



卡环的冲压工艺与模具设计

机械工业第十一设计研究院 (西安 710082) 张正修 马新梅
陕西昕宇表面工程有限公司 (西安 710082) 张 镇

卡环冲件见下图, 外径与圆筒部分的长度均为 (15 ± 0.2) mm, 是用 1.2mm 厚的冷轧 10 钢板冲压制成。该冲件的加工难度不仅在于不封口圆环的冲压, 更在于对圆筒开口处宽 5mm、长 10mm 的斜置把柄的加工, 要求开口与柄宽相等, 柄向外约偏 30° 。

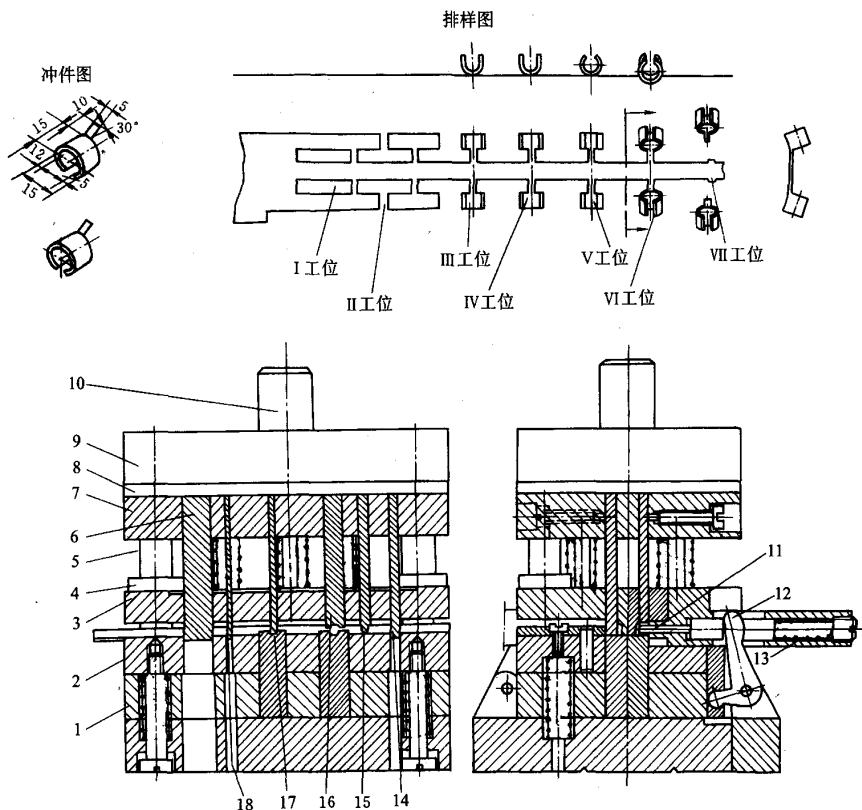
1. 冲压工艺与排样图

根据冲件尺寸及结构形状的要求, 计算其展开平毛坯为一条长 $\times$ 宽 $= L \times B = 42\text{mm} \times 15\text{mm}$ 的矩形带, 其一边中部有 $5\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的凸台。冲压时采用有芯卷圆, 在预弯成 U 形后卷圆成形。考虑一模成形连续冲制, $5\text{mm} \times 10\text{mm}$ 凸台与搭边相连弯出外斜 30° 后切断分离。从模具承载受力分析和方便制造考虑, 排样图设计采用双列对称直排排样, 使得弯曲力在中间搭边两侧得到平衡; 为使

冲件柄部压弯角度准确, 并使切断后从搭边上分离出来的工件不变形而将柄部加长, 并将中间搭边放宽。这样便使两个对称的工件模位间距拉大。将中间搭边放宽后, 还可以使两个对称的切废料矩形孔凹模的强度得到提高, 其配套的凸模在固定板上的安装位置也得到保证。最后排样确定用六工步长工位进行连续复合冲压, 见图中所示排样图。

条(带、卷)料入模直接送进导料槽后, 紧靠一侧导料板, 另一侧用矩形侧刃切边, 确保条料的宽度 $B = [2 \times (15 + 10 + 2) + 15] \text{mm} = 69^{+0.1}_{-0} \text{mm}$ 。实际所用板裁条料的宽度 $B = 70^{+0.2}_{-0} \text{mm}$, 卷料的宽度 $B = 70^{+0.1}_{-0} \text{mm}$ 。

第 I 工位: 冲出沿中间搭边对称的两个结构废料矩形孔: $12\text{mm} \times 42\text{mm}$ (第 1 工步)。



卡环冲件排样及模具图

1. 固定板
2. 凹模板
3. 卸料板
4. 导套
5. 导柱
6. 冲矩形孔凸模
7. 凸模固定板
8. 垫板
9. 上模座
10. 模柄
11. 弯曲芯子
12. 角形摆杆
13. 压簧
14. 切断凸模
15. 压形凸模
16. 弯圆凸模
17. 弯曲凸模
18. 切槽口凹模孔



第Ⅱ工位：冲切两边对称切口 $5\text{mm} \times 15\text{mm}$ ，获得展开平毛坯（第2工步）。

第Ⅲ工位：压弯成 U 形（第3工步）。

第Ⅳ工位：空档。

第Ⅴ工位：有芯卷圆。弯曲芯子 11 由角形螺杆 12 在压簧 13 推动下将模芯插入 U 形工件中卷圆成形（第4工步）。

第Ⅵ工位：压弯柄部 30° 角（第5工步）。

第Ⅶ工位：切断柄部分离（第6工步）。

2. 模具结构

该冲模采用标准的后侧导柱（也可用四角导柱）模架，加厚的弹压卸料板挂装在导柱上，将卸料板作为凸模导板使用，其模孔与凸模配合要求按基轴制 h5/H6，使凸模工作段占其总长的 25% 以上，插入在卸料（导板）板中，获得稳固的横向支承，使其抗纵弯能力因受力状态的改善而大幅度提高，不会产生纵弯折断。

角形摆杆 12 在上模回程上升时，会绕主轴向右摆，压簧 13 抽出弯曲芯子 11。当上模下行开始压缩卸料板上的弹簧使凸模工作之前，角形螺杆 12 向左摆动，压簧 13 推动模芯到位并插入 U 形毛坯中，而后卷圆。角形摆杆固定在下模座两边的支座转轴上，其下部小头端随上模活动，压杆的上下移动使其绕转轴左右摆动。

3. 压力计算及设备选择

已知主要工艺参数：冲件材料为 10 冷轧钢板，料厚 $\delta = 1.2\text{mm}$ ，材料的抗拉强度 $\sigma_b = 294 \sim 432\text{MPa}$ ，实测 $\sigma_b = 325\text{MPa}$ 。

（1）各工位冲压力计算 各工位冲压力的计算如下：

第Ⅰ工位冲两个矩形孔 $L \times B = 42\text{mm} \times 12\text{mm}$ ，其冲裁力 $F_1 = 2(L + B)\delta\sigma_b = 2 \times 54 \times 1.2 \times 325\text{N} = 42.120\text{kN}$ 。

第Ⅱ工位冲切两个矩形切口 $L_1 \times B_1 = 15\text{mm} \times 5\text{mm}$ ，其冲裁力 $F_2 = 2(L_1 + B_1)\delta\sigma_b = 2 \times 20 \times 1.2 \times 325\text{N} = 15.6\text{kN}$ 。

第Ⅲ工位弯 U 形，在冲弯力的计算中，安全系数 $K = 1.3$ ，已知冲件宽 $B_0 = 15\text{mm}$ ，则 $F_3 = 2 \times 0.7KB_0\delta^2\sigma_b / (R + \delta) = (2 \times 0.7 \times 1.3 \times 15 \times 1.2^2 \times 325) / [(15 - 2 \times 1.2) \div 2 + 1.2]\text{kN} = 1.7\text{kN}$ 。

在第Ⅴ工位卷圆所需弯曲力计算中，采用有芯卷圆可近视按 U 形弯曲计算，即 $F_4 = F_3 = 1.7\text{kN}$ 。

第Ⅵ工位压弯柄部，可按两个弯曲（ $180^\circ - 30^\circ$ ）= 150° 自由弯曲考虑，则 $F_5 = 2 \times 0.6KB_0\delta^2\sigma_b / (R_1 + \delta) = (2 \times 0.6 \times 1.3 \times 15 \times 1.2^2 \times 325) / (7.6 + 1.2)\text{kN} = 1.24\text{kN}$ 。

第Ⅶ工位切断分离，所需压力 $F_6 = 2L_3\delta\sigma_b = 2 \times 5 \times 1.2 \times 325\text{kN} = 3.9\text{kN}$ 。

（2）总的冲压力及设备吨位 在连续冲压过程中，计算所需总的最大冲压力 $F_{\Sigma\max} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 = (42.12 + 15.6 + 1.7 + 1.7 + 1.24 + 3.9)\text{kN} = 66.3\text{kN}$ 。

多工位连续模冲压时，不允许中途中断，要不停机连续运作至原材料完结。尤其使用长带料或卷料进行自动冲压时，往往是连班运作，换人不停机，故在选用设备时必须充分考虑这一使用特点。当仅仅考虑冲压过程实际所需冲压力（计算结果），并依照常规方法就高弃低选用标准系列压力机时（名义吨位），在不间断运作中压力机飞轮转速会因储备能量的逐步耗尽而逐步减速。机械压力机输出功的大小取决于飞轮储备能量的大小和电动机输出功率的大小及其允许的超载能力，飞轮靠电动机驱动在额定转速下不停转动储备能量。接近压力机名义吨位下连续冲压，要求压力机不间断满载或接近满载输出冲压功，使飞轮对能量的储备与输出出现失衡，进而会产生压力机超载、电动机滑差及线圈过热而烧毁等现象发生。

在压力机的结构设计中，设置了飞轮运作的额定转速，使用说明书中常常提出，开机后待飞轮达到规定速率后，方可开始冲压，就是给时间让飞轮储备能量。

标准机械压力机的输出功随飞轮转速的降低而减少。当飞轮转速下降速率超过其额定转速的 10% 时，压力机的输出功将下降约 50%。为使压力机顺畅工作，不致因设备吨位过小招致设备事故，推荐按下式选用多工位连续模配用的机械压力机吨位，即 $F_1 \geq 2F_{\Sigma\max} = 2 \times 66.3\text{kN} = 132.6\text{kN}$ 。

标准系列压力机的名义吨位是按 $10 = 3.16$ ，并取 3.15 为基数，按 1.25 公比递增获得标准吨位系列。最后选定压力机吨位时，仍然要按照现场拥有设备情况，就高弃低，使选用压力机名义吨位接近计算结果。在此例中，选用 $F_1 = 160\text{kN}$ 的压力机为宜。热

(20040608)