

一体化智能配电终端研制

陈爱明, 张文斌, 付永长

(南瑞集团 北京电研华源电力技术有限公司, 北京 102200)

摘要: 随着智能电网建设的全面开展, 以及配电自动化的程度不断深入, 对配电终端的要求越来越高, 需求越来越复杂。传统的配电终端已经不能满足全部功能需求。基于此, 提出了一种新型智能配电终端的设计实现方法。该智能配电终端采用先进的一体化设计理念, 综合实现了多个终端的功能。终端的硬件和软件都采用模块化的设计思路, 主控模块采用基于 ARM 的硬件平台和基于嵌入式 Linux 操作系统的软件平台。该终端既功能强大, 又具有良好的适应性和可扩展性, 符合未来的发展趋势和要求。

关键词: 配电自动化; 智能配电终端; 一体化; 模块化

中图分类号: TP23

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)20-0063-03

Development of integrated intelligent distribution terminal

Chen Aiming, Zhang Wenbin, Fu Yongchang

(Beijing Dianyanhuayuan Electric Power Tech.Co.Ltd., NARI Group Corporation, Beijing 102200, China)

Abstract: With the full implementation of smart grid construction, as well as the further extent of distribution automation, the request for distribution terminal is getting higher and higher, and the requirements become more complex. Traditional distribution terminal can no longer meet all functional requirements. Base on this, the article presents the design and implementation of a new type of intelligent distribution terminal. Integrated design concept is adopted in intelligent distribution terminal, and this terminal can integrate functions of many other terminals. Terminal hardware and software follow the concept of modular design, and the main control module is based on hardware platform of ARM and embedded Linux operation system. The terminal is not only powerful, but also has good adaptability and scalability, meets the future development trend and requirement.

Key words: distribution automation; intelligent distribution terminal; integration; modulation

1 概述

1.1 应用配电自动化终端的意义

随着社会经济的不断发展, 用户对供电可靠性、电能质量及其优质服务的要求不断提高, 传统的电力系统运行模式和管理方法已经很难满足安全、优质、经济运行的要求。改善整个电力系统的装备和运行, 实现地方电网的配电网自动化是保证电网安全、经济运行和提高电能质量的必由之路。

在配电网自动化的环节, 位于基础层的配电终端是一个非常重要的组成部分。配电自动化系统的实时数据、故障自动处理的判据、开关设备的运行工况等数据都来源于配电终端, 故障隔离、负荷转移、恢复非故障区段的供电、对馈线上开关的分/合操作也都是通过配电终端来执行^[1]。在配电自动化主站与众多一次设备之

间, 配电终端起着承上启下的作用。因此, 配电终端工作的可靠性、灵活性直接影响着整个配电自动化系统的实用化水平。

1.2 配电自动化终端的分类

按照应用场合, 目前在配电自动化领域应用的配电终端主要有如下类别^[2]:

(1) 馈线终端 FTU (Feeder Terminal Unit): 安装在配电网馈线回路的柱上等处并具有遥信、遥测、遥控功能的配电终端;

(2) 站所终端 DTU (Distribution Terminal Unit): 安装在配电网馈线回路的开关站、配电室、环网柜、箱式变电站等处, 具有遥信、遥测、遥控等功能的配电终端;

(3) 配变终端 TTU (Transformer Terminal Unit): 用于配电变压器的各种运行参数的监视、测量的配电终端。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 65

技术与方法 Technique and Method

2 智能配电终端的总体架构

配电终端研制技术在国内已经发展了三、四十年,各种单项技术都取得了很大的进步。但随着配电自动化、信息化的发展和供电企业管理水平的不断提高,以及智能配电网建设的开展,对配电终端的要求越来越高,需求越来越复杂。现有的配电终端已经不能满足全部功能需求,虽然有功能简单叠加的复合型终端,但在开放性、可扩展性方面都还比较落后,因此研制新型的、具备良好开放性、可扩展性的智能配电终端已经成为技术发展的必然选择^[3]。

2.1 智能配电终端的设计思想

智能配电终端采用先进的一体化设计理念,全面梳理了配电网各应用场景的数据采集、传输、监测、控制以及安装环境需求,使多个终端实现的功能可以在一个终端上实现,从此告别多个终端挂葫芦式的安装模式。该终端可以满足“一次安装,不断扩展”的要求,满足柱上开关、配变台区、开闭所、配电房、环网柜、箱变等配变监测点的智能化需求。

终端的硬件和软件都采用模块化的设计思路,可扩展、易更换、易维护。终端应用柔性好,可以使用在配电网的各个环节。将来随着用电需求以及管理需求的变化,可以随意扩展终端功能。同时,对客户来说,可根据需求进行选配定货,无需额外投入,只需支付模块费用。

2.2 智能配电终端的硬件架构

秉承业务分层、功能独立的原则,智能配电终端的硬件板卡架构如图1所示。



图1 智能配电终端硬件板卡架构图

(1)运行支撑层:包括主控板和电源板。电源板为其他板卡提供电源输入;主控板对其他板卡进行配置、控制、管理以及数据汇聚。

(2)基础数据采集层:实现遥测量、遥信量、环境量等基础数据的采集。在一套终端设备中,根据现场需求,遥测板、遥信板、遥控板等均可配置多块。

(3)业务层:根据不同业务需求,抽取出来制作成不同的板卡,灵活用于不同的现场环境。

2.3 智能配电终端的软件架构

智能配电终端的软件架构如图2所示。此架构仅针对在主控板上运行的软件系统,不包括各单项功能板的



图2 智能配电终端软件架构图

软件设计。

3 优点及特色功能

智能配电终端利用最新的计算机技术、电子技术、通信技术、传感技术和自动控制技术,实现对配电系统正常运行及事故情况下的监测、保护、控制、主站数据交换与命令执行等功能。

3.1 产品优点

3.1.1 硬件方面

(1)分布式设计。终端包括主控板和多个功能板,主控板和功能板都带有CPU,各板卡可以独立实现自己特定的采集、监控、测量、控制等功能,在其他板卡故障时,不影响其基本功能。

(2)主控板采用高频CPU,具备丰富的外围接口,提供大容量的内存和存储空间,可以适应将来的业务扩展需求。

(3)遥测板和保护板采用ADC+DSP采样技术,支持高速采样。

(4)引入了温度、湿度、门禁、烟雾等多种传感器技术,实现对多种环境因素的监测。

3.1.2 软件方面

(1)主控板上运行嵌入式Linux系统,并可加入各类设备驱动,为应用程序/模块以及将来的各种应用提供稳定的操作系统平台。

(2)采用SQLite数据库,支持大量记录的快速排序、筛选等功能,支持记录的快速、频繁读写。可存储各类数据和参数,并对其进行有效管理。

(3)采用模块化设计,可根据不同的配置加载相应的模块。在通道、规约、数据库类型等发生变化时,程序很容易扩展。

技术与方法 Technique and Method

(4)采用共享内存等技术。一些实时数据和参数常驻内存,保证了对请求的快速响应。

3.1.3 电源管理系统

(1)PT与CT可单一或者同时作为电源系统的输入源,电源系统内部具备PT/CT输入源充放电控制电路。

(2)电源系统内部整合两种新型电池:锂离子蓄电池及超级电容。

(3)电源系统对外提供2~3种标准电压的统一输出接口,同时支持通信电源输出、动作电源输出、采集电源输出分类接口等。

(4)支持对PT、锂电池、超级电容状态进行监视,并将重要信息上传。

3.2 主要特色功能

与传统的各类配电终端相比,智能配电终端实现了更多的功能,并在硬件与软件设计上考虑了灵活的接口,以便将来能更好地扩展。

智能配电终端除了具备基础的三遥、遥信变位与SOE、与主站通信、管理维护等功能外,还具有下列主要特色功能:

(1)环境监控:可以采集温度、湿度、门禁、水浸、烟雾等外界数据,将来可以与外部智能控制器结合,实现对环境的调节。

(2)故障信号指示:通过接入故障指示器,可以显示多条线路的加电、失电状态。

(3)板卡自诊断功能:各板卡会自动检测通信状态,同时,主控板也通过定时心跳实时监控各功能板卡的状态。

(4)无功补偿功能:终端与智能电容器组通过485总线进行通信,可对多组电容器进行操作;采用共补、分相和共分结合的补偿模式;采用动态无功补偿技术,过零投切;电容器投切事件可存入数据库,形成历史记录。

(5)谐波监测:能监测电压、电流的2~50次谐波分量^[4]。

(6)配变监测功能:能实时采集配电柜进出线的电压、电流、功率、频率等参数,能实时监测进出线开关、漏电保护器的状态,具备异常报警功能。

(7)集中抄表功能:能实现台区的电能信息采集。包括台区总表以及居民用户表的各类用电数据。

(8)电能质量监测功能:监测配电台区电压合格率、电压波动与闪变、各次谐波分量及总畸变率、三相电压不平衡^[4]、频率偏差、电压暂降、中断、暂升等状况。

4 关键技术实现

4.1 通信管理

智能配电终端的硬件板卡采用分布式模式进行设计,因此各板卡间稳定可靠的通信非常重要。在实际研发过程中,解决了如下问题:

(1)板卡间采用CAN-BUS总线进行通信。因为CAN-BUS单帧数据只能支持8B,所以需要采取分帧技术及组帧技术,并考虑一定的重发机制。

(2)各硬件板卡上都配置有一个拨码开关,用于手动设置板卡地址。数据传输过程中,以地址来区分源板卡和目标板卡。

(3)各板卡在通信过程中都应考虑到请求/响应、主动上送这两种数据传递方式。

(4)支持板卡间点对点的单播通信。同时,也应支持对所有板卡的广播请求,包括控制、参数下发等。

4.2 智能电源管理

4.2.1 备用电源方案

配电终端的备用电源一般有两种方式,即超级电容器和锂电池蓄电池组,这两种方式各有优缺点。超级电容器可快速充电且充放电寿命很长,可以承受过充、过放,但是其能量密度不大,使用持续时间短。锂电池蓄电池组充电缓慢且充放电次数少,但使用持续时间很长。

在本智能配电终端的备用电源设计方案中,有效组合了这两种方式。当PT失电后,电源管理系统将首先采用超级电容器组的放电对智能配电终端系统进行供电;当在超级电容器组允许的放电时间内,外部供电电源仍未来电时,此时电源管理系统将会无缝切换到采用锂离子蓄电池组的放电对智能配电终端系统进行供电,有效提高备用电源的供电可靠性,以此保证整个系统的正常工作。

4.2.2 智能管理

新型电源管理系统能够实现实时监测内部的超级电容器和锂离子蓄电池组的工作状态信息,包括当前的电压、充放电状态等信息,以及电池充放电模块的输出电压和各种故障信息。根据这些信息,对整个系统的供电进行智能管理,不仅提高了终端用电的可靠性,还有效提高了电池的寿命。同时,通过系统提供的状态信息输出接口,能够及时了解电池的运行状况,进行针对性的维护。

智能配电终端的研制项目为国家电网公司2010年科技项目,已通过国家电网公司组织的专家组验收。其先进的设计理念、强大的集成功能,得到了专家组的高度认可和一致好评。目前,此智能配电终端已在江西南昌、宁夏石嘴山和江苏南通配电自动化项目中投运。可以预见,在不久的将来,基于一体化的智能配电终端将会得到大量的应用,并在一定程度上引领配电终端的研发方向。当然,在本终端的某些功能上,仍需继续深入研究,但综合来看,仍具有较大的推广价值。

参考文献

- [1] 邓彦东. 配电自动化系统中分布式终端的设计与应用[J]. 企业技术开发, 2012, 31(1): 28-31.
- [2] Q/GDW 514-2010. 配电自动化终端/子站功能规范[S]. 北京: 国家电网公司, 2010.
- [3] 李国武, 武宇平, 罗海波, 等. 基于智能配电终端的后备电源方案研究[J]. 电子技术应用, 2013, 39(2): 56-58.

技术与方法 Technique and Method

[4] Q/GDW 639-2011. 配电自动化终端设备检测规程[S]. 北京: 国家电网公司, 2011.

(收稿日期: 2013-06-17)

作者简介:

陈爱明, 男, 1977 年生, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 配电自动化, 调度自动化, 电能量计费, 配电终端, 继电保

护及信息系统。

张文斌, 男, 1980 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 配电自动化, 调度自动化, 电能量计费, 配电终端, 信息交互总线, 智能化停电分析。

付永长, 男, 1972 年生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 配电自动化, 调度自动化, 电能量计费, 配电终端, 信息交互总线, 智能化停电分析。

