

2025 年申报省科学技术进步奖项目公示材料

一、项目名称：

燃煤型石灰窑 CO 低温脱硝技术开发与应用

二、提名单位：

山西省金属学会

三、提名单位意见：

该项目以减污降碳协同增效为目标，围绕多污染物系统治理、低温脱硝等方面开展系统性技术研发与协同创新，形成了 CO 超低温脱硝工艺并成功应用。主要研究内容有 CO 低温脱硝催化剂开发、干法脱硫除尘+CO 低温脱硝工艺开发、CO 低温脱硝工艺优化等。该项目实施后，首钢长钢公司石灰竖窑烟气二氧化硫浓度降至 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物浓度降至 $60\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟气中 CO 去除率达到 41%，在达到超低排放指标的同时实现了 CO 协同减排，为应对未来的 CO 排放限制提供了有力的技术支撑。

该项目技术内容真实、可靠，环境效益、社会效益和经济效益显著，在工艺开发和装备集成上有较大创新，生产技术和产品性能处于国际先进水平，是一种绿色低碳的生产和应用技术。该项目符合提名要求，同意提名参加山西省科学技术进步奖二等奖的评审。

四、主要完成人：

苗振平、李子川、赵士奇、程向前、任思达、吴慧波、祝建波、李丽红

五、主要完成单位：

首钢长治钢铁有限公司

山西首钢国际工程技术有限公司

首钢集团有限公司

北京工业大学

东北大学

六、完成人合作关系说明：

产学研合作，共同知识产权，共同成果验收、共同专利及论文。

七、项目简介：

该项目属于冶金熔剂和环保领域。2022 年生态环境部等 7 部门联合印发《减污降碳协同增效实施方案》，提出开展烟气超低排放与碳减排协同技术创新，研发多污染物系统治理、低温脱硝等技术和装备的工作要求。首钢长钢公司石灰窑原有烟气净化工艺为湿法脱硫，无脱硝功能，氮氧化物浓度远高于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ，无法满足长治市最新环保标准。石灰窑烟气中 CO 含量达到 1.5% 左右，为了应对将来可能出台的 CO 限制政策，有必要进行烟气 CO 的治理。因此，首钢长钢公司联合各大研究院和高校，开发了燃煤型石灰窑 CO 低温脱硝技术，主要创新点如下：

1、针对石灰窑烟气特性，开发了一种 Sr-Ce 功能改性的 CO 低温、高效的脱硝催化剂，首次实现了燃煤型石灰窑烟气 CO 和 NO_x 高效同源协同治理。

2、研究了 O_2 、 SO_2 、CO、 NO_x 和粉尘颗粒物浓度及反应温度等对催化剂活性的影响，确定了最佳工艺参数，建立了干法脱硫除尘+CO 低温脱硝工艺路线，氮氧化物脱除率达到 82%，CO 脱除率达到 41%，实现了催化剂的高效、长寿运行。

3、构建了数值仿真模型，研究了反应器和整流器结构参数，优化了气流场和温度场，实现了工业化设计与应用及系统稳定运行。

本项目实施后，首钢长钢公司石灰窑烟气二氧化硫浓度降至 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，氮氧化物浓度降至 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，烟气中 CO 去除率达到 41%，在达到超低排放指标的同时实现了 CO 协同减排；CO 低温脱硝过程中，无需外购氨水等还原剂，有效避免了氨逃逸和氨水运输储存的风险。项目实施以来，石灰窑实现增产，累计产生效益 935.68 万元，另外节约氨水成本 154.22 万元，节约系统耗电 1658.88 万元，脱硫工艺运行成本降低 43 万元，合计产生经济效益 1856.1 万元。

本项目的成功实施，开创了烟气 CO 低温脱硝的先例，如果推广到更大规模的工业场景，比如烧结、水泥、火电行业，可实现大规模的 CO 和氮氧化物协同治理，为各行各业的低碳绿色发展提供助力，具有重大的推广价值。

八、客观评价：

开展烟气超低排放与碳减排协同技术创新，研发多污染物系统治理、低温脱硝等技术和装备，是钢铁行业减污降碳协同增效的重要工作内容。该项目首创燃煤石灰窑 CO 低温脱硝技术，填补了行业技术空白，为行业的发展提供了技术支持；无需氨水储运，规避危化品安全风险，降低生产能耗与运维成本，创造可观的综合经济效益；实现窑体增产，保障企业稳定生产；技术可推广至烧结、水泥、火电行业，为工业多污染物协同低碳治理提供成套方案，助力工业领域绿色低碳转型。

九、推广应用情况：

针对长钢公司石灰窑烟气 NO_x 、 SO_2 无法达标，且现场无热源的现实问题，2022~2023 年，通过对工艺原理的深入分析与研究，工艺项目的改善攻关，现场实际应用的推进，2 座石灰窑 CO 低温脱硝项目已正式投产，目前为止稳定运行 2 年以上。本项目实施后，首钢长钢公司石灰窑烟气二氧化硫浓度降至 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，氮氧化物浓度降至 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，烟气中 CO 去除率达到 41%，在达到超低排放指标的同时实现了 CO 协同减排；CO 低温脱硝过程中，无需外购氨水等还原剂，有效避免了氨逃逸和氨水运输储存的风险。项目实施以来，石灰窑实现增产，累计产生效益 935.68 万元，另外节约氨水成本 154.22 万元，节约系统耗电 1658.88 万元，脱硫工艺运行成本降低 43 万元，合计产生经济效益 1856.1 万元。

本项目的成功实施，开创了烟气 CO 低温脱硝的先例，如果推广到更大规模的工业场景，比如烧结、水泥、火电行业，可实现大规模的 CO 和氮氧化物协同治理，为各行各业的低碳绿色发展提供助力，具有重大的推广价值。

十、主要知识产权：

（一）授权专利 3 件：

- 1、一种混烧石灰竖窑取热烟气装置（ZL 2022116843914）
- 2、一种新型竖窑专用双层卸灰阀（ZL 2022223845426）
- 3、一种工业炉窑烟气降碳脱硫脱硝系统（ZL 2025113773275）

（二）实质审查阶段发明专利 3 件

- 1、烟气处理方法及装置（2024112191554）

2、一种无氨超低温 SCR 烟气脱硝系统（2025103690399）

3、一种竖窑结瘤的清理方法及相关设备（2025103691495）

十一、创新推广贡献：

该项目建成干法脱硫除尘+CO 低温脱硝工艺，窑尾 SO₂、NO_x 稳定达标超低排放，同步脱除烟气中的 CO，提前应对一氧化碳管控政策；依托稀土元素改性催化剂，以烟气 CO 作还原剂进行脱硝，不用氨水，消除氨逃逸污染隐患；优化流场保障装置长效稳定，高效协同削减氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳多类污染物，大幅降低石灰窑烟气污染物总排放，践行减污降碳协同要求。技术可推广至烧结、水泥、火电行业，为工业多污染物协同低碳治理提供成套方案，助力工业领域绿色低碳转型。

公示时间：2026 年 7 月 14 日--7 月 20 日，如有意见或问题，可自公示期间向首钢长治钢铁有限公司制造部反映。反映问题应实事求是，可当面反映、书面反映、电话反映，也可以通过电子邮箱反映电话：0355-5085521，电子邮箱：1121599185@qq.com。

首钢长治钢铁有限公司

2026 年 7 月 14 日