

兰科公司低浓度瓦斯燃烧供热项目 技改实践与降本增效成果

张旭刚

(山西兰科煤层气利用科技有限公司)

摘要:在煤炭行业聚焦降本增效与绿色转型的宏观背景下,山西兰科煤层气利用科技有限公司(以下简称“兰科公司”)依托伯方煤矿低浓度瓦斯(VAM)燃烧供热项目,针对试运行期间暴露的设备适配性不足、系统稳定性欠缺、运维成本偏高等问题,开展了技术改造。通过实施低浓度瓦斯气LNG掺混系统、瓦斯锅炉导流布风装置优化、热水循环系统过滤优化及锅炉炉头升级等四项关键技改措施,项目实现了运行稳定性、能源利用效率与运维经济性的显著提升。

经实践验证与数据核算,技改后项目年节约直接成本约31.6万元,瓦斯热能利用率(AEE)提升8个百分点,设备综合效率(OEE)提升15个百分点,年减少二氧化碳当量(CO_2e)排放约1248吨。相关成果已申请两项实用新型专利,技术方案具备良好的推广应用前景,为公司及行业的降本增效与绿色转型提供了可复制、可借鉴的实践路径。

关键词:低浓度瓦斯(VAM);燃烧供热;技术改造;降本增效;设备综合效率(OEE)

1 引言

低浓度瓦斯作为煤矿生产的伴生资源,长期排空不仅造成能源浪费,还存在显著的安全与环保隐患。根据《煤层气(煤矿瓦斯)排放标准(GB 21522—2024)》要求,符合标准的低浓度瓦斯需进行限排与资源化利用,这为煤矿企业的技术升级指明了方

向。为响应国家政策与公司“降本增效”发展目标,兰科公司以伯方煤矿低浓度瓦斯燃烧供热项目为载体,对项目近一年运行数据展开深入分析,数据显示项目存在非计划停机率8.5%、瓦斯热能利用率(AEE)82%、设备综合效率(OEE)65%等问题,核心症结集中在设备适配性不足、系统稳定性欠缺及运维成本偏高等方面。基于此,公司围绕核心问题制定多项技术改造方案,推动项目从“试运行调试”向

“稳定高效运行”转型。

2 项目运行期间核心技术改造实践

2.1 低浓度瓦斯气 LNG 换混系统

该项目在试运行期间,由于抽采瓦斯浓度的波动,导致燃烧介质浓度低于燃烧条件,使燃烧机频繁出现故障停机,影响工艺的稳定运行。针对这一问题,我们提出适当调配 LNG 气体,作为燃烧材料的补充,注入瓦斯输送系统,以确保系统稳定运行。经过多次试验和调试,我们成功改造了一种低浓度瓦斯气与 LNG 换混系统。该系统包括瓦斯气管、瓦斯配风设备和瓦斯浓度仪,以及 LNG 管道、减压阀、调节阀和多孔板。LNG 管道作为支路接入瓦斯气管,管道上设有减压阀和调节阀,调节阀位于减压阀的下游侧,并与瓦斯浓度仪相连。LNG 管道末端设有多孔板,板上分布若干气流孔,多孔板位于探头的上游侧(见图 1)。

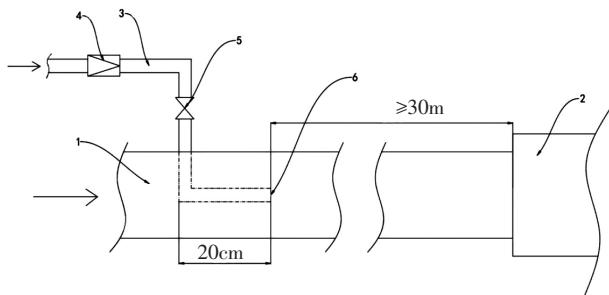


图 1 低浓度瓦斯 LNG 换混系统附图

本方案主要采用低浓度瓦斯与 LNG 混合的方式,调整最终的瓦斯气浓度。通过压阀、调节阀、多孔板及原有瓦斯浓度仪的协同配合,实现 LNG 的均匀稳定配入,并自动调节瓦斯气浓度,使其维持在指标工艺范围内。此举确保了直燃机组的长期、连续、稳定运行,尤其有效避免了突发停机时装置可能出现的潜在安全隐患。

系统的长周期稳定运行不仅减少了开停机频

次,还能更充分地利用低浓度瓦斯资源,从而为公司及服务单位创造更多经济价值。此外,参与人员为该方案申请了实用新型专利《一种低浓度瓦斯气 LNG 换混系统》(专利号:ZL202420659801.8)。

2.2 瓦斯锅炉导流布风装置

瓦斯的高效利用,一方面依赖于瓦斯燃烧的充分性,另一方面则取决于换热设备的高效能。为了更充分地利用瓦斯燃烧所释放的热量,我们对瓦斯锅炉的导流布风装置进行了优化改进,从而进一步提升设备的换热能力,有效减少热损失,缩短设备运行时间,降低系统电力消耗,最终实现运行成本的降低。

具体改造涉及了一种瓦斯锅炉导流布风装置,包括壳体,所述壳体的表面开设有进风口,所述壳体的内侧设置有导流板,所述壳体的内壁连接有放置架,所述放置架的顶部设置有布风板,所述布风板的表面开设有布风孔洞,所述布风板的顶部连接有两个 L 型固定块,两个所述 L 型固定块的一端开设有限位插槽,所述壳体的外壁连接有两个安装座,通过旋钮逆时针转动双向丝杆,使其外壁螺纹连接的两个螺纹连接块能够沿着导向杆进行对向移动,而随着两个螺纹连接块对向移动其顶部的 L 型插块一端则会从限位插槽内脱离,然后向上拉动布风板即可将其拆卸下来,从而方便工作人员清理布风板以及装置内部,(见图 2)。

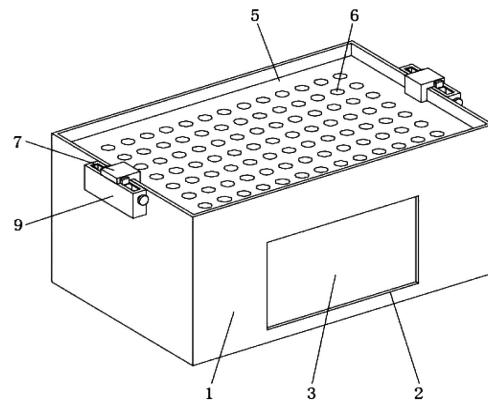


图 2 瓦斯锅炉导流布风装置

高效的换热设备不仅缩短了开机时间,还显著减少了设备损耗。此外,它为工艺装置的稳定运行提供了坚实保障。据粗略统计,该项改造完成后,平均每天可减少供热时间约1.5小时,节约用电30度。按照0.55元的平均电价计算,每年可节省电费约0.5万元。同时,参与人员已为该方案申请了实用新型专利《一种瓦斯锅炉导流布风装置》(专利号:ZL202421839432.7)。

2.3 热水循环系统过滤优化:新增Y型过滤器保障系统通畅

项目运行初期,热水循环系统频繁出现泵体故障和管路堵塞问题,这不仅影响了供热的稳定性,还大幅增加了设备维修成本。为精准解决这一问题,我们制定了过滤优化方案:在洗煤厂的4台循环泵前端及热水循环系统主管网回水管路的关键节点,新增了Y型过滤器。

该Y型过滤器采用高目数滤网设计,能够高效拦截水中粒径大于0.5mm的固体杂质,有效防止杂质进入泵体,从而避免机封磨损和叶轮卡滞(如图3)。同时,过滤器采用标准化滤芯结构,运维人员可借助专用工具快速拆卸和清洗,大幅降低了管路疏通与设备维修的操作复杂度。改造完成后,热水循环系统的杂质拦截效率提升了90%以上,因杂质导致的设备故障停机次数减少了85%,有效保障了供热管网水循环的稳定性,为后续能源的高效利用奠定了坚实基础。此外,循环泵机封更换频次由每月2-3次降至每季度1次,每年为公司节省了1.5万元的检修费用。

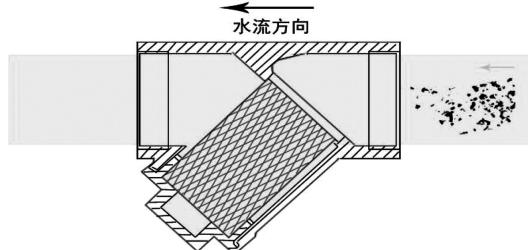


图3 Y型过滤器工作原理

2.4 锅炉炉头全面升级:水冷炉头+一体式软连接

原项目配置的2#锅炉炉头存在适应性弱、启炉困难的问题,且在运行过程中,随着掺混瓦斯流量的变化,会出现明显的震动现象,这不仅影响燃烧效率,还潜藏安全隐患。为此,我公司联合设备制造商展开技术攻关,启动炉头系统的全面升级改造工程,将3台锅炉的传统炉头悉数更换为定制化的水冷炉头,并配套更换炉头阻火器及一体式软连接,从而实现了设备性能与运维效率的双重提升。

水冷炉头有效解决核心运行问题:其内置独立冷水循环通道,能够实时带走炉头燃烧产生的多余热量,确保炉头工作温度稳定在安全区间。这一改造不仅彻底消除了原炉头因高温导致的点火困难现象,还避免了温度波动引发的设备形变。

一体式软连接优化了运维流程:配套更换的炉头阻火器与一体式软连接,采用标准化法兰接口设计,替代了原有的“软连接+硬连接”分段式结构。改造前,炉头与阻火器的拆装需调整管道对齐度、更换多个密封件,全程耗时3-5小时;改造后,运维人员通过法兰快速对接即可完成拆装,时间缩短至1小时内,大幅降低了检修劳动强度。此外,软连接的柔性补偿特性能够吸收锅炉运行产生的振动,减少管道应力对连接部件的磨损,瓦斯泄漏风险降低90%以上,进一步提升系统安全可靠性。

3 技改措施带来的降本增效成果

通过上述四项核心技改措施的落地,项目在成本节约、效率提升、安全保障与环保减排四个维度均取得显著成效,各项措施的效益呈现出“单点突破、整体协同”的特点。

第一,低浓度瓦斯气LNG掺混系统(专利号:ZL202420659801.8)有效避免了非计划停机导致的

表1 技改后综合效益分析表

技改措施	直接成本节约	效率/性能提升	安全/环保效益
LNG掺混系统 (专利 ZL202420659801.8)	避免非计划停机损失	OEE 提升 15% AEE 提升 8%	消除熄火安全隐患
导流布风装置 (专利 ZL202421839432.7)	年节约电费约 0.5 万元	每日减少供热 1.5 小时提升换热效率	无直接安全效益
Y型过滤器	年节省检修费 1.5 万元	机封更换频次大幅降低 无故障运行时间提升 60%	减少次生风险
水冷炉头+软连接	年节省约 7.5 万元	检修时间缩短至 1 小时内 提升燃烧稳定性	泄漏风险降低 90%+
总计	年节约直接成本约 31.6 万元 ¹	-	年减 CO ₂ e 约 1248 吨 ²

数据说明:

- 31.6 万元为各项直接与间接成本节约总和;
- 1248 吨 CO₂e 基于“年运行 300 天, 日均减少非计划停机 1 小时”测算。

生产损失,同时推动设备综合效率(OEE)提升 15 个百分点、瓦斯热能利用率(AEE)提升 8 个百分点,消除了因燃烧机熄火引发的安全隐患。

第二,瓦斯锅炉导流布风装置(专利号: ZL202421839432.7)实现年节约电费约 0.5 万元,通过提升换热效率使每日供热时间减少 1.5 小时,进一步降低了能源消耗。

第三,热水循环系统过滤优化带来年检修费用节约 1.5 万元,循环泵机封更换频次大幅降低,系统无故障运行时间提升 60%,减少了因设备故障引发的次生风险。

第四,锅炉炉头全面升级则实现年节约费用约 7.5 万元,检修时间大幅缩短,燃烧稳定性提升,瓦斯泄漏风险降低 90% 以上。

综合来看,项目年节约直接成本约 31.6 万元(含直接与间接成本节约总和),环保效益方面,基于“年运行 300 天、日均减少非计划停机 1 小时”的工况测算,年减少二氧化碳当量(CO₂ e)排放约 1248 吨,实现了经济效益与环境效益的双重提升。

4 结论与展望

本次技改实践充分表明,针对项目核心问题的精准诊断与靶向施策,是实现“节能降耗、降本增效”的关键,尤其是两项核心实用新型专利技术的应用,在设备适配性与系统稳定性提升提供了装备化解决方案。

未来,兰科公司将进一步深化技改成果的应用与拓展,做好工艺系统的“填平补齐”,将相关经验应用于公司其他低浓度瓦斯利用项目,推动低浓度瓦斯资源化利用技术向更高效率、低成本、更安全可靠的方向发展,为股份公司绿色转型与高质量发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国生态环境部,国家市场监督管理总局.煤层气(煤矿瓦斯)排放标准 (GB 21522—2024)[S]. 2024.
- [2] 一种低浓度瓦斯气 LNG 掺混系统 [P]. 中国实用新型专利, ZL202420659801.8, 2024.
- [3] 一种瓦斯锅炉导流布风装置 [P]. 中国实用新型专利, ZL202421839432.7, 2024.