

# 浅谈玻璃钢蒙皮在客车产品上应用

程振明 王庆光 刘恒 赵子龙  
中通客车股份有限公司 山东 聊城 252000

**摘要:** 通过调研国内客车玻璃钢配套厂家,了解玻璃钢制作现状,以及玻璃钢在客车的应用情况,熟悉玻璃钢开发流程,学习玻璃钢成型工艺,健全玻璃钢配套体系,解决目前客车玻璃钢蒙皮装配裂纹问题。

**关键词:** 前后围蒙皮;侧围蒙皮;顶护罩;手糊;拉挤;RTM;SMC

引言:客车作为载人营运性车辆,主要用于公交、客运及旅游市场,以及班车、校车及商务用车。6米以上客车国内每年销售量在10万左右,其中公交市场约占2/3,随着飞机、高铁、地铁、有轨电车及私家车的迅猛发展,客车市场在不断的缩小,预计在未来5~10年,国内客车年需求量会下降30%,客车市场也会向个性化及细分市场转变,车辆的整体性能要求会越来越高,势必像发达国家一样,客车作为汽车边沿产业,更具有向专业化生产发展的趋势。

客车作为大型汽车产品,前后围蒙皮、侧围蒙皮及顶护罩蒙皮等复杂大型覆盖件蒙皮,开发冲压模具,模具体型大,需用大型的冲压设备,费用高,所以作为规模比较大客车企业在冲压模具的投入上,也是比较慎重的。比如国内最大客车企业在冲压模具的投入,一年的费用在4000~5000万元,一般的客车企业无法承受这样资金投入的。所以一些规模相对较小的企业,在产品试制或小批量生产阶段,会采用玻璃钢蒙皮进行过渡,车型销量大后进行冲压模具开发,车型销量小则继续采用玻璃钢蒙皮结构。更小规模企业则会选择全部采用玻璃钢蒙皮,不会开发冲压模具。

## 1 玻璃钢制件简介:

玻璃钢(FRP)亦称作GFRP,即纤维增强塑料,一般只用玻璃纤维增强不饱和聚酯、环氧树脂与酚醛树脂基体。优点:质轻而硬,不导电,性能稳定,机械强度高,耐腐蚀,可以替代钢材制造机器零件和汽车、船舶外壳等。主要成分树脂+玻璃纤维组成,根据玻璃钢的用途不同,玻璃钢的成分配比随着产品要求的变化而变化。<sup>[1]</sup>

## 2 客车玻璃钢开发、制作及服务:

### 2.1 玻璃钢模具开发:

2.1.1 模型制作:目前只有少数企业仍采用手工制作木模型,大多数企业数控已采用三维数控加工中心,模型材质为密度板或硬质塑胶模型。

2.1.2 模具制作:手糊工艺、袋压工艺、RTM模具由

玻璃钢材质制作而成,模具寿命较低(通常每套模具生产200~300件);模压、拉挤模具寿命长,由钢板材质制作而成,模具寿命较长(通常每套模具生产3~5万件)。

### 2.2 玻璃钢蒙皮制作工艺:

2.2.1 手糊工艺、手糊袋压工艺:玻璃钢内侧表面粗糙,玻璃钢件厚度不均匀,手工糊制效率较低,制作固化修整时间较长,手工糊制时间(30~60min)+高温烘烤时间(80℃,60~80min)+毛边修整(30~60min)。

2.2.2 RTM工艺:玻璃钢内侧表面光滑平顺,玻璃钢件厚度均匀,制作效率较低,制作固化时间同手工糊制。制件精度介于手糊和模压工艺两者之间。

2.2.3 模压工艺、拉挤工艺:玻璃钢内侧表面光滑平顺,玻璃钢件厚度均匀,制作效率较高,需开发钢制模具,成本较高。

2.2.4 DCPD工艺:同RTM工艺,为注塑件成形方式。

2.3 玻璃钢蒙皮装配服务:手糊玻璃钢装配时,边角部修正及铆钉处玻璃钢糊制处理,需要专业玻璃钢施工人员进行服务。RTM及模压玻璃钢作为装饰件装配,修整量极小,无需专业人员服务。

## 3 客车玻璃钢蒙皮现状:

3.1 玻璃钢蒙皮优缺点:玻璃钢开发成本低,周期短,成形工艺简单,无成形难度,耐腐蚀。玻璃钢复合材料采用粘接工艺,无法进行电泳处理,无法进行高温烘烤,外露铆钉容易出现松动及外露痕迹,影响外观质量。<sup>[2]</sup>

3.2 玻璃钢蒙皮发展方向:随着中国客车企业的飞速发展,车身整车电泳工艺已成为客车行业不可缺的环节,电泳高温烘烤温度不低于160℃,目前玻璃钢承受最高温度在80~100℃,所以应用玻璃钢蒙皮必须实施电泳后装配粘接,客车企业面临着二次装配工艺,费时费力的困扰,所以玻璃钢在客车外覆盖件应用上,会不断的减少,不过随着市场化分工,客车市场的萎缩,客车可能作为一种产量小,品种多,劳动密集型产业,玻璃钢外覆盖件也不会完全被客车行业所淘汰,最终的发展是

靠玻璃钢产品开发进步，及客车市场的发展的整体行情来决定的。

#### 4 客车玻璃钢蒙皮装配工艺：

4.1 结构件：玻璃钢蒙皮与骨架采用“粘接+铆接”方式，玻璃钢件为车身的一部分。

4.1.1 设计结构：玻璃钢蒙皮与骨架装配时，考虑玻璃钢蒙皮的厚度，在骨架设计时预留厚度装配尺寸，与钣金覆盖件蒙皮对接处需预留8~10胶缝。

##### 4.1.2 装配工艺：

4.2 前后围“骨架+蒙皮”预埋：厂家完成前后围骨架、蒙皮装配整体供货（见图1）。

优点：产品一致性相对稳定，蒙皮安装预应力小，不容易产生后期应力裂纹；

缺点：要求厂家有骨架自制能力，五大片分块电泳，无法实现整车电泳，造成防腐能力差，采购成本高。<sup>[3]</sup>



图1

4.2.1 玻璃钢蒙皮胶粘或“胶粘+铆接”工艺：直接供应玻璃钢蒙皮，由主机厂进行玻璃钢与骨架进行装配。

#### 4.3 成型工艺：

4.3.1 手糊工艺（见图2）：制作工艺简单，存在厚度不均匀、较多气孔等缺陷。

4.3.2 袋压成型（见图3）：制作工艺复杂，必须使用环氧树脂（真空导入），价格是普通树脂（不饱和树脂）2倍；优点是能够保证玻璃钢厚度均匀，达到减少气孔效果，前后围蒙皮价格是不饱和树脂的3倍左右。



图2



图3

4.4 装饰件：玻璃钢蒙皮通过螺栓固定或铰链翻转结构，玻璃钢件为车身的附件，可拆卸或翻转。

4.4.1 设计结构：利用模压SMC成形工艺开发装饰件，首先要熟悉模压玻璃钢成形工艺，设计装饰件结构考虑固定方式及加强筋布置，提升玻璃钢整体强度。

4.4.2 装配工艺：螺栓固定或铰链翻转“销轴+锁具”固定，装配精度要求较高，需增加调节余量，设计结构要求较合理。

#### 5 客车玻璃钢常见市场质量问题

5.1 外表面裂纹：市场常见问题表面裂纹问题，通常在客车未出厂之前就存在，但一般很难发现，经过车辆运行一段时间，内应力释放，玻璃钢蒙皮表面发生变形，导致漆面及玻璃钢树脂发生裂纹现象。

原因分析：玻璃钢蒙皮在与骨架装配过程中，装配面狐仙或尺寸不相符，安装时采用外力夹装或铆接，玻璃钢蒙皮受力安装。玻璃钢树脂质量、树脂配比以及固化环境等原因也是影响玻璃钢蒙皮内应力产生的主要因素。

5.2 橘皮现象：漆面大面积起皮，外观表面粗糙，局部存在掉漆现象。

原因分析：玻璃钢制品再一些边缘地方或者是高低不平衔接的地方，较为容易出现橘皮现象，这是因为漆膜褶皱了，导致喷涂后固化不充分，造成干燥不完全，发生流挂。

#### 6 客车玻璃钢应用前景

通过客车行业玻璃钢配套企业调研分析，玻璃钢制作工艺主要有手糊和RTM（袋压和合模）两种工艺，SMC模压工艺模具投入较大（只适合制作小型部件），拉挤工艺不适合前后围蒙皮制作，只适合型材结构的玻璃钢结构。主要原材料为不饱和树脂+玻璃纤维，特殊情况选用价格较贵的环氧树脂。模型开发主要有手工与数控两种，供货方式有玻璃钢蒙皮与“蒙皮+骨架”2种，供货范围基本都在200~300公里内。

通过客车装配经验及配套市场问题调研，发现“不饱和树脂+玻璃钢纤维”加工的玻璃钢件适宜做装饰件，不宜制作结构件进行安装，玻璃钢件如果受力存在开裂

的隐患。

#### 7 新产品开发

1前后围蒙皮尽量不用玻璃钢材质，样车或小批量采用手敲件，批量开发冲压件；

2前后围玻璃钢蒙皮采用“骨架+蒙皮”预埋工艺，减少装配应力集中；

3设计开发骨架结构合理性，考虑玻璃钢装配应力，降低蒙皮表面裂纹隐患。

结束语：随着中国交通运输结构变化，高铁时代已经到来，航空与高铁客运齐头并进，传统客车产品已被完全取代。当前客车企业的发展，更应是在新能源、智能化方向上突破，客车制造品质也在不断的提升，差异化、精细化、智能化、新能源成为主流企业发展的主攻方向。客车覆盖件玻璃钢蒙皮由手工糊制玻璃钢件将会向钢板冲压

件、玻璃钢模压件（SMC）等高质量件转化。

随着客车企业产品平台不断的积累优化完善，产品造型不再是客户选择的第一标准，结构合理，制作精细，产品性能稳定，将会产品制造推向一个更高层次。客车企业同时也会在一定阶段产品定型，便会投入费用较高的冲压模具或模压玻璃钢模具，采用冲压件，可实现整车电泳一次性完成，复杂附件会采用模压玻璃钢件，一次性装配完成，达到乘用车或商用车装配一致性，同时提高了整体车身外观质量。

#### 参考文献

- [1]赵奕斌.玻璃钢制品手工成型工艺.玻璃钢2007.3
- [2]汪泽霖.玻璃钢原材料手册.玻璃钢2015.2
- [3]李力.玻璃钢成型疑难分析.玻璃钢2016.4