

B180H1 天窗顶盖修边碎屑的解决措施

王志军, 张传海, 施静华, 宋琦

(宁波吉润汽车部件有限公司, 浙江 宁波 315336)

摘要: **目的** 采用五工序成形工艺生产天窗顶盖, 中间及尾部 R 角和曲线造型修边工艺设计在 OP20 和 OP40 工序, 研究此两序下天窗顶盖的修边刃口, 改善零件的切边碎屑。**方法** 利用 B180H1 材质设计一种天窗冲压修边工艺及模具, 建立天窗顶盖成形工艺, 在生产过程中, 通过调整刃口间隙、垂直度、符型、刃入量等改善修边碎屑。**结果** 在设计的 OP20 和 OP40 工序工艺中, 修边刃口符型, 两侧激光焊直边采用镶块而非整体结构, 刃入量和刃口间隙分别为 6 mm 和 0.035 mm, 采用二级废料刀结构有效改善了修边碎屑。**结论** 天窗顶盖修边工艺排布在 OP20 和 OP40 工艺合理, 修边碎屑和上下模修边刃口间隙、刃入量、废料刀相关, 研配模具可以有效改善碎屑压伤, 提升产品质量和实际生产效率。

关键词: B180H1; 天窗顶盖; 模具; 修边碎屑; 生产效率

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2021.02.021

中图分类号: TG316 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6457(2021)02-0125-05

Solution for Trimming Iron Filings of B180H1 Sunroof

WANG Zhi-jun, ZHANG Chuan-hai, SHI Jing-hua, SONG Qi

(Ningbo Jirun Auto Parts Co., Ltd., Ningbo 315336, China)

ABSTRACT: The work aims to produce sunroof by the five-step forming process, design the middle and tail R angle and curve shape of the trimming process in OP20 and OP40 processes, research on the trimming edge of sunroof, and improve the trimming iron filings of sunroof. B180H1 was used to design a sunroof stamping and trimming process and mould. The forming process of sunroof was designed. In the production process, cutting edge clearance, verticality, rune type, cutting edge, etc. were adjusted to improve trimming iron filings. In design OP20 and OP40 process technology, the blade rune was trimmed, and non-integral structure inserts were adopted on straight flange of laser welding on both sides. The cutting amount and cutting edge clearance were 6 mm and 0.035 mm respectively. The secondary waste knife structure effectively improved the trimming iron filings. It is reasonable to arrange the trimming process of sunroof in OP20 and OP40. Trimming iron filings are related to the upper and lower mould trimming edge clearance, cutting amount and scrap knife. Adjusting the mould can improve iron filings crushing effectively, and improve product quality and actual productivity.

KEY WORDS: B180H1; sunroof; mould; trimming iron filings; productivity

近年来冲压装备自动化不断完善, 冲压生产效率随之提升, 高冲次生产下汽车外覆盖件切边过程会产生大量的碎屑, 碎屑粘连在模具切边镶块或进入模具型面, 反复冲压成形会对模具型面造成损伤, 从而影响冲压件外观质量。修边碎屑问题是所有模具企业面

临的疑难问题, 国外一些先进模具企业的覆盖件修边碎屑一次通过率在 90%左右, 而国内大部分企业一次通过率仅约 60%~70%^[1]。生产时零件碎屑压伤超过 3 处, 检验人员将设备紧急停止, 停机进入生产线将模具擦拭干净, 停机导致生产不能连贯进行, 影响生产

收稿日期: 2020-04-07

作者简介: 王志军 (1990—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究方向为锻压设备理论与控制。

效率,提高制造成本,降低了企业的竞争力,同时对设备也有一定损耗^[2]。30%以上的车身钣金件冲压缺陷是由修边模造成的,修边碎屑则是缺陷中最常见的问题^[1]。冲压零件常常因为表面压伤位置不固定,全检后会有小批量零件进行线下返修。

为了减少修边碎屑对零件表面的压伤以及模具长期使用造成压料面形成的凹坑,文中对星越新车型冲压模具修边镶块刃口及压料板和凸模间隙调整、批量生产过程中如何高效减少碎屑问题等进行总结分析。

1 汽车覆盖件碎屑问题分析

实际生产过程中,碎屑对低屈服和低抗拉的外覆盖件零件造成压伤,对模具型面造成凹坑,零件需要返修,模具型面需要修整。结合实际冲压环境,得出发生碎屑问题的几种情况^[2]。

1.1 镶块切边刃口间隙不良

间隙不良通常有以下几种影响因素:①在模具制造过程中刃口数控加工轮廓不良,实际加工间隙偏置计算不当,加工精度和清角精度未达到设计要求,这种情况下一般会形成丝状碎屑;②刃口间隙平行度不良,如模具维修工研配刃口不良、刃口局部补焊

过渡区研配不良;③加工上下模刃口因为刀具磨损和镶块不同,机床和人员加工拼缝过程中易存在差别,一般会造成粒状和粉状碎屑。

1.2 冲压方向刃入量和垂直度不合理

汽车外覆盖件板材厚度选用 $t=1.2\text{ mm}$ 以下,刃入量为 $6.0\sim 8.0\text{ mm}$ 。由于刀口和凸模刃口一般采用HMD5或ICD5等淬火后铸钢、空冷钢。零件修边轮廓线较长且为曲线造型,曲型不同的部位因为垂直度差会造成刀口磨损,刃入量不足,如果刀口垂直度不良,随着切边刃入刃口会与凸模二次剪切,毛刺二次剪切粘在上模刃口及凸模,一般造成粒状或丝状碎屑。

1.3 废料刀重复剪切形成

OP20和OP40修边时,当上模刃口修边后的料片接触下模落料刀区域准备剪切时,切下的料边与下模刃口接触区域会产生反复剪切现象,如落料刀与凸模刃口贴合存在间隙时,料片与刃口间隙超过 0.035 mm ,大于5%的剪切间隙,料片重复剪切容易形成碎屑。粒状的碎屑在废料刀与凸模交接三角区域刃口磁化,碎屑吸附在刃口堆积,切边间隙变小^[2-4]。天窗顶盖实际生产碎屑现状见图1。

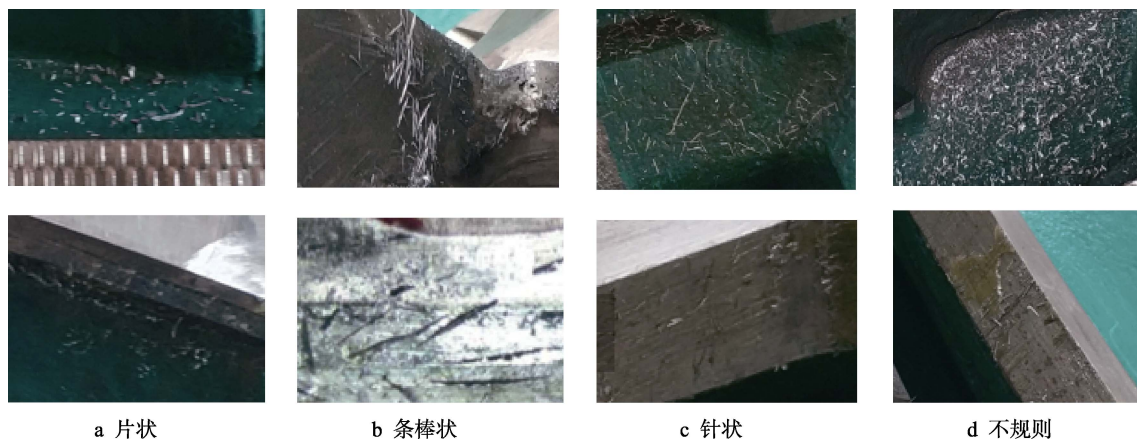


图1 刃口和模具上粘碎屑现状

Fig.1 Current status of sticky debris on cutting edge and mould

2 冲压模型建立

2.1 材料模型

材料选用首钢B180H1烘烤硬化高强度冷连轧钢,料厚为 0.65 mm ,屈服强度为 $180\sim 280\text{ MPa}$,抗拉强度 $\geq 340\text{ MPa}$,断后伸长率 $\geq 35\%$,拉伸应变硬化指数 ≥ 1.6 ,面品等级为FD,零板料尺寸为 $1930.0\text{ mm}\times 1360.0\text{ mm}$ 。化学成分如表1,产品形状如图2所示。

表1 B180H1材料化学成分(质量分数)

Tab.1 Chemical composition of B180H1 (mass fraction) %

C	Mn	P	S	Al	Ti+Nb
≤ 0.008	≤ 1.00	≤ 0.08	≤ 0.020	≥ 0.015	≤ 0.10

2.2 产品成形工艺设计

天窗顶盖产品设计分为3部分:左右焊接侧围安装行李架;尾部与后盖搭接流水槽及后背门铰链安装孔;中间翻边后安装全景天窗。侧围两侧设计8个行

李架安装孔,后部焊接排水槽部位整形角度局部为负角度,中间全景天窗向下翻边,设计 14 块镶块并进行包边。模具五序化生产,此件产品设计如图 2。



图 2 天窗顶盖产品
Fig.2 Product of sunroof

根据产品造型设计,对冲压修边工艺及模具设计进行优化。设计的全景天窗顶盖外板工艺布置如图 3 所示。工艺设计为拉延-侧整形-冲孔-修边;尾部流水槽侧整方向局部存在负角,工艺规划为侧整形-修边-冲孔-向上翻边;全景天窗中间废料面积过大,废料

从模具中部落下不易排出,中间切边设计为 2 次修边,中部全景天窗四处均设计为下翻边结构,工艺设计为下翻边、侧翻边,即天窗处工艺设计为修边-修边翻边-侧翻边^[5-6]。综上,此全景天窗顶盖外板工艺设计为 OP10 拉延(DR)-OP20 修边冲孔整形(TR+PI+RST)-OP30 侧整形(C-RST)-OP40 修边侧修边冲孔侧冲孔(TR+C-TR+PI+C-PI)-OP50 侧翻边整形冲孔(D-FL+PI)^[5-6],具体如图 3 所示。

产品特点: ① 尾部设计为遛背结构,整形量较大,工艺设计 OP20 和 OP30 两次整形;② OP10 拉延减薄影响产品刚性设计部分方形凹槽; OP20 修边模具设计加工要点不仅要考虑周圈废料及天窗四角废料下滑是否顺畅,还要考虑切边刀结构设计是否合理,OP20 修边刀是否与下模符型,符型不好会产生碎屑,进而影响产品面品,废料滑落卡滞会影响生产节拍; ③ 外侧两处切边废料较大,工艺设计 6 块二次剪切结构,OP40 修边剪切中间工艺补充部分。从工艺设计得出,冲孔和切边为冲压分离工序,切边两序分离材料,OP20 和 OP40 切边碎屑控制最为关键。

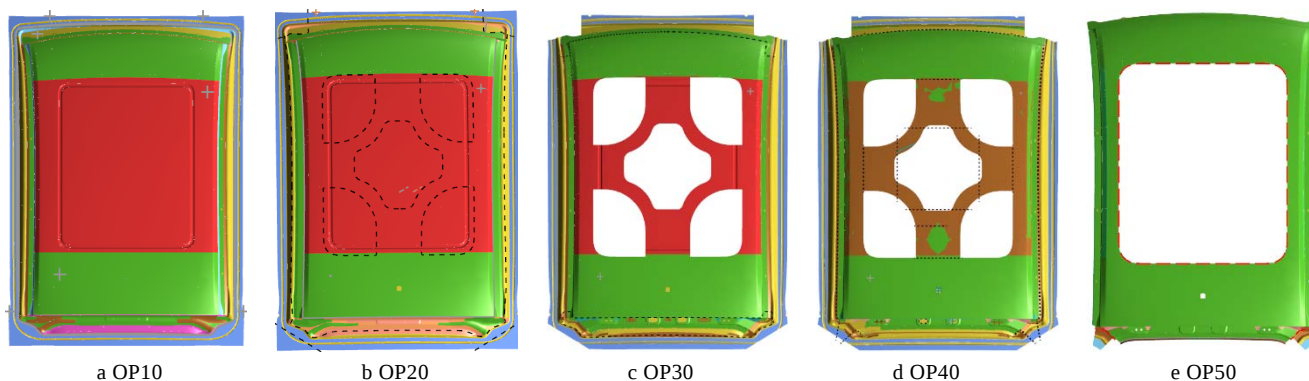


图 3 天窗顶盖工艺布置
Fig.3 Process layout of sunroof

3 冲压模型建立

3.1 减少碎屑产生的方法

由于汽车天窗与侧围激光焊侧修边线较长及修边弧度较为复杂的特点,切边完全杜绝碎屑掉落问题较为困难,根据模具实际使用经验和修边原理,该难题可以尽量控制在生产可接受的范围,工艺模具设计及现场模具检修、保养解决碎屑主要围绕的方式有 3 种:控制碎屑产生;保证碎屑不进入模具型面;碎屑发生但是不造成零件表面压碎屑^[7-8]。

3.2 实际应用情况

宁波杭州湾工厂在模具设计前期试制和项目阶段小批量生产以及量产上市大批量生产过程中,面品压伤造成的停机率高达 41.9%。产生废料的分离工序会产生碎屑进而造成压伤,分离工序 OP20 切边刀 9

块,分离工序 OP40 切边刀 26 块,分离工序 OP40 上下模废料刀 28 块,OP50 切边刀 2 块。检验工序件时发现,OP30 工序件频繁产生碎屑,原因为 OP20 生产过程中废料不下落,刀口补焊加高导致切除废料时,局部切边时序变化;OP20 的 4 块拉延筋部位的刀块没有做随型,且前期为了控制材料流入量,对 OP10 下模拉延槽 R 角进行补焊,但仍发现 OP20 刃口不覆型,为了解决上述问题,在过渡切边时序过程中,降低了上模刀块补焊区域的高度,并对拉延区域进行过渡加高随型处理,结果发现,碎屑造成的面品压伤和处理碎屑造成的停机率下降。

OP20 研配覆型后碎屑减少,大批量生产过程中产品碎屑压伤还未控制在 5%指标内。检查 OP20 和 OP40 刃口,局部擦黑,蓝油着色后发现垂直度不良,其根本原因为 OP20 间隙不良、OP40 修边不覆型、刀口局部存在钝口,大批量生产刀口钝口压料板间隙

和切边间隙发生变化，需要对刀口补焊重新进行研配。对 OP40 刀块部位确认及刃入量及垂直度进行检查，发现刃入量为 6 mm，光亮带宽度不均匀，OP40 上模刀口垂直度低，刀口侧壁也不平行，补焊刀口侧壁处宽为 6 mm，厚度为 0.3 mm，在研配压机上对接上下刀口，800 目砂纸抛光刀口，减小粗糙度。同时将 OP40 废料刀与凸模修边刀空开，在下模废料刀的端头空开 1~2 mm，刃入量由 5 mm 调整到 3 mm，间隙放大 0.02~0.03 mm，并找正垂直度，800 目油石抛光刀口，减小粗糙度。

天窗顶盖尾部和中间天窗部位切边刀及废料刀研合率要求较高。由于 OP30 侧整形材料流动，下模设计拉延槽，下模和压料板及切边镶块凸凹造型复杂，刀块研合采用一般的研铁研合不到，设计了图 4 两种研铁，对表面粗糙度进行技术规范，其中包括粗糙度和硬度要求，避免直角尺状重量不够、镶块刀口形状复杂而规则形状研不到的情况。

天窗顶盖生产过程中碎屑频繁，涉及到的切边刀及废料刀较多，生产过程中排查产生原因和进行准确涂油、擦模、线上修复也较困难。宁波杭州湾工厂经过 4 个多月将不良率由 41.9% 降至 2.7%（数据来源于生产暗灯系统）。

表 2 常见碎屑解决方案

Tab.2 Solutions for common iron filings

碎屑位置	碎屑	产生原因	维修方法	维修注意事项
下模	细丝	过切	过切避空	空刃长度等于碎屑长度
	粉末	刃口崩	研配刃口	刃口间隙
	三角	撕裂后剪切	刃口加高	注意高度避免干涉
	片	间隙垂直差	研配刃口	研配后推顺刃口
上模	三角	凸模撕裂	凸模加高	保证刃口强度，禁止打磨废料端尖
	月牙	凸模不符型	焊补研配	注意高度避免干涉
	长条	撕裂后剪切	过切避让	空刃长度等于碎屑长度

表 3 冲压不同料厚凸凹模刃口间隙值

Tab.3 Cutting edge clearance for stamping punch-die with different material thicknesses

料厚 t/mm	间隙 C/mm	C/t	料厚 t/mm	间隙 C/mm	C/t
0.6	0.030	5%	1.6	0.100	6.2%
0.7	0.035	5%	1.8	0.113	6.3%
0.8	0.040	5%	2.0	0.130	6.5%
0.9	0.045	5%	2.2	0.143	6.5%
1.0	0.050	5%	2.5	0.163	6.5%
1.2	0.070	6%	2.6	0.169	6.5%
1.4	0.080	6%	2.9	0.200	6.9%
1.5	0.090	6%	3.0	0.207	6.9%

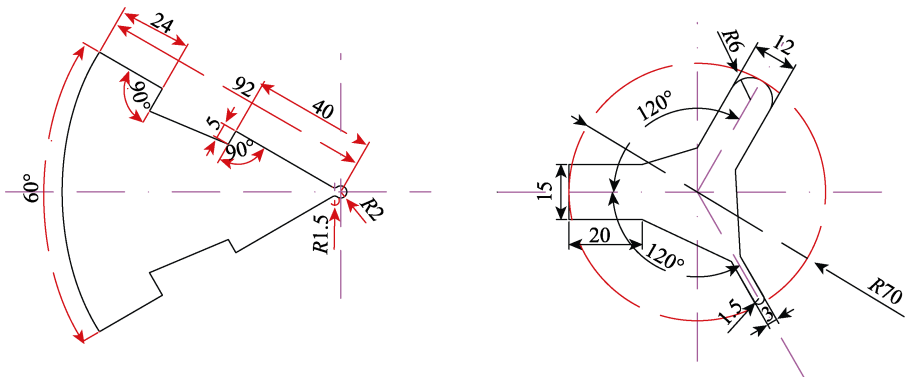


图 4 天窗顶盖研配用研铁
Fig.4 Grinding iron for sunroof

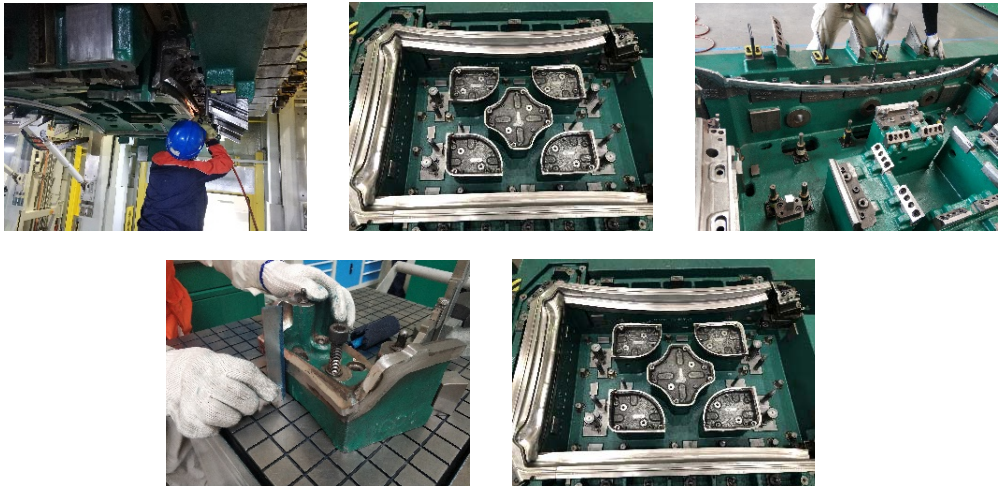


图 5 天窗顶盖切边刀优化碎屑
Fig.5 Improvement of trimming iron filings of sunroof with trimming knife

4 结论

碎屑产生原因为上下模切边间隙不均匀,天窗顶盖在生产过程中碎屑频繁产生,机械手抓取 OP20 工序件带入 OP30 工序型面,生产线 OP30 频繁擦模,OP40 工序件产生碎屑带入 OP50 型面,按照表 1 进行全序切边碎屑整改,不良率降低至 2.7%。

1) 中间天窗部位碎屑产生原因为上下模切边时拉延槽位置不符型,导致板料分离间隙和刃入量差异。机械加工过程精度差,钳工重新补焊进行研配,OP40 废料刀刃入量不足,补焊后废料刀加高 2 mm。

2) 两侧与侧围激光焊接部位碎屑产生原因为侧壁平行度差,局部擦黑严重,切边镶块装配过程产生台阶差,板料二次剪切产生碎屑。重新焊接侧壁,研合刀口间隙和刃入量,刃入量保证 6 mm。

3) OP40 下模料片下落开始时,高于刀具位置板料先被刺穿,使板料破口处边缘翘起,高于上模切边镶块刃口刃入边线,当上模切边镶块随压机工作高度接触下模切边刀刃口时,板料刺穿,断面被二次剪切,下模废料刀的端头空开 1~2 mm。

参考文献:

- [1] 许立强,张月强,刘文杰. 汽车覆盖件修边毛刺产生的原因及解决方案[J]. 模具工业, 2017(1): 39—43.
XU Li-qiang, ZHANG Yue-qiang, LIU Wen-jie. Causes and Solutions of Trimming Burrs of Automobile Covering Parts[J]. Mould Industry, 2017(1): 39—43.
- [2] 孙玥琦. 汽车覆盖件修边模刃口碎屑的解决措施[J]. 模具制造, 2017(6): 1—5.
SUN Yue-qi. Solution to the Edge Chipping of Trimming Die of Automobile Cover[J]. Mold Manufacturing, 2017(6): 1—5.
- [3] 王银巧,胡治钰. 大型覆盖件冲压表面缺陷的产生原因及预防措施[J]. 模具工业, 2012, 38(7): 73—76.
WANG Yin-qiao, HU Zhi-yu. Causes and Preventive Measures of Stamping Surface Defects of Large Covering Parts[J]. Mould Industry, 2012, 38(7): 73—76.
- [4] 周厚保,段彦斌. 修边模废料刀产生碎屑的解决办法[J]. 模具工业, 2015(3): 22—25.
ZHOU Hou-bao, DUAN Yan-bin. The Solution of the Scrap Produced by the Scrap Knife of the Trimming Die[J]. Mould Industry, 2015(3): 22—25.
- [5] 刘莉,江波,王淑俊. 某车型全景天窗顶盖外板修边工艺与模具设计[J]. 锻压装备与制造技术, 2019, 54(2): 90—93.
LIU Li, JIANG Bo, WANG Shu-jun. The Trimming Process and Die Design of the Outer Panel of the Roof of the Panoramic Sunroof for a Certain Vehicle[J]. Forging Equipment and Manufacturing, 2019, 54(2): 90—93.
- [6] 郭炎嗣. 冲压模具设计与制造技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
GUO Yan-si. Stamping Die Design and Manufacturing Technology[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 1994.
- [7] 宋建勇. 汽车覆盖件冲模刃口碎屑解决措施[J]. 模具制造, 2012(2): 16—18.
SONG Jian-yong. Measures for Solving the Debris on the Die of Automobile Cover Parts[J]. Mold Manufacturing, 2012(2): 16—18.
- [8] 余学文,王华昌,王耕耘,等. 基于功能组件的覆盖件修边系统的研究[J]. 锻压技术, 2004, 16(5): 60—62.
YU Xue-wen, WANG Hua-chang, WANG Geng-yun, et al. Research on the Trimming System of Cover Parts Based on Functional Components[J]. Forging Technology, 2004, 16(5): 60—62.