

一种前接线二次保护装置显示终端的设计与实现

蒋怀贞, 吴双惠, 高建琨, 卜银娜, 戚振伟

(许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 为了满足标准配送式智能变电站预制舱式二次组合设备安装使用要求, 针对装置本体与显示终端分离的前接线二次保护装置, 给出一种前接线二次保护装置显示终端的设计与实现方法。基于该方法设计的显示终端, 采用独立的自带CPU, 通过屏蔽以太网线与保护装置本体通信, 抗电磁干扰性能较强, 安装位置可以根据实际需求灵活部署。软件设计基于嵌入式实时Linux操作系统, 通过自适应信息组织方式, 实现兼容多种保护装置的信息显示。中国电力科学研究院测试结果与某220kV变电站的成功试运行证明了该显示终端适用于多种前接线二次保护装置的正确性和实用性。

关键词: 标准配送式; 智能变电站; 预制舱式二次组合设备; 前接线二次保护装置; 显示终端

Design and implementation of the display terminal for secondary protection devices front wiring

JIANG Huaizhen, WU Shuanghui, GAO Jiankun, BU Yinna, QI Zhenwei

(XJ Electric Co., Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: In order to meet the installation requirements of prefabricated type combination secondary equipment tank in standard distribution type intelligent substation, in view of the secondary protection devices front wiring that the display terminals are separated from the protection devices, the method of design and implementation of the display terminal for secondary protection devices front wiring is proposed. The display terminal based on the method above, which has good electromagnetic interference resistance and flexible deployment, adopts the independent CPU and communicates with the protection device ontology via Ethernet cable. The terminal is based on embedded real-time Linux operating system, which organizes the information in the adaptive way to be compatible with variable protection devices. The correctness and practicability of the display terminal are proved by the test results of China Electric Power Research Institute and the successful trial in one 220 kV substation.

Key words: standard distribution type; intelligent substation; prefabricated tank type quadratic combination device; secondary protection devices wiring front board; display terminal

中图分类号: TM774 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2015)01-0098-04

0 引言

传统变电站的二次设备主要包括保护、监控、计量、电源及其他辅助系统, 且集中布置于二次设备室^[1], 采用板前安装, 板后接线的组屏方式。

按照智能变电站^[2]“系统高度集成、结构布局合理、装备先进适用、经济节能环保、支撑调控一体”的要求^[3], 国家电网公司创新变电站工程建设模式, 正逐步开展新一代智能变电站^[4]建设工作, 大力推行“标准化设计、工厂化加工、装配式建设”^[5-6]。推广使用标准配送式智能变电站预制舱式二次组合设备^[7], 不仅可以减少工程实际占地面积、简化现场接线方式, 而且方便现场安装、检修和维护。

在新一代智能变电站中, 预制式二次组合设备

舱内部往往需要布置双排屏柜^[8], 由于两排二次设备必须靠舱壁摆放, 只能在二次设备前侧开门, 传统的板前安装, 板后接线的组屏方式必须修改为前向安装, 板前接线的方式。由于传统的液晶显示终端与装置本体紧密连接为一个封闭的整体, 两者之间通过扁平电缆进行信息传输和按键响应, 通信电缆距离非常小, 液晶显示终端的EMC抗干扰性能很大程度上依赖于装置外壳; 而采用板前接线的方式, 由于需要增加用于板前接线的物理距离, 导致液晶显示终端与装置本体的分离, 使得两者之间的通信距离增大, 且通信电缆完全暴露在外面, 如何保证通信电缆的EMC抗干扰性能成为很难解决的问题。在改变通信模式的同时, 保证前接线二次保护装置的EMC抗干扰性能要求^[9], 保护装置的软、

硬件设计均需要较大改动。

本文根据新一代智能变电站的发展方向和设计理念, 在传统保护装置的硬件基础上, 设计并实现了一种适用于前接线二次保护装置的自带 CPU 和应用程序的液晶显示终端。该显示终端解决了二次保护装置由于安装于标准配送式智能变电站预制式二次组合设备舱采用板前安装和板前接线方式所面临的问题, 同时保证了保护装置整体的 EMC 抗干扰性能, 而且硬件改动小, 安装位置可以灵活部署。基于组态平台进行界面设计, 实现了所见即所得的人机交互; 通过动态数据模型设计兼容了多种保护装置, 避免了界面的重复开发。

1 硬件系统组成及安装结构

1.1 硬件系统框架

本文设计的前接线二次保护装置显示终端的硬件系统框图如图 1 所示。

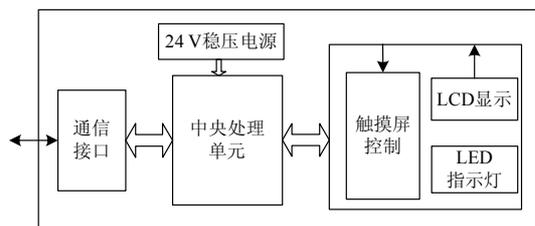


图 1 硬件系统框图

Fig. 1 Diagram of the hardware system

1.2 硬件实现

本文提出的前接线二次保护装置显示终端由人机控制单元、液晶显示单元和液晶结构模组三部分组成。

人机控制单元采用主流的 ARM Cortex-A8 作为中央处理器, 运行速度最高可达 720 MHz。该控制单元包含 24 V 主电源回路和 5 V 通信回路两个独立电路, 24 V 主电源回路为整个显示终端提供供电, 5 V 通信电路提供两路以太网、1 路 RS-232。其中两路以太网口中的网口 1 为与保护装置本体的通信接口, 网口 2 为显示终端的调试和配置接口。

液晶显示单元由液晶显示器和触摸屏组成, 液晶显示器使用 800×480 分辨率的 7 寸真彩色电阻式触摸屏液晶。

液晶结构模组主要由镀铬喷漆金属件和不锈钢板组成, 用于连接人机控制单元和液晶显示单元, 并将其固定于预定的安装位置。

1.3 安装方式

本文设计的前接线二次保护装置显示终端通过

屏蔽以太网线与保护装置本体进行通信, 可支持较长的通信距离, 使得显示终端安装位置可根据实际需求独立安装、部署, 可以安装在与保护装置本体同屏的不同层或是独立安装于监控室。其中, 屏蔽以太网线优先选用电口, 在通信距离较长时, 则选用光纤。

本文给出显示终端安装于保护装置本体正前方前面板上的装置示意图如图 2 所示。

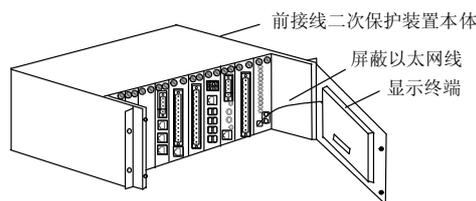


图 2 前接线二次保护装置示意图

Fig. 2 Schematic drawing of installment

在图 2 中, 集成该显示终端的前接线二次保护装置右侧通过折页方式固定前面板, 采用 M3 螺钉紧固左侧开门位置, 结构坚固可靠, 面板打开角度可达 120°, 便于前向接线。

2 软件设计

2.1 软件框架

本显示终端基于嵌入式实时 Linux 系统软件设计, 采用模块化设计模式, 主要包括三大模块: 通信控制模块、数据处理单元、人机交互界面。软件系统框架结构如图 3 所示。

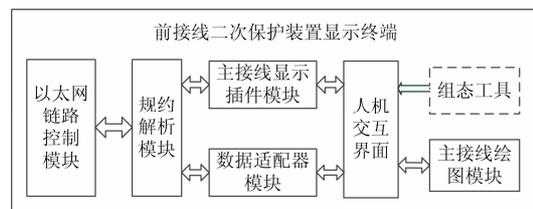


图 3 软件系统框架图

Fig. 3 Block diagram of the software system

在图 3 中, 各模块均单独进行编辑、编译。显示终端与保护装置本体通过 IEC-104 规约进行数据交互。

以太网链路控制模块主要负责完成 IEC-104 规约的连接、断开、重连、启动帧及测试帧等; 规约解析模块负责完成 IEC-104 规约的 ASDU 数据分类解析, 回调给上层的主接线显示插件模块和数据适配器模块; 主接线绘图模块解析到主接线数据后, 通过调用主接线显示插件模块提供的绘图接口, 在人机界面指定的窗口绘制出主接线, 并在界面上进

行显示。

基于组态化的人机界面设计，以信息显示、数据查询及人机交互的组织方式，将人机界面分为“CPU 类型”、“数据业务类型”、“数据条目分组”、“数据信息”的四级结构进行分层组织和展示数据适配器中不同类型的数据信息。

2.2 初始化及数据查询流程

基于图 3 的软件架构，从数据处理层次上划分，将软件系统分为三层数据处理结构如图 4 所示。



图 4 数据处理结构图

Fig. 4 Structure of the data processing

在图 4 中，支撑层主要完成保护装置数据模型建立，数据表基础操作、字段和命令的基础处理以及通信报文的打包和解包；数据调度层主要完成保护装置本体基本信息接收调度、保护装置 CPU 对显示终端定时以及各类事件的处理；在顶层控制层，主要负责通信状态的控制，并响应界面命令，实现界面人机交互控制。

基于图 4 的数据处理结构，显示终端的初始化及上行数据查询流程如图 5 所示。

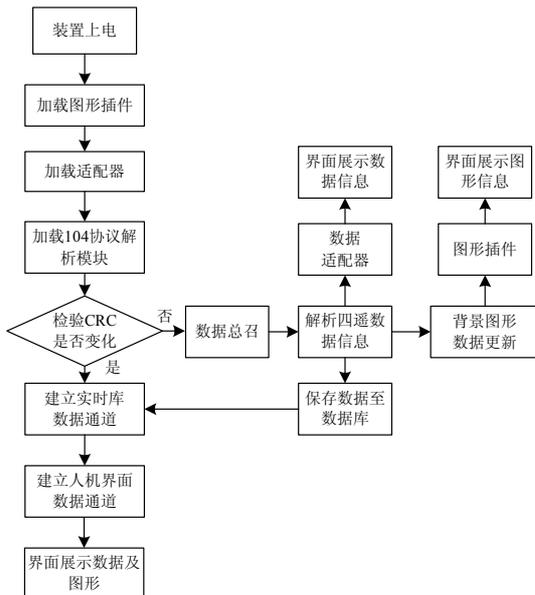


图 5 初始化及上行数据查询流程图

Fig. 5 Flow chart of initialization and inquiry of the upstream data

在图 5 中，显示终端上电启动依次加载图形插件、数据适配器、104 协议解析模块，然后检验新加载程序 CRC 与缓存中是否一致，若一致将直接链接实时库与人机界面，展示保护装置数据及图形信息；若不一致将下发数据总召命令，重新进行数据解析与图形数据更新。

3 组态化的人机界面设计

组态软件是运行于 Windows 平台下的支持实时多任务、多线程、灵活的可视化界面设计工具^[10]。基于组态软件的图形界面开发，在开发过程中不需编写代码，以所见即所得的可视化设计模式完成图形界面的布局、数据的关联及人机交互响应设计^[11]。

基于组态软件的人机界面设计及加载流程图如图 6 所示。

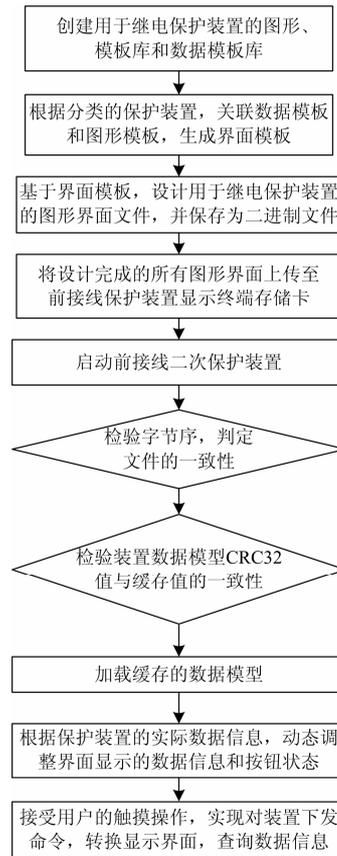


图 6 界面设计及加载流程图

Fig. 6 Flow chart of designation and loading of the man-machine interfaces

在图 6 中，首先需要创建用于描述继电保护装置的图形模板库和数据模板库，然后将图形模板与数据模板进行关联，形成界面模板；基于界面模板，设计描述保护装置的图形界面文件，并将设计完成

的所有图形界面上上传至前接线保护装置显示终端存储卡。显示终端在加载界面文件之前, 首先检验字节序以及数据模型 CRC32 值的一致性, 通过检验后将加载数据模型, 调整人机界面自适应显示相应装置的信息, 并可响应人机交互命令, 实现数据信息查询和修改操作。

本显示终端的人机界面基于信息显示、数据查询、人机交互操作的方式, 设计了主界面、数据分组选择界面及数据展示和人机交互操作界面的三级结构。主界面主要显示保护装置主接线, 数据分组选择界面主要提供数据业务分类信息选择按钮, 在数据展示和人机交互操作界面主要展示所查询的数据信息, 并提供响应人机交互操作的功能按钮, 实现向装置本体发送命令的功能。

4 结论

本文提出的前接线二次保护装置显示终端, 以通用性设计为原则, 不依赖于保护装置本体, 自带 CPU 独立控制液晶的数据信息显示及触摸响应, 使用屏蔽以太网与保护装置本体进行通信, 支持较长距离的通信, 安装方式可根据用户需求灵活部署。

在硬件电路上, 设计了相应的隔离防护措施, 在硬件结构上, 进行了独特的屏蔽处理, 解决了前接线二次保护装置因显示终端与装置本体分离带来的通信距离变大、抗电磁干扰能力弱的问题。

基于嵌入式实时 Linux 操作系统的软件平台, 系统稳定可靠; 采用组态化嵌入式软件开发模式, 加快了人机界面开发速度, 通过保护装置的数据模型动态查询和动态调整界面展示, 实现了一套人机界面兼容多种保护装置, 避免了人机界面的重复开发。

集成了该显示终端的前接线二次保护装置一次性通过中国电力科学研究院集中测试, 并成功应用于某 220 kV 变电站, 为前接线二次保护装置的推广与应用提供了借鉴和使用基础。

参考文献

- [1] 黄益庄. 智能变电站是变电站综合自动化的发展目标[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(21): 25-27.
HUANG Yizhuang. Smart substation is the further objective of SAS[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 25-27.
- [2] Q/GDW 383-2009 智能变电站技术导则[S]. 北京: 国家电网公司, 2009.
Q/GDW 383-2009 technical guide for smart substation[S]. Beijing: State Grid Corporation of China, 2009.
- [3] 曹楠, 李刚, 王冬青. 智能变电站关键技术及其构建方

- 式的探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(5): 63-67.
CAO Nan, LI Gang, WANG Dongqing. Key technologies and construction methods of smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(5): 63-67.
- [4] 宋璇坤, 李敬如, 肖智宏, 等. 新一代智能变电站整体设计方案[J]. 电力建设, 2013, 34(6): 1-6.
SONG Xuankun, LI Jingru, XIAO Zhihong, et al. Design of new generation smart substation[J]. Electrical Power Construction, 2013, 34(6): 1-6.
- [5] 李孟超, 王允平, 李现伟, 等. 智能变电站及技术特点分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(18): 59-62.
LI Mengchao, WANG Yunping, LI Xianwei, et al. Smart substation and technical characteristics analysis[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(18): 59-62.
- [6] 李瑞生, 李燕斌, 周逢权. 智能变电站功能架构及设计原则[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(21): 25-27.
LI Ruisheng, LI Yanbin, ZHOU Fengquan. Smart substation and technical characteristics analysis[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 25-27.
- [7] 刘群. 预制式二次设备在智能变电站中的应用研究[J]. 电气开关, 2013, 38(9): 59-60.
LIU Qun. Application and research of prefabricated secondary equipment in the intelligent substation[J]. Electric Switchgear, 2013, 38(9): 59-60.
- [8] 彭鹤, 田娟娟, 陈燕, 等. 重庆大石 220 kV 新一代智能变电站优化设计[J]. 电力建设, 2013, 34(7): 30-31.
PENG Hu, TIAN Juanjuan, CHEN Yan, et al. Optimization design of Chongqing Da Shi 220 kV new generation smart substation[J]. Electrical Power Construction, 2013, 34(7): 30-31.
- [9] Q/GDW 441-2010 智能变电站继电保护技术规范[S]. 北京: 国家电网公司, 2010.
Q/GDW 441-2010 technical specifications of protection for smart substation[S]. Beijing: State Grid Corporation of China, 2010.
- [10] 葛化敏, 汤沛, 赵桢柳. 组态软件中图形界面的设计[J]. 微计算机信息, 2008, 24(8): 301-303.
GE Huamin, TANG Pei, ZHAO Anbang. The design of graphical configuration module[J]. Control and Automation Publication Group, 2008, 24(8): 301-303.
- [11] 邵风瑞, 王命延. 继电保护测试系统组态软件的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(6): 72-75.
SHAO Fengrui, WANG Mingyan. Configuration based software protection test platform[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(6): 72-75.

收稿日期: 2014-04-03; 修回日期: 2014-06-27

作者简介:

蒋怀贞(1977-), 男, 硕士, 工程师, 从事电力系统继电保护研究; E-mail: jianghuaizhen@xjgc.com

吴双惠(1975-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电力系统继电保护研究;

高建琨(1973-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事嵌入式 Linux 系统设计与开发工作。