

# 面向协同工艺的 DELMIA 三维机加工工艺信息提取与应用<sup>①</sup>

张金<sup>1,2</sup>, 杨彬<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(华中科技大学机械科学与工程学院, 武汉 430074)

<sup>2</sup>(武汉开目信息技术有限责任公司, 武汉 430223)

**摘要:** 三维机加工工艺设计系统是 CAPP 发展的热门趋势, 实现三维工艺指导产品生产, 是三维机加工工艺设计系统在企业中成功应用的关键。针对汽车、航天等领域广泛使用的 DELMIA 三维机加工工艺模型信息提取的关键技术和难点, 介绍如何深入使用 V5 Automation 二次开发技术, 提取三维机加工工艺信息, 生成三维机加工工艺卡片, 并用于指导生产, 最终形成三维环境下的协同工艺管理系统。

**关键词:** 三维机加; DELMIA; 信息提取; 协同工艺

## Extraction and Application of DELMIA Three-Dimensional Machining Model Information Oriented to Collaborative Process

ZHANG Jin<sup>1,2</sup>, YANG Bin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(School of Mechanical Science & Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

<sup>2</sup>(Kaimu Information Technology Ltd, Wuhan 430223, China)

**Abstract:** The three-dimensional machining process planning system is a hot trend in the development of CAPP. Achieving the guide of three-dimensional process to the production process is a key for the successful application of the three-dimensional machining process planning system in the enterprise. With a focus on the pivotal technic and difficulty of information extraction of DELMIA three-dimensional machining process model which is commonly used in auto and aviation fields, this paper describes how to apply V5 Automation secondary development technology in depth to extract three-dimensional machining process information, generate a three-dimensional machining process card and use it to guide the production, eventually forming a collaborative process management system based on three-dimensional environment.

**Key words:** three-dimensional machining; DELMIA; information extraction; collaborative process

随着国内外在先进制造技术的进步, 数字化制造技术和虚拟制造的概念慢慢被人所熟知, 以及三维计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)系统在企业中的广泛应用, 工艺设计从模拟量逐步转变为数字量, 由二维逐步向三维过渡。产品的工艺设计是产品全生命周期和产品协同开发的重要组成部分, 所以三维工艺设计系统和公司现有 PDM(Product Data Management, 产品数据管理)集成, 实现三维工艺设计系统与协同工艺管理系统融合, 是实现三维工艺设计系统在企业中成功应用的重要环节。

DELMIA 是达索公司推出的数字化制造软件, 能够提供完整的三维工艺规划解决方案, 广泛应用于国内的航空、航天、汽车和船舶等复杂产品制造业<sup>[1]</sup>。但是 DELMIA 通常和 ENOVIA 和 SMARTEAM 数据管理和协同工作解决方案结合使用, 多数公司现有的 PDM 并不能对 DELMIA 工艺数据进行管理。为了使 DELMIA 与公司现有的协同工艺管理系统集成, 需要对 DELMIA 进行二次开发。DELMIA 与协同工艺管理系统集成时, 需要对三维工艺模型的机加工工艺信息进行提取, 国内对此研究很少, 更无相关的资料可查询借

<sup>①</sup> 收稿时间:2014-06-19;收到修改稿时间:2014-08-04

鉴. 本文基于武汉开目信息技术有限责任公司协同工艺系统管理平台, 通过分析 DELMIA 三维机加工工艺模型, 使用 DELMIA 二次开发技术 V5 Automation, 提取三维机加工工艺信息, 并将提取的信息生成三维机加工工艺卡片, 供 PDM 进行浏览, 圈阅, 签署等下一步工作, 并将三维工艺发布到 MES, 作为指导生产的依据, 实现 DELMIA 与整个协同工艺管理系统融合.

## 1 DELMIA与协同工艺管理系统集成介绍

进入 21 世纪的制造业面临着大批量定制的生产方式<sup>[2]</sup>. 为了降低成本, 提高生产效率, 并保证产品质量, 基于 PDM 的协同工艺管理系统在多数企业中得到了广泛应用. 协同工艺能够克服时间、空间、计算机软硬件等障碍, 形成各部门操作协同、产品制造协同的工作环境, 并能够对工艺信息并行协同处理. 所以工艺协同是提高产品生产效率和缩短产品生产周期, 保证产品质量, 提升企业竞争力的关键.

PDM 是一门管理所有与产品相关信息和与产品相关过程的技术. 它以网络和分布式数据库技术为支撑, 采用面向对象的建模方法, 能够管理产品全生命周期内的所有数据和所有产品相关过程, 提供了一个企业范围内的产品研发, 设计和制造并行化的协作环境<sup>[3]</sup>. PDM 可以解决产品生产过程中产生的大量异构或异地数据的共享和交换问题, 以及 CAX 系统和其他系统的信息共享和数据传递问题. 运用并行工程的方法, 在信息集成的基础上, 协调、简化、优化以及重组工作流程, 实现多部门、多领域人员协同工作.

DELMIA 工艺设计系统以 PDM 系统作为应用系统的集成框架, 为协同工艺设计与管理提供了必要的跨平台的软件支撑环境. 三维设计系统产生的三维图纸、产品明细表等交给 PDM 进行管理, DELMIA 工艺设计系统, 从 PDM 获取产品设计数据, 进行工艺设计, 生成产品的工艺路线、工序、工步、工装设备等数据, 将三维机加信息上传至 PDM, 交给 MES 系统, 供下游车间生产用. 同时可以提出产品设计的修改意见, 供上游改进产品参考. 车间制造系统同时向 PDM 反馈制造信息, 供上游产品设计以及工艺设计系统参考. 不同系统的数据都由 PDM 进行管理, 最终形成以 PDM 为核心, 支持 DELMIA 数据传输的协同工艺管理系统, 实现各项工作的并行开展和协同工作环境. 所以通过二次开发技术, 获取 DELMIA 三维机加工工艺信息, 实

现 PDM 对 DELMIA 工艺数据的管理, 是实现 DELMIA 与协同工艺管理系统集成的关键.

## 2 DELMIA三维机加工工艺信息提取

### 2.1 DELMIA 二次开发技术概述与选择

DELMIA 的二次开发方式主要分为两种: 自动化对象编程(V5 Automation)和开放的基于构件的应用编程接口(CAA). CAA(Component Application Architecture)是 DELMIA 的一整套函数库, 该函数库在 DELMIA 运行时加载, 用户可通安装 RADE(Rapid Application Development Environment)编写代码, 实现与 DELMIA 的通信功能, 进行有效率的程序开发, 但 CAA 技术入门困难. Automation 技术是建立在 COM(Component Object Model)基础之上, 可以实现一个应用程序操作另一个应用程序. Automation 并不是直接处理数据, 而是间接的通过暴露对象, 利用对象的方法和属性来处理数据. Automation 具备了与任何 OLE 所兼容的平台进行通讯的能力, 这种方法功能限制比较大, 但入门容易<sup>[4]</sup>.

本文选择使用 Automation 方法对 DELMIA 进行二次开发, 因为 Visual Basic 提供了良好的用户交互界面, 而且在 DELMIA 中提供了宏录制功能. DELMIA 宏录制生成的 VBScript 代码, 能够为编写代码提供参考, 可以在一定程度上提高了开发的速度.

### 2.2 DELMIA 工艺模型结构树和对象的获取

机加工工艺设计过程主要包含三类对象, 产品(Product), 工艺(Process)以及资源(Resource). 其中工艺起到核心作用, 它将产品对象、工艺对象和资源对象连接起来. 在 DELMIA 中, 产品-工艺-资源以 PPR 工艺结构树的形式体现出来, 并贯穿于工艺设计的整个阶段. PPR 结构树包含了产品全生命周期的所有的产品、工艺和资源信息, 这些信息为产品加工生产提供了必要的依据. 要获取这些信息, 首先要将 VB 连接到 DELMIA 的 COM 接口. V5 Automation 提供了 CreateObject 和 GetObject, 可以实现 VB 与 DELMIA 的连接. 通过根对象访问模型对象, 然后获取 PPR 对象, 通过机加工工艺模型 PPR 对象, 获取工艺、产品和资源对象.

DELMIA 机加工工艺模型结构树和对象获取流程如图 1 所示, 首先获取 Application 对象, 然后判断 DELMIA 是否已启动, 获取或者创建 DELMIA 对象,

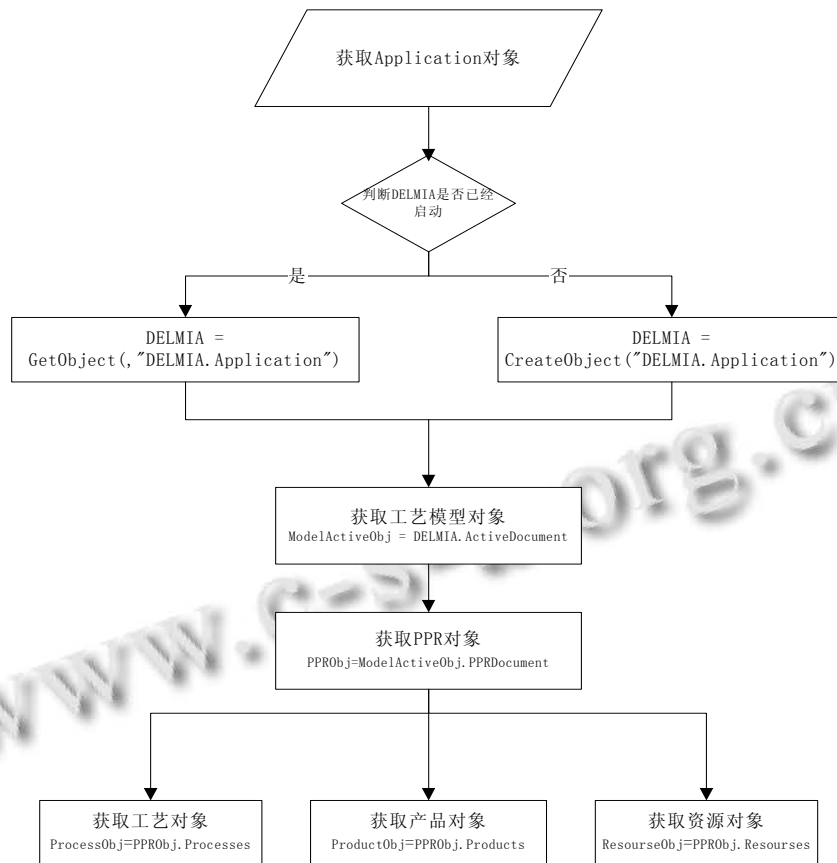


图 1 DELMIA 机加工工艺模型结构树和对象获取流程

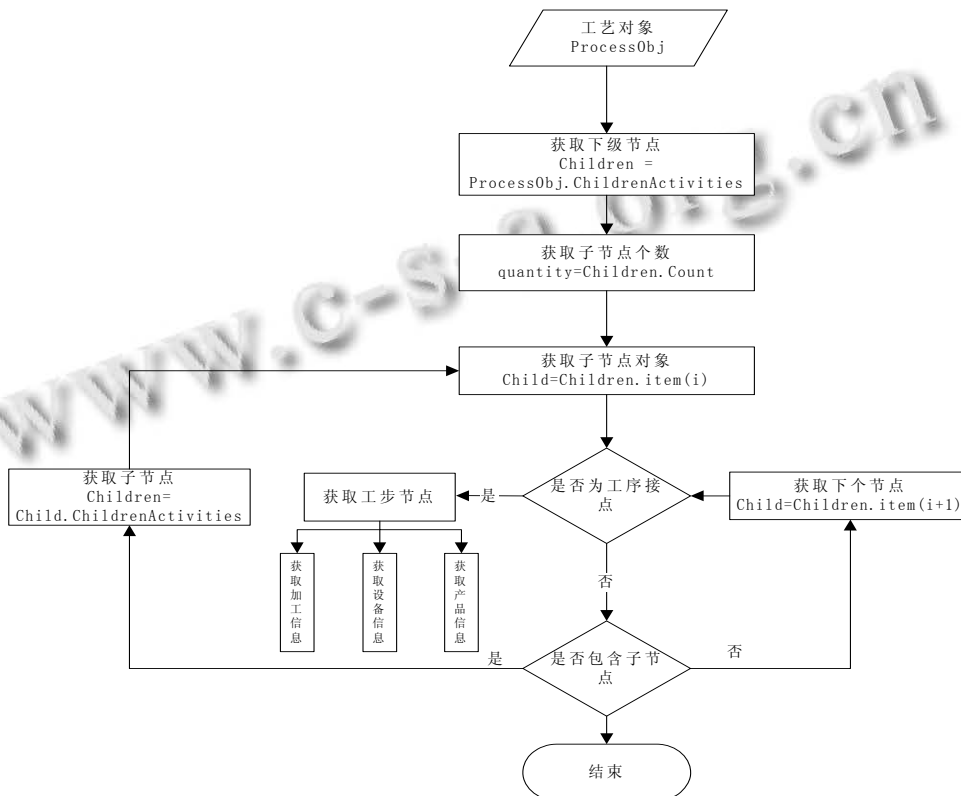


图 2 三维机加工工艺信息获取流程

通过 ActiveDocument 获取模型对象, 通过 PPRDocument 获取结构树对象, 然后分别获取工艺对象 Processes, 产品对象 Products, 资源对象 Resources.

### 2.3 DELMIA 机加工工艺信息提取

零件的加工, 需要知道详细的工艺, 产品和资源信息. 其中工艺起到了核心作用, 产品的特征加工, 将产品对象和资源对象关联起来, 而每个工序所对应的机床、刀具、夹具等, 使工艺对象和资源对象关联起来. 所以, 通过获取机加工工序工步信息, 即可获取对应产品和资源对象信息, 包括机床、夹具、刀具等资源信息和具体的加工参数等零件加工所需的全部信息和数据. 在 2.2 中, 已经获取了机加模型的工艺对象、产品对象及资源对象, 据此可以工艺对象为核心, 获取具体工序、工步以及对应的产品和资源信息.

图 2 所示是获取机加工工艺信息的流程图. 首先获取工艺对象的下级节点对象 ChildrenActivities, 并获取下级节点个数  $i$ , 获取节点 children.item( $i$ ), 判断该节点是否为工序节点. 若为工序节点, 获取下级所有工步节点对象, 并获取每个工步包含的设备、加工参数以及产品信息. 若不是工序节点, 判断节点是否包含下级节点. 如果包含下级节点, 则获取下级节点对象 ChildrenActivities, 获取节点个数  $i$ , 遍历每个节点, 并判断该级节点是否为工序节点, 循环调用, 直到获取所有节点信息, 结束程序运行.

### 3 DELMIA 与协同工艺管理系统的集成框架介绍

DELMIA 三维工艺设计系统与协同工艺管理系统的集成, 使 DELMIA 通过 PDM, 实现向上获取 CATIA 三维设计模型设计数据. 根据设计数据, 使用 DELMIA 对产品进行工艺设计; 设计完成后, 结合轻量化的技术, 生成可视化的三维工艺卡片; 然后将产生的三维工艺卡片上传到 PDM 进行发布, 供 MES 等车间生产系统使用, 实现向下工艺规程的生效和发布, 形成三维工艺设计与管理、制造资源及工艺知识管理和工艺设计仿真相集成的环境, 满足数字化设计制造协同的需求. DELMIA 与协同工艺管理系统集成的应用大大缩短了项目研制的生命周期, 降低了研制、生产的成本, 提高了生产效率, 实现了产品设计 / 制造信息的数字量传递和资源共享, 深化并行工程技术的应用.

如图 3 所示, DELMIA 通过 PDM, 获取 CATIA 三维设计模型产品设计数据. 根据产品设计数据, 工艺设计人员使用 DELMIA 工艺设计系统对产品进行工艺设计. 设计完成后, 向 PDM 返回工艺数据, 并通过 PDM 将工艺信息反馈产品设计部门, 根据工艺设计数据, 使用开目工艺管理系统, 结合轻量化技术, 生成三维工艺卡片, 在 PDM 中进行浏览、圈阅等操作. PDM 将三维工艺卡片发布到 MES 等车间生产系统使用, 实现工艺规程的生效和发布, 同时生产系统提出修改意见, 供上游改进产品参考.

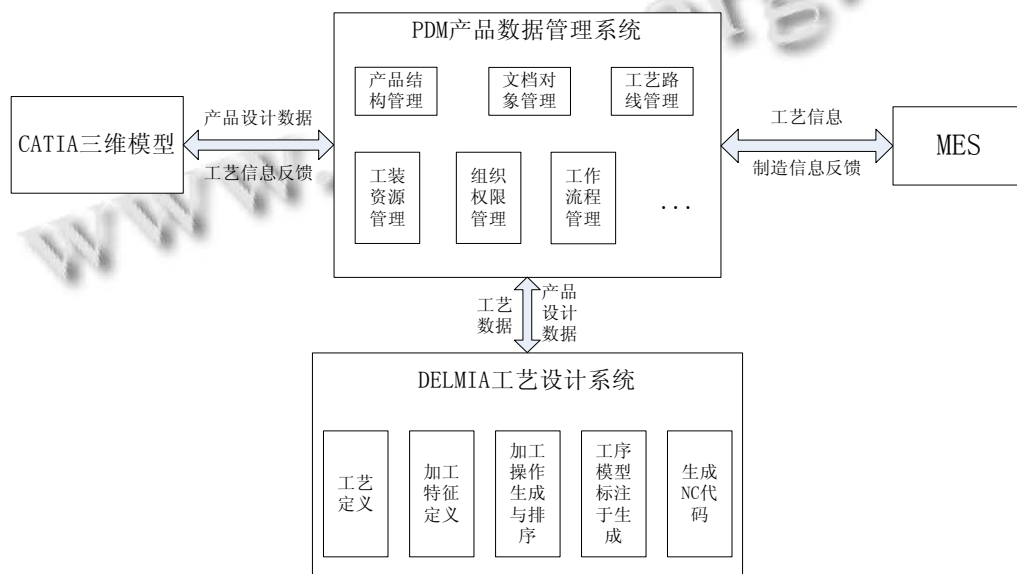


图 3 DELMIA 与协同工艺管理系统的集成框架

### 4 应用实例

图 4 是 DELMIA 三维机加工工艺模型及其包含的工序、工步等工艺信息。通过 V5 Automation 二次开发技术提取其机加工工艺信息，并将提取到的信息存储到如图 5 所示的 XML 文件中。使用开目工艺管理系统获取 XML 文件中的机加工工艺信息，生成三维工艺卡片，并使用 PDM 对工艺卡片进行浏览、圈阅、签署等操作，最后发布到 MES 中，进行实际的生产指导。图 6 是开目 PDM 对三维卡片进行浏览等操作。

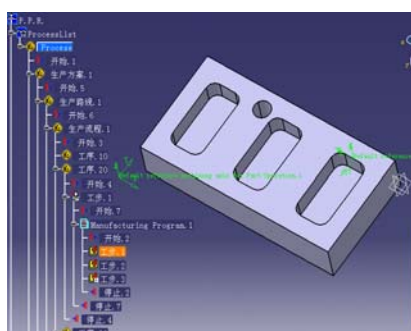


图 4 三维机加工工艺模型及其结构树

```

<元素 标识="工序名称">工序</元素>
<元素 标识="工序内容">检查材料合格</元素>
<数据 标识="2">
<元素 标识="工序号">20</元素>
<元素 标识="工序名称">工序</元素>
<元素 标识="工序内容">加工三个台阶</元素>
<元素 标识="设备型号">3-axis Machine.1 (Product1.1)</元素>
<下钻信息 标识="工步号网络" 卡片名称="机加工工序卡">
<数据 标识="1">
<元素 标识="工步号">1</元素>
<元素 标识="工步内容">加工台阶1</元素>
<元素 标识="工艺装备名称及规格">T4 End Mill D 10</元素>
<元素 标识="切削速度">2.0628318530718</元素>
<元素 标识="主轴转速">63.6619772367581</元素>
<元素 标识="进给量">4</元素>
<数据 标识="2">
<元素 标识="工步号">2</元素>
<元素 标识="工步内容">加工台阶2</元素>
<元素 标识="工艺装备名称及规格">T4 End Mill D 10</元素>
<元素 标识="切削速度">2.0628318530718</元素>
<元素 标识="主轴转速">63.6619772367581</元素>
<元素 标识="进给量">4</元素>
<数据 标识="3">
<元素 标识="工步号">3</元素>
<元素 标识="工步内容">加工台阶3</元素>
<元素 标识="工艺装备名称及规格">T1 End Mill D 10</元素>
<元素 标识="切削速度">2</元素>
<元素 标识="主轴转速">63.6619772367581</元素>
<元素 标识="进给量">8</元素>
</数据>

```

图 5 三维机加模型工艺信息存储于 XML

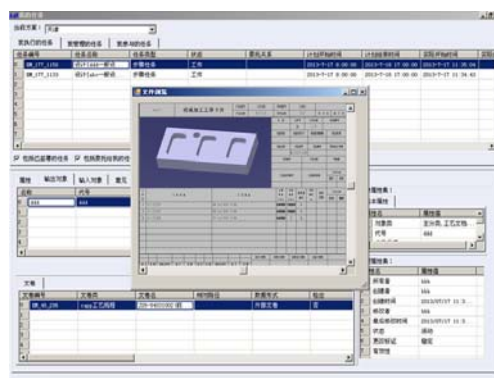


图 6 三维工艺卡片在 PDM 中操作

### 5 结语

本文主要分析了如何将三维机加工工艺设计系统应用到产品的协同工艺系统中去，重点解决了三维机加工工艺信息提取的关键技术及难点，以及如何将机加工工艺应用于产品的生产指导，实现了以三维工艺数据为核心的数据集成、工艺数据管理与过程控制一体化。该技术已经在开目工艺管理系统得到了应用，实现了 DELMIA 与协同工艺管理系统融合。

### 参考文献

- 1 田富军. DELMIA 在三维机械加工工艺设计中的应用. 制造业自动化, 2013, 35(5).
- 2 汪惠芬. 协同开发环境中的 CAD/CAM 集成技术研究[学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2001.
- 3 周兴科, 张振明, 田锡天, 邹明政, 刘书暖. 基于 PDM 的协同工艺管理系统研究及实现. 机床与液压, 2006, 4.
- 4 彭欢. 基于 V5 Automation 的 CATIA 二次开发研究. 电子机械工程, 2012, 28.
- 5 CAA V5 Automation for DELMIA V5R20. Dassault Systems. Feb. 2009.