

# 亚光工艺上量生产探讨

钟明强, 侯 辉, 邓俊杰, 郭江华, 孙 奥, 范 伟  
(广汽乘用车有限公司宜昌分公司, 湖北 宜昌 443000)

**摘要:** 主要介绍了亚光颜色的特点及亚光损失, 通过生产优化途径来解决亚光上量问题。根据工作经验, 结合工厂实例分析亚光工艺优化思路, 并制定了不同的措施。

**关键词:** 亚光生产; 亚光工艺; 工艺改善

**中图分类号:** TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)06-0048-04

## Discussion on the Quantity Production of Matte Process

ZHANG Ming-qiang, HOU Hui, DENG Jun-jie, GUO Jiang-hua, SUN Ao, FAN Wei  
(GAC Passenger Vehicle Co., Ltd., Yichang Branch, Yichang 443000, Hubei, China)

**Abstract:** It mainly introduces the characteristics of matte color and matte loss, and solves the amount problem through production optimization. According to the work experience, combined with the factory examples to analyze the suboptical optimization ideas, and formulated different measures.

**Key words:** matte production; matte process; process improvement

### 0 引言

目前, 随着我国工业化建设的突飞猛进, 汽车制造行业也取得了迅速的发展, 为提高竞争力及满足客户需求, 汽车外观越来越有个性化, 沉稳、典雅、柔和、质感的汽车亚光漆颜色孕育而生。亚光漆与亮光漆的主要区别是漆膜的光泽度, 其漆面比较柔和, 与亮光漆相比光泽度有所降低, 通常分为半亚光和全亚光, 一般来说半亚光漆 60°光泽度为 30%~50%, 亚光漆在 30%以下, 可细分为 30%~60%不等的亚度。本文主要介绍光泽度在 30%左右的亚光漆批量生产工艺情况, 有 3 种不同颜色的亚光, 分别为亚光绿(又叫战机绿, 为影豹车型)、亚光灰(为赛道版影豹车型)、墨烯灰(为 GS3 车型), 通过建立批量生产工艺, 梳理主要问题点, 优化生产工艺, 制定对策, 达成亚光色批量生产目标。

### 1 亚光说明

#### 1.1 亚光与亮光的区别

在我们日常所见的汽车中, 有亚光和亮光车漆, 目

前市场上 99%以上乘车辆均为亮光漆, 亚光漆占比极少, 亚光漆和亮光漆光泽度有所不同, 亮光漆打蜡后会呈现镜面效果, 而亚光漆无法进行抛光打磨, 体现的是一种典雅和柔和的效果。在视觉效果上, 亮光漆光线清晰明亮, 表面反光度高, 亚光漆表面反光率低, 光线模糊不明显; 从材料上分析, 亚光和亮光清漆材料不同, 会显现出不同的外观光泽度。

#### 1.2 亚光工艺的特点

汽车外观亚光工艺是近年才开始成熟的工艺, 以我公司使用的亚光漆为例, 其为关西厂家所制造, 具有以下优缺点。

**优点:** 消光率高, 疏松多孔, 空隙占据 85%粒子体积, 能够很好地减少光的反射; 具有优良遮盖率, 粗糙表面小颗粒可以有效遮盖, 底材遮盖提升与目视敏感度降低; 具有高硬度, 硬度可达到 HB。

**缺点:** 难以修补, 无法抛光打磨, 打磨会使表面粗糙度发生改变。

亚光漆的缺点也正是涂装量产的最大阻碍, 亚光面涂后的车辆需一次合格, 不合格车辆难以进行抛光打磨、离线修补, 无法补色漆, 只能轻打磨后手补清漆, 修补后的光泽效果不理想。

收稿日期: 2023-05-24

作者简介: 钟明强(1979—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车表面涂装生产工作。E-mail: zhongmq@yc.gacmotor.com。

亮光与亚光工艺的主要区别在于清漆不同，亮光主要是 1K 清漆和 2K 清漆，1K 清漆的主要成分是丙烯酸/氨基或者是丙烯酸/环氧/氨基体系，2K 清漆的主要成分为双组分聚氨酯体系。

亚光清漆基于 2K 清漆聚氨酯树脂体系基础上进行开发，是以两种组分进行分开生产包装，第一组分是丙烯酸树脂，第二组是异氰酸酯，在喷涂前进行定量混合，混合后两种组分在常温下即可反应，在催化剂的作

用下可形成固体状态，喷涂完成后进行烘炉烘烤，可以得到最终亚光漆面。

### 1.3 亚光直接合格率

在研究亚光工艺前，可以先了解亮光工艺，亮光工艺是以防锈工艺(装夹具+前处理电泳+烘干)、密封胶工艺(车身密封胶+车底密封胶+烘炉)、面涂工艺(电泳打磨+面涂+烘干)、修饰工艺(检查+返修+WAX)4种工艺来进行生产，见图 1。

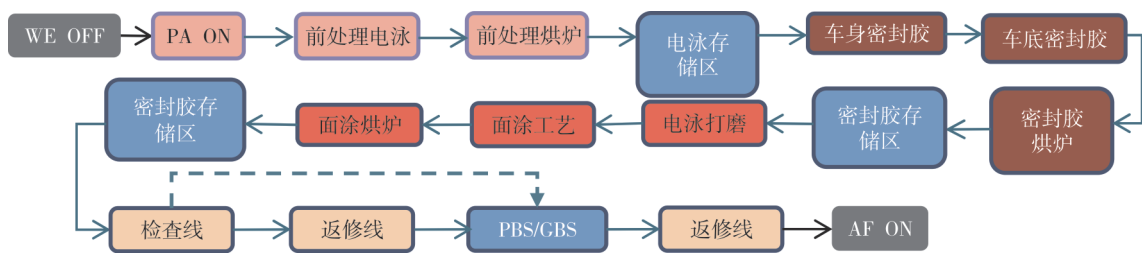


图 1 涂装亮光生产工艺

亮光和亚光生产的检查工艺基本相同，出喷房的品质水平一致，可以得出进面涂直接合格率，计算公式为  $\delta=a/b$ ，式中： $\delta$  为面涂直接合格率； $a$  为面涂工艺出口直接合格数； $b$  为面涂工艺出口总数。

通过与各工厂对比，面涂直接合格率行业平均水平为 40%，经过检查返修后，亮光车辆的直接合格率可达 90%。

### 1.4 亚光生产工艺方式

目前，大多数厂家按照亮光的生方式生产亚光，在亚光特殊的漆面下，无法抛光打磨，从面涂工艺流下来的亚光车辆大多数无法合格，需返修、重涂等方式进

行对应，按照亮光加工方式生产，无法达到所需亚光的生产效果，部分厂家会对亚光生产进行优化。

第一种亚光工艺方式见图 2，防锈工艺、密封胶工艺、面涂工艺不变，增加亚光返修室体，对应亚光生产，在亮光的基础上去除检查线的抛光打磨岗位，增加亚光贴膜岗位，返修区域增加亚光返修，返修的主要内容为内板返修，外板不返修，返修后可以提升 20%合格车。

优点：能够在生产亮光的前提下完成亚光生产。

缺点：在保证亮光生产目标下，亚光产能低；因返修时间较长，一般安排在周末生产返修。

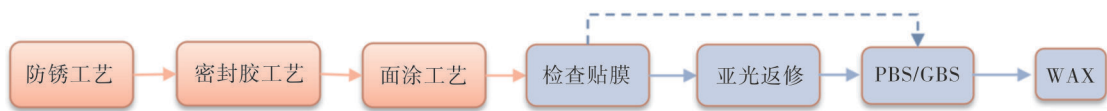


图 2 第一种亚光工艺方式

第二种亚光工艺方式见图 3，在第一种方式上进一步优化，剩余 40%不合格亚光车辆，对亚光件(四门两盖+翼子板)进行拆分，将合格件拼在车上，平均可以提升 20%的合格车，剩余零件中，拼装一起进行返修，对无法返修的件和车辆进行重涂，再用备件喷涂代替完成不合格品，亚光生产完成闭环。

优点：亚光产能可大幅度提升。

缺点：在返修区域拆装件极大浪费返修工时，极大地浪费备件数量，造成成本增加。

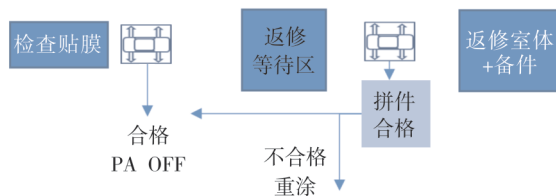


图 3 第二种亚光工艺方式

### 1.5 亚光批次说明

亚光批次是通过检查线合格后进入 PBS/GBS，不

合格车辆放置于返修存储区,为保证检查线合格车辆顺利上到二楼,返修存储区域不能影响检查线生产,以我公司涂装科为例,亚光修饰工艺分为检查贴膜区域、返修等待区域、返修拼件区域,通过返修区域与面涂直接合格率,可以推算出亚光生产批次,计算公式为  $C=SI/Q$ ,式中: $C$ 为亚光生产批次; $S$ 为返修区域可使用空位; $Q$ 为面涂出口不合格车率。

通过与各工厂对比,面涂直接合格率行业平均水平为40%,不合格率为60%,我公司涂装科返修区域可使用空位为12个,可得出亚光生产批次为20台。

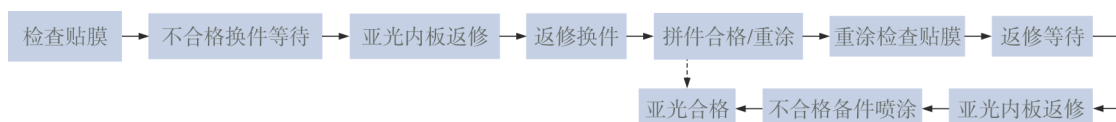


图4 修饰区域亚光处理流程

为保证亚光一批次完成,涂装车间需完成9道工序,要进行一次重涂和部件加工完成亚光合格,亚光生产工艺加工时间过长,通过工时分解可得出亚光在修饰工艺中的周期为436 min,主要过长时间为拼件重涂,详见表1。

表1 修饰亚光工艺时序

工艺类别	工时/min
检查贴膜	18
不合格等待	80
亚光内板返修	15
返修换件	20
拼件重涂	120
重涂检查贴膜	18
返喷亚光不合格等待	30
亚光内板返修	15
备件加工	120

## 2.2 亚光改善方向

提升亚光产能可以从以下两个方向进行思考:一是优化生产周期,二是优化生产效率。

## 2 亚光生产改善

### 2.1 亚光生产现状

现阶段在防锈工艺、密封胶工艺、面涂工艺的亚光生产组织与亮光相同,按照方式二主要是修饰工艺的改善,增加了重涂工艺,将重涂工艺作为亚光生产的主要工序之一,但从图4中可知,重涂工艺增加后,工序变得更多,所用时间更长,部分亚光车辆需重涂才能完成生产,剩余部分只能进行备件更换处理,所需花费备件成本高,浪费极大,并且这种方式生产只能进行小批量生产,无法满足大批量需求,对涂装的成本是巨大的挑战。

### 2.2.1 优化工序,减少亚光生产周期

首先,从增加效率入手,减少现阶段冗杂工序,对工序进行做减法,通过优化生产工序和时间来减少亚光一批次生产周期;检查贴膜、返修拼件、亚光内板返修为主要工序,其他不合格等待、拼件重涂、重涂贴膜、备件加工等工序为浪费工序,针对浪费工序进行合并和删减优化;其次,削减亚光贴膜工艺,由全车身覆盖改为侧围与翼子板贴膜,删减贴膜工艺,并有效地避免了重涂贴膜工艺;最后,优化亚光拼件,对剩余20%的不合格车辆(部分零件不合格)与生管部门协商,进行计划脱批,等待下批次车辆到返修后换件处理,最后对大部分不合格零件拼凑成一台不合格车辆进行重涂处理,并联系生管部门将重涂车辆设置为计划脱批车辆,有效地增加亚光生产批次,同时也减少了亚光生产周期(缩短为133 min)。

### 2.2.2 优化资源,增加生产效率

1)优化存储区分配(对18个位置进行分配),减少亚光等待

为保证亚光快速通过,减少亚光等待时间,我们对亚光与高光比列进行罗列验证,得出最佳亚光与高光比列,见表2。

表2 储存区分配方案

项目	亚光																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
高光	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
验证结果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
	高光车流动顺畅,出车不受影响										高光车堵线,出车受影响						

2)优化亚光排产,少批量提高效率  
亚光排产对亚光生产效率有非常大的影响,通过

对不同数量的亚光台数进行验证,发现存在等待浪费时间,见表3。

表3 亚光批次数量与停线时间的关系

项目	亚光车单批次排产台数					
	30	25	20	15	10	5
验证时间	2022-8-25	2022-8-26	2022-8-28	2022-8-28	2022-8-30	2022-8-31
是否停线	是	是	是	否	否	否
堵线车台数	8	5	0	0	0	0
单批次停线时间	40 min	20 min	0	0	0	0

通过改善亚光集中排产,调整每批次产量,消除停线时间。原计划中,亚光是按照25~60台为一批次进行集中生产,通过验证,发现亚光数量超过25台就会存在等待,当数量 $\leq 20$ 台时,等待时间则趋近于零,由此得出亚光的最佳批次为20台/批次;我公司目前生产3种不同颜色的亚光车,以3批次的亚光颜色各不相同为标准进行对应,无法拼件处理,那么可以算出亚光最大的间隔时间 $h=n \times p$ ,其中: $h$ 为间隔时间, $n$ 为每批次最大库存量(10台), $p$ 为重涂和返修时间(15 min/台),可得出最大间隔时间为150 min。

最终可以得出结论:亚光20台/批次、间隔时间为2.5 h最为合理,可以有效提高亚光生产效率。

### 2.3 亚光工序说明

亚光备件说明:1)返修室体需空出一个室体作为换件室体;2)备用零件分别为四门+机+尾盖+左右翼子板+油箱盖各10件,其中喷漆件各5件,电泳件5件;3)划分备件区域和配备换件人员,减少取件时间和换件时间;4)在标准膜厚范围内,用机器人对零件进行一次重涂,增加零件利用率。

亚光拼件说明:1)亚光不合格车辆放到返修存储区,拆除四门两盖+翼子板,将合格零件拼件到一部分

车上,合格零件拼放到另外一部分车上,增加亚光直接合格率;2)将不合格车辆进行重涂,消耗返修存储的车辆,减少堵线损失;3)对作业进行标准化。

通过亚光备件、亚光拼件及亚光工序优化,大大提升亚光效率,每日正常班8 h,平均可生产73台,加班3 h,当日可生产100台亚光车辆。

### 3 结语

亚光生产上量是一个急需解决的问题,通过分析,主要结论如下:1)涂装亚光工艺较为特殊,无法满足亮光的抛光打磨,在满足亮光生产的前提下,可以满足亚光批量生产;2)通过优化亚光工序,2.5 h内可完成一批次20台的亚光产能;3)亚光生产已持续8个月之久,并且处于稳定阶段,从生产中得到充分的验证,为同行业提供参考。

### 参考文献:

- [1] 李文鹏,裴一庆,许能才,等.亚光清漆在水性B1B2汽车涂装中的应用[J].电镀与涂饰,2023,42(6): 32-36.
- [2] 韩凯.水性双组分聚氨酯亚光固化剂的合成及性能[D].广州:华南理工大学,2021.

(上接第47页)方案的7.0 min提高到20.9 min,S03的保温时间由初步方案的6.4 min提高到19.5 min。其中,由于风嘴布局的变化,保温时间最低的点由S01变为S03,但两点之间保温时间相差不大,均多于最低保温时间15 min,都可以满足烘烤要求。

改造方案最终确定为烤箱内部风嘴优化、加热段增加循环加热箱、烤箱延长相结合的方案。下一步将根据方案,考虑厂房布局、设施接口等因素,制定详细的施工计划,选择合适的施工窗口期进行施工改造,减少停产时间,兼容序列化生产车型,调试优化,保证电动新车型顺利投产,为客户制造出高品质的产品。

### 5 结语

通过对烤箱结构与功能原理、涂料成分及其功能、烤箱特性、干燥过程、干燥原理、烤箱结构等方面深入剖析,并借助烘干仿真模拟手段进行炉温曲线模拟,来评估未来电动车在现有烤箱中的烘烤状况,同时对改造方案进行逐步探究,并再次用仿真模拟来验证方案的有效性。结果表明:1)通过模拟发现,基于现有烤箱,下边梁区域的炉温测量点无法满足烘烤下限要求,需要对电泳烤箱进行改造;2)通过不断尝试,最终确定了风嘴优化、增加循环加热箱、延长烤箱相结合的方案。