

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.10.011

面向设计部门的 PDM 系统研发及应用

王永娟¹, 范丽萍², 郭安民¹

(1. 南京理工大学机械工程学院, 南京 210094; 2. 江苏省海门中等专业学校大专部, 江苏 南通 226100)

摘要: 为解决因设计部门的 CAX 技术的应用系统相互独立、缺乏有效的沟通, 同时产生的数据量大、类型多, 而出现的数据库管理难题, 采用 C# 语言开发了一套基于 Web 的面向设计部门的 PDM 系统。应用面向对象技术和 UML 建模方法, 对系统的各模块进行了分析建模, 构建了相应的用例图。软件系统分为 6 个层次, 利用 Windows 客户端插入 AutoVue 控件, 嵌入到 DocumentForm 窗体中, 直接进行各种类型的文档浏览、批注、查找、测量和对比等功能, 并在服务器端数据库建立网络适配器物理地址和计算机 IP 地址表实行安全访问, 目前, 该系统已经在某中型军工企业产品研发局域网上安装和运行, 实现了设计数据的集中管理模式, 研发效率和质量也得到较大的提高和改善。

关键词: PDM 系统; C#; 建模; 软件开发

中图分类号: TP317 **文献标志码:** A

Research Development and Implementation for PDM System of Designing Department

Wang Yongjuan¹, Fan Liping², Guo Anmin¹

(1. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China;
2. Junior College, Jiangsu Haimen Secondary Specialized School, Nantong 226100, China)

Abstract: In order to solve the difficult data-managed problem by the application of the independent CAX system, which are the lack of effective communication, and produce a large amount of data with different types, a PDM system based on Web technology is developed with C # language. Using object-oriented technology and UML modeling method, each module of the system is analyzed, and is modeled with case diagram. The software system is divided into 6 levels, various document functions, such browsing, comments, searching, measurement and comparison, are realized when AutoVue control inserted, windows client is embedded into a DocumentForm. For a security access, the tables of the physical address and IP address are established. At present, the system has been installed and operated in a medium-sized military enterprise local area network (LAN), and the design data centralized management has been achieved, the efficiency and quality of developing produce have been greatly improved.

Key words: PDM system; C#; model; software development

0 引言

随着计算机技术的发展, 计算机在企业的应用已经基本普及, CAX 技术在某军工企业技术中心和中小型机械制造企业用得如火如荼, 改变了传统产品设计方法和流程。但是, 大部分计算机辅助工具产生的数据涉及产品的不同方面, 各系统相互独立, 缺乏有效的沟通和管理, 无法进行信息共享和传递, 于是形成了所谓的“信息化孤岛”。部分企业甚至仍然通过书面文件、电话等方式进行日常的工作, 无法及时收集设计和制造过程中的反馈信息, 不能实时跟踪整个产品的开发进展情况。另外, 企业还存在着文档管理方式比较陈旧, 版本管理混乱, 安全保密无法得到保障等一系列问题。产品数据管理系

统 (produce data management, PDM) 是解决上述问题的主要手段, 国内外已有一些成熟产品, 如 PTC 的 Windchill, UG 的 Teamcenter 等, 这些产品功能强大, 操作复杂, 费用昂贵, 中小型制造企业及军工企业技术中心采用后费效比极差, 国内也开展了一些初步的研究^[1-3], 但在文档的审阅、安全等方面考虑不周, 适应性不强。笔者根据中小型制造企业设计部门的管理、开发流程、现有设备和信息化现状, 利用网络技术和 CAX 技术开发一套面向设计部门的 PDM 系统, 以解决信息共享、传递和安全等问题。

1 总体设计

传统产品设计方法和流程如图 1。

收稿日期: 2012-05-09; 修回日期: 2012-06-30

基金项目: ××××集成应用平台(D1020060362)

作者简介: 王永娟(1972—), 女, 江苏人, 博士, 副教授, 从事 CAD/CAE/PDM、系统仿真、机械设计和软件开发研究。

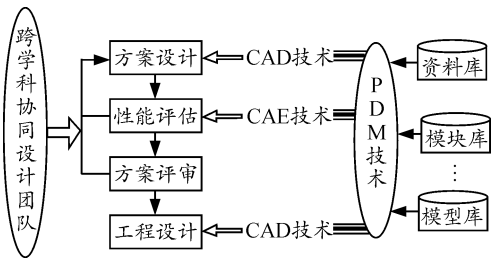


图 1 机械产品研发方式

PDM 系统作为一个服务于产品设计的信息沟通平台，主要目标是实现产品研发过程统一管理和设计信息的有效集成。首先构建产品设计数字化集成平台，该平台不仅要满足单项技术应用的需求，如设计过程等，而且要满足不同设计小组之间信息有效沟通和业务流程协同管理的需求。PDM 系统的设计紧紧围绕研究目标，遵循以下原则进行实现：

- 1) 通用性：建立通用的体系构架，使其可柔性化定制，满足用户应用需求；
- 2) 集成性：PDM 系统中各应用系统之间应进行信息和业务流程的高度集成，确保系统的整体性；
- 3) 稳定性：确保系统的稳定性、有效性和健壮性；
- 4) 松耦合性：在不影响集成度的前提下，降低各系统之间耦合度；
- 5) 可扩展性：具有充分的柔性和拓展性；
- 6) 易用性：用户的使用习惯，降低操作难度。

由于中小型机械制造企业的产品设计与管理涉及面广，各个层面的应用对象对软件系统的功能要求也相对比较独立，在系统的体系结构图 2 中，系统分为了 6 个层次，分别为客户端、Web 应用层、系统接口层、系统业务逻辑组件层、数据库访问层以及数据库层。其中系统业务逻辑组件层是核心层，也是 PDM 系统的主要功能组件。

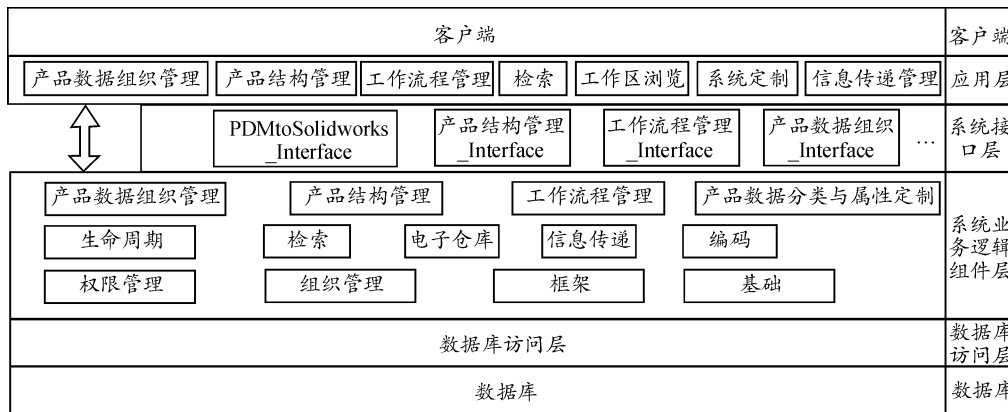


图 2 PDM 系统的体系结构

2 文档审阅、安全机制和产品数据建模

2.1 文档的浏览与批注

在产品的设计过程中，每天产生大量的各种格式的文档信息，如*.doc、*.dwg、*.bmp、*.xls 等等。其中一部分的产品信息都需要经过审批后，才能发放给使用人员。检验和发放是整个企业质量管理的重要组成部分，只有经过审批和发放许可的产品信息才能保证在使用过程中不会发生错误。在 PDM 系统中浏览图纸文档通常有 2 种方法：一是根据不同文档类型选用相应的阅读器浏览；二是用通用的浏览工具阅读文档。为了使系统在浏览的同时能进行适当的批注。系统采用 Windows 客户端插入 AutoVue 控件，嵌入到 DocumentForm 窗体中，即可保证原始文档的完整性和安全性，又可不调入外部应用环境直接进行各种类型的文档浏览、批注、查找、测量和对比等功能。

2.2 加密、解密和安全机制

1) 加密。

信息给企业带来大量好处的同时也给企业带来各种危机，如信息的一大优势是可以重复利用和共享，但是一旦信息被不该共享的人员所获得，可能直接导致企业破产。因此信息的安全性是企业生死攸关的大问题。信息在 PDM 系统中是以数据的形式表达的，而文档是数据的载体。PDM 系统在将文档提交到服务器时，服务器端的 Web 服务程序调用加密算法程序，自动进行 128 位加密操作，形成扩展名“.ex”文档后，存入电子仓库和数据库中。

2) 解密。

调用文档时，通过客户机端的浏览请求下载到本地计算机。开发图档浏览功能模块 PDM Toolkit 具有解密功能。当打开图档文件时，自动登录服务器进行身份验证、网卡物理地址验证和本地 IP 地址验证。如果通过验证，则调用服务器端提供的文件

解密 Web 服务, 将加密文件进行解密。

3) 安全机制。

在服务器端数据库建立网络适配器物理地址和计算机 IP 地址表, 进行访问控制。系统管理员给 PDM 系统设置安全模式及权限。若为高级安全模式, 则客户端浏览请求时, 服务器端程序进行身份验证和网卡物理地址验证; 若为普通安全模式, 则客户端浏览请求时, 服务器端程序进行身份验证和本地 IP 地址验证; 在低级安全模式下则只需进行身份验证。

2.3 产品结构数据模型

一组相关零件按照特定的装配关系组装起来即构成部件, 一系列的零件和部件有机地装配在一起则构成产品, 因此一般产品数据模型采用分层树状结构——产品结构(树), 这是概念层次上的模型。在实际应用中, 零部件的开发是一个反复迭代和逐步求精的过程, 会产生许多版本形式, 需要在结构树中体现, 而且版本与版本之间的关系也需要明确表达, 并以最终产品或部件的形式表示结构树, 因此, 需要进行扩展, 如图 3 所示。在趁此结构树的基础上, 形成了拓展数据模型, 该数据模型描述了: 1) 产品或部件的层次结构关系; 2) 不同版本对象之间的关联; 3) 零部件版本与文档版本间的关联性; 4) 产品的相关属性。

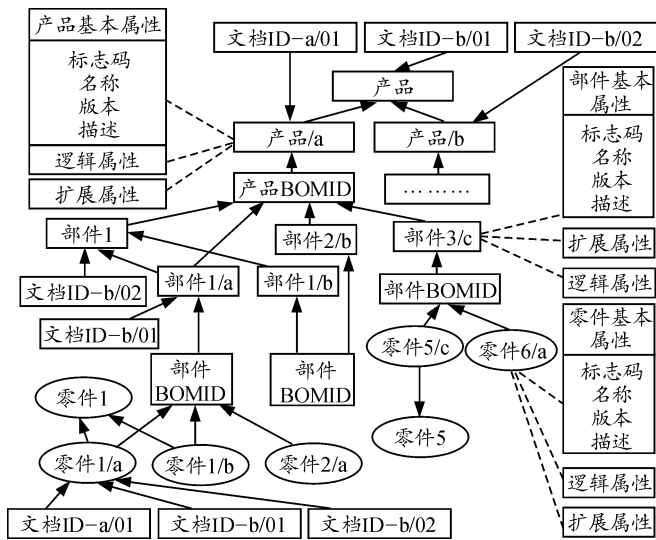


图 3 产品结构的扩展数据模型

3 功能模块的建模与设计

PDM 系统从应用角度分为组织管理、日程管理、项目管理、文档管理、邮件管理、产品结构与配置管理和系统管理等, 各个模块间交错相连, 其

依赖关系(如图 4 所示)。本系统采用面向对象方法的统一建模语言 UML 进行建模。UML 是系统开发人员之间、开发人员与用户之间交流的一种语言工具, 提供了 9 种不同的、语义丰富的、彼此关联的图, 通过这些图可以从多个视图展示系统, 从不同层次和不同角度对软件系统从系统分析到设计实现提供了有力支持, 如系统用例图如 5 所示。

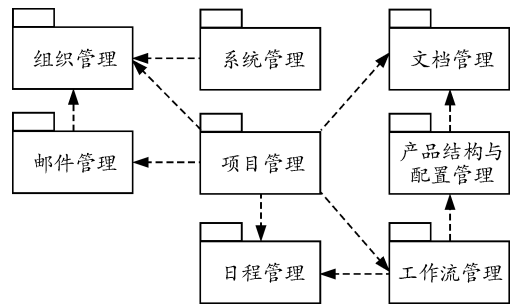


图 4 系统各功能模块间的依赖关系

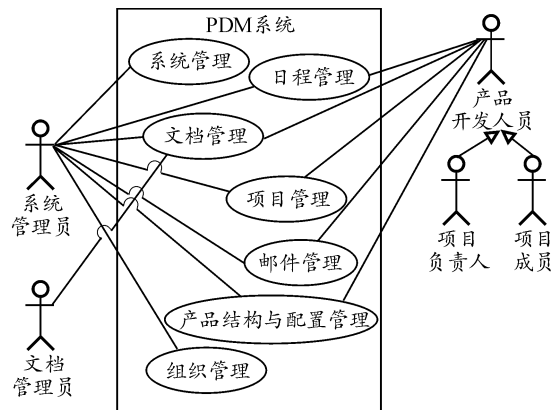


图 5 PDM 系统用例图

3.1 项目管理

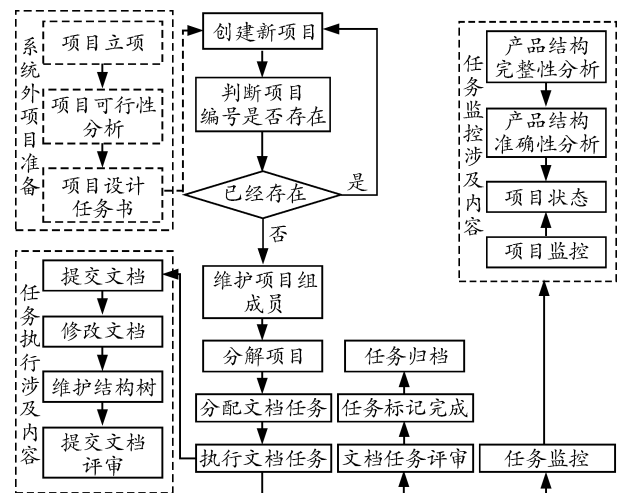


图 6 项目管理流程

项目是为了实现特定目标而设立的, 因此其有自身独特的属性: 1) 独特性; 2) 临时性; 3) 目标

的确定性; 4) 生命周期特性; 5) 相互依赖性; 6) 冲突特性。将项目管理分为 5 个阶段: 启动过程、计划过程、执行过程、控制过程和结束过程。PDM 系统是面向中小型制造企业的, 用户是在这些企业中从事设计和管理的员工。PDM 中的项目管理主要完成项目相关信息的建立和管理(项目管理流程如图 6 所示), 辅助项目负责人分配任务、配置人员、制定进度, 并对项目进行管理和监控。

3.2 工作流程管理

工作流程模块实现流程管理和任务管理 2 个功能。流程管理包括定制流程和更改流程。定制流程是输入自身相应属性, 通过流程模板进行定制, 输入必要的信息后实例化, 存入 PDM 系统。更改流程是指产品设计和开发过程中的更改, 更改必须履行批准手续。任务管理可以查看任务列表, 了解每个任务的信息如状态、执行截至日期等, 或接受任务, 并根据用户任务提交状况, 自动更改任务状态。工作流程用例图如图 7 所示。

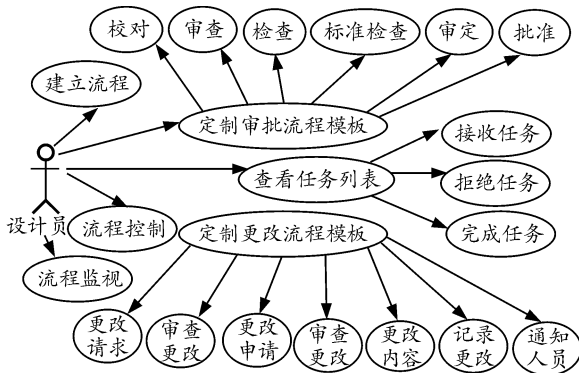


图 7 工作流程用例图

通过对设计部门流程分析和专家讨论, 制定了下列原则, 将上述 2 个流程分为若干子任务: 1) 子任务的执行规定具体时间段; 2) 子任务按顺序执行的, 前一子任务执行完, 后一子任务才能启动; 3) 子任务的分解具有代表性。重新定义和分解, 建立典型设计审批流程和更改审批流程模板。

3.3 系统集成

产品研发过程从业务范围上需要覆盖项目管理、概念设计、工程设计等环节, 其中涉及到的应用系统众多, 数据种类复杂, 软件所采用的体系架构各不相同, 存在信息交互和软件功能调用^[4]。系统采用在统一的产品结构拓展数据模型的基础上, 根据中小型企业设计部门的研发模式和信息技术应用现状, 建立信息的统一编码、技术标准规范、公

共基础资源数据库。数据交换主要存在于产品结构设计与性能仿真和 PDM 系统之间: 1) 产品结构内部的数据交换主要包括: 产品三维模型、零部件的属性的信息; 与 PDM 的数据交换主要是任务、资料、产品三维模型、产品特征参数等信息; 2) 性能分析与 PDM 系统之间的数据交换只要包括: 任务、资料、仿真模型、报告等信息。基于以上分析, PDM 系统与其它应用系统之间的集成采用: 1) 自行研发的功能模块采用紧密集成方式, 由 PDM 系统统一管理数据; 2) 成熟的商用软件采用封装集成的方式, PDM 系统统一管理文档和查询指针。

4 运行实例

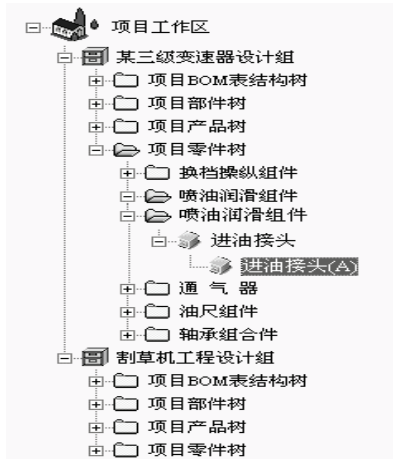


图 8 产品结构管理实例图

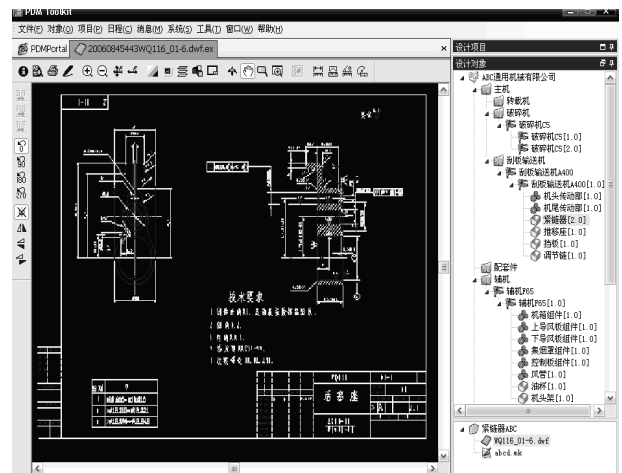


图 9 Toolkit 浏览图纸



图 10 AutoVueX 控件的工具箱

笔者采用 C#语言, 开发了一套基于 Web 的面向设计部门的 PDM 系统。由于 PDM 系统是一个多功能集成软件系统, 系统实施周期较长。系统在某中型机械制造企业进行试点运行。基于该企业的现状, 采用快速原型实施方法和里程碑控制方法, 使该企业产品研发人员尽早参加系统的实施和应用。在此基础上, 进行实施过程控制体系研究, 建立由需求控制、实施进度控制、实施质量控制、实施成本和经费控制、实施过程的文档控制 5 方面构成的过程控制体系。采用“里程碑”控制方法, 在 PDM 系统实施的每个阶段进行验收。系统实施过程中, 进行实例的运行, 部分界面如图 8~10 所示。

5 结论

笔者开发的“面向设计部门的 PDM 系统”已经在某中型军工企业产品研发局域网上安装和运

行, 4 个设计室、9 个课题组应用了该系统, 系统工作稳定, 使用方便。PDM 系统的实施, 使该企业产品设计从二维设计和二维绘图, 转变成三维数字化设计, 产品数据实现集中管理, 改变了传统的设计方法和管理模式, 使产品研发周期大大缩短, 研发效率和质量得到了较大的提高和改善。

参考文献:

[1] 郭安民. 面向设计部门的 PDM 系统开发及关键技术研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2006.
 [2] 王守国. 基于 Web 的产品数据管理系统的设计与建模[D]. 南京: 南京理工大学, 2005.
 [3] 王永娟. 面向枪械设计部门的产品数据管理系统研究[J]. 兵工学报, 2004, 25(1): 124-128.
 [4] 张文成, 王红, 宋宝华. 复杂产品设计的多学科协同决策方法[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(4): 146.

(上接第 34 页)

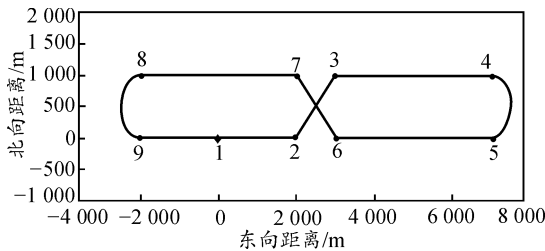


图 2 飞行轨迹

3.2 飞行仿真

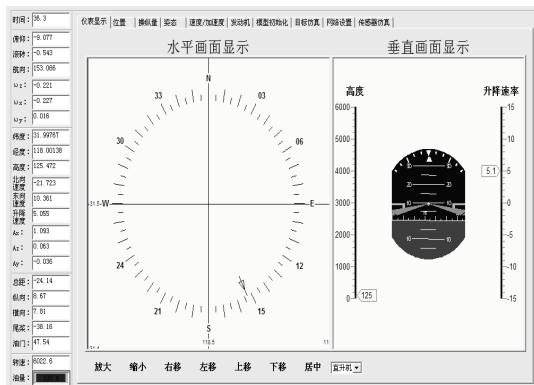


图 3 无人直升机飞行仿真界面

无人直升机飞行仿真以 VC++为开发平台, 利用 MFC 设计了友好的仿真界面, 如图 3 所示。界面左侧为飞行数据显示, 右边由 10 个选项卡组成, 主界面为仪表显示, 主要显示了飞行航向、高度、飞行姿态和升降速率等数据, 其他选项卡可以实现模型初始化、飞行位置以及加速度等其他参数的修改和观测。该图显示了飞机以 5 m/s 的速率爬升时的飞行状态。图 4 为模型机按预先装订航迹的飞行

轨迹, 纵横向坐标分别为北向和东向飞行距离, 飞机由航点 1 起飞, 在左侧圆形轨迹处由于飞行速度过大, 滚转角没有达到需要的给定角度, 可以通过降低飞行速度或者通过增大滚转角给定修正飞行航迹, 此时模型机可自行中断自主模式转换成遥控模式, 让模型机飞回预订航迹。

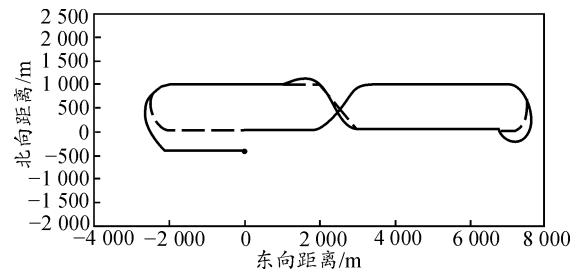


图 4 飞行仿真轨迹

4 结束语

仿真结果表明: 该自主飞行控制律对无人直升机模型具有较好的控制性能, 并具有一定的实用性。VC++的模块化设计和友好的人机交互界面, 实现简单, 操作方便。该方法为进一步研究无人直升机的自主飞行策略提供了可行性方案。

参考文献:

[1] 周建军, 陈超, 崔麦会. 无人直升机的发展及其军事应用[J]. 航空科学技术, 2003, 20(1): 38-40.
 [2] 杨一林. 直升机飞行控制[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
 [3] 张立新, 赵超, 盛守照. 基于 VC++的无人直升机仿真[J]. 兵工自动化, 2010, 29(4): 69-70.
 [4] 张明廉. 飞行控制系统[M]. 北京: 航空工业出版社, 1994.