

- Academic Press, London, 1976.
- [5] Schweingruber, F. H., *Tree Rings*, p. 85, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Boston, 1989.
- [6] Fritts, H. C., *Tree Rings and Climate*, pp. 254—360, Academic Press, London, 1976.
- [7] Farmer, J. G., *Nature*, **247**, 273(1974).
- [8] Bacastow, R. B. et al., *J. of Geophysical Research*, **90**(D6), 10529(1985).
- [9] Machta, L., *Bulletin American Meteorological Society*, **53**(5), 402(1972).
- [10] Long, A. et al., 13C/12C Variations in bristlecon pine over the past 600 years and their relation to climates and global atmospheric CO₂ in *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*, pp. 485—493, G. C. Jacoby and J. W. Hornbeck, ed. Tarrytown, New York, 1986.
- [11] Tans, P. P. and Mook, W. G., *Tellus*, **32**, 268(1980).
- [12] Francey, R. J. and Farquhar, G. D., *Nature*, **297**, 28(1982).
- [13] Kimball, B. A., *Agronomy Journal*, **75**, 779(1983).
- [14] LaMarche, V. C. et al., *Science*, **225**, 1019(1984).
- [15] LaMarche, V. C. et al., *Science*, **231**, 860(1986).
- [16] Cooper, C. F., *Science*, **231**, 859(1986).
- [17] Gall J., *Science*, **231**, 859(1986).
- [18] Parker, M. L., Recent abnormal increase in Tree-ring width: a possible effect of elevated atmospheric carbon dioxide in *Proceedings of International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*, pp. 511—521, G. C. Jacoby et al. ed. Tarrytown, New York, 1986.
- [19] Kienast, F., Radiodensitometric Tree-ring analysis along altitudinal gradient: some alternative procedure for detecting site, climatic, and potential CO₂ effects on tree growth in *Proceedings of International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*, pp. 452—462, G. C. Jacoby and J. W. Hornbeck, ed., Tarrytown, New York, 1986.
- [20] 李兆元等, 陕西气象, (5)26(1985)
- [21] Siovit, B. R. et al., *Canadian Journal of Forest Research*, **15**, 468(1984).
- [22] Komhyr, W. D. et al., *J. of Geophysical Research*, **90**(D3), 5567(1984).
- [23] D'Arrigo, R. et al., The role of boreal forest in atmosphere-biosphere exchange of carbon dioxide in *Proceedings of International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*, pp. 475—484, G. C. Jacoby and J. W. Hornbeck, ed., Tarrytown, New York, 1986.
- [24] Tucker, O. T. et al., *Nature*, **319**, 195(1986).
- [25] Fung, I. et al., *J. Geophysical Research*, **88**, 1281(1983).
- [26] Fox, C. A. et al., *Can. J. For. Res.*, **16**, 283(1986).
- [27] McClenahan, J. R. and L. S. Dochinger, *J. Environ Qual.*, **14**, 274(1985).
- [28] Thompson, M. A., *Environ. Pollut.*, **26**, 251(1981).
- [29] Treshow, M. and F. K. Anderson, et al., *Forest Science*, **13**, 114(1967).
- [30] Benoit, L. F. and L. D. Moore, *Can J. For. Res.*, **12**, 673(1982).
- [31] Nash, T. H. and H. C. Fritts, et al., *Tree-Ring Bull.*, **35**, 15(1975).
- [32] Base III, C. F. and McLaughlin S. B., *Science*, **224**, 494(1984).
- [33] Frelich, L. E., et al., *Can J. For. Res.*, **19**, 113(1988).
- [34] Guyette, R. P. et al., *J. Environ. Qual.*, **18**, 385(1989).
- [35] Bondietti, E. A. et al., *Can J. For. Res.*, **19**, 586(1989).

(收稿日期: 1990年11月23日)

炉内喷钙脱硫技术及其主要影响因素简述

庞 亚 军 施学贵 徐旭常

(太原工业大学电力分校) (清华大学热能工程系)

摘要 本文介绍国外炉内喷钙脱硫技术的最新发展, 综述影响脱硫效率的各种因素。简介芬兰 Tampella 有限公司开发的 LIFAC 技术和国外有关利用吸收剂再循环等方式提高脱硫率和钙利用率的研究结果, 展望了炉内喷钙脱硫技术的发展前景。

关键词 炉内喷钙; 脱硫; 影响因素。

SO₂ 是大气中主要污染物之一。而大气中的 SO₂ 气体大约有 80% 来自于各类燃煤设备。所以降低燃煤设备的 SO₂ 排放量, 对于保护改善生态环境具有重要意义。近二十多年来, 一些发达国家就降低燃煤设备的

SO₂ 排放量, 进行了大量试验研究和中间规模实验, 有些技术已在实际中得到推广和应用。炉内喷钙脱硫技术就是其中一种。该项技术投资少, 运行费用低, 不产生废水。若: 烟气增湿, 加添加剂等, 可使脱硫率达 80%。

在增湿点喷入氢氧化钙也能达到此脱硫率。目前研究及应用的炉内喷钙脱硫技术,按吸收剂品种和喷粉位置分为三种:炉膛喷钙基化合物,省煤器区域喷氢氧化钙,炉后烟气增湿喷入氢氧化钙。三种技术的喷射温度及其它条件不同,影响因素也就不尽相同。

一、炉膛喷钙基化合物

炉膛喷钙脱硫的主要影响因素有:吸收剂品种、吸收剂数量(Ca/S)、喷射温度、烟气温度随时间的变化率、吸收剂颗粒尺寸、烟气中初始 SO_2 浓度等。

1. 吸收剂品种和数量

用以喷入炉膛的典型吸收剂的化学分析

及物理性质如表 1 所示。

通常用钙硫摩尔比(Ca/S)表示吸收剂喷入量。典型吸收剂喷入量对脱硫率的影响如图 1 所示^[1]。

由图可见,脱硫率随 Ca/S 摩尔比(即吸

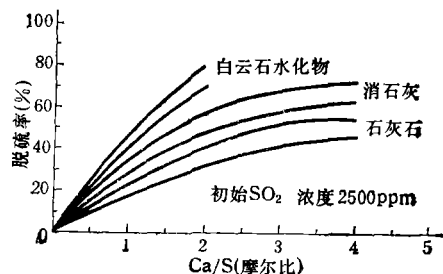


图 1 吸收剂品种和数量对脱硫率的影响

表 1 典型吸收剂特性^[1]

名 称	分子式	化学分析(重量百分比%)				物理特性	
		理论值		实际值		颗粒尺寸 (μm)	比表面积 m^2/g
		Ca	Mg	Ca	Mg		
石灰石	CaCO_3	40	0	37—40	0.4—0.5	7.0—13	1.0—6.0
白云石	$\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$	22	13	21—25	11—12	12—37	0.5—1.0
消石灰	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	54	0	48—52	0.2—1.4	2.0—4.0	12—21
白云石水化物	$\text{Ca}(\text{OH})_2\text{MgO}^{\circ}$	36	22	28—30	18—19	14—20	10—21
	$\text{Ca}(\text{OH})_2\text{Mg}(\text{OH})_2^{\ddagger}$	30	18	29—30	16—18	1.0—4.0	19—20

收剂数量)的增加而提高。但当 Ca/S 摩尔比大于 2.5—3.0 时,脱硫率的提高减慢。加拿大安大略水电局的半工业性试验也表明:Ca/S 摩尔比为 2.5—3.0 时,石灰石的利用率最高。吸收剂品种不同,脱硫率不同。国外的试验表明^[1],Ca/S = 2 时,典型吸收剂的脱硫率为:

吸收剂	ΔSO_2 范围 (Ca/S=2)
石灰石	30—45 %
氢氧化钙	40—60 %
白云石	40—60 %
白云石水化物	50—65 %

通常用钙利用率来表示吸收剂中钙的利用情况。钙利用率的定义为:

$$U(\%) = \frac{\Delta\text{SO}_2(\%)}{\text{Ca/S}}$$

由上表可知,白云石的钙利用率高于石灰石的钙利用率。但由于白云石中的镁基本是化学惰性的,所以对于一定的质量来说,石灰石和白云石起同样作用。

2. 喷入位置温度和烟气冷却率

(1) 喷入温度对吸收剂钙利用率的影响

由图 2 可知^[1],石灰石对温度不十分敏感,而加压白云石水化物对温度很敏感。加压白云石水化物在 1200~1250℃ 左右喷入,钙利用率最高。石灰石的喷入温度为 1100—1150℃ 时,脱硫效果最好。

实际上温度对硫化反应和硫酸盐产物的分解有直接影响^[2]。 CaSO_4 开始分解的温度是 1200℃,而 CaSO_3 为 722℃, MgSO_4 为 878℃ 左右。因此,在温度高于 1200℃ 时,即使炉膛内同时存在 SO_2 和 CaO 等碱性氧

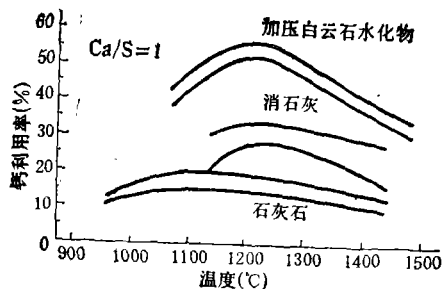


图2 喷射温度和钙利用率的关系

化物, 两者化合成硫酸盐的可能性也很小。

加拿大安大略水电局的半工业性试验表明^[2], 石灰石喷入温度与脱硫率之间存在有一最佳值。在相似的运行条件下, 石灰石分别喷入燃煤所产生的烟气和烧掺 SO_2 的丙烷所产生的烟气时, 最佳的喷入温度大约是 1000°C 。对于前者脱硫率 40% 左右, 后者是 50% 左右。

(2) 烟气冷却率 烟气温度随时间的变化速率对脱硫率也是有影响的。这主要是因为发生硫化作用的温度一般为 $1250-900^\circ\text{C}$ ^[3], 低于这个温度范围硫化作用减弱。对于大多数锅炉, 吸收剂在此温度范围的停留时间为 0.4—1.5s (停留时间与燃烧设备有关)。试验表明^[4], 冷却率低于 $250^\circ\text{C}/\text{s}$ 时, 对石灰石和加压白云石水化物的影响都小。然而高于这个数值时, 白云石水化物的利用率从 $250^\circ\text{C}/\text{s}$ 时的 45% 降到 $600^\circ\text{C}/\text{s}$ 时的 30% ($\text{Ca}/\text{S} = 1$)。这样的冷却率在许多锅炉的对流区段是存在的。从这个意义上讲, 烟气冷却率较高的锅炉, 在炉膛出口处喷吸收剂的温度宜高一些。

(3) 喷射温度和烟气冷却率对脱硫率的影响还在于其影响到吸收剂的焙烧过程。焙烧适宜的吸收剂应是收缩量低、密度低而反应能力高的松软多孔粒子。焙烧吸收剂所形成的比表面积对吸收剂脱硫率有着重要影响。一般认为, 随吸收剂焙烧比表面积的增加, 吸收剂利用率增加。焙烧比表面积不是吸收剂固有特性, 是炉内热力变化的结果。图3表

示三种不同的吸收剂焙烧比表面积的发展和烧结过程^[5]。

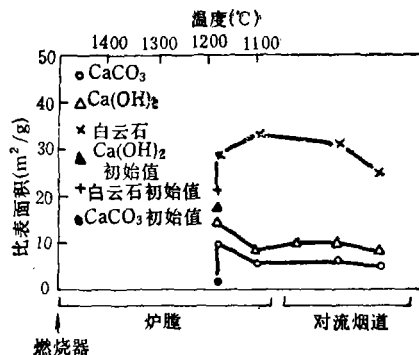


图3 吸收剂比表面积 (BET 法) 随温度的变化

由图可见, 石灰石喷入炉膛后, 焙烧比表面积先是直线上升, 而后因烧结损失部分表面积是下降趋势。氢氧化钙喷入后, 烧结起主要作用, 比表面积减少。白云石喷入后, 比表面积增加, 而且不象石灰石那样迅速烧结。

3. 吸收剂颗粒度

减小吸收剂颗粒尺寸能提高脱硫率。石灰石颗粒的平均直径一般在 $0.1-30\mu\text{m}$ 之间。试验表明^[6], 颗粒的平均直径从 $10\mu\text{m}$ 降至 $1\mu\text{m}$, 在 $\text{Ca}/\text{S} = 2$ 时, 脱硫率从 40% 提高到 50%。一些研究者认为^[7], 对于氧化钙, 粒度降至 $1-2\mu\text{m}$ 有益, 而进一步减小颗粒尺寸将是无益的。因为在此范围的颗粒, 气体扩散阻力已消失。另外, 进一步减小颗粒尺寸也将增加制粉电耗。

美国环保局的试验结果表明, 吸收剂颗粒度与其反应率呈 0.20—0.35 次方的反比关系。

对于不同的吸收剂, 粒度对脱硫率的影响程度不同。氢氧化钙比石灰石对粒度更为敏感。

4. 初始 SO_2 浓度

以往的研究多集中于高硫煤燃烧产物的脱硫上。在此情况下, 初始 SO_2 浓度一般都在 $2000-4000\text{ppm}$ 。而低硫煤的燃烧产物中, 初始 SO_2 浓度将低于 1000ppm 。随烟气中初始 SO_2 浓度的降低, 吸收剂利用率

降低。其原因在于 SO_2 的扩散过程直接受 SO_2 浓度(也即 SO_2 分压力)的影响。图 4 表示了初始浓度从 100ppm 变化到 3000 ppm 时,加压白云水化物的脱硫率变化^[1]。试验结果还表明,脱硫率与烟气中 SO_2 浓度呈 0.25 次方的正比关系。

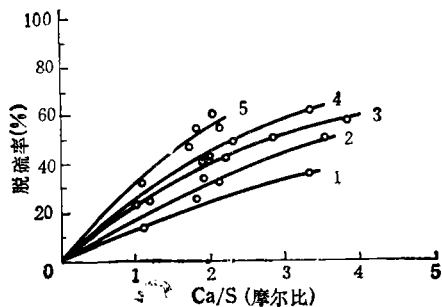


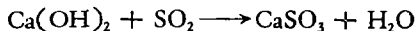
图 4 烟气中 SO_2 浓度对加压白云石水化物脱硫效率的影响

SO_2 浓度 (ppm): 1. 100 2. 300 3. 500 4. 700
5. 3000

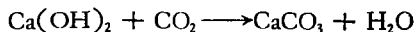
燃用低硫煤时,可通过增加 Ca/S 比来提高脱硫率。由于煤的含硫量低,即使 Ca/S 比达到 4—6,实际喷入的吸收剂量也不致很高,不会对设备的安全经济运行带来大的影响。

二、省煤器区域喷入氢氧化钙

在省煤器区域,氢氧化钙的喷入温度一般为 450—550℃。在此温度范围, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的利用率较高。而且由于省煤器区域横截面积小,易于喷射均匀。在 450—550℃ 时,硫化反应很迅速,并且 SO_2 直接与氢氧化钙作用。



然而,由于烟气中含有大量 CO_2 气体, CO_2 也能与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 ,从而消耗 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。



应创造条件,使得 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 用以吸收 SO_2 ,而不是 CO_2 。研究表明^[1],温度低于 550℃,硫化和碳化都发生,但硫化反应高于碳化反应。

温度高于 550℃ 时, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的脱水加快,活性降低。由于碳化和脱水使得硫酸盐生成量减少。

烟气冷却率高,对于硫酸盐的生成是有利的。省煤器区域,烟气冷却率较高,一般为 500—600℃/s。而且硫酸盐生成速度很快(<250ms)。所以,在省煤器区域喷入氢氧化钙是适宜的。

钙利用率最终取决于氢氧化钙的孔隙率。但迄今为止,人们还未找到孔隙率与比表面积之间的关系。以往的文献中,人们习惯于用此表面积这一术语,原因在于其相比孔隙率更易测量。图 5 表明^[1],比表面积为 17 m^2/g 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,在 550℃ 时,钙利用率是 35%。而比表面积为 38 m^2/g 的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,在 450℃ 附近,钙利用率为 45%。一些试验还表明:在 450—550℃ 的温度范围,氢氧化钙比白云石水化物具有更高的脱硫率。

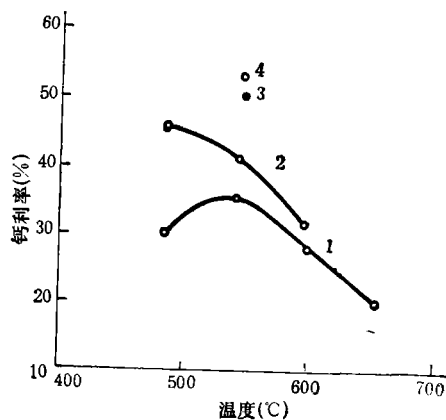


图 5 比表面积对钙利用率的影响

1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $S_g = 17\text{m}^2/\text{g}$ 2. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $S_g = 38\text{m}^2/\text{g}$
3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $S_g = 41\text{m}^2/\text{g}$ (分级粒径平均值 $\text{MMD} = 1\mu$)
4. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $S_g = 27\text{m}^2/\text{g}$ (分级粒径平均值 $\text{MMD} = 1\mu$)

三、炉后喷射氢氧化钙

在空气预热器之后,除尘器之前的烟道中,将烟气增湿,喷入氢氧化钙。在这里影响脱硫效率的一个重要因素是烟气的相对湿度

(或烟温与烟气露点的差值)。图6表示了这种关系^[3]。

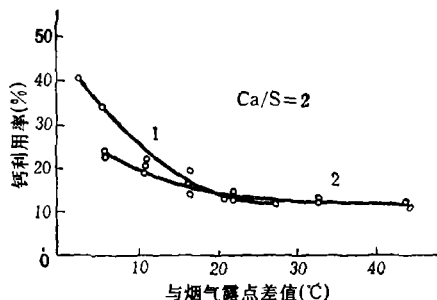


图6 钙利用率和烟气相对湿度的关系

1.布袋除尘器(入口 SO_2 1600ppm)

2.电除尘器(入口 SO_2 2000ppm)

可见在炉后喷 $\text{Ca}(\text{H}_2)_2$ ，烟温高于烟气露点温度 30°C 时，钙利用率仅 12%（相应的脱硫率 24%）。随湿度的增加，钙利用率增加。温度差为 10°C 时，钙利用率可达 25—27%（相应的脱硫率 50—54%）。在温度差值较小时，布袋除尘器比电除尘器钙利用率高。有人推测这种差别是由于吸收剂颗粒在布袋里的停留时间较长和布袋中颗粒的碰撞所致。

四、LIFAC 技术

芬兰 Tampella 有限公司开发了 LIFAC 技术。该项技术是在炉内喷钙技术上发展起来的。除在炉膛喷入石灰石外，还在空气预热器和除尘器之间的烟道上加装一个活化装置，并装有烟气增湿喷嘴。LIFAC 方法的流程如图7所示。

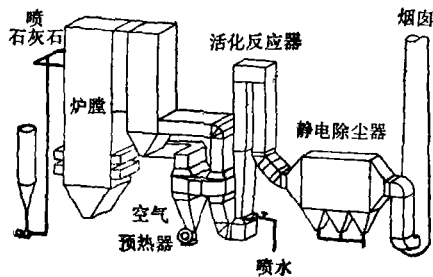


图7 LIFAC 方法流程*

这样，在炉内未能和 SO_2 反应的 CaO 在此变成了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。烟气在反应器中停留 5—15s，提高了脱硫率。在 $\text{Ca}/\text{S}=2$ 时，脱硫率为 55—85%； $\text{Ca}/\text{S}=3$ 时，脱硫率为 65—95%。在反应器中，烟气被冷却得越接近于水蒸汽的露点温度，脱硫率越高。上述 55% 和 65% 为高于露点 20°C 时的脱硫率。85% 和 95% 为高于露点 5°C 时的脱硫率。其规律如图8所示。

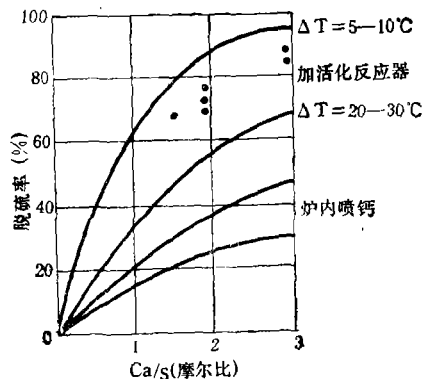


图8 LIFAC 技术和一般炉内喷钙技术的比较*

(加活化反应器时，烟温和水蒸汽露点的差值对脱硫率的影响)

美国环保局在烟气量为 $3400\text{Nm}^3/\text{h}$ 的半工业性试验台上，对炉膛喷钙烟气增湿方法进行了研究^[2]。结果表明，水滴一定时，距露点的温度差从 34°C 降到 11°C ，脱硫率增加 30%。烟气温度一定时，脱硫率随水滴粒度增大而提高。但随粒度增大，吸收剂沉积将较严重。如在高于露点 22°C 及理论水滴粒度增加到 $65\mu\text{m}$ 时，吸收剂沉积较严重。在高于露点 11°C 及水滴粒度增大到 $50\mu\text{m}$ 以上时，吸收剂颗粒的沉积也较严重。增湿使吸收剂活化的主要原因是吸收剂与水滴的碰撞作用。

五、灰对吸收剂活性的影响

国外一些学者研究了灰对吸收剂活性的

* Staff report, "High Sulphur Coal demo for us LIFAC", Modern Power Systems, April, 1990.

影响,得到了很有意义的结果^[1]。把除尘器捕获的用过的吸收剂和飞灰的混合物,经活化处理后再喷入炉中,发现其反应性能与新的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 一样好。若把用过的吸收剂和飞灰的混合物水泡 24 小时,使二者之间发生反应,生成硅酸钙后再利用。用这种方法可以将第一次脱硫反应中未曾硫化的石灰石,再利用 60—70%。美国环保局的试验表明,在一定的时间和温度下,把用过的颗粒变成浆再次活化形成硅酸钙后,干燥至表面湿度为 10% 时再喷入恒温烟气中(高于露点温度 11℃)。当钙硫比在 1.3—3.5 之间时,脱硫率达 25—55%。如果再活化后的颗粒不经干燥,在表面温度为 20% 时喷入恒温烟气中,在与上述条件相同的情况下,钙硫比为 2.5 时,脱硫率可达 82%。

另外,还可以通过 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与飞灰混合制成高活性吸收剂。试验表明^[1], $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和飞灰按 1:3 的比例进行混合。在钙硫比为 1 时,钙利用率可达 70%。把用过的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 按 4:1 的循环此返回增湿烟气中进行再循环,也得到了类似结果。

六、结 论

1. 炉膛喷钙基化合物,应综合考虑吸收剂(石灰石、白云石)的焙烧和硫化反应条件确定喷入温度。吸收剂不同,最佳喷入温度有别。用 Ca/S 摩尔比表征喷入的吸收剂量。随 Ca/S 增加,脱硫率增加。

2. 吸收剂颗粒尺寸减小,脱硫率提高。吸收剂颗粒度与反应率呈 0.20—0.35 次方的反比关系。但国外试验研究的颗粒尺寸都很

小(石灰石在 13 μm 以下)。就我国实际情况,研究颗粒度较大的石灰石粉(如 30—90 μm) 的脱硫效果,也许更具有工程实际意义。

3. 随初始 SO_2 浓度的增加,脱硫率增加,并且二者之间是呈 0.25 次方的反比关系。

4. 省煤器喷入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在此区域 SO_2 和 CO_2 都与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生反应,喷入温度在 550℃ 以下时,利于硫化反应的进行。

5. 炉后烟气增湿喷 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 影响脱硫率的一个重要因素是烟气的相对湿度。随烟气相对湿度的提高(烟温与水蒸汽露点差值减小),脱硫率提高。增湿方式和增湿提高脱硫率的机理研究尚有工作可做。

6. LIFAC 技术,除烟气相对湿度对其有较大影响外,再一个关键问题就是活化器。活化器结构应使烟气和吸收剂在活化器中有足够的停留时间。活化器中的速度场应使吸收剂颗粒既不沉积,又能与液滴充分混合,合理碰撞。

7. 吸收剂再循环和利用飞灰增加吸收剂活性是提高钙利用率的很好途径。最佳循环倍率及飞灰和吸收剂最佳配比的研究,湿式除尘器排出的湿灰的可用性研究是有工程意义的。

参 考 文 献

- [1] Muzlo L. J. and Offen G. R., *Journal of the Air Pollution Control Association* 37(5), 642 (1987).
- [2] 段建中,何红光,热力发电译丛,(3),48(1990).

(收稿日期: 1991 年元月 3 日)

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Environ. Sci., 12(5), 1991, pp. 42—46

An experimental study on the production of activated carbon from straw pulp and paper black liquor by acid hydrolysis carbonization and $ZnCl_2$ activation was carried out. Results show that about twenty grams of activated carbon can be obtained from a litre of 7-8 Be straw pulp and paper black liquor. The iodine number and methylene blue of the activated carbon thus produced are higher than 1000 mg/g and 180 ml/g, respectively. The main quality indices of the product are better than those of LY216-79 produced in China and JIS 1426 Grade 1 produced in Japan. After removal of the activated carbon, the CODer in the liquor reduced by 72%, and the colority reduced by 93%. The residual liquor can be used for preparing Na_2SO_4 and furfural.

Key Words: activated carbon, straw pulp and paper black liquor.

Study of Anaerobic Rotating Biological Contactor in the Treatment of Organic Wastewater of High Concentration. Huang Changdun (Beijing Polytechnic University), Zhang Zhiren (Beijing Special Engineering Design Institute), Hang Shijun (Beijing Municipal Engineering Design Institute): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 46—50

Anaerobic rotating biological contactor is a new device for the treatment of organic wastewater of high concentration and sludge. This study demonstrated that under mesophilic conditions, COD volume load could be 5.44—11.6 $Kg/m^3 \cdot d$ and removal rates for COD and T-P could reach 70.0—74.7% and 35.0—48.5%, respectively. During the process, organic nitrogen in wastewater broke down to NH_3-N . For the removal of every 1 Kg COD, 0.5—0.8 $Kw \cdot h$ of energy would be consumed and 0.41—0.65 M^3 of marsh gas produced. The process is simple in construction, easy to start and convenient in operation.

Key Words: Wastewater treatment, anaerobic rotating biological contactor

Concentration and Distribution of Rare Earth Elements (REE) in the Soils of China, Wang Yuqi, Sun Jingxin (Institut of High Energy Physics, Academia Sinica): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 51—54

Eight rare earth elements (REE) including La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb and Lu in 364 top soil samples were detected by instrumental neutron activation analysis (INAA). The samples were collected from typical areas in China. The samples represent main soil types of these areas. The concentration and distribution characteristics of REE in soil of different areas and in the whole soil studied in China were reported in the present paper.

Key Words: rare earth elements (REE), soil neutron activation analysis.

Influence of Ionization Radiation from Intensive Beam Generator on the Surrounding Environment. Yang Huazhong (Dept. of Modern Physics, Lanzhou University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 54—57

The background of natural radiation of the environment around ZF-300 intensive beam generator was monitored for a long period of time and the influence of the ionization radiation from a intensive beam generator on the environment was measured. The influence of the ionization radiation from the generator on the environment reduced with increasing of the distance from the generator. The residents living over 150 m away from the generator suffered the radiation of scattering neutron at a safe level lower than 2 μ rem/hr.

Key Words: neutron, gama-ray, potential neutron source.

An Introduction to the Dendrochronology and Its Application in the Environmental Sciences. Xia Bing, Yang Kaihong and Lan Tao (Jiangsu Institute of Botany, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 58—62

Some basic concepts of dendrochronology and applications of tree ring analysis in the research on the change of atmospheric CO_2 , response of plants to the increase of CO_2 and the change of air pollution are introduced in the paper.

Key Words: dendrochronology, element analysis of tree ring, CO_2 problem, air pollution.

Overview of Desulphurization Technologies by In-furnace Calcium-based Sorbent Injection and Main Influence Factors on SO_2 Capture. Pang Yajun (Electric Power Branch of Taiyuan Industrial College), Shi Xuegui, Xu Xuchang (Dept. of Thermal Engineering, Tsinghua University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 62—67

In this paper, the latest development of desulphurization technologies by in-furnace calcium-based sorbent injection at home and abroad are introduced, and various factors influencing the capture of SO_2 are reviewed. A brief introduction to Tampella LIFAC process and research results of raising SO_2 capture and calcium utilization by recirculating the sorbents are illustrated. The future development of desulphurization technology by in-furnace sorbent injection is forecasted.

Key Words: in-furnace calcium-based sorbent injection, desulphurization.

An Approach to the Treatment of Sulfate-Containing Organic Wastewater. Yu Hanqing (Dept. of Civil Engineering, Hefei University of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991.