

人造板生产废水与废气污染治理解决方案

雷得定, 刘波

(永港伟方(北京)科技股份有限公司, 北京 100080)

摘要: 分析人造板生产排放的主要污染物的特点, 总结国内外人造板行业治理污染的先进技术, 提出废水治理、废气治理的系统解决方案, 及提高降污效率、减少降污成本的基本思路。

关键词: 人造板; 污染治理; 解决方案; 微生物技术

中图分类号: TS6; X72 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2016) 02-0015-04

Pollution Control Solutions for Wood-based Panel Industry in China

LEI De-ding, LIU Bo

(Everwisefund (Beijing) Technology Co., Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract: Pollution control is an important problem for China's panel manufactures who must take into account low-carbon and green development of its wood-based panel industry. The authors reviewed China's present pollution control capabilities for its wood-based panel industries and analyzed characteristics of water and gas pollutants. They finally presented system solutions for waste water and gas treatments and suggested new technologies, such as a microbial technology, to improve treating efficiency and to reduce cost.

Key words: wood-based panel; pollution control; solution; microbial technology

我国政府已将“十三五”时期生态环境质量总体改善列为全面建成小康社会的目标要求之一, 并于2015年修改了《环境保护法》, 出台了《水污染防治计划》和《大气污染防治计划》, 发布了生产过程控制的系列标准与法规。

改革开放30多年来, 我国人造板行业蓬勃发展, 成为林业支柱产业之一。但是, 人造板生产加工过程中排放挥发性有机物(Volatile organic compounds, VOCs)、废水等污染物治理, 是我国人造板企业必须面临和重视的重要问题。环境保护部发布的《环境保护综合目录》(2015年版)明确提出, 只有符合GB/T 11718-2009《中密度纤维板》的中纤维板产品,

符合GB 18580-2001《室内装饰装修材料 人造板及其制品中甲醛释放限量》中甲醛释放限量E₁标准及HJ 571-2010《环境标志产品技术要求 人造板及其制品》的刨花板和胶合板产品, 才可不再列入“高污染、高环境风险”产品名录。污染治理已成为企业的现实需要和生存根本。

为了应对日益严峻的环保压力, 笔者着眼于人造板行业污染及其治理技术现状, 提出系统解决方案以及低成本的技术路径, 以期为我国人造板企业提高治污效率、降低治污成本提供参考。

1 人造板生产主要排放污染物特点

人造板生产排放污染物的种类、数量及其组成, 取决于使用原料、生产规模、生产工艺和管理水平等。不同的板种由于加工方式不同, 会产生不同程

收稿日期: 2015-12-22; 修改日期: 2016-02-03

作者简介: 雷得定(1963—), 男, 永港伟方(北京)科技股份有限公司, 教授级高级工程师。

度、不同性质的污染物(表1)。本文着重讨论废水和废气污染的治理问题。

表1 人造板生产主要排放污染物类型及特点

Tab.1 Types and characteristics of pollutants produced from wood-based panel production

污染物	主要来源	特点	备注
污水	工艺废水(水洗、热磨、水煮、染色等);生活废水;设备冲洗废水	含木材可溶物、高COD、SS、BOD、色度	纤维板企业是污染大户
	热压、砂光等生产过程中释放的甲醛、粉尘,干燥尾气	含有甲醛、有机酚、有机碳、气溶胶等VOCs以及粉尘	
固体废物	加工废料、树皮、料场剩余物、裁边料	以木材加工剩余物为主	可作为燃料使用
噪声污染	削片机、热磨机、裁边机等设备运行过程中产生的噪声		

1.1 废水

在纤维板、刨花板、胶合板的生产过程中,均不同程度地产生废水。胶合板生产中的原木蒸煮废水主要含有有机物,属于难生化处理废水^[1];刨花板生产中的废水主要来源于制胶脱水过程,含有部分甲醛;中密度纤维板生产过程中产生的废水量大,且水质情况复杂(表2)。

表2 纤维板生产废水主要污染物指标

Tab.2 Waste water characteristics from fiberboard production

废水来源	COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)	BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	SS/(mg·L ⁻¹)	pH值	色度/倍
水洗	1 000~2 000	300~600	1 000~1 500	6.2~6.5	600~800
热磨	20 000~40 000	3 000~10 000	2 000~6 000	5.8~6.2	1 000~2 000
混合	3 000~20 000	500~3 000	2 000~3 000	5.0~6.0	800~1 500

由表2可知,纤维板生产废水主要产生于水洗和热磨工序,水质成分类似于制浆造纸工艺中的化学机械浆废水,其中含有纤维素、半纤维素、糖类、树脂类、单宁、果胶质及大量的泥砂、树皮等,不仅具有较高的COD_{Cr}(采用重铬酸钾K₂Cr₂O₇作为氧化剂测定的化学耗氧量)、BOD₅(Biochemical Oxygen Demand, 5日生物需氧量)及SS(Suspended Solids, 水中悬浮物),同时具有很高的色度和浊度。

另外,还有制胶车间冲洗设备的废水、来自热能中心的锅炉废水以及生活污水。

1.2 废气

胶合板生产中的废气污染,主要来自单板干燥机排放的废气,还有涂胶和热压过程中产生的甲醛等有害气体,以及砂光工序散发的粉尘等污染物质。干燥1 m³单板排放的废气中,含有4.6 g固体颗粒及250 g碳氢化物^[2],其释放量与单板树种有密切关系,干燥针叶树材排放碳氢化合物的数量较阔叶树材多。碳氢化合物中有萜类、半萜类与水蒸气混合的废气,其突出的危害是光化学烟雾^[2]。

在刨花板生产中,由于广泛使用脲醛树脂胶等醛类树脂胶,在施胶、板坯热压、毛板冷却和锯边过程中,均会逸出游离甲醛;在刨花制备、干燥、板材砂光等工序,会产生粉尘;此外,在刨花干燥过程中产生大量的干燥尾气,亦含有一定量的VOC、颗粒物等^[2]。

目前纤维板主要采用干法生产工艺,在纤维干燥工段排放大量的尾气,VOC、颗粒物等是主要污染物。每m³干燥尾气中含有粉尘200~600 mg、甲醛50 mg、酚类20 mg、有机碳20~50 mg、气溶胶200~800 mg^[3];在热压、冷却过程,散发游离甲醛等气体;在木片削片、筛选、成型等工段,还会产生一定程度的粉尘污染。

2 人造板生产废水和废气污染治理技术

2.1 废水治理技术

目前,国内主要采用传统的物化+生化污水处理工艺,如AO(厌氧-好氧)工艺和ABR-SBR(厌氧-活性污泥)工艺等,实际运行效果并不理想。有些企业将处理的废水作为水洗木片的回用水使用,但回用水对水洗废水的水质冲击较大,影响后续水处理系统,特别是生化处理系统,因此大部分废水仍然排放。

国外的废水排放指标要求更严格,一般会在传统的生化处理后,再增加多级过滤、微滤以及反渗透等深度处理工艺,以进一步净化废水。国外非常重视纤维板废水“零排放”工艺的研发与应用,主要采用物化处理方式,处理后的水可以回用到工艺过程或锅炉给水。

如图 1 所示, Esmil 工艺(主要应用于欧洲人造板企业)通过在膜的表面增加剪切作用, 消除膜停滞的边界层, 从而延长清洗时间, 提高过滤效率。

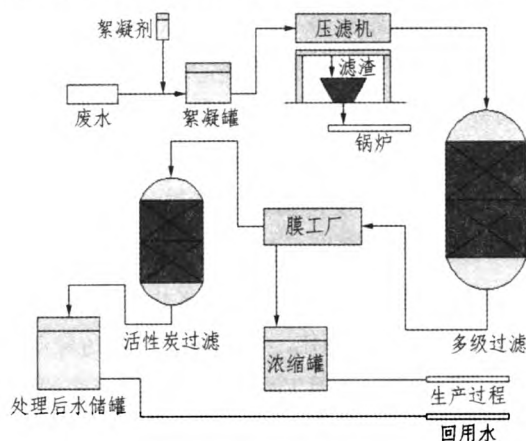


图1 Esmil“零排放”工艺流程

Fig.1 An "Esmil" zero-release technology

2.2 废气治理技术

废气治理技术主要集中在甲醛释放和粉尘排放问题。目前降低游离甲醛释放的技术措施有：

1) 制胶时降低甲醛和尿素的量比; 2) 在脲醛树脂胶中添加甲醛捕捉剂; 3) 调整热压工艺参数和适当控制施胶量; 4) 通过后期处理的方法, 包括涂饰、真空处理、热后处理和化学后处理, 如氨处理、喷洒尿素溶液法、亚硫酸盐处理等; 5) 开发新的非甲醛系胶, 如生物质胶黏剂等^[4]。

为控制粉尘排放，目前国内外大部分生产单位多采用吸尘装置和空气净化系统，以控制人造板在备料、干燥、锯切、砂光等工段的粉尘排放量，减少空气中游离粉尘的排放。传统的除尘设备，根据其除尘原理分类^[5]列于表 3。

表3 传统除尘设备及方法原理

Tab.3 Conventional dust-removing equipment and working principle

类型	基本原理	基本设计	分离效率	粉尘状态
重力分离器	重力、惯性力	旋风分离器	低~高	干
过滤器	过滤	织物过滤器	中~很高	干或湿
洗涤器	接触介质吸尘	静态和动态洗涤器	低~很高	与介质混合
电除尘器	电晕放电与电场力作用	干式和湿式电除尘器	中~很高	干或湿

国外主要采用生物洗涤、湿法静电除尘，国外应用较多的是旋风分离、布袋除尘技术。

3 人造板生产污染治理系统方案

3.1 生产过程污染治理方案

源头控制和中途治理是减少污染最高效、付出代价最小的方式。人造板生产过程污染治理的系统解决方案有：

1) 环保胶黏剂生产技术。针对企业具体的生产情况制备质量稳定的胶黏剂, 在达到相应环保等级的前提下, 保证生产效率和产品性能。

2) 环保人造板生产技术。根据人造板生产用脲醛胶的特点以及生产企业的原料、设备等具体情况, 制定调胶工艺和生产工艺参数^[6]。

3.2 后期处理系统解决方案

3.2.1 废水治理

方案制定以客户需求为导向，通过水质调查、工艺研发、设计方案，并不断优化，最后提出工艺技术方案。

污水治理系统解决方案，包括建造、运营到工艺质量保障的各环节，主要有 5 大技术。

1) 水处理设计建造技术, 从水质污染特点出发, 进行不同工艺方案技术经济效果比选, 按照相应规范、标准, 着眼于满足回用需求, 实现废水资源化利用, 进行设计和建造。

2) 生物絮凝技术, 在目前国内外水处理工艺中应用最广泛、最普遍。絮凝效果决定后续流程的运行状况、最终出水水质和运营费用; 絮凝剂种类的选择, 直接关系出水水质和运营成本。

生物絮凝剂是一类由微生物产生的具有絮凝剂活性的代谢产物，主要含有糖蛋白、多糖、蛋白质、纤维素以及有絮凝剂活性的菌体等。该絮凝剂是通过微生物发酵、抽取、精制而得到的一种新型、高效、廉价的水处理剂，是一种无毒的生物高分子化合物。相对静电的胶体系絮凝剂机理而言，生物絮凝剂机理有待研究。一般认为，生物絮凝剂主要通过架桥作用和电中和作用，使颗粒和细胞聚合。

3) 生物强化技术, 是通过对污染源本源微生物的筛选、驯化, 获得针对该污染源的特定优势菌种, 将其添加到微生物反应器中, 提升本源微生物菌群对水质及工艺波动的适应能力以及分解污染物的能力, 从而有效地解决因废水回用对生化系统的冲击, 改善出水质量, 保证运行稳定性。

4) 污水处理工艺优化技术, 主要是通过对污水厂运行状况进行诊断与评价, 前期获取大量运行数据, 利用系统控制理论建立模型, 并利用模型确定工艺运行参数最佳值, 提出工艺运行方案, 协助并指导决议。

5) 工艺质量保障技术, 主要是针对有回用水要求的客户, 根据出水水质特点, 制定相应的人造板工艺系统解决方案, 保障人造板生产工艺和产品质量的稳定。

3.2.2 废气治理

为了满足更严格的排放标准要求, 废气治理常常需要多种技术组合应用。如纤维板干燥尾气的处理, 需要组合重力分离、洗涤、静电除尘以及水处理等技术。图2所示为德国某公司的纤维板尾气处理系统, 采用洗涤和湿法静电除尘等多种技术。

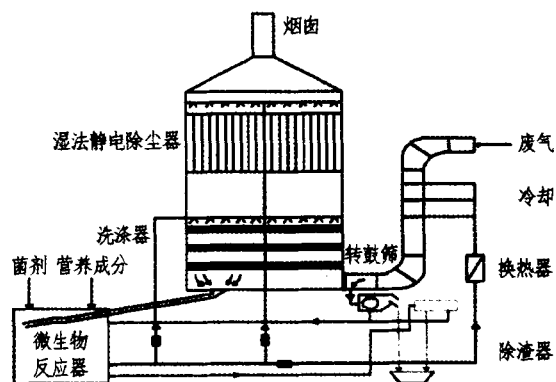


图2 德国某公司的纤维板尾气处理系统
Fig.2 A German system for waste gas treatment

3.3 生化治理污染新技术

利用微生物作用的生化技术具有投资少、处理效率高、运行成本低、无二次污染等优点, 得到越来越广泛的应用。

利用微生物处理污水的过程, 是在污水处理装置这一小型人工生态系统内, 利用不同生理、生化功能微生物间的协同作用, 进行的一种物质循环过程。微生物虽体积小, 但繁殖力惊人、表面积大, 能不断与周围环境快速进行物质交换。而污水具备微生物生长繁殖的条件, 因而微生物能从污水中获取养分, 同时降解和利用有害物质, 从而使污水得到净化^[7]。

生物法净化有机废气, 是利用微生物以有机物为生长碳源和能源, 而将其氧化、降解为无毒、无

害的有机物的方法^[8]。生物法降解技术的理论基础是将气体中 VOCs 经过气液传质过程, 进入生物膜中或微生物体内, 在好氧条件下, 被微生物降解为二氧化碳、水和细胞质等^[9]。

微生物对外界环境很敏感, 抗逆性较差, 很容易受到各种不良环境的影响; 微生物的结构简单, 缺乏免疫监控系统, 容易变异。另外, 由于微生物的遗传稳定性差, 使得菌种培育相对容易, 可通过育种, 可大幅度提高菌种的生产性能^[7]。

针对人造板行业的污染物, 重点研究方向:

1) 通过筛选、驯化, 获得针对特定污染源的优势菌种, 探索采用基因工程技术构建超级菌的方法, 以提升固有微生物菌落对工艺波动的适应能力, 及对某些特定成分的降解能力, 达到提高效率的目的;

2) 加强微生物工程技术的应用研究, 并与现有的物理-化学方法组合, 形成成套的系统解决方案, 实现从实验室走向工业化的真正产业化应用。

4 结语

人造板行业污染治理问题任重而道远, 需要各层面的共同努力, 发挥企业的技术创新主体作用, 柔肠寸断环境治理公司、污染排放企业与科研院所、高校组建产学研技术创新联盟, 联合攻关研发前瞻技术、示范推广减排和清洁生产先进技术, 以实现人造板污染物低成本高标准处理, 将环境影响降低至最低目标。

参考文献:

- [1] 毛欢庆, 和再钧, 唐国良, 等. 原木蒸煮废水的处理和循环回用[J]. 上海环境科学, 1983 (4): 7-12.
- [2] 华毓坤. 人造板工艺学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002: 343-347.
- [3] Air Purification in the Panelboard Industry, http://www.ewk.de/PDF/EWK_Proc_Luftrein_engl_2009.pdf.
- [4] 赵扬. 人造板清洁生产探索与实践[J]. 海峡科学, 2007 (6): 69-71.
- [5] 原胜培, 李冠伦, 王成伟, 等. 人造板厂污染分析及控制技术[C]//中国环境科学学会, 第十二届全国大气环境学术会议, 2005: 131-134.
- [6] 雷得定. 环保(E₀/E₁)级人造板系统解决方案[J]. 林产工业, 2006, 33 (2): 20-32.
- [7] 周东群. 污水治理专用微生物制剂的开发研究[D]. 山东: 山东轻工业学院, 2012: 4.
- [8] 程足芬. 生物法处理低浓度甲醛污染物的研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2009: 10.
- [9] 李晓梅. 生物-化学法净化甲醛废气应用基础研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2014: 14.

(责任编辑 向琴)