

# 钢铁企业烧结工艺节能环保技术探讨

王新鑫<sup>1</sup> 乔林春<sup>1</sup> 黄伟<sup>2</sup> 邵兴隆<sup>2</sup> 李敬<sup>1</sup> 黄克勤<sup>1</sup>

1. 上海二十冶建设有限公司中国二十冶集团有限公司 上海 200000

2. 武汉钢铁有限公司 湖北 武汉 430000

**摘要:** 在绿色发展的时代背景下,钢铁企业烧结工艺的节能环保施工技术显得尤为重要。本文深入剖析了烧结工艺中的能耗及污染物排放关键环节,针对性地提出了一系列切实可行的节能环保技术策略。经过严谨的研究与实践验证,这些策略在显著降低能耗、减少污染物排放方面成效显著,为钢铁行业迈向绿色、可持续的未来提供了坚实的技术支撑与实践路径。

**关键词:** 钢铁企业; 烧结工艺; 节能环保; 施工技术

## 引言

在现代化工业浪潮中,钢铁行业屹立不倒,成为支撑国民经济的关键力量。然而,其高能耗、高排放的生产模式也让环保问题日益凸显。特别是烧结工艺,作为钢铁制造的核心环节,其能耗与污染物排放均占比较大。鉴于此,深入探讨与研究烧结工艺的节能环保施工技术,显得至关重要。这不仅有助于为钢铁行业的生产方式带来革新,更是对实现整个行业的绿色可持续发展有着深远的意义。

## 1 烧结工艺能耗及污染物排放分析

烧结工艺,作为钢铁生产中的关键环节,是一个将铁矿粉、熔剂、燃料等多种原料经过特定比例混合后,在高温条件下烧结成块的过程。这一过程不仅涉及复杂的物理化学变化,还伴随着大量的能源消耗和污染物排放。首先,从能耗方面来看,烧结工艺的主要能源消耗包括燃料消耗和电耗。燃料消耗主要用于提供烧结过程所需的高温环境,常见的燃料有焦炭、无烟煤等。电耗则主要用于驱动烧结设备、风机、泵等辅助设备的运行。这些能耗不仅直接影响到烧结成本,还间接关系到钢铁企业的整体能效水平。其次,在污染物排放方面,烧结工艺产生的废气、废水、固体废弃物等都对环境造成了一定影响。废气中主要包含二氧化硫、氮氧化物、粉尘等有害物质,这些物质若未经处理直接排放,将对大气环境造成严重污染。废水中则可能含有重金属、油污等有害物质,处理不当会对水体环境造成危害。固体废弃物主要包括烧结矿渣、除尘灰等,这些废弃物若不能得到合理利用或处置,不仅会占用大量土地资源,还可能对土壤和地下水造成污染。因此,针对烧结工艺的能耗和污染物排放问题,钢铁企业需要采取有效的节能环保措施,以降低能耗、减少污染物排放,实现绿色可

持续发展。这既是企业应对环保法规要求的必然选择,也是提升自身竞争力、实现可持续发展的重要途径<sup>[1]</sup>。

## 2 节能环保措施

### 2.1 优化原料配比

在钢铁企业的烧结工艺中,原料配比是一个至关重要的环节。通过合理调整原料的配比,不仅可以优化烧结矿的质量,还能显著降低燃料消耗和废气排放,从而实现节能环保的目标。优化原料配比的核心在于精确控制各种原料的比例。这需要根据原料的化学成分、物理性质以及烧结过程中的反应特性进行综合考虑。例如,适当增加熔剂的用量可以降低烧结温度,从而减少燃料消耗。熔剂中的钙、镁等成分可以与烧结矿中的硅、铝等氧化物发生反应,形成低熔点的化合物,这些化合物在较低的温度下就能熔化,从而促进烧结过程的进行。此外,提高铁矿粉的品位也是优化原料配比的重要手段之一。铁矿粉的品位越高,其含有的有用成分就越多,烧结过程中产生的废气中的有害物质含量也就越低。因此,在选购铁矿粉时,应优先选择品位高、杂质少的优质铁矿粉。同时,还可以通过采用先进的选矿技术,对铁矿粉进行预处理,进一步提高其品位和烧结性能。除了增加熔剂用量和提高铁矿粉品位外,优化原料配比还可以考虑添加其他辅助原料。例如,添加一定量的还原剂可以降低烧结过程中的氧气含量,从而减少燃料的消耗;添加粘结剂可以改善烧结矿的强度和粒度组成,提高其质量和使用性能。需要注意的是,优化原料配比并不是简单地增加或减少某种原料的用量,而是需要根据实际情况进行综合考虑和调整。因此,在实际操作中,应加强原料的质量管理和控制,建立完善的原料检测和分析体系,确保原料的质量和稳定性。同时,还应加强与供应商的合作和沟通,及时了解原料的市场行情和供

应情况，为优化原料配比提供有力的保障。

## 2.2 改进烧结设备

在钢铁企业的烧结工艺中，烧结设备是实现节能环保的关键。传统烧结设备由于技术落后、效率低下，往往伴随着高能耗和高排放的问题。因此，采用高效、节能的烧结设备成为钢铁企业追求绿色生产的重要手段。大型化烧结机是现代钢铁企业常用的节能设备之一。相较于小型烧结机，大型烧结机具有更高的生产效率和更低的单位能耗。这是因为大型烧结机在相同的生产条件下，可以处理更多的原料，从而减少了设备的频繁启停和空载运行时间，降低了能耗。此外，大型烧结机还采用了先进的布料系统、点火装置和密封技术，进一步提高了烧结效率和能源利用率。自动化和智能化技术的应用也为烧结设备的节能环保带来了革命性的变革。通过引入自动化控制系统，钢铁企业可以实现对烧结过程的精确控制，减少人为操作失误和能源浪费。智能化技术则可以通过对烧结过程的数据进行实时采集和分析，优化烧结参数，提高烧结质量和能源利用效率。例如，利用人工智能技术，可以对烧结机的布料厚度、点火温度等关键参数进行智能调整，以达到最佳的烧结效果和最低的能耗。除了大型化、自动化和智能化，烧结设备的节能环保还可以通过其他途径实现。例如，改进烧结机的密封性能，减少漏风率，可以降低烧结过程中的热量损失和废气排放；采用高效的冷却系统，可以快速将烧结矿冷却至适宜的温度，减少能源的浪费；使用耐磨、耐高温的材料制造烧结机关键部件，可以延长设备的使用寿命，减少维修和更换的频率，从而间接降低能耗和排放。

## 2.3 废气治理技术

在钢铁企业的烧结工艺中，废气治理技术是节能环保施工技术的重要组成部分。随着环境保护意识的提升和法规的日益严格，钢铁企业正积极探索和采用先进的废气治理技术，以实现清洁生产和可持续发展。烟气脱硫技术是废气治理中的关键环节之一。在烧结过程中，会产生含有二氧化硫的烟气，如不经处理直接排放，将对大气环境造成严重的污染。因此，采用高效的烟气脱硫技术，如石灰石-石膏法、氨法等，能够有效地去除烟气中的二氧化硫，显著降低其排放浓度，从而达到国家环保标准。除了烟气脱硫技术，脱硝技术也是废气治理的重点。在钢铁企业的烧结烟气中，氮氧化物也是主要的大气污染物之一。通过使用选择性催化还原（SCR）技术或选择性非催化还原（SNCR）技术等先进的脱硝手段，能够显著减少氮氧化物的排放，减轻对环境的污

染压力。此外，除尘技术也是废气治理中不可或缺的一部分。在烧结生产过程中，会产生大量的粉尘颗粒物，严重影响空气质量和工作环境。采用袋式除尘器、静电除尘器等高效的除尘设备，能够捕获并去除烟气中的粉尘颗粒物，使排放的烟气更加清洁。值得一提的是，这些先进的废气治理技术不仅有助于钢铁企业实现达标排放，更有助于推动整个行业的绿色转型和可持续发展。通过将废气治理技术与生产工艺的紧密结合，钢铁企业能够在实现经济效益的同时，更好地履行社会责任，保护环境<sup>[2]</sup>。

## 2.4 余热回收利用

在钢铁企业的烧结工艺中，余热回收利用是一项至关重要的节能环保施工技术。烧结过程中，大量的高温废气被排放，其中蕴含的热量若不进行有效回收，将造成巨大的能源浪费。因此，实施余热回收利用技术，不仅有助于提高企业能源利用效率，还能显著降低生产成本，减少环境污染。具体而言，余热回收利用技术主要包括两个方面：一是预热烧结原料，二是进行余热发电。首先，通过热交换器等设备，将烧结废气中的余热用于预热烧结原料。这样，原料在进入烧结机前就能达到较高的温度，从而减少了烧结过程中的能耗。同时，预热原料还能改善烧结矿的质量，提高烧结效率。其次，余热发电是另一种有效的余热回收利用方式。钢铁企业可以利用烧结废气中的余热，通过余热锅炉产生蒸汽，进而驱动汽轮机发电。这种方式不仅可以将废热转化为电能，为企业提供额外的电力供应，还能在一定程度上缓解电网的供电压力。此外，余热发电还能减少企业对化石燃料的依赖，降低碳排放，有助于实现绿色、低碳生产。当然，在实施余热回收利用技术时，钢铁企业还需要注意以下几点：一是要确保余热回收设备的安全可靠运行，避免因设备故障导致的生产中断或安全事故；二是要合理规划余热回收系统的布局和管道走向，以减少热量损失和传输阻力；三是要定期对余热回收设备进行维护和保养，延长设备使用寿命，提高回收效率。

## 2.5 固体废弃物资源化利用

在钢铁企业的烧结工艺中，固体废弃物的产生是一个不可避免的问题。这些废弃物如果不加以妥善处理，不仅会对环境造成压力，还会浪费大量有价值的资源。因此，实现固体废弃物的资源化利用，既是环保的需要，也是资源可持续利用的重要途径。首先，对于烧结过程中产生的固体废弃物，我们需要进行详细的分析和分类。通过化学分析、物理测试等手段，确定废弃物的主要成分、有害元素含量以及潜在的利用价值。根据分

析结果,将废弃物分为不同的类别,如高炉渣、钢渣、除尘灰等,为后续的资源化利用提供依据。针对不同类型的固体废弃物,我们可以采取不同的资源化利用措施。例如,对于高炉渣和钢渣,它们含有较高的铁、钙、镁等元素,可以用于生产建筑材料,如水泥、砖块等。通过破碎、磨细、配料等工艺处理,这些废弃物可以变废为宝,实现资源的再利用。同时,还可以减少天然资源的开采,降低生产成本,具有良好的经济效益和环境效益。此外,对于含有有害元素的废弃物,如除尘灰等,我们需要采取更加谨慎的处理方式。一方面,可以通过化学方法提取其中的有用元素,如锌、铅等,实现资源的回收;另一方面,对于无法提取有用元素的废弃物,我们需要进行无害化处理,如固化、稳定化等,确保其不会对环境 and 人体健康造成危害。为了实现固体废弃物的资源化利用,钢铁企业还需要建立完善的收集、运输、储存和处理体系。通过合理的物流安排和仓储管理,确保废弃物能够及时、安全地送达处理场地。同时,还需要加强技术研发和创新,不断提高废弃物资源化利用的技术水平和效率<sup>[1]</sup>。

### 3 实践应用与效果评估

在钢铁生产过程中,烧结工艺是不可或缺的一环,但其高能耗和重污染的特性一直是制约钢铁行业绿色发展的难题。近年来,随着环保意识的增强和技术的不断进步,钢铁企业开始积极探索和实践烧结工艺的节能环保技术。通过对一系列节能环保技术措施的实践应用和效果评估,这些努力在降低烧结工序的能耗和污染物排放方面取得了令人瞩目的成效。

以武汉某钢铁公司新一烧生产线为例,该企业针对烧结工序实施了一系列的技术改造和环保措施。经过实践应用,这些措施在节能减排方面取得了显著成果。首先,在能耗方面,通过优化原料配比、改进烧结设备、提高热效率等措施,单位成品烧结矿的工序能耗降低至为45.180kgce/t,比国家发改委、生态环境部、工业和信息化部联合发布的《钢铁行业(烧结、球团)清洁生产评价指标体系》中该指标的I级基准值( $\leq 49\text{kgce/t}$ )犹低7.8%。这意味着在同样的生产规模下,企业能够节省大

量的能源成本,同时也减少了对有限能源资源的依赖。

其次,在废气排放方面,该企业实施了严格的烟气治理和余热回收利用措施。通过引入先进的烟气脱硫、脱硝、除尘和余热发电技术,废气排放浓度下降了30%,年余热利用发电量超1.2亿度。这一成果不仅减少了有害物质的排放,改善了大气环境质量,且提供了资源利用率、降低了企业生产成本,同时也为企业赢得了良好的社会声誉和政府支持。

此外,在固体废弃物的处理上,该企业也取得了重要突破。通过引进固体废弃物资源化利用技术,企业成功地将废弃物变废为宝,提高了资源化利用率达25%。这不仅减少了废弃物的处理压力,还为企业带来了新的经济效益和环保效益。

这些成果的取得,离不开企业对节能环保工作的高度重视和持续投入。企业不仅引进了先进的技术和设备,还加强了对员工的培训和管理,确保了各项节能环保措施的有效实施。同时,企业还积极与科研院所和高校合作,共同研发新的节能环保技术,为钢铁行业的绿色发展提供了有力的技术支撑。

### 结语

在探索钢铁企业绿色发展的道路上,本文深入研究了烧结工艺的节能环保技术,通过实践应用和效果评估,验证了这些技术的有效性。展望未来,科技的持续进步和环保标准的不断提升,将共同推动钢铁行业向更加绿色、高效的方向迈进。钢铁企业应积极响应,持续加大在节能环保技术方面的研发和应用投入,为实现行业的绿色转型和可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]竹涛,张星,薛泽宇,吕怡蓉,于洋,林军,钱振清.钢铁行业HAPs控排分析:以烧结工序为例[J].环境工程,2019,37(08):111-116.
- [2]刘玉东.烧结烟气循环技术应用现状及分析[J].中国金属通报,2019(07):188+190.
- [3]王锋,张俊,鄢俊懋,周继程,田新中,齐渊洪.烧结机风箱中烟气排放规律及分析[J].钢铁,2019,54(06):96-102+120.