

汽车涂装废气处理技术及应用分析

忻雪静 刘思佳 华泓达 (浙江仁欣环科院有限责任公司, 浙江 宁波 315171)

摘要: 随着我国社会经济的持续发展, 精神文明建设需求逐渐明确, 而环境保护是重中之重。在环境保护过程中, 大气的保护是重点, 直接关系到人民群众的身体健康。在汽车制造过程中, 涂装过程会产生大量废气, 处理不当会对车间周边大气环境带来严重污染。本文注重介绍汽车涂装车间污染性废气的来源及其特点, 讲述汽车涂装废气的处理技术和处理设备的使用功效, 由此展开简要论述以供参考。

关键词: 汽车涂装废气; 处理技术; 应用分析

自我国大气污染物引发公众关注以来, 雾霾和PM2.5的治理一直是环保工作的重要内容。我国大气重要污染源的排放量仍然较为巨大, 且仍处于上涨期, 空气污染势头尚未得到有效控制。我国对于大气污染的治理力度空前巨大, 对空气污染行为采取严厉的措施, 着重加大空气治理力度。有关数据研究表明, 我国大气污染主要是由工业生产和汽车排放造成, 而汽车制造业则是重要污染源之一。为了加强对大气污染源的治理力度, 全国各地纷纷出台政策措施控制污染排放, 对大气重要污染源做出了严格的排放标准, 例如浙江, 于2018年11月出台《工业涂装工序大气污染物排放标准》, 要求汽车制造业非甲烷总烃不得大于 $30\text{mg}/\text{m}^3$, 颗粒物不得大于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。按照这一标准, 结合汽车涂装作业流程和涂料因素分析, 部分制造工艺仍需完善, 以使废气排放达到相关标准。

1 汽车涂装废气的来源及其特点

根据汽车涂装工艺流程, 汽车涂装废气主要来源于汽车喷漆过程中产生的废气、汽车漆面烘干过程中产生的废气, 在喷漆过程中, 废气来源主要是喷漆室、留平室和调漆室等。

1.1 喷漆废气

汽车喷漆废气主要是在车漆喷洒过程中产生的具有挥发性的有机物, 主要含有醇醚和芳香烃等有害成分、二甲苯和甲苯等有机溶剂。此外, 喷漆室排风中还会含有约占喷漆总量1%的未处理漆雾等有害颗粒物。相关法律对于汽车喷涂作业现场也有相当严格的标准。通常, 机器人操作车间的喷涂垂直风速需设定为 $0.3\text{m}/\text{s}$, 人工车间则为 $0.5\text{m}/\text{s}$, 这就造成喷涂车间的排风量的体量。例如, 在一条年产汽车24万辆的生产线, 涂装环节排风总量可达上百万立方米每小时。正常情况下, 涂装排气中的有机物浓度不高, 每立方米小于 100mg 。随着空调循环风技术和涂装工艺的提升, 涂装排风过程进一步优化, 自动化喷涂应用越来越广泛, 喷漆室的排风可以有效回收利用, 外排废气量大为减少, 但废气中有害物质浓度更高。

1.2 流平废气

汽车车身喷涂车漆后会进入到流平室进行约7min的流平处理, 而湿膜流平中会有污染物质产生, 为防止

室内有机溶剂过于聚集而产生爆炸风险, 需使用送排风系统更新流平室内的气体环境。流平过程产生的废气与喷漆废气相当, 虽不含颗粒物质, 但浓度更大。由于传统工艺中的排放量有较大差距, 流平废气浓度常常达到喷涂废气的两倍。流平废气与喷涂废气集中后再进行处理。此外, 调漆室也会有类似废气产生。

1.3 烘干废气

烘干作业的废气具有量大、浓度高、成分复杂的特点, 主要是因为高温烘烤会产生大量有害污染气体, 对于烘干环节的废气处理尤为关键。除了二甲苯、甲苯和非甲烷总烃之外, 烘干室还会有PVC胶和热分解反应生成物质。另外, 烘干作业过程中还会产生甲乙酮肟这种恶臭物质, 为满足排放标准, 避免恶臭物质扰民, 烘干废气必须彻底处理。汽车生产线产生的烘干废气量和废气浓度都远超排放标准, 必须经过处理才能达到排放标准。

2 汽车涂装废气处理技术及应用要点

对于汽车涂装废气排放问题的处理方案, 主要由降低排放量和废气净化治理两个方面的处理方式。

2.1 降低排放量

2.1.1 环保涂料的使用

所谓环保涂料的使用, 即使避免使用或少用含有有机溶剂的涂料, 而是使用如水性涂料、粉末涂料和光固化涂料等。其中, 粉末涂料的使用, 基本上可以实现废气零排放, 如江淮汽车等部分车漆已经采用车厢喷涂。采用粉末涂料不仅可以减少废气排放, 还可以降低企业的废气处理成本, 降低企业运营成本。此外, 随着国家对于环保的重视, 水性涂料已经在新建生产线中强制采用。水性漆的溶剂含量不到三成, 远低于传统采用的溶剂型涂料。水性漆的使用, 能最大程度上减少有害气体的产生。

2.1.2 涂料使用效率的提高

汽车涂装多采用喷雾的形式, 这也是废气中颗粒状物质的主要来源, 提高涂料的使用效率, 能极大减少喷涂废气中的颗粒物质, 从而有效降低喷涂废气的处理困难程度。常见的喷涂方式中, 空气喷枪的涂料利用率约为25%, 而静电空气喷枪和静电旋转离心喷枪的利用率介于60~94%之间。此外, 机器人喷涂也是涂料利用率

提升的重要手段。当前,国内喷涂智能化程度高涂料利用效率显著提高。

2.1.3 排风技术革新

由于喷涂系统占据汽车涂装环节约 48% 的能耗量,如何降低喷漆能耗,是汽车涂装减排的关键。近年来,部分车企纷纷采用空调循环风技术,有效降低汽车喷涂环节的能耗。喷漆室全自动循环风可分为干式和湿式再循环。含湿量较低的废气,经过滤即可循环利用的,或经干式漆雾捕捉装置处理的排风,洁净度能够达到循环利用标准,统称干式再循环;经水洗式漆雾捕捉器处理的排风湿度大,需经过除湿调温处理,故成为湿式再循环。采用这一技术,喷漆室可减少 60% 的风量,有效降低排放。

2.2 废气处理

对于涂装废气的处理,主要由两种方法:第一种是活性炭吸附加催化燃烧法,第二种是沸石浓缩转轮吸附加高温燃烧法。第一种适合每小时不大于 10 万 m^3 排放量的小型生产线,第二种适合每小时大于 10 万 m^3 废气排放量的大型生产线。

2.2.1 碳吸附处理

活性炭吸附处理是常用手段,具有成本低、吸附性能优异的特点。通过吸附有机溶剂,再进行热空气脱附处理,能有效解析被吸附的气体。相较于分子筛的高成本,在处理有机溶剂的场景中,该方法实用性较广。活性炭吸附常须结合催化燃烧的处理工艺,二者相辅相成。这种方法常采用数个活性炭吸附箱可交替式连续使用。

2.2.2 沸石吸附处理

在汽车喷漆作业场景中产生的废气具有体量大、浓度低的特点,因而多使用沸石转轮吸附浓缩加上高温焚烧的处理方法,以使其达到排放标准。经引风机作用处理,待处理有机混合废气经过滤装置起初粉尘杂质,再进入到沸石转轮吸附装置进行净化处理,有机废物被截留,清洁气体排出。截留吸附的高浓度废气进入焚烧炉进行焚烧洁净处理,整个洁净过程具有安全可靠、无二次污染的优点。

3 废气处理装置选择及运行维护

3.1 烘干室废气处理装置

烘干室废气处理装置同时也属于烘干室的加热设备,主要成本是设备采购投入,此外,主要投入则是设备日常运行过程中消耗的能源费用,如电力和燃气费等,无需其他方面的投入。

3.2 碳吸附处理装置

活性炭吸附装置中易耗品的使用寿命较短,需要定期更换设备总的活性炭和燃烧催化剂以及过滤装置。在日常使用过程中,活性炭使用量较大,而催化剂的成本较高,这就导致了该环节的设备维护成本较高,日常投入较大。

3.3 沸石吸附处理装置

我们以单条生产线每小时产生废气量为 11.4 万 m^3 、

废气浓度为 430 mg/m^3 、有害污染物质处理效率不低于 96% 为案例,分析该装置的经济效益。

3.3.1 设备装机能量

该装置的设备主要电力设备有转轮主风机、转轮脱附风机、RTO 主风机、RTO 助燃风机、回用风机、转轮电机、燃风炉助燃风机等,装机容量 380V, 50Hz, 合计 167.8 kW ;压缩空气阀门和需使用天然气的热风炉燃烧器和 RTO 燃烧器等,合计要求为 122 m^3 。

3.3.2 设备运行功耗

其中设备启动能耗:RTO 在一周内分为冷启动和带热冷启动两种形式。周一的冷启动时间约为 3h,消耗电力、压缩空气和天然气的总量约为电 62.4 kW 压缩空气 12 m^3/h 天然气 132 m^3/h ;周二至周五的带热冷启动时间约为 1h,消耗电力、压缩空气和天然气的总量约为电 31.2 kW 压缩空气 6 m^3/h 天然气 662 m^3/h 。而在设备正常运行过程中,其消耗电力、压缩空气和天然气的总量约为电 121.5 kW 压缩空气 4 m^3/h 天然气 44 m^3/h 。该数据为理论数据,具体功耗需以实际运行环境具体计算。

3.3.3 设备维护成本

设备维护主要成本在于易耗品的消耗与更换,包括 RTO 的蓄热陶瓷,整体的润滑油,风机的风机皮带、减震垫等,过滤器的初效过滤棉 G4、中效过滤棉 F7、中效过滤棉 F9,燃烧器点火棒和 UV 探测器,沸石转轮的外周密封材料、V 区密封材料、链条、转轮轴承,电控设备中的仪表和低压电器等,均需要依据经过专业评估后进行定期的更换。设备维护成本主要是上述易耗品的更换维护支出。

综上所述,随着我国社会经济的持续快速发展,人民群众的收入水平越来越高,对汽车的需求量越来越大,这也极大促进了汽车行业的发展,当前,汽车行业已经成长为我国的支柱产业。然而,人们对美好生活的向往也是空前高涨,对环境的要求必然越来越高,作为支柱产业的行业必须积极响应国家的环保号召,结合自身生产实际,采取积极实效的技术措施,深入开展废气治理,加强对于厂区汽车涂装废气污染源的有效治理,使得涂装车间排放气体达到国家环保标准,切实维护厂区和周边居民的生产生活安全,坚决杜绝空气污染情况的无序蔓延。

参考文献:

- [1] 代可,李保亮,陈一.汽车涂装车间 VOCs 废气治理形势与技术运用[J].电镀与涂饰,2019,38(22):46-51.
- [2] 张新恒.汽车涂装废气处理技术的应用分析[J].涂层与防护,2019,40(03):5-6.
- [3] 何齐涌.汽车涂装废气处理技术的应用分析[J].汽车世界,2019(18):40-40.
- [4] 杨建锁,马力,孟凡敬.汽车涂装喷漆废气处理技术探讨及应用[J].装备制造技术,2015(05):230-232.
- [5] 华烨.汽车涂装喷漆废气处理技术探讨及应用[J].大陆桥视野,2017(18):136.