

涂装车间漆膜异物管控方法研究

张金星¹, 占梦²

(1.东风本田汽车有限公司,武汉 430056; 2.湖北中澳复合制品有限公司,湖北 洪湖 433207)

摘要: 异物是汽车漆膜最常见不良,但关联保洁、保养和来件等多种影响因素,是涂装车间管理的要点与难点。外装异物多为漆渣、黑渣、黄渣等,其中漆渣主要来源于机器人袖套、喷房顶部掉落等。黑渣分布在色漆层,主要受闪干炉相关硬件生锈影响;黄渣出现在清漆层或清漆表层,它是涂料中的溶剂在上涂烤炉壁板聚集结皮导致。内装异物主要有漆渣/漆壳、铁粉、焊渣等,其中漆渣/漆壳主要受夹具影响,可通过结构优化、改善积漆、减少撞击等方面进行改善。VIN 码区域的铁粉、焊渣处理较为关键,一旦打磨出砂痕,需要用防锈漆将 VIN 码喷涂均匀。除分析异物种类和产生原因外,文章还系统阐述了管控方法,有助于提升现场漆膜品质。

关键词: 异物; 漆渣; 炉渣; 铁粉焊渣; 夹具改善

中图分类号:TQ639 文献标志码:A 文章编号:1007-9548(2025)09-0069-04

Research on Control Method of Foreign Matter in Paint Film in Painting Workshop

ZHANG Jin-xing¹, ZHAN Meng²

(1.Dongfeng Honda Automobile Co., Ltd., Wuhan 430056, China;

2.Hubei Zhong'ao Composite Products Co., Ltd., Honghu 433207, Hubei, China)

Abstract: Foreign matter is the most common default of automobile coating, and which is influenced by cleaning service, maintenance, incoming part and other contributing factors, so foreign matter is not only key point but also difficult point for paint workshop. The main foreign matter on the exterior film contains paint slag, black slag and yellow slag. Firstly, paint slag mainly comes from clothes of spraying robot and top of spraying room. Secondly, black slag may be caused by rusty components of flash-off oven, and it has impact on base coat. Finally, the solvent of paint materials could agglomerate to form yellow skinning on the wallboard of top-coat oven, then hot air blows some little slag onto clear coat. The other case is foreign matter on the interior film, including paint slag, paint shell, iron powder and welding slag. The paint slag on interior film always comes from fixture, so it could be improved by means of structure optimization, as well as reducing paint covered on the fixture and preventing hard collision. Meanwhile, it is critical to removing iron powder and welding slag of VIN area. Once sanding marks appear, antirust paint would be used to spray this area smoothly. In addition to foreign matter kinds and possible reasons, the article also analyses systematically control method, and it is helpful for better quality of automobile coating.

Key words: foreign matter; paint slag; oven slag; iron powder and welding slag; fixture improvement

收稿日期: 2024-05-04

作者简介: 张金星(1986—),男,硕士,工程师,主要从事汽车涂装车间工艺、材料管理相关工作。E-mail:jinxingzhang1986@126.com。

0 引言

涂装车间会规划洁净间并保持恒温恒湿环境,从而实现高品质漆膜施工。即便如此,异物颗粒仍是汽车漆膜最常见缺陷,一般情况下通过打磨、抛光处理,少许需离线补漆,从而影响合格率与生产开动。待商品车

进入市场后,异物颗粒容易被客户所察觉、抱怨,进而诱发市场投诉风险。

常见异物有漆渣、漆壳、黑渣、黄渣、小纤维、焊渣、打磨灰和人员进出带入的小异物等,影响因素涉及来件、保洁、员工操作和日常维护保养等多个方面。此外,异物是各大汽车厂涂装车间管理的要点与难点,也是涂装技术人员不断改善提升的方向。

1 外装(外表面)异物

由于人们会直接看到外装,相较内装(内表面)关注会更高,相应对缺陷的容忍度也更低。同时,外装加修需高温烘烤且兼顾修补点与周围部件的颜色匹配性,耗时长、难度大,因此外装异物控制更具优先级。

1.1 漆渣

机器人喷涂时,50%~75%的油漆附着到车身,其余会以过喷漆雾形式损失,比如进入分离槽或干式喷房被吸附,飘落到格栅板、壁板,黏附到机器人袖套等。由于机器人一直在车身周围动作,袖套上的小漆渣更容易在拉扯的过程中掉落,是漆渣缺陷的最主要来源。

袖套成本较高,多数涂装现场是重复使用,因此会涉及到袖套洗净问题。使用温水稀释袖套清洗剂利于浸泡效果,期间配合揉搓更容易将积漆部位洗净,当袖套转移至洗衣机后可加入少许浸泡用的残留液,废液利用的同时提升效果。清洗、烘干完毕后,两人配合将袖套拉开用压缩空气吹扫,去除表层的小纤维、小颗粒。

长假或周末后的开线车漆渣更容易多发,形态小而密集,这是因为机器人手臂动作的力度远大于人工拉扯,缝隙中的小颗粒再次掉落。统计发生部位多集中在水平面与垂直面水切部位,与开门、开盖机器人有很好的对应性,所以首先建议挑选最干净的袖套安装到这些机器人上。其二,在机器人更换大袖套后进行不带漆模拟喷涂,以10台车左右为佳,然后用压缩空气再次吹扫,提前让小漆渣掉落。其三,正式生产前,用清漆喷涂机器人袖套,黏附未掉落的小漆渣。此外,有部分现场会在袖套外部再包覆一些防静电薄膜,但该施策需考虑机器人散热问题,并关注轴部位活动幅度,避免防静电膜撕破或机器人损坏。

除机器人袖套外,喷房顶部也可能掉落漆渣,需安排定期吹扫,保养顺序应从上到下,防止漆渣再次掉落到机器人上。使用水幕处理漆雾的现场,在喷房内用高压水枪清洗格栅板,破碎的小漆渣会飞溅到各处,这时可在高压水枪上套一个倒扣盒子,迫使漆渣向下散落,清洗完成后再将少许飞溅的漆渣处理干净。而对于干式喷房,格栅板要运出喷房清洗,拆卸和重新安装时也应注意漆渣破裂掉落。

最后,漆渣处理难度具有差异性,同色或接近色漆

渣一般容易处理,而异色漆渣多需要点漆,甚至是补漆。排产时应关注颜色顺序,将过渡颜色穿插到浅色和深色之间,减少异色漆渣的发生率。

1.2 闪干炉黑渣、烤炉黄渣

闪干炉用于水性漆脱水,送排风中具有较高湿度,导致风腔、风管和格网等部位容易锈蚀,小异物随送风吹到车身上,形成小黑渣。现场规划了除湿转轮降低湿度,但随着工厂运行年数的增加小黑渣仍出现增加趋势。为此,组织定期检证出风口、过滤箱、格板、风管、风阀等锈蚀情况,隐患部位安排长假打磨并重新刷涂防锈漆。施工完成后,闪干炉开启不加热循环,过滤施工过程中残留的黑渣,停止后擦拭闪干炉表面浮渣。上述操作时,往往会准备用薄膜包覆的测试车,由于薄膜上喷涂有清漆或黏尘剂,从而将一部分小黑渣黏附到薄膜上,进一步提升脱渣效果。

小黑渣一般会嵌在色漆层,而小黄渣位于清漆层或清漆表层,出现在上涂炉的升温区与保温区。涂料中含有的溶剂在受热后挥发,受限于烤炉排风效率少许可会残留到炉内,积累之后在炉壁形成一层浅黄色或黄色结皮。每当开关机时,结皮会承受冷热冲击与设备的抖动,破碎后随热风吹到车身表面。小黄渣与小黑渣一样,在开线车上发生率较高,随加工台数增加而逐渐减少,直至恢复正常。经过长时间探索,发现每次周末停产安排炉壁擦拭,配合长假深度保洁方式能够有效控制小黄渣,主旨是通过高频次简单操作预防上涂炉炉壁出现明显结皮。除保洁外,增大排废能力、烤炉关机后延长排废时间等,通过削减废气在烤炉里的残留也利于黄渣控制。

需要注意,电泳异色与烤炉黄渣有较高的相似性,正确区分才能快速控制不良。电泳异色多表现为小圆点,且漆面平整,通常打磨抛光并不能影响其形态,而烤炉黄渣有明显的漆膜凸起,不规则且粒径往往大于电泳异色,一些缺陷点经打磨抛光会变小或消除。此外,电泳上的异色点在浸渍水性溶剂等碱性介质后会发散开来,从而增加被检出、研磨的概率,即通过人为对应能够削减影响程度。生产期间上涂烤炉温度较高,人员只能等到周末或长假降温后才能进入保洁,使得黄渣只能通过大量的车身带出,相应生产保证也更为被动。

1.3 缓存区、检证区、流平区异物

为实现颜色排序、品质检证、异常对应等,涂装线会设计缓存区、检证区和流平区等,这些区域施工环境逊于机器人喷涂室体,且涉及人员进出,小颗粒、小纤维容易黏到车身上形成异物。

对于控制环境异物,首先要管控人员进出带入,如限制非必要人员数量,穿戴静电服并用压缩空气吹扫,

为员工配发喷漆室专用鞋。室体使用缓冲门,人员进入后静置 3 s 再进入车间,室体壁板贴黏尘膜或用防静电膜刷黏尘剂充当黏尘膜,底部尽量多地放置接水盘,并定期换水和杀虫,防止蚊虫滋生。

缓存区空间大且存放的是电泳车,可用薄膜将其按车道进行分割,降低颗粒异物在整个大空间的流动,薄膜上刷涂黏尘剂,大幅增加黏尘的面积。在电泳车行进的公共车道,设计吹气装置,喷嘴选择鸭嘴形式配合可调整方向的气管,对外装及夹缝洁净保证十分有效^①。压缩空气快速流动会导致气管温度下降,有结露滴落到车身的风险,特别是在夏季高温环境,可以使用加热的压缩空气,或者用软布包覆气管,使用时吸附冷凝水,关闭后自行干燥,进而实现重复使用。

1.4 漏磨异物

电泳研磨时会遗漏电泳颗粒、焊渣、密封胶粒等异物。漆膜具有放大效应,电泳上漏磨的小异物到精修后可能会变得明显,因此需要有效判断可放行的异物大小。现场可以制作一些临界样板,供作业人员进行把握,涵盖主要颜色和鲜映性高的颜色,体现出颗粒在不同颜色上的差异性。

除了标准判断外,还存在一些漏检出或者处理不彻底的情况,较易出现在开线、吃饭前后、休息前后,这些时间段班组长应加强品质检证。每日生产结束,统计漏磨部位及相应数量,进行趋势性分析,并在次日进行作业关注。

此外,漏磨与源流不良数量成正相关,来件问题多,作业员操作时间紧张,势必会导致漏磨多发。前后工序应搭建快速沟通平台,后工序及时反馈不良情况,前工序快速响应,整体联动。

2 内装(内表面)异物

内装异物最主要的是铁粉、焊渣和漆渣/漆壳,前者是车身焊接时飞溅导致,由于内装型面复杂,难以完全处理干净。关于内装的漆渣/漆壳,与外装有较大差异,它们主要来源于四门保持夹具与四门限位夹具。

2.1 铁粉、焊渣

前处理会规划除铁粉装置,部分现场还会设置吸铁粉工位,日常运行期间电泳车颗粒是正常的,需要注意的是假期过后的复产车。焊装的涂油可能会干涸,在经过前处理时难以被洗净,其中夹杂的铁粉在电泳后变成小颗粒。内装型面复杂,大批量打磨边角部位耗时、耗力,且影响开动率,为此可以尝试在白车身投入前处理前用脱脂剂擦拭内框,提前对应焊装在假期储存的已涂油车。至于发生概率,会随着温度差异而不同,主要在夏季高发,而具体对应周期可根据生产模式和品质表现决定。

对于焊渣,普通部位较容易处理,难点在于 VIN 码区域。VIN 在车身底板上,一般不进行上涂喷涂,且涉及车辆上牌,一旦字迹模糊会导致退车等严重后果。VIN 码在电泳时难以被冲刷到,且铁粉、焊渣等容易在数字或字母缝隙中残留。待电泳车进入研磨,操作员需要先将异物挑出,然后打磨处理,这个过程容易划伤 VIN 码,风险很高。为此,在车型开发阶段建议将 VIN 码略高于周围区域,从而在设计上降低不良。

VIN 码一旦打磨就会出现砂痕,单纯漆雾无法有效遮蔽,甚至有一些较大的不良需要磨穿电泳层裸露钢板,从而出现明显的颜色不均。因此,VIN 码不管是打磨过还是已磨穿,必须用防锈漆将整个 VIN 码补喷均匀,切勿流出颜色差异。

2.2 漆渣/漆壳

门保持夹具可以防止门板与门框接触碰伤油漆,而限位器夹具主要有两个作用:1)保持门开度,保证内装喷涂精度;2)在没有外力干扰下能够自行保持开门或关门状态。之前限位器是中间连杆在两个滚轮中间滑动,利用连杆造型实现门开度。然而,这种结构的连杆会外露,它上面附着的油漆经滚轮滚压后破碎,掉落到内装踏板上。为此,科室改良了限位器结构,将连杆垂直连接到滑杆上,然后让滑杆在限位器两侧滑动,门开度改由限位器侧面造型控制。整个滑杆藏在门的腔体里,不会有油漆附着,自然也不会出现漆渣掉落。

门保持夹具是利用顶杆长度控制门与框的间隙,无法像限位器的滑杆一样隐藏起来。喷涂门框时漆雾会过喷到顶杆上,待循环使用次数增加后形成厚油漆层。当关门时门内板与顶杆碰撞,使得小漆渣或大块漆壳掉落,经吹扫或机器人成型空气作用后散落开来,甚者会影响到外装区域。

施策方向可以从改善积漆和减少撞击两个方向入手。附着油漆的夹具需要定期清洗,在夹具数量、清洗能力、药剂成本允许的情况下增加清洗频次最为简单有效。同时,将顶杆导角成圆台,减少集漆面积也会贡献一定效果,但应避免受力面太小而撞击出钣金不良。关于减少撞击,限位器有一定的自回弹作用,机器人关门时无需硬顶到顶杆上,人员检证时轻开轻关。车身流动时,如升降机、换链条时,车身可能会左右晃动,四门与保持夹具顶杆反复碰撞再次产生漆渣,此时应拉动保全对车身明显晃动的原因进行调查与解决。

2.3 隔音垫渣

除上述讲到的主要异物外,内装还容易出现黄色颗粒,并偶发黄色线状污染,这有可能是隔音垫导致。作业员为了铺放隔音垫,先将其从门框搬入,期间倘若蹭到门框则会出现线状污染。此外,隔音垫厂家进行形

状切割,边缘有松动的小颗粒渣,在移动或铺放过程会掉落,喷涂浅色油漆后表现为黄色异物^[2]。

在一些现场会配备清扫人员,即隔音垫送到车间后先清扫干净再送到工位待用。再者,考虑隔音垫的软硬度,若偏硬更容易断裂和掉渣,所以按需要求厂家微调配方,并根据气温区分冬夏季模式。

3 其他

送排风与风平衡会影响漆膜异物表现,特别是喷房入口和出口部位。循环风流动过程中会经过多道过滤器,发挥屏障作用,倘若排风不畅,风就会从其他位置逸散,如吹到存储区,从而破坏风平衡。由于漆雾、异物等过滤效果减弱,使得它们再次堆积污染到车身上。定期检查过滤器压差,清理排风口,确保风速、风向满足最佳要求。

同时,异物来源广泛,不能简单依赖员工的经验判断,应对不良形态用显微镜/放大镜进行观察,记录照片,分析形态特征与可能性来源,建立数据库以更好地指导现场生产^[3]。

4 结语

1)外装异物多为漆渣、闪干炉黑渣、烤炉黄渣和外部环境引入的异物,内装异物主要有铁粉、焊渣、漆渣

和漆壳等,现场以外装异物控制更具优先级。

2)内外装的漆渣有所不同,外装多来源于机器人袖套、喷房顶部掉落等,内装主要受夹具影响,限位器可通过结构进行优化,保持夹具的漆渣多考虑夹具清洗频次、关门力度、车身稳定性予以改善。

3)闪干炉用于水性漆脱水,相关硬件设备因湿度高容易生锈,吹到车身形成黑渣,分布在色漆层。黄渣是涂料中的溶剂在上涂炉炉壁聚集结皮导致,发生在升温区和保温区,分布于清漆层或清漆表层。

4)焊装涂油在假期里可能会干涸,夹杂的铁粉难以在前处理洗净,从而在门框出现批量铁粉颗粒,夏季等高温环境多发。同时,VIN码的铁粉、焊渣需重点处理,一旦打磨需用防锈漆补喷至颜色均匀。

参考文献:

- [1] 周嘉,肖其弘.整车厂油漆车间运行工艺质量提升与改进[J].电镀与涂饰,2020,39(18):1236-1241.
- [2] 陈一,代可.汽车涂装车间产品一次交检合格率提升方法[J].电镀与涂饰,2021,40(20):1597-1603.
- [3] 刘钢,赵肖泽.涂装炫燃金喷涂一次合格率提升研究[J].现代涂料与涂装,2023,26(7):31-33.

(上接第 38 页)的升降爪,升降爪可与牵引链条上的推杆发生啮合,从而带动载货小车向前运行。后小车上装有一个契形的尾板。当前后两组载货小车接触在一起时,第一组的后小车尾板与第二组的前小车升降爪发生机械式接触,该契形的尾板可以使后面来的前小车的升降爪落下,迫使其与牵引链条推杆脱离啮合,使其停下来,以此后面的车组便自动积存下来。第一组小车的停止是在需要停止的线路上设置停止器,迫使升降爪下降与链条推杆脱离啮合。

一般工件吊挂积放原理:载货小车设置、积放车组的两个小车载一套承载梁连接在一起,承载梁通过载荷销与前后小车连接。输送的工件吊挂在承载梁上。如果选择单个小车额定承载能力为 1 000 kg,整个载货小车载额定承载能力为 2 000 kg。

超长工件承载车组设置,采用类似于高铁动车每节车厢都具有动力头的方式,但是这种链式驱动只需要一台集中动力源即可;同时不排除双机、多机驱动场合。前后两组车都具有动力头,该动力头为前小车。小车载型式为 4 车组,前一组由前小车和后小车组成,后一组也是由相同的前小车和后小车组成。承载梁为双层承载梁,第一层承载梁与前后小车连接,第二层承载梁与前后一层承载梁连接,承载销能使承载梁水平自

由转动。采用两套同时具有与链条啮合作用的车组,目的是实现 90°双轨平移积放功能。这样设置既保证车组能实现 4 车组积放功能,又能实现斜向积放或者 90°平移积放功能。

11 结语

工程机械与汽车在功能、工况、结构尺寸等方面有着明显的区别和特点,因此在涂装生产工艺上也存在自身的特点。随着时代发展,客户对工程机械外观的需求理念也不断发生变化。在 20 世纪之前,工程机械给人的印象还是傻大笨粗,用户最为关注的是设备功能、性能,很少关注工程机械的外观和造型。进入 21 世纪后,外观质量被广泛关注。工程机械超长超重是自身产品特点,大规模采用自动化、智能化生产是发展的趋势。新质生产力的提出,依靠创新驱动是其中关键,意味着以科技创新推动产业创新。随着环保治理的深入,分散的涂装不利于废气的收集和集中处理,而且大大增加了 VOC 废气处理达标的投资费用以及监测费用。受环保政策影响,国内工程机械龙头企业已经对涂装生产布局采取集中化和专业化。为了降低企业生产成本,高度自动化、柔性化涂装将是工程机械行业现在乃至将来的发展方向。