

气相组分对氨吸收同步脱除模拟烟气 SO_2 和 NO_x 的影响

王鸿, 朱天乐*, 王美艳

(北京航空航天大学化学与环境学院, 北京 100091)

摘要: 在 pH 值 5.9~6.1, 吸收液浓度 $\geq 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的条件下, 分析了模拟烟气的 NO_x 氧化度、 O_2 和 SO_2 浓度, 以及添加液相 S(IV) 氧化抑制剂 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 对 SO_2 、 NO_x 吸收脱除效率的影响。结果表明, 氨可高效吸收脱除 SO_2 和 NO_2 , 但对 NO 的吸收脱除效率几乎为 0, 因此 NO 氧化是其吸收脱除 NO_x 的前提。吸收液 S(IV) 浓度是影响 NO_2 脱除效率的关键因素, 气相 O_2 浓度越高或 SO_2 浓度越低, 吸收液 S(IV) 浓度降低越快, 继而使 NO_2 吸收脱除效率降低越快。通过添加 S(IV) 氧化抑制剂 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 到吸收液, 可在一定程度上抑制其氧化, 从而延缓 NO_2 吸收脱除效率的降低。

关键词: 气相组成; 亚硫酸铵; 吸收; 烟气; SO_2 ; NO_x ; 氧化抑制剂

中图分类号: X511 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2013)01-0021-06

Effects of Gaseous Compositions the on Simultaneous Removal of NO_x and SO_2 from Simulated Flue Gas by Ammonia Absorption

WANG Hong, ZHU Tian-le, WANG Mei-yan

(School of Chemistry and Environment, Beihang University, Beijing 100191, China)

Abstract: The effects of NO_x oxidation ratio, O_2 and SO_2 concentrations in simulated flue gas as well as addition of S(IV) oxidation inhibitor $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ on the simultaneous removal of SO_2 and NO_x by ammonia absorption were investigated under the conditions of pH 5.9~6.1 and aqueous S(IV) concentration $\geq 1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. The research results showed that NO_2 could be effectively absorbed by ammonium sulfite, but the NO absorption was negligible. Therefore, NO oxidation is the premise of NO_x removal. Aqueous S(IV) concentration is a key factor affecting NO_2 absorption removal, the higher the O_2 concentration or the lower the SO_2 concentration, the faster the aqueous S(IV) concentration decreased, which resulted in a faster decrease of NO_2 removal efficiency. S(IV) oxidation was inhibited to some extent by the addition of oxidation inhibitor $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ into the absorption solution. As a result, the decrease of NO_2 removal efficiency became slower.

Key words: gaseous composition; ammonium sulfite; absorption; flue gas; SO_2 ; NO_x ; oxidation inhibitor

燃料燃烧和垃圾焚烧均会产生既含 SO_2 又含 NO_x 的烟气, 严重危害人体健康和生态系统。传统烟气处理工艺是在两个不同的处理单元分别实现 SO_2 和 NO_x 的脱除, 最常用的处理技术是湿式烟气脱硫和选择性催化还原脱硝^[1, 2]。这种处理工艺设置方式存在占地面积大, 建设和运营成本高不足。于是, 在同一个处理装置内, 实现 SO_2 和 NO_x 的同步脱除成为研究方向。基于酸碱中和与氧化还原的液相吸收具有运行稳定、效率高等优点, 是最具应用潜力的同步脱硫脱硝方法^[3, 4]。液相吸收能够高效脱除 SO_2 早已被实践证明, 属于成熟技术^[4, 5]。因此, 为了实现同步脱硫脱硝, 研究主要关注液相吸收脱除 NO_x 。此外, 考虑到碱液吸收能高效脱除 NO_2 , 对 NO 的脱除效率较低, 而烟气中的 NO_x 以 NO 为主。因此, NO 的预氧化也是研究重点之一。

针对碱液吸收脱除 NO_x , Gao 等^[6, 7] 在不含 O_2 和 SO_2 的气氛条件下, 研究了亚硫酸铵吸收 NO 和 NO_2 的动力学行为, 表明增大吸收液 S(IV) 浓度, 即

SO_3^{2-} 与 HSO_3^- 总浓度, 可提高脱硝反应速率。Kameoka 等^[8] 则在不含 O_2 和 SO_2 的气氛条件下, 比较了水和 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 亚硫酸钠水溶液吸收脱除 NO_2 的效果, 表明亚硫酸钠水溶液对 NO_2 的吸收速率是水的 2.5 倍。Takeuchi 等^[9] 分别在空气气氛和 N_2 气氛条件下, 研究了亚硫酸钠单纯吸收 NO_2 的过程, 推得 NO_2 与 SO_3^{2-} 的反应是链反应。Littlejohn 等^[10] 利用酸、碱性亚硫酸钠溶液在 O_2 浓度为 0 和 5% 无 SO_2 的气氛条件下吸收 NO_2 , 并利用拉曼光谱法检测反应产物及浓度, 总结得出了 NO_2 与 SO_3^{2-} 的链反应过程, 并计算得到链反应中各反应的速率常数。Shen 等^[11] 在无氧和氧气浓度为 15% 且无 SO_2 的气氛条件下, 测定了 NO_2 与 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的反应速率常数, 指出 NO_2 与 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、

收稿日期: 2012-04-05; 修订日期: 2012-05-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(20977003)

作者简介: 王鸿(1986-) 男, 硕士研究生, 主要研究方向为大气污染控制, E-mail: 415521015@qq.com

* 通讯联系人, E-mail: zhutl@buaa.edu.cn

$S_2O_3^{2-}$ 的反应对 NO_2 浓度是一级反应,而 NO_2 水解反应对 NO_2 浓度是二级反应,同时指出 $S_2O_3^{2-}$ 在反应中起到自由基捕获的作用,能够抑制因 O_2 、 NO_2 引发的液相中 SO_3^{2-} 离子的氧化。有关 NO 预氧化研究表明, O_3 注入^[12,13]、低温等离子体^[14~16]、光催化氧化^[17]以及 UV/H_2O_2 ^[18] 等方法均可有效氧化烟气中的 NO 。在吸收液中添加 $KMnO_4$ ^[3]、氯酸盐氧化剂^[19~21] 也可以促进 NO 的吸收脱除。

本研究在氨吸收法适宜的 pH 值和溶液 S(IV) 浓度条件下,采用鼓泡吸收法,分析了模拟烟气的 NO_x 氧化度、 O_2 和 SO_2 浓度,以及液相 S(IV) 添加氧化抑制剂 $Na_2S_2O_3$ 对 SO_2 、 NO_x 吸收脱除效率的影响,并探讨了各因素的影响机制。

1 材料与方法

实验装置由模拟烟气、吸收和气体采样分析 3 部分构成,如图 1 所示。模拟烟气由 N_2 、 O_2 、 CO_2 、 H_2O 、 SO_2 、 NO_2 或者 $NO + NO_2$ 构成。 O_2 含量通过空气和 N_2 的配比来调节。 H_2O 通过控温鼓泡塔,借助空气将其引入主气流之中。空气由空压机提供,其他气体皆由气瓶气提供,利用质量流量控制器调控各路气体的流量,总处理气量为 $6 L \cdot min^{-1}$ 。各路气体进入吸收塔之前,先在混合罐中混合均匀。实验在常温常压下进行。模拟烟气的组成为 $6\% O_2 + 12\% CO_2 + 3\% H_2O + 1500 mg \cdot m^{-3} SO_2 + 310 mg \cdot m^{-3} NO_2 + N_2$,在研究 NO_x 氧化度影响时, NO_x 浓度由 NO 和 NO_2 按标准气配置,折算成 NO_2 的总浓度为 $310 mg \cdot m^{-3}$ 。

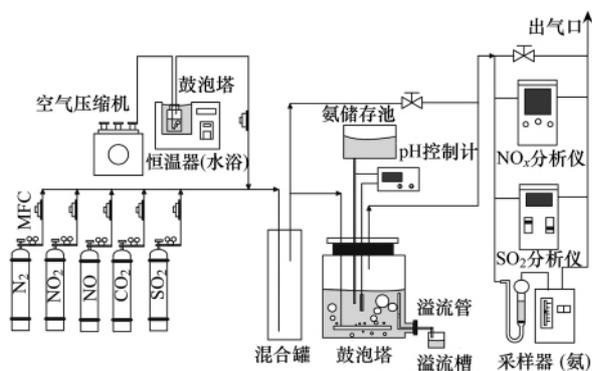


图 1 实验装置示意

Fig. 1 Schematic diagram of the experimental setup

实验所用吸收塔是容积为 5 L 的广口玻璃瓶,采用鼓泡吸收方式,模拟烟气通过浸没于吸收塔底的曝气头形成小气泡,实现与吸收液的接触吸收。初始亚硫酸铵吸收液由纯氨水(分析纯)与亚硫酸

(分析纯)按一定比例混合而成,S(IV)浓度皆为 $1.0 mol \cdot L^{-1}$ 。实验过程中,通过溢流管放出多余的吸收液,维持吸收塔内吸收液体积为 2.5 L。吸收液 S(IV)浓度采用碘滴定法分析测定, HSO_3^- 浓度采用氢氧化钠滴定法分析测定, $S_2O_3^{2-}$ 浓度测量先用甲醛固定 S(IV),然后通过碘滴定法测定, NO_2^- 和 NO_3^- 离子采用离子色谱仪(Methrohm 792 Basic,瑞士)测定。

气相 NO_x 和 SO_2 浓度分别采用烟气分析仪(Testo335,德国)和 SO_2 分析仪(Kane SGA94,英国)检测。氨气浓度采用次氯酸钠-水杨酸分光光度法检测。定义 η 为 NO_x 或 SO_2 的吸收脱除效率,如式(1)所示,其中 c_{in} 和 c_{out} 分别为吸收塔的入口和出口的 NO_x 或 SO_2 浓度。

$$\eta = \frac{c_{in} - c_{out}}{c_{in}} \times 100\% \quad (1)$$

2 结果与讨论

2.1 吸收液 pH 值的确定

pH 值既影响脱硫脱硝效率,也与氨逃逸量直接相关。为此,在初始亚硫酸铵吸收液 S(IV) 浓度为 $1 mol \cdot L^{-1}$ 前提下,利用 $1.0 mol \cdot L^{-1}$ 的氨水或 $1.0 mol \cdot L^{-1}$ 硫酸溶液调控吸收液 pH 值,测定对应不同 pH 值吸收反应 1h 的平均脱硫脱硝效率和吸收塔出口 NH_3 浓度,结果如图 2 所示。

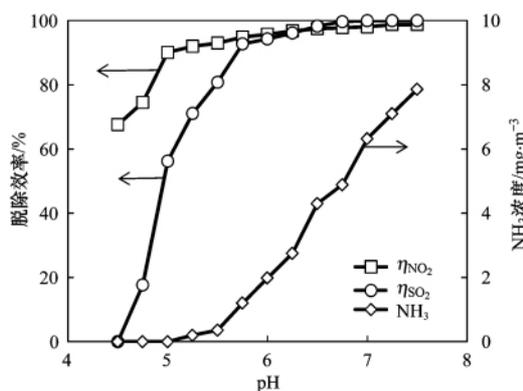


图 2 pH 值对 SO_2 和 NO_2 脱除的影响

Fig. 2 Effects of pH on SO_2 and NO_2 removal

可以看出,当 $pH < 6$ 时, SO_2 脱除效率随 pH 增高迅速增大,当 $pH > 6$ 时,继续增大 pH 值,脱除效率继续提高,但幅度很小。而 NO_2 脱除效率在 $pH < 5$ 时即显著升高,随后,效率提高幅度很小。从图 2 还可看出, pH 从 4.5 升至 7.5 时,吸收塔出口气体的氨浓度由 0 增大到 $7.8 mg \cdot m^{-3}$,对应 $pH = 6$ 的氨浓度为 $2.0 mg \cdot m^{-3}$ 。综合考虑脱硝效率和氨逃逸

情况, 后续研究控制吸收液 pH 值为 5.9 ~ 6.1, 利用从高位储液槽滴加 1.0 mol·L⁻¹ 氨水实现。

2.2 气相 NO_x 氧化度的影响

气相 NO_x 氧化度是指反应气中 NO₂ 与 NO_x 的体积百分比。有关 NO_x 氧化度对碱液吸收脱硝效率的影响, 传统观点认为氧化度为 50% ~ 60% 时 NO_x 吸收速率最大, 吸收效率最高^[22]。然而, 由于烟气中 NO_x 浓度较低, 并不适用此结论。本研究测定了对应不同 NO_x 氧化度吸收反应 1 h 的平均脱硫脱硝效率, 结果表明, 不同 NO_x 氧化度下的 SO₂ 脱除效率皆在 93% 以上, NO、NO₂ 和 NO_x 脱除效率如图 3 所示。

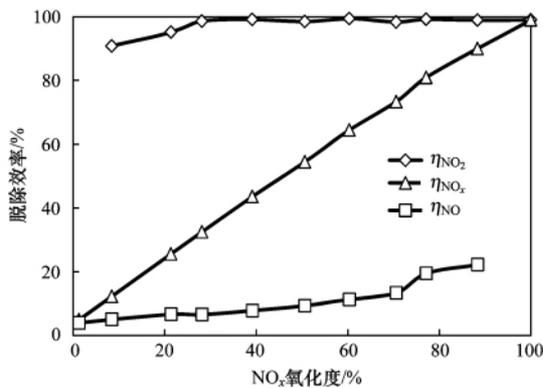
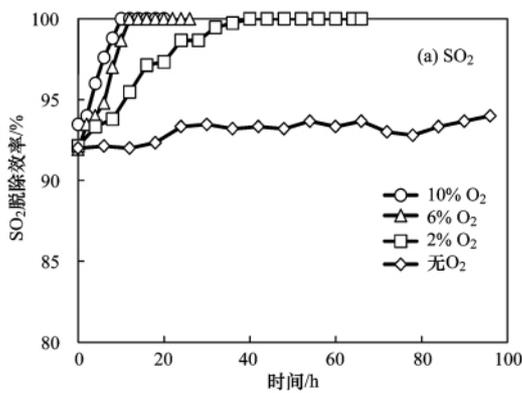


图 3 氧化度与 NO_x 脱除的关系

Fig. 3 Effect of oxidation ratio on NO_x removal



从图 3 可以看出, 亚硫酸铵吸收液能高效吸收脱除气相 NO₂, 但对 NO 的吸收脱除效率很低, NO_x 脱除效率与 NO_x 氧化度近似呈斜率为 1 的线性关系, 表明当 NO_x 氧化度在 50% 左右时的吸收速率并不是最大, 与传统观点相悖。出现这种现象的原因是本研究中模拟烟气中 NO_x 浓度较低且吸收液为弱酸性或中性环境, 此时 NO 并不能被吸收液吸收, 但 NO₂ 仍可维持高吸收率。考虑到氨逃逸因素, 氨吸收不允许在高 pH 条件下进行。可见, NO 氧化为 NO₂ 是其高效脱除的前提条件。文献 [17, 23] 的实验结果与本结果相类似, 仅因 NO₂ 的吸收脱除效率在各自体系不一而导致直线斜率有所差异。

2.3 气相 O₂ 浓度的影响

为了全面考察 O₂ 浓度对 SO₂ 和 NO₂ 脱除效率的影响, 选取 4 个代表性 O₂ 比例 (0、2%、6%、10%) 进行研究, 获得脱除效率与吸收反应时间的关系如图 4 所示。

从图 4(a) 可以看出, 反应气不含 O₂ 情况下, SO₂ 脱除效率在反应时间内维持在 93% 左右; 有 O₂ 情况下, SO₂ 脱除效率会从 93% 增大到接近 100%, 而且 O₂ 浓度越高, 增至 100% 所需时间越短。这是因为 SO₂ 吸收主要涉及如下反应过程:

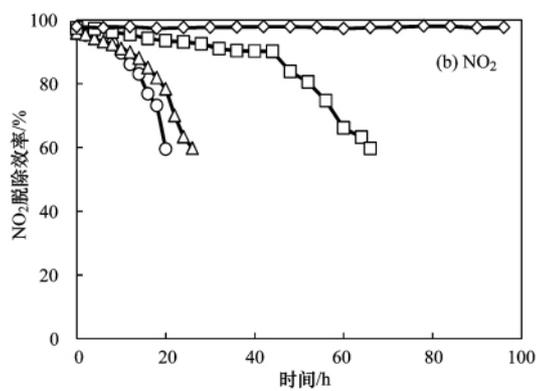
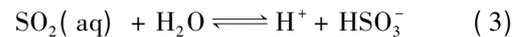
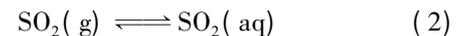
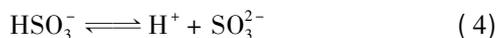


图 4 气相 O₂ 浓度对 SO₂ 和 NO₂ 脱除的影响

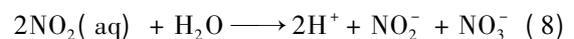
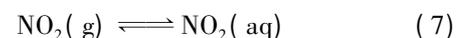
Fig. 4 Effects of O₂ content on SO₂ and NO₂ removal

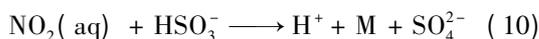
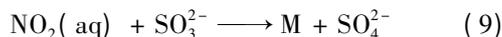


O₂ 的存在会促进 S(IV) 转化为 SO₄²⁻, 如反应 (5) 和 (6) 所示, 降低液相 SO₃²⁻ 和 HSO₃⁻ 的浓度, 继而提高 SO₂ 从气相传递至液相的速率。

图 4(b) 表明, O₂ 浓度对 NO₂ 吸收脱除效率的

影响规律与 SO₂ 正好相反。反应气不含 O₂ 时, NO₂ 脱除效率维持在 98% 左右。有 O₂ 情况下, 随着反应进行, NO₂ 脱除效率逐步降低而且 O₂ 浓度越高, 降低越快。这是因为 NO₂ 吸收主要经历如下反应过程:





反应(9)和(10)的M表示 N_2 、 N_2O 、NO和 NO_2^- 等可能反应产物。Littlejohn等^[10]指出,在有 O_2 情况下,反应(9)和(10)是以自由基链反应的形式进行,使得1 mol的 NO_2 吸收可以氧化1 mol以上的S(IV),而且 O_2 浓度越高,S(IV)氧化速率越大。实际上,本研究也对吸收液S(IV)浓度随时间变化情况进行了检测。结果表明, O_2 浓度越高,S(IV)下降越快,如图5所示。另外,对吸收液 NO_2^- 和 NO_3^- 检测表明,其总N浓度之和远低于实际从气相进入液相的 NO_2 换算的N量,这表明大部分被吸收的 NO_2 转化为 N_2O 或 N_2 之类非水溶性含N化合物。

2.4 气相 SO_2 浓度的影响

本研究中,分别在0、500、1500和2500

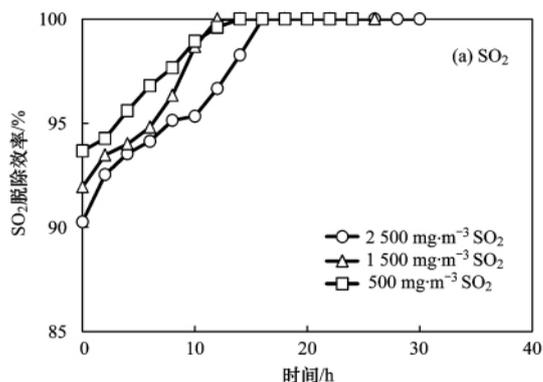


图6 SO_2 浓度对 SO_2 和 NO_2 脱除的影响

Fig. 6 Effects of SO_2 concentration on SO_2 and NO_2 removal

图6(a)表明, SO_2 浓度越高,起始脱除效率越低,且脱除效率达到接近100%所需时间越长。相反,由图6(b)可以看出, SO_2 浓度越高, NO_2 吸收脱除效率随时间下降越慢,高 NO_2 脱除效率维持时间越长。显然,这是由于气相 SO_2 浓度越高,越有助于反应(1)进行,使 $\text{SO}_2(\text{aq})$ 浓度升高,进而促进 SO_2 离子化反应(4)和(5),提高液相 SO_3^{2-} 和 HSO_3^- 所致。因此,气相 SO_2 浓度也是影响 SO_2 和 NO_2 脱除效率的重要因素。

2.5 液相添加S(IV)氧化抑制剂的影响

上述研究表明,维持高的S(IV)浓度是确保高 NO_2 脱除效率的前提。在非模拟烟气条件下的研究表明, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在吸收液中能起到捕获自由基的作用,因此可有效抑制因 O_2 存在而引发的S(IV)氧化自由基链反应的发生,降低在含氧气氛时吸收液中S(IV)的氧化速率,稳定吸收液S(IV)浓度,延缓

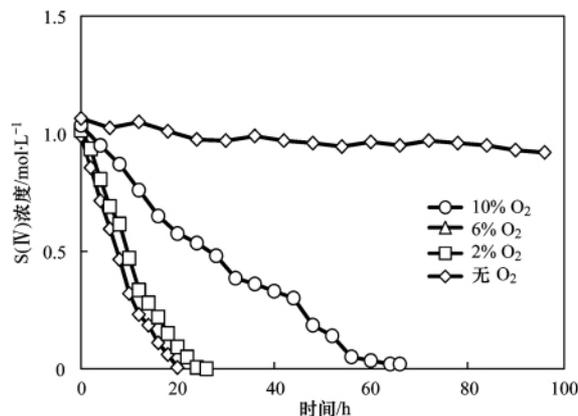
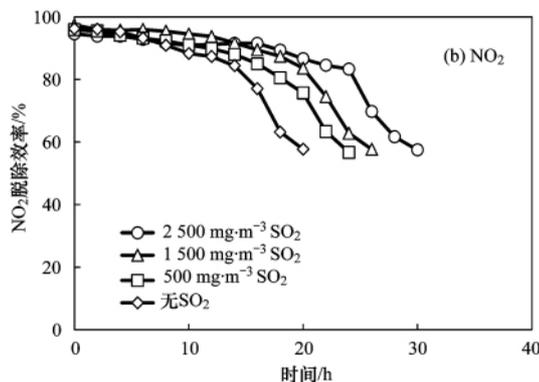


图5 O_2 浓度对S(IV)浓度的影响

Fig. 5 Effect of O_2 content on S(IV) concentration

$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 的气相 SO_2 浓度条件下,研究 SO_2 和 NO_2 脱除效率与反应时间的关系,结果如图6所示。



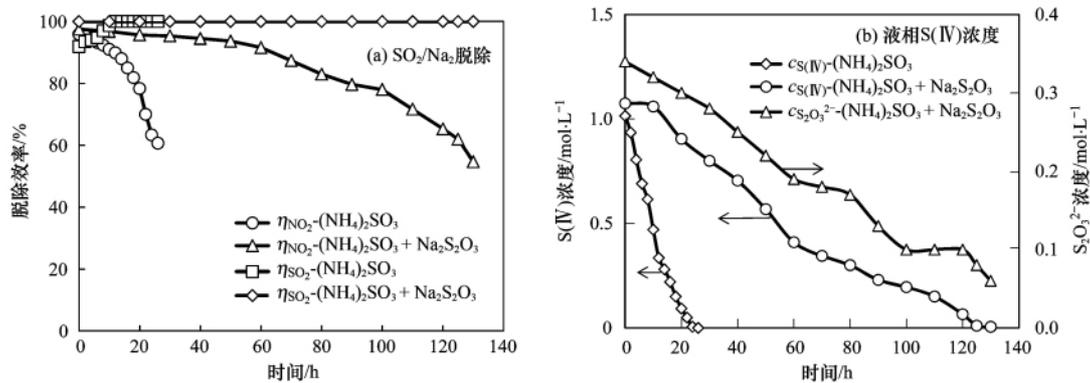
NO_2 吸收脱除效率下降^[11,17,24,25]。本研究在模拟烟气条件下,研究吸收液初始 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 浓度为 $0.33 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, SO_2 、 NO_2 吸收脱除效率和液相S(IV)浓度随反应时间的变化,结果如图7所示。

从图7(a)可以看出,添加 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 对 SO_2 脱除效率几乎没有影响,但可显著延缓 NO_2 脱除效率的降低。图7(b)则表明 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 浓度会随着反应的进行而降低, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的添加,显著降低了S(IV)的氧化速率。

3 结论

(1) 氨吸收可有效脱除 NO_2 ,但对NO的吸收脱除作用非常微弱。随着 NO_x 氧化度提高, NO_x 脱除效率近似以斜率为1的线性关系增大。

(2) 吸收液S(IV)浓度是影响 NO_2 脱除效率的关键因素,气相 O_2 浓度增大或 SO_2 浓度降低,皆会

图7 液相添加氧化抑制剂对 SO₂/NO₂ 脱除和液相S(IV) 浓度的影响Fig. 7 Effects of oxidation inhibitor on SO₂/NO₂ removal and S(IV) concentration

加快液相S(IV) 消耗,使 NO₂ 吸收脱除效率降低.

(3) 吸收液中S(IV) 添加氧化抑制剂 S₂O₃²⁻, 可防止S(IV) 浓度快速下降,继而延缓 NO₂ 吸收脱除效率的降低.

参考文献:

[1] Srivastava R K, Jozewicz W, Singer C. SO₂ scrubbing technologies: a review [J]. Environmental Progress, 2001, 20 (4): 219-228.

[2] Radojevic M. Reduction of nitrogen oxides in flue gases [J]. Environmental Pollution, 1998, 102(1): 685-689.

[3] Chu H, Chien T W, Li S Y. Simultaneous absorption of SO₂ and NO from flue gas with KMnO₄/NaOH solutions [J]. The Science of the Total Environment, 2001, 275(1-3): 127-135.

[4] Xu Y. China's functioning market for sulfur dioxide scrubbing technologies [J]. Environmental Science & Technology, 2011, 45(21): 9161-9167.

[5] Jia Y, Zhong Q, Fan X Y, et al. Kinetics of oxidation of total sulfite in the ammonia-based wet flue gas desulfurization process [J]. Chemical Engineering Journal, 2010, 164(1): 132-138.

[6] Gao X, Du Z, Ding H F, et al. Kinetics of NO_x absorption into (NH₄)₂SO₃ solution in an ammonia-based wet flue gas desulfurization process [J]. Energy & Fuels, 2010, 24(11): 5876-5882.

[7] Gao X, Du Z, Ding H L, et al. Effect of gas-liquid phase compositions on NO₂ and NO absorption into ammonium-sulfite and bisulfite solutions [J]. Fuel Processing Technology, 2011, 92(8): 1506-1512.

[8] Kameoka Y, Pigford R L. Absorption of nitrogen dioxide into water, sulfuric acid, sodium hydroxide, and alkaline sodium sulfite aqueous solutions [J]. Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals, 1977, 16(1): 163-169.

[9] Takeuchi H, Takahashi K, Kizawa N. Absorption of nitrogen dioxide in sodium sulfite solution from air as a diluent [J]. Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development, 1977, 16(4): 486-490.

[10] Littlejohn D, Wang Y Z, Chang S G. Oxidation of aqueous sulfite ion by nitrogen dioxide [J]. Environmental Science &

Technology, 1993, 27(10): 2162-2167.

[11] Shen C H, Rochelle G T. Nitrogen dioxide absorption and sulfite oxidation in aqueous sulfite [J]. Environmental Science & Technology, 1998, 32(13): 1994-2003.

[12] Wang Z H, Li B, Ehn A, et al. Investigation of flue-gas treatment with O₃ injection using NO and NO₂ planar laser-induced fluorescence [J]. Fuel, 2010, 89(9): 2346-2352.

[13] Mok Y S, Lee H J. Removal of sulfur dioxide and nitrogen oxides by using ozone injection and absorption-reduction technique [J]. Fuel Processing Technology, 2006, 87(7): 591-597.

[14] Chang J S. Physics and chemistry of plasma pollution control technology [J]. Plasma Sources Science and Technology, 2008, 17(4): 045004, doi: 10.1088/0963-0252/17/4/045004.

[15] 罗宏磊, 朱天乐, 王美艳. 非热等离子体强化碱液吸收脱除烟气中 NO 和 Hg⁰ 的研究 [J]. 环境科学, 2010, 31(6): 1682-1687.

[16] Wang M Y, Zhu T L, Wang H. Oxidation and removal of NO from flue gas by DC corona discharge combined with alkaline absorption [J]. IEEE Transactions on Plasma Science, 2011, 39(2): 704-710.

[17] Wu Z B, Wang H Q, Liu Y, et al. Study of a photocatalytic oxidation and wet absorption combined process for removal of nitrogen oxides [J]. Chemical Engineering Journal, 2008, 144(2): 221-226.

[18] Liu Y X, Zhang J, Sheng C D, et al. Simultaneous removal of NO and SO₂ from coal-fired flue gas by UV/H₂O₂ advanced oxidation process [J]. Chemical Engineering Journal, 2010, 162(3): 1006-1011.

[19] Chu H, Chien T W, Twu B W. The absorption kinetics of NO in NaClO₂/NaOH solutions [J]. Journal of Hazardous Materials, 2001, 84(2-3): 241-252.

[20] Zhao Y, Guo T X, Chen Z Y. Experimental study on simultaneous desulfurization and denitrification from flue gas with composite absorbent [J]. Environmental Progress & Sustainable Energy, 2011, 30(2): 216-220.

[21] Jin D S, Deshwal B R, Park Y S, et al. Simultaneous removal of SO₂ and NO by wet scrubbing using aqueous chlorine dioxide

- solution[J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2006, **135**(1-3): 412-417.
- [22] 童志权. 大气污染控制工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006. 312-314.
- [23] Tang N, Liu Y, Wang H Q, *et al.* Enhanced absorption process of NO₂ in CaSO₃ slurry by the addition of MgSO₄ [J]. *Chemical Engineering Journal*, 2010, **160**(1): 145-149.
- [24] Rosenberg H S, Grotta H M. NO_x influence on sulfite oxidation and scaling in lime limestone flue gas desulfurization (FGD) systems[J]. *Environmental Science & Technology*, 1980, **14**(4): 470-472.
- [25] Mo J S, Wu Z B, Cheng C J, *et al.* Oxidation inhibition of sulfite in dual alkali flue gas desulfurization system[J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2007, **19**(2): 226-231.

欢迎订阅 2013 年《环境科学》

《环境科学》创刊于 1976 年,由中国科学院主管,中国科学院生态环境研究中心主办,是我国环境科学学科中最早创刊的学术性期刊。

《环境科学》自创刊以来,始终坚持“防治污染,改善生态,促进发展,造福人民”的宗旨,报道我国环境科学领域内具有创新性高水平,有重要意义的基础研究和应用研究成果,以及反映控制污染,清洁生产和生态环境建设等可持续发展的战略思想、理论和实用技术等。

《环境科学》在国内外公开发行人,并在国内外科技界有较大影响,被国内外一些重要检索系统收录,如美国医学索引 MEDLINE; 美国化学文摘 CA; 俄罗斯文摘杂志 AJ; 美国生物学文摘预评 BP; 美国医学索引 IM; 日本科学技术情报中心数据库 JICST; 英国动物学记录 ZR; 剑桥科学文摘(CSA): *Environmental Sciences*; 剑桥科学文摘(CSA): *Pollution Abstracts*; 剑桥科学文摘(CAS): *Life Sciences Abstracts* 等; 国内的检索系统有中国科技论文统计与引文数据库(CSTPCD); 中文科技期刊数据库(维普); 中国期刊全文数据库(CNKI); 数字化期刊全文数据库(万方); 中国科学引文数据库(CSCD); 中国生物学文摘等。

全国各地邮局均可订阅,如有漏订的读者可直接与编辑部联系,办理补订手续。

《环境科学》2013 年为大 16 开本,90 元/册,全年 12 期。

国内统一刊号:CN11-1895/X 国际标准刊号:ISSN 0250-3301

国外发行代号:M 205 国内邮发代号:2-821

编辑部地址:北京市海淀区双清路 18 号(2871 信箱) 邮编:100085

电话:010-62941102; 传真:010-62849343; E-mail: hjcx@rcees.ac.cn; 网址: www.hjcx.ac.cn