

生物膜填料塔处理低浓度有机废气的工业应用试验研究

魏在山, 孙佩石, 黄岩华, 徐晓军

(昆明理工大学环境科学与工程学院, 昆明 650093)

摘 要: 工业应用试验研究表明, 生物膜填料塔处理工业有机废气是可行的, 当运行条件控制适当时, 净化效率可保持在 90% 以上, 能够实现达标排放。这一成果填补了我国环保工业技术领域的空白, 工程技术上接近现阶段国外的技术研究水平。

关键词: 生物膜填料塔, 净化有机废气, 工业应用

中图分类号: X 783.3

文献标识码:

文章编号: 1001-2141(2002)02-0043-03

Industrial Application Experimental Study of Purifying the Industrial Waste Gas Containing Organic Pollutants in Low Concentration by Using a Biofilm-packing Tower

Wei Zaishan, Sun Peishi, Huang Ruohua, Xu Xiaojun

(College of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093)

Abstract: The result of industrial application experimental study showed that it was feasible for biopurifying industrial organic waste gas. The purification efficiency of organic pollutants in waste gas might be maintained above 90% under the feasible conditions. The waste gas could be discharged with suitable standard. This achievement makes up the field of environmental industrial technology in China. This engineering technology is close to foreign technical level at present.

Key words: Biofilm packing tower, Purifying organic waste gas, Industrial application

我国目前只对高浓度工业有机废气采取了净化处理如吸收法, 吸附法和催化燃烧法等方法, 但对于低浓度($5\text{mg}/\text{m}^3$)工业有机废气的净化处理则难度很大, 是世界上工业废气净化研究的一个难题, 目前尚无经济有效的治理措施。这类低浓度工业废气是净化处理也是当今国内外环境保护方面的难题之一^[1]。生物法废气净化技术就是为解决这类既无回收利用价值, 又扰民并污染环境的低浓度工业有机废气净化处理的难题而开发的, 属目前世界上工业废气净化领域的前沿热点技术。在云南省计委“九·五”重点科技攻关计划对本课题的资助下, 开展相关工业实用技术及装置研究, 并首先在橡胶再生低浓度有机废气(含硫)生物净化处理上进行工业应用试验研究。经过近三年的努力, 目前已在工业应用方面取得成果, 填补了我国这一环保工业技术领域的空白, 工程技术上接近现阶段国外的技

术研究水平。

1 工业应用试验装置、流程与操作方法

本研究对象为云南省昆明凤凰橡胶有限公司橡胶再生脱硫过程所产生的低浓度有机废气(含硫)。经测定, 再生胶脱硫工艺废气主要污染成分是苯、甲苯、二甲苯、少量有机硫化物和简单烷烃, 其中甲苯的浓度约为 $300\sim 1400\text{mg}/\text{m}^3$ 。针对橡胶再生废气的工况条件(温度为 230°C 、压力为 $22\text{kg}/\text{cm}^2$)、成分、排放特点及操作要求, 研究得出了比较适合橡胶再生生产过程要求的生物法工业废气净化装置与工艺流程如图 1 所示。试验的主要装置是生物膜填料塔, 该生物膜填料挂膜塔($\varnothing 600\times H 2500\text{mm}$)采用钢结构, 其中生物膜填料塔总高度为 20, 分 4 层安装, 每层高度 0.5m。从试验角度出发, 在其上下部分别填充了两种填料。下部 2 层填充 $\varnothing 38\times H 22\times 0.6\text{mm}$ 的不锈钢双翻阶梯环, 上部 2 层填充 $\varnothing 38\times 19\times 4\text{mm}$ 的瓷质阶梯环。

本课题组从焦化废水污泥中筛选出短杆菌, 对其纯菌种做革兰氏染色结果为革兰氏阴性菌(G⁻), 为假

收稿日期: 2000—12—12

作者简介: 魏在山(1968—), 男, 四川达县人, 昆明理工大学 99 级博士, 主要从事污染控制技术以及絮凝剂研究。
云南省“九五”重点科技攻关项目课题

净化, 操作简便, 运行稳定, 净化效果极为显著, Tux-YJ-S 系列雾吸式油烟净化装置采用旋流机理, 独特的处理单元产生巨大的离心作用, 高效雾化喷头污染物产生冷凝转向、雨洗效应、气液传质、吸收净化, 效率极高。以上产品均获国家颁发的环境保护产品认定证书。联系电话: 023-68960065

单胞菌属(*Pseudomonas* sp.) 中的细菌。假单胞菌属是一种化能异养型细菌, 其对有机污染物有很强的降解能力。用甲苯作为该菌种唯一的碳源以及氮磷营养液($N:P=5:1, N+P=0.5\sim 1.0\text{mg/L}$) 驯化该微生物菌种, 保持温度在 $20\sim 30$ 的培养箱中培养。然后采用该驯化的菌种溶液对生物膜填料塔进行挂膜。

待橡胶再生脱硫罐出胶泄压排气操作完成后, 用引风机将储气器中的废气抽送到沉降室、冷却器中进一步除去胶粉并冷却至常温; 而后废气进入生物膜填料塔进行生物法净化处理, 生物膜填料塔采用气液逆流操作方式。废气从塔底进入, 在上升过程中与附着在填料表面的润湿的生物膜接触并被生物净化, 净化后的气体从塔顶排出。循环液由循环水泵打到塔顶向下喷淋到生物膜填料上, 并从塔底流出进入循环液储槽循环使用。同时要定期向循环液储槽中添加补充水及进行储气器底座沉积胶粉清理。塔内生物膜的维护、修补以及添加氮、磷营养成分的操作, 均通过液体循环系统来实现^[2]。

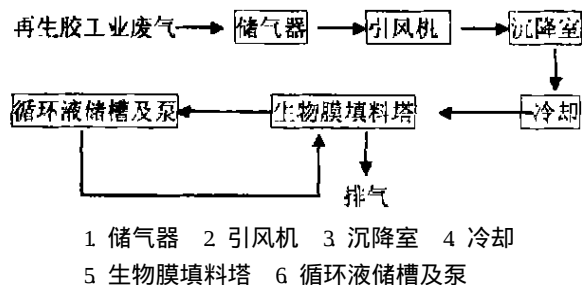


图1 再生胶工业废气生物法净化装置工艺流程示意图

2 工业净化装置的净化性能研究

2.1 气液比的变化对净化性能的影响

气液比的变化对废气中甲苯净化效率的影响试验结果如图2所示, 随气液比增加, 净化效率呈下降趋势。当气体流量增加到约 $66.9\text{dm}^3/\text{h}$ 时, 净化效率则下降至 80% 。这说明通入气体流量较大时, 废气在该生物膜填料塔中的停留时间较短, 不能满足生物膜中微生物菌种对废气中甲苯等污染物的捕集、吸收和生化降解的时间要求, 许多废气尚未与塔内的生物膜填料接触便被排出塔外, 从而导致了净化效率的下降。因此, 要以排入标准为目标来确定生物膜填料塔的适宜操作气液比。在实际操作中增加气量时, 应该考虑废气中污染物负荷低于生物膜填料塔所能承受的最大降解量。

从图2中的试验结果可以看出, 要达到国家废气排入标准中甲苯浓度 $60\text{mg}/\text{m}^3$ (现有企业) 或 $40\text{mg}/\text{m}^3$ (新建企业) 的要求, 并发挥最大的废气处理能力,

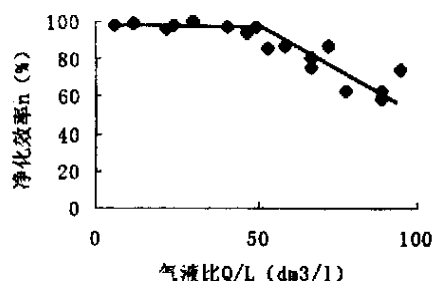


图2 气液比的变化对净化效率的影响

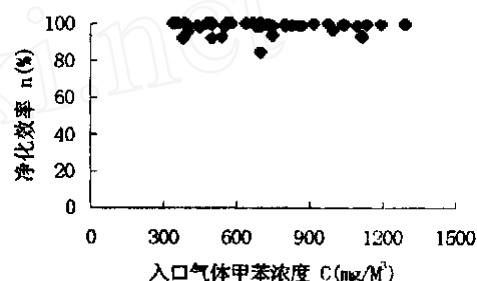


图3 入口气体甲苯浓度净化效率的影响

该生物膜填料塔应在 $28\sim 56\text{m}^3/\text{h}$ 的气液比的范围内操作。

2.2 入口气体甲苯浓度对净化性能的影响

入口气体甲苯浓度对净化性能的影响如上图3所示, 在试验处理的再生胶废气中甲苯浓度范围内, 净化效率可基本保持在 90% 以上, 说明该生物膜填料塔对净化处理甲苯浓度为 $300\sim 1400\text{mg}/\text{m}^3$ 的低浓度再生胶废气具有良好的适应性。

2.3 塔内气体甲苯浓度随填料层高度的变化

图4中的塔内气体甲苯浓度的变化曲线表明, 随

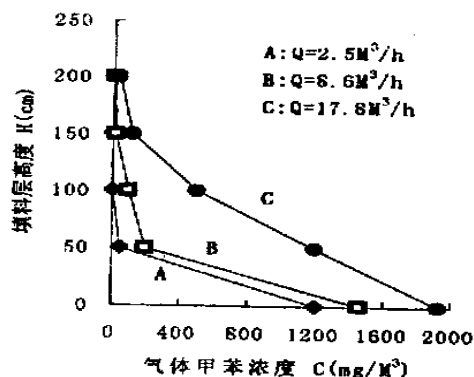


图4 塔内气体甲苯浓度随填料层高度的变化

填料层高度增加, 再生胶废气中的甲苯浓度降低, 这是其中的甲苯不断地被微生物生化降解去除的结果。对于3种入口气体甲苯浓度及气体流量不同的再生胶废气, 通过 200cm 高的生物膜填料层后, 均可被净化达标排放; 入口气体甲苯浓度低且气体流量较小的A种再生胶废气, 流动通过约 100cm 生物膜填料层后即被净化达标排放; 而对于C种再生胶废气, 因其入口气体甲苯浓度及气体流量均较高, 则被净化至达标排放。

所需要的生物膜填料层高度就相对也高, 约需 200cm。因此, 在工业运行中要根据处理对象废气的具体情况, 来综合考虑确定所需要的生物膜填料层高度。

2.4 生物膜填料塔对废气中甲苯以外污染物的净化去除作用

由于微生物菌种的群体作用, 通过气相色谱仪 (GC) 分析, 本课题生物膜填料塔对废气中甲苯以外污染物也具有一定程度的净化去除作用, 这与国外的一些研究报道是吻合的^[5]。

2.5 生物法工业净化装置的长时间运行稳定性考察

本课题组于 1999 年 5~9 月在杨林再生橡胶厂对再生胶工业废气生物法净化工业装置的长时间运行稳定性进行了 100d 试验运行考察, 其间该装置表现出了良好的运行稳定性, 试验运行结果如图 5 所示。对于甲苯浓度在 300~1400mg/m³ 之间波动的再生胶废气,

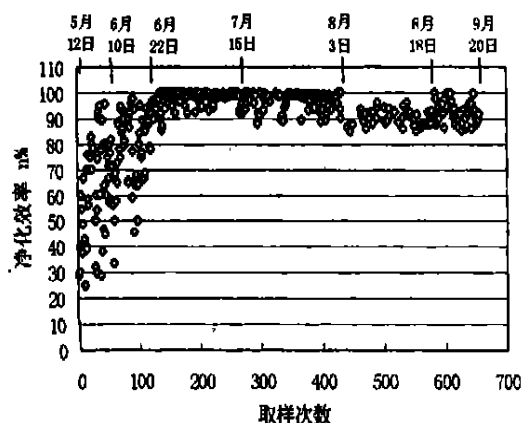


图 5 生物法净化工业试验装置的长时间运行稳定性试验运行考察

其净化效率可长时间保持在 90% 以上。8 月 3~18 日间运行结果的波动是工厂试用新购买的煤焦油质量低劣所致, 虽然处理的废气成份有所改变, 但生物法净化工业试验装置在经历一段适应时间后, 仍可达到较好

的运行效果, 对废气中的甲苯仍保持着良好的净化性能。

3 经济分析

生物法废气净化设备投资成本比例: 24 14 元/吨再生胶, 38 1 元/100m³, 占工厂每 1 吨再生胶产品产值的比例为 0.75%~0.86%。生物法废气净化设备的废气处理成本比例: 3 87 元/吨再生胶, 6 1 元/100m³, 占工厂每 1 吨再生胶产品产值的比例为 0.12%~0.14%。同时该公司减少了向厂区周围农田污染赔款, 约 3000~4000 元/年; 减少政府排污收费, 约 1200 元/年; 废气中夹带胶粒粉末的回收, 约 1200 元/年, 产生间接经济效益。

4 结论

生物膜填料塔处理净化低浓度有机废气的工业应用试验表明, 生物膜填料塔处理工业有机废气是可行的, 当运行条件控制适当时, 净化效率可保持在 90% 以上, 能够实现达标排放。本研究橡胶再生低浓度有机废气(含硫)生物净化处理工业试验装置的成功运行, 为我国净化处理工业低浓度有机废气提供了一项有效的实用工业新技术。这一技术成果在国内的推广应用将会产生明显的环境效益、社会效益和经济效益。

5 参考文献

- 1 孙佩石 生物化学法净化低浓度甲苯废气应用基础研究的研究报告 昆明理工大学, 1996, 1
- 2 魏在山 生物膜净化有机废气的工业应用研究 昆明理工大学硕士学位论文, 2000
- 3 Maria Elena Acuna, Femín Pérez, Richard Auria, Sergio Revah, Microbiological and Kinetic aspects of a biofilter for the removal of Toluene from waste gases, Biotechnology and Bioengineering, 1999, 63(2): 175-184

我市将重新开征污水排污费

为进一步规范排放污水的收费管理, 根据《中华人民共和国水污染防治法》和《重庆市城市污水处理费征收管理办法》(重庆市人民政府令第 42 号) 以及国家有关规定, 经市政府批准, 重庆市人民政府办公厅以渝办发[2002]36 号文件规定将重新开征污水排污费。

文件规定: 在本市城市规划区内排放污水的单位和个人, 均应按照《重庆市城市污水处理费征收管理办法》规定的标准, 缴纳城市污水处理费。

在本市城市规划区内有自备水厂和污水处理设施且工业废水经处理达到国家规定的排放标准的企业,

应依照《中华人民共和国水污染防治法》的有关规定, 缴纳排污费, 不再缴纳城市污水处理费; 其生活用水部分仍应缴纳城市污水处理费。未达到国家规定排放标准的, 还应缴纳超标准排污费。

在本市城市规划区外的, 未缴纳城市污水处理费的污水排放单位, 应依照《中华人民共和国水污染防治法》的有关规定, 缴纳排污费。

排污费征收标准为 0.05 元/立方米。

(重庆市环境监察总队办公室)