

火力发电厂脱硫超低排放改造技术探讨

张润基¹ 赵济锋² 王祎雯³

1. 2 浙江菲达环保科技股份有限公司 浙江 诸暨 311800

3. 浙江菲达脱硫工程有限公司 浙江 杭州 310051

摘要：现阶段，我国越来越重视绿色环保理念的发展。环保与节约能源是当前我国能源发展的一个主要趋势。为了推动工业结构的调整 and 实现“绿色发展”，大量低效率、高污染的燃煤电站被关闭。华能集团将以国家发展战略为指导，努力打造一座以国家为主导的大型火力发电厂。因此，对我国燃煤发电企业进行烟气脱硫与超低排放技术的研究已成为当务之急。开发有利于脱硫超低排放的改造技术，对于绿色发展和改善空气质量有着重要的价值。

关键词：火力发电厂；脱硫超低排放；改造技术

引言：燃煤电厂作为一个比较重视节能、减排、降低大气污染的行业，在环保方面承受着巨大的压力。脱硫超低排放的改造技术属于一种比较绿色的革新技术，可以在热电厂中使用，有助于热电厂降低大气污染等，推动热电厂做好对环境的保护，推动热电厂技术的革新和提高。

1 火力发电的工作原理及设备概述

热电厂主要包括燃烧供应系统，发电系统，蒸汽-水系统，控制系统等。燃烧供应系统由粗、细分离，排粉，送粉等构成，但其关键是为加热水持续供应热的锅炉；发电系统由发电机、变压器、升压站等组成，利用副励磁机、主励磁机和发电机之间的相互配合，来完成把能量转换成电能的过程；蒸汽-水系统主要包括冷凝器，高、低压加热器，蒸汽-水循环系统，化学水处理等部分；其中，控制部分是对电厂各个机组的运行状态进行控制。

2 超低排放改造思路

2.1 改造原则

坚持绿色环保理念，加强现有运行体系改造，实现超低排放标准。尤其是老系统存在缺陷，造成污染问题，需要有效弥补，完善运行系统，以满足排放要求。湿法脱硫系统改造应根据电厂实际情况确定，建议不新建脱硫塔，只对老塔进行改造。对于火电厂的环保设备，需要不断引进新技术、新设备，以帮助提升整体环保水平，打造有效的去除各种污染物的一体化系统，可以大大提高增强效率并减少投入成本。要加强环保新技术研究并推广应用，不断优化运行系统，实现超低排放目标。超低排放改造要根据电厂具体情况，分析存在的问题，找出原因，明确改造原则，严格按照规定执行。

2.2 改造方案

加强改造方案评审，充分利用新技术，落实实效。火电厂污染物包括二氧化硫、氮氧化物、烟尘等，针对

各种污染物的特点制定合理的改造方案，分析方案的优缺点并评价其可行性，确保改造的顺利进行通过改进计划的实施活动。按照“协同处置、综合清扫”的原则，经过热电厂职工调研，建立了超低排放环保流程。目前，在吸收塔的改造应用中，主要采用烟尘治理所采用的高效除尘技术。其中具有代表性的有双层技术、双塔多循环双氧化技术等，主要通过加强气液传质效果，提高除烟除尘能力。

2.2.1 双托盘技术

美国布瓦特公司在此基础上，又发展了一种新型的高效率的集尘新工艺，它是从烟道进口到一楼喷雾区，采用双层金属托盘的形式。其他的操作程序和操作程序都与单塔塔空的操作程序一致。



图1 双托盘实物图

图1所示为一种典型的双盘式吸收器的构造示意图。上托盘的结构和类型与下托盘一致。优点：采用双层塔板，可以大大降低液体和气体的比例，增加一个塔板的SO₂产量。因此，最适合用于含硫较多，废气含量较少的工程。由于双重托架具有均匀气体分布及延长气液两相接触时间等优点，因此，双重托架可适用于较大的吸收器内部流动速度；双层底板对能够增强泥浆的喷气功率，增加了与煤灰的相撞几率，有效去除PM2.5中的微粒煤灰，

去除率超过90%；由于使用了较小的两台塔式液体和气体比例，因此，全系统的能量消耗将显著降低，并可节省30%；该体系结构简单，符合日常作业要求，无多余的运转和维护工作；相对于其他处理高硫煤炭的方法，采用双层托架是成本最低的方法。

2.2.2 双塔多循环双氧化设计

将常规流程中的单塔单循环流程改为双塔流程。双塔由脱硫塔和洗灰塔组成，由原来的单塔三级单层循环改造成两塔多层循环，并用新的洗灰塔对煤灰进行联合脱碳。双重氧化即在塔内外进行氧化处理，增加氧化反应室，使其起到主要氧化作用，而不影响原来的氧化反应室。对该工艺进行改进，使该工艺的氧化速率大大提高，并能有效降低亚硫酸铵的用量。采用双塔多流程双氧化法，提高了系统的使用效率，使各工序的功能区域更为清晰，并且能够达到各工序的协同增效，达到最大的功效。

3 火力发电厂脱硫技术应用中所存在的不足

3.1 技术设备严重不足

目前，我国大多数火力发电厂所需的烟气净化装置均为从国外引进，但由于新装置的成本偏高，导致其在烟气净化过程中普遍采用落后的装置，严重制约了烟气净化的效率。加之工作条件、管理水平等方面的制约，使技术设备无法完全体现其作用。

3.2 创新力度不够

目前脱硫技术大多从国外引进，火电厂自身缺乏技术创新能力，未能从自身角度进行技术突破，导致火电厂脱硫效果不佳。我国近年来虽然在脱硫技术上有所突破，但与国外相比仍有差距。在脱硫技术应用过程中，没有形成完整的脱硫产业链，建立完整的脱硫体系。

4 火力发电厂脱硫超低排放改造技术

4.1 袋式除尘技术

袋式除尘技术是高效的干式除尘方法，在生产实际中应用非常广泛，可用于燃煤储运、现场粉尘治理、锅炉烟气除尘等处，它是将纤维元素做成滤袋的形式，吸附燃煤电厂生产过程中产生的粉尘，它的除尘效率极高，有着非常重要的作用。在袋式除尘技术中，滤袋的选择是其中的关键内容，在现阶段来说，纤维滤料是其中的主要原料，它是一种新型复合物，在使用的过程中不仅过滤速度快，也可以提高过滤质量，而且便于后续的清洗工作，节省冲洗过程中的资源消耗。纤维滤料还具有高强度的适用性，可以适应摇摆、冲击等不同的动作。同时，在袋式除尘技术及电除尘技术基础上开发出电袋复合除尘器，利用电场捕捉收集颗粒大的烟尘，对微尘进行荷电，提高袋式除尘器的除尘效果^[1]，电袋式复

合除尘器要充分考虑协同除尘作用及电场故障情况下的除尘效果。

4.2 脱硫技术

目前我国热电厂采用的烟气脱硫工艺有单塔双循环工艺、双塔双循环工艺和单塔多喷射工艺等几种工艺。图2为脱硫吸收塔系统。首先，要将被处理过的烟雾，在吸附塔中进行预循环，然后，在进行了一段时间后，会将其其中的一些SO₂和HF除去，然后，还会调整泥浆的pH值，从而达到脱硫的目的。所谓双塔双循环，就是利用对应的硫化氢塔体，通过管路与回流喷洒的吸收器的回灌泥浆槽相连，由于双塔双循环技术可以根据原有的硫化氢装置进行一些改进，因此，可以节约大量的投资；单塔多喷射，通过增大喷射的浓度，或者增大喷射的层数，来提高吸收塔内的气体与气体的比例，增大气体与气体之间的接触区域，提高烟气与气体之间的能量与气体之间的接触区域，提高烟气与气体之间的能量消耗和脱硫的效率。

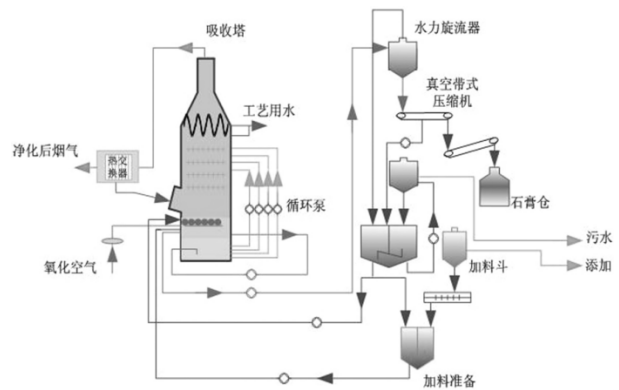


图2 脱硫吸收塔系统

4.3 低氮燃烧改造技术

在燃煤电厂的工作过程中，还可以从源头上进行超低排放的改造工作，有关人员应该对燃煤工艺进行具体的研究，明确它的标准流程，从而在传统的燃烧器中加入鼓风机、引风机等装置，或者采用变频器等设备实现自动控制，这种设备的加入可以提高燃煤过程的清洁性，使得煤炭达到充分燃烧，提高工作效率。现阶段来说，低氮燃烧改造技术在应用中被不断改造和创新，可以根据燃烧室的特点进行具体的安装，通过调节燃烧器提高煤炭的燃烧参数，而且这种改造技术方便后续的维修和保养^[2]。另外，工作人员可以在低氮燃烧改造技术中安装阀门装置，加强各方面的控制，使其可以达到最佳的效果。

4.4 对湿式电除尘技术

湿法静电除尘技术以含水分烟气为主，但存在以下问题：PM_{2.5}难以除去，且因结晶而被吸附于烟气中；脱硫时会生成浆料，同时也会生成雾状水珠。所以，在使

用湿式电除尘技术的时候,要对清洁工作结束以后,粉尘进入到吸附装置中的具体状况进行全面的分析,弄清楚造成起泡问题的主要因素,弄清楚造成粉尘污染的主要因素,若不能得到有效的解决,将会加大设备和管道的损耗^[3]。如果上述现象仍未能有效防止,则在装置正常运转时,应加强对装置的清洗,并做好清洗管理。

4.5 单塔双区高效脱硫除尘技术

由于塔中的浆液 pH值差异较大,所以采用了一种单塔和两个区域的高效脱硫工艺。在碱性的区中,中性的区中,酸性的区中,从上到下,通过氧化空气管和分流的调整器将酸碱区分隔开来。在此工序中,更重要的是针对下层泥浆再拌和的问题来进行规避。在中性区,完全氧化后的泥浆通过一个水泵被排放到一个脱水系统,然后被排放到一个喷雾区,吸收剂在喷雾搅拌下被悬浮起来,然后通过一个再循环的泥浆泵被送到一个喷雾床层,再被SO₂净化。该技术在浆液喷洒区域的强化措施包括:第一,喷雾的层数不超过三层,并且要确保各层的覆盖率,由于其多层覆盖的特性,使得烟道气在塔的断面上得到彻底的净化。而对喷头的流量也要适当的减小,从而提高了喷头的密度和覆盖率^[4]。在喷头的选取上,要选用一种特殊的喷头,可以提高二次雾化,降低对应的浆液喷射粒径,提高喷头的反压。喷管的布置必须紧密,所以要选择比较适合的喷管种类。在火力发电厂的脱硫应用中,采用单塔双区的脱硫与除尘工艺是最好的应用方式,在许多火力发电厂中,其脱硫区域往往存在着一些问题,特别是在吸收塔上,往往会产生一些气泡和残留的问题。

5 火力发电厂超低排放提升措施

5.1 加强改造过程中安全管理

在超低排放改造技术过程中,应要求总包单位、施工单位、监理单位配置专业的安全管理人员,并由建设单位委派专业安全管理人员对各级安全管理人员的履职情况进行监督检查,形成有效的安全管理链条。对入厂的施工人员进行深入的安全培训,并进行考试。考核合格人员方可入厂进行施工作业。制定现场安全检查考核制度,并宣贯到每一位施工人员。对于违反规定的人员严格考核,严重的做清退处理^[5]。针对超低排放技改施工的不同阶段,根据现场风险制定有针对性的安全管控措施,如除雾器等易燃设备的安装要制定专门的防火措施及应急预案。

5.2 加强改造过程中的精细化管理

在超低排放改造过程中,应该强化精细化管理,抓好质量控制工作。首先,应该做好现场的监督检查工作,健全现有的组织管理体系,落实业主单位、总包单位、监理单位人员岗位责任制度,并保证制度落实到

位,提高工作人员的责任意识,实现现场的深度管理,及时发现质量隐患,监督整改^[6-7]。其次,结合实际情况对改造技术进行优化和更新,对改造过程中发现的影响安全稳定运行的因素要充分分析,制定完善的整改措施及设计变更方案,及时进行改进,以保证超低排放改造项目的有效性、可靠性。

5.3 构建完善的环境保护的体系

在火电厂的发展过程中,需要统筹环境保护与自身产业经济发展,才能更好地强化火电厂超低排放的效果。企业根据相应的实际情况,建立了较为完善的环保体系,并相应成立了环保管理部门,对电厂开展的一些工作进行检查和监督,从而降低污染的发生^[8-9]。企业还可以利用信息技术建设环保网络系统,由部分专业技术人员管理,全面保护企业生产过程中的各项工作。

结束语:综上所述,煤炭是自然界的主要能源,它在地下经历了复杂的化学和物理变化,由地质作用转变而成,被广泛应用于工业生产中。我国一次能源消费中煤炭占比过半,其中燃煤发电厂对于煤炭的需要很大,有数据显示,我国发电用煤占据全国煤炭总量的25%左右。科学合理的降低燃煤电厂的污染物排放,对于改善大气环境具有重要的意义,因此由燃煤发电企业提出了超低排放的概念。通过多年的超低排放改造技术发展,燃煤发电企业已基本实现超低排放。并逐渐将超低排放的概念扩展到燃煤相关的其他相关企业,如化工、冶金等生产过程中的超低排放改造。

参考文献

- [1]瞿国忠,陈建如,陈杏荣.热电厂环保超低排放改造及技术应用[J].化肥设计,2020,58(4):54-58,62.
- [2]杨敏.某燃煤电厂超低排放改造工程实践研究[D].南昌:南昌大学,2019.
- [3]邵露洁.火力发电厂脱硫超低排放改造技术探讨[J].低碳世界,2020,10(9):21-22.
- [4]贺鑫.超低排放改造对脱硫水平衡影响及对策[J].中国电业,2019,(2):92-93.
- [5]孙建胜.火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保[J].工程技术(文摘版),2020,(5):36-37.
- [6]王文双.燃煤电厂除尘设备超低排放改造性能评价[J].电力科学与工程,2019,35(4):74-78.
- [7]邵露洁.火力发电厂脱硫超低排放改造技术探讨[J].低碳世界,2020,10(9):21-22.
- [8]连晓芳.锅炉超低排放改造工程土建及管理应用[J].四川建材,2019,45(12):32-33.
- [9]邵露洁.火力发电厂脱硫超低排放改造技术探讨[J].低碳世界,2020,10(9):21-22.