

# 火电厂电气系统接地故障排查与安全防护方案设计

李瑞 赵秋培

云南华电镇雄发电有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i10.6617

**[摘要]** 随着火电厂电气系统的复杂性不断增加,接地故障问题逐渐成为安全生产中的一大隐患。接地故障可能导致电气设备的损坏、停机甚至人员伤亡,因此,及时排查故障和设计合理的安全防护方案显得尤为重要。本文首先分析了火电厂电气系统接地故障的类型及其原因,提出了接地故障排查的技术路线,并针对不同情况设计了相应的安全防护措施。最后,结合实际案例,探讨了接地故障处理过程中可能遇到的问题及解决方法,以期火电厂的电气系统安全运行提供一定的参考价值。

**[关键词]** 火电厂; 电气系统; 接地故障; 安全防护; 故障排查

中图分类号: TU976+.1 文献标识码: A

## Design of Ground Fault Detection and Safety Protection Scheme for Power Plant Electrical Systems

Rui Li Qiupeng Zhao

Yunnan Huadian Zhenxiong Power Generation Co., Ltd.

**[Abstract]** As the complexity of thermal power plant electrical systems continues to increase, grounding faults have gradually become a major safety hazard in production operations. Grounding faults may lead to damage to electrical equipment, shutdowns, and even casualties, making timely fault detection and the design of reasonable safety protection measures particularly crucial. This paper first analyzes the types and causes of grounding faults in thermal power plant electrical systems, proposes a technical approach for fault detection, and designs corresponding safety protection measures for different scenarios. Finally, based on practical cases, it explores potential issues and solutions during the handling of grounding faults, aiming to provide valuable references for the safe operation of thermal power plant electrical systems.

**[Key words]** Thermal power plant; electrical system; grounding fault; safety protection; fault troubleshooting

### 引言

火电厂电气系统是电力生产中不可或缺的部分,其运行的稳定性直接影响着发电效率和安全性。接地故障作为电气系统中常见的故障之一,往往由于接地系统设计不当、设备老化或操作失误等因素引起。接地故障不仅会损坏电气设备,还可能导致停机、设备失效,甚至引发更严重的事故。因此,及时准确地排查接地故障并制定有效的安全防护方案,是保障火电厂电气系统安全运行的关键。本文将深入探讨火电厂电气系统接地故障的排查方法及安全防护方案设计。

### 1 电气系统接地故障排查技术

#### 1.1 接地故障类型及其原因

火电厂电气系统中的接地故障主要分为接地短路和接地泄漏。接地短路是由于设备绝缘破坏或导线与地面直接接触,电流急剧增大,可能引发设备损坏、电气火灾等;接地泄漏则是由于设备或电缆绝缘下降,导致电流泄漏,虽然电流小,但长时间积

累会引发故障。常见原因包括设备老化、设计缺陷、环境因素(如雷电、湿气)和操作失误等。

#### 1.2 接地故障的检测方法

接地故障检测方法多样,包括接地电阻测试、绝缘电阻测试及高压设备的介损测试等。接地电阻测试常用三极或四极法,接地电阻应小于 $4\Omega$ 。对于直流系统,可使用便携式直流接地查找仪精确定位故障点。通过这些方法,可以有效判断接地故障类型、位置,提升故障排查效率。

#### 1.3 接地故障排查的技术路线

排查接地故障时,首先分析电气系统的故障现象,如电流波动、设备保护跳闸等。然后进行设备检查,确认接地连接是否完好、设备是否老化。接着,测量接地电阻、电流、电压等参数,通过测试设备精准定位故障源。智能化故障诊断系统可进一步提高排查效率,确保故障及时修复。

### 2 安全防护方案设计

## 2.1 接地系统设计的安全性要求

火电厂电气系统的接地设计不仅是保证设备安全的基本措施,也是保护人身安全的重要手段。接地系统的安全性设计需要满足国家及行业的标准要求,确保在发生接地故障时,能够迅速将故障电流引导到地面,避免对设备和人员造成危害。首先,接地电阻值必须保持在标准范围内,通常要求接地电阻小于 $4\Omega$ ,才能有效降低接地电流对设备和人员的威胁。其次,接地系统的稳定性尤为重要,设计时应考虑接地电流在不同工作条件下的波动,以及可能发生的极端天气或地质环境对接地系统的影响。因此,接地电极的材料选择需要具备耐腐蚀性和良好的导电性,同时在布置上应确保电流路径尽量短、阻抗尽可能低,以减少接地故障时的电压升高和电流滞后现象。此外,接地系统设计中还应考虑冗余设计,避免单点故障影响整个电气系统的运行。

## 2.2 电气设备的安全防护措施

在火电厂电气系统中,电气设备常常受到高电压、大电流的冲击,接地故障的发生可能导致设备的严重损坏。因此,电气设备的安全防护措施必须充分考虑设备的长期稳定性、故障隔离能力和防护反应速度。首先,设备的设计和选型应符合标准要求,确保其在异常情况下具备足够的电流承受能力,避免在接地故障时造成设备烧毁或爆炸。例如,断路器和保护继电器应当选型合理,确保能够快速切断电路,减少对设备的损伤。此外,设备的布置也应合理,避免电气设备之间的接地环路,减少电气干扰。其次,为了提高设备的防护性能,应加强接地电流的检测与故障报警,安装智能化的保护装置,实时监控电气设备的运行状态,及时检测到设备的接地故障。一旦出现接地电流异常,设备能够自动断电并报警,从而减少电气设备在接地故障情况下的损坏。对于直流系统,可配套安装与便携式接地查找仪兼容的在线监测模块,实现故障的实时预警与快速定位。

## 2.3 人员防护与操作规程

接地故障除了对电气设备造成损害外,对工作人员的安全也构成了极大威胁。在火电厂电气系统中,人员防护措施至关重要,特别是在接地故障发生时。首先,所有工作人员必须接受专业的电气安全培训,掌握电气设备的基本原理和操作规程。培训内容应包括接地故障的识别、不同类型故障(尤其是直流系统接地)的处理方法以及应急处置步骤,确保工作人员熟练操作便携式直流接地查找仪等专业设备,在事故发生时能够快速、冷静地应对。其次,操作人员必须佩戴符合标准的电气防护装备,例如绝缘手套、绝缘靴、防护眼镜等,防止发生电击事故。特别是在电气设备维修或检修期间,必须严格执行停电操作,确保设备处于无电状态后再进行维修。对于直流系统的故障排查,即使使用不拆线的查找设备,也需做好安全防护措施,避免意外触电。此外,针对高风险作业区,工作人员应定期进行应急演练,熟悉应急操作流程,减少因操作不当而引发的安全事故。在电气设备的安装、维护过程中,应根据国家和行业的安全标准,制定详细的操作规程,明确每个环节的安全注意事项。

## 3 火电厂接地故障防护方案的实施

### 3.1 故障预警与监测系统的建立

为了应对火电厂电气系统中的接地故障,建立高效的故障预警与监测系统显得尤为重要。预警系统能够实时检测电气设备运行状态,并对可能发生的接地故障进行早期预警。首先,故障预警系统应该覆盖整个电气系统,能够对每一条电路的接地电流、电压波动等参数进行实时监控。针对直流系统,应整合便携式接地查找仪的信号采集功能,实现接地故障的在线监测与预警。一旦系统检测到接地电流超过设定值,或者接地电阻发生异常变化,系统会立刻触发警报并通知操作人员。同时,预警系统应当具备数据记录和分析功能,能够对故障前后的数据进行比对和分析,帮助排查故障源和制定相应的修复措施。其次,为了提高预警系统的可靠性,监测设备应具有冗余设计,并且系统应支持远程控制和远程维护。远程控制能够在设备发生故障时,及时对设备进行切换或隔离,防止故障扩大。此外,预警系统还应与火电厂的管理系统进行对接,确保信息的实时共享,并根据预警信号自动启动相关的应急响应机制。

### 3.2 故障定位与修复的快速响应机制

接地故障的发生往往会导致电气设备的停运,因此,建立快速有效的故障定位与修复机制至关重要。首先,故障定位系统能够准确识别故障位置,以便及时修复。通过安装先进的故障检测仪器和智能化故障诊断设备,结合便携式直流接地查找仪的移动检测能力,能够在接地故障发生时自动进行故障分析,迅速定位故障发生的具体位置。定位系统不仅能够分析出故障点,还能通过电流、温度、振动等数据提供辅助信息,从而缩短故障定位时间,提升处理效率。其次,在故障定位后,应该及时启动修复流程。火电厂应建立应急响应小组,配备专业的维修人员和设备,确保能够在最短的时间内进行修复。对于较为复杂的接地故障,修复人员应依照预定的应急预案,在安全的环境下进行详细的故障排查和修复。同时,应确保修复工作不影响其他设备的正常运行,避免因维修工作而造成更大范围的停机。快速响应机制的实施,不仅能够最大限度地缩短故障停机时间,还能够减少由于接地故障引发的二次事故和损失。

### 3.3 安全防护设施的优化与改进

随着火电厂电气系统的发展,安全防护设施也需要进行持续的优化和改进,以确保系统在各种复杂情况下都能够安全运行。首先,现有的接地装置应进行定期的检查与测试,确保其始终处于良好状态,能够有效导通接地电流。在此基础上,应进一步完善接地装置的冗余设计,即使部分接地装置出现故障,其他装置依然能够确保电气系统的安全运行。例如,在关键设备或重要电路上增加备用接地系统,能够有效避免单点故障导致的全局风险。其次,安全防护设施的自动化程度应不断提高。随着智能化技术的引入,防护设施的功能将更加全面和高效。通过使用智能传感器和自动切断装置,可以实时监测电气系统的运行状态,并在接地故障发生时,自动采取切断、隔离等措施,防止故障蔓延到其他设备。同时,可将便携式直流接地查找仪等设备纳入智能化管理体系,实现故障检测设备的统一调度与高效使用。此

外,安全防护设施的改进还应注重人员的安全防护,尤其是在高风险作业区,应安装必要的防护装置,并设置紧急断电装置,以确保工作人员的安全。在未来,火电厂的安全防护设施将逐步实现智能化、自动化和网络化,为电气系统的稳定运行提供更加可靠的保障。

#### 4 结论

火电厂电气系统中的接地故障排查与安全防护设计,是确保电气系统安全稳定运行的关键。通过科学的接地故障排查技术(包括便携式直流接地查找仪等专用设备的应用)和严格的安全防护措施,可以有效避免接地故障对设备和人员带来的威胁。在实际应用中,应根据火电厂的具体情况,制定针对性的排查方法和防护措施,并加强员工的安全意识与操作技能训练。此外,随着技术的发展,智能化监控与故障处理系统将成为电气系统安全管理的重要组成部分。因此,火电厂电气系统的安全防护工

作仍需不断探索和创新,以应对未来可能出现的各种安全挑战。

#### [参考文献]

[1]雷中霖.火电厂电气运行故障与解决措施研究[J].电气技术与经济,2024,(01):112-114.

[2]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.

[3]王文斌.火电厂、光伏、风电混合能源系统电气安装的接地技术优化策略[J].中国高新科技,2025,(08):64-66.

[4]赵炜,王立,李荣丽.火电厂辅网控制系统改造与设计优化[J].内蒙古电力技术,2019,37(01):52-56.

#### 作者简介:

李瑞(1998—),女,云南建水人,助理工程师,本科,从事的工作:电气二次检修工。