

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2024.03.016

基于改性 PP 成型的工控机电路板支撑架注射模设计

王清¹, 张云², 汪伟芬³, 熊建武^{2,4}, 胡智清⁵, 陈黎明⁵

(1. 长沙航空职业技术学院, 长沙 410124; 2. 湖南工业职业技术学院, 长沙 410208; 3. 南县职业中等专业学校, 湖南南县 413299;
4. 邵阳通用航空职业学院, 湖南邵阳 422000; 5. 湖南财经工业职业技术学院, 湖南衡阳 421002)

摘要: 针对工控机电路板支撑架大型塑件的成型, 选用了一种玻纤改性增强聚丙烯(PP)复合材料用于塑件的注射成型。模具结构为三板模结构, 分 3 次开模打开。为保证塑件模腔充填均衡性、饱满性而设计了两个点浇口用于模腔的浇注。针对塑件二级子特征较多, 特别是异型螺柱深筋位较多的特点, 设计了多个局部镶件用于这些局部特征的成型, 在提高局部成型镶件强度的同时, 降低了这些成型件的加工难度。针对模腔局部位置排气难点, 设置了多个透气镶件以增强排气。设置了锁扣机构、定距拉杆机构用于模具的开模闭模控制; 设计了弹料机构用于流道废料的可靠脱模、定位机构以确保塑件的成型精度和模具工作寿命; 3 个滑块机构用于塑件侧壁直壁及直壁上侧孔的成型与脱模。模具结构形式合理, 成型件便于加工且实用可靠, 能为同类模具设计提供有益借鉴。

关键词: 聚丙烯复合材料; 玻纤改性; 工控机电路板支架; 三板模; 成型件设计; 模具结构

中图分类号: TG243 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2024)03-0097-06

Design of injection mould for industrial computer circuit board support frame based on modified PP moulding

WANG Qing¹, ZHANG Yun², WANG Weifen³, XIONG Jianwu^{2,4}, HU Zhiqing⁵, CHEN Liming⁵

(1. Changsha Aeronautical Vocational and Technical College, Changsha 410124, China; 2. Hunan Industry Polytechnic, Changsha 410208, China; 3. Nanxian Vocational School, Nanxian 413299, China; 4. Shaoyang General Aviation Vocational College, Shaoyang 422000, China; 5. Hunan Financial Industrial Vocational-technical College, Hengyang 421002, China)

Abstract : A glass fiber modified and reinforced polypropylene (PP) composite was selected for injection moulding of large plastic parts for the support frame of industrial control computer circuit boards. The mould structure was a three plate mould structure, which was opened in three stages. To ensure the balanced and full filling of the plastic mould cavity, two point gates were designed for the pouring of the mould cavity. In response to the high number of secondary sub features on plastic parts, especially the high number of special-shaped bolts and deep ribs, multiple local inserts had been designed for the formation of these local features, improving the strength of local formed inserts while reducing the processing difficulty of these formed parts. Multiple breathable inserts had been installed to enhance exhaust in response to the difficulty of local exhaust in the mould cavity. In the mould, a locking mechanism and a fixed distance pull rod mechanism were installed for controlling the opening and closing of the mould; A spring material mechanism for reliable demoulding of runner waste was designed, and a positioning mechanism to ensure the forming accuracy of plastic parts and the working life of the mould; Three slider mechanisms was designed for the moulding and demoulding of plastic parts with straight walls and side holes on the straight walls. The selection of mould structure form is reasonable, the formed parts are easy to process and work reliably, and the selection of mechanism is practical and reliable, which can provide useful reference for similar mould design.

Keywords : polypropylene composite ; glass fiber modification ; industrial computer circuit board bracket ; three part mould ; design of formed part ; mould structure

基金项目: 2022 年湖南省教育厅科学研究项目(22C1411)

通信作者: 张云, 硕士, 高级技师、讲师, 从事模具设计与制造、职业教育研究

收稿日期: 2024-01-12

引用格式: 王清, 张云, 汪伟芬, 等. 基于改性 PP 成型的工控机电路板支撑架注射模设计[J]. 工程塑料应用, 2024, 52(3): 97-102.

WANG Qing, ZHANG Yun, WANG Weifen, et al. Design of injection mould for industrial computer circuit board support frame based on modified PP moulding[J]. Engineering Plastics Application, 2024, 52(3): 97-102.

聚丙烯(PP)耐高温性能好,其在100~150℃内也不会发生较大的变形^[1-3];其次具有良好的力学性能,经过改性后的PP有较好的机械承重能力^[4-6],也不易于与其它化学药品发生化学反应,无毒、不吸水,使用稳定性好;用于电子产品中时电绝缘性好,改性的PP可用于制作家用电器的绝缘外壳及洗衣机内胆,普遍用于电线电缆和其他电器的绝缘材料^[7-8],特别是PP改性复合材料,在电子零部件生产中,作为承载件使用材料,有着非常重要的作用。笔者结合某大型工业设备工控机电路板支撑架的使用要求和注射成型要求,设计了一副注射成型模具用于该塑件的注射成型,鉴于塑件结构比较复杂,难浇注成型,所设计的模具为一模一腔两点浇口三板模具,模具结构设计中的成型件、脱模机构等的设计有较好的设计借鉴价值。

1 工控机电路板支撑架塑件结构分析

工控机电路板支撑架塑件结构如图1所示。塑件的基础体是一个矩形板,板的上、下及四个侧面都设置有较多的附加子特征。这些特征包括有:板的主视面上布置的多个矩形、腰型、圆形通孔,板的仰视背面上布置的多个 $\varnothing 7$ mm螺柱 b_1 、沉台孔 b_2 、塔形螺柱 b_3 、沉台柱 b_4 、下沉基台 b_5 、扣勾 b_6 ,4个侧面分别为 c_1, c_2, c_3, c_4 ,其中 c_1, c_3, c_4 面为直壁面, c_4 面上还设置有格栅孔 s_1 。塑件外形包装尺寸292.2 mm×47.8 mm×58.7 mm,平均壁厚2.7 mm,加强筋厚度1.5 mm。塑件壁厚设计中,最大壁厚3.2 mm,

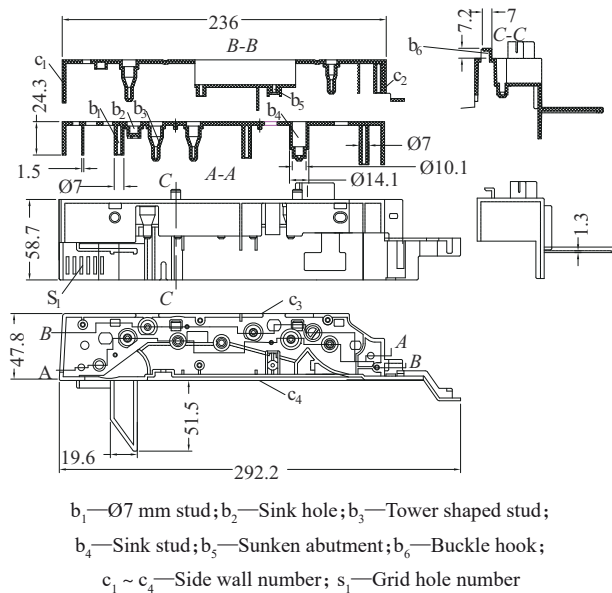


图1 工控机电路板支撑架塑件

Fig. 1 Plastic parts of industrial computer circuit board support frame

最小1.5 mm,壁厚相对较为均匀,适合于使用注射成型方式进行生产。塑件脱模设计中,依据特征高度,脱模角度取 $50' \sim 1^\circ 20'$ 不等。塑件各种孔设计中,孔深与壁厚比值有部分大于4,属于深孔特征,如 b_1, b_3, b_4 孔即属于此种类型,因而这些孔都设置成阶梯孔形式。塑件整体成型精度MT6级,局部孔位置间的控制尺寸为MT4级(GB/T 14234-2008)。

2 塑件材料选用

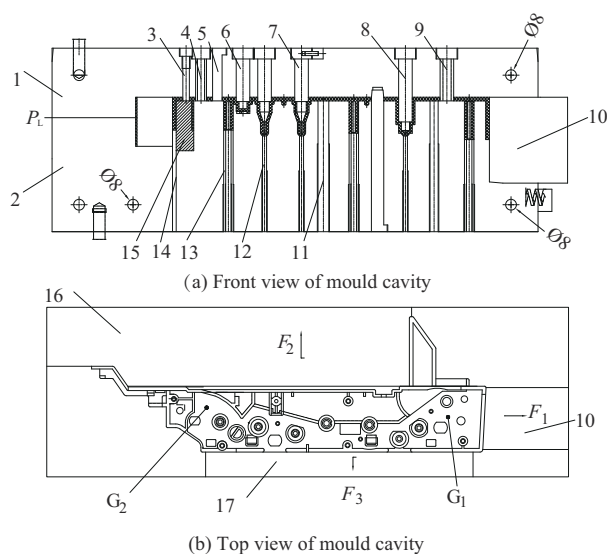
塑件选用一种改性PP,该改性PP材料中采用均聚PP 60~80质量份,乙烯-乙烯醇共聚物20~40份,增容剂(聚丙烯马来酸酐接枝物与乙烯-乙烯醇共聚物的反应物)1~10份,于170~190℃条件下混炼而制成。该PP复合材料具有较高的韧性,其冲击强度高达210 J/m,且具有较高的气体阻隔性能,透水蒸气速率接近 $2\,000\text{ g}\cdot\mu\text{m}/(\text{m}^2\cdot 24\text{ h})$,适合于制作电子控制设备中的承载基板。PP复合材料中添加15%玻纤及其它助剂后,收缩率为0.8%~0.92%。

3 塑件成型难点

从塑件采用注射成型方式所需的模具设计看,结合本塑件的形状及结构特点,塑件采用注射成型方式成型时,存在以下难点:首先是塑件的尺寸较大,熔融料流在模腔内的流动距离长,要选择较合理的浇注系统才能保证塑件模腔获得充足的充填及优良的成型质量^[9-12];其次是塑件上结构孔特征较多,容易产生较多的熔接线使塑件的整体强度有所降低;再次是塑件深壁多、深筋位及深柱孔多,使塑件在充填过程中排气较为困难,容易产生充填不足问题^[13-17];第四是塑件的成型件需要设计局部小镶件的地方多,以保证局部位置成型件的强度和降低成型件整体的加工难度;第五是塑件的脱模较为困难,主要表现在深筋位、深柱孔等特征对成型件的抱紧力大,且在塑件上分布不均,使塑件在开模方向上的脱模阻力大,难以脱模^[18-22];另外塑件的 c_1, c_2, c_3 3个侧面都为直壁,且这3个侧壁上都附加设置有多个栅格孔,需要实施侧向抽芯。

4 模具设计方案

针对塑件注射成型所存在的难点,其模具设计拟采用以下方案。如图2所示,首先为降低模具制造难度,宜采用平面分型面 P_L 对塑件模腔主体进行分型,这样可以降低成型件的整体加工难度。其次采用多点浇注方案对模腔进行浇注,以缩短熔料流动长度,保证熔料在模腔内的充填效果及确保能获



1—Cavity insert; 2—Core insert; 3~9—Sub-inserts; 10, 16, 17—Sliders; 11, 12—Ejector pins; 13—Ejector sleeve; 14—Blade ejector; 15—Ventilate inserts; G_1, G_2 —Point gate; F_1, F_2, F_3 —Core pulling direction

图2 分型及成型件设计

Fig. 2 Parting and moulded part design

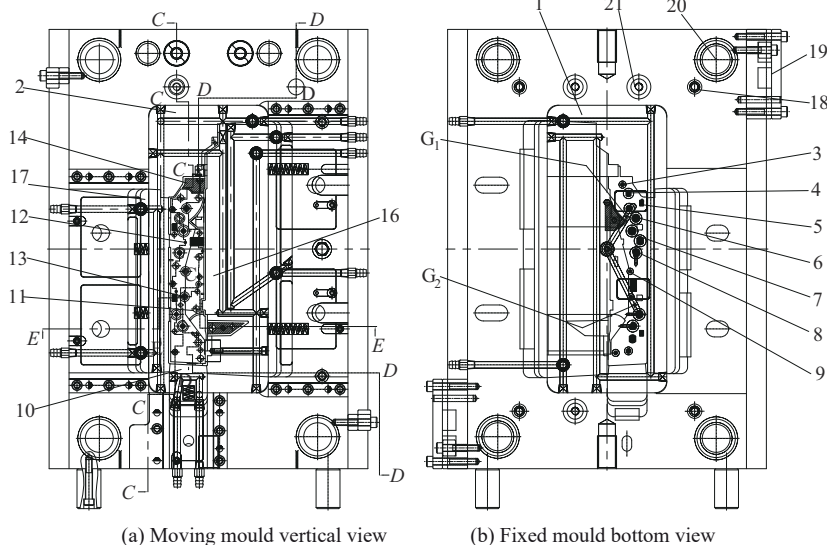
得有效的充填控制手段。因而,模腔的浇注拟实用 G_1, G_2 两个点浇口进行浇注。采用两点浇注并结合模温控制手段,可以有效消除熔料流动路径上流经个孔特征时所产生的熔接线。为解决塑件模腔内排气问题,针对各类型特征设置小镶件3~镶件9,且在镶件上设置排气槽,能使模腔内的高压空气获得迅速排除,避免熔料充填死角,造成塑件局部缺

料问题的产生。特殊位置的排气还需设置排气镶件15等。塑件的脱模分成两个部分进行设计:第一是针对深筋位、深柱孔等的脱模,必须对应使用扁顶针14、推管13等进行顶出,其余位置根据需要设置直径不等的顶针11,12等;第二是针对3个侧面 c_1, c_3, c_4 , 各设置1个侧抽芯滑块10、侧抽芯滑块16、侧抽芯滑块17分别按 F_1, F_2, F_3 向实施侧抽芯脱模。

5 模具结构

5.1 整体结构设计

模腔布局设计如图3所示,考虑到塑件尺寸较大、且需要实施三面侧抽芯,模腔布局使用1模1腔布局。模架使用三板模模架(LKM标准模架),浇注系统使用两点浇口系统(点浇口 G_1 、点浇口 G_2)。如图3b定模仰视图所示,模腔冷却系统设计中,型腔镶件1使用1条 $\varnothing 8$ mm 冷却管道进行冷却;型芯镶件2使用1条 $\varnothing 8$ mm 冷却管道进行冷却;滑块16、滑块17、滑块10上各使用1条 $\varnothing 8$ mm 冷却管道进行冷却。塑件的最终脱模采用顶针推板推出方式。模具的开闭控制机构包括一组2个斜角对称锁扣机构19,主要用于控制定模板和动模板的开闭控制;二是组合定距拉杆21,主要用于控制定模板、脱料板的打开距离;三是树脂扣18,主要用于定模板、动模板的摩擦牵连运动。模板开闭动作时的运动导向使用4副长导柱进行导向(导柱20)。



1~17—Same as Fig.2; 18—Resin locking; 19—Locking mechanism; 20—Guide pillar; 21—Combined fixed distance pull rod

图3 模腔布局设计

Fig. 3 Mould cavity layout design

5.2 浇注系统设计

浇注系统水平流道、拉料杆、浇口设计参数如

图4所示,点浇口浇注系统的水平流道使用图4a所示的梯形截面流道,宽度7.5 mm 深度6 mm,梯形侧

边夹角 20° 。水平流道使用冬菇头形拉料杆拉料,拉料杆直径 6 mm,如图 4b 所示。 G_1, G_2 点浇口进胶深度 0.5 mm,浇口直径 0.8 mm,如图 4c 所示。

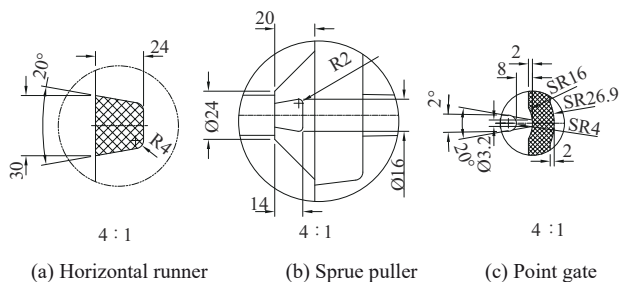


图4 浇注系统设计

Fig. 4 Gating system design

5.3 锁扣机构

模具结构设计图如图 5 所示。由图 5a 可见,锁扣机构 19 的构成件包括件 22~件 26,机构的插杆 23 通过其下端的凸缘控制锁芯 22 的移动,从而达到控制锁芯 22 与锁钩 24 进行锁止配合,达到控制定模板 43 与动模板 44 之间的闭合和分离的目的。

5.4 定距拉杆机构

由图 5a 可见,组合定距拉杆 21 由短拉杆 38 和长拉杆 39 组合而成,短拉杆 38 用于控制脱料板 42 的打开距离(开模面 P_2 面),长拉杆 39 用于控制定模板 43 与脱料板 42 之间的打开距离(开模面 P_1 面)。模具的开模面 P_1 面打开距离 120 mm, P_2 面打开距离

10 mm,流道废料总长度 112 mm, P_3 面打开距离为 60 mm。

5.5 弹料机构

如图 5a 所示,为保证水平流道废料顺利从脱料板 42 上脱模,设置了 2 个弹料机构,单个弹料机构包含件 32~件 35,在 P_2 面打开完毕时,弹簧 35 推动顶料套 34 将水平流道废料从脱料板 42 上弹出。

5.6 定位机构

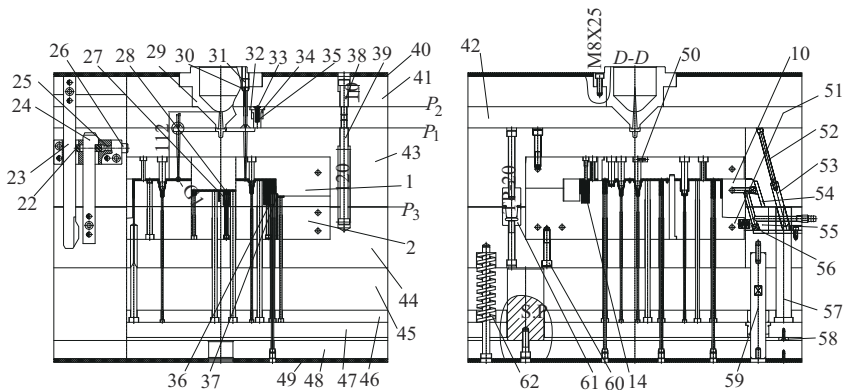
如图 5b 所示,为保证型腔镶件 1、型芯镶件 2 在 P_3 面闭合时有较好的准确复位精度,模具中增设了 4 个精定位块组件 61,保证模具的开模平面上 $X+$, $X-$, $Y+$, $Y-$ 方向都能获得精确定位。

5.7 顶针板机构

顶针板机构为常规型机构,所不同的是,复位弹簧 62 与复位杆 57 分开设置,采用独立配置形式,推板导柱 59 使用了 6 个,且必须使用定位销进行定位,以确保推板复位精度的可靠性。

5.8 排气增强措施

模具中,为达到模腔内排气充分的目的,设置了排气镶件 14, 27, 36, 37 等以增强注塑充填时模腔内的排气,防止模腔内困气问题的产生,保证塑件的成型质量。



(a) Design of mould opening and closing control mechanisms, et al. (b) Design of mould ejection and demoulding mechanism, et al.

22—Lock cylinder; 23—Insert rod; 24—Lock hook; 25, 35, 51—Springs; 26—Lock base; 14, 27, 37—Ventilate inserts; 28—Small round hole inserts; 29—Sprue bushing; 30—Sprue puller; 31—Grub screw; 32—Pressure pad; 33—Flat head screw; 34—Scrap ejection sleeve; 36, 52, 60—Screw bolts; 38—Short pull rod; 39—Long pull rod; 40, 49—ABS insulation board; 41—Fixed clamp plate; 42—Runner stripper plate; 43—Fixed mould plate; 44—Moving mould plate; 45—Spacer parallel; 46—Ejector retainer plate; 47—Ejector plate; 48—Moving clamp plate; 50—Transverse pin; 53—Angle pin; 54—Pressure resistant and wear-resistant plate; 55—Slider body; 56—Bottom wear-resistant plate; 57—Release link; 58—Stop pin; 59—Ejector guide pillar; 61—Precision positioning block; 62—Returning spring; 1-21 same as Fig.2, Fig.3

P_1, P_2, P_3 —Mould opening surface

图5 模具结构设计

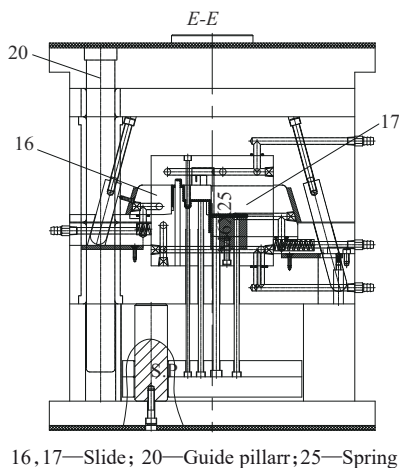
Fig. 5 Mould structure design

5.9 滑块机构

模具中,针对塑件侧面和侧孔的脱模要求,对应设计的滑块侧抽芯机构如下。

(1)针对滑块10,设计的斜导柱滑块机构组件包括件10、件51~件56,如图5b所示。该滑块机构的斜导柱53对滑块的尾部实施驱动,并借助弹簧51进行辅助驱动和定位。

(2)针对滑块16、滑块17所设计的滑块机构结构同滑块10的结构相似,如图6所示。



Note: E-E correspond to the cross-sectional positions in Fig.3

图6 滑块机构设计

Fig. 6 Design of slider mechanism

6 模具工作原理

结合图5~图6可见,模具安装在注塑机上后,其工作原理如下:

(1)闭模注塑。模具闭合,注塑机喷嘴将熔融塑料通过浇口套29注入模腔,经充填、保压、冷却过程后,准备开模。

(2) P_1 面打开。动模在注塑机移动模板的带动和导柱20的导向下,首先在 P_1 面处打开,打开时流道废料与塑件在点浇口 G_1 、点浇口 G_2 处断开分离。

(3) P_2 面打开。随着动模的继续下行,模具在 P_2 面处打开,打开完成时脱料板42和顶料套34将流道废料从模具中推离脱落。

(4) P_3 面打开。动模继续下行,在定距拉杆21的限位下,定模板43不能继续下行,锁扣机构19开锁, P_3 面被打开,模具动模下行到一定位置后,停止下行,等待顶出。 P_3 面打开过程中,滑块10、滑块16、滑块17完成侧抽芯。

(5)顶出。注塑机顶杆顶出,推动顶针推板47及其上的顶出元件将塑件从型芯镶件2上顶出,实现

塑件的完全脱模。

(6)复位。复位时,顶针推板47及其上的顶出元件被复位弹簧62推动而先复位,而后模具按 P_2 - P_1 - P_3 顺序复位闭合,模具完全闭合后,等待下一注塑循环。

7 结论

结合工控机电路板支撑架的成型,选用一种改性PP复合材料进行注射成型。所设计的注射模具为一种两点浇口三板模具,模腔布局为一模一腔,分3次开模打开。模具成型件设计中,针对不同的螺柱、孔等特征使用不同结构的局部镶件进行成型,以保证镶件强度,降低成型件加工难度,也便于模腔排气。针对局部位置排气困难问题,使用了多个排气镶件增强排气,解决了塑件成型时的困气问题。针对塑件深壁部位、深螺柱等特征的脱模,分别设计了增强扁顶针、推管、顶杆等顶出元件,确保了塑件的无变形顶出脱模。针对塑件3个侧壁的直壁成型要求及侧壁上侧孔的成型要求,设计了3个侧滑块机构用于3个侧壁的成型和脱模。模具结构精简实用,成型件结构设计合理,便于加工,能为同类塑件的模具设计提供有益借鉴。

参考文献

- [1] 王琛,刘晨涛.模具参数对玻纤增强聚丙烯材料力学性能的影响[J].合成纤维,2021,50(4):50-53.
WAN Chen, LIU Chentao. The influence of mould parameters on the mechanical properties of glass fiber reinforced polypropylene composite materials[J]. Synthetic Fiber in China, 2021, 50(4): 50-53.
- [2] 汪克凤,吕家杰,刘珍元,等.玻纤增强PP复合材料的研究[J].广东化工,2013,40(3):1-2.
WANG Kefeng, LYU Jiajie, LIU Zhenyuan, et al. Study of glass fiber reinforcing PP composites[J]. Guangdong Chemical Industry, 2013, 40(3): 1-2.
- [3] 李挺,高莉,秦杰,等.长玻纤增强聚丙烯复合材料研究进展[J].广东化工,2014,41(7):125-125.
LI Ting, GAO Li, QIN Jie, et al. Research progress of PP composite reinforced by long glass fiber[J]. Guangdong Chemical Industry, 2014, 41(7): 125-125.
- [4] 黄贤页.注塑成型模具温度对PP制品结晶形态的影响[J].塑料科技,2018,46(8):68-71.
HUANG Xianye. Effects of mould temperature on crystalline state of PP injection moulding products[J]. Plastics Science and Technology, 2018, 46(8): 68-71.
- [5] 郭建鹏,孔伟.连续长玻纤增强PP复合材料[J].工程塑料应用,2018,46(6):41-44.
GUO Jianpeng, KONG Wei. Continuous long glass fiber reinforced

- PP composite[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(6): 41–44.
- [6] 张杨.喇叭改性PP塑件注射模具设计[J].新技术新工艺, 2015(6): 68–69.
- ZHANG Yang. The horn to change design of injection mould for plastic PP[J]. New Technology & New Process, 2015(6):68–69.
- [7] 邵萌,王燕文.长玻纤增强材料在汽车塑料尾门中的应用[J].汽车零部件, 2016(5):86–89.
- SHAO Meng, WANG Yanwen. PP-LGF application in automotive plastic tailgate[J]. Auto Parts, 2016(5):86–89.
- [8] 郑爱权.储物箱盒盖机械式自动抽芯机构设计[J].塑料, 2017, 46(5):111–114, 120.
- ZHENG Aiquan. Design of automatic core pulling mechanism mechanical storage box lid[J]. Plastics, 2017, 46(5):111–114, 120.
- [9] 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 mould design[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2010(4):47–48.
- [10] 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 moulds of rice cookers[J]. China Plastics, 2017, 31(9):137–144.
- [11] 荆蓉,张锐涛,孟雨辰,等.连续玻璃纤维/聚丙烯热塑性复合材料拉挤成型中的工艺参数[J].复合材料学报, 2020, 37(11): 2 782–2 788.
- JING Rong, ZHANG Ruitao, MENG Yuchen, et al. Parameters in process of pultrusion of continuous glass fiber/polypropylene thermoplastic composites[J]. Acta Materiae Compositae Sinica, 2020, 37(11):2 782–2 788.
- [12] 温瑞,肖国华.吸尘器开关扣盖复合式二次斜顶脱模机构及其注塑模设计[J].工程塑料应用, 2016, 44(12):85–91.
- WEN Rui, XIAO Guohua. Design for compound second inclined ejecting mechanism and injection mould of vacuum cleaner switch cover[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12): 85–91.
- [13] 芦亚萍.塑料成型工艺与模具设计[M].北京:清华大学出版社, 2010.
- LU Yaping. Plastic moulding process and die design[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010.
- [14] 任长春,窦宝林.浇口偏置笔记本电脑外壳注塑模设计[J].工程塑料应用, 2012, 40(8):64–67.
- REN Changchun, DOU Baolin. Design of injection mould with offset gate for notebook computer cover[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(8):64–67.
- [15] 张建卿.洗涤剂屏蔽盖双滑动三次抽芯注塑模脱模机构设计[J].塑料科技, 2016, 44(1):87–89.
- ZHANG Jianqing. Demoulding mechanism design for the injection moulding of washing machine shield cover with thrice slide-drawing and double T-grooves[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(1):87–89.
- [16] 郑子军,肖国华,尤建国,等.带深沟拉手位冰箱抽屉转动式侧抽芯机构热流道模具设计[J].工程塑料应用, 2015, 41(3):80–84.
- ZHENG Zijun, XIAO Guohua, YOU Jianguo, et al. Design of hot runner mould with rotary side drawing for deep groove handle refrigerator drawer[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 41(3):80–84.
- [17] 陈浩生,杨华光,谭晶,等.温度场对注塑制品微观结构调控的数值模拟研究[J].塑料科技, 2017, 45(5):21–26.
- CHEN Haosheng, YANG Huaguang, TAN Jing, et al. Numerical simulation of temperature field on the microstructure of injection moulded products[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(5):21–26.
- [18] 胡智清,周全,熊建武.仿真步枪枪托机械式自动脱模机构及注塑模具设计[J].塑料工业, 2018, 46(1):54–57.
- HU Zhiqing, ZHOU Quan, XIONG Jianwu. A rifle butt automatic demoulding mechanism and injection mould design[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(1):54–57.
- [19] 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]. Die and Mould Technology, 2017(1):8–13.
- [20] 欧阳波仪.汽车仪表罩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. Inclined multiple ejection mechanisms for automobile instrument cover and injection mould design[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(9):70–75.
- [21] 俞卫东.汽车副仪表板注塑模具设计[J].塑料工业, 2009, 37(10): 45–47.
- YU Weidong. Design of injection mould for console of automobile [J]. China Plastics Industry, 2009, 37(10):45–47.
- [22] 俞芙芳,刘昌棋.仪表盒面板注塑模设计[J].工程塑料应用, 2009, 37(1):64–66.
- YU Fufang, LIU Changqi. Design of injection mould for board of instrument[J]. Engineering Plastics Application, 2009, 37(1): 64–66.