

涂装车间洁净度的管理与改善

黄冠博, 周海鹏, 胡益舜, 谢杰伦, 李梓垣

(广汽传祺汽车有限公司, 广州 511434)

摘要: 通过对车间洁净度的管理在轿车涂装车间生产中的应用,从人员、设备工具、材料、产品、物流、环境6个方面分析了生产过程中存在的管理问题,通过一系列洁净度管理举措的实施,有效改善了涂装车间生产过程中的颗粒品质问题,为量产过程品质稳定提升奠定了基础,确保了生产的顺利进行。同时,车间对洁净的重视、管理,削减了生产和返修成本,消除了安全隐患,提高了员工职业素养,改善了生产作业环境,提升了车间的综合管理能力。

关键词: 涂装车间; 洁净度; 颗粒; 空气

中图分类号: TQ639

文献标志码: A

文章编号: 1007-9548(2025)08-0042-04

Cleanliness Management and Improvement of Painting Workshop

HUANG Guan-bo, ZHOU Hai-peng, HU Yi-lin, XIE Jie-lun, LI Zi-yuan

(Guangzhou Automobile Group Co., Ltd., Guangzhou 511434, China)

Abstract: Through the application of the management of the cleanliness of the workshop in the production of the car painting workshop, the article analyses the management problems in the production process from the six aspects of personnel, equipment tools, materials, products, logistics and environment. Through the implementation of a series of cleanliness management measures, the particle quality problem in the production process of the painting workshop has been effectively improved, laying the foundation for the stable improvement of the quality of the mass production process, and ensuring the smooth progress of production. At the same time, the workshop's emphasis and management on cleanliness have reduced production and rework costs, eliminated safety hazards, improved employee professionalism, enhanced the production environment, and elevated the workshop's overall management capabilities.

Key words: painting workshop; cleanliness; particle; air

0 引言

在当今竞争激烈的商业环境中,维护一个干净、整整齐齐的工作环境不仅能够提升员工的工作效率,还能够显著提高公司的整体运营能力和市场形象。整洁的工作空间为员工创造了一个舒适、健康的工作环境,从而激发了他们的工作激情和创造力,这直接转化为生产力的提升和业务效率的优化。此外,干净整洁的环境还体现了公司对细节的关注和对质量管理的承

诺,这对于建立客户信任和品牌信誉至关重要,是企业可持续发展的关键因素。它不仅限于内部管理,更是一种对外展示公司专业态度和精神风貌的方式。因此,我们应当认识到,保持清洁和整齐不仅是日常维护的一部分,更是对公司综合能力全面提升的重要投资。通过持续改进和维护工作环境,不仅能够提高工作效率、降低成本,还能在激烈的市场竞争中树立公司的专业形象,进而吸引更多的客户和合作伙伴,实现公司的长期发展目标。

汽车涂装车间的洁净度直接影响到涂层的质量和外观。如果涂层表面在涂装过程中受到污染,将严重影响整车的外观以及后续的返修成本,所以汽车涂装生产对车间有着比较高的洁净度管理要求。涂装过程中

收稿日期: 2024-04-09

作者简介: 黄冠博(1986—),男,本科,助理工程师,主要从事涂装制造工艺的优化与改善工作。E-mail: huanggb@gacmotor.com。

环境空气中的颗粒、粉尘、油污等污染物都会造成车身体表面的涂层品质不良,据统计,其主要品质问题 80% 以上都是颗粒问题,因此车间洁净度管控对颗粒的控制显得尤为重要。本文主要介绍了车间生产过程中对提升洁净度管理采取的一系列管理、改善举措。

传统的车间洁净度管理主要是地面、墙壁、设备表面、生产线的清洁、清扫,通过日常保洁和定期保洁完成,达到保持车间清洁环境的目的。这些都是员工各自开展的洁净维持、提升的活动,没有形成统一的、整体的管理体系。某主机厂涂装科车间领导高度重视车间洁净度管理,现针对汽车涂装车间洁净度上的专项管理体系和大家分享。

1 管理标准

为了提升车间洁净度综合管理水平,要求建立车间整体、全员参与的洁净度管理体系,开展相关管理活动。在“清洁车间”理念的指导下,以实现车间全面洁净度提升为主要目标,以生产人员为主体,通过整理整顿、精密分析、问题改善 3 个方面,全员参与、共同实施,通过彻底的清扫、清洁的活动,把车间潜在污染彻底查找出来并消除改善。

1.1 分区管理

汽车涂装车间主要工序:(焊装科)→上夹具岗→前处理→电泳→电泳炉→电泳打磨→密封胶→UBC→中涂→中涂炉→中涂打磨→色漆→闪干→清漆→面涂炉→检查→抛光→WAX→(总装科)。

科内针对各区域、作业场对涂装湿膜状态品质的影响进行了分区管理。A 级:直接影响区域(如喷房、闪干炉、烘干炉);B 级:非直接影响,车身通过主要区域(如储存区、打磨线、密封胶线、UBC 线、喷房入口缓存区、喷房侧室);C 级:可影响 A、B 级区域的周边区域(如密封胶线外、UBC 线外、打磨线外、打磨离线外、喷房侧室外及出入口)。

1.2 分级管理

对以上区域进行洁净度管理,主要管控目标是空气环境中所含尘埃量多少。空气洁净度标准是指每 1 m^3 空气中含有有一定粒径的粒子浓度的限制指标,现常用的 2 个分级标准为 ISO 分级和传统的 GMP 分级(见表 1)。一般情况下,是指单位体积的空气中所含大于等于某一粒径粒子的数量。含尘量高则洁净度低,含尘量低则洁净度高。

涂装车身品质不良基准中对颗粒控制范围是:A 级面 $\leq 0.8\ \mu\text{m}$,B 级面 $\leq 1\ \mu\text{m}$,C 级面 $\leq 1.5\ \mu\text{m}$ 。各涂层外板膜厚标准:电泳 $10\sim 27\ \mu\text{m}$ 、中涂 $25\sim 40\ \mu\text{m}$ 、面涂 $32\sim 85\ \mu\text{m}$,掉落在车身上的颗粒经过电泳、中涂、面涂喷涂上漆后,颗粒外观粒径会增加。从基准中可以看

出大于 $10\ \mu\text{m}$ 级别的微粒会影响漆面品质,因考虑小颗粒会聚集形成颗粒群,所以洁净度管理中重点管控粒径 $\geq 5\ \mu\text{m}$ 的微粒。所以涂装车间的空气管控要求更加严格,制定分级管理标准如下。

表 1 ISO 分级和传统的 GMP 分级对比

| 分级方法 | 分级 | 最高浓度极限颗粒数/(个· m^{-3}) | | 5 μm 颗粒数/ (个· $2.83\ \text{L}^{-1}$) |
|-----------------|---------|---------------------------------|-------------------|---|
| | | 0.5 μm | 5.0 μm | |
| ISO 分级 | ISO5 | 352 0 | 29 | |
| | ISO6 | 352 00 | 293 | |
| | ISO7 | 352 000 | 293 0 | 8.291 9 |
| | ISO8 | 3 520 000 | 293 00 | 82.919 |
| | ISO9 | 35 200 000 | 293 000 | 829.19 |
| 传统 GMP 分级 | 100 | 3 500 | 0 | |
| | 1 000 | 35 000 | 200 | 0.566 |
| | 10 000 | 350 000 | 2 000 | 5.66 |
| | 100 000 | 3 500 000 | 20 000 | 56.6 |
| | 300 000 | 10 500 000 | 60 000 | 169.8 |

1.2.1 涂装车间洁净度等级区分

A 级:每 $2.83\ \text{L}$ (0.1 cf) 空气中 $\geq 5\ \mu\text{m}$ 的颗粒数 < 5 个;

B 级:每 $2.83\ \text{L}$ (0.1 cf) 空气中 $\geq 5\ \mu\text{m}$ 的颗粒数 < 50 个;

C 级:每 $2.83\ \text{L}$ (0.1 cf) 空气中 $\geq 5\ \mu\text{m}$ 的颗粒数 < 100 个。

1.2.2 检测要求

车间重点区域空气洁净度检测时间为生产日的停线时间,打磨线体、密封胶线要在员工停止作业时检测,喷房在排空状态下检测,其他检测区域在车间送排风正常开启时检测,检测时间为周一下午(如当天不生产顺延 1 d)。

1.2.3 复检机制

对检查不合格区域,进行保洁后复检,直至合格为止。

1.3 测量方法

检测的设备主要分为手持移动式 and 固定定时测量式,根据车间实际需要选取使用。设备原理是利用光散射原理,当空气中悬浮粒子经过检测区,散射出与其粒径形成一定比例的光通量,经光电转换、放大及处理后得到被采集粒子的当量直径和数量。

2 管理模块

如何系统、全面地进行洁净度管理,我车间在洁净度活动开展流程上分为 4 个阶段。

1) 准备阶段:污染源排查、识别,活动开展准备;

2)建设阶段:污染源管理、标准化培训,从“不带入、不吸附、去除”三方面进行管理建设;

3)试行阶段:管理体制试行,运行问题收集、改善、修改;

4)全面推行:全车间推行、管理,持续改善、优化体系。

洁净度日常管理方法:常规保洁、深度保洁、设备除尘等方法进行全面的汇总、分模块式管理,主要分为六大管理板块:人员、环境、设备工具、产品、材料、物流。

2.1 人员洁净度管理

衣着管理:指进入车间员工衣物进行管理,禁止穿着易掉纤维丝、毛发衣物。长发员工必须把头发扎到帽子内,禁止涂抹或携带对质量产生影响的化妆品进入车间,如产生缩孔的含有硅酮的化妆品等。

劳保穿戴管理:指进入生产区域必须按各作业场所标准穿戴干净劳保用品,并且对劳保用品按标准频次清洗、验收。

作业标准管理:指必须按标准作业,禁止裸手,或者身体其他部位直接与产品车身接触,防止手上油污、汗粘到车身表面,造成涂层质量不良。

休息行为管理:指休息时间,禁止直接坐地、靠墙,防止人员与地面和墙产生摩擦,造成粉尘和纤维黏附异常。

对人员标准管理,不但有效提升个人的洁净度,更可以让每个员工都养成洁净车间理念,并自觉推行的习惯。

2.2 环境洁净度管理

环境洁净度管理主要包括车间的环境保洁管理和环保排放管理两方面。

环境保洁管理:分为常规保洁、深度保洁。常规保洁:地面、墙壁、窗户等日常除尘、去污保洁。深度保洁:喷漆房、烘炉、闪干炉、空调器等相关的技术保洁。对保洁项目、频次、品质、工具、设备、药剂进行管理规定,对保洁后进行标准验收,如使用颗粒计数器进行测量、电筒光线检查、白手套检查等方法,检查不达标区域需返工,直至达标为止。

环保排放管理:指的是垃圾分类管理回收利用和处理、危险废弃物的削减改善处理等。如使用环保设备,提升机器人喷涂车身上漆率,减少排放,做到环保排放。

通过环境的颗粒检测和垃圾的分类管理、工艺的科技創新,有效提升车间环境洁净度和节能减排。

2.3 设备工具洁净度管理

设备、工具洁净度管理主要包括设备、工具的选

用、设备专业保养、TPM 活动等。

设备选用:为了满足涂装车间喷漆室内部送风工艺要求和减少能源消耗,根据喷漆工艺流程确定送风类型,对送风空调的参数进行设计计算、运行调试和跟踪测量,最终实现在节能运行的同时可以满足喷漆室内部送风的工艺要求,如空调器的送、排风过滤,防止产生摩擦粉尘输送设备,对环境湿度的监控和加湿设备等。对于空调中的过滤器,随着车间生产运营的不断优化,过滤器的使用维护也随之不断进行改善。工具选用:吸尘器排风过滤器,涂装室、调漆间内要求使用铜制工具、不掉纤维的擦拭布,A 级区域需用粘尘擦拭布包封扫把后才能使用等。

设备专业保养是由专业保全对设备按计划进行定期保养、表面粉尘等工作,消除设备异响、漏油、摩擦等问题,保证设备使用寿命的同时防止设备对洁净影响。

TPM 活动是按计划进行定期在专业保全的带领下,普通员工一起参与的全员设备、工具保养、保洁活动,把设备问题消除在发生前,保证设备使用寿命和洁净度,也提升了全员对设备的认识。

2.4 产品洁净度管理

产品洁净度管理主要包括产品车身、部件等产品的品质洁净管理要求。主要项目为:按质量体系管理,严格执行质量规格书、标准书,对白车身来件进行油污、焊渣和铁粉管控等;监控方法:定期利用吸尘器对白车身内外表面进行吸附,同时辅以擦布对白车身内外表面进行擦净,然后对污染物进行称重,当有增长的趋势时通知焊装车间进行清洁度控制。污染物包括电泳渣、电泳痕、打磨灰、密封胶印、隔音垫渣、各涂层的颗粒、打磨灰等。保证产品在涂装车间的高洁净度管理,为品质稳定提升打好基础。

2.5 材料洁净度管理

材料洁净度管理主要包括电泳、涂料、溶剂、密封胶、隔音垫、药剂、施工材料等的洁净度管理。所有材料必须国家相关国标、法律、法规、地方管理标准,将职业健康、安全因素考虑进去,使用更加环保、节能材料。

选用前:需进行缩孔试验和纤维试验等,防止造成车身品质不良。

入车间前:到货需由供应商进行检查、擦拭,使用部门进行确认,保证无尘、除污合格后才能进入车间。

使用过程中按标准频次更换供料系统过滤装置,发现异常时停止使用,上报调查原因,严格监控管理。按需备货,防止库存浪费和积尘。

从选用前、入车间前、使用过程中进行全过程洁净度管理,保证生产品质的稳定。

2.6 物流洁净度管理

物流洁净度管理主要包括人员行走、物流车和路线、车身台车的管控等。

人员的行走路线:车间封闭管理,人员经风淋室除尘进入。走绿色安全通道保证行走安全,减少到非作业区域走动造成的粉尘的交叉污染。

物流车辆车间内外区分使用,按规定行驶路线、物流门、转运区行驶,对区域定期保洁。

定期对物流车保洁,消除车轮粘的灰尘污染车间地面。

物流洁净度管理可以有效地避免把车间外的污染物带入车间,提升车间内物流车和路线地面的洁净度,减少灰尘的动态交叉污染。

洁净度的体系管理建立,主要是从标准建立,全员宣贯,全员活动来进行。按计划持续开展全员活动,形成总结和相关管理文件,提升全员参与率,加强洁净度理念的推行。

3 改善活动

白袜子活动:员工按计划穿白袜子在组内区域走动,观察袜子洁净情况,综合评价检证洁净度运行的有效性,提取存在课题并改善,持续提升班组内洁净度。

随手洁活动:是在车间主要通道旁,放置可以方便使用的保洁工具,日常员工经过时,如果发现地上需要清洁时,可以第一时间处理干净,防止因没有第一时间处理造成踩踏污染源扩散,该活动全体员工都是参与人,有效提高员工洁净度意识和提升车间洁净度。

4 结语

通过对车间整体形成体系化洁净度管理,为达到

高品质的涂装品质目标提供保障。对被涂料污染的生产设备进行定期清扫,为安全生产提供保障。对生产作业环境进行定期清扫,为全体人员提供洁净舒适的生产环境;延长涂装用消耗品(如空气过滤器)的寿命,减少更换周期,降低生产成本;添加水处理药剂,对涂装循环水进行除渣处理,对漆渣进行烘干减少漆渣含水率,降低危险废弃物产生量;对车间设备、地面、厂房清洁保洁,为涂装生产提供洁净的工作环境,提高产品的合格率,减少返修成本。

通过涂装车间洁净度的管理与改善,达到提升公司管理水平、提高员工职业素养、改善生产作业环境、消除安全隐患、提升产品质量、降本增效的管理目的。

参考文献:

- [1] 张立喆.涂装车间喷漆室送风空调方案研究[J].现代涂料与涂装,2024(3):17-19.
- [2] 李天贺,杨明恩,华云,等.车身电泳颗粒控制管理[J].现代涂料与涂装,2022(8):48-50.
- [3] 李海霞,王新强.涂装车间空气过滤系统研究及改善[J].现代涂料与涂装,2022(3):57-61.
- [4] 章中飞,翟传明,李晨,等.电子工业洁净室的洁净度关键影响因素及解决方案探讨[J].智能建筑与智慧城市,2019(2):41-43.
- [5] 封瑾.浅析无尘化施工管理在轿车涂装车间建设中的应用[J].汽车实用技术,2020(6):221-223.
- [6] 李沅庭,郑伟东.洁净室(区)中悬浮粒子检测结果不确定度评定[J].广东科技,2009(18):70-71.

(上接第 21 页)胶,阻燃密封胶可以减小密封胶被点燃的风险,限制火焰扩散速度,控制火灾规模,有效延缓锚杆的升温速度和减小温度峰值。

参考文献:

- [1] 周春侠,闫远方.悬索桥型钢锚固系统安全设计及锚杆隔离防护方案探讨[J].工程建设与设计,2018(14):9-100.
- [2] 温杰平,贺辉,赵薇,等.有机耐热涂层技术研究进展和应用现状[J].现代涂料与涂装,2025(5):37-40.
- [3] 周可夫,张永健,王达.洞庭湖大桥型钢锚固系统新型隔离防护体系试验及运用[J].中外公路,2018(4):146-149.
- [4] 吴栋,刘书法,张耘志,等.深远海浮式风电船体涂装施工工艺研究[J].现代涂料与涂装,2025(4):49-52.
- [5] 陈威,张连英,贾文秀,等.桥梁锚固系统中锚杆隔离防护体

- 系研究[J].西部皮革,2017(10):39.
- [6] 贾亚楠.悬索桥可更换式无黏结预应力锚固系统施工技术研究[J].交通世界,2023(13):163-165.
- [7] LIU H, ZHOU G, HAN Z, et al. Research on the influence of major ions in weakly alkaline mine water on anchor cable corrosion and protection technique[J]. Case Studies in Construction Materials, 2024, 21: 3584.
- [8] YANSHUO L, FANDI M, FUHUI W, et al. Dual-action epoxy coating with anti-corrosion and antibacterial properties based on well-dispersed ZnO/basalt composite [J]. Composites Communications, 2023, 42: 42-45.
- [9] 卜庆伟.飞机火区密封胶燃烧特性及热解动力学研究[D].沈阳:沈阳航空航天大学,2019.