

托架连接条级进模具设计

彭旭辉

(广东省机械技师学院 智能制造学院, 广东 广州 510450)

摘要: 针对托架连接条零件生产效率低及产品合格率低的问题, 对其结构进行了分析, 设计了 1 套级进模具。针对产品上有向上和向下 2 个不同的<折弯+卷圆>结构特征, 设计了 2 组不同的<折弯+卷圆>工序模具。为了克服回弹现象, 使折弯角度为 90°, 设置了预折弯和折弯 2 道工序。为了保证卷圆的形状, 设置了预卷圆①、预卷圆②和卷圆 3 道工序。为了保证工序件折弯后能够顺利脱模, 将凸模设计为滑块结构, 可以通过滑块侧向移动实现脱模。最终, 使用该级进模具生产的产品质量稳定, 并实现批量生产。

关键词: 托架连接条; 级进模具; 滑块结构; 折弯; 卷圆

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2024.10.026

中图分类号: TQ385

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2024) 10-0189-06

Design on progressive die for bracket connecting strip

Peng Xuhui

(College of Intelligent Manufacturing, Guangdong Mechanical Technician College, Guangzhou 510450, China)

Abstract: For the problems of low production efficiency and product qualification rate for bracket connecting strip parts, its structure was analyzed, and a set of progressive die was designed. Then, two sets of <bending+coiling> process dies were designed, aiming at two different <bending+coiling> structural features, such as upward and downward. In order to overcome the springback phenomenon and the bending angle of 90°, two processes of pre-bending and bending were set up. In order to ensure the shape of coil, three processes, namely, pre-coiling ①, pre-coiling ② and coiling, were set up. In order to ensure that the process parts were smoothly demolded after bending, the die was designed as a slider structure, and the demolding was achieved by the lateral movement of slider. Ultimately, the products produced using this progressive die have stable quality and realize the mass production

Key words: bracket connecting strip; progressive die; slider structure; bending; coiling

与单冲模具相比, 级进模具的结构复杂。在级进模具中为了充分利用各模具零件, 有时 1 个模具零件既是凸模又是凹模, 这也导致有些生产工序中相比单冲模具的 1 次冲压成形, 级进模具需要分几个工步才能完成。在单冲模具中, 产品可以沿任意方向摆放, 若产品无法正常脱模, 可以通过调整产品的摆放方向使其顺利脱模, 但在级进模具中不能任意摆放产品, 对于不能正常脱模的某些结构, 应考虑设计滑块结构。由于级进模具的生产效率高, 节省人工, 已有不少学者对其进行了深入的研究, 如王可胜和吴大林^[1]、赵德世等^[2]、孙文等^[3], 对提高级进模具的生产效率进行了详细分析。现以托架连接条为例, 根据产品结构, 其需多个冲压工序

才能完成成形。为了提高工作效率, 设计了 1 套级进模具。针对该产品上分别有向上和向下 2 个<折弯+卷圆>结构特征, 设计了 2 种不同的<折弯+卷圆>工序模具。由于该产品上的卷圆在折弯后成为扣位, 导致产品不能正常脱模, 因此, 设计了滑块折弯机构, 通过滑块侧向移动实现了脱模。

1 托架连接条结构分析

该产品呈长条状, 在其上表面有 1 条筋位, 2 个<折弯+卷圆>结构, 其中 1 个折弯上有 2 个凸起。在产品的两端各有 2 个尺寸较小的拉深凸起 (尺寸为 $\Phi 8\text{ mm} \times 3\text{ mm}$) 和 2 个通孔 ($\Phi 5\text{ mm}$), 如图 1a 和图 1b 所示。该产品的尺寸为 $484\text{ mm} \times 33\text{ mm} \times 21\text{ mm}$, 卷圆半径为 $R2\text{ mm}$, 如图 1c 所示。如果采用单工序模具进行生产, 则需要开料、成形、冲孔、折弯、卷圆①以及卷圆②等多道工序, 生

收稿日期: 2024-01-25; 修订日期: 2024-04-12

作者简介: 彭旭辉 (1971-), 男, 学士, 正高级讲师

E-mail: 454419377@qq.com

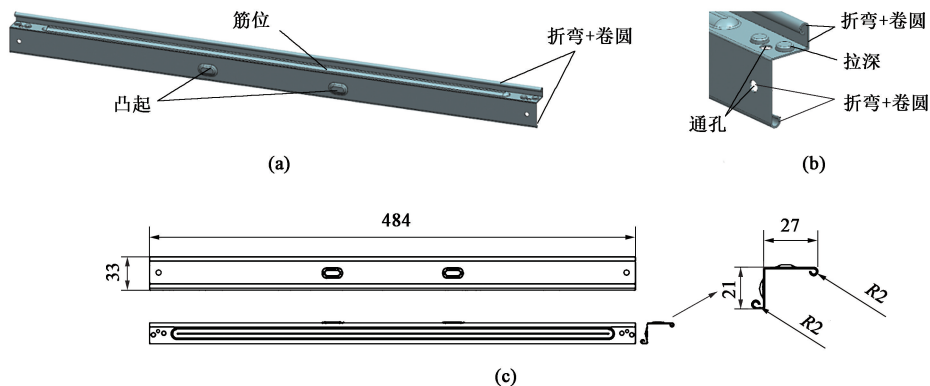


图 1 托架连接条产品图

(a) 产品立体图 (b) 端部放大图 (c) 产品结构图

Fig. 1 Product diagrams of bracket connecting strip

(a) Stereogram of product (b) Enlarged diagram of end (c) Structure drawing of product

产效率和产品的合格率均很低。综合产品结构特征及生产批量要求, 适合采用级进模具进行冲压。

2 展开图与步距设计

合理设置步距在级进模具的设计中尤为关键, 步距太大会浪费材料, 而步距太小则无法冲压出合格的产品, 设置步距的首要关键点在于确定展开图尺寸。此零件的结构主要由 2 个不同方向的<折弯+卷圆>构成, 比较简单。运用文献 [4] 中的弯曲件展开尺寸计算公式, 依据弯曲件的结构和弯曲半径等计算展开图, 精确计算得到该钣金件的开料尺寸为 $484\text{ mm} \times 63\text{ mm}$, 如图 2 所示。由于将相邻工序件冲开的冲裁模的凸模宽度为 5 mm , 因此, 根据展开图 (图 2) 尺寸, 将该级进模的步距设为 $64\text{ mm} + 5\text{ mm} = 69\text{ mm}$, 其中, 64 mm 为展开图的宽度, 5 mm 为冲裁模凸模的宽度。

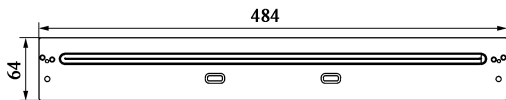


图 2 托架连接条产品设计展开图

Fig. 2 Expansion diagram of product design for bracket connecting strip

3 工序件成形工艺设计

为了设置合理的布局, 在设计级进模前, 应首先设计工序件的成形过程, 并以此为依据确定级进

模中各工序模的排位。在这套模具中, 关键是确定向上<折弯+卷圆>和向下<折弯+卷圆>的成形工艺。根据产品结构, 将向下的<折弯+卷圆>冲压工艺分为 4 个工序, 依次为预卷圆、预折弯、折弯和卷圆; 将向上的<折弯+卷圆>冲压工艺分为 5 个工序, 依次为预卷圆①、预卷圆②、卷圆、预折弯和折弯, 其中向上的预卷圆①和向下的卷圆在同一个工步中完成, 如图 3 所示。

4 级进模料带分析

根据该产品的结构以及工序件成形过程, 共分为 16 个工步, 如图 4 所示。

工步 1: 撕裂料带。在冲压工序件上面的长筋位时, 周围的材料向成形区域靠拢, 影响附近结构的形状, 因此, 必须首先将料带分开再成形。由于产品呈长条形, 适合用撕裂方式将料带分开。一般情况下, 在第 1 道工序中进行导正孔的冲压, 但由于在撕裂时凸模和凹模的冲压幅度大, 为了防止影响导正孔的圆度, 将撕裂工序放在工步 1 中, 在第 2 个工步中冲压导正孔。

工步 2: 冲导正孔+预成形, 如图 5 所示。为了控制料带按正确的方向前进, 防止送料时出现偏差, 在料带两侧冲出导正孔。同时, 用预成形工序模在料带上初步冲压出工序件上表面筋位的形状。

工步 3: 拉深+成形, 如图 6 所示。在折弯前用拉深工序模在工序件两端各冲出 2 个拉深结构, 并用成形工序模冲压出折弯前 2 个凸起, 同时对预成形的筋位进一步冲压, 使筋位定形。

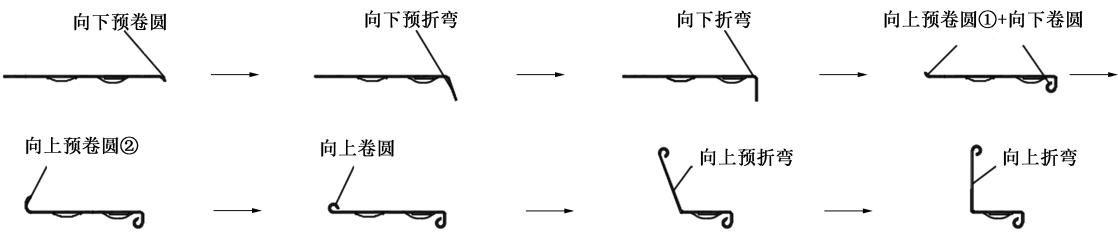


图 3 工序件的成形过程

Fig. 3 Forming process of process parts

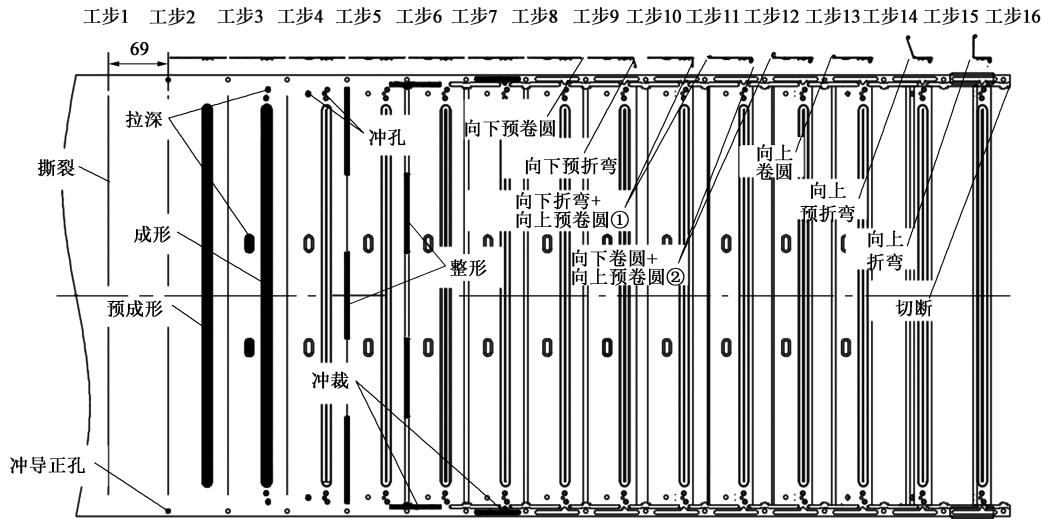


图 4 产品加工工步

Fig. 4 Processing steps of product

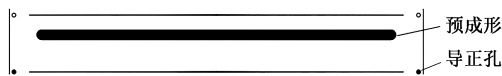


图 5 冲导正孔+预成形工步

Fig. 5 Step of punching guide hole and preforming

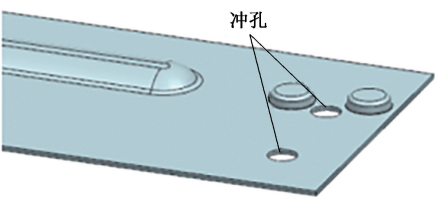


图 7 冲孔工步

Fig. 7 Step of punching holes

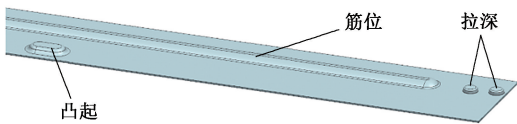


图 6 拉深+成形工步

Fig. 6 Step of drawing and forming

工步 4：冲孔，如图 7 所示。在折弯前用冲孔工序模在工序件两端冲出 2 个通孔（ $\Phi 5\text{ mm}$ ）。

工步 5：整形①。冲出工序件上的筋位后，2 个工序件之间即撕裂处的轮廓不整齐，必须用整形模具将工序件轮廓冲压整齐。为了节省钣金材料，将整形模的凸模厚度设为 5 mm，不宜过厚。由于撕裂处的长度为 478 mm，为了保证整形凸模的刚度和强度，必须缩短凸模的长度。根据模具结构，分为 5

套整形工序模，每套凸模的长度设为 92~100 mm。将 5 套工序模分别设置在工步 5 和工步 6 中，在工步 5 中设置 3 套整形模，在工步 6 中设置 2 套整形模，并将模具互相错开摆放^[5-6]。

工步 6：整形②+冲裁两端①。用整形工序模将相邻 2 个工步之间的工序件完全切开，同时用冲裁工序模将工序件两端切开，为后续折弯做准备。

工步 7：空步。因为在工步 6 和工步 8 中，沿工序件两端的冲裁模沿进料方向排列，所占空间较大，为了保证模具强度，将工步 7 设为空步。

工步 8：冲裁两端②。再次用冲裁工序模将工序件两端切开，使料带与工序件两端仅靠较小

的位置相连,以便于在后续工序中对工序件进行折弯。

工步 9: 向下预卷圆。由于向下<折弯+卷圆>不能一步成形,先用向下预卷圆工序模在板料的边沿冲压出 $R2\text{ mm}$ 的圆弧,作为预卷圆^[7-8]。向下预卷圆工序模的结构由凸模和凹模组成,如图 8 所示。

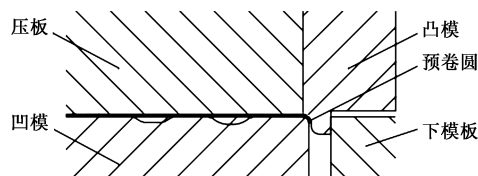


图 8 向下预卷圆工序模具结构

Fig. 8 Die structure of downward pre-coiling process

工步 10: 向下预折弯。向下折弯的角度为 90° , 为了克服回弹,在该工步中用凸模和凹模进行冲压,将板料先预折弯为 70° ,如图 9 所示。由于在工步 9 中已经冲压了 1 个预卷圆,因此,在工步 10 中应对凹模进行避空,以免与预卷圆发生干涉。

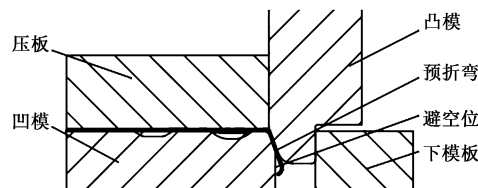


图 9 向下预折弯工序模具结构

Fig. 9 Die structure of downward prebending process

工步 11: 向下折弯+向上预卷圆①。将工步 10 的预折弯进一步折弯为 90° ,并对向上的<折弯+卷圆>结构进行预卷圆。在向下折弯工序模中,由于料带上有一个预卷圆结构,为了使其脱模,将凹模设计为滑块结构,并在滑块(即凹模)侧面中对预卷圆进行避空,滑块与下模板通过 T 形槽相连,如图 10 所示。当上模向下压时,滑块被上模向下压至复位状态,此时滑块可视为折弯凹模。当上模向上提时,滑块下方的弹簧驱动滑块向斜上方运动,使预卷圆顺利脱模。

工步 12: 向下卷圆+向上预卷圆②。利用卷圆工序模对工序件进行向下卷圆,同时对另一侧的<折弯+卷圆>结构进行向上预卷圆②(其结构类似于向上折弯),为工步 13 的卷圆工序做前期准备^[9-10]。为了避开在工步 11 中的预卷圆①,采用滑块结构进行向上预卷圆②。将滑块设在上模,滑块

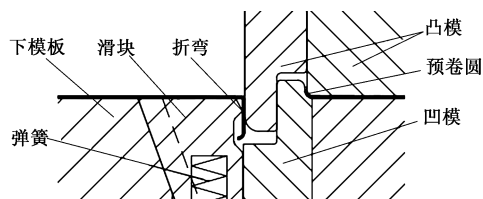


图 10 向下折弯+向上预卷圆①工序模具结构

Fig. 10 Die structure of downward bending and upward pre-coiling ① processes

与上模板通过 T 形槽相连,并在滑块的侧面设置了避空位,如图 11 所示。当上模向下运动时,上模驱动滑块侧向移动,完成预卷圆②。当上模向上运动时,滑块上方的弹簧将滑块推开,驱动滑块在 T 形槽内向斜下方运动,使工序件上的预卷圆①脱模。在这一工步中,向下卷圆+向上预卷圆②共用 1 个凸模。

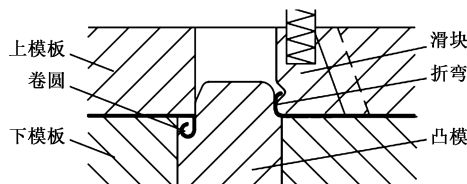


图 11 向下卷圆+向上预卷圆②工序模具结构

Fig. 11 Die structure of downward coiling and upward pre-coiling ② processes

工步 13: 向上卷圆。对预卷圆①和预卷圆②进行卷圆,将凸模的横截面设置为圆形,在上模和下模的挤压下,将材料挤压成形,如图 12 所示。

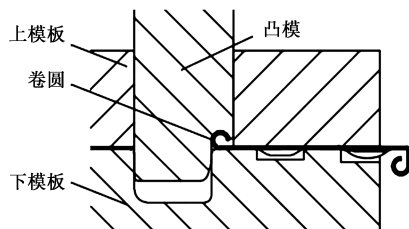


图 12 向上卷圆工序模具结构

Fig. 12 Die structure of upward coiling process

工步 14: 向上预折弯。为了克服回弹,将板料折弯为 90° ,在此工步中先将材料预折弯为 70° ,如图 13 所示。对于折弯侧面的 2 个凸起,在凹模上进行避空。

工步 15: 向上折弯。由于折弯结构上存在 1 个卷圆,在脱模时该卷圆形成扣位,不能顺利脱模。为了使卷圆后的工序件能顺利脱模,将凸模设计为滑块结构^[11-12],如图 14 所示。滑块通过斜 T 形槽

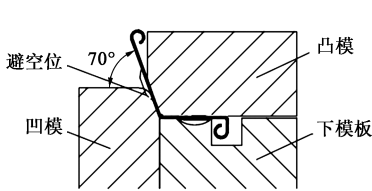


图 13 向上预折弯工序模具结构
Fig. 13 Die structure of upward prebending process

与上模板相连，当上模向下运动时，上模板驱动滑块沿侧向移动，从而将工序件折弯为 90°。当上模向上运动时，滑块上面的弹簧将滑块推开，使滑块在 T 形槽内向斜下方运动，工序件沿滑块侧向移动脱模。对于折弯侧面的 2 个凸起，在凹模上进行避空。

工步 16：用切断工序模具将产品与料带分离，产品自动落入至收集框。

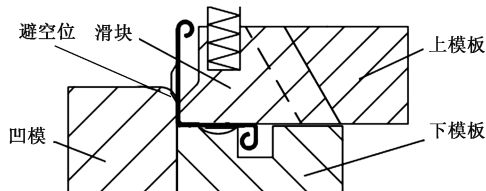


图 14 向上折弯工序模具结构
Fig. 14 Die structure of upward bending process

5 模具结构及生产产品

该级进模具由撕裂工序模、冲孔工序模、压形工序模、冲裁工序模、向下<折弯+卷圆>工序模（包括 4 个工序）、向上<折弯+卷圆>工序模（包括 5 个工序）以及切断工序模等组成，模具结构如图 15 所示。

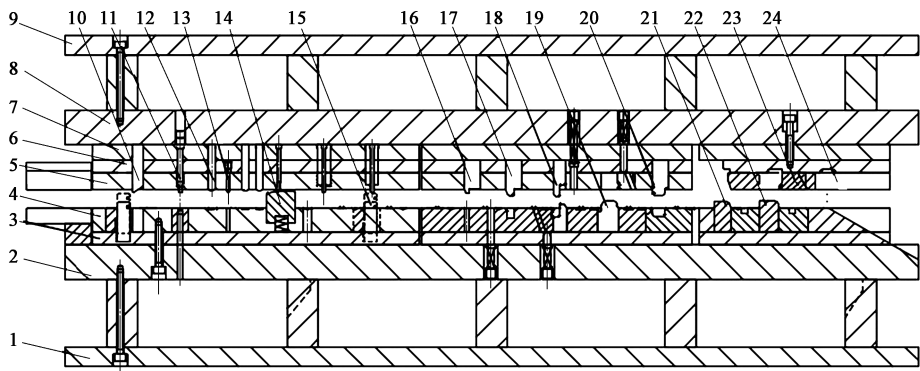


图 15 模具结构图
1. 下模脚 2. 下模座 3. 下模垫板 4. 下模板 5. 卸料板 6. 止档板 7. 上模垫板 8. 上模座 9. 上模脚 10. 撕裂模凸模 11. 冲孔模凸模
12. 压形模凸模 13. 导正针 14. 顶块 15. 抬料块 16. 向下预卷圆凸模 17. 向下预折弯模 18. 向下折弯+向上预卷圆①工序模
19. 向下卷圆+向上预卷圆②工序模 20. 向上卷圆工序模 21. 向上预折弯工序模 22. 向上折弯工序模
23. 向上折弯滑块 24. 切断工序模

Fig. 15 Diagram of die structure

图 16 为模具实物图，通过此模具生产的产品实物图见图 17。

6 结语

根据托架连接条的结构，设计了含有多个工序的级进模具。由于在冲压成形过程中，材料向成形位置靠拢而使材料边沿不整齐，因此，将工步 1 设为撕裂工序，并在成形工序后面设置整形工序。针对产品上两个<折弯+卷圆>的不同结构，设计了两套不同冲压工艺的工序模具。针对向下的<折弯+卷圆>结构，设计了预卷圆、预折弯、折弯、卷

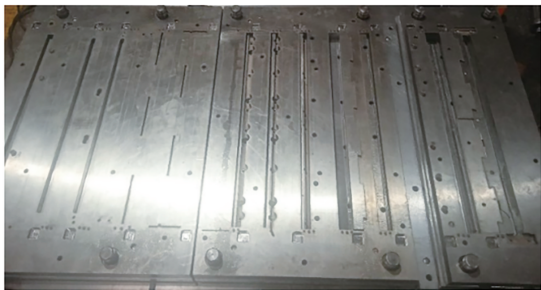


图 16 模具实物图
Fig. 16 Physical picture of die

圆 4 套工序模；针对向上的<折弯+卷圆>结构，设计了预卷圆①、预卷圆②、卷圆、预折弯、折弯 5

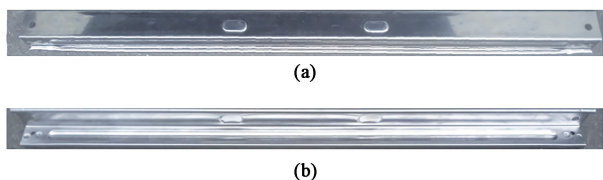


图 17 产品实物图片

(a) 产品正面 (b) 产品反面

Fig. 17 Physical pictures of product

(a) Front of product (b) Reverse of product

套工序模。由于<折弯+卷圆>结构中含有卷圆,形成扣位,为了使产品顺利脱模,在折弯工序模具中设置了滑块结构,通过滑块将料带侧向挤压为90°折弯。该模具所生产的产品质量稳定,目前正在批量生产。

参考文献:

- [1] 王可胜, 吴大林. 带卡口的盒型零件多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2023, 48 (1): 202-207.
Wang K S, Wu D L. Design on multi-position progressive die for box-shaped part with bayonet [J]. Forging & Stamping Technology, 2023, 48 (1): 202-207.
- [2] 赵德世, 杜坡, 刘杰. 汽车加强板多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2023, 48 (8): 219-223.
Zhao D S, Du P, Liu J. Design on multi-station progressive die for automobile reinforcement plate [J]. Forging & Stamping Technology, 2023, 48 (8): 219-223.
- [3] 孙文, 田文春, 纪小虎, 等. 电池连接件多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2023, 48 (1): 196-201.
Sun W, Tian W C, Ji X H, et al. Design on multi-station progressive die for battery connector [J]. Forging & Stamping Technology, 2023, 48 (1): 196-201.
- [4] 马朝兴. 冲压模具设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
Ma C X. Stamping Die Design Manual [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2009.
- [5] 陆丽丽, 朱云开, 蔡军, 等. 成对铜片级进模设计 [J]. 模具工业, 2022, 48 (2): 20-24.
Lu L L, Zhu Y K, Cai J, et al. Design of progressive die for paired copper sheet [J]. Die & Mould Industry, 2022, 48 (2): 20-24.
- [6] 孟玉喜, 李强. 固定卡座级进模设计 [J]. 模具工业, 2020, 46 (10): 6-10.
Meng Y X, Li Q. Design of progressive die for fixed fastener [J]. Die & Mould Industry, 2020, 46 (10): 6-10.
- [7] 王天宝, 袁博. 帽帽零件多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (1): 168-171.
Wang T B, Yuan B. Design on multi-position progressive die for tube cap parts [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (1): 168-171.
- [8] 王方平, 孙小朱. 装饰扣级进模具结构设计 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (6): 239-243.
Wang F P, Sun X Z. Structure design on progressive die for decorative buckle [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (6): 239-243.
- [9] 张建. 风管式空调内机支撑脚级进模设计 [J]. 模具技术, 2023 (4): 20-27.
Zhang J. Design of the progressive die for the support leg of ducted air conditioners [J]. Die and Mould Technology, 2023 (4): 20-27.
- [10] 武晓红. 左支架多工位级进模的设计 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (12): 189-192.
Wu X H. Left bracket design on multi-station progressive mold for claw [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (12): 189-192.
- [11] 王巍, 李珍, 张贺, 等. 航空座椅连接件多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (10): 223-228.
Wang W, Li Z, Zhang H, et al. Design on multi-station progressive die for aero seat connector [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (10): 223-228.
- [12] 谭锋, 罗亮. 连接器端子超高速级进模设计 [J]. 模具技术, 2022 (2): 48-54.
Tan F, Luo L. Design of super high speed progressive die for connector terminal [J]. Die and Mould Technology, 2022 (2): 48-54.

警惕不法网站, 保障投稿安全

近期, 本刊接到多名作者投诉, 网络上出现冒充《锻压技术》杂志官方网站的伪网站, 如 www.dyjszz.cn, 这些网站盗用本杂志官网内容及相关行业信息, 误导和欺骗广大投稿作者, 骗取文章版面费、套取作者文章及个人信息, 侵犯了广大作者的切身权益。

特此声明, 本刊唯一官方网站为 www.fstjournal.net, 投稿方式为网站注册登录投稿, 不接受邮箱投稿。请作者投稿时务必认准杂志官方网站, 谨防受骗。

本刊郑重声明伪网站相关人员尽快停止违法行为, 否则将严肃处理, 并将运用一切法律手段维护本刊的权利。

请广大读者协助本刊监督网络上的不法行为, 一经发现, 请联系本刊, 本刊将及时处理, 共同努力营造良好的期刊网络氛围。

《锻压技术》杂志联系方式: fst@263.net; 010-62920652。

《锻压技术》编辑部