

CAPP 与 PDM 数据交换技术*

Data Exchange Technology Between CAPP and PDM

北京理工大学机械与车辆工程学院 阎艳 张文杰

北京宇航系统工程研究所 赵博

[摘要] 探讨了在 PDM 集成框架下 CAPP 从 PDM 数据库中获取产品属性信息、产品结构信息和产品图形信息的方法;研究了 CAD/CAPP/PDM 系统中数据文档的格式和类型,并将不同格式的文档划分为无格式文档和有格式文档;详细阐述了 CAPP 生成的工艺文档、工艺要素及属性信息在 PDM 框架下进行 CAPP 数据存储的一个模型和应用实例。

关键词: 数据交换 信息集成 工艺规划 数据管理

[ABSTRACT] The method of how CAPP obtains attribute information, structure information and figure information of the products from PDM's database in the PDM integrated frame is discussed. At the same time, the format and type of data-document in CAD/CAPP/PDM system are studied and documents in different format are divided into the unformatted document and formatted one. A model and application instance that how process document, process key-element and attribute information stores CAPP data are explained in detail.

Keywords: Data exchange Information integration CAPP PDM

不同的 CAD 系统具有相似的数据结构,而检索式、变异式、创成式 CAPP 由于其使用层次和涉及的数据不同,其软件体系结构也有很大的不同。现有的 CAPP 系统多是用户根据自身企业情况开发而成的,所以对 CAPP 和 PDM 集成而言,没有相对固定的方式。不管是哪种方式的 CAPP,在 PDM 平台下与 PDM 之间的数据关系不外乎有 2 个方面:一是从 PDM 中获取 CAPP 所需要的 CAD 数据;二是将 CAPP 最终生成的工艺数据和文档在 PDM 中进行保存^[1-2]。

本课题基于自主开发的工艺规划系统和产品数据管理系统,深入探讨了 CAPP 与 PDM 之间的数据交换方式。

* 国防基础科研项目(K1304020714)资助。

1 CIMS 环境下的信息集成策略

CAPP 系统作为 CAD/CAPP/CAM 集成系统中承前启后的中间环节,是 CIMS 环境下信息集成的关键。传统的信息集成是基于关系数据库的模式,如图 1 所示。CAPP 从网络数据库中提取零件特征信息,完成工艺规划,将规划后的工艺信息以关系表的形式存放到网络数据库中,与 CAD、CAM 通过网络数据库进行产品数据的交换和共享,共享数据以统一的产品信息模型为基础。但是这种策略存在一些不利于管理的缺点:①由于系统缺少统一的全局唯一标示机制,造成数据的集成只能采用点对点的集成,集成通用性、适应性差,不能设计统一全局(产品全生命周期)的算法去解决网络化制造中的许多问题;②由于关系数据库(如 Oracle、SQL Server、DB2 等)存在面向记录、不支持设计过程和缺乏协调机制等方面的不足,导致它管理非结构化数据(如图形、图像和文档等)的方式不当;③各系统之间功能单元的复用性得不到利用,系统开发人员的设计工作量巨大,在具体实施时,其扩展也较为困难^[3]。

PDM 系统作为 CIMS 的集成框架和工具,使 CAPP 系统的集成环境发生了深刻变化。在 PDM 集成框架下,关系数据库被 PDM 屏蔽,由 PDM 的业务逻辑处理数据的交换,屏蔽了数据的具体实现,保证了数据安全,同时更容易地整合业务对象,从而使集成化 CAPP 系统的开发人员和用户面向的是 PDM 对象,如图 2 所示。

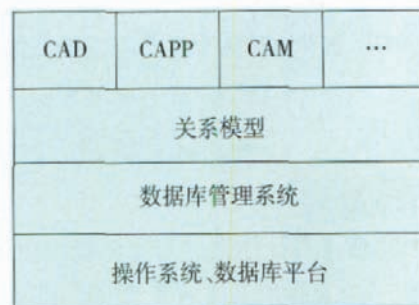
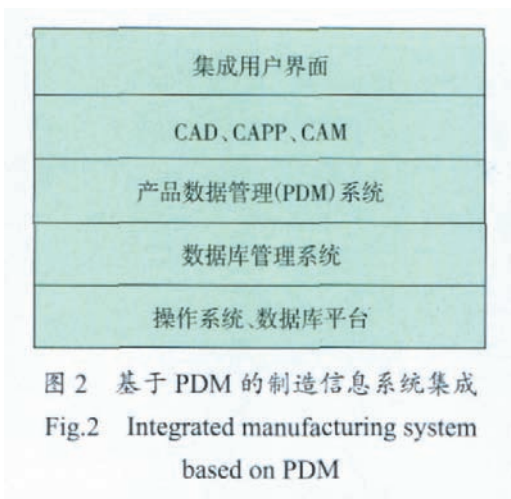


图 1 传统的制造信息系统集成

Fig.1 Traditional pattern of integrated manufacturing system



PDM 框架下交换的产品信息包括产品几何模型、产品结构、设计人员、工艺信息、加工代码、产品配置信息和采购信息等。PDM 系统管理了产品开发过程中的所有信息,这些产品信息按产品设计的不同时期,分为客户要求、几何造型、加工工艺、加工代码、评价、采购和订单信息等,由不同的单元应用系统(如 CAD、CAPP、CAM 和 CAE 等)产生,但不能被其他单元系统直接调用。

纳入 PDM 集成框架之下的 CAPP 不再是一个孤立的工艺设计模块/系统,而是产品开发环境下的有机组成部分。CAPP 系统不仅与 CAD 系统和 ERP 有机地集成在一起,而且同时与其上层管理系统(PDM)从信息和功能上都紧密集成起来。基于 PDM 的 CAPP 系统在允许应用 CAPP 进行工艺设计时,可以随时便捷地查询信息。工艺设计人员可随时了解整个开发项目的进展情况,调整自己的工作进度,促进项目开发的协同性。

2 CAPP 与 PDM 系统的数据交换

CAPP 从 PDM 中主要获取 CAD 四个方面的数据:

① 用户信息。包括用户标示、用户名称、用户密码等。② 产品设计信息。CAPP 能够从 PDM 中获取产品设计属性信息,如零件名称、零件代号、零件编码、零件类别、零件所属部件信息、零件所属产品信息、零件所属项目信息和材料等。③ 产品图形信息。CAPP 能够通过 PDM 获取产品当前版本的图形信息,并能根据加工工序的要求,通过一定的方式对产品图形进行编辑、修改,生成相应的工序图。④ 产品结构信息。CAPP 能从 PDM 中获取产品结构树信息,并对该信息进行处理,生成相应的产品工艺树。

根据集成策略,将自主开发的工艺规划系统嵌入到自主开发的 PDM 系统中,通过下述方法获取上述 4 方

面的数据:

① 由于是基于 PDM 的 CAPP 系统,该工艺规划系统可以很方便地引用 PDM 中权限与安全管理模块以获取用户信息。

② CAPP 从 PDM 获取 CAD 设计属性的方法是将 CAPP 工艺文件表框中文件属性信息设置成与 PDM 中属性信息相同的字段名称。当用户编制某一产品的工艺时,产品属性信息自动进入 CAPP 相应表格中。当 CAD 中图形属性信息发生变化时,CAPP 中产品属性信息随着 PDM 中的产品属性信息的变化而变化。

③ CAPP 文档中工序简图的生成。为保证数据来源的唯一性,规定工序图形从 PDM 中获取实施的办法是通过接口程序将 CAPP 系统与 CAD 系统集成起来。CAD 系统将零件的二维图上传到 PDM 系统的图形库中。工艺设计人员可以从中找到图,在 CAD 系统中编辑、修改图形,增加必要的工艺符号,以符合工艺加工要求。经过修改后,根据全局唯一产生的工艺图号重新上传到工艺库中。由于三维图形的形成过程类似于零件加工或产品的装配过程,所以在三维 CAD 系统中,可以通过隐藏特征的方式生成不同配置的产品或零件工程图样,该图样可以作为产品或零件的加工工序图。

④ 产品结构数据的获取。工艺结构树的组成与 PDM 中的产品结构树相似,但二者并不等同。PDM 中的产品结构树包含了产品的所有组成零件,其中有一部分(如标准件等)不需要编制工艺。产品工艺树可以看作是剔除了其中不需要编制工艺的零件后,经过文档属性转化的产品结构树。由于 CAPP 软件结构的不同,CAPP 对 PDM 结构树的获取有不同的实施方法。

传统的办法是工艺设计人员根据 PDM 中的产品结构树对需要编制工艺的零件进行工艺编制,并将编制好的工艺文档挂在产品结构树中对应的产品设计文档下。挂在产品设计文档下的工艺文档之间具有确定的相互从属关系。按照这一从属关系,在需要时,用户可从 PDM 中输出产品工艺 BOM 表。这种方法不需要进行接口程序编制,在企业中容易实施。但是存在缺点:① 需要工艺设计人员了解产品结构,在存储某一工艺文件时,通过查询手段准确找到产品结构树中对应的设计文档;② 自动化程度不高,容易出错。

解决这一问题的方法是:建立统一的产品工艺资源结构树。将工艺结构树看作是产品结构视图映射之后的结果集。由于 PDM 中有一套零件编码系统,编码是唯一的,因此,可以将产品结构视图中的零件编码通过一个接口程序,导出到工艺结构树上。这样,就可实现

CAPP 系统自动获取装配图纸的产品信息,生成工艺结构树。工艺部门可以此为基础,组织工艺人员进行对应产品工艺的编制。这种办法自动化程度高,在由产品结构树向工艺任务树转化过程中,不需要人工参与,因而可以保证数据的一致性和准确性。

3 基于格式文档的工艺文件管理

企业中不同类型的数据文档,按其能否被计算机识别,分为无格式文档和有格式文档。典型的无格式文档为 CAD 图形文档,这种文档因为没有计算机识别格式,所以在计算机存储空间中为“字节堆”,也无法对这些字节加以区分。从理论上讲,三维产品由一系列不同的特征图形构成,在 STEP 描述语言的基础上,计算机可以识别出构成产品整体的各个要素特征。但由于技术的原因,产品的特征识别是目前计算机图形学尚未成功解决的问题,所以在大多数情况下,三维图形文档也将其作为整体文档来看待。

无格式文档反映的产品数据信息不能被计算机自动识别和读取,这种文档在 PDM 电子仓库中存储时,用户必须人工描述产品文档中的信息,如产品版本、状态、用户信息和隶属关系等。这些数据信息可以以关系数据的形式存储于 PDM 数据库中,并通过一定的方式与产品文档关联在一起。这样 PDM 既能对文档本身进行版本控制和生命周期管理,同时企业中其他应用系统也可以通过访问 PDM 获取产品有关数据,既保证了企业数据的完整性,又保证了数据传递的流畅性和有效性。

与无格式文档不同,格式文档由一系列可被计算机识别的数据元素组成,典型的格式是工艺文档及其组成数据元素,这些是指导企业生产经营活动的依据。企业信息化建设的其他系统(如 MIS、财务系统和 ERP 等)必须从工艺文档中读取有关基础数据。在一般的数据库管理系统中,工艺文档本身可以作为一个单元与其属性描述数据单元一起,作为一个复合型关系数据库加以管理,但 PDM 之所以不同于一般数据库管理系统,是因为其具有独特的电子仓库,工艺文档只有在电子仓库中才能同产品设计文档一起,经历生命周期管理及版本管理。电子仓库具有封闭性,只能接受外部访问,而非授权用户不能修改它的结构,这就排除了数据被删除或破坏的可能,但这种安全的代价是集成框架下的应用系统不能读取 PDM 电子仓库中工艺文档的组成要素信息^[1]。

在基于文档管理的 PDM 与 CAPP 集成情况下,工艺文档作为一个整体对象在 PDM 中进行管理,工艺文档及其属性数据的存储,类似于 CAD 系统与 PDM 系统

集成时 CAD 文档及属性数据的存储。但由于 CAPP 文档是格式文档,其文档中的要素可被计算机识别和读取,以便为企业中其他应用系统提供必要的信息,必须考虑工艺文档组成的数据元素如何同时在 PDM 数据库中存储。因而 CAPP 文档数据在集成化 PDM 中的存储与 CAD 文档相比有很大的不同。本课题提出一种 PDM 中工艺文档的存储模型,如图 3 所示。

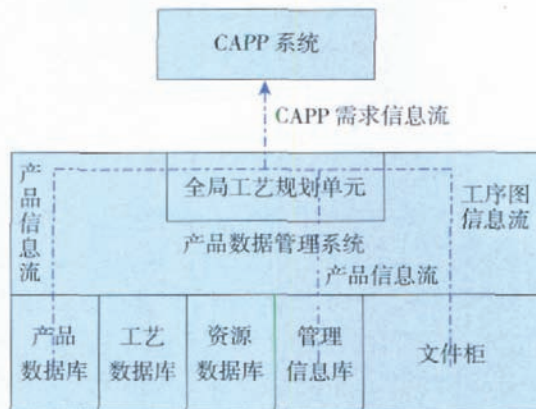


图 3 CAPP 需要 PDM 系统提供的信息
Fig.3 Information between CAPP and PDM

图 3 中, CAPP 系统从 PDM 数据库中获得 CAD 设计属性信息、图形信息和产品结构信息的同时,调用了设备库、刀具库及工艺数据库等企业基础数据,生成零部件工艺文档、工艺 BOM 及设备、刀具和工时等其他应用集成系统所需要的数据表。对 CAPP 产生的这些数据和文档, PDM 分 3 部分存储:

① 工艺文件存储。工艺文件作为一个整体存储在 PDM 电子仓库中,工艺文档中同时包含了零件工序图信息。该工艺文件与对应 CAD 文件相关联,作为一个整体,与对应的产品 CAD 文档一起经历文档版本管理和生命周期管理。

② 企业中其他应用软件系统需要的数据存储。CAPP 生成一定产品工艺中的设备、刀具和工时等企业其他应用软件系统需要的数据。从企业信息集成的角度来看,这些数据将是非常有用的,它们以关系数据的形式存储在 PDM 数据库中,并以唯一的索引与对应工艺文档相联系,以方便系统查询和被其他集成应用系统所读取。对这些数据的存储,用户需要根据 ODBC 等数据库语言开发相应的接口^[2]。

③ 工艺文档特有的属性信息存储。如工艺文档的代号、设计日期和状态等信息,用户通过属性模板输入的数据保存在 PDM 数据库中。当然在此之前,用户必

须在数据库中定义工艺数据类以及类的属性。

4 集成方案的具体实现

本课题实现了 CAPP 集成的 PDM 软件 BITPDM, 是一个自主开发的产品数据管理系统, 提供了完整的企业级 PDM 解决方案。其中在 BITPDM 中嵌入了全局工艺规划单元, 目的是协调 CAPP 软件更好地满足 PDM 中的功能, 使全局的算法得以实现。实例中的 CAPP 系统是针对某兵器研究院开发的一种变批量生产 VPCAPP 系统的。该系统不过分追求工艺设计自动化, 而是着重提高工艺设计和管理的效益和水平, 重视 CAPP 与 CAD、PDM 的集成, 消除数据的重复输入, 提高与设计部门、生产管理部门的信息共享, 通过对工艺基础数据的采集、整理和规范化, 提高工艺设计标准化程度。

VPCAPP 与 BITPDM 的集成, 其部分功能如下:

① 复制信息功能。能把 BITPDM 中的零件属性信息复制到工艺设计系统中, 零件属性信息作为机械加工工艺卡片中的表头信息, 产品结构用来确定装配工艺过程与装配工序所需的零部件。

② 提取和管理数据功能。BITPDM 提取机械加工工艺过程卡片中的数据, 并对其进行管理, 同时 BITPDM 保存 CAPP 所生成的设备清单、刀具清单等, 以便给企业中的其他应用系统提供数据。具体实现办法是, 在 CAPP 的主菜单中添加一个“导出工艺”的菜单项, 通过“导入/导出”功能, 调用函数来实现工艺文档及数据的存储。

通过采用上述的策略和技术, 实现了以 PDM 为框架的 CAPP 系统的数据交互, 从而保证了产品数据的高效管理和共享的实现, 完成了 CAPP 信息管理的基础。

5 结束语

作为工程领域的集成框架和使能平台, PDM 管理企业内所有与产品相关的技术和过程, 为企业内应用系统的集成和数据传递提供了必不可少的支撑环境。在 PDM 与 CAPP 集成环境下, CAPP 从 PDM 获取需要的 CAD 数据和信息编制工艺, 并把工艺数据存储于 PDM 共享数据库中, CAM 等其他应用系统直接从 PDM 共享数据库中获取所需工艺信息, 从而有效地实现了企业产品信息的集成。

参 考 文 献

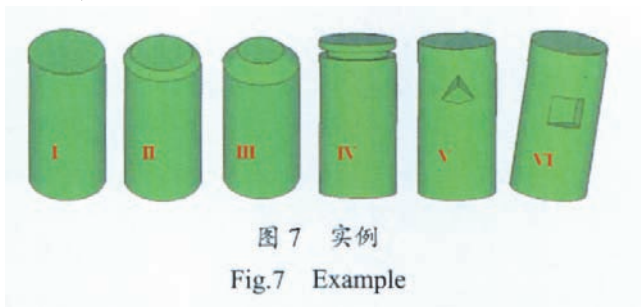
[1] 杨海成. 制造业信息化工程. 北京: 机械工业出版社, 2003.

[2] 约瑟夫·萧塔纳. 制造企业的产品数据管理. 祁国宁, 译. 北京: 机械工业出版社, 2000.

[3] 徐滨士, 梁秀兵, 李仁涵. 绿色再制造工程的进展. 中国表面工程, 2001 (2): 1-5.

(责编 恒之)

(上接第 77 页)



4 结束语

本课题提出的基于形状分布的体素识别方法, 能够解决逆向工程中非完整几何特征体素和带有倒角等加工痕迹的特征体素的识别问题。在实际应用中, 表现出对由人为或加工造成的特征体素外形改变(缺口、倒角、滚槽等)具有较强的识别能力, 在识别自动化程度上有一定提高。

参 考 文 献

[1] Robert Osada, Thomas Funkhouser, Bernard Chazelle, et al. Shape distributions. ACM Transactions on Graphics, 2002, 21(4): 807-832.

[2] Jun Y, Raja V, Park S. Geometric feature recognition for reverse engineering using neural networks. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2001, 17 (6): 462-470.

[3] Huang Jianbing. Geometric feature extraction and model reconstruction from unorganized points for reverse engineering of mechanical objects with arbitrary topology[D]. The Ohio State University, 2001.

[4] Thompson W B, Owen J C. Feature-based reverse engineering of mechanical parts. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1999, 15 (1): 57-66.

[5] 崔晨阳, 石教英. 三维模型检索中的特征提取技术综述. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004, 16 (7): 882-889.

[6] 谭昌柏, 周来水, 安鲁陵, 等. 逆向工程中基于 BP 网络的自动特征识别器的设计与实现. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005, 17 (10): 2 305-2 311.

[7] 刘晶, 张定华. 一种快速计算空间点到 STL 模型距离的方法. 中国机械工程, 2006, 17 (3): 271-274.

[8] 陈纯. 计算机图像处理技术与算法. 北京: 清华大学出版社, 2003.

(责编 玉龙)