

石化企业燃气锅炉超低排放技术及经济性改造

张婷婷（中石化石油工程设计有限公司，山东 东营 257000）

摘要：从经济效益角度出发，燃气锅炉超低排放技术对石化企业的发展有着重要作用。由于锅炉燃烧会产生大量的污染物，包括硫化物、硝化物以及氮氧化合物，污染治理需要大量的成本，需要从源头治理，充分展现技术的经济价值。本文通过对燃气锅炉超低排放技术的分析，实现对污染物排放的控制，节省污染治理成本。加强对燃气锅炉超低排放技术的经济性改造，提高能源利用率，降低污染治理的成本。改造后的燃气锅炉超低排放方案经济性十足，切实提高了石化企业的经济效益。

关键词：经济效益；石化企业；燃气锅炉；污染物排放

0 引言

燃气锅炉是石化企业生产的重要设备，锅炉燃烧会产生烟气、颗粒物以及大量的气态污染物。随着大气污染防治理念的提出，燃气锅炉烟气治理成为石化企业的重要任务。燃气锅炉超低排放技术能够从源头治理污染物，按照污染物排放标准，对污染物排放进行限值。石化企业治理的成本较低，减少社会的二次治理成本，充分展现技术的经济价值。

1 石化企业燃气锅炉超低排放所带来的经济效益

石化企业燃气锅炉超低排放顺应时代发展要求，在经济效益与环境效益上颇为显著，充分体现出我国企业可持续发展的战略方向。从经济效益角度出发，石油化工企业主动作出改变，明确环境保护的重要性。通过前期的高投资，购置大量的设备，能够进一步处理燃气锅炉中的污染气体。对设备进行安装、调试，保证设备功能稳定。

有效提高烟气脱硫、脱硝的效率，提高石化燃料的利用率，为企业节省燃料成本与环境治理成本。从源头治理，超低排放污染气体能够降低超标排放所产生的环保罚款与整改费用^[1]。此外，石化企业逐渐创新并应用燃气锅炉超低排放技术，有效提高燃料的利用率，优化燃气锅炉系统，为企业带来额外的经济利润。

2 石化企业燃气锅炉超低排放技术的要点

2.1 脱硫超低排放

当前，石化企业燃气锅炉采用多元化的脱硫超低排放手段，有效提高烟气脱硫效率，达到排放标准。

①以石灰石粉作为脱硫剂，将其与水进行充分的混合，制成吸收浆液。使用浆液泵进行输送，通过喷淋与烟气的接触，有效吸收烟气中的二氧化硫与硫酸钙溶液。该方法充分展现出石化企业燃气锅炉超低排

放技术的优势，能够将脱硫的产物加以利用，为石化企业带来额外的经济利润。

②采用半干法脱硫除尘，使用生石灰作为脱硫剂。制作溶液浓度为 8%–12% 的氢氧化钙浆液，将其泵送到雾化器中。在雾化轮高速旋转下，形成雾滴。热烟气与脱硫塔充分接触，产生化学反应，将燃气锅炉中的烟气进行处理，使其达到超低排放的标准^[2]。

③采用干法脱硫除尘，以小苏打为脱硫剂，与燃气锅炉高温气体产生反应，氢氧化钠高温分解，形成高活性的碳酸钠与二氧化碳，烟气脱硫效果较好。此外，烟气负荷的波动适应性较强，脱硫后的气体无腐蚀性，没有废水产生，满足超低排放的要求。

2.2 脱硝超低排放

燃气锅炉脱硝超低排放技术一般采用 SNCR 脱硝，通过选择性的非催化还原法，在没有催化剂的条件下，将烟道入口与炉膛温度控制在合理区间，使燃气锅炉内的气体发生化学反应。炉内气体热分解形成氨气，氮氧化物也高温分解为氮气与水蒸气，满足脱硝超低排放的要求。例如，石化企业燃气锅炉超低排放过程中，使用溶液浓度为 20% 的氨水，还原烟气中的化学物质。在盐水稀释作用下，空气被压缩为雾化气，反应速率较快，生成无害的气体，排放到大气不会造成污染。

此外，根据石化企业燃气锅炉超低排放的技术要求，选择 SNCR/SCR 联合脱硝工艺。在喷射系统的作用下，将氨与尿素稀溶液喷射到燃气炉膛内。溶液充分发挥还原剂的作用，与锅炉中的氮氧化物发生反应。烟气实现初步脱硝，还原剂随着烟气进入锅炉的尾部烟道，从而实现脱硝。该工艺充分展现出石化企业燃气锅炉超低排放技术的优势，实现污染物稀释与处理，达到脱硝超低排放的预期目标。

3 石化企业燃气锅炉超低排放的经济性改造

3.1 方案调整

石化企业燃气锅炉超低排放的经济性改造需要从设计方案着手,在原有排放方案的基础上调整,使其更加符合环保要求^[3]。

①坚持以现行环保法规为标准,落实超低排放指标要求。基于石化企业与国内环保工艺的技术条件,对设计方案中的各项内容加以调整,发挥方案的预期作用,实现对燃气锅炉污染物的超低排放。例如,石化企业管理层对现有的配套设施改进,使其满足使用要求。拆除燃气锅炉的炉膛配套系统,对炉膛运行温度进行调节。该燃气锅炉的整体运行温度保持在 208 摄氏度-380 摄氏度之间。此外,将相应的催化剂进行分层设计,通过改变燃气锅炉的内部构造,为催化剂放置提供合理的空间。改造方案生成后,需要树立实时更新意识,不断调整燃气锅炉的使用方案,增强石化企业燃气锅炉超低排放的效率。

②改进燃气锅炉超低排放方案中的工艺参数,对设计参数进行计算,以此来达到方案优化的目的。石化企业技术人员通过精准的测量,掌握烟气进口参数的起点。通过对烟气锅炉排放烟气总量的计算,将烟气温度保持在 135℃左右。针对各项参数,对烟气处理效果进行检验,以此来明确参数与烟气处理效果的关系。通过科学调整烟气温度、用量,来优化系统设计,对烟气流速与塔体直径加以计算。方案设计者将烟气流速设定为 3.5m/s,确定脱硫塔的直径参数,对最大烟气量进行有效处理,达到燃气锅炉超低排放的要求。

③对调整后的方案进行检验,保证方案的可行性,使其达到预期目标,充分展现石化企业燃气锅炉超低排放改造的效果。

3.2 系统优化

石化企业燃气锅炉系统的优化是超低排放经济性改造的主要内容,通过对脱硫系统、脱硝系统性能的提升,使系统运行稳定性与效率提高,达到改造的预期效果。

①针对脱硫系统石膏含水率较高的问题,系统优化人员通过改造升级,不断提高石膏品质,使系统各项设备的稳定性提高,石膏运输效果得到显著的增强。系统优化期间,做好综合化验数据的分析,将理论知识进行整理,形成良好的系统运行环境。例如,根据石化企业燃气锅炉的运行过程,增加脱硫塔冲洗回水的频率,有效降低粉尘对二氧化硫与脱硫剂的接触频

率。此外,降低浆液中钙离子的溶解速率,使其与氢硫酸根发生反应,强化吸收剂的活性^[4]。

②脱硫系统优化后,对系统的优化效果进行检验。根据脱硫塔内部玻璃鳞片的脱落情况,调整脱硫浆液的浓度。发现氧化风管堵塞,及时采取有效的解决措施,降低系统的恶性循环,提高石化企业燃气锅炉超低排放的效率。此外,适当在系统中添加石膏晶种,为脱硫塔运行创造良好的环境。对脱硫系统中的湿电回水结构加以改造,增加一根新的回水管,保证脱硫废水系统的稳定运行。生成系统运行检验报告,以此来调整系统优化方案,促进石化企业燃气锅炉超低排放达标,满足经济性改造的要求。

③定期对系统进行维护,适当调整系统的运行功能,改善系统性能,发挥系统的作用。例如,石化企业工作者定期检查系统的喷头装置,对装置使用寿命进行检测,发现问题及时更换,确保系统运行的稳定性,提高系统控制的水平。

3.3 机组改造

石化企业的各类机组是支持燃气锅炉运行的基础,做好机组改造工作,能够有效提高燃气锅炉超低排放的效果,提高大气污染防治的效果。

首先,依托实际工况,对发电机组进行改造升级,使其与其它装置配套使用,有效提高燃气锅炉的运行效率。通过对温度与压强的控制,为发电机组运行创造良好环境。机组内的各种元件在日常使用中会消耗,通过科学的测量、计算,对机组运行压力与运行温度加以控制,使温度保持在 540 摄氏度左右,压力维持在 13.7 兆帕,充分保障发电机组的安全质量。

其次,燃气锅炉运行中会产生大量的污染物,通过对机组的改良,从源头对污染物加强治理,有效缓解治理压力。设计者参考烟气排放的标准,对所需的配套装置进行分析,在机组改造时需要兼顾其它设备的运行功能。尤其是生石灰-石膏湿法脱硫装置,能够去除烟气中的氮氧化物。设计者充分平衡机组与燃煤装置的平衡,对反应温度、压力状态加以控制,避免尿素在炉膛内出现不分解的问题。改造后的机组能够有效抑制气体逃逸,机组的温度也降低,大量的污染气体得到治理,有效促进石化企业燃气锅炉超低排放效率的提高,满足石化企业可持续发展的目标^[5]。

最后,对机组改造的成果进行总结,包括数据、图纸与经验等,为其它石化企业燃气锅炉超低排放项目经济性改造提供借鉴经验。

3.4 工艺升级

升级改造工艺能够提高石化企业燃气锅炉超低排放的效率,实现经济效益与环境保护效益的双赢。

首先,根据燃气锅炉超低排放工艺的技术路线,明确工艺升级的方向。其中,SCR脱硝技术的升级能够有效提高SCR反应器的速率,将反应器中的氮氧化物分解,沿着烟气管道运输,最终排放至大气中。技术人员利用脱硝工艺,将氨水泵入储存槽内,搭配氨水蒸发器进行使用,有效提高氨水蒸发器的利用效率。混合后的稀释热风,在蒸汽作用下形成混合气体,能够均匀的喷入烟道内,进而形成良好的气体反应效果,达到去除氮氧化物的目标。

其次,对生石灰石膏脱硫工艺进行升级。对比工艺流程中液体与气体的信息,有效消除烟气处理的不良气体影响。将石膏浆液进行及时排出,使石膏旋流器有效浓缩,进入到真空皮带脱水机内。在系统的脱水处理后,石膏的表面含水率下降,石膏贮存效果不佳。升级后的工艺条件得到满足,为石膏贮存提供空间。生石灰与石膏脱硫的效果得到显著增强,充分还原二氧化硫,达到燃气锅炉超低排放要求,缓解石油化工企业烟气脱硫的成本压力。

最后,升级湿式电除尘工艺。根据电流的特点,通过高频电源装置,不断优化直流电的使用。将强大电场中的空气进行电解,以此来实现定向运动。荷电离子不断积累,积累到一定量后,在阳极管的表面形成水膜。设计者改进导电板的模式,使其在重力作用下自上而下流淌,进而有效去除表面的粉尘,发挥电除尘的作用。

3.5 经济效益分析

通过对石化企业燃气锅炉超低排放的经济性改造,有效降低企业的成本,提高企业经济利润。

①经济性改造后的脱硫系统运行效率提高,能够以较低的成本实现烟气脱硫。检验人员对燃气锅炉排放污染物的指标进行观察,建立经济性对照指标,以此来检验改造效果。其中,对氨气逃逸的现象进行分析,计算治理成本。通过客观的检测,对不同污染物的治理成本进行计算。例如,氮氧化物的排放指标始终维持在 $20\text{mg}/\text{m}^3$,根据石化企业燃气锅炉超低排放的要求。生成经济效益检验报告,确定氨逃逸的数量,对改造后的经济效益进行计算,增强脱硫系统经济性改造的效果。根据效果反馈内容,通过对反应器出口的改造,避免氨逃逸,使氨气以固态形式保存,针对

性解决脱硫系统改造后的问题。

②改造后的污染物治理工艺流程存在漏洞,喷氨格栅的安装质量不佳,设备无法稳定运行,导致空间不足,烟气流畅的均匀性下降,严重制约了脱硝的处理。燃气锅炉的换热效率也不足,技术人员通过反馈,发现外部的反应器位置与煤气位置存在偏差。基于专业经验,石化企业在原有引风机的位置加装新设备,帮助调整压强。并将汇合的脱硫物质进行处理,引送到烟囱位置,降低烟气负荷的波动,从而提高引风机变频控制的效率。

③定期总结石化企业燃气锅炉超低排放经济性改造效果反馈的经验,不断创新改造方法,更新改造理念,促进燃气锅炉运行水平的提高,增加石化企业的经济利润。

4 结论

综上所述,文章通过对石化企业燃气锅炉超低排放所带来经济效益的分析,详细描述超低排放的经济价值。以此为基础探究燃气锅炉超低排放技术的经济性改造,对脱硫、脱硝排放深入探究。与此同时,石化企业通过方案调整、系统优化、机组改造、工艺升级与经济效益,对燃气锅炉超低排放进行经济性改造,切实提高企业经济利润,促进石化行业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 王浩,杨欢欢,殷东方,等.基于GMS的某石化企业地下水污染模拟[J].山东国土资源,2024,40(12):42-48.
- [2] 王茂仁,赵安洋,于婧雯,等.石化油泥热脱附残渣危险特性分析及资源化利用环境风险研究[J].石油炼制与化工,2024,55(12):88-95.
- [3] 余海康,吴海波,黄艳平,等.创新驱动下的石化领域人才培养模式的探索与实施[J].化工管理,2024,(34):34-37.
- [4] 许明珠,胡雨晴,武亚凤,等.石化行业有毒有害水污染物排放特征及排放限值对比研究[J].环境污染与防治,2024,46(11):1695-1700.
- [5] 吴雨桐.基于冰山理论的国有石化企业涉密人员胜任力提升研究[J].石油化工管理干部学院学报,2024,26(05):19-22+35.

作者简介:

张婷婷(1988-),女,汉族,山东滨州人,中级职称,硕士,研究方向:热能工程专业工作。