

并网运行的分布式小电源系统继电保护改造要求及安全自动装置配置应用

针对电网中分布式小电源的广泛引入,分析小电源并入电网对供电可靠性和继电保护产生的影响,提出了工程实践中继电保护改造的相关要求,介绍了为解决小电源并网影响而装设的故障解列装置。以中博会能源站分布式小电源并入某220 kV变电站35 kV系统为例,介绍了故障解列装置在该并网小电源系统中的应用。

潘继军 桂顺生/国网上海检修公司



潘继军/工程师

0 引言

由于分布式小电源具备节省电网建设运行费用、供电可靠性高以及清洁环保等优点,其建设速度不断加快,且装机容量也不断增大。小电源线路一般接入变电站的110 kV或35 kV高压母线并网运行。相较于高压母线上其他负荷线路,小电源线路向大电网系统输送潮流,需对并网运行小电源系统相关的继电保护装置进行改造或配置故障解列等安全自动装置。当小电源线路本身或小电源线路所接入电压等级系统发生故障时,能及时切除故障点,保障供电质量,减少电网设备的损坏及检修人员的人身威胁。

1 分布式小电源并网典型模式

分布式小电源并网运行主要有三种典型模式,分别为如图1所示的直接接入系统电网变电站低(中)压侧母线模式、如图2所示的经系统开关站后并入系统变电站低(中)压侧母线模式以及如图3所示的经35 kV、110 kV变电站(高压侧环进环出)后并入系统变电站低(中)压侧母线。

关键词/Keywords

分布式小电源 ·
并网 ·
继电保护 ·
安全自动装置 ·

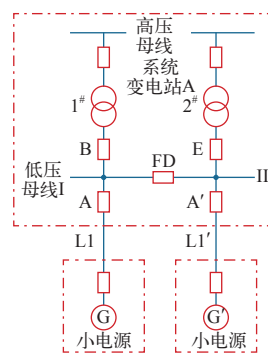


图1 直接接入系统电网变电站低(中)压侧母线

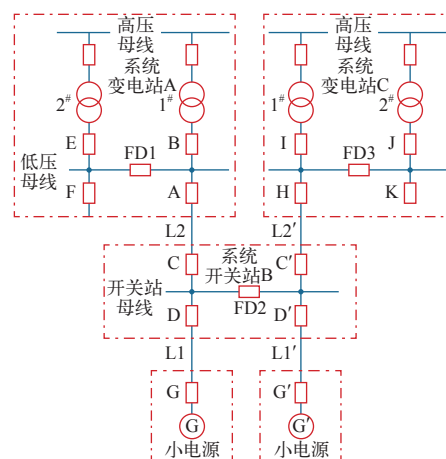


图2 经系统开关站后并入系统变电站低(中)压侧母线

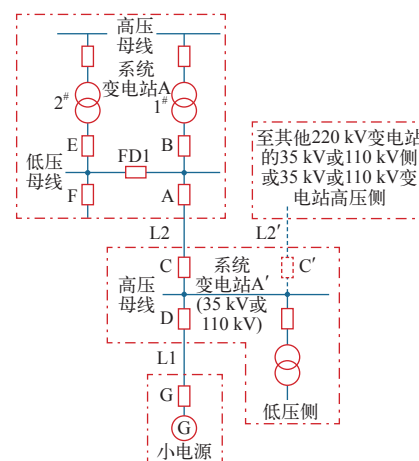


图3 经35 kV、110 kV变电站(高压侧环进环出)后并入系统变电站低(中)压侧母线

2 分布式小电源并网运行的影响

若分布式小电源提供的功率有限,当并网小电源所在系统发生故障且小电源线路未及时切除时,由于其不能满足系统所需的负荷要求而被拖垮。功率过剩的并网小电源线路与系统解列后,小电源所在的孤岛系统将出现较大的功率剩余,影响供电质量,严重时损坏设备甚至造成停电。

2.1 对线路重合闸的影响

对于中性点不接地系统中送终端变电站的线路,仅在线路大电源侧有线路保护并配置重合闸,且线路电压互感器安装于A相。当该线路发生瞬时单相(B相或C相)接地故障时,线路保护动作跳电源侧开关,由于小电源的存在使终端变电站中性点电压发生偏移,A相和C相(或B相)电压升高至相电压的 $\sqrt{3}$ 倍,使终端线路A相电压升高,如果此电压高于电源侧开关重合闸判无压定值,则此开关重合闸失败。当终端线路发生BC相间故障时,在跳开电源侧开关后,小电源也会在终端线路A相上产生较高的残压,此残压往往高于电源侧开关重合闸判无压定值,从而导致重合闸失败。

2.2 对变压器的影响

对于并有小电源的终端变电站,其主变压器中性点不接地运行。当终端线路发生故障时,电源侧线路保护动作跳开开关,由于小电源并未解列,在终端变电站形成中性点不接地系统单相接地故障,非故障相电压升高至 $\sqrt{3}$ 倍,中性点电压升高为相电压,将会影响中性点的绝缘水平和寿命。对于主变压器中性点接地运行的系统,当线路发生故障时,由于小电源的存在,使系统有短路电流且主变压器中性点有零序电流,主变压器复压闭锁过电流或零序电流保护可能动作而切除变压器。装有零序电压和中性点间隙零序电流保护的变压器也会因保护动作而被切除。

2.3 对重要用户的影响

当电网发生故障并切除后,容量不足的分布式小电源无法满足所供系统内全部负荷需求,在影响供电可靠性的同时会造成电网事故。容量富

裕的小电源有多余容量无法送出,也会对系统的稳定性造成影响。

3 分布式小电源并网继电保护改造要求

小电源线路一般按联络线配置保护装置,线路两侧配置主备合一光纤电流差动保护,并配置功能齐全的后备保护。线路小电源侧一般不配置重合闸,若系统侧有线路电压互感器,可配置检无压重合闸,反之则不配置重合闸。由于多数变电站建成投产时未考虑到后期小电源线路的接入,其继电保护装置均以纯负荷线路为对象进行设计,不满足小电源线路接入系统后对继电保护动作的相关要求,因此需对相关继电保护装置进行改造。

(1) 小电源线所接入电压等级的母差保护应增加联跳小电源线路跳闸出口回路

当母差保护范围内发生故障时,及时切除小电源线路。反之,小电源线路持续向故障点提供电流,直至主变压器后备保护切除故障,延长故障切除时间。

(2) 小电源线所接入电压等级的自切保护应增加联跳小电源线路跳闸出口回路

若主变压器上级电源失电,由于小电源线的存在,小电源所在的低(中)压自切系统不满足低电压条件,自切保护将无法启动。小电源线路带所在母线上其他负荷线路形成电力孤岛运行方式,将对重要用户可靠供电造成影响。

(3) 小电源线对应主变压器保护加装复合电压方向过电流

当220 kV变电站高压侧发生故障,中(低)压侧小电源提供的短路电流大于主变压器中(低)侧、高压侧一次设备额定电流时,对配置220 kV母差保护的变电站应投用220 kV母差保护失灵联跳,启动主变压器保护联跳主变压器各侧断路器的保护功能。若无220 kV母差保护或220 kV母差保护无失灵联跳,启动主变压器保护联跳各侧断路器的功能,且当其他保护无法切除故障时,需在主变压器中(低)压侧配置复压闭锁方向过电流保护,复压元件由各侧电压经“或门”构成,

方向朝主变压器高压侧，保护动作跳本主变压器中（低）压侧断路器。

4 分布式小电源并网安全自动装置配置原则

对已投运的继电保护装置进行改造，需主变压器、母线等一次设备停电配合完成。为解决小电源并网运行带来的影响，采用安装故障解列装置的方法。故障解列装置一般具备低压解列、低频解列、过频解列、零序过电压解列和TV断线闭锁等基本功能。在现有的工程实践中，分布式小电源故障解列装置提供了较为成熟的解决方案。

为配合某分布式能源站建设，某220 kV变电站35 kV二段母线、35 kV五段母线分别接入一回小电源线路。小电源双线相关回路分别接入35 kV母差及自切保护，同时分别为该站35 kV二母及35 kV五母各配置了一套故障解列装置，并网小电源系统接线方式如图4所示。

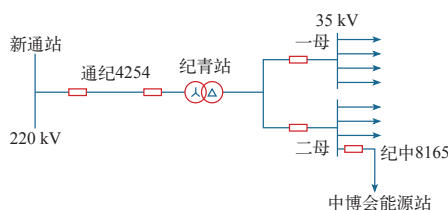


图4 并网小电源系统接线方式

当纪中8165作为终端电源线送中博会能源站的负荷时，故障解列装置停用，母线发生故障时跳主变压器35 kV侧开关及电源联络线，母线电压低于定值时自切动作跳主变压器35 kV侧开关并闭合分段开关。

当纪中8165作为小电源线由中博会能源站倒送至某变电站35 kV二段母线时，投入故障解列装置。现以投入低压解列功能来说明系统发生故障时故障解列装置对系统的保护作用。

(1) 保障系统重合闸的可靠性

通纪4254作为送该站的终端线路，仅在新通站配置线路保护，且通纪4254开关装有重合闸。当通纪4254线路发生单相瞬时性接地故障时，线路保护动作跳通纪4254电源侧开关。由于35 kV侧小电源的存在，使该站不接地系统中性点发生偏

移，非故障相电压为相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，中性点电压为相电压，若此电压高于电源侧通纪4254开关重合闸检无压的定值，将导致重合闸失败，影响系统稳定。此外，由于通纪4254线路跳开后该站35 kV二母负荷均由小电源供给，一旦容量不足，将影响对负荷的供电质量。此时若通过故障解列装置低压解列跳纪中8165开关切除小电源，可在线路瞬时故障下使电源侧通纪4254开关跳开后通过判无压顺利重合，即使线路重合不成功，35 kV母线也可以通过自切动作来保证35 kV系统负荷的供电正常。

(2) 保证运行变压器的绝缘水平

对于该站不接地运行系统，当终端线路通纪4254线发生单相接地故障时，电源侧线路保护动作跳通纪4254开关。由于小电源并未与系统解列，此时非故障相电压升高至 $\sqrt{3}$ 倍，中性点电压升高为相电压，若长期运行将会影响变压器中性点的绝缘水平和寿命。加装故障解列装置后，将会自动切除并网小电源，保证变压器中性点不受高电压冲击而损坏。

(3) 对重要用户可靠供电

当通纪4254线发生故障使该站1#主变压器与大电网隔离后，35 kV二段母线的负荷全部由并网小电源提供，一旦容量有限的分布式小电源无法满足所供系统内全部负荷的需求，将影响负荷设备的正常运行。而故障解列装置在故障后切除并网小电源，使该站35 kV二母通过自切动作获得电源，同时也使由小电源系统组成的孤岛系统负荷得到保证。

5 结束语

本文在介绍分布式小电源并网典型模式、并网后对系统影响的基础上，分析了分布式小电源并网继电保护装置的改造要求及故障解列装置的配置原则。通过一个工程实践案例阐述了故障解列装置在电网发生故障时对系统重合闸的可靠性、变压器的绝缘水平及重要用户可靠供电等方面的作用，供生产实际参考。

(收稿日期：2015-02-10) EA