

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.05.016

# 油缸浮动顶出脱模机构结构优化与注塑模具设计<sup>\*</sup>

徐新华<sup>1</sup>, 郑子军<sup>1,2</sup>, 徐生<sup>1</sup>, 沈忠良<sup>1,2</sup>

(1. 浙江工商职业技术学院现代模具学院, 浙江宁波 315600 ;

2. 国家家电模具工程技术研究中心宁波分中心, 宁波市模塑制品表面装饰与智能成型技术协同创新中心, 浙江宁波 315600)

**摘要:** 针对中间深度凹陷产品扣帽盖的横向脱模, 设计了含油缸浮动顶出与侧边油缸推出组合机构的注塑模具。通过侧边顶出脱模机构的优化设计, 利用模架模板将侧边推出机构顶起, 以增强顶出机构的稳定性及使用寿命。详述了通过注塑模具的三步动作, 实现产品横向顶出侧型芯脱模, 确保塑料件的脱模质量。

**关键词:** 扣帽盖; 注塑模具; 顶出; 油缸; 机构设计

**中图分类号:** TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)05-0085-06

## Optimization of Floating Oil Cylinder Ejector Demould Mechanism Structure and Design of Injection Mould

Xu Xinhua<sup>1</sup>, Zheng Zijun<sup>1,2</sup>, Xu Sheng<sup>1</sup>, Shen Zhongliang<sup>1,2</sup>

(1. Modern Mould College, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315600, China ;

2. National Engineering Research Center of Home Appliance Mould Ningbo Branch, Ningbo Molded Surface Decoration and Intelligent Molding Technology Collaborative Innovation Center, Ningbo 315600, China)

**Abstract :** The oil cylinder floating ejection and oil cylinder side ejection combination mechanism in plastic injection mould was designed for the product with deep sag transverse, like hat demould. Through the optimization design of the side ejector demould mechanism, the die set template was used to push the side mechanism. It enhanced stability and service life of ejection device. By the three steps movements of the injection mould, demould of product lateral ejection was realized. It is ensured the quality of plastics products.

**Keywords :** hat ; injection mould ; ejection ; oil cylinder ; mechanism design

模塑制品的生产中, 产品的顶出机构设计与动作是影响产品质量的重要因素<sup>[1-4]</sup>。赵建亮等<sup>[5]</sup>针对塑料制品的倒扣特点, 设计了一种直顶与斜顶组合的斜顶机构, 通过该组合机构的工作解决了制品倒扣抽芯及筋位脱模困难的问题。但是, 该设计中忽略了抽芯机构布置, 致使该模具体积增大, 机构动作与其它部件易产生干涉等。张建卿等<sup>[6]</sup>采用楔紧块与 T 型槽动定模分别抽芯的组合机构, 以降低模具的制造成本, 同时, 通过多重带 T 型槽滑块联动抽芯的方式, 解决了产品复杂部位的高难度抽芯问题, 但是, 该结构的楔紧块与 T 型槽严重依赖于底座的结构。在大型塑料件模具设计过程中同样面临机构布局与模具体积过大等问题。针对上述分析发现, 采用多机构联动与组合, 是复杂模具设计抽芯与顶出机构的重要策略<sup>[7-9]</sup>。设计模具时, 当出现注塑模具开模方向上无法实现顶出动作时, 考虑将顶出修改为与开模方向垂直的横向顶出, 是一种有利于简化模具结构、保护产品外观、降低模具高度与减

少对注塑机行程要求的重要方法<sup>[10-12]</sup>。

在设计横向顶出时, 一个重要的条件是必须保证产品从除侧向型芯外的其它模具组件中无损地脱模<sup>[13]</sup>。刘阳等<sup>[14]</sup>对汽车后保险杠内藏式分型线模具的结构进行了改造, 设计了横向顶出机构辅助塑料件脱模, 达到了减小模具体积、降低机台费用, 从而降低成本的目的, 但是, 该横向顶出机构的设置过于繁琐, 成本虽有降低, 却降低了生产效率。郑少梅等<sup>[15]</sup>在洗衣机上盖板的注塑模具设计中也引入了横向顶出机构, 但是, 该横向顶出机构在实际运作过程中容易与侧边产品的顶出机构、侧抽芯浮动顶出机构产生干涉。因而, 必须设计可靠的侧边产品顶出机构及与之配套的侧抽芯浮动顶出机构<sup>[1,16]</sup>。

<sup>\*</sup> 浙江省公益技术研究工业项目 (2015C31082), 浙江省教育厅科研项目 (Y201636485), 浙江工商职业技术学院校科研基金重点项目 (2016Z01)

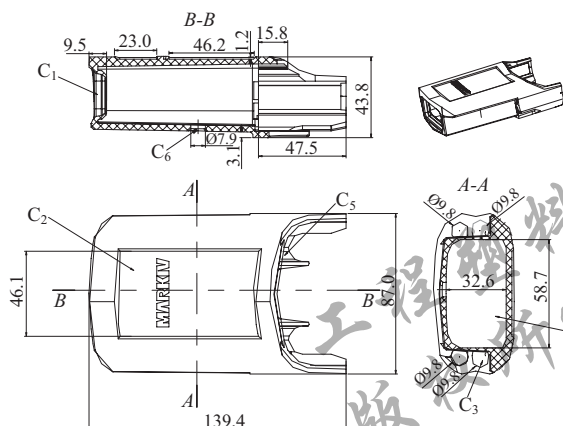
联系人: 沈忠良, 讲师, 研究领域为模具生产制造

收稿日期: 2017-02-20

综上所述,在处理塑料件生产顶出工序中,需要设计合理的顶出机构才能得到较为合理的产品脱模效果<sup>[17-19]</sup>。笔者设计了一种中间深度凹陷产品的横向脱模注塑模具,依托油缸浮动顶出机构实现产品顺利地完全脱模,确保塑料件的稳定生产。

## 1 塑料件分析

产品塑料件为具有不规则外形的中间深度凹陷的扣帽盖,如图1所示。材料为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)/聚碳酸酯(PC)改性材料,密度为 $1.18 \sim 1.22 \text{ g/cm}^3$ ,线膨胀率为 $3.8 \times 10^{-5} \text{ cm/K}$ ,热变形温度为 $135^\circ\text{C}$ ,低温可耐 $-45^\circ\text{C}$ 。塑料件深度达到 $139.4 \text{ mm}$ ,宽度为 $87 \text{ mm}$ 。其中,中部有深度凹陷,深度达到 $90 \text{ mm}$ ,宽度为 $55.7 \text{ mm}$ ,脱模难度较大。



C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>—产品结构特征

图1 塑料件产品

设计模具时,影响产品分型布局及脱模设计的结构特征包括C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>共六个特征(见图1),其脱模方向可做如下考虑:其中C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>为同一出模方向, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>为同一出模方向, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>的出模方向与C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>的相反; C<sub>2</sub>的出模方向为一个方向, C<sub>6</sub>的出模方向与C<sub>2</sub>的相反。因出模方向不同而影响产品的分型布局设计,亦影响到脱模机构及模具整体结构的设计。结合产品的特征特点,经综合考虑, C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>特征的脱模应设计为侧边脱模机构, C<sub>2</sub>的脱模方向则与模具的开模相反, C<sub>6</sub>的脱模方向则与模具的开模相同, C<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>可以直接从型腔、型芯上脱出,故本产品的脱模机构设计重点应为C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>的侧向脱模机构设计及产品的最终顶出脱模设计。

## 2 脱模机构设计

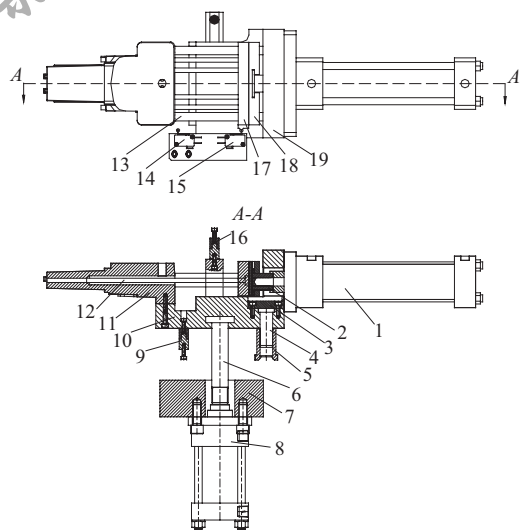
在C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>四个结构特征中, C<sub>1</sub>可采用普通的斜导柱滑块机构进行抽芯, C<sub>3</sub>可考虑将其出

模方向调整为与C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>的方向相同,脱模机构的设计重点在于C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>脱模机构设计以及产品的最终顶出脱模设计。考虑到C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>的脱模方向一致,如果产品从侧边型芯上脱出时,同步能实现这三个特征的脱模,将使模具的结构得到简化。因而,可考虑将上述三个特征的脱模进行如下的脱模机构优化设计。

### 2.1 侧边脱模机构

#### (1) 方案设计。

如图2所示,为了确保产品脱模与动作稳定可靠,拟采用双油缸驱动型脱模机构垂直顶出+产品脱模水平顶出分步动作组合机构,主要包括油缸驱动的脱模机构垂直顶出组件、油缸驱动的产品侧边顶出脱模组件。其中,油缸驱动脱模机构垂直顶出组件主要的功能是在开模后、产品脱模前,将产品(位于卧式侧型芯上)及油缸驱动产品侧边顶出脱模组件从模具动模侧的动模板上同时顶出;油缸驱动脱模机构侧边顶出组件的主要作用是将产品从卧式侧型芯侧边顶出并让其自动从型芯上脱落,实现产品的完全脱模。



- 1—抽芯驱动油缸; 2—螺纹连接套; 3—导柱固定板; 4—顶出板导柱;  
5—顶出板导套; 6—顶出推杆; 7—顶出油缸支板; 8—顶出油缸;  
9—顶出板精定位块; 10—顶出板; 11—卧式侧型芯; 12—侧顶出顶杆;  
13—侧顶杆顶板导柱; 14—前限位开关; 15—后限位开关;  
16—模腔精定位块; 17—侧顶杆固定板; 18—侧顶出顶板;  
19—顶出油缸支板; 20—侧顶板导套

图2 双油缸驱动顶出机构

从图2中可以看出,油缸驱动脱模机构垂直顶出组件包括导柱固定板3、顶出板导柱4、顶出板导套5、顶出推杆6、顶出油缸支板7、油缸8、顶出板精

定位块 9、顶出板 10、模腔精定位块 16 等。产品侧边顶出脱模组件包括抽芯驱动油缸 1、螺纹连接套 2、卧式侧型芯 11、侧顶出顶杆 12、侧顶杆顶板板导柱 13、前限位开关 14、后限位开关 15、侧顶杆固定板 17、侧顶顶出板 18、顶出油缸支板 19、侧顶板导套 20 等。

脱模机构垂直顶出组件的安装情况为:顶出板 10 为产品侧边顶出脱模组件的安装基体板,顶出板精定位块 9 的上半部分、导柱固定板 3、顶出板导柱 4 通过螺钉紧固安装于其上;顶出板导套 5、顶出油缸支板 7 及顶出板精定位块 9 的下半部分安装于模具动模板上;油缸 8 通过螺钉安装于顶出油缸支板 7 上,顶出推杆 6 为油缸 8 与顶出板 10 之间的驱动力传递连接件;模腔精定位块 16 的上定位块安装于模具模板上,下定位块则安装于顶出板 10 上。

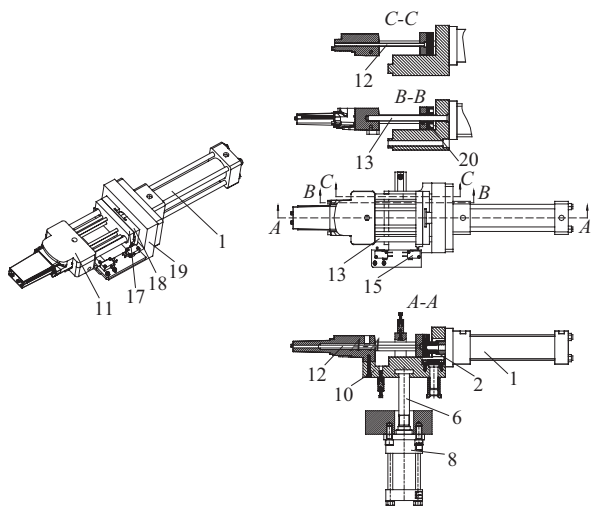
油缸 8 为顶出板 10 的顶出提供驱动力,顶出板导柱 4、顶出板导套 5 为顶出板 10 运动提供导向;模腔精定位块 16、顶出板精定位块 9 为顶出板 10 的开启运动及复位时提供精确闭合定位。

产品侧边顶出脱模组件的装配情况为:卧式侧型芯 11、顶出油缸支板 19 由螺钉紧固安装于顶出板 10 上;卧式侧型芯 11、顶出油缸支板 19 之间安装有侧顶杆顶板导柱 13;侧顶出顶杆 12 安装于侧顶杆固定板 17 上,并由侧顶顶出板 18 压紧,侧顶顶出板 18 与侧顶杆固定板 17 用螺钉紧固联结;侧顶板导套 20 的外侧装配于侧顶顶出板 18 上,其内侧则安装在侧顶杆顶板板导柱 13 上,侧顶杆顶板导柱 13 通过侧顶板导套 20 对侧顶杆固定板 17、侧顶顶出板 18 的运动进行导向限制。机构的拆解图如图 3 所示。

从图 3 可以看出,抽芯驱动油缸 1 由螺钉紧固安装于顶出油缸支板 19 上,并通过螺纹连接套 2 的连接来驱动侧顶杆固定板 17、侧顶顶出板 18;螺纹连接套 2 用销钉锁紧安装于侧顶顶出板 18 上。前限位开关 14 (图中被遮蔽)、后限位开关 15 采用销钉及螺丝安装于顶出板 10 上,对侧顶杆固定板 17、侧顶顶出板 18 组合件的顶出和复位位置间的行程进行控制。

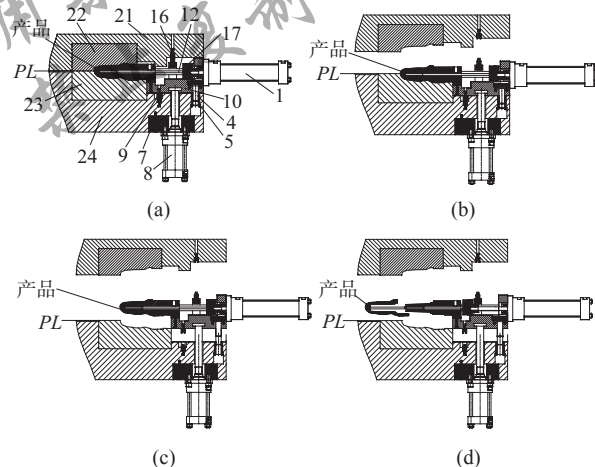
## (2) 组合机构工作原理。

机构安装于模具上动作时,其相应的配套模具零部件包括如图 4 所示的定模板 21、型腔主镶块 22、型芯主镶块 23、动模板 24 及模具主分型面  $PL$ 。相应地,结合图 4a 所示,模腔精定位块 16 的上定位



1—抽芯驱动油缸;2—螺纹连接套;6—顶出推杆;8—顶出油缸;  
10—顶出板;11—卧式侧型芯;12—侧顶出顶杆;  
13—侧顶杆顶板导柱;15—后限位开关;17—侧顶杆固定板;  
18—侧顶顶出板;19—顶出油缸支板;20—侧顶板导套

图 3 组合机构拆解图



1—抽芯驱动油缸;4—顶出板导柱;5—顶出板导套;7—顶出油缸支板;8—顶出油缸;9—顶出板精定位块;10—顶出板;12—侧顶出顶杆;  
16—模腔精定位块;17—侧顶杆固定板;21—定模板;  
22—型腔主镶块;23—型芯主镶块;24—动模板;PL—模具分型面  
a—模具闭合状态;b—模具开模状态;  
c—脱模机构顶出状态;d—产品侧边顶出脱模状态

图 4 机构工作过程

块安装于定模板 21 上,顶出板导套 5、顶出油缸支板 7 及顶出板精定位块 9 的下定位块安装于动模板 24 上。

机构的工作过程为:

(1) 模具注塑完毕,在分型面  $PL$  处打开,产品的上侧面与型腔主镶块 22 完全脱离,如图 4b 所示,组合机构中的抽芯驱动油缸 1、顶出油缸 8 则不动作。

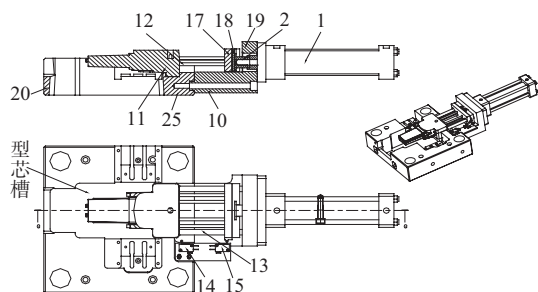
(2) 顶出“产品侧边顶出脱模组件”。模具完全打开后,如图4c所示,顶出油缸8动作,将产品侧边顶出脱模组件从动模板24上顶出,直到产品的下侧面与型芯主镶块23完全脱离,且预留产品侧边顶出时的顶出空间;

(3) 产品完全顶出。产品侧边顶出脱模组件被顶出后,抽芯驱动油缸1动作,驱动侧顶杆固定板17、侧顶顶出板18在侧顶杆顶板板导柱13、侧顶板导套20的导向作用下,推动侧顶出顶杆12向左将产品从卧式侧型芯11顶出脱模,前限位开关14用于限制推动侧顶杆固定板17、侧顶顶出板18的左向顶出行程,后限位开关15用于控制侧顶杆固定板17、侧顶顶出板18的右向复位行程,如图4d所示。

(4) 机构复位。机构复位时,动作顺序与开模顶出过程相反,第一步抽芯驱动油缸1驱动产品侧边顶出脱模组件的顶出零件先复位,而后由顶出油缸8将产品侧边顶出脱模组件向下拉回复位;最后,模具在分型面 $PL$ 处闭合,重新开始下一个注塑循环。

## 2.2 侧边脱模机构的优化和改进

从设计方案的工作过程来看,机构还有较大的优化和改进空间,结合图3,如采用油缸8将侧边推出机构顶起,可以实现 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ 及产品的完全脱模,机构完全可以实现此功能,但从模具整体使用寿命来看,油缸8所推动的顶出机构运行一定寿命后其稳定性将变差,重复定位精度将不断降低,从而导致卧式侧型芯11与模腔的配合性变差,模具寿命降低。考虑到顶出油缸8所驱动的机构的主要功能是将侧抽芯驱动油缸1所驱动的机构顶起而为产品的完全顶出提供顶出空间,可以考虑通过模架模板将侧边推出机构顶起,以增强顶出机构的稳定性及使用寿命,改进后的机构设计如图5所示。



1—抽芯驱动油缸;2—螺纹连接套;10—顶出板;11—卧式侧型芯;  
12—侧顶出顶杆;13—侧顶杆顶板导柱;15—后限位开关;  
17—侧顶杆固定板;18—侧顶顶出板;19—顶出油缸支板;  
21—型腔固定板;25—浮动模板

图5 顶出机构的改进

在模板浮动顶出+侧边油缸推出机构中,抽芯驱动油缸1驱动的侧边推出机构整体安装于浮动模板25(见图6)上,浮动模板25通过导套安装于模具导柱33上,并可在导柱33上滑动,浮动模板25的中央部位开出空槽,以供型芯镶件穿过,即浮动模板25可以相对于空槽中的型芯镶件上下移动,从而能将安装于其上的侧边顶出机构向上顶起,实现开模后留于卧式侧型芯11的产品与图4中的型芯主镶块23脱离,以便于产品最终从卧式侧型芯11上由抽芯驱动油缸1顶出完全脱模。

## 3 模具结构设计

优化后的模具结构设计如图6所示。模具采用两板模结构,动模板上增加设计有浮动模板25。浇注系统采用冷流道侧浇口形式,冷却采用水冷方式,型腔镶件、型芯镶件采用 $\varnothing 8$  mm管道。排气系统采用镶件间隙排气,排气间隙值 $\leq 0.02$  mm。脱模采用改进后的方案——模板浮动顶出+侧边油缸推出机构。模具导向系统由导柱导套构成。侧向顶出脱模机构组件包括抽芯驱动油缸1、螺纹连接套2、顶出板10、卧式侧型芯11、侧顶出顶杆12、侧顶杆固定板17、侧顶顶出板18、顶出油缸支板19;模板浮动顶出机构组件包括复位杆紧固螺钉30、浮动板导套31、复位杆32、导柱33、树脂开闭器34、浮动板弹簧35、复位杆弹簧36、顶针盖板37、顶针推板38。油缸侧向顶出脱模机构组件通过顶出板10与浮动模板25紧固联结而构成浮动顶出组合机构。

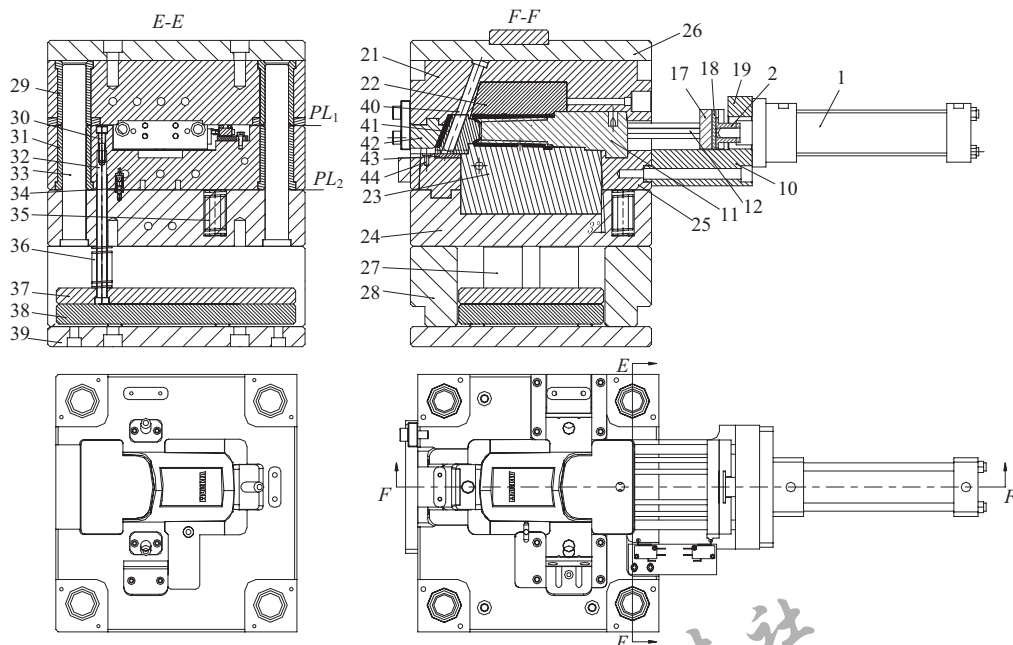
模具工作原理:

(1) 模具注塑完毕。模具在 $PL_1$ 分型面处打开,此时,在复位杆弹簧36的张紧下, $PL_2$ 闭合,因而产品的型腔侧先脱模;斜导柱40驱动滑块体41完成 $C_1$ 特征的脱模。

(2) 浮动模板25浮动顶出。待 $PL_1$ 打开一定距离后,注塑机顶杆推动复位杆32将浮动模板25向上浮动顶出,同时,产品与型芯主镶块23脱离,型芯侧脱模完成。

(3) 侧边顶出。侧边顶出机构被浮动模板25顶出一定距离后,抽芯驱动油缸1动作,将产品从卧式侧型芯11上向图6中左侧侧边顶出, $PL_2$ 打开,实现 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ 的脱模及产品的完全脱模。

(4) 复位。复位时,侧边顶出机构先行复位,而后在注塑机动模板的推动下,模具先是在 $PL_1$ 处复位闭合,最后在 $PL_2$ 处复位闭合。模具闭合,等待下一个注塑循环。



1—抽芯驱动油缸; 2—螺纹连接套; 10—顶出板; 11—卧式侧型芯; 12—侧顶出顶杆; 17—侧顶杆固定板; 18—侧顶顶出板; 19—顶出油缸支板; 21—定模板; 22—型腔主镶块; 23—型芯主镶块; 24—动模板; 25—浮动模板; 26—面板; 27—支撑柱; 28—模脚; 29—定模板导套; 30—复位杆紧固螺钉; 31—顶出板导套; 32—复位杆; 33—导柱; 34—树脂开闭器; 35—顶出板弹簧; 36—复位杆弹簧; 37—顶针盖板; 38—顶针推板; 39—底板; 40—斜导柱; 41—滑块体; 42—楔紧块; 43—耐磨板; 44—限位螺钉;  $PL_1$ —第一次分型面;  $PL_2$ —第二次分型面

图6 模具结构

#### 4 结论

针对扣帽盖产品生产中分型及脱模机构不好,设计难以实现完全脱模的实际问题,通过对产品进行结构特征分析,确定了其分型特点和脱模方式,其脱模方式为产品从型腔型芯两侧完成脱模后,再从侧边完全顶出;并依据此构思,初始方案设计了油缸浮动顶出+侧边油缸抽芯脱模机构方案,通过机构结构优化设计,最终设计模板浮动顶出+侧边油缸推出机构脱模方案,机构优化后所设计的模具结构更为简单,可靠性高,寿命长,通过注塑模具内设计油缸浮动顶出与侧边油缸推出的组合脱模机构,可实现中间深度凹陷产品的可靠脱模,确保产品的稳定生产,为类似产品的开发与设计提供借鉴。

#### 参考文献

- [1] 肖国华. 电器壳浮动模板侧边顶出脱模包胶模设计[J]. 模具工业, 2014(2):50-53.  
Xiao Guohua. Design of mould with floating template and side ejector demoulding structure for encapsulation of apparatus shell[J]. Die & Mould Industry, 2014(2):50-53.
- [2] 刘超. 挡沙弯管塑料件注塑工艺设计与模具开发[D]. 北京: 北京交通大学, 2016.  
Liu Chao. Injection molding process design and mold development for plastic blocking sand bend[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2016.
- [3] 刘杰. 汽车门内板注塑工艺优化与模具设计[D]. 镇江: 江苏大学, 2016.  
Liu Jie. Injection process optimum and mold design of the car door inner panel[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2016.
- [4] 沈忠良, 肖国华, 徐生, 等. 圆周多行位圆弧形直线运动抽芯模具设计[J]. 工程塑料应用, 2016(5):70-73.  
Shen Zhongliang, Xiao Guohua, Xu Sheng, et al. Design of core-pulling mould by rounded linear motion for multi line positions around circumference[J]. Engineering Plastics Application, 2016(5):70-73.
- [5] 赵建亮, 张彦书, 王丁强, 等. 注塑模具组合抽芯机构的设计[J]. 电加工与模具, 2013(5):48-50, 53.  
Zhao Jianliang, Zhang Yanshu, Wang Dingqiang, et al. Design of the combination core-pulling mechanism in the injection mold[J]. Electromachining & Mould, 2013(5):48-50, 53.
- [6] 张建卿, 李云义. 一种多结构滑块注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2016(4):78-81.  
Zhang Jianqing, Li Yunyi. Design for a kind of shaped cover plastic mold with consecutive extracting slider[J]. Engineering Plastics Application, 2016(4):78-81.
- [7] 王桂龙. 快速热循环注塑成型关键技术研究与应用[D]. 济南: 山东大学, 2011.  
Wang Guilong. Research on key technologies and application of rapid heat cycle molding[D]. Jinan: Shandong University, 2011.
- [8] 沈忠良, 肖国华, 徐生, 等. 自动脱螺纹笔帽模具结构设计[J]. 江

- 苏科技信息,2016(5):60-61.
- Shen Zhongliang, Xiao Guohua, Xu Sheng, et al. Struture design of automatically take off whorl cap mould[J]. Jiangsu Science & Technology Information,2016(5):60-61.
- [9] 沈忠良,郑子军,肖国华,等.耦合开模闭模顺序控制与先复位机构的三板注塑模架设计[J].工程塑料应用,2016(10):86-89.
- Shen Zhongliang, Zheng Zijun, Xiao Guohua, et al. Design of three-plate injection mould base with coupling sequence control and pre-reset mechanism[J]. Engineering Plastics Application, 2016(10):86-89.
- [10] 陈鹏,刘仕昌,徐秋红.塑料面板的热流道倒装注塑模的创新设计[J].工程塑料应用,2013(11):67-69.
- Chen Peng, Liu Shichang, Xu QiuHong. Creative design of hot runner inverse-installing injection mold for plastic cover[J]. Engineering Plastics Application,2013(11):67-69.
- [11] 冯丽娜,熊健,郑伟,等.复合材料波纹夹层圆柱壳设计及轴压性能[J].复合材料学报,2016(2):418-429.
- Feng Lina, Xiong Jian, Zheng Wei, et al. Fabrication and axial compression properties of composite corrugated sandwich cylindrical shells[J]. Acta Materiae Compositae Sinica,2016(2):418-429.
- [12] 霍余达,赵建,梁严,等.储物箱热流道注射模设计[J].工程塑料应用,2015(12):73-75.
- Huo Yuda, Zhao Jian, Liang Yan, et al. Design of injection mould with hot runner of storage box[J]. Engineering Plastics Application,2015(12):73-75.
- [13] 高彦哲.注塑装备前模板变区域拓扑优化与合模动力系统性能分析[D].杭州:浙江大学,2016.
- Gao Yanze.Variable domain topology optimization and dynamic analysis of champing power system of injection molding equipment[D]. Hangzhou:Zhejiang University,2016.
- [14] 刘阳,徐晶才.汽车后保险杠内藏式分型线模具的结构改进[J].汽车工艺与材料,2014(10):18-19,23.
- Liu Yang, Xu Jingcai. Bumper car invisible parting line mould structure improvement[J]. Automobile Technology & Material, 2014(10):18-19,23.
- [15] 郑少梅,郝国祥.洗衣机上盖板的注塑模设计[J].塑料工业,2009(7):32-34,37.
- Zheng Shaomei, Hao Guoxiang. Injection mould of the washing machine cover[J]. China Plastics Industry,2009(7):32-34,37.
- [16] 周慧兰,匡唐清,杨群.色拉油瓶盖注塑模具设计[J].工程塑料应用,2014(5):60-62.
- Zhou Huilan, Kuang Tangqing, Yang Qun. Design of injection mold for salad cover[J]. Engineering Plastics Application, 2014(5):60-62.
- [17] 董海东.继电器罩壳注塑模具设计[J].模具技术,2014(1):53-57.
- Dong Haidong. Injection mould design for relay shell[J]. Die and Mould Technology,2014(1):53-57.
- [18] 黄克荣.灯前盖注射模设计[J].模具工业,2016(1):58-60.
- Huang Kerong. Design of injection mould for front lamp shade[J]. Die & Mould Industry,2016(1):58-60.
- [19] 施冬,刘伟庆,齐玉军.新型轻木-GFRP夹芯板拉挤成型工艺及其界面性能[J].复合材料学报,2014(6):1428-1435.
- Shi Dong, Liu Weiqing, Qi Yujun. Pultrusion process and interface performance of new light wood-GFRP sandwich panels[J]. Acta Materiae Compositae Sinica,2014(6):1428-1435.

#### (上接第49页)

- of disperse dye dyeable polypropylene fiber[D]. Zhejiang Sci-Tech University,2014.
- [14] 车江宁,袁琴华.氨纶分散染料染色工艺新探[J].印染,1999,25(8):6-8.
- Che Jiangning, Yuan Qinhua. A new dyeing process of spandex with disperse dyes[J]. Printing and Dyeing,1999,25(8):6-8.
- [15] 朱新生,程嘉祺,徐彤,等.氨纶结晶性与回弹性能的关系[J].合成纤维,2005,34(8):17-21.
- Zhu Xinsheng, Cheng Jiaqi, Xu Tong, et al. Relationship between crystallization and resilience of polyurethane fibers[J]. Synthetic Fiber,2005,34(8):17-21.
- [16] 李杰妹,黄瑞,吕小王,等.傅里叶变换红外光谱技术在聚氨酯行业中的应用进展[J].化学推进剂与高分子材料,2008,6(6):30-35.
- Li Jiemei, Huang Rui, Lyu Xiaowang, et al. Application progress of FT-IR technique in polyurethane Industry[J]. Chemical Propellants & Polymeric Materials,2008,6(6):30-35.
- [17] 高晓红.氨纶分散染料染色工艺研究[J].南通大学学报:自然科学版,2005,4(1):32-35.
- Gao Xiaohong, Research on dyeing process of spandex with disperse dyes[J]. Journal of Nantong University:Natural Science Edition,2005,4(1):32-35.
- [18] 肖长发,孙维敏,刘振,等.红外二向色性法研究聚氨酯薄膜的取向行为[J].高分子材料科学与工程,2001,17(1):106-108.
- Xiao Changfa, Sun Weimin, Liu Zhen, et al. Infrared dichroism studies on the orientation behavior of polyurethane film[J]. Polymer Materials Science & Engineering,2001,17(1):106-108.
- [19] 余志成,林鹤鸣,张珍.涤纶织物在超临界二氧化碳中的染色性能研究[J].纺织学报,2004,25(4):18-19.
- Yu Zhicheng, Lin Heming, Zhang Zhen. Research on dyeing properties of polyester fabrics under carbon dioxide[J]. Journal of Textile Research,2004,25(4):18-19.
- [20] 田磊,刘柳,唐玉才,等.弹力牛仔面料氯漂洗过程中失弹机理的研究[J].天津工业大学学报,2012,31(3):48-51.
- Tian Lei, Liu Liu, Tang Yu cai, et al. Study on loss of elastic mechanism of spandex denim in chlorine bleach washing[J]. Journal of Tianjin Polytechnic University,2012,31(3):48-51.