

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.10.008

一种通用保护装置显示终端的设计与实现

Design and implementation of a universal display terminal for protection devices

郭晓宁,尹剑仑,庞杰锋,崔龙卫,王群伟,魏新

GUO Xiaoning, YIN Jianlun, PANG Jiefeng, CUI Longwei, WANG Qunwei, WEI Xin

(许继电气股份有限公司,河南 许昌 461000)

(XJ Electric Company Limited, Xuchang 461000, China)

摘 要:传统继电保护装置显示终端软件常常随保护装置本体软件升级或非标需求进行相应修改,为了满足保护装置显示终端通用性要求,提出一种通用性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,采用独立的中央处理器(CPU),自带字库文件,界面图形可脱离代码编写直接绘制。该显示终端程序软件架构分为两大任务,基于邮件方式的界面服务处理任务和基于 RS-232 串口的与保护装置本体通信任务。此显示终端不依赖保护装置本体,既不限定硬件平台,也不限定主机程序,具有通用性。测试结果和某 10 kV 配网配电终端的成功运行证明了该显示终端用于保护装置的正确性和实用性。

关键词:继电保护装置;显示终端;通用保护;邮件方式;界面服务;配电终端

中图分类号:TM 774 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-1951(2019)10-0035-04

Abstract: Traditional display terminal for relay protection devices are often modified with the upgrading of software and non-standard requirements. In order to meet the universal requirements of the display terminal, a design and implementation of a universal display terminal for protection devices is proposed. The display terminal based on the design above, whose interface graphics can be drawn directly without code writing, adopts independent CPU and has its own fonts files. There are two major tasks under the terminal programs software framework, which are interface service processing based on mailing and communication with protection device based on RS-232 serials. This display terminal has versatility in application, and it neither relays on protection device, nor be restricted by hardware platform or applications. The correctness and practicability of the display terminal has been proved by the successful trial in the distribution terminal of a 10 kV distribution network.

Keywords: relay protection device; display terminal; universal protection; mailing; interface service; distribution terminal

0 引言

在工业和电力系统保护控制领域,装置的液晶显示及按键处理是一种重要的人机交互方式。现场运行人员需要通过液晶显示终端查看装置状态、读取或整定装置定值,进行遥控、遥调等操作。由于电力二次设备的应用场景不同,通常需要根据不同的主机程序定制不同的显示终端程序。

传统保护装置的液晶显示终端与装置本体共用中央处理器(CPU),与装置本体紧密联系在一起,所以显示终端常常依赖于主机程序,当主机程序因升级或非标需求修改时,显示终端程序往往也需要同步修改,既增加了新的开发任务又增加了测试任

务^[1-4]。因此如何利用有限的资源来实现保护装置多样化显示需求是一个关键问题。

本文提出的通用显示终端自带 CPU,应用程序不依赖主机独立编译。主机程序升级或变化时,显示终端可以自适应处理,不仅降低了装置的开发成本与维护成本,也解决了显示终端的通用性问题。

1 硬件组成

1.1 硬件系统框架

本文设计的保护装置通用显示终端的硬件系统框图如图 1 所示,由人机控制单元、液晶显示单元和液晶结构模组 3 部分构成^[5-7]。

1.2 硬件实现

人机控制单元采用 ARM-MCU 作为中央处理器,运行速度最高可达 168 MHz。该控制单元包含

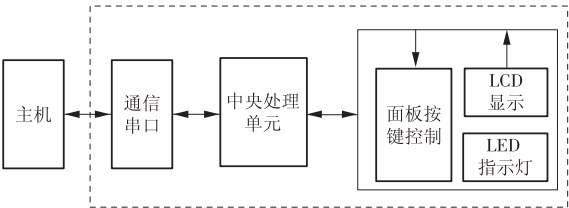


图 1 硬件系统框架图

Fig. 1 Framework of the hardware in system

3.3 V 主电源回路和 3.3 V 通信回路 2 个独立电路,主电源回路为显示终端提供电能,通信电路提供一路 JTAG 调试口、一路 RJ45 面板调试口、一路 RS-232 串行通信接口。JTAG 调试口为显示终端程序的烧写口,RJ45 面板调试口可与主机 CPU 透传连接调试工具,RS-232 为与主机的串行通信接口。

液晶显示单元由液晶显示器和触摸屏组成,液晶显示器使用分辨率为 240 × 160 像素的单色液晶^[8]。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。

2 软件框架

本通用显示终端软件设计,从模块化设计层次考虑,可分为五大模块:界面图形绘制、界面服务模块、通信模块、菜单信息、字库文件,软件系统框架结构如图 2 所示。

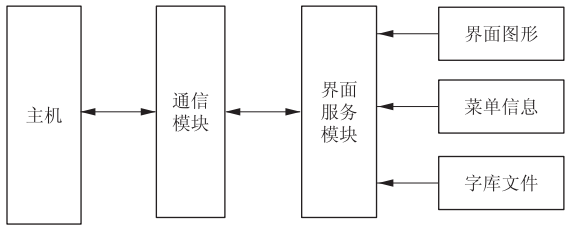


图 2 软件系统框架图

Fig. 2 Framework of the software in system

人机菜单完成一个完整功能包括界面图形显示、菜单内容显示,汉字显示,并通过界面服务操作与主机通信,完成信息交互。

本软件设计从任务处理层次考虑可分为两大任务:界面服务任务和通信任务。界面服务任务负责响应人机交互信息处理,通信任务负责响应人机与主机的信息交互。

2.1 界面图形绘制

本显示终端采用许继自主研发工具 mkPBT 进行界面图形绘制,mkPBT 可提供多种图形编辑控件,每个图形编辑控件能够根据自身特点调用其相应的响应函数完成相应功能操作。界面图形绘制时只需将所需控件拖拽到相应位置,设置好坐标位置和尺寸大小即可。并且每个控件有自己的独立属

性,如编辑框是否允许编辑,列表框可设置行数、列数,在使用时可灵活设置。

保护装置的人机菜单虽然多样化,但图形绘制时编辑框和列表 2 种控件使用较多,以主界面菜单和定值菜单为代表。

主界面图形绘制,是直接将编辑框控件拖拽至界面相应位置,输入相应名称即可,如图 3 所示,需要说明的是图中 u, i, f 等几个电量符号为固定显示部分,不需要与主机交互,而时间和电量值是实时刷新的,需要从主机读取。

2009-12-22	15:36:45
u : 57.74 V	P : 750.0 W
i : 5.001 A	Q : 433.0 V · A
f : 50.00 Hz	C : 0.866

图 3 主界面菜单

Fig. 3 Menu of the main interface

定值菜单绘制,只需要拖拽列表控件并设置好行列数及行高和列宽即可,如图 4 所示,列表菜单里的内容从主机读取。使用 mkPBT 的图形绘制功能绘制界面可以无须根据页面宽度、高度计算出每个控件对应的坐标位置,也无须通过编写代码画出列表的每条列线和行线^[9]。

No.	名称	量值
区号		0

图 4 定值菜单

Fig. 4 Setting menu

2.2 界面服务模块

界面服务包括点亮发光二极管(LED)灯、画面显示、响应按键操作、处理画面任务。界面服务流程图如图 5 所示,从任务处理层次考虑界面服务模块在上电初始化屏保、初始化液晶显示器(LCD)显示、初始化 LED 指示灯、显示主画面后,循环进行键盘消息处理、液晶刷新任务、处理画面任务、处理 LED 任务。初始化完成后显示出主画面,随后响应按键操作可进入下级菜单。

画面任务是界面服务处理的核心,是与主机通信的桥梁。从画面任务处理层次考虑菜单可分为浏览类菜单和整定类菜单,浏览类菜单只需要读取量值,如遥测、遥信菜单,整定类菜单除需要读取量值外还需要支持修改操作,如定值、压板菜单。处理画面任务包括对于浏览类菜单量值读取,及整定类菜单响应修改操作后显示修改结果提示的画面。

处理画面任务是通过邮件方式进行信息交互,在多任务的操作系统中此种方式是最有效也是最容

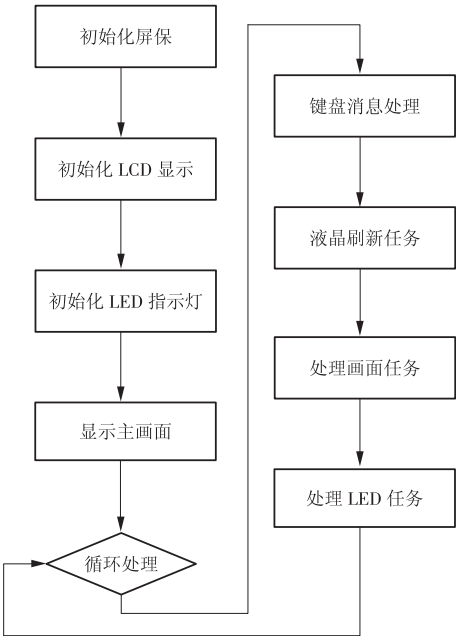


图 5 界面服务流程图

Fig. 5 Flow chart of interface service

易实现的。邮件方式是指把在多任务间传递的数据放在一个缓冲区中,在任务间传递数据时只传递数据缓冲区的指针。这样任务 1 发送邮件到任务 2 只需要发送数据缓冲区的指针,任务 2 接收邮件时也只需读取数据缓冲区的指针^[10]。

画面任务流程图如图 6 所示。(1)当响应按键操作进入某个菜单画面时,处理画面任务会收到来自菜单界面的邮件命令,判断该菜单需要进行读信息还是修改信息操作后,会向主机通信模块发送读或写命令邮件。(2)主机通信模块接收到邮件后组织下发读信息或写信息报文并向主机发送。(3)主机通信模块收到主机的回复报文并解析报文后,向处理画面任务发送可进行读信息或写信息命令邮件。(4)处理画面任务收到邮件后,对于浏览类菜单将量值信息刷新,对于整定类菜单显示修改成功或修改失败的画面。

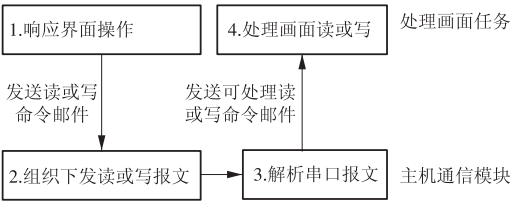


图 6 画面任务流程图

Fig. 6 Flow chart of interface task

2.3 显示终端与主机通信模块

本文设计基于 RS-232 串口通信的显示终端与主机通信系统,采用 Modbus 规约,利用 Modbus 规约可扩展的特点,将菜单按类型划分,同一类型菜单报文功能码相同,同一功能码的报文格式相同,这

样下发报文和解析报文简单方便^[11-12]。人机菜单的信息刷新和修改通过串口通信方式与主机交互,通信框架如图 7 所示。通信任务主要分为邮件处理和报文处理,当接收到来自界面服务的读或写邮件命令时组织下发报文到主机,当收到来自主机的报文时解析报文并向界面服务发送邮件。

通信模块任务优先级高于界面服务处理任务,当有通信任务时先处理通信任务。

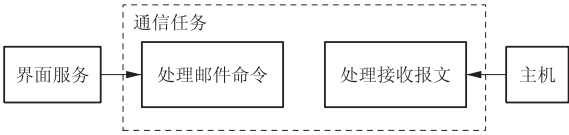


图 7 通信框架图
Fig. 7 Framework of communication

3 数据处理流程

从数据处理层次考虑,显示终端的数据处理流程如图 8 所示,主要分为浏览类菜单和整定类菜单的数据处理。

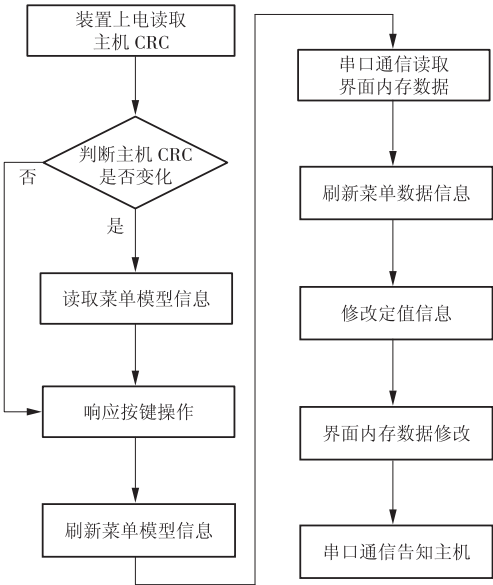


图 8 数据处理流程图

Fig. 8 Flow chart of data processing

浏览类菜单只需要读取数据,图中虚框内为浏览类菜单数据处理。整定类菜单除需要读取数据外还支持修改操作。

菜单信息指列表类菜单的序号、名称、简称、单位,这些对于相同的主机程序是固定不变的,读取后放在全局数组里。装置上电读取主机循环冗余校验(CRC)并判断 CRC 是否变化,若 CRC 变化说明主机程序变化需要重新从主机读取。菜单模型信息从主机读取而不在人机程序定义,可以解决由于主机程序因升级或非标需求,某些定值或遥信开入等,个

数需要增减或名称需要修改,人机程序也必须做相应修改的问题。这样一个显示终端程序可以适用不同的主机程序,解决了显示终端的通用性问题。

在刷新菜单模型时需要进行汉字显示,本文使用将二进制字库文件包含到显示终端片内 FLASH 中的方法。显示某个汉字时只需将该汉字某种编码如 GB2312 编码通过公式换算,计算出该汉字在字库文件中的偏移量^[13],根据偏移量找到其相应点阵信息位置,取出该汉字的相应字库点阵信息如 16 号字为 32 个字节,有了点阵信息即可完成该汉字显示。使用此种方法任何汉字都能显示,可以解决因主机程序升级汉字变化时,显示终端需要更新字库的问题,从而也解决了显示终端的通用性问题。

当响应按键操作进入某个菜单时,根据菜单属于浏览菜单还是整定菜单进行画面任务处理,对于浏览类菜单,首先刷新菜单模型信息,然后再由画面任务处理与主机通信读取菜单量值信息存于界面内存并显示。

对于整定类菜单,首先进行读取菜单量值并显示,若进行菜单数据修改时,数据修改后输入密码按确认键操作后将画面任务处理与主机通信告知主机,主机判断修改是否合理并反馈画面任务后,显示修改正确或修改失败画面。

4 结论

本文提出的保护装置通用人机设计方案,以通用性设计为前提,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按键响应,基于 RS-232 的串行接口与保护装置本体进行通信,已通过中国电力科学研究院检测,并成功应用于配网配电终端保护装置中,为保护装置通用显示终端的推广与应用提供了借鉴和使用基础。

参考文献:

[1] 邵茜楠. 智能变电站的应用现状及前景综述[J]. 华电技

术,2016,38(9):41-43,45.

[2] 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.

[3] 智能变电站技术导则: Q/GDW 383—2009[S].

[4] 王瑞彪,郑文彬. 智能变电站 SCD 文件版本的可视化管控研究[J]. 华电技术,2019,41(4):14-18.

[5] 蒋怀贞,吴双惠,高建琨,等. 一种前接线二次保护装置显示终端的设计与实现[J]. 电力系统保护与控制,2015,43(1):99-101.

[6] 顾锦书,俞春林,袁涤非. “前接线、前显示”电力二次设备结构形式分析[J]. 华电技术,2018,40(8):18-20,35.

[7] 于文斌,钱帆,乔海强,等. 一种基于 STM32 芯片的人机界面设计[J]. 测控技术,2016,35(7):121-123.

[8] 张青,常能. 基于图像处理技术的人机交互系统设计与实现[J]. 现代电子技术,2018,41(24):149-152.

[9] 王旭宁,郭晓宁,陈玉峰,等. 一种通用的可视化嵌入式应用开发平台的设计与实现[J]. 电力系统保护与控制,2016,44(13):151-155.

[10] 王博,李岩,王简,等. 任务间通讯邮箱的硬件实现[J]. 哈尔滨理工大学学报,2016,21(1):36-39.

[11] 张青,任宏. 智能人机交互通信系统设计与实现[J]. 现代电子技术,2018,41(20):175-178.

[12] 李慧真. 基于大数据处理技术的界面交互设计研究[J]. 现代电子技术,2019,42(1):38-41.

[13] 李鹏飞,许金凯,韩文,等. 基于 STM32 的 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 外置 spi flash 字库研究与实现[J]. 液晶与显示,2015,30(2):290-295.

(本文责编:张帆)

作者简介:

郭晓宁(1984—),女,河南濮阳人,工程师,硕士,从事电力系统继电保护方面的研究(E-mail: xiaoning939@126.com)。

尹剑仑(1984—),男,河南周口人,工程师,硕士,从事电力系统继电保护方面的研究。

庞杰锋(1991—),男,河南濮阳人,助理工程师,从事电力系统继电保护方面的研究。