

Analysis of waste gas prevention and control measures in automobile manufacturing industry

Yingjie Sun¹ Xiaojing Gao²

1. Jinan BYD Automobile Co., Ltd., Jinan, Shandong, 251400, China

2. Shandong Bixiao Environmental Protection and Energy-saving Technology Co., Ltd., Jinan, Shandong, 251000, China

Abstract

The automobile manufacturing industry occupies an important position in the modern industry, but with the expansion of the production scale and the progress of technology, the problem of exhaust emission is becoming increasingly serious. In the process of automobile manufacturing, especially in welding, painting, painting and engine testing, it will produce a lot of harmful waste gas, such as volatile organic compounds (VOCs), nitrogen oxides (NO_x), hydrocarbons (HC), etc. These waste gas not only cause pollution to the environment, but also may harm the health of workers. To meet this challenge, the automobile manufacturing industry urgently needs to take effective waste gas control measures to reduce pollutant emissions, improve air quality and meet the requirements of environmental regulations. This paper will analyze the main technologies and measures of waste gas prevention and control in the current automobile manufacturing industry, in order to provide theoretical support and practical reference for the sustainable development of the industry.

Keywords

automobile manufacturing; industry waste gas; environmental protection measures; control technology; analysis

汽车制造行业废气防治措施分析

孙英杰¹ 高晓静²

1. 济南比亚迪汽车有限公司, 中国·山东 济南 251400

2. 山东碧霄环保节能科技有限公司, 中国·山东 济南 251000

摘要

汽车制造行业在现代工业中占据着重要地位,但随着生产规模的扩大和技术的进步,废气排放问题也日益严峻。汽车制造过程中,尤其是在焊接、喷漆、涂装以及发动机测试等环节,都会产生大量的有害废气,如挥发性有机物(VOCs)、氮氧化物(NO_x)、碳氢化合物(HC)等,这些废气不仅对环境造成污染,还可能危害工人的健康。为了应对这一挑战,汽车制造行业迫切需要采取有效的废气防治措施,以减少污染物排放、提升空气质量并符合环保法规的要求。本文将对当前汽车制造行业废气防治的主要技术和措施进行分析,以为行业的可持续发展提供理论支持和实践参考。

关键词

汽车制造; 行业废气; 环保措施; 控制技术; 分析

1 引言

当前汽车制造逐渐规模化,废气污染问题愈发明显。主要体现在空气污染、有毒气体释放等,对人们的居住环境及空气质量造成严重威胁。基于此,做好汽车制造行业废气防治措施势在必行。

2 汽车制造行业产生废气的概述

汽车制造行业产生的废气是指在车辆生产过程中,由于工艺操作、原材料反应或设备运转所释放的有害气体。这

些废气主要包括挥发性有机物(VOCs)、氮氧化物(NO_x)、碳氢化合物(HC)、颗粒物以及金属烟雾等。废气的种类和浓度受生产工艺、设备条件及环境因素的影响,常见的排放环节包括焊接、喷涂、涂装以及发动机测试等多个工序。此外,由于调漆室、烘干室、喷漆室多数处于半封闭或封闭状态,不利于VOC快速排出,导致作业人员长期接触、暴露在有毒化学物质环境中,久而久之,就会造成神经系统受损、引发呼吸道疾病。面向浓度、密度较高的区域,可能还存在基因突变、癌症等急性病症,不利于汽车制造行业持续发展。

【作者简介】孙英杰(1988-),女,中国山东菏泽人,硕士,工程师,从事环保研究。

3 汽车制造行业废气类型及其防治措施

3.1 焊接烟尘及其防治措施

在汽车制造行业中，焊缝打磨和焊接作业的粉尘、烟尘排放应引起高度重视，只有控制源头，才能实现“预防为主”目标。以下进行详细说明：粉尘、烟尘的收集可以采用通风管道、集气罩进行。集气罩指的是设计一个能够收集废气污染物的工具，将其安装在焊接工位上方，避免粉尘、烟尘大量进入空气。通风系统则是利用负压条件下，风机将粉尘、烟尘导向进风口。当然，为了避免导入过程产生火花或大颗粒烟尘，应将阻火器等防火装置安装到集气罩进风口，避免净化设备进入火源，确保系统安全运转。对于大颗粒烟尘的沉降，可以利用气流原理直接将其导向灰斗进行处理，对于小颗粒烟尘处理，集气罩会将其引导至后续过滤系统。值得注意的是，管道设计尺寸与密封性是实施过程的关键，必须严格按照相关标准进行，以确保烟尘收集的高效性。

举个例子，控制粉尘、烟尘的有效方法包括净化机组应用。该控制系统的基本原理是依托在风机引力条件下，利用万向吸尘罩把污染物导向净化设备。当进风口收集烟尘气体后，首先到达沉降室，然后融合重力作用和上行气流快速沉降大颗粒污染物。与此同时，该设备采用的是多重气流通道设计，以此提升沉降室过滤效果，使烟尘颗粒的净化效率和气流分布得到进一步加强^[2]。此外，高性能滤芯系统在收集微细颗粒烟尘方面具有显著优势，将其安装至净化机组，能够利用滤芯表面细孔提升捕捉效率。在此过程中，滤芯表面结构设计是技术要点，要求滤芯表面覆盖特殊处理层，一方面为了延长滤芯使用期限，另一方面助力捕集效力，从根本上保障废气排放满足相关排放标准。

3.2 涂装车间打磨粉尘及其防治措施

打磨作业在涂装车间扮演重要角色。基于生产与发展两手抓原则，高效引导、收集打磨粉尘废气成为重中之重。在此过程中，对局部排风系统进行精密设计是关键。以下对具体操作步骤进行详细说明：首先，每一个抽风装置均配备有高效管道系统和引风机，具有较强且持续吸力，能够吸收粉尘废气并排出。在此背景下，要求每一个打磨房均独立安装抽风装置，确保作业过程粉尘废气高效排出。其次，选择引风机时，应充分考量废气浓度和车间气流阻力进行选择，确保风压参数、风量满足设计要求，使废气及时抽出且送往处理装置。对于管道系统设计则聚焦于管道布局和抗腐蚀性，确保其经受得住粉尘颗粒长时间摩擦，同时最大程度降低气流阻力、弯曲，使排风效率最大化。最后，排风系统将废气导向脉冲布袋除尘器。在涂装车间中，脉冲布袋除尘器具有较强应用优势。主要体现在它能够定期清理滤袋表面粉尘，为系统高效运行提供保障^[3]。这一过程涉及周期性脉冲喷吹技术应用。具体操作流程为：在除尘器内配备多个滤室，通过导流装置将废气引入其中，当滤室充盈气流后，在导流板撞击、自重作用下，较重粉尘自行下沉，被灰斗收

集；对于微小粉尘则被吸入聚酯滤袋。值得注意的是，由于污染物种类繁多且复杂，为了确保过滤效果，要求滤袋选择聚酯材料，最大程度提升其耐腐蚀性、耐高温性，以满足涂装车间不同特殊污染物过滤需求。如颜料、溶剂产生的有毒物质。清理滤袋表面积尘时，依靠的是规定时间内释放高压气流进行冲洗，这是脉冲清灰系统的工作原理，为滤袋的过滤性能和透气效果提供保障。此外，调节脉冲清灰系统的气流压力、间隔频率至关重要，应将实际粉尘浓度纳入考量范围，旨在确保不同工况下设备依然保持高效运行状态。

3.3 烤漆废气及其防治措施

在汽车制造过程中，烤漆废气不容忽视。在此背景下，蓄热式热力燃烧法展示出卓越性。具体操作步骤涉及五个阶段，包括预热废气、加热辅助、燃烧反应、回收热能以及气体回收、排出。以下对整个废气处理流程进行详细说明：首先，废气加热需要辅助燃料迅速提升温度，如燃油、燃气等，通常预先设置的燃烧温度控制在 650℃~900℃ 为宜。这样一来，在高温条件下加快了有害有机物热分解，如醇类、酮类以及苯类在反应过程中逐渐被降解，向水蒸气、二氧化碳进行转换。当然，如果净化所需温度达不到标准，辅助燃烧器会被系统激活，直到净化标准与废气温度持平。其次，采用蓄热床 B 进行预热，当废气充盈蓄热床时，进一步提升废气温度。接下来，在反应区内，氧气和废气产生燃烧反应，从而有效分解废气中的有毒成分。这一系列操作完成后，废气会进入另一个蓄热床 A，基于陶瓷作为蓄热床主要材料，接触高温废气后，通过释放热量反哺加热蓄热床，为下一轮运转废气处理流程提供热能，从而减少外部燃料供给，贴合节约能源、热能循环利用理念。

此外，废气防治措施中催化燃烧法得到广泛应用。但是，在工艺方面仍存在优化空间，以下对改进路径进行具体分析。首要任务是合理选择催化剂。在此过程中，高催化活性与低起燃温度是重点，只有具备这些要素，才能确保废气被有效点燃或在低温条件下向无害物质转化，如水、二氧化碳等。针对浓度虽低但温度极高的烤漆废气防治，可以采用优化配置手段减少能量消耗的目的^[4]。这一过程涉及废气预热系统应用，其优势体现在能够对标催化剂反应起始温度，使催化燃烧过程中废气温度与之接近，这样一来，能够降低能量消耗。目前，热回收设备与热交换器是常见的预热系统，其工作原理是收集废气的部分热量并将其运用到冷却废气系统中，这种回收再利用有助于提升整体热能效率。最后，在反应过程中，稳定性是确保催化反应的前提，因此必须实时监测催化剂活性，一旦发现催化反应异常，立即再生或更换，从根本上保障催化效果。

3.4 喷漆和补漆、调漆废气及其防治措施

非甲烷总烃、醋酸丁酯、二甲苯以及漆雾等有毒物质在汽车制造过程中屡见不鲜，常产生于调漆、补漆及喷漆环节。基于这些环节均在室内进行，因此优化调漆房、补漆房

和喷漆房配置势在必行。以下对其防治措施进行详细说明：首先，建议喷漆室根据国内外认可的上送风、下抽风典型结构进行设计，使喷漆和补漆在液力旋压式喷漆室内进行。漆雾捕集系统、排风系统是喷漆室的应用优势，主要体现在带漆雾空气通过水循环系统实现洗涤，其工作原理是得用多次转换风向、挡水板以及控制不同风速，以剥离空气中的漆滴与水，接下来，将漆雾凝聚剂混合加入水中，这样在高速水流、气流的水旋器中，水和漆滴混合充分后互相凝聚；剩余的废漆将被导向循环水槽，通过特殊处理（如过滤）后循环再利用；对于除漆雾后的空气，从排风机风管排出后被活性炭吸附装置收集。在水旋式净化装置处理过程中，由于颗粒物粘性较大，因此漆雾净化效果十分可观，达到95%以上。除此之外，水旋式净化装置在净化醋酸丁酯方面亦表现出显著优势，是一项值得推广应用的防治装置。但值得一提的是，该装置对非甲烷总烃与二甲苯的净化效果不理想。

在此背景下，活性炭吸附装置引起广泛关注^[5]，该装置在净化非甲烷总烃与二甲苯方面具有显著效果。在喷漆房废气净化系统中，活性炭吸附装置发挥着重要作用，通常用于水旋式净化后仍残留的污染物，如烃类、苯类废气等。其应用优势体现在活性炭颗粒的微孔结构丰富且表面积极大，可以大量吸附有机污染物，净化废气。在具体实践中，吸附成效高达90%以上，特别是针对烃类、苯类。当然，想要确保活性炭吸附装置保持长期稳定的吸附效果，安装活性监测装置必不可少，有助于控制炭颗粒再生处理或重新更换，使活性炭吸附装置持续焕发生机。值得注意的是，在废气防治过程中，其含尘量、温度必须和活性炭吸附装置的运行过程相适应。也就是说，吸附装置对高出阈值范围的含尘量、高温废气，其吸附能力有限。因此，在实际应用中，应充分考量其他预过滤装置、冷却装置的净化适应性，旨在充分掌

握处理后的废气含尘量与温度，这样才能合理配备装置，使活性炭吸附装置运行状态、吸附力度处于最佳。最后，溶剂再生、热再生是一种高效的再生技术，对提升活性炭吸附效率、延长使用期限具有重要帮助。

4 结束语

汽车制造业废气防治措施的实施对保护生态环境、节能减排、降低污染以及保障施工人员身体健康至关重要。伴随国家环保政策的日益严格，汽车行业在推进绿色生产的过程中，必须重视废气排放控制技术的优化与应用。从涂装车间的VOC气体控制到焊接烟尘的高效捕集，再到烤漆废气的热力燃烧和催化燃烧技术，每一项技术的实施都体现了环保与生产效率的双重要求。通过采用先进的废气处理设备，如脉冲布袋除尘器和活性炭吸附装置，结合循环水槽系统与精密设计的局部排风系统，企业能够有效减少废气对环境的影响，并推动整个行业向更加环保的方向发展。未来，随着环保意识逐渐提高和废气防治技术不断进步，汽车制造业在实现可持续发展的同时，将为社会创造更加清洁的生产环境，为实现国家绿色低碳目标贡献一份绵薄之力。

参考文献

- [1] 潘晓铭,张京川,李建学,等.汽车涂装生产线能耗的研究分析及节能优化[J].涂层与防护, 2024, 45(1):39-44.
- [2] 李瑞芃,和慧,邵蕊,等.青岛市工业源VOCs治理技术应用及环境治理成本分析[J].环境保护科学, 2023, 49(1):110-116.
- [3] 唐行龙,王建刚,朱贵澎.干法纺聚酯亚胺纤维生产中的废气处理技术探究[J].江苏纺织, 2022(002):041.
- [4] 杨勇,邹富扬.点燃式发动机燃油汽油与甲醇的性能对比研究[J].装备制造技术, 2024(5):58-61.
- [5] 陈雁.“注塑类汽车零部件生产企业的典型废气污染及治理对策”.环境保护与循环经济 43.4(2023):33-36.