

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.12.015

基于 CAX 的电饭煲注塑模具设计与数控加工

程美

(湖南汽车工程职业学院,湖南株洲 412001)

摘要:针对电饭煲外壳塑件注塑模具制造困难的难题,首先运用 CAE 分析确定了模腔的“香蕉”型双浇口浇注方案,并据此合理选用了能简化脱模机构设置的模腔主分型线。依据塑件定模一侧需要设置 7 个抽芯机构、动模一侧需要设置 6 个抽芯机构,及塑件需要采用边缘推板顶出完全脱模、自动脱浇口的需要,选用了一种三板三次开模结构形式的假三板非标准模架来实现塑件的自动脱模及流道废料的自动切除。针对成型件加工困难问题,给出了主要成型件的加工工艺路线及数控编程刀路。模具加工制造中,综合性运用计算机辅助软件 (CAX) 数字技术,将 CAD/CAE/CAM 贯穿于模具整体加工过程中,有利于提高模具的制造精度,提高生产效率和经济效益。

关键词: CAX 数字技术; CAE 分析; 模具 CAD, CAM 编程; 数控加工

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)12-0086-05

Design and NC Machining of Injection Mould for Electric Rice Cooker Based on CAX

Cheng Mei

(Hunan Automotive Engineering Vocational College, Zhuzhou 412001, China)

Abstract : Aiming at the difficult problem of manufacturing injection mould for plastic parts of rice cooker shell, the CAE analysis was used to determine the casting scheme of “banana” double gate in the mould cavity, and the main parting line of the mould cavity which can simplify the setting of the demoulding mechanism was reasonably selected. According to the requirements of 7 core-pulling mechanisms on one side of the fixed mould, 6 core-pulling mechanisms on the other side of the moving mould, and the requirement of using edge pushing plate to eject for the complete demoulding and automatic demoulding gate for the plastic parts, a pseudo-three-plate non-standard mould base with structure of three-plate three-time opening mould was selected to realize the automatic demoulding of the plastic parts and automatic excision of and runner scrap. Aiming at the difficult problem of forming parts processing, the processing technology route and NC programming tool path of main forming parts were given. In the process of die and mould manufacturing, the comprehensive use of CAX digital technology and the penetration of CAD/CAE/CAM into the whole process of die and mould processing are conducive to improving the accuracy of die and mould manufacturing, improving production efficiency and economic benefits.

Keywords : CAX digital technology ; CAE analysis ; die and mould CAD, CAM programming ; NC machining

高端电饭煲是家电细分市场的一类产品,电饭煲外壳塑件的注塑生产是其生产加工中的重要难题,其主要难点在于:①壳体上结构特征较多,成型时物料流动复杂,成型潜在风险多;②外观要求高,对模具的成型件加工要求高;③所安装的机构功能件多,需设置较多的侧抽芯脱模机构,且抽芯机构需要不同的模板分次打开来进行驱动;④成型件结构

特征复杂,加工困难^[1-3]。为降低电饭煲外壳塑件模具加工的难度,降低生产风险,借助于计算机辅助工程 (CAE)/ 计算机辅助设计 (CAD)/ 计算机辅助制造 (CAM) 等综合一体化的计算机辅助软件 (CAX) 数字化技术来实施外壳塑件的模具加工和生产,是实现电饭煲壳体塑件高品质、高效率生产的首选方式^[4-5]。

基金项目: 湖南省教育科学课题项目 (XJK014QXX003)

通讯作者: 程美,副教授,硕士,从事汽车制造专业教学与研究 E-mail : ouyangboyi1978@sina.com

收稿日期: 2019-10-08

引用格式: 程美. 基于 CAX 的电饭煲注塑模具设计与数控加工 [J]. 工程塑料应用, 2019, 47(12) : 86-90, 96.

Cheng Mei. Design and NC machining of injection mould for electric rice cooker based on CAX[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(12) : 86-90, 96.

1 电饭煲外壳塑件成型分析

某新款电饭煲外壳塑件结构如图 1 所示,塑件外形尺寸为 232 mm×239 mm×158 mm,中间安装电饭煲锅体,锅体孔直径 167 mm,深度 78 mm。为增强壳体基体材料聚丙烯 (PP) 的韧性、强度、耐候性及改善 PP 的低温发脆等性能,壳体材料采用了乙烯-辛烯共聚物 (POE) 对 PP 进行改性。塑件平均壁厚 2 mm,最厚达 3.1 mm,最薄 1.1 mm。如图 1 所示,外壳塑件模具制造难点在于^[6-9]:①分型设置选取较困难;②塑件上异形孔较多,成型件设计比较复杂,加工可能比较困难;③壁厚不均,塑件上特征多,浇注时物料流动复杂,浇注位置选择比较困难;④多处特征需要进行侧抽芯,抽芯机构众多,模具机构布置较复杂。

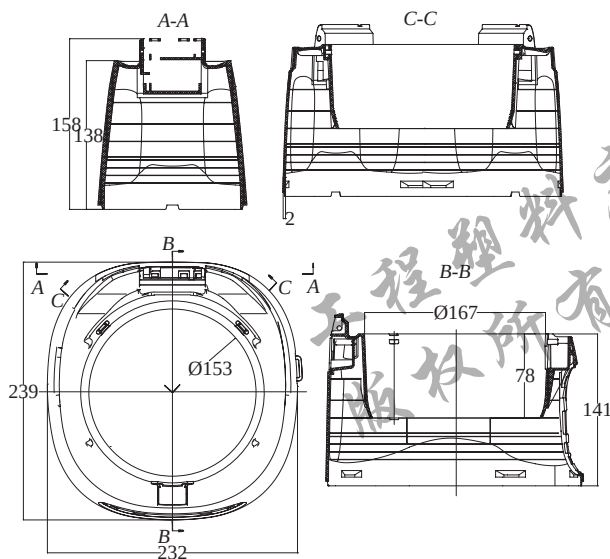
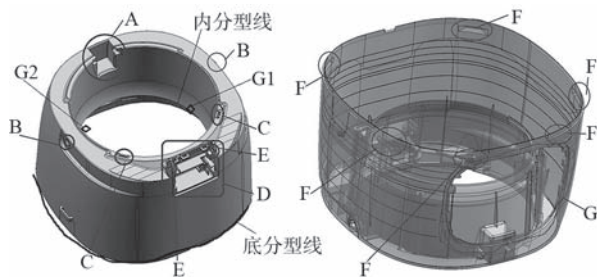


图 1 塑件结构尺寸

2 分型设置

对于塑件模具设计,影响分型设置的主要因素

有 3 个,一是塑件浇口位置及浇口数量,二是塑件外观美观性需要,三是塑件上众多侧抽芯特征脱模机构布置简化需要,塑件的 UG 3D 造型如图 2 所示。



A~G—特征分类编号; G1, G2—浇口

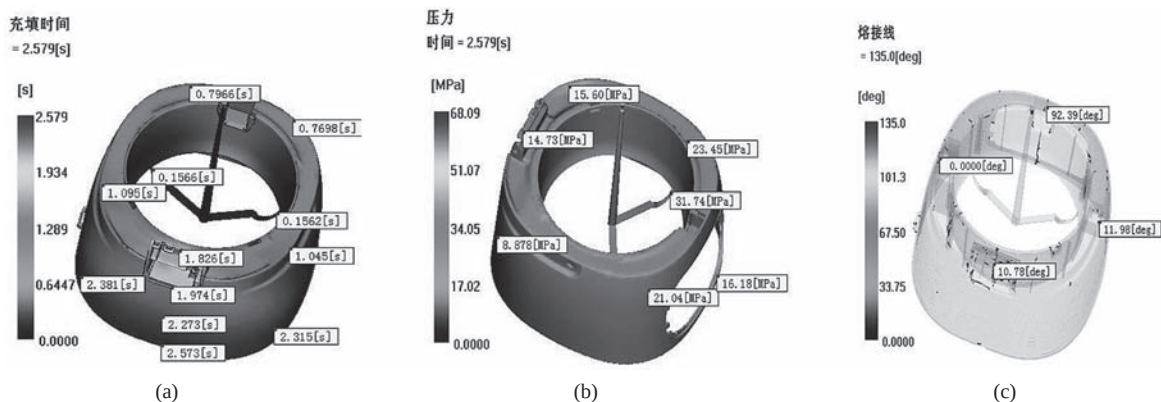
图 2 塑件的 UG 3D 造型及分型设置

2.1 浇口设置

结合家电产品外壳的设计经验,本壳件的浇注系统采用如图 2 中所示 G1, G2 两点进行浇注,将浇口位置设在此两处的好处是:其一浇口位于内壁边缘底部,浇口痕迹不明显,不影响塑件内、外壁的外观;其二,便于开设大口径浇口,降低注塑难度。浇口位置选择好后,可将塑件的主分型面设置于图 2 中所示的底分型线所在位置处,内壁的分型线设置在图 2 所示的壳体内部的内分型线所在位置处,这有利于塑件整体外观表面的完整性,最大限度地避免在外观表面上留下分型痕迹。

2.2 浇注系统 CAE 验证

前述 G1, G2 浇口位置选定后,所设置的浇注系统 CAE 验证分析结果如图 3 所示,浇口形式采用“香蕉”型浇口,进料口直径 1.5 mm,采用该类型浇口的好处是可实现流道废料与塑件的自动分离。如图 3a 所示,浇口的充填时间表明,塑件充填饱满所需时间为 2.579 s 左右,时间不长,能实现较短的注塑周期来成型本产品,两个浇口的料流能平衡充



a—充填时间; b—充填压力; c—熔接线

图 3 浇注系统 CAE 验证结果

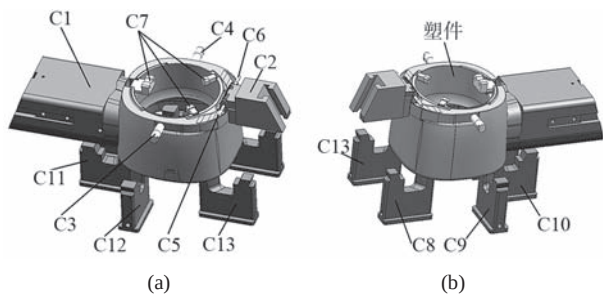
填塑件;如图3b所示,模腔内的充填压力不高,为68.09 MPa左右,充填末端的压差不大,能控制在10 MPa以内,不会因压差失衡造成局部区域的过保压飞边缺陷;如图3c所示,塑件表面的熔接线较少,而熔接线大多出现在塑件的结构特征位置处,且熔接角度小于 135° ,可通过提高模温的方式得到改善,对塑件外观影响不大。综合CAE分析结果,浇注系统能较好地实现塑件的注射成型要求。

2.3 脱模分析

模具机构及结构设计的难点主要是塑件上A~G共7类特征的脱模。1个A特征,2个B特征,2个C特征,1个D特征,2个E特征,1个G特征,共9个特征皆位于塑件的底分型线以上,需在分型后的型腔一侧设置侧抽芯机构进行抽芯脱模。而6个F特征位于型芯一侧,需设置型芯一侧的内抽芯机构实施抽芯脱模。

2.4 脱模机构设置

针对前述15处特征的侧抽芯脱模需要,对应的脱模机构布置如图4所示^[10-12]。针对A及两处C特征,设置一个中央内收抽芯机构C7实施向内侧抽芯脱模;两处B特征,设置两个独立的C3, C4机构向外侧抽芯脱模;两处E特征,由C5, C6两个向外抽芯机构向外抽芯脱模;D区域特征,应用C2特征来实施侧抽芯脱模;G区域特征,使用一个C1抽芯机构抽芯脱模。针对6处内壁倒扣特征F,使用6个内收抽芯机构C8, C9, C10, C11, C12, C13实施内收抽芯脱模。



C1~C13—抽芯机构编号

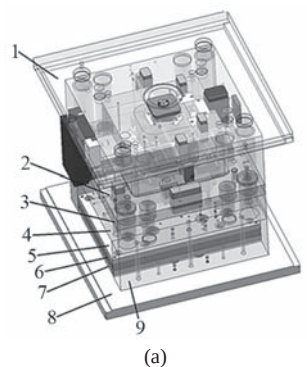
a—脱模机构布置I; b—脱模机构布置II

图4 脱模机构设置

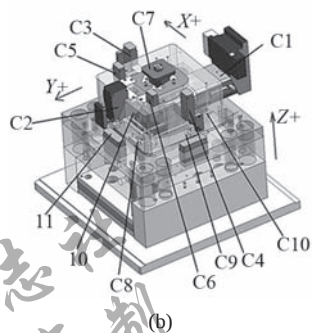
3 模具结构

3.1 整体结构

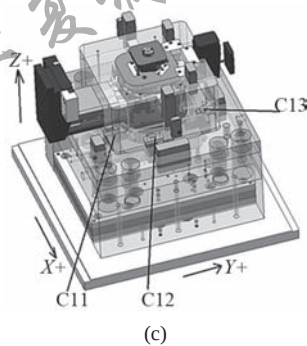
模具整体结构如图5a所示,模架采用3板式假三板模,以实现定模座板1与定模板2间的一次分型打开,但此打开不是用于三板模架中浇口与塑件的分离,而是用于定模一侧脱模机构侧抽芯机构的动力驱



(a)



(b)



(c)

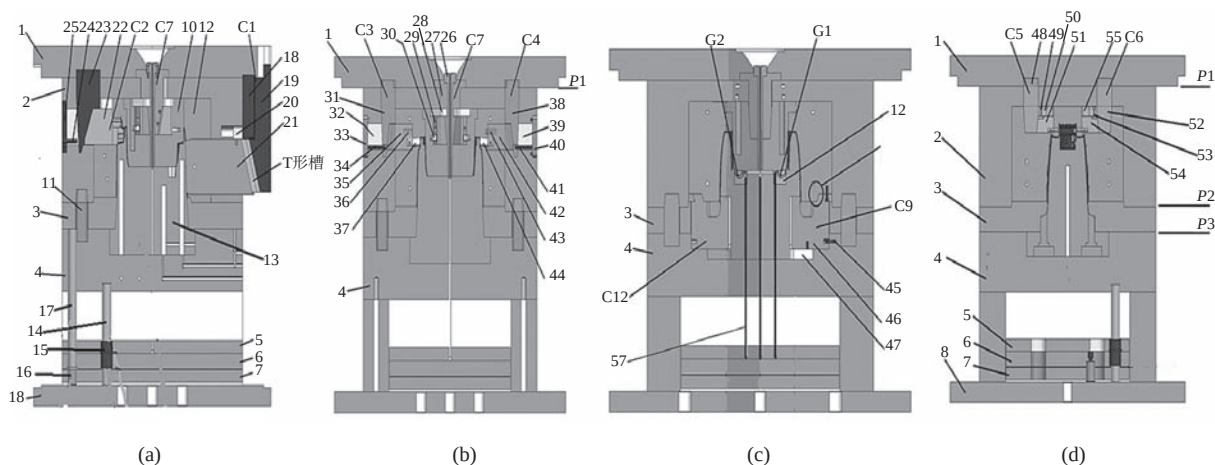
1—定模座板; 2—定模板; 3—动模推板; 4—动模板; 5—第一盖板;
6—第二盖板; 7—推板; 8—底板; 9—垫块; 10—型腔镶件;
11—精定位块; C1~C13—抽芯机构编号; X+, Y+, Z+—坐标轴方向
a—模具整体结构; b—定模抽芯机构的安装; c—动模抽芯机构的安装

图5 模具结构

动。模架上,在定模板2与动模推板3之间设置一次分型打开,动模推板3与动模板4之间设置一次分型打开。顶出推板有3块推板,包括第一盖板5、第二盖板6、推板7,三板依次叠加后,通过螺钉紧固组合在一起;第一盖板5、第二盖板6之间的组合用于安装流道顶针及顶出顶针、推管等顶出元件,第二盖板6与推板7间的组合用于安装驱动动模推板3的顶杆。

3.2 脱模结构安装设置^[13-16]

模具上,机构C1~C7七个机构为位于定模侧的定模先抽芯滑块机构,机构C8~C13六个机构为位于模具动模侧的内收抽芯滑块机构。C1~C13共13个脱模机构的安装分别如图6a~图6d所示。



1—定模座板; 2—定模板; 3—动模推板; 4—动模板; 5—第一盖板; 6—第二盖板; 7—推板; 8—底板; 9—垫块; 10—型腔镶件; 11—精定位块; 12—流道拼块; 13—型芯镶件; 14—顶针板导柱; 15—顶针板导套; 16—顶杆垫块; 17—动模推板顶杆; 18—导向条; 19—C1 楔紧块; 20—C1 限位玻璃珠; 21—C1 滑块; 22—C2 滑块; 23—C2 楔紧块; 24—C2 滑块弹簧; 25—挡位片; 26—浇口衬套; 27—C7 三角楔紧块; 28—C7 压紧块; 29—C7 滑块; 30—成型侧镶件; 31—C3 楔紧块; 32—C3 滑块限位板; 33—C3 弹簧挡板; 34—C3 滑块弹簧; 35—C3 滑块; 36—C3 滑块助力弹簧; 37—C3 滑块成型镶件; 38—C4 楔紧块; 39—C3 滑块限位板; 40—C4 弹簧挡板; 41—C4 滑块弹簧; 42—C4 滑块; 43—C4 滑块助力弹簧; 44—C4 滑块成型镶件; 45—C9 滑块弹簧; 46—C9 滑块; 47—耐磨板; 48—C5 楔紧块; 49—C5 小限位块; 50—C5 滑块导向块; 51—C5 滑块; 52—C6 楔紧块; 53—C6 小限位块; 54—C6 滑块导向块; 55—C6 滑块; 56—推板导柱; 57—拉料杆
P1—第一开模面; P2—第二开模面; P3—第三开模面; G1, G2—浇口编号; C1~C13—抽芯机构编号
a—C1, C2 机构安装; b—C3, C4, C7 机构安装; c—C9, C12 机构安装; d—C5, C6 机构安装

图6 模具机构安装

(1) 定模先抽芯脱模机构。

如图 5b 和图 6a 所示, C1 机构为定模板 2 上的隧道式定模滑块抽芯机构, C1 机构的组件主要包括件 18~件 21, C1 楔紧块 19 的上端安装于定模座板 1 上, 其下端与安装于定模板 2 内的 C1 滑块 21 的右端通过 T 型槽滑动连接, 由安装于定模板 2 上的导向条 18 对其上下运动进行导向。C2 机构同样也为隧道式滑块机构, 其组成件包括件 22~件 25, C2 滑块 22 由安装于定模座板 1 上的 C2 楔紧块 23 驱动以进行开模时的驱动抽芯和闭模时的锁紧动作, 由 C2 滑块弹簧 24 辅助其进行抽芯运动的临时定位。

C1~C7 机构共同点是: 实施抽芯动作的滑块都为隧道式滑块, 滑块都位于定模板 2 内, 滑块的驱动构件都为楔紧块, 楔紧块都安装于定模座板 1 上, 定模座板 1 与定模板 2 间实现一次打开时 (P1 开模面), 7 个机构的滑块能同步动作, 实施对各自对应的特征进行抽芯脱模。

(2) 动模内收抽芯机构。

如图 5c 和图 6c 所示, C8~C13 为同类型机构, 以机构 C9 为例, 其滑块 C9 滑块 46 通过压条安装于动模板 4 内, 由 C9 滑块弹簧 45 辅助其定位, 对于 C9 滑块 46 的运动驱动无须另外设置驱动机构,

直接在定模板 2 上加工出驱动斜台, 以驱动其向型芯中央内收而实施抽芯。模具在 P2 开模面处打开时, 定模板 2 驱动 C9 滑块 46 在 C9 滑块弹簧 45 的辅助驱动下向内运动, 抽芯完毕, 由 C9 滑块弹簧 45 将其顶住而停留在抽芯末位, 待 P2 面闭合时, 定模板 2 再将其压回而复位。

3.3 模具工作原理

结合图 6d 所示, 模具工作原理为: 模具按 P1 → P2 → P3 依次开模打开, 第一次 P1 打开时, 模具定模板 2 以下部件后退, 模具在 P1 面处打开, 安装在定模座板 1 上的 C1 楔紧块 19, C2 楔紧块 23, C3 楔紧块 31, C4 楔紧块 38, C5 楔紧块 48, C6 楔紧块 52, C7 三角楔紧块 27 驱动各自对应的位于定模板 2 内的各滑块完成对应特征的抽芯脱模; 而后模具继续后退, 在 P2 开模面处打开, 打开时, 塑件从型腔镶件 10 中脱出, 留于型芯镶件 13 上, 与此同时, 定模板 2 上的斜台驱动 C8~C13 滑块向型芯镶件 13 的中心内收抽芯, 完成对应特征的抽芯脱模; 模具继续后退, 注塑机顶杆推动顶出板上顶出, 安装于顶出板上的拉料杆 57 将顶出“香蕉”型浇口与塑件分离, 并将其从流道拼块 12 上顶出而脱模, 同时, 动模推板顶杆 17 推动动模推板 3 将塑件从型芯

镶件 13 上顶出而实现塑件完全脱模;模具闭合顺序为先保证顶出板复位,模具按 $P3 \rightarrow P2 \rightarrow P1$ 顺序复位。

4 成型件数控加工

本模具制造难点在于成型件加工,以型腔镶件 10 的加工为例,如图 7a 所示,该成型件需要进行六面加工,六面中以分型面一侧的成型特征的加工最为复杂,该侧既存在平台面、平底槽、排气槽的平面铣削加工,又有型腔内壁的曲面深腔加工,还有内壁局部细小特征的精雕加工,型腔壁上涉及塑件外观面需要采用手工抛光,须抛光至 $R_a 0.4$,需采用 3 轴数控铣及电火花特种加工方能保证型腔镶件完全成形。数控铣削的刀路编程采用 UG10.0 的 CAM 数控编程模块来进行,其中各特征的精铣刀路如图 7b 中的 D1、D2、D3 三种刀路路径所示。

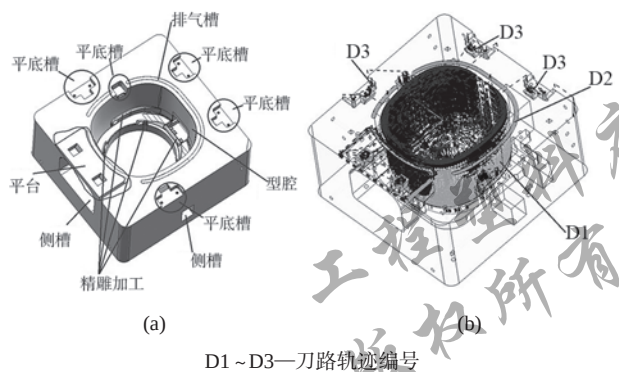


图 7 模具机构安装成型件的数控加工

5 结语

针对电饭煲外壳塑件模具制造困难的生产难题,在确定浇注系统设置合理的基础上,选择塑件底缘作为塑件成型件设计的主分型线,塑件脱模机构得到了合理的布局设置,在模具型腔一侧设置 7 个定模先抽芯机构,在模具动模一侧设置 6 个动模内收抽芯机构。结合塑件的完全脱模需要,采用推板将塑件从型芯镶件上完全推出,结合“香蕉”型浇口的设置,采用拉料杆将流道废料从型芯镶件上完全顶出,从而实现塑件的自动完全脱模和废料自动分离。在此脱模设置基础上,模架的结构形式选用三板三次打开假三板模架结构,以保证塑件顺利实现自动化生产。

在对复杂成型件进行充分工艺分析的基础上,运用 UG10.0 的 CAM 模块进行数控铣程序的编制,保证了成型件的精确成型,协同运用计算机辅助技术 CAX 中的 CAD/CAE/CAM 来实现模具的生

产制造,能有效缩短模具的制造周期,降低模具制造成本。

参考文献

- [1] 王怀奥. 熟食机主体壳注塑模具结构设计 [J]. 塑料工业, 2017, 45(11):79-84.
Wang Huai'ao. Design of injection mould for main body of cooked food machine[J]. China Plastics industry, 2017, 45(11):79-84.
- [2] 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 Huai'ao, Xiao Guohua. Design of automatic release mechanism and control mechanism of rice cooker injection mold[J]. China Plastics, 2017, 31(9):137-144.
- [3] 关兴举. 电饭煲提手的模具设计与工艺优化 [J]. 技术与教育, 2019, 33(2):3-6.
Guan Xingju. Die design and process optimization of rice cooker handle [J]. Technology and Education, 2019, 33(2):3-6.
- [4] 查东, 匡唐清, 刘明文, 等. 模流分析在电饭煲上盖注塑模设计中的应用 [J]. 塑料, 2017, 46(3):103-108.
Zha Dong, Kuang Tangqing, Liu Wenwen, et al. Application of moldflow in the design of injection molds for a rice cooker upper lid[J]. Plastics, 2017, 46(3):103-108.
- [5] 潘俊宇, 匡唐清, 赖德伟, 等. 模流分析在电饭煲底座模具设计与工艺优化中的应用 [J]. 塑料科技, 2017, 45(10):90-95.
Pan Junyu, Kuang Tangqing, Lai Dewei, et al. Application of moldflow technology in mold design and process optimization of electric cooker base[J]. Plastics Science and Technology, 2017, 45(10):90-95.
- [6] 罗光汉, 宋国强, 沙莉. 电器外壳模具的 PTC/Creo 阴影曲面分模技术应用 [J]. 模具制造, 2016, 16(10):41-45.
Luo Guanghan, Song Guoqiang, Sha Li. Application on parting technology of the PTC/Creo shadow surface for the appliance shell mold[J]. Die and Mold Manufacturing, 2016, 16(10):41-45.
- [7] 司海涛, 李春林, 曲尔光. 基于 CAD/CAE 技术的超薄手机外壳模具设计 [J]. 机电工程技术, 2016(5):12-13.
Si Haitao, Li Chunlin, Qu Erguang. Mold design of ultra-thin mobile phone shell based on CAD/CAE technology[J]. Electromechanical Engineering Technology, 2016(5):12-13.
- [8] 杨明池, 张戟. 基于 Moldflow 的 EPB 电子驻车外壳的模具结构优化 [J]. 机械工程与自动化, 2017(4):51-53.
Yang Mingchi, Zhang Ji. Moldflow based structure optimization of mold for EPB housing[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2017(4):51-53.
- [9] 王秀梅, 翟豪瑞. 基于 CAE 分析 USB 外壳模具异型水路的设计 [J]. 现代塑料加工应用, 2018, 30(6):46-48.
Wang Xiumei, Zhai Haorui. Design of irregular waterway system for USB shell mould based on CAE[J]. Modern Plastic Processing Application, 2018, 30(6):46-48.

参考文献

- [1] 高林. 论 21 世纪工业设计的审美特征 [J]. 艺术与设计: 理论版, 2007(2X):122-124.
Gao Lin. Aesthetic features of industry design in 21st century[J]. Art and Design:Theoretical Edition, 2007(2X):122-124.
- [2] 安勇. 工业设计模型方法研究 [J]. 广西轻工业, 2008, 24(12):115-116.
An Yong. Research on industrial design model method[J]. Guangxi Light Industry, 2008, 24(12):115-116.
- [3] 赵艳云, 边放, 李巨韬. 基于感性工学在产品材质意象研究 [J]. 机械设计, 2015, 32(8):117-121.
Zhao Yanyun, Bian Fang, Li Jutao. Image research of product material based on kansei engineering[J]. Journal of Machine Design, 2015, 32(8):117-121.
- [4] 马赛. 工业设计中的系统重构与创新 [J]. 包装工程, 2018, 39(22):8-11.
Ma Sai. Reconstruction and reformation of system in industrial design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22):8-11.
- [5] 唐帮备, 郭钢, 夏进军. 基于用户视/触觉体验的工业设计材质测评方法研究 [J]. 机械工程学报, 2017, 53(3):162-172.
Tang Bangbei, Guo Gang, Xia Jinjun. Method for industry design material test and evaluation based on user visual and tactile experience[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2017, 53(3):162-172.
- [6] 陈江. 产品突破型创新设计的方法与实施 [J]. 创意与设计, 2018(1):45-47.
Chen Jiang. Methods and implementations of product breakthrough innovation design[J]. Creativity and Design, 2018(1):45-47.
- [7] 李辛沫, 黄晓. 基于工业设计理念的激光数控打孔机外观创新设计 [J]. 工程图学学报, 2007, 28(5):99-102.
Li Xinmo, Huang Xiao. An appearance modeling innovative design of CNC laser drilling based on the industry design idea[J]. Journal of Engineering Graphics, 2007, 28(5):99-102.
- [8] 王第文. 基于工业设计的 LED 路灯创新设计 [J]. 湖南农机: 学术版, 2013(1):49-50.
Wang Diwen. Based on the industrial design of LED road lamp design innovation[J]. Hunan Agricultural Machinery: Academic Edition, 2013(1):49-50.
- [9] 韩玲. 关于塑料产品的结构设计及材料成型注意事项 [J]. 机电产品开发与创新, 2018, 31(4):92-93.
Han Ling. Structural design of plastic products and material molding precautions[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2018, 31(4): 92-93
- [10] 朱俊. 探析塑料管线板材的挤塑成型加工技术 [J]. 聚氨酯, 2014(10):72-77.
Zhu Jun. Exploring the extrusion processing technology of plastic pipeline and sheet[J]. Polyurethane, 2014(10):72-77.
- [11] 刘红燕. 塑料加工成型技术现状及研究进展 [J]. 合成树脂及塑料, 2017, 34(6):93-96.
Liu Hongyan. Situation and research development of plastics processing technology[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2017, 34(6):93-96.
- [12] 赵慧凯. 热塑性塑料制品成型设备的设计与优化 [J]. 塑料工业, 2019, 47(5):77-80.
Zhao Huikai. Design and optimization of forming equipment for thermoplastic products[J]. China Plastics industry, 2019, 47(5):77-80.
- [13] 于盛睿, 曹利钢, 冯浩, 等. 家用吸尘器盖板的侧轨道抽芯注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2010, 38(4):68-70.
Yu Shengrui, Cao Ligang, Feng Hao, et al. Design of injection mould with side core-pulling mechanism for flat of vacuum cleaner[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(4):68-70.
- [14] 陈鹏. 注塑模斜向分型与抽芯机构的设计及应用 [J]. 机床与液压, 2014, 42(2):30-32.
Chen Peng. Design and application of the oblique side-parting core-pulling mechanisms in injection mold[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2014, 42(2):30-32.
- [15] 王焕, 黄诗君, 黄少初, 等. 保温水壶外壳多向抽芯机构注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2014, 42(6):65-68.
Wang Huan, Huang Shijun, Huang Shaochu, et al. Design of injection mould with multidirectional core pulling mechanism for thermal insulation kettle shell[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(6):65-68.
- [16] 王强, 陈堂敏. 塑料模具定模斜向型芯抽芯机构设计 [J]. 模具技术, 2013(3):31-33.
Wang Qiang, Chen Tangmin. Oblique core-pulling mechanism design for the fixed half of plastic mould[J]. Die and Mold Technology, 2013(3):31-33.
- [17] 孟祥涛. 注塑模具侧向分型与抽芯机构知识库与推理机的研究 [D]. 济南: 山东大学, 2007.
Meng Xiangtao. Research on knowledge base and reasoning machine of side parting and core pulling mechanism of injection mold[D]. Jinan: Shandong University, 2007.
- [18] 杨志立, 黄诚驹. 斜滑块内侧抽芯注射模设计 [J]. 模具工业, 2013, 39(2):52-54.
Yang Zhili, Huang Chengju. Slanted slider inside core-pulling injection mould for lamp back cover[J]. Mold Industry, 2013, 39(2):52-54.
- [19] 王强, 陈堂敏. 塑料模具定模斜向型芯抽芯机构设计 [J]. 模具技术, 2013(3):31-33.
Wang Qiang, Chen Tangmin. Oblique core-pulling mechanism design for the fixed half of plastic mould[J]. Die and Mold Technology, 2013(3):31-33.