

基于 SolidWorks 的巷道三维建模及 距离计算和碰撞分析

何远超¹, 潘地林²

(1. 安徽理工大学 机械工程学院, 安徽 淮南 232001; 2. 安徽理工大学 计算机工程学院, 安徽 淮南 232001)

摘要: 采用可视化编程语言 Visual Basic 6.0, 结合 SQL Server 2000 数据库技术、ODBC 数据引擎, 以 SolidWorks 2007 为平台, 阐述了怎样创建井下三维巷道, 以及新建巷道、已建巷道之间的距离分析和碰撞分析, 使煤矿新巷道的设计得以优化, 井下巷道更加的直观和合理。同时对巷道的相关信息加以自动注解, 便于用户更好的掌握巷道的各种实时信息, 使矿井的安全管理水平得到很大的改善。

关键词: 三维巷道; SolidWorks; 距离计算; 碰撞分析

中图分类号: TP319 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)07-0107-03

Mine roadway 3D modeling and distance calculation as well as collision analysis base SolidWorks

HE Yuan - chao¹, PAN Di - lin²

(1. Scholl of Mechanical Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China;

2. School of Computer Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: In combination with the SQL Server 2000 database technology and ODBC data engine, base on the SolidWorks 2007 as the platform, the visualized programming language Visual Basic6.0 was applied to state how to create a underground mine 3D roadway, the distance analysis and collision analysis between the mine new roadway and the existing roadway. Thus the design of the mine new roadway could be optimized and the underground mine roadway could be more directly visualized and rationalized. Meanwhile the relevant information of the mine roadway could be automatically explained in order to let the clients understand the different real time information and to highly improve the mine safety management level.

Key words: mine 3D roadway; SolidWorks; secondary development; distance calculation; collision analysis

巷道是采矿生产中将煤炭从井下运输到地面, 以及通风、安全输送工人的重要通道。对整个矿井而言, 巷道是矿山活动中一个重要的实体, 矿山信息化建设要求开发具有三维特性、适应于矿山与地质的 GIS 系统, 其中“三维巷道”是 MGIS 研究中的一项重要内容, 因此, 建立巷道的三维模型对采矿有着重要的意义。本文以 SolidWorks 二次开发为基础, 采用可视化编程语言 Visual basic 6.0, 结合 SQL Server 2000 数据库技术, 根据巷道轴线信息, 参数化按巷道节点坐标自动生成各种截面的三维巷道。同时还对已建和新建巷道之间进行了距离计算和碰撞分析。

1 巷道的三维建模

1.1 建模的基本思想

SolidWorks 是机械领域常用的三维 CAD 软件, 它提供

了直接绘制 3D 草图的功能, 在友好的用户界面下, 像绘制框架线框图一样, 不在局限于平面上, 而是在空间直接绘制草图, 这个功能为 SolidWorks 进行三维巷道建模提供有力而便捷的保证, 此外, SolidWorks 还具有曲面造型功能、参数化造型以及强大的二次开发能力, 其提供的 VBA 接口, 使用户可以很方便的对其进行二次开发。

三维巷道建模包括既有巷道自动化建模以及新建巷道的优化设计。对于已有巷道, 从数据库提取数据进行全自动建模; 对于新建巷道, 在设计出巷道的轴线数据的之后, 可以人工输入新的截面形式, 也可以从数据库提取既有的截面信息, 进行巷道的优化设计。建模的基本思路和流程: 绘制轴线 3D 草图, 根据草图中巷道节点及轴线建立基准面, 然后在基准面上绘制巷道截面形状, 选着特征工具, 进行建模。

收稿日期: 2009-12-17

作者简介: 何远超(1986-), 男, 安徽霍邱人, 2008年毕业于安徽理工大学机械设计制造及其自动化专业, 硕士研究生, 主要从事 CAD/CAM 方向的研究工作。

1.2 巷道数据模型

巷道总体呈线状分布,相互连通,从而构成地下煤矿既独立又有区别的网络系统,因此,他们之间的相互关系与其体量和用途同样重要。在空间上将巷道分为巷道体和巷道节点。这样的分类方法不仅使得巷道三维模型易于建立,而且巷道之间的相互关系也易于表达。把巷道分为巷道体和巷道节点后,利用内外截面信息沿巷道轴线形成巷道三维实体模型。巷道实体可以抽象为轴线数据、截面数据以及其他附属设施数据。巷道模型几何要素分解,如图1所示。

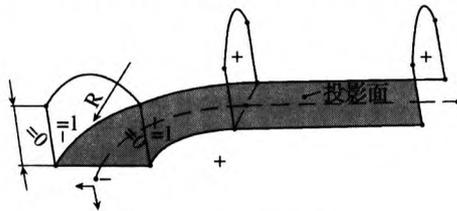


图1 巷道模型分解图

1.3 巷道轴线信息及截面参数设计

巷道的轴线主要有直线和圆弧两种形式。根据轴线类型的不同,若为直线则圆心点为空,根据起始点和终止点确定一条空间直线,若为圆弧则根据起点坐标、终点坐标、圆心坐标以及根据过度圆弧圆心角不可能超过180度等等基本信息可以唯一确定一条空间圆弧。每条巷道可能包含多条巷道段,以轴线ID标识设计巷道轴线信息表,记录每条巷道轴线信息,包括编号(轴线ID)、起始坐标、终点坐标、轴线类型,圆心坐标等参数。这一数据结构记录参数比较丰富,可以描述各巷道不连续的情况,但如果巷道每段首尾相连则数据冗余。若将节点作为巷道轴线基本组成部分,每一段巷道轴线段由序列点组成,每一节点包括截面形式,轴线类型等控制信息。添加巷道段更为简便,新建巷道段是只需依次读入测量点数据即可。

遍历数据库,读出巷道轴线的信息,用以上思路,构建出整个巷道的轴线。

巷道截面信息主要用来描述巷道的剖面,煤矿隧道中常用的截面形式有直墙半圆拱形、直墙圆弧拱形、矩形和圆形等。对于巷道截面只要描述宽和高两个外形参数,根据截面类型,即可确定截面参数。同时截面数据信息表记录了轨道形式,拱厚,壁厚等参数。

1.4 巷道的三维实现

首先连接数据库,将巷道信息表和截面信息表相互关联。实时生成矿区整体巷3D和各中段局部巷道3D图,用户可以任意选择要绘制的巷道及定义其截面类型。也可以动态查看矿区整体3D图和各中段的巷道3D图,用户可以从不同的角度以不同的比例来观察。用户也可以根据需要删除其中的一条或多条巷道。巷道设计参数管理界面如图2所示,最后生成望风岗三维巷道,如图3所示。

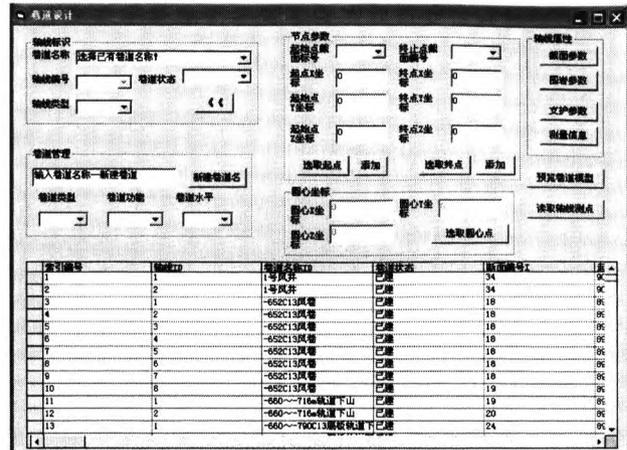


图2 巷道设计界面

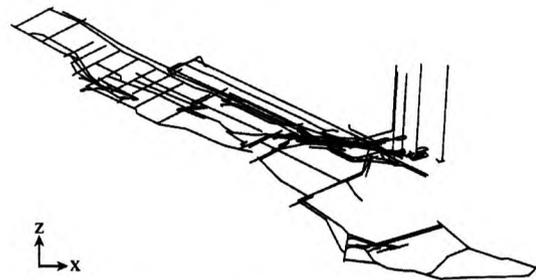


图3 望风岗巷道三维图

2 矿井巷道参数的标注

为了使用户更好的了解地下矿井巷道的信息,可以利用添加注释的方法来实现巷道各种参数的自动标注,如巷道的名称、类型以及采区等信息以文本的形式标注在矿井的三维图上,其局部效果放大图,如图4所示。

3 巷道距离计算及碰撞分析

地测人员和巷道施工人员通常比较关心新建巷道与已有巷道之间的安全距离,尤其是巷道之间存在穿越关系时。巷道之间的距离计算可以首先转换为对应的巷道轴线之间的空间距离,即空间三维直线(或圆弧)之间的最短距离所构成的空间三维向量的长度。事实上,巷道之间的最短距离还应扣除三维向量和轴线交点处与巷道外壁之间的距离,即图5中的OI部分。设OC是空间两巷道之间最短距离向量的一段,OA是巷道的轴线,与断面的底边一起构成巷道的底板,作为已知条件构成投影面。与底板投影面垂直的巷道断面外缘和OC总存在一个交点I,那么实际的巷道之间最短距离就是需要三维向量长度各减去相应的OI部分,下面详细讨论OI的计算方法。

已知条件:巷道底板的投影面,巷道断面半宽 a ,侧壁高度 h ,向量OC与底板的夹角 α 和OC与轴线OA之间的夹角 β (向量OC和投影面均为已知,故 α 和 β 可以计算出)。交点I最为可能发生的位置为上部圆弧或侧边上,I点在投影面上投影点位B或B'。设IB(或B')的长度为未知量 x ,

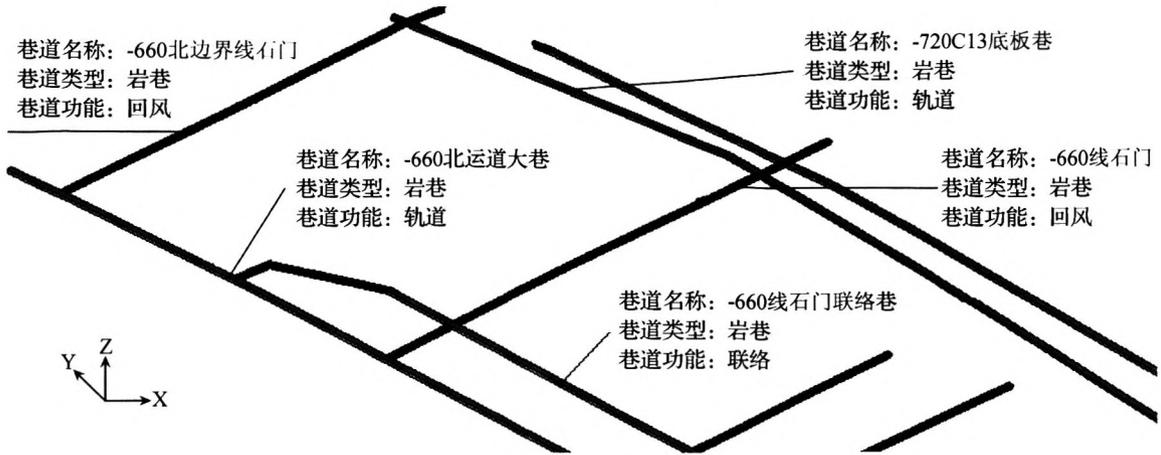


图4 巷道信息注释图

待求量 OI 长度设为 l 。

1) 对于交点在圆弧上的情况 (如图5a) 存在以下关系式:

$$\begin{cases} \frac{x}{l} = \sin\alpha \\ \frac{\sqrt{[a^2 - (x-h)^2] + x^2}}{l} = \sin\beta \end{cases}$$

求解得出:

$$l = \frac{h\sin\alpha + \sqrt{h^2(\sin^2\alpha - \sin^2\beta) + a^2\sin^2\beta}}{\sin^2\beta}$$

在这里 $x = l\sin\alpha > h$ 。

2) 考虑另外一种情况, 既交点位于侧壁上, 若 $x = l\sin\alpha \leq h$, 则表明交点发生在侧边上, 采用图 5b 所示计

算, 得到以下关系:

$$\begin{cases} \frac{x}{l} = \sin\alpha \\ \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{l} = \sin\beta \end{cases}$$

求解得:

$$l = \frac{a}{\sqrt{\sin^2\beta - \sin^2\alpha}}$$

3) 若 x 为零, 则表明交点发生在底板上, 求解方法比较简单, 这里不再赘述。

在三维模型中, 巷道空间信息的计算与查询都是十分方便的。

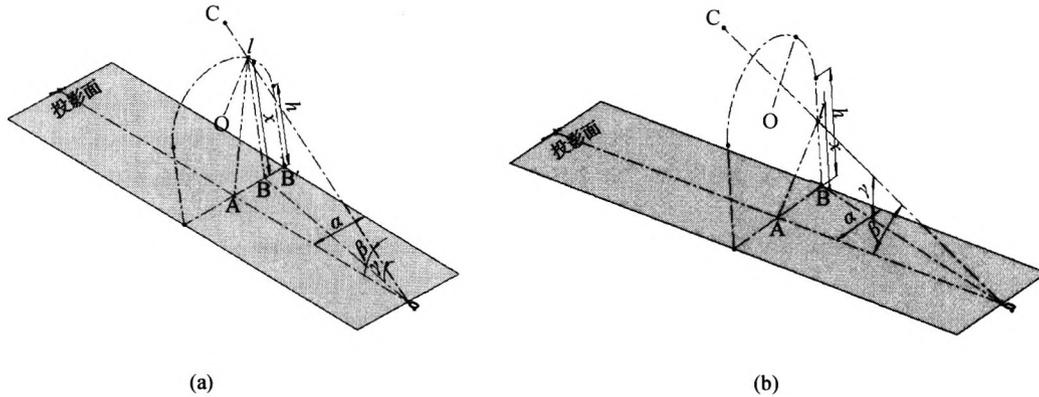


图5 交点到巷道外壁距离计算示意图

4 结语

本研究以 SolidWorks 2007 为平台, 对井下巷道的三维建模进行了参数化的设计。三维巷道的创建极大的提高了数据可视化程度, 对加强煤矿安全生产, 提高工作效率有着重要的意义。同时对新建巷道和已建巷道之间进行了距离计算和碰撞分析, 这样也使得巷道的布置更加的合理、科学。本研究成果不仅对井下巷道的设计具有普遍意义, 而且还是对 SolidWorks 二次开发技术也作了有益的补充。

参考文献:

[1] SolidWorks 高级教程: 二次开发与 API2007 版 (Solidworks 公司原版系)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.

[2] 潘地林. Visual Basic 程序设计[M]. 北京: 高等教育出版社.

[3] 江洪, 李仲兴, 刑启恩. SolidWorks2003 二次开发基础与实例教程[M]. 北京: 电子工业出版社.

[4] 沈灏, 王海宁, 黄国平. 基于 SolidWorks 矿井通风系统三维仿真模型[J]. 矿业安全与环保学报, 2007, 34(3): 40~42.

(责任编辑 章新敏)