

关于油漆车间高外观工艺思考

完颜成功, 甘正升, 王 明

(奇瑞汽车股份有限公司, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 通过新工艺(多次喷涂工艺等)、新材料(高外观、高彩度油漆等)、对标相关头部车企、规划提前介入来实现油漆车身外观的改善, 满足个性化定制及视觉盛宴, 并对原来油漆系统的颜色进行升级改造, 实现平面感及运动感。

关键词: 高外观; 高彩度; 油漆车身外观; 个性化定制

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)05-0041-05

Thinking about High Appearance Process of Painting Workshop

WANYAN Cheng-gong, GAN Zheng-sheng, WANG Ming

(Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

Abstract: This paper introduces the improvement of the appearance of the painted body through the new process (multiple spraying process, etc.), new materials (high appearance, high chroma paint, etc.), the head car enterprises related to the standard and planning in advance, so as to meet the personalized customization and visual feast, and upgrade the color of the original paint system to achieve a sense of plane and movement.

Key words: high appearance; high chroma; paint the exterior of the body; personalized customization

0 引言

油漆车身的高彩度、闪烁感/颜色层次感、饱满度/高光澤是涂装油漆发展的新方向, 它满足了客户越来越挑剔的审美及个性化定制。我们在车型开发前规划车身油漆外观, 涉及工艺设备、材料提前规划, 通过对现有颜色优化、车身油漆仿形优化和新工艺的应用, 来改善油漆车身的外观质量。

1 高外观涂装工艺品质定义及目标

根据产品需求, 从用户关注产品特性的角度识别涂装专业工程特性。用户关注产品特性可以分为不锈蚀、漆膜耐用、油漆饱满及质感、颜色鲜艳、油漆光亮、密封性、舒适性、产品特殊需求, 它们分别对应的涂装专业工程特性为耐蚀性、耐候性、耐划伤性、漆膜厚度、高彩度、高对比度、橘皮(长短波)、DOI、光泽、噪音及

减震、NVH 值、气密性、水密性、个性化、定制化。

1.1 高外观涂装工艺品质定义

颜色表面质感的描述: 漆膜外观品质好, 颜色质感可量化, 可用仪器测量, 常用于颜色量产品品质管控。油漆外观从耐蚀性、耐候性、耐擦伤性、NVH(涂装)、膜厚、光泽(20°)、橘皮、鲜映性(DOI)8个维度来判定。

1)耐蚀性指标为防腐6年外观无腐蚀, 12年无穿孔;电泳外表面膜厚18~22 μm , 电泳内表面膜厚 $\geq 14 \mu\text{m}$, 电泳内腔膜厚 $\geq 10 \mu\text{m}$;注蜡全覆盖。

2)耐候性指标为自然曝晒, 最佳范围为佛罗里达2年变色 ≤ 1 级、光泽变化 $\leq 10\%$ 、DOI变化 $\leq 10\%$ 、附着力 ≤ 1 级。

3)耐擦伤性最佳范围为洗刷试验后75 $^{\circ}\text{C}$ 、2h恢复期, 60°光泽保持率 $\geq 85\%$ 。

4)NVH(涂装)指标PVC最佳范围为底部护板, 阻尼板/SSD最佳范围为3~4 mm。

5)3C2B工艺膜厚要求为电泳18~22 μm 、中涂25~35 μm 、色漆10~16 μm 、清漆60~80 μm , 总膜厚145 μm 。

收稿日期: 2023-04-17

作者简介: 完颜成功(1987—), 男, 本科, 工程师, 主要从事涂装新车型开发、策划及涂装工艺规划等工作。E-mail: wanyan chengong@163.com。

6)光泽(20°)最佳范围为≥90%。

7)橘皮指标水平面长波为 1.7 左右,水平面短波为 11.6 左右,垂直面长波为 4.2 左右,垂直面短波为 8.4 左右。

8)鲜映性(DOI)只对深色油漆要求≥95。

1.2 高外观涂装工艺品质设定目标

1)耐蚀性设定目标为防腐标准 5 年外观无腐蚀,10 年无穿孔;电泳外表面膜厚≥16 μm,电泳内表面膜厚≥12 μm;电泳内腔膜厚干区≥5 μm,湿区≥10 μm(冷轧板);注蜡标准为膜厚≥50 μm。

2)耐候性设定目标与最佳范围一致。

3)耐擦伤性设定目标与最佳范围一致。

4)NVH(涂装)PVC 设定目标为轮罩 1 000~1 200 μm,底板 600~800 μm;阻尼板/SSD 设定目标 3 mm。

5)3C2B 工艺膜厚设定目标为总膜厚 125 μm。

6)光泽(20°)设定目标≥88%。

7)橘皮设定目标均低于最佳范围。

8)鲜映性(DOI)设定目标优于最佳范围。

2 高外观工艺规划方案

2.1 涂装车间总体说明

1)车间按 60 JPH 规划,一期厂房建设 30 JPH,二期扩建到 60 JPH,采用 3C2B 工艺。

2)涂胶机器人:UBS、UBC、SSD、粗密封、车顶密封工位实现全机器人打胶。

3)喷漆机器人:中涂外喷、BC 内喷、BC 外喷两遍、CC 内喷、CC 两遍外喷实现全机器人喷涂。

4)采用废气高温焚烧装置,降低 VOC 排放,达到国家及地方政府排放标准。

5)规划净产能 30 JPH,其中前处理、电泳 60 JPH,5 JPH 套色车。

6)预留 30 JPH 产能和 30 JPH 套色线。具体投资对标见表 1。

表 1 我公司 60 JPH 投资对标

指标类型	指标	单位	中欧合资	中欧合资	中美合资	中日合资	我公司
产业化设计	设备投资效率	万元/JPH	2 000	1 667	2 083	875	1 438/1 065
	面积效率	m ² /JPH	1 063	1 051	1 060	561	1 660/1 035
	车身到涂装车间至出涂装车间时间	h	6.7	7.8	7.5	7.6	7.3(PT-ED 按 60 JPH 设计,通过时间增加 0.5)
	JPH	台/h	60	60	66.5	50	30+30
运行成本	材料成本	元/台	750	720	670	620	480
	能源消耗	kW·h/台	430	460	410	370	398
	水消耗	m ³ /台	1.1	1.3	1.1	2.0	1.1
环境	VOC	g/m ²	20	20	20	13.5	20

2.2 工艺方案对标

项目工艺及关键设备以某德系车型为基础,同时

吸纳了德系高端车型、日系车型工厂等工艺优点,具体对标见表 2。

表 2 我公司工艺方案对标

工序	我公司某基地	德系 1	德系 2	德系 3	美系
前处理	脱脂	脱脂	脱脂	脱脂	脱脂
前处理	低温磷化+钝化两步法	低温磷化	低温磷化	低温磷化+钝化	钝盐(薄膜前处理)
电泳	多段整流	多段整流	两段整流	三段整流	三段整流
UBC/UBS	机器人喷涂	机器人喷涂	机器人	机器人喷涂	机器人喷涂
SSD	机器人喷涂		人工	人工	人工
粗密封	机器人喷涂	机器人喷涂	人工	机器人喷涂	人工
细密封	人工	人工	人工	人工	人工
电泳打磨	干磨(水平面)	干磨(水平面)	干磨(水平面)	干磨(水平面)	干磨(水平面)
中涂喷漆	水性,机器人喷涂	无,ECO-concept 工艺	水性,机器人喷涂	无,采用 B1B2 工艺	无,采用水性 3C1B 工艺
中涂烘干	湿式点打磨	无,ECO-concept 工艺	湿式点打磨	无,采用 B1B2 工艺	无,采用水性 3C1B 工艺
色漆	水性,内外表面机器人喷涂	水性,内外表面机器人喷涂	水性,内外表面机器人喷涂	水性,内外表面机器人喷涂	水性,内外表面机器人喷涂
色漆预烘	直通炉,含水率 8 g/kg	直通炉,含水率 6-8 g/kg	直通炉,含水率 10 g/kg	直通炉,含水率 10 g/kg	直通炉,含水率 10 g/kg
清漆清漆	溶剂型 2K 清漆,内外表面机器人喷涂,外表面 2 道	溶剂型 2K 清漆,内外表面机器人喷涂,外表面 1 道	溶剂型 2K 清漆,内外表面机器人喷涂,外表面 2 道	溶剂型 2K 清漆,内外表面机器人喷涂,外表面 2 道	溶剂型 2K 清漆,内外表面机器人喷涂

2.3 关键工序和工艺时间对标

关键工序和工艺时间对标见表 3。

2.4 关键设备对标

关键设备对标见表 4。

表 3 我公司关键工序和工艺时间对标

min

工序	我公司某基地	德系 1	德系 2	德系 3	美系 1	日系 1	美系 2	日系 2	日系 3
预脱脂	1	1.5	1	2	1	1	1	1	1
脱脂	3	1.5+1.5	3	3	2	2	2	3	2
磷化	3	3	3	3	2(锆盐)	3	2	3	2
阴极电泳	5	5	3	4	4	3	3.3	3	3
电泳烘干	20+20	22+20	15+20	14+28	15+25	40	10+30	20+20	40
胶烘干		无		15+15	12+12	10	20	10+10	10
中涂晾干	8.5	8.5							
中涂烘干	15+20	15+20	12+22					10+20	
色漆层间晾干	2	3	1.5	2	1				2
色漆与闪干晾干	5	5	6	5	6				2
色漆预烘干	5+3	2+3	4+2	3+2	3+2	8		5+3	5+3
清漆晾干	9	7	11	6	6	8	7	9	10
面漆烘干	15+20	10+20	10+19	17+18	17+18	30	10+25	10+20	10+20

表 4 我公司关键设备对标

项目	某国产品牌	德系 1	德系 2	德系 3	美系	日系 1	日系 2	日系 3	
总包厂家	杜尔	杜尔	杜尔	杜尔	杜尔	大气社	大气社	大气社	
输送形式	前处理电泳	翻转 360°	翻转 360°	翻转 360°	翻转 360°	摆杆 45°	推杆链 30°	推杆链 30°	推杆链 30°
	中面涂	滑橇	滑橇	滑橇	滑橇	滑橇	地面链	地面链	地面链
	PVC 输送	倒置滑橇	倒置滑橇	倒置滑橇	倒置滑橇	倒置滑橇	悬链	摩擦滚床	悬链
烘干室形式	电泳	IMC	直通	IMC	直通	直通	π 型	桥式	桥式
	PVC		直通	IMC	直通	直通			
	中面涂	直通	直通	IMC	直通	直通	π 型	桥式	桥式
喷漆室形式	喷漆室形式	干式(小纸盒)	干式(大纸盒)	干式石灰粉	干式石灰粉	湿式	湿式喷漆室	湿式喷漆室	湿式喷漆室
供蜡	系统形式	人工注蜡	自动灌蜡	人工注蜡	人工注蜡	人工注蜡	人工注蜡	人工注蜡	人工注蜡
空调	循环风应用	循环风应用	循环风应用	循环风应用	循环风应用	循环风应用	循环风应用	循环风应用	循环风应用
送风	环境温湿度	≥16℃	≥16℃	22~27℃, 相对湿度 70%~80%	18~26℃, 相对湿度 40%~75%				
	工位温湿度	18~28℃, 相对湿度 ≥50%	18~28℃, 相对湿度 ≥50%	22~27℃, 相对湿度 70%~81%	18~26℃, 相对湿度 40%~75%				
废气处理		转轮吸附 +RTO	转轮吸附 +RTO	转轮吸附 +RTO	转轮吸附 +RTO	转轮吸附 +RTO	无	转轮吸附 +RTO	转轮吸附 +RTO

2.5 机器人及喷涂参数对标

根据工艺设备配置、机器人流量、枪距、枪速及重叠率等参数可以在优化后的基础上进一步提升精细化喷涂程度。自动化及仿形优化是提高油漆参数的重要因素,优化后仿形喷涂轨迹间距和喷幅更小,模块间的衔接更合理,漆膜更均匀。机器人及喷涂参数对标见表 5。

3 外观提升方面的思考及对标

外观的提升从油漆车间的自动化水平、材料开发、中涂水打磨、工艺验证结果等 4 个方面来思考和验证。

3.1 自动化水平对标

对标其他项目,我公司某项目增加了粗密封机器人和清漆两站喷涂,具体对标见表 6。

表 5 我公司机器人及喷涂参数对标

项目	我公司某基地 (30+30 JPH)	德系(60 JPH)			欧系 (30 JPH)	美系(68 JPH)		日系
应用车型	DC1E/EF1E	A6	E 级	新五系	S60/XC60	英朗	EDGE/TAURUS	凯美瑞
品牌	DURR	DURR	ABB	DURR	ABB	DURR	DURR	川崎
流量/(mL·min ⁻¹)	200~400	400~450	340~400	H:250,V:300	420	380	150~210	400
旋杯转速/(kr·min ⁻¹)	45~50	45~50	40	60	40	50	55	25
喷涂距离/mm	200	200	250	220	200	220	200	200~250
重叠率/%	75	75	75	66	66	66.7	66	50
雾幅/mm	400	450	450	450	400	450	300	250~300
机器人数量/台	外表 6(预留 4)	内表 6,外表 6	6	6(2 降级)	4	4	6	12
流量/(mL·min ⁻¹)	200~300	150~300	150~210	H:200,V:290	150~380	210	230~300	300
旋杯转速/(kr·min ⁻¹)	45~55	36~38	50	55	40~45	50	50	30
喷涂距离/mm	200	200	250	250	200	220	200	200~250
重叠率/%	75	66	83	66.7	66.7	66.7	66.7	50
雾幅/mm	400	450	450	450	300	450	300	250~300
机器人数量/台	外表 8(30 JPH)	6+6	6	4(1 降级)	8	4+4	8	8
流量/(mL·min ⁻¹)	250~400	150~400	250~400	H:390,V:330	220~450	310	360~480	300
旋杯转速/(kr·min ⁻¹)	45~50	40	50	50	35/40	50	45	25
喷涂距离/mm	200	200	250	200	200	220	200	200~250
重叠率/%	75	66	75	66	66	66.7	66	50
雾幅/mm	400	450	450	450	300	450	300	200~250
机器人数量/台	外表 8(30 JPH)	6	4	8(2 降级)	4	4+4	6	6

表 6 我公司自动化水平对标

工序名称	我公司某基地(30 JPH)	对标 2(30 JPH)	对标 3(60 JPH)
UBS	4	4	8
UBC	4	4	8
SSD	4+1	4	8
粗密封	4+2		
顶盖密封	1		
裙边胶			
中涂内表面			
中涂外表面	6(预留 4 台)	套色:6	10
色漆内表面	6(喷涂)+4(开门)+2(开盖)	4(喷涂)+4(开门)+2(开盖)	8(喷涂)+8(开门)+4(开盖)
色漆外表面	4+4(单线)	3+3(单线)	12(双线)
清漆内表面	6(喷涂)+4(开门)+1(开盖)	4(喷涂)+4(开门)+1(开盖)	8(喷涂)+8(开门)+2(开盖)
清漆外表面	4+4(单线)	4(单线)	8(双线)
合计	34 台喷涂机器人,14 台开门机器人,17 台密封胶机器人,共 65 台	24 台喷涂机器人,11 台开门机器人,12 台密封胶机器人,共 47 台	46 台喷涂机器人,22 台开门机器人,24 台密封胶机器人,共 92 台

3.2 材料开发

油漆材料的开发对标奥迪 A8 的材料体系(供应商体系与奥迪一致: BASF、艾仕得、海默拉特、PPG), 通过优化材料配方设计与选择, 优化颜色开发, 控制颜

料粒径, 优化长短波比值, 要求材料供应商结合现有工艺条件及高档车定位配套各涂层油漆材料的开发, 满足高通透、高光泽车身外观效果要求。具体开发要素见表 7。

表 7 我公司材料开发要素

材料特性	改善维度			
颜色	光泽提升 3%	施工性提升	质感提升,目视	彩度提升,目视
流平性	中涂润湿性及填充性提升	清漆在色漆上的润湿性提升	清漆自身流平性提升	
	目标:水平面 LW 降低到 2 以下,垂直面降低到 5 以下;水平面 SW 降低到 10 以下,垂直面降低到 15 以下			
配套性	长短波比例改善,提升目视外观	色漆与清漆界面互溶改善,提升目视外观		
理化性能	耐摩擦性提升,保光率提升 15%	耐老化性提升,从 3 000 h 提升到 4 000 h	抗石击性提升,相同标准,冲击次数从 1 次提升至 2 次	

3.3 中涂水打磨

在中涂打磨线对主要可视外观面进行湿打磨,利用专家资源开展中涂湿打磨手法及技巧的培训及指导,确保湿打磨彻底到位,起到湿打磨应达到的理想效果(消除底材的凹凸波纹对清漆后橘皮的影响)。

3.4 中涂水打磨验证结果

根据表 8 试验验证效果来看:材料施工参数优化+精细化喷涂能使 LW 优化 1.6;优化闪干炉升温时间和脱水率能使 LW 优化 1;优化色漆、清漆流平时间

和面漆烘干炉升温时间能使 LW 优化 0.5。预计经过中涂水打磨后水平面 LW 达到 2 以下,垂直面 LW 达到 5 以下。通过以上 5 个已验证的方案综合结果来看,目前的外观质量水平已接近于奥迪 A8 水平。

1)通过将清漆老轨迹格距由 150 mm 减小到 100 mm,从而增加到八道喷涂轨迹,优化重叠率,获得了较好的外观表现。小流量,高重叠,使得清漆均一性从 3 提升到 1.7,外观均一性整体提升,平均 LW 降低 1.6,获得较好的目视外观效果。

表 8 工艺验证结果

验证方案	措施内容	结果
精细化喷涂	减小轨迹格距,喷涂重叠率由 66%提升至 75%	前后门及前后翼 LW 降低 1~2 个单位,
优化材料	优化材料施工参数,如施工黏度	尾盖 LW 降低 2~3 个单位
优化闪干炉升温时间和脱水率	优化闪干炉升温时间,改善脱水率,提升外观	对优化长波有少许贡献,LW 降低约 1 个单位
优化闪干时间	增加中涂、色漆、清漆流平时间	优化后 LW 降低 0.5~1 个单位,
优化烘干时间	延长升温时间,提升流平效果;降低升温速率	升温速率需继续验证

2)通过延长闪干炉闪干时间,提升脱水率,改善色漆流平,提升外观。

3)清漆烘炉降速后对于外观 LW 有 0.5 左右贡献,目前已量产切换。在降速基础上优化升温速率,但保温时间略欠缺,结合前期软划伤抱怨,需要进一步延长保温时长,目标为 150 °C、15 min,进一步累积炉温变化趋势数据。

4)中涂湿打磨+清漆 2 遍喷涂工艺下长短波和 DOI,从数据到目视都有所提高,可以确保达到奥迪 A6 同等及雷克萨斯以上水平。

4 结语

涂装高颜值车身外观定义是多彩化、立体感,颜色

让客户感到惊艳和舒服。通过规划把这些感觉表现在车身颜色上,在这个过程中需要提前确定目标,应用多层油漆工艺、高外观油漆材料、精细化仿形及现有油漆材料的升级,来实现车身颜色的美。

参考文献:

[1] 仓里.涂装工艺[M].北京:化学工业出版社,2009.
 [2] 李欣闻,刘弓长,王亮.浅谈 2K 清漆的性能研究与应用[J].汽车实用技术,2017(7):52-54.
 [3] 李欣,郭波,易炜.涂装机器人仿形规划与车身外观工艺调试[J].汽车实用技术,2019(5):158-161.

欢迎订阅

欢迎投稿

欢迎刊登广告