

基于LonWorks的风力发电机控制系统

刘长龄, 冯晓东, 邵惠鹤

(上海交通大学自动化研究所, 上海 200030)

摘要: 介绍了基于LonWorks现场总线的风力发电机控制系统, 包括系统总体结构、控制节点的硬件和软件的设计和实现方法以及监控计算机的功能和实现。

关键词: 现场总线; 风力发电机; LonWorks; 控制系统

Design of LonWorks-based WTG Control System

LIU Changling, FENG Xiaodong, SHAO Huihe

(Institute of Automation, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030)

【Abstract】 This paper introduces the design and implementation of the LonWorks-based WTG control system, including the design and implementation of the control nodes' hardware and software, and the function and implementation of the monitor-control computer.

【Key words】 Fieldbus; WTG; LonWorks; Control system

利用可再生能源可以节约能源和保护环境, 而风力发电与其它再生能源相比, 更具竞争潜力, 因而发展迅速。风力发电机一般工作于恶劣的环境下, 在无人值守的情况下长年运行, 因而要保证对其进行实时、可靠的控制。在大型风力发电场, 通常需要对几十台或上百台风力发电机进行集群控制, 这就要求采用先进的控制技术和通信手段。现场总线是近年来控制领域的热点, LonWorks现场总线是一种开放式、新型全分散控制系统, 它有效地支持分布式控制系统。将LonWorks现场总线技术应用于风力发电机的集群控制, 能够提高控制系统的可靠性、实时性和灵活性, 降低系统成本, 提高控制性能。

1 风力发电机控制系统的结构

根据风力发电控制要求、LonWorks现场总线的特点及风力发电机运行的现场环境, 如图1所示, 构成风力发电机集群控制系统。

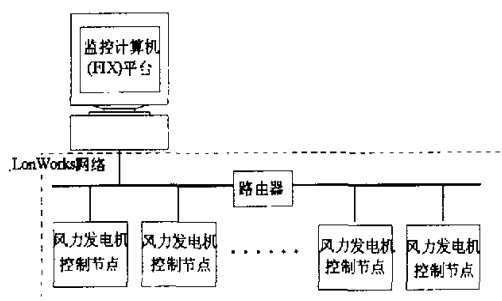


图1 风力发电机集群控制系统结构图

风力发电机集群控制系统包括上位监控计算机、风力发电机控制节点, 监控计算机通过PCNSS LonTalk网卡连接到LonWorks网络。监控计算机主要功能包括与现场总线节点的数据交换、显示、报警、操作、参数设定等。控制系统网络拓扑结构采用总线式结构, 各风力发电机控制节点之间用双绞线连接, 形成LonWorks控制网络。LonWorks控制网络

根据场场内风力发动机的数量和分布情况, 划分为不同的网段, 网段之间使用LonWorks路由器相联。从而扩展网络的容量, 连接不同通信介质和波特率, 提高网络性能和可靠性。为提高系统的抗干扰能力, 在控制器和传输介质之间加光电隔离。风力发电机控制节点的功能是采集风速、叶轮转速、发电机转速、风向等数据, 完成风力发电机的并/脱网控制和保护。风力发电机产生的电能并入当地电网。

2 风力发电机控制节点的硬件组成

设计LonWorks现场总线测控节点时, 采用了基于控制模块的设计方法。LonWorks控制模块是节点的核心部件, 它采用Echelon公司生产的FT-10, 内含3150神经元芯片, 时钟10MHz, 带有32kB Flash存储器用于存储应用程序和通信固件。测控节点的硬件组成包括光隔离继电器组、滤波电路、隔离放大电路、模数转换电路、通道选择控制电路、LonWorks控制模块、数模转换及电流发送电路、继电器输出回路和电源电路。其框图如图2所示。通道选择控制电路控制光隔离继电器, 选择所要测量的输入通道, 滤波电路用于滤除模拟输入信号中的高频干扰, 隔离放大电路用于内部模拟信号的隔离, 使Neuron芯片电路与外部模拟输入信号不共地, 模数转换电路实现12位A/D转换。数模转换电路及电流发送电路采用了12位串行数模转换器MAX538和电压/电流变换器AD694, 同时采用了完善的隔离技术。风速和叶轮转速测量使用两种计数方式。发电机转速较低时, 计数器工作于外部事件计数方式; 转速较高时, 工作于捕获方式。电源电路的输入是直流+24V, 它为节点内部提供所需的多组隔离电源, 其中包括一路+5V和两组±12V电源。

控制节点安装于风力发电机塔架底部, 通过电力电缆与发电机短舱中的电器设备连接, 通过双绞线与其它控制节点相连。

作者简介: 刘长龄(1972~), 男, 博士生, 主要研究方向为现场总线、过程控制、实时调度; 冯晓东, 博士生; 邵惠鹤, 教授、博导
收稿日期: 2001-04-03

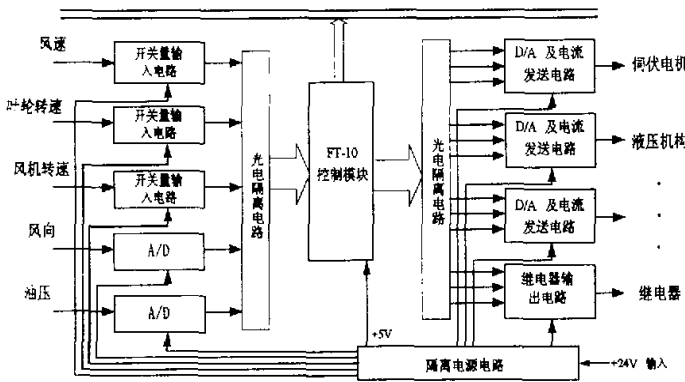


图2 风力发电机控制节点结构简图

3 控制节点控制功能

对于200kW风力发电机，风速在4m/s以下时，风机抱闸不跟风。当风速超过4m/s时，风机松闸。此时风力发电机叶轮慢慢转动，处于待风状态，控制系统根据风向传感器指示的风向，驱动短舱自动跟风。当风速在5m/s以上时，风机由待风状态进入低风速启动。

风力发电机启动以后，叶轮通过增速机构驱动发电机，当叶轮转速达到45r/min时，200kW风力发电机达到同步转速，此时通过继电器并入电网发电。大风情况下，风力发电机组可能直接启动，为避免叶轮超速造成并网失败，通常使发电机在略低于同步转速时直接并网。并网时间由计算机根据风速、电机转速和升速率动态确定。风机在4.5~25m/s的工作风速范围内，主要根据发电机转速和功率决定发电机的并/脱网控制。风速在4.5m/s左右反复变化时，为避免发电机频繁并/脱电网，进行回差控制处理。当叶轮超速或者风速超过25m/s时，发电机自动脱离电网，液压制动系统动作，抱闸刹车，停止叶轮转动，调向系统将短舱右调向90°侧风，以保护风机。

风力发电机法线方向与风向一致时，风机吸收风能效率最高。跟风的目的是使叶轮法线方向与风向基本一致。当叶轮法线方向与风向存在比较大的偏差时，由调向系统根据风向传感器测量偏差进行左右调向。连续跟风可能造成电缆缠绕。当短舱在同一方向积累旋转两圈，转角720°后，若风速低于7m/s时，则风力发电机切出运行，短舱反向旋转720°，至无缠绕位置。

4 控制节点程序设计

随着现场总线智能设备通用性的提高和成本的降低，简单的控制任务迁移到现场微处理器中，成为就地控制。在基于LonWorks的风力发动机集群控制系统中，系统的控制功能分散到各个控制节点，控制节点在监控计算机、控制节点和通信链路出现故障的情况下均能安全工作，提高了系统的可靠性。风力发电机控制节点主要完成两个任务：一是风速、叶轮转速、发电机转速的测量，风力发电机的并/脱网控制和保护；二是监控计算机和控制节点之间，以及控制节点之间信息交换。包括风力发电机控制节点检测到的风速、叶轮转速、发电机转速和控制节点的状态数据，以及监控计算机发送的控制命令。各控制节点的应用程序采用Neuron C

语言编写，并使用NodeBuilder节点开发工具进行调试。

控制节点软件首先接收和处理网络变量，在应用程序中设定采样周期定时器，实现周期性采样与更新输出网络变量。当采样周期到达，首先读取数据量通道的风速、叶轮转速、风力发电机转速的测量值，随后多路开关切换到风向测量模拟通道，然后启动A/D转换并读取转换结果，然后再将多路开关切换到油压测量模拟通道进行类似处理。测量值经标度变换后更新相应输出内部变量或网络变量。然后根据内部变量和网络变量实现开/停机、并/脱电网、自动跟风、侧风、调向和解缆等操作，最后将相应的网络变量送到控制网络，供其它节点或监控计算机使用。

风力发电机控制节点的主程序流程图如图3所示。

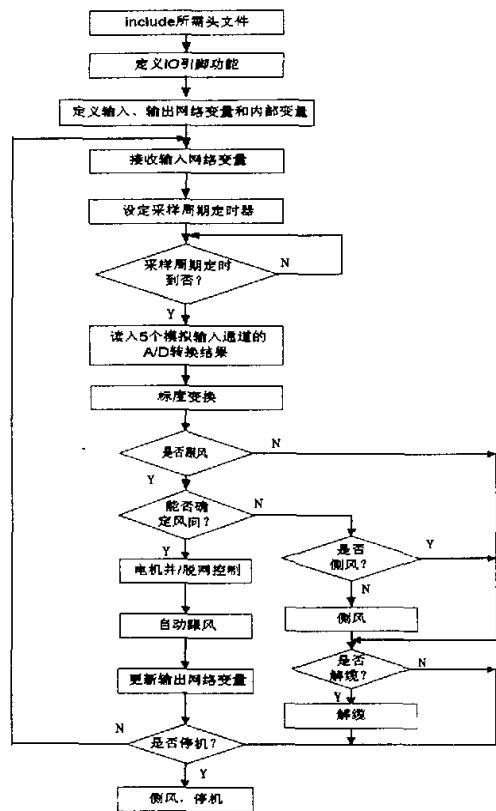


图3 风力发电机控制节点程序框图

5 监控计算机的功能和实现

在基于LonWorks的风力发动机控制系统中，监控计算机的主要功能如下：

- (1) 与现场总线节点中的应用程序配合，实现远程和自动启停风力发电机；
- (2) 风力发电机控制节点的控制参数、采样周期的设定；
- (3) 各个风力发电机控制节点的实时或历史数据曲线显示；

(下转第120页)

