

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2017.04.015

基于 DL103 协议的集成化电力监控系统的应用研究

戴建民, 张平均, 季雨枫

(福建工程学院 福建省数字化装备实验室, 福建 福州 350108)

摘要: 设计了企业变电站电力监控系统的结构,通过截取分析设备上传报文,设计并调试通信测试应用程序,使得上位机能够准确解析报文,解决了基于 IEC60870-5-103(DL103)协议的智能测控保护装置 RA-6 在集成化电力监控系统中与上位机的通信问题。调试结果表明此方法能保证设备在系统中正常运行工作。

关键词: IEC60870-5-103; 电力监控系统; 测控保护装置

中图分类号: TM76

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2017)04-0382-04

Application of DL103 Protocol-based integrated power monitoring system

Dai Jianmin, Zhang Pingjun, Ji Yufeng

(Fujian Provincial Key Laboratory of Digital Equipment, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

Abstract: The structure of a power monitoring system for enterprise substations was designed. By intercepting and analysing the equipment report, the text communication test program of the substations was designed and modified. The program can enable the monitor computer to parse the messages accurately, solving the communication problem between the intelligent monitoring protection device RA-6 in the integration power monitoring system based on IEC60870-5-103 Protocol and the monitor computer. The results show that the method can ensure the proper operation of the equipment in the system.

Keywords: IEC60870-5-103; power monitor system; monitoring protection device

随着企业的发展,企业的电力系统需要不断地改造升级,以满足企业在用电负荷、用电质量方面的需求,同时电力系统的结构和自动化程度日益多样化和复杂化。这也就造成了许多企业内部电力设备不统一,尤其是在二次侧的测控保护装置的应用上^[1]。近年来,测控保护装置发展迅速,从计量仪表发展到现在的测控保护一体化,设备的智能化程度越来越高,更新换代的速度也越来越快,设备的选择也越来越丰富^[2]。许多企业在建立新的配电所或支线时,会使用一套新的测控保护装置,来提高供电的安全性和可靠性。这

就造成了在企业电力系统中多套不同的测控保护装置,这也往往意味着存在多套独立的上位机监控系统。这给建立一个集成的企业电力监控系统造成了困难。

IEC60870-5-103 协议作为中国第一个等同采用的电力行业继电保护通信标准,可以采用 RS-485 或者光纤通信,其串行通信方式在某些场合已经没有办法满足实际应用的需求,因此各大厂家提出了各自版本的基于工业以太网的扩展 IEC60870-5-103 协议,由于各个继电保护设备厂家对协议理解不同,给后台电力监控系统接入

收稿日期: 2017-02-22

基金项目: 福建省科研基金(JK2012030);福建省高校基金(GYZ11072)

通讯作者: 张平均(1969-),男,湖北蕲春人,教授,博士,研究方向:嵌入式系统应用。

设备造成很多困难。目前,虽然新建数字化变电站或智能变电站已使用变电站通信领域最新的 IEC61850 标准,但是 IEC60870-5-103 协议仍具有可观的应用市场^[3]。

本文针对某冶金企业的实际问题,提出了一种基于 IEC60870-5-103(以下简称为 DL103) 通讯协议的测控保护装置与集成化的上位机监控系统之间的通信问题的解决方案。

1 电力监控系统集成化方案设计

1.1 企业电力监控系统需求分析

某企业电力监控系统覆盖范围包含一个变电站和 6 个车间。在这 7 个站点中一共使用了 3 套不同的测控保护装置,分别是美国 SEL-551、珠海万利达 MLPR-810Hb 和上海瑞安的 RA-6。每套设备的通信方式各不相同,SEL-551 采用 Modbus 协议,MLPR-810Hb 采用 IEC-61850 协议,RA-6 采用 DL103 协议,而且它们都对应独立的上位机监控系统。这样增大了值班人员的工作难度,也不利于企业电力系统未来的扩展。

基于此,决定对现有的电力监控系统进行改造,开发一套适用于企业现状的多种设备集成化的电力监控系统。首先将 3 套设备组进同一个网络,再开发一套同时满足这 3 种设备通信的上位机监控系统,具体的改造方案设计参考文献[4],下面介绍该集成化监控系统的组网方案。

1.2 站点间组网方案

该系统总共涉及 7 个站点和若干条支线,采用星形连接和环形连接相结合的混合组网模式。星形连接的特点是接线结构简单、通信速度快,适用于结构简单、通信距离近的系统。环形连接的特点是可靠性高,当某一处发生故障时,系统还能够继续运行,大大提高了可靠性。各站点内部采用星形连接的方式,站点间采用环形连接,这样尽可能的保证系统结构简单,实时性高,又满足远距离传输和系统的可靠性^[5]。图 1 为站点组网结构示意图。

1.3 过程层组网方案

过程层采用 MSV 直连,GOOSE 组网和 B 码对时的方式。此种方式通过网络方式跳闸,一定程度上实现了数据传输的网络化,具有较高的自动化程度,同时符合 DL103 和 IEC-61850 的通信标准。此种模式已有较多的工程实例,经验表明

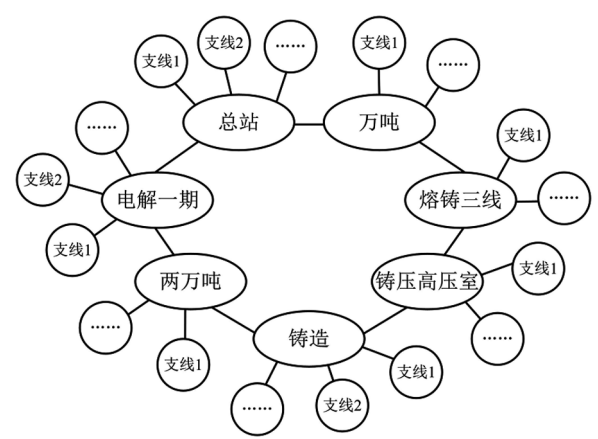


图 1 站点组网结构示意图
Fig.1 Schematic of power stations networking

在重负载下 GOOSE 跳闸命令仍能满足实时传送,符合工程应用要求^[6]。虽然 MSV 直连导致采样数据无法在过程层实现数据共享,但可以通过上位机组网实现数据共享。显然,此种方式不但通信满足要求,而且结构简单,施工周期短,成本也相对较低。图 2 为该模式结构示意图。

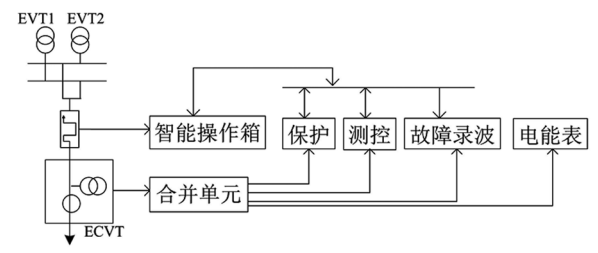


图 2 过程层组网结构示意图
Fig.2 Schematic of process layer networking

2 DL103 协议实现方案

2.1 上位机软件及问题

上位机软件采用成熟的组态软件组态王(6.55)来开发,组态王充分利用了 Windows 图形功能完备、界面一致性好、易学易用的特点,采用多线程、COM 组件等技术,可以实现实时多任务,并且软件运行稳定可靠,使开发的系统具有通用性,减少开发者的重复性工作,便于二次开发^[7]。组态王自带上百种不同类型不同厂家的设备驱动,以方便开发者使用,如果有需要使用其他驱动,还可以根据设备自行开发并安装到组态王中,即可实现设备与组态王之间的通信。

在软件开发的过程中,对 RA-6 的应用开发

出现了困难。RA-6 采用上海瑞安的 DL103 协议,该协议需要由主机下达查询命令,设备才会应答数据信息,而驱动无法实现自动下达查询命令的功能。另外,设备上传的报警信息不能被上位机监控系统识别。

2.2 DL103 规约分析

因为 RA-6 的驱动无法实现自动下达查询命令的功能,所以需要设计一个程序来实现该功能。DL103 规约是一点对多点的主从 Polling 方式,它的报文可以分为固定帧长报文和可变帧长报文,固定帧长报文主要用于召唤、命令、确认和应答,可变帧长报文主要用于命令和数据传输。在可变长报文中包含一段信息标示符,它包括两个部分即功能类型(FUN)和信息序号(INF)。对于继电保护装置,每个动作元件、报警信号和数据状态等都有一个唯一的 FUN 和 INF 与之对应,所以厂家往往会把信息标示符和设备寄存器地址对应起来,具体的功能需见设备信息表。在 RA-6 中, FUN 就代表寄存器的组号, INF 就代表寄存器的条目号。

图 3 是 DL103 协议的数据召唤流程图。由图 3 可知,主机先向设备下达总召命令,设备以确认帧回答并处于待查询状态,主机再向设备下达分组召唤命令,设备以确认帧回答,然后上传对应组号的数据帧。

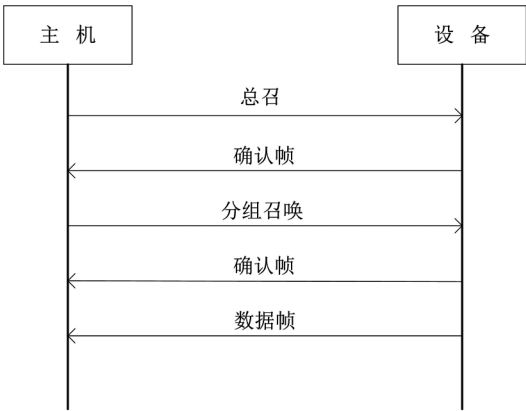


图 3 DL103 协议数据召唤流程图
Fig.3 Flowchart of DL103 protocol data call

2.3 DL103 协议在 RA-6 上的程序设计

组态王软件编程语言与 C 语言相似,还提供了很多模式的编程环境。因为遥测和遥信需要实时采集,所以在应用程序命令语言的运行时模式中编写程序,以实现只要当监控系统在运行状态,

该程序就会一直被循环执行。组态王中的变量与 C 语言不同,它的变量是对应设备寄存器的,需要优先注册设备和在数据库中建立变量。比如,本次设计中最关键的 4 种变量:校时、总召、组号、分组召唤。

根据图 3 的 DL103 协议数据流程图,编写了 RA-6 的自动采集应用程序,经过多次测试发现数据采集不稳定,有几次采集不到数据。通过 Wireshark 抓取报文发现,当主机下达总召命令后,RA-6 回复确认帧的时间不稳定,有时能立即回复,有时却要延迟几秒。如果在 RA-6 没有回复确认帧时,也就是 RA-6 还没处于等待召唤状态时,主机就下达分组召唤命令是无法得到回应的。通过反复测试观察数据帧的传输情况,得出 RA-6 回复确认帧的延迟时间不会超过 10 s。但是,组态王不支持延迟函数功能,不能直接实现该功能。在应用程序命令语言的运行时模式下的程序会一直被循环执行,循环的时间间隔是可以被设置的,所以利用这一点就可以实现延时功能。图 4 是本次程序设计的流程图。

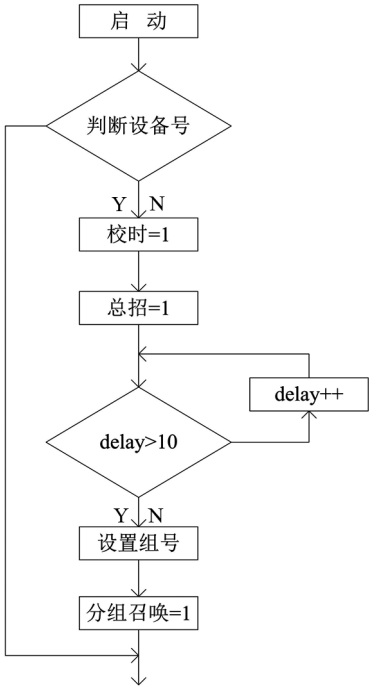


图 4 程序设计流程图
Fig.4 Programming flowchart

3 调试运行过程

本次设计的电力监控系统已经在某企业实际

运行测试。系统中共计 12 台 RA-6 设备,涉及 2 个站点。

利用继保仪对 RA-6 进行故障模拟,发现 RA-6 保护动作,但上位机监控系统没有出现保护报警。首先查看 RA-6 的设备说明书,检查变量是否设置正确,确定无误。在 RA-6 中,瑞安将报警信息分配为第 6 组数据,当设备动作时,设备将主动上传报文。再次进行故障模拟,通过 Wireshark 观察到,当 RA-6 动作时,设备向主机主动上传了 69 字节的数据包。图 5 是过流速断保护动作的报文。在该报文中可知,第一个字节 68 代表这是一段可变帧长报文,可变帧长报文中包含信息元,信息元的内容就是故障信息。该段报文的信息元是从 C9 00 开始,前一位 0f 代表信息元一共有 15 组数据,两个字节为一组,最后两个是校验码。信息元的编码是由厂家设定的,这段编码是需要由上海瑞安开发的 RA-6 专用的监控软件来进行解码的,这也就是为什么 RA-6 上传的报警信息不能被上位机监控系统识别。由于厂家并不提供解码公式,只有通过多次实验来观察信息元的规律,发现只要是过流速断保护动作,第 1 组数据就是 C9 00,只要是过流 II 段保护动作,第 1 组数据就是 83 00。由此可以推测,基本可以确定信息元中的第 1 组数据就是故障类型的唯一编码。将这一条件加入到报警程序中,例如:当系统检测到 RA-6 设备的寄存器 6.0 的数据变为 201 时,就判断为

过流 I 段保护动作,再执行相应的程序。测试表明,利用该方法在设备保护动作时,能有效触发上位机报警系统。

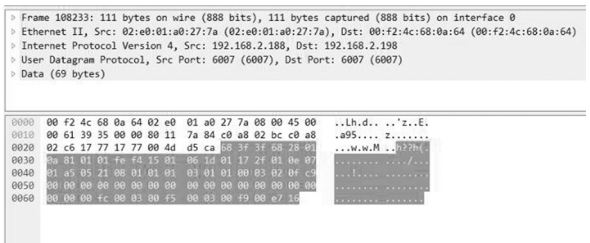


图 5 过流速断保护报文

Fig.5 Message of instantaneous overcurrent protection

在为期 6 周的试运行过程中,运行状态稳定,上位机系统中显示的数据量和状态量与实际运行相符。实际运行状态证明了上诉的解决方案是有效的。

4 结语

根据某企业的实际需求,针对在构造多设备集成式的企业电力监控系统的过程中出现的问题,进行分析解决。对基于 DL103 协议的 RA-6 线路测控保护设备所出现的数据无法主动上传和保护动作报文无法识别的问题,提出了一种实际有效的解决方案,给其他基于 DL103 协议设备的应用开发提供了工程实例。

参考文献:

[1] 黎春渥.大型工业企业智能电网构建研究[D].武汉:华中科技大学,2012.

[2] 浮明军,刘昊昱,董磊超.智能变电站继电保护装置自动测试系统研究和应用[J].电力系统保护与控制,2015,43(1):40-44.

[3] 满令伍. IEC60870-5-103 规约在变电站后台监控系统中的应用研究与实现[D].济南:山东大学,2014.

[4] 季雨枫,张平均,戴建民.大型企业变电站智能化改造方案的设计与实现[J].电工电气,2017(1):59-62.

[5] 王昊,夏慧,陈威,等.基于分治策略的分布式调度自动化系统稳态监控网络拓扑分析[J].电力系统保护与控制,2015,43(18):101-107.

[6] 王明松,马鸿雁.基于组态王的变电站运行状态在线监控系统设计与应用[J].电工技术学报,2015,30(1):484-489.

[7] 赵琳,刘振,任雁铭,等. 220 kV 数字化变电站测控保护一体化的实现方式[J].中国电力,2010,43(4):38-40.

(特约编辑:黄家瑜)