

热动厂脱硝精准喷氨系统节能降耗改造技术研究

王 伟

山西潞安天脊集团热动厂 山西 长治 047507

摘 要：本文探讨了热动厂脱硝精准喷氨系统的节能降耗改造技术。文章概述了热动厂脱硝工艺的现状及存在的问题，如氨逃逸率高、能耗大、空预器堵塞以及喷氨不均导致的脱硝效率低下等。分析了精准喷氨系统改造的必要性，包括提高脱硝效率、延长设备寿命以及符合环保政策要求等方面。详细研究了烟道流场模拟与优化、精准喷氨控制策略以及喷氨设备自动化改造等关键技术，为实现热动厂脱硝系统的节能降耗提供了有效路径。

关键词：热动厂；脱硝精准喷氨系统；节能降耗；改造技术

引言：热动厂脱硝工艺是减少氮氧化物排放、保护环境的关键技术。然而，现有脱硝系统在运行过程中存在诸多问题，如氨逃逸、设备堵塞以及脱硝效率低下等，这些问题不仅增加了能耗和运行成本，还对环境造成二次污染。因此，对脱硝系统进行精准喷氨改造，提高脱硝效率、降低能耗，成为热动厂节能减排的必然选择。本文旨在研究精准喷氨系统改造的关键技术，为热动厂实现绿色发展和可持续发展提供技术支持。

1 热动厂脱硝工艺概述

热动厂脱硝工艺是热电厂运行中至关重要的环保技术之一，其核心目的在于减少燃煤过程中产生的氮氧化物（NO_x）排放，以降低对大气的污染。该工艺主要基于化学和物理原理，通过一系列技术手段，将烟气中的NO_x转化为无害或低毒物质。热动厂脱硝工艺大致可分为燃烧前、燃烧中和燃烧后脱硝三类。燃烧前脱硝主要通过改变燃料性质或预处理手段减少NO_x的生成，但这种方法在实际应用中成本较高，应用并不广泛。燃烧中脱硝则主要通过优化燃烧条件和控制燃烧过程来实现，如采用低氮燃烧技术等。然而，最有效的还是燃烧后脱硝，也就是烟气脱硝。烟气脱硝技术主要包括选择性催化还原（SCR）和非选择性催化还原（SNCR）两种方法。SCR技术利用催化剂，在较低温度下将氨气或尿素等还原剂与烟气中的NO_x反应生成无害的氮气和水蒸气，脱硝效率高，可达80%-90%。而SNCR技术则无需催化剂，在高温条件下，还原剂直接分解产生自由基与NO_x反应，但脱硝效率相对较低，一般在30%-50%之间。另外，还有SNCR/SCR联合烟气脱硝技术，结合了前两者的优点，能进一步提高脱硝效率^[1]。热动厂脱硝工艺的实施不仅有助于减少环境污染，保护生态环境，还能提高企业的环保形象和社会效益。然而，脱硝过程也面临氨逃逸、空预器堵塞等挑战，需要不断优化技术和管理手

段，以实现更高效、更环保的脱硝效果。

2 现有脱硝系统存在的问题

2.1 氨逃逸率高，能耗大

现有脱硝系统中的一个显著问题是氨逃逸率较高，这不仅导致了氨资源的浪费，还增加了系统的能耗。在脱硝过程中，氨作为还原剂被注入烟气中，以与NO_x反应生成氮气和水。由于操作条件、设备设计或控制系统的不完善，部分氨并未完全参与反应，而是随着烟气逃逸出来。这不仅造成环境污染，还因为需要补充更多的氨来满足脱硝需求，从而增加系统的整体能耗。另外，氨逃逸还可能引发设备腐蚀和二次污染问题，进一步提高运行成本和维护难度。

2.2 空预器堵塞，影响设备安全运行

空预器（空气预热器）是热动厂中用于回收烟气余热以预热燃烧所需空气的设备。在现有脱硝系统中，空预器堵塞成为一个不容忽视的问题。由于氨逃逸和未完全燃烧的燃料颗粒在空预器中积累，形成了难以清除的沉积物，导致空预器传热效率下降，甚至造成堵塞。这不仅影响设备的正常运行，降低热效率，还可能引发设备故障和停机风险。空预器堵塞还会增加清灰频次和维护成本，对热动厂的稳定运行和经济效益构成威胁^[2]。

2.3 喷氨不均，导致脱硝效率低下

在脱硝系统中，喷氨的均匀性对于确保高效脱硝至关重要。然而，现有系统往往存在喷氨不均的问题，这主要是由于喷氨格栅设计不合理、控制系统精度不足或烟气流动不均匀等原因造成的。喷氨不均会导致部分区域氨浓度过高，造成氨逃逸和浪费；而另一部分区域则氨浓度不足，NO_x去除不彻底。这种不均匀的喷氨方式不仅降低了脱硝效率，还增加系统的能耗和运行成本；喷氨不均还可能引发设备局部腐蚀和堵塞问题，进一步影响脱硝系统的稳定性和可靠性。

3 热动厂脱硝精准喷氨系统改造的必要性

在热动厂的日常运营中,脱硝系统的性能直接关系到氮氧化物(NO_x)的排放量,进而影响环境质量和企业的可持续发展。当前,众多热动厂所采用的脱硝系统普遍面临着氨逃逸率高、脱硝效率低下以及设备寿命短等问题。因此,对脱硝系统进行精准喷氨改造,不仅是技术进步的体现,更是环境保护和企业长远发展的必然选择。

3.1 提高脱硝效率,降低氨逃逸率

在现有的脱硝工艺中,氨逃逸率是一个难以回避的问题,高氨逃逸不仅会造成氨资源的浪费,增加运营成本,还可能引发一系列环境问题,如空气和水体的二次污染。氨逃逸的主要原因是喷氨量未能根据烟气中的 NO_x 浓度进行精准调节,导致过量喷氨。另外,喷氨格栅设计不合理、烟气流动不均匀等问题也会加剧氨逃逸现象。精准喷氨系统改造,通过引入先进的传感器技术和智能控制算法,能够实时监测烟气中的 NO_x 浓度和氨逃逸量,并根据监测数据动态调整喷氨量。这种智能化的调节方式不仅确保了喷氨量与 NO_x 浓度的精确匹配,还避免了过量喷氨带来的问题。同时,改造后的系统还能对喷氨格栅进行精确优化,确保氨气的均匀分布,从而提高脱硝效率,降低氨逃逸率。精准喷氨系统还能根据烟气的温度、流量等参数,对喷氨策略进行进一步优化。例如,在低温区域减少喷氨量,避免氨气在低温下凝结成固体,造成堵塞和腐蚀问题。在高温区域则适当增加喷氨量,确保氨气与 NO_x 充分反应,提高脱硝效率。通过这种智能化的调节方式,脱硝系统能够始终以最优状态运行,确保高效脱硝和低氨逃逸率。

3.2 延长设备寿命,减少维护成本

脱硝系统中的关键设备,如空预器、喷氨格栅等,长期处于高温、高压和腐蚀性环境中,其寿命往往受到严重影响。特别是氨逃逸带来的腐蚀问题,不仅缩短了设备的使用寿命,还增加了设备的维修和更换成本。精准喷氨系统改造,通过降低氨逃逸率和优化喷氨策略,有效减轻了设备腐蚀问题。改造后的系统能够实时监测设备的运行状态和腐蚀程度,并根据监测数据提前进行预警和干预。例如,当发现空预器入口烟气中的氨浓度异常升高时,系统可以立即调整喷氨量,避免氨气在空预器中凝结成固体造成腐蚀。同时,系统还能根据设备的腐蚀程度和运行时间,制定科学的维护和更换计划,确保设备始终处于良好的工作状态。

另外,精准喷氨系统还能通过优化烟气流动和温度分布,减少设备内部的热应力和机械应力,从而延长设

备的使用寿命。例如,在喷氨格栅的设计中,通过合理布置喷嘴和调整喷氨角度,可以确保氨气在烟气中均匀分布,避免局部过热和过冷现象的发生。这种均匀分布不仅能够提高脱硝效率,还能有效减少设备内部的热应力和机械应力,降低设备因长期承受高强度应力而导致的疲劳损伤和故障率。精准喷氨系统改造所带来的设备寿命延长,不仅减少企业的维护成本,还提高了企业的生产效率和经济效益。在脱硝系统运行过程中,设备的频繁维修和更换会严重影响企业的正常生产进度,增加运营成本。而精准喷氨系统改造则能够显著降低这种风险,确保脱硝系统始终保持高效稳定的运行状态,为企业的可持续发展提供有力保障。

3.3 实现节能减排,符合环保政策要求

随着全球环保意识的不断提高,各国政府对企业的环保要求也越来越严格。在热动厂等排放大户中,氮氧化物(NO_x)的排放限制尤为严格。为了满足政府的环保要求,企业必须对脱硝系统进行升级改造,提高脱硝效率,降低 NO_x 排放。精准喷氨系统改造正是实现这一目标的有效途径。通过优化喷氨策略和降低氨逃逸率,改造后的系统能够显著提高脱硝效率,将 NO_x 排放控制在政府规定的限值以下。这不仅避免了企业因超标排放而面临的罚款和停产风险,还为企业赢得了良好的环保形象和社会声誉。另外,精准喷氨系统改造还能实现节能减排的效果。通过减少氨气的浪费和避免不必要的能源消耗,改造后的系统能够显著降低企业的运行成本。同时,由于 NO_x 是温室气体的重要组成部分,降低 NO_x 排放也意味着减少了温室气体的排放,有助于缓解全球气候变暖问题。在当前全球环保形势下,企业的绿色发展已成为必然趋势。精准喷氨系统改造不仅符合政府的环保政策要求,也是企业实现可持续发展的必然选择。通过改造升级,企业不仅能够提升自身的环保水平,还能在激烈的市场竞争中占据有利地位,赢得更多的市场份额和客户信任。

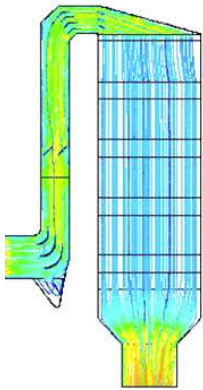
4 热动厂脱硝精准喷氨系统节能降耗改造技术研究

在热动厂运营中,脱硝系统的节能降耗改造是提升整体能效、减少运营成本并满足环保法规的关键举措。精准喷氨系统作为脱硝过程中的核心环节,其优化改造对于提高脱硝效率、降低氨逃逸率以及实现能源节约具有重要意义。

4.1 烟道流场模拟与优化

烟道流场是影响脱硝效率和氨逃逸率的关键因素之一。在脱硝过程中,烟气的流动状态直接影响氨气与 NO_x 的混合效果,进而影响反应效率和氨逃逸率。因

此,对烟道流场进行模拟与优化是实现精准喷氨的前提。第一,利用计算流体力学(CFD)技术,可以模拟烟道内的流动状态,包括速度场、温度场和压力场等。通过模拟分析,可以识别出烟道内的流动死角、涡旋以及速度不均匀区域,这些区域往往是导致氨逃逸率增高的主要原因。针对这些问题,可以通过调整烟道结构、增加导流板或改变烟气入口位置等措施,优化烟道流场,使氨气与烟气更充分地混合,提高脱硝效率。第二,烟道流场优化还可以结合实时监测数据进行动态调整。通过在烟道内布置传感器,实时监测烟气流量、速度和温度等参数,将这些数据反馈到控制系统,根据实时监测结果动态调整烟道结构和喷氨策略,以实现更精准的喷氨和更高的脱硝效率。



4.2 精准喷氨控制策略研究

精准喷氨控制策略是实现节能降耗的关键。传统的喷氨控制往往基于固定的氨氮摩尔比进行,但这种方式往往难以适应烟气中 NO_x 浓度的实时变化。可以利用先进的传感器技术和数据分析方法,实时监测烟气中的 NO_x 浓度、温度、流量等参数。基于这些实时数据,可以设计一种智能控制算法,根据 NO_x 浓度的实时变化动态调整喷氨量。这种动态调整不仅能够确保氨气与 NO_x 的充分反应,还能避免过量喷氨导致的氨逃逸问题。通过建立烟道流场的数学模型和仿真分析,可以预测不同工况下烟气的流动状态,从而优化喷氨策略。例如,在烟气流量较大的区域增加喷氨量,在流量较小的区域减少喷氨量,以实现更均匀的喷氨效果。为了实现精准喷氨控制策略,还需要建立一套完善的控制系统。该系统

应包括传感器数据采集、数据分析处理、控制算法执行和喷氨设备控制等模块。通过集成先进的控制算法和传感器技术,该系统能够实时响应烟气 NO_x 浓度的变化,实现精准喷氨和高效脱硝。

4.3 喷氨设备自动化改造

喷氨设备的自动化改造是实现精准喷氨和节能降耗的重要一环,传统的喷氨设备往往采用手动调节方式,不仅操作繁琐,而且难以实现精准控制。通过自动化改造,可以实现对喷氨设备的远程监控和智能控制,提高系统的稳定性和可靠性。第一,需要对喷氨设备进行智能化升级。例如,在喷氨格栅上安装智能喷嘴和传感器,实时监测喷嘴的喷氨量和烟气的 NO_x 浓度。基于这些实时数据,控制系统可以自动调整喷嘴的喷氨量,实现精准喷氨。通过集成远程监控功能,操作人员可以在中控室对喷氨设备进行远程监控和调节,提高操作效率^[3]。第二,喷氨设备的自动化改造还应考虑系统的可扩展性和可维护性。通过建立统一的通信协议和数据接口,可以将喷氨设备与其他相关设备进行集成,实现整个脱硝系统的自动化和智能化。同时,通过定期对喷氨设备进行维护和检查,可以确保其长期稳定运行,降低故障率和维护成本。

结束语

综上所述,通过对热电厂脱硝精准喷氨系统进行节能降耗改造,可以有效解决现有脱硝系统存在的问题,提高脱硝效率、降低能耗和氨逃逸率,从而延长设备寿命,减少维护成本,并符合环保政策要求。随着技术的不断进步和应用经验的积累,精准喷氨系统将在热电厂脱硝领域发挥更加重要的作用,为实现绿色、低碳、高效的能源利用贡献力量。

参考文献

- [1]史思通.基于电厂热动系统节能优化的对策建议[J].产业与科技论坛,2021,20(15):51-52.
- [2]辛婧,未振华.电厂热动系统节能减排优化分析[J].节,2020,39(09):108-109.
- [3]何陆灿,葛铭,陈国庆,戴维葆.火电厂SCR脱硝系统喷氨优化调整[J].热力发电,2019,48(11):129-134.