

喷漆车间纤维缺陷产生原因及控制方法

马 瑞, 金靖鹏, 任 苗, 李艳芳
(北京奔驰汽车有限公司, 北京 100176)

摘要: 对漆面纤维缺陷进行分析排查, 从材料、设备、环境 3 方面提出优化方法, 有效解决了该缺陷。

关键词: 喷漆车间; 纤维; 缺陷

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2025)01-0052-02

Painting Workshop Fiber Defect Root Causes and Countermeasures

MA Rui, JIN Jing-peng, REN Miao, LI Yan-fang
(Beijing Benz Automotive Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: Reason analysis and process check done to fiber defect, optimization for material, equipment and environment completed to solve the defect effectively.

Key words: painting workshop; fiber; defect

0 引言

随着消费者对汽车漆面外观要求的提升, 汽车厂商对缺陷的控制也更加严格。纤维问题作为一种常见的缺陷, 可能会导致漆面异色、脱落等问题, 影响车辆的美观性和防腐性。而喷漆车间工艺过程较为复杂, 纤维问题的影响因素较多, 属于缺陷控制的难点。本文以某喷漆车间实际生产情况为背景, 针对纤维缺陷进行原因分析和控制方法的讨论, 通过对各生产环节的排查与优化, 使纤维缺陷问题有了较大的改善。

1 纤维分析与探讨

1.1 纤维缺陷的形态

现场纤维缺陷(图 1)为细长弯曲线状杂质, 表面有色漆或清漆覆盖, 触感平滑或凸起, 95%为透明纤维和黑色纤维, 其中又以透明纤维为主。

1.1.1 纤维缺陷和车身颜色的关联

对目前在产的 13 种车身颜色进行百车缺陷率的统计分析, 发现纤维缺陷数量和车身颜色无明显相关性。从精修线目视检查的情况来看, 白颜色车身的纤维缺陷较容易被发现, 更多的需要进行点修补, 黑色、蓝

色等较深颜色的车身很少因为纤维缺陷进行点补。



图 1 面漆外观纤维缺陷

1.1.2 纤维缺陷和车身部位的关联

统计车身不同部位的纤维缺陷数, 多集中于机盖、后盖等水平面位置, 垂直面的纤维较少。对比内外板缺陷数量, 外板的纤维数多于内板, 占比 90%以上, 由此可以推测纤维多来自于外部环境。

1.1.3 纤维缺陷和漆面位置的关联

喷漆车间采用了 IP2 工艺, 面漆分为 BC1 底漆、BC2 色漆、CC 清漆 3 层, 针对车身上的纤维缺陷部位进行逐层打磨并统计数量比例, 发现 4%的纤维缺陷在打磨至清漆(CC)层时消失, 4%的纤维缺陷在打磨至色漆(BC)层时可消失, 92%的纤维缺陷在打磨至电泳层时消失, 由此可知大部分纤维为电泳层的纤维。为进一步验证上述推论, 在面漆的前道工序电泳打磨线查车, 检查后记录位置并对发现的纤维不做处理, 待精

收稿日期: 2023-12-13

作者简介: 马瑞(1996—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事汽车制造、汽车涂料和涂装工艺研究工作。E-mail: mar@bbac.com.cn。

修线检查后发现电泳车身的纤维位置分布与漆后车身缺陷位置分布表现出一致性。

1.2 纤维缺陷产生的原因分析

经上述分析验证,可知面漆纤维缺陷主要是由电泳层的纤维造成,主要集中在车身水平面。但由于电泳层纤维多为透明长纤维且被电泳漆层包裹或半包裹,目视不易被发现,用手检查无明显触感,对于电泳打磨的操作工来说漏检的风险较大,经过统计,打磨处理电泳车身后还是约有占40%总电泳纤维缺陷车数的车身流出到精修,因此还需进一步进行分析解决。

1.2.1 电泳层纤维缺陷成分分析

对电泳层纤维进行扫描电子显微镜(SEM)、X射线能谱(EDS)和红外光谱(IR)检测,检测结果显示纤维分为两种,元素组成相同,直径不同,较小直径的纤维成分为对苯二甲酸乙二醇酯(PET),较大直径的纤维成分为纤维素。

1.2.2 电泳层纤维缺陷来源分析

对电泳前白车身进行粘尘测试,发现白车身表面有透明长纤维团。同时检测直接能接触到白车身的材料:装焊手套、前处理/电泳水洗过滤袋。

检测方法:把测试材料样品放置在洁净桌面上,将干净的粘尘垫裁剪成样品大小,完全贴合测试样品后撕下,用紫光手电检查其表面纤维状态,计算1 cm²面积内纤维的数量来判断材料含尘量。

检测结果:装焊手套和前处理水洗过滤袋纤维含量超标,装焊手套的纤维为透明长纤维和少量杂色纤维,水洗过滤袋表面为透明长纤维。同样对其进行扫描电子显微镜(SEM)、X射线能谱(EDS)和红外光谱(IR)检测,最终确认电泳层纤维来源于装焊手套和电泳水洗过滤袋表面掉落的纤维。

1.2.3 清漆、色漆层纤维缺陷来源分析

漆后车身纤维缺陷还有一部分是清漆、色漆层纤维。对在喷涂期间直接或间接可能造成纤维缺陷的材料/区域进行检测,包括:机器人擦杯布/罩衣、连体服、静压室过滤顶棉、鸵鸟毛、喷漆室大风吹送风管、BC流平区及闪蒸入口检查间、闪蒸烤箱。检测方法同上,检测结果:静压室过滤顶棉样品未检测出潜在纤维风险;鸵鸟毛、喷漆室大风吹送风管、BC流平区及闪蒸入口检查间、闪蒸烤箱均含有多种颜色、尺寸、类型的纤维。

对以上纤维取样后进行扫描电子显微镜(SEM)、X射线能谱(EDS)和红外光谱(IR)检测,并与清漆、色漆层纤维缺陷的测试结果进行对比,结果见表1。机器人擦杯布/罩衣上的纤维会造成车身透明纤维缺陷,连体服上的纤维会造成车身蓝色纤维缺陷。车身上的黑色纤维样品无法追溯源头,推测为环境中的纤维。

表1 纤维样品检测结果

样品名称	SEM 分析结果	EDS 分析结果	IR 分析结果
车身透明纤维样品	圆柱形 20 μm	C、O、N	PET
车身蓝色纤维样品	圆柱形 14 μm	C、O、N	PET
车身黑色纤维样品	扁平带状	C、O、N	蛋白质
机器人擦杯布/ 罩衣纤维样品	圆柱形 19 μm	C、O、N	PET
连体服纤维样品	圆柱形 13~16 μm	C、O、N	PET
鸵鸟毛纤维样品	圆柱形 11 μm	C、O、N	PET
风管纤维样品	透明扁平带状 15 μm	C、O、N	PET
BC流平区纤维样品	蓝色圆柱 8~11 μm	C、O、N	纤维素
闪蒸入口检查间 纤维样品	扁平带状 17~18 μm	C、O、N	纤维素
闪蒸烤箱纤维样品	圆柱形 28 μm	C、O、N	蛋白质

2 解决措施

主要从材料、设备、环境3方面进行优化,减少车身的纤维缺陷。

2.1 材料优化

优化装焊车间防切割手套,由内表面为碎布拼接改为紧密织成的布料,能大量减少白车身上携带的纤维数量,减少前处理电泳槽中的纤维污染,降低电泳层纤维缺陷产生。在使用前对前处理水洗过滤袋和喷漆室机器人罩衣进行粘尘处理,对喷漆室机器人擦杯布进行水洗和封边处理,减少其表面附着的纤维。将喷漆车间连体服更换为长纤维的长袖和长裤,减少连体服纤维的带入。

2.2 设备清理

加强清理与车身直接或间接接触的设备,如喷漆室入口大风吹的风管、鸵鸟毛。风管为光滑金属材质,在有送风的情况下不易积攒纤维,但软连接部分表面有褶皱,长时间使用还可能有破损脱皮情况。软连接处堆积的纤维、粉尘颗粒、破损的软连接材料纤维都有吹落至车身的风险,形成纤维缺陷。后续每季度彻底清理一次风管并检查送风管软连接处完整性,如损坏及时更换。鸵鸟毛作为喷漆前的车身清洁设备,也容易积攒纤维或杂质,在清洁车身过程中,一部分纤维和杂质会积聚在回风管,还有一部分会在鸵鸟毛室内,容易造成纤维缺陷。通过增加清理鸵鸟毛频次,在鸵鸟毛室两侧壁板和地面上铺贴粘尘垫和粘尘树脂,减少室内游离纤维含量。

2.3 环境清理

保持喷漆车间内部环境洁净也有利于减少漆面纤维缺陷。针对车身停留时间较长或容易吸附纤维的区域进行了检查清洁及优化。1)白车身(下转第57页)