

基于综合自动化系统的断路器遥控操作分析

李 晔, 朱 江, 吴 玲

(徐州供电公司, 江苏 徐州 221003)

摘 要:分析了基于综合自动化系统的断路器遥控操作的基本原理, 讨论了 220kV 断路器遥控操作的基本过程、操作方法, 对断路器遥控相关二次回路作了分析, 对遥控操作出现的异常现象的原因进行了探讨, 并提出了应对措施, 对运维和调控有关工作的人员具有参考意义。

关键词: 综合自动化; 断路器; 遥控操作; 分析

Analysis on CB Remote Control Based on Integrated Automation System of Substation

LI Ye ZHU Jiang WU Ling

(Xuzhou Power Supply Co., Xuzhou 221003)

Abstract: This paper analyze the theory of control breaker remote control based on integrated automation system of substation, discuss the remote controlling program of 220kV control breaker operation, analyze the relevant control circuit of the remote controlling operation, discuss the reasons of fault control breaker remote controlling operation, provide resolving measures to relevant problem. It can be reference for substation worker and electricity grid dispatcher

Key words: integrated automation system of substation control breaker remote control analysis

0 引言

综合自动化技术在变电站现场已得到广泛的应用, 形成了由远方控制中心(监控中心)对无人值班的变电站设备不间断监控, 运维人员对变电站设备进行操作维护的一种工作方式。基于变电站综合自动化系统, 实现对断路器快速有效遥控操作, 保证了电力系统安全稳定运行。因此, 工作人员必须对基于综合自动化的断路器遥控原理要有清楚的认识, 特别是在遥控过程中出现的异常或遥控失灵情况下, 准确分析判断, 消除隐患, 找到正确的操作和控制方法, 对提高安全管理的水平有益。本文就220kV变电站断路器遥控操作原理和操作过程进行了分析, 对控制过程中出现异常和遥控失灵等问题, 进行了具体的分析并提出了应对措施。

1 综合自动化系统

1.1 综合自动化网络概述

综合自动化系统是指利用计算机技术、自动控制技术、网络通信技术和数字信号处理等技术, 实现对变电站主要设备的自动监视、测量、控制、保护以及实现对变电站进行运行操作、信息远传与调

度通信等综合协调的自动化功能。

变电站系统结构为网络拓扑的结构形式, 向上作为远方控制中心的网络终端, 同时又相对独立, 站内自成系统, 结构分为两部分: 站控层和间隔层, 层与层之间应相对独立。采用分层、分布、开放式网络系统实现各设备间连接。分层分布式结构系统具有以下明显的优点: 可靠性提高, 任一设备故障只影响局部, 而不影响其它设备, 当站级系统或网络故障, 仅仅影响到监控部分, 而继电保护、控制功能仍可继续运行; 可扩展性和开放性较高, 有利于工程的设计及应用。采用分层、分布、开放式网络系统实现各设备间连接(图1)。站控层网络均采用双以太网, 主网与备用网同时运行, 主网故障退出, 备网自动切换成主网运行, 并能够满足与电力系统其他专用网络连接及容量扩充等需要的要求。

站控层网络与间隔层网络采用直接连接方式, 站控层设备一般采用集中设置, 间隔层设备按相对集中方式设置, 即220kV、110kV及主变的测控设备集中布置在继电器室内, 35kV及以下的测控设备按分散方式布置在配电装置室内, 其35kV或10kV保护及测控采用了在开关室就地分散布置, 且采用保护与测控一体的装置。

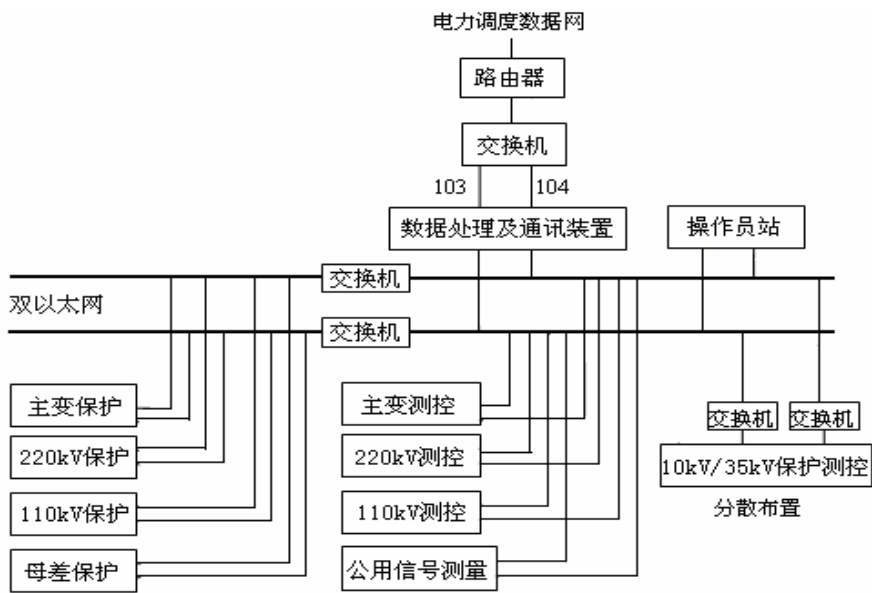


图1 220kV变电站综合自动化系统结构框简图

1.2 综合自动化断路器控制方式

断路器操作控制方式，可按远方控制中心或者操作队、站控层、间隔层、设备级的分层操作原则来考虑。操作的权限也由远方控制中心-站控层-间隔层-设备级的顺序层层下放，原则上站控层、间隔层和设备层只作为后备操作或检修操作手段。依据IEC870-5-103《继电保护设备信息接口配套标准》及IEC870-5-104《远动网络传输规约》和IEC870-5-101《基本远动任务配套标准》，远方控制中心的控制命令从选定的通道向选定的一台数据处理及通信装置发出，收到命令的数据处理及通信装置向站内发令，执行后仍由该台数据处理及通信装置原路返送信息。工作人员下达遥控操作预置命令，由综合自动化系统完成断路器的遥控操作（图2），并将操作有关控制状态信息发出相关报文。在控制中心监控机上，通过人工控制，实现对远方变电站间隔层设备进行控制。上述三层的操作控制方式从图1可以看出，间隔层设备在220kV测控装置上完成操作，利用操作员工作站完成站控层操作。而由远方控制中心完成对监控区域设备进行远方操作与控制，或者由操作队利用综合自动化系统在操作队完成操作控制，无论断路器处在哪一层操作，开关运行状态和操作选择切换开关的状态都应处于综合自动化计算机监控系统的监视中。当任何一级在操作时，其它级操作均应处于闭锁状态^[1]。

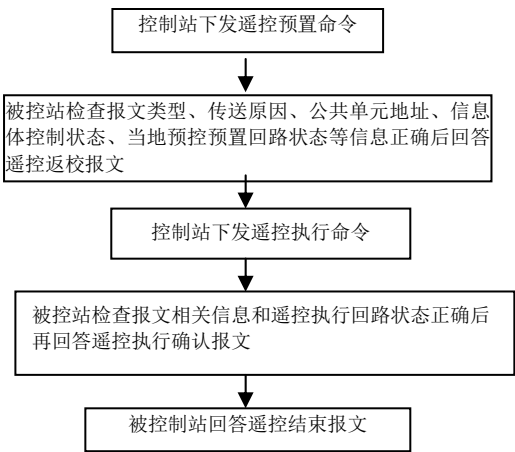


图2 IEC60870-5-104规约遥控流程图

2 断路器遥控基本原理

2.1 直流电源输入

220kV变电站继电保护及断路器操作电源,由直流电源系统提供，分别由I#充电机、蓄电池、控母与合母直流母线等设备组成并提供第一组直流电源系统，第二组直流电源系统组成同前。目前变电站广泛采用DC220V作为保护及断路器操作控制电源，为满足220kV保护双重化要求，要求直流小母线分列运行，每组小母线分别提供各自独立的保护电源和断路器操作控制电源(图3)，即1L+~1L-为第一组直流电源输入回路，2L+~2L-为第二组直流电源输入回路。第一组直流电源经1K空气小开关，送至断路器操作机构，另一路

送至CZX-12R操作箱。第二组直流电源经2K空气小开关，也分别送至断路器机构及操作箱。

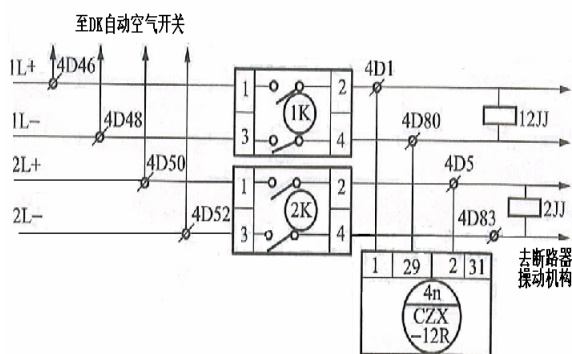


图3 CZX-12R操作箱直流电源输入与监视回路

12JJ、2JJ电压继电器用于监视直流电源回路，当直流电源出现故障时，综合自动化发出“直流电源

消失”信号。

2.2 断路器遥控开出

变电所综合自动化系统具有手动控制和自动控制两种控制方式。手动控制包括远方控制中心控制、站内主控室控制、就地手动控制（含间隔层和设备层操作），并具备远方控制中心/站内主控室、站内主控室/就地手动的控制切换功能。控制级别由高到低顺序为：就地、站内主控、远方控制中心，三种控制级别间相互闭锁，同一时刻只允许一级控制。

在实际工程应用中，220kV测控装置与保护装置是分别各自独立组屏的，下面以变电站某间隔层设备测控装置来分析断路器的遥控操作过程（图4）。

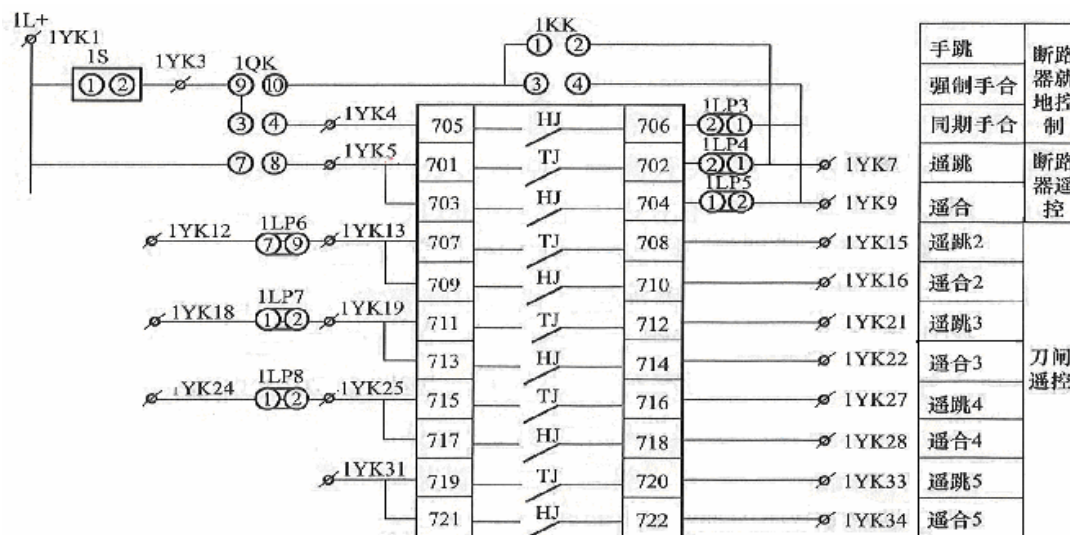


图4 断路器遥控开出测控装置背面图

由站控层工作站或远方控制中心工作人员下达遥控操作指令后，综合自动化系统会将操作的设备名称、编号和设备的唯一的节点号与数据处理装置进行比对后，再将满足条件的返校结果显示在控制中心的监控机上，工作人员可继续执行操作，同时监控系统具有操作监护功能，允许监护人员在操作员工作站上实施监护，防止误操作。即工作人员在监控机桌面上依次做选择、返校、执行、撤销、超时、告警、遥控执行执行时间等记录或操作，才能完成对断路器的遥控操作控制(图2)。正常情况下220kV无人值班变电站中测控装置面板上，断路器的“就地/远方”切换开关 1QK均切至“远方”位置，此时其辅助接点“⑦ ⑧”接通，直流操作电源1L+经1YK1-1YK5开入到测控装置“701、703”端子，当满足遥控合闸条件时，测控装置接点HJ

闭合，沟通“703、704”端子，操作电源经1LP5压板开入1YK9去执行断路器合闸；当满足遥控分闸条件时，测控装置接点TJ闭合，沟通“701、702”端子，操作电源经1LP4压板开入到1YK7去执行断路器分闸。

从以上分析可以看出，站控层工作站或远方控制中心对断路器遥控操作时，测控屏上的遥控合闸1LP5压板及遥控分闸1LP4压板应投入，同时1QK“就地/远方”切换小开关切至“远方”位置；而测控屏上的手合、手分断路器，只需将1QK“就地/远方”切换小开关切至“就地”位置，而不经遥控压板控制，此时闭锁上层“站控层工作站”或“远方控制中心”对断路器遥控操作。

2.3 断路器三相合闸

站控层工作站或远方控制中心工作人员下达遥控操作指令后,直流操作电源(1L+) 1YK1经测控装置开入到1YK9,测控屏1YK1与1YK9之间的回路接通,启动断路器三相合闸(图5),手合1SHJ继电器励磁,同时21SHJ、22SHJ、23SHJ继电器励磁,SHJ继电器组或ZHJ自动合闸继电器动作后各有三对动合触点闭合,并分别送到U、V、W三个分相合闸回路中,分别启动断路器的分相合闸线圈。其中21SHJ~23SHJ继电器动作后,其接点分别送给保护和重合闸,作为“手合加速”、“手合放电”等。电阻与电容构成的手动合闸脉冲展宽回路,用于保证就地操作或远方手合到故障线路时,使保护加速跳闸^[2]。1YK1与1YK9之间回路接通后,励磁1SHJ手合继电器的同时,励磁双位置继电器KKJ的动作线圈,并保持断路器在合后位置,与断路器位置接点构成“不对应”启动重合闸,与断路器常闭接点一起启动“事故总”信号等。断路器遥控分闸后,

KKJ返回线圈励磁后动作,保持返回状态,返回后的KKJ接点去闭锁重合闸。

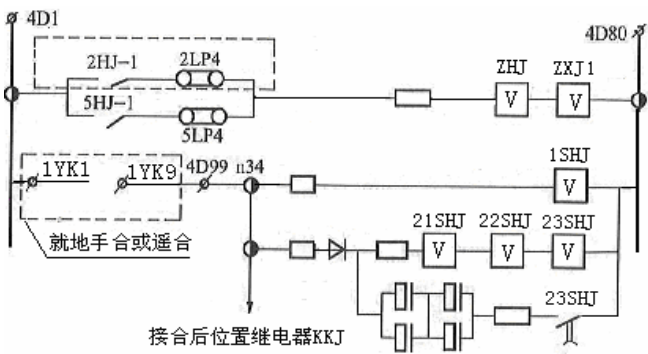


图5 断路器三相合闸启动回路

2.4 断路器遥控执行分析

断路器的合闸命令是通过分相合闸回路发至断路器合闸机构,下面根据图6来分析断路器遥控外围执行回路以及断路器机构中操作过程。

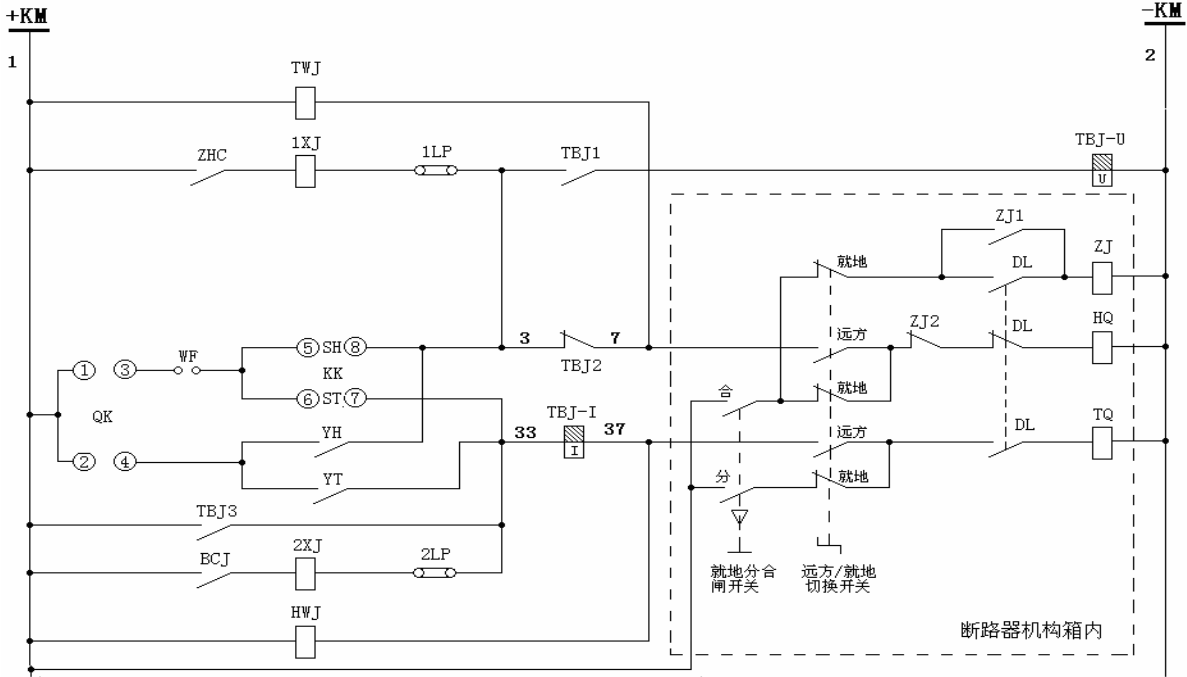


图6 断路器外围执行及机构控制原理图

遥控合闸:无人值班变电站的断路器机构箱中的“就地/远方”切换开关切至“远方”位置(图6),其“远方”接点接通,“就地”接点断开,此时ZJ失磁,合闸回路中的ZJ2常闭接点闭合。断路器合闸前,断路器处于分闸状态,其断路器常闭辅助触点DL闭合。在外围执行回路中,测控屏上的“就地/远方”QK正常运行状态下切至“远方”位置,其接点“② ④”接点接通,而接点“① ③”不通。遥控合闸接点“YH”,在图4中对应的1YK5与1YK9的“703、704”端子;遥控分闸接点“YT”,在图4

中对应的1YK5与1YK7的“701、702”端子。断路器在分闸位置时,其常开辅助接点DL断开,使得TBJ-I防跳继电器的电流线圈失磁,其常开接点TBJ1断开,防跳继电器TBJ-U电压线圈失磁,其常闭接点TBJ2闭合。远方控制中心或站控层工作人员下达遥控操作“执行”指令后,“YH”接点闭合,DC220V操作控制电源从+KM经就地/远方切换开关QK的“② ④”接点到“YH”接点,经电气防跳跃闭锁的TBJ2常闭接点到断路器机构

箱,再经“就地/远方”切换开关的“远方”接点、ZJ2 和 DL 常闭辅助接点、合闸线圈HQ到-KM,合闸线圈HQ带电,执行断路器机构合闸,完成遥控合闸操作。发出遥信报文,监控画面显示开关变位。

遥控分闸:断路器机构箱中的“就地/远方”切换开关切至“远方”位置,其“远方”接点接通,“就地”接点断开。断路器分闸前,断路器处于合闸状态,其断路器常开辅助触点DL闭合。在外围执行回路中,测控屏上的“就地/远方”QK正常运行状态下切至“远方”位置,其接点“② ④”接点接通,而“① ③”不通。遥控分闸接点“YT”,在图4中对应的1YK5与1YK7的“701、702”端子。远方控制中心或站控层工作站工作人员下达遥控“执行”操作指令后,“YT”接点闭合,DC220V操作控制电源从+KM 经 QK 的“② ④”接点到“YT”接点,经防跳跃闭锁的TBJ-I电流线圈到断路器机构箱,再经“就地/远方”切换开关的“远方”接点和 DL 常开辅助接点、分闸线圈TQ到-KM,使分闸线圈TQ带电,执行断路器机构分闸,完成遥控分闸操作,同样监控显示开关变位及报文信息。

3 断路器遥控操作异常分析及应对措施

在变电站正常操作工作中,许多情况是不能遥控断路器的。①未通过综合自动化遥控验收的断路器。②断路器有缺陷影响安全运行的。③断路器达到跳闸次数,仅剩余1次时。④断路器“控制回路断线”信号发出时。⑤断路器分合闸被闭锁时,比如机构压力降低闭锁分合闸、弹簧未储能闭锁合闸、灭火室SF₆压力异常,闭锁分合闸或断路器不满足操作条件时。⑥现场正在操作相关设备时。⑦综合自动化监控系统出现异常或故障时。⑧设备正在检修时,而非验收设备。⑨对于分相断路器,若三相位置信号未全部上传。断路器遥控操作失败时,首先检查断路器有无“控制回路断线”、“分合闸闭锁”、“测控装置异常或通讯中断”、“测控装置就地/远方”小开关位置是否正确等。总结归纳有如下原因及一般处理办法。①断路器控制回路断线时查找原因修理回路。②断路器分合闸被闭锁或遥控被强行闭锁时,检查是否符合操作条件,有无违反操作规程等错误。③测控装置异常故障时更换测控插件。④网络通讯异常或中断,厂站工况退出时,恢复通信系统。⑤同期合闸操作,不满足同期合闸条件。⑥在控制中心操作时,操作指令与设备遥信名称不匹配。⑦断路器机构卡死,机械拒动。⑧现场断路器遥

控压板退出。⑨断路器机构箱或者测控装置上的“就地/远方”切换开关切至“就地”。⑩没有操作电源。对于⑦~⑩情况通知工作人员到现场处理。

在监控中心断路器遥控工作中,经常会遇到遥控“返校失败”或“遥控超时”。其原因也有许多,归纳起来有以下原因及处理办法:①测控单元出口继电器故障,一般情况下更换出口插件即可消除。②通讯受到干扰,一般再次操作试一次。③测控单元故障。④测控单元地址冲突时,就需要重新设置测控单元地址,以免发生冲突。⑤测控单元与数据处理通讯装置通讯中断或数据处理通讯装置通讯与主站系统通讯中断,通知自动化人员处理,恢复通讯。⑥在具体工作中遥控对象号设置错误,操作指令与遥控设备的遥控对象名不匹配,使得遥控设备与定义的设备节点号不正确,发“返校失败”,此时需重新设置遥控对象号。结合查看厂站工况界面的相应变电站通道状况,若此时无“厂站工况退出”信号,“返校失败”说明从变电站总控单元到监控中心的通讯网络正常,问题出在变电站设备或装置上,通知运维人员到现场检查设备^[3]。

在变电站断路器设备无异常情况下,综合自动化系统规定控制中心下达的指令15秒内得不到响应,即发出“遥控超时”信号。当监控中心工作人员下达遥控指令后,遇到网络拥堵,数据传输慢,或下达的遥控指令得不到响应,综合自动化监控会出现“遥控超时”。若遥控工作中遇有“遥控预置超时”,一般处理方法是再试一次。结合厂站工况界面查看相应变电站通道状况,若两个通道同时退出,可能造成对此站失去监控的严重后果,此时要通知自动化工作人员检查通道,期间厂站监控职权交由变电运维人员管理。

断路器在遥控过程中出现的异常或遥控失灵下,根据综合自动化系统遥控操作断路器的基本原理、方法,针对不同异常和遥控失败的原因,准确分析判断,消除隐患,从而找到正确的操作和控制方法。

4 结束语

220kV综合自动化系统的变电站,断路器的远方遥控操作控制成为一种工作常态,特别是在电力系统出现故障,快速处理事故,切除故障,

恢复电力供电等工作中发挥了重要的作用。本文对 220kV 变电站断路器遥控操作原理和操作过程进行了分析,对控制过程中出现异常和遥控失灵的各种问题,提出了具体的分析意见和应对措施。正确理解断路器遥控原理,掌握断路器遥控的基本方法,在不同的运行工况下,准确地分析判断遥控过程中的异常或问题,消除隐患,从而找到正确的操作和控制方法,保证断路器可控,能控、在控,对提高安全管理水平有益。有助于运维和监控工作人员在运行监控、断路器操作、事故处理、综合自动化设备验收等具体的工作中做到原理清楚,心中有数,确保变电设备安全运行。

参考文献:

- [1] 江苏省电力公司.江苏电网35kV~220kV变电站自动化系统技术规范[Z].南京:江苏省电力公司, 2007: 12-14.

- [2] 许世辉,方国元,张辉明,等.国家电网生产技能人员职业能力培训通用教材 二次回路[M]. 北京:中国电力出版社,2010.: 114-115.

- [3] 江苏省电力公司.江苏电网地区监控通用运行规程[Z]. 南京:江苏省电力公司,2011: 41-42.

作者简介:

李 晔(1964-),男,江苏徐州人,变电技术专家,高级工程师,高级技师,主要从事电力系统技术培训工作, xzly2008@163.com;

朱 江(1968-),男,江苏徐州人,工程师,主要从事电力系统继电保护工作;

吴 玲(1969-),女,江苏徐州人,技师,主要从事电力系统用电管理工作。