

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2022.04.016

深腔物流箱注塑模设计

刘正平, 吴戈, 王伟伟, 梁蓓, 涂秋燕

(浙江工商职业技术学院机电工程学院, 浙江宁波 315012)

摘要: 结合深腔物流箱的结构特点, 使用一种简化型两板热流道注塑模对其进行成型。模具布局为一模一腔。在模具中, 先使用油缸驱动斜孔滑块脱模机构完成内壁斜孔的抽芯脱模; 然后再通过模具的打开驱动内壁型芯抽芯完成内壁的脱模; 待模腔打开后, 由两个侧面斜顶滑块复合机构对两个侧壁外壁进行二次抽芯脱模; 最后, 由两个滑块侧抽芯机构将塑件在辅助顶杆机构的协同顶出下从型腔镶件中拔出, 实现塑件的完全脱模, 此脱模方法能有效避免塑件脱模损伤。依据塑件各部分的脱模难度来进行模具机构设计和模具整体结构设计, 较为巧妙地解决了深腔塑件模具结构设计难题。

关键词: 斜顶滑块复合机构; 斜孔抽芯机构; 定模脱模; 深腔物流箱; 注塑模

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2022)04-0087-05

Design of Hot Runner Injection Mold for Deep-Cavity Logistics Box

Liu Zhengping, Wu Ge, Wang Weiwei, Liang Bei, Tu Qiuyan

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315012, China)

Abstract : Combined with the structural characteristics of deep-cavity logistics box, a simplified two-plate hot runner injection mold was used to form its plastic parts. The mold layout was one mold with one cavity. In the mold, firstly, the hydraulic-cylinder was used to drive the angle-hole slider demoulding mechanism to complete the core-pulling and demoulding of the inner wall angle-hole, then the inner wall core pulling was driven by the opening of the mold to complete the demoulding of the inner wall. After the mold cavity was opened, the two side lifter-slider compound mechanisms implemented secondary core-pulling and demoulding on the outer walls of the two side walls. Finally, the slider side core-pulling mechanism pulled the plastic part out of the cavity insert under the cooperative ejection of the auxiliary ejector rod mechanism, so as to realize the complete demoulding of the plastic part. This demoulding method can effectively avoid the demoulding damage of the plastic part. The mold was designed according to the demoulding difficulty of each part of the plastic part to design the mechanism and the overall structure of the mold, which cleverly solved the structural design problem of the deep-cavity plastic part.

Keywords : lifter-slider compound mechanism ; angle-hole core-pulling mechanism ; fixed mold demoulding ; deep-cavity logistics box ; injection mold

深腔塑件注塑模具结构的布置受两个因素限制^[1-3], 首先是深腔塑件的深度, 其次是深腔塑件上结构子特征的脱模。在模具设计实践中, 对于深腔塑件的完全脱模, 很少使用顶针顶出的方式进行, 多数情况下采用先在动模一侧对塑件的内壁型芯进行先抽芯脱模, 在塑件留于定模一侧后, 再有针对性地对位于定模一侧的塑件进行四周外壁侧抽芯脱模和

型腔脱模(两者同步进行)^[4-5]。笔者介绍了某深腔物流箱模具整体结构设计及多种特殊滑块脱模机构的设计, 以供设计模具时参考。

1 深腔物流箱

深腔物流箱如图 1 所示, 其长 × 宽 × 高尺寸为 420 mm × 300 mm × 128 mm。塑件使用丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料 (ABS)/ 聚碳酸酯 (PC) 合金,

基金项目: 浙江工商职业技术学院科研基金项目 (2020Y03, 2020Y05, 2020Y09, 2020Z05)

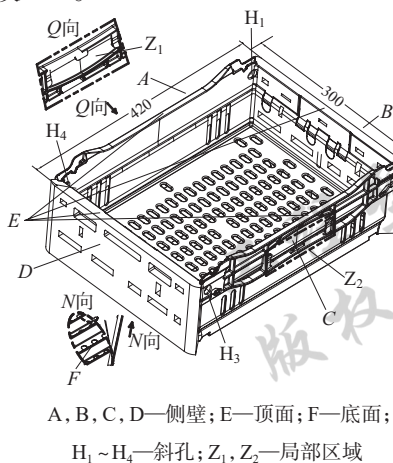
通信作者: 刘正平, 硕士, 讲师, 技师, 从事机械设计及制造研究工作

收稿日期: 2022-01-26

引用格式: 刘正平, 吴戈, 王伟伟, 等. 深腔物流箱注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2022, 50(4):87-91.

Liu Zhengping, Wu Ge, Wang Weiwei, et al. Design of hot runner injection mold for deep-cavity logistics box[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(4):87-91.

收缩率为 0.52%~0.58%。塑件厚度分布不均,最大厚度 4.2 mm,最小厚度 1.8 mm。塑件为典型的侧壁多附加子特征深腔塑件,这些子特征的设置,使塑件的模具结构设计变得非常困难^[6-8]。主要困难有 4 点:(1) 塑件的侧壁高度较高 (128 mm),使得侧壁的内壁深度较深,塑件成型后对内壁成型型芯的包紧力非常大,难以脱模;(2) 物流箱的四角各有 1 个贯穿型斜孔 ($H_1 \sim H_4$),其脱模只能按斜孔中心线方向进行抽芯脱模;(3) 4 个侧壁 (A, B, C, D) 的外壁上既有侧孔、加强筋等子特征,又有局部区域倒扣子特征,特别是 A 壁、C 壁上中间部位狭小区域 Z_1 、 Z_2 区域内各存在多处倒扣,脱模难度非常大;(4) 4 个侧壁的内壁、外壁和底面 (F 底面) 包紧力都比较大,脱模顺序如处理不当,容易造成塑件脱模时拉伤损坏,因而,只有合理地确定脱模次序,才能保证塑件无损脱模^[9-12]。

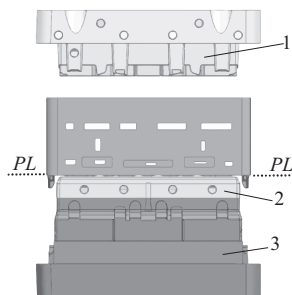


A, B, C, D—侧壁; E—顶面; F—底面;
 $H_1 \sim H_4$ —斜孔; Z_1, Z_2 —局部区域

图1 深腔物流箱

2 分型与脱模次序安排

模腔分型如图 2 所示。模腔分型使用物流箱端口 E 顶面所在面作为分型面 PL,分型出型腔镶件 1 和型芯镶件;再在此基础上,对型腔镶件 1 进行第二次分型,从型腔镶件 1 上分割出 4 个侧壁的外壁成型件;同时,为便于机构设计,将型芯镶件分割成上型芯镶件 2 和下型芯镶件 3。塑件冷却后,最大包紧力为物流箱 4 个侧壁内壁对上型芯镶件 2 和下型芯镶件 3 的包紧力,因而脱模时应首先安排对物流箱内壁先进行脱模,以避免塑件在型芯上无法脱模;但内壁脱模前必须先对物流箱内壁四角的 4 个贯穿型斜孔先抽芯脱模。其次是对 A 壁和 C 壁的外壁实施同步侧抽芯脱模。再次是对 F 底面进行顶出脱模。最后是对 B 壁和 D 壁的外壁实施同步侧抽芯脱模。

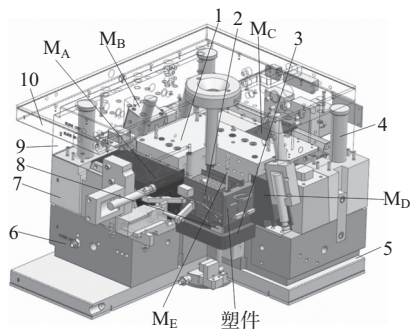


1—型腔镶件; 2—上型芯镶件; 3—下型芯镶件; PL—分型面

图2 模腔分型

3 模具方案

模具结构以实现塑件自动脱模为核心来进行布置^[13-14],模具结构设置如图 3 所示,模具为两板模结构,模腔按 1 模 1 腔布局,水冷方式冷却,模具浇注系统使用热嘴直接浇注系统。定模一侧布置有 4 个侧壁滑块脱模机构用于塑件 4 个侧壁外壁的侧抽芯脱模,分别为 A 壁滑块机构 M_A , B 壁滑块机构 M_B , C 壁滑块机构 M_C 和 D 壁滑块机构 M_D 。F 底面的脱模需要使用 6 个位于定模一侧型腔镶件 1 内的常用型前顶弹簧+前顶杆辅助顶出机构 M_E 用于该面的辅助顶出脱模。动模一侧布置有两个斜孔滑块脱模机构用于物流箱四角 4 个贯穿型斜孔的内收抽芯脱模,为便于两个斜孔滑块脱模机构的设计,型芯镶件拆分为上型芯镶件 2、下型芯镶件 3 及四角的 4 个插槽镶件 8,两个斜孔滑块脱模机构采用内藏式方式安装在下型芯镶件 3 内。



M_A, M_B, M_C, M_D —外壁滑块机构; M_E —辅助顶出机构; 4—导柱;
5—动模座板; 6—动模板; 7—导向块; 8—插槽镶件; 9—定模板;

10—定模座板; 其余编号同图 2

图3 模具结构

4 斜孔滑块脱模机构

斜孔滑块脱模机构如图 4 所示。在图 4a 中的物流箱内壁的四角,设置有贯穿型斜孔 $H_1 \sim H_4$,每个斜孔的外侧还设置有 1 个插槽,插槽的外侧壁上都设置有 1 个侧直孔。插槽使用插槽镶件 8 成型,侧直孔使用侧直孔型芯成型后,其脱模只能沿该直

孔的轴心线向外实施侧抽芯脱模,而单个贯穿型斜孔使用斜孔镶件 11 成型后,其脱模只能沿该斜孔的轴心线方向向内实施侧抽芯脱模,因而如图 4b 所示,设置了两组结构相同的斜孔滑块脱模机构(M_F , M_G)对 4 个贯穿型斜孔进行抽芯脱模。以其中的 1 个机构 M_F 针对 1 个斜孔的抽芯为例,顶出油缸 15 推动驱动块 13 在两个小导柱 14 的导向下向上顶出时,驱动块 13 将通过 T 型槽拉动斜孔滑块 12 进行内收式侧抽芯,斜孔滑块 12 带动斜孔镶件 11 从贯穿型斜孔内抽出,从而实现该斜孔的抽芯脱模。两组斜孔滑块脱模机构安装在下型芯镶件 3 的避空槽内,下型芯镶件 3 上面再安装上型芯镶件 2。顶出油缸 15 安装在模具动模板 6 的底部,两个小导柱 14 通过压板 18 安装在动模板 6 内。驱动块 13 顶出的高度由调节螺母 16 和行程开关 17 联合进行控制。

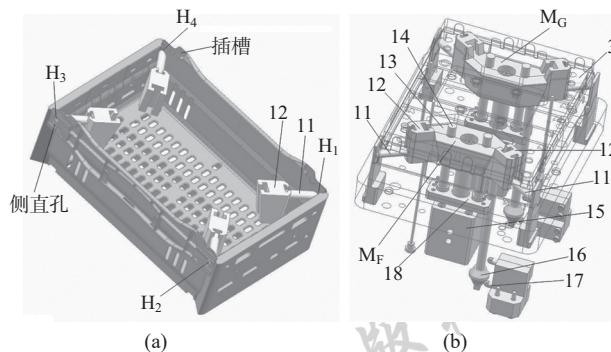


图 4 斜孔滑块脱模机构
 $H_1 \sim H_4$ —斜孔; M_F , M_G —斜孔滑块脱模机构; 11, 11'—斜孔镶件;
 12, 12'—斜孔滑块; 13—驱动块; 14—小导柱; 15—顶出油缸;
 16—调节螺母; 17—行程开关; 18—压板; 其余编号同图 2

a—斜孔成型件设置; b—斜孔滑块脱模机构设置

图 4 斜孔滑块脱模机构

5 A 壁 /C 壁滑块脱模机构

A 壁和 C 壁的结构对称,因而两者外壁的滑块脱模机构的结构设计也相同。以 C 壁外壁及其上的结构特征脱模为例进行设计,结果如图 5 所示。C 壁外壁上的多个侧孔及加强筋等的脱模通过侧滑块抽芯脱模,狭窄区域 Z_1 区域内的 5 个倒扣(K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5)脱模方向与 C 壁外壁上加强筋、侧孔等特征脱模方向不相同, C 壁外壁上加强筋、侧孔等特征的脱模方向为 F_4 ,倒扣 K_1 的为 F_2 ,倒扣 K_2/K_3 的为 F_1 ,倒扣 K_4/K_5 的为 F_3 , F_4 向与 F_1 , F_2 , F_3 向分别垂直。因而, C 壁外壁的脱模包括两部分的脱模,一是 Z_1 区域内 5 个倒扣的脱模,二是 C 壁外壁及其上其它加强筋、侧孔等特征的脱模。

5 个倒扣的成型与脱模做如下设计:(1) 5 个倒

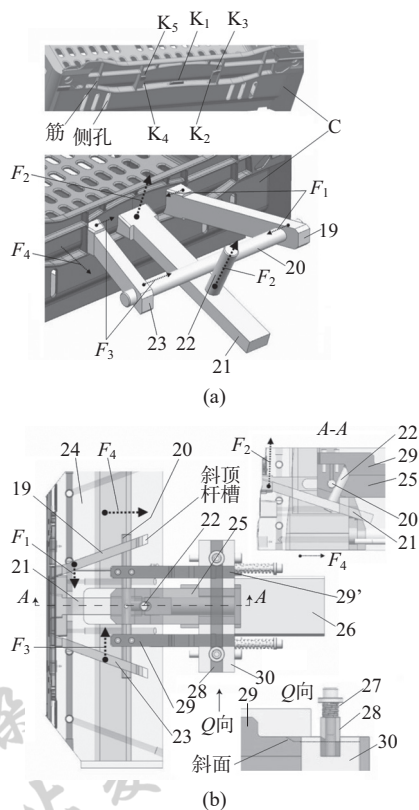


图 5 C 壁特征、倒扣成型件及滑块脱模机构
 $K_1 \sim K_5$ —倒扣; F_1 , F_2 , F_3 , F_4 —抽芯方向; 19— K_2/K_3 斜顶;
 20—横导杆; 21— K_1 斜顶; 22—斜纵导杆; 23— K_4/K_5 斜顶;
 24—C 壁滑块; 25—斜顶限位板; 26—C 壁滑块驱动油缸;
 27—锁条弹簧; 28—锁条; 29, 29'—开锁插杆; 30—支撑板
 a—C 壁特征和倒扣成型件; b—C 壁滑块脱模机构

图 5 C 壁特征、倒扣成型件及滑块脱模机构

扣都采用侧面斜顶进行成型和脱模,其中, K_1 倒扣使用 K_1 斜顶 21 按 F_2 向侧抽芯, K_2 和 K_3 倒扣合并使用 K_2/K_3 斜顶 19 按 F_1 向侧抽芯, K_4 和 K_5 倒扣合并使用 K_4/K_5 斜顶 23 按 F_3 向侧抽芯。(2) K_2/K_3 斜顶 19 和 K_4/K_5 斜顶 23 的抽芯方向同轴但方向相反,因而使用横导杆 20 进行导向, K_1 斜顶 21 则使用斜纵导杆 22 进行导向。(3) 同时对 3 个侧面斜顶施加外力可迫使三者同步实施侧抽芯。

整个 C 壁外壁的滑块脱模机构结构设计如图 5b 所示, K_1 斜顶 21, K_2/K_3 斜顶 19 及 K_4/K_5 斜顶 23 共 3 个斜顶安装在 C 壁滑块 24 内, C 壁滑块 24 内对应设置 3 个斜顶杆槽,3 个斜顶的斜顶杆可在各自斜顶杆槽内做滑动移动;在滑动的同时,各自的尾端又分别套装在各自的导杆上,在导杆的导向下可以沿导杆做抽芯运动。横导杆 20 及斜纵导杆 22 固定安装在斜顶限位板 25 前端。斜顶限位板 25 安装在支撑板 30 上,可在支撑板 30 上按 F_4 向运动。支撑板 30 上设置有锁条 28 及锁条弹簧 27,锁条 28

用于斜顶限位板 25 的锁紧。锁条 28 对斜顶限位板 25 的开锁由安装在 C 壁滑块 24 上的两根开锁插杆 29 来控制。C 壁滑块 24 的滑出导向由两侧设置的导向块进行导向。

C 壁滑块脱模机构的工作原理为:首先,由安装在支撑板 30 上的 C 壁滑块驱动油缸 26 拉动 C 壁滑块 24 按 F_4 向进行侧抽芯,此时,由于锁条弹簧 27 的弹力压紧,锁条 28 通过斜顶限位板 25 尾端的卡槽对斜顶限位板 25 进行限位锁紧,斜顶限位板 25 被安装在支撑板 30 上的锁条 28 挡住而不能跟随 C 壁滑块 24 移动,从而斜顶限位板 25 及安装在其前端的横导杆 20 及斜纵导杆 22 也不能移动, K_1 斜顶 21, K_2/K_3 斜顶 19 及 K_4/K_5 斜顶 23 共 3 个斜顶在 F_4 向上也不会产生移动。但是,由于 C 壁滑块 24 的 3 个斜顶杆槽的压迫,将会迫使 3 个斜顶分别按 F_2 向、 F_1 向、 F_3 向做抽芯运动;在 3 个斜顶完成各自的侧抽芯动作后,跟随 C 壁滑块 24 同步移动的两个开锁插杆 29, 29', 将通过其上的斜面迫使锁条 28 克服锁条弹簧 27 的压紧弹力而按 F_2 向向上移,直至锁条 28 解除对斜顶限位板 25 的锁定,此时,斜顶限位板 25 被 C 壁滑块 24 通过横导杆 20 和斜纵导杆 22 推动而跟随 C 壁滑块 24 一起运动,从而 3 个斜顶能跟随 C 壁滑块 24 一起按 F_4 向运动,为塑件从模具上的脱落让出空间。复位时,由 C 壁滑块驱动油缸 26 按 F_4 向反向驱动各零件复位,复位过程与抽芯过程刚好相反。

A 壁外壁的滑块脱模机构——A 壁滑块脱模机构与 C 壁滑块脱模机构的结构相同,此处不再赘述。

6 B 壁/D 壁滑块脱模机构

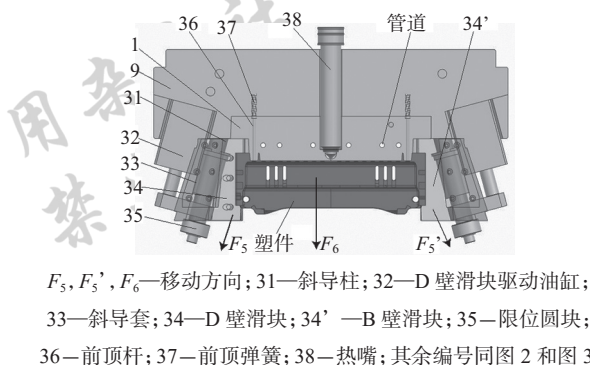
B 壁与 D 壁的结构也对称,两者的外壁滑块脱模机构的结构设计也相同。以 D 壁外壁的滑块脱模机构为例进行设计,由于 D 壁外壁上设置有多个侧孔,这些侧孔及整个外壁的脱模使用 1 个侧滑块抽芯机构进行脱模有利于简化模具的脱模机构设计,因而整个 D 壁外壁的滑块脱模机构结构设计如图 6 的左半部分所示。在机构中,两根斜导柱 31 紧固安装在定模板 9 上;D 壁滑块 34 内安装有两个斜导套 33,通过两个斜导套 33, D 壁滑块 34 能活动安装在两根斜导柱 31 上,使 D 壁滑块 34 可沿着斜导柱 31 的轴心方向 F_5 向移动;D 壁滑块驱动油缸 32 固定安装在定模板 9 上,用于驱动 D 壁滑块 34 沿斜导柱 31 按 F_5 向斜向下滑和反向上滑复位。D 壁滑块 34 内装所安装的斜导套 33 既能减少斜

导柱 31 的磨损,同时又能减小 D 壁滑块 34 的滑出阻力;斜导柱 31 下端设置有限位圆块 35,能防止 D 壁滑块 34 滑出时掉落。

D 壁滑块脱模机构的工作原理为:模腔打开后,由 D 壁滑块驱动油缸 32 驱动 D 壁滑块 34 按 F_5 向滑出, D 壁滑块 34 下滑过程中,既完成 D 壁外壁的抽芯脱模,同时又能将塑件从型腔镶件 1 中拉出。

B 壁外壁的滑块脱模机构——B 壁滑块脱模机构与 D 壁滑块脱模机构的结构相同,此处不再赘述。

需要指出的是,为保证塑件从型腔镶件 1 中可靠脱模,型腔镶件 1 中设置了 6 个常用型前顶弹簧 + 前顶杆辅助顶出机构 M_E ,在 D 壁滑块 34 和 B 壁滑块 34' 共同将塑件拉出的同时,机构 M_E 的前顶杆 36 同步推顶塑件的 F 底面按开模方向 F_6 向下顶出,保证塑件从型腔镶件 1 中可靠地脱模。

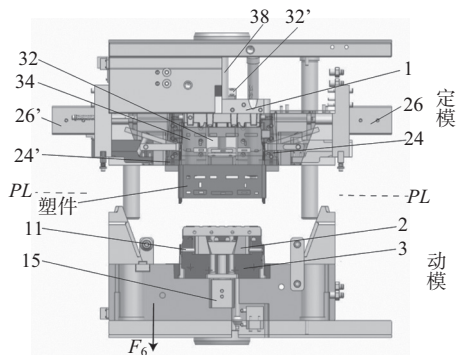


F_5, F_5', F_6 —移动方向; 31—斜导柱; 32—D 壁滑块驱动油缸; 33—斜导套; 34—D 壁滑块; 34'—B 壁滑块; 35—限位圆块; 36—前顶杆; 37—前顶弹簧; 38—热嘴; 其余编号同图 2 和图 3

图 6 B 壁/D 壁滑块脱模机构

7 模具工作原理

模具工作原理如图 7 所示。其具体过程为:模腔闭合,注塑机通过热嘴 38 对模腔进行注塑,注塑完成等待开模。开模前,顶出油缸 15 先启动,驱动 4 个斜孔镶件完成内抽芯动作,使塑件四角 4 个斜孔完成脱模。开模时,注塑机动模板拉动模具动模按 F_6 向下行而开模,模具在 PL 面处打开,上型芯镶件 2、下型芯镶件 3 同时一起从塑件中抽芯抽出,塑件内壁完成脱模,塑件留于模具定模一侧型腔镶件 1 上。模具打开后, A 壁滑块驱动油缸 26' 及 C 壁滑块驱动油缸 26 启动,驱动 A 壁滑块 24' 及 C 壁滑块 24 完成 A 壁及 C 壁外壁的侧抽芯脱模。最后, B 壁滑块驱动油缸 32' 及 D 壁滑块驱动油缸 32 启动,驱动 B 壁滑块 34' 及 D 壁滑块 34 斜向下滑出,将塑件从型腔镶件 1 中拔出的同时,完成 B 壁及 D 壁外壁的侧抽芯脱模,侧抽芯完毕时,塑件从 B 壁滑块 34' 及 D 壁滑块 34 上掉落,实现塑件的完全脱模。



24' —A 壁滑块;26' —A 壁滑块驱动油缸;32' —B 壁滑块驱动油缸;
PL—分型面;其余编号同图 2、图 4、图 5 和图 6

图 7 模具工作原理

8 结论

在深腔物流箱模具结构中,使用油缸拉动斜孔滑块对内壁贯穿型斜孔进行内收式侧抽芯脱模。外壁上局部区域内聚集的不同脱模方向倒扣子特征,使用一种在滑块上设置多个斜顶机构进行两次分步脱模的复合式滑块脱模机构进行脱模。塑件的最终脱模安排在型腔一侧采用外壁侧抽芯滑块拉动和前顶弹簧+前顶杆辅助顶出协同方式进行无损脱模。模具较好地解决了实际生产难题。

参考文献

- [1] 狄金叶,黄海龙,宋杰,等.基于 CAE 技术的后壳体点浇口热流道模具设计[J].塑料工业,2017,45(4):56-60.
Di Jinye, Huang Hailong, Song Jie, et al. Design of hot runner mould for post shell point gate based on CAE technology[J]. China Plastics Industry, 2017, 45(4):56-60.
- [2] 王怀奥,肖国华.电饭煲注塑模具自动脱模机构及控制机构设计[J].中国塑料,2017,31(9):137-144.
Wang Huaiao, Xiao Guohua. Design of automatic demoulding mechanisms and control mechanism for injection molds of rice cookers[J]. China Plastics, 2017, 31(9):137-144.
- [3] 李英,焦洪宇,杨兰玉.摩托车前灯壳体的注塑模具设计[J].塑料科技,2015,43(9):64-66.
Li Ying, Jiao Hongyu, Yang Lanyu. Design on injection mould for headlight housing of motorcycle[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(9):64-66.
- [4] 梁士红.顺序分型点浇口自动脱料塑封定子注塑模设计[J].塑料,2015,44(3):92-94.
Liang Shihong. Designing of sequence parting point-gating automatic stripping injection molding for plastics packed stator[J]. Plastics, 2015, 44(3):92-94.
- [5] 黄智.外螺纹喷水枪座注射模设计[J].模具工业,2020,46(11):45-49.
Huang Zhi. Design of injection mould for water gun base with external thread[J]. Die & Mould Industry, 2020, 46(11):45-49.
- [6] 杨安,肖国华,韩立艳,等.汽车油封盖内螺纹脱模机构及注塑模具设计[J].工程塑料应用,2015,43(4):68-72.
Yang An, Xiao Guohua, Han Liyan, et al. Design of car oil seal cover internal thread demoulding mechanism and injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(4):68-72.
- [7] 刘红燕.助力筒带 2 种多次抽芯机构热流道注射模设计[J].中国塑料,2021,35(1):103-109.
Liu Hongyan. Design of hot runner injection mold with two types of multiple core-pulling mechanisms for booster cylinder[J]. China Plastics, 2021, 35(1):103-109.
- [8] 李源,郭辰光,李威力,等.薄壁电子机壳侧向抽芯注塑模具设计[J].塑料工业,2015,43(8):45-48.
Li Yuan, Guo Chenguang, Li Weili, et al. Design of the side-core pulling injection mold for the thin shell of electronic part[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(8):45-48.
- [9] 肖国华.180°弯管塑件的抽芯机构及注塑模设计[J].工程塑料应用,2021,49(8):81-86.
Xiao Guohua. Design of injection mould and core-pulling mechanism of 180° bend pipe[J]. Engineering Plastics Application, 2021, 49(8):81-86.
- [10] 姜韬远.动模板 9 驱动式 T 型槽斜向抽芯脱模结构设计[J].江苏科技信息,2015(14):53-55.
Jiang Taoyuan. A kind of dynamic template-driven t-slot diagonal pulling ejection structure design[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2015(14):53-55.
- [11] 陈兵,林祝花.汽车尾灯支架注射模设计[J].模具工业,2021,47(5):52-55.
Chen Bing, Lin Zhuhua. Design of injection mould for automobile taillight support[J]. Die & Mould Industry, 2021, 47(5):52-55.
- [12] 徐文庆,熊建武,刘少华,等.自底向上的电熨斗倒置式布局三板点浇口模具设计[J].工程塑料应用,2020,48(7):85-90.
Xu Wenqing, Xiong Jianwu, Liu Shaohua, et al. Design of three plate point gate mould with inverted layout of electric iron from bottom to top[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7):85-90.
- [13] 徐勇军,邱腾雄,何显运.多点潜伏式浇口 LCD 面壳注塑模具设计[J].塑料,2019,48(4):96-99.
Xu Yongjun, Qiu Tengxiong, He Xianyun. Design of injection mould for LCD shell with multipoint submarine gate[J]. Plastics, 2019, 48(4):96-99.
- [14] 张燕琴,黄科勤.迷你音响外壳注射模设计[J].模具工业,2016,42(4):48-51.
Zhang Yanqin, Huang Keqin. Design of injection mould for mini speaker shell[J]. Die & Mould Industry, 2016, 42(4):48-51.