

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.04.013

扫描仪双色手柄注塑模具设计

张春彬¹, 范红杰², 邹积洋³

(1. 浙江工商职业技术学院机电工程学院, 浙江宁波 315012; 2. 内蒙古师范大学, 呼和浩特 010022; 3. 山东非金属材料研究所, 济南 250031)

摘要: 运用双色注射成型工艺对扫描仪双色手柄塑件进行成型, 设计了一种包含有两个子模具的双色成型三板注塑模具, 两个子模具分别为本体子模具、包胶体子模具。针对本体、包胶体注塑模腔充填困难问题, 设置了点浇口流道转侧浇口流道的复合式流道进行浇注, 以保证两次注塑时两个模腔的可靠充填。针对两个子模具中塑件外壁脱模困难问题, 设置了一种带小弯销先抽芯机构的哈夫滑块机构来满足两次成型时塑件外壁的成型与脱模需要。针对两个子模具中定模侧孔脱模的需要, 在定模侧设置了两个大弯销先抽芯机构及一个油缸先抽芯机构进行脱模。针对包胶体子模具中塑件局部区域双面包胶的需要, 在两个子模具的定模上各自设置了一个用于反包胶成型的换芯式斜滑块机构来实现本体、包胶体成型滑块的转换, 保证了该区域双面包胶成型的顺利实现。

关键词: 双色成型; 注塑模具; 脱模机构; 手柄; 工业造型

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)04-0075-06

Design of Injection Mold for Bi-color Handle of Scanner

Zhang Chunbin¹, Fan Hongjie², Zou Jiyang³

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhejiang Business Technology Institute, Ningbo 315012, China;

2. Inner Mongolia Normal University, Hohhot 010022, China; 3. Shandong Institute of Non-metallic Materials, Jinan 250031, China)

Abstract: Bi-color injection molding technology was used to mold the bi-color handle plastic part of scanner. A bi-color molding 3-plate injection mold was designed with two sub-molds. The two sub-molds are body sub-mold and over sub-mold. Aimed at the difficulty of filling cavities of the body sub-mold and the over sub-mold, a compound runner which was formed by a point-gate runner transformed to side-gate runner was set for gating, so as to ensure the reliable filling of the two cavities during the two injection molding. Aimed at the difficulty in demoulding the outer wall of the body and the over plastic part in the two sub molds, a kind of half slider mechanism, which had an incidental core pulling mechanism that was driven by a small early action bending pin, was set up to meet the needs of the molding and demoulding of the outer wall for the body and the over plastic part, during the two times of molding. Aimed at the need of demoulding for the side hole of the body and the over plastic part in the two sub molds, two large early action bending pin core pulling mechanisms and one oil cylinder early action core pulling mechanism were set at the fixed mold side for demoulding. In order to meet the needs of bilateral encapsulation at the body's local area in the over sub mold, a slanted slider mechanism that used to reverse over molding was set at the fixed mold side of the two sub molds, respectively to realize the transformation of the body and the over plastic part forming slider, so as to ensure the smooth realization of bilateral encapsulation at the local area.

Keywords: bi-color molding; injection mold; demoulding mechanism; handle; industrial modeling

双色或多色设计是塑件工业造型设计中用来提升塑件品质的一个重要方法^[1-2],也是实现塑件包装工业设计多样化的一个重要途径^[3]。双色塑件结构设计不同于普通单一材质塑件的结构设计,其在整体结构、细节特征设置等方面有着更多严格的要

求,因而其模具结构设计也变得更为复杂^[4-5]。双色或多色塑料模具设计的难点主要表现在:①双色或多色成型需要进行多个模腔的形状设计,成型难度大^[6-8];②塑件上如存在特殊脱模要求时,模具结构设计更加复杂^[9-11];③为保证模腔的充填能力,复

通讯作者: 张春彬,高级工业设计师,主要从事产品工业设计和成型工艺研究 E-mail: 32660721@qq.com

收稿日期: 2020-01-19

引用格式: 张春彬,范红杰,邹积洋. 扫描仪双色手柄注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2020,48(4): 75-80,122.

Zhang Chunbin, Fan Hongjie, Zou Jiyang. Design of injection mold for bi-color handle of scanner[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(4): 75-80, 122.

杂塑件的成型需要使用热流道浇注系统,模具制造成本高^[12-14];④结构上要进行较高的创新设计才能克服现有设备的限制,以满足塑件的成型要求^[15-17]。双色或多色塑件成型的模具设计,对设计人员提出了比普通注塑模具设计更高的设计要求,需要更多的设计案例可供借鉴,以降低设计风险。笔者拟结合某扫描仪双色手柄塑件的注塑模具设计,给出参考案例,以供设计避选。

1 扫描仪双色手柄的造型

扫描仪双色手柄塑件的设计造型如图1所示,塑件应用双色注射成型,塑件本体采用丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)硬胶材质,包胶体则采用热塑性聚氨酯(TPU)软胶材质。



图1 产品工业造型

2 双色成型方案

本体特征分布及其分型线如图1所示,塑件分两次注射成型,第一次用ABS硬胶注射成型本体,第二次用TPU软胶对本体进行局部包胶包覆注射成型,最终形成如图1中所示的双色塑件。双色塑件两次成型的模具设计方案分析如下。

2.1 本体注射成型方案

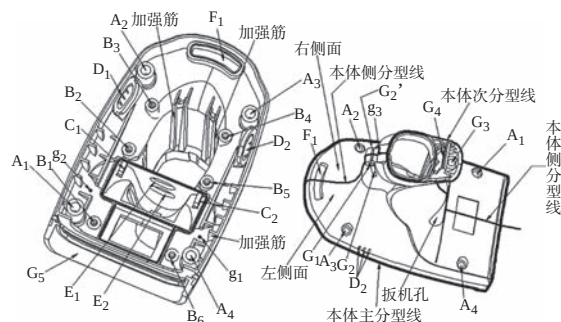
图2为本体特征分布及分型线。本体的外壁形状为左右对称型斜T形体,外壁上影响外壁脱模的特征有:沉台孔 $A_1 \sim A_4$ 的沉孔、挂钩通孔 G_1 、挂钩避位孔 G_2 和 G_2' 、外壁的左、右两个侧面。内壁上影响内壁脱模的特征有:沉台孔 $A_1 \sim A_4$ 的通孔、螺柱盲孔 $B_1 \sim B_6$ 、圆孔 C_1 和 C_2 、侧边组孔 D_1 和 D_2 、侧孔 E_1 和 E_2 、扇形直孔 F_1 、螺柱盲孔 G_3 、矩形通孔 G_4 、侧边槽 G_5 ,以及若干加强筋。

本体的模具方案为:

(I) 开设3个浇口 g_1, g_2, g_3 对模腔进行浇注,以保证模腔的均衡充填。

(II) 采用图2所示的本体主分型线、本体侧分型线、本体次分型线进行分型,以保证塑件的自动脱模。在本体主分型线分型设置下,内、外壁上各特征的脱模作如下安排:

(1) 内壁上各特征的脱模作如下安排:



$A_1 \sim A_4, B_1 \sim B_6, C_1, C_2, D_1, D_2, E_1, E_2, F_1, G_1 \sim G_5, G_2'$ — 结构特征编号;
 $g_1 \sim g_3$ — 浇口编号

图2 本体特征分布及分型线

①沉台孔 $A_1 \sim A_4$ 的通孔、螺柱盲孔 $B_1 \sim B_6$ 、加强筋、扇形直孔 F_1 能在本体主分型线所在的分型面打开时,实现自动脱模。

②圆孔 C_1 和 C_2 分别用2个斜顶脱模;侧孔 E_1 和 E_2 、矩形通孔 G_4 分别各用1个滑块机构脱模。

③侧边槽 G_5 需要进行双面包胶,其成型型芯需要与包胶型芯更换,必需用1个滑块机构脱模。

④鉴于螺柱盲孔 G_3 位置的特殊性,需设置本体次分型线用于本体底部成型件的分型,以保证螺柱盲孔 G_3 在本体次分型线所在的分型面打开时,实现自动脱模。

(2) 外壁上各特征的脱模作如下安排:

①外壁左、右侧面使用一组哈夫滑块进行脱模,哈夫滑块使用图2中的本体侧分型线进行分型,显然,侧边组孔 D_1 、挂钩通孔 G_1 的一半和挂钩避位孔 G_2 的型芯能合并设置于哈夫滑块一个子滑块上,而侧边组孔 D_2 、挂钩通孔 G_1 的另一半和挂钩避位孔 G_2' 的型芯能合并设置于另一个子滑块上。

②哈夫滑块抽芯前,需先将沉台孔 $A_1 \sim A_4$ 的沉孔型芯先抽出,因而需要在定模一侧分别设置4个先抽芯机构进行驱动。

2.2 包胶体注射成型方案

包胶特征分布及其分型线如图3所示,本体包胶成型后,塑件新增加的结构都分布在包胶体外壁上,包括:沉台孔 A_2, A_3 的沉孔在包胶后形成的新的包胶沉孔 A_2' 和 A_3' 、侧边组孔 D_1, D_2 包胶后形成的新的侧边包胶组孔 D_1' 和 D_2' 、扇形直孔 F_1 包胶后形成的扇形包胶直孔 F_1' 、反包胶区域 G_5' 、凹陷区域 G_6 及外壁的两个侧面。

包胶体的模具方案为:

(1) 只开设一个单一浇口 g_4 对包胶体模腔进行浇注。

(2) 采用如图 3 所示的包胶主分型线、包胶侧分型线、包胶次分型线进行分型。

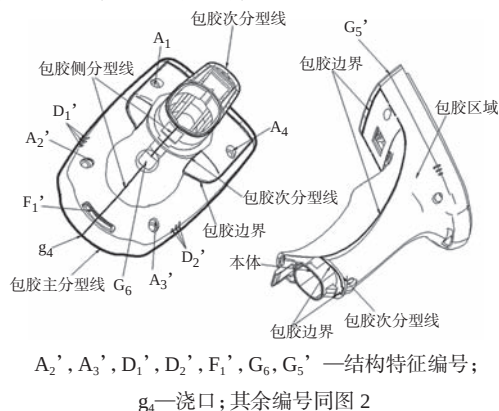


图 3 包胶特征分布及分型线

在包胶主分型线分型设置下,外壁上各特征的脱模作如下安排:

①在包胶主分型线和包胶次分型线之间的外壁区域为包胶成型区域,显然,整个外壁的脱模需要使用 1 组哈夫滑块来脱模;此组哈夫滑块用包胶侧分型线进行分型。

②侧边包胶组孔 D_1' 和 D_2' 的型芯分别设置于哈夫滑块的两个子滑块上。

③哈夫滑块抽芯前,需要将包胶沉孔 A_2' 和 A_3' 、扇形包胶直孔 F_1' 的型芯从包胶体中先抽出。本体注塑时成型的沉台孔 A_1 和 A_4 的沉孔不参与包胶成型,但为防止包胶时料流在此产生漏胶,需要设置跟沉台孔 A_1 和 A_4 的沉孔的型芯一样的两个型芯,插入并堵住沉台孔 A_1 和 A_4 的沉孔,此两个型芯零件分别命名为 A_1' 型芯、 A_4' 型芯。

④对于反包胶区域 G_5' ,其内、外表面都需要包胶,因而,需要将该位置的本体成型的滑块换成满足反包胶成型所需要的双面包胶成型滑块,因而需要设置一个滑块机构来成型和脱模。

⑤凹陷区域 G_6 不能通过哈夫滑块进行脱模,需要设置 1 个滑块机构进行脱模。

3 双色模具结构

3.1 机构布置

模具布局如图 4 所示,双色模具由完成本体成型、包胶体成型的两副三板子模具组成。模具的动模由注塑机动模板带动做 180° 旋转,来实现两副子模具之间的动模型芯交换。

(1) 本体子模具机构布置。

在本体成型子模具中,模腔使用 $g_1 \sim g_3$ 共 3 个浇口进行浇注,流道采用点浇口流道 + 侧浇口流道

相结合的复合式流道。脱模时,对本体塑件及 3 个浇口的流道都不做顶出脱模,留到包胶体子模具中再顶出脱模,即注塑机顶杆不推动该子模具的顶出机构顶出。

对应于本体塑件上特征的脱模,设置了 9 个机构来实施脱模,分别如下:2 个哈夫滑块机构 S_1 和 S_2 ,5 个定模弯销驱动先抽芯机构 $S-A_1 \sim S-A_4$ 和 $S-G_4$,1 个定模油缸驱动先抽芯机构 $S-E_1/E_2$,1 个定模斜抽芯滑块机构 $S-G_5$ 。机构 S_1 和 S_2 用于本体塑件两侧外壁的脱模。机构 $S-A_1 \sim S-A_4$ 用于沉台孔 $A_1 \sim A_4$ 沉孔型芯的先抽芯,机构 S_1 和 S_2 动作前,机构 $S-A_1 \sim S-A_4$ 的型芯先抽出到一定位置,以保证机构 S_1 和 S_2 抽芯时不受干涉。机构 $S-G_4$ 用于矩形通孔 G_4 的脱模;机构 $S-E_1/E_2$ 用于侧孔 E_1 和 E_2 的脱模;机构 $S-G_5$ 用于本体塑件侧边槽 G_5 的脱模。

斜顶机构 X_1 和 X_3 用于圆孔 C_1 的成型和脱模,斜顶机构 X_2 和 X_4 用于圆孔 C_2 的成型和脱模;斜顶机构 X_1 和 X_2 在本体子模具中只成型,不顶出;斜顶机构 X_3 和 X_4 在包胶体子模具中只顶出,不参与包胶体的成型。

(2) 包胶体子模具机构布置。

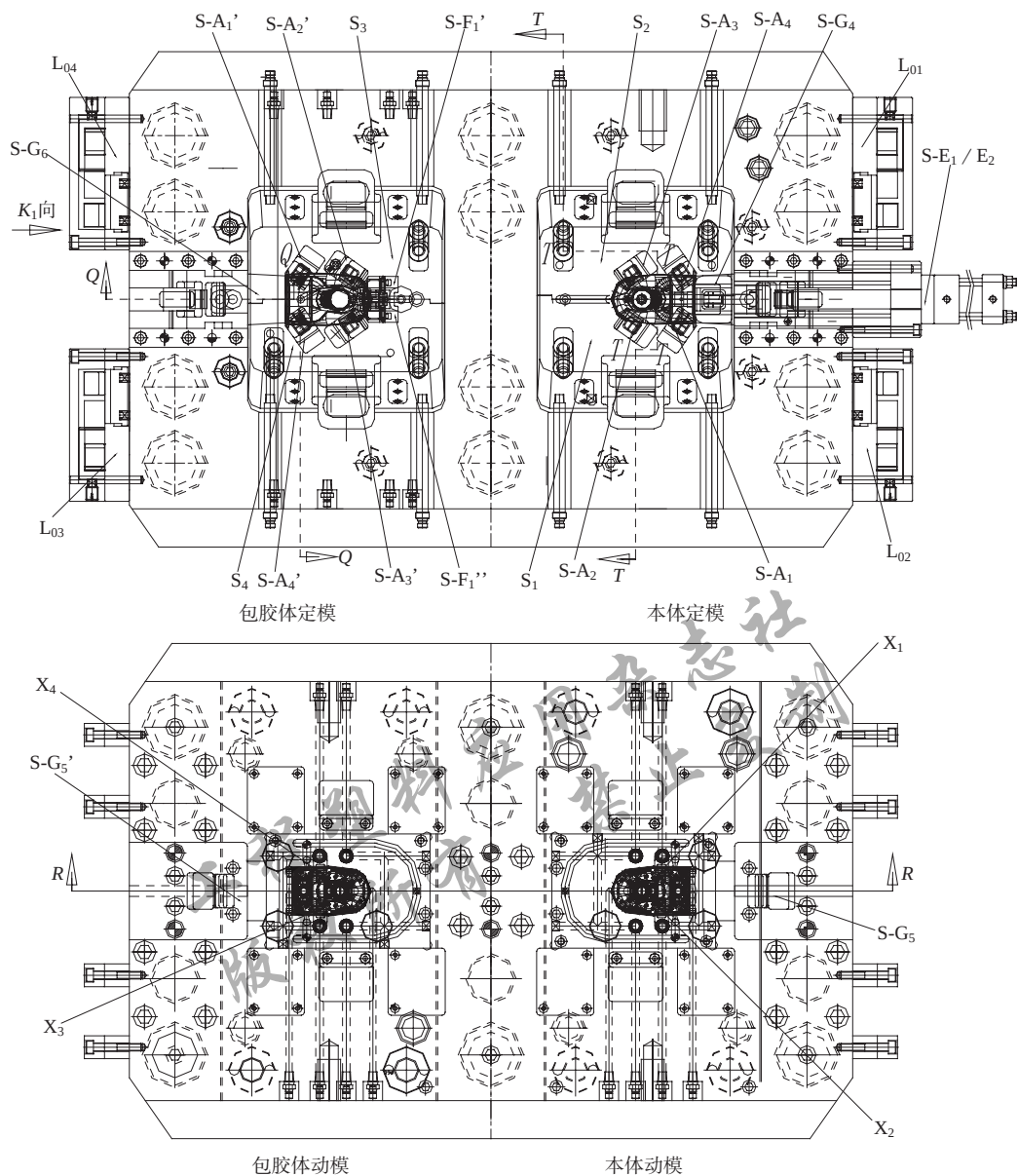
在包胶体子模具中,模腔使用 1 个浇口 g_4 进行浇注,流道同样采用前述的复合式流道。对应于包胶体塑件上特征的脱模,共设置了 10 个机构来实施脱模,分别如下:2 个哈夫滑块机构 S_3 和 S_4 ,7 个定模弯销驱动先抽芯机构 $S-A_1' \sim S-A_4'$, $S-F_1'$, $S-F_1''$ 及 $S-G_6$,1 个定模斜抽芯滑块机构 $S-G_5'$ 。

机构 S_3 和 S_4 用于包胶塑件两侧外壁的脱模。机构 S_3 和 S_4 动作前,机构 $S-A_1' \sim S-A_4'$ 、 $S-F_1'$ 、 $S-F_1''$ 的型芯必须先抽出,以保证机构 S_3 和 S_4 侧抽芯时不受干涉;机构 $S-A_1'$ 和 $S-A_4'$ 的型芯不参与包胶体的成型,设置此两个机构的目的在于保护主体注塑中所成型的沉台孔 A_1 和 A_4 的沉孔在包胶体熔融料流冲击下不发生变形。

机构 $S-F_1'$ 和 $S-F_1''$ 为两个对称布置的子机构,此两个机构的型芯用于成型扇形包胶直孔 F_1' ,即扇形包胶直孔 F_1' 的型芯由此两个机构的型芯拼合构成,需要指出的是,本体成型时扇形包胶直孔 F_1 直接由本体的型芯成型,而扇形包胶直孔 F_1' 只能通过机构 $S-F_1'$ 和 $S-F_1''$ 的型芯镶拼共同成型。

机构 $S-G_5'$ 用于反包胶区域 G_5' 包胶成型后的脱模。机构 $S-G_6$ 机构用于凹陷区域 G_6 的脱模。

(3) 模具中机构的整体分布。



$S_1 \sim S_4$; $S-A_1 \sim S-A_4$; $S-A_1' \sim S-A_4'$; $S-E_1/E_2$; $S-F_1'$; $S-F_1''$ $S-G_4 \sim S-G_6$; $S-G_5'$ —脱模机构编号; $L_{01} \sim L_{04}$ —锁闭机构编号; $X_1 \sim X_4$ —斜顶

图4 模具布局

在两副子模具中,主体机构 S_1 和 S_2 、包胶体机构 S_3 和 S_4 为4个结构相同的哈夫滑块机构,主体机构 $S-A_1 \sim S-A_4$ 、包胶体机构 $S-A_1' \sim S-A_4'$, $S-F_1'$ 和 $S-F_1''$ 为10个结构相似的弯销滑块机构,主体机构 $S-G_5$ 与包胶体机构 $S-G_5'$ 的结构相同,主体机构 $S-G_4$ 与包胶体机构 $S-G_6$ 的结构相同。

主体、包胶体子模具的顶出机构相同,在包胶体注塑完成后,包胶体的顶出机构对本体注塑和包胶体注塑的流道废料、双色成型塑件同时进行顶出。

3.2 模架

模架结构如图5所示,模架为三板模架,模具工作时分三次打开,依次为 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3$ 打开,闭合

时顺序相反。图4中所示的4个模腔锁闭机构 $L_{01} \sim L_{04}$ 用于该模架的开、闭顺序控制,模腔锁闭机构为常用的插杆锁闭机构,其中的模腔锁闭机构 L_{01} 的结构如图5所示。定模板拉杆11、脱料板拉杆12分别用于定模板3、脱料板2的定距。

3.3 哈夫滑块机构

图6为哈夫滑块抽芯机构。哈夫滑块机构 $S_1 \sim S_4$ 的结构相同,以机构 S_2 为例,如图6a所示,其组成件包括零件15~24;机构中,楔紧块19用螺钉紧固安装在定模板3的型腔腔槽内, S_2 滑块18通过T型导轨21安装在楔紧块19上,且能沿T型导轨21滑动;在定模板3和动模板4打开时,动模板

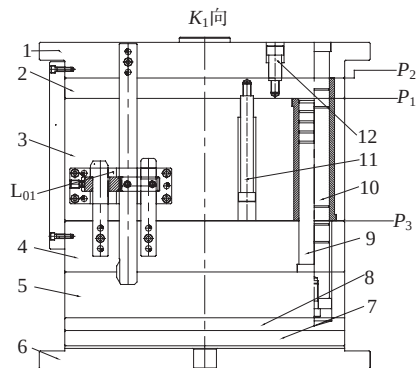


图 5 模架结构

4 上的动模板拉钩 24 拉动 S_2 滑块 18 底部的滑块拉钩 23, 从而拉动 S_2 滑块 18 斜向下滑出, S_2 滑块 18 脱模完成后, 由限位块 22 对其进行限位, 防止其从楔紧块 19 上脱落。 S_2 滑块 18 抽芯之前, 需将其上的沉台孔 A_3 、 A_4 的沉孔型芯先抽出。

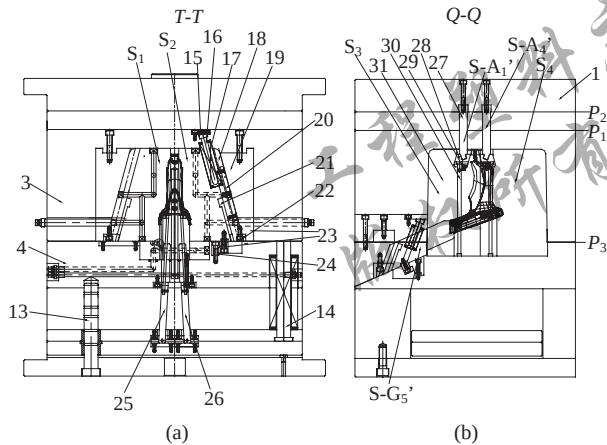
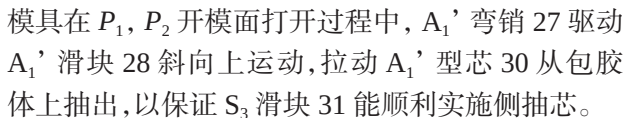


图 6 哈夫滑块抽芯机构

3.4 定模小弯销先抽芯机构

机构 S-A₁ ~ S-A₄, S-A₁' ~ S-A₄', S-F₁' 及 S-F₁' 共 10 个机构的结构和功能相同,以机构 S-A₁' 为例,如图 6b 所示,其组件包括零件 27 ~ 30, A₁' 弯销 27 安装在面板 1 上, A₁' 滑块 28 通过其底部外沿的 T 型导轨安装在 S₃ 滑块 31 的顶部,其由小弹簧 29 辅助驱动,其底部中间设置有滑动 T 型槽, A₁' 型芯 30 的顶端通过该 T 型槽与 A₁' 滑块 28 滑动连接,



3.5 定模大弯销先抽芯机构

定模先抽芯机构如图 7 所示, 机构 S-G₄、S-G₆ 为位于定模的大弯销先抽芯机构, 两者结构相同。以 S-G₄ 机构为例, 其组件包括零件 32 ~ 35, 开模面 P₁、P₂ 打开时, G₄ 弯销 32 驱动 G₄ 型芯 35 完成抽芯。

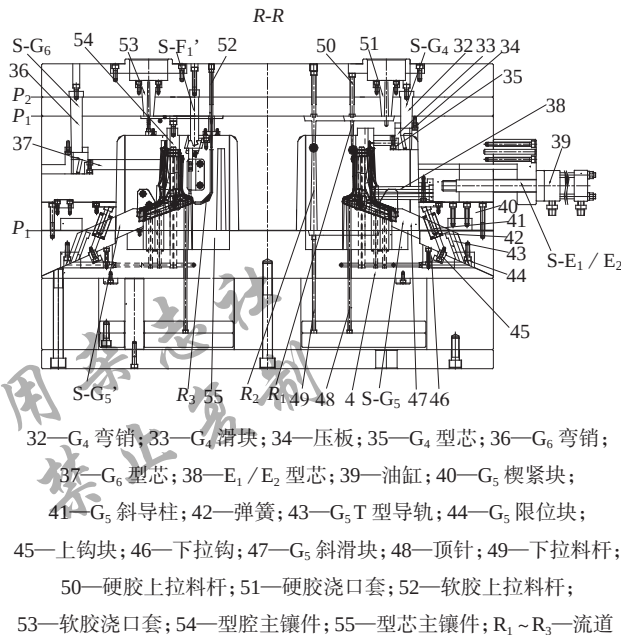


图 7 定模先抽芯机构

3.6 定模油缸抽芯机构

如图 7 所示,机构 S-E₁/E₂ 为位于定模的油缸驱动先抽芯机构,开模面 P₃ 打开之前,油缸 39 驱动 E₁/E₂ 型芯 38 完成侧孔 E₁ 和 E₂ 的先抽芯脱模。

3.7 斜滑块抽芯机构

如图 7 所示,机构 S-G₅ 和 S-G₅' 两个机构安装于模具定模一侧,两机构结构相同,以 S-G₅ 为例,其组件包括零件 40~47;开模面 P₃ 打开时,动模板 4 上的下拉钩 46 拉住安装于 G₅ 斜滑块 47 下端的上钩块 45 下行,在弹簧 42 的辅助驱动下, G₅ 斜滑块 47 向斜下方滑出从而实现侧边槽 G₅ 的脱模;机构中, G₅ 斜滑块 47 通过 G₅ T 型导轨 43 安装在 G₅ 楔紧块 40 上,并由 G₅ 楔紧块 40 下端的 G₅ 限位块 44 对其下行距离进行限位,防止其从 G₅ 楔紧块 40 内滑脱。

4 模具工作原理

模具开始工作,第一次注塑开始,本体模腔进行注塑,而包胶体模腔不注塑,待本体模腔注塑完

毕,模具才开始进入双色注塑循环,其过程为:

(1) 第一次注塑。模具闭合,先对本体模腔进行注塑,包胶体模腔暂时关闭,注塑完毕,经保压、冷却后,模具准备打开。

(2) 开模面 P_1 , P_2 打开。动模后退,模具依次按 $P_1 \rightarrow P_2$ 顺序打开,打开时,本体流道废料从哈夫滑块上局部脱模后,留于型芯上,在此过程中,相应动作的机构有:

① 本体模腔的机构 $S-A_1 \sim S-A_4$ 和 $S-G_4$ 共 5 个机构完成先抽芯动作,机构 $S-E_1 / E_2$ 完成抽芯动作。

② 同步地,机构 $S-A_1' \sim S-A_4'$, $S-F_1'$, $S-F_1''$ 及 $S-G_6$ 共 7 个机构同步进行抽芯空动作。

(3) 开模面 P_3 打开。动模继续后退,开模面 P_3 打开,哈夫滑块机构 $S_1 \sim S_4$, 机构 $S-G_5$ 和 $S-G_5'$ 完成抽芯动作,本体塑件留于本体子模具模腔的型芯上,本体子模具的顶出机构无顶出动作,包胶体子模具则有空顶出动作。

(4) 动模互换。模具动模旋转 180° 完成子模具动模型芯对换后,模具依次按开模面 $P_3 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1$ 闭合,完成第一次注塑。

(5) 第二次注塑。模具在第 (4) 步中闭合之后,第二次注塑开始,两个模腔同步进行注塑,重复第 (2)~(4) 步动作。模具进入双色注塑循环状态。

5 结论

运用双色注射成型工艺对扫描仪双色手柄塑件进行成型,设计了一种双色成型三板式模具进行注塑生产。在模具中,定模侧设置了 2 组哈夫滑块机构、10 个定模小弯销先抽芯机构、2 个定模大弯销先抽芯机构、1 个定模油缸先抽芯机构来完成两次成型时塑件侧壁的成型与脱模;定模侧设置了 2 个换芯式斜滑块机构来实现塑件反包胶唇边部位的成型与脱模,设置了 4 个斜顶机构来完成倒扣孔的脱模。机构合理利用了模具模板的开闭来进行驱动,能有效降低模具的制造成本。模具通过生产实践检验,效果良好,为同类塑件的双色注塑生产提供了设计案例参考,降低了潜在的设计风险。

参考文献

- [1] 孙思峰. 汽车内外饰双色注塑产品结构设计应用[J]. 华东科技:学术版,2015(9):473,472.
Sun Sifeng. Structural design and application of bi-color injection molding products for automobile interior and exterior decoration[J]. East China Science & Technology:Academic Edition,2015(9):473,472.
- [2] 范正妍,刘云国,彭洁. 塑料与产品造型元素的适应性研究[J]. 机械设计,2015,32(5):126-128.
- [3] 陈龙. 基于塑料产品的多样性工业设计及其模具研究[J]. 塑料工业,2018,46(3):151-154.
Chen Long. Industrial design based on diversified plastic products and model research[J]. China Plastics Industry,2018,46(3):151-154.
- [4] 陈茂顺,孙玲,辛勇,等. 双色高光成型塑件的结构设计技术[J]. 塑料工业,2012,40(2):34-37.
Chen Maoshun, Sun Ling, Xin Yong, et al. Structure design technique of double-injection high-gloss surface plastic parts[J]. China Plastics Industry,2012,40(2):34-37.
- [5] 张春彬,张织璇. 基于UG的电吹风圆扁风口塑件工业造型与注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2019,47(2):82-87.
Zhang Chunbin, Zhang Zhixuan. Industrial modeling and injection mould design for circular and flat tuyere plastic part of hair dryer based on UG[J]. Engineering Plastics Application,2019,47(2):82-87.
- [6] 冯刚,田雅萍,张朝阁,等. 双色注射成型技术研究进展[J]. 工程塑料应用,2014,42(8):111-115.
Feng Gang, Tian Yaping, Zhang Chao, et al. Research overview and prospects of bi-color injection molding technology[J]. Engineering Plastics Application,2014,42(8):111-115.
- [7] 刘庆东. 宾利轿车某内饰件双色注塑模具设计[J]. 中国塑料,2017,31(8):122-126.
Liu Qingdong. Design of bicolor injection moulds for an interior trim part in bentley automobiles[J]. China Plastics,2017,31(8):122-126.
- [8] 范有发,肖雪清. 控制开关面板双色注射模设计[J]. 工程塑料应用,2012,40(1):51-54.
Fan Youfa, Xiao Xueqing. Design of bi-color injection mold for control switch facepanel plastic[J]. Engineering Plastics Application,2012,40(1):51-54.
- [9] 刘易凡,陈权中. 带哈夫分型与内抽芯机构的双色模设计[J]. 工程塑料应用,2010,38(6):64-67.
Liu Yifan, Chen Quanzhong. Design of bicolor injection mould with mechanisms of half cavity parting and internal core pulling[J]. Engineering Plastics Application,2010,38(6):64-67.
- [10] 李谟树. 基于活动型芯的双色铲基注塑模设计[J]. 工程塑料应用,2011,39(4):68-71.
Li Moshu. Design of injection mold with a movable core for two-tone shovel[J]. Engineering Plastics Application,2011,39(4):68-71.
- [11] 张维合. 鼠标面盖双色注塑模具设计[J]. 中国塑料,2013,27(8):95-99.
Zhang Weihe. Design of double-shot mold for mouse cover[J]. China Plastics,2013,27(8):95-99.

- forced polypropylene sheet composite honeycomb panel[J]. China Plastics Industry, 2015, 43(12):78-82.
- [12] Ning Haibin, Janowski G M, Vaidya U K, et al. Thermoplastic sandwich structure design and manufacturing for the body panel of mass transit vehicle[J]. Composite structures, 2007, 80(1):82-91.
- [13] 孙雅杰, 范欣愉, 秦永利, 等. 热塑性蜂窝夹芯板的制备和性能研究[J]. 合成材料老化与应用, 2019, 48(5):9-12.
- Sun Yajie, Fan Xinyu, Qin Yongli, et al. Research of preparation and properties of thermoplastic honeycomb sandwich panel[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2019, 48(5):9-12.
- [14] Tan C Y, Akil H M. Impact response of fiber metal laminate sandwich composite structure with polypropylene honeycomb core[J]. Composites Part B:Engineering, 2012, 43(3):1433-1438.
- [15] 赵东情. PP 玻纤复合材料蜂窝夹芯结构力学分析及有限元仿真[D]. 大连:大连理工大学, 2018:20-22.
- Zhao Dongqian. Structural mechanics analysis and finite element simulation of pp glass fiber composite honeycomb sandwich core[D]. Dalian:Dalian University of Technology, 2018:20-22.
- [16] 黄锐. 塑料工业手册:塑料热成型和二次加工[M]. 北京:化学工业出版社, 2004.
- Huang Rui. Plastics industry handbook: Plastic hot forming and secondary processing[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2004.
- [17] 李响. 承载夹层复合材料的轻量化设计方法及其应用研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2011:14-16.
- Li Xiang. Research on the method of lightweight design for loaded sandwich structure composite and its application[D]. Wuhan:Wuhan University of Technology, 2011:14-16.
- [18] 吴进雪. 连续玻纤增强聚烯烃复合材料的制备与性能研究[D]. 淄博:山东理工大学, 2018:28-31.
- Wu Jinxue. Preparation and properties of continuous glass fiber reinforced polyolefin composites[D]. Zibo:Shandong University of Technology, 2018:28-31.
- [19] 何平笙. 高聚物的力学性能[M]. 2版. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2008.
- He Pingsheng. Mechanical properties of polymers[M]. 2nd ed. Hefei:University of science and technology of China Press, 2008.

(上接第 74 页)

- [12] 赵利平, 张宁, 王树勋, 等. 基于自动旋转脱螺纹的红酒瓶盖注塑模具设计[J]. 现代塑料加工应用, 2018, 30(1):60-63.
- Zhao Liping, Zhang Ning, Wang Shuxun, et al. Red wine bottle cap injection mold design based on the automatic rotating thread technology[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2018, 30(1):60-63.
- [13] 郭新玲. 带完整内螺纹瓶盖注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(4):72-74.
- Guo Xinling. Design of injection mold of bottle cap with internal thread[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(4):72-74.
- [14] 苏隰忠. 定模模内自动脱螺纹注塑模设计[J]. 模具技术, 2014(3):19-21.
- Su Qiaozhong. Design of injection mould with automatic thread-demolding[J]. Die and Mould Technology, 2014(3):19-21.
- [15] 何亮, 喻慧文, 曾雪东. 洗发水瓶揭盖式瓶盖注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 41(9):84-87.
- He Liang, Yu Huiwen, Zeng Xuedong. Design of injection mould for shampoo bottle uncover type bottle cap[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 41(9):84-87.
- [16] 高瑾, 肖国华, 郑峰. 一种饮料机分流瓶盖注塑模三次顺序抽芯滑块设计[J]. 工程塑料应用, 2015, 41(11):72-75.
- Gao Jin, Xiao Guohua, Zheng Feng. Design for a three-consecutive pulling slider mechanism of bypass caover of beverage machine plastic mould[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 41(11):72-75.

(上接第 80 页)

- [12] 徐超辉, 王涛. 汽车阀体零件热流道双色注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2019, 33(3):93-96.
- Xu Chaohui, Wang Tao. Design of hot-runner bicolor injection mold for valve body parts of automobile[J]. China Plastics, 2019, 33(3):93-96.
- [13] 董磊磊, 张惠敏. 汽车通风盖板双色注射模设计[J]. 模具工业, 2014, 40(3):45-47.
- Dong Leilei, Zhang Huimin. Two-component injection mould for automobile ventilation cover plate[J]. Die & Mould Industry, 2014, 40(3):45-47.
- [14] 陆建军, 徐伟. 玩具手柄双色注塑模具设计[J]. 现代塑料加工应用, 2016, 28(4):49-52.
- Lu Jianjun, Xu Wei. Bicolor Injection mold design for toy handle[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2016, 28(4):49-52.
- [15] 张维合, 麦培林. 手柄双色注塑模设计[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(5):58-61.
- Zhang Weihe, Mai Peilin. Design of bi-color injection mold for handle[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(5):58-61.
- [16] 李桂金, 匡唐清, 金凯. 基于随形水路技术的带把双色水杯注塑模具设计[J]. 中国塑料, 2018, 32(1):131-136.
- Li Guijin, Kuang Tangqing, Jin Kai. Design of injection molds for a two-color cup with handles based on conformal cooling technology[J]. China Plastics, 2018, 32(1):131-136.
- [17] 伍世锋, 黄清刚, 陈垚, 等. 单腔双色注射模设计[J]. 模具工业, 2016, 42(7):53-56.
- Wu Shifeng, Huang Qinggang, Chen Yao, et al. Design of injection mould with a cavity of dual color[J]. Die & Mould Industry, 2016, 42(7):53-56.