

文章编号:1671-251X(2010)02-0102-06

基于 DeviceNet 协议的新型低压断路器 智能控制器的设计

郗存根, 蒋卫良, 王大华

(煤炭科学研究院上海分院, 上海 200030)

摘要:针对现有低压断路器控制器与控制网络通信因采用自定义协议而存在通信可靠性低和互换性差的缺点,介绍了一种基于 DeviceNet 协议的新型低压断路器智能控制器的设计方案,详细介绍了控制器软、硬件设计。该控制器不仅能实现一般控制器的功能,还具有 DeviceNet 总线接口,可以很方便地与监控中心计算机通信。实验运行结果表明,该智能控制器运行可靠、操作方便。

关键词:低压断路器; 控制器; 网络通信; DSP; DeviceNet

中图分类号:TD611 **文献标识码:**B

Design of a New Type of Intelligent Controller for Low-voltage Breaker
Based on DeviceNet Protocol

XI Cun-gen, JIANG Wei-liang, WANG Da-hua

(Shanghai Branch of China Coal Research Institute, Shanghai 200030, China)

Abstract: In view of situation that existing controller and networking communication of low-voltage breaker adopt user-defined protocol, which has shortcomings of poor reliability and exchangeability in communication, the paper introduced a design scheme of a new type of intelligent controller for low-voltage breaker based on DeviceNet protocol and introduced its design of hardware and software in details. The controller not only has functions of a general controller, but also has DeviceNet fieldbus interface, which can communicate with computers in control center expediently. The experiment result showed that the

收稿日期:2009-10-16

作者简介:郗存根(1983-),男,2007年毕业于山东理工大学,现为煤炭科学研究院上海分院在读硕士研究生,研究方向为机械设计及其理论。E-mail:xicungen@126.com

通风的安全性;

(3) 保护功能完善,减少设备维修、故障等。

4 结语

山东鲁泰煤业有限公司太平煤矿主扇风机采用变频调速控制器进行改造后,与原调节风量的方式相比,风机效率稳定在一个较理想的范围内,电动机的能耗大大降低;改善了电动机的启动性能,有效地延长了电动机的寿命。主扇风机改造 2 年来,运行稳定可靠,减少了使用及维护费用,取得了良好的经济效益,达到了改造的目标和要求。理论计算及现

场实测数据表明,改造后的主扇风机节能效果显著。

参考文献:

- [1] 李瑞来,何洪臣,韩文昭. 矿山提升机变频调速系统[J]. 变频器世界,2000(9).
- [2] 杜秀红. 矿用提升机变频调速系统[J]. 变频器世界,2005(10).
- [3] 韩安容. 通用变频器及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 戴广平. 电动机变频器与电力拖动[M]. 北京:中国石化出版社,1999.

controller has advantages of reliable running and convenient operation.

Key words: low-voltage breaker, controller, networking communication, DSP, DeviceNet

0 引言

DeviceNet 是 20 世纪 90 年代中期发展起来的一种现场总线,物理层和数据链路层采用 CAN 技术,是一种应用于底层工业设备互联的总线。它具有效率高、成本低和可靠性高的优点,目前已成为工业自动化领域的标准网络之一。将 DeviceNet 总线接口集成到控制器中,实现控制器与控制网络通信,是控制器发展的一个重要趋势。现在国内生产的低压断路器控制器与控制网络通信一般采用自定义协议,存在通信可靠性低、互换性差等缺点,鉴于此,本文设计了一种基于 DeviceNet 协议的新型低压断路器智能控制器。

1 智能控制器功能

该低压断路器智能控制器主要实现 2 个功能:一是采样线路的电流、电压信号,并对信号处理后输出相应的保护动作;二是实现与 DeviceNet 网络节点之间的通信。因此,按功能分析,智能控制器包括 2 个部分:控制模块和通信模块。控制模块主要实现信号采集、保护判断、保护动作等功能。通信模块即 DeviceNet 通信接口,主要完成与 DeviceNet 网络节点之间显性报文和 I/O 报文的交换。该控制器是一个从设备,它与外部交互的数据有 2 种:一种是从 DeviceNet 网络上接收的数据,该数据必须是针对本设备的,不是针对本设备的数据不接收;一种是本设备根据请求向 DeviceNet 网络上发送的数据,该数据必须符合 DeviceNet 协议,这也是最后产品测试的主要部分^[1]。

2 硬件设计

该智能控制器硬件主要由 DSP 及外围电路构成的最小系统、控制模块和通信模块 3 个部分组成,如图 1 所示。

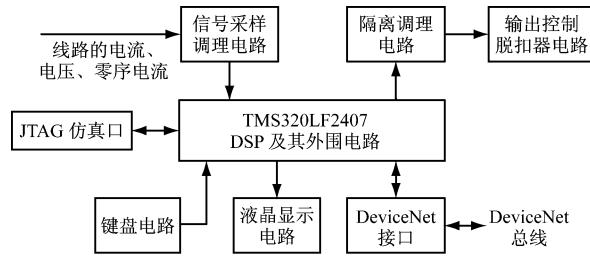


图 1 控制器硬件组成图

2.1 DSP 及外围电路构成的最小系统

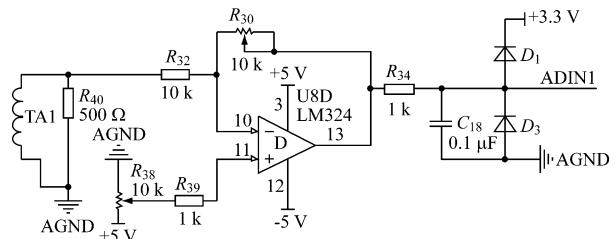
DSP 及外围电路构成的最小系统有电源电路、复位电路、JTAG 仿真电路、时钟电路。DSP 选用 TMS320LF2407, 它是一款高性能的定点 16 位 DSP 芯片, 时钟频率最高可达 40 MHz, 从而提高了控制器的实时控制能力; 片内有高达 32 KB 的 FLASH 程序存储器、高达 1.5 KB 的数据/程序 RAM、544 B 的双口 RAM 和 2 KB 的单口 RAM, 可以不用外扩存储器; 内置看门狗定时器模块、16 通道 10 位 A/D 转换器(最小转换时间为 500 ns)、控制器局域网络(CAN)模块, 完全支持 CAN2.0B^[2]。

2.2 控制模块

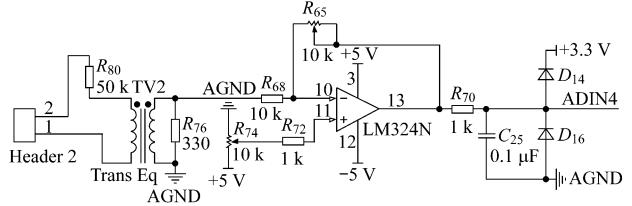
控制模块由信号采样调理电路、键盘电路、液晶显示电路、输出控制脱扣器电路等组成。

(1) 信号采样调理电路

信号采样调理电路主要通过电压、电流互感器采样断路器所在线路的电压和电流信号,送到 TMS320LF2407 的 A/D 口, 如图 2 所示, 由于 TMS320LF2407 的工作电压是 0~3.3 V, 因此需要对采样信号进行预处理。电压和电流采样信号为 6 路模拟量, 包括线路的 3 个线电流和 3 个线电压。LM324 设计成运算放大器, 调节放大倍数可以调节输入信号的幅值; 同时加入基准电压, 通过调节电位器可以调节输入信号的零点, 从而可得到比较理想的输入信号。信号在接入 TMS320LF2407 之前应进行电容滤波和二极管限压。



(a) 电压信号采样调理电路图



(b) 电流信号采样调理电路图

图 2 信号采样调理电路图

(2) 键盘电路

键盘电路除实现电流、电压等参数设置外,同时还可对 DeviceNet 节点地址和通信波特率进行设置。节点地址范围是 0 ~ 63MACID, 通信波特率为 125 kbit/s、250 kbit/s、500 kbit/s 三种。

(3) 液晶显示电路

液晶显示电路采用液晶显示模块 OCMJ4X8C 实现,它是 128×64 点阵的汉字图形型液晶显示模块,可显示汉字及图形,内置 8 192 个中文汉字(16×16 点阵)、128 个字符(8×16 点阵)、 64×256 点阵显示 RAM(GDRAM) 及 ST7920 控制器。

(4) 输出控制脱扣器电路

输出控制脱扣器电路如图 3 所示,其作用是出现故障时,控制器输出控制信号驱动脱扣器动作,切除故障电路。控制原理是每 2 ms 采样一次线路的电流和电压,根据采样值判断保护是否动作,若出现断相、短路和漏电故障,则立即切断电路;若出现过流、过压和欠压故障,将采样的电流值和电压值与设定值比较,从而得出延时时间值,延时时间到则保护动作。在开关量输出通道中,为防止现场强电磁干扰或工频电压通过输出通道反串到测控系统,一般采用光电隔离技术,可以有效地隔离电信号,提高抗干扰性。

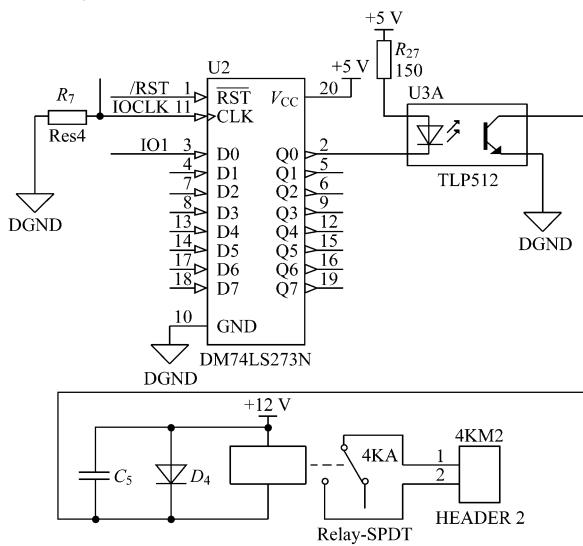


图 3 输出控制脱扣器电路图

2.3 通信模块

TMS320LF2407 芯片内置 CAN 控制器模块,外围电路只需连接收发器即可。CAN 控制器模块是一个完全的 CAN 控制器,是一个 16 位的外设模块,有以下特性:(1) 完全支持 CAN2.0B 协议;(2) 有 6 个邮箱;(3) 当发送时出现错误或仲裁时丢失数据,CAN 控制器有自动重发功能;(4) 总线

错误诊断功能。

笔者在设计硬件电路时将 CAN 控制器的 2 个引脚 CANRXD 和 CAN TXD 通过高速光电耦合器 6N137 接到收发器 PCA82C250 上, 即可实现向上位机发送和接收数据的功能。CAN 接口电路如图 4 所示。

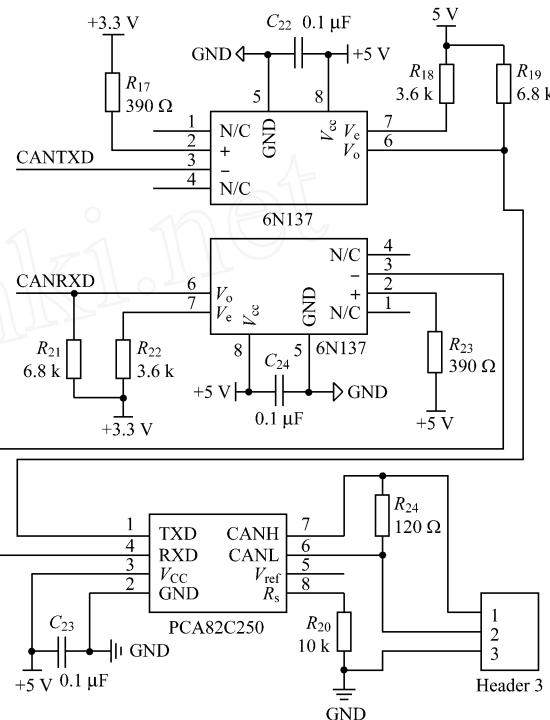


图 4 CAN 接口电路图

3 软件设计

智能控制器软件主要由控制程序和通信接口程序组成。控制程序实现数据采集、液晶显示、输出控制、键盘操作和状态指示。通信程序则完成与其它DeviceNet节点的通信。软件采用模块化设计,单个功能独立调试,全部完成后放在一起联调,具有设计明确、调试方便的优点。

3.1 控制程序设计

控制程序主要包括主循环程序、A/D 采样中断程序 2 个部分。主循环程序以循环扫描的方式实现通信处理、保护算法、滤波算法、有效值计算、LCD 显示、键盘处理等功能,其流程如图 5 所示,系统初始化后,首先进行上电 MACID 检测,进入主循环,然后进行键盘操作判断,再执行其它的功能程序。

为了保证 A/D 采样的实时性,A/D 采样程序采用定时器中断的方法实现。定时器中断程序采用事件管理器 A 中的定时器 2,定时器 2 定时时间到就触发 A/D 采样,设置 A/D 的采样间隔为 2 ms。

程序除了实现 A/D 采样和转换外,还能实现断相、短路和漏电瞬动保护^[3]。A/D 采样中断程序如图 6 所示。

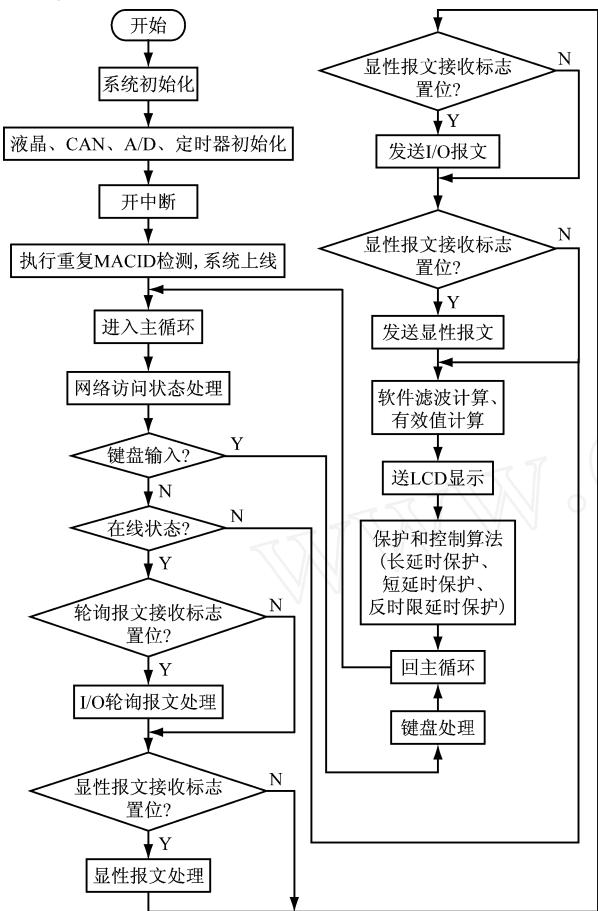


图 5 主循环程序流程图

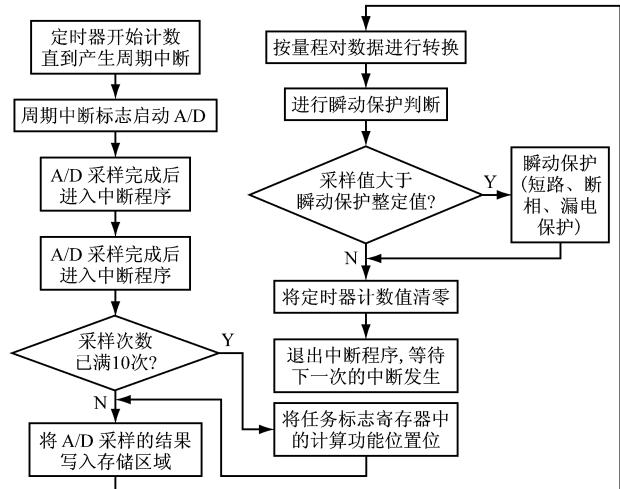


图 6 A/D 采样中断程序流程图

3.2 通信接口程序设计

根据该智能控制器的 I/O 数据应用特点和 DeviceNet 协议要求,确定通信接口的 DeviceNet 设备属于 DeviceNet Group2 Only 从设备,采用

Predefine 的通信连接,支持 I/O 轮询报文和显性报文。因为是一个从设备,除了进行上电 MACID 检测外,它不会主动向网络上发送数据,而只会根据接收的数据请求发送相应的数据响应。由于主设备发送的请求是无法预知的,提高软件执行效率的最好方法就是采用事件驱动方式,事件由外部中断或程序内部产生。通信程序主要由 2 个部分组成:一是收发网络上的数据,二是处理接收的数据并发送响应数据^[4]。

(1) 智能控制器的对象模型:DeviceNet 协议采用对象的概念和面向对象的方法组织设备内外部的数据信息和通信功能。其中标识对象、路由器对象和 DeviceNet 对象是每个 DevcieNet 设备都必须包括的对象。下面的连接对象、组合对象和断路器应用对象是针对本设备设计的对象。连接对象包括 2 个实例:显性报文连接对象和 I/O 轮询连接对象。断路器应用对象提供断路器专有的信息接口,完成断路器的控制功能。组合对象包括 2 个对象实例:输入组合对象负责将来自断路器应用对象的数据打包、处理并封装,供 I/O 轮询连接对象使用;输出组合对象将来自 I/O 轮询连接对象要向断路器应用对象发送的数据解包、处理并封装,供应用对象使用。采用的对象模型如图 7 所示。

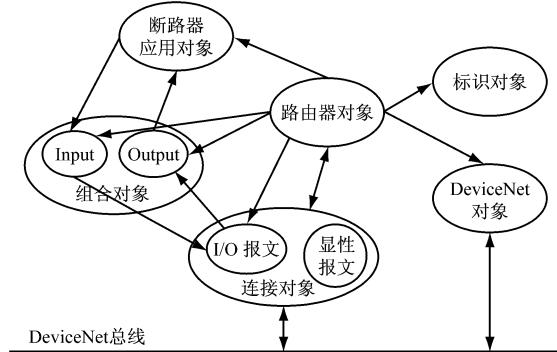


图 7 智能控制器的对象模型图

(2) 报文的接收:采用 CAN 通信中断方式。CAN 控制器的每个邮箱都有标识符,根据标识符给邮箱分配某一类报文。本文中 0~3 号邮箱分别接收显性报文、轮询 I/O 报文、非连接显性报文和重复检测报文。邮箱 5 处理公共数据报文发送。CAN 接收中断程序流程如图 8 所示。

CAN 接收中断程序是当发生 CAN 通信中断时将邮箱接收的报文存入一个临时缓冲区,置位相应的接收标志位。该缓冲区作为上层协议处理和下层数据收发的接口。每一种报文的接收处理程序将缓冲区的数据拷贝到相应的报文接收缓冲区,并

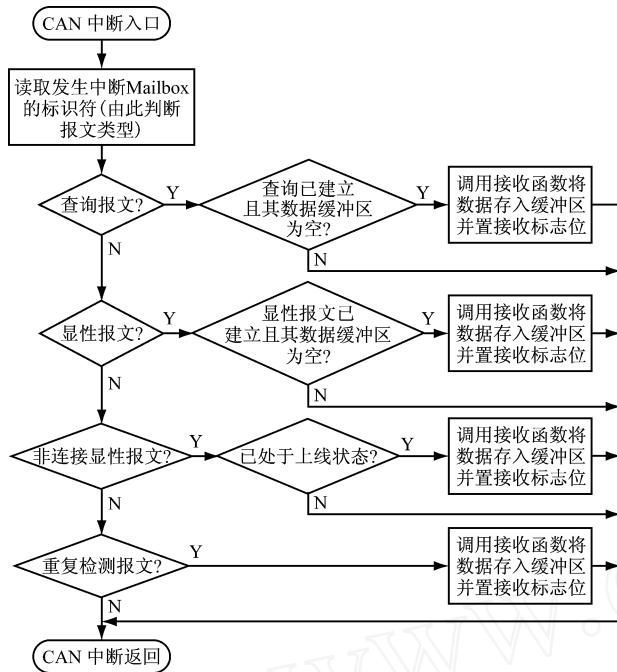


图 8 CAN 接收中断程序流程图

置位相应的报文接收标志位。对于分段报文,当所有的报文接收完毕后,置位相应的报文接收标志。主程序中查询该报文接收标志位,当该报文接收标志位置 1 时进行相应的报文处理。

(3) 报文的处理

显性报文主要用于节点配置时主站读取和设置断路器控制器从站的电压、电流等对象实例属性。所以对显性报文的处理过程是收到显性报文后,首先读取路径并路由到目的地,读取相应的服务代码,如果支持则采取相应的动作(设置属性、读取属性或复位),并将响应数据放到发送缓冲区,置位请求发送标志位;如果不支持,就将错误代码和附加代码放到发送缓冲区,置位请求发送标志位。

对 I/O 报文的处理:如果轮询还未建立,智能控制器节点将不接收主站发送来的轮询命令;如果轮询处于已建立状态,智能控制器节点将接收该轮询命令,并将它作为一个触发事件,然后将组合对象实例的数据属性值作为轮询响应数据发送出去。

(4) 报文的发送

报文的发送主要用于发送响应数据。报文的发送过程是主程序检测邮箱 5(邮箱 5 为发送邮箱)锁存标志位是否为 0,如果为 0,将数据从发送缓冲区转移到邮箱 5;当转移完毕后,置位邮箱 5 的锁存标志位并设置数据长度,当发送的数据大于 8 B 时,要执行分段发送;然后请求发送报文,发送完毕后将发送请求标志位清 0^[5]。

4 一致性检测

在完成以上的设计工作后,该智能控制器需要通过 ODVA 的协议兼容性测试,以确保产品的协议完整性、互操作性和互换性。首先搭建一致性测试平台,测试平台主要有 1 套 SST 公司 DeviceNet 调试环境、2 台计算机、DeviceNet 接口卡——5136-DN,测试软件是 ODVA 提供的 A15 版本。协议的一致性测试结果可以看最终生成的 log 文件,因为测试过程中日志文件记录了报文的交换信息,图 9 为一致性测试结果图。从图 9 可以看出,该智能控制器通过了 DeviceNet 一致性软件测试。

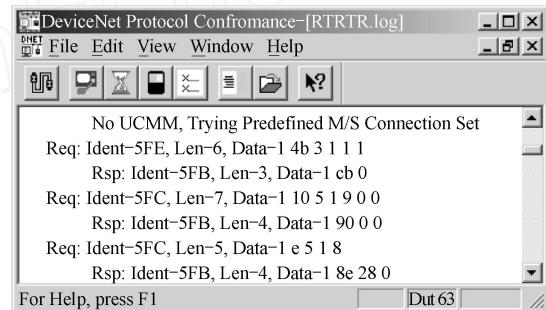


图 9 一致性测试结果

本文在网络互操作性测试中互连的 DeviceNet 设备有 5 个,测试结果如下:(1) 将该智能控制器连接到网络中,测试过程一切正常。(2) 设置 2 个智能控制器的 MACID 相同,将它们接入控制网络,发现后接入的控制器网络指示灯变成红色,表明发生网络冲突。(3) 将智能控制器和其它 DeviceNet 设备接入网络,测试一段时间,没有发生异常情况。

5 结语

DeviceNet 总线在工业生产中的应用越来越广泛,开发具有 DeviceNet 总线接口的控制器有很好的通用性。本文介绍的基于 DeviceNet 协议的新型低压断路器智能控制器不仅实现了断相、短路和漏电故障的瞬时保护,还实现了 DeviceNet 总线通信。实验运行结果表明,该智能控制器具有保护功能完善、性能可靠和操作方便等特点,有很大的市场推广价值。

参考文献:

- [1] 王晓娟,欧文. 基于 DSP 的 DeviceNet 串行协议转换器的软硬件设计[J]. 电测与仪表,2004(8):45-48.
- [2] 刘和平,邓力,江渝,等. DSP 原理及电机控制应用——基于 TMS320LF240X 系列[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.

文章编号:1671-251X(2010)02-0107-03

KJ95N型安全监测系统接入GEPO全矿井综合自动化系统的方法

王会功¹，陆峥²

(1. 靖远煤业集团有限责任公司,甘肃白银 730913;
2. 煤炭科学研究院常州自动化研究院,江苏常州 213015)

摘要:介绍了GEPO全矿井综合自动化系统和KJ95N型安全监测系统的传统传输方式;结合靖远煤业集团有限责任公司大水头矿的实际使用情况,重点介绍了将KJ95N型安全监测系统接入到GEPO环网中的方法。通过GEPO将煤矿安全监测系统融入到全矿井综合自动化系统中,可以节省投资、便于管理,实现了信息共享,同时使全矿井综合自动化更具体完整。

关键词:矿井;安全监测;综合自动化;信息集成;GEPO;RS485总线

中图分类号:TD76 **文献标识码:**B

0 引言

随着煤矿对自动化的要求越来越高以及综合自动化系统在煤矿中减员增效的现实意义,国内所有大型现代化矿井基本都使用了全矿井综合自动化系统。现阶段煤矿综合自动化系统主要采用现场总线、地面以太网汇接、GEPO(Gigabit Ethernet Passive Optical Network,千兆无源光纤以太网)、井下工业以太环网等传输方式。安全监测系统是煤矿安全生产的必备系统,但现阶段国内厂家研制的煤矿监测系统大多采用RS485总线技术。本文结合靖远煤业集团有限责任公司大水头矿的实际使用情况,介绍KJ95N型安全监测系统接入GEPO全矿井综合自动化系统的方法。

1 GEPO全矿井综合自动化系统介绍

综合自动化系统将先进的自动控制、通信、计算机技术、信息技术和现代管理技术相结合,将企业的

生产过程控制、运行与管理作为一个整体进行控制与管理,以实现企业的优化运行、优化控制与优化管理,从而提高煤矿企业的核心竞争力。综合自动化是煤矿实现高产高效的有效手段,对于提高煤矿的生产运行状况、安全水平、事故灾害预测预报以及生产业务管理水平具有重要的作用。

目前,煤矿综合自动化系统的网络结构主要有工业以太网和GEPO。

我国煤矿全矿井综合自动化系统采用冗余工业以太网作为主干传输平台,已得到广泛认同,部分矿井已装备使用。矿用GEPO综合传输系统以其光无源分支、多种冗余方式、动态带宽分配、高速数据传输、低成本等特点,已在煤矿全矿井综合自动化系统中得到广泛应用。

GEPO是PON技术中最新实用的一种,由IEEE802.3EFM(Ethernet for the First Mile)提出。它采用点到多点网络结构、无源光纤传输方式、基于高速以太网平台和TDM(Time Division Multiplexing)时分MAC(Media Access Control)媒体访问控制方式,并能提供多种综合业务的宽带接入技术。

GEPO可以是环形、星形,也可以是井下巷道

- [3] 陈国军,曾庆军,黄巧亮.基于CAN总线通信的新型智能控制器的研制[J].工矿自动化,2007(1):15-18.
[4] 张载,程曼,谢剑英.基于现场总线DeviceNet的智能设备开发指南[M].西安:西安电子科技大学出版

- 社,2004:40-88.
[5] 武长坤.断路器DeviceNet-Modbus现场总线协议转换器的研究与设计[D].长沙:湖南大学,2004.