

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.10.014

汽车副仪表板注塑模设计

王得胜¹, 王秉昱²

(1. 富诚汽车零部件有限公司, 浙江余姚 315400; 2. 杭州友成实业有限公司, 杭州 311200)

摘要: 用 CAE 分析软件 (Moldflow) 对塑料件进行模流分析, 选择针阀式热流道、搭接式浇口进胶方式, 采用分体式滑块结构减少加工量和加工变形, 在大滑块上设计弹块和成型拉块辅助脱模机构, 保证产品不粘滑块, 可以使产品在向外变形状态时顶出, 解决了塑料件侧壁脱模时倒扣的干涉问题。设计了大滑块与型芯及型腔的定位结构, 模具结构可靠, 注塑产品成型完整, 脱模顺利。采用模具快速接插接头系统实现模具注塑装夹时的快速切换, 提高了生产效率。在汽车副仪表板模具的开发方面, 有一定技术参考价值。

关键词: 注塑模; 汽车副仪表板; 分体式大滑块; 模流分析; 成型拉块

中图分类号: TG76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)10-0076-06

Design of Injection Mold for Auxiliary Console of Automobile

Wang Desheng¹, Wang Bingyu²

(1. Fucheng Automobile Parts Co., Ltd., Yuyao 315400, China; 2. Hangzhou Yusei Industrial Co., Ltd., Hangzhou 311200, China)

Abstract: Plastic part was analyzed by CAE software (Moldflow), the needle valve hot runner and lap gate were choosed, the split-type slider structure was used to reduce workload and the processing deformation, the auxiliary demolding constructs of molding pull back block and spring block in large slider were designed to ensure part not to stick to slider and eject part out when it deforms outside, the interference problem of undercut was solved when part demolds in side wall. The position structures between large slider and cavity and core were designed. The mold structure is reliable, the injection molding parts is complete, the demold is easily. The adopted mold quick coupling system achieves quick switch when mold is clamped to injection machine, the production efficiency is improved. In the automotive mold development of vice console, there is one certain technical reference value.

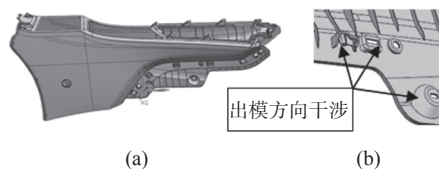
Keywords: injection mold; auxiliary console of automobile; split-type big slider; Moldflow analysis; molding pull block

汽车内饰件的生产制造与模具开发技术水平密切相关, 模具的质量直接影响产品质量, 同时汽车的乘坐舒适和视觉美观越来越受到厂家和用户的关注, 对内饰的美观、大方、耐用等要求越来越高。副仪表板(中央通道)零件, 既有分隔变速机构的作用又具有减小噪音和内部装饰的作用。因此, 开发副仪表板注塑模具非常重要。笔者对汽车副仪表板注塑模具的分析、设计、制造的关键环节进行了论述。

1 零件材料分析及要求

图1为某汽车副仪表板产品图, 产品有黑色、米色等多种颜色, 产品信息列于表1。塑料件采用的是乐天化学公司生产的牌号为QHCA-352S的20%滑石粉改性聚丙烯塑料(PP-T20), 材料具有优异的流动性, 易于加工成型, 并与其他有机、无机材料具有良好的相容性, 易于复配改性, 是一种理想的汽车内饰材料^[1]。塑料的密度为 1.04 g/cm^3 , 熔体流动

速率为 21 g/(10 min) , 材料流动性好易成型; 热变形温度为 110°C , 材料耐热、耐老化、耐候性能好; 拉伸强度为 28 MPa , 弯曲弹性模量为 2200 MPa , 材料抗压、抗变形性能好, 具有高刚性; 常温(23°C)悬臂梁缺口冲击强度为 5.6 kJ/m^2 , 低温(-30°C)悬臂梁缺口冲击强度为 3.2 kJ/m^2 , 材料耐冲击性能较好, 有较突出的耐应力开裂性; 成型后产品表面光泽度好, 硬度较高, 耐磨性较好。



a—外观正面图; b—内部局部结构图

图1 汽车副仪表板产品

联系人: 王得胜, 高级工程师, 主要从事汽车、工程、家电等各种塑料零件的模具设计与制造技术研究和模具企业管理研究工作

收稿日期: 2017-07-27

表1 汽车副仪表板产品信息表

项目	参数
尺寸/(mm×mm×mm)	990×415×200
体积/cm ³	1472.56
壁厚/mm	2.5~2.6
模具出模数	1出1

产品外观表面有纹饰,要求无虎皮纹、银丝、缩水、短射以及明显熔接痕等缺陷;表面无飞边、毛刺,手感光滑、舒适,产品变形小,满足装配要求。

2 模具结构设计

2.1 产品结构分析

产品正面和侧面为主要外观面,表面质量要求较高,侧面采用左右大滑块结构成型,是模具设计的第一重点;分型线取在圆弧侧面边缘分界处,要求产品侧面成型件与型腔保持稳定状态,才能保证分型线位置没有错位、手感良好,由此对大滑块结构设计有较高的要求,大滑块与型腔分型线的选择是模具设计的第二个结构重点;产品两侧有向内凹陷,侧壁凹陷总倒扣量为14 mm,且产品侧壁有凹陷特征,同时有出模方向的特征,如图1b所示,此结构在产品出模时存在严重干涉,导致产品脱模困难,必须采用有效、可靠的方法解决脱模问题,此问题的解决是模具设计的第三个重点。

2.2 产品壁厚分析

对产品主要壁厚进行分析,大部分区域为2.5 mm,壁厚比较均匀,比较容易成型。筋位厚度为1~1.2 mm,为了保证产品表面质量,减小由于收缩导致的表面缺陷,将与表面有关的加强筋厚度尺寸全部控制1 mm以内。

2.3 进料口选择

副仪表板产品在驾驶室中是手常去接触的地方,产品外观不允许有毛刺等刮手现象,浇口也必须设计在产品内壁上。同时要考虑熔接线、缩水、变形等问题及浇口的去除难易问题;浇注系统的设计直接影响熔体在模腔中的流动^[2]。此产品两侧壁尺寸较长,从一端进胶流程很长,易造成末端产品欠注塑(特征成型不完整),如果增大工艺成型压力则会导致涨模。按照塑料流长比,该产品设计三点浇口进胶比较合适。通过以上分析,产品两侧每一边采用三个进胶浇口,如图2所示。

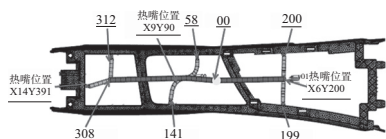


图2 浇口位置数量及尺寸

如果三点浇口同时进胶,则产品外观会产生明显的熔接线,因此必须让三个浇口按一定的时间顺序连续注塑,故采用针阀式热流道^[3],浇口按规定的顺序打开,可以减少和消除产品表面熔接线现象^[4],而且注塑压力也会明显降低^[5],浇口采用搭接侧浇口进胶,可避免浇口对产品外表面质量的影响,浇口设计在侧壁延伸段上,产品成型质量较高。

由于产品有多种颜色,在注塑时需进行颜色切换,热流道分流板结构是否具备快速换色结构特点,直接影响颜色切换的时间,为了快速转换颜色,热流道分流板采用圆弧型转角的快速换色结构^[5],可保证产品换色时间短,减少辅助生产时间,从而降低生产成本。

2.4 产品翘曲变形分析

从翘曲变形分析结果可知,产品主要变形产生在产品边缘,中间变形为0.1~0.46 mm,中部小区域边缘变形约4.5 mm,大部分区域变形量在0.8 mm以内,符合产品公差要求。同时产品外边缘向内微量变形,有利于产品外边缘与地板紧密贴合,装配效果更为理想。

2.5 剪切速率分析

对材料的剪切速率分析可知,最大剪切速率产生在浇口位置,大小为45 015 s⁻¹,材料许用剪切速率为100 000 s⁻¹,材料大部分区域的剪切速率为186 s⁻¹,满足材料性能要求,不会产生分解现象。

2.6 填充等位线与熔体前沿温度分析

按选定的三点浇口进行等位线分析,流动比较平衡,后端第一点浇口先打开,注塑1.2 s后第二个浇口打开,2.5 s后第三个浇口打开,3.8 s后注塑结束,进行保压、冷却。最大注塑压力为75 MPa,成型压力较低,产品内应力小,产品后变形就小,且不易涨模产生飞边。

分析可知,产品填充时表面温差较小,前沿温度为230℃,符合材料推荐温度,低于材料分解温度280℃,说明模内剪切热不高,材料无降解,不会导致产品变脆等缺陷^[6],产品表面质量较好。最低温度发生在产品侧面的筋位,不影响产品外观面。

2.7 产品熔接线、气泡分析

经过分析,气泡和困气产生的位置主要在加强筋末端^[7],大部分不用处理,个别地方采用设计镶件、顶块等结构来解决困气问题,由于用顺序阀控制进胶时间,产品熔接线大部分被赶到装配件覆盖且不易看到的位置,产品外表面没有明显熔接线,成型

质量较好。

2.8 成型设备选择

根据模流分析,锁模力为4624.620 kN。锁模力比较小,主要是因为产品正面投影面积较小,但不能按此数据选择注塑设备,因为模具的外形尺寸比较大,应该综合考虑。而产品侧面投影面积比正面投影面积大,所以对模具侧面锁紧力的要求较高,应重点考虑模具的强度和变形问题,保证大滑块不会在注塑和保压时被撑开。模具两侧有大滑块,导致模具外形尺寸较大,模具外形尺寸:1900 mm×1430 mm×1396 mm,选择14000 kN的设备,才能满足模具安装要求;设备的容模尺寸为:拉杆内宽度1450 mm,厚度1400 mm。

3 模具强度设计校核

因产品侧面投影面积较大,模腔需承受非常大的侧向压力^[8],故设计模具时需要重点考虑,这与模具的开发是否成功和模具的使用寿命有直接关系。所以需要对侧面锁模力进行计算,注意模具侧向受力面的尺寸设计和结构优化,并对型腔侧壁厚度进行校核,以保证模具的强度满足要求。产品侧面投影面积为2363.78 cm²,根据式(1)计算锁模力^[9]:

$$F=P_m \times P \times 9.8 / 1000 \quad (1)$$

式中: F ——锁模力;

P_m ——产品投影面积;

P ——注塑时的填充压力。

将有关数据代入式(1)得: $F=6949.47$ kN

根据得到的计算结果,模具侧向滑块所需的锁模力应达到6949.47 kN以上,模具的侧向锁模力比较大,如果模具钢度不足就会导致模具变形、开裂等风险。在设计时模框边的厚度尺寸是满足模具钢度要求的关键尺寸。型腔侧壁厚度尺寸 h 按式(2)计算^[10]:

$$h = \sqrt[3]{\frac{CPa^4}{E\delta}} \quad (2)$$

式中: h ——型腔侧壁厚度;

C ——型腔侧壁长度与高度的关系对应值;

a ——型腔的深度;

E ——材料的弹性系数;

δ ——材料的容许挠曲量。

将有关数据代入式(2)得: $h=217.2$ mm

模具侧壁厚度尺寸要大于217.2 mm。模具实际侧壁小端厚度尺寸设计为238 mm;同时设计锁紧契结构,并将锁紧契与动模板件进行反铲设计,以

减小型腔侧壁的变形量,为滑块提供更大的侧向锁模力,保证注塑时模框不变形,滑块位置稳定,从而保证产品质量和模具使用寿命。

4 成型零件设计

4.1 产品分型线的位置选择

模具分型前确定分型线非常重要,由于产品外观和手感要求较高,所以产品质量的好坏首先取决于分型线的设计和位置选择,特别是上表面型腔与侧面滑块的分型位置。为了美观,将分型线设计在圆角下边的美工线位置,如图3所示,这样视觉效果好。分型线的品质必须通过滑块结构设计和加工时采用将大滑块与型腔装配在一起同时精加工与抛光的工艺方法来保证。产品分型线如图4所示。

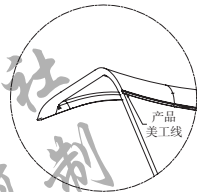


图3 美工线局部放大图

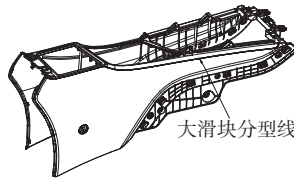


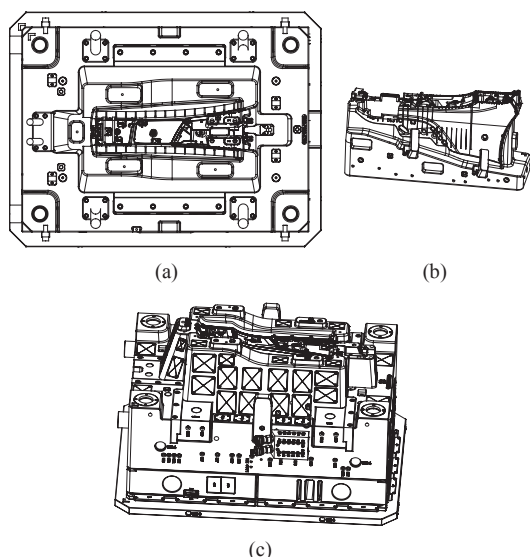
图4 产品分型线选择

4.2 型芯、型腔结构设计

模具型腔、型芯、滑块材料选用2738预硬钢。考虑模具强度问题,型腔采用整板结构如图5a所示,如果型芯和固定板采用整体结构,其加工量较大,造成加工时间的浪费,故型芯采用镶入结构^[11],如图5b所示,这样可方便加工和冷却水路设计,使冷却更加充分,缩短注塑成型周期,提高生产效率。由于产品外观由型腔、小滑块和两个大滑块组合体来成型,模具上、下模的位置定位精度要求较高,因此在模架四角设计虎口定位,增大模具工作时模架的可靠性和稳定性,如图5c所示。

4.3 浇口位置设计

浇口设计在产品侧面内侧,在侧壁延伸段上设计搭接式进胶方式,在进胶位置设计一个筋位做浇口,再设计分浇道与筋位连接,易于去除,可非常有效地解决浇口修剪问题,修剪后不会影响产品外观,产品成型质量较高,可以满足浇口的机械手自动去除和实现生产自动化,如图6所示。



a—型腔; b—型芯; c—型芯装配图

图5 型芯及型腔

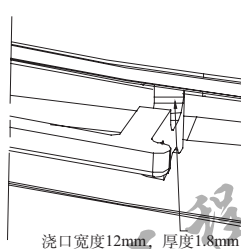


图6 搭接浇口

4.4 大滑块结构设计

防粘滑块弹块如图7所示。由于产品外表面两侧有较多筋位,这些筋位在滑块滑动脱模时易粘附在大滑块上,跟随大滑块同时向外移动,导致产品被拉伤、拉白、拉变形或损坏。为防止产品缺陷问题的发生,在大滑块上设计了弹块脱模机构,利用滑块与型芯分型面碰穿的平坦位置,可以将弹块压回去,采用弹簧作动力推动弹块向外顶出运动,结构简单、稳定、可靠,可以保证产品脱离大滑块。

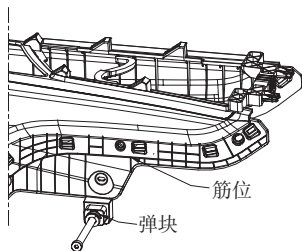


图7 防粘滑块弹块

由于产品两侧存在向内凹陷14 mm的特征,产品在大滑块滑动和产品顶出脱模方向存在多重倒扣现象^[12],如果侧壁倒扣未从型芯两侧脱出,产品

顶出时就会产生顶白、顶胖或拉伤等问题,为此先将产品两侧向外拉动使其侧面向外侧变形并脱离型芯侧面^[13],向外侧的变形量距离为20 mm,使产品侧壁倒扣完全脱出(如图8所示),再将产品顶出。这样不但模具的结构简单,而且稳定性大大提高,同时开发成本也相对降低,是一种非常可行的特殊结构。

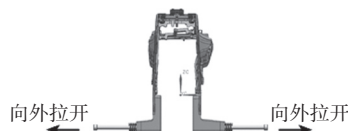


图8 大滑块拉开脱模示意图

产品干涉位置如图9所示。由于产品一侧侧壁上有一个上下方向脱模的BOSS柱及加强筋特征(简称BOSS特征),该BOSS特征在大滑块向外滑动带动拉块将产品侧边拉开时,产品BOSS特征仍然在型芯上(拉块工作时产品尚未顶出),存在干涉现象,会导致产品直接被拉破。为解决此问题,一般设计采用向下的抽芯机构,先独立将BOSS特征脱出,但这种模具结构很复杂。因此对此处模具结构进行创新设计,将BOSS特征与拉块合并,也就是在BOSS特征位置上设计拉块,所有上下方向的出模特征都设计在拉块上,设计带有BOSS特征的拉块,即成型拉块,结构如图10所示,可解决干涉问题,实现产品顺利脱模,模具结构简单,效果非常好。

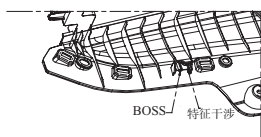


图9 产品干涉位置

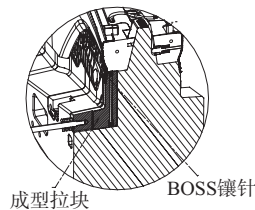


图10 成型拉块

由于大滑块较长,导向部分形状为C型(压条两端长出滑块主体),难加工且加工量较大,机械加工后变形较大,浪费材料和加工时间,为此将滑块压条导向部分与大滑块主体分开设计,在压条前端设计蘑菇头结构与大滑块主体镶拼,并用螺丝固定,这样大滑块的受力状态得到保障,加工工艺性好,加工变形量小,材料消耗最小,分体式结构更加合理,如

图 11 所示。型腔与滑块之间的分型线十分重要,所以保证这条分型线的质量(难以看到,手感顺畅),才能保证产品的质量,它是决定模具开发是否成功的关键点。所以在滑块与型腔和型芯之间设计定位机构,以保证滑块在工作时与型腔、型芯是一个稳定的统一体,从而保证产品质量的稳定性,同时减少了分型面之间的窜动和分型面的磨损,提高模具的寿命。

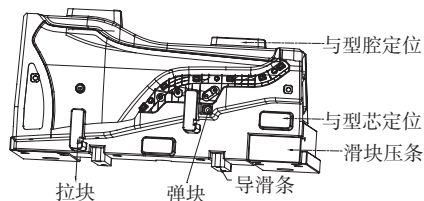


图 11 大滑块分体结构示意图

大滑块长度方向尺寸较大,滑块质量较重,为保证大滑块在运动过程中滑动稳定,导向平稳,设计两个导向槽结构,使其在导滑条上运动,导滑条选用自润滑标准件,如图 11 所示,来保证滑块打开时滑动平稳,同时导滑条也增大了大滑块滑动时与导向机构的接触面积,提高滑块与型芯分型面接触的精度,保证上、下模具结合线的稳定性,提高大滑块的使用寿命。

大滑块采用斜导柱机构,将斜导柱非工作面设计为平面结构,或间隙避空,减小由于加工误差导致的摩擦,保证侧抽方向的滑动顺畅^[14]。斜导柱驱动速度快,减少了油缸机构的工作时间,缩短成型总周期,提高了生产综合经济效益。

4.5 快速换模接插设计

对于模具保护开关的信号接线方式,采用快速集成信号插座 HDC-HA-016F,解决模具保护线路在使用时的乱拉、乱接问题以及接错导致失灵和模具损坏问题,同时减少模具生产装夹时对线路进行辨别和接线的时间;减少由专业员工接线工序,接线可以由换模工完成。采用标准接插方式,信号线接插动作可在 30 s 内完成。

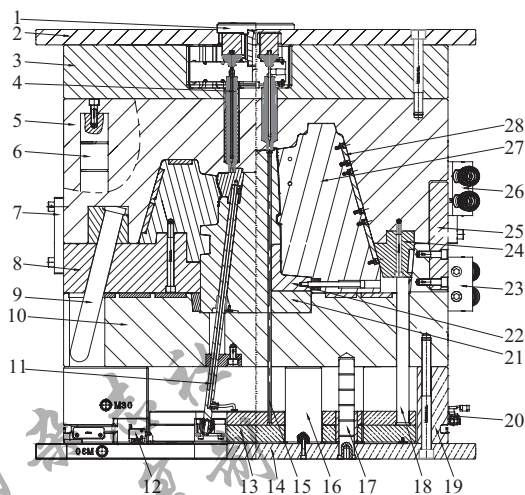
采用快速水路集成接插结构,分别将上、下模具水路接在集水排上,在集水排上安装自闭式 8P8S 快速接头,实现冷却系统快速接插切换,解决模具切换时每一条冷却水路都要分别接插费时、费力、进出方向易插错等问题,采用此机构,模具冷却水路接插切换时间保证在 1 min 内完成。

将油路在模板上串并设计,连接头采用自闭式快速油接头 SRXKZF-08-ZG3/8,可解决多油路连

接时间长和进出油方向易接错等问题,可以实现油路接插在 1 min 内完成。

5 模具工作过程

模具为阀式热流道两板模,两侧大滑块由斜导柱驱动,机械顶出,采用油缸回位。模具结构如图 12 所示。



- 1—定位圈; 2—上面板; 3—分流板; 4—针阀式热流道系统; 5—型腔;
6—导柱; 7—锁模块; 8—滑块导滑条; 9—斜导柱; 10—动模板;
11—斜顶块; 12—行程开关; 13—顶出板; 14—底板; 15—顶针;
16—支撑柱; 17—顶板导柱; 18—复位杆; 19—模脚; 20—信号线插座;
21—型芯; 22—成型拉块; 23—动模集水排; 24—锁紧契;
25—导向块; 26—定模集水排; 27—大滑块; 28—耐磨块

图 12 模具结构图

模具工作过程: 先打开模具锁模块件 7, 接好信号线插座 20, 接好回位油缸接头, 确认油缸进出方向正确, 接好动模集水排 23 和定模集水排 26。模具打开时, 模具动模后退, 模具型腔 5 与型芯 21 分开, 产品留在动模, 大滑块 27 在斜导柱 9 作用下向两侧打开, 产品两侧边在成型拉块 22 的作用下从型芯向两侧脱出, 产品变形后呈向两边张开状态, 机台后座移动到设定位置, 这时设备顶出机构工作带动顶出板 13 向前运动, 顶出系统推动塑料件从型芯和成型拉块中脱出。合模时, 回位油缸伸出推动顶出板 13 回退, 带动顶出系统相关零件回位, 分型面闭合。

6 结论

对于汽车副仪表板注塑模的设计, 在充分理解产品的重点、难点基础上, 通过对产品技术数据的前期分析, 巧妙应用模流分析及设计侧向成型拉块脱模机构, 通过机械加工工艺分析和加工变形预防设计, 成功解决了模具的主要结构设计问题, 考虑了型

腔、型芯、滑块的结构工艺性、强度、变形及开发成本问题,同时考虑成型周期以及生产效率,保证模具设计顺利完成,经试模,模具成型顺利,制品质量达到要求。

参考文献

- [1] 李坤全,文睿.汽车内饰注塑工艺优化、数值模拟及缺陷分析[J].工程塑料应用,2017,45(8):139-142.
Li Kunquan, Wen Rui. Injection moulding process optimization, numerical simulation and defect analysis of automotive interior[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(8):139-142.
- [2] 潘秀石,林桂霞.基于CAD/CAE/CAM的吸尘器电机罩注塑模设计[J].工程塑料应用,2015,43(1):80-84.
Pan Xiushi, Lin Guixia. Injection mould design about vacuum cleaner motor cover plate based on CAD / CAE / CAM[J]. Engineering Plastics Application, 2015, 43(1):80-84.
- [3] 张维合.汽车手套箱斗大型注塑模设计[J].现代塑料加工应用,2015(8):54-57.
Zhang Weihe. Design of large injection mold for car handschuhkasten[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2015(8):54-57.
- [4] 余玲,张诗. Moldflow 软件在汽车大型注塑模设计中的应用[J].机床与液压,2011(10):36-38.
Yu Ling, Zhang Shi. Application of Moldflow software in design of large-scale injection mould of car[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2011(10):36-38.
- [5] 赵战锋.某汽车轮毂罩热流道模流分析与模具设计[J].塑料工业,2016(9):58-62.
Zhao Zhanfeng. Hot Runner mold flow analysis and injection mould design of automobile hub cap[J]. China Plastics Industry, 2016(9):58-62.
- [6] 黄力,许傲.用 Moldflow 设计汽车后保险杠支架注塑模具[J].工程塑料应用,2016,44(10):76-80.
Huang Li, Xu Ao. Injection mould design for car rear bumper bracket using Moldflow[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(10):76-80.
- [7] 王得胜,王会,苏瞧忠.基于 Moldflow 机翼式离心风叶注塑模具设计与制造[J].塑料,2015(3):64-67.
Wang Desheng, Wang Hui, Su Qiaozhong. Plastic injection mold design and manufacture of wing-shape centrifugal fan blade based on moldflow analysis[J]. Plastics, 2015(3):64-67.
- [8] 张金标.一种具有复杂型芯头部结构的注塑模设计[J].工程塑料应用,2011,39(11):74-77.
Zhang Jinbiao. Design of mold with complex core head structure[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(11):74-77.
- [9] 冯炳尧,韩泰荣,殷振海,等.模具设计与制造简明手册[M].上海:科学技术出版社,1995:118-158.
Feng Bingyao, Han Tairong, Yin Zhenhai, et al. Simple handbook of die design and manufacture[M]. Shanghai: Science & Technology Press, 1995:118-158.
- [10] 申开智.塑料成型模具[M].第三版.北京:中国轻工业出版社,2013:251-340.
Shen Kaizhi. Plastic molding mold[M]. 3rd ed. Beijing: China Light Industry Press, 2013:251-340.
- [11] 王得胜,苏瞧忠.带二次顶出装置的吸尘器筒式分离器注塑模具设计[J].工程塑料应用,2014,42(11):73-76.
Wang Desheng, Su Qiaozhong. Injection mould design with secondary ejection device for cylinder shape separator of vacuum cleaner[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(11):73-76.
- [12] 赵战锋.面条机搅拌杯多重倒扣成型注塑模设计[J].工程塑料应用,2016,44(8):73-77.
Zhao Zhanfeng. Injection mould design for multiple undercut forming of noodle machine stirring cup[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(8):73-77.
- [13] 余卫东.汽车副仪表板注塑模具设计[J].模具工业,2009,37(10):45-47.
Yu Weidong. Design of injection mould for console of automobile[J]. China Plastics Industry, 2009, 37(10):45-47.
- [14] 王乾,张平,徐子明.一种端盖类塑料件的模具创新优化设计[J].塑料科技,2015,43(10):90-93.
Wang Qian, Zhang Ping, Xu Ziming. Innovative optimal design of the mold for a plastic end cap part[J]. Plastics Science and Technology, 2015, 43(10):90-93.

欢迎订阅 2018 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》杂志

邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

欢迎广大读者到当地邮政局(所)订阅 2018 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》杂志,订阅杂志及合订本光盘及过期刊物的读者可直接向杂志社办理订阅。《工程塑料应用》为月刊,大 16 开本,每月 10 日出版,2018 年定价 15 元/期,全年 180 元。《化学分析计量》为双月刊,大 16 开本,单月 20 日出版,2018 年定价 15 元/期,全年 90 元。

电话: (0531)85878223 85878057 传真: (0531)85947355