

关于发电厂电力接地系统设计的研究

蔡启迪

中国水利水电第七工程局机电安装分局 四川 眉山 620860

摘要: 发电厂是电力系统的重要组成部分, 电力接地系统的设计对于发电厂的正常运行和人员安全至关重要。本研究对发电厂电力接地系统的设计进行了深入研究, 主要包括接地电阻计算、接地体的选择与布置、电力接地系统与保护装置的协调等内容。随着电力系统的发展, 对电厂接地系统的要求越来越高, 因此电厂接地网的设计也越来越重要。

关键词: 发电厂; 电力接地系统; 设计; 分析

1 发电厂电气系统接地

发电厂电气系统接地是确保发电厂安全运行的重要环节之一。接地系统在发电厂中起到了重要的保护作用, 它能够保护人员免受漏电和接触电压的危害, 确保电气设备的正常运行。本文将从发电厂电气系统接地的意义、接地方式和设计要求以及接地系统的维护和监测等方面进行介绍。首先, 发电厂电气系统接地具有以下重要意义。第一, 保护人员安全。接地系统能够将电气设备的金属外壳和其他可触及带电部分与地面连接起来, 当设备发生漏电时, 通过接地系统可以迅速将漏电流引到地面, 从而保护人员免受触电危险。第二, 保护设备安全和稳定运行。接地系统可以减小设备的接触电压, 降低设备损坏和事故发生的风险, 确保电气设备的正常工作。第三, 保证电磁兼容性。接地系统能够有效地消除电气设备产生的干扰电磁波, 减轻对其他设备和通信系统的影响。接下来, 介绍发电厂电气系统接地的方式和设计要求。根据发电厂的实际情况和要求, 接地系统可以采用单点接地、多点接地和可控接地等方式。在设计接地系统时, 需要考虑以下因素。首先是接地电阻。接地电阻的大小直接影响着接地效果, 一般要求接地电阻小于10欧, 以确保接地系统的有效性。其次是接地导体的选择和布置。应选择符合要求的导体材料, 并合理布置, 以减小接地回路的电阻。再次是接地系统与其他系统的连接。要确保接地系统与电源系统、防雷系统等的接地相互连接, 从而实现统一的接地^[1]。最后, 发电厂电气系统接地的维护和监测非常重要。接地系统应定期检查和维修, 确保接地电阻和接地导体的良好连接。同时, 应配备合适的接地监测设备, 对接地系统的状态进行实时监测和记录。如发现接地电阻异常增加或接地导体有松动、腐蚀等现象, 应及时采取措施进行维修和处理。

2 发电厂接地系统分类

2.1 保护接地系统: 保护接地系统主要用于保护人员免受触电危险。它通过将电气设备的金属外壳和其他可触及带电部分与地面连接起来, 使得当设备发生漏电时, 漏电流能够迅速引流到地面。保护接地系统具有良好的接地电阻和导电能力, 能够确保电气设备运行过程中人员的安全。

2.2 设备接地系统: 设备接地系统主要用于保障发电厂内各种电气设备的正常运行。它通过将设备的中性点、金属外壳及各种可触及部分与地面连接, 来减小设备的接触电压, 降低设备损坏和事故发生的风险。设备接地系统的设计需要结合设备的特点和工作要求进行, 确保接地回路的电阻满足要求, 可靠性高, 能够保证设备的可靠运行^[2]。

2.3 防雷接地系统: 防雷接地系统主要用于保护发电厂设备免受雷电击打的危害。它通过将接闪器、防雷导线和接地极等器件与地面连接, 在遭受雷击时迅速将雷电能量引向地面, 保护设备的安全。防雷接地系统需要考虑设备的位置和周围的雷电环境, 合理设计接闪器的位置和导线的布置, 确保防雷系统的有效性和可靠性。

2.4 信号接地系统: 信号接地系统主要用于保障各种信号线路的正常传输。在发电厂中, 信号接地系统应用广泛, 涉及到控制系统、通信系统、监测系统等。信号接地系统的设计要求稳定的接地电阻, 以保证信号传输的可靠性和抗干扰能力。

3 发电系统常见的接地故障类型

3.1 单相接地故障: 发电系统中的单相接地故障指的是一相电源线路或设备出现与地相接触的现象。这种接地故障可能会导致相应相位的电压降低或设备无法正常工作。单相接地故障可能是由设备绝缘损坏、导线短路以及接地电阻过高等原因引起的。

3.2 两相接地故障：两相接地故障是指两个相位同时与地相接触的情况。这种故障会导致相应的电压降低，并对系统的运行和设备的安全造成严重威胁^[3]。

3.3 三相接地故障：三相接地故障是指三个相位同时与地相接触。这种故障会瞬间引起极大的短路电流，导致系统的瞬时故障电流增大，设备损坏严重，甚至引发火灾等严重后果。三相接地故障主要是由设备绝缘损坏、设备故障等原因引起的。

3.4 零序接地故障：零序接地故障是指三个相位中的中性点与地相接触的情况。这种故障会导致系统零序电流的增加，可能引起变压器、电动机等设备的过热和损坏。

3.5 开路接地故障：开路接地故障是指接地线路或设备的接地电阻出现开路的情况。这种故障会导致接地电阻增大，接地效果下降，可能会使设备无法正常接地，增加电气设备的漏电和触电风险。

4 发电厂发电厂接地系统的设计

4.1 测量以及改善土壤电阻率

发电厂接地系统的设计、测量和改善土壤电阻率是确保发电厂电气设备安全可靠运行的重要环节。首先，发电厂接地系统的设计需要考虑以下几个方面。首先是接地方式的选择，一般采用单点接地、多点接地或可控接地等方式。其次是接地电阻的设计，一般要求接地电阻小于10欧姆，具体的要求可以根据当地的规范和标准进行设置。接地导体的选择和布置也是设计的关键点，应选用符合要求的导体材料，并合理布置，以减小接地回路的电阻。此外，还需要设计接地系统与其他系统的连接，确保接地系统与电源系统、防雷系统等接地相互连接，从而实现统一的接地。其次，测量土壤电阻率是为了确定土壤的电阻性能，并据此评估接地系统的有效性。常见的测量方法有三棒法测量法和四棒法测量法等。这些测量方法通过测量电流和电压的关系，计算出土壤电阻率的数值。根据土壤电阻率的高低，可以判断土壤的导电性能，以及是否需要进行改善^[4]。最后，改善土壤电阻率可以采取一些措施来降低接地系统的电阻，提高接地效果。常见的改善方法包括增加地下导体的长度和面积、选择合适的导体材料、施加化学改良剂，以及改善土壤排水情况等。这些方法旨在增加土壤与接地系统的接触面积和导电能力，降低接地系统的电阻，提高接地系统的有效性。

4.2 电力接地系统的防腐设计

4.2.1 科学选择接地体材质

电力接地系统的防腐设计和科学选择接地体材质是确保接地系统长期稳定运行和延长使用寿命的重要考虑

因素。对于电力接地系统的防腐设计，主要考虑材料的使用和防护措施。由于接地体通常需要埋入地下，常接触水土环境，容易受到腐蚀的影响。因此，应选择具有良好耐腐蚀性能的材料，如镀锌钢、不锈钢、铜和铝等。此外，接地体表面可进行防腐蚀涂层或热浸镀锌等处理，提高其抗腐蚀能力。在科学选择接地体材质时，需要考虑导电性能和抗腐蚀性能。导电性能是保证接地系统工作正常的重要因素，因此接地体材质应具有良好导电性能，如铜和铝具有良好的导电性能，能够提供低电阻的接地效果。同时，应注意材质的抗腐蚀性能，以确保接地体的长期稳定运行。如铜具有较好的抗腐蚀性能，耐腐蚀寿命较长。根据具体环境条件和需求，还可以采用一些其他的防腐措施。比如，在高腐蚀环境中，可以在接地体上采用陶瓷或塑料套管进行保护，防止腐蚀^[5]。

4.2.2 使用覆盖层

电力接地系统的防腐设计中，使用覆盖层是一种常见的防腐措施，可以有效保护接地体免受腐蚀的侵害，延长其使用寿命。覆盖层主要通过在地体表面形成一层耐腐蚀膜或涂层来实现防护作用。这种覆盖层可以选择使用不锈钢套管、塑料涂层或防腐漆等材料，以增强接地体对腐蚀介质的抵抗能力。首先，不锈钢套管是一种常见的覆盖层材料。具有耐高温、耐腐蚀、机械强度高特点，能够更好地保护接地体免受土壤中的酸碱、盐等腐蚀性物质的侵蚀。其内壁通常光滑，能够减少土壤的附着，降低腐蚀的程度。其次，塑料涂层也可作为接地体的覆盖层，常见的涂层材料有聚乙烯、聚氨酯等。这些材料具有良好的耐腐蚀性、绝缘性能和耐磨损性能，能够有效地隔离接地体与土壤之间的接触，防止腐蚀物质侵蚀接地体。另外，防腐漆涂层也常用于接地体的防腐设计。防腐漆具有化学稳定性好、附着力强等特点，可以形成一层坚固的防护层，抵御土壤中的腐蚀性物质。常见的防腐漆包括环氧树脂漆、聚氨酯漆等^[1]。通过使用覆盖层，可以在接地体表面形成一个保护层，有效隔离接地体与土壤中的腐蚀物质之间的接触，避免腐蚀的发生。

4.2.3 电化学保护法

电力接地系统的防腐设计是为了保护接地体免受腐蚀的侵蚀，延长其使用寿命。其中，电化学保护法是一种常用的防腐措施。电化学保护法通过在地体表面形成一层保护膜，利用电流和电化学反应来减少金属的溶解和腐蚀。这一保护膜的形是通过在接地体上加上一一定的外加电流，使接地体成为阴极，从而减少金属元

素的离子化。这样就使得接地体表面形成一层被动保护膜，起到防腐效果。在实施电化学保护法时，一般需要以下几个步骤：（1）阳极材料选择：选择一个具有良好耐腐蚀性能的金属材料作为阳极，承担电化学保护的作用。（2）外加电源：通过外加电源提供所需的电流，将接地体阳极化，形成防腐保护膜。（3）防腐涂层：在接地体表面涂覆一层防腐涂层，增加接地体与土壤之间的隔离层，减少腐蚀的发生。（4）定期检测与维护：定期检测接地体的电流、电压等参数，确保电化学防腐保护系统的正常运行，并及时维修或更换有问题的部分。电化学保护法的优点在于能够延长接地体的使用寿命，减少腐蚀损坏。然而，也需要考虑一些限制因素，如电流的稳定性、电源的可靠性、涂层的耐久性等^[2]。

4.3 接地体防护的形式

电气接地系统的防腐设计中，接地体的防护形式可以根据具体的环境条件和需求选择。以下是一些常见的接地体防护形式：（1）接地体涂覆防腐层：涂覆防腐层是最常见的一种接地体防护形式。通过在接地体表面涂覆耐腐蚀的涂层，如环氧树脂漆、聚氨酯涂层等，可以形成一层保护层，隔绝接地体与腐蚀介质的接触，减少腐蚀的发生。（2）接地体套管保护：在接地体表面套上耐腐蚀性能好的套管，如不锈钢套管或塑料套管等，用于防止接地体与土壤直接接触。这种防护形式可以防止接地体与土壤之间的化学反应和腐蚀，延长接地体的使用寿命。（3）接地体电化学保护：通过外加电流的方式，将接地体成为阴极，减少其腐蚀性。这种电化学保护形式可以形成一层保护膜，保护接地体免受腐蚀的侵害。（4）土壤改良：一些特殊的环境条件下，土壤中的某些成分可能会对接地体产生腐蚀作用。在这种情况下，可以采取土壤改良的方式，如添加化学添加剂、改变土壤pH值等，以减少土壤对接地体的腐蚀影响^[3]。（5）定期检测与维护：无论采取何种接地体防护形式，定期检测与维护是必要的。通过定期检测，可以及时发现接地体防护层的破损或腐蚀情况，并采取相应措施进行修复和维护，以保证接地体的正常运行和防腐效果。

4.4 选择地网的布置方式

电力接地系统的防腐设计中，选择地网的布置方式是至关重要的，它可以影响到接地系统的性能和耐久性。在选择地网布置方式时，需要考虑以下几个因素：根据当地的地质条件，选择合适的地网布置方式。例如，在土壤层较好的地区，可以选择较为简单的网格状布置方式；而在土质较差或存在特殊地质问题的区域，如湿地或沼泽地，可能需要采用较为复杂的网状或径向布置方式。根据接地系统的电阻值要求，选择合适的地网布置方式。常见的地网布置方式包括水平网格状布置、垂直网格状布置、径向布置等。水平网格状布置方式适用于对电阻值要求不太严格的场所，而垂直网格状布置方式可以提供更好的导电性能，适用于对电阻值要求较高的场所。考虑电流在地网内的分布均匀性，选择合适的地网布置方式。要确保电流能够均匀流过整个地网，减小接地电阻^[4]。

结束语

电源接地系统是电厂稳定运行的关键。在设计接地系统时，应着重测量土壤的电阻率，选择接地体的材料，计算接地体的截面积，以确保可行性设计方案的科学性。另外，考虑到电源接地系统的实用性，在设计方案中需要重点做好降阻措施和防腐措施。依靠科学的设计方案，确保电力接地系统的可靠运行。

参考文献

- [1]潘兴荣.分析发电厂电力系统接地故障的判断与对策[J].华东科技:综合,2018(12):1.
- [2]刘秋生.发电厂电力系统接地故障的判断与措施研究[J].水电水利,2021,4(11):9-10.
- [3]安亮.电站接地电阻的设计及校验方法[J].百科论坛电子杂志,2019.
- [4]滕跃,张洪坤,郑智勇,等.大型抽水蓄能电站水下接地网改造优化设计[J].机电信息,2020(15):78-79.
- [5]蒋伟,孙晓波,蒋冰芝.地下电站直流系统接地风险分析及防范措施[J].水电站机电技术,2020(05):28-29.