

新一代铁路自闭(贯通)线路保护装置 WXH-883 的研制

李磊, 张亮, 张相志, 杨卫国

(四川成都交大许继电气公司, 四川 成都 610031)

摘要: 介绍了新一代适用于铁路配电所自闭(贯通)线的保护测控装置的硬件组成、保护配置原理及判据。本装置的外部开入量采用 220V/110V 强电开入, 抗干扰能力强; 嵌入具有 USB 接口的 FT245AM 通信芯片, 人机接口具有高通信速率; 通过 Lonwork 现场总线技术与微机监控通信, 通信介质选用光纤, 具有很高的抗干扰能力。装置的保护功能配置完善, 配置了当地手合检同期功能; 装置可以根据运行方式自动判断投入重合闸或备投。

关键词: 自闭(贯通)线路; 铁路配电所; 继电保护

Research on relay protection device WXH-883 for new generation automatic block (power continuous) line

LI Lei, ZHANG Liang, ZHANG Xiang-zhi, YANG Wei-guo

(Southwest Jiaotong University-XJ Co., Chengdu 610031, China)

Abstract: This paper introduces the hardware component, principle and foundation of protective configuration of new-generation protection and control device that is applied to automatic block (power continuous) line of railway distribution substation. The electrical charge entered from the outside of the device adopts 220V/110V strong electrical charge, which has strong anti-interference ability. The device is inserted FT245AM communication chip with USB interface and the man-machine interface can realize high communication speed. The device can communicate with microcomputer monitoring by lonwork field bus technology, and choose the optic fiber as communication medium which has strong anti-interference ability. The protection function of the device is perfect, and it configures the function of local manual close and inspection in the same term. The device can judge automatically to put into reclose or automatic backup power switch-on according to the operation way.

Key words: automatic block(power continuous) line; railway distribution substation; relay protection

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)01-0009-03

0 引言

铁路自动闭塞线路是对自动闭塞区段信号设备供电的 10 kV 专用电力线路, 电力贯通线路是指连通铁路沿线两个相邻变电所、配电所间的 10 kV 或 35 kV 电力线路, 可以作为自动闭塞区段信号的备用电源, 同时也提供中间站信号车、站信号室行车等与行车直接相关的小容量设备和部分生活用电设备的用电^[1]。自闭(贯通)线路能否正常工作关系到铁路信号灯能否正常工作, 关系到机车的行车安全, 因此自闭贯通线的可靠运行是铁路畅通运营的前提。基于上一代自闭(贯通)线保护装置的功能不完善和用户的需要我们研制了新一代铁路自闭(贯通)线路保护测控装置, 该装置很好地解决了上一代产品网络通信抗干扰能力不强、无故障录波、无当地

手合检同期等缺点。

1 装置特点

WXH-883 自闭(贯通)线的保护测控装置插件采用大线路板结构, 整个装置仅由继电器插件和保护插件两个插件组成, 装置精致小巧、密封性能好, 具有良好的抗干扰性能及防尘性能, 既适合于集中组屏安装, 也适合于安装在开关柜等环境条件。

装置采用 Analog device (AD) 公司的 32 位浮点数字信号处理芯片 ADSP21061 作为 CPU, 运算功能强大; 采用多层印制电路板布线技术及 SMT 表面贴装工艺; 模拟量采用二级阻容式滤波, 14 位高速多通道 AD 转换, 每周波 100 个采样点, 采样数据精度高, 动作值稳定。装置的数据采集回路无可调器件, 也不需要到现场调整, 具有自动校正功能, 有很高

的可靠性。装置有 I_a 、 I_c 、 I_b 、 I_c 、 $3I_0$ 五个电流输入量， U_a 、 U_b 、 U_c 、 $3U_0$ 、 U_{ab} 、 U_{bc} 六个电压输入量。开关量的输入输出采用高可靠性的光电隔离，开关量输入回路采用 220V/110V 强电开入，和上一代的弱电开入比较抗干扰能力有很大的提高，特别适合铁路电力配电所的特殊要求。

装置的人机接口采用 USB 通信方式，嵌入 FTDI 公司生产的一种 USB 专用芯片 FT245AM，符合 USB1.1 技术规范，用于连接 PC 机，可以用随产品提供的 PC 机专用试验与仿真软件对装置进行调试。与传统的 RS232 接口方式比较，USB 通信方式具有通信速率高（最高可达 12 Mbps），可带电插拔等优点。网络通信接口采用 LonWorks 网络适配卡经过光收发器模块与微机监控系统的通信管理机连接，通信介质选用多模光纤，采用标准的 IEX60870-5-103 协议。这种通信方式有很好的光电隔离功能，与上一代产品利用双绞线作为通信介质比较，在抗干扰性和抗雷击方面都有很大的提高。

装置的硬件设计原理图如图 1 所示。

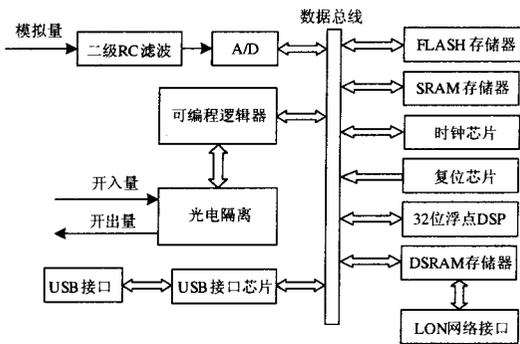


图 1 装置硬件原理图

Fig.1 The device hardware structure

2 保护配置原理及判据

装置主要功能配置主要有三段相间过流保护、合闸后加速保护、失压保护、零序过电压告警、三相一次自动重合闸、失压备用电源自投、检同期合闸。装置保护配置完善，并且对每种保护功能及辅助功能均可通过控制字投入或退出。和上一代产品相比增加了当地手合检同期功能，而且装置可以根据运行方式自动判断投入重合闸或备投。下面介绍装置的主要保护功能。

2.1 检同期控制合闸

两个交流电源的互联操作即常说的“同期”，该操作应遵循的规则是在两电源的压差、频差小于允许值且在相角差接近零度时完成并网操作，这个

操作过程就是进行“检同期”的过程。装置设有检同期控制合闸功能，分检无压、检同期两种方式。检无压合闸：当线路无压 (U_{ab} 、 U_{bc} 均小于无压定值) 时即合闸；检同期合闸：当线路电压 U_{ab} 与母线电压 U_{ab} 均大于有压定值，而 U_{ab} 与 U_{ab} 的电压差与相角差都小于设置的定值，则合闸。本装置的检同期控制合闸分为在后台遥控检同期和当地手合检同期，遥控检同期通过装置闭锁 H CJ 来实现，手动检同期由装置提供一付触点来串在手动合闸回路中来实现。和上一代产品相比增加的手动检同期使配电所的自闭(贯通)线并网操作更加可靠。遥控检同期的原理框图如图 2 所示，手动检同期的原理框图如图 3 所示。

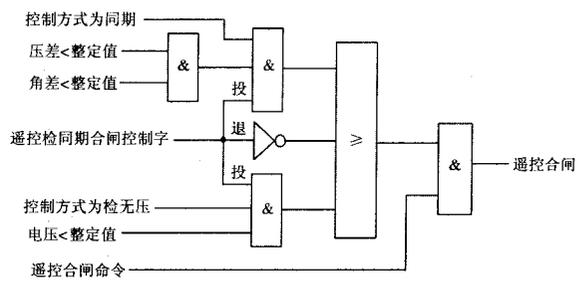


图 2 遥控检同期控制合闸原理框图

Fig.2 The principle diagram of remote inspection and control close in the same term

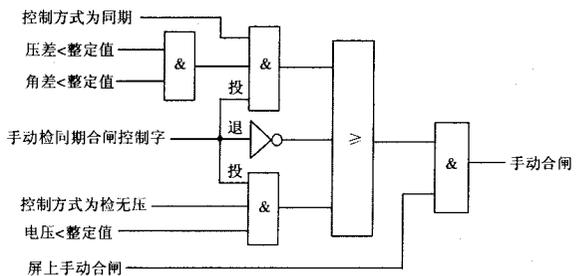


图 3 手动检同期控制合闸原理框图

Fig.3 The principle diagram of manual inspection and control close in the same term

2.2 三相一次重合闸和后加速^[2]

为减少自闭贯通线的停电时间，装置设有三相一次重合闸功能，通过设置重合闸压板控制投退。重合闸当开关位于合位时充电，保护跳闸后如条件满足则进入重合闸延时，延时到后出口重合，重合后如 3 s 内无故障，则此次重合闸判为成功，重合后如 3 s 内有故障，则此次重合闸判为失败。为了防止重合闸误动作，装置设置了重合闸闭锁条件，满足任一条件重合闸不能充电：自动重合闸功能禁止投入、后加速动作、母线无压、弹簧未储能、控制回

路断线。在重合闸启动后必须满足三个条件才能出口：母线有压、线路无压、线路无流。

如果投入了重合闸，当线路上发生永久性故障时，主供侧和备供侧分别会重合于故障一次。为了避免多次重合于故障，主供侧投入重合闸不投入备自投，备供侧投入备自投不投入重合闸。该装置可以根据实际的运行情况由软件来自动判断来投入重合闸或备自投，很好的解决了这个问题。

若重合闸启动后重合于永久性故障时，即在后加速保持时间内发生故障后加速跳闸，本装置后加速的动作值大小和延时时间可整定。

三相一次重合闸原理框图如图 4 所示。

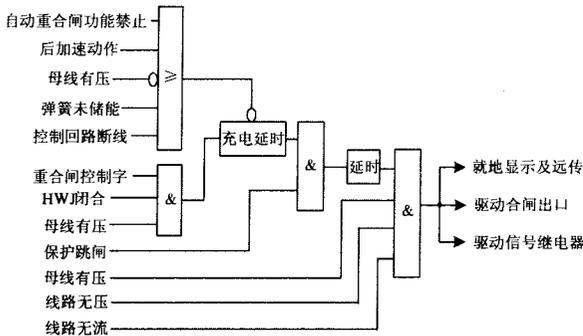


图 4 重合闸原理框图

Fig.4 The function diagram of automatic reclose

2.3 失压备用电源自投

铁路自闭、贯通线系统接线如图 5 所示。正常运行时：甲所为主供所，1DL 在合位；乙所为备供所，2DL 在分位，由甲所供电，线路有压。

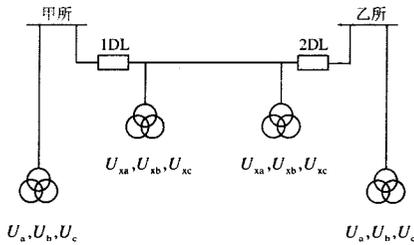


图 5 自闭(贯通)系统接线图

Fig.5 Automatic block(power continuous) line connection map

线路发生瞬时性故障时：主供甲所保护动作，1DL 跳开，线路失压。备供乙所检测到 U_{xa} 、 U_{xb} 、 U_{xc} 线路失压，在母线有压的情况下，乙所失压备自投动作。2DL 合闸，恢复线路供电，线路有压。甲所检测到线路有压，则不再重合。乙所变成主供，甲所恢复成备供。

线路发生永久性故障时：主供甲所保护动作，1DL 跳开，线路失压。备供乙所检测到 U_{xa} 、 U_{xb} 、 U_{xc}

线路失压，在母线有压的情况下，乙所失压备自投动作。2DL 合闸，动作到故障线路上。乙所保护动作，2DL 跳闸。乙所保护重合闸放电，闭锁重合闸。甲所经重合延时，在母线有压、线路无压的情况下，重合闸动作，重合到永久性故障，甲所加速跳闸。

线路检修时，退出重合闸和备自投功能，手动跳闸，线路无电。检修完毕，准备送电时，投入重合闸和备自投功能，手动合主供所断路器，线路充电。失压备自投原理框图如图 6 所示。

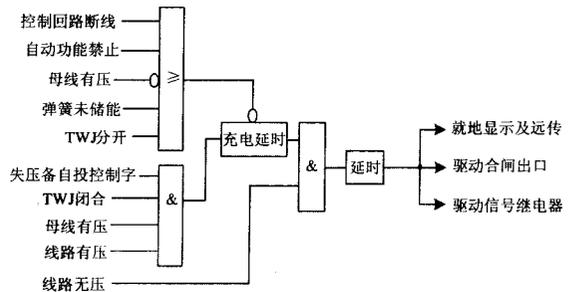


图 6 失压备自投原理框图

Fig.6 The function diagram of automatic backup power switch-on

2.4 其他辅助功能

与上一代产品相比，装置的辅助功能配备更加完善。装置配备了控制回路断线报警、零序过流报警、PT 断线报警、装置故障自检、负荷录波和故障录波、在线修改各个通道的比例系数等功能；可监测三相电流、母线相电压、母线段电压、零序电压、线路电压、有功功率、无功功率；所有断路器位置变位信息、故障记录、和录波数据可以实时上送给微机监控系统进行监控和远动。

3 结论

利用 32 位 DSP 开发的新一代 WXH-883 自闭贯通线保护测控装置适用于铁路(变)配电所,完成自动闭塞及电力贯通线路的保护、测控一体化功能,装置功能配置完善,具有较高的可靠性。本装置于 2005 年 1 月通过了部级鉴定,已供货 100 多套,保护无误动、拒动情况、通信稳定可靠,完全能满足铁路部门对于自闭(贯通)线保护控制的要求。

参考文献

[1] 铁路设计专业院.铁路电力设计规范[M].北京:中国铁道出版社,1999.
The Professional Academy of Railway Design. Designing Criterion of Trunk Line Electrification[M]. Beijing: China Railway Press, 1999.

(下转第 32 页 continued on page 32)

- [4] Torres J L,Garcia A,Blas M D,et al. Forecast of Hourly Average Wind Speed with ARMA Models in Navarre(Spain)[J].Solar Energy, 2005,79:65-77.
- [5] Barbounis T G,Theocharis J B, Alexiadis M C,et al .Long-term Wind Speed and Power Forecasting Using Local Recurrent Neural Network Models[J].Transactions on Energy Conversion, 2006,21(1):273-284.
- [6] Alexiadis M,Dokopoulos P,Sahsamanoglou H, et al.Short term Forecasting of Wind Speed and Related Electrical Power[J].Solar Energy,1998, 63(1): 61-68.
- [7] 杨秀媛,肖洋,陈树勇.风电场风速和发电功率预测研究[J].中国电机工程学报,2005, 25(11):1-5.
YANG Xiu-yuan,XIAO Yang,CHEN Shu-yong. Wind Speed and Generated Power Forecasting in Wind Farm[J].Proceedings of CSEE, 2005, 25(11):1-5.
- [8] 吴国扬,肖洋,翁莎莎.风电场短期风速预测探讨[J].吉林电力,2005, (6):21-24.
WU Guo-yang,XIAO Yang,WENG Sha-sha. Discussion About Short-term Forecast of Wind Speed on Wind Farm[J]. Ji-lin Electric Power, 2005,(6): 21-24.
- [9] 王承煦,张源.风力发电[M].北京:中国电力出版社,2003.
WANG Cheng-xu, ZHANG Yuan. Wind Power Generation[M].Beijing: China Electric Power Press,2003.
- [10] 陆同文,田宜泉.风[M].北京:民族出版社,1985.
LU Tong-wen,TIAN Yi-quan.Wind[M]. Beijing: Nationalites Press,1985.
- [11] 赵凯,彭建春,石峰.基于模式识别技术的短期负荷预测[J].湖南电力,2000, 20(6):1-3,12.
ZHAO Kai,PENG Jian-chun,SHI Feng. Short-term Load Forecasting Based on Pattern Recognition[J].Hunan Electric Power, 2000, 20(6):1-3,12.
- [12] 边肇祺,张学工,等.模式识别[M].北京:清华大学出版社,2000.
BIAN Zhao-qi,ZHANG Xue-gong,et al. Pattern Recognition[M].Beijing:Tsinghua University Press,2000.
- [13] 雷绍兰,孙才新,张晓星,等.基于径向基神经网络和自适应神经模糊系统的电力短期负荷预测方法[J].中国电机工程学报,2005, 25(22):78-82.
LEI Shao-lan,SUN Cai-xin,ZHANG Xiao-xing, et al. Short-Term Load Forecasting Method Based on RBF Neural Network and ANFIS System[J].Proceedings of the CSEE, 2005, 25(22):78-82.
- [14] 张国江,邱家驹,李继红.基于模糊推理系统的多因素电力负荷预测[J].电力系统自动化, 2002, 26(5):49-53.
ZHANG Guo-jiang,QIU Jia-ju,LI Ji-hong. Multi-Factor Short-Term Load Forecasting Based on Fuzzy Inference System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002,26(5):49-53.
- [15] 高山,单渊达.神经网络短期负荷预测输入变量选择新方法[J].电力系统自动化,2001, 25(22):41-44.
GAO Shan,SHAN Yuan-da.Novel Input Variable Selection for ANN Short-Term Load Forecasting[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001,25(22):41-44.
- [16] 楼顺天,胡昌华,张伟.基于MATLAB的系统分析与设计-模糊系统[M].西安:西安电子科技大学出版社,2001.
LOU Shun-tian, HU Chang-hua, ZHANG Wei. The Analysis and Design of Fuzzy System Based on Matlab[M]. Xi'an: Xidian University Press, 2001.

收稿日期:2007-05-28; 修回日期:2007-08-17

作者简介:

吴兴华(1982-),男,硕士研究生,研究方向为电力市场运营,电价预测,分散发电;E-mail:dqwuxh@163.com

周晖(1964-),女,副教授,硕士生导师,研究方向为负荷预测、电力市场、电力规划等;

黄梅(1959-),女,研究员,硕士生导师,研究方向为电力系统建模仿真及控制保护、新能源发电。

(上接第11页 continued from page 11)

- [2] 苗睿锋.USB接口芯片FT245AM的原理[J].国外电子元器件,2004,(4).
- [3] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理[M].北京:水利电力出版社,1985.

作者简介:

李磊(1979-),男,本科,助理工程师,从事铁道继电保护方面的研究;E-mail:lilei@swjtu-xj.com

张亮(1980-),男,本科,助理工程师,从事铁道继电保护方面的研究;

张相志(1979-),男,本科,助理工程师,从事铁道继电保护方面的研究。

收稿日期:2007-06-18; 修回日期:2007-08-29