

# 风电场计算机监控系统设计

赵春生<sup>1</sup>, 何良平<sup>2</sup>, 蒋 劭<sup>1</sup>, 彭 龔<sup>1</sup>

(1. 四川理工学院计算机学院, 四川 自贡 643000; 2. 四川卓越科技工程有限责任公司, 成都 610041)

**摘 要:**随着国家可持续发展能源战略的实施,风电场的数量和规模都将快速增长。针对当前风电场计算机监控系统在适应性、开放性、扩展性等方面的不足,提出了一套遵循 IEC61850“三层两网”模型,以光纤以太网为基础,采用分层分布、双网双服务器冗余架构的风电场计算机监控系统设计方案。详细阐述了该方案的总体结构、组网方案、控制节点的软硬件设计等。同时,对监控系统软件的架构以及基于组态软件的系统实现进行了分析和设计。

**关键词:**风电场;计算机监控系统;分布式;组态软件

**中图分类号:**TP273

**文献标志码:**A

## 引 言

中国经济高速发展对能源消耗提出严峻挑战。“十二五”规划提出了在保障经济发展的同时,向可持续发展、高效环保的可再生能源转变的一系列措施。其中明确 2015 年风电将达到 1 亿千瓦,年发电量 1900 亿千瓦时,而 2011 年中国风电上网 4700 万千瓦,年发电量仅 733 亿千瓦时<sup>[1]</sup>。今后的一段时期,将是风电场数量和规模高速增长的时期。

风电场中,设备众多、分布面积广、工作环境恶劣,其安全稳定生产、规范化管理、自动化水平的提升,离不开性能完善、适应性强的自动监控系统的集中监视和控制。风电场计算机监控系统的设计与构建引起了相关领域人员广泛关注<sup>[2-5]</sup>。维斯塔斯、Gamesa、GE、金风、华锐等风电机组供应商也为自己生产的风电机组提供配套的监控系统。但目前风电场监控系统还是存在以下几方面的不足:(1)系统相对固定,适应性差,往往只能适用于特定机型;(2)以风机本体监控和成组监控为主,难以整合电场其他相关系统;(3)接口缺乏,难以与风电场其他系统进行互联互通,或者无法和我国电网调度控制系统接口。

本文遵循可靠性第一、标准化、开放性、易用性的原则,提出了一套风电场计算机监控系统设计方案,将风机、测风塔、升压站、风场馈线子网等组成一个有机整体,对外提供调用接口和服务,对内可协调监控风场设备,确保风电场的可预测性、可靠性和可控性。

## 1 系统体系结构

根据应用需求和设计原则,遵循 IEC61850“三层两网”模型<sup>[6]</sup>,本设计方案采用分层分布式冗余结构,整个系统分为 3 层:现地控制层、电站(厂站)控制层、生产管理层;通信网络可分为现地层数据通信网、站控层数据通信网。系统体系结构如图 1 所示。

现地控制层主要负责现场数据采集、处理和现地监控,在上一层发生故障时可独立完成相关设备的监视和控制。电站控制层控制全厂运行,负责电场数据的采集、处理与存储,全厂设备的监控,电站高级应用,报警等。生产管理层主要负责运行日志、统计报表、Web 数据服务、信息发布等生产管理功能。

### 1.1 站控层数据通信网

站控层通信网络连接电场控制层和现地控制层,负责全厂现地控制层所采集到的实时数据的上行传输和

收稿日期:2012-07-30

基金项目:四川省教育厅项目(11ZA28)

作者简介:赵春生(1981-),男,重庆铜梁人,讲师,硕士,主要从人工智能、计算机应用方面的研究,(E-mail)guyzhao\_cs@sina.com

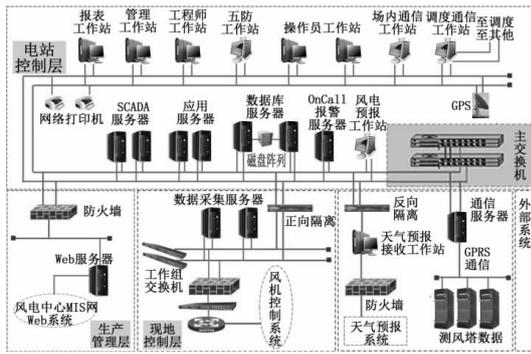


图 1 系统体系结构

监控中心控制指令的下行传输。此网络数据传输量大、传输要求高,按照 IEC61850 通信规范,采用双网冗余光纤以太网结构。双网能够实现流量的动态平衡分流。在监控中心通过配置一台多光口工业以太网交换机,为风电场各百兆光纤环网提供汇聚接入。为了提高链路的可靠性,可以使用光端口聚合方式连接,提高通信带宽的同时,也为光纤链路提供冗余保护。

考虑到风电场视频监控等其他业务的接入和统一管理,不同系统间应使用 VLAN (Virtual LAN, 虚拟局域网) 技术<sup>[7]</sup>进行隔离,因此,可以在监控中心配置一台三层工业级以太网交换机,执行三层路由交换<sup>[8]</sup>,为系统提供高效的硬件路由处理能力。

1.2 现地层数据通信网

现地层数据通信网用于连接 LCU (Local Control Unit, 现地控制单元)、控制子系统和现地智能设备,负责现地数据的采集和控制指令的传输,是整个系统的基础。现地层数据通信网的拓扑结构如图 2 所示。

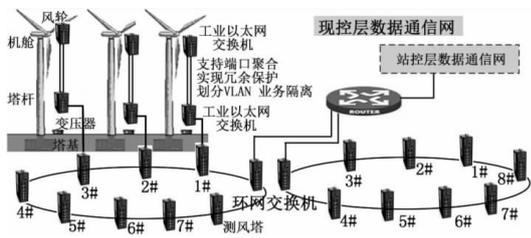


图 2 现控层数据通信网

目前风机内部控制通信是通过风机机舱与塔基之间的两对光纤收发器来实现的,会带来安装和维护的不便<sup>[9]</sup>。因此,本方案选择用一对工业以太网交换机来实现风机内部安全可靠的通信。机舱内部的交换机为机舱内的控制器提供接入,并传输从传感器采集到的各种设备相关数据,塔基内的交换机通过环网交换机进行接入。环网交换机之间通过光纤连接,形成百兆冗余光纤环网,确保网络的自愈能力和抗干扰能力。同时,环网交换机还要负责为风机塔基内的主控制器、工控机等设

备提供接入。通过交换机进行 VLAN 划分,可以有效隔离广播域,为通信提供可靠的业务隔离传输。如果采用具有电源冗余、基于端口聚合的二对光口互为冗余的交换机,风机内部通信的可靠性将进一步提升。

1.3 站控层结点功能设计

数据采集服务器负责采集现地数据并进行 AGC/AVC 等计算处理,向其它节点提供实时数据服务,同时实现双机热备。

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, 监控与数据采集系统)<sup>[10]</sup>服务器负责协调和管理整个系统,确保实时数据库的最新完整备份,负责梳理各种历史数据并将其持久化到数据库服务器中。

数据库服务器用于历史数据的存储,并向人机界面客户端及其他应用提供数据服务。

OnCall 报警服务器将某些报警信息通过短信的方式报告给相关人员,并提供报警信息的电话查询服务。

Web 服务器主要向企业信息系统、远程 Web 访问提供支持和服务。

应用服务器主要负责各种应用功能的后台处理。

管理工作站根据用户所制定的生产管理、设备管理、运行管理等相关要求,通过设备管理程序对电场中的电力设备进行管理,比如,根据断路器跳闸的次数提出检修意见并呈报给用户。

操作员工作站为操作员提供所有功能的入口,通过友好的人机交互界面显示各种图形、表格、告警、实时数据等,协助操作员完成对风电场的实时监视和控制。

工程师工作站允许系统维护人员、工程师对系统参数、数据库、画面、报表等执行调整、增减等操作。

五防工作站主要供操作员对电场和变电站内的五防操作进行管理。

场内通信工作站集中采集除机组外其他设备的数据,比如消防等。

调度通信工作站采集现地设备的重要数据并转发给调度,同时也接收调度的遥控、遥调命令。

风力预报工作站以气象部门提供的天气资料,当前风力数据以及数据库服务器中的风力历史数据,利用神经网络<sup>[11]</sup>、专家系统等智能预测技术,对将来的某个时间段的风力以及风电场可用容量做出预测,并以图形化的方式呈现给相关管理人员,同时,还可以通过通信控制单元发送给远程能量管理系统 EMS<sup>[12]</sup>,为电力系统调度提供参考。

GPS 负责向整个系统提供一个准确的时间信息。

安全隔离装置 (防火墙) 对不同区域之间信息流进行安全隔离。

## 2 软件系统

### 2.1 软件系统架构

风电场监控系统以采集到的数据为基础,对整个电场的设备及运行状况进行实时监控,核心功能包括基本信息维护、监控画面、控制与调节、告警、事件顺序记录 SOE(Sequence Of Event)、事故追忆 PDR(Post Disturbance Review)、预测与规划、历史数据管理、报表、计算和统计、系统权限控制等。同时,考虑到并网时与电网实时自动控制、协同互动等高级功能,系统应提供相应的接口。监控系统软件架构,即运行于系统各计算机节点之上的所有应用程序及它们之间的数据关系如图3所示。

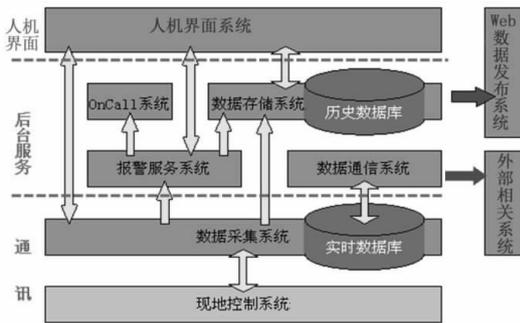


图3 监控系统软件架构

依据此开放式分层分布结构构建的监控系统软件,有数据交换的任何两个子系统之间既可运行在同一台计算机之上,也可运行在不同的计算机之上,下层应用程序向上层应用程序提供服务接口。

数据采集(实时数据)系统是整个系统的基础,主要负责对设备的运行状态和运行参数自动定时进行采集,经过必要的预处理和计算后,储存到实时数据库。同时该子系统可向运行于不同计算机上的数据采集系统提供数据服务。为提高监控系统的实时性、减少数据传输量,当数据采集系统需要向外部应用程序传输数据时,可采用“不变不送”与“定时全送”相结合的方式:对模拟量无变化时不传送,当变化超过传送区间或数据品质有变化时传送;状态量有状态变位或数据品质有变化时才传送,同时当达到定时周期时进行全数据传送,更新监控系统实时数据库。

数据通信系统主要负责将重要的监控数据传送给外部相关系统,比如电网 EMS 系统、企业 MIS 系统等。

报警服务系统主要负责设备实时数据的报警计算和处理,并向 OnCall 系统、人机界面系统提供服务。

OnCall 系统从“报警服务系统”获得报警信息,通过短信等方式发送给相关工作人员,同时提供报警信息的电话查询服务。

数据存储(历史数据)系统在系统中处于核心地位,与多个子系统都存在数据交互,实现历史数据的存储与查询,向人机界面客户端提供数据服务,并通过 OLEDB、ADO、ODBC、OPC 等标准接口供其他应用程序访问。

人机界面系统为监控人员提供了一个友好的人机交互画面,能满足监控系统所需的各种状态监视、远程控制、实时数据和各种历史数据查询等需求,可以通过组态软件构建。人机交互界面的功能还可以封装成 ActiveX<sup>[13]</sup> 运行控件,在 Web 浏览器等 ActiveX 容器中嵌入运行,实现 Web 方式的浏览。

Web 数据发布系统将场站运行状态、运行日志、统计报表等以 Web 形式进行发布,为远程访问提供服务。

### 2.2 软件系统实现

遵循前文提出的软件架构方案,电场监控软件可以由组态软件与 Microsoft visual C++ 相结合进行功能实现。组态软件<sup>[13]</sup>是设计人机交互界面的主要工具,提供了丰富的图像显示,数据库处理,对象连接等功能。通过设置一些背景、组合元件和动画提供各种逼真生动的图文交互。同时,可以与功能强大的 Visual C++ 结合,通过引入 COM/DCOM、ActiveX、ALT 等技术,弥补组态软件在功能扩展上的不足。

本文采用四川卓越科技工程有限公司的二次开发组态软件 Eeye2011 为开发平台进行了软件系统开发,取得了良好效果。图4为风机的监视与控制界面,现场数据以多种方式在上位机系统画面上显示,同时提供接口供操作员对风机进行实时控制;图5为机组功率曲线图,方便操作员查看各机组的功率变化情况;图6为数据报表示例,数据报表既能反映系统实时的生产情况,也能对长期的生产过程进行统计、分析,使管理人员能够实时掌握和分析生产情况。限于篇幅,系统其他功能不再赘述。



图4 风机的监视与控制

## 3 结束语

风电场的安全稳定生产、规范化自动化管理,离不开计算机监控系统的监视和控制。本文针对我国当前

风电场计算机监控系统适应性较差、开放性较弱、扩展性不强等现实问题,从体系结构、组网方案、功能划分、控制节点设置以及软件构建等方面详细讨论了风电场计算机监控系统的解决方案。该方案遵循相关规范,采用分层分布、双网双服务器冗余架构,引入高速可靠的通信网络,以组态软件为基础进行软件构建,对兼容性、开放性和功能集成性做了较系统的考虑,能较好地满足风电场监控的需求。

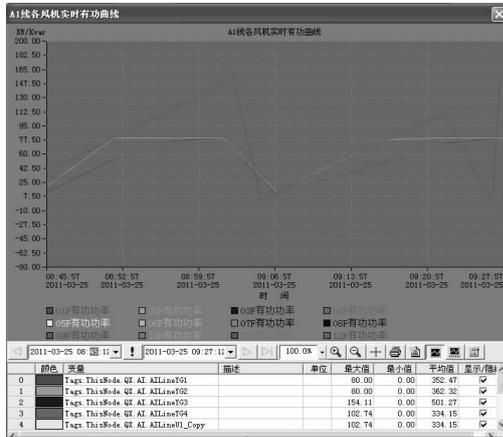


图 5 机组功率曲线

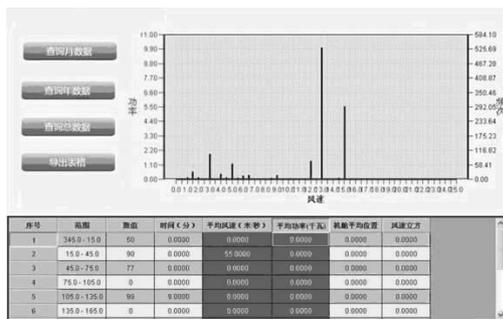


图 6 数据报表

参考文献:

- [1] 新华网.2015 风电比重将超 3% [EB/OL].<http://news.xinhuanet.com/fortune/2011-12/03/c122370582.htm>,2011-12-03.
- [2] 乔颖,鲁宗相,王小海,等.风电场集成监控平台的研究[J].电力系统保护与控制,2011,39(6):117-123.
- [3] 白永祥,房大中,侯佑华,等.调度中心大规模风电场实时在线监控系统[J].电力自动化设备,2010,30(11):6-9.
- [4] 秦康,葛召炎,刘娇,等.基于以太网的风电成监控系统的设计[J].计算机工程与设计,2011,32(6):1966-1969.
- [5] 熊骥.计算机监控系统在水电厂的应用和实现[J].西华大学学报:自然科学版,2004,23(S1):178-181.
- [6] 任雁铭,秦立军,杨奇逊.IEC61850 通信协议体系介绍和分析[J].电力系统自动化,2000,24(8):62-64.
- [7] 王硕,周昕宇.VLAN 技术在以太网中的实现[J].计算机系统应用,2001(7):30-32.
- [8] 陈基雄,蔡霞.基于三层 VLAN 技术的园区网实现[J].计算机系统应用,2001(4):41-43.
- [9] 马建平.风电场机组监控系统工业以太网解决方案[J].可编程控制器与工厂自动化,2009(7):56-59.
- [10] 秦常贵.SCADA 系统及其在风力发电场的应用[J].电力设备,2004,5(12):31-33.
- [11] Hunt K J.Neural networks for control systems:A survey[J].Automatica,1992,28(6):1083-1112.
- [12] 傅书遏.IEEE PES 2005 年会控制中心与 EMS 部分综述[J].电网技术,2006,30(16):11-14.
- [13] 张建新,甘永梅,张仁远.ActiveX 动态创建技术在人机界面组态软件开发中的应用[J].工业控制计算机,2011,24(6):9-13.

### Design of Computer Supervisory Control System for Wind Farms

ZHAO Chun-sheng<sup>1</sup>, HE Liang-ping<sup>2</sup>, JIANG Mai<sup>1</sup>, PENG Yan<sup>1</sup>

(1. School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China;

2. Sichuan Zhuoyue Science and Technology Engineering Co., Ltd., Chengdu 610041, China)

**Abstract:** With the implementation of the sustainable development energy strategy, the quantity and scale of wind farms have enormous increased. For the weakness of current computer supervisory control systems for wind farms, such as adaptability, openness, scalability and etc., a computer supervisory control solution is developed. It follows the “Three Layers and Two nets” model of IEC61850, takes fiber Ethernet as the foundation and adapts dual-net and dual-server redundant architecture. The overall structure, networking solutions, hardware and software design of control nodes and etc., are elaborated in detail. The constructor of software system and the realization of software system based on configuration software are analyzed and designed at the same time.

**Key words:** wind farm; computer supervisory system; distributed; configuration software