

小电网自备电厂动力中心和汽轮机调速系统的应用

董叶吉

华新建材集团 湖北 武汉 430075

【摘要】：针对塔吉克斯坦索格特州弱电网环境下，华新水泥索格特公司 25 MW 自备电厂运行能耗高、稳定性差的问题，结合电厂“一炉带一机并网吸电”节能目标，重点开展动力中心综合保护系统改造与 505 汽轮机调速系统优化。本文分析弱电网条件下电厂运行核心痛点，阐述动力中心综保系统全工况保护逻辑完善方案，以及基于 505 组态重构的调速系统优化路径，通过分步试验与迭代调试，解决了电网波动引发的机组频繁脱网、保护误动等难题。改造后，电厂实现一炉带一机稳定运行，发电煤耗大幅下降，供电可靠性显著提升，为“一带一路”沿线弱电网条件下自备电厂改造提供工程参考。

【关键词】：弱电网；自备电厂；动力中心；综合保护；汽轮机调速系统；505 调速器；孤网运行

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.050

引言

华新水泥索格特公司是华新水泥在塔吉克斯坦投资建设的第二座水泥生产基地，为解决当地电力匮乏问题，配套建设 25 MW 容量自备电厂，实现厂区用电自给自足，是华新水泥海外首个用电完全自循环项目。电厂投运初期采用“两炉带一机”运行模式，发电煤耗高达 900 g/(kW·h)，能耗与经济性难以满足长期运营要求。在节能降耗与降本增效目标下，推行“一炉带一机并网吸电”运行模式成为必然选择。

塔吉克斯坦索格特州电网处于区域电网末端，供电容量小、支撑能力弱，水电占比过高导致频率与电压随径流与负荷大幅波动，对并网机组扰动极强。同时，动力中心原综保系统未针对典型故障场景做定制化优化，505 调速系统默认控制逻辑与弱电网特性不匹配，频繁引发机组跳闸、非正常孤网切换，严重威胁水泥线连续生产。为保障安全稳定运行，项目确立两大改造目标：完善动力中心综保系统，实现全工况安全防护；重构 505 调速系统控制逻辑，降低非正常孤网切换风险。

1 项目背景介绍

索格特公司厂是华新水泥在塔吉克斯坦投资建设的第二个工厂，地处塔吉克斯坦索格特州，当地电力匮乏，工厂配置装机容量 25MW 的自备电厂。该自备电厂使索格特公司成为华新首家实现用电自给自足的工厂，其建设和运行模式极大的扩展了华新海外发展空间，同时在建设和调试阶段也遇到了许多的技术难题。

电厂以前采用两炉带一机的运行方式，两台锅炉各带 50% 负荷，煤耗高达 900g/度电。在节能降耗的大环境下，一炉带一机并网吸电的运行方式势在必行。塔吉克国家电网装机容量小，且水电份额占到 95%，导致塔国电网供电质量差。索格特工厂外来电力来源于索格特州的电网末段，电力匮乏且只能为工厂提供 4000KW 电力负荷、电网电压日均变化±15%、频率日均变化±1Hz，对工厂正常并网吸电运行造成极大影响。

为了维持水泥工厂稳定运行，需要解决下面两方面的问题，有效保障工厂并网吸电稳定运行。

(1)通过对动力中心综保系统改造保障工厂发电和用电设备的安全。

(2)通过对 505 的重新组态提高汽轮机调速系统可靠性，减少跳孤网情况发生。

2 动力中心综保系统改造保用电设备安全

索格特工厂动力中心是连接塔吉克电网、自备电厂和工厂馈电回路的关键部分，综保系统又起到保护动力中心安全稳定运行的重要作用。

所以改造动力中心的综保系统，是保证工厂发电和用电设备的安全运行有效措施。当年索格特工厂完成外网电源接入，动力中心进入运行状态。随着电厂调试进度加快，对动力中心的综保系统改造变的更加迫切。经过现场调试的努力，工厂在并网吸电运行时，可能会遇到的情况慢慢地变的明朗。主要可以分为如下 6 类情况。

作者简介：董叶吉，男（1983，10.23），汉族，湖北省大冶市，工程师，本科学历，水泥厂电气及其自动化方向。

指标均达到预期目标，具体应用成效如下：

(1) 运行模式成功升级：彻底摒弃了高煤耗的“两炉带一机”运行模式，稳定实现了“一炉带一机并网吸电”节能运行模式，机组运行灵活性与经济性大幅提升，为企业降低了生产成本，提升了市场竞争力。

(2) 供电可靠性显著提升：通过综保系统改造与调速系统优化，机组对塔吉克斯坦弱电网波动的适应能力大幅增强，无计划停机次数大幅减少，电厂供电连续性与可靠性得到有效保障，为水泥生产线连续稳定生产提供了坚实支撑。

(3) 设备安全性全面提高：动力中心综保系统实现了全工况覆盖，保护动作精准可靠，有效避免了设备故障与故障扩大；调速系统的优化，减少了调门频繁动作对设备的磨损，延长了设备使用寿命，降低了设备维护成本。

(4) 节能降耗成效显著：发电煤耗较改造前大幅下降，能源利用效率显著提升，不仅降低了企业的能源成本，还响应了全球节能降耗的政策要求，实现了经济效益与社会效益的双赢。

(5) 运行管理水平提升：DCS 远程监控功能的实现，提升了机组运行的自动化水平，简化了运行操作流程，减少了操作人员的工作量，同时便于管理人员实时掌握机组运行状态，提升了运行管理效率。

参考文献：

- [1] 李海涛.孤网运行下汽轮机调速系统控制策略优化[J].电站系统工,2025,41(02):67-70.
- [2] 朱建国.6kV 厂用电系统改造中微机综合保护测控装置的应用[J].电力工程技术,2025,34(04):98-102.
- [3] 李建明.Woodward505 调速器在余热电站汽轮机控制中的应用[J].水泥技术,2024(03):78-81.
- [4] 张宣悦.矿井自备电站逆功率-防孤岛协同保护系统应用优化[J].煤炭工程,2026,58(01):112-116.
- [5] 王潜博,李涛,郭永飞,张荣彬.孤立电网工况下汽轮机控制优化研究[J].电力与能源进展,2025,13(06):271-277.

5 结论

针对塔吉克斯坦弱电网环境下自备电厂并网稳定性差、调速系统适配性不足、保护系统配置不完善等实际工程难题,本文以华新水泥索格特公司 25 MW 自备电厂为具体研究对象,重点开展了动力中心综合保护系统升级改造与 505 汽轮机调速系统组态重构两项核心技术工作。通过优化完善并网运行、负荷突变、机组跳车、孤网低周减载等各类典型工况的保护逻辑,搭建起覆盖全厂发供电设备的全方位安全防护架构;通过分阶段迭代调试与优化,将 505 调速系统原有的传统转速 PID 控制模式,成功升级为阀位限制与 DCS 远程协同控制相结合的新型控制模式,有效解决了电网扰动引发的逆功率跳闸、非正常孤网切换等突出问题。

工程应用实践结果显示,经过改造后的自备电厂,可稳定实现一炉带一机的节能运行模式,发电煤耗得到显著管控,供电连续性与设备运行安全性均获得大幅提升,能够良好适配小电网、高水电占比、电压及频率波动幅度大的外部运行环境。本文所提出的弱电网下自备电厂综合保护配置方案、调速系统控制策略重构路径,以及分步调试、迭代优化的工程实施方法,可为“一带一路”沿线国家及地区具有类似电网条件的自备电厂,在安全稳定运行、节能降耗改造及控制策略优化等方面,提供切实可行、可复制、可推广的工程实践参考与技术支持。