

汽车保险杠材料平台化方案浅析

何凡, 沙俊亚, 李飞, 柳星来, 张自健, 段雪娜
(浙江吉利控股集团有限公司, 浙江宁波 315336)

摘要: 通过综合运用材料开发、模具设计、采购策略以及注塑工艺等多方面的研究, 构建保险杠注塑材料平台化体系。研究表明, 保险杠材料平台化具有显著优势, 不仅能有效降低加工成本, 还可提升涂装质量与效率。这使得保险杠在涂装后更为均匀、美观, 极大地满足了消费者对产品外观的需求, 进而间接提升了保险杠在市场中的竞争力。同时, 为汽车制造商创造了更多成本节约空间。本文详细阐述的保险杠注塑材料平台化方案, 有望为新工厂建设及新车型保险杠选材提供重要的借鉴与参考。

关键词: 保险杠; 平台化; 方案; 涂装质量

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)05-0057-04

Platformization Scheme for Automotive Bumper Materials

HE Fan, SHA Jun-ya, LI Fei, LIU Xing-lai, ZHANG Zi-jian, DUAN Xue-na
(Zhejiang Geely Holding Group Co., Ltd., Ningbo 315336, Zhejiang, China)

Abstract: By comprehensively applying research methods in multiple aspects such as material development, mold design, procurement strategies, and injection molding processes, a bumper injection molding material platformization system is constructed. The research results show that bumper material platformization has remarkable advantages. It can not only effectively reduce processing costs but also improve painting quality and efficiency. This makes the painted bumpers more uniform and aesthetically pleasing, greatly meeting consumers' demands for product appearance, and indirectly enhancing the market competitiveness of bumpers. Meanwhile, it creates more cost-saving opportunities for automobile manufacturers. The bumper injection molding material platformization scheme elaborated in the article is expected to provide important references for the construction of new factories and the selection of bumper materials for new vehicle models.

Key words: bumper; platformization; scheme; painting quality

0 引言

汽车保险杠的材料选择对于其涂装效果有着直接的影响。塑料化的发展使得塑料成为汽车轻量化的重要途径, 而塑料的涂装、装饰和保护成为一个专门的课题。聚丙烯(PP)作为保险杠的常用材料, 直接关系到涂装的力学性能及装饰和保护效果。PP材料的注塑成型收缩现象, 是由于其分子链结构具有伸展和蜷曲性能, 这种性能不仅影响了材料的物理性质, 还直接关系

到涂装后的漆膜性能。此外, 注塑成型过程中的工艺参数, 如熔体温度、模具温度等对制品的品质有重要影响, 这些参数的优化能够提高注塑效率, 降低注塑节拍, 从而影响涂装的最终效果。因此, 在选择保险杠材料和注塑工艺时, 需要综合考虑这些因素, 以确保涂装后的保险杠具有良好的性能和外观。

1 材料平台化概述

随着产品生命周期的缩短, 大批量生产方式已不能适应竞争, 越来越多的车企提出了“汽车平台”的理念^[1-4]。汽车平台化具有提高生产效率和灵活性、降低成本、提高产品质量、增强品牌竞争力以及满足消费者多样化的需求等优势^[5-6]。汽车平台化研究主要包括模

收稿日期: 2024-10-07

作者简介: 何凡(1990—), 女, 硕士, 工程师, 主要从事汽车塑料件涂装工艺研究工作。E-mail: hefanhu@163.com。

块化的生产方式、共享的基本结构元素以及通过不同的车身设计和底盘调校实现不同车型定位,然而,针对汽车材料平台化规划的研究却很少见。

材料平台化,简单说就是去掉不该有的,压缩去不掉的,逐渐在开发过程中使用一个牌号的材料,可以满足不同车型零件的开发及生产制造,生产出不同造型、不同功能零件产品。汽车保险杠材料平台化规划,需要考虑同一材料与不同造型保险杠注塑模具的适配性,在产品开发初期就考虑材料通用化、规模化开发。材料平台化建设是长期的过程,在开发初期时就需要投入大量的人力、物力去研究与讨论,利用丰富的样品数量、试验数据、参数对比、拟合、统计分析等,最终实现项目可应用的数据值^[7]。本文从材料开发、模具设计、采购策略、注塑工艺等方面阐述保险杠注塑材料平台化方案,给新工厂、新车型保险杠选材提供借鉴。通过对材料平台化策划,保障汽车保险杠的涂装更加均匀、美观,能够更好地满足消费者的需求,同时也为汽车制造商提供了更多的成本节约空间。

2 汽车保险杠材料平台化思路

对于新建工厂新车型保险杠材料平台化需进行提前策划,综合考虑保险杠材料开发、模具设计和注塑工艺及采购策略,以保证产品使用的材料质量品质一致性,从而确保涂装后的保险杠具有良好的性能和外观。首先,需建立企业材料认可管理办法及企业技术标准,对供应商材料牌号进行认证并建立材料数据库,从而实现已认证材料的快速、准确应用。材料收缩率在保险杠的尺寸装配过程中起着重要的角色,可作为注塑模具收缩率设计的参考。但保险杠在成型过程中的实际收缩率与产品结构、模具结构及注塑成型工艺参数等因素强相关。因此,材料平台化的关键是要先锁定材料收缩率,结合产品结构、整车涂装色彩纹理定义及模流分析,各车型保险杠注塑模具通过匹配材料收缩率来进行开模及精加工设计。在模具试制阶段主要通过注塑工艺优化产品尺寸及表面质量进行品质提升,从而实现汽车保险杠涂装质量和生产效率提升。图1展示了保险杠材料平台化开发的一般流程。

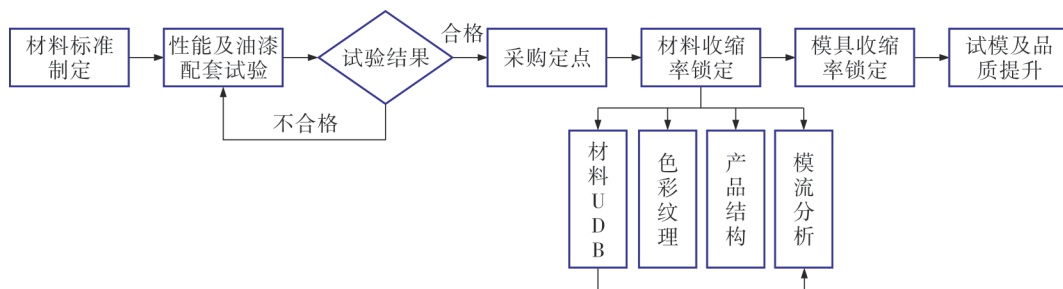


图1 保险杠材料平台化开发流程

3 汽车保险杠材料平台化方案要点

3.1 保险杠材料开发

材料技术是推动汽车技术竞争力提升的核心技术之一,在提升产品质量、降低成本、缩短周期等方面为项目提供技术支撑。保险杠材料选用原则按照图2进行整体规划,零部件材料禁用、限用物质应满足国内法规要求。保险杠顾名思义对汽车乘客及行人具有保护功能,要求防撞、吸能,其使用的材料应具有较高的耐冲击性和韧性;作为汽车外饰件,长期受到风吹雨淋日晒,材料应具备优异的耐老化、耐候、耐高低温等性能,以满足各种各样的工作环境。此外,保险杠作为外观件表面需喷涂以配合整车造型效果,其材料还应满足低温漆配套适应性,即具备较好的涂装性能。塑料基材与油漆的匹配关键在于增强塑料表面的附着力,不同牌号的保险杠材料所配套的油漆结果相差较大,因此,保险杠材料与塑料、油漆应具有良好的配套性,在应用前应完成所有配套性验证^[8-9]。由于保险杠尺寸较大,注

塑成型较困难,易出现流痕、熔接痕等问题,要求材料具有良好的加工性及尺寸稳定性。

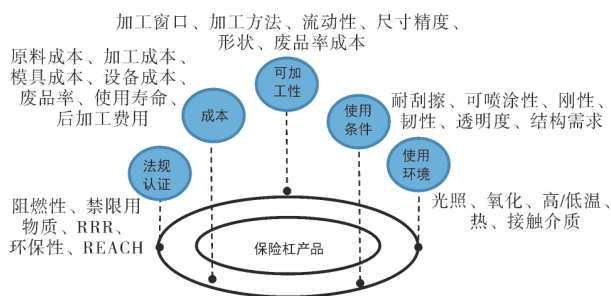


图2 保险杠材料选用原则

材料收缩率对保险杠的尺寸精度起着重要作用,是材料平台化的关键,因此在材料开发初期应统一材料收缩率要求。保险杠常用原材料为PP+EPDM-TD20,根据产品壁厚不同,对材料分为三类,分别是薄壁(<2.5 mm)、中等壁厚(2.5~3.0 mm)、常规壁厚(≥

3.0 mm),不同产品壁厚对应材料性能及收缩率要求均有差异,见表1。产品选材上既要兼顾产品的性能需求,还要满足生产成本及工艺要求。对能同时满足禁限用物质要求、材料性能要求、油漆配套性能要求、收缩率要求的供应商牌号,试验认证通过后导入材料数据库。项目根据产品功能、性能需求,从材料数据库中直接选用合适的材料。

表1 不同壁厚保险杠材料性能要求及收缩率要求

| 性能项目 | 常规壁厚 | 中等壁厚 | 薄壁 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 密度/(g·cm ⁻³) | 1.05±0.02 | 1.05±0.02 | 1.05±0.02 |
| 熔融流动指数/(g·(10 min) ⁻¹) | ≥20 | ≥30 | ≥40 |
| 拉伸强度/MPa | ≥16 | ≥17 | ≥18 |
| 弯曲强度/MPa | ≥22 | ≥23 | ≥24 |
| 弯曲模量/MPa | ≥1 500 | ≥1 800 | ≥2 100 |
| 缺口冲击强度/(kJ·m ⁻²) | ≥30 | ≥30 | ≥35 |
| 热变形温度/°C | ≥95 | ≥95 | ≥100 |
| 收缩率/% | 0.9 | 0.7 | 0.6 |

3.2 保险杠模具设计

材料收缩率通常为波动范围而非定值,导致模具收缩率难以精确,故根据材料类型及产品结构选用合

理的收缩率,是模具设计的关键^[10]。材料收缩率作为开模收缩率的主要设计参数,在材料收缩率锁定的基础上,结合产品结构、色彩纹理定义及模流分析软件进行成型过程模拟,可锁定模具收缩率。此外,喷漆类产品还需要考虑材料的二次收缩。模具收缩率需要由模具厂、材料厂及设计工程师共同评审确认。基于注塑模具收缩率已锁定,型芯尺寸、型腔尺寸及各模板和零件的尺寸基本锁定,确定模具结构后对模具的各部分进行详细设计。基于策划,同一车型保险杠选用同一材料,可满足4个不同造型设计的保险杠,但对应的模具收缩率可能有差异。如某车型选用材料收缩率为0.7%,因产品结构差异,对应的注塑模具收缩率分别为:前保上本体0.8%,前保下本体0.7%,后保上本体0.75%,后保下本体0.8%,见表2。该项目量产产品尺寸匹配及外观质量满足装车要求,材料满足平台化要求。为使项目能够顺利开展,在模具设计过程中,根据模流分析进行浇注系统设计,确定合理的浇口数量及最佳进料口位置,模拟出熔体填充、保压、冷却状态,规避浇注系统设计问题。根据模流分析识别产品收缩、变形及其他缺陷,在设计前期优化产品结构和模具结构,规避产品试制阶段模具变更。

表2 某车型保险杠材料收缩率及模具收缩率

| 产品名称 | 表面要求 | 主壁厚/mm | 材料牌号 | 材料收缩率/% | 模具收缩率/% | 图片 |
|---------|------|--------|------|---------|---------|---|
| 前保险杠上本体 | 喷漆 | 2.6 | PP-0 | 0.7 | 0.8 |  |
| 前保险杠下本体 | 喷漆 | 2.6 | PP-0 | 0.7 | 0.7 |  |
| 后保险杠上本体 | 喷漆 | 2.6 | PP-0 | 0.7 | 0.75 |  |
| 后保险杠下本体 | 喷漆 | 2.6 | PP-0 | 0.7 | 0.8 |  |

3.3 注塑工艺

保险杠尺寸装配出现偏差,应首先通过注塑工艺进行优化,即使所选模具结构正确,但所用注塑参数不当,生产出的保险杠尺寸可能存在超差。根据注塑机参数画面,结合注塑机的电脑控制程序以及注塑模具的分型情况,从温度、开关模、中子、顶出、储料、射出等方面设置注塑工艺参数。设置工艺参数时,应以模流分析数据做初始参数进行设置。基于模流分析,优化注塑工艺参数,给产品调试提供了合理的参考基准。将模流工艺参数转化为现场可用的注塑工艺参数,保证保险杠理论尺寸和实际试制结果一致,减少反复试制成本。根据产品尺寸实际超差情况对注塑工艺参数进行调整。

通常尺寸偏小调整方向:1)成型温度不变,加大注射压力;2)增大保持压力;3)增长保压时间;4)加长冷却时间。尺寸偏大调整方向:1)提高模具温度;2)提高注塑速度。对试模生产后注塑工艺参数固化为工艺参数卡,并将锁定版工艺参数卡录入注塑生产设备中。注塑生产每班次换产换模时,从注塑设备储存卡中调取各产品对应的注塑工艺参数卡,根据工艺参数卡注塑生产,保证注塑工艺正确使用^[11]。

某车型保险杠注塑工艺参数模流分析见表3。参考模流分析结果进行对比分析,修改试制过程中的实际注塑工艺参数,最终实现保险杠零件的最优外观要求及尺寸要求。

表3 某车型保险杠 Mold flow 注塑工艺参数

| 熔体温度 /°C | 模具温度 /°C | 流动速率 /(cm ³ ·s ⁻¹) | 流动速率 (cm ³ ·s ⁻¹) | 螺杆直径 /mm | 螺杆位移 /mm | 厚度 /mm | 保压压力 /s | 保压时间 /s | 冷却时间 /s | 平均收缩 率/% | 垂直收缩 率/% | 体积收缩 率/% |
|-------------|-------------|--|---|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 205.4 | 31.8 | 46.3 | 39.8 | 35 | 74.6 | 2 | 7.4 | 15 | 20 | 0.706 | 1.000 | 9.33 |
| 207.2 | 31.8 | 62.1 | 65.2 | 35 | 75.4 | 2 | 7.3 | 15 | 20 | 0.688 | 0.959 | 9.26 |
| 205.8 | 32.7 | 79.8 | 90.3 | 35 | 75.2 | 2 | 7.3 | 15 | 20 | 0.672 | 0.924 | 9.28 |
| 205.4 | 32.3 | 27.8 | 23.6 | 35 | 75.4 | 2 | 7.6 | 15 | 20 | 0.737 | 1.070 | 9.16 |
| 207.2 | 33.7 | 9.6 | 46.7 | 35 | 75.5 | 2 | 7.1 | 15 | 20 | 0.766 | 1.100 | 8.39 |
| 207.7 | 32.3 | 44.0 | 46.6 | 35 | 75.6 | 2 | 7.3 | 15 | 30 | 0.694 | 1.030 | 9.36 |
| 205.6 | 31.6 | 45.8 | 40.5 | 35 | 75.4 | 2 | 7.3 | 15 | 20 | 0.618 | 0.978 | 9.32 |
| 205.8 | 32.7 | 43.9 | 46.6 | 35 | 75.7 | 2 | 31.3 | 15 | 20 | 0.496 | 0.855 | 4.67 |
| 206.3 | 33.2 | 45.7 | 45.1 | 35 | 74.8 | 2 | 7.2 | 15 | 20 | 0.736 | 0.661 | 2.98 |
| 208.6 | 34.1 | 46.1 | 64.1 | 35 | 75.0 | 2 | 7.0 | 15 | 20 | 0.740 | 0.447 | 1.51 |

3.4 采购策略

为避免出现一个工厂选用多个牌号同类型材料,工厂采购策略也是材料平台化的重要手段。对于工厂首款车型保险杠,若车型前/后保险杠上/下本体均为喷漆件,采购在定点直接选用1个牌号材料;若车型上本体为喷漆件,下本体为皮纹件,所选材料为2个牌号材料,喷漆件1个牌号,皮纹件1个牌号。对于后续新车型材料定点直接沿用老车型现有材料,若老车型材料出现品质问题或价格差异太大的情况,可进行整体切换。若产品设计对材料有新的需求,材料需要重新开发,采购根据新开发的材料重新定点。条件允许的情况下,可对所有工厂各车型保险杠材料进行集中采购。

4 汽车保险杠材料平台化应用及效果

某工厂新老车型共20套保险杠,含喷漆件及皮纹件。按照平台化规划,新车型材料沿用老车型材料,该工厂20套保险杠共选用2个牌号材料,喷漆件1个牌号,皮纹件1个牌号。该工厂共4台注塑机,按照车型切换一次浪费注塑设备排料不少于15 kg/台,车型切换时注塑机同步换料时间2 h/次或增加一套集中供料系统约30万元,制造成本可节约3.02元/台,该工厂每年至少可节约成本5 242万元。

保险杠材料平台化即统一的材料可以简化涂装工艺,因为所有保险杠都采用相同的材料,这意味着涂装过程中使用的涂料、涂装工艺和烘干条件可以标准化,从而提高涂装的效率和一致性。使用相同的注塑材料可以减少因材料差异导致的涂装问题,如附着力不足、颜色不一致等。统一的注塑材料规格有助于确保涂装表面的均匀、平滑、光亮和耐用,保证涂装质量,提升汽车的外观品质和性能。统一的注塑材料可以降低库存成本,因为不需要为多种材料库存管理而分心。此外,使用相同的材料可以简化供应链,减少因材料差异导

致的生产调整,从而节省时间和资源。

5 结语

材料平台化有利于工厂对材料的管控,减少品类多、品类杂导致产品尺寸质量问题的风险,工序减少,时间缩短,生产效率大大提升,且有助于提高涂装效率,保证涂装质量,降低成本。平台化材料库的建立提高工厂效率和降低成本,为客户提供更高性价比的车型奠定了基础。

平台化的做法不仅降低了加工成本,还可以提高涂装质量和效率,间接地提升了保险杠的市场竞争力。通过这些措施,保险杠的涂装更加均匀、美观,能够更好地满足消费者的需求,同时也为汽车制造商提供了更多的成本节约空间。

随着汽车行业竞争越来越激烈,各主机厂都在通过不同方式进行降低整车成本提高竞争力;同时,产品外观、品质要求日益严格,产品生命周期缩短。材料平台化值得推广,以便车企有更低的开发制造成本、更高的效率及产品多样性,既能保证汽车产品品质,还能带给消费者更多性价比的选择。

参考文献:

- [1] 杨波.整车的平台化开发[J].北京汽车,2014(3):21-25
- [2] 赵福全,刘宗巍,李赞.汽车产品平台化模块化开发模式与实施策略[J].汽车技术,2017(6):1-6.
- [3] 鞠晓锋.车身平台化开发策略研究[J].汽车技术,2012(2):7-10.
- [4] 蔡洪明,李跃武,乐志国,等.汽车平台及通用化研发模式探索[J].汽车工程师,2011(11):15-18.
- [5] 杨磊.我国汽车开发成本控制方法探索[J].汽车工业研究,2012(11):22-25.

(下转第64页)