

基于 CATIA/ENOVIA VPM 的水电工程三维协同设计

王进丰,李南辉,王 宁

(长江勘测规划设计研究有限责任公司,湖北 武汉 430010)

摘要:目前国内水利水电行业已逐步探索应用三维协同设计技术,但相关技术标准、指导手册仍较为缺乏,不利于该技术的推广普及。阐述了 CATIA/ENOVIA VPM 三维协同技术及其在水电工程中的应用。给出了协同平台的架构及角色、权限配置方案;将上下文关联技术应用于多专业间三维协同设计,便于不同设计专业间协同配合;定义了模型数据的 4 种不同状态,开展“设校审”流程控制。同时,将三维模型和数据存储在网络数据库中统一管理,保证了在设计时所引用或参考的相关专业的模型均为最新的有效数据,有利于不同设计部门间的沟通,提高了设计质量和效率。

关键词:CATIA; ENOVIA VPM; 上下文关联; 角色; 权限; 设校审流程

中图法分类号: TP391

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.17.007

1 ENOVIA VPM C/S 架构

ENOVIA VPM 是法国达索公司的三维协同设计产品,VPM(Virtual Product Lifecycle Management)意为虚拟产品生命周期管理,是基于 CATIA 平台的一个既能满足三维协同设计又能满足虚拟产品生命周期管理的解决方案,它以设计产生的设计数据为核心,是一项实现对设计产品相关数据、设计过程进行一体化集成管理的技术。

基于 ENOVIA VPM 的三维协同设计平台是一个典型的 Client/Server 架构的软件系统。客户端系统由 CATIA/ENOVIA VPM 客户端版软件两个部分组成,其中 CATIA 通过 ENOVIA VPM 客户端插件与服务器端进行数据交换,使用 ENOVIA VPM 中的 ENOVIA Portal 负责产品生命周期管理和项目节点树管理。服务器端系统由 ENOVIA VPM 服务器端、Oracle 数据库软件构成。服务器端的数据有两类数据及存储方式,第一类是各种关系数据,如人员、组织、上下文数据、文档、模型属性数据,存放在 Oracle 数据库的关系表中;第二类是加密后三维模型文件,以文件方式存放在电

子仓服务器中。

应用 CATIA/ENOVIA VPM 技术搭建水电工程三维协同设计 C/S 架构平台,分为数据层、协同应用管理层和多专业三维协同设计层,见图 1。

数据层和协同应用管理层是应用服务器端。数据层包括三维参数化模型、知识模板库、各种关系数据如人员、组织、上下文、权限、模型属性、设计流程等。

协同应用管理层负责审核客户端请求,执行对数据层的数据读取与修改,负责三维设计流程控制,包括设计、校核、评审、发布过程和文件版本的升级等。

多专业三维协同设计层是应用客户端,包括测绘、地质、坝工、施工、机电、金结等专业基于 ENOVIA VPM 同一数据库进行本专业的三维设计与参数化建模,并进行结构分析计算校核、碰撞检测、设计会商、二维出图等工作^[1-4]。

2 数据节点与角色权限

2.1 数据节点类型和状态

三维设计需要明确三维模型及二维图纸的目录和节点,设计数据节点在三维协同设计过程中有不同的

收稿日期:2015-03-05

基金项目:水利部科技推广计划项目“水利工程虚拟仿真技术推广与应用”(TG1418)

作者简介:王进丰,男,高级工程师,研究方向为水利工程三维设计、水利工程虚拟仿真技术。E-mail:Wangjinfeng@cjwsjy.com.cn

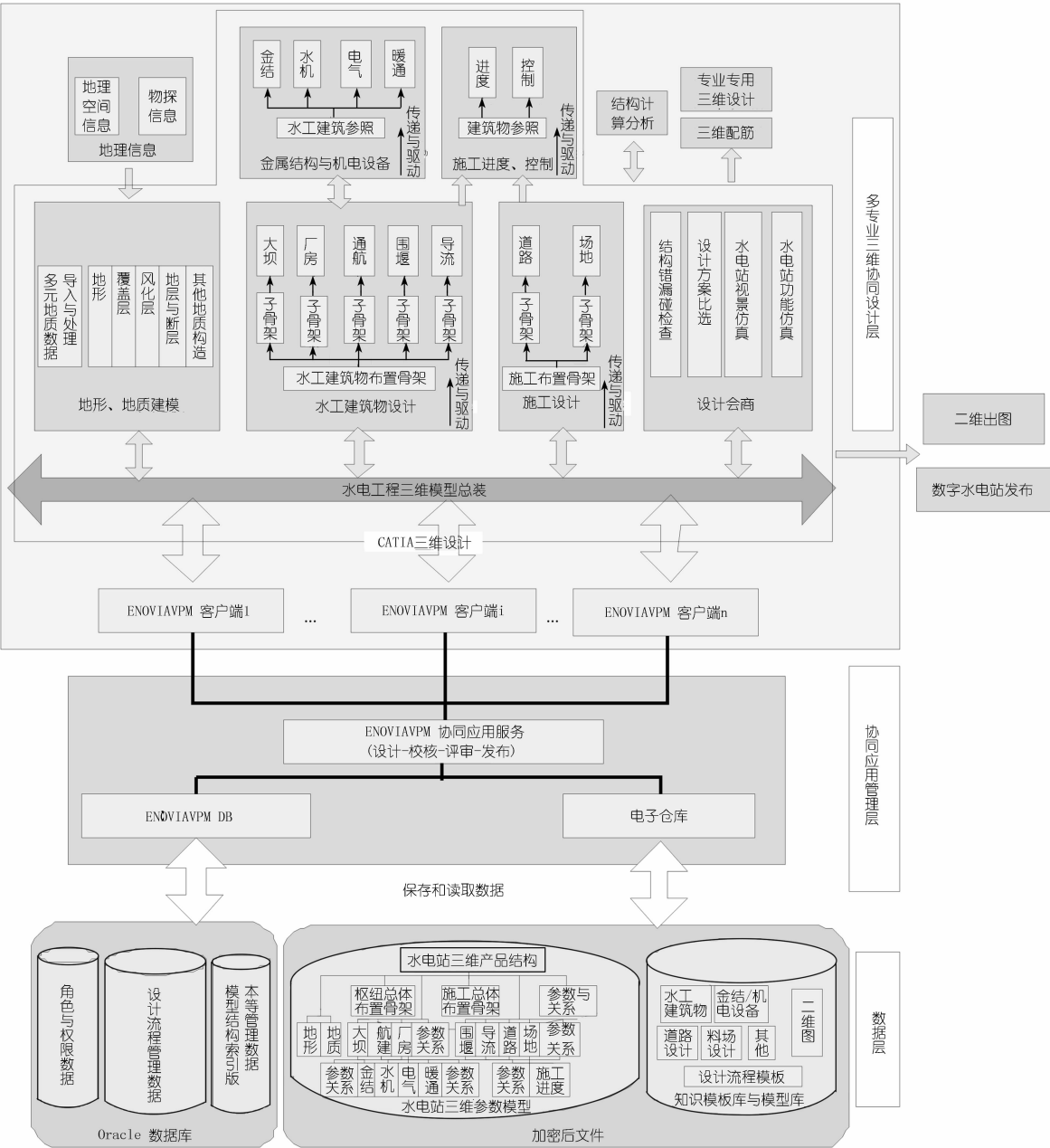


图 1 ENOVIA VPM 三维协同设计平台的 C/S 架构

数据类型和数据状态。

2.1.1 数据类型

在 VPM 三维协同设计系统中,设计节点的数据主要分为三种类型:文档(Document)、参考(Reference)、实例(Instance)。文档为实际物理对象,描述零部件的几何特征和属性。参考描述链接关系,一个参考对应于一个文档,为一对一关系。实例是显示在 CATIA 结构树上的对象,描述在同一结构树下的空间坐标位置,实例对应于参考,为多对一的关系,在同一结构树中对零部件进行拷贝只会改变实例,其他不会变化。

2.1.2 数据状态

设计、校核、审查设计流程控制过程对应于 VPM

中所处设计阶段不同的 4 种数据状态,有“设计中”、“待校核”、“待审查”和“已发布”,数据状态的升级构成了文档、参考、实例这 3 种类型数据的生命周期过程,如图 2 所示。

2.2 角色与权限配置

水电工程项目勘测设计在人员组织上主要有项目经理、项目总工、专业负责人、专业主设计人、设计人员 5 种角色,对应三维协同设计项目的角色见表 1。

在 VPM 三维协同设计系统中增加了 VPM 系统管理员角色,其主要职责是维护系统和工程模型数据,配置项目角色与权限,处理协同设计的各种技术问题。

不同的角色因承担不同的工作,应赋予不同的权

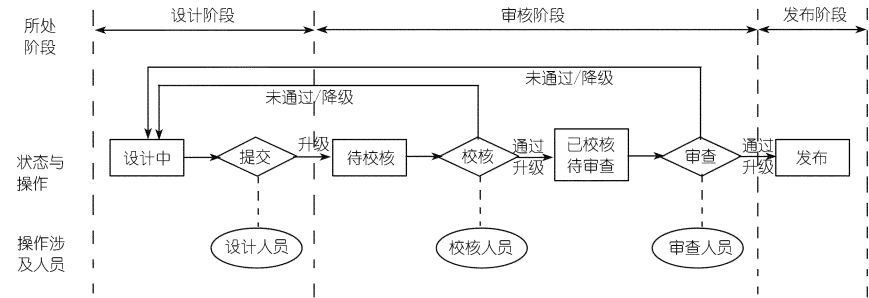


图 2 数据节点的生命周期

限,权限有查看数据的权限、创建与修改模型的权限、提升或降低数据状态的权限等,具体配置方案见表 2。

表 1 VPM 服务器端配置的角色与项目角色对应

VPM 角色	对应的项目人员
DESIGNER(设计员)	设计人员
CHECKER(校核员)	专业主设人
DESIGN_MANAGER(审查者)	专业负责人
PROJECT_MANAGER(项目管理者)	项目总工
PROJECT_LEADER(项目领导)	项目经理
VPMADMIN(系统管理员)	VPM 系统管理员

表 2 三维协同设计人员角色与权限

角色	创建与修改拥有的数据,数据状态为“设计中”				提升或降低拥有数据的状态		查看各种类型的文档
	Product	Part	PVR	挂接文档	提升	降低	
Project_Manager				√			√
Design_Manager				√	√(待审查)	√(待审查)	√
Checker				√	√(待校核)	√(待校核)	√
Designer	√	√	√	√	√(设计中)		√

注:Product、Part、PVR、挂接文档为 CATIA/VPM 文件类型,√表示赋予角色对指定状态数据的操作权限。

表 2 中创建数据权限和修改模型数据权限只赋予给设计角色;项目总工、专业负责人、专业主设人分别赋予 Project_Manager、Design_manager、Checker 角色,对拥有的数据具有提升或降低对应设计数据状态的权限,分别进行设计、校核、审查,他们还应该有分配工作及创建项目设计节点的权限,所以还应赋予 Designer 角色。项目经理由于不参与具体的三维协同设计工作,所以对本项目的数据只具有查看的权限。

2.3 任务分配与项目节点创建

VPM 系统管理员配置完人员角色权限并创建好项目总节点之后,项目总工锁定拥有的总节点,创建专业子节点,将专业子节点授权给各个专业负责人。专业负责人创建本专业工程部位子节点,将工程部位子节点授权给专业主设计人员。专业主设人员组织具体建筑物的三维设计与建模,创建结构子节点,提出设计参数和建模要求,并将子节点授权给设计人员。设计人员根据设计要求,开展设计并建立三维参数化模型。

3 上下文关联技术

基于 ENOVIA VPM 平台的三维协同设计通过网络数据库技术可使各专业三维设计共享同一模型,并实时查看相关专业的设计情况,设计人员可以方便地引用或参考相关设计数据。采用 CATIA 软件开展三维协同设计,协同技术上有“发布 - 引用”、“发布 - 约束”和“参考”3 种关联模式,对于专业间形状紧密联系、相互影响的设计模型采用第一种模式。例如,骨架采用了“发布 - 引用”关联技术,定义了工程总体与专业或工程部位的自顶向下的纵向关联设计模式,见图 3。

在 VPM 项目总节点下,建立工程三维设计总体控制骨架,总骨架由水工专业设计,由项目总工负责组织会商、评审,并创建和发布。总骨架创建完成并发布之后,各主设计人引用总骨架的信息,创建各个专业的子骨架,继续向下派生,直至关联到具体的零件实体。

又例如,形状联系紧密的专业间,通过“发布 - 引用”技术保证设计间的相互联系,见图 4。

厂房机墩坑的设计模型是参考水机专业提供的机组外形曲面剪切得到的,在水轮机选型未确定情况下仍然可以进行厂房机墩坑设计。水轮机选型确定后,经与厂房专业会商确定其外形并发布。厂房专业人员通过更新引用机组外形曲面后,即可以得到新的厂房机墩坑模型。

对于位置相互紧密接触的模型,采用“发布 - 约束”模式进行位置关联,主要应用于自底向上零件装配,例如金属结构专业。

对于大数据模型或难实现关联的模型,采用“参考”模式,通常是下游专业参考上游专业提交的成果进行设计。例如,对于机电设备布置,通过“参考”与建筑结构关联的参考平面来定位。

机电设备及管线布置设计时,因模型数据量很大,一般采用关联性较“引用”或“约束”模式弱的“参考”模式,零件结构亦采用呈示发布,因看不到零件内部结构树,其整个模型数据量较小,能顺利地进行设计和修改。但因关联性较弱,其设计结果必须进行实时干涉碰撞检查,排除设计的碰、错等问题。

4 三维设计、校核及审查流程控制技术

三维协同设计平台上,三维模型、技术文档以文档、实例、参考 3 种类型的数据存储在 VPM 数据库中,

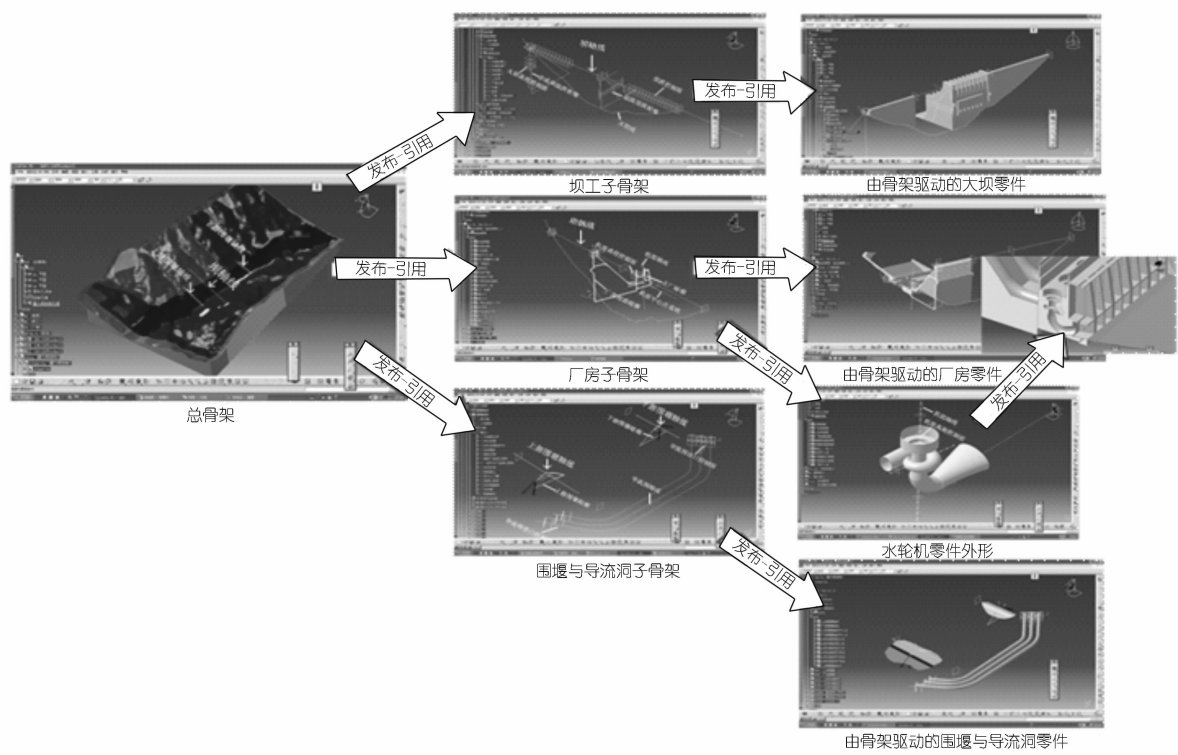


图 3 总骨架与专业子骨架“发布 - 引用”关联关系

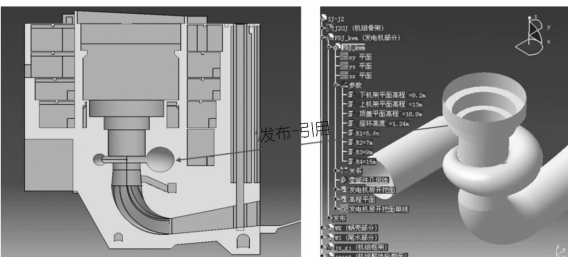


图 4 机墩坑与机组外形“发布 - 引用”关系

其设计流程定义与传统设计管理环节中的设计、校核、审查等流程相对应,每个数据节点三维模型都要经过三维设计 - 三维校核 - 审查 - 发布的过程,模型数据有“设计中”、“待校核”、“待审查”、“已发布”4 种不同的状态,每种状态反映了每个水工建筑物设计所处的不同阶段。设计人员完成设计和模型后提交校核。主设人校核设计和三维模型,若同意,则提交至审查人员;若不同意,则将意见返回至设计人员,设计人员按要求进行修正。审查人员进行设计审查,若同意,提交设计和模型至批准发布状态,流程结束;若不同意,则返回至设计人员,设计人员重新开始设计流程。下面以某水电工程机电专业三维协同设计为例来说明。

(1) 机电专业主设人建立任务子节点。机电专业主设人在 CATIA\ENOVIA VPM 客户端环境下打开机电专业总节点,分别为机电专业内部的水机/电气一次/电气二次/暖通专业建立任务子节点,将各子节点

的权限转移给相应的设计人员。

(2) 设计人员开展详细设计。机电设计人员在 VPM 协同设计系统中锁定自己的工作节点,将设计需要参考的厂房三维数据和自己的任务节点同时在 CATIA 中打开,“参考”厂房进行设备布置,通过“RUN”完成管路三维几何空间的走向布置。管路、桥架、通风路径走向布置完成之后,根据预定义的设计规则、设计标准,在“路径”上直接定位放置或调整各管路上的部件。

设计人员在完成设计后,将设计成果及设计说明视图 PVR 节点的状态提升为“待校核”,并将权限转移给该专业的主设人。

(3) 设计校审。专业主设人锁定相应的节点,选择 PVR 节点应用 CATIA DMU 审查工具创建校核视图,并应用 2D 标注工具对设计中的问题进行相关信息批注。对有问题的设计批注完成之后,主设人将该节点的数据状态降级到“设计中”,并通知相关设计人员进行修改。设计人员锁定相关任务节点,打开 PVR 数据,查看批注信息,然后根据要求进行设计及模型的修改。

(4) 机电专业内部碰撞检查。由于机电布置的管路错综复杂,在设计过程中会出现不同专业管路之间的碰撞,利用 CATIA DMU 干涉检查功能,进行机电专业内部及专业之间的碰撞检查。专业主设人打开由设

计人员创建的说明视图文件 PVR 节点,进行专业内部干涉检查,从碰撞信息列表查看到碰撞位置和涉及到的模型。

专业主设人将发生碰撞的模型进行批注并给出修改意见。设计人员修改完成后,重新提升设计节点状态为“待校核”,再次进行设计校核。

若校核检查无误,将所有节点的状态提升到“待审查”进行审查;若审查通过,则将所有节点状态提升为“已发布”,设计流程结束。

(5) 机电专业与厂房专业之间的碰撞检查。主设人员创建包括机电和厂房数据的 PVR 节点,运用 CATIA DMU 干涉检查功能检查两个专业之间的碰撞关系。若有碰撞,由机电专业发起,项目总工组织会商,商讨碰撞解决方案,机电专业主设人将修改方案记录在 PVR 中。例如,桥架与厂房梁发生了碰撞,会商的结果是修改桥架的布置,避开厂房梁结构。设计人员将设计修改完成后,重新进行校审流程。

5 结 语

目前国内水利水电行业已逐步探索和使用三维协同设计技术,但是由于水电工程固有的复杂性,建设周

期较长,涉及专业众多,在三维协同设计方面仍没有定式,同时缺乏相关的标准、质量体系文件和技术指导手册,给该项技术的推广普及带来巨大障碍,亟需给出有参考价值的范例。

为此,本文将 CATIA“发布-引用”上下文关联技术应用于模型几何形状紧密关联的水工结构三维协同设计,将“参考”模式应用于模型数据量很大的机电设备及管线布置三维协同设计中,通过定义设计模型 4 种不同的状态进行“设校审”流程控制,以保证三维设计成果的质量。本文对 CATIA/ENOVIA VPM 三维协同技术在水电工程中的应用进行了初步研究,旨在推动水电工程三维协同设计的普及。

参考文献:

- [1] 王大涛,齐长贵.基于 ENOVIA VPM 的产品数据访问权限控制技术[J].科技创新导报,2013,(19).
- [2] 周杰. ENOVIA V5 VPM 在吉林院的应用[J]. 城市建筑,2013,(24).
- [3] 王进丰,李小帅,傅尤杰. CATIA 软件在水电工程三维协同设计中的应用[J]. 人民长江,2009,40(4).
- [4] 黄志澎,杨敬,赵永刚,等. 基于 CATIA 的拱坝三维协同设计[J]. 水电站设计,2011,27(4).

(编辑:郑 毅)

Hydropower engineering 3D collaborative design based on CATIA/ENOVIA VPM

WANG Jinfeng, LI Nanhui, WANG Ning

(Changjiang Institute of Survey, Planning, Designing and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: At present, the domestic hydropower design companies are exploring the application of 3D collaborative design, but the lack of relative standards and manuals has restricted the promotion and application of this new technology. We describe the CATIA/ENOVIA VPM 3D collaborative technology and its application in hydropower engineering, and provide the architecture of the collaborative platform and the allocation scheme of the roles and the permissions. We apply context relation technology of trans-professional 3D collaborative design to promote the collaboration between different departments, also determine the control process of design, proofreading and audit by defining the four different status of model data. The 3D models and relative data are stored in network database for integrated management to ensure that the newest and valid models could be cited in the design process. It is conducive to the communication among designers and improvement of the design quality and efficiency.

Key words: CATIA; ENOVIA VPM; context related technology; role; permission; design, proofreading and audit process