

# 新时期下橡胶制品业挥发性有机物的 产排污现状及应对策略

董瑶瑶 杨智盛 毛维群

浙江仁欣环科院有限责任公司 浙江宁波 315000

**摘要:** 挥发性有机物 (VOCs) 是一类会对环境造成污染的有机物, 该类有机物会对大气造成严重污染, 同时, 也将对人体健康造成一定的伤害。目前对 VOCs 的治理已经成为各国大气治理工程中的重点。本文对新时期下橡胶制品业挥发性有机物的产排污现状做出综合分析, 探究 VOCs 的治理措施与应对方法, 实现减排。

**关键词:** 新时期; 橡胶制品业; VOCs; 治理; 产排污现状

## Current situation and countermeasures of volatile organic compounds in rubber products industry in the new era

Yaoyao Dong, Zhisheng Yang, Weiqun Mao

Zhejiang Renxin Academy of Environmental Sciences Co., Ltd. Ningbo, Zhejiang 315000

**Abstract:** volatile organic compounds (VOCs) are a kind of organic compound that will pollute the environment. These kinds of organic compounds will not only cause serious pollution to the atmosphere but also cause certain harm to human health. At present, the treatment of VOCs has become the focus of atmospheric treatment projects in various countries. This paper makes a comprehensive analysis of the current situation of volatile organic compounds production and emission in the rubber products industry in the new era and explores the treatment measures and Countermeasures of VOCs to achieve emission reduction.

**Keywords:** new era; Rubber products industry; VOCs; governance; Current situation of sewage production and discharge

挥发性有机物作为大气中光化学反应的重要参与者, 是臭氧以及二次有机气溶胶 (SOA) 的一种重要前体物, 同时, 挥发性有机物也是造成近地面臭氧以及灰霾污染的重要物质, 我国乃至世界各国在治理空气污染与大气质量的时候都需要重视对 VOCs 的治理<sup>[1]</sup>。而工业生产是排放 VOCs 的重点领域, 尤其是在当下伴随着石油炼制、石油化工、涂料、油墨、橡胶制品行业的持续发展, 更增大了对 VOCs 的排放量, VOCs 的排放不仅会对周围环境造成较大污染, 也会影响人类健康。在我国多类生产行业的加工制作中, 都会产生 VOCs, 而 VOCs 作为一种污染大气重要的物质, 成为了国家现阶段大气治理与污染治理的重点, 在应用广泛的橡胶制品业中, 橡胶加工过程会产生大量的 VOCs, 橡胶制品业也就成为了当下挥发性有机物产排污重点治理行业。

### 1、VOCs 的危害

在相关学者的研究中指出了 VOCs 具有极强的刺激性以及毒性, 人体吸入后对人体健康以及生命安全造成严重影响。除此之外, VOCs 还具有致癌的危害, 若相关人员长期接触到此类物质, 其较之于正常人群而言, 更为容易患上癌症; 部分 VOCs 还有着易燃易爆的特性, 若工作人员在运输过程中未能重视对 VOCs 的安全管理, 则可能造成重大安全事故; 另外, VOCs 还可在紫外线的作用下与 NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub> 等进行反应, 造成光化学污染, 将对环境造成不可逆的破坏, 目前 VOCs 已经成为了我国环境治理中的重点治理对象<sup>[2]</sup>。

### 2、橡胶制品业概况

目前, 橡胶制品业中包含了轮胎、再生橡胶、胶管胶带等几个类型的产业, 而在国家 2018 年统计局统计调查中, 指出了橡胶制品业规模以上的企业目前总数已

经达到了3000家以上,对其主营业务收入进行调查发现,产值已经达到了5400亿元左右。橡胶制品业的主营业务收入(轮胎制造、橡胶板、管、带制造)基本占据了橡胶制品业总收入的60%左右。橡胶板、管、带等以及橡胶零件则作为橡胶制品业中的重要构成部分,根据我国2018年的调查显示,全国橡胶制品业分布在30多个省份,如广东、湖南、北京、上海、浙江、河北、江苏、山东等,而其中主要集中在浙江、广东、河北、江苏、山东五个省份,通过对橡胶制品企业的数量做出调查,这5个省份中橡胶企业基本占据了全国橡胶制品企业总数量的70%,这一数字是十分惊人的。伴随着橡胶制品业大力发展绿色助剂,以及国家对橡胶制品业发展所提出的新要求,橡胶制品业自身也更需要重视对生产流程进行优化,处理有毒有害物质的排放问题<sup>[3]</sup>。

### 3、橡胶制品业 VOCs 的产排污现状以及治理情况

#### 3.1 橡胶制品的生产流程与污节点

要想弄清楚橡胶制品业生产过程中如何会排放大量的VOCs,就需要对其生产工艺流程以及产污节点做出细致分析。在橡胶制品业主要产品(橡胶板、管、带和轮胎)的生产中,其主要流程为:配料—混炼—挤出—成型—硫化<sup>[4]</sup>。而在了解了橡胶制品的大体生产流程后,则需要重视对产污节点的控制。一般而言,VOCs产生环节主要在混炼、硫化工序。具体生产流程与污节点如图1所示:

混炼工序是将各原辅料根据配方需求进行准确计量后加入到混炼装置中,再将各种配合剂均匀地混合到生胶中的过程,各种类的材料在混炼过程中就会发生化学性质变化,在化学作用下就生成了VOCs。橡胶混炼过程可以提高橡胶制品的物理机械性能,混炼是橡胶加工中最重要的生产工艺,包括着多方面的环节,如对配料的检查、将配合剂和生胶进行调配等,混炼工作完成后,

还需要对混炼胶质量的检查,要确保混炼胶的质量,同时加强对VOCs的控制工作,降低VOCs的产生与排放量。在混炼这一工艺中具体的流程如下图2所示:

混炼环节作为VOCs产生的主要环节之一,减少橡胶制品业中VOCs的产生,就需要重视对此项环节的工艺改进<sup>[5]</sup>。在混炼胶生产过程中,会存在着结团现象、橡胶强度不足、塑料性能不理想等问题,并伴随着大量的VOCs产生。此时为避免产生出大量的VOCs,可通过采用密闭式混炼机来实施混炼工作。密闭式混炼设备的结构较为复杂,通过将配料放入密闭式混炼机中进行混炼,在保障质量的基础上也可防止内部混炼的部分物质蔓延到空气中,尤其可避免VOCs对人体造成直接伤害,且通过密闭式混炼机进行加工,也减少了VOCs的排放量。

而硫化环节同样是造成VOCs的重要环节,因此橡胶制品生产硫化需要加强对此工艺的控制工作,橡胶板、管、带生产工艺与产污节点如下图3所示:

#### 3.2 橡胶制品业 VOCs 的排放与治理

在橡胶制品业生产中,VOCs主要来自于三个方面,包含生胶中残存的部分有机单体的释放、热反应生产物、有机溶剂的挥发等,而在治理环节中,减轻VOCs产生量与排放量则需要从这些方面入手,对甲苯、二甲苯、乙苯、二氯甲烷、苯乙烯、丁酮、羟基硫化物等物质的生成进行控制,并做好针对性的处理工作。通过《中国环境统计年鉴》2016年的数据进行分析发现,橡胶以及相关行业在生产过程中排放的工业废气占全国的0.63%,这说明了我国现阶段下对橡胶制品的VOCs排放控制得相对较好<sup>[6]</sup>。从在山东、河北等几个我国橡胶制品业分布集中的地区来看,其排放量基本维持在全省工业生产废气排放量的2%左右,且自从《中国制造2025》以及《大气污染防治行动计划》颁布后,我国更是加大了对VOCs排放的重点行业的监管。而在橡胶制品业VOCs排



图1 橡胶制品的生产流程与污节点

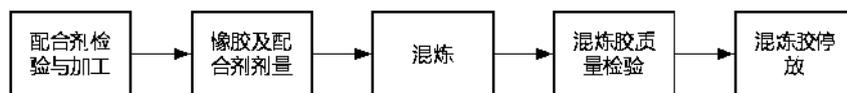


图2 橡胶混炼工艺流程图



图3 橡胶板、管、带工艺流程与产污节点

放的分布情况来看, 全国该行业的VOCs排放量较以往有极大程度的下降, 而在总体的分布中, 广东省的VOCs排放量仍占据绝大比例, 基本达到了46%; 但从山东、江苏、浙江、河北等重点地区来进行分析, 这些省份虽然是橡胶制品业的集中分布区, 但是VOCs污染排放量却相对较低, 对于这一现状, 需要从技术、政府的治理政策、VOCs排放管理等方面来做出分析。

在治理环节中, 需要重视合理利用VOCs的治理技术, 对每一种VOCs治理技术的应用优势做出分析, 以此来提升对VOCs的治理效果。我国橡胶制品业发展中对于VOCs的治理同样做出了深入研究。VOCs作为污染大气的主要物质之一, 且对人体同样会造成极大的伤害, 因而在橡胶制品生产或者与之相关的企业生产中同样极为重视对VOCs治理技术的研究。从我国当下的治理技术来看, 主要有活性炭吸附法、UV光催化氧化、低温等离子、蓄热式热力催化燃烧等, 而单一的治理方法在实际应用中存在一定的局限性, 难以起到较好的效果。现在对VOCs的治理, 根据VOCs的浓度和产生量, 采用的是两种或者两种以上的组合方法, 实现对VOCs治理。在橡胶制品业的VOCs治理中, VOCs主要来源于混炼、硫化这两道工序, 从浓度方面来看, 相对于其他企业而言, 橡胶制品业所产生的VOCs浓度更低, 也更为容易治理。几种常见的VOCs治理方法适用范围、处理气量以及运行效果等如下图所示:

序号	治理技术	适用浓度范围	处理气量	投资费用	运行费用	去除效率	二次污染
1	活性炭吸附	更低浓度	大风量	低	高	高	是
2	光催化	低浓度 (2000mg/m <sup>3</sup> ~ 8000mg/m <sup>3</sup> )	大风量 (1000m <sup>3</sup> /h ~ 100000m <sup>3</sup> /h)	低	低	低	是
3	低温等离子体	低浓度 (≤500mg/m <sup>3</sup> )	大风量 (1000m <sup>3</sup> /h ~ 60000m <sup>3</sup> /h)	低	低	高	是
4	蓄热式热力燃烧	高浓度 (1000mg/m <sup>3</sup> ~ 8000mg/m <sup>3</sup> )	大风量 (1000m <sup>3</sup> /h ~ 100000m <sup>3</sup> /h)	高	高	高	无
5	光催化+低温等离子体	低浓度	大风量	低	低	高	是

图4 橡胶制品业中VOCs的常见治理方法

根据VOCs的产生浓度和产生量, VOCs的治理可采用不同的治理方式, 但根据国家对VOCs排放控制要求, 单一的UV光氧化、低温等离子不适合对VOCs进行治理, 应采用活性炭吸附与其它治理联合的方式。活性炭吸附法是利用活性炭内部的微孔, 将废气中的一种或者集中组成成分浓集在固体表面, 从而让其与其他的一些组成成分划分开来。该吸附法具备着较高的吸附率, 且活性炭相比于其他的一些吸附剂而言, 价格明显更为低廉, 制作工艺更为方便, 吸附容量也相对较大, 是当前最为常用的吸附剂之一。根据橡胶制品业所产生的VOCs浓度, 较之其他行业更低, 因此橡胶制品行业VOCs更适合采用活性炭吸附法治理VOCs。在采用活性炭吸附

VOCs前, 需要将含VOCs的废气进行过滤预处理, 以防废气中的颗粒物等杂质堵塞活性炭微孔, 降低活性炭的吸附能力和效果。不过, 该方法的应用仍旧存在着一定的问题, 活性炭吸附需要频繁的更换耗材, 这就造成了企业运营成本的持续增加, 而选用这一技术的多为一些中小企业, 中小企业在应用该方法时, 若后续的监管不到位, 将导致在生产中不能及时更新活性炭, 活性炭吸附法也将难以发挥真正效用, 这就为此方法的推广带来了一定的局限性<sup>[7]</sup>。

#### 4、新时期下做好橡胶制品业VOCs产排污治理的应对策略

当下, 随着国家现代化进程的持续推进, 以及通过全国各地VOCs产排放量来看, 各地区政府持续推进了该领域治理水平的提升, 使得各地区橡胶制品业VOCs的排放量持续降低, 尤其是在浙江、山东、河北等橡胶制品业集中地区, VOCs排放量仅在各地区工业废气排放量中占比2%, 对于治理大气污染与提升空气质量有着重要的促进意义。目前在橡胶制品行业治理VOCs时需要重视的污染已经由VOCs对大气的污染转变为在治理污染的同时兼顾恶臭问题。而VOCs中导致大气呈现出恶臭的主要原因在于醛类物质、苯类物质等, 在未来的治理体系中需要强化对该方面的治理力度。

##### 4.1 提升生产密闭水平, 加强生产源头的控制

从橡胶制品业的生产工艺流程以及VOCs产污节点来看, 产生VOCs的工艺流程主要为混炼和硫化环节。对于混炼环节, 在投入配料进行混炼时, 由于工艺问题, 可能会导致混炼过程中出现原料中有机物挥发到空气中的问题, 而这些物质会对工作人员的健康造成直接的影响, 对此就必须重视提升密闭式混炼机的密闭水平, 防止出现混炼过程中有机物挥发在空气中的这一问题。在硫化环节同样需要加强控制力度。除此之外, 对于橡胶制品业的原材料的质量也要加强管控, 以此来实现绿色生产; 材料方面, 我国所颁布的《绿色轮胎用原材料推荐指南》中就明确了相应的生产材料。

##### 4.2 强化对无组织VOCs的收集以及合理的选择VOCs治理设备

需要明确VOCs的排放与产生是两个概念, 排放率低并非是说明产生量低。实际生产过程中, 很多橡胶制品企业委托检测单位对其排放的混炼和硫化废气进行监测, 经废气处理装置处理后的废气中VOCs排放浓度较低, 但若在混炼、硫化产污节点旁进行无组织监测, 监测的排放浓度往往比较高, 分析产生这种现象的主要原

因是没有做好废气收集工作, VOCs无组织产生量较大, 因而为保障工作人员的健康就必须重视对VOCs的收集工作, 且在对VOCs进行治理时也需要合理依据企业的现实生产情况选择设备。设备的选择第一是看治理效果, 第二则是看投入成本, 但最为重要的是符合企业的生产实际情况<sup>[8]</sup>。对于橡胶制品业这一排放VOCs浓度较低的行业而言, 其更需要重视企业盈利与在治理污染之间的平衡点, 只有正确认知企业的定位, 合理展开对VOCs的治理, 才可在保障企业发展的同时, 跟进我国大气环境治理的要求。

#### 4.3 依法加强监管

橡胶制品生产企业依照国家和地方相关法律法规和标准, 控制VOCs的产生和排放是企业的责任, 但企业的VOCs治理设施是否真正正常运转和使用, 是否存在不经治理或治理设施失效偷排及其它违法排放行为, 生态环境监管执法部门依据法律法规和规范要求对企业的监督检查是必不可缺的。因此生态环境部门加大对橡胶制品企业VOCs排放的执法监管, 是控制橡胶制品企业VOCs排放的重要手段之一。

#### 5、结语

VOCs的排放与治理不仅影响大气环境质量, 也对人们的身体健产生很大影响。当下大气污染防治形势已经越发严峻, 针对于我国境内的VOCs排放严重的行业需要加强治理力度、强度, 并提升治理效能。对于橡胶制品业这一VOCs排放的重点行业, 各地区政府更应当加强对该行业VOCs的产排污现状的调查, 各监管执法部门也要

加大监督检查和执法力度, 从政策制度和法律法规方面督导企业对VOCs展开积极治理工作, 减少VOCs排放, 使大气环境得到真正改善。

#### 参考文献:

- [1]于兆飞, 宋茜, 刘秀萍.我国家具制造行业挥发性有机物(VOCs)的产排特征及其环境影响综述[J].山东化工, 2021, 50(18): 278-280+283.
- [2]王海林, 辛国兴, 朱立敏, 薛松, 聂磊, 郝润.典型橡胶制品业VOCs排放特征及对周边环境的影响[J].环境科学, 2021, 42(11): 5193-5200.
- [3]董文敏, 朱红, 裴雨飞, 刘芳.浅析橡胶制品业挥发性有机物的产排污现状[J].中国橡胶, 2020, 36(12): 14-18.
- [4]王赫婧, 沙莎, 庄思源, 黄敏超, 崔积山.第二次全国污染源普查工业污染源挥发性有机物产污系数及排放量核算方法建立[J].环境保护, 2020, 48(18): 18-23.
- [5]刘锐金, 伍薇, 莫业勇.橡胶制品的纵向价格传递研究[J].中国物价, 2020(09): 94-97.
- [6]喻杰, 李红, 傅玲.江西省首批重点行业挥发性有机物产排特征与减排对策分析[J].江西科学, 2019, 37(05): 797-804.
- [7]滕富华, 杨忠平, 董事壁, 付超, 缪孝平, 顾震宇.浙江省汽车整车制造行业挥发性有机物产排污系数[J].环境科学, 2020, 41(03): 1093-1098.
- [8]橡胶业开展第二次排污普查调研[J].橡塑技术与装备, 2018, 44(23): 18.