

Causes and preventive measures of defects in cathodic electrophoretic coating (KTL)

Senbiao Lian Zepeng Wang

Zhejiang Wanxiang Marelli shock absorber Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract

Cathode electrophoretic coating (KTL), as an efficient and environmentally friendly coating method, is widely used in automotive, home appliances, construction and other industries. In order to investigate the possible defects in the process of cathodic electrophoretic coating (KTL), and put forward effective preventive measures. Based on the detailed analysis of KTL coating process and field practice, this paper identifies the causes of defects and summarizes the strategies to prevent defects. It is found that the defects of KTL coating are mainly due to improper process parameters, equipment failure, material quality and improper operation. Effective preventive measures such as optimizing process parameters, strengthening equipment maintenance, improving material quality control and standardizing operation procedures can effectively reduce the incidence of defects in KTL coating process, improve coating quality and performance, and provide technical support for related industries.

Keywords

cathode electrophoretic coating (KTL); Causes of defects; preventive measure

阴极电泳涂装 (KTL) 过程中缺陷产生原因及预防措施

练森标 王泽鹏

浙江万向马瑞利减震器有限公司, 中国·浙江 杭州 311200

摘要

阴极电泳涂装 (KTL) 作为一种高效、环保的涂装方法, 被广泛应用于汽车、家电、建筑等行业。为深入探究阴极电泳涂装 (KTL) 过程中可能出现的缺陷, 并提出有效的预防措施。本文通过对KTL涂装工艺的详细分析, 结合现场实践, 识别缺陷产生的原因, 并总结出预防缺陷的策略。研究发现, KTL涂装缺陷主要源于工艺参数不当、设备故障、材料质量及操作不当等因素。通过优化工艺参数、加强设备维护、提高材料质量控制和规范操作程序等有效的预防措施, 可以有效降低KTL涂装过程中的缺陷发生率, 提升涂装质量和性能, 为相关行业提供技术支持。

关键词

阴极电泳涂装 (KTL); 缺陷产生原因; 预防措施

1 引言

随着工业技术的不断发展, 涂装工艺在制造业中扮演着越来越重要的角色。阴极电泳涂装 (KTL) 作为一种常用的涂装方法, 在实际生产过程中, 阴极电泳涂装过程中常出现各种缺陷, 如涂膜厚度不均、表面粗糙、针孔等, 这些缺陷严重影响了涂装产品的质量和性能。因此, 研究阴极电泳涂装过程中的缺陷产生原因及预防措施具有重要的现实意义。本文针对阴极电泳涂装过程中可能出现的缺陷, 提出了相应的预防措施, 以减少缺陷的产生, 提高阴极电泳涂装的质量和性能。

2 阴极电泳涂装 (KTL) 过程中常见的缺陷类型

2.1 颗粒、缩孔等表面缺陷

在漆膜表面出现肉眼可见的小颗粒, 分布不均, 影响涂层的整体美观和质感。漆膜表面出现凹陷或空洞, 形状不规则, 是小圆孔、长条孔或网状孔, 严重时形成“猪皮”状。漆膜表面出现细小的孔洞, 孔径较小, 分布密集, 类似针眼, 影响涂层的整体外观^[1]。漆膜表面出现颜色不均、纹理不规则的斑痕, 主要是由于涂料颜色、光泽度不一致导致的。漆膜表面局部区域无涂层, 露出底材, 影响涂层的保护和装饰效果。

2.2 膜厚不均匀

涂层厚度在工件表面不同位置存在较大差异, 是由于电泳过程中电流分布不均导致的。涂层厚度在工件表面不同位置存在明显差异, 是由于电泳过程中涂层沉积速度不均匀

【作者简介】练森标 (1990-), 男, 中国江西吉安人, 硕士, 工程师, 从事减震器制造工艺开发研究。

导致的。涂层边缘区域厚度明显大于中心区域，是由于电泳过程中边缘电流密度较高导致的。涂层内部出现空洞，影响涂层的整体强度和耐腐蚀性能。

2.3 电泳漆膜附着力差

电泳漆膜附着力差主要体现在漆膜容易剥落、漆膜起泡、漆膜起皱，漆膜开裂等方面。例如，在工件表面涂装后，漆膜在轻微外力作用下就会剥落，导致底材暴露。漆膜与底材之间产生气泡，导致漆膜局部或整体脱离底材。漆膜表面出现皱纹，影响外观质量。漆膜表面出现裂纹，降低漆膜强度和耐腐蚀性。

2.4 泳透力不足

工件内表面漆膜厚度较薄，导致涂装效果不，泳透力不足。工件表面涂装后，漆膜厚度分布不均匀，影响外观和性能。在涂装过程中，由于泳透力不足，导致某些区域漆膜未能均匀涂覆，形成漏涂现象。工件边缘涂装时，由于泳透力不足，导致漆膜边缘模糊不清。

3 阴极电泳涂装 (KTL) 过程中缺陷产生的原因

3.1 前处理不当

前处理不当主要包括除油不彻底、磷化膜质量不佳两个方面。在电泳涂装前，金属表面需要彻底除油，因为油污会阻碍涂层与基材之间的结合力。若除油不彻底，油污会残留在工件表面，形成所谓的“油污夹层”，导致涂层无法与基材紧密贴合。这不仅影响涂层的附着力，还可能引起涂层剥落、腐蚀等问题。磷化处理是电泳涂装前的重要步骤，其目的是在金属表面形成一层均匀的磷化膜，以增强涂层与基材的结合力，提高涂层的耐腐蚀性能^[2]。磷化膜厚度不均匀会导致涂层在工件表面的分布不均，影响涂层的性能。孔隙率过高的磷化膜会导致涂层与基材之间的结合力降低，从而引发涂层剥落、腐蚀等问题。磷化膜质量不稳定会导致涂层性能波动，影响涂装效果。

3.2 电泳槽液参数不稳定

电泳槽液参数不稳定主要是因为固体份含量异常、pH值波动及电导率变化等因素。固体份含量过高或过低都会对涂装效果产生不良影响。过高可能导致涂料在工件表面堆积，形成厚薄不均的涂层；过低则可能导致涂层附着力不足，甚至出现脱落现象。固体份含量异常会影响涂层的均匀性、附着力、耐腐蚀性等性能，从而降低涂装质量。pH值波动可能是由于槽液中的酸碱物质比例失衡，或者是由于槽液中的杂质（如金属离子）与酸碱物质发生反应。pH值波动会影响涂料的电泳性能，导致涂膜厚度不均、表面缺陷（如针孔、气泡等）以及涂层性能下降。电导率变化可能是由于槽液中离子的浓度变化，或者是由于槽液中的杂质（如盐分、金属离子等）引起的。电导率变化会影响涂料的电泳速度和涂膜厚度，导致涂层质量不稳定，甚至出现涂层缺陷。

3.3 涂装工艺参数不合理

涂装工艺参数不合理主要体现在电压过高或过低、电泳时间不当、温度控制不准确等三个方面。当电压过高时，电泳过程中的电流密度会增大，导致涂膜过厚，甚至可能引起烧焦、起泡、皱皮等缺陷。此外，过高的电压还会缩短电泳槽的使用寿命。电压过低会导致电流密度减小，涂膜厚度不足，影响涂层的附着力，甚至无法形成完整的涂膜。电泳时间过长会导致涂膜过厚，容易产生皱皮、起泡等缺陷，同时也会增加能耗。电泳时间过短会导致涂膜厚度不足，影响涂层的耐腐蚀性和附着力。温度过高会导致涂膜干燥过快，容易产生缩孔、针孔等缺陷，同时也会影响涂层的耐候性。温度过低会导致涂膜干燥过慢，影响涂层的流平和光泽度，甚至导致涂膜粉化。

3.4 设备故障及维护不当

设备故障及维护不当会导致阳极系统问题、超滤系统故障及烘干设备异常。阳极材料选择不当或运行过程中未及时更换，导致阳极表面腐蚀，影响电泳液性能，从而产生涂装缺陷。电极间隙过大，导致电流分布不均，影响涂装效果，产生涂装缺陷。阳极连接线松动，造成电流不稳定，导致涂装质量下降。超滤膜长期运行，内部污染积累，导致过滤效果下降，电泳液中的杂质含量增加，影响涂装质量。超滤泵运行不稳定，导致过滤效果下降，电泳液循环不畅，影响涂装质量^[3]。烘干温度过高或过低，导致涂膜固化不良，产生涂装缺陷。烘干时间不符合要求，导致涂膜固化不完全或过度固化，产生涂装缺陷。烘干设备通风不良，导致涂膜表面出现皱褶、气泡等缺陷。

4 阴极电泳涂装 (KTL) 过程中缺陷的预防措施

4.1 优化前处理工艺

应使用高效除油剂，确保在涂装前彻底清除工件表面的油污。优化除油工艺参数，如温度、时间、除油剂浓度等，以实现最佳的除油效果。定期更换除油剂，防止除油剂性能下降，影响除油效果。选择合适的磷化剂，确保磷化膜具有良好的附着力、耐腐蚀性和均匀性^[4]。优化磷化工艺参数，如温度、时间、磷化剂浓度等，以获得高质量的磷化膜。加强磷化过程中的搅拌和循环，确保工件表面均匀磷化。定期检查磷化膜质量，对不合格的工件进行返工处理。

4.2 稳定电泳槽液参数

固体份含量是电泳涂装过程中非常重要的参数，直接影响涂层的质量和涂装效果。因此，应定期检测电泳槽液的固体份含量，并根据生产要求进行相应的调整。一般而言，固体份含量应保持在规定范围内，以确保涂层均匀、牢固。pH值和电导率是电泳涂装过程中的关键参数，对涂层的成膜性能和电泳过程稳定性具有很大影响。因此，应严格控制pH值和电导率在合适范围内，以确保涂装质量。电泳涂装

过程中, pH 值应保持在 4.5-6.5 之间。过高或过低的 pH 值会导致涂层质量下降, 甚至引发电泳液分解等问题。当 pH 值偏离规定范围时, 应及时添加酸或碱进行调整。电导率是衡量电泳液导电性能的指标, 一般应控制在 50-100 μ S/cm 范围内。过高或过低的电导率都会影响涂层的质量。当电导率偏离规定范围时, 应及时添加电导率调节剂进行调整。

4.3 合理设置涂装工艺参数

4.3.1 选择合适的电压及电泳时间

电压是电泳涂装过程中非常重要的参数, 它直接影响涂层的均匀性和附着力。应根据工件表面的电泳涂装质量要求, 选择合适的电压。对于要求较高的涂装质量, 应适当提高电压, 以确保涂层均匀且附着力强。还应根据工件的具体要求和实验结果, 确定最佳电泳时间^[5]。在实际生产中, 可以通过实验, 对比不同电泳时间下的涂层质量, 确定最佳电泳时间; 参考同类型工件的涂装工艺参数, 结合实际情况进行调整; 在涂装过程中, 实时监测涂层质量, 根据涂层情况调整电泳时间。

4.3.2 精确控制温度和电流

温度对涂装过程的影响较大, 过高或过低的温度都会影响涂层的质量。在电泳过程中, 提高温度可以加速涂料的溶解和电泳过程, 提高涂层的均匀性和附着力。但温度过高可能导致涂料分解、气泡产生、涂层厚度不均等问题。在保证涂层质量的前提下, 适当降低温度可以减少能耗, 降低成本。电流是电泳涂装过程中的另一个重要参数。电流的大小直接影响到涂层的厚度和均匀性。在设置电流时, 应根据工件尺寸和形状选择合适的电流密度。避免电流过大, 电流过大可能导致涂层过厚、产生气泡等问题。也要避免电流过小, 电流过小可能导致涂层过薄、附着力差。

4.4 加强设备维护和管理

4.4.1 定期检查和维修阳极系统

定期对阳极系统进行清洁, 确保其表面清洁无污垢, 以保证电泳涂层的质量。检查阳极系统的接线是否牢固, 防止因接触不良导致电流分布不均, 影响涂层质量。检查阳极系统的导电性能, 确保其符合设计要求, 避免因导电不良而影响涂层质量。定期更换阳极系统中的阳极板, 延长其使用寿命。定期检查超滤系统的过滤效果, 确保其能够有效去除电泳液中的杂质, 保证电泳液的质量。检查超滤系统的运行状态, 确保其压力、流量等参数符合要求。及时更换超滤膜, 防止因膜污染导致电泳液质量下降。对超滤系统进行定期清洗和维护, 延长其使用寿命。

4.4.2 及时维修烘干设备

为了预防缺陷的产生, 必须加强设备维护和管理, 定期检查烘干设备的运行状态, 包括温度、湿度、通风等参数, 确保设备运行稳定。对烘干设备的加热元件、温控系统、通风系统等进行定期检查和维修, 确保设备各部件正常运行。对烘干设备的电气控制系统进行定期检查, 确保电气线路无破损、短路等安全隐患。对烘干设备的机械部件进行定期润滑, 减少磨损, 延长设备使用寿命。在设备运行过程中, 密切观察烘干设备的工作情况, 如发现异常, 立即停机检查, 排除故障。对烘干设备进行定期清洁, 保持设备内部清洁, 防止灰尘、杂质等影响烘干效果。对烘干设备进行定期校准, 确保温度、湿度等参数准确可靠。建立烘干设备维护档案, 记录设备运行、维修、保养等情况, 便于跟踪和管理。加强操作人员培训, 提高操作技能, 确保设备操作规范, 减少人为故障。实施预防性维护计划, 对烘干设备进行定期预防性检查和保养, 确保设备始终保持良好状态。

5 结论

阴极电泳涂装过程中缺陷产生的原因主要包括前处理不当、电泳槽液参数不稳定、涂装工艺参数不合理、设备故障及维护不当等。针对上述原因, 本文提出优化前处理工艺, 加强除油效果, 提高磷化膜质量; 稳定电泳槽液参数, 定期检测和调整固体份含量, 控制 pH 值和电导率在合适范围内; 合理设置涂装工艺参数, 根据工件形状和要求选择合适的电压, 确定最佳电泳时间, 精确控制温度; 加强设备维护和管理, 定期检查和维修阳极系统, 确保超滤系统正常运行, 及时维修烘干设备等预防措施, 有效降低阴极电泳涂装过程中的缺陷产生, 提高涂装产品的质量和性能, 为相关行业提供有益的参考。

参考文献

- [1] 刘益阳. 阴极电泳涂装中漆膜常见的问题及解决措施[J]. 现代涂料与涂装, 2022, 25(01): 45-48.
- [2] 张学达. 搅拌式阴极电泳涂装装置. 浙江省, 嵊州市西鲍电泳有限公司, 2021-12-12.
- [3] 张素香, 刘智淳. 阴极电泳涂装中细菌的检测与防治[J]. 中原工学院学报, 2020, 31(04): 22-25+31.
- [4] 段春燕, 刘喜平, 张春杰, 等. 筒状复杂组合件阴极电泳涂装质量问题的解决办法[J]. 电镀与涂饰, 2020, 39(10): 621-625.
- [5] 史红雯. 阴极电泳涂装线前处理槽液细菌抑制方法[J]. 电镀与涂饰, 2020, 39(10): 611-616.