

基于变电站二次直流失电的区域距离保护

戴光武, 谢华, 徐晓春, 赵青春, 朱晓彤
(南京南瑞继保电气有限公司, 江苏南京 211102)

摘要: 提出了一种区域距离保护, 以解决变电站二次直流电源丢失后其失电区域内发生系统故障时无法快速隔离的问题。提出了以变电站为对象区域保护控制系统总体架构及其具体实现方式, 借助于区域过程层通信网以及与保护电源相独立的通信电源, 实现了变电站保护系统二次直流失电的有效判别, 进而提出了基于变电站二次直流电源丢失的区域距离保护的整体方案, 实现了失电区域内系统故障的快速隔离。RTDS 试验结果表明, 文中所述的方法能够准确判别变电站二次直流电源丢失的状态, 区域距离保护亦能够快速隔离其失电区域内的故障, 提高了系统的稳定性。

关键词: 二次直流失电; 故障隔离; 区域保护控制系统; 区域距离保护

中图分类号: TM77

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2016)03-0025-04

随着电网规模的日愈增大、运行特性日愈复杂, 电网安全稳定运行及供电可靠性要求越来越高^[1]。当变电站保护系统二次直流电源丢失后(保护装置电源及操作电源丢失), 该变电站的所有保护装置均将无法正常工作, 因此站内的主变、母线以及输电线路等设备均将失去保护, 一旦系统发生故障, 本站将无任何保护可以动作, 必需等其他相邻变电站的远后备保护延时动作来隔离故障。由此可见目前基于就地信息的电力系统保护与控制技术已经表现出一定的局限性, 不能完全满足大型城市电网供电安全性、稳定性和可靠性的要求。

近些年来, 通信、计算机、自动化等技术取得了突飞猛进的发展, 电子式互感器、光学互感器、智能一次设备等相继研发成功, IEC 61850 规约和统一建模的逐渐推广和完善, 使得站内消息的获取、共享和互操作技术日益成熟。现有保护与控制技术已经从站域层面向区域层面扩展, 实现了基于变电站的区域电网信息共享的保护控制策略, 利用电网多维信息来进一步完善和提升继电保护性能、优化控制策略, 使电网逐渐呈现出自愈、兼容、集成、优化等智能新特征^[2-6], 这些技术的发展给变电站二次直流失电的判别及其相应保护策略的研究带来了新的契机。

1 区域保护控制系统简介

以变电站为对象, 按照分层分布的原则来配置整个区域保护控制系统^[7-10], 一般选择由几个变电站构成的小型区域电网, 配置一个区域控制中心系统、若干个站域保护与控制系统组成, 其具体配置方法为: 在区域电网的每个变电站布置区域保护控制子站, 子站为面向变电站的集中式保护, 其保护功能包含全线速动的线路纵联保护、主变差动保护及母线差动保护、断路

器失灵保护等, 实现保护的冗余和优化, 完成并提升变电站层面的保护功能; 在任意一个变电站布置区域保护控制主站, 对整个区域系统内的电网运行信息进行采集、处理和最终决策, 与区域保护控制子站协调完成区域范围内的控制保护功能。

针对常规变电站, 可以使用合智一体装置将各变电站内各个主变、各条线路的电压、电流及开关量等信息转化为数字量, 通过采样值(SV)和面向通用对象的变电站事件(GOOSE)方式传输给区域保护主站、子站装置, 并接受主站、子站装置发出的 GOOSE 命令进行控制。针对智能化变电站, 可以将区域保护主站、子站装置直接接入过程层网络, 直接得到相关 SV 和 GOOSE 信息, 并输出跳闸及相关信号; 主站与子站之间、子站与子站之间通过区域过程层通信网相互连通, 协调完成某一区域电网内的所有保护与控制功能, 其总的系统架构如图 1 所示。相对成熟的区域保护控制系统为变电站二次直流失电的判别以及相应保护策略的研究奠定了良好的基础。

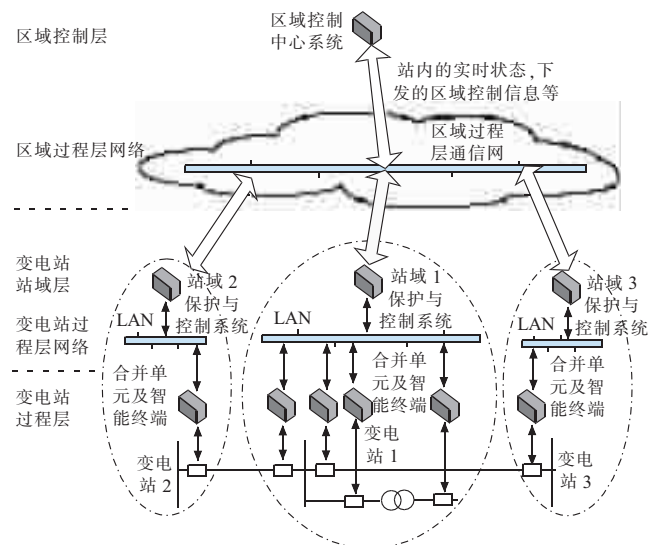


图1 区域保护控制系统架构

2 变电站二次直流失电的判别

根据变电站二次设计规范要求,保护二次直流电源和通信电源回路需独立设计,由此可知当保护二次直流电源回路失电时,通信电源回路仍然正常,故可以将保护二次直流电源失电信号通过测控装置和通信装置传送到对侧变电站,以此为切入点进行变电站保护系统二次直流失电的判别,其具体判别方法如下:

(1) 将变电站保护系统二次直流电源失电告警接点引入到通信小室测控装置(由通信电源供电)的 I/O (开入/开出)的开入,然后把 MSTP(基于 SDH 的多业务传送平台)设备的通信带宽分为独立的保护带宽和测控带宽,保护带宽传送保护信息,测控带宽传送测控设备接入的失电开入信息。

(2) 接收端变电站子站装置实时检测接收到的对侧信息,通过比较保护带宽和测控带宽的信息,准确区分是对侧变电站二次直流电源丢失,还是保护装置本身故障,或是通信回路故障,从而实时给出对侧变电站的二次直流电源是否丢失的判断。

以图 2 所示 4 个变电站的系统为例进行说明,共有 A、B、D 3 个变电站与 C 变电站相连,每个变电站均配置 1 台区域保护控制子站,同时在 A 站配置 1 台区域保护控制主站。

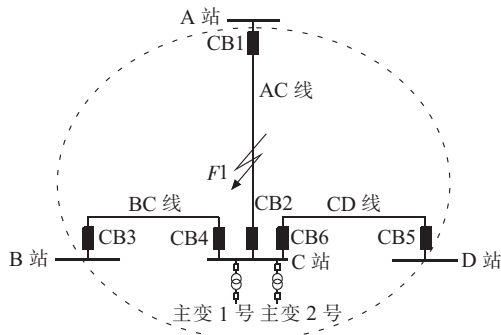


图 2 变电站系统接线

以 A 站、C 站为例进行变电站内的接线说明,其他变电站的接线及逻辑判断均相同。假设 C 站发生保护系统二次直流电源丢失,将 C 站保护直流电源屏的直流电源丢失告警接点(失电接点)接入到通信小室测控装置的 I/O 开入,测控装置通过通信带宽将失电信息经光纤传送到对侧 A 站,同时 C 站子站装置通过保护带宽将保护信息经光纤也传送到对侧 A 站,其站内接线如图 3 所示。

A 站子站装置同时接收对侧 C 站来的保护信息和失电信息,通过综合分析比较,实时给出对侧 C 变电站的二次直流电源是否丢失的判断。判断依据如下:

(1) 测控带宽数据接收正常且收到对侧失电信息,同时保护带宽数据接收中断,判断为对侧保护系统二次直流电源丢失;

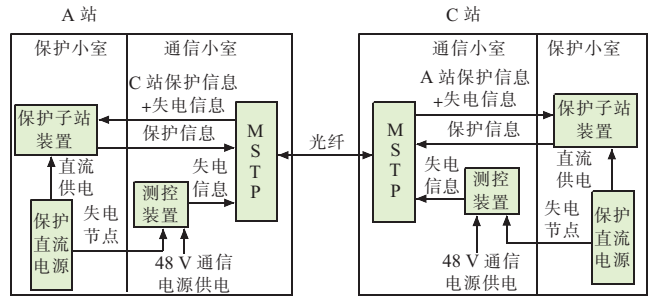


图 3 变电站站内接线

(2) 测控带宽和保护带宽数据接收均中断,判断为通信回路故障;

(3) 测控带宽数据接收正常且未收到对侧失电信息,保护带宽数据接收中断,判断为对侧保护装置故障或者保护装置通信接口故障;

(4) 测控带宽数据接收中断,保护带宽数据接收正常,判断为对侧测控装置故障或者测控装置通信接口故障。

A 站子站装置判别出 C 站保护系统二次直流失电后,将此状态通过区域过程层通信网传送至 A 站的主站装置。B 站、D 站处理方式与 A 站类似,主站装置根据接收到的 A、B、D 3 个变电站的信息进行变电站直流电源丢失的综合判断,以增强判断的可靠性,从而减少误判几率,其判别逻辑如图 4 所示。

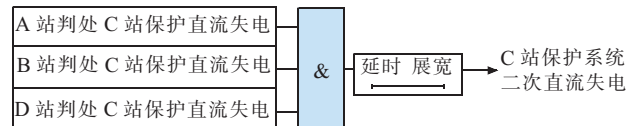


图 4 变电站直流电源丢失的判别逻辑

综上所述,当变电站保护二次直流失电时,借助于独立电源的测控和通信回路将失电信息传送到远端变电站,由主站装置和子站装置协作实现了变电站保护系统二次直流失电的远端判断,为远端变电站后续研发新的保护和测控策略,从而为实现快速隔离故障提供了条件。

3 基于变电站二次直流失电的区域距离保护

区域距离保护系统依附于区域保护控制系统,其一般选择由几个变电站构成的小型区域电网为对象进行配置,以图 2 所示的系统为例,当 C 站发生保护系统二次直流失电后,C 站以及与之相连的 AC 线、BC 线、CD 线为 C 站失电区域(即图 2 中虚线椭圆所围区域,也即 CB1、CB3、CB5 开关所围区域,CB 指断路器)。主站在判别出 C 站失电后,以 C 站失电区域为保护对象,以相邻的 A、B、D 子站信息构建区域距离保护系统。

在每个保护子站装置中配置区域距离保护元件,该元件为方向距离继电器,按照包含下一级线路全长

或者包含对侧变电站主变低压侧原则整定,若判断故障点在方向距离继电器阻抗范围内,则将动作信息上送给主站装置。如图2中AC线的F1点发生故障,A子站的CB1、B子站的CB3、D子站的CB5处的方向距离继电器均可感受到阻抗元件动作,并将动作信息上送给主站。

主站装置根据区域电网网络拓扑,接收到与失电的C站有联系的A、B、D子站的区域距离元件均动作,则认为C站失电区域内发生故障,结合C站保护直流失电状态,经整定延时确认后,主站区域距离保护动作,分别发跳闸命令给A、B、D子站,A、B、D子站收到主站发来的跳闸命令,分别跳开CB1、CB3、CB5开关,完成故障的快速隔离。若某个子站的线路开关在分位,假设图2中B子站的CB3开关在分位,在C站失电区域内发生故障时,CB3处感受不到故障电流,其区域距离元件不会动作,将导致主站区域距离保护拒动,故对于开关分位状态,等同于子站的方向距离继电器阻抗元件。主站区域距离保护逻辑如图5所示。

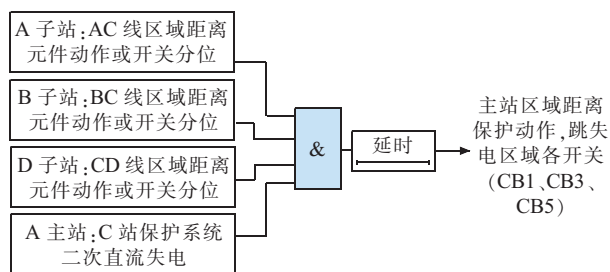


图5 区域距离保护逻辑

4 RTDS 仿真试验

为了考核区域距离保护在变电站保护二次直流失电且失电区域内发生各种故障情况下的动作行为,搭建了如图6所示的RTDS试验仿真系统,采用典型的双端电源供电试验系统,其中在A站配置1台区域保护主站以及1台区域保护子站、B站和C站分别配置1台区域保护子站。

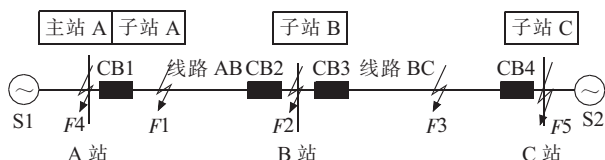


图6 RTDS 仿真试验模型

RTDS测试系统连接关系如图7所示,其中区域过程层通信网将保护带宽和测控带宽相互独立配置,模拟B站发生变电站直流失电,即B站直流失电接点动作且B站区域保护控制子站装置无法运行。

试验系统共设置F1至F5共5个故障点,其中线路上的故障点F1和F3的故障距离可以灵活控制。试验时,子站A和子站C区域距离元件按照包含下一级

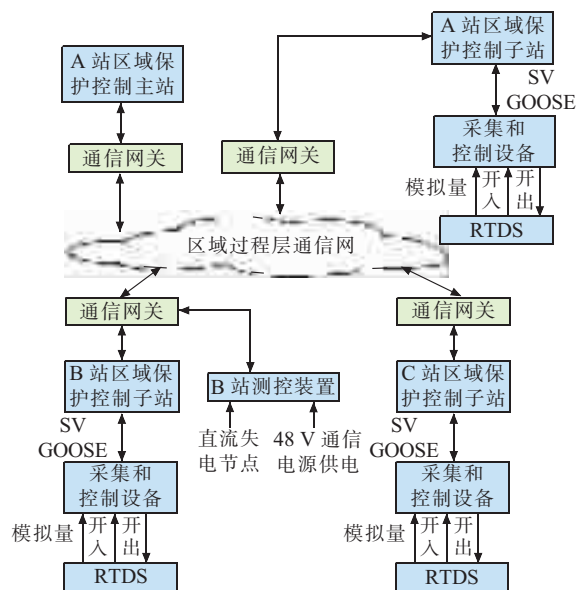


图7 RTDS 测试系统连接关系

线路全长整定。重点进行了如下试验:

- (1) 线路AB上F1发生各种故障时保护的動作考核;
- (2) 线路BC上F3发生各种故障时保护的動作考核;
- (3) B站母线F2发生故障时保护的動作考核;
- (4) A站母线F4发生故障时保护的動作考核;
- (5) C站母线F5发生故障时保护的動作考核。

试验结果如表1所示,结果表明:当变电站保护二次直流失电且发生失电区域内系统故障时,文中提出的区域距离保护将快速、可靠地将故障隔离,不再单纯依赖于传统长延时的远后备保护,而发生失电区域外系统故障时,区域距离保护不会误动,从而提升了区域电网整体的保护性能以及整个系统的供电可靠性。

表1 失电区域内外各点故障保护动作行为

故障点	主站A判别的失电状态	主站A区域距离保护
F1	B站直流失电	动作,跳CB1、CB4
F2	B站直流失电	动作,跳CB1、CB4
F3	B站直流失电	动作,跳CB1、CB4
F4	B站直流失电	不动作
F5	B站直流失电	不动作

5 结束语

基于分层分布原则的区域保护控制系统总体架构及具体构建方式,针对变电站保护系统二次直流失电时发生失电区域内系统故障时无法快速切除的问题,提出了一种实现变电站保护系统二次直流失电的有效判别方法,并提出了区域距离保护的整体方案。借助于独立电源的测控装置和通信回路,实现了变电站保护系统二次直流失电的有效判别,以该变电站失电区域为保护对象构建的区域距离保护,可快速识别和隔离

区内故障,保障了区域电网的安全稳定运行。文中提出的基于变电站二次直流失电的区域距离保护系统已在国内某区域电网中投入实际应用,运行稳定。

参考文献:

- [1] 王同文,谢名,孙月琴,等.智能变电站继电保护系统可靠性分析[J].电力系统保护与控制,2015,43(6):58-66.
- [2] 汤汉松,孙志杰,徐大可.数字化变电站的现状与未来[J].江苏电机工程,2007,26(S1):5-7.
- [3] 王超,王慧芳,张弛,等.数字化变电站继电保护系统的可靠性建模研究[J].电力系统保护与控制,2013,41(3):8-13.
- [4] 薛禹胜,雷兴,薛峰,等.关于电力系统广域保护的评述[J].高电压技术,2012,38(3):513-520.
- [5] 李杰,李纲,陈希.承载电力广域控制信息的复杂网络可靠性研究[J].南方电网技术,2012,6(3):103-106.
- [6] 吴国旻,王庆平,李刚.基于数字化变电站的集中式保护研究[J].电力系统保护与控制,2009,37(10):15-18.
- [7] 陈国炎,张哲,尹项根,等.广域后备保护通信模式及其性能评估[J].中国电机工程学报,2014,34(1):186-196.
- [8] 刘育权,华煌圣,李力,等.多层次的广域保护控制体系架构研究与实践[J].电力系统保护与控制,2015,43(5):112-122.
- [9] 李俊刚,张爱民,彭华夏,等.区域层次化保护系统研究与设计[J].电力系统保护与控制,2014,42(7):34-40.
- [10] 杨春生,周步祥,林楠,等.广域保护研究现状及展望[J].电力系统保护与控制,2010,38(9):147-150.

作者简介:

- 戴光武(1984),男,江苏盐城人,工程师,从事电力系统继电保护装置的研究和开发工作;
- 谢华(1983),男,江苏南通人,工程师,从事电力系统继电保护装置的研究和开发工作;
- 徐晓春(1984),男,江苏南通人,工程师,从事电力系统继电保护装置的研究和开发工作;
- 赵青春(1980),男,湖北仙桃人,高级工程师,从事电力系统继电保护的研究和管理工作;
- 朱晓彤(1976),男,江苏常州人,高级工程师,从事电力系统继电保护的研究和管理工作。

Power Loss Area Distance Protection Based on Substation's Secondary DC Power Loss

DAI Guangwu, XIE Hua, XU Xiaochun, ZHAO Qingchun, ZHU Xiaotong

(NR Electirc Co.Ltd., Nanjing 211102, Chin)

Abstract: When power system substation protection's secondary DC power is lossed, and soon afterwards if a fault occurs in the power loss area, the protect devices can not isolate the fault quickly. This paper propoes a power loss area distance protection system t solve the problem. The architecture of the protection system and its construction mode for substation are presneted. The control system architecture and its construction mode for the area protection in substations are introduced in detail. Substation's secondary DC power loss is judged by the idependent power sources of process layer communication network and protection. The general scheme of power loss area distance protection based on substation's secondary DC power loss is propsoed, which can quickly isolate the fault in the DC power loss area. The RTDS simulation results show the presented method can correctly judge substation's secondary DC power loss state, quickly isolate the fault in the power loss area, and ultimately improves the stability of the system.

Key words: secondary DC power loss; fault isolation; control system of area protection; area distance protection

(上接第24页)

南开辉(1973),男,江苏南京人,高级工程师,从事电力系统规划管理及技术经济工作;

谢珍建(1980),男,江苏南京人,高级工程师,从事电力系统规划

管理工作;

宋晓伟(1984),男,上海人,高级工程师,从事电力系统规划设计工作。

Research on the Key Influencing Factors of External Power Scale for Receiving End Power Grid

YANG Lin¹, GE Yi², NAN Kaihui², XIE Zhenjian², SONG Xiaowei³

(1.Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China; 2. Jiangsu Electric Power Company Economic Research Institute, Nanjing 210008, China; 3. East China Electric Power Design Institute Co. Ltd., Shanghai 200063, China.)

Abstract: Under the action of promoting air pollution control action in the country, the East China UHV backbone network has formed, which increases the ability to accept external power. This article mainly analyzes the key influence factors of the scale of power consumptive area. Supply-demand balance and safe operation are also considered. According to the electric power load increase trend, local power sources constructing plan and power grid developing plan, the scale of outer power, possible changes, power transfer channel capacity and some limiting factors are considered. After the calculations of internal power balance and power exchange, it is found that the ability to accept outer power of Jiangsu power grid by 2020 is great enough.

Key words: UHV; inter-connected grid; power balance; power consumption