

[计算机应用/CAD]

基于 AutoCAD 平台的船体三维建模研究*

张祥瑞 严家文

(708 研究所 上海 200011)

[关键词] 三维建模; 实体模型; 船舶设计; AutoCAD

[摘 要] 目前, 三维建模方法在众多设计领域中被广泛应用。简要介绍了在 AutoCAD 平台下船体三维建模的实体模型及建模中的几何算法, 通过有针对性地研究对于提高船舶设计效率和质量, 实现船舶设计信息一体化将具有一定意义。

[中图分类号] T391.41 [文献标识码] A [文章编号] 1001-9855(2007)04-0056-05

Three-dimensional modeling method for hull based on AutoCAD

Zhang Xiangrui Yan Jiawen

Keywords: three-dimensional (3D) modeling; solid model; ship design; AutoCAD

Abstract: 3-D modeling is widely applied in many design fields. The authors outline the entity model of hull and geometry algorithm of modeling on AutoCAD platform, and enhance the ship design efficiency and quality as well as the information integration of ship design.

1 概 述

三维 CAD 技术的出现开创了绘图和设计领域的一个新纪元, 它把人们从繁重的、重复性的劳动中解脱出来, 更多地从事创造性的劳动, 是科技发展进入一个新时代的里程碑。三维建模是一个十分有效的工作方法, 由于整体设计思想均直观地反映在所建的模型中, 因而其可信度毋庸置疑。目前, 基于三维建模基础上开发出来的三维设计软件已广泛应用于航天、航空及汽车等现代行业设计领域, 发挥着越来越重要的作用。

近年来, 国外一些国家为了提高造船行业 CAD/CAM 和信息一体化水平, 提高造船的效率和质量, 使造船工业由劳动密集型向知识密集型转化, 并进行了大量投入, 已经开发研制了多种基于不同平台的以三维建模为核心的船体设计软件, 如 KCS-TRIBON、PTC-CADDS5、CATIA 等。

目前, 国内部分船舶企业引进了其中的一些三维设计软件用于船舶的设计、生产、建造, 也有一些单位和机构在积极研发自主知识产权的船体三维设计软件, 同时还有许多船舶设计部门仍在使用二维设计软件进行船舶的设计、生产、建造, 如被广泛使用的 AutoCAD 设计软件等。在使用 AutoCAD 作为设计软件的企业中, 基本使用的都是其二维设计功能, 其实以 AutoCAD 作为开发平台, 经过二次开发, 也可以实现船体三维设计。鉴于目前国内外三维船舶设计软件的现状及我国船舶设计部门的实际情况, 本文探讨一下基于 AutoCAD 平台的船体三维建模方法及建模中的算法。

2 三维建模方法

由于二维设计未能实现信息一体化且设计结果不直观, 因而设计错误很难暴露。三维设计则具有很多优点, 如可以让用户从任何有利位置查看模型、

* [收稿日期] 2006-12-11

[作者简介] 张祥瑞 (1976.1-), 男, 汉族, 河北人, 工程师, 从事船舶总体设计工作。

严家文 (1952.6-), 男, 汉族, 四川成都人, 研究员, 从事船舶 CAD 研究开发。

检查干涉检验、进行工程分析、提取相关数据、输出模型创建动画等,因此三维建模技术得以快速发展。

目前三维建模主要包括三维立体建模(线框模型)、三维曲面建模(网格模型)、三维实体建模(实体模型)。三维立体建模是用闭合的空间线来反映构件的实型,内部的线、面空间位置,相互关系均可直接或间接测得;三维曲面建模使用多边形网格创建镶嵌面,由于网格面是平面的,因此网格只能近似于曲面;三维实体建模将使构件整体完全数据化,如直观地反映从设计到建造成型的全过程。

目前三维建模的三种模型形式,在 AutoCAD 平台中都可以实现,它们分别是:线框模型、曲面模型和实体模型。现简要讨论一下模型的各自特点及其建模方法。

线框模型是使用直线和曲线来表示真实三维对象的边缘或骨架。线框模型描绘三维对象的骨架,线框模型中没有面,只有描绘对象边界的点、直线和曲线。使用线框模型我们可以:

- 从任何有利位置查看模型;
- 自动生成标准的正交和辅助视图;
- 轻松生成分解视图和透视图;
- 分析空间关系,包括最近角点和边缘之间的最短距离以及干涉检查;

- 减少原型的需求数量;

在三维建模过程中我们可以通过将任意二维平面对象放置在三维空间中的任意位置来创建线框模型。具体有:

- 输入三维坐标。输入定义对象的 X、Y 和 Z 位置的坐标;
- 设置默认构造平面(XY 平面),在该平面上通过定义 UCS 来绘制对象;
- 创建对象后,将它移动或复制到适当的三维位置。

与线框模型不同,曲面建模不仅定义三维对象的边而且定义面,可以通过创建网格来进行曲面建模。网格使用平面镶嵌面表示对象的曲面。如果需要线框未提供的隐藏、着色和渲染功能,但又不需要实体提供的物理特性(质量、重量、重心等),那么可以使用网格,如创建环状曲面模型(如图 1)。网格常常用于创建不规则的几何图形,如山脉的三维地形模型。

实体模型是信息最完整和最确切的三维建模类型,可以分析实体的质量特性(体积、惯性矩、重心等),可以输出实体对象的数据,供数据统计使用或

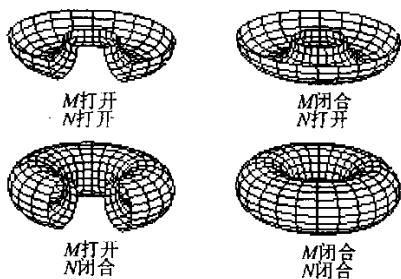


图 1 环状曲面模型

进行 FEM(有限元法)分析,或者将实体分解为网格和线框对象,而且复杂实体形也比线框和网格更容易构造和编辑。与网格类似,在进行消隐、着色或渲染之前,实体显示为线框。

实体建模是最容易使用的三维建模类型。进行实体建模时,我们可以通过三种方法创建实体:根据基本实体形(长方体、圆锥体、圆柱体、球体、圆环体和楔体)创建实体,将二维对象沿路径延伸或绕轴旋转来创建实体。

通过三种模型的特性及其建模方法比较,我们发现,线框模型和曲面模型并不适合船体三维建模,实体建模才是船体三维建模中适合的建模方式。同时,因为船体主要结构都可以用二维轮廓来表示,根据这个特点,在船体三维建模中进行船体主要结构实体建模时,可以采用将二维对象沿路径拉伸的方式进行建模,即将结构的二维轮廓沿路径拉伸创建三维实体模型。

以在 AutoCAD 平台中创建船体结构中常用的工字钢型材的实体模型为例。首先计算出拉伸三维实体路径样条曲线,将工字钢拉伸实体的剖面边界图形轮廓赋予路径的一个端点处的垂直平面,然后沿路径拉伸,即可创建出三维工字钢的实体模型,其示意图如图 2 所示:

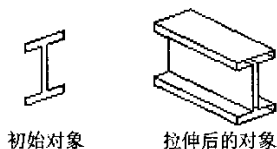


图 2 工字钢实体模型创建示意图

3 三维建模中的算法实现

三维实体模型是用闭合的空间线来反映构件的实型,内部的各种线、面空间位置,存在相互关联

系,因此在三维建模过程中,需要进行大量的求交计算,包括曲面、曲线求交计算。成功解决建模过程中的算法问题,是实现成功建模的关键。

求交问题包括曲面曲面求交、曲线曲线求交等子问题,其中最重要、难度最大的当属曲面曲面求交问题,而曲面求交也是 CAD/CAM 领域中最为重要、复杂的问题之一。所谓曲面求交就是指给定两张曲面,通过一定的算法求得两张曲面所有交线。现在常用的曲面求交算法有:分割法、迭代法、网格法、追踪法等,但这些算法目前还不能完全满足曲面求交算法对于稳定、准确、快速的三项基本要求,多数算法仅能满足其中的一项或两项,因此,稳定、准确、快速的解决复杂曲面的求交一直是研究领域的前沿课题。同时,由于曲面求交各种算法中都需要进行大量的运算,在 AutoCAD 平台下进行曲面求交算法,其计算方案将非常繁琐,计算速度较慢,难以满足船体三维建模中对快速创建实体模型的要求。

基于目前曲面求交算法的现状,在 AutoCAD 平台中,如果将船体三维建模建立在曲面求交的基础上,则面临着很多困难。通过对 AutoCAD 平台内函数的分析,在船体三维建模中,我们可以通过坐标变换及添加辅助计算面、线等方法,合理设计建模流程,把船体三维建模中几何求交运算简化为曲线与曲线之间的求交运算,并将三维曲线求交分解为二维曲线求交,这样既可使问题得到简化,又降低了几何算法难度,同时加快了计算速度,从而实现船体稳定、准确、快速的三维建模。

在 AutoCAD 平台中主要用平面和空间直线、平面圆弧曲线、平面和空间多段线(一条曲线由多段组成,其中每一段可以是直线或圆弧)、平面非均匀 B 样条和空间非均匀 B 样条曲线等函数来描述图形。在船体三维建模中也将主要使用直线、圆弧、多段线、样条曲线等来建立实体模型,在建模中需要进行的求交算法也是这些曲线间的相互几何求交运算。

从船舶设计中我们可以知道,船体上的任何一条曲线都可以分解和转化为多条平面多段线,相对于空间样条曲线,平面多段线的求交等几何运算更稳定、准确和快速的多。因此只要解决了平面多段线的求交等几何运算,也就解决了船体三维建模的几何运算问题。

多段线由直线段和圆弧线段组成,作为单个对象创建的相互连接的序列线段,可以创建直线段、弧

线段或两者的组合线段。有拟合多段线和样条曲线拟合多段线之分,其中拟合多段线使用标准曲线来进行曲线拟合,并利用所有在给定顶点上设置的切线方向;样条曲线拟合多段线使用曲线进行拟合,类似于 B 样条曲线。根据何援军教授提出的圆弧曲线理论,在 AutoCAD 平台中,我们可以通过将多段线转化为圆弧曲线,将多段线求交算法转化为圆弧曲线求交算法,再根据圆弧曲线的特点,将圆弧曲线的求交算法转化为基本几何求交算法,从而很好地解决多段线求交问题。

若曲线由基本几何段(直线段或圆弧段)构造,且当基本几何段是圆弧时,这样的曲线叫圆弧曲线,用一个三行 N 列的二维数组 $R_{xy}(3, N)$ 记录一个圆弧曲线:它表示分点 $P_i(x_i, y_i)$ 到 $P_{i+1}(x_{i+1}, y_{i+1})$, 当 R_i 为零或无穷时,该段曲线为直线,否则为圆弧段。圆弧曲线二维数组格式如表 1 所示:

表 1

R	N	R_1	R_2	\dots	R_{N-1}
X	x_1	X_2	X_3	\dots	x_N
Y	y_1	Y_2	Y_3	\dots	y_N

其中 $R_{xy}(1, 1)$ ——为圆弧曲线上的总顶点数;
 $R_{xy}(1, i)$ ——为圆弧曲线上点 $P_i(x_i, y_i)$ 和点 $P_{i+1}(x_{i+1}, y_{i+1})$ 间的圆弧有向半径, $i = 2, 3, \dots, R_{xy}(1, 1)$;
 $R_{xy}(2, i)$ ——为圆弧曲线上第 i 点的横坐标, $i = 1, 2, 3, \dots, R_{xy}(1, 1)$;
 $R_{xy}(3, i)$ ——为圆弧曲线上第 i 点的竖坐标, $i = 1, 2, 3, \dots, R_{xy}(1, 1)$ 。

不难看出,在进行多段线求交计算时,可以将其先转换为圆弧曲线进行求交,然后再将圆弧曲线的求交分解为基本几何段(直线或圆弧)的求交计算,从而最终将多段线的求交算法转化为直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧的求交算法。

具体算法如下:

第一步:将两条多段线转化为圆弧数据曲线形式。在 AutoCAD 平台中多段线由其分段的端点及该段的凸度来表示,将多段线转化为圆弧曲线,就是将多段线中使用两端点坐标 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 及凸度 Arch 表示的一段圆弧(或直线),转化为圆弧曲线中使用两端点坐标 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 及半径 R 表示的一段圆弧(或直线)。

已知圆弧的相关参数如下:

凸度: $\text{Arch} = 2 \times \frac{h}{b}$;

圆弧的弦长: $b = 2R \sin \frac{\theta}{2}$;

弓形高:

$$h = 2R \sin^2 \frac{\theta}{4} = \frac{1}{2} b \cdot \lg \frac{\theta}{4}$$

$$= R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2}$$

根据半径与弦长、弓形高的关系,可求得圆弧半径: $R = \frac{b^2 + 4h^2}{8h}$, 将所得半径乘上凸度方向矢量则可得圆弧的有向半径。示意图如图 3 所示。

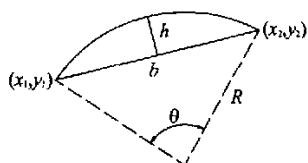


图 3 多段线转化为圆弧曲线示意图

第二步:判断两条多段线是否有相交段。两个圆弧段的弦相交时,则两个圆弧也一定相交。利用这个原理来判断两条圆弧曲线是否有相交段,首先将圆弧曲线中的每一段圆弧(或直线)两端点连成一直线段,即圆弧的弦(如果该段为直线,弦即为其本身),然后利用两直线相交判别法,判别圆弧曲线各段的弦是否有相交段,如果弦相交,则相应的多段线的分段相交。

这样圆弧段相交判别算法可以转变为直线相交判别算法,而直线是否相交可以利用点到直线的距离来进行判断,这样可以很容易地得到判断结果。

第三步:如两条多段线有相交段,根据相交段的类型,将其相交计算转化为基本几何段求交算法。

多段线转化为圆弧曲线后,多段线的求交就转化为圆弧曲线的求交,而圆弧曲线是由直线和圆弧段组成的,圆弧曲线的求交实际就是其本身分段圆弧段或直线段的求交,这样就可以将圆弧曲线的求交算法分解为基本几何段求交算法,即直线与直线求交算法、直线与圆弧求交算法、圆弧与圆弧求交算法。这些求交算法都是基本算法,用多种方式可以实现,这样就能够保证在船体三维建模中快速准确的进行计算,从而建立船体三维实体模型。

4 船体三维建模实例

仅仅选定三维建模模型及解决建模中的算法对于船体三维建模来说是远远不够的,要实现在 AutoCAD 平台下真正的船体三维建模,还需要建立良好的船体数学模型和关系数学模型,认真研究船体设计特点,设计合理的建模流程,有效地简化建模过程和建模时间,提高建模效率。下面是在 AutoCAD 平台下建立的船体三维实体模型的一些实例(图 4、图 5、图 6、图 7)。

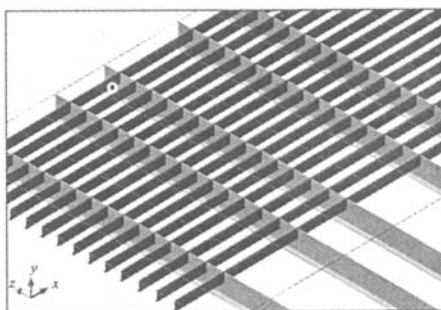


图 4 部分甲板纵骨、横梁三维实体模型

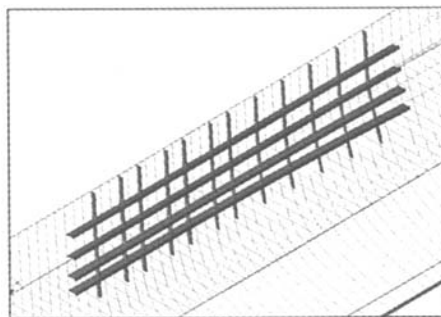


图 5 部分舷侧纵桁三维实体模型

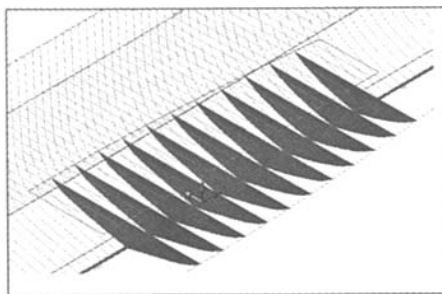


图 6 部分船底肋板三维实体模型

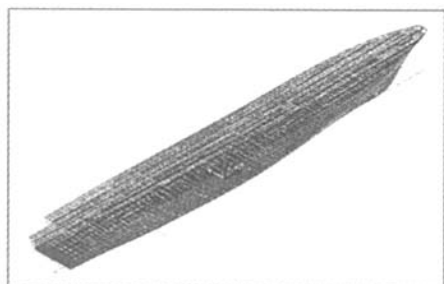


图 7 船体三维实体模型

5 结束语

三维建模技术在现代工业设计中应用越来越广泛,相信针对在 AutoCAD 平台下船体三维实体模型建模方法及建模中算法的研究对于提高船舶设计效

率和质量,实现船舶设计信息一体化将具有一定的意义。

[参考文献]

- [1] 何援军. 计算机图形学算法和实践[M]. 湖南科学技术出版社,1990.
- [2] Rusty Gesner 等著. 崔洪斌等译. 深入开发与优化 AutoCAD[M]. 中国水利水电出版社,2003.
- [3] AutoCAD: ActiveX 和 VBA 开发人员指南[M]. Autodesk, Inc, 2004.
- [4] 朱心雄等著. 自用曲线曲面造型技术[M]. 科学出版社,2000.
- [5] deBoor, C., A Practical guide of Splines[M]. Applied Mathematical Science Series, Vol. 27, 1978.
- [6] Riesenfeld, R. F., Applications of B-Spline Approximation to Geometric Problems of CAD[M]. PH. D thesis, Syracuse University, March 1973.

(上接第 55 页)

运行目录下。接下来,我们将通过由 MSC 提供的二次开发语言 PCL(MSC. Patran Command Language)编写的接口程序将目标结构的有限元模型数据导入到 Patran 中,建立 Patran 中的三维有限元模型。该数据接口程序包括创建节点、创建梁单元、创建板单元、创建物理特性、创建梁截面等多个子程序。对于这部分内容,限于篇幅,在此不作详述。图 8 是用此方法对某船一段外板和甲板(左舷)建立的有限元模型图。

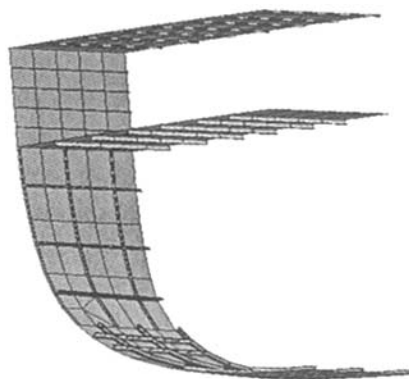


图 8 有限元模型图例

7 结束语

本文探索了一种直接通过船体结构二维图快速建立有限元模型的方法。用这种方法进行有限元建模,可以在一定程度上提高船舶结构有限元建模的效率,尤其是对不等高舷侧结构进行有限元建模时,更体现其优越性。但是,这种方法也存在一些局限性和不足之处,如,利用这种方法目前还只能对船体外板和甲板板架结构进行建模。在以后的工作中,还需要用此法对船体内部横向结构(如横舱壁、船底肋板等)进行快速有限元建模开展深入研究。✕

[参考文献]

- [1] 严蔚敏、吴伟民. 数据结构[M]. 清华大学出版社, 2001. 12.
- [2] [美] Ken Getz, Mike Gilbert 著. 邱仲潘等译. VBA 高级开发指南[M]. 电子工业出版社, 1997. 11.
- [3] 李凤华. AutoCAD 2002/2000 VBA 开发指南[M]. 清华大学出版社, 2001. 4.
- [4] 刘兵山、黄聪. Patran 从入门到精通[M]. 中国水利水电出版社, 2003. 3.
- [5] MSC. Patran User's Guides and Reference Manuals[M]. MSC 公司, 1998.
- [6] PCL Manuals[M]. MSC 公司, 1998.

基于AutoCAD平台的船体三维建模研究

作者: [张祥瑞](#), [严家文](#), [Zhang Xiangrui](#), [Yan Jiawen](#)
作者单位: [708研究所, 上海, 200011](#)
刊名: [船舶](#)
英文刊名: [SHIP & BOAT](#)
年, 卷(期): 2007, (4)
被引用次数: 1次

参考文献(6条)

1. [何援军](#) [计算机图形学算法和实践](#) 1990
2. Rusty Gesner, [崔洪斌](#) [深入开发与优化AutoCAD](#) 2003
3. [AutoCAD:ActiveX和VBA开发人员指南](#) 2004
4. [朱心雄](#) [自用曲线曲面造型技术](#) 2000
5. [deBoor C A](#) [A Practical guide of Splines](#) 1978
6. [Riesenfeld R F](#) [Applications of B-Spline Approximation to Geometric Problems of CAD](#) 1973

相似文献(10条)

1. 学位论文 [华萍](#) [地质体三维建模与空间分析研究](#) 2008

随着现代空间信息技术的发展,矿产勘查与资源评价研究与实践正在逐步向数字化和定量化方向发展,地质体三维建模及控矿地质因素定量分析是矿产勘查与资源评价数字化和定量化研究中的核心问题。本文以广西大厂锡多金属矿床为例,以三维地学建模技术和GIS空间分析技术为基础,设计建立了地质勘探数据库和建模专题数据库,实现了地质体的三维建模与离散化,提出了基于场模型的控矿地质因素三维空间分析模型,采用离散化的方法实现了花岗岩体控矿因素的三维空间分析,建立了反映花岗岩控矿因素与矿化指标之间关联关系的数学模型。

论文在分析了三维GIS、虚拟现实以及三维地学建模技术的基础上,采集了研究区的地质勘探等基础数据,包括勘探与研究报告、勘探工程数据表、地质编录与取样化验数据表、各类综合地质图件,通过数字化、地质编码、概念结构和逻辑结构设计等过程,设计建立了地质勘探数据库,并实现了地质勘探数据向三维地质建模专题数据的转换。以地质建模专题数据为数据源,采用Datamine建模工具,建立了大厂锡矿体、花岗岩体等地质体的剖面模型、线框模型和实体模型,实现了勘探工程及地质体的三维可视化显示与查询。论文提出了基于栅格模型的离散化方法,通过地质空间域的定义、地质空间的离散化,实现地质体实体模型的离散化表达和可视化显示。论文从场分析的观点出发,提出了基于场模型的三维空间分析方法,可以描述地质因素对周围地质空间的控矿作用影响。采用离散化方法,实现了对大厂花岗岩控矿作用的三维空间分析,并通过统计分析的方法,定量地分析了花岗岩控矿因素与矿化分布的关联关系,建立了花岗岩控矿作用的定量模型,为隐伏矿体立体定位预测提供了依据。

2. 期刊论文 [潘兵宏](#), [许金良](#), [杨少伟](#), [杨宏志](#), [PAN Bing-hong](#), [XU Jin-liang](#), [YANG Shao-wei](#), [YANG Hong-zhi](#) [公路三维建模应用研究 -西安公路交通大学学报](#)2001, 21 (1)

分析了可用于公路三维建模的3种方法:线框模型、表面模型和实体模型的原理和特点,并结合公路三维建模数据量大,形体不规则的特点,提出用表面模型来完成公路三维建模;同时,也提出了道路模型与地面模型叠加消隐的新方法,以消除路基边坡范围内的地面,使道路能完整地体现出来。

3. 学位论文 [周莉莉](#) [粤北石人嶂钨矿床地质特征及3DMine矿业软件应用初探](#) 2009

近年来,计算机系统仿真和可视化技术的进一步发展,矿床三维建模技术趋于成熟,该技术的应用为矿山企业的精确资源评价及三维开采设计和生产提供了功能强大的软件工具。特别是国产三维矿业软件的开发,对于推进我国矿业发展和矿业软件的应用都有重要意义。

广东省始兴县石人嶂钨矿以往的研究集中在区域地质特征、矿床成因等领域,历年来产生了大量复杂的地质基础信息,但这些信息,缺少综合的分析处理,很少以图形、图像的方式再现三维地质实体,展现地下矿体的结构,描述资源分布的状况,对地下三维可视化的研究仍是空白。

本文依托导师主持的国家项目,结合生产需要,在分析总结前人科研、勘探资料的基础上,对石人嶂钨矿可视化模拟技术的研究现状、发展趋势和矿山存在的问题进行了系统分析,探讨和研究了金属矿床模拟中的相关技术问题,并建立了适合矿山资源进行开采的可视化地质模型。主要工作及成果如下:

(1)借助国产三维软件3Dmine建立了石人嶂钨矿矿床的钻孔地质数据库,同时对钨元素的空间分布形态进行分析,对矿床储量估算的准确性起保障作用。

(2)建立了石人嶂钨矿矿区的数字地形模型、矿体的实体模型、岩体的实体模型、巷道模型、三维模型以及矿床的综合实体模型。

(3)实现了对资料数据的动态查询,根据矿山的需要对数据库进行增减、修改等各种编辑;并且实现了动态多方案圈定矿体,对矿山生产工作的动态理念具有现实的意义。

(4)通过建立数字化模型,实现了快捷估算矿体品位和储量,并按照已给的指标提交储量报告和报表,可以利用计算机自动绘制矿体平、剖面图,提高了矿山生产的自动化程度。

(5)建立了石人嶂钨矿的三维可视化系统以后,很容易观测到矿体的外部特征、内部构造及组分的空间变化规律,从而达到合理利用矿产资源的目。石人嶂钨矿可视化地质模型的建立为辅助地质工程师进行全面的资源评价,提供了比较全面的数据,革新了传统的地质工作模式,提高了效率和准确性的同时能够为生产提供重要的工程图件和技术资料,对实际矿山生产具有重要的指导意义。

利用虚拟技术对石人嶂钨矿进行三维可视化研究,了解矿山三维地质情况,可以对矿体进行全方位观察分析,从而达到整体认识,以可视化的方式辅助预测矿体或岩脉空间走向,对指导矿山深部找矿有重要的帮助。对于该矿区矿床成因研究、矿山生产动态管理和提高矿山经济效益也具有非常重要的实际意义。

4. 学位论文 [孙秋分](#) [基于多尺度空间体元的地学三维可视化研究](#) 2008

真实是当前三维可视化技术研究的重点和难点,特别是多源、异构、多尺度的地学数据特征对具有真三维数据结构的三维可视化模型提出了更高要求,模型不仅要满足复杂地质空间的三维展示要求,还应支持地质空间分析。地学三维可视化由两部分内容组成,即地质实体可视化与地质场可视化。地质实体可视化是指包含地层、岩体、地质构造的空间形态的可视化;地质场可视化是指密度、孔隙度、电阻率、视磁化强度等地质属性空间分布特征的三维可视化。长期以来,人们忽略了地质场的三维可视化研究,已有的各种三维模型不适合地质场的三维表达,不能满足地质勘探的业务需求。为

此, 本文论对地质实体可视化与地质场可视化的理论与技术进行了详细的研究。有效的与地质、地球物理专业相结合。

1. 提出了基于多尺度空间体元(Multi-Scale Spatial Voxel Volume)的真三维可视化实体模型地学三维可视化的核心内容是数据模型, 针对面模型、实体模型、面体混合模型等经典三维可视化建模方法在地质应用中的不足, 在综合研究地质实体建模与地质场建模的基础上, 本文提出了基于多尺度空间体元(Multi-Scale Spatial Voxel Volume, 下文简称M-S SVV)的真三维可视化实体模型, 完善了M-S SVV的理论模型及数学定义, 探讨了基于M-S SVV模型的地学空间分析, 研究了数据体切片、地层分析、虚拟钻孔、地学度量等空间分析技术, 为复杂地质体、地质场三维模型的建立、展示及空间分析建立了基础, 有效的解决了地质数据的多源异构、多尺度问题。

2. 讨论了地质体与地质场的建模方法基于M-S SVV模型, 初步建立了地层、岩体等复杂地质体的三维可视化建模方法; 初步建立了视密度、视磁化强度等地质场的三维可视化建模方法。详细论述了地层三维建模、地质场信息提取、体元构建、地质实体模拟算法等关键技术, 实现了相关算法, 开发了相关程序, 通过理论模型和实测数据的建模实验, 验证了M-S SVV模型对复杂地质体、地质场的表征能力及适应性。

3. 探讨了基于多尺度长方体元体的M-S SVV的三维可视化技术研究基于OpenGL的三维可视化技术, 制定了三维可视化方案, 设计了可视化模式。通过对各种模型的分析研究, 为了解决地质数据的多尺度空间表达问题, 提出了以多尺度长方体方式实现M-S SVV三维可视化的方法, 并建立了空间规则网格-多尺度长方体的混合模型, 以增强三维效果。 4. 开发了三维建模与可视化软件设计开发了基于M-S SVV模型的三维建模与可视化软件, 基本实现了复杂地质体、地质场的三维建模与可视化, 并对三维环境中的交互空间剖切技术、动态虚拟钻孔技术、地层分析技术、体元化技术等关键技术进行了分析研究, 使软件不但具备了传统的三维动画描述功能, 更拥有了快速的三维建模、可视化及空间分析功能。

通过实际地质资料的三维建模与可视化的应用研究, 表明M-S SVV模型对地质数据有良好的适应性, 能很好的满足地质空间的多尺度表达及分析的需求, 为地质数据的展示、分析提供了一种有效的方法, 能够为地质、地球物理等专业分析及建模提供基本的服务。

5. 会议论文 [石丽丽. 郭康. 马春荣. 张庆 单臂液压机组合机架的三维建模](#) 2007

在构造单臂液压机预应力组合机架三维实体模型基础上, 合理处理机架预紧、接触、摩擦等边界条件, 建立了组合机架的三维弹性接触分析模型, 为组合机架的整体受力状态及变形评价提供了依据。

6. 学位论文 [张磊 超环面传动计算机模拟和仿真](#) 2006

本文研究了一种新型传动机构——超环面行星蜗杆传动。以Pro/ENGINEER、ANSYS等为平台, 建立了超环面传动系统的实体模型, 对系统进行了静力学和动力学分析, 得到了系统的静态和动态特性。本文主要包括以下研究内容:

1. 简要介绍了超环面行星蜗杆传动机构的主要零件——定子的加工原理及方法, 然后以Pro/ENGINEER为工具, 用VRM法通过仿真零件的加工过程, 建立了超环面行星蜗杆传动系统的实体模型, 介绍了定子和蜗杆的建模过程, 并且模拟了加工误差——位移误差和角度误差对于定子齿形的影响。

2. 运用三维软件Pro/ENGINEER的Pro/MECHANICA STRUCTURE功能模块, 对超环面传动进行了有限元结构分析, 给出了机构在受到静态外载荷作用时的位移及应力分布云图, 揭示了行星轮个数和行星轮锥顶角对于机构静态特性的影响规律。

3. 运用有限元分析软件ANSYS, 对超环面传动机构进行了模态分析, 给出了机构的低阶固有频率及相应的各阶振型图, 并对结果进行了讨论和分析, 给出了行星轮个数和行星轮锥顶角等因素对于机构模态特性的影响规律。

4. 在模态分析的基础上, 应用模态叠加法对超环面传动进行了谐响应分析, 给出了系统在受到简谐激励力时的位移响应曲线, 并对结果进行了扩展分析, 得到了系统的动应力响应曲线及振动位移云图, 总结了系统的振动特性, 并给出了行星轮个数和行星轮锥顶角对于系统振动特性的影响规律。

7. 学位论文 [斯琴 基于Pro/E系统的个性化人体骨骼的三维建模及其数控加工的研究](#) 2004

人体骨骼模型的个性化制造与加工是医疗康复工程中的一个热点问题, 人体骨骼模型制作的好坏直接影响到医学治疗的质量。由于人体骨骼具有形状复杂和不规则性的特点, 因此人体骨骼模型的三维建模和制造加工是亟待解决的问题。该文以人体片断大腿骨为对象, 利用CT(计算机断层扫描)获得的骨骼图象, 通过Pro/Engineer软件和DMU 70V加工中心来共同完成对人体骨骼模型的建模与制造加工。在对人体骨骼的三维建模过程中, 将CT扫描所得的二维断层图象, 通过图象处理来获得骨骼表面一定数量离散点, 经过插值、拟合等方法生成一组插值曲线, 即骨骼的轮廓线。再利用这组曲线, 拟合形成骨骼的理想表面。应用这个曲面可最终生成能用于数控加工的CAD实体模型。在对人体骨骼的数控编程中, 应用Pro/NC模块, 编制出了人体大腿骨的加工程序。对人体大腿骨的外轮廓面用“Volume Milling”进行粗加工, 用“Surface Milling”进行精加工。根据DMU 70V加工中心的特点, 在数控加工中, 配置了其专用的后置处理程序, 使Pro/Engineer系统生成的数控加工代码(G代码)能直接应用这个加工中心。

8. 期刊论文 [游安弼. 蔡嗣经. You Anbi. CaiSijing 基于几何模型技术的矿山三维建模研究](#) -中国矿业2006, 15(8)

为了降低矿山几何建模的技术强度及工作量, 开发了一个用于矿山三维建模的采矿特征库。介绍了基于采矿特征库进行矿山三维建模的过程。采用采矿特征库进行矿山三维建模, 可极大地降低矿山工程人员的技术要求, 显著地简化矿山建模的过程, 提高矿山实体建模的速度。

9. 学位论文 [张志庭 三峡库区地质灾害体三维建模方法研究](#) 2005

三峡库区是地质灾害的多发区域, 地质灾害体的类型多种多样。本文以滑坡体为例, 探讨了如何通过地质勘察数据建立灾害体三维地质模型的方法, 希望能够研究出一种快速、适用的建立灾害体地质模型的技术方法体系。全面系统的再现整个地质灾害体, 从而为地质灾害预测、预报以及综合决策提供直观的可视化工具和分析平台。

建立灾害体三维地质模型的数据来源于地质灾害勘察数据。地质灾害勘察的目的是为了科学的确定地质体特征、稳定状态和发展趋势, 为地质灾害稳定性评价和灾害防治提供信息和依据。勘察数据来源广泛, 包括槽探数据、钻孔数据、竖井数据、地质点观测数据和地质剖面数据等。这些数据在进行地质灾害体三维模型的建立提供不同的数据源, 在建立地质体三维模型时, 必须考虑这些数据, 故此作者尝试性的提出了联合建模的概念。所谓联合建模即研究通过钻孔数据、地质剖面数据、槽探数据、竖井数据和平网数据建立灾害体三维模型的理论和方法。通过研究这些勘察数据的特点, 并结合面向对象的方法, 建立相应的地质模型, 使勘察数据能够在三维GIS中进行存储和表达, 为建立灾害体三维模型提供数据基础。

在三维GIS中, 空间数据模型是处于核心地位, 也是建立三维地质体的基础。采用恰当的数据模型是评价系统成败的关键。在本文中, 通过对目前常用的空间数据模型的对比和分析, 采用B-Rep空间数据模型作为灾害体三维系统的数据模型。将空间实体分为线对象(PolylineObject)、多边形对象(PolygonObject)和曲面对象(SurfaceObject)等几个主要的对象, 通过编码的方式建立并保持它们之间的拓扑关系。

钻孔数据、槽探数据、竖井数据和平网数据是进行地质灾害体三维建模的重要数据来源, 但是这些数据的数据格式不统一, 并且多是一维、二维数据, 不能够直接在三维空间展开, 从而进行三维建模工作。通过采用一定的技术方法, 使得这些一维、二维数据进行三维化, 在三维空间展开, 为三维地质建模工作提供重要的数据基础。

空间数据的插值算法是建立灾害体的三维可视化模型的核心, 要解决的问题就是根据已知高程值的点的数据, 对待求位置的点的高程值进行内插外推, 得出其高程值, 因此插值算法的选取以及插值结果的精度将直接影响三维构造-地层格架的生成和质量的优劣。实际上, 因为不同的插值要求, 以及不同的空间数据, 不可能用一种插值算法解决所有的插值问题, 为此, 本文对建模过程中的插值算法并结合不同的插值条件进行了研究。

三维地质体模拟本身就是一个黑匣子问题, 是在已知的一维和二维信息的基础上在三维空间重新构建地质体模型的一个三维重构问题。是一个从部分已知的条件、参数的情况下, 通过加入专家知识, 对全部区域地质体三维模型的推断过程。在地质灾害勘察过程中, 由于勘察数据不够充分, 在进行地质建模的过程中, 需要在研究区域内部根据一定的计算方法, 加上地质专家知识, 在研究区域虚拟出一定数量的勘察数据, 增加研究区域的有效控制数据。故此, 在本文中, 作者结合泛克算法的部分思想, 提出了虚拟钻孔技术方法, 希望能够在研究区域增加一定数量的有效控制数据。

建立地质模型的方法, 是在三维空间全面系统的再现整个地质灾害体的关键。本文在采用B-Rep空间数据模型的基础上, 提出了三种建立灾害体三维模型的方法。一: 采用人机交互式的插值方法, 建立灾害体三维地质模型。二: 采用主三角网方法建立三维地质体模型。主三角网方法是在总结LemonAM等根据“地层-实体模型算法”直接构建三维地层实体模型的方法的基础上, 经过方法改进得到的一种构建三维地质模型方法。该方法是通过构建并调整地层主三角网模板, 插值计算构建三维地质体模型的方法。三、曲面剪切方法。该方法通过构建地形DEM曲面和地层全面, 通过剪切分析建立三维地质模型的方法。并且通过一定的应用实例, 证明了采用人机交互式的插值方法和曲面剪切方法的可行性。

10. 期刊论文 [夏江敬. 胡剑. 张仲甫 平面二次包络环面蜗轮副三维建模与数控仿真](#) -武汉理工大学学报(信息与管理工程版)2003, 25(1)

在利用空间微分几何理论建立的平面二次包络传动副啮合齿面方程的基础上, 建立了基于AutoCAD的蜗轮副实体模型, 对建模过程进行了详细的分析

.同时提出了基于齿面离散点得到数控加工代码的一种数控加工方法,并以中心距 $a=240\text{ mm}$,传动比 $i=40$ 为参数的平面二次包络传动副为实例进行了建模和数控仿真.为实现平面二次包络传动副的数控加工提供理论依据.

引证文献(1条)

1. [顾永凤](#), [刘桂香](#), [余建国](#) [仿真系统中基于AutoCAD的船体三维建模研究](#)[期刊论文]-[舰船科学技术](#) 2009 (6)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_cb200704015.aspx

授权使用: 天津大学(tjsg04), 授权号: 1a9b1a1d-33d2-47ef-aad8-9e9d00f8e16c

下载时间: 2011年3月5日