

采用 V 型极板收集高比电阻粉尘的实验研究

李 杰 刘林茂

(东北师范大学环境科学系, 长春 130024)

摘要 改变电除尘器的收尘极板形状, 采用顶角 $45^\circ - 90^\circ$ 的 V 型收尘极板横向放置。结果表明, 可有效地将荷电粉尘粒子和空间自由离子分开, 减小粉尘层电流密度, 可收集比电阻为 $10^{11} - 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 的高比电阻粉尘, 通过模拟实验研究, 给出了清洁极板, 附不同比电阻、以及 V 型极板的顶角在 $45^\circ - 90^\circ$ 间发生变化时极板的电流密度分布。

关键词 静电除尘, 高比电阻, 电流分布。

当电除尘器收集高比电阻粉尘(高于 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$)时, 将出现反电晕现象。它的出现将造成收尘效率下降, 且粉尘比电阻越高, 收尘效率越低^[1]。以往克服反电晕主要采用烟气调质和脉冲供电技术。笔者在实践中采用了横向放置百叶窗式静电除尘器^[2], 该除尘器已成功地应用于沸腾炉除尘, 收集效率高于 99%。沸腾炉燃烧劣质低硫煤, 粉尘排放浓度为 $30 - 70 \text{ g/m}^3$, 比电阻为 $10^{11} - 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$, 横向放置的收尘电极采用 V-X 型^[3]。收尘机制主要是静电抑制和镜像力等。由于沸腾炉粉尘粘滞性低, 在 V-X 型收尘极板的边缘很难存积, 几乎是光洁的, 粉尘主要积存在收尘极板的沟槽内。

1 实验装置

测量的实验线路如图 1 所示, 实验用负直流高压电源, 输出电压在 $0 - 100 \text{ kV}$ 内可调, 电压测量采用 Q_4 -V 型静电高压表, 电流测量用 DT-830 型数字表。模拟粉尘采用复印纸($10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$)和有机膜($10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$), 电流密度测量探头用印刷电路板制成的 V 型电极, 上有 7 个彼此分离的 $6 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 平行铜铂测量电极, 如图 2 所示。V 型电极每边宽 35 mm , 平行铜铂测量电极间距 4 mm 。在探头周围放有相同形状铝板制成的屏蔽电极。V 型电极顶角可调。电晕极用 $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ 的星形铝线, 有效长度为 300 mm 。电晕极和 V 型收尘极间距可调。进行对比实验选用 $70 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 铝材平板收尘

电极, 电晕极同前。电极间距的选定对于平板电极系统是电晕线到平板的垂直距离, 对于 V 型电极系统是电晕线到 V 型电极边缘水平面的垂直距离。

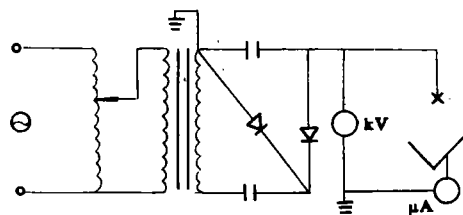


图 1 实验装置简图

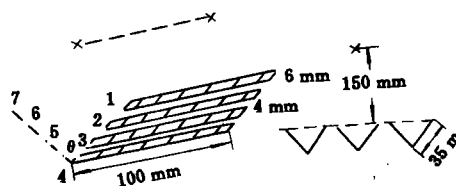


图 2 电流密度测量探头

2 实验结果与讨论

2.1 V-I 特性曲线

测量清洁极板和附有粉尘 2 种情况下的电晕放电特性, 观测反电晕现象, 采用平板电极系统, 电极间距为 150 mm , V-I 特性曲线如图 3 所示。从图 3 可知, 电晕电流随着电压升高而升高。且在相同电压下, 附尘情况下的电晕电流大于清洁情况下的电晕电流。附高比电阻尘情

况下的电晕电流大于附低比电阻尘情况下的电晕电流。

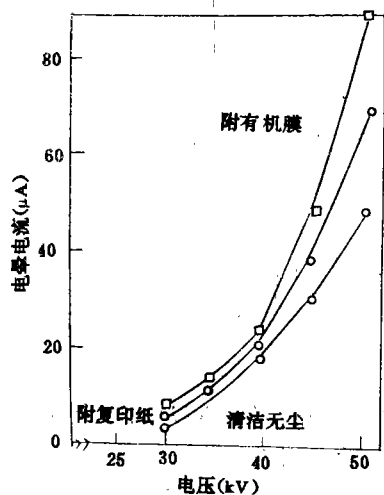


图 3 V-I 特性曲线

3.2 收尘极板上电流密度分布

选定 V 型极板的顶角 θ 为 90° ，电极间距为 150 mm，所加电压为 50 kV，测得 V 型极板在清洁时附复印纸和附有机膜时的电流密度分布，如图 4 所示。

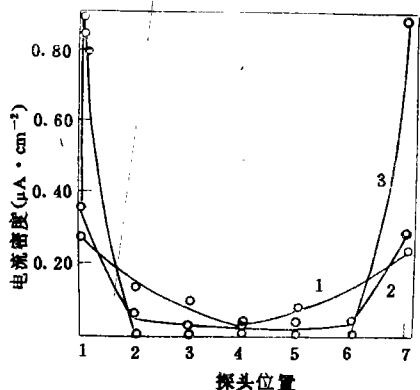


图 4 V 型极板电流分布

1. 清洁无尘 2. 附复印纸 3. 附有机膜

由图 4 曲线可知，电流密度分布与极板上有无粉尘及与其比电阻值有关。3 种状态下的曲线都表示在 V 型极板的 2 个边缘处电流密度大，越靠近顶角处电流密度越低(约为 $10^{-3} \mu A/cm^2$)；探头 1、7 两处极板清洁时电流密度低，附尘时大，且随粉尘比自由电阻的增大而升高。在探头 2、3、4、5、6 处，则极板清洁时的电流密度大于极板上有粉尘时的电流密度，且电流密

度与粉尘比电阻有关。在本实验中的 2 处，清洁时电流密度为 $1.4 \times 10^{-1} \mu A/cm^2$ ，附复印纸时电流密度为 $4.5 \times 10^{-2} \mu A/cm^2$ ，附有机膜时为 0，说明在高比电阻时电流都集中到 V 型极的边缘处。这表明，粉尘的存在使电场分布发生变化，电力线几乎全部集中在边缘处；离子几乎都流向边缘，且这种现象随比自由电阻的增高更加明显。采用 V 型收尘极板能够将离子和粉尘离子分开，减小了通过粉尘层的电流，在与常规电除尘器相同运行条件下，可以收集高比电阻粉尘而不致于出现反电晕现象。

3.3 V 型极板顶角 θ 对电流密度分布的影响

改变 V 型极板 $\theta(45^\circ, 60^\circ, 90^\circ)$ ，观测极板清洁和附复印纸 2 种情况下电流分布，实验结果如图 5、图 6 所示。从图可知， $\theta = 90^\circ$ 时影响大，顶角 $45^\circ - 60^\circ$ 时影响不大。表 1 给出探头 1 处电流密度与顶角及附尘情况间的关系，表示

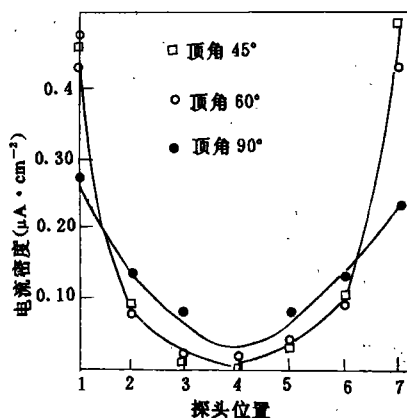


图 5 清洁极板顶角对电流密度分布影响

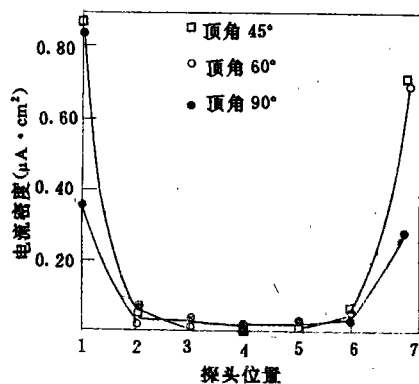


图 6 附尘极板顶角对电流密度分布影响

90°和 60°、45°角时探头 1 处电流密度相差很大。其它部位探头也都表现出 90°、60°和 45°角时电流密度相差很大, 60°和 45°角的电流密度相差很小。边缘处 45°或 60°电流密度大, 90°电流密

表 1 顶角对探头 1 电流密度影响($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)

θ	附尘	清洁
45°	0.87	0.45
60°	0.85	0.42
90°	0.35	0.28

度小, 这表明收尘面积不变, 而 45°—90°范围减小顶角, 可提高收集高比电阻粉尘的能力。

3 结 论

(1) V 型收尘极沟槽内的电流密度随粉尘

的比电阻增加而减小, 且小于清洁时的电流密度。

(2) 收尘极板上电流密度分布与 V 型极板顶角相关, 在收尘极板面积一定的条件下, 可通过调整极板顶角(45°—90°)来提高收集高比电阻粉尘的效率。

(3) 采用 V 型收尘极板能够克服反电晕出现(粉尘比电阻 $<10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$)。

参 考 文 献

- 1 H. J. 怀特著, 王成汉译. 工业电收尘. 冶金工业出版社, 1984:322
- 2 刘林茂等. 北京国际静电会议论文集. 1988:103—105
- 3 王锡录等. 东北师大学报(自然科学版). 1988, (1):27

• 环境信息 •

保护臭氧层活动简介

1 保护臭氧层的国际活动

(1) 1985 年国际社会形成了《保护臭氧层维也纳公约》。这是第一个针对未来全球环境的可能危害而达成的协议, 是增进人类对大气过程的了解, 进行科学研究和观测的国家间合作。

(2) 1987 年许多国家政府签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。该议定书制定了危害臭氧层的受控物质的具体时间表。要求发达国家到 1999 年指定的 CFCs 产量和消费量要减少 50%, 并冻结哈龙的使用量。为了加速 CFCs 淘汰过程, 1990 年和 1992 年又分别在伦敦和哥本哈根, 对议定书进行了修正。

(3) 1989 年我国加入了《保护臭氧层维也纳公约》, 并在伦敦和赫尔辛基等会议上, 多次阐述我国对这一问题的基本观点。表示支持《公约》和《议定书》的宗旨, 提出必须设立国际基金的建议。在 1990 年的缔约国会议上通过了建立保护臭氧层多边基金的机制。除了满足发展中国家淘汰受控物质增加费用需要外, 还资助有关信息交换、技术支持和培训等。多边基金秘书处设在加拿大蒙特利尔市, 其项目执行机构有世界银行、UNDP、UNIDO 和 UNEP。

2 中国臭氧层保护行动

2.1 建立组织, 形成了行政管理与技术支持相结合的机构框架

(1) 1991 年 7 月成立了中国保护臭氧层领导小组, 并策划全国耗臭氧物质(ODS)替代工作。

(2) 1992 年国家环保局内先后建立了技术交换所和蒙特利尔多边基金项目办公室。负责开展有关削减 CFCs 数据收集, 信息交换, 政策、规划制定, 项目申报、实施、协调和监督等工作。

(3) 国务院各部门相继成立臭氧层保护领导小组, 委派联络员, 协助国家环保局工作。并成立一批行业

ODS 替代研究、测试中心, 开展行业 ODS 替代调查、规划、技术交流、信息交换及培训等工作。

(4) 国家环保局委托中国投资银行为项目财务评估及金融依托单位, 中国化工信息中心及北京大学环境科学研究中心为项目技术评估单位。

(5) 国家环保局委托各省(市、区)环保局负责组织所在地区 ODS 替代项目的环境影响评价并协助国家环保局对所在地区项目进行监督。

(6) 中国环境标志认证委员会接受行业 ODS 替代产品的认证申请。

2.2 制定国家行动方案及相关政策

(1) 1992 年制定了《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰国家方案》, 于 1993 年 1 月获国务院批准。1993 年 3 月在蒙特利尔多边基金第 9 次执委会上通过, 被作为典范, 以 6 国文字印发。1994 年又补充了烟草行业国家方案。

(2) 1994—1995 年, 国家环保局组织有关部门进一步制定了化工生产、哈龙、气溶胶泡沫、家用冰箱、工商制冷、汽车空调、溶剂清洗 8 个行业淘汰 ODS 战略。

(3) 近年来, 国家环保局与化工部共同发布《关于加强 CFCs 替代品生产建设管理通知》, 与公安部共同发布《关于在非必要场所停止再配置哈龙灭火器的通知》。

2.3 组织了 ODS 替代项目的申报和实施、拟定管理办法

自 1993 年至今, 已获多边基金执委会批准的项目共 143 项, 获基金赠款约 92 万多美元, 预计削减 ODS 30684 t。目前已完成削减消耗臭氧层物质项目 4 项, 削减 ODS 2500 t, 加上企业自行削减的共约 6 000 多 t。

2.4 开展了信息交流、宣传和培训等活动。

国家环境保护局雍永智供稿

exhaust pipe was mixed with different catalysts to form dry samples. TG-DTA method was applied to investigate the combustion-supporting performance of different catalysts. It has been found that the dust combustion temperature $T_{\max}$ was greatly lowered when catalysts were used. The combustion-supporting performance of catalysts was ordered as following: $\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CuO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{V}_2\text{O}_5/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Ag}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CeO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ and had a certain correlation to the $-\Delta H$ of metal oxide. With the increasing of $-\Delta H$, a minimum $T_{\max}$ can be observed.

Key words: soot combustion, catalysts, TG-DTA method.

Microbial Degradation of Phthalic Acid Esters (PAEs). Wang Jianlong and Qian Yi (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 26–28

Microorganisms capable of degrading di-n-butyl phthalate (DBP) were isolated from coke-plant wastewater treatment plant sludge by enrichment and acclimation shaking culture, and purified by successive streak transfer on agar-plate medium. The time course of DBP degradation by different strains was investigated and compared. The growth characteristics and the kinetics of DBP biodegradation were studied by shaking flask test. The experimental results show that the DBP degradation can be described by Monod equation with μ_m and K_s being 0.4 h^{-1} and 28 mg/L , respectively.

Key words: dibutyl phthalate (DBP), microbial degradation, coke-plant, wastewater.

Study on the Metal Pollutant in Fly Ash from Coal Combustion of Power Plant. Yan Rong et al. (State Key Lab on Coal Comb. HUST, Wuhan 430074); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 29–32

The contents of 8 metals in fly ashes with different sizes from coal combustion in 5# boiler of Qinshan Power Plant have been determined, the pore and surface properties of the fly ashes have also been studied. It was found that the smaller the particle is, the bigger the surface of pores and the contents of metal compounds become. Both high temperature and reducing atmosphere accelerate the enrichment of heavy metals in fine particles. The different rules in metal compounds

distribution of the ability of absorption and the condensation of vapor have been discussed.

Key words: fly ash, metal compounds, pollution, fine particle.

Experimental Study on the Collection of High Specific Resistivity Dusts by V-shaped Collecting Electrodes. Li Jie and Liu Linmao (Dept. of Environ. Sci., Northeast Normal University, Changchun 130024); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 33–35

The use of 45 to 90 degree angled V-shaped collecting electrodes in a transverse arrangement to change the configuration of collecting electrodes in an electrostatic precipitator was found to effectively separate free ions in space from charged dust particles and to reduce the current density on dust layers so that the high specific resistivity dusts with a resistivity of 10^{11} to $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ could be collected. By carrying out simulated experimental study, the distribution of current density on electrodes was given for clean electrodes covered with dielectric materials of different resistivities, which were V-shaped at an angle changing between 45 and 90 degree.

Key words: electrostatic precipitator, high specific resistivity dust, current density.

Environmental Conflict Analysis and Its Application in Environmental Planning and Management: Siting of Public Facilities. Lin Wei et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(6), 1995, pp. 36–39

Siting of hazardous waste treatment facilities was exemplified to make an in-depth discussion on how to deal with the environmental conflicts occurred in siting public facilities (or those not in my backyard), to identify the possible solutions to this problem, and to discuss the existence, solitariness, Pareto optimality and fairness of a solution, as well as the validity of preventing false information from being reported. On this basis, two kinds of more complicated conflicts in siting were discussed and the basic considerations that should be taken to develop a solution were suggested.

Key words: conflict analysis, environmental planning and management, public facilities siting, environmental conflict.

Theory on the Functional Values of Natural Resources. Yu Liansheng et al. (Dept. of Environ.