

带攻牙和滑块折弯的连接板级进模具结构设计

刘碧云

(广东省机械技师学院 人力资源部, 广东 广州 510450)

摘要: 对连接板的结构和冲压工艺进行了分析, 针对产品上的翻边螺纹孔, 为了提高攻牙的效率, 提出在级进模具上安装攻牙机构, 利用上模的上、下运动, 驱动攻牙机构中的丝锥旋转, 对产品上的翻边螺纹孔进行攻牙, 省去运用攻牙机器单独对翻边螺纹孔进行攻牙的工序。由于翻边螺纹孔内径较小, 同时为了延长翻边凸模的寿命, 将翻边凸模的端部设计为椭圆尖形。针对其中一组折弯特征根部的加强筋与翻边螺纹孔几乎在同一竖直线上的结构, 为了防止折弯后回弹, 设计了滑块折弯机构; 为了克服回弹现象, 采用预折弯和折弯的冲压工艺; 为了防止冲压加强筋时影响孔的形状, 将其中1个冲孔工序安排在冲压加强筋工序后进行。

关键词: 连接板; 级进模; 向上翻边; 攻牙机构; 滑块折弯

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2024.11.020

中图分类号: TG385

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2024) 11-0149-07

Structural design on progressive die for connecting plate with tapping and slider bending

Liu Biyun

(Human Resources Department, Guangdong Mechanical Technician College, Guangzhou 510450, China)

Abstract: The structure of connecting plate and its stamping process were analyzed, and for the flanging threaded hole, in order to improve the efficiency of tapping, a tapping mechanism was installed on the progressive die. Then, the screw tap in the tapping mechanism was driven to rotate by utilizing the upward and downward movements of upper die, and the flanging threaded hole on the product was tapped, eliminating the separate tapping process for the flanging threaded holes by tapping machine. Furthermore, due to the small inner diameter of the flanging threaded hole, and in order to prolong the life of flanging punch, the end of flanging punch was designed with an elliptical pointed shape. For the structure where the reinforcing ribs at the bending feature root were almost on the same vertical line as the flanging threaded holes, and in order to prevent the springback after bending, a slider bending mechanism was designed. Finally, in order to overcome the springback phenomenon, the stamping process of pre-bending and bending was adopted. In addition, in order to prevent the hole shape from being affected during the stamping process of reinforcing ribs, one of the punching process was arranged after the stamping process of reinforcing ribs.

Key words: connecting plate; progressive die; upward flanging; tapping mechanism; slider bending

许多钣金件的结构越来越复杂, 除了有翻边孔、折弯之类的结构之外, 还在翻边孔上设置了内螺纹, 或者在折弯上面还有折弯。如果用单工序模冲压出钣金件后, 再由生产工人对翻边孔进行攻牙, 这种生产方式的劳动强度大、效率低, 仅适合生产小批量的订单。对于生产批量较大的订单, 采用级进模具生产钣金件, 并在模具中安装攻牙器, 将攻牙工序安排在级进模具上, 利用上模的上、下运动驱动攻牙器的丝锥旋转, 在冲压钣金的过程

中, 同步完成攻牙工序, 不但能省去手工攻牙的步骤, 还能提高生产效率, 适合大规模生产。对于钣金件上的折弯, 一般情况下采用凸凹模冲压, 但折弯的侧面不能有翻边孔等结构。另外, 由于回弹的原因, 采用这种模具结构进行冲压所得到的产品, 折弯的角度往往非90°直角, 为了将材料折弯为90°直角, 采用滑块折弯, 并将滑块的工作面设置为反斜度。下面以带螺纹孔的连接板钣金件为例, 在该级进模具中安装攻牙器, 对该连接板上的翻边螺纹孔进行攻牙, 针对折弯侧面同时存在翻边螺纹孔和加强筋的结构, 同时也为了使折弯为90°直角, 设计了滑块折弯机构, 同时介绍了攻牙器的基本结构。

收稿日期: 2024-01-15; 修订日期: 2024-04-23

作者简介: 刘碧云 (1974-), 女, 硕士, 正高级讲师

E-mail: 261756927@qq.com

1 产品结构分析

该连接板如图 1 所示, 材质为 Q235 钢, 料厚为 1.5 mm, 尺寸为 292 mm×86 mm×63 mm, 产品上有翻边螺纹孔、折弯、加强筋以及若干异形孔等结构, 其中, 翻边螺纹孔分为向上翻边和向下翻边两种结构, 翻边螺纹孔的内径较小, 内径为 $\Phi 2.8 \sim \Phi 3.7$ mm, 翻边高度均为 2 mm。整个产品需要落料、冲孔、翻边、折弯、攻牙等 10 多套单工序模^[1-2], 不但劳动强度大, 而且生产效率低。如果改由级进模生产该连接板, 并利用模具进行攻牙, 则能提升生产效率。在图 1a 中, 其中 1 个折弯的根部有 4 个加强筋, 在其中两个加强筋的上方各设置

1 个翻边螺纹孔, 由于这两个加强筋和翻边螺纹孔几乎在同一竖直线上, 如果用凸凹模对该结构进行折弯, 则应在凸模上设置翻边螺纹孔的避空位, 而避空位将会影响加强筋的成形, 因此, 这个折弯结构采用滑块折弯。在图 1b 中, 折弯①位于折弯④上, 属于折弯后再次折弯的结构。在图 1c 所示的放大图中有一个尺寸较小的弧形缺口, 尺寸为 0.5 mm (长度)×0.2 mm (宽度), 弧形半径为 R0.3 mm, 该缺口的 1 个角为 R0.3 mm 圆角, 另一个角为利角。如果用 1 个工序模进行冲裁, 由于凸模磨损, 多次冲裁后, 所冲的利角将会变成圆角, 为了冲出这个弧形缺口的利角, 必须分两次冲裁, 由两次冲裁的轮廓形成利角。如果利用单工序模冲压这个弧形缺口, 由于单工序模的定位精度低, 则产品废品率较高。

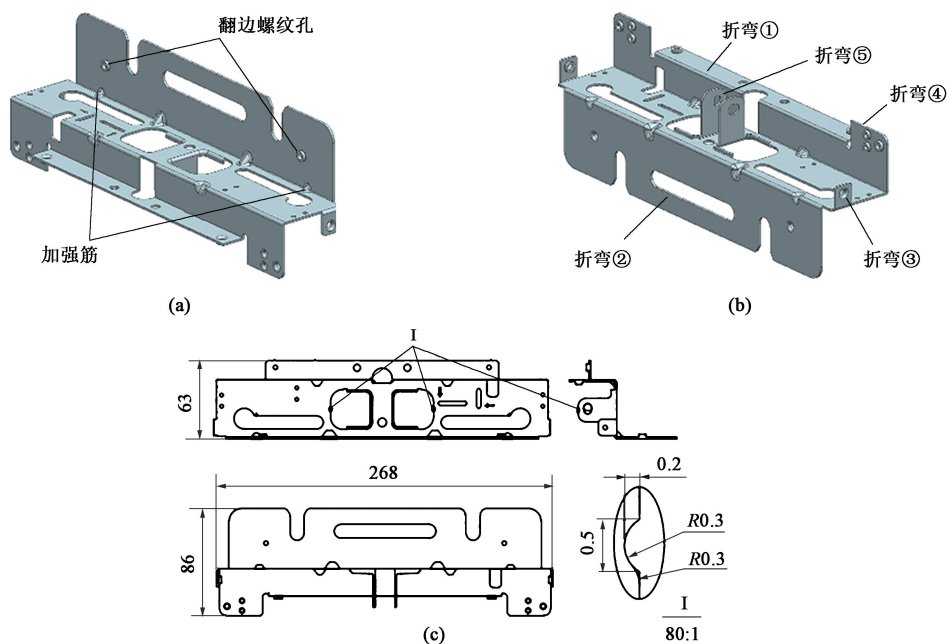


图 1 连接板产品图

(a) 正面图 (b) 背面图 (c) 结构图

Fig. 1 Product diagrams of connecting plate

(a) Front view (b) Back view (c) Structure diagram

2 设计展开图

确定步进量是级进模具设计中非常关键的步骤, 一般是先设计该钣金件的平面展开图, 按展开图确定好料带的排位与步距。由于这个钣金件上有多个折弯特征, 运用《实用钣金技术手册》^[3]中的相关公式, 很难精确设计出该钣金件的展开图。这时可以运用 UG 等 3D 造型软件, 先按结构图中的尺寸设计该连接板的实体, 再运用 UG 的展开命令将实体

展开, 即可设计出该钣金件的精确展开图, 如图 2 所示。

3 料带图设计

根据展开图尺寸, 将该级进模的步距设为 134 mm。在单工序模中, 冲裁同一个特征 (如轮廓) 往往在同一个工序模中完成, 但在设计级进模具时, 为了保证模板的强度, 延长模具使用寿命, 对于钣金件上的某些轮廓往往分几次冲裁, 将不同

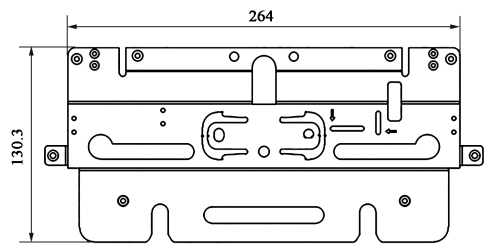


图 2 钣金件的设计展开图

Fig. 2 Design expansion diagram of sheet metal part

的冲裁分别设置在不同工步中。另外，在这套级进

模具中除了冲裁、冲孔、折弯和翻边外，还要对翻边螺纹孔进行攻牙，因此，需要设置相关的工步，并在该级进模具中安装攻牙器。根据产品的结构，共设计 15 个工步^[4-5]，如图 3 所示。

工步 1：在料带两侧冲出两个导正孔、产品上的两个圆孔，以及两个箭头符号⇨，两个箭头符号的深度为 0.2 mm。冲压位置如图 3 工步 1 中的黑色区域所示。料带上的导正孔的作用是对料带进行精准定位，使料带按预定的方向前进。导正孔将在后续工序中被裁剪掉，不会出现在产品上。

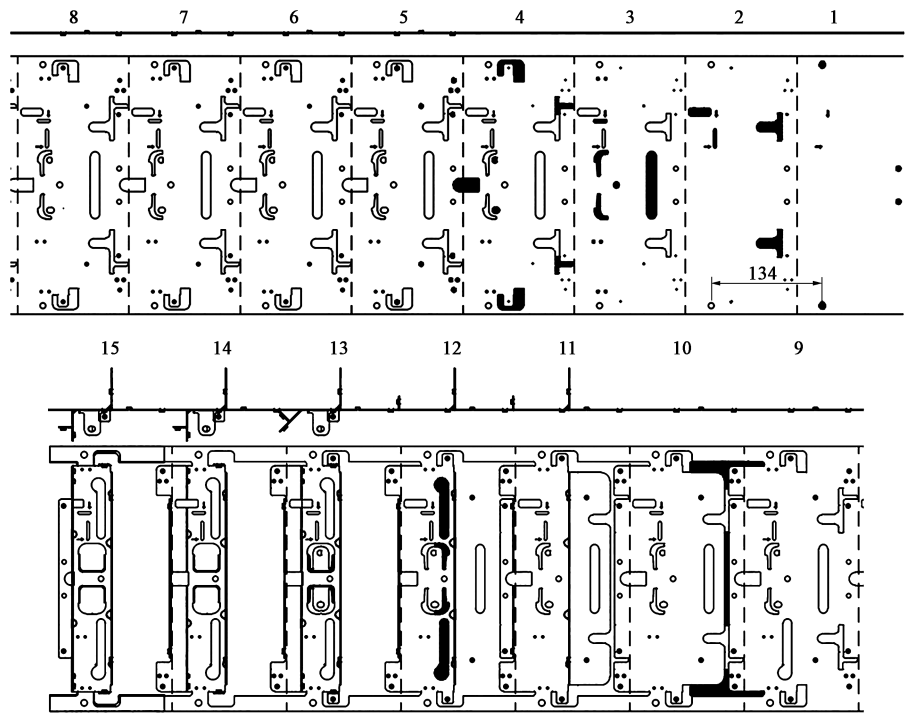


图 3 料带设计图

Fig. 3 Design diagram of strip

工步 2：冲孔。继续冲出产品上的孔位，以及翻边螺纹孔的底孔。由于产品的孔位较多，而且排布较密，为了不影响模具的强度，将冲压这些孔位的工序分布在不同工步中进行。

工步 3：冲孔。继续冲出产品上的其他孔位，并沿产品上折弯⑤轮廓进行冲裁。为了冲出该轮廓上小缺口的利角，分两次冲裁，如图 4 所示。先沿小缺口的圆形轮廓一侧进行冲裁，冲裁利角一侧的轮廓在后续工序中进行，由两次冲裁叠加的位置形成该轮廓的利角^[6-7]。

工步 4：冲孔。继续冲出产品上的其他孔位，并沿钣金两端的翻边位轮廓各冲出一条拱形槽，以便在后续工序中对该位置进行折弯，同时沿折弯①轮廓外端各冲出一条“T”形槽，以便在后续工序

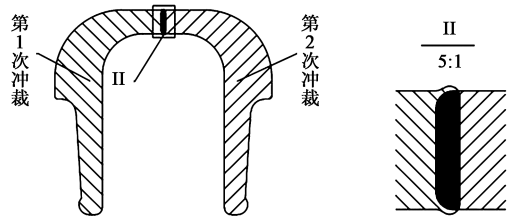


图 4 两次冲异形孔示意图

Fig. 4 Schematic diagram of special-shaped hole punching in two times

中对折弯①进行折弯。

工步 5：翻边。在这个钣金件中有向上翻边和向下翻边两种不同结构的翻边螺纹孔，因此，在该级进模具中设计了两种不同结构的翻边模，如图 5a 所示。对于向下翻边的孔位，将冲头设在上模，凹

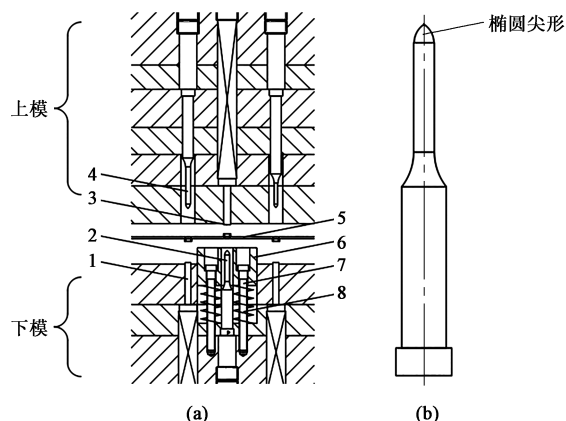


图 5 翻边工序的模具

(a) 翻边工序模具结构图 (b) 冲头形状

1. 下模顶杆 2. 下模冲头 3. 上模顶杆 4. 上模冲头 5. 料带
6. 下模卸料板 7. 限位螺栓 8. 弹簧

Fig. 5 Die in flanging process

(a) Structure diagram of die in flanging process (b) Punch shape

模设在下模，并在下模设置顶杆。对于向上翻边的孔位，将冲头设在下模，凹模设在上模，并在上模设置顶杆，设置顶杆的目的是将翻边螺纹孔从凹模中推出。由于级进模具的下模无卸料板，为了将翻边螺纹孔从下模的冲头中推出，在下模的冲头周围设置一小块卸料板，并在其底部设置弹簧和限位螺栓，通过弹簧驱动下模卸料板上下运动。由于翻边

螺纹孔的内径较小，为 $\Phi 2.7 \sim \Phi 3.7 \text{ mm}$ ，并且翻边螺纹孔内表面的最小圆角半径仅为 $R0.5 \text{ mm}$ ，翻边系数较小。为了保护冲头，防止冲头断裂，也为了保证翻边螺纹孔的形状符合要求，将冲头设为椭圆尖形^[8-9]，如图 5b 所示。

工步 6：空步。由于在下一个工步中需要攻牙，攻牙器所占空间较大，需要预留足够的空间用于安装攻牙器。

工步 7：攻牙。对产品上的翻边螺纹孔进行攻牙。由于某些翻边螺纹孔相距近，中心距较小，无法在狭小的空间里同时对距离较近的孔位进行攻牙，因此，将攻牙工序安排在 3 个工步中，以便合理排布丝锥。

工步 8：攻牙。

工步 9：攻牙。

工步 10：冲孔。沿黑色区域冲异形孔，冲出钣金件的折弯②和折弯④两端的轮廓，以便后续完成折弯②和折弯④。

工步 11：折弯。对料带进行折弯，在料带上同时冲压出图 1b 所示的折弯①和折弯②，以及折弯②根部的 4 个加强筋，如图 6a 所示。由于折弯①和折弯②的结构不同，采用不同的折弯方式，其中，折弯①的高度仅为 15.5 mm ，并且翻边螺纹孔是向外翻边，采用凸凹模折弯，在凹模上设置翻边螺纹孔

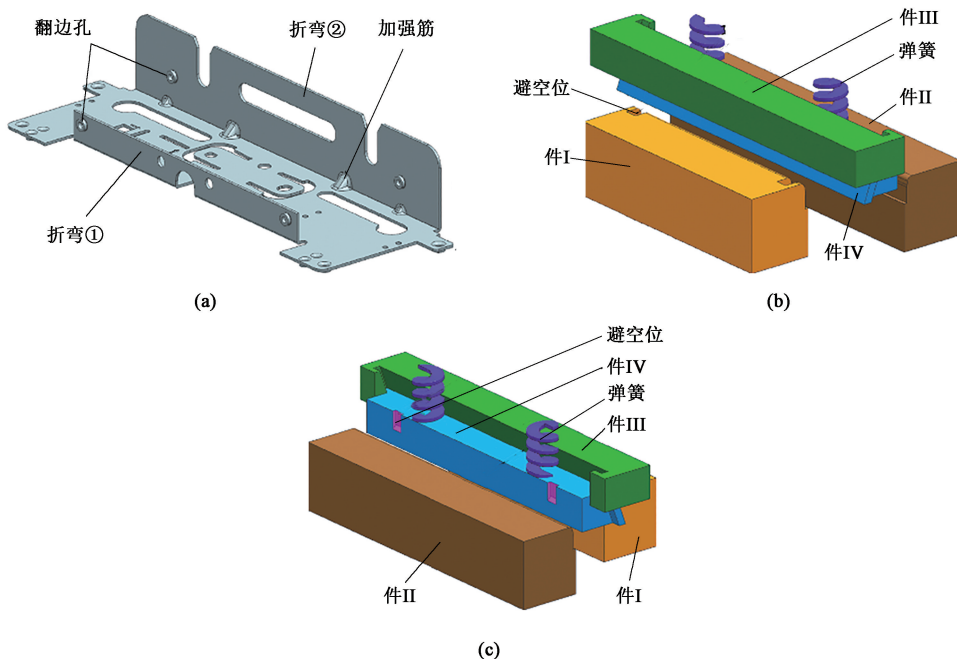


图 6 滑块折弯机构

(a) 第 1 次折弯 (b) 滑块正面图 (c) 滑块背面图

Fig. 6 Slider bending mechanism

(a) The first bending (b) Front view of slider (c) Back view of slider

的避空位。折弯②采用滑块折弯,主要有 3 个原因:(1) 折弯②左右两个加强筋与其上方的翻边螺纹孔几乎位于同一竖直线上,如果采用凸凹模折弯,在凸模上需要开设避空位,用于避开翻边螺纹孔,但避空位会影响下方加强筋的成形;(2) 翻边螺纹孔朝向另一个折弯翻边;(3) 折弯高度为 48 mm,料厚为 1.5 mm,回弹量较大,为了保证折弯后的角度为 90°,采用滑块折弯,将滑块工作面设置为反角度,反角度大小为-2°。因此,采用图 6b 和图 6c 所示的滑块机构进行折弯。滑块机构由件 I、件 II、件 III 和件 IV 组成,其中,件 I、件 II 为凹模,件 III 既是折弯的凸模,又是滑块座;件 IV 为滑块,在件 III 的 T 形槽内滑动。由于在折弯①、折弯②特征上均有翻边螺纹孔,在件 I 和件 IV 上设置避空位,用于避开翻边螺纹孔。当上模向下运动时,件 III 与件 I 将料带挤压为折弯①,件 IV 的底面抵扣在料带上,并沿件 III 的 T 形槽向斜下方移动,与件 II 将料带挤压为折弯②。当上模向下移动时,作用在件 IV 顶部的弹簧将件 IV 向下推,使件 IV 复位^[10-11]。

工步 12: 冲孔。冲出黑色的异形孔,并冲出图 4 所示的异形槽的右半部分,以便在后续工序中进行折弯。由于折弯②的根部存在 4 个加强筋,在冲压加强筋时必定会对附近的孔位轮廓产生影响,因此,将这个冲孔工序安排在冲压加强筋的工序后面。

工步 13: 折弯。由于在折弯④上面还有另一个已成形的折弯,需要在折弯④的凸模上设计避空位,避开已成形的折弯。为了克服回弹,保证折弯后的角度为 90°,将折弯④分两次折弯,先将其折弯为 45°,再在后续工步中进行第 2 次折弯冲压,使其折弯为 90°。在这个工步中,除了进行上面的折弯外,还对产品的两端以及产品的中间进行折弯,共有 3 个折弯,如图 7 所示。

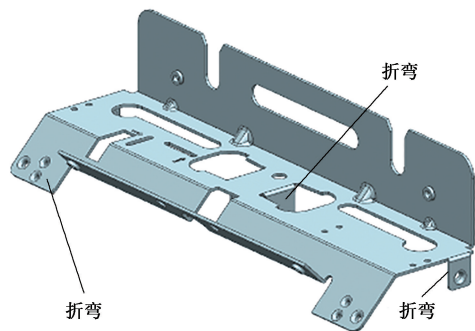


图 7 分两次折弯示意图

Fig. 7 Schematic diagram of bending in two times

工步 14: 折弯。对上次工序中折弯为 45°的特征进行第 2 次折弯工序,使其折弯为 90°,折弯后的形状如图 1a 所示。

工步 15: 切断。将完成所有工序后的钣金件与料带分离。

4 攻牙工序

由于冲压模具无攻牙功能,为了在钣金件上实现攻牙,在模具上安装攻牙器,其结构主要由螺母、螺杆、齿轮和丝锥组成,如图 8 所示。其中,将螺母安装于上模,其他零件安装于下模,通过该机构可以将上模的上、下运动转化为丝锥的旋转运动,从而对翻边螺纹孔攻牙。攻牙器中的齿轮和丝锥可以根据实际情况定制,传动机构稳定可靠,其动力来源于上模的上下运动,不需要配备其他动力设备^[12-13]。

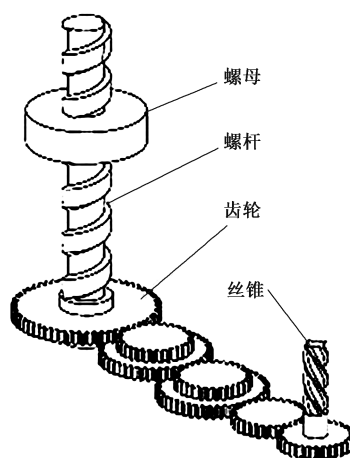


图 8 攻牙机构的结构图

Fig. 8 Structure diagram of tapping mechanism

5 模具结构

在该级进模的翻边工序后安装攻牙器,翻边后立即对翻边螺纹孔进行攻牙。为了使攻牙位置的顶板上下运动平稳,对用于攻牙的顶板设置导柱。模具的结构如图 9 所示,模具尺寸为 2065 mm (长度) × 660 mm (宽度),闭合高度为 520 mm。

在模具厂进行小批量试产后,该模具发往客户,经客户大批量生产验证,该模具结构稳定,产品质量符合要求,现正批量生产。产品实物图如图 10 所示,模具实物图如图 11 所示,攻牙机构实物图如图 12 所示。

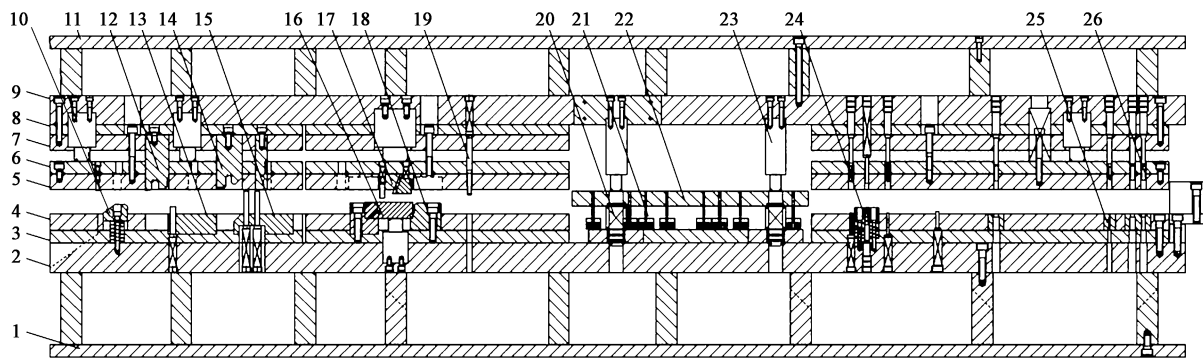


图 9 模具结构图

1. 下模脚 2. 下模座 3. 下模垫板 4、18. 凹模 5. 卸料板 6. 止挡板 7. 上模固定板 8. 上模垫板 9. 上模座 10. 顶块
11. 上模脚 12. 第 2 次折弯工序凸模 13. 第 2 次折弯凹模 14. 第 1 次折弯工序凸模 15. 第 1 次折弯凹模 16. 顶块 17. 折弯滑块
19. 误冲针 20. 导柱 21. 攻牙器 22. 攻牙位置的顶板 23. 氮气弹簧 24. 向上翻边凸模 25. 冲孔凹模 26. 冲孔凸模

Fig. 9 Die structure diagram



图 10 产品实物图

Fig. 10 Physical map of product

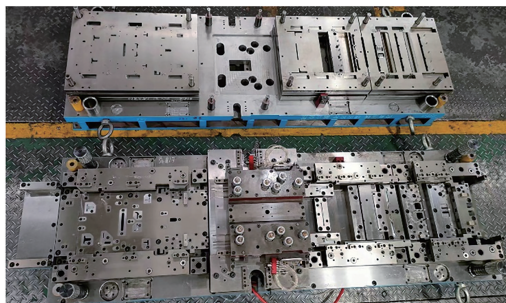


图 11 模具实物图

Fig. 11 Physical map of die

6 结语

为了对翻边螺纹孔进行攻牙,在这套级进模具中安装了攻牙器,并利用上模的上、下运动作为攻牙器的动力源,使模具实现攻牙功能。由于这个产品的翻边螺纹孔有向上翻边和向下翻边两种结构,因此,在模具中设计了两种不同结构的翻边工序模,并在向上翻边的工序模中,在下模的冲头周围设置了一小块卸料板,用于将冲头从翻边螺纹孔中推出。由于翻边螺纹孔内径较小,将翻边的冲头设计为椭圆尖形,有利于延长冲头使用寿命。由于该钣金件

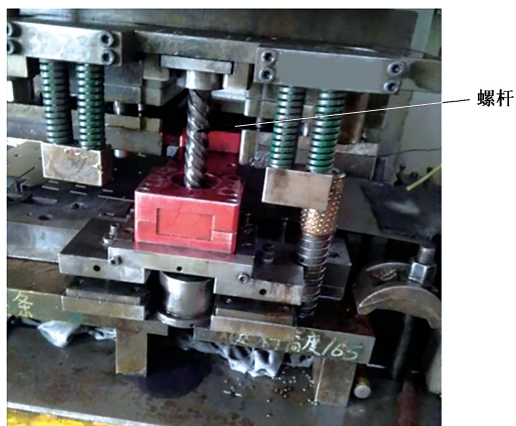


图 12 攻牙机构实物图

Fig. 12 Physical map of tapping mechanism

的材料厚为 1 mm,比较厚,回弹较大,为了使折弯为 90°直角,设置了预折弯和折弯两道工序。对于其中一个折弯结构,由于折弯侧面有翻边螺纹孔,折弯根部有加强筋,并且翻边螺纹孔与加强筋在同一竖直线上,在折弯过程中既要避开折弯侧面的翻边螺纹孔,又要成形折弯根部加强筋,因此不能使用凸凹模折弯,而是设计了滑块折弯机构,由滑块对料带进行挤压形成折弯,为了保证折弯角度为 90°,滑块侧面为反斜度,以克服回弹。

参考文献:

- [1] 张慧菊. 离合器壳体精密成形工艺分析及模具优化设计 [J]. 制造技术与机床, 2020, 70 (1): 188-192.
Zhang H J. The precision forming process analysis and optimal design of the die of the clutch shell [J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2020, 70 (1): 188-192.

(下转第 168 页)