

# 基于 Creo 从零件设计模型到铸件模型的特征处理方法

刘江锋<sup>1</sup>, 董玉德<sup>1</sup>, 崔宇翔<sup>1</sup>, 周 弓<sup>1</sup>, 邹文兵<sup>2</sup>, 刘颖卓<sup>2</sup>

(1. 合肥工业大学机械工程学院, 安徽合肥 230009; 2. 上海航天精密机械研究所, 上海 201600)

**摘要:** 针对铸造数值模拟前从零件设计模型到铸件模型的转化过程中, 体加工特征处理和面加工特征处理的繁琐性、操作时的复杂性问题, 提出一种从设计模型到铸件模型特征处理的方法。该方法建立在实际生产需求和特征建模技术的基础上, 以Creo 2.0为研发平台, 实现了转化过程中特征处理的优化。首先基于特征识别, 遍历模型中所有的特征, 把不铸出特征进行批量抑制; 其次, 封装了柔性建模的偏移和替代命令, 以加厚以及用参考面替代的方式实现了添加加工余量的要求。并以航天零件中的舱体为例验证了所提方法的有效性。

**关键词:** 铸件模型; 特征建模技术; 特征识别; 批量特征抑制; 封装

计算机辅助设计 (CAD) 技术在大型铸钢件铸造中的应用, 将传统的手工绘制工艺进行了改变, 提升了大型铸钢件铸造的工艺速度, 提升了新产品的市场竞争力, 也加快了大型铸钢件的工艺设计速率<sup>[1-2]</sup>。CAD技术在铸造仿真领域同样有很大贡献, 在铸件产品的设计过程中, 要对铸件充型、凝固和冷却过程进行模拟, 对铸件凝固过程应力数值模拟及残余应力变形预测, 铸件凝固过程中微观组织模拟等<sup>[3]</sup>, 例如对铸造中的缺陷和凝固充型中的缺陷进行数值模拟<sup>[4-6]</sup>。然而, 在实际的模拟之前, 需要对设计模型进行分析、处理, 站在生产角度重新审视三维设计模型, 使之成为能够通过现有铸造工艺形成并且满足后续加工需求的铸件模型, 主要有以下两个方面。

第一, 对体加工特征处理<sup>[7]</sup>。分析该零件模型中的哪些特征是无法通过铸造工艺形成的, 或通过机加工来生成效果更好, 这些特征在本文统称为不铸出特征。不铸出特征包括下文提到的适合批量处理的不铸出特征和具有父子关联的不铸出特征以及自定义特征。对不铸出特征的处理方式是将其全部抑制, 使其不可见, 抑制部分用模型的原有材料填充。

第二, 对面加工特征处理<sup>[7]</sup>。分析该零件模型, 哪些尺寸是需要预留加工余量以待再加工的。在铸件精整完成后, 需要将加工表面多余的部分通过机械加工的方法除掉, 获得设计要求的加工表面。这在数值模拟前就需要先考虑, 然后再进行模拟验证。图1为某航天产品模型的局部, 该模型上的孔、倒角、倒圆角、窗体、凹槽以及许多细微的不铸出特征, 一般在铸件成形后通过车削、铣削、钻削等复杂的机加工才能形成。因此需要将这些不铸出特征进行“抑制”, 即把这些特征从模型中去除。同样的, 对不同的加工材料和加工面会预留不同的加工余量, 以使用不同的加工方法去加工<sup>[8]</sup>。最终以铸件的形态用于铸造工艺图设计和数值模拟优化设计等。上述过程可以理解为该设计模型到铸件模型的逆变换<sup>[7]</sup>, 而无需考虑中间状态的工序模型<sup>[9]</sup>。

现有的CAD/CAE软件, 如Creo parametric, 是基于特征设计的实体造型软件<sup>[10]</sup>。所谓特征, 就是可以用参数驱动的实体模型。这类三维软件实现上述体特征处理的方法可以通过“特征隐含”的方式, 但这种隐含方法仅能提供单一形式逐个抑制的

## 作者简介:

刘江锋 (1996-), 男, 硕士生, 研究方向为数字化设计与制造。电话: 15070187071, E-mail: alanfengliu@163.com

## 通讯作者:

董玉德, 男, 博士, 教授, 博士生导师。E-mail: yddong@hfut.edu.cn

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977 (2021)

05-0532-08

## 基金项目:

国家自然科学基金 (51775159)。

## 收稿日期:

2020-11-17 收到初稿,

2020-12-24 收到修订稿。

操作, 无法实现批量抑制和条件抑制。加之这类通用软件未为铸造工艺的处理提供相适应的与加工余量相关的工具, 亦无法方便添加加工余量和集中管理所添加的加工余量。以往对零件的设计模型到铸件模型的研究中仅给出一种理论思路、推理或系统结构<sup>[8-9]</sup>, 未给出具体实现方案和算法。

基于上述情况, 本研究以铸造工艺人员的角度对铸件三维模型的数值模拟前处理进行实际需求分析, 在之前的理论基础上提出一种从设计模型到铸件模型特征处理的方法来解决以上问题, 并以Creo2.0为研发平台, 将理论应用于实践, 主要实现了以下功能:  
 ①在不改变模型数据结构的前提下对不铸出特征进行批量抑制, 保留了原模型的拓扑结构<sup>[11]</sup>。②封装了加工余量特征, 提供添加加工余量的方法, 提供对余量集中管理的方法。

## 1 基本原理

### 1.1 特征内部结构的分析

Creo parametric的模型都是由特征构成的。如零件模型的基本特征有基准特征、孔特征、拉伸特征、阵列特征、倒圆角特征、切口特征、旋转特征、曲面特征、扫描特征等。零件模型的设计就是特征的累积过程<sup>[10]</sup>。对特征内部的理解和操作是探究模型特征处理的前提, 图2所示是模型中特征之间及特征和模型之间的关系。

一个模型 (ProSolid) 是由许多个类型不同但性质一样的特征 (ProFeature) 组成的, 他们都从属于模型, 而特征是由几何项 (ProGeomitem) 组成。

每个特征都有一定的类型, 这些特征的类型也就是特征识别<sup>[12-14]</sup>的依据, 通过判断该特征的type来得到该特征的类型。特征类型的定义是typedef int ProFeaturetype, 是一个整型。常见的几种特征类型的定义如表1。

表2所示为特征对象的常用操作函数。这是后续对不铸出特征进行批量抑制的基础, 借助于这些对特征操作的函数, 可以探寻其内部结构, 完成软件原本交互界面无法完成的工作。

### 1.2 特征间的关联

特征间的关联指的是特征间的父子关系。父特征指的是某个特征依赖的特征, 而子特征指的是依赖于父特征的特征。这种依赖关系可以理解为从属关系。出于必要性, 某些特征优先于设计过程中的其他多种从属特征, 这些从属特征可以从属于几何参考、尺寸等, 从属特征称为子特征, 具有设计优先级的特征称为父特征。特征间建立父子关系的方法主要有: ①选

择一个特征的表面作为另一个特征截面的放置面。  
 ②一个特征选择另一特征的几何元素, 如面、线、点作为其定位参照。  
 ③通过镜像产生新的特征。

基于这种父子关系, 当抑制一个父特征的时候必然会抑制它所有的从属子特征。另外, 阵列特征也可以理解成一种特殊的父子关系。因为阵列是通过某

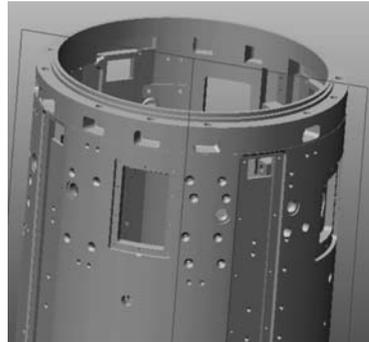


图1 产品模型局部图

Fig. 1 Model local diagram

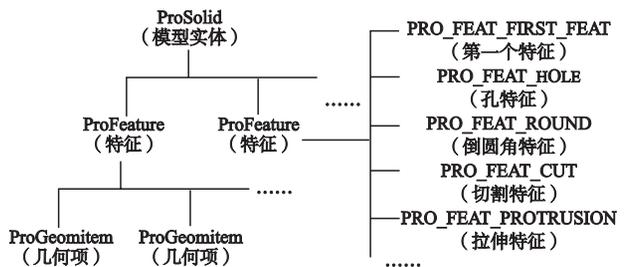


图2 特征间的关系及特征和模型的联系

Fig. 2 Relationships between features and relationships between features and models

表1 常用特征的定义  
 Table 1 Definition of common features

特征定义	特征类型
#define PRO_FEAT_FIRST_FEAT 0	第一个特征
#define PRO_FEAT_HOLE 911	孔特征
#define PRO_FEAT_ROUND 913	倒圆角
#define PRO_FEAT_CHAMFER 914	倒角
#define PRO_FEAT_CUT 916	剪切特征
#define PRO_FEAT_PROTRUSION 917	拉伸特征
#define PRO_FEAT_PATTERN_HEAD 1232	阵列特征

个特征复制变换得来的，阵列内部的各个特征互相依赖。因此抑制阵列内部的任何一个特征，整个阵列都将被抑制。

可以通过图3说明父子关系。拉伸1参考于RIGHT基准面和FRONT基准面，拉伸2参考了拉伸1中的曲面1，而拉伸3又参考了拉伸2的曲面2。所以拉伸2的父子关系为：它的父项有拉伸1以及拉伸1的父项RIGHT基准面和FRONT基准面，拉伸2的子项有拉伸3。

### 1.3 特征的形成方式

每一个特征都是由类型为ProElement的特征元素树 (PRO\_E\_FEATURE\_TREE) 定义的。Creo parametric 的特征有很多种，每一种特征都可以包含大量的信息。同一种特征的这些信息必须是完整的和一致的，才能生成一个特征并产生几何实体。因此，特征创建的工作区结构采用数据元素树的形式。这样做的优点是对于简单的特征来说很轻便，但也足够灵活，可以提供所有可能的特征类型，而无需引入新的原则。树中的根和分支点称为“元素”，完整的树称为“特征元素树”。每个元素都由对象ProElement管辖，它是一个指向不透明结构的指针。

特征元素树包含定义特性所需的所有信息。这包括并不限于以下方面：所有的可选项和属性，比如拉伸的材料边和深度类型，孔的放置方式等；所有对现有几何体的参考，比如位置参考、到哪个表面、平面草图等；在特征部分中使用的草图模型的参考；所有的尺寸值。这些具体的信息都包含在对应特征的头文件中。因此，依据每个特征定义每个特征的特征元素树的元素就定义了一个特征。

## 2 实现方案及关键算法

### 2.1 方法概述

本系统程序采用动态链接库 (DLL) 的编译方式，即同步开发模式<sup>[15-16]</sup>。将dll文件通过Creo的“辅助

应用程序”加载从而能够在Creo parametric中使用，并使用对话框开发技术<sup>[17-18]</sup>增强与用户的交互方式。程序分为两大功能模块：特征处理和添加加工余量。特征处理模块负责对不铸出特征的抑制；添加加工余量模块一方面负责快捷添加加工余量，另一方面将所添加的余量信息收集至用户界面方便用户管理。

转化的流程：首先遍历模型的所有特征，识别出所有孔特征、倒角特征、倒圆角特征，并自动批量抑制符合算法条件的上述特征，然后批量抑制自定义特征，将人工介入选定的特征称为自定义特征，之后将不符合算法条件即具有父子关联的不铸出特征进行手动批量抑制。所有不铸出特征均抑制后，为铸件加工表面添加加工余量。最后对加工余量进行管理。整个转化流程如图4所示。

表2 特征对象的操作函数  
Table 2 Operation function of feature object

函数	说明
ProSolidFeatVisit	访问实体模型中的特征
ProFeatureStatusGet	获得指定特征的状态信息
ProFeatureTypeGet	获得特征的类型
ProFeatureSuppress	隐含指定实体模型的特征
ProFeatureResume	还原被隐含的特征
ProFeatureType-nameGet	获得特征的类型名称
ProFeaturePattern-StatusGet	获得指定特征的阵列状态

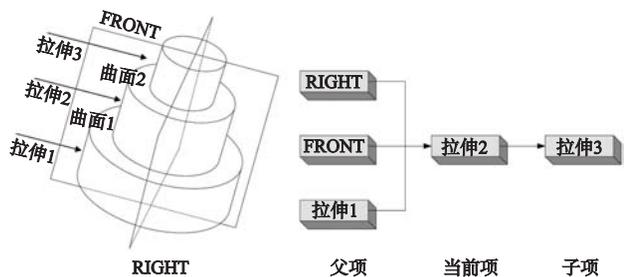


图3 父子特征

Fig. 3 Characteristic of a parent-child relationship

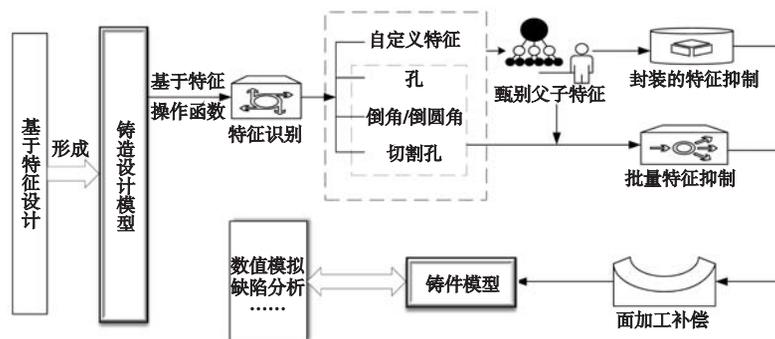


图4 转化流程图

Fig. 4 Flow chart of conversion

### 2.2 特征的批量抑制

特征的批量抑制需要利用特征操作函数 ProFeatureSuppress (

```
ProSolid Solid, //所属的模型
int* feat_ids, //特征的id值
int feat_count, //抑制的特征数量
ProFeatureDeleteOptions opts, //抑制的选项
int num_opts//选项的数量
)
```

其中, 所属模型指的就是当前模型, 抑制的选项指的是以什么方式抑制该特征, 最需要关注的就是特征的id, 如何将不铸出特征的id全部传入feat\_ids的int类型的数组中是一个重点问题。而从整个模型中筛选出这些id就是本技术的关键问题。

对铸造三维零件模型的不铸出特征的id筛选并抑制的算法逻辑图如图5所示。主要经过如下几个步

骤。

步骤1。开辟一个int类型的数组, 用于存放特征的id, 然后遍历当前模型的所有特征, 遍历函数为 ProSolidFeatVisit;

步骤2。基于特征识别, 判断每个特征类型, 如果是不铸出特征就执行步骤3, 否则就判断下一个特征。如图6中的圆孔、凹槽等微小特征为识别的部分不铸出特征;

步骤3。判断不铸出特征是否存在子特征, 如不存在子特征则判定为可抑制的特征, 将其id存入事先开辟空间的数组中; 如存在子特征, 则对每个子特征再次递归判断, 判断当前子特征是否存在下一级子特征, 直至每一层的子特征都不存在下级子特征为止, 如果在递归过程中发现子特征中存在铸出特征, 则不抑制, 即不存入数组中。如果递归结束仍未发现铸出特征, 则判定为可抑制的特征, 存入数组中;

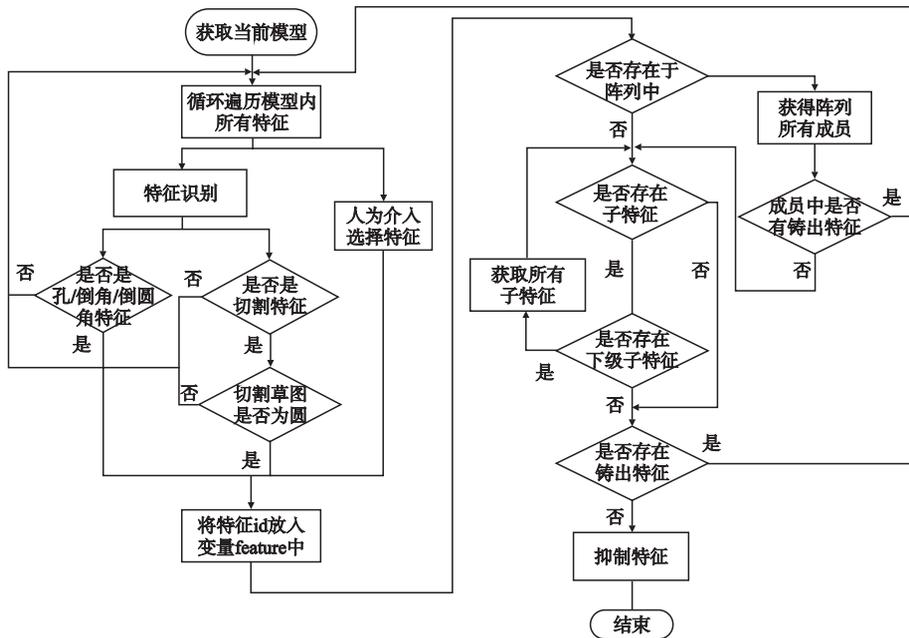


图5 批量抑制算法

Fig. 5 Algorithm of batch suppression

步骤4。判断不铸出特征是否存在于阵列中, 如不存在于阵列中则判定为可抑制的特征, 将其id存入事先开辟空间的数组中; 如存在于阵列中, 则对阵列中的每一特征成员再次进行递归判断, 包括两部分: ①对所述特征成员进行步骤2中的递归判断; ②判断特征成员是否存在于阵列中, 直至每一特征成员都不存在于子特征也不存在于阵列中为止。如果在递归过程中发现特征成员中存在铸出特征, 则不存入数组, 如果递归结束仍未发现铸出特征, 则存入数组;

步骤5。把数组传入函数ProFeatureSuppress中作为

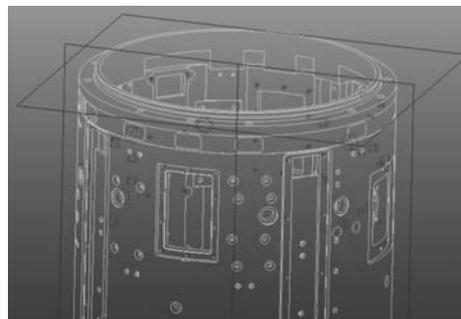


图6 不铸出特征

Fig. 6 Features unsuitable for casting

第二个参数，函数将对数组内的所有特征进行隐含，完成不铸出特征的批量抑制。

执行完以上步骤即完成对设计模型中符合算法的不铸出特征的批量抑制。

### 2.3 封装的特征实现特征抑制

封装 (encapsulation) 是将抽象得到的数据和行为 (或功能) 相结合, 形成一个有机的整体的行为。封装会隐藏对象的属性和实现细节, 仅对外公开接口, 使用者不必了解具体的实现细节, 而是以特定的使用权限, 仅通过外部接口来使用类的成员。当需要执行这一功能的函数时, 直接调用即可。

填充孔和移除倒角是属于手动批量抑制的内容, 这两个命令实际上是对柔性建模下移除命令的封装, 获取移除命令所需的元素, 构成特征元素树, 并赋值名称为“填充孔”和“移除倒角”。由于批量抑制过程中对部分具有父子关系的特征和存在阵列的特征进行了筛选, 保留了模型原有的拓扑结构, 避免了自动批量抑制中的错误抑制。手动批量抑制即对上一步筛选下的不铸出特征继续操作, 在这一步实现的特征抑制和Creo的隐含命令有所区别, 进行封装的特征并不是把原有的孔和倒角特征隐含, 而是在其表面进行修改以达到对孔的填充以及对倒角移除的目的, 最终实现抑制的效果。封装步骤如下:

步骤1。创建一个类型为ProElement的结构体, 该结构体为需要创建特征的元素树;

步骤2。通过元素添加函数ProElemtreeElementAdd为元素树添加类型元素PRO\_FEAT\_RM\_SURF, 再根据特征类型是孔还是倒角, 利用元素添加函数为元素树添加名称元素“填充孔”或“移除倒角”, 然后依次为所述元素树添加面参考元素PRO\_RM\_SURF\_SRF\_REF、依附属性元素FM\_RM\_SURF\_ATTACH\_SAME;

步骤3。为面参考元素PRO\_RM\_SURF\_SRF\_REF添加子元素:

步骤3.1。创建一个类型为ProCollection的结构体collection和类型为ProSrfcollinstr的结构体instr;

步骤3.2。获取孔或倒角的面并将转化为ProReference类型的结构体reference, 将结构体reference的值通过指令集添加函数ProSrfcollinstrReferenceAdd添加至结构体instr中, 再通过面集添加函数ProSrfcollectionInstructionAdd把结构体instr添加至结构体collection中, 最后把结构体collection通过元素添加函数ProElemtreeElementAdd添加到面参考元素PRO\_RM\_SURF\_SRF\_REF中;

步骤4。将元素树传递给特征创建函数

ProFeatureCreate并用于创建一个特征, 完成具有父子关联的不铸出特征的抑制。

封装的特征是对体加工特征的最后处理, 至此所有不铸出特征均被抑制。

### 2.4 加工余量的创建

在机械加工过程中从加工表面切除的金属层厚度称为加工余量。在这里的加工余量的概念指的就是对设计模型预留的余量, 即对模型的整体尺寸, 包括高度、长宽或者内外半径均增加一定的材料。

加工余量要实现的是, 对经过特征抑制处理后的三维模型的表面再增加材料的功能。与Creo建模思路相悖, 加工余量要求无论是什么特征或者该表面是哪些特征所属, 都要能同步增加材料, 从传统的参数化建模逻辑的思路已经无法实现了, 因为基于特征设计的CAD系统的几何元素均由特征来决定, 而不能单独对几何元素进行操作。所以本系统拓展“替代表面”和“偏移表面”两个功能, 拓展方案也是基于封装的思路, 创建一个加工余量的特征, 但是该特征元素树的结构有所不同, 主要体现在树的结构、特征类型、特征名称、所需的元素等。

在处理加工余量时, 另一重要步骤是进行了保存副本的操作, 其原因是替代表面或偏移表面的操作占用内存巨大, 若出现误操作容易引起系统的不正常退出, 保存的目的是为了在崩溃重启之后恢复之前的操作内容, 以防止数据的丢失。算法逻辑参见图7。算法可阐述为: 首先通过Creo/toolkit提供的接口构建表面偏移或替代表面的元素, 构建过程中实现对将要形成特征的名称的创建, 其次在创建该特征前对整个模型进行一次保存, 在系统检测特征成功创建封装的“加工余量”特征后, 删除保存的副本。其中根据API构建特征元素树的思路与2.3节基本一致。

重复创建加工余量特征直至所有的加工表面均满足要求, 至此面加工特征的补偿基本完成。

### 2.5 基于MFC对加工余量进行信息提取和管理

对话框是CAD/CAM类应用软件不可缺少的用户界面之一<sup>[17]</sup>, 能够正确快速地开发出应用程序的对话框十分重要。对加工余量的管理手段即是借助MFC对话框实现的。可以通过调用Pro/Toolkit的extern "C" int user\_initialize()函数来注册菜单和响应函数, 然后在响应函数体中用dlg.Create(IDD\_DIALOG)和dlg.ShowWindow(SW\_SHOW)来创建ID为IDD\_DIALOG的对话框。

加工余量信息的提取实现方式是, 首先遍历整个模型的所有特征, 只筛选“加工余量”特征的句柄,

再通过句柄获取加工余量的特征信息，包括：名称、类型以及所拥有的尺寸信息，最后将加工余量的各个特征信息通过MFC函数InsertItem ()进行显示。

修改余量信息是，首先基于已提取的加工余量特征的句柄获取加工余量特征的名称和尺寸信息，然后根据输入的新值和新名称更改原有尺寸信息和名称，最后更新铸造三维零件模型并完成修改。

### 3 应用实例

#### 3.1 抑制结果及其分析

本文中批量抑制的递归算法对于有父子关系和经过阵列的孔和倒角进行了筛选：不对经过阵列的孔和倒角进行抑制（排除阵列中均为不铸出特征的情况），亦不对存在子特征中有铸出特征的孔和倒角进行抑制。针对图1的模型首先批量抑制绝大部分孔和倒角，如图8。其中，对四个实际生产的铸造模型进行批量抑制之后的抑制效果如表3的直通孔特征、切割孔特征、阵列孔以及批量抑制的总抑制效果。

然后通过用户鼠标输入自定义特征，对自定义特征进行批量抑制，自定义特征的抑制效果见表3的自定义特征栏，最后对算法筛选剩余的孔和倒角进行填充和移除，最后的效果如图9。

表3中列举的各种方式形成的“孔”都属于不铸出特征，都需要被抑制，由于存在父子关系和阵列关系，某些孔并不能完全通过批量抑制的方式达到抑制效果，需要结合上述封装的“填充孔”和“抑制倒

角”来达到完全抑制。各零件的抑制变化图如图10所示。

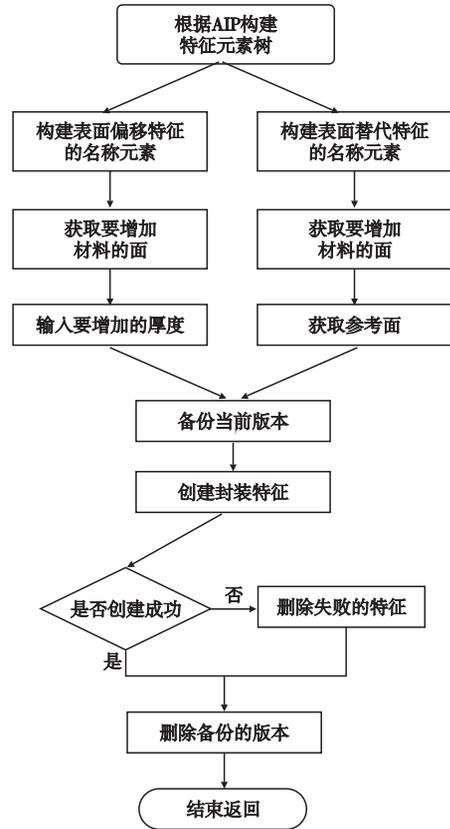


图7 加工余量封装流程图

Fig. 7 Workflow for encapsulation of machining allowance

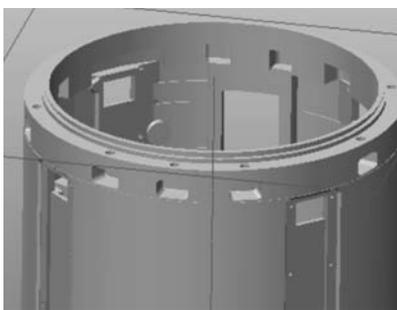


图8 批量特征抑制后的模型

Fig. 8 Model after batch suppression of features

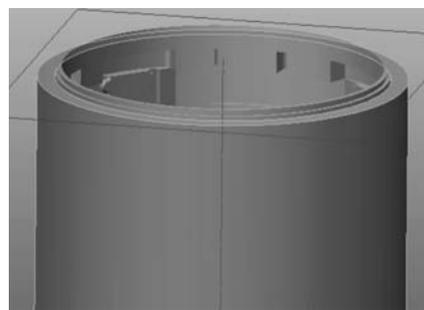


图9 手动抑制后的模型

Fig. 9 Model after manual suppression

表3 模型批量抑制效果  
Table 3 Model batch suppression effect

零件名	直通孔特征	切割孔特征	阵列孔	总抑制效果	自定义特征	面补偿效果
零件1	100.000	97.700	66.700	95.800	100.000	100.000
零件2	100.000	85.700	90.000	92.600	100.000	100.000
零件3	100.000	88.900	66.667	82.300	100.000	100.000
零件4	100.000	86.500	100.000	92.500	100.000	100.000

/%

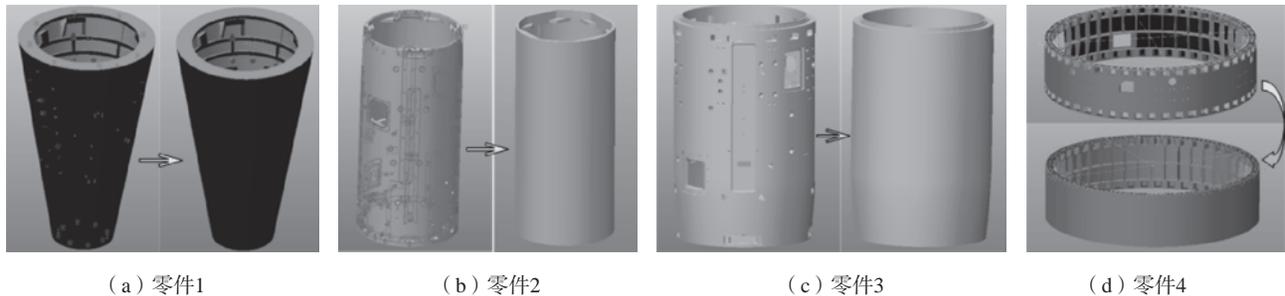


图10 零件变化图

Fig. 10 Changes between parts

### 3.2 加工余量结果

对图9的端面再进行加工余量的添加,将端面台阶型的结构统一成一个面,如图11高亮处为添加余量后形成的一个整体的面。除此之外其他加工表面亦需适当添加一定的加工余量。重复添加,完成之后该铸件模型可用于铸造工艺图设计和铸件充型凝固过程数值模拟等后续处理。

## 4 结束语

为解决现有三维软件技术中存在的不足,提出一种基于Creo软件从设计模型到铸件模型转化的方法,对不铸出特征快速地批量抑制,并提供与铸造相适应的添加加工余量的工具,从而能规范铸造前特征处理的流程,提高设计效率和质量。

(1) 通过制定对不铸出特征的识别规则,将原来完全手动操作实现的功能,通过软件智能、系统地对这些特征进行判定,将原来的手工操作进行封装,达到批量抑制的效果,减少了设计人员的大量重复操作,大大地提高了工作效率。未打断其父子关系,保留了零件模型的拓扑关系。

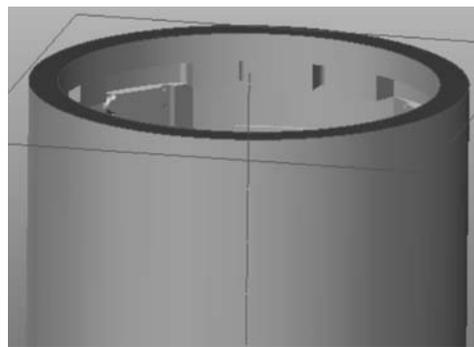


图11 添加加工余量之后的端面

Fig. 11 End face after adding machining allowance

(2) 封装了加工余量特征,基于MFC定制了一套管理修改余量的方法,使得添加余量的需求变得便捷、可行、高效。

(3) 适用于零件下的特征抑制,如果存在装配体的需求,则需要对装配体下的每个组件单独操作一遍。虽然有这个弊端,但目前在铸造中仅需对单独的零件操作,没有装配体的需求,因此这属于后续研究可能遇到的问题之一。

### 参考文献:

- [1] 杨力伟. 铸造CAE技术的现状与未来发展趋势 [J]. 一重技术, 2015 (3): 62-66.
- [2] 王丽. 基于CAD技术分析大型铸钢件铸造工艺优化 [J]. 广西农业机械化, 2019 (6): 32.
- [3] 杜志强, 张挨元, 樊超, 等. 铸造CAE模拟仿真技术在平台铸钢件中的应用 [J]. 铸造技术, 2020, 41 (4): 339-342.
- [4] DABADE U A, BHEDASGAONKAR R C. Casting defect analysis using design of experiments (DoE) and computer aided casting simulation technique [J]. Procedia CIRP, 2013, 7: 616-621.
- [5] NAZMA S, RAFIQUZZAMAN M D, RAHMAN Y, et al. Solidification and filling related defects analysis using casting simulation technique with experimental validation [J]. International Journal of Mechanical Engineering and Applications, 2019, 6 (6): 150-160.
- [6] BAROT R P, AYAR V S. Casting simulation and defect identification of geometry varied plates with experimental validation [J]. Materials Today: Proceedings, 2020, 26 (2): 2754-2762.
- [7] 王宗彦, 吴淑芳, 秦慧斌. 零件的设计模型向毛坯模型转换技术研究 [J]. 计算机集成制造系统, 2004 (6): 620-624.
- [8] 李添宇. 航空难加工材料的数字化应用 [J]. 金属加工 (冷加工): 2019 (8): 1-3.
- [9] 李向南, 丁茹, 郝永平. 基于模型定义技术的工序模型建模方法研究与实现 [J]. 成组技术与生产现代化, 2014, 31 (1): 21-24, 28.
- [10] 宋玉银, 蔡复之, 张伯鹏, 等. 基于特征设计的CAD系统 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 1998 (2): 3-5.

- [11] 王飞, 张树生, 白晓亮, 等. 拓扑和形状特征相结合的三维模型检索 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2008 (1): 99-103.
- [12] ZHAO J C, DONG J F, FANG Y X, et al. Information extraction of Pro/E swept features based on Pro/Toolkit [J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 3147: 1273-1276.
- [13] KIM Y S, WANG E. Recognition of machining features for cast then machined parts [J]. Computer-Aided Design, 2002, 34 (1): 71-87.
- [14] DUAN G J, REN Y, DUAN H. Research on inspection feature recognition based on Pro/E [J]. Applied Mechanics and Materials, 2015, 4113: 273-277.
- [15] 王智平, 朱小武, 路阳, 等. 利用DLL和DAO技术在Pro/E中开发铸造工艺CAD数据库 [J]. 铸造, 2006 (4): 370-372.
- [16] ZHOU C Y, WANG L T. The development of the application program based on Pro/E [J]. Advanced Materials Research, 2012, 1766: 127-131.
- [17] 王恒, 宁汝新, 杜龙, 等. Pro/E上二次开发具有文档-视结构的应用程序 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005 (9): 2112-2115.
- [18] 王智平, 朱小武, 徐建林, 等. 基于Pro/E的铸造工艺CAD系统菜单的开发 [J]. 铸造, 2004 (2): 137-139.

---

## Feature Processing Method from Part Design Model to Casting Model Based on Creo

LIU Jiang-feng<sup>1</sup>, DONG Yu-de<sup>1</sup>, CUI Yu-xiang<sup>1</sup>, ZHOU Gong<sup>1</sup>, ZOU Wen-bing<sup>2</sup>, LIU Ying-zhuo<sup>2</sup>

(1. School of Mechanical Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China; 2. Shanghai Spaceflight Precision Machinery Institute, Shanghai 201600, China)

### Abstract:

Aiming at the cumbersomeness of the tediousness and complexity of the processing of the volume and surface features during the transformation from part design model to casting model before numerical simulation of casting, this paper propose a method for the feature processing from design model to casting model. This method is based on actual production requirements and feature-based modeling technology, using Creo 2.0 as the research and development platform to achieve the optimization of the feature processing process in the transformation. First, based on the feature recognition, it traverses all features in the model, and suppresses the features unsuitable for casting in batches; Secondly, the offset and substitution commands of flexible modeling are encapsulated, and the requirement of adding machining allowance is realized by thickening and replacing with reference surface. The effectiveness of the proposed method is verified by taking the cabin in aerospace parts as an example.

### Key words:

casting model; feature modeling technology; feature recognition; batch suppression of features; encapsulation