

B/S 模式的三维 CAPP 集成系统开发

3D CAPP Integrated System Development Based on B/S

中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司 钟伟瑛
西 北 工 业 大 学 徐 光 许建新



钟伟瑛

成飞公司科技发展部科研项目主管,从事信息化科研管理工作多年,参与组织管理多项科研课题研究工作。

三维 CAPP 系统开发工作启动之初,确定了三维 CAPP 的主要目标。作为企业工艺设计的共性工具,以实现工艺数据的统一管理与集成应用为主要目标,支持三维数据量在工艺和制造过程中的应用,形成结构化工艺设计系统平台,并加入了支持三维数据量的功能元素,同时基于 B/S 模式对工艺设计功能进行了开发与应用尝试。

础的二维 CAPP 系统产品。目前,以交互式为基础、集成二维 CAD 的二维 CAPP 系统在国内已得到广泛应用,满足了企业对 CAPP 应用的基础需求,并且在应用中进行了以结构化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的研究,解决了企业面向二维的工艺编制、工艺数据管理和信息共享等基础问题,有效提高了工作效率。

但随着以三维模型为基础的数字设计制造技术的推广和应用,基于二维 CAPP 的工艺设计和管理已不能满足现在飞机制造业对工艺设计与管理的需要。国外以美国、法国为代表的西方著名飞机公司,如 Boeing、Lockhead、Airbus 等公司一方面应用 CAPP 系统实现基于二维的工艺设计与管理,建立电子工作指

令系统,实现工艺数据的共享。同时采用新的技术架构建立基于三维设计模型的三维 CAPP 集成应用系统,覆盖产品设计、工艺过程准备、生产制造的完整集成应用模式,并已成功应用于新型飞机的研制中,有效提高了工艺的规划和验证效率,缩短了生产周期。

在国内航空企业数字化制造的建设与发展进程中,工艺业务部门广泛应用了工艺信息系统进行工艺文件的编制管理工作,如 AO(Assembly Order)、FO(Fabrication Order)、工序说明书等,通过与 PDM 系统的集成开发,实现了工艺文件与 BOM 信息的关联管理、工艺数据的审签流程控制、版本有效性管理等,企业工艺业务信息化建设向前迈出了坚实的一步。

CAPP(Computer Aided Process Planning)技术自 20 世纪 80 年代以来一直是先进制造技术领域应用研究的热点,国外推出了一些以交互式设计和模型化、集成化为特点,集成二维 CAD、数据库技术应用为特点的商品化 CAPP 系统,如 HMS-CAPP、CS/CAPP 等。国内在 20 世纪 90 年代也研究开发出以交互式为基

现今,在某型飞机工程研制中,已全面使用了三维产品设计模式,实现了基于三维模型的设计数据管理和应用。型号设计部门发布到工艺制造单位的信息量是基于MBD的产品数据,产品研制模式由原来的二维工程图纸为唯一制造依据、三维数据模型为辅助的模式,转变为三维数据模型为制造依据的模式,要求三维数据模型在工艺准备过程中乃至生产制造过程中综合应用,实现了基于三维模型的产品设计-工艺设计-工装设计-制造过程-检验检测等产品研制全过程的数据量贯通。基于三维模型的工艺数据表达方式、工艺设计方式方法、工艺管理及应用模式等技术的研究突破是实现三维工艺设计在飞机制造企业中应用的关键。

飞机工艺信息化技术应用需求

在系统分析企业工艺信息化建设基础上,进一步明晰了三维工艺信息系统建设目标和需求。企业应用三维CAPP系统主要用于工艺详细设计过程中工序流程的设计和工艺指令文档的编制,覆盖传统工艺规程编制方法中包含的各项信息,并具备下列特征。

1 基于主流数据库系统平台的B/S应用系统

三维CAPP系统首先应是一套网络版的应用系统,系统运行过程中的数据和文档除缓存外应由系统控制存放于数据库服务器或文档服务器中,工艺人员通过三维CAPP系统可以对服务器中与其权限匹配的数据和文档进行相关操作。

在系统架构模式方面,根据企业二维CAPP系统的应用情况,为便于企业内的实施部署及更新维护,三维CAPP系统应主要采用B/S架构,必要时可采用与C/S相结合的模式,以便于满足复杂的应用需求。

2 采用结构化的工艺设计方式

在三维工艺系统中进行工艺设计工作时,要表达的信息量更加丰富多样,同时为适应企业在工艺信息结构和工艺信息量等方面的扩展需要,三维工艺系统需要在企业工艺规范化、标准化的前提下,建立一套合理的工艺信息模型框架,以该模型框架为基础,继承和重构一套符合企业的工艺信息模型。构建好的工艺信息模型还可以在一定程度上根据企业需要进行扩展,例如增加对象类或者属性等。

在工艺设计过程中,工艺数据基于构建好的工艺信息模型进行组织管理,对工艺对象、工序对象、标零成材对象、工装对象等各类对象,根据工艺信息模型中建立的属性进行描述,各对象之间的从属关系也根据工艺信息模型中建立的对象类之间的从属关系进行表达。形成具有一定关系的、包含属性描述的对象结构,完整地表达工艺信息。

在工艺设计界面的设计上,以树形结构等图示化的方式表达各对象之间的从属关系,用列举方式或列表方式表达各选定对象的属性描述。工艺对象、工序对象与相应的三维数字量对象、二维图形图片对象等之间的相互关联也要清晰地表达出来。

在工艺设计方式方面,除对象关系和对象属性描述外,还增加工序流程图的描述,在工序流程图中通过工序对象的图示化描述与工序顺序的图示化描述,实现工序对象图形与工序对象属性和其他子对象之间的关联关系。工序流程图的绘制或编辑方法应简洁易用。

3 工艺数据中集成应用轻量化三维数字量

工艺设计的目标对象的载体是设计部门提供的三维CAD模型。三维CAPP系统的基本原则和期望就是利用三维模型来表达工艺过程,但原始的三维模型的操作对计算机性能要求较高,不便于工程应用实施推

广。在工艺设计过程中,原始三维模型中很多信息是不必要存在的,因此三维CAPP系统应使用原始模型轻量化后的结果以使其适应在企业内一般性能的计算机客户端上的应用。

在三维CAPP系统基于轻量化三维模型的工艺数据的完整表达中,除了各种类型数据对象的分类表达及数据对象关系的表达外,数据对象与轻量化三维模型中包含的对象对象一致时也应建立相应的关联关系。

三维数字量中包含的部分文本类表达信息,包括装配树、零组件清单等,要求其既能显示到工艺设计的工作界面中,更重要的是还要求这些信息能便捷地直接应用到工艺内容的文本描述中去,包括用来填写工序参装件等。

在工艺设计过程中还要求能与三维数字量进行必要的交互操作,例如在轻量化三维模型上进行标注注释、进行三维动画的播放控制等。进行交互操作时,用户直接在工艺设计界面中启动相关三维数字量的操作进程,包括在三维数字量外部的零件配套表上关联三维数字量中零组件的缩放、旋转等显示操作。

4 与其他系统的集成应用

各企业都在规划建设符合自身实际需求的信息系统体系,即除三维CAPP系统外,通常还具备其他如PDM、MES、ERP、IQS等系统环境,其覆盖了设计、制造、质量等业务领域,包含了BOM管理、制造工程数据管理应用、业务协同、工作审批等相关功能。三维CAPP系统要得到更好的应用效果,与类似上述已有系统的集成是非常重要的。

(1)与PDM系统的集成。主要集成内容包括:CAPP应用PDM中的EBOM/PBOM数据,CAPP向PDM提供MBOM数据,CAPP向PDM提供工艺数据、PDM提供对工艺数据的工艺审批流程等。

(2)与CAD/CAM系统的集成。

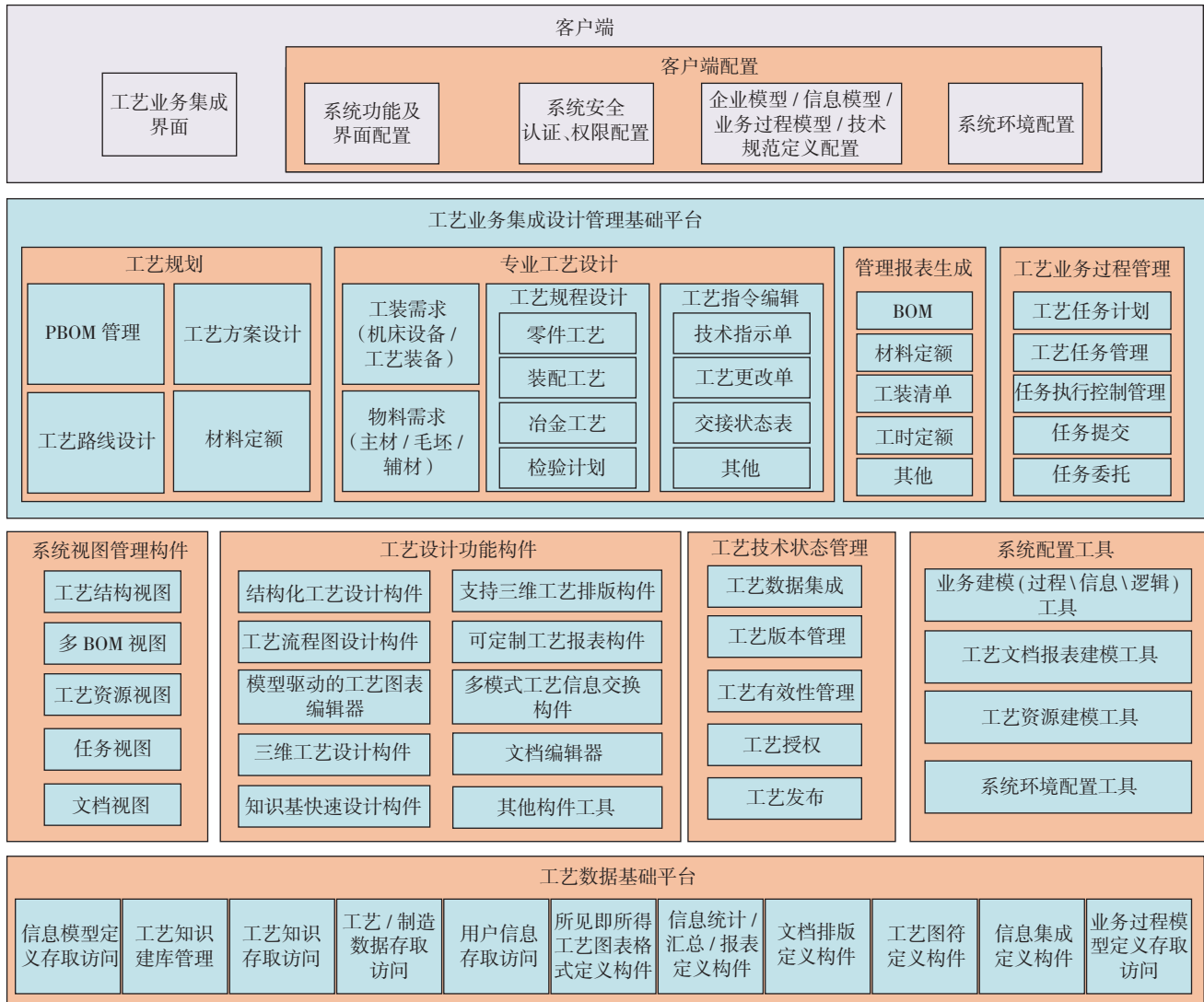


图1 三维模型系统组成

CAPP 应用 CAD/CAM 系统中的工艺决策、工艺仿真等结果信息。

(3) 与 MES/ERP/IQS 系统的集成。CAPP 向 MES/ERP/IQS 提供工艺数据。

B/S 模式的三维工艺设计

三维工艺系统主要由工艺数据基础平台、工艺设计管理功能构件、工艺业务集成管理服务、客户端等构成,如图 1 所示。

根据工程需求,为适应三维模型在工艺过程中的应用和工艺信息集成共享的要求,三维工艺设计系统采用了 B/S 模式的结构化多视图工艺设计作界面,具有以结构化工艺视图

为主、多视图数据同步应用的系统风格,如图 2 所示。三维 CAPP 系统包含的视图种类主要有:

(1) 工艺结构视图。主要以树形结构描述一份工艺规程中所包含的主要工艺对象的简要信息及其结

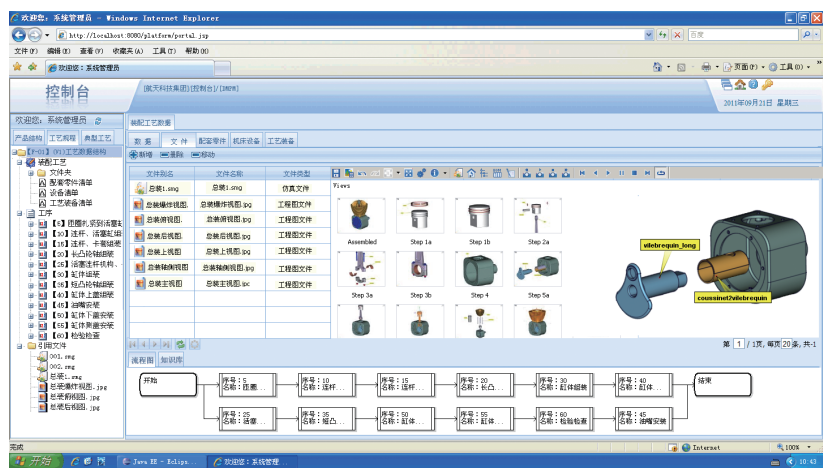


图2 基于B/S模式的多视图工艺设计界面

构关系。

(2) 工艺信息视图。主要包括属性页和对象列表两种数据展现方式。

(3) 工艺术语关联视图。对企业规范化的或用户常用的工艺数据进行分类管理后,用于在填写工艺对象的属性内容时查询选择输入。

(4) 工艺流程图视图。通过对工艺对象(如工序等)的前置工艺对象(如工序等)的设置,调整该层次所有工艺对象的串并行顺序关系。

(5) 工艺资源关联视图。在工艺设计过程中填写指定类型的资源对象(如工艺装备)时,系统自动关联列出系统内部的工艺资源数据库(如工艺装备数据库),用户可以从其中查询并选择相关对象作为工艺内容的组成对象。

(6) 工艺过程仿真视图。在工艺过程仿真视图中,用户可以定义三维工艺过程仿真(或其片段)与工艺

对象(如工序对象)的关联关系,将其作为该工艺对象的重要参考内容。

(7) 清单数据浏览视图。针对工艺规程内部的清单数据统计,可形成静态或动态的清单数据视图。

(8) 卡片式文档浏览视图。考虑到企业中工艺数据的组织方式习惯,尤其是工艺信息的应用方式限制,系统提供可定制卡片的卡片式文档动态生成功能,以将结构化工艺设计方式生成的工艺数据按照企业要求的卡片格式进行组织,并能支持打印。

基于 JSP 动态页面对工艺信息进行组织,以树形结构结合多 TAB 页的形式,以表单和列表为主的方式展示文本内容,以 ActiveX 控件的方式展示二维图形图片和(轻量化)三维数模、工程图符等其他工艺要素,大量采用通用成熟技术对具体功能进行了实现。

三维工艺系统与 PDM 系统紧密

集成,实现了工艺数据的集成管理,形成三维工艺集成应用系统,其整体的处理流程如图 3 所示。

用户登录三维工艺系统打开系统主界面后,可以通过各种功能模块进行系统支持功能业务操作或系统辅助功能业务操作,通过三维工艺设计集成环境可以进入三维工艺设计。

启动三维工艺设计集成环境后,通过与 PDM 系统的集成访问机制,使用 PDM 系统集成接口功能,可以查询并获取零部件信息后以其为对象创建三维工艺,在编辑三维工艺的过程中可以加载轻量化的三维模型文件,除可以实时查阅三维文件中包含的各种三维数据之外,还可以获取三维模型文件中包含的组成对象数据作为工艺内容的组成部分,并能根据需要进行工艺组成对象与三维模型数据之间的关联等。

在三维工艺设计完成后,可以向 PDM 系统进行检入检出操作,仅在

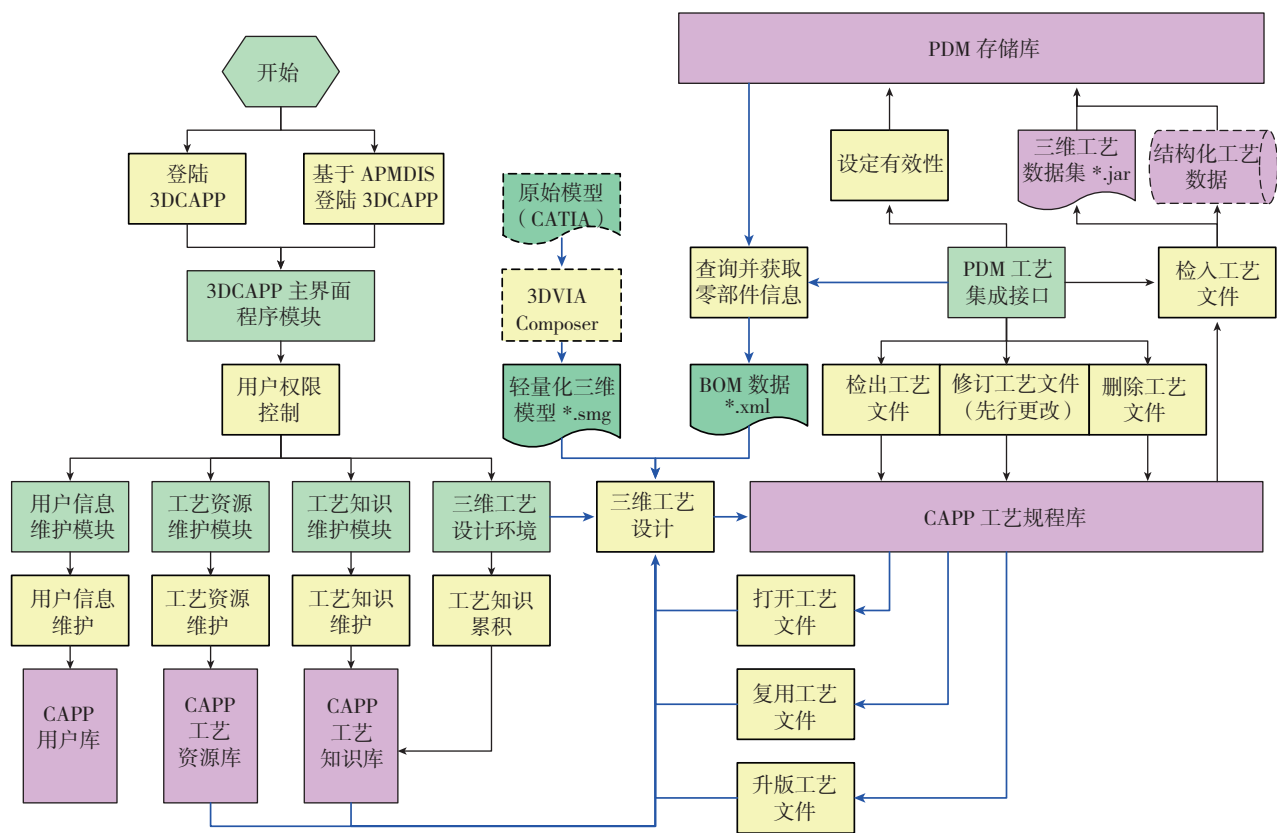


图3 三维工艺集成应用系统整体流程

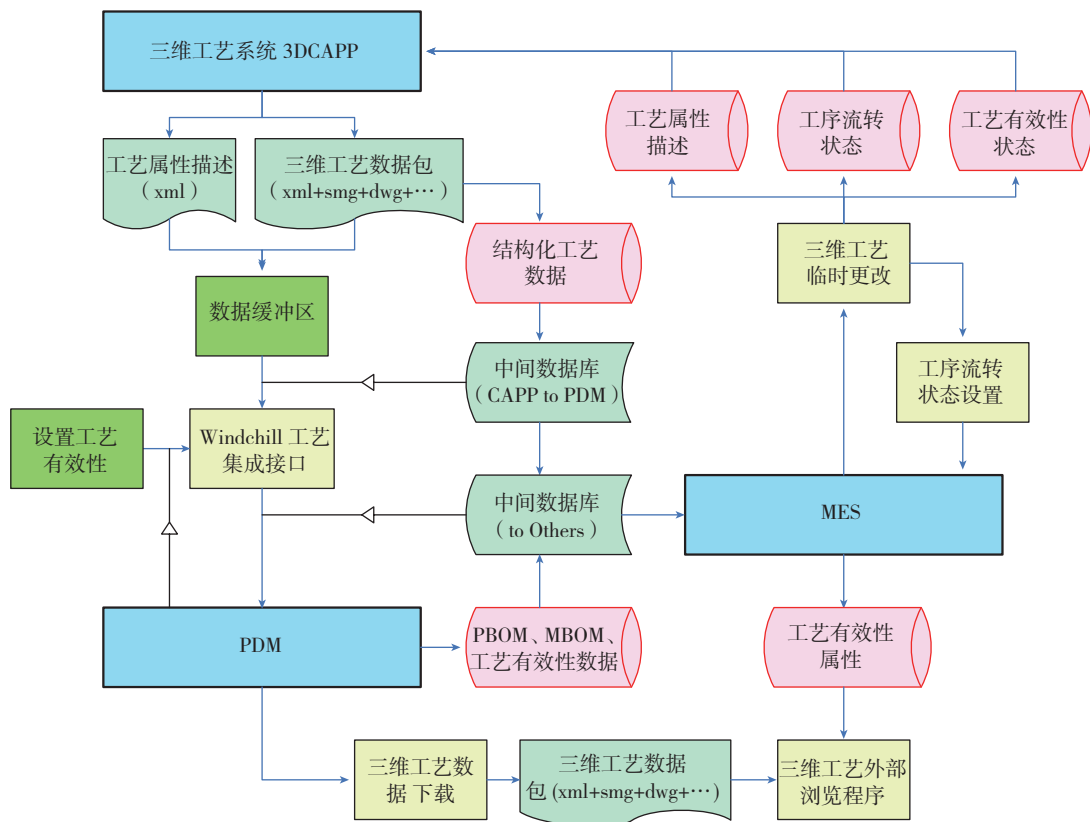


图4 MES系统执行工序流过程

检出状态时才可以对三维工艺数据进行修改,而在检入状态时可以进行删除操作。检入到PDM系统中的工艺文件(数据)可以通过PDM系统的工艺审批流程管理,在流转过程中可以调用三维工艺集成系统提供的浏览程序打开查阅,工艺审批流程全部完成后,该工艺将被设置为发布状态。

对于PDM系统中已经发布的三维工艺,通过三维工艺设计集成环境与PDM系统的集成接口程序,可以进行先行更改或修订(换版)操作。

三维工艺指令MBI(Model-Based Instruction)在制造端口应用方面,MES系统在执行工序流转时,从中间数据库中获取工序数据。三维工艺系统提供三维工艺临时更改处理模块与MES系统集成,当MES系统中进行工艺准备或工序流过程中需要对三维工艺进行临时更改时,对工序流转状态进行设置,并通过三

维工艺临时更改功能模块将当前工艺的属性及有效性状态和工序流转状态提交给三维工艺系统,三维工艺系统根据这些信息利用自身与PDM系统的双向集成功能产生一个临时更改版本(可以区别于修订和先行更改)的三维工艺,工艺人员根据要求修改其内容后将其提交审批。通过PDM系统中相应的审批流程管理,随后再将工艺数据提交到中间数据库中。最后,通过工艺人员重新设置的有效性,MES系统就可以继续取用更改后的数据,如图4所示。

开发应用经验

在三维CAPP系统开发工作启动之初,确定了三维CAPP的主要目标。作为企业工艺设计的共性工具,以实现工艺数据的统一管理与集成应用为主要目标,支持三维数据量在工艺和制造过程中的应用,形成结构化工艺设计系统平台,并加入了支持

三维数据量的功能元素,同时基于B/S模式对工艺设计功能进行了开发与应用尝试。总体上,系统达到了预期目标,但在应用过程中也反映出了一些问题。

三维模型的加载效率较低。本系统选用的达索系统公司3DVIA系列产品进行轻量化三维数模的处理,在对较大三维模型(CATIA原始模型,1G以上)进行轻量化处理时,效率较低,对硬件设备的要求也超过了预期。目前国内在三维CAD方面尤其是轻量化应用方面的支持还是相对薄弱,亟待相关更优化的解决方案。

B/S模式系统在编辑功能方面存在一定的瓶颈。主要表现在编辑页面记载速度和切换速度上,偶发的会话超时造成编辑内容丢失的问题也对应用产生了一定的影响。通过系统改造实现本地临时存储机制,优化了系统运行模式,较好地解决了相关影响。

(责编 亦非)