

模具

超长多孔板间歇冲裁多工位级进模设计

闫华军^{1,2}, 杨 京¹, 张双杰^{1,2}, 代学蕊¹, 刘玉忠^{1,2}, 刘召升^{2,3}, 闫 博⁴

(1. 河北科技大学 材料科学与工程学院 河北省材料近净成形技术重点实验室, 河北 石家庄 050018; 2. 河北省精密冲裁工艺与模具技术创新中心, 河北 沧州 061500; 3. 沧州惠邦机电产品制造有限责任公司, 河北 沧州 061500; 4. 河北金环模具有限公司, 河北 石家庄 050000)

摘要: 为满足某多孔板的大批量生产需求, 通过分析其成形工艺, 确定采用多工位级进模的生产方式。根据制件尺寸大、孔型多的特点, 设计了间歇冲裁排样和凸、凹模排布顺序。首先, 不同位置的冲裁凸、凹模的工作状态不同, 经 11 个工步完成孔冲裁, 材料利用率达 88.5%。其次, 部分孔采用机械式间歇机构进行冲裁, 间歇处设置凸轮结构, 在模具开合动作下, 通过棘爪拉杆和棘轮配合带动凸轮旋转, 凸轮偏心运动引起滑板移动, 使凸、凹模处于合理状态, 实现了部分孔冲裁次数与压力机行程次数不同。最后, 模具采用浮动导料销导料和导正销定位, 利用滚动式导柱导套导向, 使该模具能够冲制出满足工业要求的制件。

关键词: 级进模; 间歇冲裁; 模具设计; 排样; 多孔板

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2024.02.025

中图分类号: TG386.2

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2024) 02-0202-06

Design on multi-station progressive die for intermittent blanking of ultra-long porous plate

Yan Huajun^{1,2}, Yang Jing¹, Zhang Shuangjie^{1,2}, Dai Xuerui¹, Liu Yuzhong^{1,2}, Liu Zhaosheng^{2,3}, Yan Bo⁴

(1. Hebei Key Laboratory of Material Near-net Forming Technology, School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China; 2. Hebei Engineering Technology Research Center of Precision Punching Process and Die, Cangzhou 061500, China; 3. Cangzhou Huibang Mechanical and Electrical Products Manufacturing Co., Ltd., Cangzhou 061500, China; 4. Hebei Jinhuan Tool & Die Co., Ltd., Shijiazhuang 050000, China)

Abstract: In order to meet the mass production need of a certain porous plate, a multi-station progressive die production method was determined by analyzing the forming process, and according to the characteristics of large size and multiple hole types of parts, the intermittent blanking layout and layout sequence of punches and dies were designed. Firstly, the working status of punches and dies at different positions was different, and the holes were punched through eleven steps and the material utilization rate reached 88.5%. Secondly, part of the holes were punched by a mechanical intermittent mechanism, and a cam structure was set up in the intermittent place. Accompanied by the opening and closing action of the die, the cam was driven to rotate by the cooperation of pawl rod and ratchet, and the eccentric movement of cam caused the slide plate to move, so that the punch and die were in a reasonable state, and the number of punching for part of the holes was different from the number of press stroke. Finally, the die adept the floating guide pins to guide material and the guide pin for positioning, and rolling guide posts and bushings to guide, so that the die could produce parts that met the industrial requirements.

Key words: progressive die; intermittent blanking; die design; layout; porous plate

某超长多孔板零件, 其形状及尺寸如图 1 所示。

零件年产量约 500 万件, 材料为 08 钢, 具有良好的冲压性能, 料厚为 2.5 mm。制件外形尺寸非常大, 零件总长度达 2195.4 mm, 宽度为 120 mm。此零件为左右对称形状, 其上有 5 排以 25 mm 为间距的均匀分布的 $\Phi 5.4$ mm 的圆孔, 有 9 个以 200 mm 为间距的均匀分布的长方形孔。板中间位置存在以 500 mm 为间距的均匀分布的 5 组孔, 每组有 3 个, 其中最左侧为锥形头翻孔形状, 另外两个为 $\Phi 5.4$ mm 的

收稿日期: 2023-01-19; 修订日期: 2023-04-21

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (E2020208044, E2021208025)

作者简介: 闫华军 (1978-), 男, 博士, 副教授

E-mail: yanhj22@163.com

通信作者: 代学蕊 (1982-), 女, 博士, 讲师

E-mail: daixuerui@163.com

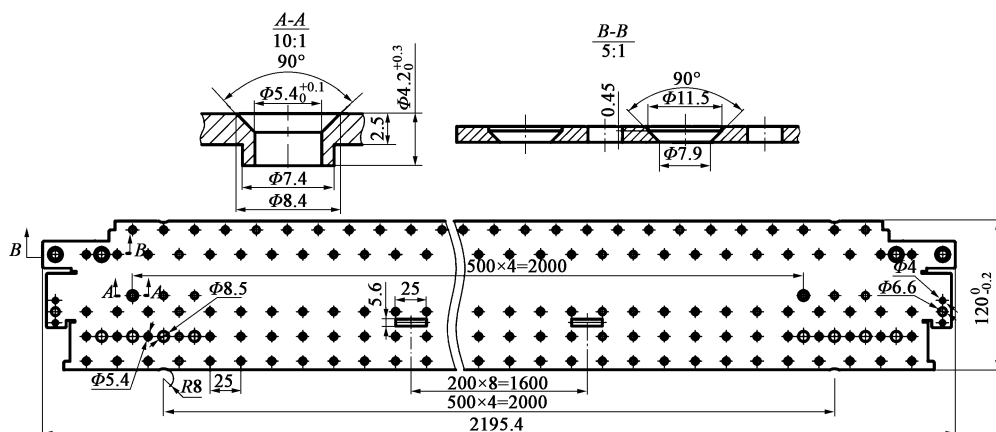


图1 某超长多孔板零件图

Fig. 1 Part drawing of a ultra-long porous plate

圆孔。多孔板两侧均存在2个上柱形下锥形的孔洞,与第2排 $\Phi 5.4$ mm的孔处于同一水平线并分布在最边上 $\Phi 5.4$ mm孔的两侧。多孔板两侧分别存在2个 $\Phi 4$ mm的圆孔,将第3排最边上的 $\Phi 6.6$ mm的孔竖直夹在中间。第4排 $\Phi 5.4$ mm孔的两侧也分别存在3个 $\Phi 8.5$ mm的孔。超长多孔板的上、下边分别存在5个以500 mm为间距的圆弧状缺口,左右两侧为不规则形状。

零件生产工艺以冲孔为主,还包括翻孔、整形和切断工艺。由于零件的生产需求量较大,机加工不利于批量生产,为了提高生产效率,采用冲压方式进行生产。但零件尺寸极为庞大,板上孔的位置和大小也不同,采用简单模具几乎不可能完成。

本文采用多工位级进模结合间歇冲裁的形式进行生产,可极大缩小模具尺寸,降低成本,获得较大的收益,具有实际的生产意义。

1 排样设计

在级进模设计中,首先需设计级进模各工位需要进行的加工内容,并在条料上进行各工序的布置,再确定排样图^[1-2],如图2所示。排样图是多工位级进模设计的关键,排样图的形式直接反映了材料的利用率、工艺的复杂程度和模具的尺寸大小^[3]。合理的排样,对于零件的生产精度和模具寿命,具有至关重要的影响。

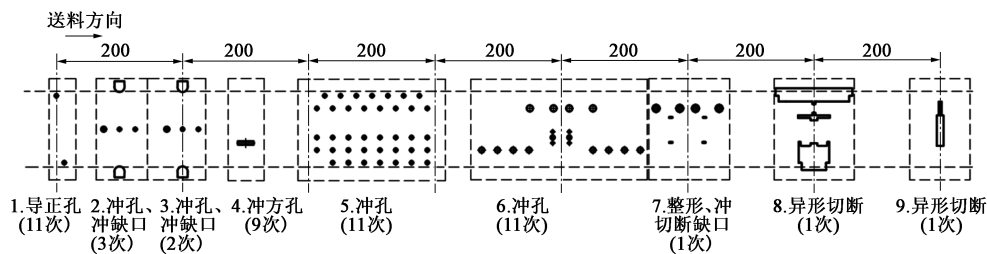


图2 工序排样图

Fig. 2 Layout of process procedure

此零件为条状,通常依靠冲裁成形,考虑到尺寸庞大、强度足够且无需多余载体,可在最后工位切断,直接利用零件上的孔作为导正孔。此种排样只有首尾切断部分会产生浪费,最终得到的材料利用率为88.5%。中间涉及的翻孔工艺,可以采用先打预冲孔再翻孔,或者直接利用锥形头翻孔。零件材料为08钢,塑韧性好,经计算可以采用不打预冲孔的一次翻孔成形,省去了预冲孔工位,减小了模

具尺寸。上柱下锥形孔可通过预冲孔然后整形的方式成形,根据体积不变原理计算预冲孔大小。

考虑到零件形状尺寸、模具大小与后续凸轮设计,形状或尺寸类型相同的孔尽量在同一位置上进行成形,条料送进步距设置为200 mm,经过11次送进完成一个零件的生产。根据不同的间歇冲裁情况进行了工序布置,并且考虑切断时凸模、凹模强度,将排样分为9个部分,相应凸模也被分为

9 组。

第 1 部分为冲导正孔，选取零件上的两个 $\Phi 5.4\text{ mm}$ 的孔作为导正孔，导正孔在每次闭模时均要冲出，成形一个零件需要冲制 11 次。

第 2、3 部分为冲中间位置的 3 个一组的翻孔、 $\Phi 5.4\text{ mm}$ 孔和板边缘圆弧状缺口。这些形状均以 500 mm 为间隔，由于受到步距 200 mm 的约束，故将其设计为两个部分进行冲裁，成形 1 个零件的两部分共需要冲制 5 次。

第 4 部分为冲裁方孔，方孔间距为 200 mm，与步距相同，成形 1 个零件需要冲制 9 次。

第 5 部分为冲裁其余 $\Phi 5.4\text{ mm}$ 的孔，除去第 1 部分导正孔所占位置外，在此工序均布满了这类孔，条料每次送进均需要冲裁，成形 1 个零件需要冲制 11 次。

第 6 部分为冲裁余下的尺寸孔，因这些孔处在板的左右两端，且对称分布，为减少凸轮设计工作，前后两件中间位置到达此工位时进行冲裁，即一次冲裁得到第 1 个工件的件尾和下 1 个工件的件首，成形 1 个零件需要冲制 1 次。

第 7、8、9 部分为两件之间的切断，为了尽量避免采用复杂形状的凸模和窄槽、细腰等薄弱环节型孔，同时兼顾到使工位尽量少，并考虑到其首尾为对称形状，将切断分为 3 步进行冲裁，第 7 部分冲切 4 个小缺口，第 8 部分冲切其基本形状，第 9 部分完成切断。同时，在保证模具强度的情况下，合理运用凹模空间，将上柱下锥形孔的整形工序也安排在第 7 部分，达到了缩小模具尺寸、降低成本的目的。成形 1 个零件需要冲制 1 次。

板料按照步距不断前进，成形 1 个零件需冲制 11 次。根据排样将凸模相应地分为 9 组。通过间歇装置使不同阶段各部分凸、凹模具有相应的工作状态，最终实现“超长多孔板”的冲制。表 1 列出了板料在不同位置时各部分凸模的工作情况，其中“1”代表工作，“0”代表不工作。

2 模具结构设计

多工位级进模是冲压生产中生产效率最高、适合大批量生产、具有高技术含量的一种高速、高质、互换性好的实用模具。其设计主要包括凸模、凹模等工作零件以及定位、导向、卸料等辅助结构的设计^[4]。根据图 2 所示排样图中的冲压工序排布，将相同形状尺寸的冲切尽量放置在同一位置。考虑到

表 1 超长多孔板冲裁时凸模的工作情况

Table 1 Working conditions of punch for ultra-long porous plate blanking

板料 位置	组别								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
2	1	1	0	1	1	0	0	1	0
3	1	0	0	1	1	0	0	0	1
4	1	0	0	1	1	0	0	0	0
5	1	0	1	1	1	0	0	0	0
6	1	0	0	1	1	0	0	0	0
7	1	1	0	1	1	0	0	0	0
8	1	1	0	0	1	0	0	0	0
9	1	0	0	0	1	0	0	0	0
10	1	0	0	1	1	0	0	0	0
11	1	0	1	1	1	1	0	0	0

模具特点、凸模与凹模结构、加工方便程度、加工成本、适用的压力机以及间歇冲裁等因素，最终设计了如图 3 所示的超长多孔板间歇冲裁多工位级进模具。与常规模具不同的是，此模具设计了棘轮、凸轮、棘爪拉杆等零件，通过与模具开合动作相结合完成对条料的间歇冲裁。

2.1 间歇结构设计

本文中中级进模的冲裁孔数量多、孔距近，若孔的冲裁集中完成，冲裁力会很大，且模具的间距不够。为了合理安排冲裁位置，保证模具间的合理间隙，模具设计中考虑应用间歇冲裁装置，即通过间歇结构作用，达到某些冲裁工艺在压力机多次行程后才作用一次的目的。间歇机构类型很多，根据动力来源不同，可分为纯机械结构（如棘轮机构、槽轮机构、凸轮机构）、机电一体化、气压和液压及其组合等^[5]。考虑到孔件固定关系，为了节约成本，此模具采用棘轮与凸轮相结合的间歇冲裁机构，如图 3 所示。

除排样图上冲导正孔即位置 1 和冲圆孔即位置 5 外，均需要实现间歇冲裁，因此设计了 7 个凸轮。根据表 1 的工作情况，在设计时将整个凸轮等分为 11 份，并针对凸轮所在位置及其需要冲裁次数，设计凸轮凸起位置占据 11 份中的整份数。图 4 为控制第 6 部分凸模的凸轮结构示意图，凸起位置在⑩处，其余凸轮同理。凸轮组 76 及棘轮 77 通过一个轴 1 连接，保持转动配合，并固定到上模座 16 上。棘爪拉杆 78 固定在与下模座 7 相连的支架 84 上，在同

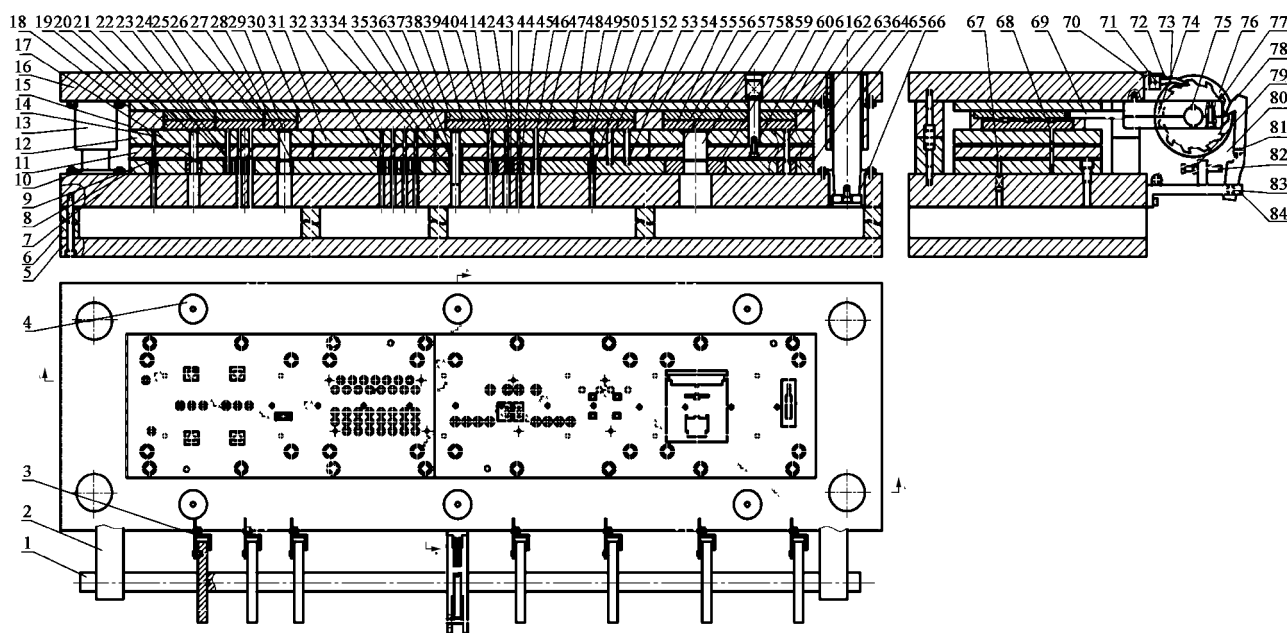


图3 间歇冲裁模具装配图

1、71、74、83. 轴 2、84. 支架 3、69、70. 异形板 4. 限位柱 5、18. 垫板 6、15、30、54、62 支撑块 7. 下模座 8、65. 凹模固定板 9、17、23、28、41、47. 凹模镶套 10. 导柱 11、32、33、57. 卸料板 12、31、35、55. 凸模固定板 13. 导套 14、29、40、42、44、46. 冲孔凸模 16. 上模座 19、20、24、25、26、27、38、39、48、49、56、61. 滑板 21. 冲缺口凸模 22. 冲翻孔凸模 34、36. 小导套 37. 小导柱 43、45、51、59、64. 凹模镶块 50. 切断缺口凸模 52. 整形凸模 53. 垫块 58、63. 异形切断凸模 60. 卸料顶杆 66. 垫圈 67. 浮动导料销 68. 导正销 72. 压簧 73. 止动块 75. 键 76. 凸轮组 77. 棘轮 78 棘爪拉杆 79. 螺母 80. 拉簧 81. 吊环螺钉 82. 限位螺栓

Fig. 3 Assembly diagram of intermittent punching die

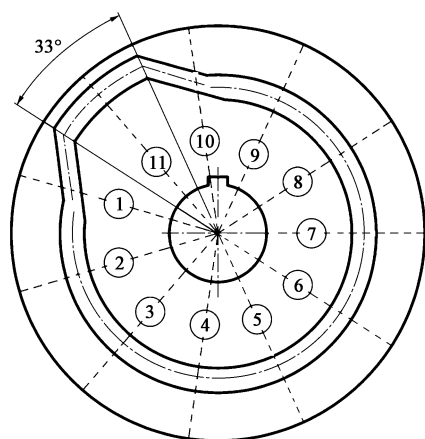


图4 凸轮结构示意图

Fig. 4 Schematic diagram of cam structure

样固定在支架 84 上的拉簧 80 的作用下, 总是接触棘轮齿面。为防止间歇机构反向转动, 利用压簧 72 和止动块 73 使棘轮 77 逆时针转动受阻。上模回程时, 为了防止棘爪拉杆 78 在拉簧 80 的拉力作用下离开棘轮 77, 破坏间歇冲裁机构, 设置了限位螺栓 82, 保证棘爪拉杆 78 在合理的活动范围内运动^[6]。小轴 71 在凸轮槽滑动, 通过异形板 69 连接各个上

滑板并带动其往复运动。

图 5 中上滑板设有 15 mm 的滑动量, 为了防止自锁, 凹槽处的斜面角度为 30°。当轴 71 处于凸轮突起位置时, 即该部分凸模处于工作状态, 上滑板左移, 将凸模固定板和上垫板 18 中间的空隙填满, 此时凸模无法移动, 被迫冲切条料。压力机回程时, 棘轮 77 在棘爪拉杆 78 的钩动下转过一个齿, 凸轮在轴 1 和键 75 的作用下, 转动同样的角度, 直至轴 71 处于凸轮的等径部分, 拉动异形板 69 和上滑板右移, 使上下滑板闭合, 此时在凸模固定板和上垫板 18 中间出现 4 mm 的空隙。模具闭合后, 由于凸模在竖直方向上没有限制, 无法提供足够的冲裁力, 凸模将被顶起, 其伸出固定板的长度短于其他工作

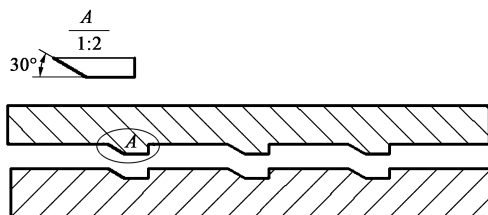


图5 滑板结构示意图

Fig. 5 Schematic diagram of sliding plate structure

凸模,处于不冲裁的状态。如此反复,利用设计好的棘轮和凸轮便可完成间歇冲裁。

2.2 工艺结构零件设计

凸模、凹模直接担负冲压工作,是模具中最关键的部件。此零件的生产中,多数工序为冲裁,考虑到加工方便,圆形截面凸模选择为台阶式结构。为便于统一基准、方便加工和测量,方形凸模和异形凸模采用挂台式结构,并且凸模要发生上下滑动,凸模与凸模固定板采用间隙配合,选择耐磨性好的 Cr12 合金钢加工制造^[7]。

由于模具尺寸较庞大,考虑到便于各工序模具加工制造,模具易更换和修配,以及提高模具寿命等因素,凹模采用镶套或镶块结构^[8-9]。凹模镶套尽量采用同一外径尺寸,便于统一加工和模具固定板的制造。凹模刃口采用锥形即斜刃口,废料不易滞留在凹模内,具有刃口侧压力小、磨损小、刃口锋利以及便于加工的特点。

卸料装置是级进模中必不可少的结构,其可分为弹性卸料装置和刚性卸料装置。此模具采用弹性卸料装置,不仅在冲压完成后起卸料作用,在冲压开始之前还可起到压料作用。因模具为间歇冲裁,所有凸模不会同时工作,设计时只需保证卸料弹簧支持的卸料力大于 11 次冲压中卸料力中最大的一次即可。由于冲裁小凸模较多,为了保护小凸模,并保证凸模固定板、卸料板和下模之间的相对位置的一致性以提高模具精度,在其之间设置了小导柱、小导套导向,使三者的对应形孔位置始终保持一致^[5]。

此零件还有冲翻孔工艺,必须设置使条料脱离凹模的装置,才能保证条料的平稳持续送进。模具采用两侧浮动导料销使条料抬起,还兼有导料的作用,使结构较为紧凑。在制件上选择合适位置的孔,利用导正销精定位,确保条料的正常送进,以便最终获得精度较高、合格率较高的制件。

2.3 辅助结构零件设计

模具导向装置主要有滚动导向和滑动导向,滚动导向为过盈配合,导向精度高,适合材料较厚的级进模^[10-11]。在此模具设计中,在模具四角设置 4 个滚动导柱、导套导向装置,受力平衡。采用可卸式导柱,安装时用六角螺钉将导柱和垫圈连接一起。

在整形工序中,上模、下模要接触受力,在该工序凸模下放置强度较低的铸铁块,以保护模具不受损害。由于工位多、步距长,导致模板尺寸很大,故将上模、下模固定板分为两块加工,卸料板分为

4 块加工。为了控制上、下模工作状态下的闭合高度,限制冲压行程,防止合模过头,在上模、下模设置了 6 对限位柱^[12]。在模具长时间不工作时,可在限位柱上放置垫块,使凸模与凹模处于分离状态,以防止发生损坏。由于模具尺寸的原因,在选择压力机时,首先考虑的是压力机工作台的尺寸,但此时模具的闭合高度小于最小装模高度,因此,在模具上设置了支撑块和垫板以增加模具闭合高度。在上、下模板上还分别加工了两个起重孔,方便在压力机上装卸。

3 结论

(1) 针对超长多孔板的形状和尺寸进行了工艺分析,确定了冲孔、翻孔、整形和切断等工序。将相同类型的孔排布在同一冲裁位置,结合步距在排样上设置了 9 个部分,设置条料送进步距为 200 mm,经过 11 次送进完成一个零件的冲制。

(2) 模具采用机械式间歇结构,排样上除第 1 和第 5 部分外,均需间歇冲裁,根据各部分间歇情况进而设计了相应的凸轮形状。在压力机运行过程中,棘爪拉杆拉动棘轮,进而带动连接在同一根轴上的各个凸轮旋转,使滑板开合,使各部分凸模处于相应的状态。

(3) 根据板料孔的分布情况,设计了板料在不同位置时凸模的状态。圆形截面凸模选择为台阶式结构,方形凸模和异形凸模采用挂台式结构,方便加工。凹模采用镶套或镶块式,便于更换和维修。

(4) 模具采用浮动导料销进行导料、导正销定位,确保条料的正常送进。为防止模板尺寸过大,卸料板和固定板均设置为分块的形式。模具利用滚动式导柱导套定位,并设计了限位柱、起重孔等。

参考文献:

- [1] 金岩. Type-C 外壳成形工艺及级进模设计 [J]. 模具制造, 2022, 22 (3): 1-5.
Jin Y. Forming process and progressive die design for the Type-C shell [J]. Die & Mould Manufacture, 2022, 22 (3): 1-5.
- [2] 王天宝, 袁博. 管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.
- [3] 刘晶晶. 某产品结构件冲孔折弯模具设计与分析 [J]. 机械管理开发, 2022, 37 (1): 4-5, 10.
Liu J J. Design and analysis of punching and bending tooling for

- structural parts of a product [J]. Mechanical Management and Development, 2022, 37 (1): 4-5, 10.
- [4] 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.
- [5] 陈炎嗣. 多工位级进模设计与制造 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- Chen Y S. Design of Multi-position Progressive Die [M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [6] 陈炎嗣, 沈丽. 棘轮凸轮间歇切断机构在级进模中的应用 [J]. 模具制造, 2007, (5): 7-9.
- Chen Y S, Shen L. The application of ratch cam intermittence shut-off mechanism in progressive die [J]. Die & Mould Manufacture, 2007, (5): 7-9.
- [7] 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.
- [8] 李厚佳, 金龙建. 紧固连接件级进模设计 [J]. 模具工业, 2022, 48 (9): 27-34.
- Li H J, Jin L J. Design of progressive die for fastening connector [J]. Die & Mould Industry, 2022, 48 (9): 27-34.
- [9] 陈景茂, 黄珍媛, 苏达权, 等. 医用器械面板支架多工位级进模设计 [J]. 锻压装备与制造技术, 2022, 57 (4): 108-111.
- Chen J M, Huang Z Y, Su D Q, et al. Design of multi-position progressive die for medical instrument panel bracket [J]. China Metal Forming Equipment & Manufacturing Technology, 2022, 57 (4): 108-111.
- [10] 冯晓杰. 卡箍卷圆级进模设计 [J]. 模具工业, 2022, 48 (8): 26-30.
- Feng X J. Design of edge rolling progressive die for clip [J]. Die & Mould Industry, 2022, 48 (8): 26-30.
- [11] 王希亮, 滕斌, 庄严. 弹簧片精密级进模设计 [J]. 模具工业, 2022, 48 (5): 26-28.
- Wang X L, Teng B, Zhuang Y. Design of progressive die for leaf spring [J]. Die & Mould Industry, 2022, 48 (5): 26-28.
- [12] 孙克锐, 徐海利. 双杯壳类零件冷挤压成形工艺及模具设计 [J]. 锻压技术, 2022, 47 (7): 154-161.
- Sun K R, Xu H L. Cold extrusion process and die design of double cup shell parts [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (7): 154-161.

《锻压技术》杂志征稿简则

1 征稿范围

《锻压技术》(月刊)于1958年创刊,由中国机械总院集团北京机电研究所有限公司和中国机械工程学会塑性工程分会共同主办,是学会会刊。《锻压技术》是全国中文核心期刊,被以下检索系统收录:中文核心期刊要目总览(北京大学)、中国科学引文数据库(CSCD)、中国科技期刊引证报告(核心版,CJCR)、中国学术期刊文摘数据库(核心版,CSAD-C)、中国学术期刊文摘数据库(英文版)、中国学术期刊综合评价数据库、中国学术期刊(光盘版)、中国知网、万方数字化期刊群、RCCSE中国核心学术期刊、美国剑桥科学文摘(CSA)、美国化学文摘(CA)、日本科学技术振兴机构数据库(JST)、俄罗斯文摘杂志(AJ)等。

《锻压技术》主要报道金属塑性成形理论、工艺与装备,模具设计与制造技术、材料与成形性能、工业加热技术及设备、摩擦与润滑、测试技术、计算机应用、标准等方面的科研成果、实验研究、现场经验、技术革新等,同时,还辟有综合评述、专题讲座及行业信息等栏目。

2 来稿格式及要求

(1) 摘要选用小5号字,正文选用5号字,单倍行距;页面设置选用A4纸,上下左右页边距均选用2 cm。

(2) 格式(按下列顺序排列,要求内容齐全)

● 论文的中文题目(不超过30字)、作者姓名、单位的全称(应包括院、系、科室等二级单位)、省名、城市名、邮政编码。

● 中文摘要:约300字,主要表达文章中有创新意义的内容,应含有研究目的、过程和方法、结果、结论4个层次;摘要中不要重复题目中已经表述过的信息,也不使用评论性语言。

● 中文关键词(5个以上),中图分类号1~2个(参见《中国图书馆分类法(第四版)》一书)。

● 论文的英文题目、作者姓名(如Zhang Yahong)、单位的全称(不得用缩写,应包括院、系、科室等二级单位)、城市名、邮政编码、国家名。

● 英文摘要:务必与中文摘要完全对应;摘要中涉及文章研究、阐述、设计、试验等内容时宜选用过去时、被动语态撰写(例如:A die was designed……),结果、结论宜选用一般现在时撰写(例如:The results show that……),不要使用“The paper studies……”或“The author studies……”这类语句。

● 英文关键词(5个以上),要求与中文关键词完全对应。

● 首页页脚需注明以下内容:

收稿日期:年-月-日(例如:2007-01-01);修订日期:此项可空缺,由编辑部填写

基金项目:省部以上基金资助项目及批准号(此项非常重要,请勿遗漏)

作者简介:第一作者姓名(出生年—),性别,学位,职称

E-mail: xx@xx

通讯作者:姓名(出生年—),性别,学位,职称(第一作者不是通讯作者时,请增加此项。)

E-mail: xx@xx

● 正文的“引言”部分不编号,亦不列出“引言”二字,直接陈述即可;一级标题用“1, 2, ……”排序;二级标题用“1.1, 1.2, ……”, 2.1, 2.2, ……排序;三级标题用“1.1.1, 1.1.2, ……”排序。

● 图片、表格、公式、定理等的序号均要按其在正文中引用、的顺序,分别用阿拉伯数字顺序编码,例如:图1、图2……,表1、表2……。

(下转第246页)