

# 继电保护的接地和等电位联结

徐 政

浙江中新电力工程建设有限公司, 浙江 杭州 311200

**[摘要]** 电力资源作为我国重要的能源种类, 在我国电网建设过程中发挥重要的作用。随着互联网技术的不断发展, 电力工程建设已经走向信息化的发展道路。我国的变电站也趋向智能化, 越来越多的智能化设备参与到变电站运行当中, 有效提升供电系统的工作效率与质量。文章主要论述了变电站继电保护的重要意义, 着重分析了接地系统与等电位联结的具体方案与技术要求, 仅供参考。

**[关键词]** 接地; 等电位联结; 继电保护

DOI: 10.33142/hst.v5i2.5974

中图分类号: TM862

文献标识码: A

## Grounding and Equipotential Bonding of Relay Protection

XU Zheng

Zhejiang Zhongxin Power Engineering Construction Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

**Abstract:** As an important type of energy in China, power resources play an important role in the process of power grid construction in China. With the continuous development of Internet technology, power engineering construction has moved towards the development path of informatization. Chinese substations also tend to be intelligent, more and more intelligent equipment participate in the operation of substations to effectively improve the work efficiency and quality of power supply system. This paper mainly discusses the significance of substation relay protection, and emphatically analyzes the specific scheme and technical requirements of grounding system and equipotential bonding, which is only for reference.

**Keywords:** grounding; equipotential bonding; relay protection

### 引言

社会不断的发展, 人们对于电力资源的依赖度逐渐提升。电力需求的不断增加, 给变电站运行增加了更多的压力。我国百分之九十以上的电力系统完成了智能化改造。变电站继电保护就是智能化改造中重要的环节。为了促进继电保护系统的进一步完善, 能够提升电力调控的作用。重点分析继电保护变电站在接地系统与等电位联结方面的运行策略, 对于供电质量的提升意义重大。

### 1 接地的基本概念

#### 1.1 地和接地

在电力领域, 地主要指的是大地。在电气系统中也可以作为主要的参考点和等电位点。作为电气系统中的等电位点可以是不与大地相连接, 只是象征意思上的地。因此地主要作为接收电荷或者供给电荷的物质, 并可以作为比较明确的参考物体。接地主要是电力系统以及电力装备中具有的可导电的重要部分, 经过地线与地相连, 保障线路的安全。

#### 1.2 接地电阻及其要求

接地电阻可以说是三部分的总和。分别是接地极流散电阻、接地极及其至总接地端子连接电阻的总和。进行准确的计算过程中, 接地电阻就是流散电阻。电阻的主要作用是防止过高的电压和电流, 以及能起到一定的防雷作用<sup>[1]</sup>。

### 1.3 继电保护工作的重要意义

在上世纪继电保护技术被广泛应用在电力工程以及电力系统当中。随着电力工程的不断增加, 继电保护技术的重要性逐渐凸显。所谓继电保护技术, 主要是各种电力维修技术与继电保护相关的其他技术的总称。这是一套比价科学完整的技术框架。继电保护设备通过预定的电流、电压以及功率等相关参数进行线路故障的判断, 并及时解除故障。供电线路在正常运行状态下, 继电保护系统可以全方位多角度的对电气设备进行监测, 并对其运行状态进行监督, 这也成为电力控制人员进行精准操作的主要参考。一旦某一环节出现故障, 继电保护设备能够及时准确的找到故障位置, 并进行继电保护, 使故障位置脱离总系统的控制, 保护其他无故障的线路能够迅速回到工作状态。如果供电系统存在一定的故障, 继电保护装置还能准确的向用户回馈供配电系统的运行状态, 及时进行自动报警处理, 便于工作人员能够及时处理故障。继电保护装置与供配电系统相互配合, 共同为电力系统服务。通过自动化控制系统的协助, 与继电保护系统联合促进供配电系统稳定性的提升。

### 2 等电位联结的基本概念

等电位联结主要是将电气设备中外露的可导电部分以及设备外导线的部分, 利用金属导电物体进行连接, 或

者采用电涌保护器进行连接。通过有效的连接,如果存在有故障的电流,在接触的两个导体间基本上存在的就是等电位,大大降低了电击的风险。

“总等电位联结”,即是将电气设备的 PE 线或者 OEN 线及相邻的所有金属部件(例如电器地线,水管,金属燃气管,暖通管道和空调进出风管道等,在特殊条件下有可能包含建筑物的钢筋结构以及预埋金属管道等构件)在进入建筑物处,连接总等电位联结端子板(即接地端子板)。总等电位联结是依靠平衡各个电势,降低电位解除电压<sup>[2]</sup>。与此同时可有效的清除电源线接入建筑物的电气安全隐患,是建筑内必要的电气安全装置。IEC 标准和有着先进技术国家的电气相关规范都将总等电位联结作为接地故障保护的必要基本条件;事实上总等电位联结已经兼有电源进线处重复接地的作用。在总等电位联结完全的空间内,如果某一条回路的漏电保护器不能满足自动切断电源的要求,通畅需要增加“辅助等电位联结”确保可以更好的降低电击事故的发生。针对极度潮湿或造成触电危险更大的局部环境(如浴室、医院手术室等)同时应当增加“局部等电位联结”在该局部区域内,将 PE 线或者 PEN 线与周边所有上述的金属管道、构件相互连接,当做对等电位联结的有效补充,即可更大程度的提高用电安全。局部等电位联结的主要功能在于将人可接触到的危险电压降低到安全电压以下。另外,《建筑物防雷设计规范》(GB50057—94,2000 年版)第 3.1.2 条规定:装有防雷装置的建筑物,在防雷装置与其他设施和建筑物内人员无法隔离的情况下,也应采取等电位联结。等电位联结可以不增加保护器,只需在施工时额外连接一些导体,就可以做到平衡电位,从而降低接触电压,消除因为电势差引起的电击危险。这是一种及经济又有效的防电击保护措施。

### 3 继电保护等电位接地网与主接地网连接的技术原理

GB/T14285—2006《继电保护和自动装置技术规程》对电磁干扰提出了明确要求,屏蔽电缆的屏蔽层要求双端接地。标准要求为保障人身和设备安全及电磁兼容要求,在发电厂和变电所的开关场内及建筑物外应设置符合有关标准要求的直接接地网,即反事故措施要求的“主接地网”;对继电保护及有关设备,为减缓高频电磁干扰的耦合,应在有关场所设置符合要求的等电位接地网。

通过分析得到,对于大电流接地系统(主变中性点接地运行)如果发生接地故障,

即变压器的某一位置出现电流过大的情况,进一步形成变电站内的电位差。如果电缆内部屏蔽层为单端接地,就在没有接地的一端产生过电压;如果屏蔽层位置为双端接地情况,会在屏蔽层的位置出现过大的电流,通过检测可以感应出更加高幅度的电流;无论是过电压或者还是过电流的情况,一旦速动保护柜出现问题,都会造成电缆的

破坏,进一步使绝缘层受到危害。继电保护设备会受到干扰电流的影响产生损坏。此时需要设置等电位接地网,主要放置在屏蔽电缆的双侧,并不与接地网直接相连接。在电缆中间位置需要连接主接地网。一旦出现主接地网电流过大的情况,分流系统会通过等电位接地网,电缆屏蔽层内部不会通过电流或者出现非常低的电流,不会对继电保护设备产生严重的影响。电力系统反事故措施内要求,等电位接地网与主接地网只能通过单一连接,连接的位置要保证在保护室外部,最好是电缆竖井的位置,保护柜与相邻位置要设置接地铜排,并确认与等电位接地网进行良好的连接。保护室内的等电位不能与其他接地网有其他的连接点。

## 4 变电站二次系统干扰源

### 4.1 雷击

在变电站二次系统运行过程中,雷击是主要的干扰源,雷击故障能够在 50~100 μs 内迅速提升电流到几十万安,给建筑物或者线路造成严重的故障。其中比较关键的是,雷电故障会在短时期内产生雷电磁场,形成高频的电磁波辐射,因此线路的通信质量会受到辐射源的影响,形成电位差,给电力系统产生不利的干扰。

### 4.2 一次系统

在变电站系统运行过程中,一次设备作为主要的暂态干扰源,一旦出现接地短路故障,由于电流会直接进入继电保护系统当中,电压会在短期内出现降低的情况,将二次设备的绝缘装置损坏。此外,变电站二次设备在运行过程中由于受到干扰电压的作用,会在一定时期内形成位置差,电流短路产生一定的故障,会出现共模干扰电压及差模干扰电压,二次电缆结构受到一定的作用,会产生干扰信号,提高接地网的电位,时阻抗出现不平衡的情况。

### 4.3 电气操作

为了更好的提升继电保护装置在运行过程中的质量,要根据电力系统的相关规范与环境操作,注重隔离开关以及断路器的安全问题。隔离开关自身没有相对应的灭弧装置,因此,进行电气操作的过程中,由于重燃次数比较多,势必会出现充电或者放电的情况,灭弧装置的安装能够大大降低这种情况的发生。因此在电气操作环节要着重对于隔离开关的管理。

### 4.4 网络信息传递延迟问题

在智能变电站正常运行过程中,需要实时的电力调度与监控设备,这就需要采用先进的互联网技术联合电力系统,确保监控设备能够正常运行。通过互联网技术高效的计算实现网络信号的采集以及传输等。在此过程中,网络信息的传播与延迟也是需要面对的一个难点。在自动化设备运行过程中,信息的采集和传送一旦出现延迟,就无法实现继电保护系统的自动化,一旦出现故障点,很难及时进行处理,进一步造成继电保护系统出现失灵等问题。在

数据传输过程中,有些数据发生中断甚至失灵,这样情况下调度人员不能及时收取有效的数据,对故障点的位置和发生原因不能及时进行分析和解决,无法保障正常的供电。

## 5 接地技术分析

### 5.1 需要明确等电位接地网适用的电压等级

通过对反事故措施的分析,等电位接地网应该具有一定的适用电压。等电位接地网的主要作用是避免产生接地故障之后,等电位差电流而造成屏蔽层分层电流以及电缆内部的感应电流产生一定的浮动,而对继电保护设备产生影响。因此不接地电压等级不适用于等电位接地网。变电站或者升压站内电压的最高数如果与不接地系统相同,一般情况下为35kV或10kV变电站,这样情况下发生接地故障的情况比较小,可以不设置等电位接地网。而高于110kV及以上电压等级变电站,由于产生接地故障后会产生比较高的电位差,为了避免对地面设备以及变电站线路产生危害,变电站内部35kV或10kV电压等级的电缆屏蔽层依然会产生等电位电流,因此等电位接地网的设置是非常有必要的<sup>[4]</sup>。

### 5.2 室内保护柜要设置等电位接地系统

智能变电站在运行过程中,二次继电保护设备正常工作的前提下,需要根据变电站实际的工作情况合理安排接地系统安装,确保自动化装置屏柜内接地线路的铜排高于100mm<sup>2</sup>。首先,接地铜排要与电缆屏蔽箱、电流电压互感器以及二次接地线路相连接,保障连接孔合理安装上垫圈和垫片以及相关零件。其次,螺栓部位压线要选择采用软铜线进行处理,保证连接紧密和稳定性。最后,电缆室以及等电位接地网要作为基点,采用螺栓压接以及铜焊进行处理,确保连接紧密。

### 5.3 交流二次回路要设置等电位接地模式

电流互感器进行二次回路的安装一般会设置1个接地点的位置,为了提升电流回路的稳定性,需要将接地点的位置安装在保护屏柜内部,与接地铜排的安装效果保持一致,从而使线路具备一定的规范度。具体操作如下:首先,在设计图纸中进行位置以及安装细节的标注,确保电流互感器内部接地线路顺畅并保持良好的接地状态;其次,确认安装线路的尺寸符合使用需求,尤其与母线连接,保证电缆处于联通的位置。最后,电流互感器使用效率的提升需要充分考虑配电路径铜排的尺寸,保证线路在正常运行状态下能够正常使用。

### 5.4 电缆屏蔽层接地处理

为了更好的确认继电保护设备接地的效果,要将安装的重点放在电缆屏蔽层接地处理上面,根据安装的流程以及主要内容,对安装的规范性以及线路稳定性进行检查。由于变电站二次设备安装过程中会使用半导体或者集成线路,因此要着重保证其安装的安全性。制定由于雷击或者短路等故障造成的问题方案,安装屏蔽设备,减少电磁

脉冲对线路以及设备造成的影响。因此进行线路屏蔽是非常有必要的。

首先,按照线路安装的主要需求,电缆屏蔽层施工过程中,要尽量选用双端接地的处理模式,对于超出220kV的变电站设备,要选择微机保护装置,确保电缆能够在安全的前提下正常使用。利用屏蔽电缆材料,与一次设备接地位置保持三到五米的距离,室内电缆夹层的数量要与设计标准相吻合。

其次,高压导线在安装过程中需要敷设电缆,此时需要进行屏蔽处理。如果不能按照安装标准进行电缆的安装,就会出现一些干扰源,从而产生干扰电压,进一步影响继电保护设备的安全性和稳定性。在此基础上,需要在高压线的下部安装塑料电缆,控制感应电压能够满足隔离开关的使用需求,同时做好相应的接地处理,确保线路接地的位置在控制室内部,造成感应电压的下降<sup>[5]</sup>。

### 5.5 加强自适应控制技术在电力调控中的应用

作为变电站重要的组成部分,继电保护变压器的主要作用是一旦线路以及变压器设备出现故障,可以及时调整线路以及设备的运行状态。在继电保护系统中应用自适应技术,可以帮助继电保护系统更好的完成工作。自适应控制技术在航空领域的应用,对于飞行设备可以进行良好的控制。此技术也符合继电保护系统的主要要求。随着信息化的不断普及,自适应技术会更加普及,应用于各类的电力系统当中,并取得良好的成果。

## 6 结语

在电力系统运行过程中,继电保护系统发挥了关键的作用。继电保护系统在帮助变电站实现智能化以及安全化方面发挥了重要的作用。尤其在线路接地处理过程中,一旦出现设备和线路故障,可以及时的进行处理,并切断故障点,保证其他相连的线路正常运行,为智能变电站更加稳定和安全打下了良好的基础。

### [参考文献]

- [1]蔡骥然.智能变电站继电保护稳定性分析[J].技术与市场,2022,29(2):121.
- [2]许立.电力调控中继电保护的应用[J].技术与市场,2022,29(2):124.
- [3]孔云云.继电保护自动化装置的故障检修分析[J].集成电路应用,2022,39(2):180-181.
- [4]裘德玺.影响火力发电厂继电保护可靠性因素分析及改善措施[J].科技与创新,2022(2):73-75.
- [5]马骁.变电站继电保护二次系统接地技术分析[J].大众用电,2021,36(8):74-75.

作者简介:徐政(1995.1-),毕业院校:华北电力大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:浙江中新电力工程建设有限公司。