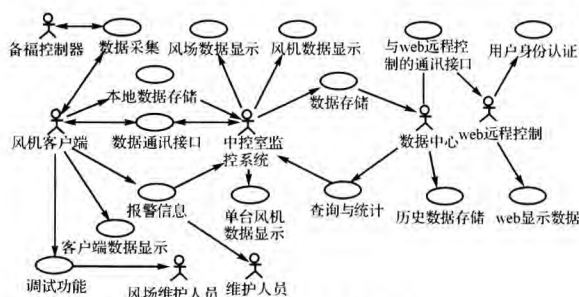


图 2 SCADA 系统结构

2 中央监控系统基本功能

风机监控系统安装在每台风力发电机的塔低柜触摸屏中,它提供了与风机本地控制器(plc)的人机接口界面。通过风机监控系统可以在风机本地,实现对风机实时运行数据的监视、风机控制以及调试功能。它可以将实时采集的风机相关数据发送到中央监控室,如图 3 所示。中央监控系统功能包括数据通讯接口、风场数据显示、风机数据显示、单台风机信息显示、报警信息、数据存储、查询统计等功能。

2.1 数据通讯接口

该接口主要负责和客户端的通讯功能。其中

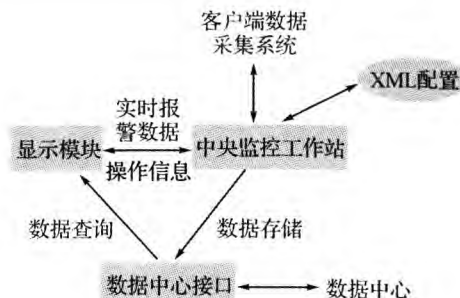


图 3 中央监控系统结构

中控室监控系统从客户端接收风场中所有风机运行的实时数据和所有风机保存的历史数据,并向风场中指定的风机客户端发送调试信息和控制信息。

2.2 风场数据显示

该数据显示主要包括地理总览、风机总览、风场总览、记录操作员日志以及显示报警信息等。

2.3 风机数据显示

该数据显示主要包括当前数据显示、运行数据显示和风机控制信息显示等。

2.4 单台风机信息显示

显示单台风机的当前数据、运行数据、控制操作信息、运行趋势图(风速、功率、时间趋势图)、输入输出数据、机舱信息以及报警信息等。

2.5 显示报警信息

在中控室监控系统中显示报警信息,使用户可以随时看到风场中风机的相关报警信息,做出及时的处理。

2.6 数据存储

通过中控室监控系统与数据中心的接口将数据保存到数据中心指定的文件中。

2.7 查询统计

通过中控室监控系统与数据中心的接口将查询、统计数据取出,通过报表等方式在中控室监控系统相应的界面显示查询、统计的结果。

3 风机客户端功能

风机客户端控制系统:数据采集(单点、多点数据采集),客户端数据传输其中包括实时数据、报警数据、临时数据、操作数据,临时数据的存储,报警检测,GPRS 报警,客户端显示其中主要包括基本信息显示、报警信息显示,网络故障诊断,配置解析功能,如图 4 所示。

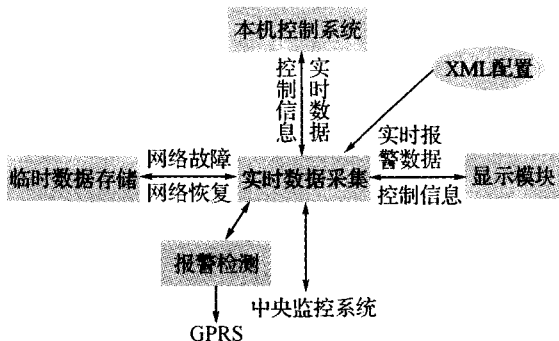


图4 风机客户端系统结构

3.1 设计通讯接口

通过设计完整的通讯接口,使风机的运行数据通过接口传输到客户端的控制程序中;并且客户端通过接口可以修改风机控制系统的运行数据。

3.2 风机客户端数据显示

该客户端显示电气数据、温度数据和动态数据等。

3.3 本地数据存储

通讯网络发生故障时,将风机数据保存到本地数据库中;通讯网络恢复正常后,将数据汇总发送到中央监控系统,同时清空本地数据库。

3.4 报警信息

按照报警信息的触发方式,分为短信报警、屏幕显示报警信息;当出现故障时,将客户端报警信息发送至中控室监控系统。通讯网络发生故障时,将报警信息保存到本地数据库中,通讯网络恢复正常后,将报警信息汇总发送至中央监控室中。

3.5 调试功能

提供向 PLC 写入参数的操作面板(目前写入元素待定)并记录 PLC 变量的变化值。

4 数据中心功能

数据中心功能主要包括数据库管理功能、实时数据保存、历史数据保存、报警数据保存以及操作数据保存功能等。中心负责与中控室监控系统数据的传输、负责历史数据的存储和负责与 WEB 远程控制系统传输数据。

5 Web 远程控制功能

5.1 用户身份认证

用户通过 IE 登陆 WEB Server 时,在登陆界面中,根据提示输入用户名和密码。认证数据保

存在 WEB Server 本地数据库中,客户端通过 SSL VPN 加密传输,保证认证数据的安全性。

5.2 数据采集

通过设计特定的数据采集接口,Web 远程控制系统从数据中心采集数据,时间间隔主要取决于网络传输速率。

5.3 在 web 浏览器显示风场数据

显示风场风机分布图,以及重要的性能指标;显示风场中所有风机运行情况;显示风场中指定风机的运行情况;通过报表和趋势图的形式显示风场中风机的历史数据,例如总发电量、功率等。

6 数据库设计

风场运行过程中,产生大量的历史数据,这些数据需要完整的保存,供查询和故障分析使用。当风场网络故障时,客户端能够保存一段时间的数据。当通讯恢复时,能够将数据发送到中央监控系统,并保存到数据中心。

6.1 风机客户端数据存储设计

(1)从风机控制器中采集到的风机实时数据保存到划定的内存中,数据以原始格式保存;

(2)根据 Aerodyne 本机设计的输入输出列表来确定具体要采集的数据类型;

(3)网络发生故障,风机采集到的实时数据需要作为历史数据存储到 CF 上,根据 CF 的可用容量确定可存储数据的大小,当数据溢出时,需要用最新数据覆盖掉最早的历史记录;

(4)网络恢复正常后,将历史数据汇总发送到中央监控系统中;

(5)数据保存的格式为

时间(6 字节)	长度(2 字节)	数据
----------	----------	----

针对数据字段,系统提供一个 Tag Name 对应表,用来标记数据字段中的各个数据分量的位移和标志的意义;

(6)Tag Name 表数据格式:

Tag name(32 字节)	偏移	长度	类型
-----------------	----	----	----

Tag Name 存储的顺序与数据读取的顺序是一致的。

6.2 数据中心数据存储设计

针对发送到数据中心的历史数据,系统以二

(下转第 44 页)

4 齿面抗微点蚀能力的设计评定

基于上述对影响齿面微点蚀各相关因素的分析,可以认为啮合齿面的粗糙度愈低,啮合齿面间的润滑油膜厚度愈厚,则啮合齿面上发生微点蚀的可能性就愈小。由于目前对有关齿面微点蚀产生机理、影响因素及防范措施和设计评定的研究仍在进行中,国际上对齿轮抗微点蚀能力的设计计算评定还没有形成一个标准的方法。但在现阶段,采用啮合齿面间的膜厚比来进行齿轮抗微点蚀能力的评定不失为一个可行的途径并已初步形成倾向性意见,膜厚比计算公式为

$$\lambda = \frac{h_{\min}}{\sqrt{(R_{a1}^2 + R_{a2}^2)}}$$

式中: $h_{\min}$ ——啮合齿面间的最小油膜厚度, μm ;

R_{a1} 、 R_{a2} ——啮合两齿面粗糙度的算术平方差, μm 。

显然 λ 愈大,啮合齿面间微观波峰发生直接接触的部分也就愈小,从而发生微点蚀的概率也就愈小,当 λ 大于某一临界值 $\lambda_{\min}$ 时,可完全避免发生微点蚀或微点蚀十分轻微,即判别条件为

$$\lambda \geq \lambda_{\min}$$

由于影响啮合齿面间润滑油膜厚度的因素较多,如润滑油的粘度、齿轮转速、齿轮的各个参数等。而且风电齿轮箱的低速级采用的传动型式包括了 NGW、NW 等多种类型^[4],同时风电齿轮还常采用各种修形工艺,这就使得传动副啮合齿面间的膜厚计算及影响因素的分析十分复杂。

5 结 论

对低速重载齿轮啮合齿面间的微点蚀产生机理及其影响因素进行了分析和讨论,概括出若干可采取的齿面抗微点蚀能力的措施。

(1)采用抗微点蚀能力 10 级以上的合成油,依据具体应用环境及载荷条件可选择 PAO 油或 PAG 油。

(2)应选择适宜的油品粘度及添加剂。

(3)应定期检测油液的各项性能指标,油品性能变差时及时更换。

(4)应保持油液的清洁和齿轮箱的清洁度。

(5)采用超精加工工艺降低齿面粗糙度。

(6)采用适当的表面涂层处理及喷丸技术。

(7)设计阶段应采用抗微点蚀判别条件来进行设计参数的抗微点蚀适宜性评定。

参考文献:

- [1] MANFRED W, OLIVER H S, CHRISTOPH B. Service behavior of PVD-coated gearing lubricated with biodegradable synthetic ester oils[J]. Gear technology, 2004(1):34-40.
- [2] FRANZ J, NORBERT K, BERNHARD G. Influence of coatings and surface improvements on the lifetime of gears[J]. Gear technology, 2004(4):50-56.
- [3] WINKELMANN L, EL-SAEED O, BELL M. The effect of superfinishing on gear micropitting[J]. Gear technology, 2009(2):60-65.
- [4] 赵玉良,葛 延,王有飞. 风力发电增速箱的类型及新进展[J]. 中国风能, 2006(6):65-67.



(上接第 40 页)

进制文件的格式存储;存储的目录格式如下:根目录名为 Database Root。

7 结 论

风力发电监控系统是风电行业一项重要的技术,它是帮助用户管理、控制、监视风机运行数据的特定工具。通过该系统,用户可以收集、查看有关风力发电机机械、电气、气象等性能的数据。例如:发电量、风机发电机故障信息、风速、风向、环境温度、风机发电机机舱温度等。风力发电机的

运行数据、历史数据、故障数据等数据均存储在中控室的数据库服务器中,这样可以保证用户查询到实时可靠的数据,并及时判断风机的运行情况。

参考文献:

- [1] 宋晓萍,廖明夫. 基于 Internet 的风电场 SCADA 系统框架设计[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(17):89-93.
- [2] 林小进,杨善水,王 莉,等. 非并网风电 SCADA 系统设计[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(21):87-90.