# 烧结烟气排放治理实践

$_2$排放＜50mg/Nm$^3$，$NO_x$排放＜160mg/Nm$^3$，粉尘排放＜10mg/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）、硫氧化物（$SO_x$）、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230m$^2$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50mg/m$^3$，特别排放限值为40mg/m$^3$；二氧化硫一般地区排放限值为200mg/m$^3$
，特别排放限值为180mg/m$^3$
；氮化物一般地区排放限值和特别排放限值均为300mg/m$^3$
。随着国家对排放标准的提高，2015年，荣钢集团将230m$^2$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—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$SO_2$
摩尔数的比例。镁硫比相当于洗涤每摩尔$SO_2$
所用的氧化镁的摩尔数。镁硫比高将有利于氢氧化镁与$SO_2$
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230$m^2$烧结烟气在线监测数据显示，进口$SO_2$浓度776mg/$Nm^3$，出口$SO_2$浓度23.5mg/$Nm^3$
，脱硫效率可达到97%，比钙法提高7%左右，$SO_2$排放均值23.5mg/$Nm^3$，远低于200mg/$Nm^3$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$NO_2$、N2O5可溶于水生成$HNO_2$和$HNO_3$
，溶解能力大大提高，从而可与后期的$SO_2$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$O_3$将NO氧化成$NO_2$
，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（$O_3$
/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。

230$m^2$
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/$Nm^3$以下，最低达到95mg/$Nm^3$，远低于300mg/$Nm^3$
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结物得到有效控制，除尘器出口含尘量明显减低，出口粉尘排放＜40mg/$Nm^3$。

2.3.2增加湿法静电除尘器

2017年9月荣程集团在230$m^2$
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、$SO_3$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/$Nm^3$，出口6.55mg/$Nm^3$，除尘效率91.4%。

处理后的粉尘含量降低到10mg/$Nm^3$
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 | $Al_2O_3$ | 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 | [illegible] | [illegible] |

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$SO_2$，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°C时，氮氧化物含量最低。

生产中一般控制在140～160°C。因脱硫设备进口温度要求，控制在180°C以下，烟气经过主抽风机后还会上升，因此超过165°C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$NO_2$、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$SO_2$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