

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.09.019

锥台镂空环圆周旋转抽芯机构模具设计

邓远华¹,熊建武²,梁蓓³,肖国华³

(1. 衡阳技师学院模具系,湖南衡阳 421001; 2. 湖南工业职业技术学院,长沙 410208; 3. 浙江工商职业技术学院现代模具学院,浙江宁波 315012)

摘要:结合锥形塑壳支撑架环塑料件的成型要求,设计了一种单腔两板多点式侧浇口注塑模具,模具模腔的浇注采用三点式内壁侧浇口以保证塑料件的均衡注塑,减少塑料件的注塑成型质量缺陷;为实现塑料件外壁整圆圆周上30个侧壁孔的成型与脱模,设计了一种双油缸同步驱动的圆周15个滑块同步旋转抽芯机构,机构利用油缸首先驱动2个齿条做直线抽芯动作,从而同步驱动一个圆周驱动齿轮进行小角度转动,圆周驱动齿轮上设置有驱动槽,在此驱动槽的驱动下,通过驱动销带动15个圆弧滑块进行旋转抽芯,从而达到对塑料件外壁上30个孔同步抽芯脱模的目的。机构设计简单,动作可靠,模具结构简单,有利于生产制造成本的降低,能为同类塑料件的成型模具设计提供有益参考。

关键词:旋转抽芯;模具设计;脱模机构;圆周驱动;机构

中图分类号: TQ320.66+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)09-0098-05

Mould Design of Conical Table Hollow Ring with Circular Revolving Core-pulling Mechanism

Deng Yuanhua¹, Xiong Jianwu², Liang Bei³, Xiao Guohua³

(1. Die and Mould Department of Hengyang Technician College, Hengyang 421001, China; 2. Hunan Industry Polytechnic, Changsha 410208, China; 3. School of Engineering, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315012, China)

Abstract : According to the forming requirement of the conical shell support ring, a single cavity, two plates and multi-point side gate injection mould was designed. The three-point inner wall side gate was used to ensure the balanced injection of the parts and reduce the injection quality defects of the parts. In order to realize the shaping and demoulding of 30 side holes around the whole circle of the outer wall of the plastic parts, a double cylinder synchronously driven circle was designed. There were 15 slider synchronous core-pulling mechanisms. The mechanism used the cylinder to drive two racks to do linear core-pulling action first, thus synchronizing a driving circular drive gear to rotate at a small angle. The driving groove was arranged on the driving gear. Driven by the driving groove, 15 circular arc sliders were driven by the driving pin to rotate core-pulling so as to achieve the synchronous core-pulling of 30 holes on the outer wall of plastic parts. The purpose of core demoulding was reached. The mechanism design was simple, reliable, and the die structure was simple, which was conducive to the reduction of manufacturing cost. It can provide useful reference for the design of the forming die of the same kind of plastic parts.

Keywords : rotary core pulling ; die design ; demoulding mechanism ; circumferential drive ; mechanism

圆环型塑料件的成型质量与塑料件的形状息息相关,不同的结构形状,采用不同的浇口形式;塑料件成型要求不高,且外壁上无特殊的侧抽芯脱模要求时,可以采用侧浇口来进行浇注以简化模具结构和降低模具制造成本^[1-4];但塑料件的成型要求较高,对于圆环型塑料件,其壁上如果没有设置较多的侧壁孔时,优先采用在环口内壁部位开设盘形浇

口来保证塑料件整体环形壁的成型质量^[5-8],而塑料件上有较多的侧孔时,宜优先在内壁环口上采用三点式侧浇口进行浇注较为合适^[9-11]。环形塑料件外壁上侧孔较少时,一般采用单个滑块侧抽芯机构来实施侧孔的成型与脱模,而对于多个孔时,需要采用联动机构来实施多个侧面滑块的同步抽芯动作,以简化模具机构,降低模具制造成本。多滑块联

通讯作者:熊建武,硕士,教授,高级工程师,主要从事机械设计与制造研究 E-mail:3167690142@qq.com

收稿日期:2019-06-23

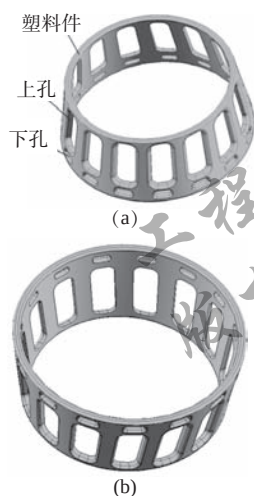
引用格式:邓远华,熊建武,梁蓓,等.锥台镂空环圆周旋转抽芯机构模具设计[J].工程塑料应用,2019,47(9):98-102.

Deng Yuanhua, Xiong Jianwu, Liang Bei, et al. Mould design of conical table hollow ring with circular revolving core-pulling mechanism[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(9):98-102.

动抽芯机构的设计目前有不少,主要集中在单侧面的2个以上侧滑块机构的联动抽芯,或者180°圆弧的侧面哈弗滑块抽芯机构的设计;而对于在圆周上整周需要设置多个滑块进行同步抽芯,且单个滑块抽芯运动时,滑块同时又要做一定的二次圆弧距离旋出抽芯动作,此种机构的设置目前暂无相关报道^[12-15],拟结合某圆柱滚珠轴承的锥形塑壳支撑架环的注塑成型的模具结构设计给出工程案例,以备同类塑料件的模具设计做参考。

1 塑料件形状

某圆柱滚珠轴承的锥形塑壳支撑架环形如图1所示。塑料件材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)/聚碳酸酯(PC),收缩率0.5%;塑料件外形为锥形台镂空环形状,其锥台斜壁上均布了上、下两层侧孔,每层孔均布数量为15个,即15个上孔,15个下孔。上、下层孔均为穿透孔。



a—塑料件正面; b—塑料件反面

图1 塑料件形状

2 成型难点分析

图2为塑料件的结构尺寸图。塑料件的上孔为T1特征,下孔为T2特征;圆台顶部最大外圆尺寸为 $\varnothing 27$ mm,底部最大外圆尺寸为 $\varnothing 31$ mm,圆台高度12 mm。上孔T1特征、下孔T2特征在圆锥台外壁上的分布各为15个,为等间距排列;T1特征为矩形四角倒圆方孔,其朝向壁外的方向为圆角形式。T1特征矩形孔的中心线投影后与锥台中心线的夹角为 3° ,T1矩形孔的两相对侧边朝壁外方向的夹角为 15° ,且两壁的延长线交点不在锥台中心线上,每个孔在圆周上的均布间隔按 24° 均布。下孔T1特征也为类似于上孔T1特征孔的特征,其在锥台

圆周上的均布与T1孔相同,不同的是其相对侧边夹角为 16° ,其对称中心线与其中心线到锥台中心线的夹角为 10° 。

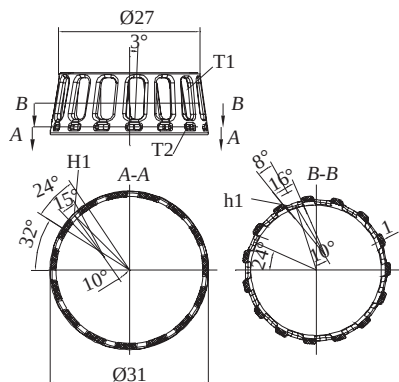


图2 塑料件结构

塑料件成型模具设计难点在于以下几点:

1) 浇注容易走偏心,导致塑料件壁厚不均,其主要影响因素是塑料件侧壁上开设的30个孔导致料流容易在流动路径上产生多向变化,导致料流在孔与孔之间的区域分布不均,造成的壁厚不均以及收缩后因壁厚不均引起的翘曲变形。

2) 锥台外壁30个孔的侧抽芯脱模方式及脱模机构的设计,30个外壁孔的脱模困难之处在于两个方面,一是孔的数量多,且抽芯方向不同,如采用常规的斜导柱滑块机构来实施侧抽芯,则模具的滑块机构多,结构复杂,造成配模、修模困难;二是每个孔脱模的抽芯方向不是沿锥台中心与孔中心的连线方向,而是要沿孔壁所夹成的方向抽出,此抽出方向与锥台中心及孔中心的连线方向的夹角为 10° 。

3) 塑料件的最终脱模方式,因塑料件为薄壁体,其底部无宽厚底壁做顶出支撑,显然,塑料件的最终顶出若采用顶针来对其底部的圆周壁做顶出时,有两个问题导致模具结构设计困难,一是顶针的设计空间不够,顶针不好设置且只能设置小直径顶针,顶针强度不够,二是塑料件上顶出的地方承载面小,塑料件顶出时容易产生变形。

解决的办法是:

1) 在塑料件上端内壁上设置三点式侧浇口来对塑料件进行均衡浇注,不能选择两点式或者四点式,两点或者四点式容易产生注塑偏心。

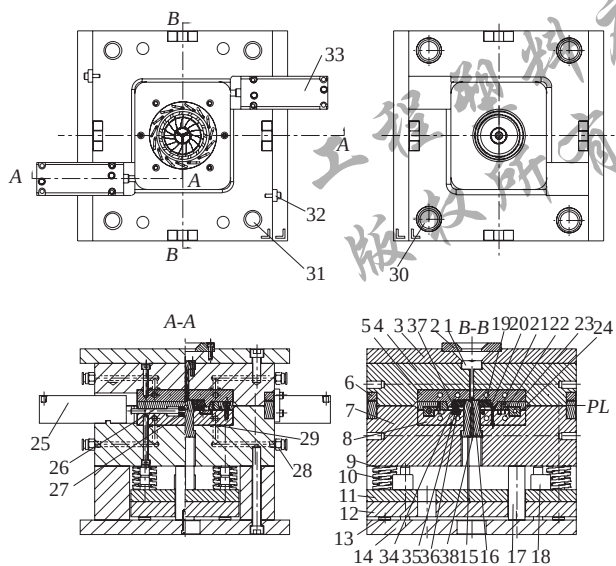
2) 设计一种双油缸驱动齿轮机构来驱动整圈圆周15个成型滑块来同步实施抽芯(每一个滑块对应成型一个上孔和一个下孔),以降低抽芯机构的复杂性和降低模具的制造难度。

3) 采用拉料杆连带顶出塑料件的方式,来对塑料件进行完全顶出脱模,即塑料件顶出脱模时,不对塑料件进行直接顶出,而对三个侧浇口设置冷料井,通过将冷料井顶出,同时将流道废料及塑料件顶出而实现塑料件的完全脱模。

3 模具结构

3.1 结构布局结合塑料件的成型模具设计难点

所设计的模具结构如图3所示。模具采用一模一腔方式进行布局。模具模架采用两板模 LKM 龙记标准模架。模架模板的运动导向采用导套 30、导柱 31 构成的 4 副导柱导套机构进行导向。模架的闭合定位则设置为三重定位,第一重为导柱 31 和导套 30 构成的定位,第二重为精定位块 6 闭合时产生的定位,第三重为型腔镶件 5 与型芯镶件 8 通过圆锥台方式闭合产生的定位。模架顶出机构采用顶出板顶出机构结构形式,仅用于冷料(井)拉料杆 38 的顶出。成型件主要由 15 个侧面弧形滑块 19, 1 个型腔镶件 5 和 1 个中央型芯镶件 16 构成。



- 1—浇口衬套; 2—定位圈; 3—上模座板; 4—定模板; 5—型腔镶件;
6—精定位块; 7—动模板; 8—型芯镶件; 9—复位弹簧; 10—复位杆;
11—顶针面板; 12—顶针推板; 13—垃圾钉; 14—下模座板;
15—隔水片; 16—中央型芯镶件; 17—支撑柱; 18—限位块;
19—侧面弧形滑块; 20—弧槽导向板; 21—弧形活动块;
22—圆周驱动齿轮; 23—齿条驱动杆; 24—齿条; 25—第一油缸;
26—拉杆; 27—杆套; 28—快速接头; 29—密封圈; 30—导套;
31—导柱; 32—锁模片; 33—第二油缸; 34—连接销; 35—中间导向块;
36—底滑块; 37—驱动销; 38—拉料杆; PL—开模面

图3 模具结构

3.2 浇注系统

针对塑料件浇注困难问题,所设置的浇注系统

如图4所示。浇口采用3个浇口,分别为G1, G2, G3。三个浇口采用相同尺寸侧浇口,浇口为矩形侧浇口,进浇截面尺寸为2 mm×3.2 mm。三个浇口在圆周上的均布间隔为120°。流道用半圆形流道,直径为 $\varnothing 5$ mm。浇口与塑料件的分离在塑料件脱模后用切口装置进行切除。如前述,因塑料件在完全顶出脱模时,如顶针用于顶出塑料件下边沿,有可能将塑料件顶坏,因而,3个浇口尺寸设计相对较大,在浇口附近设置相应的三根冷料井顶针(拉料杆),通过顶出冷料井,附带将塑料件完全顶出而脱模。相应的浇注系统零件件1、件2采用通用型标准零件。拉料杆直径为 $\varnothing 6$ mm。

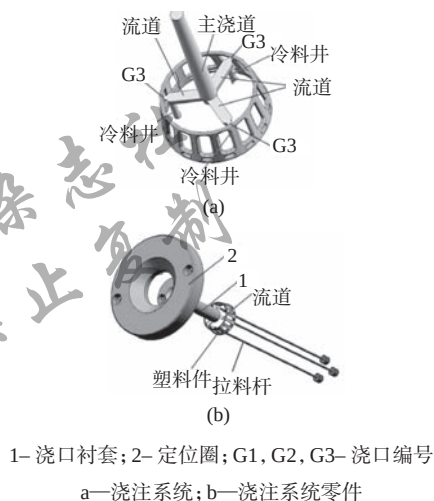


图4 浇注系统

3.3 冷却系统

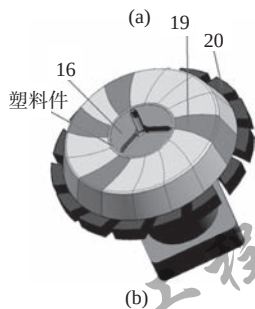
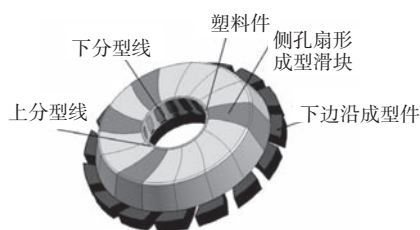
结合图3所示,浇注系统为 $\varnothing 8$ mm 管道进行冷却,型腔镶件 5 采用一条水路,中央型芯镶件 16 与型芯镶件 8 分别采用一条单独水路进行冷却。

3.4 十五个滑块同步旋转抽芯机构

图5为侧孔成型件设计。为实现30个侧孔的成型与抽芯脱模,设置了如图5a中所示的15个侧孔扇形成型滑块来对30个外壁侧孔进行成型和抽芯脱模。侧孔扇形成型滑块主要构成塑料件外壁上分型线和下分型线之间的区域,上分型线以上区域由型腔镶件5成型,下分型线以下由下边沿成型件成型(件20),内壁区域由中央型芯镶件16来成型。对应于侧面弧形滑块19的位置,下边沿成型件成型(件20)设置有一圆弧导向槽,用于弧形滑块19实施抽芯脱模时的圆周旋转运动导向。

为驱动弧形滑块19在下边沿成型件成型(件20)的圆弧滑动槽内滑动抽芯,件20的下方通过连

接销 34、中间导向块 35 与底滑块 36 连接,底滑块 36 可在型芯镶件 8 的槽内按圆弧方向滑动,图 6 为机构安装图。底滑块 36 的末端安装有驱动销 37,驱动销 37 由圆周驱动齿轮 22 上设置的驱动槽进行驱动,圆周驱动齿轮 22 套装于弧槽导向板 20 的外沿,并能绕弧槽导向板 20 外沿转动,圆周驱动齿轮 22 与安装于型芯镶件 8 上的 2 个齿条 24 进行驱动,2 个齿条 24 分别通过各自对应的第一油缸 25、第二油缸 33 来进行驱动见图 6。



16, 19, 20 同图 3

a—侧抽芯成型件设计 I; b—侧抽芯成型件设计 II

图 5 侧孔成型件设计

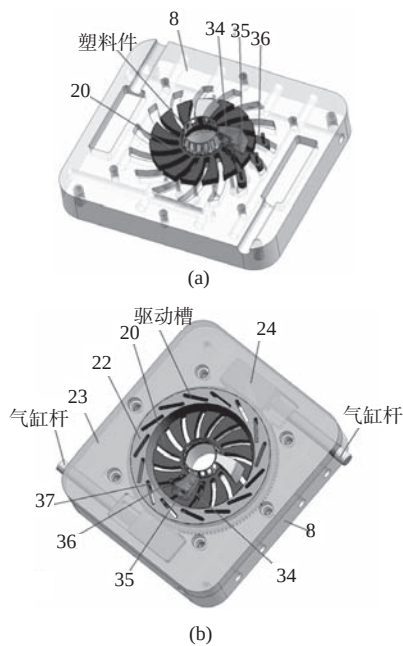
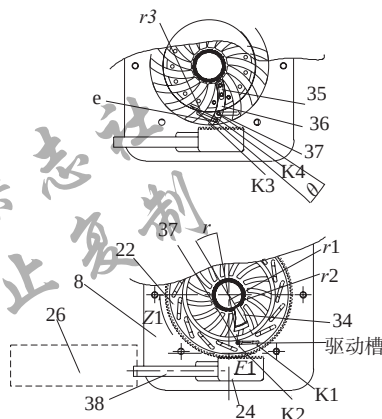
8, 20, 22, 23, 24, 34, 35, 36, 37 同图 3
a—机构无盖板安装 I; b—机构有盖板安装 II

图 6 机构安装图

机构的工作原理如图 7 所示。第一油缸 25 动作,驱动齿条 24 在型芯镶件 8 的槽内按 $F1$ 所示方向进行抽芯,齿条 24 驱动圆周驱动齿轮 22 按 $Z1$ 所示方向旋转,从而,圆周驱动齿轮 22 上的驱动槽从 $K2$ 点开始驱动驱动销 37 运动,直到 $K1$ 点结束为止,驱动销 37 被驱动时,将带动底滑块 36 在型芯镶件 8 的对应槽内按 $r3$ 所示半径做由 $K4$ 点到 $K3$ 点的圆周运动,从而,底滑块 36 驱动弧形滑块 19 做此同步运动,达到对塑料件上单个为止的上孔、下孔进行抽芯脱模的目的。机构运动应满足的关系为:弧形滑块 19 侧面抽芯圆弧距离为 $\overline{K3 \sim K4} = r3 * \theta$, $\gamma \leq 24^\circ$ 。



图内的各个零件同图 3

图 7 机构工作原理

4 模具工作原理

结合图 3,模具的工作原理为:

(1) 模具注塑完毕,经保压、冷却等过程后,模具开启。

(2) 模具在注塑机动模板驱动下后退,模具在 PL 开模面处打开。

(3) 第一油缸 25、第二油缸 33 同步动作,驱动圆周驱动齿轮 22 转动,从而驱动 15 个驱动弧形滑块 19 同步转动,完成塑料件侧边 30 个孔的旋转侧抽芯脱模。

(4) 顶出。注塑机顶杆动作,驱动顶针面板 11、顶针推板 12 向上顶出,从而驱动拉料杆 38 将流道废料及塑料件从中央型芯镶件 16 上完全顶出,实现塑料件的完全脱模。

(5) 复位。模具复位时,拉料杆 38 先复位,而后第一油缸 25、第二油缸 33 驱动侧抽芯脱模机构复位,最后,模具在 PL 开模面处完全闭合,等待下一注塑循环。

5 结论

针对支撑架环塑料件的模具结构设计难点问题,在充分分析其浇注和脱模困难的基础上,设计了其单腔两板式冷浇口结构注塑模具,模具中,塑料件的浇注采用三点式内壁侧浇口以保证塑料件的均衡注塑,以减少塑料件的注塑成型质量缺陷;针对塑料件外壁孔成型及脱模困难问题,设计了一种双油缸同步驱动的圆周15个滑块同步旋转抽芯机构,机构利用油缸首先驱动2个齿条做直线抽芯动作,从而同步驱动一个圆周驱动齿轮进行小角度转动,圆周驱动齿轮上设置有驱动槽,在此驱动槽的驱动下,通过驱动销带动15个圆弧滑块进行旋转抽芯,从而达到对塑料件外壁上30个孔同步抽芯脱模的目的。机构构思巧妙,简化了脱模机构的结构,降低了模具整体的加工制造难度,有效节省了模具制造成本。

参考文献

- [1] 郑文,郁炜,吕迅. 电话机注塑模具浇口的优化设计[J]. 轻工机械,2009,27(2):17-19.
Zheng Wen, Yu Wei, Lyu Xun. Optimization design of injection mold gate for telephone set[J]. Light Industry Machinery, 2009, 27(2):17-19.
- [2] 李金刚,韩红青,黄能会. 注塑模具浇口设计简要分析[J]. 塑料科技,2010(2):82-84.
Li Jingang, Han Hongqing, Huang Nenghui. Brief analysis on design of injection mould gate[J]. Plastic Science and Technology, 2010(2):82-84.
- [3] 王树勋. 基于CAE分析的注塑模具浇口位置研究[J]. 制造业自动化,2011,33(5):35-36.
Wang Shuxun. The research for the gate location of injection mold based on the analysis of CAE[J]. Manufacturing Automation, 2011, 33(5):35-36.
- [4] 史立峰,王立军. MP3前盖注塑模具浇口的优化设计[J]. 装备制造技术,2012(4):157-158.
Shi Lifeng, Wang Lijun. Optimization design of injection mold gate for MP3 shell[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2012(4):157-158.
- [5] 邹光明,张宝祥,丁博,等. 垫圈簧片注塑模具的浇口布置研究[J]. 机械工程师,2014(6):114-116.
Zou Guangming, Zhang Baoxiang, Ding Bo, et al. Research on the gate's arrangement for molding spring washer[J]. Mechanical Engineer, 2014(6):114-116.
- [6] 林权. 基于CAE技术的双浇口高精度仪器挡罩注塑模具设计[J]. 渭南师范学院学报:综合版,2016,31(8):36-40.
Lin Quan. Design of instruction cover stopper injection mold of double gate high precision for cae technology[J]. Journal of Weinan Normal University: Comprehensive Edition, 2016, 31(8):36-40.
- [7] 曾珠,叶家飞. 大型汽车保险杠注塑模具设计及浇注系统优化分析[J]. 塑料工业,2016,44(11):88-91.
Zeng Zhu, Ye Jiafei. Design and gating system optimization analysis of large automobile bumper injection mold[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(11):88-91.
- [8] 张新聚,李亚男,刘雷. 影响注塑模具成型质量的关键因素分析[J]. 塑料工业,2018,46(5):71-75.
Zhang Xinju, Li Yanan, Liu Lei. Analysis of key factors influencing molding quality of injection mold[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(5):71-75.
- [9] 江昌勇,王科,王波,等. 塑料斜齿轮注塑模具脱模机构的优化[J]. 工程塑料应用,2013,41(11):70-73.
Jiang Changyong, Wang Ke, Wang Bo, et al. Ejection mechanism optimization of injection mold for plastic helical gear[J]. Engineering Plastics Applications, 2013, 41(11):70-73.
- [10] 欧阳波仪. 汽车仪表盘倾斜式多种脱模机构及其注塑模具设计[J]. 塑料工业,2016,44(9):70-75.
Ouyang Boyi. Wave instrument inclined multiple ejection mechanisms for automobile instrument cover and injection mold design[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(9):70-75.
- [11] 费柳操,肖国华,卞平. iPad支架联动抽芯脱模机构及注塑模具设计[J]. 中国塑料,2017,31(12):117-123.
He Liucan, Xiao Guohua, Bian Ping. Design of demolding mechanism and injection molds for iPad brackets[J]. China Plastics, 2017, 31(12):117-123.
- [12] 路英华,肖国华,应欣臻,等. 侧边滑块两边内收抽芯脱模机构与注塑模具设计[J]. 模具技术,2017(1):8-13.
Lu Yinghua, Xiao Guohua, Ying Xinzheng, et al. The design of ejection mechanism with both sides of the slider and the injection mould[J]. Mold technology, 2017(1):8-13.
- [13] 汪哲能. 医用输液泵体多层复合脱模机构与注塑模具结构设计[J]. 工程塑料应用,2017,45(11):81-87.
Wang Zheneng. Multi-layer composite demoulding mechanism and structure design of injection mould for medical infusion pump[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(11):81-87.
- [14] 陈爱霞. 小型斜滑块内侧抽芯塑料注塑模具设计[J]. 广西轻工业,2010(4):47-48.
Chen Aixia. Small inclined sliding block inner core pulling plastic injection mold design[J]. Guangxi Light Industry, 2010(4):47-48.
- [15] 余露,陈兴,王进,等. 遥控器主体盖特殊脱模机构及注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2018,46(9):83-88.
Yu Lu, Chen Xing, Wang Jin, et al. Design of special demoulding mechanism and injection mould for remote control main body cover[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(9):83-88.