

并网小电源对电力系统的影响和对策探讨

孙文成 崔明德

(国网成都供电公司 四川 成都 611021)

摘要: 随着国家提倡对可再生能源和清洁能源的开发利用,各类以小型发电机组为独立系统的小电源得以快速发展,小电源的大量并网对电力系统带来的影响日益突出。在分析并网小电源对电网系统各类保护的影响的基础上,提出了各类保护及备自投装置联切并网小电源的技术原则,最后通过四川地区某 110 kV 变电站小电源联切方案验证了该联切原则的正确性,有利于电网的安全稳定运行。

关键词: 并网;小电源;联切;解列;电力系统

Abstract: With the development and application of renewable energy and clean energy, a variety of small power supply which takes small generating set as the independent system has rapidly developed, so the influence brought by the integration of the large amount of small power supply on power system become increasingly outstanding. Based on the analysis of the influence of grid-connected small power supply on various protections, the technical principle is proposed, that is, the grid-connected small power supply is intertripped by various protections and automatic transfer switching equipment. Finally, the small power supply intertripping scheme for a 110 kV substation in Sichuan verifies the correctness of the proposed intertripping principle, which is beneficial to the safe and stable operation of power grid.

Key words: grid integration; small power supply; intertripping; off-the-line; power system

中图分类号: TM712 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2014)06-0061-04

0 引言

许多大型厂矿和企业拥有自备电源,这些电源发电除自用外,有时通过 35 kV、10 kV 馈线向电网倒送电能。随着国家提倡对可再生能源以及清洁能源的开发利用,各类以小型发电机组为独立系统的小电源也得以迅速发展。随着这类电源容量和数量的增加和并网运行,对电力系统实际运行带来的影响日益突出^[1]。

首先分析了并网小电源对系统相关保护的影响,提出了受小电源影响的一些元件保护,如:母线保护、主供线路保护、主变压器保护、备自投保护以及故障低压解列保护等,确定了并网小电源联切原则,最后结合某 110 kV 终端变电站保护和备自投联切并网小电源的方案,验证了该联切原则的正确性,以期为以后变电站入网的小电源联切提供技术指导。

1 并网小电源对电力系统的影响

小电源并网对电力系统的影响主要体现在以下

几个方面:一是小电源与电力系统并网后,在电力系统发生故障时,若小电源系统无法正常解列,容易引起电力系统和电力用户设备受损;二是电力系统内保护及自动装置与小电源保护配合、整定困难,容易引起保护及自动装置误动或拒动造成事故扩大,给电力系统的安全稳定运行造成一定的影响^[2]。下面将具体介绍一下并网小电源在变电站内各类继电保护动作后对电力系统的影响。

1.1 110 kV 母差保护动作

110 kV 变电站单母分段接线方式下,110 kV 母线一般都配置母差保护。当 110 kV 母差保护动作跳开变电站内一主供电源时,在上网小电源的支撑下,通常变电站站内电压能持续一段时间,从几分钟到几十分钟^[3]。在小电源的低压解列或低周解列保护动作跳开小电源线路之前,由于失去主供电源的母线仍然有电压,必将导致中低压侧备自投拒动,或者即使电压跌落满足了中低备自投的动作条件,但在合闸备用电源时可能会造成系统与小电源系统的非同期合闸,对电力系统造成巨大的冲击。

1.2 主供电源线路保护动作

通常情况下,对于接入小电源上网的110 kV 负荷终端变电站与电力系统主电网联络的线路两侧开关保护重合闸方式为:系统侧整定为“投检母有压线无压”,负荷侧整定为“投检同期或检线有压母无压”。当该类变电站与电力系统主电网联络的线路发生故障时,线路两侧的开关保护动作跳开两侧开关,此时若负荷终端侧开关重合闸投“检同期”,由于站内小电源所支撑的母线电压很难满足同主电网一样的频率、电压和相位,那么终端侧开关检同期重合闸基本上无法满足重合条件^[4];若终端侧开关重合闸投“检线有压母无压”,由于站内小电源提供电源支撑,母线电压也不会较快地降到无压条件,那么终端侧开关检线有压母无压重合闸也很难满足重合条件。由此可以看出,接入小电源系统的负荷终端变电站与主网联络的线路一旦发生故障,若小电源系统容量足够大,则该类变电站将由小电源带载形成孤网运行,否则将造成全站失压事故。

1.3 主变压器高后备保护动作

一般情况下,110 kV 负荷终端变电站主变压器中性点为不接地运行方式,接地点一般由进线电源端的220 kV 变电站或110 kV 枢纽变电站主变压器中性点直接接地来保证110 kV 系统为大电流接地系统。

当110 kV 主供电源线路发生单相接地故障,由于某种原因造成本侧开关未跳开,假设该类变电站中低压侧有小电源并网,此时该站将成为带接地故障运行的小电流接地系统,从而导致110 kV 系统侧会出现很大的零序过电压,系统变电站和小电源系统升压变压器的中性点电位会升高到相电压,将可能造成变压器绝缘损坏或击穿^[5],从而造成巨大的经济损失。

1.4 备自投动作

目前,备自投的故障掉电检测信号一般是电压,检测信号单一往往易导致备自投的误动和拒动现象的发生,对于存在大量地方小电源的地区,由于地方小电源对系统电压的支撑作用,该问题尤为突出^[6]。另外,当主供电源失电后,备自投检测到一段母线失压,将会启动备自投逻辑,合上备用电源,但是备自投合闸不具备检同期功能,在有小电源并网的情况下,可能造成备自投非同期合闸,对电力系统造成冲击。

2 并网小电源联切原则

综上所述,在有小电源并网的110 kV 负荷终端变电站,该站配置的相关保护动作必须联切并网小电源,其联切的一般原则如下。

(1) 110 kV 母差保护动作,须联切并网小电源。

(2) 主供电源线路保护动作,须联切并网小电源。

(3) 主变压器间隙过流或零序过压保护动作,第一时限联切中低压侧并网小电源,第二时限跳主变压器各侧。

(4) 备自投动作,备用电源投入前须联切并网小电源。

(5) 若并网小电源线路保护具备低频和低压解列功能(根据《3~10 kV 电网继电保护装置运行整定规程》,在小电源侧应装设低频和低压解列装置),联切原则可进行简化,以简化联切回路,但必须保留上述原则的第(3)条和(4)条。

(6) 各相关保护联切小电源接点原则上与保护动作出口接点为同一组出口继电器。

3 110 kV 负荷终端变电站保护和备自投装置联切并网小电源的方案

3.1 110 kV 终端变电站典型保护配置

110 kV 负荷终端变电站比较常见的主接线方式是单母分段或内桥接线,为概括一般性,选择单母分段接线方式的变电站进行分析。110 kV 单母分段变电站典型配置如下。

(1) 110 kV 母线配置母差保护;

(2) 110 kV 联络或小电源线路配置光纤差动保护、距离保护、零序保护等;

(3) 主变压器保护:主保护配置差动保护和非电量保护;高后备保护配置复压方向过流保护、零序保护和间隙保护;中低后备保护配置复压方向过流保护;

(4) 110 kV 主供电源配置进线和分段备自投装置,中低压侧总路开关均配置分段备自投装置;

(5) 35 kV 或10 kV 小电源线路配置复压方向过流保护,低频和低压解列保护。

3.2 某110 kV 单母分段接线方式变电站及小电源

并网情况介绍

该站 110 kV、35 kV 和 10 kV 系统均为单母分段接线方式,110 kV 主电源为 110 kV 崇通线 152 间隔和 110 kV 隆通线 153 间隔。110 kV 电压等级小电源为 110 kV 岩通线 151 间隔和 110 kV 金通线 154 间隔。35 kV、10 kV 各段母线也均有并网小电源,主接线图及小电源情况如图 1 所示。

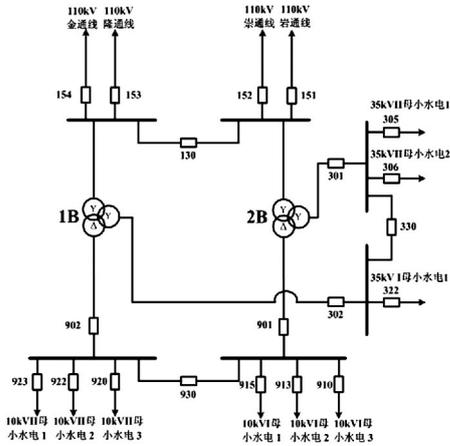


图 1 某 110 kV 变电站主接线方式图

保护配置为典型配置,其中 35 kV 和 10 kV 小电源线路保护均具备低频和低压解列功能。

3.3 确定联切并网小电源方案

由于该站 35 kV 和 10 kV 小电源线路保护具备低频和低压解列功能,根据上述并网小电源联切原则,该站联切并网小电源的方案如下。

(1) 主变压器间隙过流或零序过压保护动作,第一时限联切中低压侧所有并网小电源,第二时限跳主变压器各侧。

(2) 备自投动作,备用电源投入前须联切并网小电源,其中 110 kV 备自投动作跳闸时联切 110 kV 小电源和中低压侧所有小电源;35 kV 和 10 kV 分段备自投动作跳各总路开关时,联切各自相应母线上小电源。

根据以上联切方案,该站联切并网小电源启动回路,如图 2 所示,由于该站小电源路数较多,所以主变压器后备保护动作出口和各电压等级备自投跳闸出口分别启动各自的重动继电器,其中 10 kV 小电源联切启动回路与 35 kV 小电源联切启动回路类似。

联切并网小电源的出口回路见图 3,其中联切 10 kV 小电源回路与联切 35 kV 小电源出口回路类似。

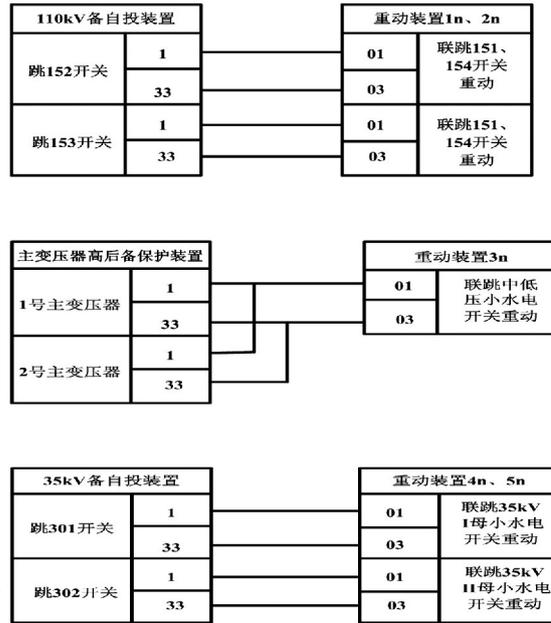


图 2 某 110 kV 变电站联切并网小电源的启动回路

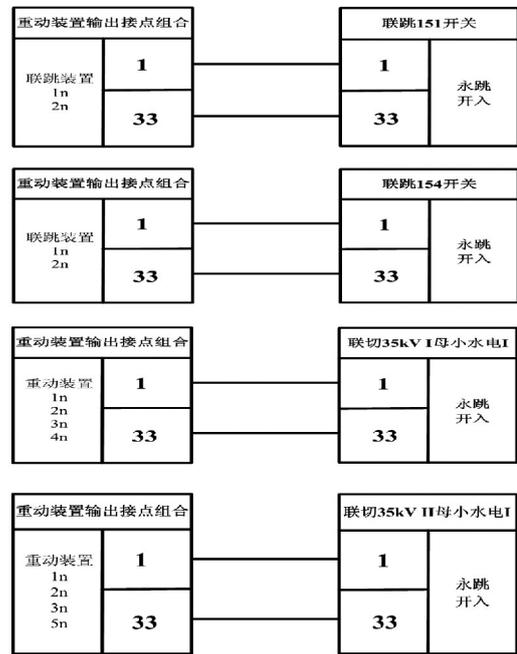


图 3 某 110 kV 变电站联切并网小电源的出口回路图

3.4 110 kV 备自投联切 110 kV 小电源注意事项

该站 110 kV I、II 母各有 1 条小电源线路。当变电站主供电电源消失时,应正确联切该站的 110 kV 小电源。不仅要避免少切,而且也要避免误切,同时尽量简化联切回路以便运行维护。联切功能应满足以下要求。

(1) 备自投方式 1、2 运行(进线备投方式),备自投跳电源进线崇通线 152 开关或隆通线 153 开

关,同时应联切小电源岩通线 151 开关和金通线 154 开关(即无论跳进线 I 或 II,两段母线上的小电源均须联切)。

(2) 分段备自投方式 3 运行,备自投跳崇通线 152 开关同时应仅联切小电源岩通线 151 开关(只联切本段母线的小电源)。

(3) 方式 4 运行,备自投跳隆通线 153 开关同时应仅联切小电源金通线 154 开关(只联切本段母线的小电源)。

根据第 2 节“并网小电源联切原则”第(6)条,联切岩通线 151 开关和金通线 154 开关的取自 110 kV 备自投跳主供电源崇通线 152 开关和隆通线 153 开关的备用跳闸出口接点的重动接点。在二次回路上,增加备自投跳 152 开关分别配置联切 151 开关(1LP1)和 154 开关(1LP3)的出口压板;备自投跳 153 开关分别配置联切 151 开关(1LP2)和 154 开关(1LP4)的出口压板。回路示意图见图 4。

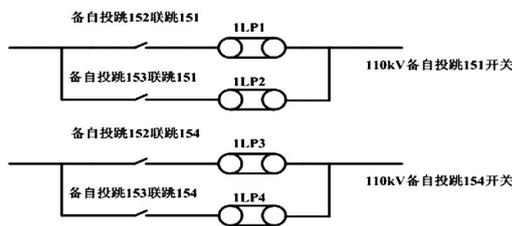


图 4 110 kV 备自投联切 110 kV 小电源回路示意图

在实际运行中,可根据不同的运行方式投入不同的出口压板,来实现上述联切要求。当投进线备自投方式 1 或 2 时,同时投入 1LP1、1LP2、1LP3 和 1LP4;当投分段备自投方式 3 或 4 时,只投 1LP1 和 1LP4。

4 结 论

通过分析并网小电源对电力系统各相关元件保护的影响,较全面概括了 110 kV 负荷终端变电站相关保护及自动装置动作后应采取的联切措施,在此基础上归纳提出了并网小电源联切原则,根据该原则制定了四川某 110 kV 变电站相关保护和备自投联切并网小电源方案,经过现场调试和实际运行检验表明:该方案能切实可靠地联切并网小电源,并且联切装置及回路简单,便于实现,有利于变电站的安全稳定运行。

参考文献

- [1] 梁兆庭,黄金. 110 kV 终端变电站小电源故障解列实例研究[J]. 四川电力技术, 2011(2): 30-31.
- [2] 方学智. 小电源上网对系统内保护影响及解决方案[J]. 贵州电力技术, 2012(9): 75-76.
- [3] 杨萍,王翠霞,张杏元. 并网小电源故障解列的探讨[J]. 陕西电力, 2003(6): 30-31.
- [4] 黎瀚. 小电源并网可靠性及故障解列问题探讨[J]. 机械与电气, 2009(11): 46-47.
- [5] 雍丽华. 小电源接入电网相关继电保护的配置和整定[J]. 电工技术, 2013(2): 27-28.
- [6] 周晨. 地方小电源对备自投控制策略的影响研究[J]. 中国科技信息, 2012(23): 39-40.

作者简介:

孙文成(1985),本科,助理工程师,研究方向为电力系统运行分析与控制;

崔明德(1981),硕士,高级工程师,研究方向为电力系统运行分析与控制。(收稿日期:2014-07-07)

(上接第 43 页)

- [6] 王虹富. 并网风电场的有功功率补偿与稳定性控制[D]. 杭州:浙江大学, 2010.
- [7] 师楠,朱显辉. 风电并网的频率控制问题[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2012, 17(2): 84-88.
- [8] 王兆安,黄俊. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
- [9] 史保壮, Jason MacDowell, Richard Piwko, 等. 风电并网技术的新进展[J]. 电力设备, 2008, 9(11): 20-24.
- [10] 范高锋,裴哲义. 2011 年中国“三北”地区风电并网运

行及反事故措施[J]. 中国电力, 2012, 45(12): 86-90.

- [11] 康潇. 风电并网对系统稳定性的影响及改善措施研究[D]. 保定:华北电力大学, 2011.
- [12] 张少泉,仇英辉,刘超,等. 风电并网对云南电网潮流分布与电网调峰的影响[J]. 南方电网技术, 2012, 6(5): 36-38.
- [13] 李正然,洪祖兰. 云南电网吸纳大容量风电的若干问题讨论[J]. 南方电网技术, 2009, 3(4): 80-84.

(收稿日期:2014-09-13)