

钢铁行业烧结烟气脱硫技术

钢铁行业是资源、能源高度密集型的行业，既是消耗大户，又是污染大户，近一半以上的物料投入以废气、固体废弃物或副产品的形式产出。据统计，2008年全国重点统计的钢铁企业SO₂排放量约110万t，其中烧结SO₂排放量约80万t，烧结球团烟气产生的SO₂占钢铁企业排放总量70%~90%左右。而根据我国钢铁企业所使用的原燃料含硫情况及排放状况估算，2010年我国钢铁行业的烧结烟气SO₂排放量将达到127万t。随着《清洁生产标准钢铁行业(烧结)》、《钢铁产业调整和振兴规划》、《钢铁行业烧结烟气实施方案》等政策的实施，钢铁行业SO₂减排已迫在眉睫。

1 烧结烟气脱硫的必要性

目前，对烧结烟气SO₂的控制方法主要有低硫原料配入法、高烟囱扩散稀释法、烟气脱硫法。

低硫原料配入法是从根本上消除SO₂污染简单易行、有效的措施。但低含硫原料配入法对原料含硫要求严格，使原料来源受到一定限制，而我国铁矿石原料短缺，无法对铁矿石的含硫量提出严格要求，此法推广有较大难度。

高烟囱扩散稀释法仅仅降低了污染源附近地区大气的SO₂浓度，并未真正解决排放问题，随着我国对环境保护重视程度日益加深，对污染物实施排放浓度和排放总量双重限制，此法不适合现实要求。

烟气脱硫法是针对烧结产生的烟气进行脱硫处理，最大限度降低SO₂排出量，是治理烧结烟气SO₂污染最有效方法。

因此，加快实施烧结烟气脱硫，减排SO₂，是钢铁工业环境治理急需解决的重要问题。

越来越多的钢铁企业将烧结机脱硫提上议事日程，但是由于我国烧结烟气脱硫目前仍处于起步阶段，烧结烟气脱硫的巨大技术风险和高额的投资、运行费用等成为众多钢铁企业不得不面对的难题。

2 烧结烟气脱硫技术的应用

2.1 烧结烟气的特点

1) 烟气量大。烧结工艺是在完全开放及富氧环境下工作，漏风率高，使烧结烟气量大大增加，每生产1t烧结矿大约产生4000~6000m³烟气，具体表现为氧含量为15%~18%，而锅炉等封闭式燃烧系统废气氧含量为3%~5%。

2) SO₂浓度低波动范围宽。随着原料来源的不同、烧结工艺参数的变化，烧结烟气二氧化硫含量为400~5000mg/m³；而普通燃煤炉窑烟气二氧化硫浓度多稳定在4000mg/m³以上。

3) 含湿量大且不稳定。烧结原料需加水混合造球，使烟气中的含水量一般为10%~13%左右，而普通燃煤炉窑烟气中的含水量在3%~5%左右。

4) 温度变化大，在80~180℃，而电厂的烟气温度基本保持在150℃左右。

5) 烟气携带粉尘多。粉尘主要由金属、金属氧化物或不完全燃烧物质组成，一般浓度达到10g/Nm³，平均粒径为13~35μm。

6) 含有多种污染成分。包括二恶英类、重金属污染物及氯化氢、硫氧化物、氮氧化物、氟化氢等腐蚀性气体。

烧结烟气自身固有的复杂性和特殊性在一

定程度上增加了烧结烟气SO₂

治理的难度，烧结烟气脱硫技术直到上世纪70年代才开始在世界范围内进入工业化应用，我国真正意义上的烧结烟气脱硫始于2005年。

2.2 烧结烟气脱硫技术

烧结烟气脱硫技术按工艺特点分为湿法、半干法和干法三种，按副产品处置方式分为回收流程和抛弃流程。

目前，烧结烟气脱硫技术发展趋势是：半干法和干法将逐步取代传统的石灰石—石膏湿法；工艺扩展性强的多组分脱除一体化技术取代单纯脱硫技术；工艺布置灵活、节地、投资节省、运营成本低、二次污染小、副产物综合利用价值高的技术将成为主流；由中小型烧结机向大型烧结机扩展；工业化应用加速。

我国已投入运行的烧结烟气脱硫装置采用的工艺主要有梅钢三烧、宝钢分公司三烧、不锈钢分公司一烧采用的改进的石灰石/石灰-石膏法，石钢采用的密相干塔法，包钢三烧采用的ENS半干法，柳钢二烧、杭钢采用的氨-硫酸法，福建三钢、梅钢四烧、济钢采用的循环流化床法，攀钢、莱钢银前采用的有机胺法等。

1) 石灰石/石灰-石膏法

是用石灰石或石灰的乳浊液吸收烟气中的SO₂

，生成半水硫酸钙或石膏。其技术成熟，脱硫效率高，可达90%、脱硫剂价格较低。但存在占地面积大、投资和运行费用较高、耗水量大且废水处理费用高、副产物脱硫石膏在我国不易再利用等问题。

2) 密相干塔法

采用干熟石灰Ca(OH)₂

作为脱硫剂。该法具有占地面积小、脱硫剂可循环使用、耗水量低、运行成本较低等优点，但存在脱硫剂的循环量及副产物的量均较大、副产物不易利用、系统运行不稳定、对后部的除尘器要求较高等缺点。

3) ENS半干法

采用一定粒度的Ca(OH)₂、Mg(OH)₂

做脱硫剂。该法占地面积小、无废水处理、水耗和电耗低，但固定投资巨大、副产物难以利用、运行不稳定。

4) 氨—硫酸法

是用氨水(液氨)作为吸收剂吸收烟气中的SO₂

，制得脱硫副产物—硫酸铵。该法具有吸收剂利用率、脱硫效率高，没有废水、废渣，副产物利用前景好等优点，但存在管道腐蚀、脱硫剂价格高难以安全稳定供应、易造成二次污染等缺点，适合有焦化厂的钢铁联合企业或厂区附近建有化工厂的企业，可以利用焦化、化工氨源“以废治废”，降低成本。

5) 循环流化床法

是以循环流化床原理为基础，通过对吸收剂的多次再循环，延长吸收剂与烟气的接触时间，提高吸收剂的利用率和脱硫效率。该法具有占地面积小、耗水量小、无腐蚀、不需要废水处理、脱硫剂容易获得、投资和运行成本较低等优点，但存在脱硫效率较低、运行不稳定、副产物不易利用等缺点。

6) 有机胺法

是用有机胺溶液，选择性吸收烟气中的SO₂

，再根据气提原理，加热分离胺液，得到饱和的纯SO₂

副产品和低浓度胺液再循环使用。具有脱硫效率高，可达99.5%，且脱硫效率可灵活调节；副产物价值高、市场前景好、质量稳定；工艺流程短、系统操作、维护简单可靠；生产成本较低、无二次污染等特点。

但一次投资较高，再生蒸汽消耗量较大，有机胺抗氧化性过程中生成的热稳定盐需要脱除。

2.3我国烧结烟气脱硫存在的主要问题

1)缺少稳定而适合国情的烧结烟气脱硫技术。

从目前投入运行的烧结机烟气脱硫项目来看，照搬其他领域的烟气脱硫技术不能很好地适应烧结机生产工作，这是由烧结机自身的烟气特性和生产工艺决定的。同时由于我国国产铁精粉矿含硫率较高(0.2%~0.7%)，是进口铁精粉矿含硫率的15~20倍，另外我国焦炭的含硫也相对较高，所以我国钢铁烧结烟气与国外有很大差别，国外的脱硫技术不一定适合。

2)副产物利用途径少。

彻底解决烧结烟气污染问题，不但要实现烟气高效脱硫，还要解决副产物的有效利用问题。由于烧结烟气脱硫产生的副产物成分复杂，处理难度大，目前还缺乏有效的利用途径，所以烟气脱硫技术以“抛弃法”为主，烟气脱硫在取得控制SO₂污染的环境效益的同时，往往伴随硫资源的严重浪费和固体废弃物的二次污染。

3)脱硫装置投资大、运行费用高。

烧结脱硫装置投资约占烧结机投资的20%~50%，吨烧结矿脱硫运行成本5~14元。每个烧结脱硫项目的金额从5000万元到2亿元不等，主要取决于烧结机的大小、现场条件和脱硫技术的选择等。同时国内缺少相应的奖励扶持政策，巨大的投资、较高的运行费用制约了烧结脱硫的实施。

4)缺少建设场地和技术管理人员。

我国很大一部分烧结机建成年代较早，设计和建设时都没有预留烧结脱硫项目建设以及处理脱硫产生的废弃物的场地，造成现在即使想建脱硫装置也无地可建的局面。同时，当前能够熟练掌握脱硫技术和具备管理经验的人员大多缺乏烧结脱硫实际操作经验。

3烧结烟气脱硫技术的选择

烧结脱硫是一个一次性投资及运行费用都很高昂的工艺，如选择不好，将长期背上一个沉重的包袱。企业在选择烧结脱硫工艺时应注意以下几点：

1)要坚持高效、成熟、稳定的原则。

首先SO₂

排放必须满足有关的环保标准要求，否则就没有意义，脱硫效率至少应在90%以上。其次烧结脱硫是工业化运行，任何不成熟的工艺都将带来运行的不稳定性，甚至给烧结生产带来严重的影响。所选技术应有较高的成熟度，运行安全可靠，具备一定的工况适应性和操作弹性。

2)适应现场实际的原则。

所选技术，占地面积应尽可能少，能灵活地布置在现有场地上，能够在有限的空间内布置好脱硫装置，便于正常运行和检修。对烧结机正常运行影响较小，设备阻力损失小，尽量不增加或少增加烧结机主抽风机负荷。系统便于维护，不因脱硫系统检修、维护而影响烧结生产。

3)坚持循环经济路线。

争取在脱硫过程中尽量不产生废水、废气以及其它固体废弃物等二次污染，副产物应具有较高的综合利用价值且便于循环利用或合理处置，有良好的消化渠道和市场，不产生或少产生难以处理的副产物。

4)坚持经济节约的原则。

包括投资合理性、工艺扩展性和原料的易获取性等。所选工艺一次性投资和运行成本要低，或者说工程全寿命周期运营成本要低，投资省，设备性价比高，在保证脱硫效率的前提下运行成本低，各方面的消耗少，易于操作、维护和管理。其中一次性投资不应超过烧结机投资50%，最好控制在30%~40%。工艺技术较有较强的扩展性，具备或经适

当改造后能具备脱除SO₂

外的其它有毒有害物质。脱硫剂、副产物处置原料以及能源介质等等，能比较稳定或便捷地获取，性价比高。

4结语

当前钢铁行业SO₂

的减排压力巨大，烧结烟气脱硫势在必行，国内外烧结机烟气脱硫技术正逐步完善，企业应慎重考虑，多方考察，借鉴国内外烟气脱硫技术，结合自身工艺生产特性，选择适合本企业的成熟脱硫工艺，采用多种融资方式，积极利用社会投资，建设、运行脱硫装置。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/142982.html>