

烧结烟气排放治理实践

SO_2 排放 $< 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ， NO_x 排放 $< 160\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，粉尘排放 $< 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，实现了超低排放的标准。

1 前言

烧结烟气是烧结混合料点火后随台车运行，在高温烧结成型过程中所产生的含尘废气。烧结烟气的主要特点：烧结烟气量大，固体料循环率高；烟气温度较高；烟气携带粉尘多；含有腐蚀性气体，产生一定量的氯化氢（HCl）、硫化物（ SO_x ）、氮氧化物（ NO_x ）

2）、氮氧化物（ NO_x ）和粉尘颗粒物的排放量，从而达到空气治理的目的。

2 烧结烟气排放治理

2.1 脱硫处理

烟气中硫主要来自含硫铁料和固体燃料，烧结脱硫治理主要从两个方面入手。一是优化配料结构，减少高硫铁料的配加量，同时提高固体燃料的质量，即降低焦粉和煤粉的含硫量。二是对烧结燃烧后尾气增加脱硫设备，从而进行脱硫处理。

钢铁行业中采用最多的脱硫技术为湿式镁法。湿式镁法脱硫技术成熟，效率高，Mg/S低，运行可靠，操作简单。但脱硫产物的处理比较麻烦，烟温降低不利于扩散，传统湿法的工艺复杂，占地面积和投资较大。

2.1.1 湿式氧化钙法脱硫

荣钢集团2011年安装除尘及烟气排放在线监测设备，2012年在230m²带式烧结机增加脱硫设备石灰石—石膏湿法，也称氧化钙法。

pH值一般控制在5.5~6.5。氧化钙法脱硫优点：操作方便，脱硫效率达到90%，达到国家排放标准。缺点：高钙灰质量要求较高，氧化钙（CaO）含量90%以上，-0.074mm细度95%以上。脱硫塔内部易结块，浆液循环池起泡沫；副产品石膏不容易处理，且浆液pH值控制不当易形成“酸雨”。视觉上尾气排放白色蒸汽量大，可随风飘出2km。

2.1.2 湿式氧化镁法脱硫

根据国家出台钢铁烧结、球团工业现行排放标准，规定了大气污染物和特别排放限值：颗粒物一般地区排放限值为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，特别排放限值为 $40\text{mg}/\text{m}^3$ ；二氧化硫一般地区排放限值为 $200\text{mg}/\text{m}^3$ ，特别排放限值为 $180\text{mg}/\text{m}^3$ ；氮氧化物一般地区排放限值和特别排放限值均为 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 。随着国家对排放标准的提高，2015年，荣钢集团将230m²烧结钙法脱硫改造为湿式氧化镁法脱硫。

湿式氧化镁法主要有技术成熟、适用性强、脱硫率高、脱硫剂来源集中等优点。生成产物亚硫酸镁，经氧化后生成七水硫酸镁。七水硫酸镁送到流化床加热，在近1000℃时煅烧生成MgO循环利用， SO_2 可以回收利用；副产品硫酸镁回收深加工。

湿法氧化镁法烟气脱硫的影响因素有3个：

1) pH值。 SO_2 负荷决定于烟气体积流量和原烟气的 SO_2 含量。加入的氢氧化镁流量取决于 SO_2 负荷与氢氧化镁和 SO_2 的摩尔比。随着氢氧化镁的加入，吸收塔浆液将达到某一pH值。脱硫效率随吸收塔中pH的升高而提高，吸收剂达到临界浓度时脱硫效率最高。较低的pH值可以降低堵塞和结垢的风险，因此在湿式镁法烟气脱硫中，pH值控制在5.0~

5.6较适宜。

2) 液气比 (L/G)。液一气比常用来反映吸收剂量与吸收气体量之间的关系。运行经验表明, 脱硫率随L/G的增加而增加, 特别是在L/G较低的时候, 其影响更加显著。在实际运行中, 对反应强的氧化镁, 可适当降低液气比来克服其不利的影响。

3) 镁硫比 (Mg/S)。镁硫比是指脱硫塔内烟气

提供的脱硫剂所含镁的摩尔数与烟气中所含SO₂摩尔数的比例。镁硫比相当于洗涤每摩尔SO₂所用的氧化镁的摩尔数。镁硫比高将有利于氢氧化镁与SO₂的反应, 提高烟气脱硫效率。但镁硫比大, 则镁的利用率下降, 浪费了吸收剂。

通过230m²烧结烟气在线监测数据显示, 进口SO₂浓度776mg/Nm³, 出口SO₂浓度23.5mg/Nm³, 脱硫效率可达到97%, 比钙法提高7%左右, SO₂排放均值23.5mg/Nm³, 远低于200mg/Nm³国家排放限值。

2.2脱硝处理

烧结烟气的NO_x中95%为NO, NO难溶于水, 而高价态的NO₂、N₂O₅可溶于水生成HNO₂和HNO₃, 溶解能力大大提高, 从而可与后期的SO₂同时吸收, 达到同时脱硫脱硝的目的。

因此目前钢铁行业在线检测氮氧化物主要是NO, 荣程烧结厂于2015年7月进行脱硝设备投运, 采用臭氧法, 通过O₃将NO氧化成NO₂, 然后通过碱液吸收生成硝酸盐, 从而脱除烟气中NO_x。影响臭氧脱硝的主要因素: 摩尔比 (O₃/NO)、反应温度、反应时间、吸收液性质等, 这些因素对脱硝效率有不同程度的影响。

230m²

烧结机脱硝项目正式投入运行以来, 经烟气检测, 脱硝效率达到53%以上, 出口烟气NO_x的排放浓度降到160mg/Nm³以下, 最低达到95mg/Nm³, 远低于300mg/Nm³的国家排放限值, 年减少NO_x排放约550t。

2.3粉尘颗粒物的治理

2.3.1机头静电除尘器升级改造

针对机头电除尘极板的粘灰现象, 重点对机头静电除尘做了多次升级改造。对二、三、四电场更改极板、极线材质和结构, 增重振打锤, 增加振打频次, 减少粉尘排放, 同时对机头电除尘灰取样检测分析。对机头电除尘灰取样化验成分分析结果: 碱金属含量相对较高, 尤其是钾和钠偏高, 且Cl离子偏高。导致除尘灰黏性强, 粘着在极板、极线上, 因此操作上对电除尘进行断电振打, 同时将电除尘灰外销处理 (一、二电场含碱金属偏低且品位高, 可循环利用), 减少烧结机循环使用量, 从而减少碱金属富集, 同时适当增加烧结机铺底料厚度, 提高烧结透气性, 降低烧结负压, 电除尘极板极线的附着粘着物得到有效控制, 除尘器出口含尘量明显减低, 出口粉尘排放 < 40mg/Nm³。

2.3.2增加湿法静电除尘器

2017年9月荣程集团在230m²

烧结机的脱硫装置后投运湿法静电除尘器, 对经过四电场干法电除尘和脱硫脱硝之后的烟气进行二次除尘, 从而实现超低标准排放。湿法电除尘器采用水冲刷集尘极表面来进行清灰, 可有效收集Pm2.5以下粉尘、SO₃酸雾、气溶胶等微细颗粒物。

湿电除尘投运后, 检测烟气进口粉尘浓度76.16mg/Nm³, 出口6.55mg/Nm³, 除尘效率91.4%。

处理后的粉尘含量降低到10mg/Nm³以下, 远低于国家超低排放标准。该项目投入运行后, 烟气问题得到了彻底解决, 每年减少烟尘排放约166t, 进一步

促进了区域空气质量的提升和改善。

2.4 生产过程控制

2.4.1 原料结构控制

减少或停用高硫铁料，如伊朗铁粉降低铁料中含硫量，伊朗铁粉化学成分见表1。

表1 伊朗铁粉化学成分 %

铁粉编号	TFe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	P	S
1	58.31	5.73	2.26	3.61	1.41	0.129	0.508
2	66.52	2.79	0.8	1.21	1.08	0.013	0.258
3	68.42	1.22	0.53	1.49	0.46	0.001	0.158

2.4.2 固体燃料控制

提高固体燃料的采购标准

，降低硫分，控制在1%以内，从而降低燃烧过程中释放的SO₂

，减少烧结烟气的含硫量。降低煤粉挥发分，从而降低氮氧化物含量。在原料结构不变的前提下，通过对不同挥发分的无烟末煤实验得出，燃料中挥发分直接影响氮氧化物含量，且随着挥发分的升高而升高。

2.4.3 温度控制

通过对烧结烟道温度的控制，可少量控制氮氧化物含量。实践表明，在同等原料结构下，当烟道温度控制在145~155℃时，氮氧化物含量最低。

生产中一般控制在140~160℃。因脱硫设备进口温度要求，控制在180℃以下，烟气经过主抽风机后还会上升，因此超过165℃以上没有尝试。不同的烧结机对烟道温度的控制标准也不一样。影响烟道温度的因素很多，如烧结机的漏风率、烧结的透气性、配料方案及测温点位置等，需要实践摸索找出最佳区间。

3 结语

脱硫、脱硝、湿法静电除尘器的一体化上线，可以满足目前国家环保政策要求。随着国家环保要求的提高，限排放越来越严格，目前行业在线检测氮氧化物主要是NO。随着烟气检测设备的升级，未来检测的有害气体的种类也将越来越多，如NO₂

、二噁英、HCl等，同时高质量的

煤炭资源减少。使用高质量的燃料降低烟气中SO₂

和氮氧化物，其性价比不高，从长远角度来看，还需要工艺设备再升级、先进技术的引进等。同时，增加烟气消白设备也势在必行，对排放的白色烟气进行消白，回收循环利用。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/137566.html>