

Research on Flue Gas Pollution Control Method in Iron and Steel Plant

Linru Yang¹ Jingyuan Fu²

1. Shaanxi Longmen Iron and Steel (Group) Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710016, China

2. China Holding Water Supply Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710016, China

Abstract

Iron and steel plant refers to the production of steel factory, the operation link, the need to be iron ore and other raw materials for smelting, into the social needs of steel. This process involves a large number of high temperature and high pressure environment, but also emit a large number of waste gas, causing a serious impact on the environment, so the steel plant flue gas pollution treatment has become the key to the development of the industry. However, in the actual treatment link, there are many types of flue gas in steel plants, and the total scale is also large, and the treatment link is more difficult, which affects the implementation of environmental protection operations. In this context, this paper starts with the production of steel plants, analyzes the operation process, expounds the types and composition of flue gas pollution, studies the difficulties existing in the treatment link, and makes targeted solution strategies to realize the protection of the environment.

Keywords

steel plant; flue gas pollution; environmental protection; pollution control

钢铁厂烟气污染治理方法研究

杨琳茹¹ 付婧媛²

1. 陕西龙门钢铁（集团）有限责任公司，中国·陕西 西安 710016

2. 中持水务股份有限公司，中国·陕西 西安 710016

摘要

钢铁厂是指生产钢铁的工厂，作业环节，需要将铁矿石等原料进行熔炼，转化为社会需要的钢铁。此过程中涉及大量的高温高压环境，还会排放出大量的废气，对环境造成严重的影响，所以钢铁厂烟气污染治理就成为行业发展的关键。然而实际治理环节，钢铁厂的烟气类型较多，规模总量也较大，治理环节的难度较大，影响环境保护作业的落实。此背景下，论文就从钢铁厂生产入手，对其作业流程进行分析，阐述烟气污染的类型以及成分，研究治理环节存在的难点，并且针对性地制定解决策略，实现对环境的保护。

关键词

钢铁厂；烟气污染；环境保护；污染治理

1 引言

钢铁厂在作业环节需要对铁矿石等原料进行加工处理，过程中高温高压的环境会排放出大量的烟气，对当地的环境造成污染。此背景下，环境污染就成为钢铁厂发展的要点，需要钢铁厂管理人员结合生产流程，对烟气污染进行深入分析，阐述其成分以及危害，并且制定针对性的解决策略，在保证钢铁厂发展的同时降低烟气污染的程度。

2 钢铁厂烟气污染概述

钢铁厂是一个工业设施，专门生产钢铁和相关产品。

【作者简介】杨琳茹（1987-），女，中国陕西韩城人，硕士，工程师，从事环保节能管理研究。

它包括原料处理、熔炼、轧制等多个工艺步骤，最终将铁矿石转化为可用于建筑、制造等领域的钢材。钢铁厂的烟气污染主要包括二氧化硫、氮氧化物和粉尘等。这些污染物会对空气质量造成影响，对健康和环境带来负面作用^[1]。所以烟气污染的治理就成为钢铁厂发展的关键，需要钢铁厂管理者结合实际进行设计。

3 钢铁厂烟气污染的来源

钢铁厂的烟气污染的来源较多，主要包括以下方面，需要钢铁企业管理者对烟气的来源进行深入分析。首先，在烧结过程中，粉状铁矿石与煤粉混合并在高温下烧结，产生烟气。烟气中含有大量的粉尘、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）等。其次，高炉炼铁过程中，烧结矿与焦炭反应，产生大量的二氧化碳（CO₂）、一氧化碳（CO），以及其

他气体。而且在转炉炼钢过程中,碳和其他杂质被去除,这也会释放出二氧化碳和少量的一氧化碳。然后,电弧炉使用电弧加热废钢或直接还原铁,产生的烟气中可能含有二氧化碳、粉尘和少量其他气体。最后,钢铁厂通常需要大量能源来维持高温,这包括燃烧煤、天然气或其他燃料,这些燃料的燃烧会产生二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等污染物^[2]。综上所述,钢铁厂的烟气来源较多,这就导致烟气污染类型较多,治理环节的难度较大,会影响钢铁厂的发展。

4 钢铁厂烟气污染的危害与治理难点

4.1 危害

首先，粉尘和氮氧化物可引发哮喘、支气管炎和其他呼吸系统疾病。而且长期暴露于空气污染物中可能增加心脏病和中风的风险，某些污染物如砷和多环芳烃（PAHs）可能具有致癌性。其次，污染物如二氧化硫、氮氧化物和颗粒物会降低空气质量，导致雾霾和酸雨。通过沉降或雨水冲刷，污染物可能进入水体，影响水质和生态系统。而且沉降的污染物会使土壤质量下降，影响植物生长和土壤健康。最后，二氧化碳和一氧化碳等气体会加剧全球变暖和气候变化。综上所述，钢铁厂烟气污染不仅会影响周边的环境与气候，还会对相关人员的健康产生影响，所以钢铁厂烟气污染治理已经成为行业发展的关键。

4.2 难点

首先，处理高温烟气时，设备容易受到腐蚀和损坏，增加了维护和更换的难度；其次，烟气中含有多种污染物，如二氧化硫、氮氧化物和粉尘，每种污染物需要不同的处理技术，处理起来复杂；之后，有效的烟气治理技术（如脱硫、脱硝装置）通常需要大量能源和高昂的成本；然后，随着环保法规的严格和技术的进步，钢铁厂需要不断更新和适应新的治理技术，以满足新的排放标准；最后，烟气治理系统需要精确地操作和管理，以确保其高效运行，同时还需定期维护和检查。这些难点的存在直接影响钢铁厂烟气治理作业的开展，要求管理人员对这些难点进行深入分析，在此基础上制定针对性的防范措施。

5 钢铁厂烟气污染治理方法

5.1 脱硫技术

钢铁厂烟气污染中，二氧化硫作为常见的污染物，是需要治理的关键，需要相关人员通过以下手段进行设计：一是湿法脱硫，可以通过烟气中的二氧化硫（ SO_2 ）与石灰浆反应，生成石膏（ CaSO_4 ），此法适合处理高浓度 SO_2 。还可以利用氨水（ NH_3 ）与 SO_2 反应生成氨硫酸盐，适合处理低浓度 SO_2 ，副产品易于处理。二是干法脱硫，可以使用干粉吸收剂喷入烟气中，吸收 SO_2 并形成干燥的副产品，适用于高温烟气。也可以将烟气与吸收剂在流化床中混合，反应生成固体副产品，适合大规模应用。三是可以在烟气中喷入干粉吸收剂（如石灰或碱土金属盐），反应后生成的固

体副产品可通过除尘系统移除, 适合处理中等浓度 SO_2 。这些技术帮助钢铁厂有效减少 SO_2 排放, 符合环保法规。钢铁厂脱硫技术如图 1 所示。

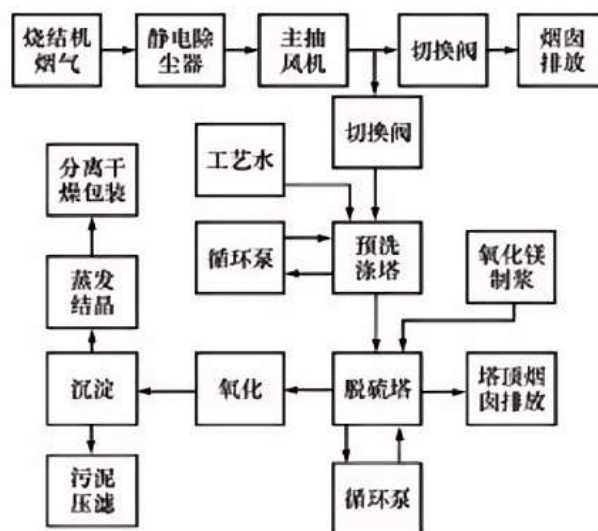


图 1 钢铁厂脱硫技术

5.2 脱硝技术

脱硝也是钢铁厂烟气污染治理的关键性技术，可以通过以下方法实现：一是选择性催化还原（SCR），可以使用氨气（ NH_3 ）或尿素在催化剂的作用下将烟气中的氮氧化物（ NO_x ）还原为氮气（ N_2 ）和水（ H_2O ），适用于高效去除 NO_x ，设备成本较高；二是选择性非催化还原（SNCR），直接将氨气或尿素喷入高温烟气中，利用高温条件下的化学反应去除 NO_x ，成本较低但效率稍逊于 SCR；三是低氮燃烧技术，通过调整燃烧过程的条件（如控制燃烧温度、改进燃烧器设计等）减少 NO_x 的生成，是一种预防性措施。这些技术有助于减少钢铁厂的氮氧化物排放，改善空气质量。

5.3 除尘技术

钢铁厂烟气污染中，灰尘也是常见污染物，除尘技术也就成为烟气污染治理的关键，需要通过以下手段进行解决：一是可以引进电除尘器，利用电场将烟气中的颗粒物（如粉尘）带电，再通过电场力将其吸附到电极上，最后收集起来。该技术可以高效去除细小颗粒物，适用于大规模应用。但是投资和维护成本较高，对某些化学性质的颗粒物处理效果较差。二是应用袋式除尘器，烟气通过过滤袋时，颗粒物被捕集在袋表面，清洁的气体通过袋子流出。可以高效去除细小颗粒，适应性强，处理效果稳定。但是需要定期更换滤袋，操作维护复杂。三是湿式电除尘器，该技术将湿气体通过电场处理，捕集水中悬浮的颗粒物，常与湿式脱硫装置结合使用。作业时，该技术适合高湿度环境，有效去除较大颗粒物和部分液滴。但是设备投资较高，对低温烟气效果有限。四是湿式洗涤器，烟气通过喷淋装置与液体（如水或化学溶液）接触，颗粒物被液体捕集并带走。该技术除尘和去除气体污染物（如 SO_2 ）效果好，能同时处理气体和颗粒

物。缺点是能耗较高,处理液体需要处理和再利用。五是可以引进旋风分离器,该设备利用离心力将较大的颗粒物从烟气中分离出来。设备的结构简单,维护方便,适用于较大颗粒物的去除。缺点是对细小颗粒物的去除效率较低。综上所述,这些除尘技术各有优缺点,通常根据钢铁厂的具体工况和排放要求来选择合适的技术。

5.4 重视钢铁厂的环保设备管理

钢铁厂的烟气污染治理环节,要重视烟气治理设备的管理,烟气治理设备主要包括电除尘器、布袋除尘器、脱硫装置和催化剂床等。例如,布袋除尘器的滤袋需使用耐高温和耐腐蚀的材料,而催化剂床则需使用高效的催化剂材料以确保反应效率和寿命。而且钢铁厂的烟气治理系统经常面临高温和腐蚀性气体的挑战,因此需要使用耐腐蚀材料,如耐酸碱合金钢或特种塑料。另外,应重视设备的维护和更换,烟气治理设备中的原材料和部件(如滤袋、催化剂和管道)需要定期检查和更换,以保持治理效果。定期的维护和及时的更换可以防止设备效率下降和污染物的过度排放。而且在更换或清理过程中产生的废弃物(如滤袋、催化剂残渣等)需要妥善处理,以避免二次污染。这些废弃物通常需要按照环保法规进行分类和处置。通过以上措施,可以有效地控制和降低钢铁厂的烟气污染,保护环境和提升生产效率。

5.5 废气回收利用技术

废气的回收利用是钢铁厂烟气污染治理的关键技术,常见手段主要有以下几种:一是烟气余热回收技术,通过余热锅炉或热交换器回收烟气中的热能,用于发电或加热,提高能源利用率。该技术可以节省能源,减少燃料需求和排放。二是气体回收与利用,可以回收烟气中的可燃气体(如一氧化碳、氢气),用于炉内再燃或其他工艺。三是冷凝回收,可以利用冷凝器将烟气中的水蒸气冷凝成液态水,回收其中的化学物质和能源。还可以通过干式电除尘器或过滤器回收烟气中的固体颗粒,常用于粉尘的回收和再利用。四是要重视气体分离与再利用,可以利用膜分离、吸附等技术分离烟气中的主要成分(如 CO_2 、 NO_x),并将其再利用或进一步

处理^[3]。这些回收技术能显著减少钢铁厂的废气排放,并提高整体资源利用效率。

5.6 气体冷却技术

钢铁厂烟气污染治理中的气体冷却技术主要用于降低烟气温度,以便后续的污染物控制和废气处理。钢铁厂管理者可以通过以下手段进行应用:一是可以引进空气冷却器,利用空气作为冷却介质,通过空气冷却器(如风冷式冷却器)将烟气温度降低。冷却器内的热烟气与外部空气进行热交换。该设备的结构简单,维护方便,适合较低温度范围的冷却。二是水冷却器,通过水冷却器(如水冷却塔或冷却盘管)将烟气与冷却水接触,利用水的蒸发或流动带走烟气中的热量。该技术冷却效果显著,适用于需要大规模冷却的钢铁厂。三是喷雾冷却,一般在烟气流中喷洒水雾,通过水雾的蒸发带走热量,从而降低烟气温度。该技术的冷却效率高,可以有效降低烟气温度,适用于温度变化较大的场合和需要快速冷却的情况下^[4]。通过合理选择和优化这些冷却技术,可以有效降低烟气温度,提高后续污染治理的效率。

6 结语

在钢铁工业中,烧结烟气是最主要的污染源之一,也是节能和环境综合整治的重点。因此,应通过烧结烟气的再利用,降低总的烟尘排放量和产生的污染物,并有效回收燃烧产生的余热,利用除尘技术,降低进风口的粉尘浓度,还可以采用部分烟道选择性脱硫工艺,降低脱硫设备的固定资产投资,在保证钢铁厂生产的同时降低其污染。

参考文献

- [1] 韩军赞,张洁,闫威卓,等.燃煤电厂和钢铁厂烧结烟气有色烟羽排放特征与管控建议[J].环境工程,2024,42(2):144-151.
- [2] 韩旭,李峰.某钢铁厂烧结烟气超低排放CEMS预处理系统升级改造浅析[J].分析仪器,2021(5):78-84.
- [3] 杨万才.钢铁厂烧结机烟气脱硝工艺路线分析[J].山东化工,2019,48(12):214+216.
- [4] 梁昌义.钢铁厂烟气污染治理技术分析[J].环境与发展,2018,30(6):65-66.