

## 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 spingback 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<sup>[1]</sup>、赵德世等<sup>[2]</sup>、孙文等<sup>[3]</sup>, 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

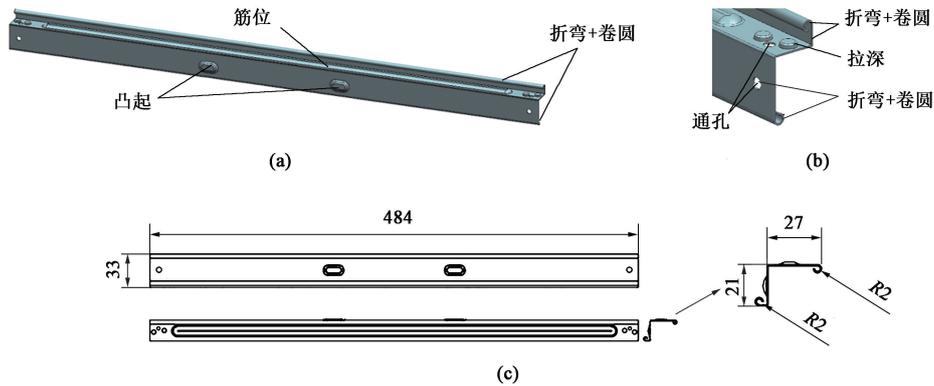


图 1 托架连接条产品图

(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 mm×63 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 mm+5 mm=69 mm, 其中, 64 mm 为展开图的宽度, 5 mm 为冲裁模凸模的宽度。

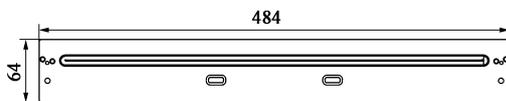


图 2 托架连接条产品设计展开图

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。

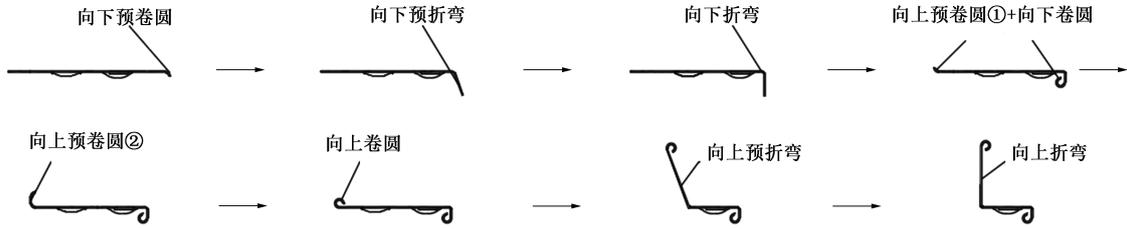


图 3 工序件的成形过程

Fig. 3 Forming process of process parts

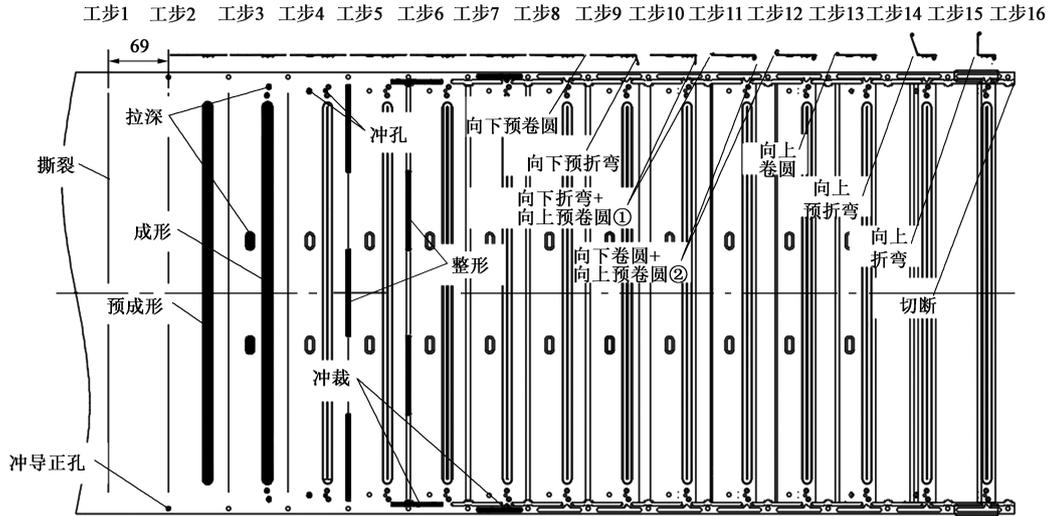


图 4 产品加工工步

Fig. 4 Processing steps of product

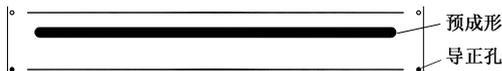


图 5 冲导正孔+预成形工步

Fig. 5 Step of punching guide hole and preforming

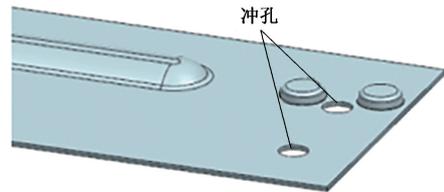


图 7 冲孔工步

Fig. 7 Step of punching holes

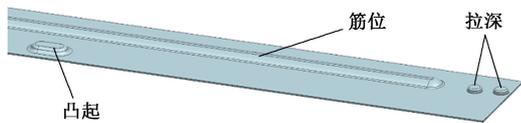


图 6 拉深+成形工步

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（ $\Phi 5$  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<sup>[5-6]</sup>。

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<sup>[7-8]</sup>。向下预卷圆工序模的结构由凸模和凹模组成, 如图 8 所示。

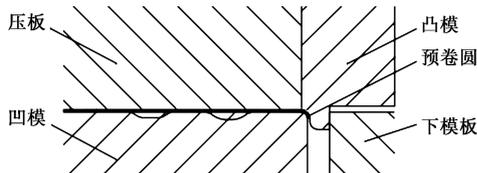


图 8 向下预卷圆工序模具结构

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  $90^\circ$ , 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  $70^\circ$ , 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。

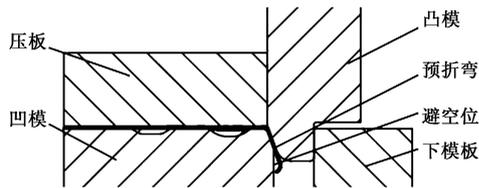


图 9 向下预折弯工序模具结构

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  $90^\circ$ , 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<sup>[9-10]</sup>。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

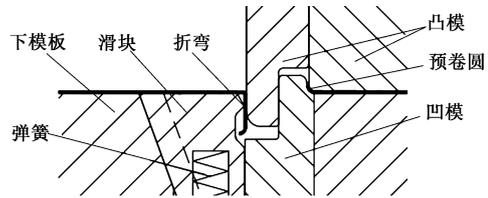


图 10 向下折弯+向上预卷圆①工序模具结构

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。

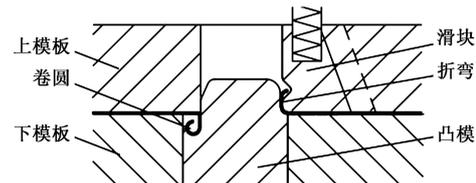


图 11 向下卷圆+向上预卷圆②工序模具结构

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。

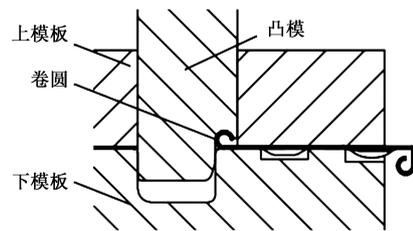


图 12 向上卷圆工序模具结构

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  $90^\circ$ , 在此工步中先将材料预折弯为  $70^\circ$ , 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<sup>[11-12]</sup>, 如图 14 所示。滑块通过斜 T 形槽

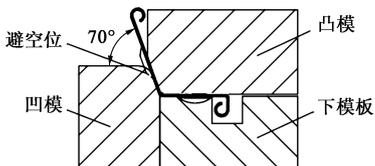


图 13 向上预折弯工序模具结构

Fig. 13 Die structure of upward prebending process

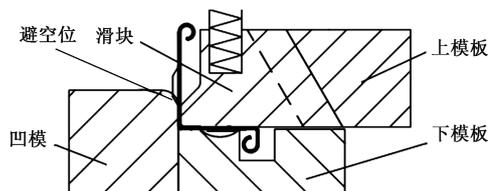


图 14 向上折弯工序模具结构

Fig. 14 Die structure of upward bending 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。

## 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。

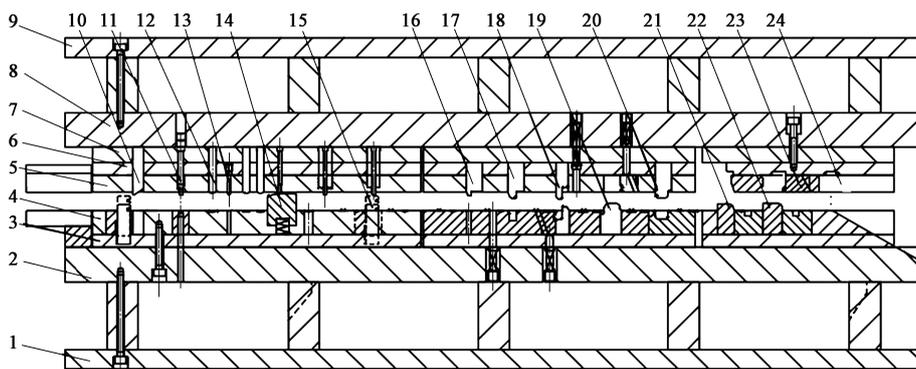


图 15 模具结构图

- 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. 拾料块 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

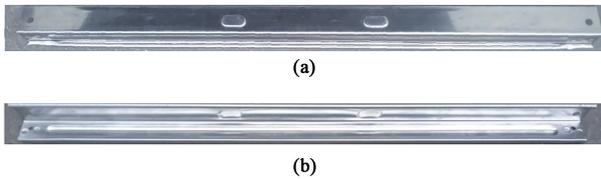


图 17 产品实物图片

(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. 帽檐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](http://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](http://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](mailto:fst@263.net)；010-62920652。

《锻压技术》编辑部