

# 关于光伏电站零序电流保护死区的探讨

## Discussion on the Zero-order Current Protection Dead Zone of PV Power Station

冯志 何红阳

Zhi Feng Hongyang He

新疆交通规划勘察设计研究院有限公司 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

Research Institute of Traffic Planning, Survey and Design, Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**摘要:** 随着大量地面光伏电站逐渐投产运行, 电站安全稳定运行成为关注的焦点, 为保障光伏电站安全可靠运行, 电站都配备了相关的继电保护装置, 由于电流互感器的安装位置及继电保护存在死区等问题, 导致有些故障无法触发继电保护动作, 通过分析光伏电站的保护配置特性, 零序电流保护的原理, 阐述了零序电流保护的死区问题及解决该问题的办法。

**Abstract:** With a large number of ground photovoltaic power stations gradually put into operation, the safe and stable operation becomes the focus, to ensure the safe and reliable operation, the relevant relay protection device, due to the installation location of the current transformer and relay protection, some faults cannot trigger the relay protection action, by analyzing the protection configuration characteristics of zero-order current protection, expounds the problem of zero-order current protection and the solution to the problem.

**关键词:** 零序电流保护; 光伏电站; 单相接地

**Keywords:** zero-order current protection; photovoltaic power station; single-phase ground

**DOI:** 10.12346/etr.v3i10.4431

## 1 引言

随着社会对保护环境意识的加强, 新能源风力及光伏发电的比例在大幅增长, 为节能减排作出了巨大的贡献。大量光伏电站的建成投产, 光伏电站的稳定运行成为关注的焦点, 尤其是当电站出现故障时, 继电保护不仅要及时动作, 而且要具有选择性, 防止因一般故障造成越级跳闸甚至全站停电, 导致电站利用小时数降低。论文重点研究了光伏发电系统中零序电流保护死区问题, 并通过故障分析, 得出了零序电流保护在零序电流互感器至进线柜电流互感器之间存在保护死区的原因, 并提出了改进措施<sup>[1]</sup>。

## 2 光伏电站单相接地保护发展过程

对于中性点非直接接地系统为主的光伏电站, 在配置单相接地保护时主要有以下两种方式: 一种为中性点经消弧线圈的接地方式, 用于抵消单相接地时的电容电流, 以起到熄

弧的作用; 另一种为中性点经小电阻的接地方式, 配合继电保护装置和开关装置, 瞬间跳开故障线路。

光伏电站中高压电缆使用量较大, 对于 35kV 系统在发生单相接地故障时, 零序电流通常都会达到几十安培, 零序电流通常都超出了规范允许的 10A 的上限值。

2010 年以后中国光伏并网电站大量的建成投产, 光伏电站高压输电线路多采用 35kV 电力电缆, 35kV 高压电缆头在光伏电站得到大量的应用, 由于电缆头的质量及在制作电缆头的工艺控制参差不齐, 电站并网发电过程中最容易导致电站停运事故的原因就是电缆击穿。

光伏电站装机容量较小, 多数电站均以 35kV 或经 35kV 升压至 110kV 电压等级送出, 35kV 系统以中性点不接地系统为主, 电站多设计消弧线圈装置以抵消单相接地的电容电流, 部分光伏电站还配置小电流接地选线作为辅助装置, 但都不作为保护跳闸使用<sup>[2]</sup>。

【作者简介】冯志 (1983-), 中国河北新乐人, 本科, 中级工程师, 从事光伏发电、低压配电系统等研究。

系统在发生单相接地时允许短时间运行,以尽快消除故障,恢复正常运行。在故障持续期间,高压电缆因为接地故障,不断对变压器或开关柜外壳拉弧,严重时会造成设备烧毁。

2014年左右,大部分光伏电站在设计时均考虑采用小电阻接地方式进行设计,电力公司在出具审查意见时,也都强调电站配置小电阻接地系统,零序过流保护投入使用,并在小电阻接地系统保护跳闸时,需要联跳出线开关柜。这样在发生单相接地时保护装置动作,迅速将故障点切除,防止故障扩大。

### 3 零序电流保护原理

当线路中发生单相接地时,零序互感器二次侧输出零序电流,使保护装置保护动作切除故障点。

零序电流保护让三相导线穿过零序电流互感器,利用零序互感器检测三相电流矢量和,即零序电流。当发生单相接地故障时,就会产生接地故障电流,此时检测到的零序电流为零序电流与故障电流之和。

### 4 零序电流保护死区问题的讨论

通常线路保护装置有两种零序保护选择,一种为零序自产,另外一种为外接零序互感器,当采用零序自产时,线路保护装置通过采集高压开关柜内电流互感器的数据,计算零序电流大小;当采用外接零序互感器时,由零序互感器为装置提供零序电流,线路保护装置中的零序自产控制字置为0<sup>[3]</sup>。

当在高压电缆头的位置发生单相接地时,由于光伏电站不同于其他大型发电机组,在发生接地故障时,发电机组仍保持正常工作,此时逆变器因系统接地故障保护停机,逆变器无工作电流流经零序互感器,而此时电网中的接地故障电流经过击穿点流入小电阻接地装置,零序互感器无法监测到零序电流和接地故障电流,线路保护装置无法正常动作,从而不能有效切除故障。这样就会在零序互感器与高压开关柜电流互感器之间形成保护死区。详见图1。

小电阻接地装置因为能够监测零序电流,会因为接地电流故障引起小电阻接地装置进线柜保护跳闸,导致系统的接地形式由小电阻接地系统变为不接地系统,接地电流随之减

小,导致无法及时切除故障。

所以,光伏电站接入系统审批意见均要求小电阻接地系统开关柜保护跳闸时必须联跳出线开关。

另外,光伏电站在设置保护定值时,零序过电压通常不会投入使用,因为当发生单相接地故障时,整个母线的零序电压会升高,如果将零序过电压保护投入,将会使整条母线的高压开关柜保护跳闸,造成保护误动作,不能满足继电保护选择性的要求。

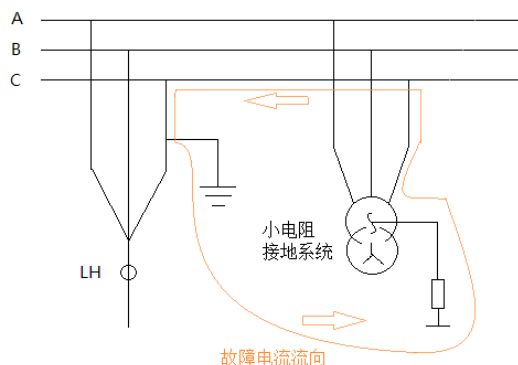


图1 接地故障电流示意图

### 5 结论及建议

经过上述分析,光伏电站在设计时应充分考虑高压电缆击穿造成单相接地引发的故障,应重视电缆附件选材质量及制作工艺,选择质量较好的电缆附件,同时在制作电缆终端时,严格遵循制作工艺要求。此外,继电保护配置方面,关于光伏电站的零序保护,建议采用零序自产,这样就不会在高压开关柜电流互感器与零序电流互感器之间存在保护死区。

### 参考文献

- [1] 郑伟,陈仕彬,梁福波,等.基于PSO-PSA的光伏系统最大功率点跟踪技术[J].热力发电,2018(2):78-84.
- [2] 王岩,魏林君,高峰,等.光伏电站经柔性直流集电送出系统的低电压穿越协调控制策略[J].电力系统保护与控制,2017(14):70-78.
- [3] 王鲍雅琼,陈皓.含分布式电源的配电网保护改进方案综述[J].电力系统保护与控制,2017(12):146-154.