

Analysis of VOCs Emission Reduction and Cleaner Production Potential in Paint Industry

Yuan Ye

Shanghai Lichang Environmental Engineering Co., Ltd., Shanghai
Email: yuanyuanye1987@163.com

Received: May 1st, 2018; accepted: May 16th, 2018; published: May 23rd, 2018

Abstract

Paint production is a high pollution industry. With the increasing demand of paint, environmental pollution is becoming more and more important. In this paper, starting from the necessity of reducing pollution emission in paint industry, focusing on current situation of VOCs emission and cleaner production in paint industry, it is found that there is great potential in VOCs emission reduction and cleaner production, and puts forward some feasible VOCs emission reduction measures and cleaner production programs.

Keywords

Paint Industry, VOCs Emission Reduction, Clean Production, Potential

涂料行业的VOCs减排及清洁生产潜力分析

叶媛

上海立昌环境工程股份有限公司, 上海
Email: yuanyuanye1987@163.com

收稿日期: 2018年5月1日; 录用日期: 2018年5月16日; 发布日期: 2018年5月23日

摘要

涂料生产是高污染行业, 随着涂料的市场需求量逐年增长, 环境污染问题也日益引起重视。本文从涂料行业降污减排的必要性出发, 围绕涂料行业的VOCs产生排放情况及清洁生产现状进行阐述, 发现涂料行业在VOCs减排及清洁生产方面存在较大的潜力, 并提出了一些切实可行的VOCs减排措施及清洁生产方案。

关键词

涂料行业, VOCs减排, 清洁生产, 潜力

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

涂料作为不可或缺的功能材料, 广泛应用于机械制造、交通运输、轻工、化工、建筑、家居及汽车等行业。随着各行业的快速发展, 涂料的市场需求量也在逐年增长, 我国已成为世界第一大涂料生产和消费国。与之同时, 也带来了较严重的环境污染问题, 污染物成分复杂、治理难度大是典型的特征。而国家及各省市的环保要求日趋严格, 因此, 涂料行业面临着较重的降污减排任务, 推行清洁生产的意义重大。

本文根据涂料行业近年的产量增长情况及环保形势的严峻性分析降污减排的必要性, 阐述涂料行业的 VOCs 排放情况及清洁生产现状, 对 VOCs 减排及清洁生产的潜力进行挖掘, 并提出一些切实可行的 VOCs 减排措施及清洁生产方案。

2. 涂料行业降污减排的必要性

随着建筑、家居及汽车等行业的快速发展, 涂料的市场需求量也在逐年增长, 我国已成为世界第一大涂料生产和消费国。国家统计局及中国涂料工业协会统计数据(见图 1)显示, 2012~2017 年, 我国涂料行业的产量由 1271.87 万吨增加到 2041.00 万吨, 首次突破 2000 万吨大关, 年平均增长率约为 12.1%, 预计每年的需求仍将上涨。

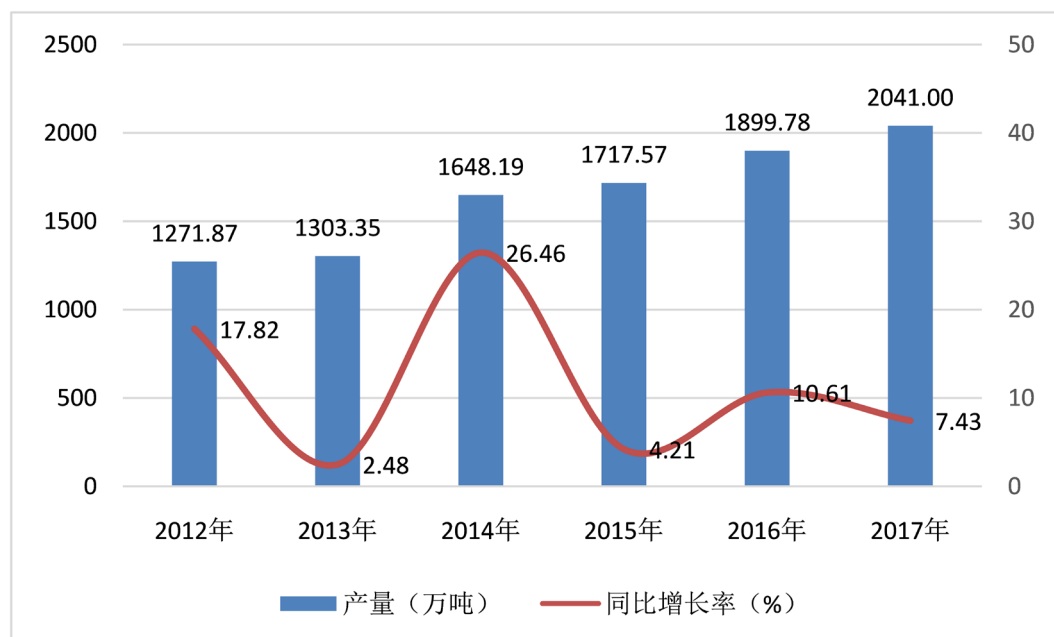


Figure 1. Change in production and growth rate of Chinese paint industry, 2012~2017

图 1. 2012~2017 年中国涂料行业产量及增速变化

根据中国石油和化学工业联合会的数据,华东、华南和中南是中国涂料生产的主要区域,2015年三区域产量占比分别为34%、22%和14%。而从各省份的涂料产量来看,广东省、江苏省和上海市的涂料产量位居前三,其中上海2015年的涂料产量为190.96万吨,占比为11.1% [1]。

由于涂料的生产过程中要使用多种有机溶剂,一般要损失3~5%,会产生和排放大量的VOCs(挥发性有机物);生产和使用过程中还会产生废水、废渣和危险废物等环境污染物;部分中小型企业原辅料消耗、能资源消耗偏高,存在较大的浪费,等等[2]。因此,涂料的生产和使用带来了较严重的环境污染问题。而国家及各省市的环保要求日趋严格,2013年9月10日,国务院印发《大气污染防治行动计划》(国发[2013]37号);2015年1月26日,国家财政部与国家税务总局联合发布“关于对电池、涂料征收消费税的通知”(财税[2015]16号),对施工状态下挥发性有机物(VOC)含量高于420克/升(含)的涂料征收4%的消费税;2015年6月18日,财政部、发改委、环境保护部联合印发《挥发性有机物排污收费试点办法》(财税[2015]71号),并已于2015年10月1日开始施行;2016年11月24日,国务院印发《十三五生态环境保护规划》,要求在重点地区、重点行业推进挥发性有机物总量控制,到2020年全国VOCs排放总量下降10%以上;2017年9月14日,环境保护部、国家发改委、财政部等联合印发《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》(环大气[2017]121号),推动VOCs污染放置工作;2018年1月1日,环保税法开始实施;全国各地也相继出台了控制VOCs排放总量的明文要求,等等。因此,涂料行业作为高污染行业,削减VOCs排放总量及推行清洁生产势在必行,对涂料行业的可持续发展也具有重要意义。

3. 涂料行业的VOCs产生及排放情况

3.1. VOCs产生情况

涂料生产的原辅料主要有树脂、溶剂、色浆、颜料、填料及助剂等,按科学配方比例,经清洗、投料、混合、分散、研磨、调色、过滤、质检、灌装等工序即可制备成涂料产品。使用的树脂、溶剂、色浆、助剂中均含有VOCs,包含苯类、醇类、酮类、酯类、醚类等多种复杂成分,排放到环境中危害严重。涂料生产过程中主要的VOCs源项有:设备动静密封点泄漏、有机液体储存与调和挥发损失、废水集输、储存、处理装置过程逸散、工艺废气排放、溶剂再生挥发损失及实验室废气排放。

参照上海市环境保护局发布的《上海市涂料油墨制造业VOCs排放量计算方法(试行)(2017年修订)》,可计算VOCs的产生量和排放量。当有测定的排放口气体流量、浓度、污染治理设施VOCs去除效率等数据时,可采用实测法;实测法无法满足使用条件时,可采用系数法。此处产污系数为除设备动静密封点泄漏、有机液体储存与调和挥发损失和废水集输、储存、处理过程逸散之外,包含工艺废气排放、溶剂再生挥发损失和实验室废气排放三个源项VOCs产生量[3]。

$$E_{0, \text{涂料}} = \sum_{i=1}^n (EF_i \times Q_i) \quad (1)$$

式中: $E_{0, \text{涂料}}$ ——统计期内涂料生产中的VOCs产生量, 千克;

EF_i ——物料*i*的产污系数, 千克/吨, 涂(颜)料的产污系数为15;

Q_i ——统计期内物料*i*产量, 吨。

也就是说, 每生产1吨涂料产品, 会产生15千克VOCs。根据企业的产品产量数据, 即可计算出VOCs产生量。例如, 上海市涂料行业2015年的VOCs产生量为 $190.96 \times 15 \div 1000 = 2.864$ 万吨; 某涂料生产企业A的年产量为3000吨, 则VOCs产生量为 $3000 \times 15 \div 1000 = 45$ 吨。但实际运用过程中, 发现系数法计算的产生量比实测法偏大, 因此条件满足的时候建议选用实测法。

3.2. VOCs排放情况

据调研, 目前大部分涂料生产企业均有VOCs末端治理设施, 但处理工艺参差不齐, 废气收集和处

理效率也不尽乐观。捕集措施一般为负压排风和局部排风，基本无法达到全密闭式负压排风；生产设备有敞开作业现象，也有部分环节存在 VOCs 无组织排放现象；RTO 焚烧处理工艺虽然处理效率高，但由于场地、投资及运行费用等多因素，应用的却不普遍，大多数中小型企业仍采用传统的活性炭吸附工艺，因易饱和，为确保污染物的持续稳定达标排放对活性炭的更换频次要求较高，后续的危废处理也增加了企业的成本；生产中还有有毒有害原辅料(甲苯、二甲苯等)的使用；生产现场管理方面也有待进一步完善。因此，涂料生产企业有着非常大的 VOCs 减排潜力。

若企业日常的废气监测完善，可根据监测数据计算 VOCs 的排放量，计算方法如下：

$$\text{VOCs 捕集量} = \text{废气处理设施进口非甲烷总烃浓度} \times \text{设施进口风量} \times \text{年运行时间} \quad (2)$$

$$\text{VOCs 有组织排放量} = \text{废气处理设施出口非甲烷总烃浓度} \times \text{设施出口风量} \times \text{年运行时间} \quad (3)$$

$$\text{VOCs 去除量} = \text{VOCs 捕集量} - \text{VOCs 有组织排放量} \quad (4)$$

$$\text{VOCs 去除率} = \text{VOCs 去除量} \div \text{VOCs 捕集量} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{VOCs 无组织排放量} = \text{VOCs 产生量} - \text{VOCs 捕集量} \quad (6)$$

例如，A 企业测得的废气捕集率为 75%，废气治理设施 VOCs 去除率为 80%，则 VOCs 排放量为：

无组织排放量： $45 \times (1 - 75\%) = 11.25$ 吨；

有组织排放量： $45 \times 75\% \times (1 - 80\%) = 6.75$ 吨；

VOCs 总排放量为： $11.25 + 6.75 = 13.5$ 吨。

4. 涂料行业的清洁生产现状

4.1. 清洁生产审核实施情况

为了促进清洁生产，规范清洁生产审核行为，国家制定了《清洁生产促进法》，自 2003 年 1 月 1 日开始实施，并于 2012 年进行了修订；2004 年 8 月 16 日，国家发改委、原国家环保总局发布了《清洁生产审核办法》(国家发展和改革委员会、原国家环境保护总局第 16 号令)自 2004 年 10 月 1 日开始实施，2016 年对暂行办法进行了修订，发布了《清洁生产审核办法》(中华人民共和国国家发展和改革委员会、中华人民共和国环境保护部第 38 号令)，并于 2016 年 7 月 1 日起正式实施。随着环保法律法规的日渐完善，全国各地都在积极落实清洁生产审核工作。

根据上海市 2011~2017 年实施清洁生产审核的企业名单统计分析，实施清洁生产审核的涂料生产企业情况如表 1。

从上表可以看出，2011~2017 年上海实施清洁生产审核的涂料企业大约占总数的 2%~3%，2017 年增加到 19 家，知名的企业有杜邦高性能涂料(上海)有限公司、立邦涂料(上海)有限公司、紫荆花涂料(上海)有限公司、佩特化工(上海)有限公司、巴斯夫上海涂料有限公司、上海造漆厂等，因涂料为重污染行业，基本将实现清洁生产审核全覆盖。2018 年，河北省、浙江省环保厅相继公布了 2018 年度开展清洁生产审核重点企业名单，河北共 615 家企业列入名单，其中涂料企业有 19 家；浙江共 341 家企业列入名单，其中涂料企业有 15 家[4]。

4.2. 清洁生产水平现状

2007 年，国家发改委发布了《涂料制造业清洁生产评价指标体系(试行)》，分为定量评价和定性评价两部分，定量评价指标选取了资源与能源消耗(原材料消耗、新鲜水消耗、综合能换)、污染物指标(废水量、COD、废气浓度)和资源综合利用指标(水重复利用率)，定性评价指标选取了产品特征指标(如一次性交验合格率、通过环保产品认证等)和环保管理与劳动卫生安全指标(如取得危险化学品安全生产许可证

等)。通过各指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值进行计算和评分,可以综合考评企业的清洁生产水平。如果总分 ≥ 90 分,则为国内清洁生产先进企业;如果 $80 \leq$ 总分 < 90 ,则为国内清洁生产企业;总分 < 80 的企业,则应类比同行业,积极推行清洁生产,加大技术改造力度,强化全面管理,提高清洁生产水平[5]。

本文选取上海市已实施清洁生产审核的 9 家涂料生产企业,其中包含产量排名靠前的民营企业,也有中外合资的知名企业,包含溶剂型涂料和水性涂料生产企业,生产规模有大有小,数据具有代表性,以此说明清洁生产审核前上海市涂料行业的清洁生产水平。

从表 2 可以看出,9 家企业中仅有 2 家达到了国内清洁生产先进企业水平,4 家达到国内清洁生产企业水平,还有 3 家企业未达到清洁生产水平。因此,目前涂料生产企业整体清洁生产水平不高,仍有较大的清洁生产潜力可挖掘。

5. VOCs 减排措施及清洁生产方案

从上文分析可见,涂料行业仍存在着较大的 VOCs 减排和清洁生产潜力,结合企业的实际情况,参照已实施清洁生产审核的企业案例,可以采取一系列可行的 VOCs 减排措施或清洁生产方案,详见表 3。

6. 结语

综上所述,在严峻的环保形势下,当前涂料行业面临着较重的降污减排任务,在 VOCs 减排和清洁

Table 1. Statistics of paint manufacturer implementing cleaner production audit in Shanghai, 2011~2017

表 1. 2011~2017 年上海市实施清洁生产审核的涂料企业统计

年份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
清洁生产审核企业总数	537	567	433	403	337	180	692
清洁生产审核涂料企业数量	12	12	12	8	10	5	19
涂料企业占(%)	2.23	2.12	2.77	1.99	2.97	2.78	2.75
代表企业	杜邦高性能涂料(上海)有限公司、杜邦华佳化工有限公司上海青浦分公司、上海韩盛化工涂料有限公司 上海天地涂料有限公司、上海汇宇精细化工有限公司、上海长润化工有限公司 立邦涂料(上海)有限公司、佩特化工(上海)有限公司、大日精化(上海)化工有限公司 紫荆花涂料(上海)有限公司、威士伯涂料(上海)有限公司、上海开林造漆厂 东来涂料技术(上海)有限公司、上海藤仓化成涂料有限公司、上海造漆厂 亚士漆(上海)有限公司、创兴精细化学(上海)有限公司、卓利(上海)环保材料有限公司 巴斯夫上海涂料有限公司、普锐涂料(上海)有限公司、上海茂益涂料有限公司						

Table 2. Status quo of cleaner production level in Shanghai paint manufacturer

表 2. 上海市涂料生产企业清洁生产水平现状

企业	A	B	C	D	E	F	G	H	I
企业性质	中外合资	中外合资	外商合资	中外合资	中外合资	中外合资	台资企业	私营企业	私营企业
产品类型	溶剂型涂料	溶剂型涂料	UV 涂料、水性涂料	溶剂型涂料	水性涂料	溶剂型涂料	溶剂型涂料	溶剂型涂料	UV 涂料、溶剂型涂料
生产规模(吨/年)	3400	1000	3100	5000	10000	500	7200	1500	22000
清洁生产评价得分	71.0	85.0	84.0	87.7	90.6	84.0	71.8	77.4	97.0

Table 3. VOCs emissions reduction measures and other cleaner production programs**表 3.** VOCs 减排措施及其它清洁生产方案

方案/措施类型	方案/措施名称	方案/措施简介
VOCs 减排措施	1.完善废气治理设施	增设废气治理设施, 或对现有的废气处理设施进行升级改造, 提高 VOCs 的捕集及处理效率;
	2.吸风/排风系统改造	增设吸风罩, 加大风机功率; 粉料间和清洗区增加塑料门帘, 控制 VOCs 在区域内的无组织排放, 提高抽排风效率
	3.生产工艺调整	对生产设备(搅拌缸、调和缸、分散机、研磨机、灌装机等)进行密闭化改造, 加盖(如可自由拼合的盖子或气压驱动可升降式桶盖), 或采用密闭式一体化操作系统, 如封闭式色浆调漆系统, 灌装密封化改造: 通过隔膜泵用管路将涂料从搅拌缸密封输送至灌装容器;
	3.有毒有害原辅料替代	采用低毒、无毒的原辅料, 如用甲基异丁基甲酮(MIBK)替换二甲苯, 用改性 MDI 替代 TDI(甲苯二异氰酸酯, 剧毒)
	4.设备清洗调整	采用清洗剂代用品(如水基清洗剂); 合理安排生产, 同一类产品用一台设备生产, 减少设备清洗次数, 同一台设备用专用清洗液清洗, 重复利用; 采用高压清洗系统; 研究批量生产间取消清洗的可行性;
	5.温度控制	夏季通过空调控制车间温度, 采用带夹层的调和缸, 通过降温来减少 VOCs 的挥发
	6.研发环保新产品	有研发能力的企业可以研发环保产品, 如高固体分涂料、水性涂料、粉末涂料和辐射固化涂料等新型涂料, 实现低 VOC 化, 还可研发无铅化、无锡化产品;
其他清洁生产方案	7.完善 VOCs 专项管理制度	如 VOCs 末端控制维护保养制度, VOCs 应急预案, VOCs 物料的台帐登记制度, 建立 VOCs 治理设施的运行台帐。
	1.投料系统升级改造	增设粉料输送自动投料系统, 由人工投料改为管道输送, 实现密闭式投料, 减少粉尘排放; 改进加料的吸料管和泵, 减少桶内的物料残留, 提高投料产率;
	2.质检涂料回用	将质检留样的涂料分类存放或及时回用到生产中;
	3.部分树脂进储罐	调整部分原料树脂的配方, 改用粘稠度低、流动性好、可进储罐的配方, 提高自动化生产效率;
	4.提高产品一次合格率	优化产品配方和工艺, 提高产品质量, 从原材料采购检验到生产过程进行实时监控;
	5.将阀门状况列入点检项目	混合釜、分散釜底部均设有卸料阀, 将阀门列入点检项目, 每班点检, 及时查漏, 节约原料;
	6.照明改造	办公区: 将普通日光灯照明更换为 LED 节能灯; 仓库: 对仓库的照明开关进行分路改造, 根据实际需要控制开关, 减少电能的浪费
	7.老旧高耗能设备淘汰更新	淘汰名录内的老旧高耗能设备应进行淘汰更新, 高耗能电机可进行高效再制造
	8.罐区喷淋水回收	在罐区围堰处设置喷淋收集池, 将喷淋用水回收至消防水池进行再利用;
	9.实验室升级改造	改造喷房降低换水频率, 改善水质, 提高水利用率。
	10.提高去离子水得水率, 废水回用	更换去离子水制备装置中渗透膜、石英砂、活性炭等介质, 提高去离子水得水率, 废水收集后可用于生产清洗用水;
	11.车间地坪改造	在车间水泥地坪上刷环氧地坪, 减少物料粘附, 减少清洗用水量;
12.产品包装回收利用	对本公司的产品包装桶进行回收再利用;	
13.加强设施设备的维护保养	定期维护保养, 及时检修查漏, 减少“跑冒滴漏”;	
14.危废仓库整改	危废仓库应设有防渗漏措施, 应分类、分区域存放, 有完善的二类、三类标识及出入库台帐;	
15.完善污染物定期监测制度	定期对“三废”污染物进行监测, 确保持续稳定达标排。	

生产方面也有着较大的潜力,有诸多切实可行、环境效益和经济效益可观的方案和措施。因此,涂料企业要及时落实 VOCs 的减排工作,积极推行清洁生产,有效减少涂料生产带来的环境污染,降低企业生产运行成本,促进涂料行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 2017 年中国涂料市场发展现状分析及未来发展趋势预测[N]. 中国产业信息网, 2017-05-23.
- [2] 聂雪涛, 罗冬梅, 等. 涂料行业清洁生产审核实例研究[J]. 四川环境, 2013, 32(4): 112-116.
- [3] 上海市环境保护局. 上海市涂料油墨制造业 VOCs 排放量计算方法(试行) (2017 年修订) [Z]. 2017.
- [4] 2018 年涂料行业发展现状分析转型升级取得初步成效[N]. 涂料原料网, 2018-04-26.
- [5] 国家发展和改革委员会. 涂料制造业清洁生产评价指标体系(试行) [Z]. 2007.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8844, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: hjctet@hanspub.org