

电子束辐照处理工业废气

李新民 陈鹏飞

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

摘要 介绍电子束射线辐照处理燃烧废气中 SO_2 及氮的氧化物 NO_x 的新方法, 并与传统方法进行了比较.

关键词 大气污染 燃烧废气 电子束辐照 SO_2 NO_x

大气污染是一个日益为世人关注的问题, 二氧化硫及氮的氧化物是造成大气污染的主要有害物质, 因此发电厂、钢铁厂及化工厂的道气是造成大气污染的主要污染源. 通常煤与石油都含有硫, 它的含量有时高达百分之五左右, 燃烧后绝大部分生成 SO_2 并以烟气的形式排入大气. 烟气中的有毒物质对植物、动物和人类都会产生有害的影响. SO_2 影响最大的是植物, 它能毁坏阔叶树和针叶树的树叶表面, 因而破坏叶绿素. 排入大气的 NO_2 是无色无味的, 但它是有毒的物质. NO_2 对人的呼吸器官起刺激作用, 并能破坏设备和材料. 城市中排放的氮化物特别危险, 因为它会与汽车排放废气或其它排放源排出的碳氢化合物发生反应, 形成稠密的光化学烟雾云和烟象, 这些东西除有上述有害的影响外, 还会急剧恶化能见度, 甚至形成酸雨.

从1970年开始, 日本原子能研究所和疾病防治研究所在钢厂开展电子束辐照处理烟气实验. 他们对 $60\text{m}^3/\text{h}$ 烟气采用 15kW 范德格喇夫电子加速器连续辐照, 脱除 NO_x 和 SO_2 分别为 80% 和 100% . 辐照剂量 $2.6\sim 3.44\text{Mrad}$. 产生的尘粒由静电接收器捕获, 通过分析含硫黄和氮. 但是产物不稳定, 有时是固体性的氮和硫, 有时是硫酸和硝酸的烟雾.

根据以上经验, 日本一家钢铁公司成功地建造了一条 $10,000\text{m}^3/\text{h}$ 废气辐照处理生产线, 辐照剂量 1Mrad , 除去 SO_2 超过 90% , 除去 NO_2 超过 80% . 当辐照剂量增加到 1.5Mrad 时, SO_2 和 NO_2 除去率分别为 95% 和

90% . 在处理过程中通入一定量的氨蒸气, 得到副产品是硝酸氨和硫酸氨. 此两者都是重要的化学肥料. 倘若此办法全面推广, 则按90年煤耗量, 其产物产量如表1所示.

1983年, 日本和美国有关公司和部门联合建立辐照处理烟气中试生产线. 目的在于证明电子束辐照烟气能同时脱除 SO_2 和 NO_2 , 并且其副产品可作为农业肥料. 最后将电子束辐照处理工艺推广到工业用锅炉烟气治理领域.

与传统方法相比, 电子束处理废气具有能同时脱除 SO_2 和 NO_x 的优点, 而且使 NO_x 发生反应的能力明显提高, 其经济效益如表2所示.

为了探讨 NO_x 及 SO_2 消失机理, 陆续有一系列专题论文发表. 目前公认的看法是, O_2 、 N_2 及 H_2O 受到电子射线照射后生成了活性粒子(主要是 O 原子及 OH 自由基), 它们与 SO_2 反应形成 SO_3 、 HSO_3 及 HSO_4 , 最后转化成稳定的 H_2SO_4 . 这些活性粒子与 NO 作用生成 NO_2 , 再与水作用生成稳定的 HNO_3 . 水分对除去 SO_2 和 NO_x 起着特殊重要的促进作用.

我国自改革开放以来, 电力工业、冶金工业发展迅速, 为了保护我们的生存环境, 采用有效脱除 SO_2 和 NO_x 方法已迫在眉睫. 中国科学院近代物理研究所辐照中试基地正在着手这方面的研究工作.

表1 煤耗量,SO₂和NO_x的生成量和副产物(美国1990年估计值)

	煤耗量 (t/a, ×10 ⁸)	SO ₂ (t/a, ×10 ⁷)	NO _x (t/a, ×10 ⁶)	副产物 (t/a, ×10 ⁷)	其中的氮肥 (t/a, ×10 ⁶)
民用	8.7	3.52	7.5	9.29	22.5
工业用	2.5	0.99	2.1	2.61	6.3
合计	11.2	4.51	9.6	11.9	28.8

表2 日美 EBARA 国际公司电子束辐照处理方法与石灰净化法投资比较(1984年美元价)

发电厂规模 (MW)	电子束辐照 (×10 ⁷)	石灰净化法单脱除 SO ₂ (×10 ⁷)	碱净化法同时脱除 SO ₂ 和 NO ₂ (×10 ⁷)
50	1.1(221/kW)	1.8(371/kW)	
100	1.7(173/kW)	2.8(281/kW)	
250	3.6(143/kW)	4.9(195/kW)	
500	6.1(122/kW)	7.4(148/kW)	10(201/kW)

参 考 文 献

- 1 Frank N, Kawamura K, et al. Radiat. Phys. Chem., 1985,25(1~3):35~45
- 2 Busi F, D'Angelantonio M, et al. Radiat. Phys. Chem., 1985,25(1~3):47~55
- 3 马瑞德等. 辐射加工技术, 四川科技出版社.
- 4 Л. А. 里赫捷尔. 发电厂和工业企业排烟与大气保护. 戴兆祥, 欧阳铮译, 电力工业出版社, 1980
- 5 国家环境保护局污管司大气处编. 大气污染防治法规汇编, 中国环境科学出版社. 1989

Treatment of Waste Gases by Electron Beam Radiation

Li Xinmin Chen Pengfei

(Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

Abstract This paper introduces a new method of electron beam radiation treatment of SO₂ and NO_x in stack gases, with which the traditional methods are compared.

Key Words air pollution stack gases electron radiation SO₂ NO_x

(上接第64页)

structure and decay data evaluation, the activities of Chinese evaluation group, the brief of all previous network meetings, and the achievements in 11th network meeting are presented in this paper.

Key Words nuclear structure nuclear decay data evaluation international network meeting