

基于本体论的工艺信息描述方法研究

李莉, 郝永平, 舒启林, 张建富

(沈阳工业学院 CAD/CAM 技术研究与开发中心, 沈阳 110168)

[摘要] 依据本体论的概念论述了零件信息和制造资源信息的描述方法, 给出了它们本体的定义方式。描述了零件本体和特征本体的属性, 分析了各本体间和本体属性间的关系。以开发的 CAPP 系统为例, 阐述了此描述方法在实际应用中体现出的特点。

[关键词] CAPP; 本体论; 零件本体; 特征本体; 制造资源本体; 工艺资源本体

[中图分类号] TH164 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)11-75-04

1 引言

CAPP 作为信息流与物流的交汇点, 它的作用显得越来越重要。在 CAPP 系统中, 零件信息和制造资源的描述应该是简洁、详尽、无冗余的。关于零件信息的描述, 目前多采用面向对象技术的特征描述法^[1]、工艺过程特征描述法^[2]等, 然而这些方法在零件信息表达上都不同程度地呈现不全面性和不简洁性。在制造资源的描述上只注重对信息的收集, 没有与工艺管理、车间管理很好联系。根据并行工程要求, 笔者提出了应用于 CAPP 中零件信息和制造资源的本体论。零件信息本体论为 CAD/CAPP 提供精确、全面、可共享的零件信息, 实现语义一致的通信, 为工艺决策提供支持, 使得设计人员、工艺人员之间信息交流更加明朗。它定义的工程语言更加规范和简便, 为工艺规程设计打下基础。制造资源本体论的应用很好地解决了工艺资源的管理问题, 并为车间管理提供支持。

2 本体论的概念

本体论原是哲学名词, 指哲学中研究世界的本原或本性的问题部分^[3]。在工程研究中, 运用本体论旨在抽象出各领域专业人员都能使用的“本

体”, 以实现信息共享。本体论的生命循环是基于其原型的提炼。它的循环顺序是: 具体说明、概念、规范、合并、执行^[4]。本体论的文法和公理要用精确的形式语言、精确的句法和明确定义的语义来阐述。不仅如此, 它还要使得领域中的概念和对象之间的关系, 以及在领域对象上的约束表达得更明显, 从而减少对领域中逻辑关系可能造成的误解。采用以本体为中心的知识组织方法^[5]来认识 CAPP 系统中共享和重用的知识, 将本体看作工艺知识模型和工程人员之间的桥梁, 以使用统一的概念获得详述表规范和理解相应的工艺信息。

3 零件信息和制造资源在本体论中的定义

3.1 零件信息和制造资源的种类划分

本体论中, 种类是指对那些具有共同性质的物体的一种范畴划分。对于每一个种类, 都会有一组性质。事物的性质可区分为本质和附属的 2 种。种类的实例可以随时间改变, 但种类本身不变。

对机械零件信息的种类划分既要着眼于零件本身特点, 又要着眼于零件在系统中的功能和使用。一方面, 一个零件, 在设计人员看来是整个产品中的一部分, 具有一定作用或实现某个功能; 在工艺

[收稿日期] 2003-04-30; **修回日期** 2003-06-25

[基金项目] 国防“十五”预研项目(42001080501)

[作者简介] 李莉(1979-), 女, 湖北襄樊市人, 沈阳工业学院硕士研究生

人员看来, 则是由零件毛坯经一步步加工去实现其尺寸精度、形状要求、位置要求、粗糙度等, 需要考虑刀具、夹具、量具、机床、批量等因素, 由许多加工面、孔组成的实体。所以, 种类划分要满足设计人员和工艺人员双方的需要。另一方面, 在 CAPP 系统中, 工艺的分类、查询需要零件的标识性信息, 而工艺决策则需要零件特征级的信息。基于这两方面原因, 将零件信息划分为零件本体和特征本体。对它们分别用规范化语言模型描述。产品、零件、特征之间的组成关系见图 1。

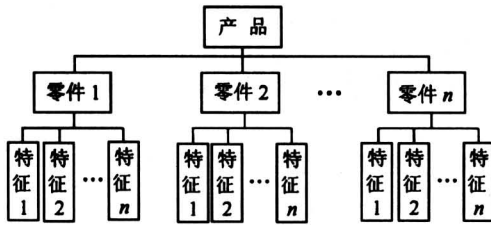


图 1 零件和特征组成关系图

Fig.1 Relationship among parts and features

制造资源可用制造资源本体和零件资源本体来描述。制造资源本体是描述机床、刀具、夹具、量具、辅具的一种规范化语言模型; 零件资源本体是描述单个零件制造资源的一种规范化语言模型, 它只总结一本工艺所涉及的制造资源内容, 其目的是便于对工艺的调整、修正。在生产实际中从小批量试制到大批量生产, 需调整机床、改进旧的工装, 由通用量具换为专用量具等一系列调整, 这是一项琐碎、简单重复的工作。建立了零件资源本体之后, 一旦该零件工艺资源中的一项被修改, 各部门的相关工艺资源的内容在网上都随之修改, 这样可以减轻工艺人员的工作量。同时, 调度人员可根据各零件所需资源、机床之间的可互换性和批量大小安排设备。

对于制造资源中的刀具、夹具、量具、辅具的信息描述也可分总体信息本体和特征信息本体 2 层, 总体信息本体部分可供工艺人员、车间管理人员和刀、夹、量、辅设计人员共用, 特征信息本体是根据各类设计人员的不同需要设计、使用的。

3.2 工艺信息各本体的属性定义

本体论中的属性一方面是函数, 它一定要被赋予一个值, 另一方面它又包含了对本体操作的方法, 体现着它在系统中的各种关联。本体是一个抽象概念, 它指出事物的各个属性, 不确指具体对象, 只有当它被赋予实际应用中的实例时, 它才和

系统中的其他事物发生关联。各本体采用 C++ 语言作为载体规范化描述。

一般零件本体的属性定义如下:

```
Class Part
{
public:
    char ProductName [20]; //产品名称
    char ProductCode [10]; //产品代号
    char PartTypeName [16]; //零件类型名称
    char PartName [20]; //零件名称
    char PartCode [16]; //零件代号
    char Material [16]; //材料
    char HeatTreatment [20]; //热处理要求
    int Batch; //批量
    int RoughDimension [ Num P ]; //毛坯尺寸
    int PartMos Accuracy; //最高尺寸精度等级
    int PartMostRough; //最高表面粗糙度等级
    void SetNum P ( ); //定义尺寸个数函数
    int GetNum P ( int Num P ); //取尺寸个数函数
    //从 CAD 中传入零件信息的接口函数
    void input ( void ); //零件信息文件输入函数
    void save ( void ); //零件信息文件保存函数
    void load ( void ); //零件信息文件装入函数
private:
    int Num P; //零件的尺寸个数
}
```

特征的定义具有一定拓扑关系, 在零件上具有一定功能和技术要求, 能被固定的加工方法加工成形的几何实体。通常, 特征信息包括零件的几何信息和工艺信息。除此之外还要考虑制造因素, 故特征本体的属性定义如下:

```
Class Feature
{
public:
    char PartPointer [10]; //所属零件指针
    int FeaturePart Code [20]; //零件内特征编号
    int FeatureIDCode [10]; //特征 ID 号
    NumberValueDimensionAndTolerance [ Num F ]
        [3]; //特征形状的尺寸及公差
    bool ifAssistantFeature; //是否有辅特征
    Toler * TolerPointe; //形状公差指针
    int * OrientationPointer; //定位基准指针
    Value Rough; //表面粗糙度
```

```

void load (void); //特征信息文件装入函数
void SetNum F ( ); //定义尺寸个数函数
int GetNum F (int Num F); //取尺寸个数函数
//以下是特征识别接口函数
void input (void); //特征信息文件输入函数
void save (void); //特征信息文件保存函数
ProcessMethod * PM; //特征加工链指针
private:
char FeatureName [20]; //特征名称
int Num F; //特征上的尺寸个数
}

```

把特征加工链作为特征本体的属性之一，如图 2 中的特征 1 加工链至特征 n 加工链与组成零件的 n 个形状特征相对应。零件的工艺流程是根据一定的规则综合、优化各特征加工链（即经工艺决策推理机推理）得出的。用特征本体定义的特征既具有面向对象性又反映工艺过程的特点。

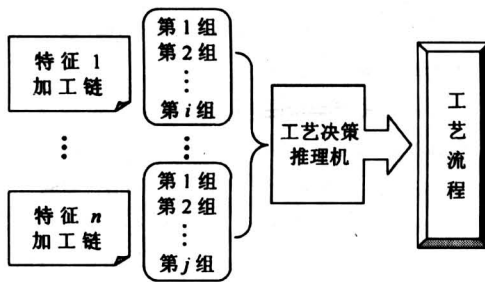


图 2 由特征加工链推出工艺流程

Fig.2 Process planning derived from feature machining chains

同样，制造资源本体的属性包括类别、名称、编号、技术参数及精度、检验时间、所属零件号、数量，工艺资源本体的属性包括零件号、刀、夹、量、辅具的名称和编号。

3.3 工艺信息本体中的关系

本体论中个体之间的连接或关联称为关系。本体是一个抽象概念，只有把它实例化到具体对象才能分析它们之间的关系。所以，工艺信息本体之间的关系实际是各本体实例的属性之间的关系。

特征本体属性间关系有基准关系、互为基准关系、定位关系、附属关系、顺序关系、关联关系。它们主要发生在特征的形状属性、加工链属性中。

1) 基准关系 基准是零件上用来确定其他点、线、面位置的点、线、面。基准关系是指 1 个或多个形状在进行机械加工时以另一个形状为基准

而构成的形状属性之间的关系。组成零件的形状中必定存在作为基准的形状，因此加工中必然会有其他形状与此基准发生关联。

2) 互为基准关系 在加工零件时，为了保证 2 个或多个形状之间达到较高的位置精度，常采用彼此互为基准进行反复加工的策略，这时形状属性之间就存在互为基准的关系。

3) 定位关系 当一个形状的定位尺寸决定于另一个形状时，它们之间存在定位关系。起定位作用的形状要先加工。

4) 附属关系 此关系发生在主形状特征和辅形状特征之间。当主形状特征没有被加工之前，辅形状特征根本不存在或不可能被加工。如内孔从属于平面，则必须在平面加工后才能钻孔。

5) 邻接关系 由于零件是由若干形状构成的组合体，那么各形状之间的空间位置和相对关系在组合时应遵循从左到右、由外而内的顺序。特征本体的属性中的特征编号，体现的就是邻接关系。

6) 约束关系 由于特征本体的形状属性间的上述 5 种关系导致加工顺序的约束关系。它发生于特征本体的特征加工链属性之间。对每一种具有一定技术要求的形状，都有一组加工链与之对应，而整个工艺的工艺流程则是根据一定的工艺决策规则、设备分配情况，对各组特征加工链综合优化得出的。例如：当两个形状之间有同轴度要求时，基准形状的加工链应排在前面；当作为首选的某机床数量不足时，可选择其他满足要求的机床。

用制造资源本体构建制造资源库，零件资源本体为每个零件总结单个零件资源表。单个零件资源表中的内容是从制造资源库中提取的，它只存放指向制造资源内容的指针，即名称和编号，具体内容在制造资源库中存储。它们的关系如图 3 所示。

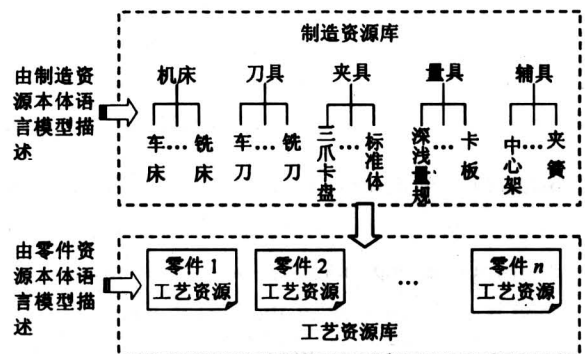


图 3 制造资源本体和零件资源本体的关系

Fig.3 Relationship between manufacturing resources nomenclature and part resources nomenclature

4 应用

图4中特征1(成形面轴段)的左端面是零件轴向尺寸的基准面。为使设计基准与加工基准重合,在装夹时以特征1的左端面定位,加工尺寸161.2, 179, 387。特征1的孔是附属于其上的辅特征,它们之间存在附属关系。特征1与特征2(圆柱轴段)之间存在邻接关系,特征2邻接于特征1之右。特征3(圆柱轴段)与特征1的辅特征——孔有同轴度关系,所以在加工孔时以特征3为装夹定位面保证同轴度要求。

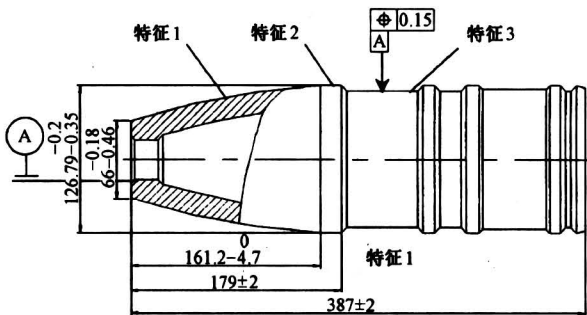


图4 零件示意图

Fig.4 Display of the part

所开发的CAPP系统中零件信息输入流程:首先是“零件总体信息输入”,输入零件本体的属性值。然后是“特征信息输入第一步”,输入特征本体的属性值。值得一提的是,用前面提到的布尔型定量ifAssistantFeature来判断是否有辅特征,如果有,输入辅特征的个数和输入辅特征信息;如果

没有则直接进入下一步。接下来是“特征信息输入第二步”,具体量化主(辅)特征的尺寸、在零件中的位置等,完成后进入下一个主特征的信息输入。重复以上过程,直到最后一个主特征,点击“结束”。

5 结论

根据本体论对零件信息和制造资源进行分类,给出相应本体的定义,并分析了各本体之间和各本体属性之间的关系。本体论的工艺信息描述法在CAPP系统中应用能全面、简洁地表达零件信息。

参考文献

- [1] 郎建国,吕一鸣. 基于面向对象技术的箱体零件CAPP系统的特征描述法[J]. 机械工艺师,2001,(4):17~18
- [2] 周一丹,廖萍. 机械加工工艺过程特征描述法[J]. 现代制造工程,2001,(12):5~6
- [3] 陈禹六. IDEF建模分析和设计方法[M]. 北京:清华大学出版社,2000
- [4] Wimmer K, Siemens A G (Germany). Conceptual modeling based on ontological principles [J]. Knowledge Acquisition 1992,(4):387~406
- [5] Gruninger M, Fox M S. The design and evaluation of ontologies for enterprise engineering [DB/OL]. Workshop on Implemented Ontologies, European Conference on Artificial Intelligence (ECAI), 1994, Amsterdam, NL http://www.ie.utoronto.ca/EIL/public/onto_ecai94.ps, 1994

Research on the Description Method of Process Planning Information Based on Ontology

Li Li, Hao Yongping, Shu Qilin, Zhang Jianfu

(CAD/CAM Technique Research and Development Center,
Shenyang Institute of Technology, Shenyang 110168, China)

[Abstract] A description method of part information and manufacturing resources information based on the ontology's concept is introduced. The attributes of part nomenclature and feature nomenclature are described. The relationships among nomenclatures and their attributes are analyzed. Finally, the practicality of the description method is demonstrated in the CAPP system.

[Key words] CAPP; ontology; part nomenclature; feature nomenclature; manufacturing resources nomenclature; process planning resources nomenclature