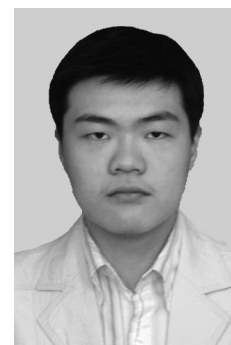


# 基于可通信控制与保护开关的智能配电系统设计

吴潇俊<sup>1</sup>, 黄世泽<sup>1</sup>, 郭其一<sup>1</sup>, 杨阳<sup>2</sup>

(1. 同济大学电子与信息工程学院, 上海 200331;

2. 浙江中凯科技股份有限公司, 浙江温州 325604)



吴潇俊(1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为低压电器及其网络化。

**摘要:** 针对某工厂自动化、智能化、数字化发展对于配电系统的要求, 以及生产和设备的实际情况, 设计开发了基于可通信控制和保护开关(CPS)的智能配电管理系统。系统除了主要完成数据采集等功能外, 还加强了对智能设备的实时监控、智能报警和故障信息管理等功能; 可对配电系统功能进行扩展, 实现与能源管理系统和电气火灾监控系统的无缝连接; 提高了工厂生产的自动化水平和配电系统的稳定性, 帮助企业提高能源管理水平和用电效率, 满足了国家节能减排政策的要求。

**关键词:** 智能配电系统; 控制与保护开关; 能源管理; 电气火灾监控系统

**中图分类号:** TM 726 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-5531(2013)11-0046-04

## Design of Intelligent Power Distribution System Based on Control and Protective Switching Device with Communication Function

WU Xiaojun<sup>1</sup>, HUANG Shize<sup>1</sup>, GUO Qiyi<sup>1</sup>, YANG Yang<sup>2</sup>

(1. College of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 200331, China;

2. Zhejiang JONK Technology Co., Ltd., Wenzhou 325604, China)

**Abstract:** To meet the automation, intelligent and digitalized development requirements for the distribution system as well as the actual situation of production and equipment, an intelligent power distribution system based on the control and protective switching device (CPS) with communication function was designed. The system supports the functions of data acquisition as well as the real-time monitoring of smart devices, intelligent alarm and fault information management functions. What's more, the system extends the function of the power distribution system and connects with the energy management system and monitoring system for electric fire prevention seamlessly. The design and implementation of the system improves the level of automation of the plant, the stability of the power distribution system, what's more, helps the factory increase the level of energy management and power efficiency, which is in line with the requirements of the national energy conservation policy.

**Key words:** intelligent power distribution systems; control and protective switching (CPS); energy management; monitoring system for electric fire prevention

## 0 引言

针对某工厂自动化、智能化、数字化发展对于配电系统进行升级的需求, 以及现场生产和设备的实际情况, 设计开发了基于可通信控制与保护开关(Control and Protective Switching Device,

CPS)的智能配电管理系统。系统在原厂房实际条件限制下, 仅使用单一设备便实现了设备的实时监控、智能报警和故障信息管理等功能。另外, 系统还可对配电系统的功能进行扩展, 实现与能源管理系统和电气火灾监控系统的无缝连接。

黄世泽(1983—)男, 博士后, 研究方向为低压电器虚拟样机技术、智能配电系统。

郭其一(1961—)男, 教授, 研究方向为新型低压电器。

## 1 系统设计方案

智能配电系统是按用户需求,遵循配电系统标准规范,二次开发的一套具有专业性强、自动化程度高、使用容易、性能强和可靠性高等特点,适用于中、低压配电系统的电能管理系统。在智能配电系统中,具有现场总线功能的智能电器设备是重要的组成部分。通过将专用的微处理器植入传统的开关电器等设备中,使其具有智能控制、测量、保护与通信功能。通过现场总线,将系统工控机和现场智能电器设备构建成电器智能化网络,实现遥测、遥控、遥信和遥调功能。智能配电系统提高了低压配电与控制系统的可靠性和稳定性<sup>[1-4]</sup>。

CPS 大类产品 KB0 系列是基于可通信 CPS 设备,实现集监视、控制、保护等功能于一体的综合智能配电系统。

### 1.1 系统结构

系统采用分层分布式结构,分为现场设备层、网络通信层和系统管理层。系统结构图如图 1 所示。

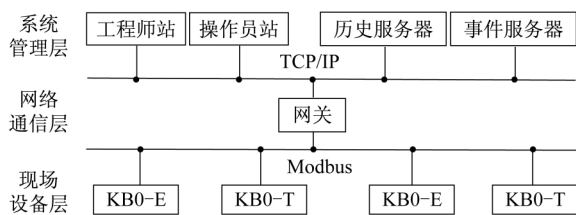


图 1 智能配电系统结构图

现场设备层只包括可通信的控制与保护开关电器 CPS(KB0-E 和 KB0-T 系列),不需其他任何职能元器件,设备简单、单一,易于维护,可实现设备就地保护、控制、测量等功能,并利用 RS-485 接口与上层进行通信。

网络通信层是现场设备层与系统管理层实现数据交换的通信设备和通信线路的总称。通过 Modbus 网关将现场 CPS 采集的数据上传至计算机网络。

系统管理层由工程师站、操作员站、历史服务器、事件服务器等组成。站点采用高性能的工控机,通过监控软件实现智能配电系统的监控和管理功能。

### 1.2 通信方式

系统采用 Modbus 通信协议,通过屏蔽双绞线连接各个节点。布线时充分考虑网络通信可靠性,令总线到每个节点的引出线长度尽量缩短,使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低。同时,应考虑匹配电阻与中继器的选择。

Modbus 是一种用于电子控制器进行控制和通信的协议。包括 PLC、分散控制系统和包括 CPS 在内的智能仪器仪表等大量工业设备都使用 Modbus 通信协议作为其通信标准,Modbus 的开放性、可扩充性和标准化使其成为通用工业标准<sup>[5-7]</sup>。Modbus 协议包括 ASCII、RTU、TCP 等,支持传统的 RS-232、RS-422、RS-485 和以太网设备。本系统根据实际设备的数量,综合考虑选择能够在相同波特率下传送较多数据的 RTU 模式<sup>[8-11]</sup>。

### 1.3 系统参数

系统参数:通信速率:9 600 b/s;通信距离:<1 000 m;系统响应时间:3~5 s。

### 1.4 可通信 CPS 介绍

现场设备中的可通信 CPS 承担了现场设备的控制与保护,同时负责现场信息的采集和上传,还要执行系统的各种指令和功能,是整个系统的核心。

可通信 CPS 由 CPS 主体和数字控制器构成。数字控制器采用微处理器(Micro Control Unit, MCU)实现数字式整定、显示和远程控制功能,其数字化控制器对电动机或配电电路中的电量信号进行采样,通过嵌入式软件算法分析、运算,发出相应处理指令,控制 CPS 主电路的通断并发出信号。CPS 能接通、承载和分断正常条件下包括规定的运行过载条件下的电流,且能接通在规定时间内承载并分断规定的非正常条件下的电流,如短路电流。CPS 具有过载和短路保护功能,这些功能经协调配合,使 CPS 能在分断直至其额定运行短路分断能力  $I_{cs}$  的所有电流连续运行,即 CPS 承受标准中规定条件下的过电流后能恢复运行,从而以单一设备实现传统的电动机采用的隔离开关+断路器+接触器+热继电器实现的控制与保护功能。

数字控制器利用信号采集电路,将三相电流互感器采集的电动机定子电流信号进行处理后送入 MCU 电路;输入电路检测 CPS 的辅助信号,以及用

户的输入信号并送入 MCU 电路;磁通变换器驱动电路驱动磁通变换器,使操作机构动作,断开 CPS,并通过辅助模块将信报送出;输出控制电路发出报警信号,以及控制 CPS 的通断;电源电路将高压交

流电压转换成多路直流低压,供上述各电路使用;人机接口电路包括显示电路和按键电路;通信电路实现 CPS 与上位机的通信功能。数字化控制器结构框图如图 2 所示。

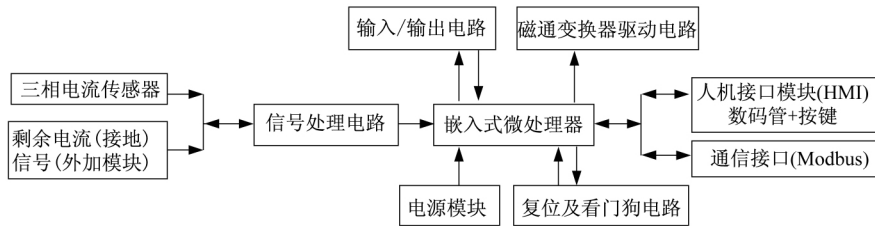


图 2 数字化控制器结构框图

## 2 系统功能

智能配电系统提供了丰富的数据采集和监控功能,集合能源管理和电气火灾监控系统,保证了配电系统高效、安全和可靠运行。

### 2.1 数据采集和处理功能

系统对各设备的实时运行参数、设备状态、操作记录、故障信息进行采集,所有信息都可在计算机系统中实时显示、查看和记录。

### 2.2 历史数据查询功能

对于重要的监视数据,可通过设置保留历史数据,保存方式可选择定时记录或数值变化时记录。历史数据可在数据库中查看,并支持形成报表、数据保存、导出和打印等功能。

### 2.3 组态功能

用户可随时进入组态功能进行数据库组态、设备通信运行设置、界面修改和图形编辑等操作,便于用户在实际使用中根据实际情况对系统进行调整。

### 2.4 远程控制操作功能

用户可通过上位机实现对设备的远程操作,包括起动、停止、复位、保护参数修改、配置相关信息等。重要设备的操作可在事件记录中保存。

### 2.5 事件记录功能

日志系统对于系统运行情况进行记录,用户可自行设置需要记录保存的信息,包括设备运行状态信息、用户登录注销信息、故障报警信息等认为有必要在运行日志中记录的信息。事件记录以日志形式保存,用户可设置定期自动覆盖或人工导出。

### 2.6 报警功能

当设备出现状态异常、保护动作和测量值越

限等情况时,系统会发出报警。报警形式包括界面警报灯闪烁、弹出提示框、声音报警、短信报警等。报警阈值、报警提示方式、记录与否、报警等级等都可由用户根据需要进行设置,实现对不同报警的差异化设置。

### 2.7 权限管理功能

用户可对不同账号分别设置不同的权限:普通用户仅提供浏览权限,不能进行任何操作;高级用户可对系统设备参数进行调整和设置;系统管理员则拥有包括进入组态功能修改在内的所有权限。权限管理功能保证了系统的正常运行,避免误操作对生产工作造成影响。

### 2.8 保护定值管理功能

保护定值管理功能使用户能获取保护设备的运行、定值和故障动作等信息,并可对保护定值进行修改和下载<sup>[12-13]</sup>。

### 2.9 趋势曲线分析

系统提供了实时曲线和历史趋势两种曲线分析界面,通过调用相关电路实时曲线和历史运行曲线界面,分析该电路当前的负载运行状况,方便工程人员对监测的配电网进行质量分析。

### 2.10 能源管理功能

应用智能化集成系统技术,对楼宇内各用能系统的运行信息进行采集、分析、处理、维护、控制和优化管理,通过资源整合,形成具有实时性、全局性和系统性能综合职能管理系统。

CPS 具有全参数测量、电能计量和越限报警等功能,配合上位机的组态软件,可实时查看所在区域设备的有功功率、消耗电能及历史运行用电信息,从而实现电能需量分析、电能质量分析、趋势记录、故障预防和恢复等功能,为用户提供定制

化的电力能源监测、记录和数据分析服务,帮助客户错峰平谷,合理调整设备运行方式,提升能源管理水平,预防严重用电故障,提高用电效率,减少电力消耗和能源浪费<sup>[14]</sup>。

### 2.11 电气火灾监控功能

根据 GB 50045—2001《高层民用建筑设计防火规范》规定:高层建筑内火灾危险性大、人员密集等场所宜设置剩余电流、火灾报警系统。该系统能探测剩余电流、过电流等信号,发出声光信号报警,准确报出故障线路地址,监视故障点的变化。储存各种故障和操作试验信号,切断剩余电流线路上的电源,显示其状态,并显示系统电源状态<sup>[15]</sup>。

本文为厂区设计的智能配电系统,具备剩余电流的检测功能,并实时显示该参数;对剩余电流进行监控,当其超过用户的设定值,通过系统发出声光报警信号,直至切断剩余电流线路电源;根据设备的通信地址,实现设备的定位,并能在地理图上进行显示;利用系统的报表,存储相应的信息。该设计基本杜绝了现场电气火灾隐患,显著降低了厂区发生火灾的几率。

## 3 测试

本系统可通信 CPS 设备已通过了 GB 14048.9—2008《低压开关设备和控制设备 第 6-2 部分:多功能电器(设备)控制与保护开关电器(设备)(CPS)》规定的电涌抗扰度试验、电快速瞬变/快速抗扰度试验、射频电磁辐射抗扰度试验、静电放电抗扰度试验、辐射式发射及传导式发射试验等 EMC 试验,且系统内各设备通信功能试验结果正常,通过了一致性测试。基于可通信 CPS 的智能配电系统,已在工程现场长时间通电运行,系统符合各项功能设定,设备通信正常、运行性能稳定、网络状况稳定。

## 4 结语

利用可通信 CPS 设备,通过 Modbus 协议构建集监视、控制、保护等功能于一体的智能配电系统。通过系统对配电网络进行在线智能化监控与管理,使配电网络运行于安全、可靠、优质和高效的最好状态,达到优化运行、有效节能的目的,满足国家节能减排的要求;同时,通过电气火灾监控

功能,实时监测电网情况,满足用电安全需求,降低火灾发生几率。智能配电系统是未来的发展趋势,提高了电力系统可靠性、实时性和实用性,加快了数字化生产的发展进程,为工厂的信息化建设奠定了坚实的基础。

### 【参考文献】

- [1] 王汝文,宋政湘,杨伟. 电器智能化原理及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [2] 张扬,柴熠. 基于 3S-Net 的楼宇智能配电系统[J]. 低压电器,2006(4):40-45.
- [3] 史旺旺,陈虹,刘敏华,等. 智能建筑变电站综合自动化的分析和实施[J]. 电力自动化设备,2003,3(10):46-47.
- [4] 楚彦君,郑茂,李卫,等. 现场总线应用于发电厂电气控制系统的研究[J]. 热力发电,2009,38(10):80-84.
- [5] 李喜东,刘波涛,刘刚. Modbus RTU 串行通讯协议在工业现场的应用[J]. 自动化技术与应用,2005(7):35-37.
- [6] 张浩,黄云鹰,彭道刚. EWS 中基于 Modbus 协议的 EGI 研究及实现[J]. 机电一体化,2007,13(2):15-18.
- [7] 岳洋,张春光,袁爱进. 一种基于 Modbus 的嵌入式人机界面的设计与实现[J]. 工业控制计算机,2006,19(1):8-10.
- [8] 彭道刚,张浩,李辉,等. 基于 Modbus 协议的 ARM 嵌入式监测平台设计与实现[J]. 电力自动化设备,2009,29(1):115-119,123.
- [9] Modicon Corp. Modbus Application Protocol Specification [G]. 2002.
- [10] 朱懿,蒋念平. Modbus 协议在工业控制系统中的应用[J]. 微计算机信息,2006(22):118-120.
- [11] 陈德仙. 基于 Modbus 现场总线的智能配电控制系统研究与实现[D]. 杭州:浙江工业大学信息工程学院,2009.
- [12] 高翔,张沛超. 电网故障信息系统应用技术[J]. 电力自动化设备,2005,25(4):11-14.
- [13] 唐喜,孟岩. 应用于电网故障信息关联的以太网通信协议[J]. 电力自动化设备,2006,26(9):61-64.
- [14] 蒋雪娜,孙春杰. 基于网络电力仪表的智能配电系统解决方案[J]. 电工技术,2011(10):1-2.
- [15] GB 50045—2001 高层民用建筑设计防火规范[S].

收稿日期:2012-12-27