

火电行业超低排放目标下的尾气处理关键技术突破

高玉峰

陕西德源府谷能源有限公司 陕西 榆林 719000

摘要：火电行业作为能源供应的重要组成部分，其尾气排放对环境和人体健康有着重要影响。随着全球环境保护意识的增强和排放标准的日益严格，火电行业实现超低排放已成为必然趋势。在超低排放目标下，尾气处理关键技术发挥着至关重要的价值，不仅有助于减少污染物排放，改善环境质量，还能推动火电行业的可持续发展。基于此，论文重点探讨了火电行业在超低排放目标下尾气处理关键技术的突破。研究表明，通过技术创新和系统优化，火电行业有望实现超低排放目标，可为环境保护做出一定的贡献。

关键词：火电行业；超低排放；尾气处理关键技术

引言：随着全球环境问题日益严峻，火电行业作为主要的能源供应方式之一，面临着巨大的环保压力。为实现可持续发展，各国纷纷制定了严格的排放标准，推动火电行业向超低排放目标迈进。超低排放是指利用先进的技术手段，将火电厂排放的污染物浓度控制在极低水平，远低于传统排放标准。该目标的实现对于改善空气质量、减少环境污染具有重要意义。

1 尾气处理关键技术的价值

1.1 减少污染物排放，改善环境质量

尾气处理关键技术是火电行业实现超低排放的关键。例如，选择性催化还原（SCR）脱硝技术是目前世界上烟气脱硝效率最高、应用最多、最为成熟的尾部烟气脱硝技术。应用该技术，可轻松将烟气中的氮氧化物还原成氮气和水蒸气，从而显著降低氮氧化物排放。除此之外，石灰石-石膏湿法脱硫技术也是火电行业常用的脱硫技术，能够高效去除烟气中的二氧化硫。以上技术的应用，有效减少了火电行业的污染物排放，对改善环境质量起到了积极作用。

1.2 推动火电行业技术创新与升级

为了实现超低排放目标，火电行业需要不断引进和开发新的尾气处理技术。此举促进了相关技术的创新与发展的同时，还有力地推动了火电行业的整体升级^[1]。如，随着SCR脱硝技术的广泛应用，催化剂的研发与生产也成为了热点领域。更重要的是，为了进一步提高脱硫效率，火电行业也在不断探索新的脱硫技术和工艺。技术创新与升级，既提高了火电行业的环保水平，还进一步增强了其市场竞争力。

1.3 促进能源结构优化与可持续发展

超低排放目标的实现，有助于推动能源结构的优化与可持续发展。随着环保标准的日益严格，传统的高污

染、高能耗的火电行业将面临更大的压力。为实现可持续发展，火电行业需要不断降低污染物排放，提高能源利用效率。这将促使火电行业加快向清洁、高效、低碳的方向发展，进而推动整个能源结构的优化与升级。

1.4 提升企业形象与社会责任感

实现超低排放目标，不只是有助于改善环境质量，还能提升火电企业的社会形象与责任感。在当今社会，环保已成为企业发展的重要考量因素之一。通过采用先进的尾气处理技术，火电企业能够向公众展示其环保意识和责任感，从而赢得更多的社会认可和支持。这将有助于火电企业在激烈的市场竞争中脱颖而出，以实现可持续发展。

2 火电行业尾气处理技术现状

火电行业尾气处理技术的现状确实展现出了显著的进步，特别是在减少污染物排放方面取得了长足的成效。然而，面对日益严格的环保标准和超低排放目标，现有技术仍面临多方面的挑战。

2.1 脱除效率的提升是火电行业尾气处理技术面临的首要难题。尽管当前技术如脱硫、脱硝和除等已经取得了显著的成效，但在面对更严格的排放标准时，这些技术的脱除效率往往难以达到要求。因而，研发更高效、更先进的尾气处理技术成为火电行业的迫切需求。

2.2 多种污染物协同控制的难度也不容忽视。火电尾气中往往含有多种污染物，如二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等。这些污染物在尾气处理过程中往往需要分别进行脱除，但不同污染物之间的相互作用和相互影响使得协同控制变得复杂且困难。另一方面，一些处理技术在脱除一种污染物的同时可能会产生另一种污染物，从而引发二次污染问题。

2.3 运行成本高、能耗大也是制约火电行业尾气处理

技术推广应用的重要因素。传统的尾气处理技术往往需要消耗大量的能源和原材料,导致运行成本高昂。这种现象对于火电企业来说无疑增加了经济负担,也限制了先进技术的普及和应用。

2.4 复杂多变的工况条件也对现有技术的适应性和稳定性提出了挑战。火电行业的生产环境复杂多变,尾气成分和排放特性也各不相同。因此,如何在不同工况条件下保持尾气处理技术的稳定性和高效性,成为了一个亟待解决的问题。

3 超低排放目标下的尾气处理关键技术突破

3.1 脱硫技术突破

3.1.1 新型湿法脱硫技术

传统湿法脱硫技术虽然已得到广泛应用,但在面对超低排放的严格要求时,其脱硫效率仍有待提升。为此,科研人员对新型湿法脱硫技术进行了深入研究。新型湿法脱硫技术通过多方面优化,高度实现了脱硫效率的显著提升。

在吸收塔结构方面,采用增加塔高、改变塔径以及优化塔内流场分布的方式,有效提高了脱硫浆液与烟气的接触面积和反应时间,使得脱硫反应更加充分^[2]。并且,值得肯定的是,喷淋系统的改进也是关键技术之一,利用精选喷嘴型号、合理布置喷嘴位置以及调整喷淋压力,确保了脱硫浆液能够均匀、充分地覆盖烟气,进一步提高了脱硫效率。

除此之外,高效除雾器的使用也是新型湿法脱硫技术的一大亮点。传统除雾器在去除烟气中水滴和浆液颗粒方面存在不足,容易造成二次污染。而高效除雾器则能有效减少这种污染,确保尾气排放的清洁度。这些优化措施共同作用,使得新型湿法脱硫技术的脱硫效率提升至99%以上,完全满足了超低排放的要求。

3.1.2 基于有机胺的再生脱硫技术

除了传统石灰石-石膏湿法脱硫技术外,基于有机胺的再生脱硫技术也取得了重要突破。该技术以有机胺作为脱硫剂,与烟气中的 SO_2 发生反应,生成可再生的胺盐。这种胺盐在加热或加压等条件下可以分解再生为有机胺和 SO_2 ,实现了脱硫剂的循环利用。

更值得一提的是,再生过程中产生的 SO_2 还可以进一步转化为硫酸或硫磺等产品,实现了硫资源的高效回收利用。这种技术提高了脱硫效率,还大大降低了脱硫废渣的产生,减轻了环境污染。基于有机胺的再生脱硫技术为火电行业的脱硫处理提供了新的思路和方法,具有广阔的应用前景。

3.2 脱硝技术突破

3.2.1 低温SCR技术

在传统的SCR技术体系中,其运行高度依赖高温环境,一般需要在 300°C 至 400°C 甚至更高的温度区间内才能有效工作。这一特性极大地限制了其在诸多低温工况场景下的施展空间,比如某些工业窑炉的尾气排放温度较低,根本无法满足传统SCR技术的运行要求。而低温SCR技术的应用,成功攻克了这一难题。科研人员在大量的实验与研究的基础上,开发出一系列新型低温催化剂。这些催化剂具有独特的微观结构与活性位点,能够显著降低SCR反应的活化能,使得反应能够在 200°C 以下的低温环境中顺利进行。以某钢铁企业为例,以往在处理烧结机尾气时,由于尾气温度在 150°C 到 180°C 之间,传统SCR技术无法适用。采用低温SCR技术后,不单单实现了稳定的脱硝效果,还避免了因额外加热尾气所带来的高额能耗,有效降低了运行成本。而且,低温环境下,氨的挥发速率降低,大大减少了氨逃逸现象,进而降低了二次污染的风险,使得脱硝效率提升至90%以上,远高于传统技术在类似工况下的表现。

3.2.2 新型催化剂的开发

催化剂作为SCR技术的核心组件,其性能优劣直接决定了脱硝效果的好坏。新型催化剂的研发成为推动SCR技术升级的关键所在。钒基催化剂凭借其在特定温度区间内对氮氧化物的高催化活性,在早期得到了广泛应用^[3]。但随着环保要求的日益严苛以及复杂工况的增多,其局限性逐渐显现。锰基催化剂应运而生,锰元素丰富的价态变化使其能够在相对较低温度下高效催化脱硝反应,展现出良好的低温活性。并且,钛基催化剂以其优异的化学稳定性和抗硫中毒能力崭露头角。

这些新型催化剂在微观层面具有高比表面积和丰富的孔道结构,为反应物分子提供了更多的吸附与反应位点,从而具备更高的活性。在选择性方面,它们能够精准地促使氮氧化物与氨气发生还原反应,减少副反应的发生。在抗中毒能力上,利用对催化剂载体和活性组分的优化设计,使其能够有效抵御烟气中硫、碱金属等有害物质的侵蚀。如,在某燃煤电厂的应用中,使用新型锰钛复合催化剂后,在烟气中硫含量较高的情况下,依然保持了85%以上的脱硝效率,且催化剂的使用寿命从原来的1到2年延长至3到5年,显著降低了更换频率和成本。在此基础上,研发人员还通过创新的制备工艺,增强了催化剂材料的稳定性,部分催化剂在经过多次再生处理后,依然能保持良好的性能,进一步提升了其经济性与实用性。

3.3 除尘技术突破

3.3.1 电袋复合除尘技术

电袋复合除尘技术结合了静电除尘和布袋除尘的优点,实现了更高的除尘效率。该技术利用静电除尘器对烟气进行预处理,去除大部分颗粒物;然后利用布袋除尘器对剩余颗粒物进行深度过滤。这种组合方式提高了除尘效率,还降低了布袋除尘器的负荷和磨损,延长了使用寿命^[4]。电袋复合除尘技术还具有运行稳定、维护简单、占地面积小等优点,成为火电行业实现超低排放目标的重要选择。

3.3.2 新型高效过滤材料的研发

过滤材料是除尘技术的关键。新型高效过滤材料的研发显著提高了过滤精度和使用寿命。新型材料包括纳米纤维滤料、陶瓷纤维滤料和金属纤维滤料等。它们具有更高的孔隙率、更好的透气性和更强的耐高温性能,能够在恶劣的工况条件下保持稳定的除尘效果。特别是纳米纤维滤料,由于其极细的纤维直径和巨大的比表面积,能够高效捕集微小颗粒物,实现超低排放目标。

3.4 多种污染物协同控制技术突破

3.4.1 基于氧化吸收的协同脱除技术

基于氧化吸收的协同脱除技术,作为一种前沿的多污染物协同脱除方法,正逐渐受到业界的广泛关注。这项技术巧妙地利用了氧化剂的强氧化性,如臭氧、过氧化氢等,将烟气中的 SO_2 、 NO_x 和 Hg 等难以处理的污染物氧化为更易被吸收和脱除的形态^[5]。随后,利用碱液、活性炭等吸收剂对这些氧化后的污染物进行高效吸收和脱除。该技术显著提高了污染物的脱除效率,还有效降低了处理成本,实现了多种污染物的协同控制,为火电等行业的尾气处理提供了全新的解决方案。

3.4.2 活性焦吸附技术

活性焦吸附技术则是另一种高效、环保的多污染物脱除技术。活性焦因其独特的吸附性能,能够有效吸附烟气中的 SO_2 、 NO_x 、 Hg 和颗粒物等多种污染物。更为难得的是,活性焦还可以作为催化剂的载体,促进 NO_x 的催化还原反应,进一步提高了脱除效率。这项技术不仅脱除效率高,而且运行成本低,资源可回收,完全符合

绿色、可持续发展理念。因此,活性焦吸附技术已成为火电行业实现超低排放目标的重要选择之一。

3.4.3 电子束辐照技术

电子束辐照技术作为一种新型、高效的多污染物脱除技术,正逐渐展现出其独特的魅力。该项技术利用电子束对烟气进行辐照处理,使烟气中的 SO_2 、 NO_x 等污染物在电子束的作用下发生化学反应,生成易于脱除的产物如硫酸铵、硝酸铵等。这些产物可以利用后续的收集和处理实现资源化利用,而且整个处理过程中无二次污染产生。电子束辐照技术以其处理效率高、适用范围广、环保无污染等优点,为火电行业实现超低排放目标提供了新的思路和技术支持。

结语:综上所述,火电行业超低排放目标下的尾气处理关键技术具有极高的价值。它不仅有助于减少污染物排放、改善环境质量,还能推动火电行业的技术创新与升级、促进能源结构优化与可持续发展,并提升企业形象与社会责任感。因此,火电企业应高度重视尾气处理技术的研发与应用,积极采取措施实现超低排放目标,为环境保护和可持续发展做出积极贡献。并且,政府和社会各界也应给予火电行业更多的支持与鼓励,共同推动火电行业的绿色转型与升级。

参考文献

- [1]张安安,周奇,李茜,丁宁,杨超,马岩.“双碳”目标下火电厂 CO_2 计量技术研究现状与展望[J].发电技术,2024,45(1):51-61.
- [2]谢晓宁.探究火电厂废水零排放对烟气脱硫系统影响[J].新潮电子,2025(1):166-168.
- [3]杨秀棋,李彦斌,王佳妮,李赞,张佳珏.碳排放监管下火电企业低碳转型的动态演化分析[J].华北电力大学学报(自然科学版),2024,51(6):94-103.
- [4]刘伟雄,范鑫帝,兰叶,苏双青,赵焰.火电厂脱硫废水“零排放”预处理工艺探究[J].中国环保产业,2024(3):65-68.
- [5]李洪杰,陈亚若,陈智慧.火电厂循环流化床锅炉超低排放技术研究[J].科技与创新,2024(16):98-100.