

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810143085.3

[51] Int. Cl.

C22B 1/16 (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01)
F27B 21/08 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)

[43] 公开日 2009年3月4日

[11] 公开号 CN 101376921A

[22] 申请日 2008.10.10

[21] 申请号 200810143085.3

[71] 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市河西麓山南路1号

[72] 发明人 朱德庆 潘建 邱冠周

[74] 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
代理人 颜勇

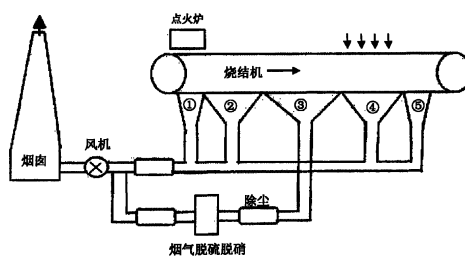
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

[54] 发明名称

烧结烟气二氧化硫减量排放工艺

[57] 摘要

烧结烟气二氧化硫减量排放工艺，将烟气按烧结区域进行分段收集，烧结区域包括高SO₂区域、高SO₂区域之外的区域，所述的高SO₂区域是指在烧结过程中，SO₂的排放量占到整个烧结过程中SO₂的排放量的60-80%，烟气量占整个烧结过程烟气量的50-70%；将高SO₂区域所产生的烟气收集，然后将这部分烟气进行除尘，脱硫脱硝处理后经烟囱排出，烧结机内高SO₂区域之外的区域的烟气收集后，或是除尘后经烟囱排放，或是循环到烧结机内进行热风烧结。本发明工艺可减少烟气脱硫时处理的烟气量，可使需处理的烟气量减少25%-50%，处理烟气中SO₂浓度提高2-4倍，与常规工艺相比，能保持烧结矿产质量基本不变，但可提高烟气脱硫装置的脱硫效率，降低烧结烟气脱硫装置的设备投资和运行成本。



1、烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，将烟气按烧结区域进行分段收集，烧结区域包括高 SO₂ 区域、高 SO₂ 区域之外的区域，所述的高 SO₂ 区域是指在烧结过程中，SO₂ 的排放量占到整个烧结过程中 SO₂ 的排放量的 60-80%，烟气量占整个烧结过程烟气量的 50-70%；将高 SO₂ 区域所产生的烟气收集，然后将这部分烟气进行除尘，脱硫脱硝处理后经烟囱排出，烧结机内高 SO₂ 区域之外的区域的烟气收集后，或是除尘后经烟囱排放，或是循环到烧结机内进行热风烧结。

2、根据权利要求 1 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，烧结机内高 SO₂ 区域之外的区域的烟气收集后循环至烧结机内前先经过除尘。

3、根据权利要求 2 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，所述的高 SO₂ 区域之外的区域包括点火烟气区域、烧结机尾部区域、点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域、高 SO₂ 区域与烧结机尾部之间的区域。

4、根据权利要求 3 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，在烧结过程中，点火烟气区域产生的烟气经除尘后循环至高 SO₂ 区域。

5、根据权利要求 3 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域，以及烧结机尾部区域产生的烟气经收集除尘后由烟囱排出。

6、根据权利要求 3 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，高 SO₂ 区域与烧结机尾部区域之间的区域产生的烟气经除尘后循环至点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域。

7、根据权利要求 3 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，点火烟气区域指烧结机点火段的区域。

8、根据权利要求 3 所述的烧结烟气二氧化硫减量排放工艺：其特征在于，烧结机尾部区域指烧结终点后的区域。

烧结烟气二氧化硫减量排放工艺

技术领域

本发明涉及烧结烟气二氧化硫减量排放的新工艺，属钢铁冶金领域。

背景技术

铁矿烧结矿是我国高炉炼铁的主要炉料，约占入炉铁料的70%以上，2005年全国烧结矿年产量更是达到5.5亿吨左右。烧结生产工艺不仅是钢铁工业中一个物流量巨大的环节，也是一个高能耗和高污染排放系数的主要环节，钢铁生产系统大气中的SO₂约40%~60%来自烧结厂。因此，减量排放烧结过程产生的SO₂在钢铁行业的环境保护中具有重要地位。但由于烧结机头烟气流量大，一般为1500~2500 Nm³/t_{成品烧结矿}或3.5×10⁵~1.6×10⁶m³/h（宝钢为1.3×10⁶m³/h），烟气含尘高，烟气温度高（150℃左右），烟气SO₂、NO_x浓度低（宝钢机头烟气中SO₂浓度低于0.05%，NO_x低于0.002%）。在烧结机机头采用烟气脱硫技术（FGD）净化烧结烟气，尽管技术上不成问题，但投资大、运行成本高，在目前国内技术经济条件下，国内烧结烟气脱硫处于空白，均采用高烟囱排放，少数钢铁厂在小型烧结机上进行了相关烟气脱硫工业试验，但没有解决处理烟气量大、烟气中SO₂浓度低的问题，无法进行工业应用。

发明内容

为了解决上述问题，本发明采用减量排放新工艺，以减少烟气脱硫时处理的烟气量和降低外排烟气中SO₂浓度，可使需处理的烟气量减少25%~50%，处理的烟气中SO₂浓度提高2~4倍，与常规的烧结工艺相比，能保持烧结矿产质量基本不变，但可提高烟气脱硫装置的脱硫效率，降低烧结烟气脱硫装置的设备投资和运行成本。

本发明的目的是通过下述方式实现的：

将烟气按烧结区域进行分段收集，烧结区域包括高SO₂区域、高SO₂区域之外的区域，所述的高SO₂区域是指在烧结过程中，SO₂的排放量占到整个烧结过程中SO₂的排放量的60~80%，烟气量占整个烧结过程烟气量的50~70%；将高SO₂区域所产生的烟气收集，然后将这部分烟气进行除尘，脱硫脱硝处理后经烟囱排出，烧结机内高SO₂区域之外的区域的烟气收集后，或是除尘后经烟囱排放，或是循环到烧结机内进行热风烧结。

烧结机内高 SO₂ 区域之外的区域的烟气收集后循环至烧结机内前先经过除尘。

所述的高 SO₂ 区域之外的区域包括点火烟气区域、烧结机尾部区域、点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域、高 SO₂ 区域与烧结机尾部之间的区域。

点火烟气区域产生的烟气经除尘后循环至高 SO₂ 区域。

点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域，以及烧结机尾部区域产生的烟气经收集除尘后由烟囱排出。

高 SO₂ 区域与烧结机尾部区域之间的区域产生的烟气经除尘后循环至点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域。

点火烟气区域指烧结机点火段的区域。

烧结机尾部区域指烧结终点后的区域。

发明人从烧结过程 SO₂ 排放行为，以及烧结工艺参数，如燃料用量、混合料水分、烧结矿碱度及混合料含硫量对烧结烟气中 SO₂ 排放行为的影响研究，参见图 3，图 4，发现铁矿烧结过程烟气中 SO₂ 的排放具有明显的特征：即随着烧结的进行，烧结烟气中 SO₂ 在靠近烧结终点附近存在一个排放浓度峰值区间，而其他区间烟气 SO₂ 浓度很低，SO₂ 排放行为不受烧结工艺参数及原料含硫变化的影响，称之为自持性。

通过计算机图像处理技术对烧结试验中得到的烧结烟气 SO₂ 排放曲线进行分段图像分析，对不同曲线所覆盖的不规则面积进行求解，分析结果表明在烧结烟气 SO₂ 排放曲线中的第二个浓度峰值处排放的 SO₂ 量占到整个烧结过程 SO₂ 排放总量的 70%左右，烟气量则只有整个烧结过程烟气量的 60%左右。

传统工艺流程见图 1，本发明的工艺流程见图 2 所示：本发明通过对烧结过程中产生的高 SO₂ 浓度区域的烧结烟气进行脱硫脱硝，然后将通过烟气脱硫装置处理的该部分烧结烟气和烧结过程其它区域产生的低 SO₂ 浓度的烧结烟气混合由高烟囱排入大气中。相对于现有工艺的将烧结过程中所产生的烟气全部统一进行脱硫脱硝处理的方式，本发明的方法更加经济，更加合理。本发明根据烧结过程 SO₂ 的形成机理和排放规律，有选择性地对烧结烟气中高 SO₂ 浓度部分进行烟气循环和烟气脱硫，从而减少需进行脱硫的烟气量，提高烟气中 SO₂ 浓度，改善烟气脱硫的效率、减少投资和运行成本。有选择性地对烧结烟气中高 SO₂ 浓度部分进行烟气循环和烟气脱硫还可节约烧结固体燃耗和减少烧结过程 NO_x 和 CO₂ 的排放。

另外,本发明的优化步骤还包括,点火烟气中 SO_2 浓度高时与烧结过程产生高 SO_2 浓度烧结烟气部位一同进行烧结烟气脱硫。含 SO_2 浓度高且废气温度高的烧结烟气返回到产生高 SO_2 浓度烧结烟气部位进行烟气循环然后对高 SO_2 浓度烧结烟气进行烟气脱硫。需烟气脱硫的最佳烧结烟气量为 35%-75%,需进行烟气循环的最佳烧结烟气量为 15%-35%。

本发明的目的在于针对烧结烟气脱硫时处理烟气量大,烟气中 SO_2 浓度低的难题,开发烧结烟气二氧化硫减量排放的新工艺,减少需处理的烟气量和提高烟气中 SO_2 浓度,在保持烧结矿产量和质量的前提下,改善烧结烟气的脱硫效率,降低设备投资和运行成本,从而促使国内烧结烟气脱硫的发展和减少钢铁工业废气中 SO_2 的总量排放,达到环境保护的目的。

本发明的关键在于揭示了烧结过程 SO_2 的形成机理和排放规律,对烧结烟气进行有选择性地处理,减少需处理的烟气量和提高烟气中 SO_2 浓度。有选择性地对烧结烟气进行循环和烟气脱硫后,与传统工艺流程相比,可减少烧结烟气脱硫时处理烟气量的 25%-50%,提高处理的烟气中 SO_2 浓度 2-4 倍,可减少烧结烟气脱硫装置设备投资 20%-45%,减少运行成本 20%-45%。此外,通过烟气循环,使烟气中的显热得到利用,实现热风烧结,可减少固体燃料配比,发展铁酸钙粘结相,改善烧结矿强度,从而进一步减少 NO_x , CO_2 排放量。

若全国烧结机全部采取烧结烟气脱硫装置,按烧结烟气脱硫装置设备投资 50-75 元/ (Nm^3/h) 、运行成本 1.1-32.4 元/ $\text{t}_{\text{烧结矿}}$ 计算,采取烧结烟气二氧化硫减量排放新工艺,可节约投资十亿元以上,每年降低运行成本数亿元。

本发明在全世界钢铁工业的烧结烟气治理中有广阔的推广价值和应用前景,可以促使烧结烟气脱硫技术在发展中国家或中小型钢铁公司的发展,节约投资和运行成本,减少钢铁工业废气中 SO_2 的总量排放,保护环境。

因此,对烧结烟气进行有选择性地处理,可在原有烧结设备或新建烧结设备上结合烧结烟气脱硫装置进行建设,工艺简单,投资少、见效快,可显著降低投资成本和运行成本、改善烧结烟气脱硫效果,促进烧结烟气脱硫技术的发展和进步,明显减少烧结烟气中 SO_2 的总量排放,保护环境。

附图说明

图 1 为传统工艺流程示意图。

图 2 为本发明综合工艺流程图。

图 3 为焦粉比对烧结烟气中 SO_2 排放的影响,烧结条件为烧结水份 8.5%,烧结矿碱度 1.8,烧结烟气流量 $35\text{m}^3/\text{h}$ 。

图 4 为铁矿烧结过程中 CO_x , SO_2 排放行为特征。

图 5 为实施例 1 烟气不循环时有选择性地处理高浓度 SO_2 烟气脱硫流程图。

图 6 为实施例 2 高 SO_2 区域与烧结机尾部之间区域的烟气循环时有选择性地处理高浓度 SO_2 烟气脱硫流程图。

图 7 为实施例 3 点火烟气循环时有选择性地处理高浓度 SO_2 烟气脱硫流程图。

图 8 为实施例 4 烟气循环时有选择性地处理高浓度 SO_2 烟气脱硫流程图。

图 9 实施例 5 有选择性地处理高浓度 SO_2 区域烟气脱硫流程图。

图示说明：

- ① 点火烟气区域：点火烟气 (SO_2 、 NO 、 CO 浓度高)；
- ② 点火烟气区域与高 SO_2 区域之间的区域：低浓度烟气 (SO_2 浓度低)；
- ③ 高 SO_2 区域：高浓度烟气 (SO_2 、 NO 浓度高)；
- ④ 高 SO_2 区域与烧结机尾部之间的区域：浓度较高烟气 (SO_2 、 NO 浓度较高)；
- ⑤ 烧结机尾部之间的区域。低浓度烟气 (SO_2 浓度低)。

具体实施方式

以下实施例旨在说明本发明，而不是对本发明的进一步限定，本发明可以按发明内容所述的任一方式实施。

实施例 1：

烧结机面积 180m^2 ，烧结风箱 15 个，按传统工艺流程，采用石灰石（石灰）-石膏法对全部烧结风箱的烟气进行脱硫，处理烧结烟气量 $600\text{kNm}^3/\text{h}$ ，烟气中 SO_2 平均浓度 $500\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，烧结烟气脱硫效率 75%，烟气脱硝效率 70%，脱硫后烟气中 SO_2 浓度 $40\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。本实施例分成高 SO_2 区域，高 SO_2 区域之外的区域。其中高 SO_2 区域之外的区域分成了开始部分的点火区域，点火烟气区域与高 SO_2 区域之间的区域及烧结机尾部区域。

按本发明工艺流程，同样采用石灰石（石灰）-石膏法，不进行烟气循环而只进行有选择性地处理高浓度 SO_2 烟气，处理第 6 个到第 13 个之间烧结风箱的烟气，所需处理的烧结烟气量减少到 $420\text{kNm}^3/\text{h}$ ，只占烧结烟气总量的 70%，烟气中 SO_2 平均浓度提高到 $570\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，占整个烧结过程中 SO_2 的排放量的 80% 为本实施例的高 SO_2 区域，该段位置属于图 5 中所示 ③ 和 ④ 部分，此时烧结料层干燥完成，烧结废气温度开始上升并达到废气温度最高点。经石灰石（石灰）-石膏法脱硫后，烧结烟气脱硫率可达 89%，烟气脱硝效率 80%，脱硫后通过烟仓外排的烟气中 SO_2 浓度为 $28\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

点火烟气区域及点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域含有为第 1-5 个烧结风箱的烟气，烧结机尾部区域含有第 14-15 个烧结风箱的烟气，经收集除尘后由烟囱排放出去。

实施例 2:

烧结机面积 180m², 烧结风箱 15 个, 按传统工艺流程, 采用石灰石 (石灰) -石膏法对全部烧结风箱的烟气进行脱硫, 处理烧结烟气量 600kNm³/h, 烟气中 SO₂ 平均浓度 600mg/Nm³, 烧结烟气脱硫效率 80%, 脱硫后烟气中 SO₂ 浓度 38mg/Nm³。本实施例分成高 SO₂ 区域, 高 SO₂ 区域之外的区域。其中高 SO₂ 区域之外的区域分成了开始部分的点火区域, 点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域、高 SO₂ 区域与烧结机尾部之间的区域及烧结机尾部区域。

按本发明工艺流程, 同样采用石灰石 (石灰) -石膏法, 进行高 SO₂ 区域与烧结机尾部之间的区域的烟气循环并有选择性地处理高浓度 SO₂ 烟气, 处理第 6 个到第 10 个之间烧结风箱的烟气, 所需处理的烧结烟气量减少到 300kNm³/h, 只占烧结烟气总量的 50%, 烟气中 SO₂ 平均浓度提高到 920mg/Nm³, 占整个烧结过程中 SO₂ 的排放量的 77% 为本实施例的高 SO₂ 区域, 该段位置属于图 6 中所示③部分, 此时烧结料层干燥完成, 烧结废气温度上升尚未到达废气温度最高点, 但废气温度上升速度最快, 烟气中 SO₂ 平均浓度最高。循环烟气由图 6 中所示④部分 (高 SO₂ 区域与烧结机尾部之间的区域, 11-13 号烧结风箱) 循环到③部分之前的②部分。经石灰石 (石灰) -石膏法脱硫后, 烧结烟气脱硫效率 94%, 烟气脱硝效率 80%, 脱硫后烟气中 SO₂ 浓度 18mg/Nm³;

点火区域及点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域含有为第 1-5 个烧结风箱的烟气, 烧结机尾部区域含有第 14-15 个烧结风箱的烟气, 经收集除尘后由烟囱排放出去。

实施例 3:

烧结机面积 180m², 烧结风箱 15 个, 按传统工艺流程, 采用石灰石 (石灰) -石膏法对全部烧结风箱的烟气进行脱硫, 处理烧结烟气量 600kNm³/h, 烟气中 SO₂ 平均浓度 700mg/Nm³, 烧结烟气脱硫效率 82%, 脱硫后烟气中 SO₂ 浓度 45mg/Nm³; 本实施例分成高 SO₂ 区域, 高 SO₂ 区域之外的区域。其中高 SO₂ 区域之外的区域分成了开始部分的点火区域, 点火烟气区域与高 SO₂ 区域之间的区域、高 SO₂ 区域与烧结机尾部之间的区域及烧结机尾部区域。

按本发明工艺流程, 同样采用石灰石 (石灰) -石膏法, 进行点火烟气循环并有选择性地处理高浓度 SO₂ 烟气, 处理第 6 个到第 11 个之间烧结风箱的烟气, 所需处理的烧结烟气量减少到 380kNm³/h, 只占烧结烟气总量的 63.3%, 烟气中 SO₂ 平均浓度提高到 760mg/Nm³,

占整个烧结过程中 SO_2 的排放量的 69% 为本实施例的高 SO_2 区域，该段位置属于图 7 中所示③部分，此时烧结料层干燥完成，烧结废气温度上升接近废气温度最高点，烟气中 SO_2 平均浓度高，而且循环烟气中 CO 含量也较高。循环烟气由图 7 中所示①部分（点火区域，1-2 号烧结风箱）循环到③部分再一起去进行烟气脱硫脱硝处理。经石灰石（石灰）-石膏法脱硫后，烧结烟气脱硫效率 89%，烟气脱硝效率 90%，脱硫后烟气中 SO_2 浓度 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；

点火烟气区域与高 SO_2 区域之间的区域含有为第 3-5 个烧结风箱的烟气，高 SO_2 区域与烧结机尾部之间的区域含有第 12-13 个烧结风箱的烟气，烧结机尾部区域含有第 14-15 个烧结风箱的烟气，经收集除尘后由烟囱排放出去。

实施例 4:

烧结机面积 180m^2 ，烧结风箱 15 个，按传统工艺流程，采用石灰石（石灰）-石膏法对全部烧结风箱的烟气进行脱硫，处理烧结烟气量 $600\text{kNm}^3/\text{h}$ ，烟气中 SO_2 平均浓度 $700\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，烧结烟气脱硫效率 84%，脱硫后烟气中 SO_2 浓度 $40\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；本实施例分成高 SO_2 区域，高 SO_2 区域之外的区域。其中高 SO_2 区域之外的区域分成了开始部分的点火区域，点火烟气区域与高 SO_2 区域之间的区域、高 SO_2 区域与烧结机尾部之间的区域及烧结机尾部区域。

按本发明工艺流程，同样采用石灰石（石灰）-石膏法，进行点火烟气和高 SO_2 区域与烧结机尾部之间区域的烟气同时循环，并有选择性地处理高浓度 SO_2 烟气，处理第 6 个到第 10 个之间烧结风箱的烟气，所需处理的烧结烟气量减少到 $300\text{kNm}^3/\text{h}$ ，只占烧结烟气总量的 50%，烟气中 SO_2 平均浓度提高到 $1120\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，占整个烧结过程中 SO_2 的排放量的 80% 为本实施例的高 SO_2 区域，该段位置属于图 8 中所示③部分，此时烧结料层干燥完成，烧结废气温度上升尚未到达废气温度最高点，但废气温度上升速度最快，烟气中 SO_2 平均浓度最高，而且循环烟气中 CO 含量也较高。高 SO_2 区域与烧结机尾部之间区域的烟气循环由图 8 中所示④部分（高 SO_2 区域与烧结机尾部之间的区域，11-13 号烧结风箱）循环到③之前的②部分（点火烟气区域与高 SO_2 区域之间的区域，3-5 号烧结风箱），点火烟气循环由图 8 中所示①部分（点火区域，1-2 号烧结风箱）循环到③部分再一起去进行烟气脱硫脱硝处理。经石灰石（石灰）-石膏法脱硫后，烧结烟气脱硫效率 98%，烟气脱硝效率 90%，脱硫后烟气中 SO_2 浓度 $16\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；

点火烟气区域与高 SO_2 区域之间的区域含有为第 3-5 个烧结风箱的烟气，烧结机尾部区域含有第 14-15 个烧结风箱的烟气，经收集除尘后由烟囱排放出去。

实施例 5:

烧结机面积 180m², 烧结风箱 15 个, 按传统工艺流程, 采用石灰石(石灰)-石膏法对全部烧结风箱的烟气进行脱硫, 处理烧结烟气量 600kNm³/h, 烟气中 SO₂ 平均浓度 500mg/Nm³, 烧结烟气脱硫效率 75%, 烟气脱硝效率 70%, 脱硫后烟气中 SO₂ 浓度 40mg/Nm³。本实施例分成高 SO₂ 区域, 高 SO₂ 区域之外的区域。高 SO₂ 区域之外的区域除尘后经烟囱排放。

按本发明工艺流程, 同样采用石灰石(石灰)-石膏法, 只进行有选择性地处理高浓度 SO₂ 烟气区域, 处理第 6 个到第 10 个之间烧结风箱的烟气, 所需处理的烧结烟气量减少到 300kNm³/h, 只占烧结烟气总量的 50%, 烟气中 SO₂ 平均浓度提高到 750mg/Nm³, 占整个烧结过程中 SO₂ 的排放量的 75% 为本实施例的高 SO₂ 区域, 该段位置属于图 9 中所示③部分, 此时烧结料层干燥完成, 烧结废气温度上升尚未到达废气温度最高点, 但废气温度上升速度最快, 烟气中 SO₂ 平均浓度最高。经石灰石(石灰)-石膏法脱硫后, 烧结烟气脱硫率可达 92%, 烟气脱硝效率 80%, 脱硫后通过烟仓外排的烟气中 SO₂ 浓度为 20mg/Nm³。

高 SO₂ 区域之外的区域含有为第 1-5 个及 11-15 个烧结风箱的烟气, 经收集除尘后由烟囱排放出去。

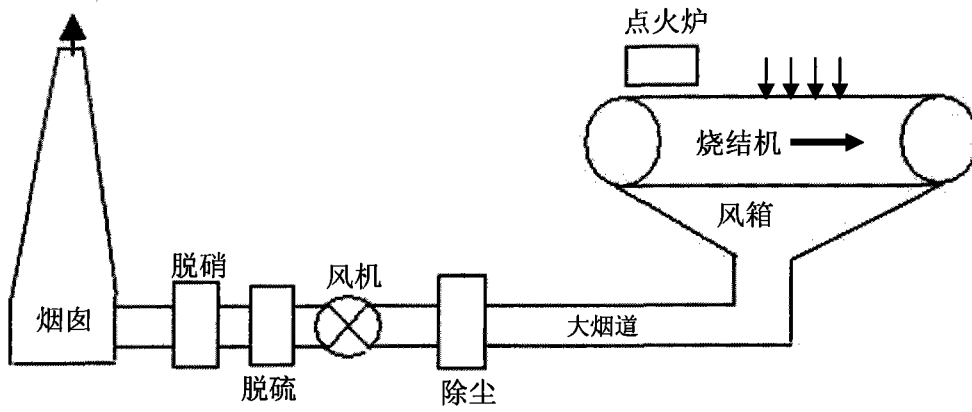


图 1

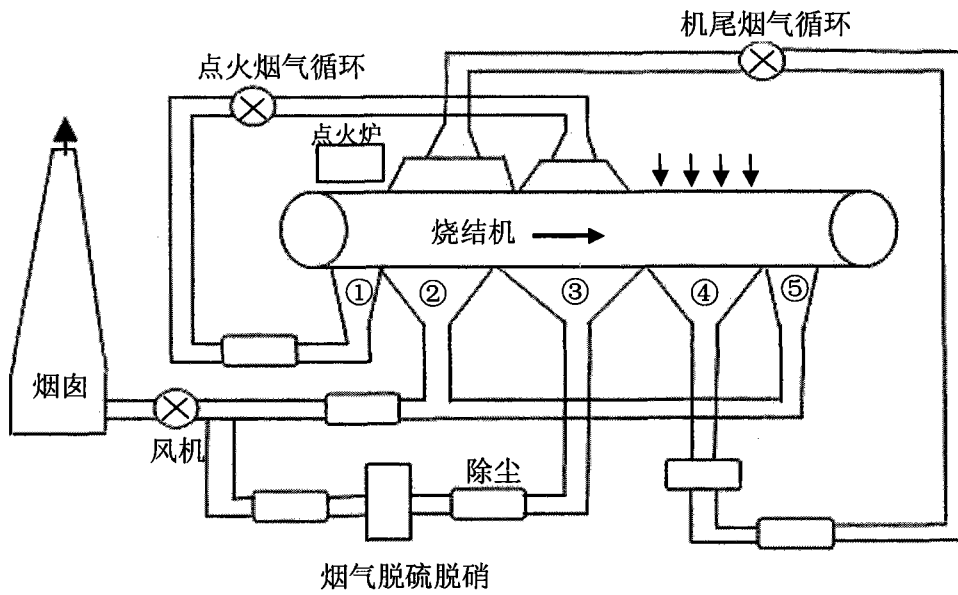


图 2

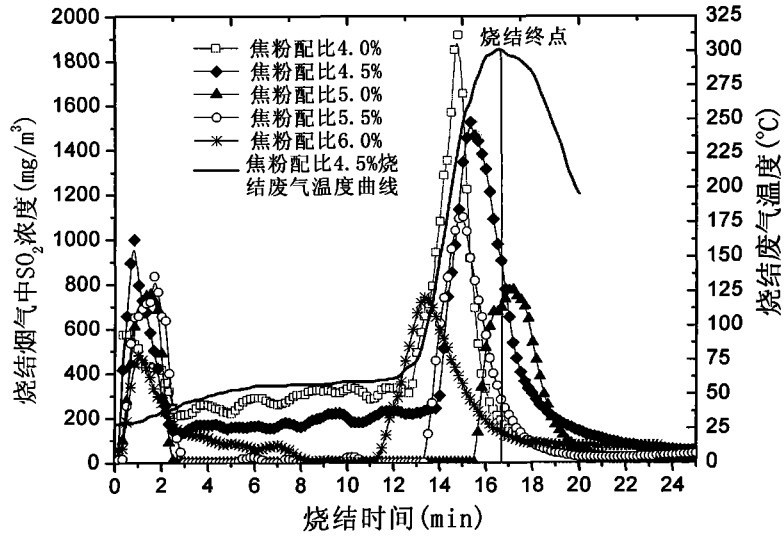


图 3

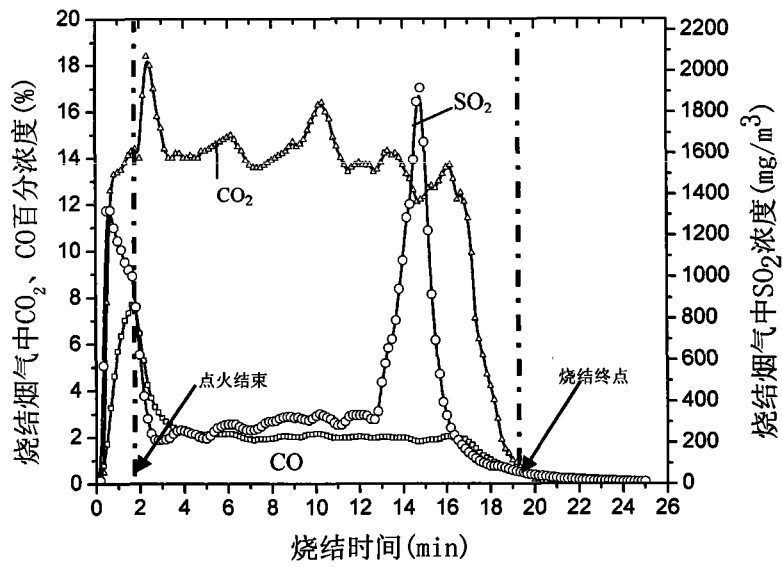


图 4

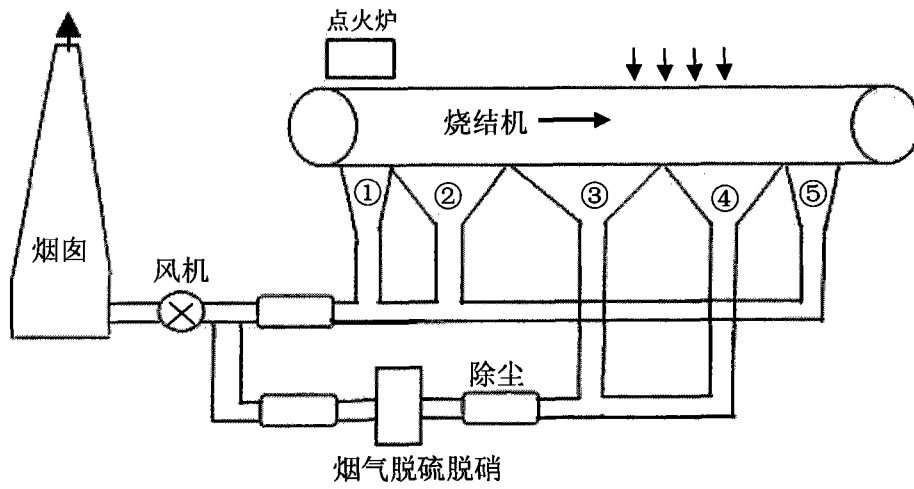


图 5

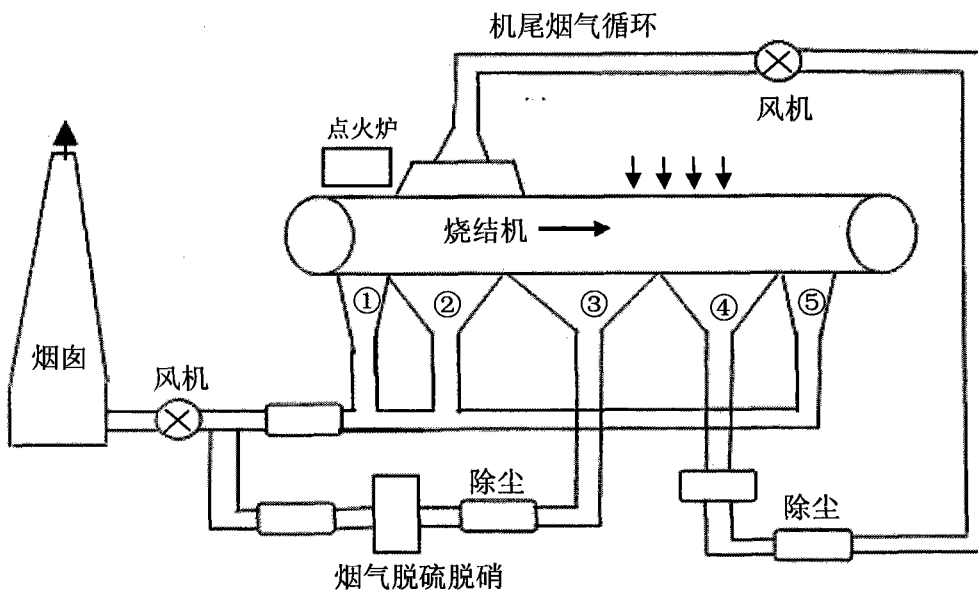


图 6

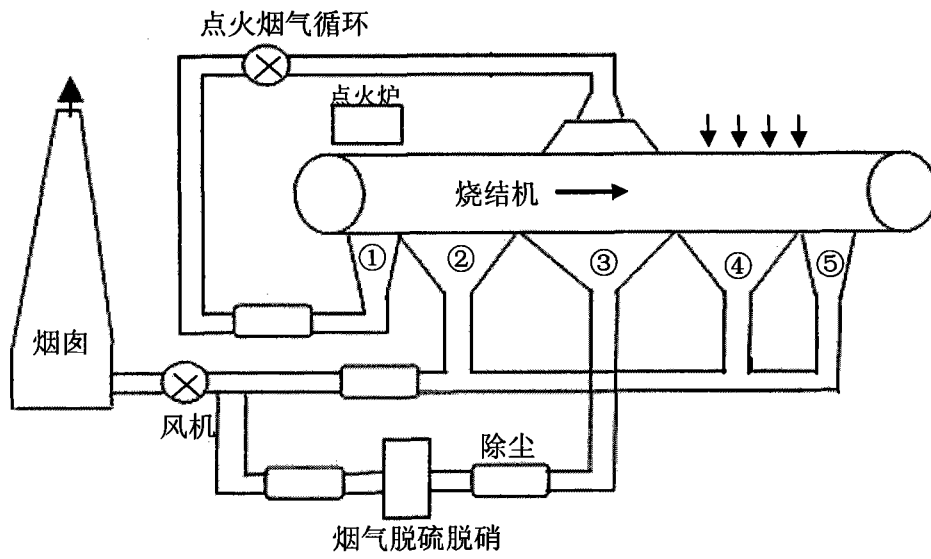


图 7

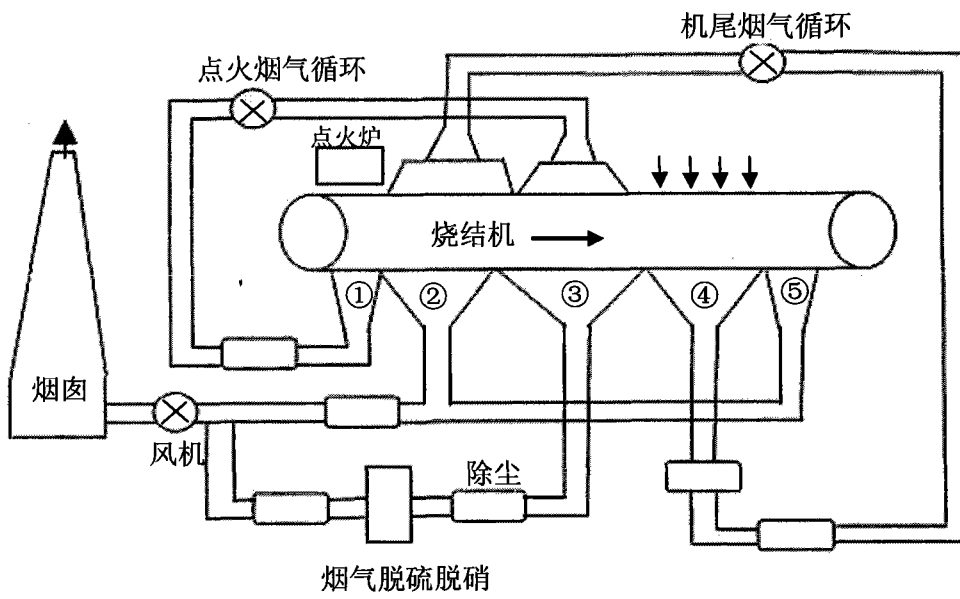


图 8

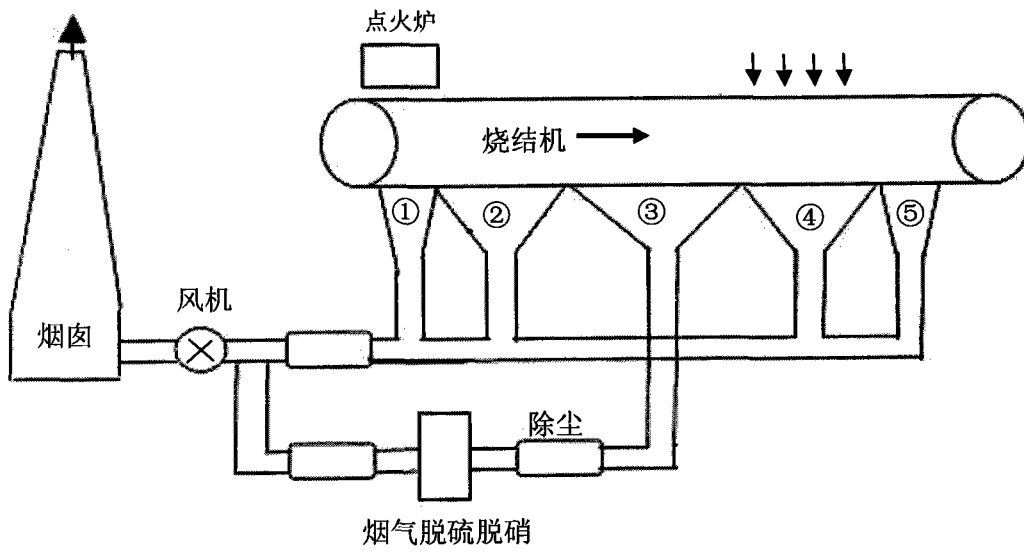


图 9