



HIDAS二三维系统集成技术

谢正坚, 陈继丹, 何文钦

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 介绍了港口工程数字化、智能化勘察设计集成系统与常规二维计算软件的集成技术, 以及一套基于XML的数据访问接口, 集成了来自不同数据源的数据。该方案在实际应用中取得了良好的效果, 系统集成不仅张芳芳 13814000803增强现有软件系统的整体功能, 而且能有效提高集成软件的使用效率。

关键词: 勘察设计集成系统; 二维计算软件; XML; 数据访问接口

中图分类号: TP 319

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)02-0216-04

HIDAS two-dimensional and three-dimensional systems integration technology

XIE Zheng-jian, CHEN Ji-dan, HE Wen-qin

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: This paper analyzes the integration process of HIDAS and conventional two-dimensional calculation software and a set of data access interface based on XML. The system integrates data from different sources. The result shows that it is effective in practice. The interface integration not only enhances the function of the existing software systems, but also effectively improves the efficiency of the use of the integrated software.

Key words: HIDAS; two-dimensional calculation software; XML; data access interface

港口工程数字化、智能化勘察设计集成系统(简称HIDAS系统)拟应用先进的三维CAD技术、组件设计技术、计算机网络、数据库和人工智能等技术, 研发一套突破传统生产作业模式的数字化、智能化港口工程勘察设计集成系统。目前HIDAS系统主要包括: 工程地质三维建模子系统(简称HGI系统)、水工三维设计分析子系统(简称HSM系统)、水工结构三维配筋子系统(简称HSR系统)、地基计算子系统(简称地基系统)、高桩码头纵梁计算软件(简称纵梁软件)、高桩码头横向排架计算软件(简称横梁软件)、高桩码头面板配筋计算软件(简称面板软件)。其中前3个子系统(统称3D系统)以三维建模、空间分析和空间有限元计算等为主, 同时可出二维图和成果表; 后4个子系统(统称2D软件)

属于常规平面计算软件, 可进行内力和边坡稳定等计算。

由于三维模型包含2D软件前处理所需要的完备数据, 同时2D软件的计算结果又可以返回给3D系统所利用。所以本文主要目标是在三维CAD环境下集成3D系统和2D软件, 整合多年工程设计实践中积累的大量的设计知识和经验, 实现勘测设计一体化, 数据采集→设计→绘图一气呵成。其中HIDAS二三维系统集成模块就是它们进行数据交换的主要通道。

1 集成方案总体描述

在数据集成问题中, 保证数据一致性和数据访问的透明性是两个关键问题。所以集成的首要任务是解决对来自不同数据源的各种数据进行

收稿日期: 2013-11-12

作者简介: 谢正坚(1982—), 男, 硕士, 工程师, 主要研究领域为CAD/CAE、软件工程等。

表示, 便于进行统一处理; 其次是数据的转换问题, 特别是荷载转换, 将来自HIDAS系统的数据转换成2D软件能进一步处理的统一格式; 另外还必须定义公共模型上的基本运算, 完成数据查询、存取等具体功能。

由于XML是一种半结构化的数据模型, 可以描述不规则的数据, 能够集成来自不同数据源的数据, 可以将多个应用程序所生成的数据纳入同一个XML文件。基于XML的诸多特性, 为了实现二三系统集成, 本文把XML作为集成系统中二三维模型数据交互的数据描述工具和转换工具。系统集成框架见图1。

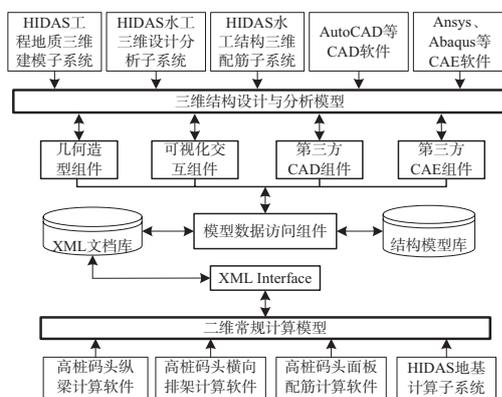


图1 二三维系统集成框架

HIDAS系统的三维结构设计与分析模型来自HGI系统、HSM系统、HSR系统以及第三方的CAD (AutoCAD等) 和CAE (ANSYS, ABAQUS等) 软件。HGI系统构建了以点、边、共边、共面等基本几何拓扑和GTP广义三棱柱为基础的三维地质模型; HSM系统提供了高桩码头三维建模和空间计算分析等功能; HSR系统主要实现对工程构件进行钢筋配置, 配筋模型完成后, 可自动生成二维配筋图、钢筋表和材料总表。

HIDAS系统通过第三方CAD和CAE组件, 提供了与第三方软件的接口。比如通过第三方CAD组件, 三维模型的二维出图可导出AutoCAD文件。第三方CAE组件可以自动生成用APDL或Python脚本语言编写的命令流脚本文件, 再控制操作系统在后台启动ANSYS或ABAQUS执行脚本文件, 让ANSYS或ABAQUS创建空间分析模型并进行空间网格划分和计算求解^[1-2]。

几何造型组件能快速建立起各种复杂的规则

模型, 然后通过模型数据访问组件, 实现对模型数据进行管理、读取、添加、删除、修改等功能。最后通过可视化交互组件对模型实现高性能显示, 为高性能设计、仿真及工程应用等领域的用户提供快速开发的集成化组件框架^[3]。

模型数据访问组件从结构模型库中获取2D软件所需要的前处理数据, 包括: 工程数据、构件数据、精度数据、材料数据和荷载数据、工况组合数据等; 并且生成2D软件前处理的XML文件, 由XML文档库管理。最后通过XML Interface调用相应的2D软件进行计算。计算结束后, 将导出计算结果, 用XML文件保存, 并添加到XML文档库中, 供2D软件的后处理和3D系统使用。比如, 3D系统根据纵梁软件计算得到的流动机械产生最不利内力时所对应的荷载位置数据, 拆分荷载组合以及在三维码头计算模型中重新调整荷载位置。

二维常规计算模型来自地基系统、纵梁软件、横梁软件和面板软件。地基系统可进行有开挖、分级加载情况下的沉降、固结、边坡稳定、地基应力、考虑复合地基对边坡稳定的作用计算等5大计算功能模块, 可自动绘制断面图形、沉降图、固结度图、圆弧滑动图等; 纵梁、横梁和面板3个软件主要完成高桩梁板式码头或重力式码头相应构件的建模、内力计算及作用效应组合等, 并可根据计算结果自动绘制内力图和位移图, 输出计算报告书。

2 系统实现关键技术

2.1 XML文档的解析

本文使用了msxml6.dll的动态链接库进行XML解析。msxml6实际上是一个COM对象库, 里面封装了所有进行XML解析所需要的所有必要的对象。因为COM是一种以二进制格式出现的和语言无关的可重用对象, 所以可以用任何语言 (比如VB, VC, C#等) 对它进行调用, 在应用中实现对XML文档的解析。

利用微软的MSXML解析器读一个XML文档, 然后把它的内容解析到一个抽象的信息容器中称为节点 (NODES)。这些节点代表文档的结构和

内容，并允许应用程序来读和操作文档中的信息而不需要显示的知道XML的语义。在一个文档被解析以后，它的节点能够在任何时候被浏览而不需要保持一定的顺序。

解析XML文档时，最重要的编程对象是DOMDocument。DOMDocument对象是XML DOM的基础，可以利用它所暴露的属性和方法来浏览、查询和修改XML文档的内容和结构。用VC描述创建一个DOMDocument对象的过程采用如下语句：

```
HRESULT hr;
IXMLDOMDocumentPtr pDoc;
IXMLDOMElementPtr xmlRoot;
Hr=CoInitialize(NULL); //初始化COM环境
hr=pDoc.CreateInstance("Msxml2.DOMDocument.6.0");
//创建DOMDocument对象
//根节点的名称为ProjectInfo，创建元素并添加到文档中。
xmlRoot=pDoc->createElement(_bstr_t "ProjectInfo");
pDoc->appendChild(xmlRoot);
```

在MSXML解析器使用过程中，可以使用文档中的CreateElement方法来创建一个节点装载和保存XML文件。通过load或者是LoadXML方法可以从一个指定的URL来装载一个XML文档。

2.2 荷载数据转换^[4]

在二三维系统数据交换过程中，荷载数据转换是最复杂和最重要的一环。根据港口工程荷载规范，转换步骤如下：分析码头面上的荷载信息，确定空间荷载种类和分布情况，将空间荷载归类，然后根据相应的类型将空间荷载分配到横向排架和纵向排架。空间荷载归类为点荷载、线荷载和面荷载。

1) 当荷载为点荷载或线荷载时，根据简支梁求支座反力的方法，将对应荷载分配到相应的纵梁或横梁上；当荷载为成组的点荷载时，把该荷载组的每个点荷载单独处理后叠加。例如：位于相邻的A,B两梁之间的点荷载，其分配给A梁的荷载为：

$$P_A = Pa/l \tag{1}$$

式中： P_A 为分配到A梁上的荷载值； P 为荷载标准值； a 为点荷载 P 到B梁的距离； l 为A,B两梁之间的距离。

2) 当荷载为面荷载时，把面荷载转成线荷

载分配到相应的纵梁和横梁上，然后再按线荷载的方法来处理。其具体处理方法为：首先确定荷载的分布区域，然后根据荷载所在区域的梁格尺寸判断荷载是否满布该梁格，分布区域是指纵梁和横梁交叉围成的矩形区。当荷载满布时，根据矩形区域的长宽边判断该区域是单向板还是双向板，最后按简支梁求支座反力的方法分配荷载，具体为：

①当 $b \leq 0.5a$ 时，按单向板原则分配荷载，把荷载分配到纵梁上，横梁不承担荷载；分配到纵梁上荷载的转换公式为（图2）：

$$Q = qb/2 \tag{2}$$

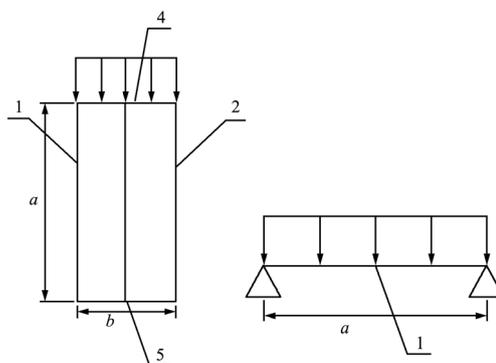


图2 荷载满布时单向板荷载分配图

②当 $0.5a < b \leq a$ 时，按双向板原则分配荷载，从矩形区域四角分别作45°线与平行于长边的中线相交，将板分为4个部分，各部分的荷载分配于相对应的支承梁上，即两个梯形区域的荷载分配给相应的两根纵梁，两个三角形区域荷载分配给相应的两根横梁；分配到纵梁或横梁上的荷载强度最大值的转换公式同（2）（图3）。

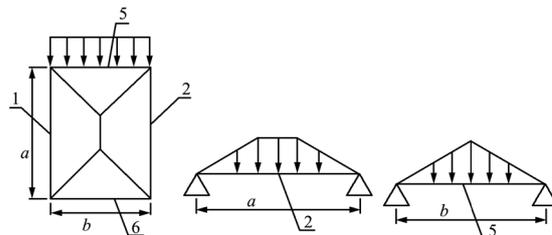


图3 荷载满布时双向板荷载分配1

③当 $b > a$ 时，按双向板原则分配荷载，分配方法同前，两个三角形区域的荷载分配给相应的两根纵梁，两个梯形荷载分配给相应的两根横梁；分配到纵梁或横梁上的荷载强度最大值的转

换公式为:

$$Q=qa/2 \quad (3)$$

式中: Q 为分配到梁上的荷载强度最大值; q 为面荷载强度标准值; b 为相邻两纵梁间的距离; a 为相邻两横梁间的距离(图4)。

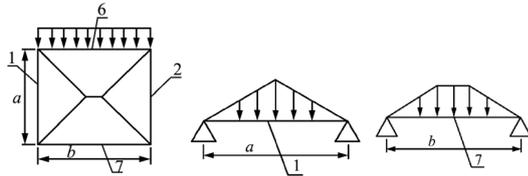


图4 荷载满布时双向板荷载分配2

3) 当荷载非满布时, 按单向板的原则将荷载分配给纵梁, 横梁不承担荷载。具体为: 位于 A, B 两纵梁之间的面荷载, 分配给 A 纵梁的荷载转换公式:

$$Q_A=qcb_2/b \quad (4)$$

分配给 B 纵梁的荷载转换公式:

$$Q_B=qcb_1/b \quad (5)$$

式中: Q_A 和 Q_B 为分配到纵梁上的荷载强度值; q 为面荷载强度标准值; c 为分布在 A, B 两纵梁之间的面荷载分布宽度; b 为两纵梁间的距离; b_1 为分布在 A, B 两纵梁之间的面荷载中心线距离 A 纵梁长度; b_2 为分布在 A, B 两纵梁之间的面荷载中心线距离 B 纵梁长度。

3 应用分析

港口码头的构件主要有面板、桩、横梁、纵梁、轨道梁、边梁、桩帽等; 主要作用包括码头堆载、轨道轮压、流动机械荷载、船舶系缆力、船舶挤靠力、波浪力、地震力等; 参与计算的工况组合包括: 最大桩力工况组合类, 纵梁、横梁、面板和轨道梁的最大弯矩工况组合类和最大剪力工况组合类, 用户自定义工况组合类等。

在3D系统中建立港口码头的实体模型, 并且在码头面布置了堆货荷载、流动机械荷载、轨道轮压荷载等, 见图5, 6。

用户选择三维模型中的构件(比如, 纵梁、横梁、面板等), HIDAS系统根据选中的构件, 从模型库读出相应的构件数据, 经过转换后, 再写入XML文档中, 接着启动相应的2D软件并导入XML文档数据进行计算, 计算结束后, 结果数据

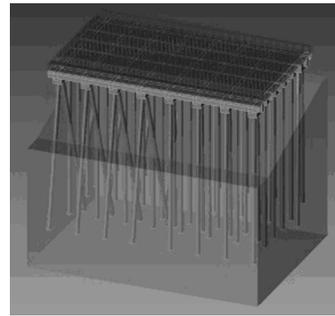


图5 码头实体模型

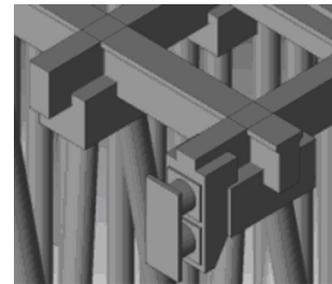


图6 桩帽、双叉桩、轨道梁、横梁和靠船构件

返回到3D系统中, 3D系统根据结果数据拆分荷载组合, 并且在三维码头模型中重新调整荷载位置。

4 结论

HIDAS系统三维建模方便、快捷, 并且能直观地反映出码头各构件之间的空间位置关系。系统提供空间实体建模、工程模型管理、多种有限元模型分析与计算功能, 通过统一模型库的数据共享方式解决了3D系统与2D软件的数据集成问题。通过集成, 不仅简化了被集成软件的操作, 还增强了3D系统和2D软件的前处理能力和集成系统的整体功能, 同时还大大减少了2D软件手工输入的数据量, 并确保了数据准确性。

参考文献:

- [1] 关振群, 顾元宪, 张洪武, 等. 三维CAD/CAE一体化的参数化动态有限元建模[J]. 计算机集成制造系统, 2003, 9(12): 1 112-1 119.
- [2] 孙立鏖, 王爱华. 基于特征的CAD/CAE集成中并行建模技术研究[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(3): 917-919.
- [3] 詹海生, 李广鑫, 马志欣. 基于ACIS的几何造型技术与系统开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002: 18-22.
- [4] JTS 144-1—2010 港口工程荷载规范[S].