

涂装有机废液减量化治理探讨

王琦¹, 高鹏飞¹, 邢潇²

(1.北京硕泰汇丰科技有限公司,北京 100070; 2.北京奔驰汽车有限公司,北京 100176)

摘要: 主要介绍了涂装喷漆工艺过程有机废液的产生原因和危害,分析了现有处理方法的局限性,并探讨了源头控制策略、过程优化技术和末端治理技术等减量化治理措施。通过优化喷漆工艺、循环利用有机废液、净化处理流程控制等手段,可以有效减少有机废液的产生和排放。强调了环保指标、经济指标和社会指标在减量化治理效果评估中的重要性,并分析了当前存在的问题和挑战,提出了技术改进措施和管理层面的优化建议。最后,展望了未来研究方向,建议深入探究喷漆有机废液的组成与特性,拓展减量化治理措施的应用范围,并加强政策引导和监管力度。

关键词: 喷漆废水; 有机废液; 汽车涂装; 危废减量

中图分类号:TQ639 文献标志码:A 文章编号:1007-9548(2025)04-0053-04

Discussion on Reduction and Treatment of Organic Waste Liquid in Painting

WANG Qi¹, GAO Peng-fei¹, XING Xiao²

(1.Beijing Suretechn Co., Ltd., Beijing 100070, China; 2.Beijing Benz Automobile Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: This paper mainly introduces the spray painting process and the cause and harm of organic waste liquid. The limitations of the existing treatment methods are analyzed, and the reducing treatment measures such as source control strategy, process optimization technology and end treatment technology are discussed. The generation and discharge of organic waste liquid can be effectively reduced by optimizing the spray painting process, recycling organic waste liquid, purification treatment and process control. The importance of environmental indicators, economic indicators and social indicators in the evaluation of the effect of reduction governance is emphasized, and the existing problems and challenges are analyzed, and the technical improvement measures and management optimization suggestions are put forward. Finally, the paper looks forward to the future research direction, suggests in-depth exploration of the composition and characteristics of spray paint organic waste liquid, expand the application range of reduction management measures, and strengthen policy guidance and supervision.

Key words: spray paint effluent; organic waste solutions; automotive painting processes; hazardous waste reduction

0 引言

涂装工艺是一种常用的表面处理技术,广泛应用于汽车、家具、建筑等多个领域,旨在提升产品外观质量、增加耐久性和防护性能。然而,涂装工艺在带来美

丽和耐用的同时,也产生了大量的有机废液,对环境造成了严重的影响。废水废液中含有大量乳化油、表面活性剂、颜料、填料等有机成分,以及重金属离子等有害物质^[1],使得其处理过程变得极为复杂和困难。有机物和杂质的种类繁多且相互之间存在复杂的化学反应,导致处理过程中难以精确控制。废液中的有机物往往具有难以降解的特性,使得处理难度进一步增加。因此,如何有效地处理这些废液,成为了一个亟待解决的问题^[2]。

收稿日期:2024-12-13

作者简介:王琦(1982—),男,硕士,高级工程师,主要从事工业废水废液处理技术及水处理功能性药剂的开发与应用工作。

E-mail:wangqi2050@126.com。

1 涂装有机废液产生及处理现状

1.1 有机废液产生原因及危害

随着环保法规的不断加强,对高浓度有机废液的排放标准和处理要求也越来越高。企业需要投入更多的资金和技术来满足这些要求,否则将面临严厉的处罚和声誉损失。这使得企业在追求经济效益的同时,也不得不重视环保问题,加大了企业的经营压力。由于处理难度大,涂装有机废液的处理成本也相对较高。企业需要投入大量的资金和资源来建设废液处理设施,并购买先进的处理设备和技术。这不仅增加了企业的经济负担,而且可能影响企业的盈利能力和市场竞争力^[1]。因此,降低废液处理成本,提高处理效率,也是企业重点关注的问题。

1.2 国内外研究现状及趋势

国内外学者对于涂装有机废液减量化治理的研究已经取得了显著进展,各国政府和企业也在积极推动相关技术的研发和应用。主要处理方法有生物法、高级氧化法^[4-5]、溶剂萃取法^[6]和焚烧法^[7]等。然而,由于涂装工艺的复杂性和废液成分的多样性,尤其是喷漆有机废液减量化治理仍然面临着诸多挑战。涂装工艺废液的处理和环保法规的遵循是当前面临的主要问题和挑战。

随着环保法规的日益严格和公众环保意识的提高,各级政府和企业纷纷加大投入,研究探索有效的涂装有机废液减量化治理方法和技术。目前,国内的研究主要集中在废液处理技术的研发、废液减量化技术的改进以及废液的综合利用等方面。然而,由于喷漆工艺的复杂性和废液成分的多样性,国内外在喷漆有机废液减量化治理方面仍存在诸多问题和挑战。例如,废液处理技术的稳定性和可靠性有待提高,废液减量化技术的适用范围和效果有限,废液的综合利用水平较低等。因此,需要进一步加强研究,探索更加有效的有机废液减量化治理技术。

涂装有机废液减量化治理的研究将更加注重环保和可持续发展。国内外的研究将更加注重源头控制和过程管理,通过改进工艺和技术创新,减少废液的产生和排放。同时,综合利用废液资源,实现资源的循环利用,也将成为研究的重要方向。这将有助于推动喷漆有机废液减量化治理技术的进步和应用,为环境保护和可持续发展做出更大的贡献。

1.3 现有处理方法及其局限性

目前,针对涂装有机废液的处理方法主要包括物理方法、化学方法和生物方法三大类。

物理方法,如吸附、萃取、电化学法^[8]等,虽然操作相对简单,但处理效率并不高,且成本相对较高。这些方法通常需要大量的吸附剂或萃取剂,且处理后的废

液仍需进一步处理,才能实现真正的减量化。物理方法对于某些特定类型的有机废液处理效果不佳,无法完全去除其中的有害物质。

化学方法,如氧化、还原等,虽然处理效果较好,但往往有产生二次污染的风险。这些方法在处理过程中可能会产生新的有毒有害物质,甚至可能对环境造成更大的危害。同时,化学方法的操作复杂,需要严格控制反应条件,否则可能会影响处理效果。

生物方法则利用微生物的降解作用来处理有机废液,其环保性较好,但处理周期较长,成本也相对较高。微生物的活性受到多种因素的影响,如温度、pH、物料毒性、营养物质等,一旦这些因素发生变化,就可能导致微生物死亡或失去活性,从而影响处理效果。

现有处理方法均存在一定的局限性,难以满足日益增长的涂装有机废液减量化治理的需求。因此,我们需要不断探索新的、更有效的处理方法,以应对日益严峻的环保挑战。

2 减量化治理技术与实践

2.1 源头控制策略

原料选择是源头控制策略的基础。在材料的选择上,应优先考虑环保性能,选择那些含有较少有机成分、挥发性较低的涂装材料。这样,在喷漆过程中,就能有效减少有机废液的生成,从而降低对环境的污染。同时,还应注重原料的再利用和回收,通过循环利用,进一步提高资源的利用效率,降低生产成本。

工艺改进是源头控制策略的关键。通过优化涂装工艺,可以显著减少涂装过程中的有机废气、废液的产生。例如,可以采用先进的喷漆技术,如静电喷涂、粉末喷涂等,这些技术不仅能够提高喷漆效率,还能有效降低有机废液的排放。还可以通过调整喷漆的参数,如喷涂压力、喷涂距离等,来减少有机废液的产生。这不仅降低了生产成本,而且提高了产品的质量和环保性能。

源头收集是源头控制策略的补充。即使在原料选择和工艺改进方面做得再好,仍然会有少量的有机废液产生。因此,在源头设置收集装置,将产生的高浓度有机废液进行有效收集,是防止污染扩散的重要措施。通过管道将有机废液引入收集系统,然后进行统一处理。这样,不仅能够减少高浓度有机废液的排放,还能将其转化为有价值的资源,实现资源的再利用。

2.2 末端治理技术

吸附法是一种常用的净化处理方法。吸附剂的选择至关重要,它需要具有高效的吸附能力和良好的稳定性。在涂装有机废液中,吸附剂可以有效地吸附其中的有害物质,从而实现净化处理。吸附法还具有操作简便、成本低廉等优点,因此在有机废液处理中得到广泛

应用。然而,吸附法也存在一些限制,如吸附剂易饱和、难以处理高浓度废液等,因此需要在实际应用中结合其他方法进行处理。

燃烧法是一种通过高温燃烧将有机物转化为无害气体的方法。在涂装有机废液处理中,燃烧法可以有效地去除废液中的有害物质,并产生可排放的废气。然而,燃烧法也存在一些挑战,如燃烧过程中可能产生二次污染、能耗高等问题。因此,在实际应用中,需要严格控制燃烧条件,确保废气排放符合环保标准。

生物法是一种利用微生物降解有机物的环保处理方法。在喷漆有机废液处理中,生物法可以通过微生物的降解作用,将废液中的有害物质转化为无害物质,实现无害化处理。生物法具有环保、低成本、可持续等优点,是未来喷漆有机废液处理的重要发展方向。然而,生物法也存在一些限制,如微生物对环境条件要求较高、处理时间较长等,因此需要在实际应用中与其他方法结合使用,以达到更好的处理效果。

亲水有机物废液含油类、重金属、有机物等污染物^[9]。来自电泳工序的电泳废液,包含水溶性树脂、颜料、填料、助溶剂(酯、酮、酸等),COD值可达几千甚至上万^[10]。从废液减量的角度来说,可根据实际情况将多种方式结合在一起使用。如先用物化分离,将可凝聚的污染成分通过物理方式分离出来,然后用吸附法进一步降低废液中的有机质,然后用膜过滤的方式进行浓

缩,膜的净化产水回用于生产,而浓缩液和吸附剂采用燃烧法进行碳化无害处理。如此一来,不仅做到了废液的减量处理,还回用了液相水,算是较为彻底的减量化处理。

2.3 实践案例分析

在汽车制造行业,减少涂装有机废液的生成和排放是至关重要的环保目标。如北京某汽车制造企业,在面临严格的环保要求和日益增长的环保成本压力下,通过改进喷漆工艺和安装收集装置,成功减少了有机废液的生成和排放。该企业引入了先进的环保理念,将喷漆工序进行了升级改造,采用了标准化密闭负压收集系统。这一系统可以高效地收集和处理喷漆过程中产生的有机废液,避免了废液的直接排放。同时,该企业还加强了员工培训,提高了员工的环保意识,确保了环保措施的有效实施。

对所收集的有机废液治理,采用了混凝气浮、活性炭吸附、纳滤膜浓缩过滤、燃烧碳化组合工艺,大大降低了危险废液的转移量。在环保科技公司的支持下,又将循环利用技术应用于该主机厂的有机废液处理。该公司通过自主研发的技术,将喷漆过程中产生的水性溶剂进行回收、处理,实现了资源化和减量化。处理后的净化水不仅可以作为洗剂再次利用,还可以减少新废液的产生,从而降低了企业的环保成本,其工艺流程见图1。

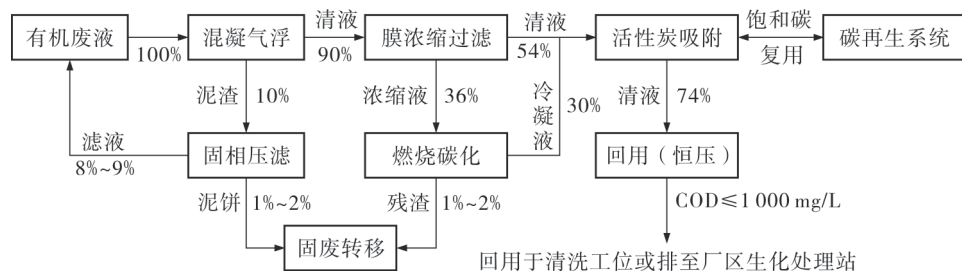


图1 涂装有机废液减量化治理工艺流程

本案例很好地利用了废液中的有机质,燃值高总量又不算大,设计采用小型碳化炉,进行燃烧碳化,综合处理成本低于分离提纯。具体实践中同时采用了成熟度很高的膜浓缩装置和活性炭吸附装置,将液相水析出回用于清洗工位。废液首先在混凝气浮阶段完成乳化液破乳、络合态重金属解络形成不溶盐等过程,经固液分离后,污泥委外处置,清液则进入膜浓缩单元和活性炭吸附单元。经膜系统浓缩后的浓缩液进入燃烧炉碳化处理,得以彻底消除。无论是膜系统的产水,还是碳化系统的冷凝水,所残留的有机成分均已是小分子物质,可生化性较好,总水量不及厂区污水生化处

理站的2%,故在车间无回用需求时,这些COD含量1000 mg/L左右的净化水也可以排至厂区污水生化处理站。

3 减量化治理效果评估

3.1 评估指标体系构建

在评估涂装有机废液减量化治理效果时,需从多个维度构建评估指标体系,以确保评估的全面性和准确性。环保指标是衡量治理效果的首要标准,包括有机污染物去除率、COD降解率、BOD提升率等。有机污染物去除率反映了治理技术对废液中有机成分的去能力,是评价治理效果的重要参数。COD降解率则体现

了治理过程中化学需氧量的减少情况,反映了治理技术的降解效能。BOD 提升率则代表了治理后废液中生物可降解物质的增加程度,是衡量治理技术生物安全性的重要指标。经济指标是评估治理过程经济性的重要依据,包括治理成本、能源消耗、材料消耗等。治理成本需综合考虑设备投资、运行费用、维护费用等因素,以确保治理方案的可行性。能源消耗和材料消耗则反映了治理技术的资源利用效率,是衡量其可持续性的重要指标。社会指标则关注治理活动对社会的影响,包括公众满意度、政策符合度等。政策符合度则体现了治理技术与国家环保政策的契合程度,是确保治理效果的重要前提。

3.2 数据采集与分析方法

3.2.1 数据采集:多维度、全面性的信息收集

数据采集是治理工作的基础,其质量和准确性直接影响到后续分析的有效性和准确性。为了确保数据的真实性和准确性,我们采用了多种采集方式。通过现场监测,可以实时获取喷漆过程中产生的有机废液数量、浓度等关键数据,这些数据能够直接反映治理措施的实施效果。实验室分析也是不可或缺的一环,通过对采集的样品进行详细的化学分析,可以进一步了解废液的成分、性质以及潜在的危害,为治理方案的制定提供更为全面的信息。我们还通过问卷调查的方式,收集企业员工对治理工作的意见和建议,以及他们对治理效果的感知,从而确保治理工作的全面性和人性化。

3.2.2 分析方法:定量与定性相结合,深度挖掘数据价值

在数据分析方面,我们采用了定量和定性相结合的方法。定量分析主要是通过统计和计算,对收集到的数据进行整理和处理,得出具有说服力的数据和结论。例如,通过对比分析治理前后的废液排放量,可以直观地评估治理效果。而定性分析则更注重对数据的解释和解读,通过深入挖掘数据背后的原因和规律,为治理工作提供更为深入和全面的指导。例如,通过对问卷调查结果的梳理和分析,我们可以了解员工对治理工作的态度和看法,以及他们在实践中遇到的问题和困难,从而及时调整和优化治理方案。

通过数据采集与分析方法的有机结合,我们能够更加科学地评估涂装有机废液减量化治理的效果,为后续的决策和优化提供有力的支持。同时,也能够不断提高治理工作的科学性和有效性,推动涂装尤其是喷漆行业的可持续发展。

4 对未来研究的建议和展望

在未来的研究中,针对涂装有机废液的治理与资源化利用,提出以下两个方面的建议和展望。

4.1 深入探究涂装有机废液的组成与特性

在涂装工艺中,有机废液的组成和特性决定了其治理的难易程度。因此,深入探究涂装有机废液的组成和特性至关重要。建议未来的研究进一步分析涂装尤其是喷漆有机废液中的化学成分,包括有机溶剂、树脂、颜料等,以及它们的含量和性质。这将有助于我们更好地了解涂装有机废液的污染机制和治理难点,为后续治理提供科学依据。同时,也需要研究涂装有机废液在不同环境下的变化规律,如温度、湿度、光照等因素对其影响,以便在实际应用中制定更为有效的治理策略。

4.2 拓展减量化治理措施的应用范围

当前,虽然已有一些针对涂装尤其是喷漆有机废液的减量化治理措施,但其应用范围仍然有限。未来,需要进一步扩大这些措施的应用范围,涵盖更多类型的涂装行业和工艺。例如,可以推广使用低挥发性有机溶剂、水性涂料等环保型喷漆材料,减少有机废液的产生。同时,也可以研发更加高效的喷漆工艺和设备,提高喷漆效率,降低废液排放。还可以探索将涂装有机废液进行资源化利用,如回收再利用、生产其他化学品等,实现废物减量化和资源化利用的双重目标。

5 结语

在涂装有机废液减量化治理实践中,聚焦于技术改进、工艺优化以及设备升级等关键环节,以实现源头减排和高效处理为目标。

在工艺优化方面,研究发现,通过优化喷漆工艺参数,如调整喷涂速度、喷涂距离和喷涂厚度等,可以显著减少有机废液的产生。采用环保材料替代传统材料,也是减少有机废液排放的重要途径。环保材料具有低挥发性、低毒性、高固体含量等特点,能够在保证产品质量的同时,大幅降低有机废液的生成量。这些优化措施不仅提高了产品的环保性能,还降低了生产成本,实现了经济效益和环境效益的双赢。

在设备升级方面,研究注重提高设备效率和加强设备维护。通过改进喷漆设备,如优化喷漆室排风模式和收集系统,可以确保喷漆过程中的有机废液得到有效处理。通过吸附、浓缩、碳化等组合工艺,有效净化了废液中的污染成分,降低了危废产生量和转移量,大幅节约了企业的危废处置费用。同时,加强设备维护和管理,确保设备的稳定运行和长寿命,也是减少有机废液排放的重要措施。这些措施的实施,不仅提高了生产效率,还为环保事业做出了积极贡献。

参考文献:

[1] 金辉.酸洗磷化废水的处理及污泥的减(下转第 60 页)