

印刷包装行业废气的有效治理方法

毛维群 王海峰 董瑶瑶

浙江仁欣环科院有限责任公司 浙江宁波 315000

摘要: 包装印刷行业随着我国国民经济的高速发展而发展,于此同时也带来了诸多环境污染问题。为了响应我国大气污染防治行动计划,本文针对包装印刷企业在生产过程中产生的废气特征,通过分析其排放量与相关规定标准,结合目前国内外常使用到的各项工艺技术,提出有利于包装印刷企业应用且运营成本低的废气处理工艺,以此减少废气污染物排放量,促进其排放废气达到标准。

关键词: 包装印刷; 废气处理; 污染物; 排放治理

Effective treatment of waste gas from printing and packaging industry

Weiqun Mao, Haifeng Wang, Yaoyao Dong

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

Abstract: with the rapid development of China's national economy, the packaging and printing industry has also brought many environmental pollution problems. In response to the action plan for air pollution prevention and control in China, according to the characteristics of waste gas produced by packaging and printing enterprises in the production process, this paper analyzes its emissions and relevant regulations and standards, and puts forward a waste gas treatment process that is conducive to the application of packaging and printing enterprises and has low operating cost, so as to reduce the emission of waste gas pollutants and promote the emission of waste gas to meet the standards.

Keywords: packaging and printing; Waste gas treatment; Contaminants; Emission control

包装印刷行业在我国的发展时间较长,其属于我国最早出现的生产体系之一,从之前简单的文字印刻发展到了如今的灯影广告已有上百年的历史。在十二五期间,我国的包装印刷行业一直保持着平稳、健康的发展水平,并据此创造出了巨大的产值。但其在生产运行过程中却造成了大量的环境污染。根据相关统计调查发现,包装印刷行业是我国产生有机废气的主要行业之一,且这些有机废气具有低浓度、大风量等特点,这些特点也成为当下包装印刷行业有效治理废气的主要难点。

1. 包装印刷行业有机废气处理现状及工艺分析

1.1 印刷有机废气成分及特点分析

从我国大部分包装印刷企业的实际经营情况来看,其在使用过程中使用最多的就是溶剂型油墨,该物质本

身就含有大量的挥发性物质,因此将其投入生产时会产生很多挥发性有害物质,这些物质主要有甲苯、乙酸乙酯、丁酮等。上述废气的治理特点主要有三:第一点是测定困难,由于大部分废气的成分都非常复杂,且存在大量的同系衍生物,因此无论是采取定量分析还是定性分析都非常困难。第二点是治理困难,由于大部分有机废气的产生浓度都很低,因此其回收率也很低,这不仅会显著提升厂家处理废气的难度和成本,厂家还会因此出现经济效益下滑的情况^[1]。另外,由于这些废气产生时会有较大的风量,这使得厂家们不得不投入更多的资金购买风机,且这些风机每日的工作量大,消耗能源也多。第三点是评价难,虽然有关部门出台了相关政策,但依然存在部分厂家不遵守要求,混乱排放废气的情况,很多厂家经常无组织排放,因此很难收集评价。

1.2 包装印刷厂处理废气常用工艺方法分析

从目前我国大部分包装印刷企业治理废气的实际情

作者简介: 毛维群,女,1990.3,浙江宁波,汉,本科,中级工程师,研究方向为环境影响评价。

况来看, 如果将所有废气处理工艺技术进行统筹, 那么大致可以将其分为两类: 一种是回收法, 一种是消除法。所谓回收法, 就是将废气中的有机物进行分离, 并将其进行回收。常见的回收方法有吸附法、冷凝法、吸收法^[1]等。而消除法主要是通过化学或生化反应, 用热、催化剂或微生物破坏废气中有机物的化学组成, 使得这些有机物质最终转变为CO₂和H₂O再排出, 从而起到清除有机物治理目的。消除法常运用到到的工艺技术有燃烧法和生物法。清华大学研究团队曾经对国内外的不同工业处理废气技术的使用情况进行了统计调查, 详情结果如表1所示。

表1 国内外工业有机废气处理方法的使用情况

国内工业使用情况	国外工业使用情况
吸附法 (38%)	吸附法 (29%)
催化燃烧 (22%)	催化燃烧 (29%)
生物处理 (15%)	生物处理 (29%)
等离子体 (8%)	热力燃烧 (12%)
热力燃烧 (6%)	等离子体 (9%)
吸收 (5%)	吸收 (2%)
膜分离 (4%)	膜分离 (2%)
冷凝 (2%)	冷凝 (1%)

从上表不难发现, 在国内外中最常使用到的有机废气治理方法主要为吸附法、催化燃烧以及生物处理, 而在我国最常使用到的有机废气治理方法主要为吸附法和催化燃烧, 对于生物处理的应用率并没有国外高, 这主要是因为生物过滤虽然处理效果高, 但其需要在前期投入大量资金且占地面积较大, 因此很多企业综合考虑后选择了成本更低的吸附法^[3]和催化燃烧。

2. 包装印刷厂有机废气处理方案设计

2.1 工艺选择

本文主要针对目前国内外使用频率最高且最常见的几种有机废气处理方法并以湖北省某一包装印刷厂为例, 对其车间废气处理结果进行选比, 筛选出最佳的废气处理工艺。从调研的实际情况来看, 湖北省某一包装印刷厂在生过程中会产生、排放大量的VOCs废气, 而该印刷厂主要的生产产品为报纸、书刊, 两种产品分别在两个不同的印刷间内生产^[4]。而废气的产生主要是由生产过程中使用到的自油墨、清洗剂以及润版液挥发产生。此外与国内大部分包装印刷厂一样, 其各类生产车间中还存在大量的粉尘和纸沫。

根据我国对印刷行业排放污染物的标准, 该印刷车间的污染物排放限值应按《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的表1标准执行, 具体如表2所示。

表2 湖北省某包装印刷厂污染物排放限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	最高允许排放速度, kg/h			无组织排放监控浓度限值		
		排气筒高度 m	一级	二级	三级	监控点	浓度 (mg/m ³)
苯	17	15	禁排	0.60	0.90	周界外浓度最高点	0.50
		20		1.0	1.5		
		30		3.3	5.2		
		40		6.0	9.0		
甲苯	60	15	禁排	3.6	5.5	周界外浓度最高点	3.0
		20		6.1	9.3		
		30		21	31		
		40		36	54		
二甲苯	90	15	禁排	1.2	1.8	周界外浓度最高点	1.5
		20		2.0	3.1		
		30		6.9	10		
		40		12	18		
非甲烷总烃	150	15	6.3	12	18	周界外浓度最高点	5.0
		20	10	20	30		
		30	35	63	100		
		40	61	120	170		

根据湖北省某包装印刷厂的实际情况, 结合上述多种废气处理工艺的比较, 认为选择使用吸附+催化燃烧法更适用于该工厂, 能够有效提高VOCs的处理效率, 并充分清除掉该包装印刷厂在生产过程中产生的污染物质, 同时这种方法还能够节约能源消耗, 降低运行成本^[5]。

吸附浓缩+催化燃烧这种工艺技术, 其运用原理是将废气先进行吸附, 充分吸附净化后, 再通过供热来催化催化剂进行燃烧。而使用到的催化剂一般为高活性贵金属催化剂, 其不仅可以在反应过程中实现供热作用, 还可以使得活性炭脱附再生。吸附与催化燃烧相结合, 不仅可以弥补传统有机废气处理工艺存在的缺点, 还能降低企业处理废气所花费的成本, 有着节能减排循环使用的作用。

2.2 处理工艺流程及原理分析

本次提及的吸附+催化燃烧处理法是通过运用多孔性活性炭和蜂窝状活性炭并通过热空气脱附再生。废气经过活性炭吸附后会产生有机物, 然后这些有机物再经过充分催化燃烧后最终转换为不会对环境造成污染的CO₂和H₂O。而在这个处理过程中产生的热气也会通过热交换后降低温度排放, 这样一来所有在废气处理过程中所使用到的能源都能够得到有效利用。该处理工艺主要需要由风机、催化燃烧从、预滤器、阀门、吸附床等设备构成^[6]。

从上文可知湖北省某包装印刷厂产生的污染物主要有苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃。因此该印刷厂需要先将所有生产过程产生的废气收集，之后再将废气引入吸附塔内进行吸附，当所有废气污染物能够达到排放标准之后就可以向外环境排放了。经过一段时间的反应，吸附塔内的活性炭会达到饱和状态，这时吸附塔就会自动停止作业。这时需要操作人员将热空气通入吸附塔内进行有机物脱附。在这个反应过程中，热空气会与其中的催化剂共同作用燃烧热废气，这些热废气在经过充分的催化燃烧后达到排放标准即可排放。

该废气处理工艺具有以下三个优点：一是吸附性能高，对于大部分印刷厂来说，其废气的主要排放特点就是大风量，而本文运用了蜂窝状活性炭作为废气处理工艺中的吸附剂。这种吸附剂的吸附性能极强，且能够不受到气流阻力的较大影响。只需要安装中型以下的压风机即可达到处理标准，同时也可以实现废气的净化，降低废气处理工艺中的能源消耗，噪音小^[7]。二是可以利

用余热，有良好的节能作用。在该反应中吸附塔工作一段时间后会使得塔内的吸附剂达到饱和状态，吸附剂饱和后吸附塔就会停止工作。因为这时需要对有机物进行脱附、再生处理。而本次所使用到催化燃烧热废气的处理方式，可让活性炭达到饱和后利用热废气的余热进行加热，那么催化剂在后续燃烧时就所消耗的热量也大部分来自于吸附反应后产生的高浓度有机物自燃，且其自燃所产出的物质不具有污染性。三是处理风量的范围更大，这项工艺技术的风量处理范围高达千m³~万m³/小时，不仅可以节约能源循环利用资源，还可以降低运行成本。

2.3 废气工艺材料设备及选型

在实际的废气处理工作中，包装印刷厂不仅需要考虑到废气处理的效果，还需要考虑到废气处理工艺技术的施工、运行以及维护等成本。因此要成功运行上述处理工艺，还需要设计一套完善的备用系统和处理系统，将更换操作转化为自动控制，这就需要用到当前市场中技术比较成熟的工艺设备了。

表3 废气处理装置的组成及各部分的使用效果

工段	组成部分	主要组成材料及特点	使用效果
吸附	活性炭吸附床 电动调节阀门	蜂窝状活性炭，碳钢外壳阀体、进口电动执行机构	对有机废气的净化率可高达95%以上，阻力小，不需要运动部件，不会造成磨蚀，使用周期久、精度高、复位快
脱附	催化燃烧床	电加热室、热电偶、催化燃烧室、高效换热器	加热时间较短，节能效果较好，净化率显著
催化	补冷风机		直接传动，容易保养
燃烧	脱附风机		直接传动，后期容易维护
	温控传感装置		控制点多，效果佳
	电动调节阀门		精度高，复位快
装置部件清单			
序号	名称	型号规格	数量
1	粉尘过滤器	ES-QB-550A	1
2	活性炭吸附床	VOG-500B	4
3	催化燃烧床	VOG-200C	1
4	电气控制柜	VOG-550D	1
5	电动密封小阀门	300*200	11
6	手动密封小阀门	300*200	2
7	阻火器	300*200	2
8	电线、电缆、线管		若干
9	补冷风机	4-72-3.2A	1
10	防爆脱附风机	B4-72-3.6A	1
11	脱附保温管道	300-200	1
12	杂件		若干
13	电动密闭大阀门	800*600	8

包装印刷厂在使用自溶剂型油墨、洗车水、润版液等物质的时候会产生废气,为有效处理废气,就必须要有合理的选择吸附装置。由于包装印刷厂产生的废气量较大,因此一般要选择吸附容量较大的吸附剂,另外还要考虑到吸附剂的吸附效率和反应速度,在条件允许的范围下尽量选择吸附效率高、反应时间快的吸附剂。目前市面上常见的吸附剂有颗粒活性炭、普通蜂窝活性炭、碳纤维吸附等,其中吸附效率最好的当属碳纤维,但其造价成本高,因此企业在选择时需要考虑自身经济水平。综上所述,本文认为对于经济效益并不高的各大中小型包装印刷厂,选择蜂窝状活性炭不失为一个好的决定,其不仅具有较好的吸附效果,且运行费用低,并且由于其形状是固定块状,因此在反应过程中还不会出现床层漂移的情况。

其他装置的选择和参数如表3所示。

3. 结语

有机废气是一种极具危害性的气体,其产生后若未经过有效处理就排放会排放源周围的居民及环境造成严重伤害。因此所有包装印刷厂都有义务对其生产所产生的有机废气进行有效处理,达标排放,这样才能够减轻废气排放后对周边环境的污染。目前国内可使用到的废气处理工艺较多,各大包装印刷厂可以根据自身产生废气的特点,并考虑到运行成本和前期投入成本,选择最

适合自身情况的废气处理工艺进行废气处理,以保障废气处理工作的效率高、成本低。

参考文献:

- [1]钟彬扬.包装印刷行业有机废气治理工程实例[J].闽西职业技术学院学报,2021,23(03):118-120.
- [2]吴举,彩色包装印刷行业挥发性有机废气节能减排资源化再利用技术.河北省,秦皇岛格瑞因环境工程有限公司,2021-03-01.
- [3]王敏燕.包装印刷业VOCs治理短板弱项研析与应对建议[J].印刷工业,2020,15(06):23-24.
- [4]刘传杰,陈威.治理印包VOCs助力绿色印刷[J].今日印刷,2017(05):29-32.
- [5]王卫兵,陈伟,胡晓东,陈海中,王波,马睿,徐开义.浅析包装印刷行业挥发性有机废气处理[J].塑料包装,2017,27(02):27-33.
- [6]王俊.苏州市印刷包装行业挥发性有机污染物处理对策研究[D].苏州科技大学,2017.
- [7]陈骥,蒋招林,陈舜湖.活性炭吸附-水蒸汽再生法处理包装印刷行业挥发性有机污染物的研究[J].山东工业技术,2016(13):31.
- [8]陶孝平.印刷行业挥发性有机废气处理研究进展[J].低碳世界,2016(07):10-11.