

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.07.015

注塑模具镶件智能设计系统

王静^{1,2}, 周来水¹, 李振杰², 毕建平², 王献伟²

(1. 南京航空航天大学机电学院, 南京 210016; 2. 河南工程学院机械工程学院, 郑州 451191)

摘要: 结合注塑模具镶件设计的经验, 针对当前镶件设计存在的问题, 根据企业的实际需求, 提出了一种注塑模具镶件自动生成方法, 并基于 NX 平台, 开发了模具镶件智能设计系统, 该系统可实现模具中不同类型镶件的设计。经企业实践表明, 该系统实用性强, 能够显著提高模具镶件的设计效率, 具有实际应用价值。

关键词: 模具设计; 镶件设计; 参数化设计; 智能设计; 模具 CAD

中图分类号 TQ325.1 **文献标识码** A **文章编号** 1001-3539(2020)07-0080-05

Intelligent Design System of Injection Mold Insert

Wang Jing^{1,2}, Zhou Laishui¹, Li Zhenjie², Bi Jianping², Wang Xianwei²

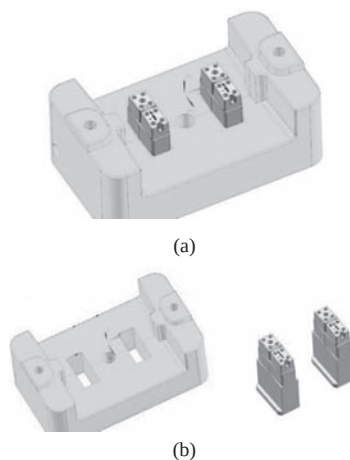
(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016, China; 2. College of Mechanical Engineering, Henan University of Engineering, Zhengzhou 451191, China)

Abstract: Combined with the knowledge and experience of injection mold insert design, aiming at the problems existing in the current insert design, according to the actual needs of enterprises, an automatic generation method of injection mold insert is proposed, and based on NX platform, a rapid design system of injection mold insert is developed, which can realize the design of different types of inserts in the mold. The enterprise practice shows that the system has strong practicability, can significantly improve the design efficiency of die inserts, and has practical application value.

Keywords: mould design; insert design; parametric design; intelligent design; mold CAD

在注塑模具设计过程中, 一个重要的核心环节是分模设计^[1-4], 即根据塑件的 CAD 模型将模具的模仁 (凸模、凹模) 设计出来。一般情况下, 考虑实际模具工程中的多种因素 (加工方便、易于更换、保证材料硬度、成型排气等), 经常还需要在设计出的模仁结构中进一步拆分出镶件^[5-8], 其外形图如图 1 所示。在中大型模具中, 所需拆分出的镶件数量可达到几十个乃至上百个。对于镶件的设计, 当前的方法一般是由设计人员根据模具设计经验知识, 使用相关工业软件的基本建模命令, 采用手动交互设计来完成, 这一过程不但操作繁琐, 效率低, 而且也容易出错^[9-11]。针对目前这种情况, 笔者根据企业的实际需求, 开发了注塑模具镶件快速设计系统, 采用设计向导的方法, 将注塑模具镶件设计知识集成到应用程序, 从而能够快速方便地进行模具镶件的

设计工作, 这对提高整个模具设计的效率具有重要意义。



a—模仁结构; b—从模仁中拆分镶件

图1 拆分模仁上的镶件

通讯作者: 王静, 硕士, 从事模具 CAD、智能化设计、注塑模具智能设计系统研究 E-mail: 361893924@qq.com

收稿日期: 2020-04-14

引用格式: 王静, 周来水, 李振杰, 等. 注塑模具镶件智能设计系统 [J]. 工程塑料应用, 2020, 48(7): 80-84.

Wang Jing, Zhou Laishui, Li Zhenjie, et al. Intelligent design system of injection mold insert[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(7): 80-84.

1 模具镶件介绍

实际模具工程中塑件结构复杂多变,其所对应的模仁表面也随之具有不同的形状结构。通常情况下,模仁中均会有一些加工部位可以拆分成镶件。按照镶件成型部位的形状,大致可分为圆形镶件和异形镶件,如图2所示。所谓圆形镶件,其成型部位呈现出规则的圆形形状,而异形镶件的成型部位则呈现出不规则的形状。

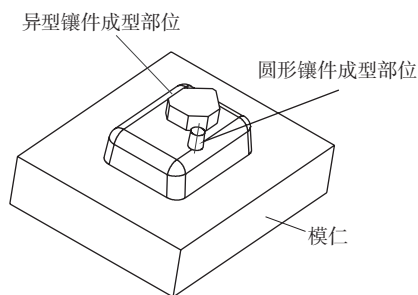


图2 镶件的结构形式

1.1 镶件类型

按照镶件的固定形式,又可分为两种类型:挖槽式和贯通式,其结构如图3所示。挖槽式镶件是指镶件固定时首先需要在模仁中加工出盲孔,然后将镶件插入该盲孔,并用螺丝锁紧模仁和镶件。挖槽式是一种常用的固定方法,主要用于镶件较大时使用,结构比较简单。贯通式镶件是指在镶件上设计有挂台结构,镶件依靠挂台进行定位,固定则是通过螺丝将两块模板锁紧完成。镶件的贯通式固定方法在模具工程中应用很普遍,比较适合较小尺寸的镶件固定。

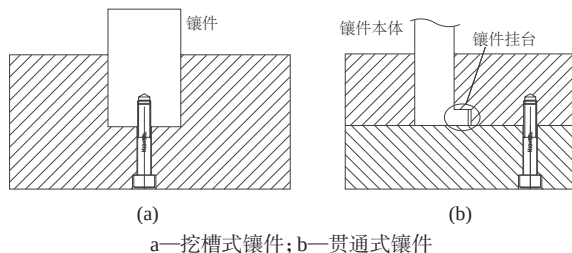


图3 镶件的固定形式

1.2 镶件设计要点

镶件结构设计是整个模具设计中的重要部分,具体设计时不但要考虑镶件本身的强度要求,更需要注意其加工的便利性、成型效果及加工成本等多方面问题。如镶件本体结构应避免和顶针、水路等模具内部构件发生干涉;镶件应保证足够的强度,当镶件单边承受注射压力时,为防止镶件变形,应做固定位以加强强度。如果圆形镶件成型端面的胶位是非平面,则需要做防转处理^[12]。相较于挖槽式镶

件,贯通式镶件应用更广泛,设计较为复杂,其设计要点如下:

(1) 圆形贯通式镶件。

圆形贯通式镶件挂台的设计如图4所示。通常情况下,圆形镶件挂台的单边宽度 B 常取 $2\sim 4\text{ mm}$,高度 H 常取 $3\sim 6\text{ mm}$,挂台固定位应做避空处理,避空值 M 一般为 0.5 mm 或 1 mm 。

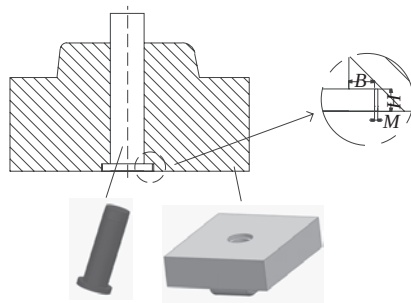


图4 圆形贯通式镶件设计简图

(2) 异形贯通式镶件。

异形贯通式镶件的挂台应首选在镶件本体的平直位置,且应首选长边方位,挂台单边宽度 B 常取 $2\sim 4\text{ mm}$,高度 H 常取 $3\sim 6\text{ mm}$,两边要留 $0.5\sim 2\text{ mm}$ 平位,挂台拐角可做 $1\text{ mm}\times 45^\circ$ 倒角或 $R1\text{ mm}$ 圆角,以方便装配。模仁上对应的镶件挂台固定位避空值 M 一般为 0.5 mm 或 1 mm ,异形贯通式镶件设计简图如图5所示。

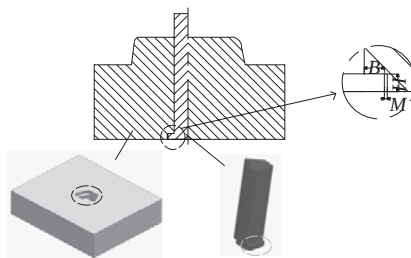


图5 异形贯通式镶件设计简图

2 功能定义及设计流程

目前镶件设计时主要依靠设计人员的经验,先人工识别出镶件成型部分的轮廓线,后使用拉伸、修剪、合并等建模命令,一步步通过频繁的交互操作完成镶件设计,设计效率不高,容易出错。针对这个情况,企业需求的镶件快速设计系统应具备以下功能:

- (1) 自动识别镶件的轮廓线,并支持手动修改。
- (2) 根据用户所选镶件的不同形式,快速生成镶件模型。
- (3) 根据输入参数,自动完成镶件挂台的模型生成。
- (4) 自动完成镶件模型与模仁的布尔运算。

(5) 自动完成镶件挂台避空的设计。

笔者根据镶件快速设计系统的功能需求,以 NX 为软件平台,进入 NX 二次开发环境,采用 Block UI Styler 编辑器设计了镶件快速设计系统的用户界面,如图 6 所示。该系统可完成圆形镶件和异形镶件的设计工作,用户点击对话框的“圆形镶件”或“异形镶件”选项卡,可对不同类型的镶件进行设计。当用户选定镶件成型部分的一段轮廓线,系统即可自动识别整个镶件成型部分的轮廓线,用户通过指定镶件的底部平面,并选择镶件的固定形式,输入相关参数,系统即可自动生成镶件模型。系统的整个工作流程图如图 7 所示。

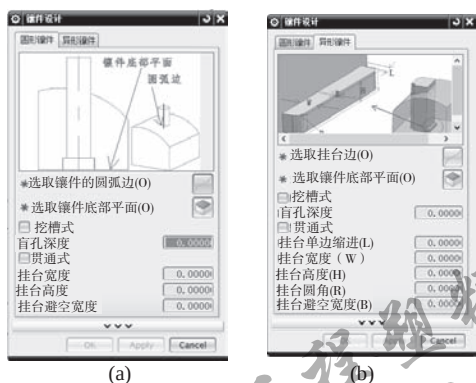


图 6 镶件设计系统界面

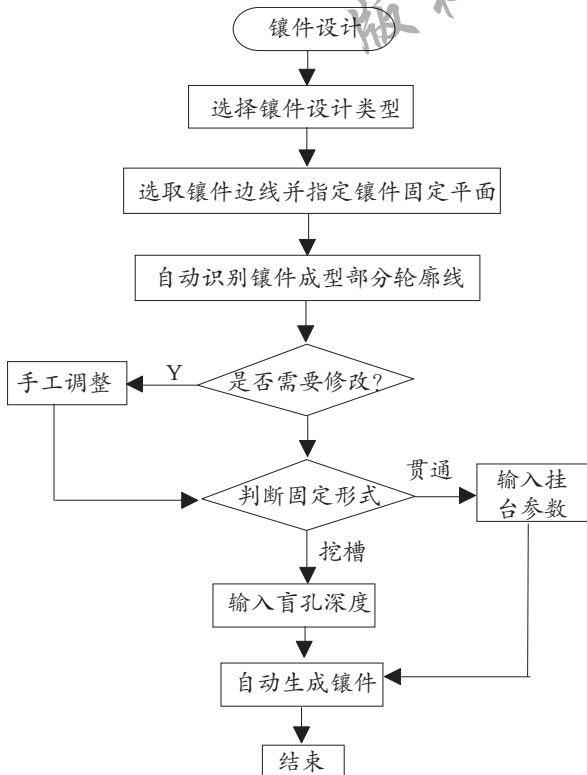


图 7 镶件自动化设计流程图

3 关键技术

3.1 镶件成型部分轮廓线的自动识别

在镶件设计时,通常需要根据镶件成型部分的具体结构情况,人工识别出其结构轮廓线,然后根据这些轮廓线使用基本建模命令(拉伸、旋转等)设计出镶件模型。这一过程需要手动对塑件 CAD 模型进行不断的翻转、缩放以进行查看识别,并用鼠标频繁的点击模型边线,操作繁琐,容易出错。为了解决这一个问题,提出了镶件成型部分轮廓线的识别算法,如图 8 所示,算法步骤如下:

步骤 1:将有镶件成型部分的模具表面投影到指定的底面,得到投影曲线集(A)。

步骤 2:判断所选的某段镶件成型部分轮廓线(L)的投影线 L1 是否为圆弧线,如果是圆弧线,则执行步骤 3;如果不是圆弧线,则执行步骤 5。

步骤 3:判断与 L1 相连的曲线 L2 是否是圆弧线,如果是圆弧线,则执行步骤 4;如果不是圆弧线,则执行步骤 5。

步骤 4:判断圆弧线 L1 和圆弧线 L2 是否同心,如果同心,则 L1 和 L2 是圆形镶件成型部分的投影轮廓线;如果不同心,则执行步骤 5。

步骤 5:找出与 L1 一端端点 P0 相连的曲线 L2,按此方法,依次在投影曲线集(A)中找出所有包含 L1 的封闭曲线链 C1, C2, ..., Cn。

步骤 6:判断封闭曲线链 C1, C2, ..., Cn 各自所围成的面积,面积最大者,即是异形镶件成型部分轮廓线的投影线。

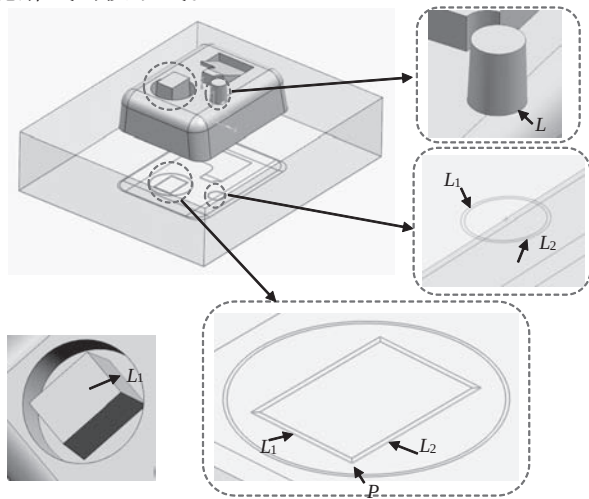


图 8 镶件成型轮廓线识别原理

3.2 镶件本体及其配合孔与挂台避空位自动生成

当确定了镶件成型部分轮廓线之后,即可进行镶件本体、镶件的配合孔及镶件挂台避空位的设计。

传统的设计方法需要手动点击建模模块的拉伸、求差、偏置等建模命令来完成,这一过程十分繁琐且易出错。通过如下提出的自动设计方法将能够很好地解决这一问题,该方法的前提是已经识别出镶件成型部分的轮廓线(如3.1所述)。具体步骤如下:

步骤1:判断镶件成型部分轮廓线的投影曲线集 $\{L\}$ 中的曲线所围图形是否是圆形,如果是,则执行步骤2;如果不是,则执行步骤4。

步骤2:如果用户选择的镶件固定形式是挖槽式,则将 $\{L\}$ 中所有曲线拉伸指定深度生成镶件体积块,通过镶件体积块与模仁间的布尔运算(先求交,后求差),即可得到镶件本体及其在模仁上的配合孔,如图9所示。

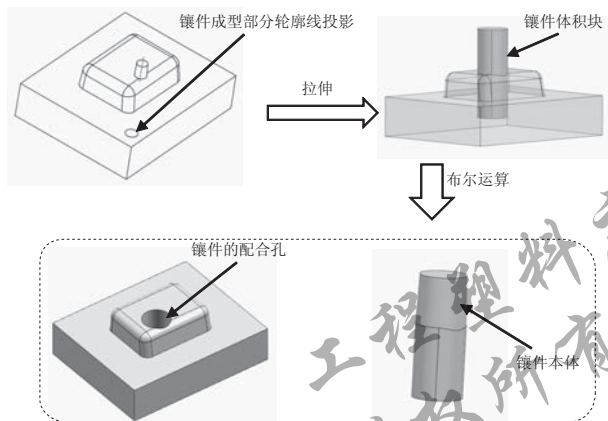


图9 圆形挖槽式镶件自动生成

步骤3:如果用户选择的镶件固定形式是贯通式,先将 $\{L\}$ 中所有曲线拉伸指定深度生成镶件体积块,然后将该 $\{L\}$ 中所有曲线向外偏置指定距离得到 $\{PL\}$,将 $\{L\}$ 和 $\{PL\}$ 中所有曲线拉伸指定深度生成挂台体积块,将镶件体积块与挂台体积块求和后得到的体积块与模仁进行布尔运算(先求交,后求差),即可得到镶件本体及其在模仁上的配合孔,将配合孔的挂台侧面偏置指定距离,即可完成挂台避空位的设计,如图10所示。

步骤4:如果用户选择是挖槽式,则执行步骤5;如果是贯通式,则执行步骤6。

步骤5:将该投影轮廓线拉伸指定深度生成镶件体积块,通过镶件体积块与模仁间的布尔运算(先求交,后求差),即可得到镶件本体及其在模仁上的配合孔,如图11所示。

步骤6:将该投影轮廓线拉伸指定深度生成镶件体积块,然后将曲线链中最长曲线,朝向封闭区域外侧偏置指定距离,封闭该曲线,并拉伸指定深度生

成挂台体积块,将镶件体积块与挂台体积块求和,然后与模仁进行布尔运算(先求交,后求差),即可得到镶件本体及其在模仁上的配合孔,将配合孔的挂台面偏置指定距离,即可完成挂台避空位的设计,如图12所示。

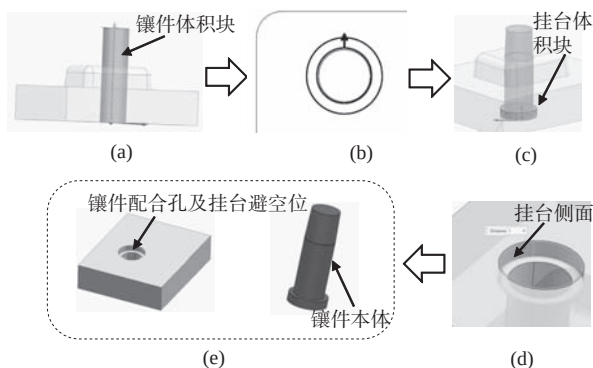


图10 圆形贯通式镶件自动生成

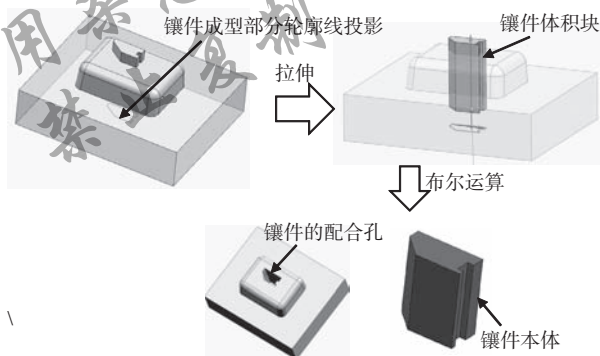


图11 异形挖槽式镶件自动生成

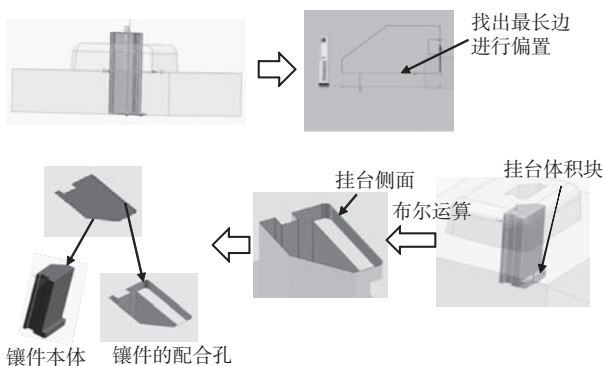
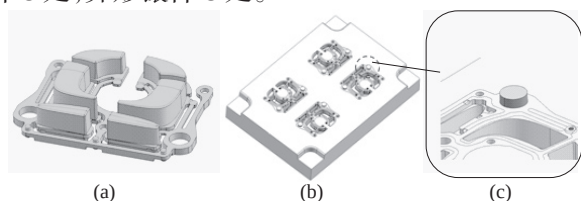


图12 异形贯通式镶件自动生成

4 应用实例

以西门子的NX工业软件为开发平台,采用python语言结合NX OPEN API开发镶件快速设计的应用程序,实现了笔者提出的算法,并通过在企业的多个实例验证了其可行性。塑件及其模具如图13所示。为某模具企业的一个工程应用实例,该塑

件结构复杂,经初次分模后,发现其所对应的模仁成型区域有多处部位需要拆成镶件结构,其中圆形镶件 8 处,异形镶件 8 处。



a—塑件模型; b—模仁; c—局部放大图

图 13 塑件及其模具

按照传统的设计方法,设计人员需要反复点击鼠标旋转查看并识别镶件成型部分的轮廓线,然后使用 NX 的基本建模命令(拉伸、替换面等)进行镶件的模型设计,工作量大,所需时间约 70 min 左右,且设计繁琐容易出错。在使用镶件快速设计系统时,用户只需选取一段轮廓线,指定镶件固定面,并输入相关参数即可快速生成模具镶件,时间只需约 8 min,系统设计实例如图 14 所示。与传统方法相比,大大节约了设计时间,提高了设计效率。

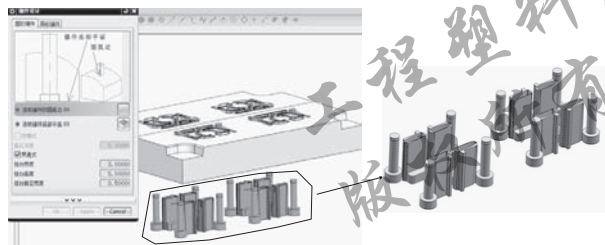


图 14 系统设计实例

5 结语

现有的注塑模具镶件设计存在着诸多不足,针对这一情况,提出了一种镶件快速设计方法,能够自动完成镶件模型的生成,并基于 NX 平台,开发了注塑模具镶件快速设计系统,该系统可辅助设计师快速完成模具的镶件设计,提高了设计效率,满足了企业的实际需求,具有较好的实用性和应用价值。

参考文献

- [1] 徐生,肖国华,沈忠良,等.内藏式型针侧抽芯二次顶出脱模机构及其模具设计[J].工程塑料应用,2016,44(3):79-83.
Xu Sheng, Xiao Guohua, Shen Zhongliang, et al. Design for secondary ejection release mechanism with built-in type needle side core-pulling and its injection mould[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(3):79-83.
- [2] 贾林玲.一种内外螺纹同步脱模的抽芯机构及模具设计[J].塑料科技,2016,44(8):75-79.
Jia Linling. Core Pulling mechanism and die design of internal and external thread synchronization stripping[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(8):75-79.
- [3] 赵连民,王小龙,刘春玲,等.内圆外方形模具结构设计与改进[J].模具制造,2018(2):64-66.
Zhao Lianmin, Wang Xiaolong, Liu Chunling, et al. Design and improvement of square shaped die with an inner circle[J]. Die & Mould Manufacture, 2018(2):64-66.
- [4] 王成.薄壁螺纹弧形抽芯塑件的模具结构设计[J].中国塑料,2014,27(9):97-102.
Wang Cheng. Design of molds for thin and arc thread parts with die cores[J]. China Plastics, 2014, 27(9):97-102.
- [5] 焦瑞萍,池成忠,黄能会.注塑模具结构中的镶件设计[J].塑料工业,2010,38(2):33-35.
Jiao Ruiping, Chi Chengzhong, Huang Nenghui. The insert designing of injection-mold's structure[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(2):33-35.
- [6] 李小敏,刘卫东.注塑模具镶件的设计[J].装备制造技术,2009,4(4):168-169.
Li Xiaomin, Liu Weidong. The insert designing of injection-mould's[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2009, 4(4):168-169.
- [7] 吴盛金,刘斌.注塑模具自动分模技术[J].塑料工业,2010,38(5):47-50.
Wu Shengjin, Liu Bin. Automatic mould parting technology of injection mold[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(5):47-50.
- [8] 马杰,王耕耘,王义林,等.基于UG/WAVE的活动凸模参数化设计[J].模具工业,2013,39(4):6-9.
Ma Jie, Wang Gengyun, Wang Yilin, et al. Parametric design of movable punch based on UG / WAVE[J]. Die & Mould Industry, 2013, 39(4):6-9.
- [9] 窦宇,王金卓,王义林.基于UG的修边翻边镶件参数化设计系统研究[J].模具工业,2015,41(11):7-11.
Dou Yu, Wang Jinzhuo, Wang Yilin. Parametric design system of trimming and flanging die insert based on UG[J]. Die & Mould Industry, 2015, 41(11):7-11.
- [10] 金敦水,汪恒兵.模具镶拼件的数字化建模设计与分析[J].重庆科技学院学报:自然科学版,2017,19(1):118-120.
Jin Dunshui, Wang Hengbing. Design and analysis of digital modeling for mold insert piece[J]. Journal of Chongqing University of Science and Technology: Natural Sciences Edition, 2017, 19(1):118-120.
- [11] 黄辉.基于NX平台的覆盖件修边冲孔镶块自动化设计关键技术研究[D].武汉:华中科技大学,2017.
Huang Hui. Research on automatic design of trimming and punching insert based on nx platform[D]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology, 2017.
- [12] 任全英,任琳,赵一化.注射模镶件结构设计[J].模具工业,2006(11):42-44.
Ren Quanying, Ren Lin, Zhao Yihua. Design of inlaying structure in injection mould[J]. Die & Mould Industry, 2006(11):42-44.