

电机端盖冲压工艺分析与级进模设计

康俊远

(广东轻工职业技术学院 机电系, 广东 广州 510300)

摘要: 分析了电机端盖零件的冲压成形工艺, 介绍了电机端盖冲裁和拉深工艺设计, 确定工位件的尺寸, 利用拉深、反拉深交替进行的方法, 消除拉深产生的残留应力, 同时还介绍了多工位级进模总体结构设计、排样方案和成形特点, 关键部件的设计计算方法, 模具生产的零件符合精度要求。

关键词: 多工位级进模; 拉深成形; 电机端盖; 工艺设计

中图分类号: TG386.42 文献标识码: B 文章编号: 1001- 2168(2007)03- 0034- 05

Technological analysis and design of progressive die for stamping of cover

KANG Junyuan

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Guangdong Industry Technical College, Guangzhou, Guangdong 510300, China)

Abstract: The stamping process for a motor end cover was analyzed. The design of blanking and drawing process was presented, including the determination of operation sequence and components dimensions. The alternation of drawing and reverse drawing was applied to relieve the residual stress. In addition, the general structural design of a multi-operation progressive die, the layout design, the forming characteristics, and the calculation method for key components were introduced.

Key words: multi-operation progressive die; drawing forming; motor end cover; technological design

斜楔 10 能平稳运动。

当凸模 1 下行时, 斜楔 9、10 接触, 迫使联体斜楔 10 带动其上的推杆 11 向右运动, 在这个过程中, 注意零件成形过程不能与推杆 11 的后退过程干涉。当斜楔 9、10 的直边接触时, 斜楔运动完成。卸料机构与模具一同做垂直运动, 直至零件成形, 在该过程中, 应保证推杆 11 与凸模至少有 2~3 mm 的接触面, 以避免推杆在脱离凸模后由于加工误差、震动等因素引起干涉, 造成不复位的现象。当模具上行时, 联体斜楔 10 在弹簧 12 的作用下, 与推杆 11 一起向左运动, 推出工件, 直至斜楔复位。复位的行程可在支架 15 左侧的悬臂内侧增设限位螺钉, 控制推料距离, 在推杆与工件接触的时候, 应保证工件已经从下模中脱离, 即凸模 1 与顶件块 2 处于分离的状态下, 推杆 11 推过程开始进行。

综上所述, 在凸模与工件接触和凸模与顶件块脱离的瞬间为一系列运动的临界点。此时, 2 对斜楔运动也处于临界点, 向上——斜楔开始向左做推料运动, 向下——斜楔保持静止, 模具开始压弯动作,

所以斜楔机构的设计应该从这一临界点开始, 然后根据工件的具体情况确定推料的距离, 而斜楔的角度推荐采用 50°~60°, 角度太小, 摩擦力大, 容易造成零件的磨损; 角度过大, 临界点的位置会相应提高, 此时需要充分考虑模具的闭合高度。

该卸料机构的优点在于: ①运动简单, 容易实现, 零件制造与装卸方便, 有利于在不同模具零件的借用; ②推料的行程可控制; ③避免了手工操作的危险性, 提高了工作效率, 同时在斜楔上可设置多组推杆, 可满足不同开档零件的要求。

3 结束语

该模具结构及卸料机构已经运用于类似的其他零件生产上, 同时该卸料机构已经派生出许多其他形式, 例如, 可将斜楔布置在模具的中后部, 使 2 对斜楔变成一对。将斜楔—斜楔组合改为斜楔—滚子组合, 以减小摩擦。模具已累计生产合格零件数十万件, 未出现产品尺寸超差、模具损坏和卸料机构失效等不良现象。

1 工艺分析

图1所示电机端盖，材料为10钢，料厚1 mm，形状复杂。主要由轴承孔和定子安装室组成，底部有 $\phi 13$ mm中心孔和2个R3 mm波浪形来增强电机端盖的刚性，凸缘上有9个 $\phi 10$ mm的孔。轴承孔主要配合尺寸 $\phi 32^{+0.05}$ mm，侧壁与底面转接圆弧为R0.5 mm。定子安装室主要配合尺寸为 $\phi 110^{+0.01}$ mm，与轴承孔配合尺寸 $\phi 32^{-0.05}$ mm的同轴度为 $\phi 0.06$ mm。电机端盖的成形有冲裁、拉深和整形工位，主要配合尺寸的精度为IT9，超过了拉深件尺寸精度IT12~IT14，位置公差要求也较高，属于精度要求高、结构复杂的回转体带凸缘的成形零件，要求所用材料的冲压成形性能要好。

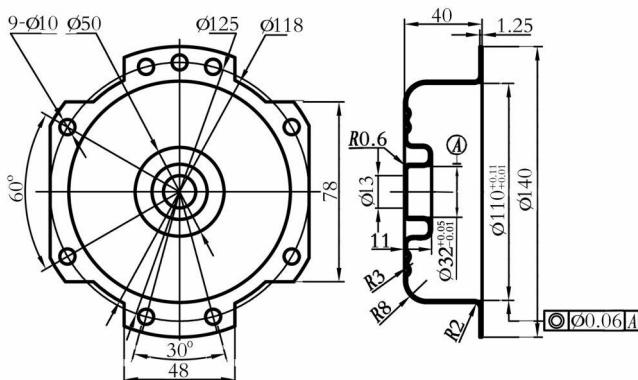


图1 电机端盖零件图

零件冲裁和拉深工艺复杂，需要综合考虑各工位的安排和顺序。普通的方法是先拉深成形，再进行冲裁，最后进行整形，完成零件的冲压加工。为了保证工件的尺寸精度与同轴度，整形工位应安排在拉深、反拉深工位之后，冲裁工位之前。因为级进模是连续冲压方式，根据工序分解原则，电机端盖的拉深工艺包括：反拉深、拉深、整形等工位，需要拉深处较多，且拉深方向不一致，这就给连续送料带来很大难度，2次反拉深和3次正拉深以及整形就成为级进模设计的关键。

工位太多会使模具尺寸很大，对冲压设备的吨位要求也很大，设计的冲压工位须在10个工位内完成，个别工位要进行复合，以减少冲压工位，提高

收稿日期：2006-10-24。

作者简介：康俊远（1965-），男，内蒙古包头人，高级工程师，主要从事模具设计、模具CAD/CAM的教学和科研工作，地址：广东省广州市海珠区新港西路152号机电系，（电话）13380031205，（电子信箱）kjy3@glqy.edu.cn。

效率，优化模具设计。

2 工艺设计

2.1 冲裁工艺设计

图1所示凸缘边缘和凸缘上的孔边的距离为2.5 mm，通常宜取大于或等于料厚的2倍。凸缘上的冲孔与外轮廓的落料切边不能放在同一工位中进行，分2个工位进行，来降低模具制造的复杂程度和提高模具的寿命，但冲孔不受影响。在模具设计时将凸缘上的9个 $\phi 10$ mm孔与底部 $\phi 13$ mm中心孔放在同一工位冲出。电机端盖冲裁工艺分3个工位进行，拉深前第1工位毛坯的外形平面冲切，拉深后第9工位冲孔，冲9个 $\phi 10$ mm孔与底部 $\phi 13$ mm中心孔，第10工位落料、切凸缘外轮廓。

2.2 拉深工艺设计

整个模具设计与制造的关键是拉深的5个工位，也是整个冲压工艺设计的难点。定子安装室与轴承孔的直径差值非常大，高度差也大，设计上可以先1次拉深成形定子安装室，使定子安装室的直径保持不变，高度和圆角半径增大，将所有变形的材料拉入变形区。然后在定子安装室变形区通过多次拉深成形轴承孔，以利于下一道整形工位。具体的拉深工位为：反拉深 \rightarrow 1次正拉深 \rightarrow 2次正拉深 \rightarrow 3次正拉深 \rightarrow 反拉深。

3 工艺计算与拉深分析

3.1 毛坯尺寸计算

由电机端盖尺寸计算毛坯直径 D_0 ， $d=140$ mm， $d_0=110$ mm， $d_0/d=1.273$ ，查得修边余量 $\Delta h=4.3$ mm，实际凸缘直径 $d_F=d+2\Delta h=148.6$ mm。

$$D_0 = \sqrt{\sum F} = 192.8 \text{ mm}$$

式中： D_0 —毛坯尺寸，mm； $\sum F$ —面积之和， mm^2 。

因 $t/D_0 \times 100\% < 1\%$ ，所以应采用有工艺切口的条料连续拉深。

3.2 冲压力计算

拉深力计算： $F_1=\pi k \sigma_b d_p t = 212.35 \text{ kN}$ 。

式中： d_p —凸模直径，mm； σ_b —强度极限，350 MPa； k —系数，资料查得为0.9； t —坯料厚度，

mm。

冲压力计算: $F_{\text{冲}} = \tau L t = 164.85 \text{ kN}$;

卸料力计算: $F_{\text{卸}} = k_s F_{\text{冲}} = 4.95 \text{ kN}$;

推件力计算: $F_{\text{推}} = n k_s F_{\text{冲}} = 16.48 \text{ kN}$

其中 $\tau = 300 \text{ MPa}$, 查表得 $k_s = 0.03$, $k = 0.05$; L 为工件周长。

起伏成形压制力计算: $F_{\text{压}} = 2 k_{\text{压}} L t = 175.84 \text{ kN}$;

整形力计算: $F_{\text{整}} = S P = \pi(110 - 13) \times 80 / 4 = 749.26 \text{ kN}$ 。

其中 k 取 0.8; S 为整形面积; P 为低碳钢的单位面积整形力。

3.3 定子安装室拉深分析

定子安装室的相对直径 $d_{\text{外}}/d = 148.6/111.25 = 1.34$, 相对厚度 $t/D \times 100 = 0.65$, 可查得极限拉深系数为 0.53, 极限相对高度为 0.52。定子安装室的实际拉深系数 $m = 111.25/192.8 = 0.57$ 。拉深高度按照凸缘与直径保持不变, 工序件面积等于或略大于工件面积 3%~5% 的原则, 计算高度 $H = 48.5 \text{ mm}$, 故相对高度 $H/d = 48.5/111.25 = 0.44$ 。因为实际拉深系数大于极限拉深系数, 相对高度小于极限相对高度的一次拉深成形条件, 所以加高的定子安装室可一次拉深成形, 如图 2 所示。

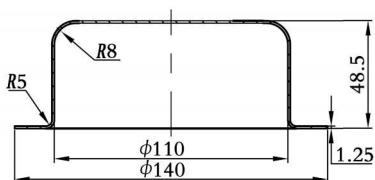


图 2 定子安装室工位件

3.4 轴承孔拉深分析

轴承孔的总拉深系数 $m = 33.25/111.25 = 0.299$, 小于极限拉深系数 0.53, 但 $m > 0.57 \times$

$0.76 \times 0.79 \times 0.81 = 0.277$, 由此确定轴承孔需 4 次拉深成形。

4 电机端盖排样方案设计

4.1 电机端盖排样方案

根据电机端盖的特殊结构, 同时兼顾材料的利用率、尺寸精度、成形工艺、模具设计与制造的复杂性、模具的使用寿命等, 工件宜采用单排排列, 该排样方案属于无载体全桥连接。电机端盖毛坯下料直径 $\phi 192.8 \text{ mm}$, 直径较大应采用单排搭边数值 5 mm, 步距 197.8 mm, 如图 3 所示。

4.2 电机端盖冲压工位设计

零件成形包括冲裁、拉深、成形整形、冲孔、落料等工位。工位设计的总体原则是先完成拉深前毛坯的外形平面冲切, 为后续拉深工位做准备。考虑到要减小模具长度尺寸, 个别工位可使用复合模, 整形和成形工位复合互不影响, 所以整形和成形这 2 个工位可以合成一道工位来完成。为了保证工位的衔接, 在冲裁后留空工位。具体工位为: 冲裁 → 空工位 → 反拉深 → 1 次正拉深 → 2 次正拉深 → 3 次正拉深 → 反拉深 → 成形整形 → 冲孔 → 落料。

5 关键零件的设计计算

5.1 拉深凸、凹模尺寸计算

由电机端盖 10 钢拉深材料的厚度和力学性能查得拉深间隙为: 第 1 次拉深取 $1.1t$, 中间各次拉深取 $1.2t$, 最后一次拉深取 $1.05t$ 。

电机端盖内孔与其他零件有配合, 所以要求 5 次拉深凸、凹模尺寸按下式计算:

凸模直径: $D_d = (d + 0.4 \Delta + 2c)^{+} \delta_d^{+}$
式中: D_d —— 凸模内径, mm; d —— 拉深件内形尺寸, mm; Δ —— 拉深件公差, mm; c —— 单面拉深间隙, mm; δ_d —— 凹模制造公差, mm。

凹模内径: $d_p = (d + 0.4 \Delta) - \frac{\delta}{p}$
式中: d_p —— 凹模直径, mm; d —— 拉深件内形尺寸,

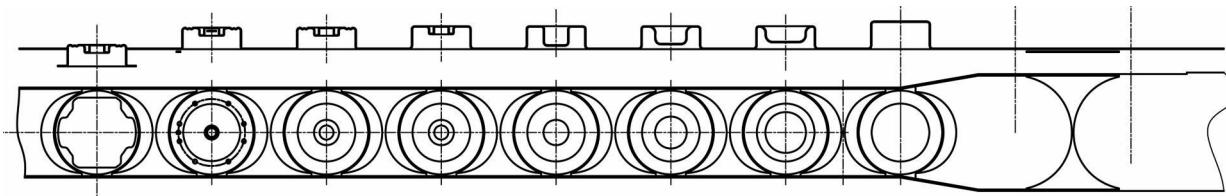


图 3 排样图

mm; Δ —拉深件公差, mm; δ_p —凸模制造公差, mm。

5.2 冲孔凸、凹模尺寸计算

冲 $\phi 13$ mm 孔时, 由资料查得工件公差 $\Delta=0.043$ mm, 取 $\delta_p=\Delta/4$, 磨擦因数 $x=0.75$,

$$d_p = (d + x\Delta) - \frac{\delta_p}{4} = (13 + 0.75 \times 0.032) - \frac{0.0108}{4} = 13 \pm 0.0032 \text{ mm}$$

式中: d_p —凸模直径, mm; d —孔径, mm。

冲裁间隙 $C=10\%t=0.08$ mm, 凹模零件刃口尺寸按凸模实际尺寸配做, 保证单边间隙为 0.08 mm。

6 总体结构设计

模具用第 1 个冲切刃作侧刃, 后带一台阶作侧刃挡块和侧刃一起工作, 条料每次送进时, 只能送到被侧刃切除的地方, 实现对条料的初定位。由于模具用侧刃定位, 侧刃切除长度应稍大于送料的步

距。模具设计步距 196.8 mm, 最终设计侧刃长 197 mm。因为有切口工位, 所以在切口工位单独设置弹压卸料板, 起到卸料作用。因有倒装结构, 所以要用压缩空气和弹顶销使工件或废料与模具脱离。

电机端盖级进模结构如图 4 所示, 采用侧刃切口来定位、确定步距。工件拉深深度不同, 而模具下落时要求法兰边缘在同一水平线上, 故第 1 次拉深采用倒装结构, 整形及成形也为倒装结构。凸模、侧刃与固定板配合为 H7/m6, 凸模与卸料板配合间隙为 0.06~0.10 mm, 导柱与导套配合为 H7/g6, 导套与固定板配合为 H7/r6。

7 结束语

(1) 提出了用级进模成形电机端盖的新工艺, 通过对电机端盖成形工艺理论分析以及模具设计计算, 建立一套级进模成形的工艺方法。

(2) 根据成形工艺来进行模具设计是复杂冲压成形工艺应用于生产的一个成功范例。

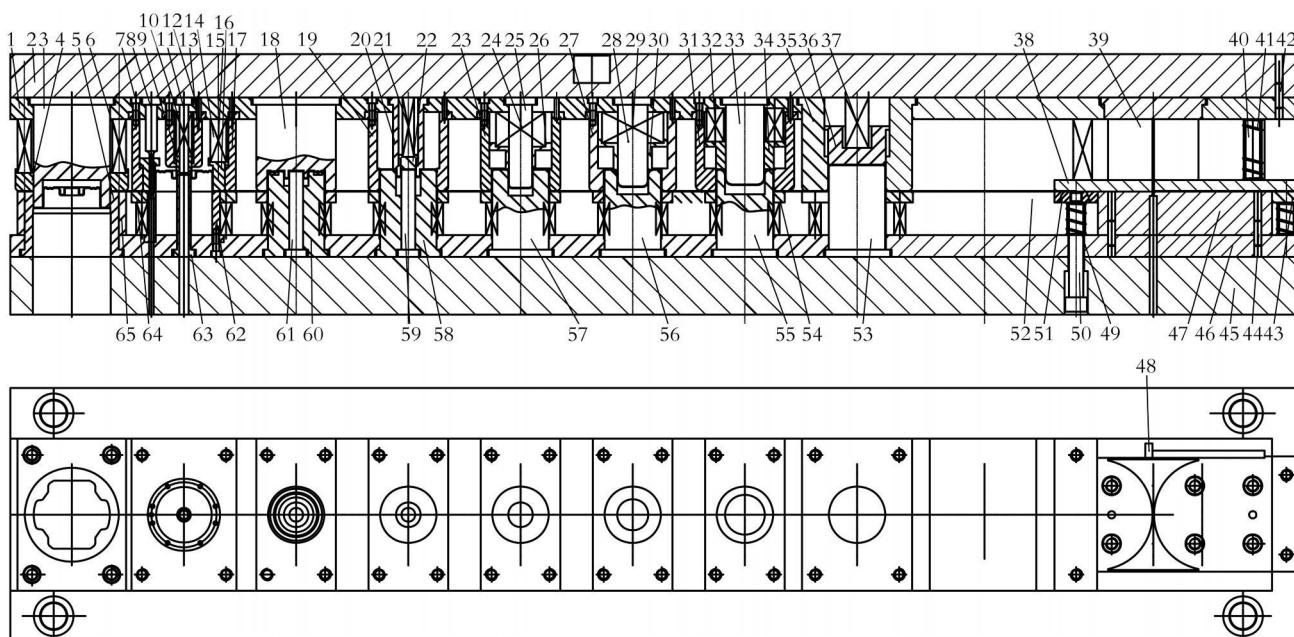


图 4 模具装配图

1. 上模固定板 2. 上模座 3. 落料凸模 4. 卸料圈 5. 落料凹模 6. 弹簧 7. 螺钉 8. 冲小孔凸模 9. 卸料圈
10. 弹簧 11. 冲大孔凸模 12. 圆柱销 13. 定位环 14. 弹簧 15. 卸料螺栓 16. 卸料圈 17. 定位环 18. 整形凸模
19. 定位环 20. 凹模 21. 弹簧 22. 压料圈 23. 定位环 24. 弹簧 25. 凸模 26. 压料圈 27. 定位环
28. 凸模 29. 弹簧 30. 压料圈 31. 定位环 32. 弹簧 33. 凸模 34. 压料圈 35. 凹模 36. 压料圈 37. 弹簧
38. 卸料板 39. 工艺切口凸模 40. 卸料螺栓 41. 弹簧 42. 销钉 43. 托料板 44. 销钉 45. 下模座 46. 下模固定板
47. 凹模 48. 侧刃挡块 49. 弹簧 50. 顶板螺栓 51. 承料板 52. 承料板 53. 凸模 54. 承料板 55. 凸凹模
56. 凸凹模 57. 凸凹模 58. 凸凹模 59. 凸模 60. 凸凹模 61. 整形凸模 62. 凹模 63. 凸凹模 64. 承料板
65. 落料凹模固定板

型腔模技术

光 盘 盒 注 射 模 设 计

刘矿陵, 徐萍, 林章辉

(长沙航空职业技术学院 机械系, 湖南 长沙 410124)

摘要: 介绍圆形盒体类塑件的整圈内侧凹槽在模具内成型、分型和2次内抽芯脱模的典型结构, 模具生产的塑件合格, 其结构对类似零件的设计有一定的借鉴作用。

关键词: 浮动型芯; 浮动斜推杆; 斜导柱内推抽芯; 滚珠定距 2次推出脱模

中图分类号: TG241 文献标识码: B 文章编号: 1001-2168(2007)03-0038-03

Design of injection mould for optical disk box

LIU Kuang-ling, XU Ping, LIN Zhang-hui

(Department of Mechanical Engineering, Changsha Aeronautical

Vocational and Technical College, Changsha, Hunan 410124, China)

Abstract: A typical structure for the forming of a round box with an annular groove in interior circle was introduced. The mechanism of the injection mould, including the parting and demolding with twice inward core_pulling was also discussed.

Key words: floating core; floating inclined pushing bar; inward core_pulling with inclined guide post; twice demolding with ejecting space fixed by ball bearing

1 引言

塑件如图1所示, 用以存放数据光盘的全密封式资料盒, 对抗冲击强度和内外表面均有较高的要求, 采用增强型FRABS塑料成型。

由用户提供的样件其整圈内侧凹槽并非注射成型, 而是成型后车削形成。因此塑件的内腔圆表面和底面上均无模具成型时抽芯镶件留下的痕迹。用户要求在设计该塑件成型模时, 完全保持外貌状况及质量的前提下, 能将塑件中一整圈内侧凹槽一次注射成型, 以便取消车削的工作量, 降低成本。为满足用户的要求, 塑件中一整圈内侧凹槽一

收稿日期: 2006-10-09。

作者简介: 刘矿陵(1955-), 男, 湖南汨罗人, 高级工程师, 从事模具教学和设计制造工作, 地址: 湖南省长沙市长沙航空职业技术学院机械系, (电话) 0731-5056869, 13203151199, (电子信箱) lkl55@126.com

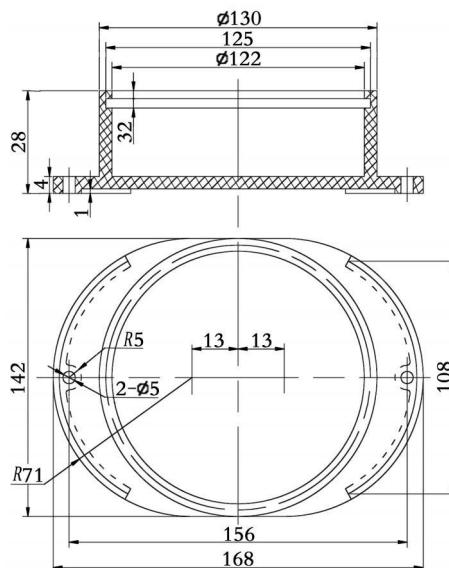


图1 塑件

参考文献:

- [1] 模具实用技术丛书编委会. 冲模设计应用实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [2] 肖良红. 手柄多工位级进模设计[J]. 模具技术, 2002(6): 30-32.
- [3] 刘占军. 支撑板多工位级进模设计[J]. 模具工业, 2005, 31(4): 26-28.
- [4] 彭卫东. 小连接板硬质合金级进模设计[J]. 模具工业, 2002, 28(12): 24-25.
- [5] 冲模设计手册编写组. 模具设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [6] 王孝培. 冲压手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.