

# 火电厂继电保护二次回路存在的问题及其优化措施

孙洵

淮沪煤电有限公司田集发电厂，安徽 淮南 232002

DOI: 10.61369/SSSD.2025070011

**摘 要：** 火电厂继电保护二次回路主要功能回路包括控制回路、信号回路、测量及监控回路、继电保护及自动装置回路以及操作电源系统，其结构设计合理性、功能完善性，可以直接影响电气设备安全运行情况。现阶段，二次回路在电厂的运行中有着十分广泛的应用，需要运维人员定期检查其运行情况，保证其继电保护功能正常发挥，维持整个火电厂的安全、高效运行。基于此，本文首先分析火电厂继电保护二次回路工作原理、重要性、常见问题，而后针对性提出优化措施，以期为相关研究与实践工作提供参考。

**关 键 词：** 火电厂；继电保护二次回路；问题；优化措施

## Problems and Optimization Measures of Secondary Circuit of Relay Protection in Thermal Power Plant

Sun Xun

Tianji Power Plant of Huaihu Coal and Electricity Co., Ltd., Huainan, Anhui 232002

**Abstract：** The main functional circuits of the secondary circuit of relay protection in thermal power plants include control circuit, signal circuit, measurement and monitoring circuit, relay protection and automatic device circuit, and operating power supply system. The rationality of its structural design and the perfection of its functions can directly affect the safe operation of electrical equipment. At this stage, the secondary circuit is widely used in the operation of power plants, requiring operation and maintenance personnel to regularly check its operation status to ensure the normal operation of its relay protection function and maintain the safe and efficient operation of the entire thermal power plant. Based on this, this paper first analyzes the working principle, importance and common problems of the secondary circuit of relay protection in thermal power plants, and then puts forward targeted optimization measures, in order to provide reference for related research and practical work.

**Keywords：** thermal power plant; secondary circuit of relay protection; problems; optimization measures

## 引言

继电保护二次回路承担着监测、判断以及处理故障的重要任务，是维持火电厂电气设备安全运行的关键环节。如果二次回路出现问题，引起保护装置拒动或者误动，损坏设备，可能会引起大面积停电事故，影响社会工作与生活。故而，针对火电厂继电保护二次回路存在的问题采取相应优化措施，无论是对火电厂运行，还是对社会工作与生活秩序的维持均有重要现实意义<sup>[1]</sup>。

## 一、火电厂继电保护二次回路工作原理及重要性

### （一）工作原理

继电保护二次回路由互感器、控制开关、继电器、指示灯等设备组成，是维持火电厂正常运行的重要电气回路。它的核心功能是基于电气量测量数据、逻辑判断系统，对一次设备进行保护与控制<sup>[2]</sup>。如果逻辑判断系统判断一次设备发生故障时（如短路、

过负荷等），它会根据收到的异常信号自动触发保护装置动作，而后切断故障回路，阻止事故继续扩大<sup>[3]</sup>。

### （二）重要性

它可以迅速识别故障类型，隔离故障点，从而保证其他区域正常供电，同时能够实时监测设备状态，收集、传递运行数据，辅助运维人员做出判断，进而提升设备故障检修工作效率，延长设备使用寿命。所以，继电保护二次回路被称为火电厂电气系统

的“神经中枢”，对保护装置灵敏性、可靠性有着直接影响<sup>[4,5]</sup>。

## 二、火电厂继电保护二次回路存在的问题

### （一）设计安装问题

二次回路设计存在冗余，是影响火电厂继电保护装置性能的重要问题，其结构设计过于复杂会延迟信号传输时间，增加运维人员排查设备故障的难度。比如，某电厂为10kV开关柜二次回路设计结构因为没有简化控制回路，导致出现断路器拒动的时候运维人员需要排查的分支线路多达20多条<sup>[6]</sup>。大量的排查工作，会拖慢运维人员故障处理进度。此外，安装过程中的端子排松动、接线错误等问题，也经常出现在火电厂继电保护二次回路。如果电流互感器二次侧接线接反，会影响保护装置对电流方向的判断，继而造成线路跳闸。

### （二）设备元件问题

在火电厂继电保护二次回路中，电子元件老化是比较常见的问题。相对而言，火电厂环境湿度大、温度高，电容、继电器长期在恶劣环境下运行，容易产生触点氧化、绝缘老化等问题，继而影响火电厂正常运行<sup>[7]</sup>。比如，电压继电器触点氧化会发电机过电压保护装置失效，可能造成设备损坏；电缆绝缘保护层受损，则容易在使用过程中发生击穿短路的问题。

### （三）运行维护问题

部分火电企业继电保护二次回路维护周期过长，缺少专项维护计划，出现故障之后再行抢修；维护人员队伍建设水平低，其中的一些年轻员工理论知识不够扎实，不了解传统电磁型继电器的的工作原理，且缺少数字式保护装置的调试经验，处理故障的效率相对较低。

### （四）外部环境因素

火电厂变压器、高压电机等设备运行时产生的强烈电磁场，会对二次回路的信号传输系统产生干扰<sup>[8]</sup>。部分火电厂缺少相应的屏蔽措施，导致二次回路长期暴露在强烈电磁场中，并因此出现励磁调节器输出波动问题，影响发电机运行的稳定性。同时，长期暴露在高温高湿环境中设备锈蚀速度也会加快，由此引起的端子排短路问题，可能会引发母线保护二次回路接地故障<sup>[9]</sup>。

## 三、火电厂继电保护二次回路优化措施

### （一）优化设计与安装

火电厂继电保护二次回路设计与安装，要重视结构的简化，尽量减少不必要的分支线路，以提升故障分析与排查速度，比如分离开关柜控制回路和信号回路，以减少回路交叉带来的干扰<sup>[10]</sup>。同时，设备安装中，要通过“双标号”标识法明确导线两端连接点，保证接线正确，符合接线工艺标准；通过防松螺母固定的方法安装重要回路的端子，并在完成安装之后进行绝缘电阻与导通测试。

### （二）加强设备管理

火电厂要构建完善的设备全生命周期管理体系；规范设备采

购环节，对供应商进行严格筛选，保证元器件抗老化、耐高低温的特性；定期检测二次设备，同时强制更换运行时间超过8年的继电器、电容等元件；通过红外测温技术对端子排温度进行密切监测，保证能够及时发现接触不良问题。

### （三）完善运行维护机制

为了保证火电厂继电保护二次回路正常运行，要拟定《二次回路维护规程》，明确指示灯状态检查、保护定值核对、回路绝缘测试等每月都需要巡检的内容；组织“师带徒”培训活动，并结合培训活动进行数字式保护装置调试实操考核，以保证培训效果；建设故障数据库，总结二次回路的常见问题，同时以问题为指向制定标准化故障处理流程，以缩短排查故障的时间<sup>[11]</sup>。

### （四）增强抗干扰能力

火电厂要通过分层屏蔽措施保护二次回路；采用带有铝箔屏蔽层的双绞线信号电缆，同时单端接地；在电缆沟内设计金属隔板，对动力电缆和控制电缆进行分离；将浪涌保护器安装在电源入口处，以减少雷击与操作过电压带来的干扰；在模拟量输入回路设计滤波器，以减少高频电磁带来的干扰和影响；在厂房加装通风除湿设备，减少湿度高对线路与设备的影响<sup>[12]</sup>。

## 四、火电厂继电保护二次回路问题分析案例

### （一）事件简述

2024年02月29日11时15分，运行监盘发现2号机组凝输泵A、主机润滑油箱排烟风机A、小机A润滑油箱排烟风机，以及EH油循环泵跳闸。收到故障警报之后，按照操作经验与规程对汽机MCC 2A段母线进行检查，发现电压正常，而后检查1、2、3、4号整流桥，发现1、3、4号整流桥运行正常，2号整流桥停运。汽机MCC 2A段进线电源开关分别在11:15、11:34发生自动分合，而且关闭该处测控装置之后，多个告警灯闪烁。

### （二）处理经过

根据上述现象判断，继电保护二次回路发生测控装置故障，该故障导致二次回路误发分、合闸指令，控制该进线电源开关自动分合，故而拆除该进线电源开关测控装置分、合闸指令接线，之后该开关没有再出现自动分合的情况。接下来，查看2号励磁系统事件记录，发现它的4个整流柜的风机1、风机2都有“电源2故障”告警信息，2号整流柜有“整流桥退出运行”“冷却故障”告警信息；检查2号整流柜，发现其出风口无风。根据上述信息判断，触发“冷却故障”信号造成2号整流桥退出运行。最后，对2号整流柜2路风机电源进行检查，发现其正常运行。

### （三）故障原因分析

1. MCC 2A段进线电源开关跳闸原因：装置使用时间过长，出现老化现象，导致其可靠性降低，产生误发分、合闸指令，继而控制开关误分、合。

2. 2号整流桥退出运行原因：11:34:13在MCC 2A段进线电源开关跳闸导致整流柜风机1电源2失去后，励磁调节器已发送切换指令，进行风机、电源切换，其切换逻辑按程序已执行完毕，在11:34:40报“CCI2冷却故障”告警，导致CCI2退出。

根据上述现象可以做出判断, CCI2 风机、电源切换过程中整流柜内的风压低信号一直存在, 这引起了 CCI2 退出运行。接下来, 查阅厂家技术说明书, 综合说明书和故障现象, 认为导致整流柜内风压低信号的主要原因有以下几个方面: (1) 励磁厂家技术资料要求整流柜风机在运行大约 38000 小时后必须更换, 但是我厂 2 号机励磁整流柜风机自 2016 年励磁改造后使用至今, 其运行时间过长, 导致风机出力性能下降, 出现带负载能力不足的问题; (2) 2 号整流柜滤网脏污、整流桥风道阻塞, 造成进风量少, 风机挡板难以完全打开; (3) 风机挡板卡涩、风压接点接触不良, 造成风压低信号一直存在。

（四）设计安装与优化措施

火电厂应摒弃保守的设计理念, 采用先进的设计方法和技术, 对二次回路进行系统优化<sup>[13-15]</sup>。在设计过程中, 需要充分考虑各个功能模块之间的关联性和协调性, 避免出现重复的信号传

输和控制逻辑; 根据实际需求合理选择元件和回路, 避免过度设计; 按照厂家技术说明书开展故障检测与设备更换工作。

五、结论

综上所述, 保证火电厂继电保护二次回路运行稳定, 是维持电力系统安全的重要条件。但是, 二次回路中存在的设计复杂、设备老化、维护不足、抗干扰能力弱等问题, 为其运行稳定性造成重要威胁, 火电厂需要采取优化设计安装、强化设备管理、完善维护机制、增强抗干扰措施等多种手段。同时, 随着各种智能化技术的发展与应用, 火电厂还应加强二次回路状态监测系统的应用, 以实现故障及时预警与准确远程诊断, 从而进一步增强火电厂继电保护, 维护电力系统安全、稳定运行。

参考文献

[1] 魏征. 火力发电厂继电保护装置故障排查与维护策略研究 [J]. 高科技与产业化, 2024, 30(11): 59-60.

[2] 贾楠. 火电厂继电保护系统的实时监测与远程控制技术研究 [J]. 电气技术与经济, 2024, (11): 1-3.

[3] 王欣. 火电厂继电保护二次回路存在的问题及其优化措施 [J]. 电气技术与经济, 2024, (09): 369-372.

[4] 秦贵林, 侯均明. 基于无线传感网络的火电厂发电机组继电保护状态自动监测方法 [J]. 自动化应用, 2024, 65(12): 77-78+81.

[5] 李曼. 火电厂继电保护二次回路隐患及排查技术探讨 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集 (二). 宁夏电投银川热电有限公司, 2024: 167-169.

[6] 刘凯琛. 火力发电厂继电保护装置故障自动检测维护系统设计与实现 [J]. 自动化博览, 2024, 41(05): 80-83.

[7] 莫久伟. 火力发电厂电力继电保护故障的检测与维修技术研究 [J]. 中国高新科技, 2023, (22): 19-21.

[8] 康敏. 火电厂大型发电机组继电保护整定设计与故障分析 [J]. 电气技术与经济, 2023, (09): 325-327+332.

[9] 王凯. 基于模糊神经网络的火电厂继电保护系统故障诊断方法 [J]. 自动化应用, 2023, 64(13): 209-212+216.

[10] 李冬. 火电厂继电保护二次回路常见故障及排除 [J]. 仪器仪表用户, 2023, 30(08): 88-90.

[11] 陈宏伟, 胡高斌, 刘洲, 等. 发电厂继电保护二次回路的检修策略分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(01): 144-145.

[12] 彭荣. 火电厂辅机配电箱电机接地故障引起机组停运的分析与处理 [J]. 电工技术, 2022, (23): 279-280+283.

[13] 张泽晶. 火电厂继电保护装置二次电流回路完整性的测试方法 [J]. 化学工程与装备, 2022, (08): 290-291+303.

[14] 邵敏. 火电厂继电保护二次回路检修策略 [J]. 化学工程与装备, 2022, (07): 231-232+137.

[15] 费媛媛. 关于火电厂继电保护二次回路隐患排查技术探究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (23): 38-40.