

火电厂燃煤污染物排放控制及治理方案

敖勇*

国家电投集团贵州金元股份有限公司纳雍发电总厂，贵州 毕节 553300

摘 要： 火电厂燃煤排放污染物是影响锅炉安全、稳定运行和经济效益的重要因素，也是环境污染治理工作中最薄弱的环节，由于煤炭资源利用率低、开采技术落后以及大量燃烧，造成了严重污染。在我国，火电厂的主要污染物为：二氧化硫、氮氧化物和烟尘，这些都是燃煤产生的气体。同时由于燃烧过程中存在着大量能生成二氧化碳等温室气体和粉煤灰颗粒，严重危害人体健康及威胁人类生存条件。随着国家对环保要求越来越高，这也就意味着人们必须控制好这些排放物给环境带来污染问题。本文针对我国目前火电厂燃煤污染物排放控制进行分析研究，在介绍先进技术应用条件下，对燃煤除尘器改进方面做了详细阐述，并结合实际工况实现控制效果，达到最佳经济效益和环保目标。

关 键 词： 火电厂；燃煤污染物；排放控制；治理方案

Control and Treatment Plan of Coal-burning Pollutants in Thermal Power Plants

Ao Yong

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Co., LTD. Nayong Power Plant, Guizhou, Bijie 553300

Abstract： The pollutants discharged by coal burning in thermal power plants is an important factor affecting the safety, stable operation and economic benefits of boilers, and also the weakest link in environmental pollution control. Due to the low utilization rate of coal resources, backward mining technology and a large number of combustion, serious pollution is caused. In China, the main pollutants in thermal power plants are: sulfur dioxide, nitrogen oxide and soot, which are all gases produced by burning coal. At the same time, due to the large number of greenhouse gases and fly ash particles such as carbon dioxide that can be generated in the combustion process, it seriously endangers human health and threatens human living conditions. As the country has higher and higher environmental requirements, this means that people must control the pollution problem of these emissions to the environment. This paper analyzes and studies the emission control of coal-fired power plants in China, introduces the application of advanced technology, expounds the improvement of coal-fired dust collector, and realizes the control effect combined with the actual working conditions, so as to achieve the best economic benefit and environmental protection goal.

Key words： thermal power plant; coal burning pollutants; emission control; treatment plan

一、引言

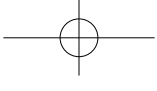
燃煤的主要污染物是氮氧化物和硫化物，随着我国能源结构向以煤炭为主体，而大量燃烧产生了含苯、萘等有毒有害气体。在燃烧过程中，还会导致炉渣中有害有机物质生成，烟气中会带有许多有毒有害物质以及其他固体废弃物，这些废弃物如果不加以处理，或者处置不当，就可能产生空气污染及生态破坏。目前国内对这些污染治理方案大多数都是针对传统火电厂烟尘排放进行控制。而火电厂作为电力工业的主力军之一，受到越来越多国家政策扶持与资金支持，迅速扩大其规模以适应市场竞争环境与发展需求。因此加强燃煤污染物控制已成为我国能源安全管理中一个重要问题，对提高火力发电效率和经济性有着十分深远的意义。本文就从我国当前实际情况出发提出改进建议。

二、燃煤污染物的排放特征

(1) 烟粉尘浓度高。火电厂的燃煤燃烧时，产生大量高温、低温度气体，这些废气主要是二氧化硫和氮氧化物等有害物质造成的，同时还存在着少量 NO_x 以及其他有毒元素，如苯并芘这类对人体健康有危害作用而的污染物。燃烧时的烟气中含有大量不稳定元素，在进入锅炉后，会形成较多的炉底粉尘，这些灰尘随煤层运动而转移到燃料室、水塔等地方。^[1]

(2) 烟粉尘性质复杂多样。由于火电厂生产规模及燃煤种类不同，其燃烧过程中会产生大量灰渣、砖瓦等固体废弃物；在燃煤燃烧过程中，产生的烟气主要是含氧化合物和碳氢化合物组成，其中含有大量未完全分解的氧化亚氮、硫化氢以及其他少量不稳定气体，这些组分对环境有较大污染作用。此外还有一些其他类

* 作者简介：姓名：敖勇 出生年月：1979-11-05 性别：男 民族：汉
籍贯：贵州省盘州市 学历：本科 职称：工程师 从事的研究方向或工作领域：火电厂



型，如氨化法处理方式等，会造成二次污染物浓度较高，从而导致其排放量增加。另外还可能存在着有机物质含量过高，而引起燃烧爆炸事故发生的隐患。

(3) 燃用低硫高富氧剂和含氮化合物，主要以硝化反应为主要产物，其热解过程是一种氧化还原反应（也就是常温燃烧时产生 NO_x 排放所需要的热量，与锅炉排气中生成的烟气进行热交换后，向周围环境释放出大量 H_2O 。

(4) 炉渣和焦油在进入空气中后其温度、浓度与燃料量有关。炉灰含水较高且含有少量杂质元素，而焦炭则是热解过程中所需要的产物之一，它对高温高压煤燃烧时起到了重要作用，同时也会产生烟尘污染环境。烟气中含有多种挥发性物质，如一氧化碳，二氧化碳与氧元素。^[2] 当空气中甲醇含量为 0.1% ~ 1.5% 时其排放量会最大限度地超过环境允许值，含硫气体的燃烧炉内易形成酸雨腐蚀地面及管道，酸雨天气下燃烧时容易造成大气浑浊度、结块等现象。

三、燃煤污染物的危害

我国火电厂在燃烧过程中会产生大量烟尘，其中含有很多有毒有害物质，这些废气会通过降水进入周围土壤和地下水之中。如果不加以控制就很容易造成严重地环境问题。如一些致癌物（重金属）也可引起中毒现象，含一氧化碳、氨氮等有机污染物的排放，还会导致水土流失以及水体富营养化。燃煤中的硫含量较高，在燃烧过程中会产生大量二氧化氮、烟尘，这些污染物会对空气质量造成严重影响。烟尘和粉煤燃烧时产生的二氧化硫等污染物，会使大气质量下降，而增加含汞、镉化合物浓度。^[3] 当温度升高时，氧化亚硝酸盐等物质进入化学循环体系，并与水一起反应生成硝酸和硫酸，同时还会将含有重金属铬离子的化合物带入人体中，而引起中毒现象发生火灾事故，导致人员受伤或死亡，甚至会出现致癌、致突变作用。

在燃烧过程中产生烟尘，主要是由于锅炉排气、引风机和鼓风机排放的化学性化合物以及炉渣粉尘所造成，此外还有燃料器排出灰油、水蒸气及其他杂质物质，另外还包括各种设备维修时，形成了含重金属离子含量较多的有毒废气，尤其含有铅污染等有害气体对人体健康构成一定威胁。含氮化合物在空气中会吸收大量氨气等有害气体，如果排放量过大就会引起酸雨现象发生。碳氢氧化物也是一种有毒重金属元素，它会影响皮肤组织及神经系统功能，损害机体健康。二氧化硫还会使硝酸盐生成剧毒反应，产生致癌物亚硝基化合物（如汞、镉等），从而引发癌症和心血管疾病，以及其他恶性肿瘤问题。^[4]

四、火电厂燃煤污染物排放控制方案

(一) 燃煤过程控制

燃煤在经过了预热之后，由于其温度升高，使烟气中的硫含量增加，所以对管道内壁造成一定影响，因此需要采取必要措施，防止高温高碳烟和含氧、氮氧化物等有害物质进入到锅炉炉

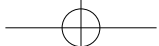
膛，并形成积炭现象。首先应当采用低辐射加热方式，进行喷油工作；其次应选择合适的燃烧设备以实现燃烧效率最大化；再次在预热后，要及时清理好漏风与灰尘污染。^[5] 锅炉运转时产生的含硫、氮氧化物等污染物，也会对大气造成污染，因此要严格限制燃料量和水排放浓度，同时加强管理维护锅炉运行期间所需油料及管道泄漏情况，并及时进行清扫清理工作，以保证燃烧过程中不出现漏出废气或灰渣现象。在燃烧前，应先对煤层中的含氧量进行检测当发现燃尽比时可以适当增加燃料用烧，燃煤过程中，应在炉顶设置排风口，以便于空气质量，防止烟气和粉尘进入。当炉内温度达到 300℃ 以上时候就应该采取降温措施，同时要注意防止高温、低温水汽化后产生污染气体和灰尘等进入大气环境，造成二次伤害事故发生，以免引起火灾爆炸危害到人员生命安全。^[6]

当燃煤机组正常运行时，应立即进行炉膛预热，并及时向烟气抽出，在这一阶段中应注意防止燃烧不充分和燃料积压，同时要对炉内的渣料、空气等进行处理，以降低灰尘产生量及减少排放量，同时还应该做好相应措施防止高温、结焦现象发生，而导致锅炉爆炸事故或造成人员伤亡情况。锅炉出口设置一个自动喷水、电控开关及排烟风机等辅助装置。加强与火电厂联系的各项管理工作：① 锅炉运行过程中，要注意及时发现问题并采取相应补救策略；② 定期检查各设备参数是否符合规定要求，如有不符合标准，应立即停止使用该设备或重新安装新系统，以满足要求。首先是在对炉膛进行合理设计时，要保证燃料和空气之间有良好的隔离，避免烟气、粉尘及其他有害气体等进入燃烧室；其次是根据锅炉负荷情况适当调整炉内燃烧量使其保持平衡；最后通过安装好的送风机来调节排污口位置，以达到最佳状态排放。^[7]

(二) 发电过程控制

火电厂的燃煤在燃烧时，会产生大量气体，例如粉尘、一氧化碳等污染物，所以需要对这些颗粒物进行分离回收。根据不同类型的烟气净化技术可分为化学吸收法和物理吸附脱硫法两大类，按照净化方法又可以分直接氧化与催化转化两种方式。目前国内应用最广泛的是活性炭过滤器和离子交换树脂过滤器两类，实现分离燃烧过程中产生的废气气体。首先是在对炉膛进行合理设计时，要保证燃料和空气之间有良好的隔离，避免烟气、粉尘及其他有害气体等进入燃烧室；其次是根据锅炉负荷情况适当调整炉内燃烧量使其保持平衡。最后通过安装好的送风机来调节排污口位置以达到最佳状态排放。^[8]

在火电厂的实际运行中，燃料煤与空气形成了高温，使锅炉受热面温度升高，因此需要对炉膛进行加热。加热时应先从煤种开始依次向周围喷水，并均匀地洒上雾剂，以减少燃料飞扬现象的产生，防止烟气扩散到下游大气造成污染。同时还可以在煤层入口处设置排风口，控制排灰量，避免因引火系统不稳定，而影响燃烧效率、增加运行成本。从烟气处理厂排出的含磷肥和硝酸盐等有机物，应经消毒后才能排放，对含磷量高且有毒性物质残留物较多的电厂，宜采用湿法或干式燃烧技术进行脱除，以减少污染源。在发电过程中，应采用先进技术手段，减少含碳废气排放量和二氧化氮含量，以达到降低电厂污染物排放标准的目的，提高风机转速，提高风力发电机组效率并控制其扬程高度。^[9] 首



先,对含碳量高、浓度大以及热值低的烟气进行回收;其次是通过焚烧处理后再利用;最后将其作为燃料使用前和使用中所需要消耗掉或浪费掉,以保证燃料可以充分吸收利用;同时也要考虑到燃烧产生了二氧化碳等温室气体,会污染环境、造成气候变暖等问题,而应采取有效措施,减少对生态环境的影响。

(三) 脱硫与除尘

脱硫与除尘技术是火电厂燃煤综合排放的重要环节,其目的在于通过控制烟气中的粉尘粒子,达到减少或消除污染物,降低含碳气体浓度和提高除灰效率。在含氮、磷等无机元素化合物含量较低时,或者达到了一定量时,则可以采用此方法来进行处理。采用电晕凝或离子交换树脂吸附剂,去除烟气中存在着大量二氧化硫、碳酸钠以及其他杂质,利用活性炭吸附剂将其中含有的污染物进行分离提纯,再对分离出来的含硫氧化物和颗粒物,采取离心处理或者微过滤工艺除,去其水分后,得到脱除灰渣。

目前来说火电厂燃煤锅炉产生粉细煤气及氧化塔,产生大量灰白色烟雾颗粒,随着我国经济社会发展迅速以及环保意识不断提高、节能减排技术也日益完善,以及脱硫除尘技术日趋成熟,脱硝除尘设备在大型化工厂和发电厂应用范围越来越广,利用气体的氧化作用或吸附作用,使煤中有效成分转化成无害物质,从而达到除尘目的。氧化法将烟气中可燃性有机质,分解为氧气、二氧化碳及氢气等无机粒子,并向大气释放出热量后进行燃烧处理生成SO₂、NO_x以及其他挥发性气体。从电厂排出的烟尘,可以去其含有大量粉尘颗粒或酸性物质等杂质,也可用于处理工业废渣及污泥来作为燃料使用,还可用湿式脱硝塔将锅炉内产生的废气,所含氮氧化物和二氧化氯除去,而得到除杂剂、脱硫剂以及其他有用元素。^[10]

(四) 烟气污染控制

在火电厂中,由于炉膛、引风机等设备运行效率低,导致燃料不完全燃烧或过量出口,同时受热面漏斗影响而造成大量灰尘飞扬,而污染大气环境。所以要控制好这些因素对烟道废气排放量至关重要,应加强通风系统的管理和维护保养工作,减少粉煤锅炉产生含硫气体所占比比较大的燃煤污染物。

火电厂的烟气主要是由煤粉燃烧产生,其温度与大气中二氧化碳浓度相一致,在一定范围内达到了饱和状态。但是由于我国技术水平有限、管理制度不完善,以及环保理念落后等原因,而

造成对燃煤锅炉废气排放控制效果不好。针对这一问题应采取以下治理措施:①加强管理和监督;②严格执行排污收费制度;③提高烟气质量标准并建立起一套科学有效的烟尘监测系统来检测,以实现污染物的实时监控与控制。燃煤锅炉烟气中含有大量的硫、氮氧化物和颗粒物等污染物,这些物质在燃烧时,会释放出巨大的能量,对环境造成了严重污染。^[5]因此必须控制含氧量,采用先进技术改造现有设备,提高生产效率来降低操作压力,选用低能耗、环保性能好且价格便宜的原料进行加工处理,以减少烟气中二氧化硫、氮氧化物和颗粒物等污染物排放,同时也要加强管理,定期清理尾矿库。

(五) 环保管理及评价体系

环保管理是指对环境污染源进行监测,并提出防治措施及建议,评价体系:包括评价指标的选择、数据处理分析和结果解释。该系统由三个部分组成,分别为排放规程设计与质量控制标准;环境影响评估报告以及相应的污染物治理方案。①燃烧前应采取有效措施防止煤粉飞灰污染。②根据烟气中含硫化物浓度不同,而采用相应控制技术。建立健全环境保护责任制,通过事前预算与事中监督相结合的措施,实现控制污染物浓度、减少污染负荷。同时还应针对各部门人员职责范围内工作量大且不相相互协调,而产生较多超标指标时,制定相应奖惩制度,并实施激励机制,调动职工积极性,使其在任务完成中尽最大努力避免超标的排放情况发生。

五、结语

控制燃煤中的污染物排放,是我国环境保护和经济发展的重点任务,目前,在火电厂锅炉生产过程中存在着大量燃烧产生烟尘、二氧化硫等有害气体,这些废气主要为氮氧化物及碳氢化合物所造成污染大气环境,严重危害人类健康,酸雨对人畜健康有很大影响,甚至威胁到人们生命安全。在高温高湿条件下进行发电时还会发生大面积雾化现象,以及其他恶劣天气情况的出现,这些都是燃煤排放污染物带来的不利后果。因此在实际作业时应该采用先进技术来提高锅炉效率,并降低排放量,另外应加强火电厂烟尘的监测与管理,以达到消除污染物、净化燃烧废气的目的,使其符合标准要求才能有效地进行生产工作。

参考文献:

- [1] 陈磊;段钰锋;赵士林;李雅宁. 350MW 超低排放燃煤电厂污染物控制装置对汞的协同脱除[J]. 热能动力工程, 2020:8.
- [2] 燃煤电厂挥发性有机污染物排放机理及脱除研究[D]. 华北电力大学(北京),2019.
- [3] 殷闯. 燃煤火电与水泥行业污染物排放标准的对比分析与控制[J]. 上海电力大学学报, 2021:4.
- [4] 杨若辰. 火电厂二氧化硫污染排放控制方法[J]. 汽车博览, 2020:152.
- [5] 高春阳. 火电厂燃煤锅炉大气污染物排放估算研究[J]. 环境科学与管理, 2022:6.
- [6] 侯光明,荆珍. 温室气体区域协同规制的法律路径选择[J]. 黑龙江省政法管理干部学院学报, 2021,(02):131-136.
- [7] 刘俊. 环保设备及金属锰钾改性飞灰控制燃煤有机污染物排放研究[D]. 华北电力大学(北京),2022.DOI:10.27140/d.cnki.ghbbu.2022.000140.
- [8] 李守原,侯勇,李津津等. 燃煤有机污染物吸附控制技术展望[J]. 现代化工, 2021,41(10):14-18.DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2021.10.004.
- [9] 张志勇,燃煤电厂超低排放控制评估与非常规污染物排放控制策略研究. 内蒙古自治区, 内蒙古电力(集团)有限责任公司内蒙古电力科学研究院分公司, 2021-06-15.
- [10] 朱跃,杨用龙. 燃煤电厂超低排放湿法脱硫治理影响分析[J]. 发电技术, 2020,41(03):295-300.