

# 一种新型配变监测终端的设计和开发

宋庆武, 陈国琳

(江苏方天电力技术有限公司, 江苏南京 211102)

**摘要:**介绍了一种新型的配变监测终端的设计开发,该终端硬件的CPU以ATMEL公司的芯片AT91RM9200为核心,采用当前流行的嵌入式操作系统ARM-LINUX,软件采用多进程、多模块的软件架构设计,各个软件系统模块并行运行。相对于当前社会上的类似终端的设计,在稳定性、并发性、运行效率、可扩展性上均有较大的优势。

**关键词:**配变监测;ARM9;ARM-LINUX;可扩展

中图分类号:TM769

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2011)01-0036-03

配电变压器是将电能直接分配给低压用户的电力设备,其运行数据是整个配电网基础数据的重要组成部分。而配变监测终端作为配电变压器运行数据的采集和变压器状态的监控最直接而有效的载体,能够全面提高配电系统的服务质量、运行安全以及供电企业的管理水平,从而产生良好的经济效益和社会效益。配变监测终端可以全面监测配变的运行状态,具有数据存储及处理能力,对电网的停电、缺相等各种异常事件进行记录并及时上传。并可根据系统无功缺额等的变化,控制电容器组的投切,提高电能质量。因此本文提出基于ARM-LINUX的新型配变监测终端的开发设计。

## 1 系统概述

### 1.1 硬件系统概述

硬件系统结构如图1所示。

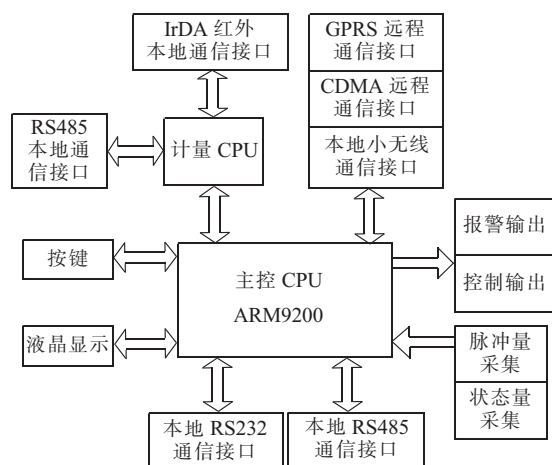


图1 硬件系统结构

(1) 本地接口: 终端提供一路红外接口,一路RS232接口(RS485接口),一路RS485接口,小无线通信接口(可选)。计量部分红外接口可选择远红外或吸附式红外;主控部分一路RS232接口可选RS485接口。

(2) 远程接口:GPRS/CDMA通信接口,用来与主站系统进行通信。

(3) 计量CPU:它负责交流采样中的计量与测量功能,主要向用户(红外抄表)。

(4) 主控CPU:数据的采集、处理、存储,包括交流采样中的负荷曲线功能、遥控跳合闸功能、中继转发功能、事件记录、电能质量合格率统计、状态量采集、遥信量采集、脉冲采样、抄表等。

(5) 按键及液晶显示:用于本地配置终端,显示终端系统状态和数据。

### 1.2 软件系统

软件系统基于分层结构设计,主要包括外部计量单元、平台层、应用层。如图2所示。

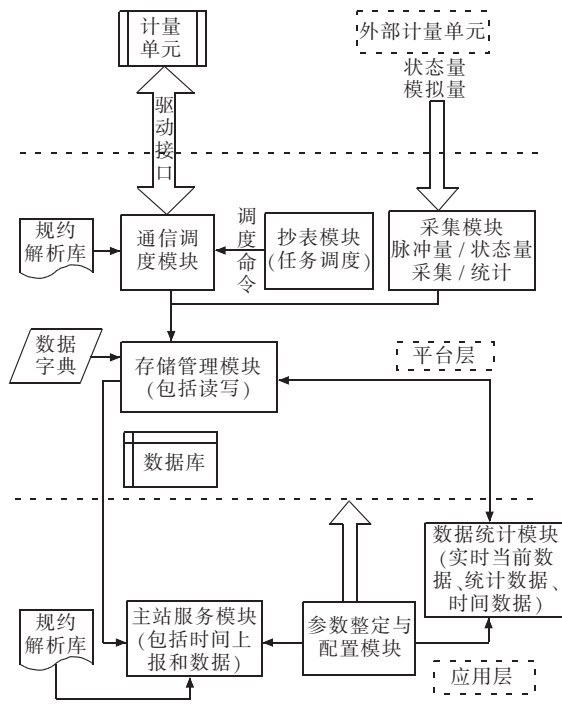


图2 软件系统结构

#### 1.2.1 平台层

(1) 接口驱动:屏蔽操作系统/硬件接口差异,提供稳定的驱动,给采集、控制提供统一的读写接口

函数。

(2) 前端处理:根据配变参数配置,尽可能多的配变信息,为存储管理提供完整和准确的数据,同时能够按要求产生输出控制的功能。

(3) 任务调度:根据应用层的配置参数,得到采集处理必要的采集条件,可按固定可选周期时间,协调和控制采集处理的时间准确性,下达控制命令给前端处理。

(4) 存储管理:它是数据库访问的接口,所有其他任务想要访问数据库都要通过存储管理所提供的接口来读取、存储、修改数据库。

### 1.2.2 应用层

(1) 参数整定与参数配置:通过主站,本地配置接口,完成各种功能所需要的运行参数,形成配置参数区,并能够读取配变参数,根据读到的配变信息,结合主站下发的命令,形成统计计算的先决条件。

(2) 统计计算:根据配变参数区和配变管理得到的先决条件,主站需要的数据的计算方法,通过存储管理接口取得即时数据库的内容,经过加工处理后再返回给数据库,得到主站应用需要的数据。

(3) 主站服务:接收主站命令,给主站提供服务,完成对主站的规约处理,提供与主站的多种通信方式,并可以与多个主站同时通信。

## 2 系统软件设计实现

### 2.1 配变监测终端的数据流图

配变监测终端的数据流如图3所示。

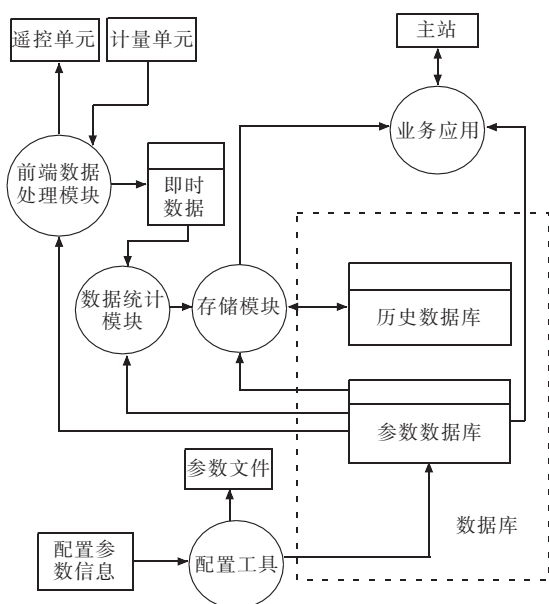


图3 配变监测终端数据流

根据数据流图可以把数据结构简单分为实时数据、历史数据、参数数据,其中实时数据的生命周期在整个系统运行中是非常短暂的,在系统中只起到

缓存的作用,存放在系统的内存当中。而历史数据和参数数据放入数据库中。

(1) 实时数据:它包括实时数据、采集数据等原始数据。

(2) 历史数据库:它包括计算数据,曲线数据,记录数据,定点数据等。

(3) 参数数据库:它包括测量点参数,表记参数,数据配置参数等数据规模较大的参数数据。

(4) 参数文件:它是用来记录终端本身的物理参数、系统运行参数等规模较少的参数数据。

### 2.2 软件逻辑设计

软件逻辑设计主要包括数据的存储和访问、存储空间分配以及数据的标识与数据项。

(1) 数据的存储和访问。这是此系统设计的最重要环节,它包括终端中各个模块要使用的参数,数据的空间分配管理、数据存储、访问等。存储功能提供参数和数据的读写,私有数据区的申请和读写。访问以接口函数形式提供,分为参数读写接口、私有数据区注册和读写接口、业务数据读写接口、历史数据读写接口、逻辑计量点映射配置接口。所有对数据的访问和存储均通过存储子系统实现。

(2) 存储空间分配。根据外部存储介质的特点,采用不同的文件系统,不同的数据特点,将数据字典的参数和数据采用自定义二进制方式,合理安排目录结构和文件存放方法,能快速访问并高效利用存储空间。

(3) 数据标识与数据项。该定义主要针对的是《DL/T 645—1997 多功能电能表通信规约》、《江苏电网配变监测计量终端数据传输规约》、《Q/GDW 130—2005 电力负荷管理系统数据传输规约》这些规约来定义。为了能屏蔽各规约之间的差异,形成统一的数据采集、抄读、存储模型,各模块采用统一的数据标识来操作数据库。规约解释模块将各规约不同的数据标识映射成内部统一的数据标识,数据标识采用BCD码。

### 2.3 软件功能简介

(1) 采集数据终端的数据采集源主要有电能表脉冲输出、RS485输出(计量表计、交流采样装置或其他智能装置)、开关辅助触点、门接点。它包括3种采集量,即4路开关量输入,RS485接口的智能装置输入(1块),1组交流采样(三相电压、三相电流)。脉冲采集计算周期为1min,终端读取交流采样装置,周期默认为15min(周期可按要求在1~60min设定),跳闸开关辅助触点采样周期为1s,终端对计量表计数据采样周期为15min。脉冲功率计算方式采用近似1min计算平均功率,同时刷新显示。

(2) 参数整定和查询。终端能够接收并保存主站设置的参数命令,如终端运行和测量点参数,能够通过终端提供的按键和显示屏查询终端的参数和重要的参数(如通信参数),这些都需要通过本地按键设置。

(3) 终端的遥控。终端按照主控站下发的控制命令对终端进行控制,主台下发的遥控命令包括控制轮次、告警时间、控制(限电)时间。

(4) 数据本地存储。针对采集的原始数据至少能够存储3个月以上,且存储的保存周期可以设定和修改;针对计算的数据(分为日数据和月数据)可以保存一年以上。

(5) 数据转发。终端具有将主站命令转发给下属智能装置(如电表、交流采集装置)并将智能装置的返回数据信息传送给主站的功能。进行信息转发时,需要对下属智能装置的通信报文进行必要的约定。终端信息转发功能主要有终端能将主站下发的各种转发数据传送给下属智能装置,并将下属智能装置回发的数据直接传回主站,如果电表、交流采集等下属智能装置转发数据不成功,终端就回否认帧。

(6) 本地维护。终端具有本地维护接口,其通信规约与远程通信接口的通信规约相同,本地维护功能主要提供给用户,满足需求侧管理要求,安装维护人员也可通过本地维护接口实现终端与现场调试设备的通信,进行终端参数和运行数据的现场查询,这些数据包括终端或测量点参数、实时数据、历史日数据、历史月数据等。

(7) 事件记录。终端根据主站设置的事件属性按重要事件和一般事件分类记录。重要事件与一般事件又按发生的时间顺序分2个队列记录,每个队列记录长度为100条,队列按先进先出方式刷新,每条记录的内容包括事件类型、发生时间及相关情况。

(8) 终端自身的告警和状态指示。在液晶显示屏上显示告警状态,可以通过设定的菜单项进行查询,能够在液晶屏显示终端自身运行状况和重要数据进行查询。

(9) 升级。终端应具有软件升级功能,既可以本地升级,又支持远程升级。

### 3 终端设计特点

(1) 可靠性是本终端设计考虑的首要问题,相对于其他厂家类似的终端在这个方面有很大提高,而 ARM-Linux 操作系统<sup>[1]</sup>、工业级的芯片选型是

本终端稳定性设计的基础,同时在应用软件的设计采用 C 语言开发<sup>[2]</sup>,以及各个模块的合理性设计,经过较长时间的测试,系统运行稳定。

(2) 可扩展性是本终端设计的先进之处,在需求分析之初,就对软件设计进行了功能模块划分,尤其在规约接口方面,核心采用规约插件管理器。当需要扩展规约时只需要按照一定的格式要求开发不同的规约插件,而接口驱动部分的扩展完全可以依赖 ARM-LINUX 系统的扩展功能。

(3) 本终端设计的另外一个重要特色是有较高的运行效率。ARM9 的核心 CPU,256 M 的 RAM,512 M 的 FLASH 是保证终端装置运行快速的基础。应用程序设计是采用了多进程设计,各进程模块并发运行,所有这些设计都极大的提高了系统运行效率。

(4) 本终端设计的特点是系统的可维护性(支持远程升级)及应用程序开发的可移植性<sup>[3]</sup>。软件程序在开发时可以在 pc 机上编写调试程序,通过仿真下载到终端上运行可以看到真实结果;应用软件的远程升级可以减少工程人员的维护工作量,大大方便了用户。

### 4 结束语

基于以上设计的配变终端已经处于生产阶段,先期已经投入到江苏苏南一带的配变监测系统中。一方面表现出该系统的强稳定性,AT91RM9200 芯片完全可以保证 Linux 操作系统<sup>[4]</sup>的高速性和系统需求的实时性;另一方面表现出该系统的高扩展性,根据 Linux 内核本身的可扩展性,任何新的外设的加入只要完成驱动部分的编写即可。

#### 参考文献:

- [1] 李善平. 嵌入式 Linux 设计与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [2] SIOSS A N 著,沈建华译. ARM 嵌入式系统开发:软件设计与优化[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [3] 龙晋元. UNIX 环境高级编程[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [4] 陈莉君. 深入理解 Linux 内核(第三版)[M]. 北京:中国电力出版社,2007.

#### 作者简介:

宋庆武(1979-),男,山东蓬莱人,助理工程师,从事嵌入式开发与软件开发项目管理方面工作;

陈国琳(1984-),女,江苏盐城人,助理工程师,从事计算机科学与应用技术专业软件开发工作。

指示灯后接于电源的正负极之间,另一回路则用2YQJ4和2XD指示副母刀闸位置。相应于方法①中假设的情况,这种改造就会通过1XD和2XD均点亮的方式来报警。③原设计中“切换继电器同时动作”的信号采用一个正母单位置常开接点、一个副母单位置常开接点串联发信号,可调整为采用一个正母双位置常开接点、一个副母双位置常开接点串联发信号。相应于方法①中假设的情况,原设计不发信号,调整后可发信号提醒运行人员。

(4) 以上的方法①、方法②、方法③是对目前电压回路常用接线方式下可能的二次反送电的点进行提前预警,在回路没有改造之前,可以通过对接入YQJ继电器返回回路的刀闸常闭接点进行测量,以检验其是否配合一次刀闸位置相应变动。但这些改造并不能彻底解决二次反送电的问题,为此可做进一步考虑。①将2条母线的电压全部输入到保护装置中,并把2个母刀的YQJ的接点也输入到保护装置中,由保护根据YQJ的输入情况确定选择使用哪一条母线的电压。这样即使2个母刀的YQJ同时都输入,但母线二次电压不会通过YQJ形成环路,相应地二次反送电的问题也就迎刃而解。这种想法相对于目前常用的保护就要求增加一组电压输入,2路刀闸位置输入,还需要加入选择使用哪一条母线的电压的程序。②将2条母线的电压全部输入到操作箱中,由操作箱根据母线刀闸位置的输入情况确定选择哪一条母线的电压。然后由操作箱将所选择

的电压输出到保护中。这种想法相对于目前常用的操作箱就要求增加2路电压输入,1路电压输出,还需要加入选择使用哪一条母线的电压的程序,这个思路在电压选择方面就彻底摒弃了YQJ,电压选择的问题在操作箱内部就解决了。但如果操作箱故障,2套保护将全部失压。③根据江苏省电力公司最近发布的《江苏电网220kV系统继电保护“六统一”应用技术原则》,新建变电站每套线路保护装置的电压应取自本间隔的三相TV,要求TV提供2组保护用独立的二次绕组。这样保护分别取电压,也将彻底地杜绝二次反送电。

### 3 结束语

通过对二次电压回路分析,运行人员加强了对二次反送电原因的了解,但目前的电压回路接线方式下,二次反送电的可能性是一直存在的。本文提出了摒弃电压切换回路的一些思路,需要一次系统和二次设备软硬件各方面的技术支持。随着各变电站反送电的相继出现,这个问题也逐渐吸引了各个单位的重视,相信在不久以后,二次反送电将得到很好的解决。

#### 参考文献:

[1] 江苏省电力公司. 江苏电力系统调度规程[Z]. 2005.

#### 作者简介:

张建华(1980-),男,江苏连云港人,助理工程师,从事变电运行工作。

## Analysis and Improvement Measures of the Secondary Reversed Feeding

ZHANG Jian-hua

(Lianyungang Power Supply Company, Lianyungang 222004, China)

**Abstract:** The duplicate-busbar operation is flexible and power supply to users doesn't have to be interrupted during rotation bus maintenance. But the switch operation is so complex that the secondary circuit of voltage transformer (TV) under power and the secondary circuit of TV without power are easily in parallel during the operation. The consequence is to make the secondary circuit air switch of charged voltage transformer tripped, thus secondary circuits of switch protection of all the running buses will lose power. In this paper, a secondary reversed feeding event because that the auxiliary contacts of other interval switch fail to return during the line impact. And some improvements and warnings are also proposed.

**Key words:** reversed feeding; cause analysis; preventive measures

(上接第38页)

## A Novel Design and Development of Distribution Transformer Monitoring Terminal

SONG Qing-wu, CHEN Guo-lin

(Jiangsu Frontier Electrical Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** The paper introduces a novel design and development of distribution transformer monitoring terminal. The CPU of the terminal hardware applies AT91RM9200 (CHIP of ATMEL Company) as a core, and uses the current popular embedded operating system ARM - LINUX. Besides, the multi-process and multi-module software architecture is applied in software design, and each process and module can run in parallel. Compared with other current similar terminal designs, the terminal system has showed great advantages in stability, concurrency, efficiency and scalability.

**Key words:** distribution transformer monitoring; ARM9; ARM-LINUX; scalability