

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日  
2008年5月8日 (08.05.2008)

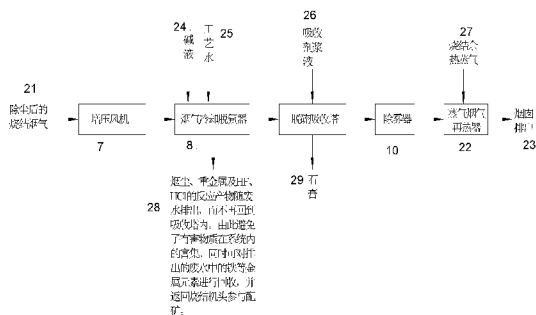
(10) 国际公布号  
WO 2008/052465 A1

- (51) 国际专利分类号:  
B01D 53/50 (2006.01) B01D 53/78 (2006.01)  
B01D 53/70 (2006.01) C22B 1/16 (2006.01)
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 宝山钢铁股份有限公司(BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2007/070951
- (72) 发明人; 及  
(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 沈晓林(SHEN, Xiaolin) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。 石洪志(SHI, Hongzhi) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。 史国敏(SHI, Guomin) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。 刘道清(LIU, Daoqing) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。 林瑜(LIN, Yu) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。
- (22) 国际申请日: 2007年10月25日 (25.10.2007)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
200610117516.X  
2006年10月25日 (25.10.2006) CN

[见续页]

(54) Title: A SINTERED FLUE GAS WET DESULFURIZING AND DEDUSTING PROCESS

(54) 发明名称: 烧结烟气湿法脱硫除尘工艺



(57) Abstract: A sintered flue gas wet desulfurizing and dedusting process comprises: defluorinating the compressed flue gas by alkali and cooling to under 80°C, introducing the flue gas in a tower for desulfurizing and absorbing(9), rotating into a slurry pool(14) by cyclones in jet pipes of the tower, breaking the flue gas in the slurry and mixing the gas with the slurry to complete the desulfurizing and dedusting process, demisting the flue gas and reheating by exhaust steam, and discharging the purified flue gas from a chimney(1).

(57) 摘要:

- 7 A BOOSTER FAN
- 8 AN EQUIPMENT FOR DEFLUORINATING AND COOLING THE FLUE GAS
- 9 A TOWER FOR DESULFURIZING AND ABSORBING
- 10 A DEMISTER
- 21 DEDUSTED SINTERED FLUE GAS
- 22 A STEAM REHEATER FOR THE FLUE GAS
- 23 DISCHARGING FROM A CHIMNEY
- 24 ALKALI LIQUOR
- 25 PROCESS WATER
- 26 SLURRY FOR ABSORBING
- 27 EXHAUST STEAM OF THE SINTERED HEAT
- 28 SMOKE DUST, HEAVY METAL, AND THE REACTION PRODUCT OF HF, HCL ARE DISCHARGED WITH WASTE WATER NOT RETURNING TO THE TOWER FOR ABSORBING, WHICH CAN AVOID HAZARDOUS MATERIAL FROM ENRICHING IN THE SYSTEM AND ALSO RECOVER METAL ELEMENT SUCH AS IRON IN EFFLUENT AND RETURN TO THE SINTERED RAM HEAD FOR COMPOUNDING MINE
- 29 GYPSUM

一种烧结烟气湿法脱硫除尘工艺, 包括下述步骤: 烧结烟气经增压后先进行冷却脱氟, 使烟气中的 HF 被碱液捕集并且将烟温降到 80°C 以下; 随后烟气进入脱硫吸收塔(9), 通过塔内喷气管中旋流装置的作用, 使烟气高速旋冲入浆液槽(14)中, 烟气在浆液中被打碎并与浆液充分混合, 完成脱硫除尘过程; 除雾后的净烟气通过烧结余热蒸汽再热后从烟囱(1)排出。

WO 2008/052465 A1



201900 (CN)。石磊(SHI, Lei) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。王如意(WANG, Ruyi) [CN/CN]; 中国上海市牡丹江路1813号南楼, Shanghai 201900 (CN)。

(74) 代理人: 上海专利商标事务所有限公司(SHANGHAI PATENT & TRADEMARK LAW OFFICE, LLC); 中国上海市徐汇区桂平路435号, Shanghai 200233 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,

LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

## 烧结烟气湿法脱硫除尘工艺

### 技术领域

本发明涉及一种烧结烟气脱硫除尘工艺，特别涉及一种用于钢铁冶金烧结烟气的湿法脱硫除尘工艺。

### 背景技术

目前，烧结烟气已成为钢铁冶炼中  $\text{SO}_2$  的主要排放源，而国内对烧结烟气脱硫技术的研究基本属于空白，这已成为制约我国钢铁行业发展的瓶颈。

为解决烧结烟气  $\text{SO}_2$  的排放问题，现有对策主要有两种。

一是选用低硫燃料或在烧结原料中添加脱硫剂以降低  $\text{SO}_2$  的排放，如中国专利 CN1285415A 通过在烧结原料中添加含氮化合物来进行燃烧中脱硫。由于添加剂在料层分布不均及燃烧区温度、浓度场的不均匀，该法脱硫效率不高。

二是对烧结烟气进行脱硫，烟气脱硫技术包括干法和湿法。干法技术有循环流化床法、旋转喷雾法、活性炭吸附法、电子束辐照法等。循环流化床法和旋转喷雾法对应的脱硫效率不高，一般在 70~85%；而且净化后的副产物为不稳定的、难以利用的亚硫酸钙，如长期堆放将造成很大的场地占用，且会引起二次污染。活性炭吸附法在日本的钢铁企业有应用业绩，如名古屋钢铁厂的 3 号烧结机设置了一套利用活性炭吸附的烧结烟气脱硫、脱硝装置。该方法虽能达到 95% 的脱硫率和 40% 的脱硝率，但活性炭价格昂贵，净化系统和吸收剂再生系统复杂，因此投资和运行费用极高。日本专利 JP52051846 公开了一种电子束辐照法的工艺，该工艺能达到 80% 以上的脱硫和脱硝率，但耗能很高，且有辐射泄漏的危险。以上几种烧结烟气干法脱硫工艺，对烟气中的细微粉尘的脱除效果都不明显，而且不具备对烧结烟气中的金属进行回收的相应措施。

与干法相比，烧结烟气湿法脱硫工艺的应用更加广泛。日本北九州制铁所将氢氧化镁溶液喷洒于烧结烟气中，使  $\text{SO}_2$  转变为硫酸镁，然后再经洗涤塔将其从烧结生产过程中分离出来。日本京滨制铁所采用氨-硫铵法进行烧结烟气脱硫，该方法是利用焦炉气中无用的氨与烧结烟气中的  $\text{SO}_2$  反应回收硫铵。首先用亚硫酸铵溶液（浓度为 3%）吸收  $\text{SO}_2$  并生成亚硫酸氢铵，再将吸收液送到焦化厂吸收焦炉煤气中的  $\text{NH}_3$ ，进而形成亚硫酸铵，再被送回烧结厂以循环

往复利用。日本的千叶、水岛、鹿岛、神户等地的烧结厂皆采用石灰石—石膏法。该类工艺装置均为上世纪 70 年代建成，采用早期最为传统的石灰石—石膏工艺，工艺装置水平比较落后，造价和运行费用均较高。行业内专家一直认为国外的技术工艺复杂、经济性较差，在国内运行不可取。

湿法脱硫的关键设备——吸收塔的形式不同，脱硫效率、系统造价、运行费用以及系统运行稳定性等也不尽相同。目前，国际上比较成熟和应用最多的石灰石—石膏法的吸收塔为喷淋塔，该种塔型在国内外 30 万千瓦以上的火电机组上已大量使用。但与燃煤锅炉烟气不同，烧结烟气存在以下特点：

(1) 烧结烟气中  $\text{SO}_2$  浓度较低（一般在  $300\sim 1000\text{mg}/\text{Nm}^3$ ），其下限甚至比燃煤锅炉烟气湿法脱硫后的排烟浓度更低；而且烧结烟气量及其中的  $\text{SO}_2$  浓度波动较大，这些特点决定了烧结烟气脱硫须采用高效率、低投资的脱硫技术。而喷淋塔气液传质效率一般，若要脱除如此低浓度的  $\text{SO}_2$ ，须确保喷淋浆液在吸收塔截面上充分覆盖，甚至喷淋层与层之间的覆盖率超过 200%，由此对应的液气比(W/G)较大（一般 W/G 在  $12\sim 20$ ），动力消耗很大，经济性较差。

(2) 与燃煤锅炉烟气相比，烧结烟气中粉尘微粒的粒径较小，亚微米级粉尘的份额较高，传统的喷淋塔对此粒径范围的粉尘脱除效率不高。

(3) 从电除尘器出来的烧结烟气温度相对较低（ $85\sim 150^\circ\text{C}$ ），这使得喷淋塔前部的蓄热式气气换热器（GGH）无法将净化后的烟气再热到  $80^\circ\text{C}$  以上。而且烧结烟气成分复杂，这将使原本就较易堵塞的 GGH 的工作状况更趋恶化，从而降低了系统的可用性。

(4) 烧结烟气成分复杂，依据烧结矿的不同，每立方米烧结烟气中含有几十甚至几百毫克的 HF 气体。此外，烧结烟气中 HCl 气体和重金属的含量均较高，粉尘粘结吸附性强。烧结烟气的这些特点对吸收塔及整套脱硫系统的防腐防垢性能、废水处理等提出了更高的要求。

因此，考虑到烧结烟气的特殊性，将在电厂脱硫中广泛应用的湿法脱硫工艺和喷淋塔完全照搬到烧结烟气脱硫上来，未必可行且不经济。

### 发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，具有烧结烟气脱硫除尘效率高、能耗低、运行费用省、体积小、造价低、运行可靠等

特点，以缓解烧结烟气中  $\text{SO}_2$  的排放对生态环境和人体健康产生的影响，并减轻企业的经济损失和环境压力。该工艺适用于不同烧结烟气量，且能适应较大范围的烧结烟温和烟气成分的变化。

本发明解决上述技术问题的技术方案步骤包括：

1) 从除尘器出来的烧结烟气经增压风机升压后，首先进行冷却脱氟，即利用碱液将烟气中的 HF、HCl 气体和大颗粒烟尘基本脱除，同时将烟温降到  $80^\circ\text{C}$  以下；

2) 烟气进入脱硫吸收塔，烟气中的  $\text{SO}_2$  与吸收塔内的碱液反应；

3) 净化后的烟气进入除雾器除去烟气中的液滴，然后被再热后从烟囱排出。

不同于燃煤锅炉烟气，依据烧结矿的不同，每立方米烧结烟气中含有几十甚至几百毫克的 HF 气体。HF 气体腐蚀性极强，溶于水后生成的氢氟酸会对吸收塔内构件及防腐材料产生严重的腐蚀，对玻璃钢材料的破坏性尤其大，从而降低了脱硫系统运行的可靠性。为保证吸收塔的安全运行、降低塔内防腐材料的等级并为后续的脱硫提供最佳的反应条件，在烟气进入吸收塔前先对其进行冷却脱氟。在此过程中，烟气与来自碱液槽的新鲜碱液反应，可基本脱除其中的 HF 气体；同时碱液的蒸发和工艺水使烟气温度降到  $80^\circ\text{C}$  以下，为后续的脱硫提供最佳的反应条件。吸收塔如长期在  $80^\circ\text{C}$  以上工作，无论是什么防腐材料，都会出现材料疲劳老化、使用寿命降低的问题。因此将吸收塔的进气温度降到  $80^\circ\text{C}$  以下，有利于吸收塔材料的长期使用，保证了吸收塔的热安全性。由于烟气中的 HCl 气体亦具有极高的溶解度，因此在冷却脱氟时大部分的 HCl 得以除去，同时除去大颗粒的烟尘。

经过冷却脱氟后的烟气进入该工艺特有的高效脱硫吸收塔，通过与吸收塔内的碱液反应，基本除去其中的  $\text{SO}_2$ 。由于烧结烟气中的  $\text{SO}_2$  浓度较低，如采用传统的喷淋塔形式，则要达到较高的脱硫效率需提供很高的动力消耗。因此，本工艺采用特殊设计的脱硫吸收塔。该吸收塔不采用传统的浆液打循环、上部喷淋的方式，而是让冷却脱氟后的烟气从吸收塔中部均匀地进入塔内按一定方式排布的若干根喷气管中，喷气管下部的排气孔浸没在吸收剂浆液面下。烟气经喷气管内的旋流装置后，产生强烈旋转，随后从排气孔沿切向冲入吸收塔浆液池中，气泡在冲出后发生相互对冲、旋转、剪切、破碎，在浆液中被进一步

打碎，增强了气液接触效果，在这一过程中能达到 95% 以上的脱硫效率和 99% 以上的除尘效率。吸收塔浆液池下部为搅拌机构和氧化装置。搅拌机构目的是防止浆液池底部的石膏发生沉淀；氧化机构的作用是将反应副产物进一步氧化成可利用的石膏晶体。当吸收塔浆液池底部的石膏浆液浓度达到设定值时，石膏浆液由塔底排出并进入后续的石膏脱水系统。

净化后的烟气进入除雾器，经除雾后的烟气达到良好的液滴分离效果。除雾后的烟气被再热后从烟囱排出。

作为本发明的一种改进，其中脱硫后产生的石膏浆液经过两级脱水，含水率降到 10% 以下，两级脱水分别由螺旋卸料沉降离心机或水力旋流分离器和真空皮带机完成。。

作为本发明的一种改进，对烧结烟气进行冷却脱氟，在一冷却脱氟器中进行。这样能更好地保证将烟温迅速地降低到 80℃ 以下，同时基本脱除烟气中的 HF 气体。

作为本发明的另一种改进，步骤 1) 中烟温是通过碱液的蒸发和冷却脱氟器中的工艺水冷却的。

作为本发明的另一种改进，冷却脱氟器中产生的废水直接排入废水处理系统。冷却脱氟器内产生的废水含有  $F^-$ 、 $Cl^-$ 、含重金属的烟尘及少部分的亚硫酸钙，且废水量不大，故直接排入废水处理系统，而不再进入后续的脱硫塔。从而大大减轻了脱硫系统的氯离子和重金属富集效应，缓解了后续设备的氯腐蚀问题，并提高了脱硫副产石膏的品位。

作为本发明另外的改进，从冷却脱氟器中排出的废水通过沉淀、pH 值调节等工序将废水中的重金属分离出来，烘干的重金属污泥经磁选后回收其中的铁，回收后的铁再返回烧结机头参与配矿。从而提高了烧结系统的资源利用率。

作为本发明的另一种改进，在步骤 2) 的脱硫吸收塔中，冷却脱氟后的烟气通过吸收塔内喷气管中旋流装置的作用，高速旋冲入浆液池中，烟气在浆液中被打碎并与之充分混合，气液在高效接触过程中完成脱硫、除尘过程。步骤 2) 中的高效脱硫吸收塔无浆液循环泵，因此运行费用低。而且吸收塔内气流速度高，因此塔体结构较为紧凑，占地面积小。且脱硫吸收塔的内部无运动部件、无喷嘴，从而大大降低了吸收塔的堵塞和结垢倾向，系统运行可靠性高，维修量减少。

作为本发明另外的改进，经过步骤 3) 除雾后的烟气的再加热过程是通过利用本系统的烧结余热蒸气来实现的。即将环冷机冷却烧结矿过程中产生的余热蒸气引入蒸气烟气再热器，从而将烟气温度加热到 80℃ 后再从烟囱排出。这种利用烧结余热蒸气的方式以代替传统的蓄热式气气换热器 (GGH) 的工艺，取消了昂贵的 GGH 又避免了堵塞的发生，从而提高了系统运行的稳定性并降低了投资成本。

至于上述的碱液，只要是能与  $\text{SO}_2$  反应的碱性物质配置成的溶液或浆液都可使用。常用的脱硫碱性物质为钙基吸收剂如石灰石和熟石灰，因其具有较好的价格优势。其他如钠基、镁基和铵基等碱性化合物亦可使用。

本专利中的石膏指上述碱性物质脱硫后形成的任意一种硫酸盐。

由于本发明采用了上述的技术方案，使之与现有技术相比，具有以下优点和积极效果：

1. 能适应烧结烟气量、烟气温度及烟气中  $\text{SO}_2$  浓度变化范围较宽的要求，脱硫效率达 95% 以上，除尘效率达 99%，尤其对亚微米级的粉尘有很好的脱除效果。

2. 在吸收塔前单独设置一冷却脱氟器，将烟温降到 80℃ 以下的同时除去大部分 HF 气体。该措施在为后续的脱硫提供最佳反应条件的基础上，保证了吸收塔的热安全性，有效地减轻了塔内的腐蚀问题，提高了脱硫系统运行的可靠性。

3. 在冷却脱氟器内同时除去大部分的 HCl 气体和大颗粒烟尘，减轻了脱硫系统的氯离子和重金属富集效应，缓解了后续设备的氯腐蚀问题，并提高了脱硫副产石膏的品位。

4. 对冷却脱氟器产生的少量废水进行处理，减小了废水处理量。同时对废水中的重金属尤其是铁进行回收并送至机头参与配矿，提高了烧结系统的资源利用率。

5. 与传统的喷淋塔相比，本工艺采用的吸收塔内部无运动部件、无喷嘴，降低了结垢的可能性，设备运行可靠性高，维修量大大减小。

6. 与传统的喷淋塔相比，本工艺采用的吸收塔无浆液循环泵，因此运行费用低。而且吸收塔内气流速度高，因此塔体结构较为紧凑，占地面积小。

7. 本工艺采用的吸收塔，烟气高速旋转冲入浆液池中，气液接触效果好，

脱硫除尘效率高。

8. 针对烧结烟气的特点，利用烧结余热蒸气再热的方式以代替传统的蓄热式气气加热器，取消了昂贵的GGH又避免了堵塞的发生，提高了系统运行的稳定性并降低了投资成本。

### 附图概述

图1为本发明的工艺流程示意图。

图2为本发明的工艺系统简图。

### 本发明的最佳实施方案

由图1至图2可知，从静电除尘器6出来的待处理烧结烟气首先经增压风机7升压后，进入位于脱硫吸收塔9前部的冷却脱氟器8进行脱氟冷却。在此阶段，烟气与从石灰石浆液槽14喷入冷却脱氟器8的新鲜碱液反应后，并经过工艺水槽13喷入的工艺水洗涤，可基本脱除烧结烟气中的HF气体，同时烟气温度降低到80℃以下，为后续的脱硫提供最佳反应条件，并保证了吸收塔的热安全性。由于烟气中的HCl气体亦具有极高的溶解度，因此在冷却脱氟的同时大部分的HCl得以除去，同时除去大颗粒烟尘。

其中，经冷却脱氟器8中产生的废水直接排入废水处理系统15。冷却脱氟器8内产生的废水含有F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、含重金属的烟尘及少部分的亚硫酸钙，且废水量不大，故直接排入废水处理系统，而不再进入后续的脱硫塔。从而大大减轻了脱硫系统的氯离子和重金属富集效应，缓解了后续设备的氯腐蚀问题，并提高了脱硫副产石膏的品位。

从冷却脱氟器8中排出的废水在废水处理系统15通过沉淀、pH值调节等工序将废水中的重金属分离出来，烘干的重金属污泥经磁选机16磁选后回收其中的铁，回收后的铁再返回烧结机4的机头参与配矿。从而提高了烧结系统的资源利用率。剩余的重金属可视情况进一步利用或外送处理。

从冷却脱氟器8降温后的烟气均匀地进入脱硫吸收塔9内按一定规律排布的若干根喷气管中，通过喷气管内的旋流装置的作用，烟气在管内旋转向下运动，并沿喷气管下部的排气孔的切线方向喷入碱液中。由于特殊的喷气管排布方式，使喷射出的气泡在浆液中产生剧烈的对冲、剪切、旋流、破碎等效应，



从而产生一个高度掺混、强烈干涉的气液两相紊流区，极大地提升了气液传质效果。在这一过程中，烟气中的  $\text{SO}_2$  溶解在液相中进行化学吸收反应，烟气中的残留的粉尘也在接触液体后被除去。紊流区内的气泡继续曲折上升，直至在浆液面上部破裂，完成整个烟气洗涤过程。反应后生成的亚硫酸钙通过氧化风机 12 鼓入的空气，进一步在吸收塔浆液贮罐中氧化成硫酸钙，并结晶生成石膏。塔底部的搅拌器 5 始终运行以防止石膏浆液沉淀。本发明涉及的脱硫吸收塔除常用的碳钢内衬玻璃鳞片或橡胶内衬材料外，亦可采用整体玻璃钢（处理烟气量较小时）或碳钢内衬玻璃钢（处理烟气量较大时）来制造。玻璃钢材质的防腐、防结垢性能优越，且造价低；脱氟冷却段 8 的设置更为玻璃钢吸收塔的热安全性及防腐安全性提供了可靠的保障。

脱硫后的烟气从脱硫吸收塔 9 出来后进入除雾器 10 进行气液分离。从除雾器 10 出来的烟气需在蒸气烟气再热器 3 中加热到  $80^\circ\text{C}$  后才能由引风机 2 排入烟囱 1。蒸气烟气再热器利用环冷机冷却烧结矿过程中产生的余热蒸气来作为再热热源。

烟气在脱硫吸收塔 9 与碱液反应产生的石膏浆液进入石膏脱水系统 11 经两级脱水。两级脱水分别是由螺旋卸料沉降离心机或水力旋流分离器和真空皮带机完成的。由于烧结烟气中  $\text{SO}_2$  浓度较低，故石膏产量不高，为减轻石膏处理系统的负荷并便于脱水，采取间歇出膏的方式。即通过密度计定时监测石膏浆液的密度，当满足出膏要求时，石膏浆液自吸收塔底部由石膏取出泵引出，并泵送至石膏浆液槽，然后再经石膏脱水泵送到螺旋卸料沉降离心机（或水力旋流分离器）进行一级脱水，经一级脱水稠化后的石膏进一步用真空皮带机脱水到 10% 左右的含水率。

本烧结烟气湿法脱硫除尘工艺由 DCS 集散型控制系统进行控制。

针对一烧结烟气脱硫的热态试验装置：试验用烟气取自某烧结厂排放烟气，温度为  $150^\circ\text{C}$ ，流量为  $90000\text{m}^3/\text{h}$ ，折合成标干态  $5.78$  万  $(\text{N. d. m}^3)/\text{h}$ 。烟气中  $\text{SO}_2$  浓度为  $300\sim 800\text{ mg}/\text{Nm}^3$ ，HF 浓度为  $50\sim 90\text{ mg}/\text{Nm}^3$ ，HCl 浓度为  $80\sim 150\text{ mg}/\text{Nm}^3$ ，粉尘浓度为  $50\sim 120\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 。烟温经冷却脱氟器后降至  $80^\circ\text{C}$ ；原烟气为  $150^\circ\text{C}$  时，冷却脱氟器内喷石灰石浆液量为  $120\sim 250\text{ kg}/\text{h}$ ，冷却水量为  $2\text{ t}/\text{h}$ 。冷却后的烟气进入吸收塔进行反应，塔直径  $4\text{m}$ ，浆液面高度  $3.5\text{m}$ ，喷气管共 28 根，旋流装置位于喷气管的中部。吸收剂为 15%wt 的石灰石浆液，浆液量为  $250\sim 500\text{kg}/\text{h}$ ，石

灰石耗量为 37.6~75.2kg/h。排出的 20%wt 石膏量为 0.3~0.6 m<sup>3</sup>/h。氧化空气量为 3 m<sup>3</sup>/min，氧化空气压头 49kPa。脱硫后的烟气温度为 50℃，经两级除雾后烟气中水滴携带量小于 75 mg/Nm<sup>3</sup>；再热后烟气温度上升到 80~90℃。

上述脱硫系统的脱硫效率达 95%以上，脱氟和脱氯效率达 95%以上，除尘效率达 99%。排出石膏浆液量为 0.3~0.6 m<sup>3</sup>/h，由卧式螺旋卸料沉降离心机脱水后的含水率在 50%~60%，经真空皮带机脱水后石膏的含水率小于 10%。最后得到的石膏晶体颗粒粒径为 46~100 μ m。

## 权 利 要 求

1. 一种烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于包括以下步骤：

1) 从除尘器出来的烧结烟气经增压风机升压后，首先进行冷却脱氟，即利用碱液将烟气中的 HF、HCl 气体和大颗粒烟尘基本脱除，同时将烟温降到 80℃ 以下；

2) 烟气进入脱硫吸收塔，烟气中的 SO<sub>2</sub> 与吸收塔内的碱液反应；

3) 净化后的烟气进入除雾器除去烟气中的液滴，然后被再热后从烟囱排出。

2. 如权利要求 1 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：步骤 1) 中的冷却脱氟过程是在一冷却脱氟器中进行的。

3. 如权利要求 2 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：步骤 1) 中烟温是通过碱液的蒸发和冷却脱氟器中的工艺水冷却的。

4. 如权利要求 3 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：所述冷却脱氟器中产生的少量废水直接排入废水处理系统。

5. 如权利要求 4 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：从冷却脱氟器中排出的废水通过沉淀、pH 值调节等工序将废水中的重金属分离出来，烘干的重金属污泥经磁选后回收其中的铁，回收后的铁再返回烧结机头参与配矿。

6. 如权利要求 1 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：在步骤 2) 的脱硫吸收塔中，冷却脱氟后的烟气通过吸收塔内喷气管中旋流装置的作用，高速旋冲入浆液池中，烟气在浆液中被打碎并与之充分混合，气液在高效接触过程中完成脱硫、除尘过程。

7. 如权利要求 6 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：在步骤 2) 中产生的石膏浆液经两级脱水，含水率降到 10% 以下。

8. 如权利要求 7 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：石膏浆液的两级脱水分别由螺旋卸料沉降离心机或水力旋流分离器和真空皮带机完成。

9. 如权利要求 1 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：步骤 3) 中烟气的再加热是利用烧结合余热蒸气实现的。

10. 如权利要求 1 所述的烧结烟气湿法脱硫除尘工艺，其特征在于：步骤 1) 和 2) 中的碱液包括由石灰石、熟石灰、钠基、镁基和铵基等一种或多种碱性化合物配置成的水溶液或浆液。

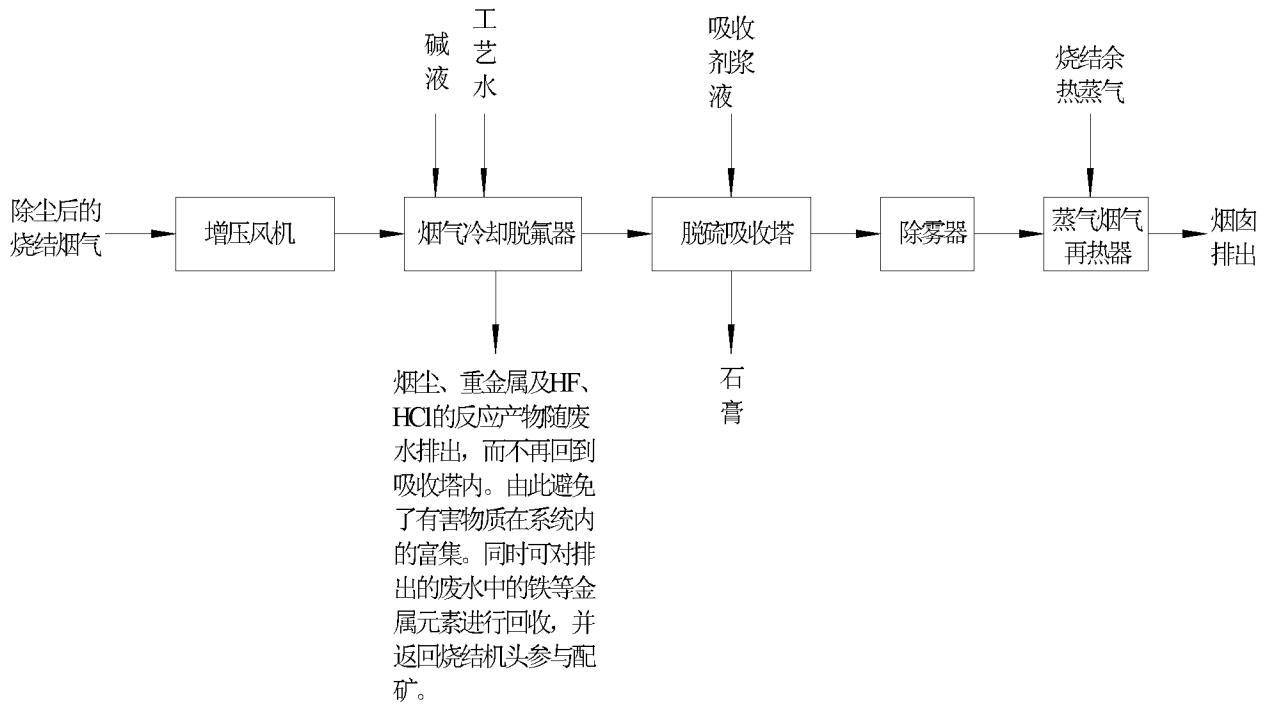


图 1

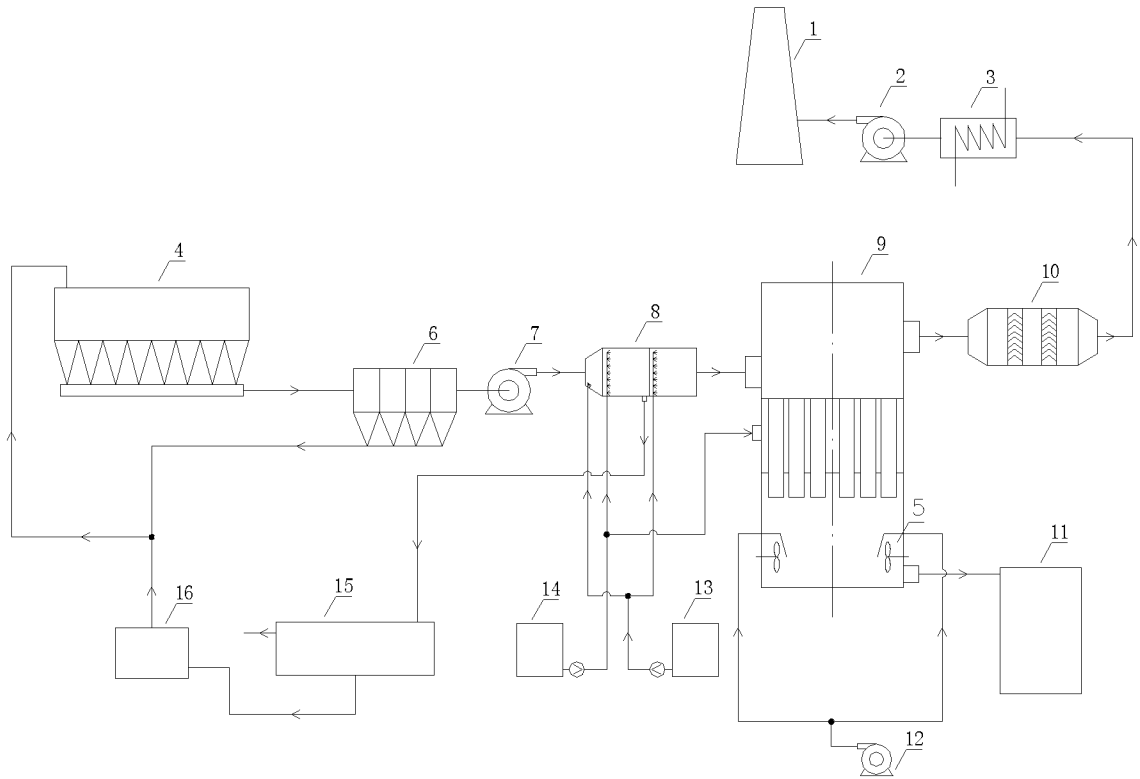


图 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/070951

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <p style="text-align: center;">See extra sheet</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p style="text-align: center;">IPC: B01D, C22B</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> <p style="text-align: center;">CNPAT, CNKI,WPI,EPODOC,PAJ: dedust, dechlori+,defluori+,alkali,absorb+,cool+</p>				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>				
<p>Category*</p>	<p>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</p>	<p>Relevant to claim No.</p>		
<p>A</p> <p>A</p> <p>A</p>	<p>US4687649A (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) 18 Aug. 1987 (18.08.1987) claims 1-9, fig.1-1, fig.3, fig.4, fig.15</p> <p>US4833877A (BERGWERKSVERBAND GMBH ) 30 May 1989 (30.05.1989) claims 1-10, abstract, figure accompanying the abstract</p> <p>JP2000051648A (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 22 Feb. 2000 (22.02.2000) claims 1-8, fig.1</p>	<p>1-10</p> <p>1-10</p> <p>1-10</p>		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;”document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;”document member of the same patent family</p>
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;”document member of the same patent family</p>			
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;"><b>29 Dec. 2007 (29. 12. 2007)</b></p>		<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;"><b>14 Feb. 2008 (14.02.2008)</b></p>		
<p>Name and mailing address of the ISA/CN</p> <p>The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451</p>		<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;"><b>LIU, Tianzuo</b></p> <p>Telephone No. (86-10)62085017</p>		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2007/070951

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US4687649A	18.08.1987	EP0139802A	08.05.1985
		JP60058230A	04.04.1985
		DK8403402A	10.03.1985
		DK9101289A	02.07.1991
		DK9101290A	02.07.1991
		EP0139802B1	27.05.1992
		DE3382571G	02.07.1992
		DK174369B	13.01.2003
		EP0405619A	02.01.1991
		EP0408092A	16.01.1991
		AT76592T	15.06.1992
		AT89492T	15.06.1993
		AT89493T	15.06.1993
		DE3382685D	24.06.1993
		DE3382686D	24.06.1993
		DK174385B	20.01.2003
US4833877A	30.05.1989	DE3629817A	03.03.1988
		GB2196641A	05.05.1988
		ZA8706108A	03.03.1988
		JP63134029A	06.06.1988
		BE1001647A	16.01.1990
		DE3629817C	02.08.1990
		GB2196641B	09.01.1991
		JP4023566B	22.04.1992
		JP1736635C	26.02.1993
		JP2000051648A	22.02.2000

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/070951

Continuation of A : CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/50(2006.01)i

B01D53/70(2006.01)i

B01D53/78(2006.01)i

C22B1/16(2006.01)n



<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p style="text-align: center;">参见附加页</p> <p>按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>														
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: B01D,C22B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI: 烟气, 脱氟, 除尘, 吸收, 脱硫</p> <p>WPI,EPODOC,PAJ: dedust, dechlori+, defluori+, alkali, absorb+, cool+</p>														
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">类 型*</th> <th style="width: 70%;">引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th style="width: 20%;">相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US4687649A (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) 18.8 月 1987 (18.08.1987) 权利要求 1-9, 图 1-1, 图 3, 图 4, 图 15</td> <td style="text-align: center;">1-10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US4833877A (BERGWERKSVERBAND GMBH) 30.5 月 1989 (30.05.1989) 权利要求 1-10, 摘要, 摘要附图</td> <td style="text-align: center;">1-10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP2000051648A (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 22. 2 月 2000 (22.02.2000) 权利要求 1-8, 图 1</td> <td style="text-align: center;">1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	US4687649A (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) 18.8 月 1987 (18.08.1987) 权利要求 1-9, 图 1-1, 图 3, 图 4, 图 15	1-10	A	US4833877A (BERGWERKSVERBAND GMBH) 30.5 月 1989 (30.05.1989) 权利要求 1-10, 摘要, 摘要附图	1-10	A	JP2000051648A (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 22. 2 月 2000 (22.02.2000) 权利要求 1-8, 图 1	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
A	US4687649A (BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA) 18.8 月 1987 (18.08.1987) 权利要求 1-9, 图 1-1, 图 3, 图 4, 图 15	1-10												
A	US4833877A (BERGWERKSVERBAND GMBH) 30.5 月 1989 (30.05.1989) 权利要求 1-10, 摘要, 摘要附图	1-10												
A	JP2000051648A (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 22. 2 月 2000 (22.02.2000) 权利要求 1-8, 图 1	1-10												
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。                      <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>														
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>														
<p>国际检索实际完成的日期 29. 12 月 2007 (29. 12. 2007)</p>		<p>国际检索报告邮寄日期 14. 2 月 2008 (14.02.2008)</p>												
<p>中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088 传真号: (86-10)62019451</p>		<p>受权官员  刘天佐  电话号码: (86-10) 62085017</p>												

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2007/070951

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US4687649A	18.08.1987	EP0139802A	08.05.1985
		JP60058230A	04.04.1985
		DK8403402A	10.03.1985
		DK9101289A	02.07.1991
		DK9101290A	02.07.1991
		EP0139802B1	27.05.1992
		DE3382571G	02.07.1992
		DK174369B	13.01.2003
		EP0405619A	02.01.1991
		EP0408092A	16.01.1991
		AT76592T	15.06.1992
		AT89492T	15.06.1993
		AT89493T	15.06.1993
		DE3382685D	24.06.1993
		DE3382686D	24.06.1993
		DK174385B	20.01.2003
US4833877A	30.05.1989	DE3629817A	03.03.1988
		GB2196641A	05.05.1988
		ZA8706108A	03.03.1988
		JP63134029A	06.06.1988
		BE1001647A	16.01.1990
		DE3629817C	02.08.1990
		GB2196641B	09.01.1991
		JP4023566B	22.04.1992
		JP1736635C	26.02.1993
JP2000051648A	22.02.2000	无	

主题的分类

B01D53/50(2006.01)i

B01D53/70(2006.01)i

B01D53/78(2006.01)i

C22B1/16(2006.01)n