

机电与自动化

基于低压直流载波通信的矿用带式输送机综合保护系统

张战国

(天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘 要: 针对矿用带式输送机综合保护系统供电和通信距离长、线缆成本高的情况, 将低压直流载波通信技术引入系统应用, 可有效减少供电和通信电缆芯数, 降低系统成本。低压直流载波通信技术采用满幅电压发送、电流信号回传的方式, 提高了通信的抗干扰能力。

关键词: 煤矿; 带式输送机; 综合保护; 低压直流载波; 总线

中图分类号: TD63

文献标识码: A

文章编号: 2095-5979(2018)11-0078-03

Comprehensive protection system of belt conveyor for mine based on low voltage DC carrier communication

Zhang Zhanguo

(CCTEG Changzhou Research Institute Tiandi (Changzhou) Automation Corporation Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: Based on comprehensive protection system of belt conveyor for mine with long power supply and communication distance and high cable cost, low voltage DC carrier communication technology was introduced to the system to reduce number of power supply and communication cable cores and system cost. Low voltage DC carrier communication technology adopted full voltage transmission, current signal back transmission to improve anti-interference capability of communication.

Key words: coal mine; belt conveyor; comprehensive protection; low voltage dc carrier; bus

1 概 况

我国煤矿开采机械化程度越来越高, 对运输系统及其配套装置也提出了更高要求。为保证煤矿井下带式输送机的安全运行, 《煤矿安全规程》规定: “采用滚筒驱动带式输送机运输时, 必须装设驱动滚筒防滑保护、堆煤保护和防跑偏装置; 应装设温度保护、烟雾保护和自动洒水装置”。国内现有带式输送机保护系统多采用多芯通信电缆连接的方式, 但随着通信距离的增加, 电缆成本在系统中占的比重越来越大, 不利于系统的推广。多芯电缆中, 供电、总线、语音通信、急停等分开传输, 导致电缆芯数无法缩减。在带式输送机综合保护系统引入低压直流载波通信, 可以将供电、总线进行合并传输, 有效减少电缆芯数, 降低系统成本, 同时低压直流载波通信具有较高的抗干扰性, 有助于系

统稳定性的提升。

2 低压直流载波通信技术

2.1 M-BUS 通信技术

M-Bus 是一种专门为消耗测量仪器和计数器传送信息的数据总线设计的通讯技术, 由 Paderborn 大学的 Dr. Horst Ziegler 与 TI 公司的 Deutschland GmbH 和 Techem GmbH 共同提出, M-Bus 总线的概念基于 ISO-OSI 参考模型。在 OSI 的七层网络模型中, M-Bus 只对物理层、链路层、网络层、应用层进行了功能定义。由于在 ISO-OSI 参考模型中不允许上一层次改变, 如波特率、地址等参数, 因此在七层模型之外, M-Bus 定义了一个管理层, 可以不遵守 OSI 模型对任一层进行管理。M-Bus 串行通信方式的总线型拓扑结构非常适合仪表的可靠、低成本组网

责任编辑: 张 彤 DOI: 10.19286/j.cnki.cci.2018.11.024

作者简介: 张战国(1980—), 男, 陕西人, 工程师。

引用格式: 张战国. 基于低压直流载波通信的矿用带式输送机综合保护系统[J]. 煤炭与化工, 2018, 41(11): 78-80.

要求，可在几千米距离上连接几百个从设备。

2.2 PowerBus 技术

PowerBus 是可供电总线技术，是业内唯一可以支持大功率负载供电和高速通讯的总线技术，相比其他可供电总线技术，PowerBus 具有以下特点。

(1) PowerBus 供电效率高，通过两根电源线最大可提供单个设备 1 A 的供电能力，总线最大可提供 20 A 的负载能力，对负载没有任何要求，可负载电机、大功率 LED 等高功率高干扰的设备并稳定通讯。

(2) PowerBus 最高通讯速率可达到 9 600 bps，最大设备容量能达到 256 个节点，对大系统多节点提供更可靠的解决方案。

(3) PowerBus 通讯距离远最大可达到 3 000 m，通过中继器可支持 10 km 甚至更远的距离，布线无极性，线缆任意布置，线缆兼容性好，单个设备损坏不影响总线通讯的特性，可以解决设备安装过程中出现的各种通讯不可靠问题。

(4) PowerBus 可通过专用芯片 PB331 转换为普通串口协议，直接兼容原 RS485 方案，如 MODBUS-RTU，DLT654 电表协议，CJ/T 188 户用计量仪表数据传输等。

3 系统组成

带式输送机综合保护系统采用 PowerBus 作为系统供电、通信技术，实现电源、总线的统一传输，减少传输电缆芯数，降低电缆成本。

系统组成如图 1 所示。

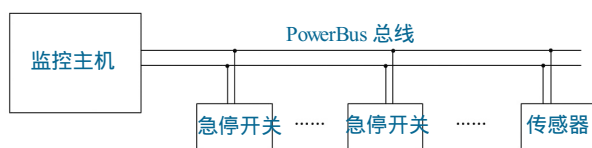


图 1 系统组成

Fig. 1 System composition

带式输送机综合保护系统由监控主机、急停开关、传感器等组成，监控主机与急停开关、传感器采用 PowerBus 总线连接，监控主机作为主站，急停开关和传感器作为从站。

监控主机采用集成主站协议的 PB620 芯片作为通信主芯片。PowerBus 采用满幅电压发送，电流信号回传的方式，提高了抗干扰能力。PB620 能适应现场使用的各种线材并实现远距离通讯的功能。电缆可以总线型、树型或星型等任意方式铺设，方便施工布线，并且可以防止错接发生，简化施工维护。PB620 可对 PowerBus 总线提供电源管

理功能，实现对总线的供电、通讯和故障监测。

PB620 具备完整的总线故障检测机制，当总线上发生短路时，PB620 会立刻关断总线，防止总线发生意外，并能保护主站和从站上的功率器件免受损坏。总线正常时 PB620 的 BRK 引脚会输出高电平，此信号可以输出给单片机，用于判断总线运行情况，也可以直接驱动指示灯。总线发生短路故障时，BRK 为低电平。当短路故障移除后，PowerBus 会自动打开，并将 BRK 引脚恢复为高电平。PB620 支持两种工作模式，即低功率和高功率。高功率模式通信速率为 2 400 bps，最大总线供电电流为 20 A；低功率模式通信速率为 9 600 bps，最大总线供电电流为 5 A，可以通过选择管脚的高低电平进行选择，对于带式输送机综合保护系统而言，低功率模式即可满足应用要求。

急停开关和传感器作为从站，芯片采用集成从站协议的 PB331 芯片。PB331 能适应工业现场使用的各种线材并可以实现远距离的通信，总线拓扑可以是总线型、星型或树型，有利于现场布线，并可以防止接错，简化施工维护。PB331 可以从 PowerBus 总线上取电，满足供电和通信的一体化需求。

PB331 的通信速率可以根据主机的设置自适应 9 600 bps 或 2 400 bps，无需进行人工设定。接收和发送自适应支持 8 位和 9 位数据方式，第 9 位可以是数据位、校验位或地址位。PowerBus 总线是智能低压供电二总线，负载可以是阻性负载或感性负载，如电动机、步进电机、电热执行器、继电器或大功率 LED。负载电流的动态变化不会对通信质量造成影响。PB331 的供电很灵活，可以从总线提供，也可以从备用电池提供。PB331 为宽电压供电，可以使用 LDO 或 DC/DC 降压器，可以与 MCU 共用供电系统。PowerBus 总线的最低工作电压需要总线峰值电压在 12 V 以上，需要选择合适的主站电压，保证经过传输线降压后从站端的总线电压峰值在 12 V 之上。带式输送机综合保护系统的主站侧总线供电电源选择煤矿自动化系统中常用的 18 V 本安电源，可以满足远距离传输的要求。

4 软件设计

带式输送机综合保护的系统的软件设计包括两个部分，监控主机的软件设计和从站的软件设计。从站的软件功能主要是采集端口数据，将其存储到协议规定的寄存器区，急停开关主要是采集开关量数据，传感器既要采集开关量数据也要采集模拟量

数据。从站的软件功能相对简单。

监控主机需要监控总线运行状况，轮询各个从站的数据，同时需要完成与上位机的通信，将系统数据和故障信息传递给上位机。图 2 所示为监控主机的软件设计流程。

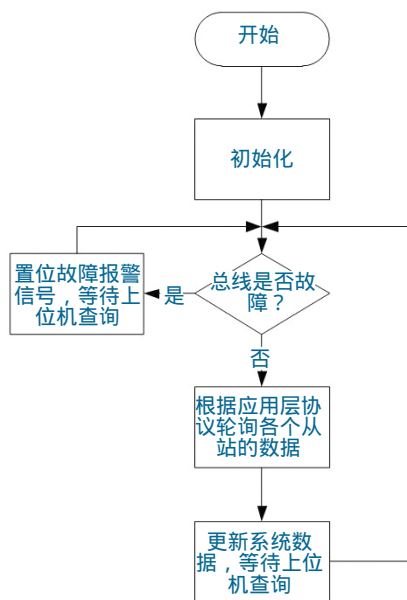


图 2 软件流程

Fig. 2 Software process

初始化部分完成 MCU 的基本功能的配置，包括晶振初始化、端口初始化、UART 通信参数设定等。在完成初始化后，首先判断 PowerBus 总线是否有故障，若存在故障，将寄存器中相应标志位置位，等待上位机的查询，以此通报操作员，总线存在故障，需要检修。若总线运行正常，则按照应用层的通信协议，轮询各个从站的数据，轮询完毕后，将系统数据更新到相应的寄存器区，等待上位机查询。轮询从站的数据遵循时间机制，定时对各

个从站的数据进行轮询。

在轮询从站的过程中，由于某些原因，可能会存在个别从站数据无法返回的情况，这种情况需要监控主机重发轮询数据 3 次，3 次都无法通信成功的话，保持上位机相应寄存器的数据不变，并将该从站的掉线标志置位，以便通知操作员进行相应的检修。

5 结 语

介绍了基于低压直流载波通信的矿用带式输送机综合保护系统的系统组成和硬件设计要点，阐述了系统的软件设计流程。将低压直流载波通信技术引入矿用带式输送机综合保护系统，实现了供电和通信的一体化，有效减少了通信电缆芯数，降低了系统成本。低压直流载波通信技术采用满幅电压发送、电流信号回传的方式，相对于传统的 RS485 的通信方式，具有更高的抗干扰性能。

参考文献：

- [1] 王 鹏. 辅助运输设备演示及选型系统的开发[J]. 起重运输机械, 2007 (11): 39 - 41.
- [2] 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2011.
- [3] 李国富, 王然风, 闫 明. 基于 ARM 的嵌入式带式输送机综合保护控制系统设计[J]. 中国煤炭, 2017, 43 (4): 95 - 98.
- [4] 王定龙, 王然风, 赖春林. 带式输送机双机驱动控制系统设计[J]. 工矿自动化, 2018, 44 (1): 74 - 78.
- [5] 金坤善, 刘立群, 孙志毅. M-BUS 总线在远程抄表中的运用[J]. 太原科技大学学报, 2006, 27 (2): 114 - 117.
- [6] 韩东升, 杜永贵, 庞宇松, 等. 基于预见控制的带式输送机调速节能方法[J]. 工矿自动化, 2018, 44 (6): 64 - 68.
- [7] 薛彦波. 多机驱动带式输送机功率平衡控制方法[J]. 工矿自动化, 2016, 42 (3): 74 - 77.

(上接第 77 页)

但井筒设施平面布置、稳绞车平、立面布置主要通过 AutoCAD、CAXA 等软件绘图，目前尚缺乏将两者融为一体的应用软件，实现凿井提升悬吊系统选型计算与图纸设计的程序化，这应成为相关工作的攻关方向。

参考文献：

- [1] 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2016.

- [2] 王介峰. 凿井工程图册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.
- [3] 崔云龙. 简明建井工程手册 (上、下) [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2003.
- [4] 秦庚仁. 矿井施工组织设计指南[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2002.
- [5] 张荣立, 何国纬, 李 铎. 采矿工程设计[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2003.
- [6] Excel Home. Excel 2013 函数与公式应用大全[M]. 北京: 北京大学出版社, 2016.
- [7] 马传银, 庄小青. 立井井筒机械化快速施工设备选型配置技术[J]. 能源技术与管理, 2017, 42 (3): 143 - 146.