

铁路自动配电开关分层式通信系统的实现

谢会敏, 刘春, 王章启

(华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: DKHK 型铁路贯通 / 自闭线配电开关自动化系统是采用改进的故障定位算法来实现线路故障定位和报警, 本文的研究是为了实现该系统的远距离通信问题。该通信系统采用 2 级通信, 在每个区域中, 由一个工控机组成最上层, 中间层由几台 PC104 组成, 每台 PC104 管理 10 台左右的下位机。上层工控机与 PC104 之间采用 CAN 总线协议, PC104 和下位机之间采用 RS485 通信协议。在系统装置 (FTU) 数量大, 分布地域广的基础上实现大量数据远距离传输的完整和准确、实时性高、按故障优先级别来传输信息。各通信设备之间独立运行, 彼此之间只由通信网络联系, 部分设备故障不影响其它设备的正常运行, 也不会降低速度。

关键词: 铁路自动配电开关; 分层分布式结构; CAN 总线; RS485

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)16-0054-03

0 引言

通信在铁路沿线电力配电自动化系统中占有非常重要的地位。其内容包括当地开关的采集控制单元 (FTU) 与变电站监控管理单元 (STU) 的通信, 变电站监控单元 (STU) 与区域终端调度中心 (ATU) 之间的通信。不同的系统结构有不同的通信网组态, 在通信速度、可靠性和可扩展性上的指标不同。

电力配电自动化系统的结构一般分为集中式和分层分布式两种^[1]。集中式是传统的结构方式, 通常由一台前置机负责对各种采集和控制设备进行数据交换, 并将信息传送给上位机。这种系统的前置机过度繁忙, 速度慢, 可靠性差, 并且任何一种采集或控制设备故障将影响整个系统运行, 使集中式结构的应用受到很大限制。分层分布式结构一般包括三层: 第一层为就地的模拟量、开关量和脉冲量数据采集、保护和控制操作出口; 第二层为通信处理层, 负责下层就地装置进行通信管理, 并与调度中心通信, 承担采集、控制和远动职能; 第三层为监控层, 承担站内人机接口、监视、管理、控制等任务。三层之间靠通信联系。

1 通信系统总体方案

1.1 通信系统结构

通信系统结构如图 1 所示, 系统由区域终端调度中心 (ATU)、变电站监控管理单元 (STU)、就地采集控制单元 (FTU) 组成。每个 ATU 管辖范围大约 250 km, 负责与 4 个 STU 的数据交换; 每个 STU 管

辖范围大约为 60 km, 负责对 6 个 FTU 发送命令并收集其数据; 每个 FTU 负责采集一个配电开关的数据信息。

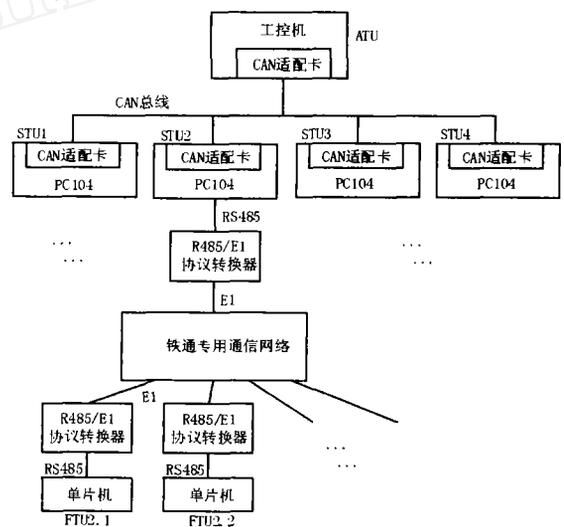


图 1 通信系统结构图

Fig 1 Communication system structure

ATU 系统由一台工控 PC 机构成, 内置 CAN 适配卡, 负责与 4 个主节点 STU 的数据通信。这一级直接面向运行人员, 提供有关电站运行的各类图表, 执行运行人员的控制命令, 实现故障判断和故障定位功能。

STU 采用 PC104 完成, 一方面通过 PC104 上的 CAN 适配卡与上位机 CAN 适配卡之间交换数据, 另一方面通过一条高速串行通道 RS485 总线管理其下辖所有开关柜 FTU。ATU 下达的参数设定和控制命令均由 STU 接收后转发给具体的 FTU; 同时

FTU采集的开关的各类实时数据由 STU 统一收集、整理,再传送给 ATU。

FTU以高性能的单片机为核心,采集系统所需的所有的现场数据,执行 STU 下发的操作命令。

1.2 通信网的选择

在 STU 和 FTU 的通信系统中,通信线路距离长,通信介质不能另外专门铺设,只能利用现有的铁通公司提供的通信信道^[2]。因此通信系统组网需要建立在这些现有的通信网络的基础上。RS485 总线接口用于多站联网构成分布式系统可节约昂贵的信号线,同时可高速远距离传送。因此,目前在变电站自动化系统中各测量单元、自动装置中,常采用 RS485 总线接口。铁路配电开关系统中 FTU 分布在铁路沿线,节点众多,但每个 STU 管辖的 FTU 在 10 个之内。这里采用 RS485 的通信方式接入铁通专业通信网络^[3]。

根据铁路配电开关系统的故障定位隔离的功能需要,ATU 与 STU 的通信中,ATU 初步判断有故障后应举手,优先传输数据给 STU 加以故障判断和定位计算。另外,ATU 装置与 STU 装置的地理位置很近,故考虑采用现场总线的方式来实现。与其他现场总线相比,CAN 总线系统的开发成本较低,开放性、灵活性较大,而且目前已有很多 CAN 总线的应用范例可供参考。因此,CAN 总线协议以其可靠性高、实时性好、传输距离远、实现简单以及所有节点均可为主节点等特点成为此通信网络的首选。其主要特点有^[4]:

a) CAN 总线为多主站总线,节点数可达 110 个。各节点均可在任意时刻向网络上的其它节点发

送信息,不分主从,通讯灵活。

b) CAN 总线具有点对点,一对多点及全局广播传送数据的功能。

c) CAN 总线中优先级高的节点优先传送数据,能满足实时性要求。

d) CAN 总线上每帧有效字节数最多为 8 个,并有 CRC 及其它校验措施,数据出错率极低,万一某一节点出现严重错误,可自动脱离总线,总线上其它操作不受影响。抗干扰能力强,可靠性高。

e) CAN 总线只有两根导线,系统扩充时,可直接将新节点挂在总线上即可,因此走线少,系统扩充容易,改型灵活。

f) CAN 总线传输速度快,在传输距离小于 40 m 时,最大传输速率可达 1 MB/s,直接通信距离最远可达 10 km (5 kB/s)。

ATU 的工控机和各个 STU 的 PC104 中均配置有 CAN 适配卡。在工控机 ATU 和各个 STU 的通信系统中则利用 CAN 总线完成通讯,可以实现有事故优先举手的功能。

1.3 通信线路的连接

此系统中采用 ATU 与 STU 共处一个控制室,属于短距离传输,直接将所有的 CAN 适配卡出线并接起来。四个 STU 共同放置一个控制柜,通过四路 RS485/E1 协议转换器后接入光纤,各个 FTU 分别通过一路 RS485/E1 协议转换器后与就近的通信机械室相连。四个 STU 的信号分时占用一个 E1 通道,每个 STU 管辖下的 FTU 选用与此 STU 相同的一个时隙。具体连接如图 2 所示。

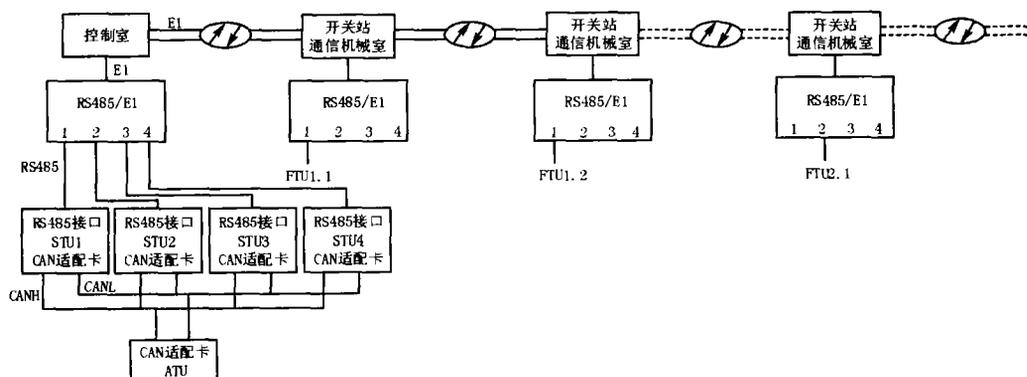


图 2 通信连接图

Fig 2 Communication connection

一般在通信机械室距离 FTU 的距离不超过 1 km 时,FTU 可以直接与 E1/RS485 协议转换器相连,如果通信机械室至 FTU 的距离超过 1 km 时,就

需要考虑采用光缆线路来延长传输距离,并在 FTU、E1/RS485 协议转换器与光缆的连接处安置 RS485 单模光纤节点设备。

2 通信过程的实现

2.1 数据采集过程

STU和FTU之间的通信采用Polling式异步完成查询以实现数据采集,STU为主,FTU为从。双方统一相同的通信字符格式,其中包括一个特殊的字符位——站号,用来区别收发不同的FTU的数据。STU每次发一个命令,所有的FTU都中断响应,并根据比较站号字符位的内容是否与自身站号相符来判断是否接受数据或发送数据。然后STU将采集的数据传送给ATU。

为配合故障算法的实现,STU每隔200ms依次对各个FTU发一次采集命令包括ABC三相实时电流和零序电流、开关状态、短路电流等。这样保证采集到的线路各点的数据基本同相位。如果某个区间的零序电流超过规定值,则说明此区间段存在单相接地故障。

2.2 控制操作过程

相间短路故障发生时,FTU自行判断电流超过阈值而对开关进行分闸操作,并等待STU来处理故障数据,STU取到故障数据即刻判断出来有故障,并举手传给ATU。STU和ATU分别判断故障点。然后将故障点两端的开关的FTU装置发分闸命令使得此2个开关保持分闸状态,对其他开关的FTU装置发合闸命令,这些FTU执行合闸操作。

单相接地事故发生时,此时线路电流仍然为小电流,FTU不能判断存在故障,不能自主分闸。STU和ATU取到数据后判断出故障所在点后,对故障点两端的开关的FTU装置发出分闸命令,这2个FTU执行分闸操作。

3 结语

本文论述的铁路自动配电开关数据通信系统具有以下特点:

a) 速度快。由于CAN总线中每个节点均可为主节点,则当STU判断数据为故障数据时可即刻举手,将数据传输给ATU,ATU可根据故障算法迅速

定位故障点。

b) 可靠性高。各个FTU之间互相独立,各个STU之间互相独立,各层之间的某设备故障不影响其他设备的正常通信。

c) 可扩展性强。新增或者去除各种单元时,线路改动和软件改动都比较方便,而且不影响通信网的正常工作,不会降低通信速度。

参考文献:

- [1] 景胜,陈家斌,等.变电站综合自动化系统中的通信技术[J].供用电,2001,18(2):34-35.
JNG Sheng, CHEN Jia-bin, et al. Communication Technique for Substation Synthetical Automation System [J]. Distribution & Utilization, 2001, 18(2): 34-35.
- [2] 赵恂传,秦仁伟.铁路配电自动化的发展与建议[J].铁路标准设计,2000,20(6,7):71-72.
ZHAO Xun-chuan, QN Ren-wei. Development and Recommendations for Railway Automatic Power Distribution System [J]. Railway Standard Design, 2000, 20(6,7): 71-72.
- [3] 田国政.变电站自动化系统的通信网络及传输规约选择[J].电网技术,2003,27(9):66-68.
TIAN Guo-zheng. Selection of Communication Network and Protocol for Substation Automation System [J]. Power System Technology, 2003, 27(9): 66-68.
- [4] 石虎山,戴莉. CAN网络通信技术[J].计算机仿真,2004,21(10):111-114.
SHI Hu-shan, DAI Li. Communication Technique of CAN [J]. Computer Simulation, 2004, 21(10): 111-114.

收稿日期: 2006-03-16; 修回日期: 2006-03-28

作者简介:

谢会敏(1977-),女,硕士研究生,研究方向为电器智能化;E-mail: betsyxie@126.com

刘春(1971-),男,博士,研究气体放电及其应用、在线监测等;

王章启(1947-),男,教授,从事开关电器的教学与研究,研究方向为电气设备的状态监测及开关电器的智能化。

Design of layered communication system in railway automatic power distribution switches system

XIE Hui-min, LIU Chun, WANG Zhang-qi

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The DKHK-type railway automatic distribution switches system adopts improved algorithm to detect and locate the fault of the power line. The paper describes a communication system based on data of auto-distribution switches in this DKHK system.

(下转第60页 continued on page 60)

线路差动动作跳闸后,满足上述母联动作条件时,由 REF542 检测 REL551 是否启动差动来实现备自投(参见图 4)。

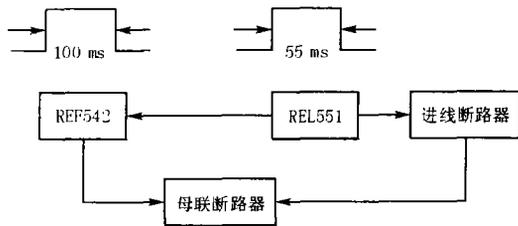


图 4 保护启动时序

Fig 4 Protection start time-sequence

经检查,REL551 装置 55 ms 左右就启动保护出口跳闸,而 REF542 输入口默认时间在 100 ms 以上才启动,这样对于 100 ms 以下的保护动作,REF542 认为是干扰并不启动备自投以及不上传相关的遥信信息!这种时序配合上的差错导致了母联不动作及后台机无遥信信息!这种故障如果在运行中发生,不管是差动正确还是误动作,母联均不会自投,A 站及 B 站等相关站该段电源将永久失电,后果比较严重。

改进的方法是修改保护出口触发信号,缩短 REF542 的输入口响应时间不失为一种选择,但对于干扰信号并不一定能有效躲过,较好的办法是延长 REL551 的触发时间至 100 ms。

3 结语

地铁线路差动保护是非常重要的线路主保护,

Analysis and countermeasures of differential protection maloperation on 35 kV subway cable line

SONG Jian-wei

(Shenzhen Subway Company, Ltd, Chenzhen 518040, China)

Abstract: Cable line current differential protection plays a very important role in subway power supply system. With this protection function, the cable feeder panels can cut-off the fault current quickly to ensure the system operating stably. This paper briefly introduces the theory of the cable line current differential protection, and analyzes the reasons leading to one misoperation of line current differential protection. It also proposes some correction measures for typical protection setting to maximize the availability of protection and minimize the risk of the relay misoperation. The operation practice shows that these measures are correct and effective.

Key words: subway; cable line differential protection; protection relay misoperation analysis; solution

(上接第 56 页 continued from page 56)

This communication system has two-stage communications. In every area, there are 1 set of industrial computer which forms the top layer, several sets of PC104 which form the middle layer, about 10 sets of lower computer which belong to every PC104. CAN bus protocol is adapted between the industrial computer and PC104, RS485 protocol is adapted between the PC104 and lower computer. There are lots of FTUs which are locating in all around. This system realizes the remote communication information integrity, nicety, speediness and priority. All of the communication devices work independently. They are connected by the communication net. So some devices which are fault will not affect others and the speed will not reduce.

Key words: railway automatic power distribution switches; layered distributed structure; CAN bus; RS485

对于地铁 35 kV 环网供电有非常重要的作用,通过此次故障分析与查找,使我们提高了业务技能,同时,由于地铁系统自身供电结构的复杂性,以及对地铁行车带来的重大影响,要求我们必须细心对待每一起故障(事故),认真分析,积极改进,这样不仅业务水平得到提高,也有利于提高地铁供电的可靠性。

参考文献:

- [1] 李宏任. 实用继电保护 [M]. 北京:机械工业出版社, 2002.
LI Hong-ren. The Applied Protective Relaying [M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [2] 葛耀中. 电流差动判据的分析和研究 [J]. 西安交通大学学报, 1980, 21 (4): 1-10.
GE Yao-zhong. The Analysis and Study of the Current Differential Criterion [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 1980, 21 (4): 1-10.
- [3] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用 [M]. 北京:中国电力出版社, 1996.
WANG Wei-jian. Relay Protection of Electric Main Equipment Their Principle and Application [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1996.

收稿日期: 2006-01-19; 修回日期: 2006-03-06

作者简介:

宋剑伟(1970-)男,工程师,主要从事地铁牵引供电系统技术管理工作。sjwcm2005@21cn.com