



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105759724 A

(43)申请公布日 2016.07.13

(21)申请号 201610095325.1

(22)申请日 2016.03.31

(71)申请人 孙丽君

地址 264000 山东省烟台市芝罘区毓西路
17-6号

(72)发明人 孙丽君

(74)专利代理机构 烟台双联专利事务所(普通
合伙) 37225

代理人 吕静

(51)Int.Cl.

G05B 19/4097(2006.01)

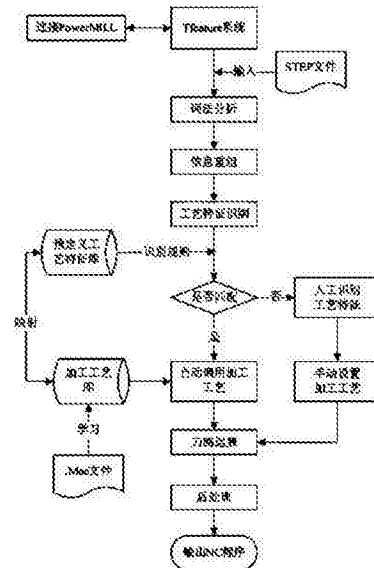
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种智能化的编程方法

(57)摘要

本发明公开了一种智能化的编程方法,包括如下步骤:第一步:基于STEP文件的零件特征信息提取;第二步:零件工艺特征的表达及分类依据的建立;第三步:加工工艺相似性分析;第四步:工艺特征定义;第五步:基于组合推理的工艺特征识别规则建立;第六步:根据工艺特征生成加工工艺,并根据后置处理的设置生成NC代码,本发明通过分析零件模型的STEP中性文件以及类零件模型的加工工艺,利用基于合理推理的特征识别规则,对零件模型的工艺特征进行识别,利用Powermill的宏指令功能,建立可重用加工工艺库,并与识别出的工艺特征相结合,实现了基于工艺特征识别的具有学习功能的数控自动编程方法,进一步实现了特征识别系统与CAM系统的无缝连接。



1. 一种智能化的编程方法,其特征在于:包括如下步骤:

第一步:基于STEP文件的零件特征信息提取;

第二步:零件工艺特征的表达及分类依据的建立;

第三步:加工工艺相似性分析;

第四步:工艺特征定义;

第五步:基于组合推理的工艺特征识别规则建立;

第六步:根据工艺特征生成加工工艺,并根据后置处理的设置生成NC代码。

2. 根据权利要求1所述的一种智能化的编程方法,其特征在于:所述第一步包括词法分析器的建立和提取零件特征信息的工作格式以及信息存储,所建立的词法分析器首先将STEP文件的数据段存入TEXTBOX中,用读取字符串的方式进行词法分析,将STEP文件的字符划分为:空格、字母、数字和特殊字符,具体读取步骤如下:

①首先将STEP文件的头部短屏蔽,再将STEP中性文件的数据段以字符串的形式读入内存;

②将读入的数据段以“;”号拆分为数组,存入到Arr()数组中;由于STEP文件的数据段从“DATA;”开始,实体标志从“#1”开始,因此,Arr(0)即代表DATA;Arr(1)即代表实体标志为“#1”的实体所在的行,以此类推,Arr(n)即代表实体标志为“#n”实体所在的行;

③找到CLOSED_SHELL所在的行,并将代表ADVANCED_FACE的行号存入数组Arr_ad()中;

④依次读入Arr_ad()数组中的行,得到实体的面边界、曲面以及表示实体拓扑方向与环方向是否相同的布尔值,分别存入数组Face_bound_ID()、Surface_ID()、Same_sense()中;

⑤从Face_bound_ID()读取有向边,存入Oriented_edge()数组中;

⑥从Oriented_edge()数组中读取曲线边所在的行和布尔值方向标志,并将所读取的曲线边分别存入数组Edge_curve_ID()和orientation()中;

⑦从Edge_curve_ID()数组中读取曲线实体类型,存入Curve_type()数组中,例如读取出的曲线类型为LINE或者CIRCLE,即为直线或者圆弧;

⑧从Surface_ID()数组中读取该面的坐标值CARTESIAN_POINT以及代表轴向的方向值DIRECTION。将坐标值分别存入X()、Y()、Z()数组中,将代表轴向的方向值x、y、z三个方向的值分别存入VX()、VY()、VZ()三个数组中;

在提取数据信息的时候,以“,”、“=”、“#”、“”、“(”、“)”、“.”等符号作为分割符来读取Arr()数组元素内的字符串,读取实体信息以后,将字符转化为所需要的数据,从而得到诸如实体号、实体各属性值、组成该实体的实体号等信息,存入相应的数组中;

同时以表格作为信息存储的平台,在信息重组的时候,可以直接调用表格中M行N列的数据。

3. 根据权利要求1所述的一种智能化的编程方法,其特征在于:所述第二步包括将零件的形状特征划分为主特征和辅助特征进行表达,主特征用于表达零件的基本几何形体,辅助特征用于表达对主特征的局部解释。

4. 根据权利要求1所述的一种智能化的编程方法,其特征在于:所述第三步包括利用成组技术对零件几何形状相似性、结构特征相似性、毛坯相似性、加工工序相似性、加工策略相似性和加工刀具相似性进行分析,并将具有相似性的零件归类成组。

5. 根据权利要求1所述的一种智能化的编程方法,其特征在于:所述第五步包括工艺特征信息重组和工艺特征识别规则建立,所述工艺特征信息重组包括如下步骤:

1) 读取信息,找出基准面,记为base_face;提取base_face的法向量,记为 $R=(X_1, Y_1, Z_1)$;

2) 找到与base_face面边FACE_BOUND共用几何边界的n个面,为侧面记为side_face,提取每个side_face的法向量 $S_i=((U_i, V_i, W_i)$ 其中 $i \in (1, n)$);

3) 找到与side_face共用面外边的面,提取出z轴向量不为0的面,找出x或y方向坐标绝对值最大的面,记为top_face,提取top_face的法向量,记为 $T=(X_2, Y_2, Z_2)$;

4) 判断是否存在槽类特征groove,如果存在,记为True,不存在则记为False;

5) 计算出base_face与top_face之间夹角 θ_1 的余弦值 C_i 。如果组成top_face的面类型不为平面PLANE,则无需计算C,并记为NULL:

$$C_i = \cos\left(\frac{X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} + \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 + Z_2^2}} \times \pi\right)$$

如果 C_i 的值为1或者-1,则记为True,否则记为False;

6) 计算出base_face与n个side_face之间所有夹角 α 的余弦值 D_i 。如果组成side_face的面类型其中之一不为平面PLANE,则无需计算 D_i ,并记为NULL:

$$D_i = \cos\left(\frac{X_1 U_i + Y_1 V_i + Z_1 W_i}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} + \sqrt{U_i^2 + V_i^2 + W_i^2}} \times \pi\right)$$

如果 C_i 的值为0,则记为True,否则记为False;

所述工艺特征识别规则建立包括根据重组后的信息,根据工艺特征的特点,建立工艺特征推理所需要的条件,然后将条件按照工艺特征的特点建立识别规则,进而推断出工艺特征。

6. 根据权利要求1所述的一种智能化的编程方法,其特征在于:所述第六步包括数据库的建立、工艺特征与加工工艺映射和生成NC代码,所述数据库的建立包括工艺特征库的建立、加工工艺库的构建和后处理数据库的建立,工艺特征库的建立包括将从STEP文件中提取的信息重组后和预定义的工艺特征库进行匹配,加工工艺库是基于PowerMILL宏文件建立的,首先将已经完成的数控编程进行录制,并将其转换为数据库文件保存,提取需要修改的参数作为数据库的表字段,使用数据库对其进行操作时,对需要修改的参数进行赋值,实现PowerMILL刀具路径的编程计算;工艺特征与加工工艺的映射包括用产生式映射规则将每个工艺都合理地映射到PowerMILL中所对应的加工工艺,所述后处理数据库用于在PowerMILL完成刀具路径计算后,将其转换为机器识别的NC代码。

一种智能化的编程方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数控加工技术领域,尤其涉及一种智能化的编程方法。

背景技术

[0002] 数控加工技术的发展,使得模具行业也在飞速发展。众所周知,电火花成型加工是缩短模具制造周期的一条有效途径。电极作为电火花加工不可或缺的部分,是决定电火花加工质量的主要因素,因此电极加工已经成为数控加工的一个重要部分。电极加工的编程过程繁复,容易出错,所以如何有效提高电极加工的质量与效率,成为了目前电极加工领域亟待解决的问题。要解决这些问题,从技术层面上来看,就是要实现CAD/CAPP/CAM的集成。实现CAD/CAPP/CAM的集成,一方面,需要在不同的CAX应用系统之间进行产品数据交换。在进行数据交换的过程中,各个环节都需要数据的重复输入、输出和重组,严重制约了生产效率;且不同的CAX系统之间在信息共享与数据格式等方面有很大的不一致。尤其是在信息集成基础之上进行的数据共享,是现有许多数据交换格式所无法实现的,从而使企业在不同平台或者不同系统之间生成的数据很难能够共享。另一方面,现有CAD软件大多以几何和拓扑的形式存储产品信息,产品信息只有点、线、环、面等较低层次的几何信息,CAPP和后续系统无法理解这一低层次的产品信息,“自动化孤岛”问题成为制约CAD/CAPP/CAM集成的瓶颈。特征识别是从产品模型中识别出具有一定工程意义的几何形状,是CAD/CAPP/CAM间的智能接口,对CAD/CAPP/CAM集成具有重要的意义。因此,基于标准的数据交换和特征识别,是实现CAD/CAPP/CAM集成的重要基础。如将基于标准的数据交换与特征识别技术结合,则可以更快速地实现CAD/CAPP/CAM集成。

[0003] 数据交换方式也可以通过标准数据形式连接。许多系统已经尝试使用IGES、DXF、STEP等标准进行CAD/CAPP/CAM的集成,并取得一定进展。由于STEP标准是国际化的数据交换标准,具有覆盖面广、数据表示层次深、无二义性、适于计算机处理等优点,因此在选择中性文件标准时首选STEP。STEP标准的目标是建立贯穿产品生命周期各个阶段的完整产品定义数据模型,它将成为CAD/CAPP/CAM的真正集成提供一个良好的基础。

[0004] 现今主流的CAX系统都支持一种STEP中性文件存储格式,因此开发基于STEP标准的特征识别系统,再与CAM平台结合,建立基于特征识别的数控自动编程系统,是实现CAD/CAPP/CAM集成的可行而又有效的方法,并且具有重要现实意义。但在现有的基于特征识别的数控自动编程方法中,识别出的特征都是零件的底层特征,在加工时,需要工程师逐一设置加工工艺,过程繁复,且容易出错。因此,如何识别出具有加工工艺信息的特征,并将其赋予相应的加工工艺,实现真正意义上的自动编程,是目前整个加工行业急需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种智能化的编程方法,通过对STEP文件信息读取并重组,能从STEP中提取有效实体信息,并建立基于组合推理的工艺特征识别规则,最终将预先建立的工艺特征数据库和加工工艺数据库进行映射,通过后处理数据库实现编程

的学习和派生,并能够根据零件具体特征参数形成能够被机器识别的NC代码,实现智能化编程。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:一种智能化的编程方法,包括如下步骤:

[0007] 第一步:基于STEP文件的零件特征信息提取;

[0008] 第二步:零件工艺特征的表达及分类依据的建立;

[0009] 第三步:加工工艺相似性分析;

[0010] 第四步:工艺特征定义;

[0011] 第五步:基于组合推理的工艺特征识别规则建立;

[0012] 第六步:根据工艺特征生成加工工艺,并根据后置处理的设置生成NC代码。

[0013] 所述第一步包括词法分析器的建立和提取零件特征信息的工作格式以及信息存储,所建立的词法分析器首先将STEP文件的数据段存入TEXTBOX中,用读取字符串的方式进行词法分析,将STEP文件的字符划分为:空格、字母、数字和特殊字符,

[0014] 具体读取步骤如下:

[0015] ①首先将STEP文件的头部短屏蔽,再将STEP中性文件的数据段以字符串的形式读入内存;

[0016] ②将读入的数据段以“;”号拆分为数组,存入到Arr()数组中;由于STEP文件的数据段从“DATA;”开始,实体标志从“#1”开始,因此,Arr(0)即代表DATA;Arr(1)即代表实体标志为“#1”的实体所在的行,以此类推,Arr(n)即代表实体标志为“#n”实体所在的行;

[0017] ③找到CLOSED_SHELL所在的行,并将代表ADVANCED_FACE的行号存入数组Arr_ad()中;

[0018] ④依次读入Arr_ad()数组中的行,得到实体的面边界、曲面以及表示实体拓扑方向与环方向是否相同的布尔值,分别存入数组Face_bound_ID()、Surface_ID()、Same_sense()中;

[0019] ⑤从Face_bound_ID()读取有向边,存入Oriented_edge()数组中;

[0020] ⑥从Oriented_edge()数组中读取曲线边所在的行和布尔值方向标志,并将所读取的曲线边分别存入数组Edge_curve_ID()和orientation()中;

[0021] ⑦从Edge_curve_ID()数组中读取曲线实体类型,存入Curve_type()数组中,例如读取出的曲线类型为LINE或者CIRCLE,即为直线或者圆弧;

[0022] ⑧从Surface_ID()数组中读取该面的坐标值CARTESIAN_POINT以及代表轴向的方向值DIRECTION。将坐标值分别存入X()、Y()、Z()数组中,将代表轴向的方向值x、y、z三个方向的值分别存入VX()、VY()、VZ()三个数组中;

[0023] 在提取数据信息的时候,以“,”、“=”、“#”、“”、“(”、“)”、“.”等符号作为分割符来读取Arr()数组元素内的字符串,读取出实体信息以后,将字符转化为所需要的数据,从而得到诸如实体号、实体各属性值、组成该实体的实体号等信息,存入相应的数组中;

[0024] 同时以表格作为信息存储的平台,在信息重组的时候,可以直接调用表格中M行N列的数据。

[0025] 所述第二步包括将零件的形状特征划分为主特征和辅助特征进行表达,主特征用于表达零件的基本几何形体,辅助特征用于表达对主特征的局部解释。

[0026] 所述第三步包括利用成组技术对零件几何形状相似性、结构特征相似性、毛坯相似性、加工工序相似性、加工策略相似性和加工刀具相似性进行分析,并将具有相似性的零件归类成组。

[0027] 所述第五步包括工艺特征信息重组和工艺特征识别规则建立,所述工艺特征信息重组包括如下步骤:

[0028] 1)读取信息,找出基准面,记为base_face;提取base_face的法向量,记为 $R=(X_1, Y_1, Z_1)$;

[0029] 2)找到与base_face面边FACE_BOUND共用几何边界的n个面,为侧面记为side_face,提取每个side_face的法向量 $S_i=((U_i, V_i, W_i)$ 其中 $i \in (1, n)$);

[0030] 3)找到与side_face共用面外边的面,提取出z轴向量不为0的面,找出x或y方向坐标绝对值最大的面,记为top_face,提取top_face的法向量,记为 $T=(X_2, Y_2, Z_2)$;

[0031] 4)判断是否存在槽类特征groove,如果存在,记为True,不存在则记为False;

[0032] 5)计算出base_face与top_face之间夹角 θ_1 的余弦值 C_i 。如果组成top_face的面类型不为平面PLANE,则无需计算C,并记为NULL:

$$[0033] \quad C_i = \cos\left(\frac{X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} + \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 + Z_2^2}} \times \pi\right)$$

[0034] 如果 C_i 的值为1或者-1,则记为True,否则记为False;

[0035] 6)计算出base_face与n个side_face之间所有夹角 α 的余弦值 D_i 。如果组成side_face的面类型其中之一不为平面PLANE,则无需计算 D_i ,并记为NULL:

$$[0036] \quad D_i = \cos\left(\frac{X_1 U_i + Y_1 V_i + Z_1 W_i}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} + \sqrt{U_i^2 + V_i^2 + W_i^2}} \times \pi\right)$$

[0037] 如果 C_i 的值为0,则记为True,否则记为False;

[0038] 所述工艺特征识别规则建立包括根据重组后的信息,根据工艺特征的特点,建立工艺特征推理所需要的条件,然后将条件按照工艺特征的特点建立识别规则,进而推断出工艺特征。

[0039] 所述第六步包括数据库的建立、工艺特征与加工工艺映射和生成NC代码,所述数据库的建立包括工艺特征库的建立、加工工艺库的构建和后处理数据库的建立,工艺特征库的建立包括将从STEP文件中提取的信息重组后和预定义的工艺特征库进行匹配,加工工艺库是基于PowerMILL宏文件建立的,首先将已经完成的数控编程进行录制,并将其转换为数据库文件保存,提取需要修改的参数作为数据库的表字段,使用数据库对其进行操作时,对需要修改的参数进行赋值,实现PowerMILL刀具路径的编程计算;工艺特征与加工工艺的映射包括用产生式映射规则将每个工艺都合理地映射到PowerMILL中所对应的加工工艺,所述后处理数据库用于在PowerMILL完成刀具路径计算后,将其转换为机器识别的NC代码。

[0040] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:通过对STEP文件信息读取并重组,能从STEP中提取有效实体信息,并建立基于组合推理的工艺特征识别规则,最终将预先建立的工艺特征数据库和加工工艺数据库进行映射,通过后处理数据库实现编程的学习和派生,并能够根据零件具体特征参数形成能够被机器识别的NC代码,实现智能化编程。

附图说明

[0041] 图1是本发明的流程图；

[0042] 图2是特征识别流程图；

[0043] 图3是编程流程图。

具体实施方式

[0044] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0046] 如图1所示,本发明公开了一种智能化的编程方法,包括如下步骤:

[0047] 第一步:基于STEP文件的零件特征信息提取;

[0048] 第二步:零件工艺特征的表达及分类依据的建立;

[0049] 第三步:加工工艺相似性分析;

[0050] 第四步:工艺特征定义;

[0051] 第五步:基于组合推理的工艺特征识别规则建立;

[0052] 第六步:根据工艺特征生成加工工艺,并根据后置处理的设置生成NC代码。

[0053] 所述第一步包括词法分析器的建立和提取零件特征信息的工作格式以及信息存储,所建立的词法分析器首先将STEP文件的数据段存入TEXTBOX中,用读取字符串的方式进行词法分析,将STEP文件的字符划分为:空格、字母、数字和特殊字符;

[0054] 具体读取步骤如下:

[0055] ①首先将STEP文件的头部短屏蔽,再将STEP中性文件的数据段以字符串的形式读入内存;

[0056] ②将读入的数据段以“;”号拆分为数组,存入到Arr()数组中;由于STEP文件的数据段从“DATA;”开始,实体标志从“#1”开始,因此,Arr(0)即代表DATA;Arr(1)即代表实体标志为“#1”的实体所在的行,以此类推,Arr(n)即代表实体标志为“#n”实体所在的行;

[0057] ③找到CLOSED_SHELL所在的行,并将代表ADVANCED_FACE的行号存入数组Arr_ad()中;

[0058] ④依次读入Arr_ad()数组中的行,得到实体的面边界、曲面以及表示实体拓扑方向与环方向是否相同的布尔值,分别存入数组Face_bound_ID()、Surface_ID()、Same_sense()中;

[0059] ⑤从Face_bound_ID()读取有向边,存入Oriented_edge()数组中;

[0060] ⑥从Oriented_edge()数组中读取曲线边所在的行和布尔值方向标志,并将所读取的曲线边分别存入数组Edge_curve_ID()和orientation()中;

[0061] ⑦从Edge_curve_ID()数组中读取曲线实体类型,存入Curve_type()数组中,例如

读取出的曲线类型为LINE或者CIRCLE,即为直线或者圆弧;

[0062] ⑧从Surface_ID()数组中读取该面的坐标值CARTESIAN_POINT以及代表轴向的方向值DIRECTION。将坐标值分别存入X()、Y()、Z()数组中,将代表轴向的方向值x、y、z三个方向的值分别存入VX()、VY()、VZ()三个数组中;

[0063] 在提取数据信息的时候,以“,”、“=”、“#”、““”、“(”、“)”、“.”等符号作为分割符来读取Arr()数组元素内的字符串,读取实体信息以后,将字符转化为所需要的数据,从而得到诸如实体号、实体各属性值、组成该实体的实体号等信息,存入相应的数组中;

[0064] 同时以表格作为信息存储的平台,在信息重组的时候,可以直接调用表格中M行N列的数据。

[0065] 所述第二步包括将零件的形状特征划分为主特征和辅助特征进行表达,主特征用于表达零件的基本几何形体,辅助特征用于表达对主特征的局部解释。

[0066] 所述第三步包括利用成组技术对零件几何形状相似性、结构特征相似性、毛坯相似性、加工工序相似性、加工策略相似性和加工刀具相似性进行分析,并将具有相似性的零件归类成组。

[0067] 所述第五步包括工艺特征信息重组和工艺特征识别规则建立,所述工艺特征信息重组包括如下步骤:

[0068] 1)读取信息,找出基准面,记为base_face;提取base_face的法向量,记为 $R=(X_1, Y_1, Z_1)$;

[0069] 2)找到与base_face面边FACE_BOUND共用几何边界的n个面,为侧面记为side_face,提取每个side_face的法向量 $S_i=((U_i, V_i, W_i)$ 其中 $i \in (1, n)$);

[0070] 3)找到与side_face共用面外边的面,提取出z轴向量不为0的面,找出x或y方向坐标绝对值最大的面,记为top_face,提取top_face的法向量,记为 $T=(X_2, Y_2, Z_2)$;

[0071] 4)判断是否存在槽类特征groove,如果存在,记为True,不存在则记为False;

[0072] 5)计算出base_face与top_face之间夹角 θ_1 的余弦值 C_i 。如果组成top_face的面类型不为平面PLANE,则无需计算C,并记为NULL:

$$[0073] \quad C_i = \cos\left(\frac{X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} + \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 + Z_2^2}} \times \pi\right)$$

[0074] 如果 C_i 的值为1或者-1,则记为True,否则记为False;

[0075] 6)计算出base_face与n个side_face之间所有夹角 α 的余弦值 D_i 。如果组成side_face的面类型其中之一不为平面PLANE,则无需计算 D_i ,并记为NULL:

$$[0076] \quad D_i = \cos\left(\frac{X_1 U_i + Y_1 V_i + Z_1 W_i}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} + \sqrt{U_i^2 + V_i^2 + W_i^2}} \times \pi\right)$$

[0077] 如果 C_i 的值为0,则记为True,否则记为False;

[0078] 所述工艺特征识别规则建立包括根据重组后的信息,根据工艺特征的特点,建立工艺特征推理所需要的条件,然后将条件按照工艺特征的特点建立识别规则,进而推断出工艺特征(参见附图2)。

[0079] 所述第六步包括数据库的建立、工艺特征与加工工艺映射和生成NC代码,所述数据库的建立包括工艺特征库的建立、加工工艺库的构建和后处理数据库的建立,工艺特征

库的建立包括将从STEP文件中提取的信息重组后和预定义的工艺特征库进行匹配,加工工艺库是基于PowerMILL宏文件建立的,首先将已经完成的数控编程进行录制,并将其转换为数据库文件保存,提取需要修改的参数作为数据库的表字段,使用数据库对其进行操作时,对需要修改的参数进行赋值,实现PowerMILL刀具路径的编程计算;工艺特征与加工工艺的映射包括用产生式映射规则将每个工艺都合理地映射到PowerMILL中所对应的加工工艺,所述后处理数据库用于在PowerMILL完成刀具路径计算后,将其转换为机器识别的NC代码(参见附图3)。

[0080] 总之,本发明通过分析零件模型的STEP中性文件以及类零件模型的加工工艺,利用基于合理推理的特征识别规则,对零件模型的工艺特征进行识别。利用Powermill的宏指令功能,建立可重用加工工艺库,并与识别出的工艺特征相结合,实现了基于工艺特征识别的具有学习功能的数控自动编程方法,降低了对编程人员的要求,提高了电极加工的质量与效率,进一步实现了特征识别系统与CAM系统的无缝连接。

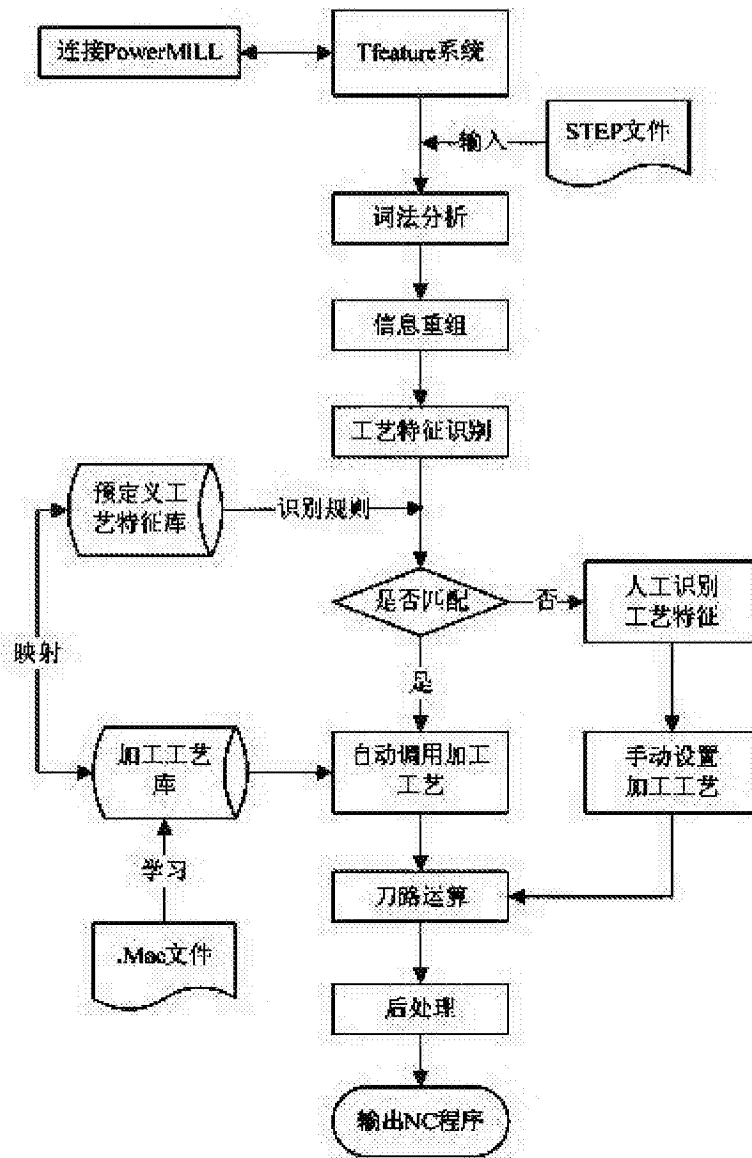


图1

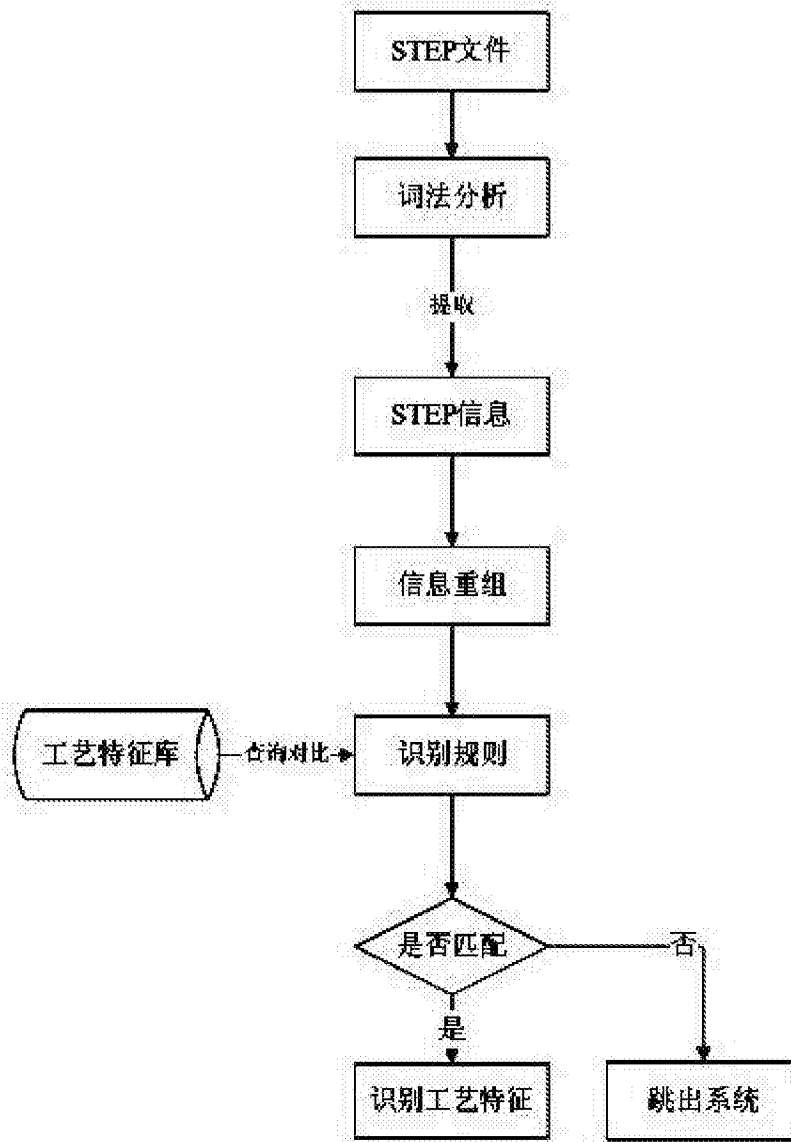


图2

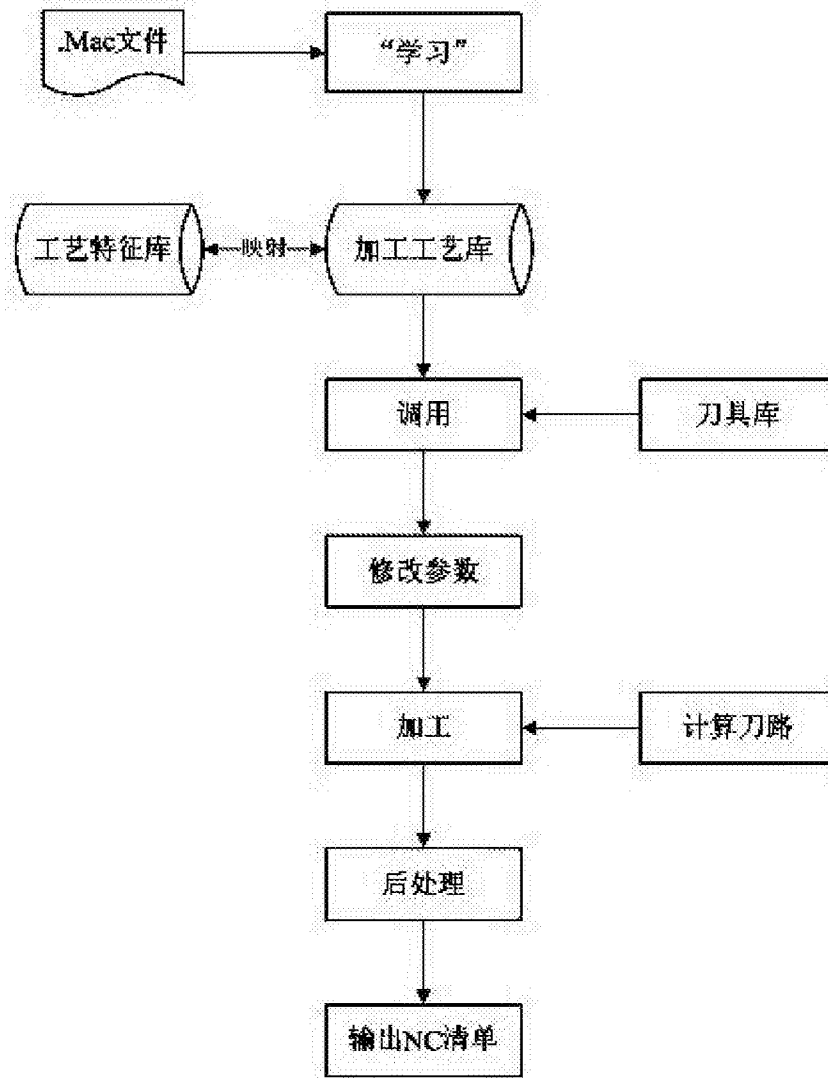


图3