

九江萍钢 1080m³高炉出铁场除尘系统超低排放改造设计与实践

刘祥 刘坚

九江萍钢钢铁有限公司 江西 九江 332500

【摘要】：针对九江萍钢钢铁有限公司炼铁厂西区 2#1080m³高炉出铁场原除尘系统布局不合理、处理能力不足、颗粒物排放超标、作业现场烟尘外溢、罐区除尘覆盖不全等问题，采用基础核心改造+后期管网专项升级分步实施模式开展超低排放改造。项目新增脉冲布袋除尘器实现南北出铁场除尘系统独立运行，配套管网扩能优化与变频智能控制，后期完成南北主管道连通、调节阀加装及北边罐区专用除尘管路增设，实现多工况除尘模式灵活切换与风量精准调配。改造后系统出口颗粒物排放浓度稳定 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ，全域烟尘捕集效率与作业环境显著改善，系统运行节能高效、改造成本可控。研究成果可为国内同类型高炉出铁场除尘超低排放改造提供工程实践参考。

【关键词】：高炉出铁场；超低排放；脉冲布袋除尘；管网优化；变频节能；钢铁行业

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.029

引言

高炉出铁场是钢铁企业颗粒物有组织与无组织排放的主要来源，其烟尘治理效果直接影响企业环保合规水平、现场作业安全及职业健康条件。2019 年国家发展改革委等五部门联合印发《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》，明确规定高炉出铁场颗粒物排放浓度限值 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ，全面推动钢铁企业环保设施提档升级。

九江萍钢钢铁有限公司西区 2#高炉有效容积 1080m³，设有南、北两个出铁场，原除尘系统采用单台 60 万 m³/h 脉冲袋式除尘器集中供风，服务范围包括南北出铁场、炉顶受料罐及 G3 转运站。长期运行中暴露出系统共用、风量分配失衡、关键点位捕集不足、排放无法稳定达标等问题。为落实国家超低排放政策、消除环保风险、改善作业环境，企业实施出铁场除尘系统超低排放改造，并采用分步实施、持续优化、最小干预生产的建设思路，在基础改造投运后开展管网专项升级，最终实现全工况、全覆盖、稳定达标治理目标。

1 项目概况与现存问题

1.1 项目基础概况

2#高炉于 2011 年建成投产，炉容 1080m³，配置南、北双出铁场，2019 年铁水产量 123.25 万吨。原除尘系统配置 1 台处理风量 60 万 m³/h 脉冲袋式除尘器，承担南北出铁场、炉顶受料罐及 G3 转运站除尘任务，设计排放浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ 。2020 年 1—5 月在线监测数据显示，系统最大排放浓度 12.10mg/m³，未满足超低排放限值要求。

1.2 系统核心问题

(1) 系统共用，运行冲突：单台除尘器服务范围过大，南北出铁场无法同步高效除尘，对罐、退炮等瞬时扬尘工况治理缺失，现场烟尘外溢明显。

(2) 风量不足，捕集低效：铁口顶吸、铁水罐位等关键点位管道截面偏小，风速与风量不足，烟尘捕集能力不足，无

组织扩散严重。

(3) 排放超标，合规风险：出口颗粒物浓度无法稳定达到 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ，不符合国家超低排放政策，存在生产经营环保风险。

(4) 覆盖不足，局部短板：出铁场除尘罩易扬尘，北侧出铁场 5 个罐区无专用除尘管路，局部点位治理存在盲区。

2 改造总体设计

2.1 设计原则

以安全可靠、环保达标、经济节能、灵活适配、分步优化为原则，严格满足国家超低排放要求；充分适配高炉现有生产工况与场地条件，兼顾系统节能运行与后期扩容升级；采用基础改造与专项升级相结合方式，以最小投入实现最优治理效果。

2.2 基础核心改造方案

(1) 系统分立，分区治理：新增 1 台处理风量 59 万 m³/h 脉冲布袋除尘器，过滤面积 $\geq 12300\text{m}^2$ ，设计过滤风速 $\leq 0.8\text{m}/\text{min}$ ，独立承担南边出铁场除尘；保留原除尘器，负责北边出铁场、炉顶受料罐及 G3 转运站除尘，实现南北出铁场系统独立运行。

(2) 管网扩能，布局优化：对铁水罐位、铁口顶吸除尘管路进行扩容改造，优化管路走向与阻力分布，提升源头捕集效率。

(3) 变频控制，智能节能：新增引风机配置变频控制系统，根据出铁、对罐、待机等不同工况实现低、中、高三档智能调节，在达标前提下降低电耗。

(4) 分步提标，控制投资：原除尘器本体暂不改造，后期通过更换高效布袋逐步实现超低排放，降低一次性投资压力。

2.3 后期管网专项升级方案

在基础改造稳定运行后，针对局部遗留问题实施专项升级，进一步完善系统功能：

(1) 主管道连通与阀控：将南北出铁场除尘主管道连通，加装电动/手动调节阀，实现跨区域风量灵活调配与系统互为备用。

(2) 罐区专用管路增设：北侧出铁场5个罐区各增设1根专用除尘管路，精准覆盖扬尘点位，消除治理盲区。

(3) 多模式切换运行：通过阀门启闭与分区供风协同，实现出铁、对罐、退炮、待机等多工况除尘模式一键切换，从源头杜绝除尘罩扬尘。

3 项目实施与建设管理

3.1 建设基本信息

项目建设单位：九江萍钢钢铁有限公司炼铁厂

基础改造选址：2#高炉主控室北侧 S102 皮带下方

占地面积：占用绿化面积 1273 m²

总投资：1420.27 万元

工期：基础改造绿化移植 45 天，主体建设工期 210 天；后期管网专项升级依托现有场地与系统实施，不新增用地与人员成本。

3.2 主要建设内容

(1) 基础改造内容：完成新增除尘器地基、土建、钢结构施工；安装除尘器本体、输灰系统、引风机、高低压电气及自动化控制系统；对接南侧出铁场除尘总管，完成风、水、电、气接口施工；实施罐位与顶吸管路改造；建设变频器室、配电室、操作室及备件仓库。

(2) 专项升级内容：完成南北主管道连通焊接与调节阀安装；完成北侧5个罐区专用除尘管路制作、安装与管网对接；开展系统联动调试，实现多模式稳定运行。

3.3 实施计划与组织

(1) 基础改造：总工期 210 天，分为施工准备(20d)→桩基施工(40d)→土建工程(40d)→设备安装(90d)→验收试车(20d)五个阶段。

(2) 专项升级：利用高炉单边出铁、夜间生产间隙分区域分步施工，设置备用除尘通道，最大限度降低对生产的干扰，施工周期短、安全风险可控。

4 投资与运行成本分析

4.1 项目投资构成

基础改造总投资 1420.27 万元，主要包括：除尘器本体 434.70 万元、设备材料 158.02 万元、土建基础 144.00 万元、罐位及顶吸管道改造 75.75 万元，以及设计、监理、环评等其

他费用。项目优先利用旧丰南分公司现有引风机与高压电机，显著降低设备采购成本。后期管网专项升级仅投入管道、阀门、施工等费用，新增投资低，性价比突出。

4.2 运行与折旧成本

项目为环保治理工程，无直接经济效益，但可保障环保合规与连续生产。投运后年运行费用 381.54 万元，其中电费 305.23 万元、氮气消耗 47.30 万元、设备维护费 29.01 万元；按 15 年折旧年限、残值率 5% 计算，年固定资产折旧费 89.95 万元；项目年综合运行成本 471.49 万元。后期专项升级未显著增加系统能耗，实现提质不增耗。

5 施工风险与控制措施

5.1 主要施工风险

(1) 基础改造区域紧邻高压电缆沟、地下水管网，与高炉生产交叉作业，存在机械伤害、触电、管网破损等安全风险。

(2) 专项升级涉及在役管网焊接与改造，施工不当易导致系统停运、扬尘反弹、生产中断。

5.2 风险控制措施

(1) 基础改造：施工前办理开挖许可，采用仪器探测与人工探坑相结合确认地下管网；桩基施工前人工开挖 3m 确认安全；专业人员全程监护，吊装与交叉作业执行专项方案与安全交底。

(2) 专项升级：分区域分段施工，保留备用风道，确保施工期间除尘系统不间断运行；焊接作业采取防尘与防火防护；严格利用生产间隙施工，减少与主线工序干扰。

6 改造效果与效益分析

6.1 环保达标效果

改造后新建除尘器出口颗粒物排放浓度稳定 $\leq 10\text{mg/m}^3$ ，原除尘器更换高效布袋后同步满足超低排放要求，全系统持续符合国家钢铁行业超低排放政策，在线监测数据合格，环保合规风险彻底消除。

6.2 除尘治理效果

南北出铁场实现独立高效除尘，专项升级后罐区全覆盖、管路无盲区，多工况模式切换精准适配生产节奏，除尘罩扬尘、罐区外溢、无组织扩散等问题彻底解决，作业现场环境与职业健康条件得到根本性改善。

6.3 运行与经济效果

变频智能调节与管网阀控风量调配相结合，系统运行灵活节能；专项升级未增加能耗，实现除尘效果提档与运行成本双优。项目充分利用旧设备与场地，整体投资可控，小投入实现大提升，具备良好的经济性与推广性。

6.4 综合效益

项目在保障高炉稳定生产的前提下完成环保提标改造,改善厂区环境与员工职业健康,提升企业绿色发展形象与市场竞争力,契合钢铁行业低碳绿色转型发展方向。

7 结论与展望

九江萍钢 2#1080m³ 高炉出铁场除尘系统采用**“基础核心改造+后期管网专项升级”的分步实施模式,以分场独立除尘+管网优化扩容+变频智能控制+阀控模式切换**为技术路

线,科学解决了原系统共用、风量不足、覆盖不全、排放超标等问题。改造后颗粒物排放稳定 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$,全域除尘覆盖、多工况精准适配、系统节能高效,改造成本与运行成本可控。

本项目形成的全流程、低成本、可复制的高炉出铁场除尘超低排放改造思路,不仅适用于 1080m³ 级高炉,也可为国内大、中型高炉出铁场环保改造提供工程参考;后续可进一步结合智能化监测、大数据调控等技术,实现除尘系统全自动、最优化运行,持续提升绿色制造水平。

参考文献:

- [1] 国家发展改革委等五部门.关于推进实施钢铁行业超低排放的意见[Z].2019.
- [2] GB 50017-2017,钢结构设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [3] GB 50235-2010,工业金属管道工程施工规范[S].北京:中国计划出版社,2010.
- [4] 九江萍钢钢铁有限公司.九江钢铁发〔2020〕181号,环境治理设施新、改、扩项目竣工验收监测管理规定[Z].2020.