

铝茶壶嘴成形工艺与自动拉伸模设计

罗晓晔

(杭州职业技术学院 机电工程系, 浙江 杭州 310018)

摘要:介绍了铝茶壶嘴的成形工艺,自动拉伸模具的结构、工作过程、设计要点及自动送料机构。该模具设有5个拉伸工位,定位正确,夹紧快速,出料流畅,易损件更换方便,制件质量好,适合大批量生产。

关键词:铝茶壶嘴;成形工艺;拉伸模具;设计要点

中图分类号: TG86.32 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2168(2006)09-0034-05

Forming process and design of automatic forming die for aluminum teapot mouth

LUO Xiao-ye

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Hangzhou Vocational & Technical College, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract: The forming process of aluminum teapot mouth was introduced. Then the key points in design of the automatic drawing die were discussed, including the structure, the working procedure, and the automatic feeding mechanism. There were five working positions arranged in the die that had advantages in exact positioning, rapid clamping, smooth ejecting and wearing parts replacing. The die produced good quality products and fitted for mass production.

Key words: aluminum teapot mouth; forming process; drawing die; design points

1 引言

图1为要求大批量生产的一种22cm的铝制茶壶嘴,外形较复杂,材料为L3或L5,厚1.16mm的板料。茶壶嘴要求外形美观,出水处保证切口相互垂直,对安装尺寸 $\phi 37.0_{-0.025}^0$ mm的轴心线的垂直度为0.3mm,平行度为0.4mm,线轮廓度为0.5mm,液压胀形处为R6.5mm与R2mm。茶壶嘴通过 $\phi 37.0_{-0.025}^0$ mm处的尺寸与茶壶身配合后铆接而成,此处的尺寸精度要求较高,除线性尺寸精度外,还要保证安装同柱面的圆度为0.062mm,安装面对 $\phi 37.0_{-0.025}^0$ mm轴心线的垂直度不大于0.5mm。另外,必须保证出口水平面与 $\phi 37.0_{-0.025}^0$ mm轴心线的距离为97mm,不能小于此尺寸,否则,壶中的水装满时会出现溢出现象,但也不能太长,否则不美观。其他各处的尺寸为自由公差。

2 成形工艺分析

收稿日期:2006-04-22。

作者简介:罗晓晔(1962-),男,浙江杭州人,副教授,主要从事模具技术的开发与应用,地址:浙江省杭州市下沙高教园区学源街68号,杭州职业技术学院模具教研室,(电话)0571-86916891,13355785780,(电子信箱)hzlxxy62@126.com。

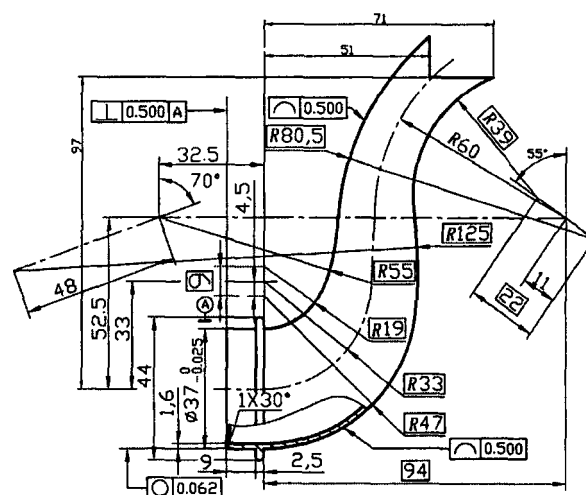


图1 铝茶壶嘴

铝茶壶嘴成形工艺为:落料 拉伸(分5次进行) 缩口(分2次进行) 弯曲(分2次进行) 胀形 切边 压边。共设计7副模具完成制件的成形。成形工艺流程图见图2。首先由落料模对条料(宽为 $168.6_{-0.8}^0$ mm)落下直径 $\phi 165$ mm的圆料(图2(a)所示)。由1副连续自动拉伸模分5次拉伸(图2(b)所示),第1次拉伸后尺寸为 $\phi 88_{-0.35}^0$ mm $\times 61$

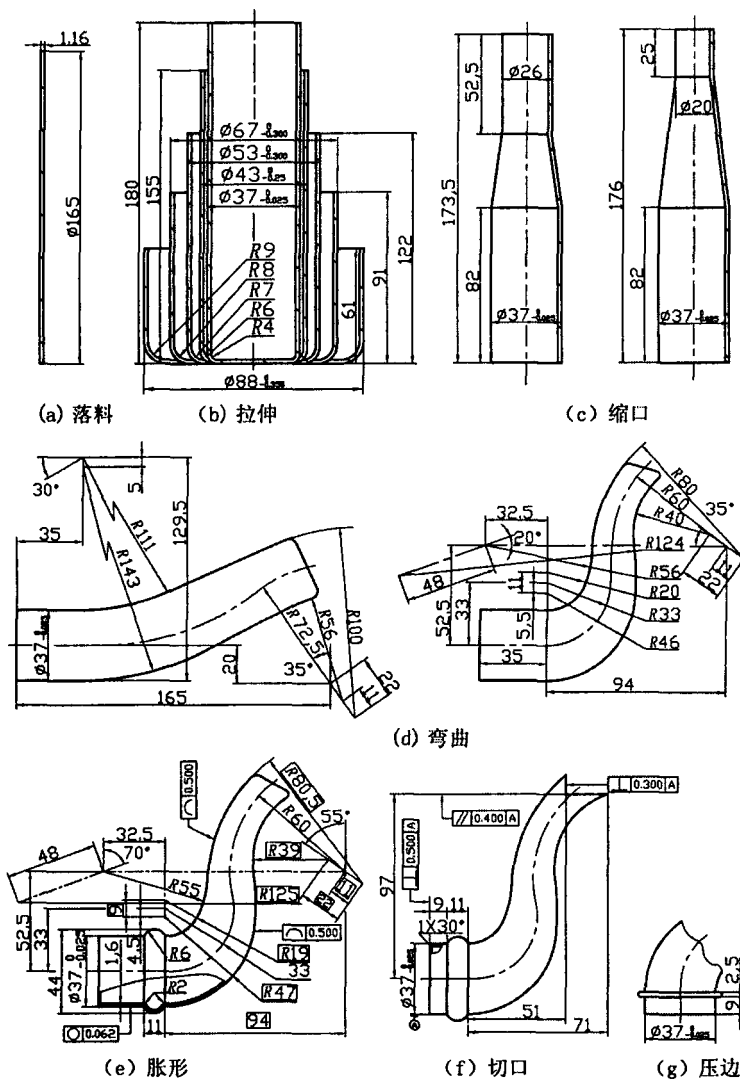


图2 铝茶壶嘴成形工艺流程图

mm, 制件拉伸圆角尺寸为 R9 mm; 第2次拉伸尺寸为 $\phi 67 - 0.30 \text{ mm} \times 91 \text{ mm}$, 圆角尺寸为 R8 mm; 第3次拉伸尺寸为 $\phi 53 - 0.30 \text{ mm} \times 122 \text{ mm}$, 圆角为 R7 mm; 第4次拉伸尺寸为 $\phi 43 - 0.025 \text{ mm} \times 155 \text{ mm}$, 圆角为 R6 mm; 第5次拉伸尺寸为 $\phi 37 - 0.025 \text{ mm} \times 180 \text{ mm}$, 圆角为 R4 mm; 因在1副模具上进行5次拉伸, 故单独设计了自动送料机构。在1副缩口模中分2次缩口(图2(c)所示)。第1次缩口后保证大端为 $\phi 37 \text{ mm} \times 82 \text{ mm}$, 小端尺寸为 $\phi 26 \text{ mm} \times 52.5 \text{ mm}$, 中间锥度的单边斜角为 8° , 总长为 173.5 mm; 第2次缩口后保证大端尺寸不变; 中端尺寸为 $\phi 20 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$, 中间锥度的单边斜角为 7° , 总长为 176 mm。因1副模具中2次缩口, 为提高效率, 单独设计自动转盘机构。由1副弯曲模分2次弯曲成形, 达到尺寸要求(图2(d)所示), 因经过多次拉伸和缩口后, 制件材料加工硬化

严重, 在弯曲之前需进行去应力退火处理, 以防弯裂。由于茶壶嘴的弯曲是空心的, 为了减少弯管剖面的畸变, 需要加入填充料再进行弯曲和胀形(图2(e)所示)。因制件在弯曲以后变扁, 通过胀形可以达到所需的圆度和线轮廓度。模具采用哈夫结构, 分型面必须经过严格研磨。胀形后由切边模进行切边(图2(f)所示), 切口处对尺寸 $\phi 37 - 0.025 \text{ mm}$ 轴心线的平行度为 0.4 mm, 垂直度为 0.3 mm。最后由压边模压边成形(图2(g)), 保证凸起尺寸由 11 mm 变为 2.5 mm。

3 自动拉伸模结构与工作过程

拉伸模结构如图3所示。此模为自动连续拉伸模, 总长为 1200 mm, 总宽为 390 mm, 在专用压机上工作。拉伸模由模架部件、拉伸成形部件、压料部件、纵向自动步进送料部件、横向定位夹紧部件、卸料取件部件组成。模架部件由上下模座、支承块及导柱导套组成。支承块用圆柱销定位, 用螺钉固定在下模座上。拉伸成形部件由5对拉伸凸、凹模组成, 拉伸凸模与固定板的配合为 H7/m6, 并用圆柱销定位和螺钉固定在上模座上, 最大的拉伸凹模 40 用圆柱销定位和螺钉固定在下模座上, 4 个小拉伸凹模用 8 块压板固定在下模座上。纵向自动步进送料机构由油缸、滑块、连接板、夹板组成。横向定位步进部件由斜楔、导滑槽、滑块凸轮、夹板、V型块、拉簧组成。卸料取件部件由卸料管、卸料杯组成, 卸料管与固定板配合为 H7/n6, 用螺钉固定在固定板上, 固定板固定在下模座上。

自动连续拉伸模工作过程如下: 将落下尺寸为 $\phi 165 \text{ mm} \times 1.16 \text{ mm}$ 的坯料放于第1次拉伸模的凹模上, 压边圈压住防止起皱, 同时第1次拉伸凸模下移进行拉伸。固定凹模中开有气孔及制件的自重, 首次拉伸成 $\phi 88 - 0.35 \text{ mm} \times 61 \text{ mm}$ 的坯料留在凹模的下方。当凸模上升开模时, 斜楔 4 脱离滑轮 51, 在弹簧的作用下, 夹板带动 V 形块夹紧坯料, 由纵向送料机构的油缸带动滑块与连杆及夹板步进 160 mm 的距离, 进入第2次拉伸的位置。凸模再次下行, 斜楔首先碰

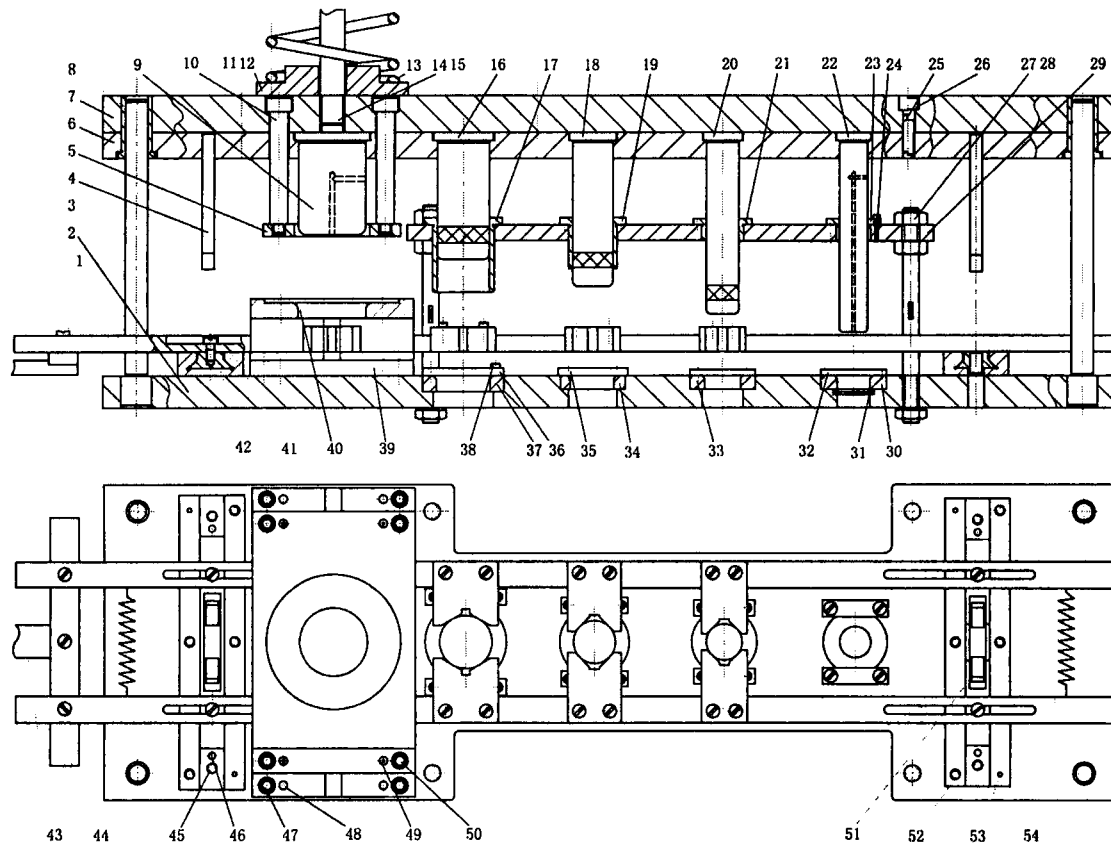


图3 铝茶嘴自动拉伸模具

1. 螺钉 2. 下模座 3. 导柱 4. 斜楔 5. 压料圈 6. 凸模固定板 7. 上模座 8. 导套 9. 第1次拉伸凸模
10. 卸料螺钉 11. 下托板 12. 上托板 13. 弹簧 14. 螺母 15. 螺钉 16. 第2次拉伸凸模 17. 卸料管 18.
第3次拉伸凸模 19. 卸料管 20. 第4次拉伸凸模 21. 卸料管 22. 第5次拉伸凸模 23. 衬套 24. 螺钉 25.
圆柱销 26. 螺钉 27. 螺母 28. 螺杆 29. 卸料管固定板 30. 第5次拉伸凹模 31. 卸件环 32. 凹模压板
33. 第4次拉伸凹模 34. 第3次拉伸凹模 35. 凹模压板 36. 凹模压板 37. 第2次拉伸凹模 38. 螺钉 39.
支承块 40. 第1次拉伸凹模 41. 滑块槽 42. 滑块 43. 活塞杆 44. 连接板 45. 圆柱销 46. 螺钉 47. 螺钉
48. 圆柱销 49. 圆柱销 50. 螺钉 51. 滑轮 52. 螺母 53. 圆柱销 54. 弹簧

到凸轮,由凸轮带动滑块,沿导滑槽前后横向运动,V形块松开,再由第2个凸模在第2个凹模中拉伸成形,得 $\phi 67_{-0.30} \text{ mm} \times 91 \text{ mm}$ 的坯料。因第2个凸模上开有网格槽,摩擦力增加,拉伸后,制件坯料被留在凸模上,由卸料套卸下坯料。因弹簧作用,第2次拉伸后的坯料再次被V形块夹紧,再次在纵向自动送料机构向前送进160 mm的步距。同理进行第3次、第4次、第5次拉伸,拉伸后尺寸依次为: $\phi 53_{-0.30} \text{ mm} \times 122 \text{ mm}$ 、 $\phi 43_{-0.25} \text{ mm} \times 155 \text{ mm}$ 、 $\phi 37_{-0.25} \text{ mm} \times 180 \text{ mm}$ 。因第5次拉伸凸模上开有气孔,在凹模下方卸料环的作用下,卸下制件。

4 自动拉伸模设计要点

4.1 确定拉伸系数及工序尺寸

因坯料的相对厚度为 $t/D = 1.16/165 \times 100\% = 0.703\% < 2\%$,故第1次拉伸时采用压边圈。拉伸件为铝材,由设计手册中查得拉伸系数数值应减少1.5%~2%,再经调整,取各次拉伸系数 $m_1 = 0.52$ 、 $m_2 = 0.757$ 、 $m_3 = 0.781$ 、 $m_4 = 0.8$ 、 $m_5 = 0.831$,故拉伸直径依次为 $d_1 = 85.8 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 64.95 \text{ mm}$ 、 $d_3 = 50.73 \text{ mm}$ 、 $d_4 = 40.58 \text{ mm}$ 、 $d_5 = 33.722 \text{ mm}$ 。因 $37 - 1.16 = 35.84 > 33.722 \text{ mm}$,故用5次拉伸成形。经调整后取 $m_1 = 0.526$ 、 $m_2 = 0.758$ 、 $m_3 = 0.787$ 、 $m_4 = 0.807$ 、 $m_5 = 0.8576$ 。因铝拉伸件每道拉伸工序尺寸有3个,即拉伸直径,拉伸圆角,拉伸高度。拉伸直径依次 $d_1 = m_1 D = 0.526 \times 165 = 86.84 \text{ mm}$ 、 $d_2 = m_2 d_1 = 0.758 \times$

86.84 = 65.84 mm, $d_3 = m_3 d_2 = 0.787 \times 65.84 = 51.84$ mm, $d_4 = m_4 d_3 = 0.807 \times 51.84 = 41.84$ mm, $d_5 = m_5 d_4 = 0.8566 \times 41.84 = 35.84$ mm。再按 IT12 级查出拉伸件的直径公差依次 d_1 为 $\phi 88 - 0.35$ mm、 d_2 为 $\phi 67 - 0.30$ mm、 d_3 为 $\phi 53 - 0.30$ mm、 d_4 为 $\phi 43 - 0.25$ mm、 d_5 为 $\phi 37 - 0.025$ mm。

首次拉伸底部圆角半径 $R_1 = 0.8 \sqrt{(D - d)} t = 0.8 \sqrt{(165 - 86.84) \times 1.16} = 7.6$ mm。取 R_1 为 9 mm,同理 R_2 为 8 mm, R_3 为 7 mm, R_4 为 6 mm, R_5 为 4 mm。首次拉伸制件高度:

$$h_1 = 0.25 \left[\frac{D^2}{d_1} - d_1 \right] + 0.43 \frac{r}{d_1} (d_1 + 0.32r) + \frac{t}{2}$$

$$= 0.25 \left[\frac{165^2}{86.84} - 86.84 \right] + 0.43 \frac{9}{86.84} (86.84 + 0.32 \times 9) + \frac{1.16}{2} = 61 \text{ mm}$$

同理 $h_2 = 91$ mm, $h_3 = 122$ mm, $h_4 = 155$ mm, $h_5 = 180$ mm。

4.2 拉伸模主要零件设计

拉伸模的主要零件为 5 个拉伸凹模与 5 个拉伸凸模。为了满足自动送料,使制件留在拉伸凹模,故把第 1 次拉伸凹模用 2 个支承块支承起来。因落料后制件坯料为 $\phi 165$ mm,考虑到自动送料 V 形块的张开距离及 2 支承块的厚度,凹模的最小宽度为 200 mm,长度为 320 mm,凹模被厚 30 mm 的 2 个支承块支承着。为防止受力弯曲变形而损坏,凹模材料要求耐磨且刚性好,凹模材料为 Cr12。由强度公式校核,凹模最小厚度 t_{\min} 为 14.77 mm,取为 25 mm,故第 1 次拉伸凹模外形尺寸为 320 mm \times 200 mm \times 25 mm。取模具制造公差为 IT8 级,凹模孔尺寸: $D_{A1} = (D_{\max} - 0.7 t) + 0^{+0.087} = 87.74 + 0^{+0.087}$ mm。其他各次拉伸的凹模采用圆形。另外,为了适应大批量生产快速更换易损凹模,凹模与下模座之间采用 H7/ h6 的间隙配合,在其上面用 2 块压板压紧。第 2 次拉伸凹模外形尺寸为 $\phi 160$ mm \times 20 mm;第 3 次拉伸凹模外形尺寸为 $\phi 100$ mm \times 16 mm;第 4 次拉伸凹模外形尺寸为 $\phi 80$ mm \times 16 mm;第 5 次拉伸凹模外形尺寸为 $\phi 80$ mm \times 16 mm。在设计拉伸凸模高度尺寸时,先考虑最后一次拉伸凸模高度的设计。在第 5 次拉伸时,工件的高度为 180 mm,卸料管固定板与凹模之间的距离为:工件第 4 次拉伸时高度再加一个间隙,即 155 +

10 = 165 mm,而第 5 次拉伸的制件需要在凹模下方出件,故凸模要拉到凹模之下,凸模长 $L_{T5} = 180 + 165 + 60 + 30 + 25 = 460$ mm,拉伸直径 $d_{T5} = (d_{5\max} - 0.75 t - 2Z) - 0^{+0.025} = (37 - 0.75 \times 0.025 - 2 \times 1.2) - 0^{+0.025} = 34.58 - 0^{+0.039}$ mm。其中无压边圈拉伸时, $Z = (1 \sim 1.1) t = (1 \sim 1.1) \times 1.16 = 1.16 \sim 1.276$ mm,取 Z 为 1.2 mm。另外凸模与固定板的配合为 H7/ m6。为了向下取件,凸模上开有 $\phi 5$ mm 的气孔。同理,第 4 次拉伸凸模长度 $L_{T4} = 435$ mm,直径 $d_{T4} = 40.41 - 0^{+0.039}$ mm。第 3 次拉伸凸模长度 $L_{T3} = 402$ mm,直径 $d_{T3} = 50.38 - 0^{+0.046}$ mm。第 2 次拉伸凸模长度 $L_{T2} = 371$ mm,直径 $d_{T2} = 4.38 - 0^{+0.046}$ mm。因第 2、3、4 次拉伸后,制件需留在凹模上方,故第 2、3、4 个凸模上有一段高为 10 mm 的滚花处理,以增加摩擦力。第 1 次拉伸凸模的长度要考虑凹模被垫高的高度, $L_{T1} = 371 - 91 + 61 - 95 = 246$ mm,制件要使其落在凹模之下才能实现第 1 次送到第 2 次时不被第 1 次的拉伸凸模碰到,故只需在凸模上开 $\phi 6.5$ mm 的通气孔,再借助 V 形块的摩擦力保证其卸下。拉伸直径 $d_{T1} = (d_{\max} - 0.75 t - 2Z) - 0^{+0.025} = (88 - 0.75 \times 0.35 - 2 \times 1.1) - 0^{+0.025} = 85.54 - 0^{+0.054}$ mm。其中第 1 次拉伸时采用压边圈 $Z = (0.9 \sim 0.95) t = (0.9 \sim 0.95) \times 1.16 = 1.044 \sim 1.102$ mm,取 Z 为 1.1 mm。

4.3 拉伸模自动送料机构设计

自动送料机构如图 4 所示。自动送料机构的作用是:模具拉伸前,拉伸凸模处于最高位置,在弹簧作用下,8 个 V 形块分别用来夹紧第 1、2、3、4 次拉伸成形的坯料。模具开始拉伸时,上模下移,凸模进入拉伸坯料由斜楔推动凸轮及横向滑块分别沿横向滑槽向外移动,移动的行程由斜楔控制,从而松开坯件,由凸、凹模进行拉伸。与此同时,液压缸带动纵向滑块、连杆、拉杆及 8 个 V 形块纵向后退 160 mm,为下工序备用。拉伸结束,上模座带动凸模上移,斜楔脱开凸轮,在弹簧作用下定位夹紧坯料,液压缸带动纵向滑块、连杆、拉杆、V 形块及制件,向前移动 160 mm 步距,等待下工序的拉伸。纵向步距 160 mm 的控制由液压缸与行程挡块完成,为了避免纵、横向运动发生干涉,在夹紧板上开了 4 个腰形槽,在连板上开了 2 个腰形槽,纵向运动由纵向滑块在纵向滑槽中导向,导向精度为 H7/ g6。为了纵向运动的顺畅,液压缸活塞杆与纵向滑块之间用球面副联结,液

压缸活塞何时进退要与拉伸动作协调,由上模座上、下运动时碰时间继电器来控制液压缸活塞的移动。横向定位夹紧运动由固定在上模座中的2块斜楔控制,横向滑块在横向槽中滑动,导向精度为H7/g6。为了横向运动的顺畅,除斜楔、滑块、滑槽外对2只弹簧的直径、有效圈数、周节、自由高度的一致性也有较高要求。

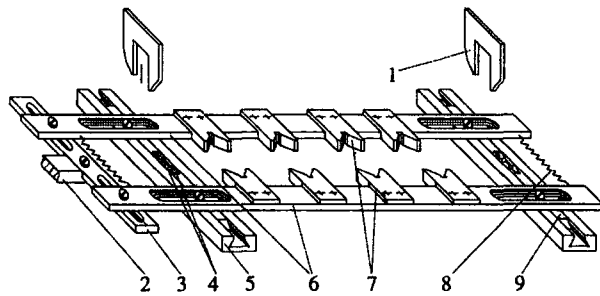


图4 自动送料机构

1. 斜楔 2. 滑块 3. 连接板 4. 滑轮
5. 导滑槽 6. 夹板 7. 抓手 8. 弹簧 9. 滑块

5 结束语

壶嘴落料、拉伸、缩口、弯曲、胀形、切边、压边模皆一次试模成功,生产的制件质量稳定、效率高,模具工作可靠。拉伸模是铝壶嘴成形中的一道重要成形工序,模具连续5次拉伸,构思巧妙、结构新颖,动作流畅,定位准确、夹紧可靠、送料灵活,步进到位,拉伸成形坯料尺寸精度,形位精度,表面光洁度,完全符合设计要求,对于类似零件的模具设计有较大的参考价值。

参考文献:

- [1]王俊彪. 多工位级进模设计[M]. 西安:西北工业大学出版社,1999.
- [2]许发铤. 实用模具设计与制造手册[K]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [3]冲模设计手册编写组. 冲模设计手册[K]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [4]中国模具设计大典编委会. 中国模具设计大典[K]. 南昌:江西科学技术出版社,2003.

CAXA 致力于中国工程技术职业教育的培训全新推出

CAXA 数字化设计制造教学平台为配合国家大力发展职业教育,提高高等教育质量的方针和政策,满足工程技术职业教育市场的迫切需求,2006年6月,CAXA 教育培训计划推出全新“CAXA 数字化设计制造教学平台”,该平台是专门配合各类工科院校进行现代数字化设计、工艺、数控加工等职业教育的教学和实训环境,旨在帮助各院校培养符合现代制造业需要的高级技能型职业技术人才。该计划将在“十一五”期间,与全国3000所院校或培训机构合作设立CAXA 教学培训中心,开展数字化设计制造教学工作,培训师资15000人,培训学生或学员150万人。CAXA 作为我国制造业信息化CAD/CAM和PLM的主要供应商,早在2000年就启动了推动工程教育与职业技术教育改革、加强应用人才培养的“CAXA 教育培训计划”,并成立“CAXA 大学”,以师资培训和课程支持为主要方式,以遍布全国的“CAXA 教育培训中心”为基本依托,面向社会开展针对各类工程技术人才和在校学生的职业技能培训。截止到2005年底全国已有1600多所院校使用CAXA 软件进行教学或培训,已累计培训师资近8000人次,培训学员80万人,出版教材300多套,并积累了大量的课件、教案、习题集等教学资料,建立了各种形式的CAD/CAM专业教室或教学实训中心,取得了许多教改项目成果和培训的成功经验。促进了师资的培养和提高,推动了教学改革和课程体系建设,提升了学校办学水平。

“CAXA 教育培训计划”开创了高科技软件企业参与工程技术教育和职业技能培训的新模式,以CAXA 软件为纽带,动态整合“CAXA 教育培训中心”的培训资源和教育优势,共享、合作、交流、规范,通过统一培训大纲、统一培训师资、统一培训教材、统一考试发证,形成一体化的CAD/CAM信息化技术教育和技能培训的网络体系。对提高高等教育质量,增强高校学生的创新和实践能力,对促进职业教育的发展,提升学生职业技能将产生深远影响。同时,为广大工科类院校提供了建立既符合现代企业实际应用模式,又能在院校教学环节中实现辅助教学功能的数字化设计制造教学平台,开创了为制造业培养高技能人才的全新模式,适应了新形势下制造业快速发展对人才需求的培训。

(郑利文 报道)