

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.04.012

味精瓶铰接瓶盖八次开模九次脱模注塑模具设计

闫闵¹, 宋杰¹, 刘鹏厚¹, 赵佳峰², 狄金叶¹

(1. 青岛工学院, 山东胶州 266300; 2. 临沂科技职业学院, 山东临沂 276000)

摘要:为解决味精瓶铰接瓶盖脱模困难的问题,设计了一种8次开模9次脱模六板式点浇口注塑模具,模具多腔布局为1模24腔。在模具中,模架采用一种三板式改进的六板式点浇口模架,分8次分型打开。在开模动作中,第1次和第2次打开用于流道废料的自动切除和脱模,第3次用于型腔内的脱模;第4~8次打开用于塑件在型芯上的脱模。在模架改进中,在定模板内增设模推出板,增加一次强制脱模;在动模一侧第六分型板内增设一块内镶模板,增加一次强制脱模,从而实现了模架定模侧分3次打开,动模侧分5次打开。为保证动模能分5次按序打开,设置2种顺序控制机构对动模板的顺序打开进行控制,一种为翘板式锁扣机构,一种为锁芯滑动式锁扣机构,机构设计巧妙,动作稳定可靠,能有效降低模具的复杂程度和制造成本。

关键词:多板注塑模;铰接瓶盖;结构设计;模板开闭机构;强制脱模

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)04-0069-06

Design of Injection Mold with 8 Times Opening and 9 Times Demoulding for Aginomoto Bottle Hinged Cap

Yan Min¹, Song Jie¹, Liu Penghou¹, Zhao Jiafeng², Di Jinye¹

(1. Qingdao Institute of Technology, Jiaozhou 266300, China; 2. Linyi Vocational Institute of Science and Technology, Linyi 276000, China)

Abstract: In order to solve the problem of difficult demoulding of aginomoto bottle hinged cap, a six-plate point-gate injection mold with 8 times of mold opening and 9 times of demoulding was designed. The multi-cavity layout of the mold is 1 mold with 24 cavities. In the mold, the mold base adopted a three-plate improved six-plate point-gate mold base, which was divided into 8 times opening. In the opening operation, the 1st and 2nd opening were used for automatic removal and demoulding of runner waste, the 3rd opening was used for demoulding of cavity, and the 4th–8th opening were used for demoulding of plastic parts on core. In the improvement of the mold base, a fixed-mold push-out -plate was added in the fixed-mold-palte, so a forced demoulding could be added, an inlaid-plate was added in the sixth-parting-plate on the side of the moving-mold, so a forced demoulding could be added, so that the opening of the fixed-mold side of the mold base was divided into 3 times, and the opening of the moving-mold side was divided into 5 times. In order to ensure that the moving-mold could be opened in sequence 5 times, two kinds of sequential control mechanisms were set to control the sequential opening of the moving-mold, one was the rocker-type locking mechanism, the other was the lock-core-sliding-type locking mechanism. The mechanism is ingenious in design, stable and reliable in action, which can effectively reduce the complexity and manufacturing cost of the mold.

Keywords: multi plate injection mold; hinged bottle cap; structure design; mold plate opening and closing mechanism; forced demoulding

包装瓶盖塑件的注塑生产有以下几个特点,其一是需要单模多腔,单次开模塑件的产量多^[1-3];其二是因多层密封的需要,材料需采用韧性较好、能承受较大强制脱模变形的塑料来进行成型^[4-6]。随着

瓶盖密封技术要求的提高,瓶盖的结构变得越来越复杂,其模具结构的设计也提出了许多新的要求,特别是瓶盖的脱模问题,需要结合不同的塑件材质及壁厚采取不同的脱模措施。瓶盖的脱模可以分为以

基金项目: 山东省教育厅高校科技计划项目 (J18KA389)

通讯作者: 闫闵, 硕士, 副教授, 主要从事模具技术的研究 E-mail: swymvictory@126.com

收稿日期: 2020-02-14

引用格式: 闫闵, 宋杰, 刘鹏厚, 等. 味精瓶铰接瓶盖八次开模九次脱模注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2020, 48(4): 69–74, 122.

Yan Min, Song Jie, Liu Penghou, et al. Design of injection mold with 8 times opening and 9 times demoulding for aginomoto bottle hinged cap[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(4): 69–74, 122.

下几种类型:强制方式脱模^[7-9]、顶出机构脱模^[10]、螺纹机构脱模^[11-14]、推板特殊机构脱模等^[15-16]。笔者介绍一种味精瓶铰接瓶盖的脱模,其相应的模具结构中,需要通过模具模板的8次打开驱动成型件进行9次脱模,以实现塑件的自动化注塑生产。

1 铰接瓶盖

味精瓶铰接瓶盖如图1所示,铰接瓶盖塑件的结构可以分为两部分:右边的密封盖和左边的翻盖。右边密封盖与左边翻盖之间采用薄壁铰接筋连接,筋的厚度为0.3 mm,宽度为3 mm。密封盖为圆柱筒形盖,其最大外圆直径为30.4 mm,总高度19.9 mm。为保证密封盖的密封效果,在密封盖的下端内壁上设置了内径为24.7 mm的圆环,上端则设置了外径分别为27.0,22.8,16.7 mm的三层密封圆环。在翻盖内壁设置了内径为26.1 mm的圆环。塑件材质为食用级聚丙烯(PP)塑料。其注射成型的最大难题是上述5处圆环的脱模,因而,合理地设计脱模方案是该塑件注射成型成功的关键。

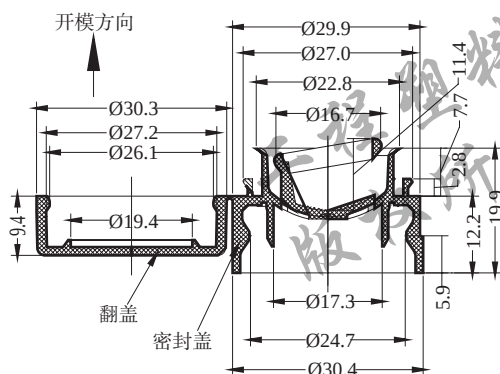


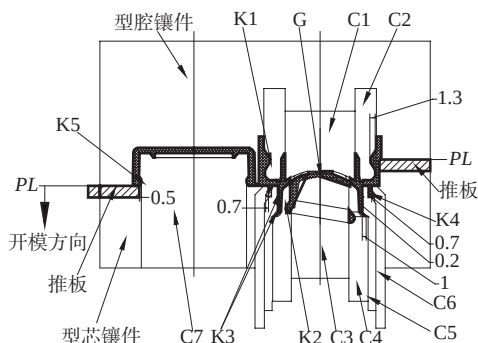
图1 味精瓶铰接瓶盖

2 分型及脱模方案设计

图2为分型及脱模设计。针对塑件的5处圆环特征(K1~K5),其脱模采用强制脱模方式较为合理。在塑件中,K1圆环($\varnothing 24.7$ mm)的强制脱模高度为1.3 mm,K2圆环($\varnothing 16.7$ mm)的为1.0 mm,K3圆环($\varnothing 22.8$ mm)的为1.0 mm,K4圆环($\varnothing 27$ mm)的为0.7 mm,K5圆环($\varnothing 26.1$ mm)的为0.5 mm。整体脱模方案设置为:

以PL面为主分型面,在PL面以上的定模型腔中,设置C1柱形镶件、C2环形镶件对密封盖的下端内壁进行成型和脱模,C2环形镶件为K1圆环的成型件。

脱模时,先将C1柱形镶件抽出,再将C2环形镶件抽出,C1柱形镶件先抽出,便于C2环形镶件对K1圆环实施强制脱模。



PL—主分型面;C1~C7—镶件编号;K1~K5—圆环编号;G—浇口

图2 分型及脱模设计

在PL面以下的动模型芯中,设置了C3,C7柱形镶件,以及C4,C5,C6三个环形镶件,C3柱形镶件为上层正中央盲孔的成型件,C4环形镶件为K2圆环非成型件,C5环形镶件为K3圆环的成型件,C6环形镶件为K4圆环的成型件,C7柱形镶件为K5圆环的成型件。

脱模时,镶件往下抽出顺序依次为C3→C4→C5和C7(C7与C5同步)→C6,只有按此顺序抽出,才能保证C4,C5和C7,C6镶件能依次实施强制脱模。这是因为强制脱模时,圆环所在的环壁材料被强制挤压,圆环壁至少需要一侧有变形空间。

塑件最终留于型芯镶件上,塑件最终的脱模通过推板将塑件从型芯镶件上推出实现完全脱模。塑件从C2,C4,C5和C7,C6镶件上的脱模都为强制脱模。

鉴于成型件的设置需要,以及塑件多腔布局需要,流道废料最好能自动脱模,因而,单个模腔的浇注采用单点点浇口进行浇注,浇口G开设在图2所示的密封盖正中央位置。

3 单腔脱模动作设计

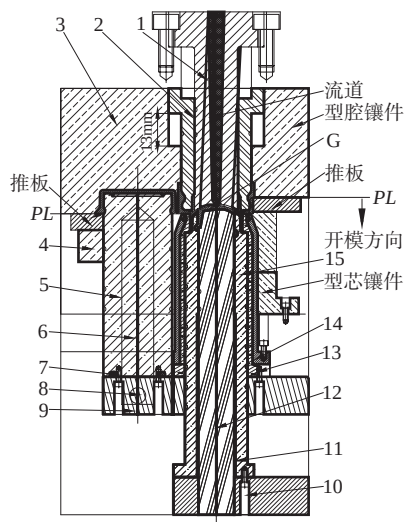
在图2所示脱模布置下,单腔成型零件设置如图3所示,单腔成型件的脱模过程可以分以下步骤进行:

第①步,流道与塑件的分离(第一次脱模)。

第②步,流道废料自动脱模(第二次脱模)。

第③步,塑件下端局部从型腔镶件中脱模(第三次脱模),由PL面打开来实现,PL面打开时,塑件留于动模型芯上。PL面以下的动模按“开模方向”下行时,C1柱形镶件1、型腔镶件3与塑件分离(第三次脱模),而C2环形镶件2跟随塑件下行而暂时先不分离。

第④步,塑件下端完全从型腔镶件中脱模(第



1—C1 柱形镶件; 2—C2 环形镶件; 3—型腔镶件; 4—型芯镶件;
5—C7 柱形镶件; 6—隔水片; 7—密封圈; 8—水孔;
9—C5 / C7 柱形镶件拉板; 10—C4 环形镶件压板; 11—C4 环形镶件;
12—C3 柱形镶件; 13—C5 环形镶件; 14—C6 环形镶件;
15—镶件润滑油槽; 其余零件编号同图 2

图 3 单腔成型零件设置

四次脱模), 动模下行距离为 13 mm 时, C2 环形镶件 2 被型腔镶件 3 拉住, C2 环形镶件 2 被强制从塑件中抽出 (第四次脱模)。

第⑤步, C3 柱形镶件 12 抽芯 (第五次脱模)。

第⑥步, C4 环形镶件 11 抽芯 (第六次脱模)。

第⑦步, C5 环形镶件 13 和 C7 柱形镶件 5 抽

芯 (第七次脱模)。

第⑧步, C6 环形镶件 14 抽芯 (第八次脱模), 塑件留于型芯镶件上。

第⑨步, 塑件从型芯镶件上被推板强制推出 (第九次脱模)。

上述 9 个步骤中: 第①步 ~ 第④步为定模一侧的脱模, 第⑤步 ~ 第⑨步为动模一侧的脱模, 即单腔主分型面 PL 面打开前, 第①步和第②步脱模; PL 面打开时, 第③步和第④步脱模, PL 面打开后, 第⑤步 ~ 第⑧步脱模。

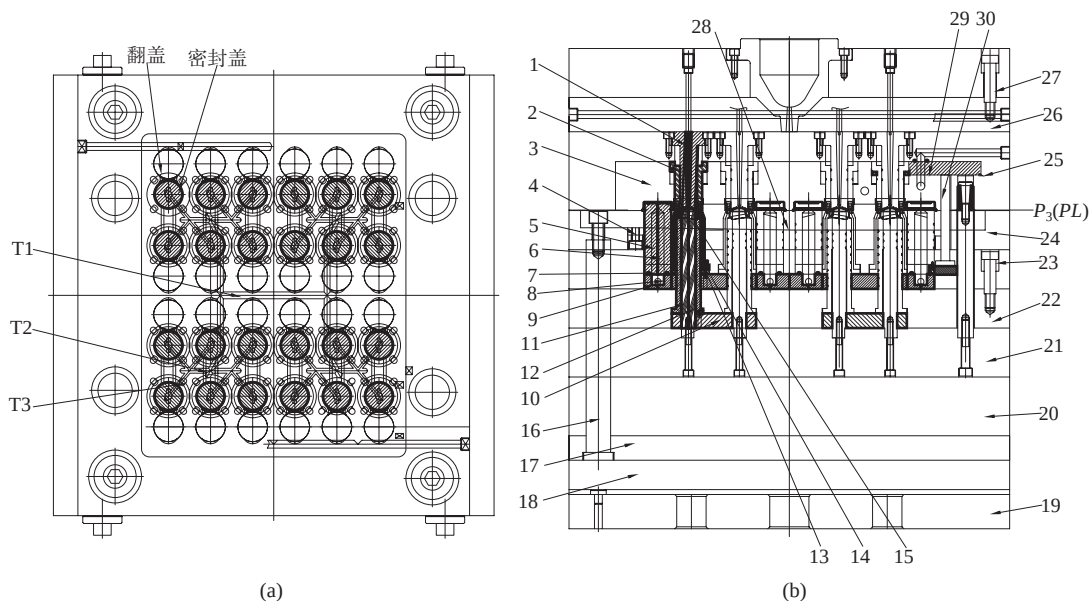
4 模具结构设计

4.1 模具布局

图 4 为模具结构布局。如图 4a 所示, 模腔布局为 1 模 24 腔。T1 ~ T3 为单腔的三级流道, 三级流道的截面均采用 U 型截面流道。单腔在模具中的安装如图 4b 所示。基于成本考虑, 为保证第 3 节中第一次 ~ 第九次脱模动作过程按顺序实现, 通过所用模架模板的打开动作进行驱动。因而, 模架设计时, 以 P_3 面作为模具的主开模面, 模架模板的打开做以下安排:

(1) 定模打开。在 P_3 面及其以上, 定模需设置 3 次打开, 完成单腔脱模动作的第①步 ~ 第④步动作。

(2) 动模打开。在 P_3 面以下, 动模需要设置 5



T1 ~ T3—流道编号; 16—复位杆; 17—盖板; 18—推板; 19—底板; 20—垫块; 21—第四分型板; 22—第五分型板; 23—第六分型板; 24—动模板; 25—定模板; 26—脱料板; 27—面板; 28—动模推板; 29—定模推板; 30—定模复位推杆; P_3 —模架主开模面; 其余零件编号同图 3

a—模腔布局; b—机构布局

图 4 模具结构布局

次打开,完成第⑤步~第⑨步动作。

4.2 模架设计

依据第3节所述,为满足点浇口设置的需要,初始模架选用三板式模架,但结合塑件在模具动模一侧需多次脱模的需要,需对模架进行改进,模架最终改进设计为如图4b所示的六板式点浇口模架。在模架中,定模模板由三块板构成,分别为面板27、脱料板26和定模板25,其中定模板25内增设一块定模推板29;动模模板由动模板24、第六分型板23、第五分型板22、第四分型板21、底板19及垫块20构成。盖板17、推板18构成顶出推板,在动模板24内增设动模推板28,第六分型板23内增设C5/C7柱形镶件拉板9。

4.3 成型件的安装

零件在模架上的安装情况为:

(1) 定模成型件的安装。

如图4b所示,C1柱形镶件1、型腔镶件3安装于定模板25上;C2环形镶件2套装于C1柱形镶件外圆柱上后,安装于型腔镶件3的圆槽内,其尾端安装于定模推板29上,定模推板29能上下活动,以实现在C1柱形镶件1、型腔镶件3与塑件分离一定距离后,延时对塑件进行强制脱模;闭模时,由安装于第六分型板23上的定模复位推杆30将其顶回复位。

(2) 动模成型件的安装。

C3柱形镶件12,C4环形镶件11,C5环形镶件13及C6环形镶件14从外到里依次套装好后,安装于型芯镶件4内;每个镶件的底部安装情况为:

① C3柱形镶件12安装于第四分型板21上。

② C4环形镶件11通过C4环形镶件压板10压紧,安装于第五分型板22的下底面上。

③ C7柱形镶件5,C5环形镶件13分别安装于C5/C7柱形镶件拉板9上,C5/C7柱形镶件拉板9为活动板,其可以在第六分型板23底面所开设的槽内上下移动。

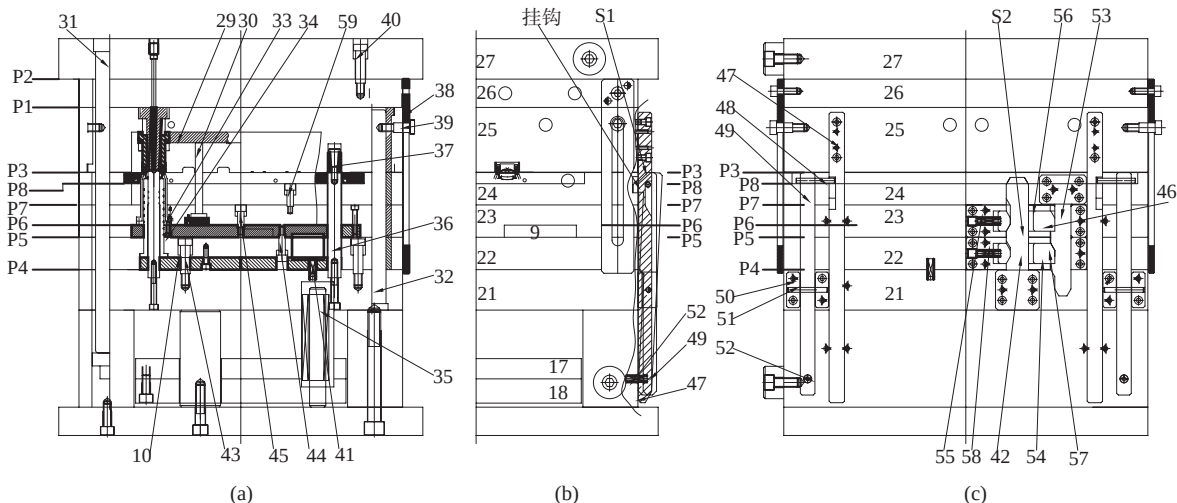
④ C6环形镶件14用螺丝紧固安装于第六分型板23上。

⑤型芯镶件4安装于动模板24上。

⑥动模推板28通过螺钉与复位杆16的上端紧固连接,与盖板17、推板18一起组成塑件的最终脱模顶出机构,用于将塑件从型芯镶件4上推出而实现塑件的完全脱模。

4.4 模具工作原理

为实现第3节中所需的脱模动作顺序,在模架上设置了开闭控制机构、定距控制元件对模板的开闭进行控制,如图5所示。模具按 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_4 \rightarrow P_5 \rightarrow P_6 \rightarrow P_7 \rightarrow P_8$ 次序依次分8次打开,以驱动相应的成型件完成塑件的9次



29—定模推板;30—定模复位推杆;31—主导柱;32—副导柱;33—C5镶件螺丝;34—C6镶件螺丝;35—复位弹簧;36—长拉杆;37—树脂开闭器;38—第一定距拉板;39—定距螺丝;40—第二定距拉杆;41—第四次开模弹簧;42—开锁插杆;43—第四开模定距拉杆;44—第五开模定距拉杆;45—第六开模定距拉杆;46—第六分型板锁芯;47—导杆;48—驱动销;49—摇臂摆杆;50—转动销;50—销板;51—转动销;52—摆臂弹簧;53—锁闭插杆;54—下锁体;55—上弹簧;56—上锁体;57—第五分型板锁芯;58—下弹簧;59—第七开模定距拉杆; $P_1 \sim P_8$ —开模面

a—开模原理;b—S1机构;c—S2机构

图5 模具工作原理

脱模动作。

(1) 定模的打开 (第一次~第四次脱模)。

第一次~第三次开模为定模的打开,实现第一次~第四次脱模。模板打开的顺序为 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3$ 。

① P_1 面打开。第一次开模时, P_3 面以下的动模通过注塑机动模板的驱动下行,此时,动模侧 4 块板 (零件 21~24) 处于闭合状态,直到 P_3 面打开后才能依次打开 (由机构 S1, S2 进行锁闭)。安装于第四分型板 21 上的长拉杆 36,依靠其上端树脂开闭器 37 的吸紧摩擦力,将定模板 25 拉着一起下行,因而,模具首先在 P_1 面处打开,流道废料与塑件在浇口 G 处崩断而分离,此为第一次脱模。 P_1 面打开距离由第一定距拉板 38 和定距螺丝 39 控制,为 140 mm。

② P_2 面打开。 P_1 面打开 140 mm 后,定模板 25 拉动脱料板 26 继续下行, P_2 面打开, P_2 面打开用于流道废料的脱模,此为第二次脱模。 P_2 面打开距离由第二定距拉杆 40 控制,为 10 mm。

③ P_3 面打开。动模继续下行,脱料板 26、定模板 25 被第二定距拉杆 40 拉住,不能继续下行,开模动力将克服树脂开闭器 37 吸紧摩擦力而迫使定模板 25 与动模板 24 分离,模具在 P_3 面 (PL 面) 处打开。此时,塑件成型件与塑件的分离情况为:塑件留于动模型芯镶件 4 上,塑件先与型腔镶件 3 和 C1 柱形镶件 1 分离,此为第三次脱模。

C2 环形镶件 2 的安装板定模推板 29 失去了其下端顶杆定模复位推杆 30 的顶住, C2 环形镶件 2 在包紧力的作用下,被塑件拉着一起下行,直到型腔镶件 3, C1 柱形镶件 1 脱离完毕。 P_3 面打开 13 mm 后, C2 环形镶件 2 被型腔镶件 4 拉住,强制从塑件中抽出,此为塑件的第四次脱模 (强制脱模)。

(2) 动模的打开 (第五~第九次脱模)。

第四次~第八次开模为动模的打开,其顺序为 $P_4 \rightarrow P_5 \rightarrow P_6 \rightarrow P_7 \rightarrow P_8$ 。

模具 P_3 面以下的动模模板第四分型板 21~推板 24 之间的闭合状态,必须等到 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3$ 打开完成后才能开启。 P_3 面打开后,动模部分模板的开启顺序为 $P_4 \rightarrow P_5 \rightarrow P_6 \rightarrow P_7 \rightarrow P_8$,为保证此开启顺序,相应地,设置了用于此顺序控制的机构 S1 和机构 S2,如图 5b、图 5c 所示,机构 S1 用于第四分型板 21~动模板 24 之间的锁紧,机构 S2 用于第五分型板 22~动模板 24 之间的锁紧。

① P_4 面打开。定模、动模在 P_3 面处打开分离后,动模继续下行,机构 S1 将第四分型板 21 和动模板 24 之间的闭合打开 (此时,机构 S2 处于锁紧状态),在第四次开模弹簧 41 的撑开下,动模首先在 P_4 面处打开,第四分型板 21 拉动其上的 C3 柱形镶件 12 抽出,此为塑件的第五次抽芯脱模。

② P_5 面打开。 P_4 面打开距离 12 mm 后,第四分型板 21 上 S2 机构的开锁插杆 42 已将第五分型板 22、第六分型板 23 之间的锁闭打开,动模继续下行时,第四分型板 21 上的第四定距拉杆 43 将拉动第五分型板 22 一起下行,此时, P_5 面打开, P_5 面打开时, C4 环形镶件 11 从塑件中抽出,此为塑件的第六次抽芯脱模 (强制脱模)。

③ P_6 面打开。 P_5 打开后,第五分型板 22 下行距离为 6 mm 后,第五分型板 22 拉动第五定距拉杆 44 下行,从而拉动 C5/C7 柱形镶件拉板 9 下行, C5/C7 柱形镶件拉板 9 下行 6 mm 后,被第六分型板 23 内的第六定距拉杆 45 拉住。C5/C7 柱形镶件拉板 9 与第六分型板 23 分离,此为 P_6 面打开。 P_6 面打开时, C5/C7 柱形镶件拉板 9 上的 C7 柱形镶件 5, C5 环形镶件 13 从塑件中强制抽出,此为塑件的第七次抽芯脱模 (强制脱模)。

④ P_7 面打开。待 P_6 面打开后, S2 机构的开锁插杆 42 已经下行 12 mm+6 mm+6 mm=24 mm,开锁插杆 42 将第六分型板锁芯 46 推向左边,将第六分型板 23 与动模板 24 的锁闭打开,第六分型板 23 与动模板 24 处于临界分离状态,动模继续下行,第六分型板 23 下行,带动 C6 环形镶件 14 抽出,此为塑件的第八次抽芯脱模 (强制脱模)。

⑤ P_8 面打开。注塑机顶杆顶住顶出板 (盖板 17 与推板 18) 先不动,动模继续下行时,第六分型板 23 通过第七开模定距拉杆 59 拉动动模板 24 下行, P_8 面打开,此时,动模推板 28 将塑件从型芯镶件 4 上推出,实现塑件的第九次完全推出脱模。

⑥ 模具的闭合过程同开模过程相反。

(3) 机构 S1、机构 S2 的工作原理。

① 机构 S1 工作原理。机构 S1 为翘板式锁扣机构,其组件包括零件 47~52, P_3 面打开后,随着动模的下行,导杆 47 的导槽驱动驱动销 48 运动,从而推动摇臂摆杆 49 克服摆臂弹簧 52 的弹力,使摇臂摆杆 49 绕转动销 51 的中心转动,直到导杆 47 将驱动销 48 驱动到其顶面,使摇臂摆杆 49 上端的挂钩与动模板 24 解锁脱离,将动模板 24、第六分型板 23

和第五分型板22与第四分型板21之间的锁闭打开。导杆47的导槽开锁距离为32 mm,能保证塑件的顶出设置距离(12 mm+20 mm)。

②机构S2工作原理。机构S2为锁芯滑动式锁扣机构, P_4 面打开后,第五分型板22、第六分型板23、动模板24由机构S2继续锁闭,该锁扣机构由开锁插杆42、第六分型板锁芯46及零件53~58组成,其工作原理为:模具闭合时,锁闭插杆53通过其上的两个挂钩分别将第六分型板锁芯46、第五分型板锁芯57勾住,而将动模板24、第六分型板23、第五分型板22锁紧在一起,当第四分型板21与第五分型板22分离打开后(P_4 面),开锁插杆42下行,依次驱动第五分型板锁芯57、第六分型板锁芯46克服下弹簧58、上弹簧55的张力而向左边移动,从而依次解开第五分型板锁芯57、第六分型板锁芯46与锁闭插杆53的锁闭,将模板按 $P_5 \rightarrow P_6 \rightarrow P_7$ 次序打开。闭合时,其锁闭顺序刚好相反。 P_5 面在 P_4 面打开12 mm距离后才能完全打开, P_7 面在 P_5 面打开12 mm后能完全打开,所以, P_4 打开24 mm后, P_7 面能完全打开。

5 结论

针对味精瓶铰接瓶盖塑件的成型需要,设计了一种8次开模9次脱模六板式点浇口模具。模具模腔布局为1模24腔,单腔采用单点浇口进行浇注。

(1)在模具中,塑件下层的脱模分4次进行,其中包含1次强制抽芯脱模;上层则分5次进行脱模,其中包含3次强制脱模。为实现塑件9次脱模动作的依次进行,模架结构由三板模改进为六板模;并在定模一侧的定模板内增设定模推板,以增加一次强制脱模动作;在动模一侧的第六分型板内增设一块内镶模板,以增加一次强制脱模动作,从而实现塑件9次脱模所需的8次开模模架的需要。依靠模板顺序开闭控制机构和定距元件进行控制,将不同次序抽芯的成型件安装于相应模板上,依靠模架的8次顺序开启动作,达到成型件依次抽芯和塑件9次脱模目的,实现了塑件的自动化注塑生产。

(2)设计了两种机械式控制机构对动模四块模板之间的顺序开闭进行控制,分别为翘板式锁扣机构和锁芯滑动式锁扣机构,机构由模具开模动力驱动,设计巧妙,动作稳定可靠,降低了模具的复杂程度和制造成本。

参考文献

- [1] 刘红燕. 翻盖瓶盖注塑模具设计[J]. 工程塑料应用, 2019, 47(1):96-101.

- Liu Hongyan. Design of injection mould for flip type bottle cap[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(1):96-101.
- [2] 严增新. 1模32腔饮料瓶盖模具设计与制造[J]. 新技术新工艺, 2006(7):32-34.
- Yan Zengxin. Design and process of 32-cavity injection moulds for beverage bottle lid[J]. New Technology & New Process, 2006(7):32-34.
- [3] 吴国献,汪峰,乐振土. 保健饮品瓶盖叠层注塑模结构设计[J]. 模具技术, 2018(2):18-21.
- Wu Guoxian, Wang Feng, Le Zhenyu. A design of laminated injection mould for a health drink bottle cap[J]. Die and Mould Technology, 2018(2):18-21.
- [4] 高鹏,郭晓. 拉环瓶盖热流道注塑模设计[J]. 模具工程, 2010(9):64-65.
- Gao Peng, Guo Xiao. Design of hot-runner injection mold for the pull ring caps[J]. Mould & Die Project, 2010(9):64-65.
- [5] 曾芳勇. 保鲜瓶盖专用LLDPE树脂的开发[J]. 合成树脂及塑料, 2013, 30(6):10-14.
- Zeng Fangyong. Development of special LLDPE resin for fresh-keeping bottle caps[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2013, 30(6):10-14.
- [6] 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, 42(5):60-62.
- Zhou Huilan, Kuang Tangqing, Yang Qun. Design of injection mold for salad cover[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(5):60-62.
- [7] 陶筱梅,杜小清,刘好. 防伪瓶盖注塑模强制脱模机构设计[J]. 塑料科技, 2007, 35(11):86-88.
- Tao Xiaomei, Du Xiaoqing, Liu Hao. Design of forced demoulding mechanism for injection mould of anti-fake bottle cap[J]. Plastics Science and Technology, 2007, 35(11):86-88.
- [8] 尹健. 一种专用瓶盖的注塑模设计[J]. 贵州工业大学学报:自然科学版, 2001, 30(4):62-64.
- Yin Jian. The design of plastic injection mould for a special cap[J]. Journal of Guizhou University of Technology: Natural Science Edition, 2001, 30(4):62-64.
- [9] 张维合. 饮料瓶盖注射模设计[J]. 模具工业, 2010, 36(9):49-51.
- Zhang Weihe. Development of injection mould for beverage bottle cap[J]. Die & Mould Industry, 2010, 36(9):49-51.
- [10] 张九强,王小鹏. 瓶盖类注塑模的设计[J]. 制造业自动化, 2012, 34(5):140-143.
- Zhang Jiuqiang, Wang Xiaopeng. Design of injection mould for bottle type[J]. Manufacturing Automation, 2012, 34(5):140-143.
- [11] 汪小芳,李锐. 瓶盖自动脱螺纹注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2017, 45(12):100-103.
- Wang Xiaofang, Li Rui. Design of injection mould with automatic thread demoulding for bottle cap[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(12):100-103.

- 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):1 433-1 438.
- [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.