

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2021.05.020

复杂长筒、圆弧形塑料件注塑模具设计

胡清根¹, 李旭东¹, 傅海勇²

(1. 江西农业工程职业学院, 江西樟树 331200; 2. 广东穗名光电有限公司, 广东顺德 528329)

摘要: 针对长筒、圆弧形塑料件又长又细、结构复杂, 脱膜、顶出困难等问题, 分析了塑料件的注塑结构工艺, 巧妙设计了侧向液压抽芯, 减少了液压抽芯行程; 设计了定模滑块斜向抽芯、定模斜顶抽芯及连杆圆弧抽芯, 保证了复杂产品的顺利脱膜; 运用了在分型面4个角设计4个锥面进行二次定位, 改善了圆弧分型面易错位等问题; 叙述了成型零件、浇注系统、冷却系统的设计要点; 采用了细长型铍铜冷却、辅助流道冷料穴顶出等设计, 保证产品的成型质量, 该模具构思巧妙, 满足了生产要求。

关键词: 液压抽芯; 连杆圆弧抽芯; 定模滑块斜向抽芯

中图分类号: TG386.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2021)05-0103-05

Design of Injection Mould for Complex Long Tube and Circular Curved Plastic Parts

Hu Qinggen¹, Li Xudong¹, Fu Haiyong²

(1. Jiangxi Vocational College of Agricultural Engineering, Zhangshu 331200, China;

2. Guangdong Suiming Optoelectronics Co., Ltd., Shunde 528329, China)

Abstract : Aiming at the problems of long and thin plastic parts with circular arc shape, complex structure, difficulty in film removal and ejection, the injection structure technology of plastic parts was analyzed, and the lateral hydraulic core pulling was ingeniously designed to reduce the hydraulic core pulling stroke. In order to ensure the smooth film removal of complex products, the fixed die slider inclined core pulling, fixed die inclined top core pulling and connecting rod arc core pulling were designed. Four conical surfaces were designed at four corners of the parting surface for secondary positioning, which improved the problem of dislocation of the arc parting surface. The design points of forming parts, gating system and cooling system were described. The design of long and thin beryllium copper cooling and auxiliary channel cold material hole ejection is adopted to ensure the forming quality of the product. The design of the mold is ingenious and meets the production requirements.

Keywords : hydraulic core-pulling ; connecting rod arc core-pulling ; fixed die slider inclined core pulling

长筒形塑料件在生活中经常遇见, 但图1塑料件内部结构复杂, 侧凹孔倒扣多, 脱膜困难, 模具要求在多个方向设计成侧向移动的抽芯机构, 在塑料件顶出之前, 先抽出侧向成型零件, 再顶出塑料件, 否则难以脱模^[1]。针对以上问题特设计注塑模具。

1 塑料件结构工艺分析

此塑料件为一玩具内部零件, 外观要求不高, 但尺寸精度要求高, 材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS)。ABS的收缩率为0.5%, 有较高的强度、硬度、冲击韧性和较好的耐化学药品性, 成型性能较好。产品总长150 mm, 其外形如图1所示。

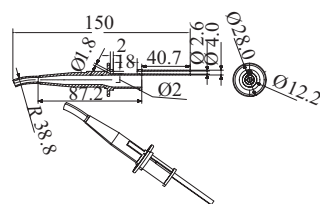


图1 塑料件结构图

该玩具又长且薄, 为了防止塑料件充不满, 注塑时需要较高的压力及较长的保压时间^[2], 以此提高产品质量。该塑料件后端内部孔倒扣较长, 此处采用液压抽芯; 前端为圆弧形, 模具设计时, 此处设计为连杆圆弧抽芯; 侧面有直径为1.8 mm及直

通信作者: 胡清根, 副教授, 主要研究方向为模具设计 E-mail: huqing3338@163.com

收稿日期: 2021-02-16

引用格式: 胡清根, 李旭东, 傅海勇. 复杂长筒、圆弧形塑料件注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2021, 49(5): 103-107.

Hu Qinggen, Li Xudong, Fu Haiyong. Design of injection mould for complex long tube and circular curved plastic parts[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(5): 103-107.

径2 mm的侧孔,都有倒扣,模具在这两处都要设计成抽芯结构才能脱模。

2 模具关键结构设计

2.1 分型面设计

分型面要设计在塑料件外形最大轮廓处^[3],否则不好脱模。此塑料件若竖放,则增加了模具动、定模高度,且脱模困难,因此模具将塑料件横放,分型面在塑料件中间,从塑料件中间分成动、定模两部分。由于塑料件前端有圆弧,分型面前端为圆弧面,后端为一平面。圆弧分型面注塑时易受侧向力,造成动定模滑动错位,因此还要在分型面4个角设计出4个锥面进行二次定位。四角锥面定位顶部要避空,以便成型端分型面贴合紧密,防止溢料。分型面前后端都设计有台阶,放置抽芯用的滑块。滑块前端要有斜度,便于滑动和封胶。图2为定模分型面。

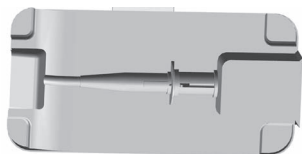


图2 定模分型面

2.2 浇注系统设计

由于该塑料件较长,采用中间进料,一模两件对称布置。为防止塑料熔体前锋冷料堵塞流道,分流道两侧设计多个冷料穴,冷料穴两侧对称,既可排气,又可容纳前锋冷料,防止塑料件产生熔接痕及充不满,影响塑料件强度和外观。且冷料穴还可方便塑料件拉向动模。主流通道下端设计拉料杆。由于圆筒形塑料件外表面为圆形,不便在圆形处设置推杆,因此推杆直接设计在冷料穴下面,顶出时,推杆从冷料穴处顶出塑料件。浇注系统设计如图3所示。

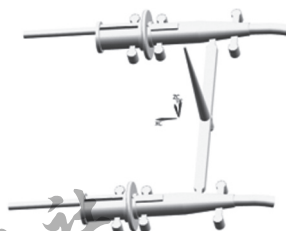
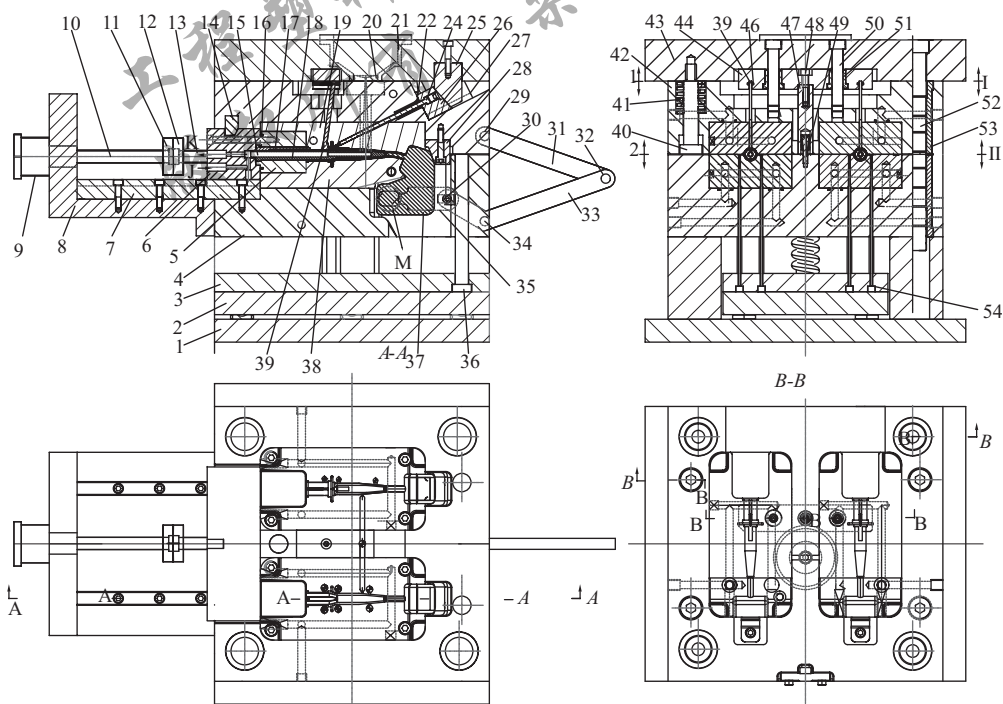


图3 浇注系统

2.3 模具抽芯结构设计

模具总装配见图4。此模具抽芯结构相当复杂,



- 1—动模座板;2—推板;3—推杆固定板;4—动模;5—小型芯;6—液压抽芯滑块座;7—导滑条;8—支架;9—液压缸;10—活塞杆;
11,12—接头;13—拉杆;14—锁紧块;15—铍铜镶件;16—防漏胶圈;17—小镶件;18—镶件;19—定模型芯;20—浇口套;21—定位圈;
22—弹簧;23,48—螺钉;24—斜镶钉;25—斜楔;26—斜镶钉滑块座;27—压板;28—圆弧形芯压块;29—转动柱销;
30—转动柱销;31—连杆;32,34—转动柱销;33—连杆;35—连杆轴;36—复位杆;37—圆弧形芯滑块;38—动模型芯;39—斜顶;
40—定位螺钉;41—定位弹簧;42—定模;43—定模座板;44—斜顶座;46—导滑销;47—支撑杆;49—尼龙拉钩;
50—小导柱;51—小导套;52—长导柱;53—长导套;54—推杆

图4 模具总装配图

抽芯结构是模具设计的重点难点。为便于脱模,设计了以下几种抽芯结构。

(1) 液压抽芯设计。

塑料件内孔长度 87.2 mm 处及内孔长度 44.60 mm 处(见图 1)都与脱模方向垂直,形成倒扣,因此两处要设计抽芯结构。由于倒扣太长,且塑料件脱模斜度小,脱模力大,因此两处需设计成液压抽芯^[4],液压抽芯结构详见图 4。塑料件外形由定模型芯 19、动模型芯 38 成型、后端内孔由小镶件 17、镶件 18 成型。小镶件 17、镶件 18 都镶嵌在小型芯 5 内,挂台定位。小型芯 5 与液压抽芯滑块座 6 通过螺钉固定在一起,液压缸 9 固定在支架 8 内,液压缸活塞杆 10 固定在接头 11 内,拉杆 13 一端通过挂台固定在另一个接头 12 内,另一端螺纹连接在液压抽芯滑块座 6 上,接头 11 及接头 12 之间通过螺钉固定连接成一体;导滑条 7 通过螺钉固定在支架 8 内。工作时,液压缸活塞杆 10 通过接头 11、接头 12 及拉杆 13 带动液压缸滑块座 6 在导滑条 7 的导向下滑动,再带动小型芯 5 及小镶件 17、镶件 18 完成液压抽芯。小镶件 17、镶件 18 前端碰穿处都设有斜面定位,防止偏心。注塑合模后,锁紧块 14 锁紧液压抽芯滑块座 6,防止松动。塑料件直径 1.8 mm 及直径 2 mm 的侧孔设计在定模上成型,这样可以减少模具液压抽芯行程,液压抽芯行程稍大于 87.2 mm 便可。

(2) 连杆圆弧抽芯设计。

此塑料件连杆圆弧抽芯结构复杂,二维总装配图详见图 4。图 5 为连杆圆弧抽芯的三维图。

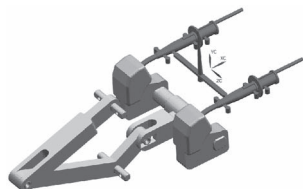


图 5 连杆圆弧抽芯的三维图

连杆 31 通过转动柱销 29 连接在定模 42 上。连杆 33 通过转动柱销 32 及转动柱销 34 分别与连杆 31 及动模 4 连接,连杆 33 的另一端通过转动柱销 30 与连杆轴 35 连接。连杆 33 可绕转动柱销 30 转动,同时转动柱销 30 还可在连杆轴 35 的方形槽内滑动。连杆轴 35 可在模具座孔 M 内转动,带动圆弧形芯滑块 37 绕模具座孔 M 回转,完成塑料件圆弧内孔处抽芯。圆弧形芯滑块 37 的回转半径必须等于塑料件的成型半径^[5],为此塑料件的圆弧圆

心必须与模具座孔 M 的圆心重合。连杆轴 35 中间段为圆形,可绕模具座孔 M 转动,两头为方形,与两个圆弧形芯滑块 37 配合连接。工作原理如下:当动模 4 与定模 42 分型时,连杆 33 在转动轴销 34 的带动下,跟随动模 4 向后运动,同时,连杆 33 还可绕转动轴销 34 转动,带动连杆 31 绕转动柱销 29 转动,连杆 33 的另一端还可绕转动柱销 30 转动,转动柱销 30 在连杆轴 35 的方形槽内滑动的同时,带动连杆轴 35 及圆弧形芯滑块 37 绕模具座孔 M 回转,完成圆弧抽芯。

(3) 定模斜滑块抽芯设计。

塑料件外侧表面有个直径 1.8 mm 的斜孔(见图 1),形成倒扣,必须设计成抽芯结构,具体结构见图 4。定模斜滑块抽芯机构由斜镶钉 24、弹簧 22、斜镶钉滑块座 26、斜楔 25、压板 27 组成。斜楔 25 通过螺钉固定在定模座板 43 上,斜镶钉滑块座 26 通过压板 27 连接在定模 42 上;斜镶钉滑块座 26 可在压板 27 与定模 42 形成的导滑槽内滑动,斜镶钉 24 头部有挂台,通过螺塞固定在斜镶钉滑块座 26 内。斜楔 25 通过“T”形斜凸肩与斜镶钉滑块座 26 的“T”形斜槽配合。工作原理为:开模时由于定位弹簧 41 的缘故,在长导柱 52 及长导套 53 的导向下,定模 42 与定模座板 43 先分开,在弹簧 22 及斜楔 25 的拉动下,斜镶钉滑块座 26 作斜向运动,带动斜镶钉 24 作斜向运动,完成斜向抽芯。

(4) 定模斜顶抽芯设计。

塑料件内孔有直径 2 mm 侧孔(见图 1),形成倒扣,由于此处尺寸的限制,不便采用定模滑块抽芯,只能设计成定模斜顶机构,图 6 为定模斜顶抽芯三维图。

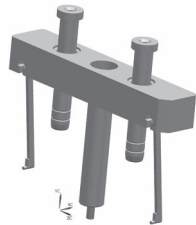


图 6 定模斜顶抽芯三维图

侧孔由斜顶 39 成型,通过导滑销 46,把斜顶 39 及斜顶座 44 连接起来,尼龙拉钩 49 固定在动模 4 上。工作原理为:在定位弹簧 41 的作用下,模具先在分型面 I 处分型^[6],即定模 42 与定模座板 43 先分开,定模 42 与动模 4 一起向后运动,在尼龙拉钩 49 的作用下,斜顶座 44 跟着动模 4 向后运动,由小

导柱 50 及小导套 51 导向。由于此时斜顶 39 跟着塑料件一起向后运动,直径 2 mm 侧孔还没抽芯,分型面 I 处继续分型,当定位螺钉 40 的凸肩碰到定模 42 后,定模 42 不再运动,分型面 I 处不再分型,模具开始在分型面 2 处分型,此时动模 4 与定模 42 开始分开,在尼龙拉钩 49 的作用下,斜顶座 44 继续跟随动模 4 向后运动^[7],滑销 46 在斜顶座 44 内滑动,带动斜顶 39 作斜向运动完成抽芯,之后尼龙拉钩 49 脱离支撑杆 47,斜顶座 44 不再跟着动模 4 运动,合模时,支撑杆 47 还对斜顶座 44 起复位作用。

(5) 冷却系统设计。

此塑料件由于细长,为了保证充分冷却,塑料件外表面冷却采用冷却水从定模 42 及动模 4 进入(见图 4),再通过防漏密封胶圈,分别流入定模 19 型芯及动模型芯 38,冷却水绕着塑料件四周流动,对塑料件充分冷却后,再从模具中流出。由于塑料件太长,为顺利脱模,还要对塑料件内表面冷却^[8]。因为成型塑料件内孔的镶件 18 内径小且长,不便于冷却水直接进入,由于铍铜散热性能良好,所以采用铍铜镶件 15 冷却,冷却水从液压抽芯滑块座 6 处进入,经过铍铜镶件 15 及镶件 18 底端,再从 K 处流出。小型芯 5 与液压抽芯滑块座 6 的接触表面冷却水外围设计防漏胶圈 16 密封^[8]。防止冷却水从模具中溢出。

(6) 成型零件设计。

成型零件是直接和塑料件表面相接触的零件,它决定了塑料件的大小与形状^[9],为方便加工、维修、排气,必要时,成型零件要设计成镶件^[10]。模具的成型零件由定模型芯 19、动模型芯 38、镶件 18、圆弧型芯滑块 37、小镶件 17、小型芯 5、斜顶 39、斜镶钉 24 组成(见图 4)。由于成型零件要求有较好的强度、硬度、耐磨性、韧性,材料用 SKD61。小镶件 17、镶件 18 及斜镶钉 24 都设计了挂台定位^[11]。动模型芯 38、定模型芯 19 都是用螺钉固定。图 7 为动模型芯三维图。



图 7 动模型芯三维图

3 模具工作过程

ABS 塑料熔体先经定位圈 21、浇口套 20 (见

图 4)、浇注系统进入模具型腔,经过充分冷却,保压后开模^[12]。由于定位弹簧 41 的作用,模具先在分型面 I 处分型,定模 42 与定模座板 43 分开,在斜楔 25 及弹簧 22 作用下,斜镶钉 24 完成定模滑块斜向推芯^[13];在尼龙拉钩 49 的带动下,经过定模斜顶机构的作用,在分型面 II 处分型后,斜顶 39 开始完成抽芯;同时塑料件圆弧部分在连杆圆弧抽芯机构作用下完成圆弧抽芯;在锁紧块 14 脱离液压抽芯滑块座 6 后,液压机构开始液压抽芯,把镶件 18、小镶件 17 及小型芯 5 从塑料件中抽出,之后在推板 2、推杆固定板 3 及推杆 54 的作用下,把塑料件从动模型芯 38 中推出^[14-15],塑料件成型完毕。

4 结语

该塑料件细长且侧孔多,结构复杂,脱模冷却是难点。对于倒扣长且抽拔力大的塑料件,一般设计液压抽芯;内孔圆弧的塑料件,可设计为连杆圆弧抽芯,圆弧抽芯的抽芯回转半径要等于成型圆弧的半径;侧孔在定模的倒扣可以优先采用定模滑块斜向抽芯,由于受尺寸空间限制,不方便采用定模滑块斜向抽芯的定模型侧孔,故采用定模斜顶抽芯,保证产品的顺利脱模。模具同时采用铍铜冷却等多种冷却方式,使制品达到充分冷却,且运用了辅助流道,冷料穴顶出,使塑料件得以顺利顶出。该模具生产运行良好,对复杂件的模具设计具有很好的借鉴作用。

参考文献

- [1] 胡清根,邹彩平.复读机面壳注塑模具设计[J].工程塑料应用,2020,48(7):91-94.
Hu Qinggen, Zou Caiping. Wait design of injection mould for surface shell of rereading machine[J]. Engineering Plastics Application, 2020(7):91-94.
- [2] 伍先明,王群.塑料模具设计指导[M].北京:航空工业出版社,2013.
Wu Xianming, Wang Qun. Guide to plastic mold design[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2013.
- [3] 胡邓平.基于电动圆弧抽芯的塑料花洒注塑工艺分析及模具创新设计[J].塑料科技,2017(1):81-84.
Hu Dengping. Analysis of plastic sprinkler injection molding process and innovative design of mold based on electric arc core pulling[J]. Plastic Science and Technology, 2017(1):81-84.
- [4] 胡清根.基于UG的相机面壳注塑模具设计[J].塑料科技,2017(1):78-80.
Hu Qinggen. UG design of injection mould for camera shell[J]. Plastics Science and Technology, 2017(1):78-80.
- [5] 胡清根.输液器配件注射模设计[J].模具制造,2010(10):43-45.

- Hu Qinggen. Design of injection mold for infusion accessories[J]. Die & Mould Manufacture, 2010(10):43-45.
- [6] 胡邓平,王泽军,吴爱华,等. 基于缩痕最小的空调面框注塑成型工艺参数优化[J]. 工程塑料应用, 2015, 43(6):54-57.
- Hu Dengping, Wang Zejun, Wu Aihua, et al. Optimization of injection molding process parameters based on air conditioning frame with minimum shrinkage mark[J]. Engineering Plastics Applications, 2015, 43(6):54-57.
- [7] 宋玉桓. 塑料注射模具设计实用手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 2010.
- Song Yuhuan. Practical manual for design of plastic injection mold[M]. Beijing: Aviation Industry Press, 2010.
- [8] 屈华昌. 塑料模设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- Qu Huachang. Design of plastic mold[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2014.
- [9] 翁其金. 冷冲压与塑料成型工艺与模具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- Weng Qijin. Cold stamping and plastic forming technology and die design[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2011.
- [10] 胡世光. 板料冷压成形原理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2015.
- Hu Shiguang. Principle of sheet metal cold pressing forming[M]. Beijing: Defense Industry Press, 2015.
- [11] 王章生, 辛勇. 复杂厚壁汽车塑料件精密成型工艺优化研究[J]. 中国塑料, 2013(11):75-77.
- Wang Zhangsheng, Xin Yong. Research on optimization of precision molding technology of complex thick wall car plastic parts[J]. China Plastics, 2013(11):75-77.
- [12] 谢黎明, 邹栋林, 孟玉喜. 接插件端子多工位级进模设计[J]. 锻压技术, 2007, 32(4):44-48.
- Xie Liming, Zou Donglin, Meng Yuxi. Design of multi-station progressive die for connector terminals[J]. Forging and Stamping Technology, 2007, 32(4):44-48.
- [13] 刘占军. 接插件端子多工位级进模设计[J]. 锻压技术, 2008, 33(1):96-98.
- Liu Zhanjun. Design of multi-station progressive die for connector terminals[J]. Forging and Stamping Technology, 2008, 33(1):96-98.
- [14] 王静, 周来水. 注塑模具镶件智能设计系统[J]. 工程塑料应用, 2020(7):80-84.
- Wang Jing, Zhou Laishui. Injection mold insert intelligent design system[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7):80-84.
- [15] 胡清根, 周先保. 动、定模轴芯的注塑模设计[J]. 模具制造, 2020(8):51-54.
- Hu Qinggen, Zhou Xianbao. Dynamic, fixed mold core-pulling injection mold design[J]. Die & Mould Manufacture, 2020(8):51-54.

(上接第 96 页)

- Qin Xin, Su Xiaoping, Chen Xiangyu. A multi-objective optimization of the injection molding scheme for the upper cover of automobile intake manifold based on entropy weight method[J]. Plastics Science and Technology, 2019, 47(3):70-75.
- [16] 邓其贵, 黄力, 韦彬贵. 基于 CAE 与 RBF 神经网络的固定体塑件注塑工艺优化[J]. 塑料, 2019, 48(1):82-87.
- Deng Qigui, Huang Li, Wei Bingui. Optimization of injection molding process for fixed body plastic parts based on CAE and RBF neural network[J]. Plastics, 2019, 48(1):82-87.
- [17] 毛海舟, 谭小红. 基于遗传算法和神经网络的注塑工艺参数优化[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(12):183-187.
- Mao Haizhou, Tan Xiaohong. Optimization of injection molding process parameters based on genetic algorithm and neural network[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2016, 46(12):183-187.