

# 白车身冲压件工艺设计阶段材料利用率提升方法

佟鑫 贾晓峰 闫佳奇 刘尚

(中国第一汽车股份有限公司工程与生产物流部, 长春 130013)

**摘要:** 白车身冲压件工艺设计阶段是材料利用率提升工作的重要阶段, 从成形方式、工艺补充、料片形状、废料利用、减薄率检查5个方面详细地阐述了在工艺设计阶段材料利用率提升方法。特别是针对工艺补充方面, 目前的研究相对较少, 可以通过优化制件边界线与凸模圆角根距离、拉延管理面宽度、拉延分模线方法提升冲压件材料利用率, 为材料利用率的提升工作提供了新思路与新途径。

**关键词:** 冲压 工艺设计 材料利用率 工艺补充 白车身

中图分类号: U466 文献标识码: B DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20210333

## Method for Material Utilization Rate Improvement of BIW Stampings During the Process Design Stage

Tong Xin, Jia Xiaofeng, Yan Jiaqi, Liu Shang

(Engineering and Production Logistics Department of China FAW Co., Ltd., Changchun 130013)

**Abstract:** The process design stage for stampings of the Body In White (BIW) is an important stage to improve material utilization rate. This paper elaborated in details methods to improve material utilization rate in the process design stage from 5 aspects, i.e. forming method, process supplement, sheet shape, waste utilization, and thinning rate inspection. There are relatively few studies especially in process supplement. The material utilization rate of stamping parts can be improved by optimizing the distance between the workpiece boundary line and the root of the punch fillet, the width of the drawing management surface, and the drawing parting line, this provides new ideas and approaches for improving material utilization rate.

**Key words:** Stamping, Process design, Material utilization rate, Process supplement, Body In White (BIW)

### 1 前言

2000年以来, 中国汽车行业高速发展。随着近几年互联网造车的兴起, 汽车市场的竞争越来越激烈, 而其中质量与成本是核心竞争力。因此, 如何在保证产品质量的前提下最大程度降低成本, 成为主机厂必须要解决的关键问题<sup>[1]</sup>。

研究表明, 一辆汽车的成本构成包括: 原材料占比53%, 制造占比30%, 设计开发占比5%, 其它项目占比12%。其中冲压件约占白车身质量的

95%<sup>[2]</sup>。按照白车身的质量为400~500 kg进行估算, 如果材料利用率为50%, 需要耗费800~1 000 kg原材料<sup>[3]</sup>。假设白车身的质量为450 kg, 材料利用率从50%提升至51%, 原材料将减少约17 kg, 单车成本降低约120元。

当白车身材料利用率达到52%时, 后续材料利用率的提升就会越来越困难, 这就需要冲压工艺人员在整个项目研发过程中投入大量的精力去开展材料利用率的提升工作<sup>[4]</sup>。冲压件材料利用率的提升需要从多个方面考虑, 例如造型分缝、制件

作者简介: 佟鑫(1988—), 男, 工程师, 硕士学位, 研究方向为冲压技术。

参考文献引用格式:

佟鑫, 贾晓峰, 闫佳奇, 等. 白车身冲压件工艺设计阶段材料利用率提升方法[J]. 汽车工艺与材料, 2023(6): 67-72.

TONG X, JIA X F, YAN J Q, et al. Method for Material Utilization Rate Improvement of BIW Stampings During the Process Design Stage[J]. Automobile Technology & Material, 2023(6): 67-72.

结构、冲压工艺、模具调试等因素均会影响制件的材料利用率。

对于项目前期数据设计阶段,因为白车身各个制件搭接关系复杂,想要更改一个制件往往需要更改对应的多个制件,同时还涉及焊装、匹配、车身设计,经常出现焊装工程师同意而匹配工程师不同意、工艺工程师达成一致而车身工程师不同意的现象,这就造成了此阶段制件更改困难、更改量小,所以此阶段材料利用率提升幅度非常有限<sup>[9]</sup>。对于项目后期模具调试阶段,由于制件结构、冲压工艺均已确定,仅靠模具调试手段,此阶段材料利用率的提升幅度也非常有限。相对于上述2个阶段,冲压工艺设计阶段仅涉及冲压一个专业,不需要考虑制件搭接关系,不需要其它专业会签确认,是材料利用率提升工作的重要阶段。

## 2 材料利用率提升工作方法

### 2.1 成形方式

当制件的结构确定之后,只能从冲压工艺上提升材料利用率,而制定冲压工艺首先需要选择其成形方式。

#### 2.1.1 成形工艺代替拉延工艺

以座椅横梁为例,在保证制件质量的前提下,采用成形工艺代替拉延工艺,制件的材料利用率显著提升,同时减少模具套数,降低模具成本,如图1所示。常用此类方法的制件包括有门槛内外板、座椅横梁、前后纵梁内外板。

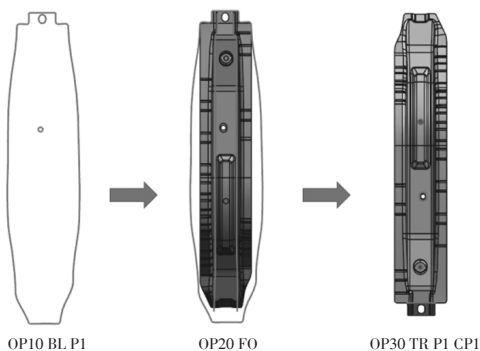


图1 座椅横梁成形工艺

#### 2.1.2 两端开口拉延

如图2所示,中通道加强板和B柱内板采用两端开口拉延的方式,相比闭口拉延减小了制件长度方向的板料尺寸,制件材料利用率有了显著

提升。

相对闭口拉延工艺,采用开口拉延工艺制件两端的减薄率要小,制件回弹较大,影响生产稳定性。针对此类问题,可以在制件两端型面或者工艺补充区域增加加强筋,提升制件刚度,保证稳定性。常用此类方法的制件包括有A柱、B柱、顶盖边梁、顶盖横梁、门槛和中通道。

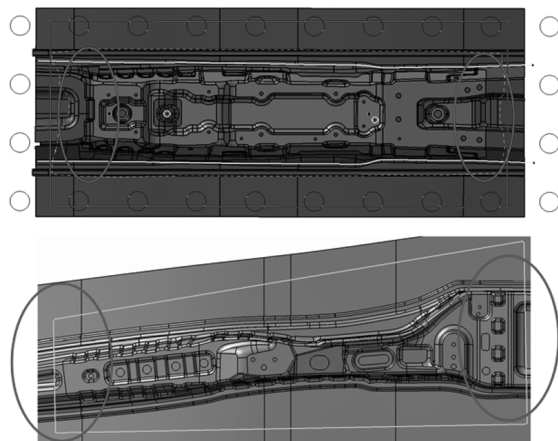


图2 中通道加强板和B柱内板开口拉延

#### 2.1.3 两件拼接拉延

如图3所示,后轮罩内板和顶盖加强梁采用拼接拉延的方式成形,相对于单件拉延,减少了一侧的工艺补充废料区域,制件材料利用率有了显著提升。

值得注意的是,两件拼接拉延不仅仅局限于左右件,针对轮廓尺寸相近的非左右件也可采用拼接拉延方式,例如图3所示的顶盖加强梁。

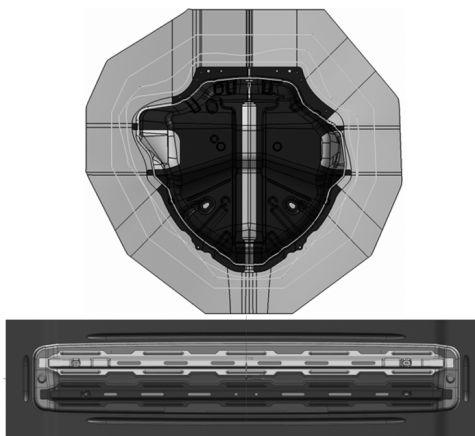


图3 后轮罩内板和顶盖加强梁拼接拉延

制件拼接侧型面往往由于拉延不充分,减薄率较小、制件回弹大、生产稳定性差。针对此类问题,可以在2件拼接的工艺补充部分增加吸料筋,

加大制件拼接侧型面的减薄率,保证生产稳定性。

常用此类方法的制件包括有四门外板、铰链加强板、C柱内板、后轮罩内板、顶盖边梁、前地板。

#### 2.1.4 拼接拉延两件拼接间距

侧围前柱内板虽采用左右件拼接拉延,但是2件间的距离过大,根据以往经验,可以把2件间距离缩小为15 mm,板料尺寸相应减小,制件的材料利用率也相应增加,如图4所示。

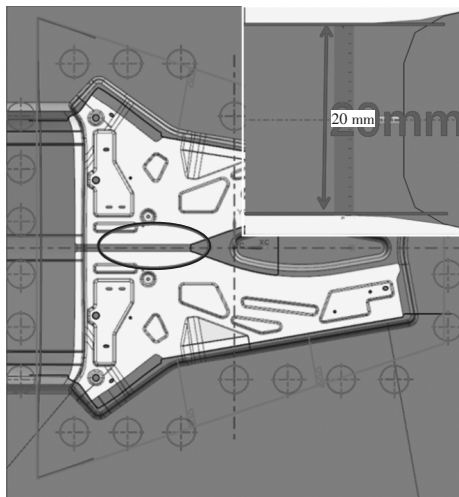


图4 侧围前柱内板两件拼接间距过大

#### 2.1.5 拼接拉延两件拼接角度

如图5所示,后流水槽虽采用左右件拼接拉延,但是从图中可以明显看出,2件的间距离左侧较大,右侧较小,按图所示旋转制件,使2件间距离左右侧均达到15 mm,板料尺寸相应减小,制件的材料利用率也相应增加。

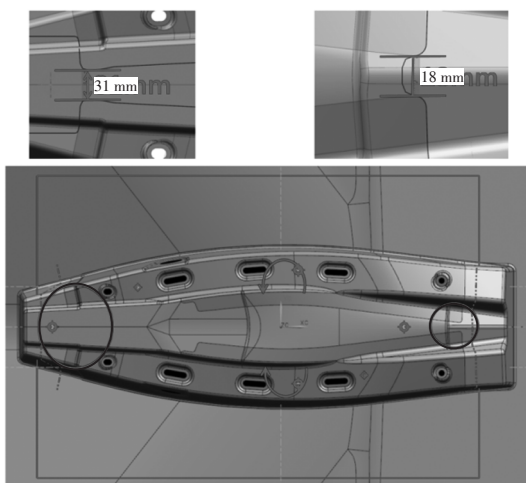


图5 后流水槽2件拼接角度

#### 2.1.6 浅拉延

拉延深度是影响制件材料利用率的重要因

素,拉延深度较深,工艺补充部分存在较大的废料区域,其材料利用率低。浅拉延作为一种减少工艺补充区域和成形深度的冲压工艺,是提升材料利用率的一种方法。在保证制件面品质量与尺寸精度的前提下,可以采用浅拉延工艺,可将制件部分型面作为压料面,使其拉延深度最小化。

图6为后轮罩外板,把制件法兰面作为拉延压料面,使工艺补充最小化,制件材料利用率有了显著提升。

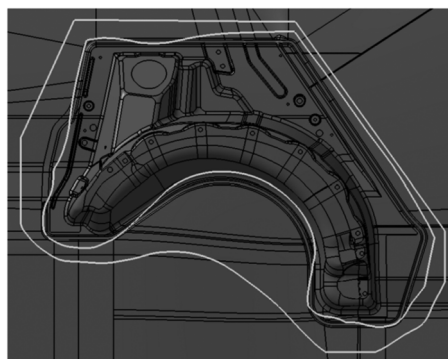


图6 后轮罩外板法兰面作为拉延压料面

将制件部分型面作为压料面,压料面的减薄率较小,制件回弹大,生产稳定性差。针对此类问题,可以在后续增加整形工序,同时也可在保证成形性的前提下压料面增加加强筋,保证生产稳定性。

常用此类方法的制件包括有A柱、B柱、后轮罩、门槛、后地板、梁类件。

### 2.2 工艺补充

确定成形方式之后,可以继续从工艺补充的大小、拉延筋方面进一步提升制件材料利用率。

如图7所示,工艺补充相关标准参数如下:

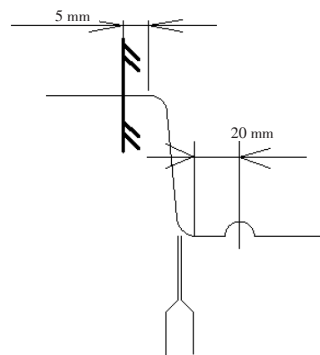


图7 工艺补充相关标准参数

a. 材料利用率关键区域制件边界线与凸模圆角根距离控制在最小距离5 mm;

b. 材料利用率关键区域凹模圆角根与拉延筋中心距离控制最小距离为 20 mm, 或拉延管理面宽度控制最小距离为 10 mm;

c. 材料利用率关键区域板料收缩线原则上局部不超过拉延筋中心线, 具体根据实际情况而定。

### 2.2.1 拉延槛代替拉延筋

如图 8 所示, 车门加强板与顶盖横梁均采用拉延槛取代拉延筋, 由于拉延槛宽度比拉延筋小, 使用拉延槛可以减小料片尺寸, 提高制件材料利用率。

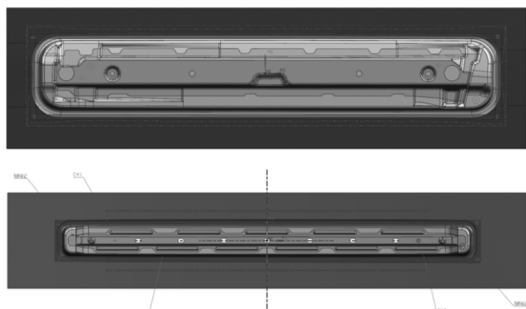


图 8 车门加强板与顶盖横梁采用拉延槛

常用此类方法的制件包括有车门加强板、顶盖横梁、顶盖边梁。

### 2.2.2 制件边界线与凸模圆角根距离

如图 9 所示, D 柱加强板边界线与凸模圆角根之间距离为 22 mm, 缩短此处工艺补充距离, 图示处距离控制最小距离为 5 mm 即符合工艺要求, 相应减小料片尺寸, 提高制件材料利用率。

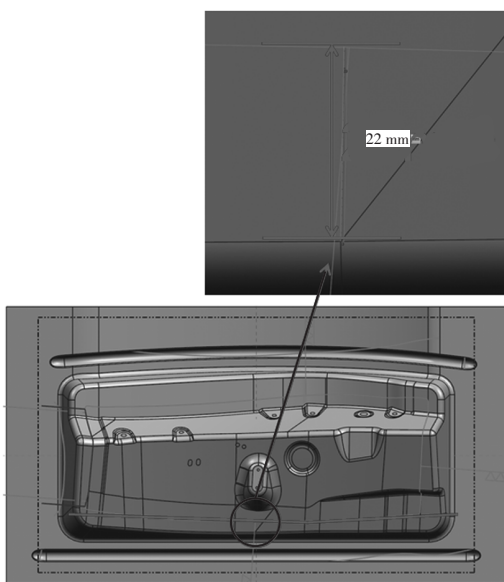


图 9 D 柱加强板边界线与凸模圆角根距离过大

### 2.2.3 拉延管理面宽度

如图 10 所示, B 柱内板拉延压料面管理面宽

度为 13 mm, 缩短此处管理面宽度, 图示处宽度控制最小距离为 10 mm 即符合工艺要求, 相应减小料片尺寸, 提高制件材料利用率。

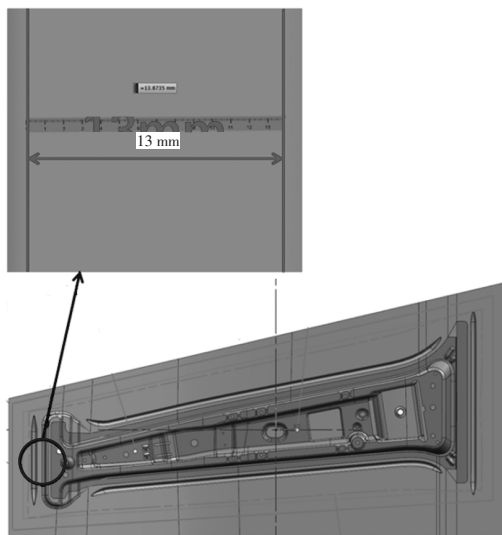


图 10 B 柱内板拉延管理面宽度过大

### 2.2.4 板料收缩线与拉延筋中心距离

如图 11 所示, 侧围前柱外板拉延后板料收缩线与拉延筋圆角根距离最小处为 25 mm, 缩短此处距离, 保证此处收缩线不超过拉延筋中心即符合工艺要求, 相应减小料片尺寸, 提高制件材料利用率。

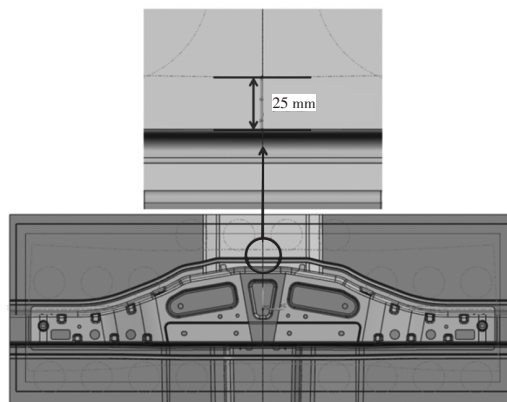


图 11 侧围前柱外板板料收缩线与拉延筋中心距离过大

### 2.2.5 拉延分模线

如图 12 所示, 顶盖加强梁拉延后收缩线与分模线距离过近, 按图中所示修改后拉延分模线, 两侧板料收缩线有了向内移动的空间, 相应减小料片尺寸, 提高制件的材料利用率。

## 2.3 料片形状

在确定了成形方式、工艺补充之后, 可以从料片方面来提升制件的材料利用率。

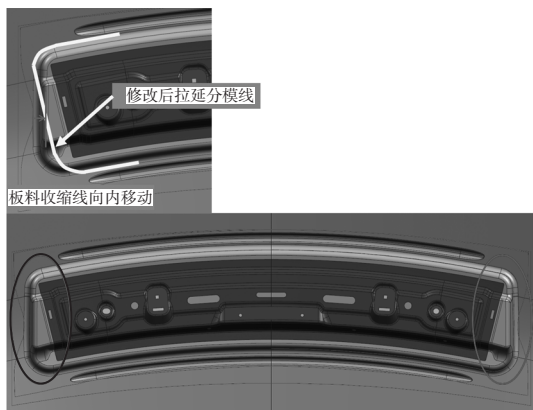


图 12 顶盖加强梁拉伸分模线

### 2.3.1 梯形料

如图 13 所示,中地板采用梯形料的形式,可以利用摆剪实现无废料剪切,相比于剪切图 13 所示的方形料再落梯形料,板料步距有所减小,制件材料利用率有了显著的提升。

常用此类方法的制件包括有车门外板、B柱、C柱内板、中通道。

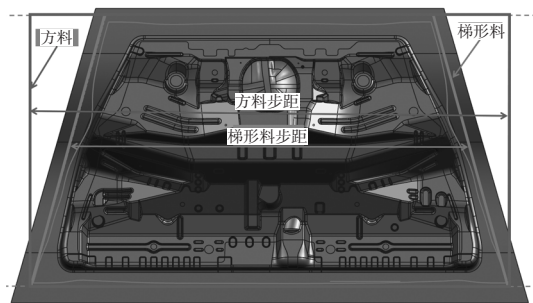


图 13 中地板采用梯形料

### 2.3.2 开卷落料

如图 14 所示,A柱下外板采用排样的形式进行开卷落料,相比于先剪切成方形料再单独落料,减小了板料步距宽度,制件材料利用率有了显著提升。

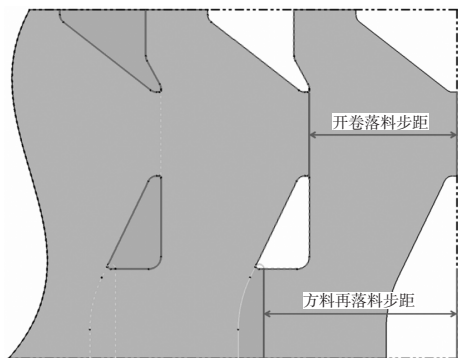


图 14 A柱下外板采用排样

常用此类方法的制件包括有侧围外板、车门

内板、轮罩内外板。

### 2.3.3 弧形刀

如图 15 所示,A柱上外板采用弧形料的形式,相比于图 15 所示的方形料,采用弧形刀实现无废料剪切,减小了板料步距宽度,制件材料利用率有了显著提升。

常用此类方法的制件有发罩外板、前风窗横梁、A柱上外板。

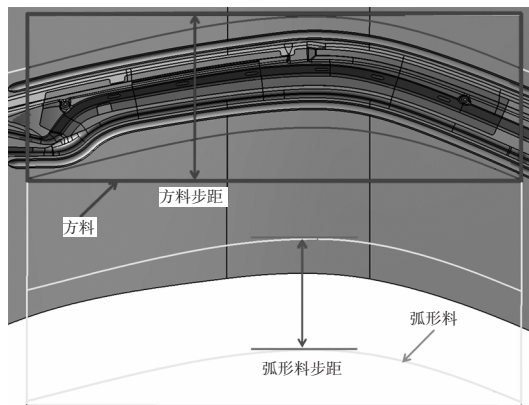


图 15 A柱上外板采用弧形料

### 2.3.4 锯齿料

锯齿料与普通板料的最大轮廓尺寸相同,但是锯齿形板料由于存在交错的锯齿,相当于开卷步距减少了一个锯齿高度,如图 16 所示。同样质量的卷料,可以开出的锯齿料比普通板料的数量要多。从单个冲压制件的角度,采用锯齿料可以减少压料面区域的废料,从而提高制件材料利用率。

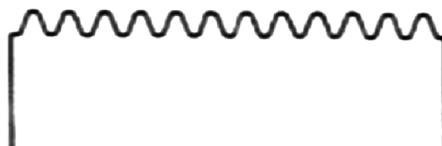


图 16 锯齿料

## 2.4 废料利用

在上述方法都进行完成之后,制件材料利用率就已经基本确定,这时就需要考虑有些制件废料能否用来冲压本车型同材质同料厚的小型制件,以提高白车身整体材料利用率。

如图 17 所示,侧围外板车门框口的废料可以用来冲压后地板两侧补板、尾门尾灯支座等小型制件;侧围外板开卷落料连续 2 个板料中间部分的废料可以用来冲压燃油加注口盒等小型制件,进而提高白车身整体的材料利用率。

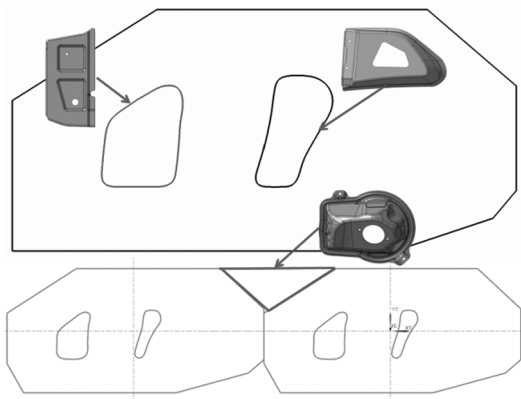


图 17 侧围外板废料利用

如图 18 所示,可以利用顶盖外板天窗部分废料冲压前隔板下板补板等制件,提高白车身整体材料利用率。

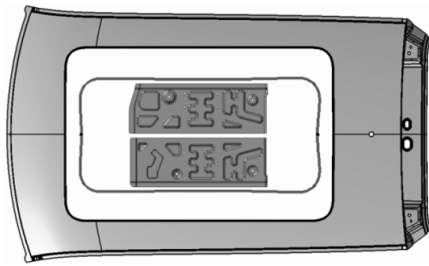


图 18 顶盖外板废料利用

### 2.5 减薄率评审

对制件的冲压 CAE 分析结果进行减薄率评审。对于影响材料利用率的关键位置,查看其减薄率是否达到最大,是否有继续提高的空间,如有,则通过调整拉延筋等手段,控制板料流入量,

在保证制件不开裂的前提下加大相应点的减薄率,达到最大化。由于板料流入量减少,缩小料片尺寸,提高制件材料利用率。

### 3 结束语

本文详细阐述了白车身冲压件工艺设计阶段材料利用率的提升方法。在工艺设计阶段,可以通过成形方式、工艺补充、料片形状、废料利用、减薄率检查方面来提高冲压件材料利用率。特别在冲压工艺补充方向,可以通过缩短制件边界线与凸模圆角根距离、拉延管理面宽度、板料收缩线与拉延筋中心距离、拉延分模线方法来提高冲压件材料利用率。

#### 参考文献:

- [1] 何星明, 邬波, 李科杰, 等. 冲压件同步工程阶段材料利用率提升方法[J]. 汽车制造业, 2020(3): 8-11.
- [2] 韦荣发, 蒙世瑛, 石峰, 等. 提升汽车覆盖件材料利用率的研究与应用[J]. 模具工业, 2018(8): 20-24.
- [3] 黄伟男, 吕进. 汽车车身冲压件材料利用率提升方法探讨[J]. 模具技术, 2020(6): 43-47.
- [4] 李锦, 唐小龙, 刘君君, 等. 提高汽车车身材料利用率的方法[J]. 模具制造, 2020(1): 79-83.
- [5] 张路学, 张伟, 邢红标, 等. 汽车车身冲压件材料利用率提升方法[J]. 模具制造, 2019(3): 21-24.

