

浅谈漆膜失光的原因和对策

雷敬钦, 黄勇, 吕光耀, 覃双慧, 黄国辉, 曾乐
(东风柳州汽车有限公司, 广西柳州 545005)

摘要: 探讨漆膜失光的原因和调查方法, 通过现场案例介绍不同类型失光问题排查方案的运用并制定解决方案。针对2K清漆涂装线, 验证确认溶剂污染、清漆固化剂比例不当、清漆固化剂混合时间均会导致漆面失光。通过检测外排涂料的黏度, 可快速锁定溶剂污染发生的机器, 为排查失光问题提供借鉴。

关键词: 失光; 固化剂; 溶剂; 换色阀

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)06-0069-04

Analysis the Causes and Countermeasures for Paint Film Gloss Loss

LEI Jing-qin, HUANG Yong, LYU Guang-yao, QIN Shuang-hui, HUANG Guo-hui, ZENG Le
(Dongfeng Liuzhou Automobile Co., Ltd., Liuzhou 545005, Guangxi, China)

Abstract: This article explore the causes and investigation methods of the paint film gloss loss, introduce the application of different types of the paint film gloss loss problem investigation plans through on-site cases, and develop solutions. Regarding the 2K varnish coating line, it has been verified that solvent contamination, improper proportion of varnish curing agent, and mixing time of varnish curing agent can all cause the paint surface to lose gloss. By detecting the viscosity of the discharged paint, the machine where solvent contamination occurs can be quickly identified, providing a reference for troubleshooting paint film gloss loss.

Key words: paint film gloss loss; curing agent; solvent; color changing valve

0 引言

漆膜光泽是评价涂装外观质量的维度之一, 日常管理中以光泽度数据监控漆膜光泽变化。光泽度是通过光泽度仪测量规定角度入射光的反射强度来考察漆膜的镜面反射效果。光泽度仪的光源入射角度有20°、60°和85°, 分别对应高光泽、中光泽和低光泽的数值测量。除了亚光体系外, 一般20°光泽度越高, 目视感知漆膜越亮, 越有高级感。各汽车厂会根据自身产品的定位和工艺体系, 建立相应的光泽度管控标准。

1 失光

目前大部分汽车厂采用的都是高光泽度的涂装,

无论是3C2B还是3C1B工艺, 面漆后漆膜20°光泽度普遍在85 GU以上。失光指的是因某种因素导致漆膜目视粗糙、发污、光泽度数值下降的漆膜弊病。轻微失光仅光泽度数值下降, 目视感知不明显; 严重失光时, 光泽度数值下降幅度较大, 目视漆膜暗淡无光, 手触可能有粗糙感, 同时还伴有橘皮等其他现象, 极易引起顾客抱怨。

1.1 失光原因

涂装生产过程中出现的失光问题, 根据发生涂层可分为底材失光和面漆失光。底材失光主要指因底材过于粗糙, 面漆喷涂后无法流平遮盖, 底层粗糙度传递至面漆涂层表面造成的失光, 如白车身、电泳涂层过度打磨, 电泳表面密集痂子/颗粒等; 面漆失光是指因面漆工艺、面漆材料配套性及各种施工异常导致的中涂、色漆、清漆层异变造成光线漫反射而产生的失光现象。导致失光的因素涉及工艺、材料、设备等多个方面, 如

收稿日期: 2024-03-08

作者简介: 雷敬钦(1988—), 男, 本科, 工程师, 主要负责涂装中面涂工艺、材料管理和质量提升工作。E-mail: 1066022130@qq.com。

表 1 所列。

表 1 导致失光的因素和机理

影响因素	造成失光的机理	
体系配套性	中涂、色漆、清漆不配套,涂层间相互渗透	
色漆干湿程度	色漆偏湿,与清漆混溶导致失光	
工艺	色漆干湿程度	色漆偏干,导致流平不良,且色漆层吸入清漆溶剂变多造成清漆层间流平程度不一致
	清漆膜厚	清漆膜厚偏薄,盖不住底材不平整
	漆雾影响	过喷漆雾偏干,粒径偏粗等,导致色漆层粗糙加重
	底材不良	底材打磨后粗糙、电泳表面粗糙
材料	助剂影响	流平剂量偏低、抗流挂树脂量偏高、干燥加快,流平不良
	涂料特性	效果颜料偏粗、偏多
环境	喷房温度	喷房湿度高,溶剂挥发慢,涂层偏湿
	喷房风速高	风速高,过喷漆雾影响加重
	被涂物温度偏高	清漆喷涂后干燥过快
设备	雾化效果	雾化不良,漆雾微粒干湿程度不一致
	烘干条件	闪干脱水率不足、面漆烘烤过快等
	其他异常	清漆与固化剂出漆不同步等

1.2 失光调查和改善步骤

失光问题发生后,为从众多的因素中快速锁定真因,需要按照一定的步骤去调查,一般处置步骤如下所述。

1.2.1 现状确认

失光发生后,需要充分调查现状、现物,再利用排除法缩小失光的可能原因范围。

1)要确认失光部位的膜厚,排除因膜厚异常导致的失光。一般膜厚原因导致的失光,会伴随其他涂层缺陷,比如漏喷的失光,膜厚过低,会伴随橘皮长波劣化;个别涂层偏厚,会出现针孔、起泡或流挂异常。

2)确认发生失光的车型、颜色、部位的规律。如多种颜色都出现失光,可排除中涂、色漆涂料异常;如只是单一车型单个部件上较小区域的失光,应考虑底材影响或轨迹参数不良;如发生部位较多且与喷涂设备分工区域高度重合的,应考虑相应的喷涂设备异常。

3)确认喷涂过程是否出现异常。如喷房环境温湿度是否在管控范围内、有无设备故障异常停链等。一般喷房温湿度管控范围较窄,且点检巡查频次较高,出现异常并对质量造成影响的概率不大。设备故障后长时间停线,可能会造成同一批车身不同部位因为涂层完工状态不一致导致失光程度有差别。比如 3C1B 涂装线面漆烘房故障,面漆喷涂线被迫停止运行,各喷涂站内的车身中涂、色漆、清漆的完工程度差异很大。中涂

站内车身部分喷有中涂完整漆膜、部分区域是电泳+中涂过喷漆雾;色漆内喷站喷完中涂,但部分区域有内喷过喷漆雾、部分无漆膜;色漆外喷站、清漆内喷站、清漆外喷站等也都存在这种涂层不完整的情况,过喷漆雾出现的位置也不相同,已喷涂层和过喷漆雾随停线时间延长不断变干,重新开机喷涂后,新喷涂层无法融合前一涂层漆膜,进而产生失光,且失光问题会随机出现在车身各个区域。不同站内的车身失光风险也不一样,具体依据现场实际而定。一般闪干炉内的车身出现失光风险程度最低,其次是清漆站内,中涂、色漆站风险最高。

4)其他信息收集。确认失光车身是否为特殊工艺车身、车身底材有无打磨异常等。

1.2.2 试验分析

通过现状调查,排除一些常规因素后仍查不出原因的,需要进行试验验证。验证底材粗糙影响的可以做局部打磨对比;涂层配套性、某一涂层偏厚等,可以喷试验板验证;机器人雾化影响等,可以更换备件或对调不同机器人部件跟踪喷涂结果。分析验证结果,锁定失光的真正原因。

1.2.3 对策制定与实施

针对不同原因导致的失光制定相应的对策,并跟踪对策实施前后的漆膜光泽目视和数值变化。待光泽目视状态和测量数值都达到正常水平后,将所实施的对策进行书面标准固化,防止再发。

2 失光案例解析

2.1 漆膜失光

某涂装生产线出现橙色车身失光问题,其他颜色未出现。失光部位集中在机盖和后背门外表面,同一批车相同部位失光程度也有明显差异。车身其他区域也有失光,但程度较轻微。测量膜厚在管控范围内,无异常。对比其他颜色的喷涂工艺,该颜色遮盖力较差,为改善内表面漏底,现场在胶烘干前对内表面手工喷涂一遍中涂。手工喷涂的中涂为水性漆,使用 2:1 泵小罐输送。喷涂时,外表面附着了手工喷涂的中涂过喷漆雾,由于手工喷涂流量、叠枪手法差异和小罐供漆流量不稳定等原因,漆膜的状态差异极大。流量大、雾化差时,外表面附着的中涂漆膜粗糙,戴无纤维打磨手套触摸漆膜区域,有明显刮手感,对应部位喷涂面漆后就可能会出现失光问题。通过在面漆擦净前使用 800# 砂纸打磨一遍漆膜,失光程度明显减轻;如打磨至亚光状态,失光问题消除。考虑到质量稳定性和人员、效率等影响,现场要求作业人员使用 800# 砂纸对漆膜进行打磨,达到手触漆膜无刮手感来保障光泽质量,维持生产。

2.2 底涂异常失光

某3C1B涂装线反复偶发小批车身失光,近距离观察,漆膜表面存在密集针尖状的“痱子”。失光问题集中在机盖、车顶、后背门,涉及所有车型、所有颜色。但同一天其他时段的相同车型颜色无失光问题,对比膜厚也无差别。检查失光车身过中面涂线时无设备故障;调取喷房温湿度曲线,确认过车时喷房温湿度未超出控制范围。打磨失光部位的“痱子”,使用显微镜观察发现缺陷出自中涂层下。根据现场反馈,失光车身存在电泳层磷化渣异常。统计磷化渣异常的部位,集中于水平面和后背门外表,两侧竖直面极少,部位与面漆失光位置一致。对磷化渣异常车身开展打磨验证,打磨区域无失光,不打磨的位置出现失光,状态与被指摘的车身一致,判断该失光原因是底涂异常时的磷化渣造成。通过加强磷化渣过滤、停线24 h后复线提前开启循环泵匀化等操作减少磷化渣异常;出现异常后在电泳打磨使用砂纸打磨一遍磷化渣密集区域,有效减少电泳层异常的失光问题

2.3 溶剂污染失光

某3C1B+2K清漆涂装线,试生产阶段反复出现失光问题;所有过线的车型都曾出现失光,且与颜色无相关性;在确认底材正常、环境温湿度正常、面漆无故障停线的状态下过车,车身仍然出现失光,数量2~5台不等。测量膜厚,问题车身失光部位较正常车身相同位置的膜厚有轻微下降,偏低2~4 μm ,但测量中涂、色漆、清漆单层,未发现偏差。测量闪干后中涂、色漆湿膜固体分、闪干炉烘干炉温也在正常范围。

统计部位规律,发现失光部位都是车身右边,判断是机器人存在异常。为判断是哪一个机器人异常,通过试验车钉板验证,每个部位钉2块电泳板,车身喷涂中涂、色漆后,对调各部位的其中一块板子,换到对侧位置,再喷清漆,跟踪失光有无转移。结果发现,所有试验板,不管是否对换位置,均无失光问题,无法锁定问题机器人。

统计过线时间规律,发现绝大部分失光车身都是开线前10台出现。分段跟踪,确认开线前10台车身的中涂、色漆和清漆湿膜,未发现异常。结合现场喷板结果和调试经验,中涂、色漆湿膜未见异常,对失光影响不大,重点调查清漆站。根据喷涂部位规律,问题可能出自清漆站右侧2#和5#机器人。检查这2个机器人,杯头、成型环等部件无异常,测试流量、转速、电压也符合要求。分别收集这2个机器人排出的涂料,使用壶子喷枪喷涂试板,烘干后试板均无失光。测量机器人重新清洗填充后排出的清漆与固化剂混合料的黏度,发现右边2#机器人的黏度明显偏低,测量其固体分,只有

35.70%,其他机器人为52.8%~53.7%,确认2#机器人存在异常。分别测量2#机器人清漆、固化剂黏度,发现固化剂黏度明显低于正常机器人。根据机器人段物料布置,能引起涂料固体分降低的只能是混入溶剂。取系统内清漆、固化剂按比例调配2份涂料,往其中一份中加入10%清洗溶剂。模拟现场工艺,先使用掺混溶剂的涂料喷涂第一道清漆,再使用无溶剂的涂料喷涂第二道清漆,烘干后试板100%出现失光。因此,锁定失光原因为清漆站右侧2#机器人涂料被溶剂污染。

拆检2#机器人固化剂管路及相关部件,发现固化剂换色阀存在关不严的情况,结合现场情况,溶剂压力为0.8~1.0 MPa,固化剂压力仅0.6 MPa左右,存在溶剂倒灌的可能性。在下班停线或工间长停线时,会进行清漆机器人管路长清洗,当清洗固化剂管路时,溶剂充满管路并形成高压端,再从换色阀倒灌进低压端(固化剂管路)造成固化剂被污染。因为清洗时间短,且固化剂是主管循环,枪站管路属于盲端,不重新回流进主罐,所以只影响2#机器人固化剂管路,其他机器人及整个固化剂系统不受影响。在开线时,管路内被污染的无固化剂随喷涂过程不断被挤出消耗,就出现开线前几台车失光、后面喷涂的车身无失光的情况。更换2#机器人固化剂换色阀后,该失光问题消除。

2.4 固化剂比例异常导致失光

某2K清漆涂装现场,出现批量车身左半区域失光。调查失光部位为机盖、左后门、尾门,测量失光部位膜厚,较前一天压线车偏低5 μm 左右。该批车身喷面漆时,无设备、环境和车身底材异常,因失光区域与清漆站左边2#和4#机器人喷涂区域重合,判断是清漆机器人异常。清漆站为两道成膜,左边2#和4#机器人喷涂使用的轨迹参数完全一致,测量2#和4#机器人端排出涂料的黏度,与其他机器人相当。通过机器人降级喷涂验证,锁定为左边4#机器人异常。测量其出漆量,设定机器人流量为300 mL/min,实际1 min接到油漆只有235 mL。清漆和固化剂分别单独出漆测试,发现固化剂不出漆。通过喷板验证,中涂、色漆正常喷涂;清漆两道喷涂设定为第一道清漆:固化剂=3:1,第二道只喷清漆,不加固化剂,烘烤后发现漆面明显失光,判定本次失光原因为固化剂不出漆,清漆与固化剂配比异常导致。进一步排查4#机器人,发现其PDB电源板故障,先导阀片不能正常动作,先导气管无气体通入,固化剂换色阀无法打开,造成固化剂无法喷出。更换PDB板后,所有阀门正常动作,相应部位失光问题也消除。

2.5 固化剂混合时间不一致导致的失光

某3C1B配套2K清漆涂装现场,连续生产过程中

突然出现某一车型右半边失光不良,失光部位涉及右前翼、右前门、右中门和右后翼外表面,前门框中门框内表面无失光不良,且出现失光不良的车型同一批次喷涂十余台后失光现象减轻直至完全消除;当日过线的问题车型也并非每批次都出现失光不良。检测问题车型涂层膜厚,失光车身和正常车身相同部位总膜厚无明显差别;测量清漆喷涂站所有喷涂机器人的涂料黏度,与左边机器人对比,并无差异;拆检机器人各部件验证,未发现阀体不动作、出漆异常等问题。跟踪问题车型各站湿膜,发现车身刚出清漆外喷站时,漆膜表面光滑平整;但经过手工喷涂后,漆膜表面出现密集点状缺陷,形似雾化不良,但该批次车身烘干后,车身外表未出现失光不良。查询问题车身过线情况,发现其前连续过线40台以上不需要手工喷涂清漆的车型。设计喷板验证,手工站2KS填充清漆后1h不喷涂,然后使用该喷枪喷涂全涂层试板1和无清漆的色漆试板2,烘烤后发现试板1目视失光,试板2漆膜正常。推断失光原因为清漆和固化剂混合后产生交联反应,只是程度低难以检测,交联程度不同的漆膜复合会出现失光问题,与喷涂线异常停链时间过长清漆站内的车身出现失光的原理相同。后续通过手工喷枪清洗作业标准化,未再发现失光不良。

3 结语

良好的漆膜外观需要工艺、设备、材料等多方面精细化管控来保证。失光问题涉及的原因众多,还具有一

定的隐蔽性,调查和验证的方式需要尽可能跟现场一致才能还原。比如2K清漆两道喷涂成膜中,必须是前后清漆与固化剂比例不一致或者其中一道受污染等情况下,第一、二道物料差异才会失光;如第一道和第二道的清漆都被相同量的溶剂污染,喷涂烘干后则不会出现失光。以上案例只是从底材、污染等方面介绍失光调查和改善的处理方法,为同行处置同类问题时提供思路借鉴,最终方案必然是以现场调查为基础,辅以原理分析和经验来确定,从而经济、高效、全面地解决问题。

参考文献:

- [1] 郑旋,侯颖,杨浪,等.保险杠水性珍珠白颜色局部失光问题的解决[J].现代涂料与涂装,2021(12):22-24.
- [2] 杨东.B1B2集成工艺面漆橘皮问题改善[J].现代涂料与涂装,2022(5):28-30.
- [3] 杜春苗,朱浩,李明哲,等.采用B1B2涂装工艺所制漆膜局部失光问题的解决方案[J].电镀与涂饰,2020(18):1270-1273.
- [4] 完颜成功,甘正升,王明.关于油漆车间高外观工艺思考[J].现代涂料与涂装,2024(5):41-45.
- [5] 宋景新,苏和,廖梅东.浅谈汽车涂装高品质外观影响因素[J].现代涂料与涂装,2024(2):55-58.
- [6] 梁贻予.乘用车B1B2工艺涂层曜石黑橘皮成因及优化[J].现代涂料与涂装,2022(10):42-44. ◆

(上接第48页)和干式喷房两种,其中湿式喷房通过水循环和文丘里水汽分离来吸附喷涂过程中产生的漆雾,而干式喷房则利用纸盒吸收漆雾,虽然干式喷房在节能环保方面更胜一筹,但耗材费用相对较高。

3)照明:应在喷房内部设置合适的照明系统,以确保工作人员能够清晰地看到喷涂区域,从而精准控制喷涂位置和质量。

4)地板和墙面的涂料:在喷漆车间内,通常会使用薄膜包装来包裹地板和墙面,并施以除尘清漆,以防止静电产生和颗粒物附着,确保涂料品质和表面平滑度。汽车涂装过程中不可或缺的元素是空调器和喷房。空调器的功能在于创造理想的环境条件,以维持涂料的润湿性和固化效果,有效地控制温度和湿度。而喷房的作用是为喷涂工序提供受控环境,确保涂料在最佳情况下喷涂、干燥和固化。

5 结语

汽车自动喷涂被认为是一个系统工程,需要多种设备和环境的协同合作才能确保喷涂层的均匀和质

量,以保证车身的外观吸引力和亮丽程度。随着科技和工艺的进步,汽车喷漆喷涂逐渐朝着更绿色、更节能、更美观、更数字化和定制化的方向发展。可以期待汽车喷漆自动喷涂技术在未来继续进行创新和发展,为汽车制造业带来更多优势和改进。

参考文献:

- [1] 段磊.汽车涂装生产线电气设备控制技术[J].电子技术与软件工程,2016(9):147.
- [2] 工锡春.涂装技术 第一册[M].北京:化学工业出版社,1986.
- [3] 刘海伟,宋爱婷.汽车涂装电气自动化关键技术分析[J].内燃机与配件,2021(11):96-97.
- [4] 马雁楠.汽车涂装生产线优化研究[J].现代工业经济和信息化,2020(6):48-49.
- [5] 陈慕祖.汽车涂装材料的研究现状和发展方向[C].2001年汽车涂装技术交流会议论文集,重庆,2001.
- [6] 陈慕祖,陈卫华.涂装前处理材料的最新成果[J].现代涂料与涂装,1999(1):15-16. ◆