

基于 CAN 总线的分布式电网消弧选线系统

李 毅¹, 杨公训¹, 安 新²

(1. 中国矿业大学 机电与信息工程学院, 北京 100083;

2. 河北工程学院 信息与电子工程系, 河北 邯郸 056038)

摘要: 基于控制器局域网 CAN(Controllor Area Network)总线协议, 针对电力系统接地故障较多的问题, 设计了一种消弧及选线的电力保护系统。该系统由 1 台上位机和多台下位机组成, 上位机和下位机以及下位机之间采用 CAN 现场总线进行通信, 对该方案的硬件系统尤其是下位机系统进行了详细的设计, 给出了软件系统需完成的各种具体功能, 并根据 CAN 总线的通信协议规定了数据通信格式及地址的分配。实际运行结果证明了该系统的可靠性和有效性。

关键词: CAN 总线; 自动控制; 消弧; 选线

中图分类号: TP 273

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)06-0060-03

在电力系统中, 线路接地故障占总故障的 70% 以上, 由于电网规模的扩大以及电缆在配电网中的大量应用, 系统电容电流在不断增长。当发生单相接地时, 电容电流较大, 弧光不能自熄, 严重威胁着电网的安全运行, 因此, 相关单位都在开发能够消除电弧和判断接地线路的保护系统。

本文将控制器局域网 CAN(Controllor Area Network)现场总线应用于消弧和线路的接地判断系统当中。该系统基于 CAN 现场总线技术, 使 1 台上位机和几台下位机甚至是几十台下位机共同使用同一条总线, 扩展了工作范围, 使传输数据更加简单、快捷, 并且大幅降低了所需的线路成本^[1-2]。

1 CAN 总线简介

CAN 总线属于现场总线的范畴, 是德国 BOSCH 公司为分布式系统在强电磁干扰等恶劣环境下能可靠工作而设计的一种串行通信网络, 有如下显著优点。

a. 多主方式工作。各节点均可在任意时刻主动向网络上的其他节点发送信息, 而不分主从, 且无需站地址等节点信息。利用这一特点可方便地构成多机备份系统^[3]。

b. 采用独特的非破坏性总线仲裁技术。优先级高的节点优先传送数据, 能满足不同的实时性要求。

c. 广播式数据通信。采用 CSMA/CD 协议进行总线控制及数据通信。当节点向网上发送数据时, 其他节点都同时收到数据, 具有点对点、一点对多点及全局广播传送数据的功能。

d. 高传输可靠性。CAN 总线上每帧有效字节数最多为 8 个, 并有循环冗余校验 CRC(Cyclic Redundancy Check)及其他校验措施, 数据出错率极低。并且若某一节点出现严重错误, 可自动脱离总线, 而

总线上的其他操作不受影响。

e. 特别适合于网络化智能设备,传输速率可达 1 Mbit/s, 传输距离可达 1 km, 当信号传输距离达到 10 km 时, CAN 仍可提供高达 50 Kbit/s 数据传输速率, 传输方式及传输介质为差分传送方式和双绞线。

f. CAN 总线只有 2 根导线,系统扩充时, 直接将新节点挂接在总线上即可, 系统易实现冗余设计。

基于 CAN 网络协议的现场总线即 CAN 总线具有多主、实时、高可靠性、低成本等优点^[4-5], 特别适用于条件十分恶劣的工业和电力现场。

2 系统原理

本系统由上位机和消弧模块、选线模块等几部分组成。上位机硬件采用研华工控机, 软件则采用 Windows 98/2000/NT 作为操作系统, 通过 CRT 显示器将目前的运行状况显示给用户。消弧模块和选线模块作为下位机, 采用单片机+CAN 总线控制器结构^[6]。整个系统由 1~4 个消弧模块及 60 个以下的选线模块组成, 各模块之间及与上位机之间用屏蔽双绞线连接, 并在 CAN 总线两端安装终端匹配电阻, 鉴于该系统的信息传输量不是很大, 因此传输距离可达 10 km, 可以满足实际需要^[7]。系统结构如图 1 所示。

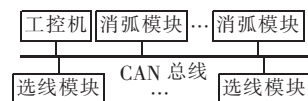


图 1 系统结构图

Fig.1 System Structure

3 上位机软、硬件结构

上位机为整个系统的核心部分, 采用研华工控机, 操作系统为 Windows 98/2000/NT, 软件环境为微软公司的可视化编程语言 Visual C++ 6.0, 与下位机的接口卡采用单路 CAN 非智能 PCI 卡, CAN 总线协议为 CAN2.0B 标准帧数据格式, 11 位 ID 号。

- 上位机的软件所具有的功能如下:
- a. 实时测量电容电流的变化,并发出调档信号使消弧线圈跟踪至合适档位;
 - b. 进行母线路数、出线数、接地启动电压、跳闸时间、线路编号、系统时间及消弧线圈电抗等参数的现场设定;
 - c. 对各下位机模块定时进行自检,必要时发出报警信号及部位;
 - d. 实时显示系统的电容电流、电感电流、残流、档位、位移电压及母线电压;
 - e. 能够对下位机进行测试;
 - f. 具有位移过限、调档失败、档位到底/顶、容量不适、装置异常、接地等报警;
 - g. 能够打印、通信及追忆;
 - h. 接地信息记忆次数 200 次;
 - i. 可记忆、恢复接地电流、电压波形;
 - j. 对于架空线路可选择突变量算法;
 - k. 有自动重判、手动重判和基波补救算法功能。

4 消弧模块工作原理

消弧模块的通信地址为 1~4,选线模块的地址大于 4,各模块的通信地址不能相同。上位机每秒对各消弧模块进行访问,消弧模块接到采集数据命令后,将采集到的滤波后的 1 个周期数据及输入开关量信号一并上传,然后上位机对传来的数据进行快速傅里叶变换(FFT),计算出各模拟量的实部及虚部,通过位移电压法及实时测量法计算出系统的电容电流值,经判断后如需调档,则下发调档指令。软件及硬件的设计上有完善的自检功能,满足电磁兼容及工频耐压的要求。整机电路原理如图 2 所示。

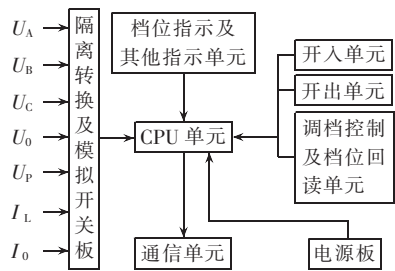


图 2 消弧模块结构图
Fig.2 Structure of arc-extinction module

5 选线模块工作原理

本模块的功能是依上位机指令进行电压或电流的数据采集,按采集信号的种类分为电压采集模块和电流采集模块,2 种类型为相同的硬件结构,通过简单的硬件变换即可实现电流或电压的输入。该装置有 4 路开关量输入信号及 2 路继电器输出端子,由上位机发信来控制继电器的开合。

通信的硬件采用光电隔离方式,各输入、输出

符合 2000 V 工频耐压的要求,在有完善的软、硬件自检功能后,各出口继电器一般不会出现拒动或误动作情况,且满足电磁兼容的需求。

6 上、下位机数据传输格式

6.1 CAN 2.0B 标准帧数据格式(11 位 ID)

CAN 标准帧信息包分为信息和数据 2 部分。前 3 个字节为信息部分。第 1 个字节是帧信息,FF 位为帧格式;RTR 位为远程发送请求,0 为发送数据帧,1 为发送远程帧;×位为无关位;最后 4 位 DLC 是数据长度,即所发数据的实际长度,单位为字节。第 2、3 个字节的前 11 位为 CAN_ID 标识符(2 个字节),包含本信息包的目的地地址。其余 8 个字节是数据部分,存贮实际发送的数据。详见表 1。

表 1 CAN 2.0B 标准帧数据格式
Tab.1 Data format of CAN 2.0B standard frame

	7	6	5	4	3	2	1	0
字节 1	FF	RTR	×	×	DLC(数据长度)			
字节 2	(地址标识符)				ID 28~ID 21			
字节 3	ID20~ID18		×	×	×	×	×	×
字节 4	数据 1							
字节 5	数据 2							
字节 6	数据 3							
字节 7	数据 4							
字节 8	数据 5							
字节 9	数据 6							
字节 10	数据 7							
字节 11	数据 8							

6.2 整套系统地址通信分配及设置

考虑到软件实现的方便,将 ID20~ID18(ID 号的低 3 位)清零,ID 号仅用高 8 位。在 CAN 2.0B 标准帧数据格式中的字节 2 定义为各模块的地址,0X80~0X81 为上位机地址,0X01~0X0A 的 10 个数 为消弧模块的地址,0X0b~0X14 的 10 个数 为选线电压模块地址,0X15~0X7F 为选线模块地址。

地址的设定由上位机发命令实现,实现方法是:先将要设置地址的模块与上位机建立连接,在其余模块不送电的情况下,单独对此模块设置地址后,模块将此地址转存在本身的 EEPROM 中,这样可避免复杂的硬件设计,并可节约宝贵的端口资源。

7 结语

本文在分析 CAN 现场总线特点的基础上,将 CAN 总线与配电网的自动化系统相结合,提出了一种新的控制网络结构,该系统体现出现场总线的优势和特点,提高了效率和可靠性,并降低了成本。本文还对控制系统的软硬件结构进行了详细设计,并依据 CAN 2.0 协议设计了数据格式,以及对地址进行了分配,使整个系统达到了实际应用水平。

参考文献:

- [1] 邓晓刚,唐厚君. CANBUS 2.0B 在配电网自动化中的应用[J]. 计算机工程与应用,2005(2):214-216.
DENG Xiao-gang,TANG Hou-jun. The application of CANBUS 2.0B in power distribution automation[J]. Computer Engineering and Applications,2005(2):214-216.
- [2] 刘文. 现场总线技术在厂用电监控系统中的应用[J]. 低压电器,2005(5):40-42.
LIU Wen. The application of CAN bus in power of plant detecting and controlling system[J]. Low Voltage Apparatus,2005(5):40-42.
- [3] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [4] 邹益仁,马增良,蒲维. 现场总线控制系统的设计和开发[M]. 北京:国防工业出版社,2003.
- [5] 白焰,吴鸿,杨国田. 分散控制系统与现场总线控制系统[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [6] 唐晓泉,韩崇昭. CAN 总线在提升设备状态监测系统中的应用[J]. 测控技术,1998,17(6):20-22.
TANG Xiao-quan,HAN Chong-zhao. The application of CAN bus in elevate device status detecting system[J]. Measure and Control Technology,1998,17(6):20-22.
- [7] 郭宽明. CAN 总线原理和应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.
- [8] 戴荣平,李振华,屠勤. 一种具有双 CANBUS 接口的通用多功能 DI 模块设计和应用[J]. 现代电子技术,2005,28(9):55-57.
DAI Rong-ping,LI Zhen-hua,TU Qin. Design and application of a general multifunctional DI module with dual CANBUS[J]. Modern Electronic Technique,2005,28(9):55-57.
- [9] 马庆云,周坚. 基于 CAN 现场总线的智能数据采集器的研究[J]. 山东科技大学学报:自然科学版,2003(9):68-70.
MA Qing-yun,ZHOU Jian. The research of intelligent data collector based on CANBUS[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology:Natural Science,2003(9):68-70.
- [10] 芦雷,顾德英. 基于 CanBus 现场总线的数字通信[J]. 仪器仪表学报,2005,26(8):432-434.
LU Lei,GU De-ying. The data communication based on CanBus[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument,2005,26(8):432-434.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

李 毅(1974-),男,河北安平人,讲师,博士研究生,主要从事控制理论、控制工程和工业自动化等方面的教学和科研工作(E-mail:kdliyi@hotmail.com);

杨公训(1941-),男,天津人,教授,博士研究生导师,主要从事控制理论与控制工程等方面的教学和科研工作;

安 新(1973-),女,河北衡水人,讲师,主要从事工业自动化专业等方面的教学和科研工作。

Distributed arc-extinction and grounding detection system based on CAN bus

LI Yi¹, YANG Gong-xun¹, AN Xin²

(1. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;

2. Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Based on the CAN(Controller Area Network) bus protocol, an arc-extinction and grounding detection system is designed for frequent grounding faults in power systems, which is composed of one superordinate computer and several subordinate computers, applying CAN field bus for communication among them. The hardware system, especially the subordinate system, is designed in detail, and particular functions of the software are given. According to the CAN bus protocol, the communication format and address assignment are specified. Practice shows its reliability and effectiveness.

Key words: CAN bus; automatic control; arc-extinction; grounding detection