

基于 Open Cascade 和数据实体技术的数字化桥梁设计软件

林述涛 王志艳 殷玲 吕建鸣 任胜健

(交通运输部公路科学研究院, 北京 100191)

【摘要】针对桥梁设计的特点以及行业存在的问题与需求,基于 Open Cascade 这一平台,采用目前工程 CAD 中较为前沿的技术——“数据变量驱动图形设计技术”构建桥梁的三维信息模型,北京交科公路勘察设计研究院有限公司自主研发了“基于 Open Cascade 图形技术和数据实体技术的数字化桥梁设计软件”。本文重点介绍了该软件的创新点及主要功能。

【关键词】 Open Cascade 图形技术;数据实体技术;数字化桥梁设计

【中图分类号】 U442;U495 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1674-7461(2011)04-0101-06

1 概述

随着我国铁路、公路等基础设施建设的不断加快,桥梁设计和建造的数量也在大幅提升,但现有的桥梁设计软件系统计算与绘图分离导致传统的设计绘图工作效率低下。因此,迫切需要设计绘图一体化的软件,提高效率,将更多的注意力集中在结构的优化设计上。

针对桥梁设计的特点以及行业存在的问题与需求,北京交科公路勘察设计研究院有限公司自主研发了“基于 Open Cascade 图形技术和数据实体技术实现数字化桥梁设计软件”。

Open CASCADE(简称 OCC)平台是由法国 Matra Datavision 公司开发的 CAD/CAE/CAM 软件平台,开源 OCC 对象库是一个面向对象 C++ 类库,提供二维和三维几何体的生成、显示和分析,用于快速开发设计领域的专业应用程序。

本软件正是基于 Open Cascade 这一平台,采用目前工程 CAD 中较为前沿的技术——“数据变量驱动图形设计技术”构建桥梁的三维信息模型,此模型不仅包含桥梁的三维几何信息,而且融入了对设计对象的实际工程意义、装配关系、功能、材料等的描述,实现了设计绘图软件真正意义上的数字一体化。

2 图形平台简介

目前国内交通行业绘图软件多数都没有独立的图形平台,大多是基于已有的 CAD 软件进行二次开发,本项目采用具有自主知识产权的图形平台,并且保持与目前主流图形平台的兼容性。

本图形平台独立于任何 CAD 平台,不依赖于任何第三方软件运行,如图 1 所示。二维图纸的生成成为动态过程,用户可以指定不同类的图元在不同的层中,可以指定标注、文字等图元的样式,最大限度地降低图纸的二次编辑工作量。生成的二维图纸可以直接导出为 DXF 格式和 DWG 格式,图纸中的文字样式、标注样式可以直接被 AutoCAD 识别,方便用户进行二次编辑。

3 数据实体技术

在编写数据库类应用程序时,处理对象关系映射(O/R mapping)是一件很复杂的事情,就笔者的理解,数据实体(Data Entity)主要是数据库数据(底层数据)向逻辑数据(用户应用层数据)转换的中间层,主要面向解决对象关系映射问题。在微软的 Visual Studio 开发环境中,基于 ADO.net 可以自动形成数据实体,但是自动化的过程不能很好地满足



图1 图形平台

用户自身需求。本文基于桥梁自身的特点,不断摸索构建了自己的数据实体,并基于此数据实体构建了完善的桥梁数字模型。数据实体的位置及作用如图2所示。

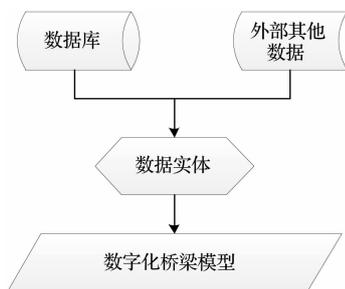


图2 数据实体示意

4 数字化桥梁设计系统的主要功能及创新点

4.1 技术层次划分

软件的技术层次共分四层,分别为:表现层、交互层、数据层和基础层,如图3所示。表现层即为程序界面,并不仅仅就指模板,所有和表现相关的逻辑都应该被纳入表现层的范畴。交互层包括数据库交互和图形平台交互两部分,向用户提供对应用程序的交互性访问。数据层包括OLE DB和图形平台,将具有相同特征的数据存储在一起。基础层包括.Net FrameWork 3.5和C++运行库,是提供和执行客户端应用程序逻辑的工具。

4.2 主要功能

本软件的基本功能包括四个模块:建模助手模

块、前处理模块、计算模块和绘图模块。如图4所示。



图3 总体设计图

4.2.1 建模助手模块

建模助手模块只需用户输入最必要的参数就可以自动生成模型,简化建模过程,提高了建模效率。简单三步完成建模:定义桥梁轴线线形;定义桥梁主梁截面;建立桥对象并设置参数变化。如图5所示。

用建模助手建立的桥梁模型不仅仅是几何模型,还支持图形拾取,当选择构件时,右侧构件属性窗口会列出构件属性的通用数据、截面及材料信息,方便进一步校核和确认。

4.2.2 前处理模块

前处理模块,可通过DXF导入、GUI输入和图形交互三种方式输入数据。通过DXF可以导入主梁、桥墩和预应力数据信息;GUI输入同建模助手模块中输入的信息相似,包括主梁、桥墩、预应力、施工阶段和使用阶段信息,斜拉桥还包括拉索信息;图形交互可输入截面、模型和施工阶段信息。整个建模过程力求简洁、快速又不失细节。如图6~图8所示。

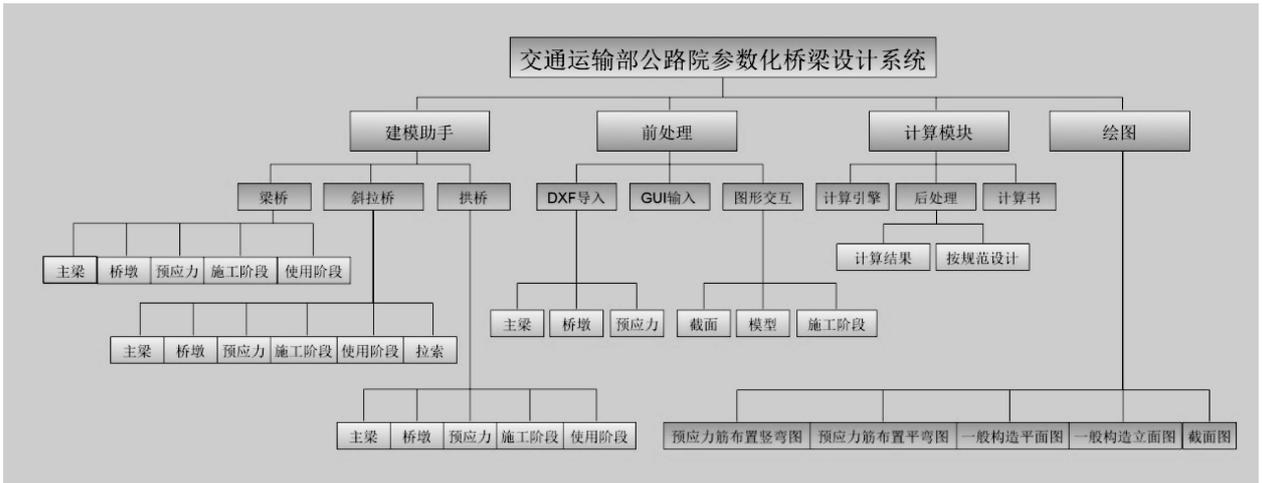


图 4 总体设计图

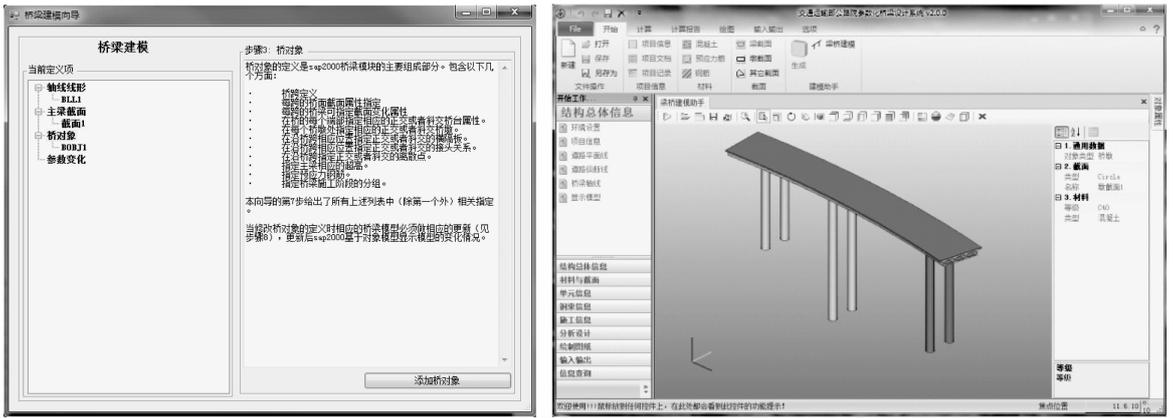


图 5 建模助手建模

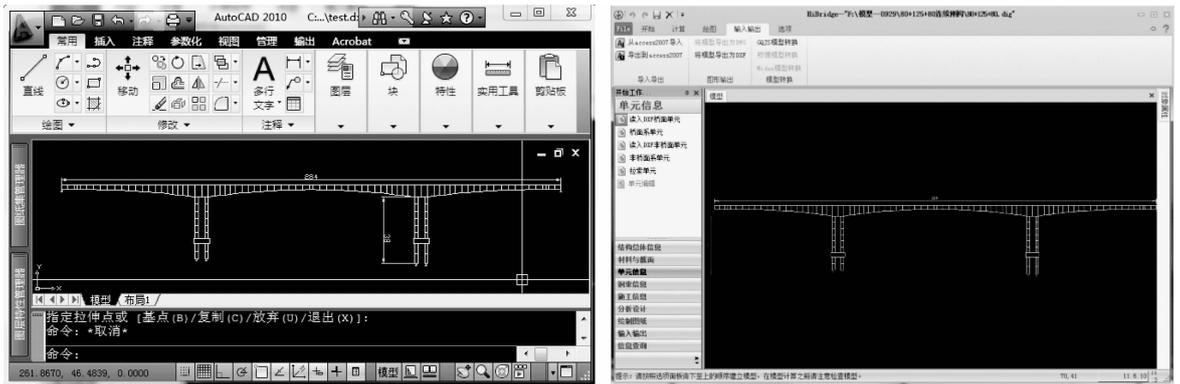


图 6 DXF 导入模型

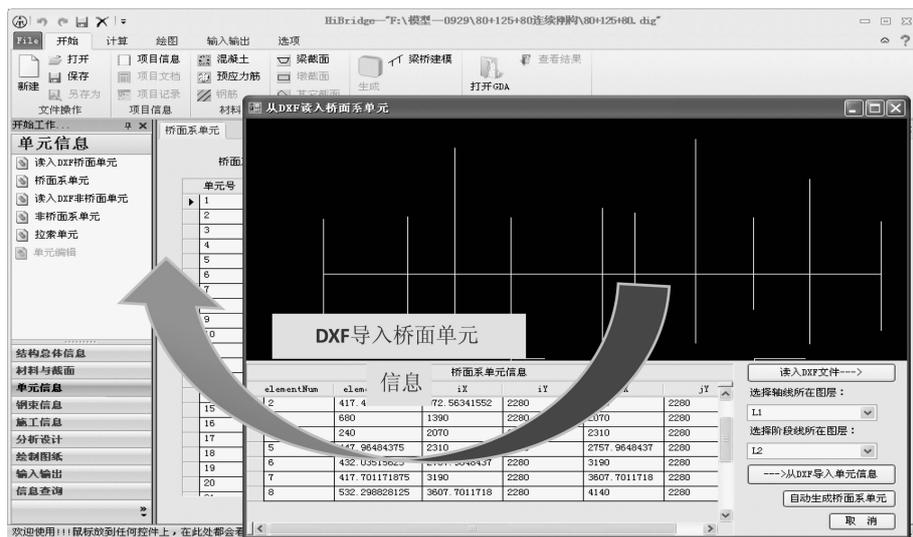


图7 DXF导入单元信息



图8 与 EXCEL 交互建模

如果是基于以前的工程或者是 AutoCAD 图纸进行建模,主模型的截面、桥面系单元、非桥面系单元和预应力筋均可以直接通过 DXF 文件导入,因此能够快速生成计算模型。

如果是新建模型,建议利用 Excel 编辑数据,然后直接复制到本程序中,实现高效建模。本程序中的所有表格都可以与 Excel 进行交互。

程序使用非常简单,直接按照“主界面-工作向导”提供的顺序,建模、设计计算、绘图即可。

4.2.3 计算模块

计算模块,由计算引擎、后处理和计算书三部分组成,其中后处理阶段包括计算结果和按规范设计。计算引擎能够分析设计目前规范中规定的常见桥型,计算效率高、计算结果准确。所有计算结果查看方便,显示清晰形象。自动生成计算书并支持 Word 全功能编辑,能够输出目前常见的计算书格式,并方便用户后期编辑,在保证计算结果与模型对应的基础上,简化了计算书的编写工作,提高了设计效率。计算书如图 9 所示。

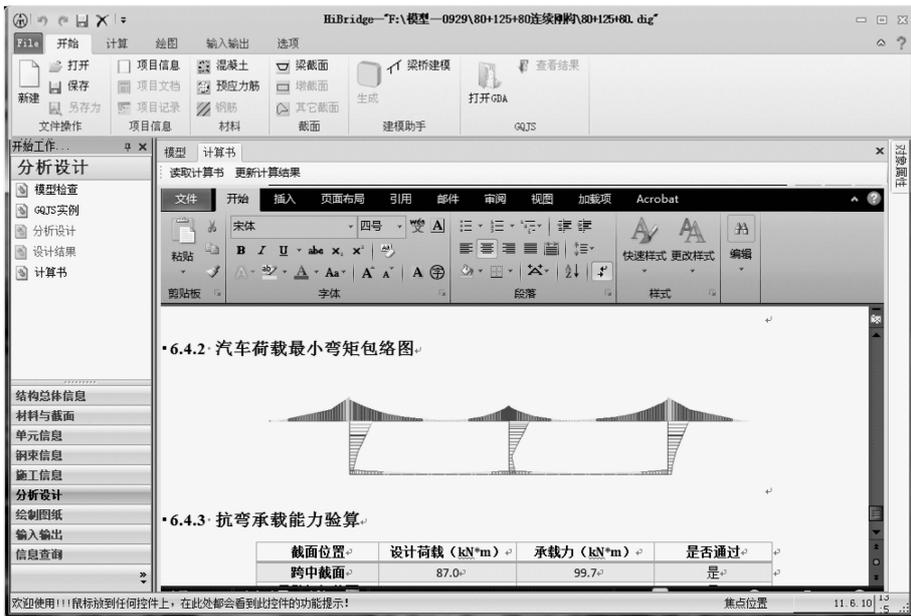


图9 生成计算书

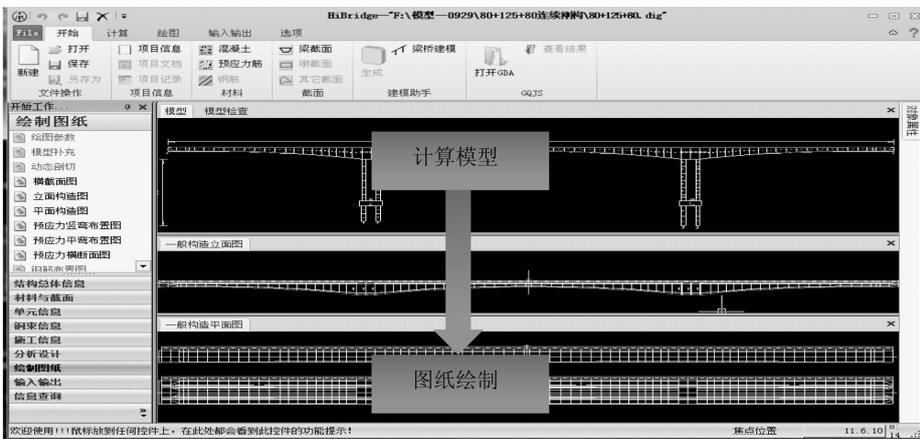


图10 绘制图纸

4.2.4 绘图模块

绘图模块,软件可以由计算模型自动绘制图纸,包括预应力筋竖弯布置图、预应力筋平弯布置图、一般构造平面图、一般构造立面图和单元截面图。如图10所示。

自动根据计算模型绘制图纸,将设计绘图集成为一体,避免重复劳动,确保计算模型与图纸的匹配,大幅提高设计效率。用户只需输入绘制图纸的补充信息,本软件可以根据计算模型自动生成图纸,并支持自动更新。避免因绘图重复建模,提高出图的效率和准确率。绘图模块绘制的图纸附带完善的尺寸标注、材料数量表、附注等,输出图形的

格式保持与目前主流图形平台兼容。

4.3 创新性

本软件的创新性如下所示:

(1) 具有独立自主知识产权、功能丰富、开发高效的图形平台。目前国内交通行业绘图软件多数都没有独立的图形平台,大多是基于已有的CAD软件进行二次开发,本项目采用具有自主知识产权的图形平台,并且保持与目前主流图形平台的兼容性。

(2) 实现桥梁设计绘图一体化,提供一站式设计全新体验。自动根据计算模型绘制图纸,将设计绘图集成为一体,避免重复劳动,确保计算模型与图纸的匹配,大幅提高设计效率。本软件采用信息

模型的概念,用户首先建立的是包含所有工程信息的真三维模型,基于动态剖切技术二维图纸的绘制过程是三维模型直接生成二维图纸的自动化过程。

(3) 智能化建模助手。利用建模助手用户只需输入设计概念中约束模型的必要参数就可以快速建立模型。与传统的建模助手相比,用户输入的参数少,不借助任何第三方软件,输入模型的自由度较大。例如,一跨变截面连续箱梁,传统软件需要输入起始截面以及中间的许多插值截面,而本软件只需输入起始截面,建模助手自动根据变化规律拉伸出模型,当然对于简单变截面有的软件也可通过起始截面自动拉伸生成模型,但对于复杂的变截面如截面的顶板、底板、腹板、总高、总宽等同时变化就不好实现自动拉伸了。

5 结束语

本软件通过独立的图形平台和先进的界面编程技术,使用户的建模过程充满了超乎想象的形象性、便捷性和高效性;数据库存储技术为用户带来了高效的数据存储过程和稳定的数据存储状态;十几年不断完善的计算引擎为用户带来了准确可靠的计算结果;设计绘图一体化为用户带来了桥梁设计的整体解决方案。在实际应用中,本软件通过设

计绘图一体化的流程能够显著缩短单位桥梁的设计周期,在提高设计效率的同时也提高了设计质量。

本软件于2010年10月份推出正式版,先后在单位内部、北京路桥通国际咨询有限公司、北京公路固桥技术有限公司、北京新桥技术发展有限公司、中交公路规划设计院有限公司、云南省交通规划设计研究院等进行实际工程设计应用,得到桥梁设计者的普遍支持和认可,同时也获得了许多改进建议,目前软件已经升级到了2.0版本,更加贴合国内桥梁设计师的设计习惯,且软件已获得了“2011年北京市优秀工程勘察设计一等奖”和“二〇一一年度全国优秀工程勘察设计行业奖工程勘察设计计算机软件一等奖”。

参考文献

- [1] 高佐人,彭卫兵,吕建鸣. 可设计重构的桥梁信息模型研究[J]. 公路交通科技(应用技术版),2009,04.
- [2] 吴杰,高佐人,曾慧明. 树状建筑工程设计重用模型[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2008,20.
- [3] 赵红红,李建成,王朔等. 信息化建筑设计. 中国建筑工业出版社,2005,10.
- [4] 吕建鸣,陈可. 斜拉桥空间有限元精细化建模技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2009,1(2):1-6.

The Digital Bridge Design Software based on Open Cascade Graphics Technology and Data Entity Technology

Lin Shutao, Wang Zhiyan, Yin Ling, Lv Jianming, Ren Shengjian

(Research Institute of Highway Ministry of Transport, Beijing 100191, China)

Abstract: According to the characteristics of bridge design and the existing problems of Highway traffic industry, based on Open Cascade graphics technology, using data variables driving graphic design technology which is the advanced technology in current engineering CAD to construct the 3D bridge information model, RIOH Transport Consultants Ltd. independently develops “the digital bridge design software based on Open Cascade graphics technology and data entity technology”. This paper emphatically introduces the characteristics, functions and innovations of the software.

Key Words: Open Cascade; Data Entity; Digital Bridge Design