

湿式电除尘技术分析及其在钢铁行业中的应用

陆洪周, 刘贤超, 沙 也

(江苏沙钢钢铁有限公司, 江苏 苏州 215625)

摘 要 湿式电除尘技术是一种高效环保的烟气净化技术, 在钢铁行业的应用范围较为广泛。这项技术主要是通过电场力的作用, 让烟气中的粉尘颗粒荷电, 并将粉尘颗粒收集起来, 实现净化烟气的目标。基于此, 本文从工作原理、技术优势和设备类型等方面分析了湿式电除尘技术, 并探讨了其在钢铁行业中的实际应用和应用前景, 以期对实现湿式电除尘技术的可持续性发展有所裨益。

关键词 湿式电除尘技术; 钢铁行业; 粉尘颗粒

中图分类号: X75

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0055-03

湿式电除尘器主要用于钢铁、电力和化工等领域, 可以有效去除烟气中的颗粒物和污染物, 改善空气质量, 保护环境。这一设备和传统的干式电除尘器相比, 有着更高的除尘效率, 可以去除更细小的颗粒物。在钢铁行业的实际应用中, 湿式电除尘器可以净化煤气和烟气, 高效去除有害物质, 提升煤气的质量和烧结矿的品质, 更好地满足人们的使用需要, 促进经济效益和社会效益的提高, 对企业经济发展和环境保护有着重要影响。

1 湿式电除尘技术分析

1.1 湿式电除尘技术工作原理

湿式电除尘器主要由电场系统和冲洗系统组成。其中, 电场系统包括高压电源、电极和集尘极, 是湿式电除尘器的核心部分。高压电源产生的高压电场可以使电极与集尘极之间形成电场, 在含尘烟气通过时, 粉尘颗粒会荷电, 荷电的粉尘颗粒还会在电场力的作用下移动至集尘极, 并被吸附于其表面。集尘极表面附着的粉尘要进行定期的冲洗来维持设备的正常运行。这需要冲洗系统发挥作用, 冲洗系统由喷水喷嘴、排水系统和污泥处理系统组成。喷嘴喷出的水不仅可以将粉尘冲刷干净, 还能对集尘极起到湿润作用^[1]。冲刷的粉尘随着水流进入排水系统, 再经过处理系统的处理, 然后排出, 实现重复利用。湿式电除尘技术主要通过以下机制进行运转。第一, 电场强化机制。过高压电场的作用, 湿式电除尘器可以使烟气中的粉尘颗粒荷电并被吸附到集尘极上。这种工作模式和传统的干式电除尘器相比, 有着更高的电场强度, 可以为粉尘颗粒的收集提供较大的电场力, 从而提高收集粉尘颗粒的效率。湿式电除尘器通常使用不锈钢和钛等

导电性能良好的材料, 这对电场的强化有着重要作用。第二, 湿润机制。湿式电除尘器在运行中, 集尘极会被水膜覆盖, 湿润的集尘极表面可以更好地捕集粉尘颗粒, 还会增加粉尘颗粒与集尘极间的粘附力, 使粉尘颗粒难以脱落。同时, 冲洗水也可以润湿粉尘颗粒, 使其更易被吸附在集尘极上。第三, 溶解和化学反应机制。在冲洗水和烟气接触时, 会发生一系列的化学反应。二氧化硫和氯化氢等酸性气体遇水溶解可以形成酸, 这些酸会与集尘极表面的金属产生化学反应, 形成金属盐。金属盐在后续的洗涤中可以被除掉。三氧化硫和汞等气体污染物也会和水发生化学反应, 并生成相应的物质, 这些物质在后续的洗涤中都可以被除掉^[2]。

1.2 湿式电除尘技术优势

湿式电除尘技术作为先进的烟气净化技术, 被广泛应用于各领域, 这一技术和传统的干式电除尘技术相比, 有着明显优势。第一, 适应性强。湿式电除尘器可以适用于各种烟气条件, 在低温、高温和高湿度条件下都可以稳定运行。湿式电除尘器对粉尘的物理和化学性质有着较低的敏感性, 可以处理碱性、酸性和金属粉尘等各种性质的粉尘。所以, 湿式电除尘器有着较强的适应性, 可以满足多样的烟气处理需求。第二, 节水节能。湿式电除尘器主要用水进行集尘极表面的冲洗, 还可以实现水资源的循环利用, 这减少了水资源的消耗。湿式电除尘器的能耗主要是高压电源的消耗, 和传统的除尘器相比, 能耗较低, 其运行的温度也较低, 可以减少散热损失, 进一步节能。第三, 维护简便。湿式电除尘器的体积较小, 占地面积小, 可以节约空间。设计较为简单, 部件间的连接简洁,

降低了安装和调试设备的难度^[3]。维护工作也较为简单,主要为电极和集尘极的清洗,可以在长期运行中保持良好的可靠性和稳定性。第四,处理粉尘和气体污染物效率较高。通过高压电场的作用,烟气中的粉尘颗粒可以被吸附到集尘极上。在湿润环境中,湿式电除尘器处理粉尘的效率较高。研究表明,湿式电除尘器在处理PM2.5等颗粒时,去除率在90%以上,还可以有效去除二氧化硫等气体污染物,有效净化烟气。第五,防止二次污染。湿式电除尘器在运行中产生的二次污染较少。冲洗水在经过处理后可以重复利用,这可以减少废水的排放量。同时,湿式电除尘器对重金属等有害物质有着较强的去除效果,可以有效降低这些物质对环境的破坏,所以,这一设备在烟气的净化上有着显著优势。随着湿式电除尘技术的不断成熟,其将会在环保工作中发挥重要作用。

1.3 湿式电除尘器类型

根据湿式电除尘器结构的不同,可以将其分为板式和管式两种。板式湿式电除尘器主要应用于电力和钢铁等领域,能有效去除烟气中的污染物,降低污染物排放,提高大气质量。这种电除尘器又可分为单板式、多板式和蜂窝式湿式电除尘器。单板式湿式电除尘器的结构较为简单,由电极板构成,处理能力较低,适用于小规模烟气的处理。多板式湿式电除尘器的结构较为紧凑,处理能力也较大,有着更高的处理效率,可处理大规模的烟气。蜂窝式湿式电除尘器中六边形的单元格形成一个电场,气体流通更加顺畅,不易变形,可以处理高温和湿度较高的烟气。管式湿式电除尘器由平行排列的管束组成,每个管道都是电极,高压电源提供直流电,形成电场。管式湿式电除尘器的分类和板式湿式电除尘器较为相似,在高湿度和高腐蚀性烟气的处理中应用广泛,可以去除烟气中的各种有害气体。在湿式电除尘器的应用中,要加强对设备材料耐腐蚀性和耐高温性的研究,增强设备的适应性,延长设备的使用寿命,还要开发高效的水处理和循环技术,降低设备运行的成本,结合不同领域烟气的特点进行定制化设计,提高设备的处理效率,最大程度上降低能耗。在设备的评估优化和智能控制等方面也要加大研究力度,促进湿式电除尘器的有效应用。

2 湿式电除尘技术在钢铁行业中的实际应用

2.1 湿式电除尘器在煤气净化中的应用

湿式电除尘技术在钢铁行业中应用较为广泛。作为湿式电除尘技术的主要设备,湿式电除尘器在煤气

净化中有着重要作用。钢铁行业是促进我国经济发展的重要产业,但是,钢铁生产中的环保问题较为严重,会产出大量的煤气,其中包含硫化物和氮氧化物等污染物。这些物质不仅会污染环境,还会危害人体健康。所以,净化煤气是钢铁行业的必然选择,湿式电除尘器有着高效低耗的优势,可以有效处理钢铁生产中产生的煤气。在实际应用中,要根据具体的工艺参数和要求设计湿式电除尘器,结合煤气流量、温度和压力等,设置电场强度、喷水流量和灰斗排灰等。综合考虑各方面因素,确保设备有着较高的安全性和可靠性,注意设备的抗腐蚀性和防爆问题,及时弥补设备的缺陷和短板,增强设备的适用性和稳定性,以充分发挥湿式电除尘器的优势。

此外,企业还要重视设备的维护,对其进行定期的清洗,保证设备的正常运行,对于特殊的污染物,需要使用特定的处理方式和改进设备来增强净化效果。高炉煤气和转炉煤气都是钢铁生产中的副产品,气体中包含着大量的有害物质,应用湿式电除尘技术可以有效去除其中的有害物质,实现高炉煤气和转炉煤气的有效净化,提高煤气品质,满足用户需要,降低对环境的污染^[4]。

2.2 湿式电除尘器在烟气净化中的应用

烟气净化是钢铁行业环境保护和可持续发展的重要环节。随着环保法规的不断实施,对钢铁行业的烟气净化要求不断提高。钢铁企业可以使用湿式电除尘器对烧结机的烟气进行净化处理。烧结工艺是生产钢铁的重要工序,产生的烟气含有大量的颗粒物和有害气体。利用湿式电除尘器可以有效开展净化烧结机烟气工作,提高烧结机运行的效率和质量。湿式电除尘器对钢铁企业烟气的净化有着重要作用,可以有效去除烟气中的颗粒物和有害物质,促进烟气净化工作的高效开展。钢铁企业要重视烟气净化中湿式电除尘器的应用,对烟气净化技术进行改进和调整,更好地适应企业发展需要,促进湿式电除尘技术的不断进步和成熟。钢铁行业还可以定期组织研讨会,分析烟气净化中遇到的难题,共同商讨解决问题的方案,交流成功经验,这对湿式电除尘技术的进一步成熟和完善有着重要作用。净化后的烟气达到国家排放标准,可以为企业带来良好的社会效益和经济效益,有利于提高烧结矿的品质,提升用户满意度,增强企业的经济效益,降低钢铁生产对环境的污染,改善环境质量,维护企业环保形象,带来良好的社会效益。

3 湿式电除尘技术在钢铁行业中的应用前景

3.1 智能化

智能化是湿式电除尘技术发展的重要方向。湿式电除尘技术在钢铁行业的实际应用中,可以引入自动化控制的设备,利用智能传感器和自动控制系统,对烟气充分和流量等参数进行实时的监测,并根据监测到的情况对电场的强度和水雾量等进行及时的调整,更好地适应不同情况下处理烟气的实际需要,提高除尘效率,减少人工干预,降低能耗,节约人力成本。将大数据和人工智能技术应用于湿式电除尘器中也有着重要作用^[5]。对设备运行的数据进行收集,并利用大数据算法分析,可以预测设备的使用寿命和维护需要,提前预警潜在问题,实现对设备的预防维护,这可以在很大程度上避免设备在运行中出现故障。传统的湿式电除尘产物通常为泥浆状物质,处理难度较大,引入智能分选技术,可以将重金属和有价气体等有用物质从废水中分离,提高资源的利用效率,促进循环经济的发展。要对湿式电除尘技术的智能化进行深入研究,提高技术水平,为钢铁行业的环保发展贡献力量。给其他行业提供新的环保问题解决思路和方案,更好地服务于环境保护和社会发展^[6]。

3.2 大规模化

湿式电除尘技术在钢铁行业应用中的大规模化不仅是环保治理的需要,也是这项技术发展的必然趋势。这项技术的大规模化发展可以提高处理气体的能力,更好地满足钢铁行业日益增长的冶炼需求,还有利于增强设备的稳定性,降低设备发生故障的概率,确保钢铁生产的可持续性。大规模化发展也有利于降低湿式电除尘技术的应用成本,随着技术的不断进步和应用规模的扩大,设备的制造和运行成本会降低,从而提升企业的经济效益,增强这项技术的竞争力,使其在钢铁行业生产中有着更强的优势。但是,湿式电除尘技术的大规模化发展也面临着相应的挑战,规模较大的设备需要使用更大的场地和更高的投资成本,对技术也有着更高要求,设备的控制系统也会更为复杂,对于企业来说,设备维护的难度也会加大。所以,在大规模化发展中,要综合考虑上述因素,结合钢铁行业发展的实际状况,合理制定发展策略,对这一技术进行科学的调整。

3.3 多功能化

湿式电除尘技术在钢铁行业中的应用不仅可以处理烟尘,还展现出多功能化的应用前景,具体指湿式

电除尘技术的脱硫、脱硝和脱重金属等功能。从脱硫的方面来看,传统的湿法脱硫技术要耗费大量的投资成本、能耗较高、使用的设备也较为庞大,湿式电除尘技术可以利用自身高效除尘的优势,并结合湿法脱硫技术,在除尘的同时实现脱硫,这有利于钢铁企业设备的简化,降低设备投资和运行成本,提高脱硫效率。从脱硝的方面来看,在电场中引入氨气等还原剂,可以将烟气中的氮氧化物还原为氮气和水蒸气,从而实现脱硝,这对适应环保要求,降低氮氧化物的排放有着积极影响。从烟气中铅、汞、砷等重金属的去除来看,对设备的工艺参数进行相应的调整,可以使重金属离子在电极上沉积下来,达到降低烟气中重金属含量的目的。这对减少钢铁行业中的重金属排放,降低对环境和人体的危害有着重要意义。湿式电除尘技术的多功能化应用,可以有效提高钢铁行业的生产效率,实现一机多用,节约企业设备投资成本,增加企业的经济收益。

4 结语

湿式电除尘技术具有适应性强、节水节能、污染较小、维护方便、结构简单、处理粉尘和气体污染物高效等技术特点。这些特点使得湿式电除尘技术在钢铁行业中有着广泛的应用范围和广阔的应用前景,要根据这项技术本身的特点,结合钢铁行业发展的实际状况和发展趋势,对湿式电除尘技术进行有效的改进,促使其在钢铁行业发挥更加重要的作用。

参考文献:

- [1] 陈瑶姬,戴豪波,邓丽萍. “喷淋洗涤+湿式电除尘技术”在定型机废气治理中的性能研究[J]. 广东化工, 2020,47(17):137-139.
- [2] 薛景岩,梅恺元,王国鹏,等. 燃煤锅炉湿式电除尘器脱除细颗粒物的数值模拟研究[J]. 电站系统工程, 2019, 35(06):8-11.
- [3] 李伟. 煤泥锅炉 SCR 与湿法协同脱硫脱硝、布袋与湿式电除尘联合除尘技术研究与应用[Z]. 山东华聚能源股份有限公司, 2018-12-11.
- [4] 同[3].
- [5] 聂孝峰,李强,李东阳,等. 燃煤电厂湿式电除尘(雾)技术研发与应用[J]. 电力科技与环保, 2015,31(04):28-30.
- [6] 刘辰,周欣,宋宝华,等. 湿式电除尘(WESP)技术对模拟烧结烟气除尘效果研究[J]. 环境工程, 2014,32(S1): 441-443.