

# 电力工程中的接地施工控制技术分析

高盼

国网河南省电力公司灵宝市供电公司

**摘要：**电力系统接地技术的应用是保证电力系统安全可靠运行的关键手段。技术人员应密切结合电力系统的实际情况，选择合适、合理的接地技术手段，并灵活地应用于电力系统的不同组成部分，由此更好优化电力系统运行效果。

**关键词：**电力工程；接地施工；控制技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.02.242

## 引言

本文结合电力系统接地技术的特点、电气设备接地的相关要求以及电力系统（10kV）接地方式的分类，对电力工程中的接地施工控制技术进行了详细的研究，仅供参考。

### 一、电力系统接地技术的特点

电力系统接地是一种基本的电气安全保障措施，其主要目的是将电力系统相关设备与接地紧密连接起来，进而起到必要的保护作用。在电力系统接地处理中，接地体是一个关键部件，要求促使接地体能够和土壤进行稳定接触，而促使电力系统相关设备和接地体进行有效连接的接地线，同样也不容忽视，技术人员应该注重由此构建完善可行的接地装置。电力系统接地的作用不容忽视，其不仅仅可以有效实现人身安全的保障，还能够对于电力系统所有设备以及线路予以保护，避免出现雷击损伤以及其他损坏问题，同时还能够针对静电具备一定防止效果，最终实现电力系统的稳定可靠运行保证。

### 二、电气设备接地的相关要求

对于中国电力系统来说，所有电力设备都应以国家标准GB14050系统接地的形式进行接地，这样做的主要目的是为了保证继电保护和电气设备过流的安全性能。具体来说，所有电气设备都应接地或接对地线。接地时，接地线与大地的夹角不能小于 $15^\circ$ ，而且接地线也要与电气设备相连接。保护接地是最基本且不可缺少的一种接口。电气设备接地系统中所采用的保护接地线必须与保护地线相互连接来进行使用。一般情况下，所有的低压配电变压器均是将中性点直接接地；在35kV及以上的高压电力线路中，中性点连接线也要采用对地线。在低压电力系统中，有很多地方都要求中性点直接接地。比如，35kV系统以及110kV系统，中性点接地方式均可使用对地线。另外，对于一些特殊场合，还可以使用小电阻来实现。而低压配电则可以使用接地线

或者不接地线来实现工作接地。

### 三、电力系统接地方式的分类

接地方式主要有：中性点不接地、中性点高阻接地、中性点低阻接地。究竟采用哪种接地方式合适，应对供电可靠性要求、过电压水平与系统绝缘性能现状的适应性、继电保护技术要求、人身与设备安全等因素进行综合考虑，权衡利弊后确定。

#### （一）中性点不接地

中性点无人为接地，系统中性点处于浮动状态。运行中发生单相接地故障时，不形成故障电流通路，流入（或流出）接地点的电流仅为系统对地电容电流，电流值一般小于10A（即小）。若产生弧光也大都能自动熄灭，其他两相（健全相）电压会升高倍数不大，相间电压的对称性不破坏，不影响用电设备的供电，允许带故障运行2h，便于查找排除故障，提高了供电的可靠性；但因中性点无法形成电流通路，对地电容中的能量无法泄放，发生弧光接地时，电弧间歇性熄灭与重燃，反复充电使得电容电压不断升高，会出现弧光接地过电压或谐振过电压，其值可达3.5倍，会极大地损坏系统的绝缘<sup>[1]</sup>。

#### （二）中性点经高电阻接地

系统中至少有一个导体或点通过高电阻与地相连，其电阻值在数百至数千欧姆，并且限制接地电流小于10A，因为注入故障点的电流是电阻性的，提高了接地保护动作的灵敏度。因为接地电流被限制在很小的范围内，发生接地故障时，不要求立即清除，可带病运行2h，供电的连续性、可靠性较高；对弧光接地过电压或谐振过电压降低至2.5倍以下，减少了对系统中设备、电缆绝缘的破坏。缺点是故障电流的热效应可能会损坏电缆故障处的相间绝缘，扩大为相间短路。

#### （三）中性点经低电阻接地

这样，中性点通过小电阻值的电阻值与地相连，目的是增加接地故障电流，从而快速确定故障线路，提高

系统安全等级，减少人身伤害的发生。故障电流一般限制在100~1000A，这样的取值便于避开高压电动机的起动和线路的合闸时的冲击电流，造成继电保护装置误动作。过电压（弧光过电压、谐振过电压等）抑制在Y运行相电压的2.8倍以下（即较低水平），提高了可靠性。缺点是接地电流较大，强烈的电弧会危及临近电缆酿成火灾，瞬时接地故障不能恢复，中断供电。

#### 四、电力工程中的接地施工控制技术分析

##### （一）工作接地

在电力系统接地技术的应用中，工作接地是比较重要的一种方式，又称系统接地，它可以实现对电力系统的有效保护，保证电力系统的可靠运行，避免电力系统中可能出现的故障问题，保持良好的稳定性，对危险因素有理想的防治作用。当配电网发生相故障接地时，技术人员在合理配置工作接地时，就可以形成良好的电压抑制效果，避免出现较为严重的高压危害问题。具体到电力系统中工作接地方式的应用中，当前可供选用的方式同样也比较多，例如电力系统中比较常见的变压器设备，中性点接地就是工作接地处理，电力系统中避雷针以及避雷器的接地处理同样也是工作接地，在发电厂运行中，针对发电机进行中性点经变压器进行接地也可以看作是工作接地，有助于实现对于发电机的有效保护。基于现阶段电力系统中工作接地方式的应用进行分析，其作用首先表现在对于人体接触电压的控制上，避免相关电气设备中出现过高的电压给人体带来安全影响和危害，这也是中性点接地的一个重要目标。电力系统中工作接地方式的应用还可以有效实现故障设备的处理，能够针对故障设备予以及时切断，进而也就能对于整个电力系统形成良好的保护效果，避免了整个电力系统出现更为严重的危害问题。对于电力系统中工作接地方式的应用而言，其往往还可以实现电气设备和线路绝缘水平的明显降低，进而也就需要技术人员予以积极关注<sup>[2]</sup>。

##### （二）接地网腐蚀防护技术

###### 1. 阴极保护

阴极保护是通过减缓或抑制阴极反应来达到防腐的目的，分为牺牲阳极法和外加电流法。牺牲阳极法是将接地电极接在电极电位较低的金属上，通过优先腐蚀金属来达到保护目的。这种方法需要消耗大量的阳极材料。会增加建设成本。牺牲阳极法最重要的是阳极材料的选择，这取决于土壤的电阻率和保护电流。这种系统操作简便，无须持续监视，对其他设备影响较小，受到广泛应用，但对于高土壤电阻率环境保护效果较差。外

加电流法是将接地材料与电源负极相连，提高接地材料的腐蚀电位，抑制接地极腐蚀。该方法保护效果好，保护时间长，但对设备要求较高，管理和运行维护费用高，需对其运行状况进行长期检测，否则还会影响邻近金属建筑物<sup>[3]</sup>。

###### 2. 涂覆导电防腐涂料

在接地电极表面涂上导电防腐涂层，可在满足排水要求的前提下，提高接地网的耐腐蚀性。导电防腐涂料具有优良的导电性，能满足排水要求。该涂层可有效隔离土壤中的腐蚀性介质与接地极的接触，起到保护接地极的作用，涂料的施工质量对接地网防腐有关键作用，在施工过程中易造成针孔、破损和划伤等缺陷，缺陷处会产生大阴极小阳极加速接地网腐蚀。目前，导电防腐涂料的制备主要是将导电填料添加到绝缘的树脂中，导电填料主要分为导电金属粉（银粉、铜粉、镍粉等）、金属氧化物（氧化锌、氧化锡等）、碳系导电填料（石墨、碳纳米管、炭黑、石墨烯等）、导电高分子材料（聚吡咯、聚苯胺、聚乙炔等），通过增加填料的添加量和改善填料分散性来提高涂料的导电性。目前，导电防腐涂料的研究主要集中在提高涂料的导电性，而涂料的防腐性能完全依靠树脂的防腐性能来实现。由于树脂本身绝缘，为达到接地网导电性能要求，需添加大量导电填料，这就严重影响涂料的防腐性能。导电填料与树脂相容性较差，填料难分散、易团聚，无法均匀分散到树脂中，在填料和树脂之间存在大量缺陷，破坏涂层的致密性，在缺陷处易形成点蚀，加速接地网腐蚀；涂层依靠电阻效应实现防腐，高分子材料自身的高阻抗性能抑制腐蚀过程中离子的自由移动，隔绝电化学腐蚀过程中阴极和阳极反应，导电填料的加入大大降低涂层的阻抗，使涂料具有良好的导电性能，各种离子能够在涂层中自由移动，破坏了高分子材料的隔绝作用，失去涂层的电阻效应。因此，导电防腐涂料的研究重点应该是在满足导电性符合接地网使用要求的前提条件下，提高导电填料在涂料中的分散性和相容性，使其均匀分散在涂料中，降低填料的添加量，保证涂层致密性<sup>[4]</sup>。

###### （三）保护接零

在电力系统中应用接地技术时，技术人员还应高度重视保护零的应用，保护零主要应用于三相四线制低压电力系统中，可以对用电设备和用户实现有效保护。当电力系统中的电气设备出现碰撞壳时，如果运用了保护接零方式，则可以及时进行供电电源的断开，由此形成了较为理想的保护效果。对于电力系统中保护接零方式的应用而言，其主要作用于一些存在绝缘层的带电金属

部分,一旦相应绝缘层出现了破损问题,则必然有可能导致相关人员出现安全隐患,借助于保护接零则可以进行有效保护。为了切实优化电力系统中保护接零方式的应用效果,技术人员应该注重在电源处予以接地保护的基础上,从低压架空线路的干线以及分支线的终端入手进行接地,如果架空线路在进入大型建筑物时,同样也应该予以接地处理,如此才能够有效实现触电事故的有效防控。当然,在保护接零方式的长期应用中,技术人员应该高度关注于零线的保护,避免出现断线问题,应该定期予以检修把关,由此促使其可以持续稳定运行。针对电源中性点接地线断开问题,技术人员也应该予以实时关注,日常检查中予以重点防治,由此体现出更为理想的保护接零应用效果。保护接零在电力系统中的应用还需要重点考虑到不同处理方式。例如在运用熔断器保护的线路中,技术人员应该明确短路电流和熔体电流的关系,确保其能够大于熔体电流的4倍,如此才能够正常工作;如果线路借助于自动保护开关予以保护,技术人员则需要确保短路电路能够超过瞬时脱扣器整定电流的1.5倍,由此更好优化整体保护效果<sup>[5]</sup>。

#### (四) 电气设备的防雷接地

防雷接地,是指将电子电气设备外壳上的金属部件进行安全接地,确保电气设备不会被雷击损坏。保护接地可以分为两种类型:一是架空地线保护,它的作用主要是防止电子电气设备外壳被雷击损坏。二是电缆保护,它主要作用是防止电缆和电气设备之间发生电气接触故障和电气设备因金属结构件造成短路故障而造成人身伤亡事故时。两者的区别在于,架空地线不可以进行有效接地,不具备防雷效果,而电缆保护会在一定程度上满足防雷要求;在电子电气设备外壳上设置架空地线时,其水平电导不应该超过30m;在电子电气设备中增设电缆保护器时,其水平电导应该不超过50m。

#### (五) 保证接地装置的导流性能

对于接地装置的导电性能,相关研究人员认为,主要是指雷电电流通过接地装置时能够顺利地引入地面。如果接地装置本身具有良好的导电性,则可以有效地防止雷电电流在电力系统中产生短路,从而降低了电气设备发生故障的概率。从某种程度上来说,这一理论对我国电力行业的发展起到了重要作用。在电力系统电气设备接地网的设计过程中,由于受到场地的限制,很难对接地网形成有效保护。因此,在实际工程中,要想保证接地装置设计和施工技术质量,最好从接地装置整体布局、结构等方面着手<sup>[6]</sup>。

#### (六) 用电端接地

在电力系统接地技术的应用中,技术人员还需要重点关注电源端的接地处理,这样才能保证电源端的电气系统得到有效保护,也能为每一个电力用户形成理想的安全保护效果。具体到电源端接地处理,由于电源端的复杂性越来越突出,涉及的电力设施也越来越多,如此也就必然对于接地技术的应用提出了更高要求,技术人员需要尽量结合用电端的实际状况予以优化配置。例如对于用电端的接地方法,技术人员就需要予以综合分析,对于一些相对简单的用电端可以直接采取共同接地方式,以便较好实现整个用电端的全面接地保护,如果用电端相对复杂,则可能需要额外多设置一些接地体,避免出现接地不当问题。在用电端布置引下线的难度同样也比较大,技术人员应该尽量确保引下线可以兼顾所有用电端电气设施,并且能够顺利接入大地,保障所有连接点较为牢固可靠,尤其是对于钢筋绑扎连接方式的应用,更是需要予以重点控制。对于用电端选用接地技术时,技术人员还需要高度关注于避雷支架以及接闪器等专业设施的运用,以便促使其可以针对雷电形成较为理想的应对效果,进而在该方面表现出较强接地保护功能。

#### 结束语

电力系统接地技术的应用非常重要,如果接地处理不当,极有可能增加电力系统运行故障,造成人身安全隐患。为了有效优化电力系统接地技术的应用效果,技术人员应该注重结合不同电力系统构成部分,选择最为匹配的接地处理方式,由此针对电力系统中的所有设备以及相关人员进行有力保护。

#### 参考文献

- [1] 董飞. 电力系统接地装置的腐蚀及防腐措施[J]. 全面腐蚀控制, 2018, 32(11): 94-95.
- [2] 闫振伟, 吕瑞华, 姜丽珍. 10kV配电线路接地故障原因及预防措施[J]. 建材与装饰, 2018(45): 238-239.
- [3] 高一涵. 220kV变电站新增小电阻接地系统研究与设计[D]. 大连理工大学, 2018.
- [4] 何瑕妮, 张曦. 基于10kV电力系统相电压变化与接地故障现象分析[J]. 电子测试, 2018(19): 99-100.
- [5] 陈驰. 电力系统中电气设备的接地技术分析[J]. 科技创新与应用, 2018(13): 162-163.
- [6] 刘小强. 火力发电厂电力系统接地故障的判断与处理分析[J]. 南方农机, 2018, 49(04): 200.