

# 黑车顶车型主线生产实现详解

计清剑, 刘超, 鲍焱林  
(上汽大众汽车有限公司, 上海 201805)

**摘要:** 涂装车间如何实现黑车顶车型经济环保简易的生产是一个值得探讨的课题。本文针对 2010V 工艺涂装车间如何实现黑车顶车型主线生产, 特别是面漆线喷涂功能实现进行了详细介绍。

**关键词:** 黑车顶; 2010V 工艺; 主线生产; 面漆线喷涂

**中图分类号:** TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)08-0066-04

## Detailed Explanation of Main Line Production of Black Roof Vehicle

Ji Qing-jian, Liu Chao, Bao Yan-lin  
(SAIC Volkswagen Automotive Co., Ltd., Shanghai 201805, China)

**Abstract:** For the painting workshop how to achieve economical, environmentally friendly and simple production of black roof vehicle is a topic deserves to be discussed. This article detailed introduce about the 2010V process painting workshop how to achieve the main line production, especially the implementation of the spraying system in the topcoat line.

**Key words:** black roof; 2010V process; main line production; topcoat line spraying

### 0 引言

在庞大的汽车市场中, 人们买车时越来越追求个性化, 其中颜色是买车时重要考虑因素之一, 然而单一的车身颜色无法满足消费者的需求, 双色车、多色车、拼色车就应运而生。其中车顶与车身异色的双色设计是最常见的, 尤其是黑色车顶造型比较多, 汽车有了黑车顶之后, 增加了运动和视觉美感, 对于追求个性化的购车者来说, 非常具有吸引力。

那么这种黑车顶车是如何生产制造的呢? 不同的车企有不同的制造方式<sup>[1-3]</sup>, 上汽大众也先后推出了多款黑车顶车型, 并在不同工厂生产, 采用的方案有 Bypass 线生产和主线生产两种。相对于 Bypass 线, 主线生产投资少、更节能环保、质量可控性高, 在产能允许的情况下是首选方式。某工厂 SUV 车型 GT 如图 1 所示, 正是在借鉴其他车型生产工艺的基础上, 结合涂装车间实际情况, 如投资、产能、环保、成本、人工等方

面因素, 实施了主线喷涂生产模式。本文将 GT 车型为例, 介绍标准化 2010V 工艺涂装车间利用面漆线喷涂系统实现黑车顶车主线生产。



图 1 GT 黑车顶车型展示

## 1 黑车顶造型和面漆线工艺设备简介

### 1.1 黑车顶造型简介

黑车顶造型是众多双色车中的一种设计方式, 即车身体是一个颜色, 车顶部分是黑色。这种车型外形时尚、个性、动感, 非常能够吸引眼球。GT 作为一款 SUV 车型, 有一定比例的黑色车顶车要生产, 其造型设计见图 2, 黑色部分包括 A 柱、车顶、车门以上的侧框、落水槽上部和后盖上部。

GT 车型在颜色匹配上, 有 4 种车身颜色, 都有黑

收稿日期: 2023-05-15

作者简介: 计清剑(1981—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事涂装车间设备规划和管理等工作。E-mail: jiqjsl@163.com。

车顶车占比,表 1 给出了 GT 车型信息。从表 1 中可以看出,要实现这些颜色匹配的黑车顶车生产,需要喷漆两次,涂装车间面漆线能否做到同一台车两次不同方式喷涂是关键。



图 2 GT 黑车顶造型设计

表 1 GT 车型颜色代码信息

GT 车型代码	常规车颜色代码	黑车顶颜色代码
	蓝色 D5D5	D52T 蓝色黑顶
1A16 全景天窗	白色 P1P1	P12T 白色黑顶
1A11 无天窗	红色 D8D8	D82T 红色黑顶
	黄色 G8G8	G82T 黄色黑顶

### 1.2 面漆线工艺设备简介

上汽大众标准化涂装车间,面漆线使用的是 2010V 工艺<sup>[4]</sup>,图 3 展示了该工艺的布局,剑刷站用于清洁车身;色漆线包括预喷涂、内腔喷涂、外表喷涂,其中外表 I 站用于所有颜色,外表 II 站特定颜色才启用,如金属漆;中间烘房用于色漆烘烤脱水;膜厚检测站用来监测色漆膜厚;清漆线包括内腔喷涂、外表喷涂;之后是面漆烘房,实现车体烘烤彻底脱水。其中各站机器人采用的是德国 Durr 公司产品,实现了全自动化生产,无需手工喷漆操作,避免了油漆对生产人员健康的影响,提高了生产效率和喷涂质量的稳定性。同时,该机器人系统柔性强,可通过编程调试实现多种车型的共线生产。正是基于 2010V 工艺面漆布局和机器人喷涂系统的特点,使得黑车顶车型在主线生产成为可能。



图 3 2010V 工艺面漆线布局

## 2 黑车顶车型主线生产功能实现

黑车顶车型的生产实现方式很多,根据 GT 黑车顶车产能设计在 2 JPH 以下和上述面漆线工艺设备的

柔性特点,基于降本增效、节能环保、保质保量的原则,决定采用在面漆主线喷涂生产的方式。该方式的工艺流程简述如图 4 所示,整个涂装车间除了面漆线、报交线、返工线需要改造,其他区域和常规车型生产一样。由于黑车顶车型有特殊的颜色代码和置位信息,可以通过两次经过面漆线,调用不同的机器人喷涂程序,首次喷涂车身主色,第二次喷涂黑顶,实现自动生产。

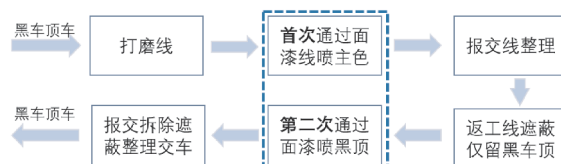


图 4 黑车顶主线喷涂工艺流程

### 2.1 车身主色喷涂生产

车身主色喷涂生产是第一次过面漆线,具体实现过程如下。

1)打磨线:顺线而来的黑车顶车,在打磨线和常规车型一样处理,然后去面漆线。

2)面漆线:Durr 控制系统通过读取滑橇载码体中的车型代码、颜色代码和载码体 98 位信息,判断为 GT 黑车顶车第一次过面漆,机器人则调用主色喷涂程序,和常规车一样正常生产。

3)报交线:喷好主色的车到达报交线,工人按照常规车型进行检查整理,然后顺线到达出口路径选择工位,此时新增的警示灯会提示为黑车顶,工人便操作新增的黑车顶选择按钮,将车身打往返工线。

### 2.2 黑车顶喷涂生产

黑车顶喷涂生产是第二遍进面漆线,类似于返工车生产,但又不同,具体实现过程如下。其中返工线要进行改造,为了满足生产节拍,返工线要进行延长,增加遮蔽包裹工位、警示灯、操作按钮等。

1)黑车顶遮蔽工位:黑车顶车到达遮蔽包裹工位时,新增警示灯报黑车顶,提示工人可以开始遮蔽包裹处理,包裹完成后按放行按钮,车进入返工室内进行吹扫清洁。

2)返工线室体:在室体出口增加了黑车顶警示灯和选择按钮,工人按下黑车顶按钮会对载码体 98 置位 1,该置位是一个关键判断信息。

3)面漆线:当包裹好的车顺线到达面漆线剑刷站前时,Durr 控制系统读取车型代码、颜色代码和 98 置位信号,判断为 GT 黑车顶,机器人则调用黑顶喷涂程序,进行喷涂。

4)报交线:喷好黑顶的车在报交线进行遮蔽塑料

膜拆除整理,然后顺线到达出口路径选择工位,此时警示灯提示为黑车顶车,通过选择原有功能按钮将车身输送至注蜡线,同时在读写站对滑撬载码体内的 98 位进行复位。

根据以上的主线功能实现介绍,报交线和返工线做了相应改造,接下来重点介绍面漆线 Durr 控制系统改造实现,这是难点。

### 3 面漆线喷涂系统功能实现

简而言之,黑车顶车型主线生产控制逻辑如图 5

所示。这里启用载码体 98 位用于判断黑车顶是否喷涂,面漆线 Durr 喷涂系统通过读取 98 置位信息,结合车型代码和颜色代码实现自动生产。

其实对于面漆线 Durr 控制系统来讲,不管是主色还是黑顶甚至它们的返工,车去了面漆后生产控制逻辑都是一样的。具体的黑车顶车面漆喷涂 Durr 系统实现方案见表 2。为了实现该生产控制方案,Durr 控制系统需要对软件方面的 PLC、RPC 和 EcoScreen 人机界面,以及 3DOnSite 中的机器人程序进行改造调试。

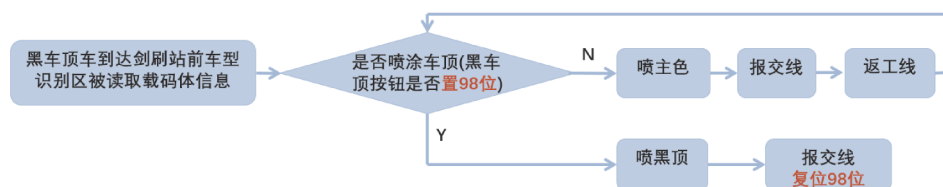


图 5 主线生产控制逻辑

表 2 GT 黑车顶车型控制方案

车型代码	颜色代码	喷涂要求	颜色代码变换	98 位	轨迹调用	备注
1A16	P12T	喷主色	P1P1	0	喷涂整车	颜色代码变为 P1P1, RPC 置位 TR 调用喷涂主色轨迹
		仅喷黑顶	2T2T	1	仅喷车顶	颜色代码变为 2T2T, RPC 置位 BR 调用喷涂黑顶轨迹

#### 3.1 软件更改 PLC 部分

要实现对车型和颜色的判断区分,需要对 Durr 设备西门子控制系统中的 PLC 程序进行更改,而且只在剑刷站的控制系统中更改,程序仅少部分更改即可。例如为了判别进来的黑车顶车是喷涂主色还是黑顶,在 FC5001 程序块中增加新的变量位, NW7 程序段中将载码体 98 位转化为 DB71.DBD38 变量位,用于程序中。在程序块 FC303 中增加了通过车型代码第二个字符 A 和颜色代码判断是否为 GT 黑车顶车的程序段。如果是黑车顶车,如 1A16 和 P12T,再根据 DB71.DBD38 变量位是 0 或 1,完成首次喷涂主色 P1P1 或第二次仅喷黑顶 2T2T 颜色代码转换功能。

#### 3.2 软件更改 RPC 部分

除了 PLC 更改,要使机器人调用不同轨迹程序,在色漆清漆线喷涂站的每个机器人 RPC 配置文件 E-cotalkVariables.ttp 中增加了两变量 ThinRoof 和 BlackRoof。同时在 RPC 配置文件 Global Vars.tid 中增加两布尔变量 TR 和 BR。这样在 3DOnSite 编程软件中,即可通过判断语句 (TR 获取 ThinRoof 值, BR 获取 BlackRoof 值),实现主色喷涂 (TR 为 1) 和黑顶喷涂 (BR 为 1) 程序调用。

#### 3.3 软件更改 EcoScreen 部分

人机界面 EcoScreen 是人机交互窗口,主要修改

了剑刷站的线总览的车型修改画面,增加了 BlackRoof 输入输出框,其用于显示 GT 喷涂方式,整车喷涂显示 0,喷车顶显示 1。同时,一些特殊情况下,如载码体信息错误或者没有正常读出载码体信息时,可以在该线总览画面点击 BlackRoof 输入框,写入变量 0 或 1,及色漆颜色输入框写入新的颜色代码。即 GT 整车喷涂填数字 0,只喷黑车顶填数字 1。以颜色代码 P12T 为例,整车喷涂时填 P1P1,喷涂黑顶时填 2T2T。注意如果点击修改时出现画面添加不了,或者是车型信息变了,有两个方法(注:只有剑刷站可以修改,其他任何站,只是显示,不能修改)。一是点击 Skid ID 后,再添加或修改所需要的信息,如车型、颜色、是否黑车顶等。二是点击 Delete 删除数据后,再进行添加所需要的信息。

#### 3.4 机器人编程控制 3D Onsite 部分

为了实现主色和黑顶两次喷涂,机器人需要进行编程控制,如 3DOnSite 中需要添加 GT 车型、添加 TR 和 BR 轨迹程序、调整喷涂参数(这个是长期的调试过程,最终要找到合理的喷涂数值)等。机器人根据获取的信息,调用不同的程序。如是常规车型颜色为 P1P1,则正常整车喷涂;若颜色代码为 P12T,且黑车顶变量为 0,则转换为 P1P1 颜色喷涂,并且 RPC 生成一个变量 TR 给机器人调用,进行整车白色喷涂;若颜色代码

为 P12T, 且黑车顶变量为 1, 则转换为 2T2T 颜色喷涂, 并且 RPC 生成一个变量 BR 给机器人调用, 进行仅喷黑顶。

从上文 Durr 喷涂系统功能实现的软件和机器人编程更改介绍可以看出, 改动工作量不大, 但是很专业, 需要懂得西门子 PLC、InTouch、RPC、机器人编程、电气控制等知识和经验。所以黑车顶车型面漆主线喷涂功能实现, 具有较强的专业性, 是需要工艺、设备、供应商团结合作的事情。

#### 4 结语

黑车顶造型汽车增强了运动感和视觉效果, 受到市场认可, 因此喷涂黑车顶越来越多地被应用于新车型项目中。对于涂装车间, 如何实现黑车顶车型经济环保简易的生产, 业界给出了多种实现方式。本文针对 2010V 工艺涂装车间如何实现黑车顶车型主线生产,



(上接第 65 页) 目前未有可借鉴的工具辅助, 分色胶带 X 方向定位容易产生偏差, 导致后背门分色线不直; 边梁分色线与后侧围分色线需要搭接, 且搭接处为外露, 需要保证搭接后分色线清洗无台阶, 无锯齿, 对两个分色胶带的搭接方式及搭接质量要求较高。

对策: 1) 方案规划阶段, 联合筹备组及材料厂家, 确定可实施的作业方式。2) 实车阶段, 对上述操作困难部位进行实际操作验证, 在最终实车上确定操作性良好的作业方式。

#### 9 质量改进亮点

1) 第一遍主色部位不喷涂 B1 涂层时, 有漆雾飘落, 有黑点颗粒。

问题描述: 第一遍喷涂大顶时, 大顶的色漆漆雾会飘落到车辆喷涂主色的部位, 色漆直接落到车门外板部位经过烘烤之后形成黑点颗粒, 在二遍喷涂时形成凸点质量缺陷。

改进措施: 第一遍喷涂大顶时, 在过 B1 喷涂时对车身主色部位也进行 B1 喷涂。

改进效果: 飘落的色漆颗粒被 B1 溶解, 避免了颗粒的问题。

2) 第一遍清漆喷涂之后需要对车身进行拉毛处理, 目的是增加车身面的附着力。

问题描述: 第一遍喷涂清漆之后表面非常光滑, 未处理直接喷涂清漆漆面附着力差, 会造成漆面脱落的风险。

改进措施: 第一遍喷涂完清漆之后用 600# 砂纸进行打磨, 增加表面的粗糙度, 增加表面张力, 从而提高表面的附着力。

特别是面漆线利用 Durr 喷涂系统功能实现, 进行了详细的说明, 再次证实了在涂装车间主线进行黑车顶喷涂生产, 工艺可行、控制简便, 这对后续黑车顶项目开展具有广泛的借鉴意义。

#### 参考文献:

- [1] 李鹏, 江宏. 乘用车套色工艺的探讨[J]. 现代涂料与涂装, 2021(12):58-60.
- [2] 田伟. 浅谈车身双色喷涂工艺设计[J]. 现代涂料与涂装, 2019(8):38-40.
- [3] 刘丛林. 套色车喷涂工艺探讨[J]. 现代涂料与涂装, 2016(7):57-59.
- [4] 刘仁龙. 大众集团中国区涂装工艺 2010V[J]. 涂料技术与文摘, 2013(6):27-35.



改进效果: 经过打磨后再进行喷涂, 车身表面的附着力增加。

3) 第一遍清漆和第二遍清漆喷涂需要设定不同的流量参数, 目的是避免喷涂过厚, 引发胶边漆泡问题。

问题描述: 两遍采用同样的参数, 会导致喷涂厚度增加, 尤其是胶边处的厚度增加。因为工作表面曲率变化, 在同样的电场下作用下曲率越大, 电子向曲率大的部位移动更多, 曲率大的地方电场更强。胶边部位较门板大面曲率更大, 静电吸附效应更明显, 导致在同等条件下(造型、胶宽、枪距、枪速)边比面的膜厚更厚, 容易发生胶边漆泡问题。

改进措施: 套色第一遍喷涂参数和第二遍喷涂参数区分开来, 重新设定参数代码, 第一遍采用代码 118, 第二遍采用代码 119。

改进效果: 胶边漆泡问题得到有效控制, 节约了油漆成本。

#### 10 结语

通过对套色流程的优化改进, 实现了先喷套色再喷涂主色的方案, 此举节省了大量遮蔽材料, 节约了成本。过程中关注几个细节点, 实现了对车身分色界限线的完美过渡, 满足顾客多元化的需求。

#### 参考文献:

- [1] 王锡春. 汽车涂装工艺技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [2] 王锡春, 杨必暖, 林鸣玉. 最新汽车涂装技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [3] 梁振华. 汽车涂装工艺与设备[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.

