

模具

燃气灶盖复合模具结构设计

陈运胜, 孙令真

(广州华立科技职业学院 电力与智能制造学院, 广东 广州 511325)

摘要: 对燃气灶盖的结构进行了分析, 按照冲压的先后顺序设计了“落料+拉深①”、“修边+冲孔”和“拉深②+压形”3套复合模具, 并在模具中设计了自动脱模机构。对于落料+拉深①复合模具, 为了防止上模在下降过程中出现卡死以及拉深时材料起皱, 在下模设置橡胶圈; 对于修边+冲孔复合模具, 为了方便脱模, 在上、下模中各设置一块卸料板, 并针对下模的卸料板设置内部导柱导套, 以确保下模卸料板上下运动时保持平稳; 对于拉深②+压形复合模具, 在下模设置弹簧, 将压形凹模与产品一起顶起, 有利于取出产品; 为了使压形凹模上下运动平稳, 在压形凹模中设置内部导柱导套。

关键词: 燃气灶盖; 冲压产品; 复合模具; 内部导柱导套; 自动脱模

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2025.01.025

中图分类号: TG385

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2025) 01-0201-05

Structure design on composite die for gas stove cover

Chen Yunsheng, Sun Lingzhen

(College of Electricity and Intelligent Manufacturing, Guangzhou Huali Science and Technology Vocational College,
Guangzhou 511325, China)

Abstract: The structure of gas stove cover was analyzed, according to the stamping sequence, three sets of composite dies including blanking+drawing ①, trimming+punching, drawing ②+pressing were designed, and the automatic demolding mechanism in the die was designed. Then, for the blanking+drawing ① composite die, in order to prevent the upper die from getting stuck during the descent process and the material from wrinkling during drawing, a rubber ring was installed in the lower die. Meanwhile, for the trimming+punching composite die, in order to facilitate demolding, a discharge plate was set in each of the upper and lower dies, and the internal guide column and guide sleeve were set for the discharge plate of the lower die to ensure that the discharge plate of the lower die moved smoothly up and down. Furthermore, for the drawing ②+pressing composite die, the spring was set in the lower die to lift the pressing die and together with the product, which was beneficial for removing the product. Finally, in order to ensure smooth up and down movement of the pressing die, the internal guide column and guide sleeve were installed in the pressing die.

Key words: gas stove cover; stamping products; composite die; internal guide column and guide sleeve; automatic demolding

用单工序模冲压钣金件, 往往需要多个单工序模, 并且也需要多个物料流通环节, 导致生产效率较低。如果使用复合模具冲压钣金件, 在一个冲压循环中同时完成几个工序, 能够减少工序模和物料流通环节, 大幅度提高生产效率。与单工序模相比, 复合模具的结构复杂、工序件脱模比较困难,

在设计过程中除了考虑复合模具的结构外, 还应充分评估脱模问题, 才能开发出结构合理、脱模顺利的复合模具^[1-2]。以冲压图1所示的燃气灶盖为例, 如果使用单工序模生产, 至少需要落料、拉深①、修边、冲孔、拉深②、压形等6套单工序模, 生产效率较低。生产订单较大时, 为了提高生产效率, 根据燃气灶盖的结构, 设计了落料+拉深①、修边+冲孔、拉深②+压形3套复合模具。其中, 落料+拉深①复合模具有两个关键结构: (1) 在下模设置橡胶圈, 既可以夹紧材料, 防止起皱, 也可以在压缩后为上模向下运动让出空间; (2) 在上模设置弹簧和推板, 便于产品自动脱模。修边+冲孔复合模具的关键结构是在上模和下模中各设置一块卸料板, 并针对下模的卸料板设置内

收稿日期: 2024-06-05; 修订日期: 2024-09-08

基金项目: 2022年度广东省普通高校特色创新类项目(2022KTSCX373); 广州华立科技职业学院品牌提升重点建设项目(HLP23008)

作者简介: 陈运胜(1982-), 男, 硕士, 教授

E-mail: chenyunsheng01@126.com

通信作者: 孙令真(1983-), 男, 硕士, 副教授

E-mail: sunlingzhen1983@163.com

部导柱导套。拉深②+压形复合模具的关键结构是在下模设置弹簧,有利于产品从模具中取出,并在压形凹模中设置内部导柱导套,可以使压形凹模在运动过程中保持平衡。

1 产品结构分析

该燃气灶盖的材质为 SUS201 不锈钢,壁厚为

0.8 mm,呈圆环形。产品上有内、外两个同心的拉深结构,其中,外环拉深的直径为 $\Phi 197$ mm、深度为 4 mm;内环拉深的直径为 $\Phi 137$ mm,深度为 15 mm。在产品的中间有一个直径为 $\Phi 122$ mm 的通孔,产品上有 10 个 $8\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 的扁孔,以及两个 $37\text{ mm}\times 13\text{ mm}$ 的异形孔,沿产品的直径方向排布有 26 条筋位,其结构如图 1 所示。

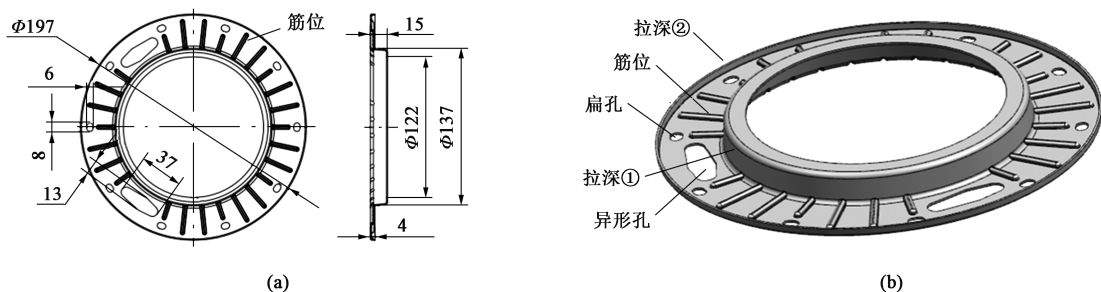


图 1 燃气灶盖

(a) 结构图 (b) 立体图

Fig. 1 Gas stove cover

(a) Structural diagram (b) Stereogram

根据设计冲压模具的基本知识可知,如果使用单工序模生产此燃气灶盖,至少需要落料、拉深①、修边、冲孔、拉深②、压形共 6 个工序,如果用复合模具冲压此燃气灶盖,则只需要落料+拉深①、修边+冲孔、拉深②+压形共 3 个工序^[3-4],可减少工位,也能减少操作工人和物料流通环节,降低工厂的生产成本,下面对这 3 套复合模具的结构进行详细介绍。

2 落料+拉深①复合模

在设计复合模具时,首先应考虑模具的强度,如果落料尺寸与拉深尺寸相差较小,则不能设计为复合模具,否则会影响模具的强度。在这套模具中,落料件尺寸的计算公式为:

$$D_1 = \sqrt{d_2^2 + 4(d_1 h_1 + d_2 h_2)} \quad (1)$$

式中: D_1 为毛坯直径; d_1 为内环拉深直径; d_2 为外环拉深直径; h_1 为内环拉深高度; h_2 为外环拉深高度。

经计算,落料件的理论直径为 $\Phi 224$ mm。考虑到在拉深时材料发生变形,应适当放宽变形余量,将落料件直径设为 $\Phi 226$ mm。拉深①件的直径为 $\Phi 137$ mm,落料件与拉深①件的直径相差 89 mm,半径相差 44.5 mm,并且拉深①件的高度仅为

15 mm,可以将落料、拉深①两个工序组合成一套复合模具,不影响模具强度,其结构如图 2 所示。具体的冲压过程是先落料再拉深,在拉深时可以将拉深周围的环形材料视为压边圈。

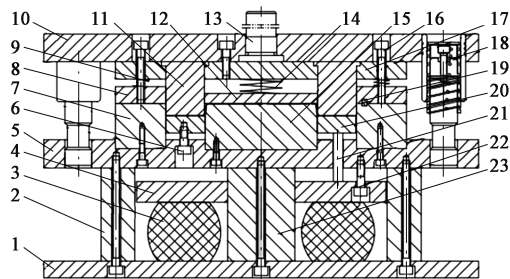


图 2 落料+拉深①复合模具结构

1. 垫板 2. 支撑柱① 3. 橡胶圈 4. 推板 5. 下模座
6. 限位螺栓 7. 落料凹模 8. 卸料板 9. 弹簧 10. 上模座
11. 凸凹模 12. 推板 13. 模柄 14. 弹簧 15. 拉深凸模
16. 限位螺栓 17. 上模固定板 18. 导柱导套 19. 定位销
20. 顶板 21. 顶杆 22. 限位螺栓 23. 支撑柱②

Fig. 2 Structure of blanking+drawing ① composite die

该复合模具的重点工作过程为:将冲压材料放在落料凹模 7 的上表面,并由定位销 19 进行定位,然后启动压力机。上模在下降过程中,凸凹模 11 首先与落料凹模 7 一起完成落料过程,然后凸凹模 11 与拉深凸模 15 一起将落料件拉深。为了防止冲压材料在拉深过程中起皱,在下模设置顶板 20,并在顶

板 20 的下方依次设置顶杆 21、推板 4 和橡胶圈 3。当拉深时,上模的凸凹模 11 下降,橡胶圈 3 被压缩,由于橡胶圈具有较大的弹力,可以使顶板 20 从下面紧紧顶住冲压材料,凸凹模 11 与顶板 20 将冲压材料紧紧夹住,防止冲压材料起皱。橡胶圈 3 被压缩后,还可以给上模向下移动让出空间,防止出现卡死现象。上模向下运动至最大位置后,立即向上抬升。由于张力的作用,工序件卡在上模凸凹模 11 的内表面并与上模一起向上运动。当上模运动到一定位置后,弹簧 14 推动推板 12 向下运动,从而将产品推出,所生产的落料+拉深①工序件如图 3 所示。



图3 落料+拉深①工序件

Fig. 3 Blanking+drawing ① process parts

此模具具有两个关键结构。(1) 在下模中设置了橡胶圈,该橡胶圈起两方面作用:一个作用是由于橡胶圈的弹力较大,可以使下模的顶板从冲压材料下方顶住冲压材料,与上模的凸凹模一起夹住冲压材料,防止冲压材料在拉深时起皱;另一个作用是上模在向下运动过程中将推动下模的顶板向下运动,橡胶圈被压缩后,可以为顶板向下移动让出空间,防止模具被卡死。(2) 在上模设置弹簧和推板,便于使产品自动脱模^[5]。

3 修边+冲孔复合模

第1次拉深后,由于材料发生变形,工序件的边沿不平整,需使用修边模具对边沿进行修整。在后续拉深外环的工序中,拉深高度为 4 mm,拉深直径为 $\Phi 197$ mm,根据《冲压手册》^[6],修边模直径为:

$$D_2 = \sqrt{d^2 + 4dh} \quad (2)$$

式中: D_2 为修边模直径; d 为拉深件的直径,为 $\Phi 197$ mm; h 为拉深件的高度,为 4 mm。

经计算可知,修边模的直径为 $\Phi 204.8$ mm。产品上有 10 个 $8 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 的扁孔和两个 $37 \text{ mm} \times 13 \text{ mm}$ 的异形孔,这些孔距离修边模边界的最短距离为 10 mm,产品的中间有一个直径为 $\Phi 122$ mm 的通孔,如图 4 所示。

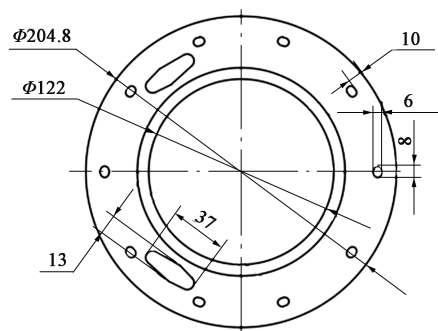


图4 修边+冲孔工序件尺寸

Fig. 4 Dimensions of trimming+punching process parts

由于切边与冲 10 个 $8 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 扁孔的最短距离为 10 mm,与中间冲孔模的单边距离为 41.1 mm,对模具零件强度的影响不大,因此,可以将修边、冲 10 个 $8 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 扁孔、两个 $37 \text{ mm} \times 13 \text{ mm}$ 异形孔和冲 $\Phi 122$ mm 通孔等工序放在同一模具中,组成修边+冲孔复合模具,模具结构如图 5 所示。其中,修边凸模、冲孔凹模共用一个零件,称为凸凹模 17。

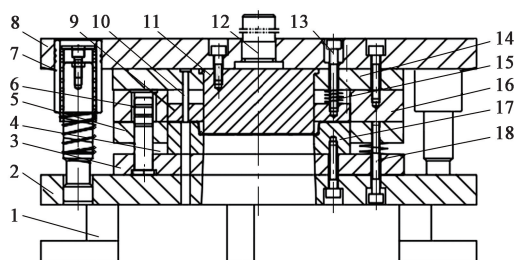


图5 修边+冲孔复合模具结构

1. 模脚 2. 下模座 3. 垫板 4. 弹簧 5. 下模卸料板
6. 内部导柱导套 7. 外部导柱导套 8. 上模座 9. 上模卸料板
10. 冲针 11. 凸模 12. 模柄 13. 限位螺栓 14. 上模固定板
15. 弹簧 16. 修边凹模 17. 凸凹模 18. 限位螺栓

Fig. 5 Structure of trimming+punching composite die

该复合模具的重点工作过程为:将上个工序生产的工序件放入凸凹模 17 的腔体中,并由凸凹模 17 的腔体定位,然后启动压力机。上模向下运动,

上模卸料板 9 首先接触工序件, 如果此时工序件未摆正, 上模卸料板 9 会将工序件压正。上模继续向下运动, 上模的冲针 10 和凸模 11 将在工序件上进行冲孔, 冲孔所生产的废料沿排料孔自行脱落, 然后修边凹模 16 与凸凹模 17 的外刃口一起对工序件的边沿进行修整。当上模抬升时, 修边所产生的环形废料由下模卸料板 5 顶出, 产品由上模卸料板 9 从凸模 11 中顶出, 所生产的修边+冲孔工序件如图 6 所示。



图 6 修边+冲孔的工序件

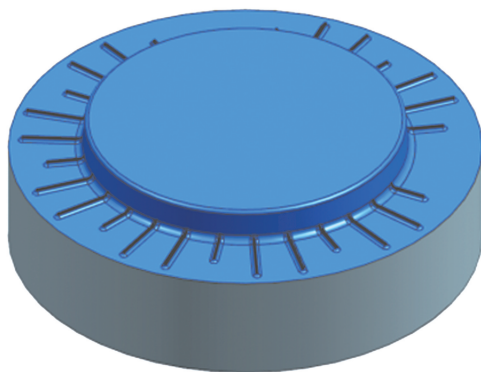
Fig. 6 Trimming+punching process parts

此复合模具具有两个关键结构。(1) 在上模和下模中各设置一块卸料板, 上模卸料板的作用是在上模向下运动时压住工序件, 在上模向上运动时将工序件从冲针和凸模推出; 下模卸料板的作用是将修边产生的废料从凸凹模推出。(2) 在下模卸料板设置内部导柱导套, 以确保下模卸料板在上下运动过程中保持平稳^[7-8]。

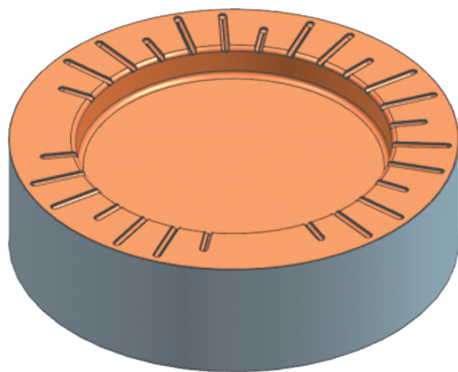
4 拉深②+压形复合模

产品上外环拉深的直径为 $\Phi 197$ mm、深度为 4 mm, 并且产品的上表面有若干筋位, 可以在拉深②的凸、凹模的表面设计筋位, 如图 7 所示。在拉深过程中同步冲压产品上的筋位, 拉深②+压形两个工序组合为一套复合模具, 如图 8 所示。其中, 拉深凸模、压形凸模共用一个零件, 称为凸模 10。

该复合模具的重点工作过程为: 将上个工序所生产的工序件放于压形凹模 13 的表面, 并在重力作用下自动定位, 然后启动压力机。上模向下运动, 凸模 10 的侧刃和拉深凹模 14 共同对工序件进行拉



(a)



(b)

图 7 拉深②模具的凹模 (a) 和凸模 (b)

Fig. 7 Punch (a) and die (b) of drawing ② die

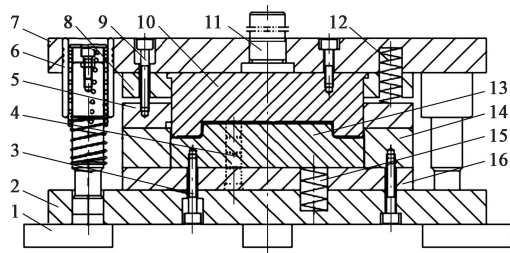


图 8 拉深②+压形复合模具结构

1. 模脚 2. 下模座 3. 下模限位螺栓 4. 内部导柱导套 5. 卸料板
6. 外部导柱导套 7. 上模座 8. 上模固定板 9. 上模限位螺栓
10. 凸模 11. 模柄 12. 上模弹簧 13. 压形凹模
14. 拉深凹模 15. 下模弹簧 16. 下模垫板

Fig. 8 Structure of drawing ②+compression composite die

深。上模继续向下运动, 凸模 10 的端面和压形凹模 13 一起压出产品上的筋位。当上模抬升时, 下模弹簧 15 将压形凹模 13 和产品一起顶起。如果产品粘住上模的凸模 10, 将由上模卸料板 5 推出^[9-10], 所生产的产品实物如图 9 所示。

这套模具具有两个关键结构: (1) 由于拉深后的产品具有张力作用, 产品容易卡在拉深凹模的内表面, 不易取出, 因此在下模设置弹簧, 将压形凹模



图9 产品实物图片

Fig. 9 Product picture

与产品一起顶起,有利于产品自动脱模;(2)为了使压形凹模平稳运动,在压形凹模中设置内部导柱导套,防止压形凹模在上下运动过程中出现卡死现象^[11-12]。

5 结语

针对燃气灶盖的结构,设计了落料+拉深①、修边+冲孔、拉深②+压形3套复合模具,并对复合模具中主要模具零件的尺寸进行验证,确认不会影响模具零件的强度,并在这3套复合模具中,设计了产品自动脱模机构。这3套复合模具具有不同的关键结构:在落料+拉深①复合模具的下模设置橡胶圈,在上模下降过程中橡胶圈被压缩,为上模向下运动让出空间,防止上模在下降过程中出现卡死,并可以从下顶住材料,防止拉深时材料出现起皱的现象,在上模设置弹簧和推板,便于产品自动脱模;在修边+冲孔复合模具的上、下模中各设置一块卸料板,有利于产品自动脱模,并在下模的卸料板设置内部导柱导套,有利于下模卸料板运动平稳;在拉深②+压形复合模具的下模设置弹簧,有利于产品自动脱模,并在压形凹模中设置内部导柱导套,可以使压形凹模在上下运动过程中保持平稳。这3套模具结构紧凑、运动平稳、故障率低,现正在批量生产。

参考文献:

- [1] 王悉颖,孟文博,高辉,等.卡箍零件工艺优化及模具设计[J].模具工业,2022,48(12):27-30.
Wang X Y, Meng W B, Gao H, et al. Process optimization of clip and the die design [J]. Die & Mould Industry, 2022, 48(12): 27-30.
- [2] 窦玉瑾.高精度限位器成形级进模设计[J].模具工业,2024,50(8):3-5.

- Dou Y J. Design of progressive die for high precision stopper forming [J]. Die & Mould Industry, 2024, 50(8): 3-5.
- [3] 赵久玲,印有志.制动板级进模设计[J].模具制造,2023,23(12):5-7,10.
Zhao J L, Yin Y Z. Design of progressive die for the brake plate [J]. Die & Mould Manufacture, 2023, 23(12): 5-7, 10.
- [4] 汪志敏,肖国华,王东钢,等.轴承坯料机械手轴盖3D多工位级进模设计[J].模具技术,2024,42(2):55-63.
Wang Z M, Xiao G H, Wang D G, et al. Design of 3D multi station progressive die for bearing blank robot shaft cover [J]. Die and Mould Technology, 2024, 42(2): 55-63.
- [5] 杜建霞.衔铁成形工艺与级进模设计[J].模具工业,2023,49(9):20-24.
Du J X. Improvement design of forming process and progressive die for armature [J]. Die & Mould Industry, 2023, 49(9): 20-24.
- [6] 王孝培.冲压手册[M].3版.北京:机械工业出版社,2012.
Wang X P. Stamping Manual [M]. 3rd Edition. Beijing: China Machine Press, 2012.
- [7] 郑晖,古栋,张岩松,等.航空内环缺口垫片多工位级进模设计[J].沈阳航空航天大学学报,2022,39(1):1-6.
Zheng H, Gu D, Zhang Y S, et al. Multi station progressive die design for an aviation inner ring gasket [J]. Journal of Shenyang Aerospace University, 2022, 39(1): 1-6.
- [8] 李耀辉,李晴雨,刘英杰.翼子板安装支架冲压工艺及模具设计[J].制造技术与机床,2019,69(2):52-56.
Li Y H, Li Q Y, Liu Y J. Stamping process and die design of wing mounting bracket [J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2019, 69(2): 52-56.
- [9] 钟富平.某垫板冲压模具设计[J].热加工工艺,2013,42(1):222-223.
Zhong F P. Stamping die design for plate [J]. Hot Working Technology, 2013, 42(1): 222-223.
- [10] 陈爱军.汽车电机用接头冲压工艺分析与模具设计[J].模具工业,2021,47(8):27-30.
Chen A J. Analysis of pressing technology of connector for automobile motor and the die design [J]. Die & Mould Industry, 2021, 47(8): 27-30.
- [11] 应志强.弯曲冲孔切槽复合模设计[J].模具制造,2020,20(4):36-37.
Ying Z Q. Design of bending-piercing-cutting compound die [J]. Die & Mould Manufacture, 2020, 20(4): 36-37.
- [12] 周淑容,郑浩,李小明.冲孔翻孔复合模结构[J].模具制造,2022,22(7):25-28.
Zhou S R, Zheng H, Li X M. The compound die structure with piercing and burring process [J]. Die & Mould Manufacture, 2022, 22(7): 25-28.