

低温等离子体处理恶臭废气工程实例

李建军, 徐 明, 王志良, 李国平

(江苏省环境科学研究院 江苏省环境工程重点实验室, 江苏 南京 210036)

摘 要: 介绍了低温等离子体对电子企业产生的恶臭气体的治理,该装置对恶臭浓度去除率高达 94.4%。经过半年的运行表明,该系统运行稳定、处理效果好、操作管理简便,采用电晕放电形式的低温等离子体处理恶臭废气是可行的。

关键词: 低温等离子体; 恶臭气体; 废气处理

中图分类号: X7

文献标识码: B

文章编号: 1674-4829(2012)05-0033-03

Engineering Case of Low-temperature Plasma in Treating Odor Gas

LI Jian-jun, XU Ming, WANG Zhi-liang, Li Guo-ping

(Jiangsu Provincial Key Lab of Environmental Engineering, Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing 210036, China)

Abstract: The application of the Low-temperature Plasma to treatment odor gas generated in production. The removal rates of odor pollutants reach 94.4%. After half a year's operation, the results showed that the system has stable operation, high removal efficiency and simple manipulation and management. It is entirely feasible to treat the fouling gas by corona discharge process.

Key words: Low temperature plasma; Waste gas treatment; Odor gas

0 引言

大气污染是造成各类环境问题的主要原因之一, 气态污染物通过扩散、漂移将增加污染区域面积。目前常用的恶臭处理方法有吸附法、溶液吸收法、催化燃烧法^[1]、生物脱臭法^[2]等; 这些传统处理方法在工程应用中均发现存在较大的局限性。

近年来, 低温等离子体在环境保护方面的研究不断取得新进展^[3,4], 低温等离子体技术理论研究上已经被证实了是去除 VOCs 的最有效方法之一^[5,6], 同时在处理低浓度大气量的恶臭气体方面, 低温等离子体技术也表现出广阔的应用前景。

1 低温等离子体的反应机理

等离子体是被称作除固态、液态和气态之外的

第 4 种物质存在形态。其由大量电子、离子、分子、中性原子、激发态原子、光子和自由基等组成, 总正负电荷数相等, 宏观上呈电中性, 故称为等离子体, 但其表现出很高的化学活性。根据放电机制、(气体) 压强范围和电极结构的不同, 产生低温等离子体通常有以下方法^[7]: 辉光放电、介电位垒放电、电晕放电、沿面放电、射频放电、微波放电等。

2 恶臭废气产生的途径

企业产品在生产过程中先后经历了球磨、制带、印刷、水压、切割、烧成、烧出等处理。由于原料中包含有酒精、甲苯、塑化剂、PET(聚对苯二甲酸乙二酯)、分散剂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)等有机物, 此部分物质在印刷、烧成时有不同程度的挥发, 且由于烧成工段温度高达 280℃, 一些高沸点的焦油状不明物质也一并挥发出来, 从而产生污染。

通过现场调研及检测发现, 本项目中废气污染物质质量浓度较低, VOCs 通常小于 15 mg/L, 但废气气味独特, 易使人产生不快感, 因此本系统中废气属于

收稿日期: 2012-08-07

基金项目: 国家环保公益性行业科研专项(200809016)。

作者简介: 李建军(1977-), 男, 江苏南通人, 硕士, 工程师, 主要从事有机废气治理及恶臭污染研究。

异味治理范畴。

3 恶臭废气处理技术

3.1 工艺流程

等离子体除臭系统工艺流程见图 1。整个废气处理系统设计风量为 $60\,000\text{ m}^3/\text{h}$, 为保证处理效果, 收集的气体将在末端进入 2 个并联的低温等离子处理系统,

系统 1 设计为 $20\,000\text{ m}^3/\text{h}$, 系统 2 设计为 $40\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 。在风机的动力作用下, 通过吸尘罩及公司原有管道将企业烧结工段的废气送入酸雾吸收塔内, 与塔中的循环水接触吸收。经过预处理后的气体汇聚后通过直径 $1\,100\text{ mm}$ 的风管进入低温等离子设备 (设计风量为每台 $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$), 经过一系列复杂的物化反应, 降解后的气体再送入旋流板净化塔。

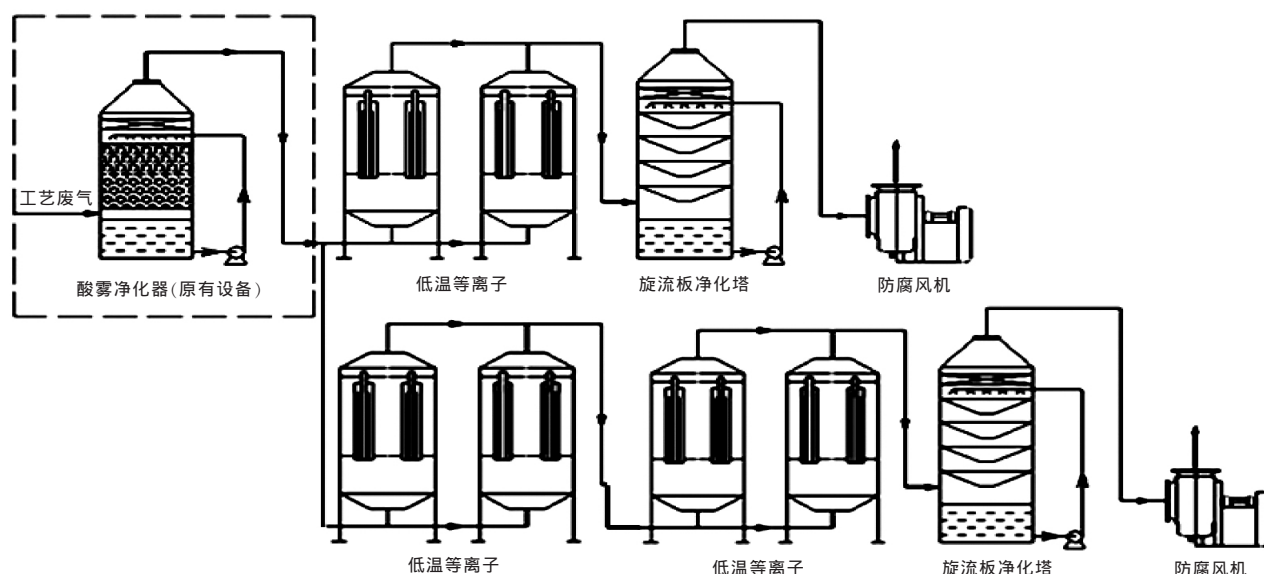


图 1 等离子体除臭系统工艺流程

整个系统在 PLC 控制下, 设置手动和自动 2 种操作方式。系统通过在线 pH 值控制器控制循环净化液的 pH 值, 实现自动加碱、喷淋、显示和报警等功能。该系统操作简单、自动化程度高。

3.2 处理设备

整个废气处理系统由吸尘罩、酸雾净化塔、低温等离子、旋流板净化塔和管道系统组成, 在电气系统控制下通过风机进行工作。

3.2.1 吸尘罩与管道系统

吸尘罩的设计应综合考虑各尘源点废气的收集、设备的布局和操作方便, 集气吸尘罩的使用效果越好意味着越能满足生产和环保的要求。

工程中的吸尘罩与管道系统均采用镀锌钢板制造, 管道系统安置在主厂房楼顶, 每隔 $4\sim 5\text{ m}$ 设置槽钢支架。整个管路含控制阀、止回阀, 要求密封良好、无泄漏, 管壁厚度 3 mm 。

3.2.2 净化塔

净化塔是废气处理系统的主要设备之一, 塔内有喷淋、脱水等装置。前置的酸雾净化塔可有效降低废气中的酸雾、焦油状物质, 为废气进入等离子设备

起到良好地预处理作用。末端的旋流板净化塔, 外置循环水泵、加碱泵、pH 值控制器及液位计于一体。当废气在吸收塔内通过旋流气动装置的加速和旋流, 污染物与经过雾化的吸收液发生碰撞、附着、凝聚、离心分离等综合性的作用, 被甩到塔壁, 随塔壁水膜流向塔底。通过旋流气动装置的设计, 使废气在同样高度的筒体内旋转次数增加, 通过的路径增长, 气相紊动剧烈, 从而使得废气与吸收液在时间和空间上得到充分的碰撞、接触、溶解、吸收。同时塔内设计有特殊组合式除雾装置, 将进一步保证高效的除雾性能, 以避免风机带水问题。

3.2.3 低温等离子设备

本工程主要采用电晕放电形式处理废气, 在外加电场的作用下, 电晕或者介质放电产生了大量携能电子轰击污染物分子, 使其电离、解离和激发, 然后便引发了一系列复杂的物理、化学反应, 使复杂大分子污染物转变为简单小分子安全物质, 或使有毒有害物质转变成无毒无害或低毒低害的物质, 从而使污染物得以降解去除。污染物净化过程见图 2。

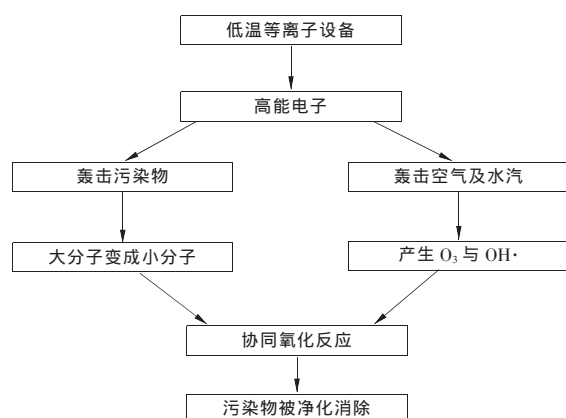


图 2 污染物净化过程

本工程采用的新型低温等离子净化设备,是在结合国内各主要低温等离子体的优缺点的基础上,进行相关技术攻关而成的,与其它同类设备相比,具有以下技术优势:

(1)有更高的抗堵性能。与传统的介质放电相比,由于有了更大的气流通过面积,整体设备占地面积更小。因此对现场安装面积有限的场合较为适合。

(2)使用设备寿命大大延长。由于放电极采用钛材,内胆采用 SUS304 不锈钢;因此整个设备使用寿命大大延长。

(3)清洗方便。由于配有反冲洗装置,因此对含焦油类物质,在使用一段时间后只要对内部进行反冲洗即可。

3.2.4 电控系统

整个电控系统采用 PLC 自动控制运行。开机时先开风机,再开循环泵,然后依次启动低温等离子设备;停机时先停低温等离子设备,再关循环泵,后停风机。整个系统具有自动、手动和数据显示,并对主要运转部位的故障采用声光报警,与企业值班室相连。显示内容包括如循环水泵故障、加碱水泵故障、风机故障、低温等离子设备温度警报等。

3.2.5 风机

风机是整个系统的动力设备,风机良好运行不仅可以提高系统的作业率,而且可以节约能耗,降低运行成本。系统采用变频风机,机壳由耐腐蚀的玻璃钢制造,叶轮由碳素钢与玻璃钢复合材料制造。配有良好的减震装置,大大地降低运行噪音。

4 二次污染的防治及运行费用

旋流板净化塔处理企业废气会产生的少量的废液量,通过 PP 水管直接排入企业污水处理站调节池中。

设备运行主要消耗为电费。系统 1 中,风机功率为 22 kW;水泵功率为 7.5 kW;等离子净化设备功率为 30 kW;系统 2 中,风机功率为 45 kW;水泵功率为 11 kW;等离子净化设备功率为 60 kW;风机及水泵按每年工作 7 200 h,每度电 0.65 元计算,电机工作负荷为 90%。电费共计: $(22 + 7.5 + 30 + 45 + 11 + 60) \times 7\,200 \times 0.65 \times 0.90 = 73.92$ 万元/年。

5 处理效果

目前该工程技术成功应用于苏州新区某电子设备厂,根据专业单位的检测结果,企业排放废气的臭气浓度由 1 800 降为 100,净化率高达 94.4%,效果明显。

6 结论

综上所述,本文介绍的恶臭废气处理工程技术具有以下优点:

- (1)采用一体化结构设备,安装简单,使用方便。
- (2)采用先进的自动化技术和监测技术,使设备操作简单、准确高效、自动化程度高。
- (3)采用优质的玻璃钢及碳钢材料,整套设备外形大方美观。
- (4)恶臭废气处理效果良好,排放浓度 100,净化率 $\geq 94.4\%$,符合国家环保要求,彻底解决了企业的扰民问题。

[参考文献]

- [1] 李建军,王志良,王小平.农药废气治理系统改造工程实例分析[J].环境科技, 2012,25(3): 30 - 32.
- [2] 何毅,王华,李光明,等.有机废气催化燃烧技术[J].环境科技, 2004,17(1): 35 - 38.
- [3] HOARSLEY J W, FOLLMER W C. Electrical characterization of a dielectric barrier discharge plasma device[J]. SAE paper SP1483, 1999,01(3635): 23 - 36.
- [4] HILL J J, ROHM I, RINKER R C. Experimental study of the production of NO_x , N_2O and O_3 in a simulated atmospheric corona[J]. Ind Eng Chem Res, 1988,27: 1 264 - 1 269.
- [5] 马竞涛,周泽飞,吴祖成,等.低温等离子体处理恶臭废气技术的工业应用研究[J].炼油技术与工程, 2007,37(4): 50 - 54.
- [6] 马竞涛,周泽飞,吴祖成,等.低温等离子体处理恶臭废气研究[J].环境工程, 2007,25(6): 46 - 49.
- [7] 龚大国.等离子体汽车尾气治理技术[J].重庆环境科学, 2003, 25(2): 28 - 32.

(责任编辑 曹恩伟)