

双电源双控制回路改造提升电厂风机稀油站运行可靠性研究

刘浩泽 孙建东 郝佳婷

国能亿利电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘 要：双电源双控制回路改造是电厂风机稀油站破除单电源运行弊端、提升设备运行可靠性的针对性技术改造手段。本文以亿利电厂 #1-4 炉引风机与一次风机稀油站为改造对象，梳理改造前稀油站在供电与控制体系中存在的实际问题，详细阐述双电源双控制回路的具体改造实施路径，探究改造全流程的风险防控要点与后期运维管理措施，验证改造技术在实际应用中的可行性与有效性。研究显示，改造后稀油站实现了电源与控制回路的独立运行，有效规避了油泵频繁启停、控制元件误动等故障，为风机乃至锅炉机组的安全连续运行筑牢基础。该改造实践可为同类型电厂稀油站的技术升级提供实操参考。

关键词：双电源双控制回路；电厂风机稀油站；运行可靠性

引言：电厂引风机、一次风机是锅炉系统稳定运行的核心辅机设备，稀油站作为其配套关键设施，承担着为风机与电机轴瓦输送润滑油的重要职责，其供油的稳定性直接影响机组的生产连续性。亿利电厂现有 #1-4 炉风机稀油站采用单电源供电、继电器组合控制的模式，存在电源故障无备用切换、控制元件易出现拒动误动等问题，不符合火电机组非计划停运管理的相关规范。为解决上述运行隐患，电厂开展稀油站双电源双控制回路改造工作，通过敷设独立电源电缆、升级控制元件、接入 DCS 系统重构控制逻辑等措施，优化稀油站供电与控制体系。本文结合此次改造实践，分析改造实施要点与风险管控措施，为电厂稀油站可靠性提升提供落地性方案。

1 电厂风机稀油站改造前的运行状态与现存问题

1.1 稀油站原有供电体系的配置特征

亿利电厂 #1-4 炉每台引风机、一次风机均配套设置就地稀油站，每套稀油站配置 2 台交流油泵并采用一主一备的工作模式，持续为风机与电机轴瓦提供 0.2MPa 的润滑油压，满足设备润滑冷却的工艺需求。原有稀油站的动力电源与控制电源均统一取自锅炉 MCC 单一段，其中一次风机 A 与引风机 A 稀油站电源均来自锅炉 MCCA 段，一次风机 B 与引风机 B 稀油站电源均来自锅炉 MCCB 段，每套稀油站的两台油泵共享同一路电源供给，未设置独立的电源回路与隔离保护措施，油泵的运行稳定性完全依附于对应 MCC 段的供电状态。

1.2 单电源供电模式引发的设备运行隐患

单一电源供给模式让稀油站存在明显的供电安全短板，一旦锅炉 MCC 对应段电源发生故障跳闸，稀油站将直接失去所有动力与控制电源，主备油泵均无法实现正常启停与联锁切换，进而造成油系统供油中断的严重问题。油系统压力降低过程中，备用油泵会因压力低于整定值启动、高于整定值停止，若油系统因进入空气等外界因素出现压力波动，备用油泵电机会在短时间内反复启停，绕组因频繁通断电产生大量热量极易出现烧毁故障^[1]。单电源回路也让两台油泵形成运行联动风险，一台油泵出现电气故障时易引发回路连锁故障，导致另一台油泵无法正常投用，形成“一台故障、全站停运”的运行缺陷，威胁风机轴瓦安全。

1.3 传统继电器控制体系的运行缺陷

稀油站原有电控箱以继电器、接触器为核心实现油泵启停与联锁保护功能，内部电气元件数量多且接线复杂，元件老化、接触不良等问题极易引发控制回路故障，大幅提升拒动、误动的发生概率。继电器的机械特性使其在长期频繁动作后易出现触点磨损、卡涩，主油泵故障时继电器拒动会导致备用油泵无法及时启动，造成油压持续降低；系统油压稳定时继电器误动则会让备用油泵无故启动，增加设备无效损耗。该控制体系未接入电厂 DCS 系统，运行人员无法在中央控制室实时监测油压、油温、油泵运行状态等关键参数，仅能通过就地巡检获取信息，参数监测存在明显滞后性，异常情况出现时难以及时干预，易将小故障扩大为设备停运事故。如下图 1，为单电源稀油站控制回路。

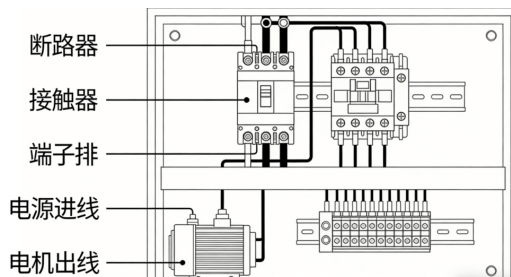


图 1 单电源稀油站电控箱图

2 电厂风机稀油站双电源双控制回路改造实施路径

2.1 双电源供电体系的改造设计与布线实施

稀油站双电源供电改造严格遵循《供配电系统设计规范》中双重电源的设计要求，对稀油站电源回路进行“一对一”优化改造，实现一路电源独立为对应的油泵、电加热及控制电源提供供给，两路电源互不交叉切换且保持完全独立。改造的核心思路为电气一次专业敷设动力电缆至稀油站就地控制箱，为一次风机 A 与引风机 A 稀油站控制箱额外引入 MCCB 段电源，为一次风机 B 与引风机 B 稀油站控制箱额外引入 MCCA 段电源，让所有稀油站的一号油泵由 MCCA 段独立供电、

二号油泵由 MCCB 段独立供电^[2]。具体布线选取锅炉 MCC 段的备用回路进行改造，引风机稀油站配置 YSM3-63HZ/330063/16 型开关，搭配 ZRC-YJV220.6/1KV36+14 型电缆；一次风机稀油站配置 YSM3-63HZ/330063/10 型开关，搭配 ZRC-YJV220.6/1KV34+12.5 型电缆，完成 #1-4 炉所有风机稀油站的两路独立电源引入与敷设。

2.2 双控制回路的硬件升级与元件配置

双控制回路改造以取消传统继电器控制、实现油泵独立控制为核心，对稀油站控制箱进行全面升级。每套稀油站由原有单一控制箱改为设置两个独立控制箱，分别对两台油泵进行单独控制，彻底消除原有控制箱内两台油泵控制回路的相互干扰。拆除原电控箱内所有用于控制油泵启停与保护的继电器、接触器串并联组合，为每个独立控制箱配置 ST500 系列 25A 额定电流的马达保护器，通过马达保护器实现对油泵的电气保护与远方/就地启停控制，替代传统继电器的控制功能。此次改造为 #1-4 炉引风机、一次风机稀油站采购 32 套控制箱及配套防护罩，配备足量的中间继电器、空开、指示灯等辅助电气元件，完成控制箱内部元件布局与接线^[3]。如下图 2，为双独立电路图。

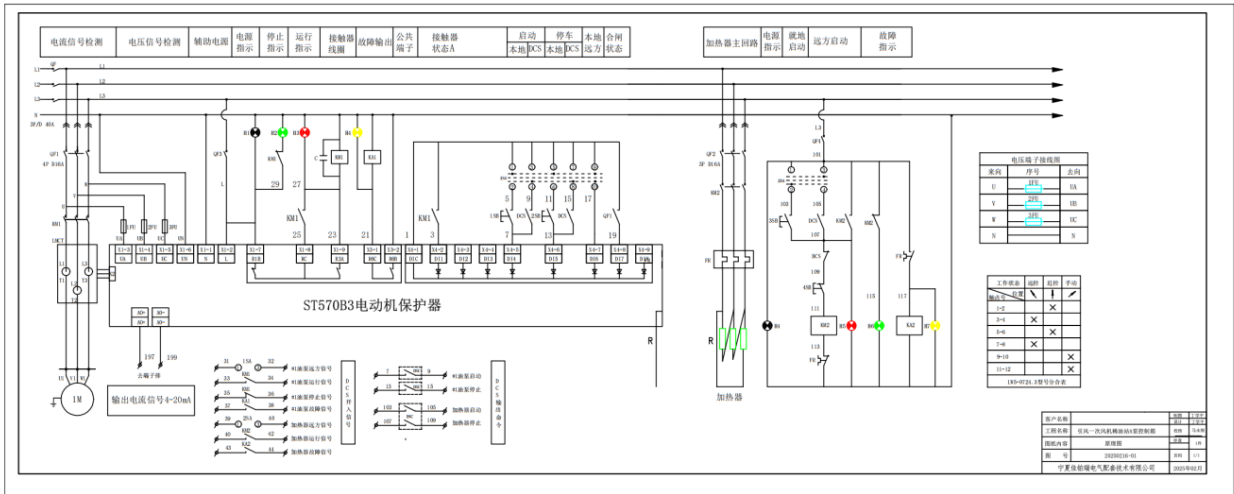


图 2 双独立电路图

2.3 基于 DCS 系统的控制逻辑重构与测点布置

稀油站双控制回路改造的核心环节是接入电厂 DCS 系统，通过热工逻辑实现油泵的联锁控制与参数的实时监测，替代原有独立的电气控制模式。将稀油站就地的油压、温度、滤网差压等测点经就地控制箱转接至 DCS 控制系统，由 DCS 系统承担稀油站主油泵启停、备用油

泵联锁的核心控制功能，取消原电控箱内油泵主备关系的所有电气联锁点，将原有高、低油压报警、启停备用等联锁信号全部传送至 DCS 控制柜。热工测点布置方面，为每台稀油站油泵出口母管设置 3 路 4-20mA 模拟量压力测点，油箱设置 PT100 温度测点，滤油器设置开关量差压测点，为油泵、加热器配置远方/就地状态、运

行/停止状态等开关量测点,以及油泵电流 4-20mA 模拟量测点,所有测点采用 ZRC-DJYPV 系列计算机阻燃电缆敷设并接入 DCS 系统对应卡件。基于 DCS 系统构建完善控制逻辑,油压信号采用三取中、三取一、三取二的逻辑运算实现备用油泵启动、风机跳闸等联锁保护,油箱温度实现加热器的自动联锁启停,滤网差压超标触发声光报警,同时将稀油站母管油压 $\geq 0.15\text{MPa}$ 设置为风机启动的允许条件,构建层层防护的控制逻辑体系。通过 DCS 系统控制逻辑重构后,稀油站故障响应时间从原来的平均 30 秒缩短至 5 秒以内,大大提高了故障处理的及时性。

3 电厂风机稀油站改造的风险防控与运维保障

3.1 改造施工全过程的风险防控措施

稀油站改造涉及电气接线、设备拆卸安装、受限空间作业等多个环节,存在设备停运、人员安全、工艺控制等多方面风险,需制定全流程的风险防控措施。施工前开展 HAZOP 分析全面识别改造中的工艺危害节点,对备用油系统进行严格的备机切换验证,确保改造期间备用油系统可正常投用,规避主机设备供油中断风险。针对动火作业严格执行动火作业许可制度,焊接、切割作业区域配备足量灭火器材并设置专人监护,清理易燃易爆物品防止油气遇明火引发爆燃。落实防泄漏措施,使用临时管道、盲板隔离改造区域油系统,设置应急收集槽防止润滑油泄漏。油箱内部清理等受限空间作业前,提前进行通风置换并检测内部油气浓度,配备便携式可燃气体检测仪实时监测,防止作业人员窒息、中毒。所有施工人员均接受油站安全专项培训,熟悉润滑油 MSDS 安全数据表,掌握油泄漏、火灾等场景的应急处置方法。

3.2 改造后的分阶段调试与系统投运标准

稀油站双电源双控制回路改造完成后,需按照分阶段调试原则开展设备试车与系统联调,确保各项功能达标后再正式投运。调试工作首先开展单机试车,对两台油泵分别进行空载运行测试,检查马达保护器的保护功能、就地/远方启停功能是否正常,检测油泵电机运行电流、温升等参数是否符合设计要求,确认单台油泵的运行稳定性。单机试车合格后开展油系统带压调试,检查油路管道、阀门、密封件是否存在泄漏,检测油系统油压调节能力,确保油压可稳定维持在 0.2MPa 额定值。完成油系统调试后开展与 DCS 系统的联调,测试各类测点信号传输准确性、控制逻辑执行有效性,模拟主油泵故障、油压降低、油温异常等工况,验证备用油泵联锁启动、加热器自动启停、风机联锁跳闸等功能的可靠性。系统投运前需对油品清洁度进行检测,确保油品达

到 NAS1638 等级要求,防止杂质进入油系统造成轴瓦磨损、油泵故障,所有调试数据记录存档并经专业技术人员验收合格后,方可实现系统正式投运。

3.3 改造后设备的标准化操作与后期维护

为充分发挥双电源双控制回路改造的技术效果,需制定标准化的日常操作规范与完善的后期维护管理制度。日常操作中,稀油站油泵设置就地与远程两种操作模式,就地操作模式下两台油泵无硬件联锁,运行人员可根据现场需求灵活启停油泵;远程操作模式下需先启动一台油泵,待现场确认油压正常后在 DCS 画面投入“互备”联锁按钮,实现两台油泵的互为备用功能,且无论转换开关处于就地还是远程模式,油泵互备功能均持续有效。运行人员需严格遵循油压控制指标,油压高于 0.2MPa 时允许风机启动,高于 0.35MPa 时关注 DCS 画面油压高报警,低于 0.15MPa 时确认备用油泵自动启动,低于 0.05MPa 时执行风机跳闸保护。后期维护方面,建立双电源系统每周 1 次定期检查制度,重点检查电源电缆、开关、接线端子的连接状态与绝缘性能,防止接触不良、绝缘老化等电源故障;对稀油站控制箱进行每日 1 次常态化巡检,及时发现马达保护器、指示灯等元件的异常情况,每月定期清理控制箱内部灰尘、油污,年度清理次数不少于 12 次。

结语

亿利电厂风机稀油站双电源双控制回路改造,精准解决了原单电源供电无备用、传统继电器控制易误动的核心运行隐患,为 #1-4 炉引风机、一次风机稀油站构建了互相独立的双电源供电体系与基于 DCS 系统的智能化双控制回路。改造后稀油站实现了油泵电源与控制回路的独立运行,油泵互备联锁功能更可靠,油压、油温等参数的监测与控制更高效,有效降低了油泵烧毁、供油中断等故障的发生概率,从根源上提升了稀油站的运行稳定性,为风机乃至锅炉机组的安全连续运行提供了坚实保障。此次改造的实践经验表明,电厂辅机设备技术改造需结合实际运行问题制定针对性方案,强化施工风险防控、分阶段调试与后期维护管理,该改造思路与实施方法可为同类型电厂稀油站的技术升级提供实操参考,助力电厂提升辅机设备运行可靠性。

参考文献

- [1] 马凯.发电厂励磁系统风机电源回路优化改造与调试探讨[J].电力系统装备,2020(3):31-32.
- [2] 杨润成.2MW 风机电气系统回路优化连接安装技术探析[J].模型世界,2025(31):117-119.
- [3] 曾令发.水电厂风机电控柜套餐化设计[J].红水河,2020,39(6):26-28,57.