

热电厂锅炉烟气脱硝技术应用

赵伟

国能蚌埠发电有限公司

【摘要】热电厂在生产实践中对于燃煤锅炉的依赖性较强，但是在煤炭燃烧过程中产生的污染物也会造成环境污染的问题，不符合当前绿色化发展的要求。随着我国环境保护工作的深化推进，对于烟气排放的要求也越来越严格，需要严格控制其中污染物的含量及浓度，以创造安全舒适的环境，满足社会的可持续发展要求。烟气脱硝技术的成熟度相对较高，已经广泛应用于氮氧化合物的处理工作中，可以将化合物的浓度控制在标准要求以内，满足热电厂的清洁生产要求。但是，该技术在实践应用中也会受到诸多因素的干扰，必须结合当前生产特点及环保要求实施技术改造，为热电厂的未来发展创造可靠条件，体现烟气脱硝技术的优势与价值。

【关键词】热电厂锅炉；烟气脱硝技术；实践应用

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.02.1561

引言

截至目前，国内关于生物质锅炉烟气脱硝技术的研究还比较少，尤其是对选择性催化还原技术（SCR）的研究还处于初期阶段。国内现有生物质锅炉烟气脱硝应用大多数还是选用选择性非催化还原技术（SNCR），关于选择性催化还原技术（SCR）仅给出了一个概念，并无实质性、成熟可行的工艺路线。

一、烟气脱硝技术概述

烟气脱硝系统是热电厂生产系统中的重要组成部分，其主要功能是净化锅炉烟气，减少烟气中氮氧化物含量，以此来减少环境污染的目的。目前在热电厂锅炉装置中有大量低NO_x燃烧技术，实际应用中可以显著降低锅炉NO_x排放含量。低NO_x燃烧技术实际应用中，主要是通过减少燃料周围氧气浓度，减少一次风量以及挥发分燃烬前燃料和二次风的掺混，在氧浓度较少情况下保持足够停留时间，以此来避免燃料中N不容易生成NO_x，生成的部分NO_x通过均相反应还原分解，在过剩空气情况下可以降低温度峰值，热力型的NO_x生成量大幅度减少。如果选择降低热风温度与烟气再循环，可以加入一定量的还原剂，生成NH₃、CO以及HCN等物质，促使NO_x充分还原分解。但低NO_x燃烧技术通常仅仅可以取得50%的脱氮率，如果需要进一步提升脱氮率，则需要积极引用烟气脱硝技术。目前热电厂中应用较为广泛的烟气脱硝技术有选择性非催化还原法（SNCR）以及选择性催化剂还原法（SCR）、同时脱硫脱硝法以及电子束照射法等几种，其中当属SCR烟气脱硝技术脱硝效率最高，操作简单，运行稳定，便于后期维护，因此多数的热电厂锅炉选择SCR烟气脱硝技术。

二、燃煤锅炉烟气脱硝工艺技术类型和特点

目前，根据我国燃煤锅炉烟气脱硝的具体工艺差异，主要技术类型可分为燃烧过程中烟气脱硝和燃烧后烟气脱硝两种水平。其中燃烧过程中烟气脱硝技术也可称为低nox燃烧技术在实际应用中，诸如空气渐进式燃烧、低氮燃烧器和燃料渐进式燃烧等技术装置最为常见，投资成本较低，但脱硝效率也较低，不能有效满足锅炉系统运行的环境要求，而且燃烧后烟气脱硝技术主要是SNCR（选择性非催化还原脱硝技术）、SCR（选择性催化还原脱硝技术）和SNCR-SCR组合技术。每种技术在实践中都有好处，必须根据具体情况加以选择，才能产生预期的脱氮效果。在实际应用中，SNCR技术通过锅炉中还原剂和NO_x的选择性反应，即在850~1100℃温度下

将还原剂添加到锅炉高温区，产生N₂和含NO_x反应的水，以便应当指出，在使用SNCR技术将烟气脱硝应用于燃煤锅炉时，还原剂作为反应器喷入炉室，这有助于上述反应过程，其中烟气脱硝效率可在实际应用SNCR技术方面而且其脱硝效率受到锅炉结构尺寸等因素的影响，中小型燃煤锅炉的适用性更大。具体而言，目前使用尿素作为还原剂的SNCR技术不仅在实际应用中具有较成熟的技术条件，而且有效地使用还原剂，系统设备的模块化设计占地面积小，运行稳定，没有副产品，没有二次污染等。SNCR-SCR技术结合了这两种技术的优点，即：将还原剂注入锅炉燃烧室的适当温度区，然后在锅炉烟气中对还原剂和NO_x作出选择性非催化还原反应后有效分解NO_x，从而得到一种在上述反应过程结束时，将过剩的NH₃和废气引入SCR反应堆，并通过催化剂对NO_x进行选择性的催化还原反应，进一步去除废气中的NO_x。与这两种技术相比，该技术不仅比工程投资和SCR技术的维护成本低，而且具有显著的脱硝效果，脱硝率超过80%，并具有一定的应用优势。

三、燃煤锅炉烟气脱硝技术的影响因素

温度是影响脱硝效果的主要因素，比如在采用SCR技术和SNCR技术时，其最佳温度分别为340~400℃和850~1100℃，温度过低或者过高都会对脱硝处理系统的运行造成限制。在处理过程中需要保障燃煤锅炉烟气与还原剂的充分混合，包括尿素和氨等，因此其停留时间也会对最终的处理效果造成影响。应该结合烟气的流速和锅炉气路大小等确定最佳停留

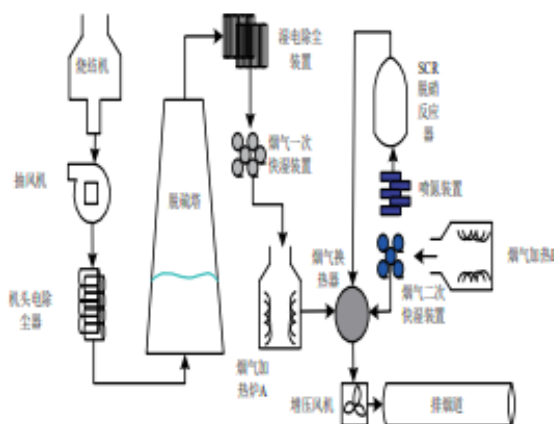


图1 燃煤电厂锅炉烟气精准脱硝装置结构示意图

时间,以保障各类反应充分进行。比如在SCR系统和SNCR系统中,其最佳停留时间分别为0.19~0.86s和0.001~10s。此外,为了确保两者的有效混合,一般要针对喷枪的喷射量实施控制。

四、燃煤电厂锅炉烟气精准脱硝装置设计

依据选择性催化剂还原技术的反应机理,设计燃煤电厂锅炉烟气精准脱硝装置,其结构如图1所示。

燃煤电厂锅炉烟气精准脱硝装置由烧结机、抽风机、机头电除尘器、脱硫塔、烟气换热器、SCR脱硝反应器等构成,燃煤电厂锅炉烟气由烧结机产生,其利用抽风机将锅炉烟气抽出后,利用机头除尘器对烟气进行过滤处理,以去除烟气内较大的漂浮颗粒。然后将锅炉烟气输入到脱硫塔内,去除烟气内硫离子后,再经过湿电除尘装置再次对烟气进行除尘处理。然后利用烟气一次快湿装置对锅炉烟气进行降温和增加水分含量处理,并将其输送到烟气加热炉A内。利用烟气换热器将烟气加热炉内的锅炉烟气抽出后,喷氮装置启动将氮气喷入到SCR脱硝反应器内。利用该反应器调整当前氮气温度后,将氮气注入到烟气换热器内使烟气与氮气发生化学反应。然后使用烟气二次快湿装置将反应后的锅炉烟气进行加湿处理,在使用烟气加热装置B对烟气再次进行加热,烟气经过二次快湿装置和烟气加热装置B循环后,利用增压风机将锅炉烟气抽出送入排烟通道,至此即完成燃煤电厂锅炉烟气精准脱硝过程。

五、SNCR技术改造

针对选择性非催化还原技术实施改造,是当前烟气脱硝技术改造的核心内容,应该在明确其各组成部分运行情况的基础上,制定切实有效的改造方案,在改善脱硝效果的同时,降低系统设备的运行能耗,创造良好的生态效益及经济效益。首先,应该合理改造蒸汽系统。在脱硝处理中,氨的均匀分布是保障烟气中氮氧化合物与其充分反应的关键,但是从实际情况来看分布效果却难以达到预期要求。为此,应该发挥蒸汽扰动装置的作用,通过开孔处理的方式改善过热装置的运行状况,烟气在蒸汽喷嘴装置的作用下可以更加均匀地与氨混合,提高脱硝处理效率,避免造成资源浪费的状况。其次,应该合理改造喷枪结构。喷枪混合装置可以改善锅炉的运行条件,也可以通过优化喷枪雾化装置实施改造,可以防止在脱硝处理过程中造成严重的泄漏状况。为了改善炉膛和喷枪的位置关系,可以合理设置喷枪和水冷壁结构的夹角,同时避免受到高温环境的影响,提高喷枪工作效率。可以将2支喷枪设置在炉膛,另外2支喷枪设置在外侧,当锅炉处于低负荷运行状态和高负荷运行状态时,分别使用下层喷枪和上层喷枪,可以有效改善锅炉运行状态,避免造成能耗增大的状况,改善烟气脱硝的环境。雾化头、本体、喷嘴罩和喷嘴座等是喷枪的主要组成部分,运用气动推进气缸和控制器对喷枪实施改造,可以达到自动化操作的目的,以减轻工作人员的负担,增强烟气脱硝系统的控制效果。运用DCS控制系统可以快速获取推进器位置,从而实现对稀氨水阀门及雾化空气阀门的有效控制,系统运转也更加可靠与便捷。再其次,应该合理改造水冷壁弯管。在喷孔下部设置水冷壁弯管,为了避免在长期脱硝工作中对其造成严重的破坏,应

该采用不锈钢护板实施防护处理。同时,还应该采用耐火材料优化设备运行状况,防止出现较大的火灾隐患,保障设备及人员安全。通过针对性改造,可以降低漏流液体对水冷壁结构造成严重损坏,降低锈蚀出现的概率,延长设备使用寿命。最后,应该合理改造稀氨水输送系统。稀氨水泵、喷枪、稀氨水储罐、测量仪表和调节阀门等共同组成稀氨水输送系统,运用自动调节阀对稀氨水泵实施优化,可以降低泵的故障率,同时设置循环回路,借助于DCS系统针对各项参数实施调节,维持系统的良好运行状态,包括流量值和压力值等,使其始终处于规定范围之内。

六、SCR脱硝技术

SCR脱硝技术具有脱硝效率高、技术成熟、运行可靠等特点,主要应用脱硝效率高的工况中,也是当前市场中最常用的脱硝工艺技术。SCR技术的核心是催化剂,只有催化剂选用合适了才能保证脱硝效率,现在市场上常温(320~420℃)催化剂、中低温(180~280℃)催化剂,其选用时应考虑以下问题:(1)常温(320~420℃)催化剂的选用,这个温度的催化剂能够耐SO₂的影响,可以正常选用;用于中低温(180~280℃)催化剂对SO₂的要求不能大于100mg/Nm³。(2)粉尘对常温催化剂的影响,一般粉尘(没有黏性的)要求3000mg/Nm³以下,对中低温催化剂的影响,一般粉尘(没有黏性的)要求300mg/Nm³以下,越低越好。(3)对于烟气中含黏性粉尘或生产工艺中有换向运行的窑炉,一般考虑先干法脱硫除尘后再进行脱硝处理。(4)对于温度低的烟气需要考虑采用SCR工艺脱硝时,需升温脱硝,这个需要做好设备造价与运行费用的对比后选定合适的工艺路线。SCR脱硝技术是脱硝行业的主要应用技术,适用范围广,脱硝效率高,适于各行各业的脱硝。

结束语

综上所述,随着国家对环保要求的逐步提高,锅炉大气污染物的排放标准也在逐步提高,各热电厂按照国家及本省环保要求进行脱硝改造的同时也要考虑锅炉热效率的提高。热电厂锅炉烟气脱硝是必然选择,可以在保证发电效率同时,最大程度上减少对环境的污染和影响,满足可持续发展要求。针对每种脱硝工艺特点,在考虑脱硝效率、使用环境及NO_x浓度工况条件上进行了简单地解析。烟气具体的脱硝方案还需要结合窑炉的生产工艺、工况、运行数据、烟气的成分及特性来综合选定。要结合实际情况灵活选择不同的烟气脱硝技术,优先选择成本低、操作便捷和脱硝率高的技术,以期取得理想的烟气脱硝效果,促进热电厂生产活动顺利进行。

参考文献

- [1]陈桂昌.循环流化床锅炉脱硝技术改造与运行分析[J].节能与环保,2015,(6):70-73.
- [2]刘学军.SCR脱硝技术在广州恒运热电厂300MW机组上的应用[J].中国电力,2006,(3):86-89.
- [3]周忠亮.烟气循环流化床同时脱硫脱硝技术在热电厂中的应用[J].应用能源技术,2019,(1):23-28.
- [4]张亮.燃煤电厂脱硝技术的发展和NO_x超低排放改造研究[D].南京:南京理工大学,2019.