

# 分布式电源接入电网的继电保护整定计算研究

何玟翰<sup>1</sup>, 胡原源<sup>1</sup>, 杨 韬<sup>1</sup>, 张朝勃<sup>2</sup>, 任 超<sup>2</sup>

(1. 国网重庆市电力公司綦江供电分公司, 重庆市, 400000;

2. 北京中恒博瑞数字电力科技有限公司, 北京市, 100001)

**摘要** 随着全球能源短缺和环境问题日益严重, 世界各国越来越重视对可再生能源的开发利用, 大规模开发利用新能源也成为各国政府的战略选择。作为可再生能源的主要载体, 风力发电和光伏发电具有明显的间歇性和波动性, 给电网运行带来了一定的影响。基于此, 本文对分布式电源接入电网的继电保护整定计算内容进行了总结和分析, 希望能更好地提高电网运行的稳定性。

**关键词** 分布式电源; 继电保护; 整定计算

中图分类号: TM77 文献标识码: B

文章编号: 1008-0899(2025)10-0019-03

## 1 分布式电源接入电网对继电保护的影响

分布式电源接入电网后, 保护装置的配置、整定将发生较大变化。在分布式电源接入电网前, 继电保护主要是对系统中发生故障的位置进行判断, 进而根据判断结果配置相应的保护, 如距离保护、零序保护等<sup>[1]</sup>。在分布式电源接入后, 继电保护不仅要考虑故障的位置, 还需要考虑故障时储能系统的工作状态。在发生故障时, 分布式电源根据其自身的控制策略对电网中所有节点进行控制, 同时对电网中所有节点进行能量管理。由于此时电网中存在大量孤岛运行的设备和负荷, 因此孤岛运行会导致电网出现较大频率波动。在此情况下, 若分布式电源未退出工作、故障电流为0时, 可能造成电网频率下降、电压下降等问题。因此, 为了避免以上问题发生, 应采取必要的措施以保证分布式电源接入电网运行稳定性。

## 2 保护配置

### 2.1 故障保护

考虑到分布式电源接入电网后其故障类型将由传统的故障类型转变为短路类型, 且分布式电源的充电方式也较为灵活<sup>[2]</sup>。因此, 应结合分布式电源的实际情况配置相应的保护。在接入电网后, 当

发生短路时, 锂分布式电源将可能发生以下故障:

①发生短路时, 由于充电电流过大, 分布式电源组内温度过高引发火灾; ②在快速充电过程中, 因分布式电源组电压大幅升高而引发热失控而引发爆炸; ③当储能系统处于离网运行状态时, 由于储能系统不具备对故障电流的控制能力, 因此将可能导致分布式电源组内温度过高而引发火灾。为避免上述故障的发生, 应在分布式电源中配置相应的短路保护。当发生短路时, 锂分布式电源的短路保护装置将动作于断路器跳闸, 这是因为在快速充电过程中, 电源组内的电压和温度均会急剧上升, 此时一旦发生短路故障将很难快速切除故障。因此, 应配置相应的电流速断保护装置。

### 2.2 保护配置场景实例

分布式电源接入电网的继电保护装置中, 位于关键位置的断路器一般需要用限时、定时电流速断以及电流速断进行保护, 某供电系统图如图1所示。

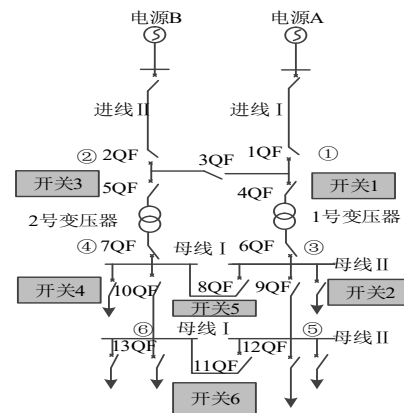


图1 供电系统结构

作者简介: 何玟翰(1992~), 男, 甘肃酒泉人, 本科, 工程师, 研究方向: 继电保护。

图1中,断路器用QF表示,开关1用4QF表示,开关2用9QF表示,开关3用5QF表示,开关4用10QF表示,开关5用8QF表示,开关6用11QF表示。位于关键位置的断路器9QF一般需要用限时、定时电流速断以及电流速断进行保护。

场景一:开关1、开关2闭合,开关3、开关4、开关5、开关6断开,场景一的开关状态矩阵形式如图2所示:

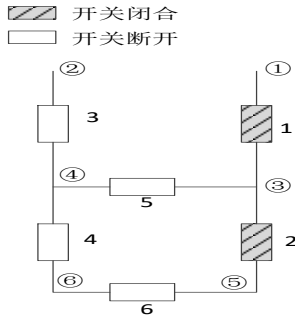


图2 场景一拓扑形式

场景二:开关3、开关4、开关6闭合,开关1、开关2、开关5断开,场景二的开关状态矩阵形式如图3所示:

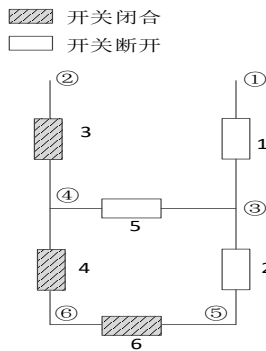


图3 场景二拓扑形式

场景三:开关2、开关3、开关5闭合,开关1、开关4、开关6断开,场景三的开关状态矩阵形式如图4所示:

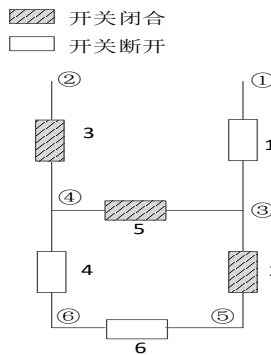


图4 场景三拓扑形式

场景四:开关1、开关2、开关4、开关5闭合,开关3、开关6断开,场景四的开关状态矩阵形式如图5所示:

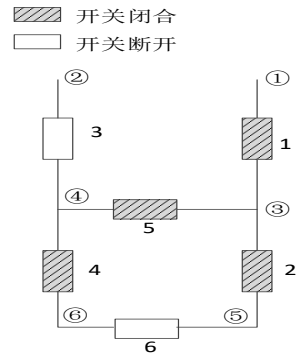


图5 场景四拓扑形式

场景五:开关2、开关3、开关4、开关5、开关6闭合,开关1断开,场景五的开关状态矩阵形式如图6所示:

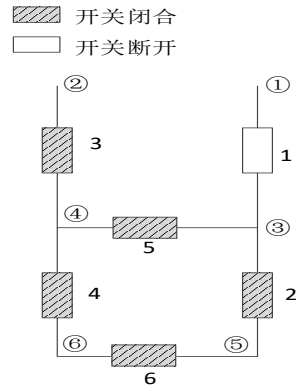


图6 场景五拓扑形式

根据图1以及上述场景定义可知,图1中的四段母线分别对应着不同场景,母线保护位置与场景数量为5。

### 3 整定计算

#### 3.1 抗阻计算

抗阻计算是电网继电保护定值区正确性校核的重要环节之一,它主要是为了保证在各种故障情况下保护装置得到正确的动作信号,以确保在不同故障情况下的保护装置能够得到适当的动作信号<sup>[3]</sup>。在实际运行场景中,分布式电源的投入状态常常需根据生产需求进行调整。因此,计算分布式电源接入电网后,继电保护装置所需承受的最大与最小抗阻值是至关重要的。这一计算旨在准确校核电网继电保护的定值区域。在选取场景时,应与供电系统阻抗的选择保持一致,优先考虑最大阻

抗。随后,结合区域矩阵与网络阻抗矩阵,逐一计算每种场景。

### 3.2 保护度重要指标

对电网线路的重要度指标和保护的重要度指标展开计算是继电保护定值计算的核心。电网线路的重要度指标与保护的重要性指数越大,则该电网线路越应当得到保护。针对关键线路,可以利用该线路的保护设备和监控对此保护,提高可靠性。因此,关键保护线路可以安排优先校核,降低停电事故的概率<sup>[4]</sup>。风险理论可以计算出电网中线路保护的重要度指标顺序,根据保护度的重要指标可以对继电保护定值区进行精准校核。连锁故障是由电网中的某一故障而引起其他装置停运的一连串反应,虽然其发生概率低,但是引起的后果很严重。根据电力系统中的发电机、负荷、线路流鉴定连锁故障的风险。

### 3.3 保护装置定值区正确性校核

分布式电源接入电网继电保护装置定值区正确性校核主要是为了保证保护装置在不同故障场景下的动作特性和稳定性,可以根据故障特点,确定适当的定值区,以确保保护装置在故障情况下的正确动作和可靠性。分布式电源接入电网继电保

护定值区的概率事件分为两种,其中一种是小概率事件,包括保护装置发生非正确运动、拒绝运动,利用风险理论可以把保护装置发生非正确运动、拒绝运动这种小概率事件进行具体量化评估,以此判断采取保护程度和范围。当继电装置因动作错误、拒绝动作而对系统产生负面影响时,需要对继电装置定值区进行计算,从而保护继电装置安全运行。

## 4 结语

分布式电源在电网中的应用场景也越来越多,但分布式电源接入电网后,对现有的继电保护装置造成了影响,又增加了保护配置的复杂性。因此,在以后的研究中,将更加深入地分析分布式电源接入到电网后对继电保护带来的影响,并对继电保护整定计算展开更深入的分析。

## 参考文献

- [1] 张楠,龚甜甜.基于分布式电源接入电网的线损优化策略研究[J].光源与照明,2024,(10):150-152.
- [2] 蔡涛.分布式光伏电源接入中低压农配网的电网规划分析[J].通讯世界,2024,31(03):99-101.
- [3] 潘洁.基于分布式电源的智能配电网优化策略分析[J].集成电路应用,2023,40(10):376-377.
- [4] 阳桂国.电力系统中的分布式电源接入与管理[J].广西电业,2023,(07):70-75.

(上接第38页)的估计误差。可以看出,本文提出的压实率估计方法基本满足实用要求,估计误差的标准差为3.7110%。但同时也发现,有个别组别的压实率估计误差偏高,比如第5、12、26、45、68和87组的估计误差相对偏高。事后调查发现,这几组数据所在的测量位置大都存在落差(地面不平整),这造成了加速度信号的突变,从而导致压实率估计误差偏大。此外,部分施工区域存在积水现象,从而导致这部分区域的含水率偏高,这也是压实率估计误差偏大的部分原因。

## 3 结语

在回填土地基压实工程阶段性完成后,检验土壤的压实质量是接下来必须要做的一项工作,它可以保证施工质量。采用土工试验方式虽最为有效,但是耗时较长,难以保证工期。该文设计了一种利用振动加速度信号实现压实度估计的方法。为了

保证估计模型的精度,该文利用神经网络实现了模型参数的准确估计。引入神经网络的目的是为了降低土壤级配、激振力幅值和频率等因素对估计模型的影响。试验表明,该估计方法切实有效。

## 参考文献

- [1] 何岩.动力锥贯入仪在公路路基压实度检测中的应用[J].设备管理与维修,2023(16):143-145.
- [2] 郑卫锋,满银,张金龙,等.输电线路开挖回填基础试验及质量检测研究[J].电力勘测设计,2020(11):69-72.
- [3] 龙举.山区回填土地基质量检测技术研究[J].低温建筑技术,2012,34(09):101-103.
- [4] 王晓娟,龙举,詹黔花,等.大面积回填土施工质量控制检测技术分析[J].山西建筑,2017,43(07):60-61.
- [5] 石中明,夏唐代,梁国钱,等.检测堆填土密实度的瑞利波法[J].人民长江,2003(05):42-43.
- [6] 马丽英,梁乃兴,曹源文,等.路基压实度与振动轮加速度的关系研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2017,36(3):48-53.