

井下爆炸材料库 CAD 系统的研究与实现

王海燕,高江凤,杨金超

(山东科技大学 研究生教育学院,山东 青岛 266590)

摘要:井下爆炸材料库是煤矿安全管理重点,其设计是否合理、合规,对矿井安全影响重大。为了减少采矿设计中设计人员繁琐重复的工作,提高矿业的信息化水平,本系统采用计算机辅助设计和三维建模的原理,实现了井下爆炸材料库相关图形的自动绘制。本系统根据用户在交互界面上输入的参数,生成硐室式和壁槽式两种形式的二维和三维图形,并生成相关的计算说明文档,为工程的实施提供了形象的参考资料,提高了设计人员的工作效率,降低了采矿设计工作的复杂性。

关键词:爆炸材料库;采矿设计;CAD;三维建模

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)02-0222-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.02.057

Research and Implementation on CAD System of Mine Detonator Storeroom

WANG Hai-yan, GAO Jiang-feng, YANG Jin-chao

(College of Graduate Education, Shandong Univ. of Science & Techn., Qingdao 266590, China)

Abstract: Mine detonator storeroom is the focus of mine safety management. Its design has a great influence on the safety. In order to reduce the trivial and repeated tasks of designers in the mine design, and raise the level of mine informationization, the system uses the principle of computer aided design and 3D modeling, and implements graphs automatic drawing related to mine detonator storeroom. Based on the parameters which users inputted in the interface, the system generates 2D and 3D graphics of 2 forms (cave and slot), and generates calculation documents. It provides vivid reference material for projects, improves designers' efficiency, and lowers complexity of mining design.

Key words: mine detonator storeroom; mine design; CAD; 3D modeling

0 引言

计算机辅助设计(CAD-Computer Aided Design)是设计人员利用计算机及其图形设备进行产品和工程的设计工作。而采矿CAD系统则是利用计算机进行采矿相关的设计工作。采矿CAD系统的应用能够大大减少采矿设计人员的重复劳动量,提高工作效率。井下爆炸材料库^[1]是矿井安全管理的重点之一,承担着爆炸材料的储存、发放、领退、管理等重要职能,其作用极其重要。本CAD系统通过原始数据及属性描述,建立起整个炸药库的二维模型,和具有空间真实感的三维模型^[2~4],并且生成相关的文档和图表,显示相关的属性数据,达到高效、直观的效果,极大地方便了设计

人员的工作,为问题的解决提供了可选的解决方案。

1 整体设计

《井下爆炸材料库安全要求》第三百零三条的规定:井下爆炸材料库应采用硐室式或壁槽式。爆炸材料必须贮存在硐室或壁槽内,硐室之间或壁槽之间的距离,必须符合爆炸材料安全距离的规定。井下爆炸材料库应包括库房,辅助硐室,通向库房的巷道。根据如上规定,本CAD系统将库房设计为硐室式和壁槽式两种形式,系统结构如图1所示。

材料库存放的材料主要有炸药和雷管,当炸药(主爆药——殉爆时首先起爆的炸药)爆轰时引起一定距离内另一炸药(被爆药——殉爆时被殉爆的炸药)爆轰的现象称为殉爆。主发爆炸性物质装药爆轰时使被发爆炸性物质100%不发生殉爆的最小距离,称为不殉爆距离,或殉爆安全距离。对于每一种布局形式,先由用户在程序界面上输入的材料贮存量计算

收稿日期:2012-05-30;修回日期:2012-09-03

基金项目:国家“863”高技术研究发展计划项目(2009AA062700)

作者简介:王海燕(1989-),女,山东泰安人,硕士研究生,研究方向为CAD与图形图像处理;导师:卢新明,教授,研究方向为CAD与图形图像处理、数字矿山。

殉爆安全距离^[5]。

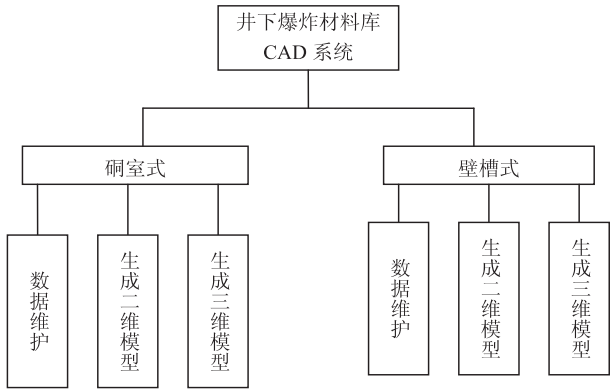


图1 井下爆炸材料库 CAD 系统结构图

$R = k_1 \sqrt{Q}$ $R = k_2 \sqrt{N}$ $R = k_3 \sqrt{N}$

式中，
 R — 殉爆安全距离 (m)；
 Q — 硐室或壁槽允许的最大贮存炸药量 (kg)；
 N — 硐室或壁槽允许贮存的电雷管数量 (个)；
 k_1, k_2, k_3 — 计算系数，一般分别取 0.25, 0.06, 0.1。

根据以上计算结果确定硐室或壁槽的间距，间距要大于殉爆安全距离。此时进行数据检查，如果不符合殉爆安全距离的要求，则系统给出警告信息：

MsgBox “数据不符合安全距离要求，请检查数据！”，vbExclamation，“错误”提示用户修改间距数值。

在有煤尘爆炸危险的矿井，发放硐室通道内应设置岩粉棚。岩粉棚是由安装在巷道中靠近顶板处的若干块木制岩粉台板组成，每块台板上放置一定数量的不燃性岩粉。当出现煤尘爆炸时，冲击波将岩粉台板震翻，板上的岩粉弥漫巷道。由于岩粉大量吸热而隔断火焰，阻止爆炸的传播。为了能够生成岩粉棚的局部布置图，在用户界面上还需有多个文本框，用以输入岩粉木托板的厚度、梯形木垫板的厚度、方木的厚度、方木的宽度、角钢的宽度、角钢的长度等参数。程序调用这些参数生成的岩粉棚局部断面图如图2所示。

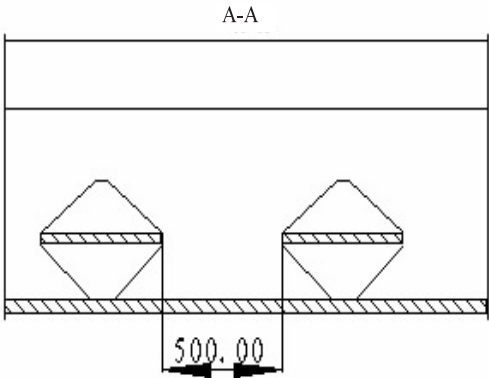


图2 岩粉棚局部断面图

根据用户设置的库房的长度、宽度，巷道的形式、宽度、直墙高、拱高，壁槽的宽度、深度等参数，确定爆炸材料库的整体布置形式，同时系统根据约束关系进行数据检查。

在设计界面时，为了与用户产生良好的交互性，每一种形式都有示意图，可用 list 控件显示示意图说明，并根据用户操作产生相应的提示信息。

2 二维模型的生成

根据用户在界面上输入或选择的参数以及其他约束参数，采用面向对象的方法绘制各个图形。采用的坐标系为水平向右为 x 轴正向，竖直向下为 y 轴正向。绘制图形时，要先确定所绘制图形的比例尺，即图上距离与实际距离的比例，这样能保证一张图纸上的整体图与局部图之间的协调性。为了使图形方便修改，设置整个布置图的基准点，其他图形元素均以此点为基准，调用系统底层的绘制直线、圆弧等图元的函数，采用面向对象的设计方法，按照布置图的形式，在基本图元的基础上构造所需的图形。

这样能够使模型具有较好的通用性，避免了重复代码的编写。例如在绘制三心拱巷道断面时，定义绘制函数如下：

```
Public Sub sxg( x0 As Double, y0 As Double, b As Double, h As Double, gfz As Double, gfm As Double)
```

其中 x_0, y_0 为巷道净宽度的中心点， b 为巷道净宽度， h 为直墙高度， $f = gfz/gfm$ 为拱的宽高比。三心拱需要确定3个圆心，2个半径，大圆半径 R 和小圆半径 r 的计算公式^[6] 分别为：

$$R = \frac{(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{4} + f^2} + \frac{1}{4} + f^2)B}{2f(\frac{1}{2} + f + \sqrt{\frac{1}{4} + f^2})}$$

$$r = \frac{[2f^2\sqrt{\frac{1}{4} + f^2} + 2f(\frac{1}{4} + f^2)]B}{\frac{1}{2} + f + \sqrt{\frac{1}{4} + f^2}}$$

绘制完基本图形后，根据需要添加相应的标注。标注要提供标注的位置、标注的文本内容、标注的类型（距离标注、半径标注、角度标注等），标注文本的颜色、标注箭头的类型（三角箭头，原点，直线）、标注的起始点等参数信息。

添加文本时，应该提供要添加的文本的位置、文本的内容、颜色、旋转角度、字体、大小等参数信息。

添加计算材料消耗和工程量表格，为项目实施提供详细的参考信息。可调用系统绘制直线的函数绘制表格边框，调用添加文本的函数填写表格内容，具体的数据可根据设计手册相应公式或方法计算生成。

3 三维模型的生成

由于只用二维图来描述的矿井硐室可视性差、缺乏立体感,难以向非技术人员展示自己的设计,因此需要建立三维可视化模型。除了包含描述模型的边和面的几何信息,还包含有与几何信息相关联的拓扑关系。建立三维模型先定义三维坐标系,采用水平向右为 x 轴正向,竖直向上为 z 轴正向,向里为 y 轴正向的坐标系。

构造三维点、面、体的数据结构^[7],例如点的数据结构为:

```
Type Point3D
    BianHao As Integer '点编号
    x As Double '三个坐标分量
    y As Double
    z As Double
    r As Integer 'RGB 颜色分量信息
    g As Integer
    b As Integer
End Type
```

面的数据结构为:

```
Type Plane3D
    DianShu(100) As Integer
    '数组,DianShu(0)代表面的顶点个数,其它的代表顶
点编号
    r As Integer '面的 RGB 颜色信息
    g As Integer
    b As Integer
End Type
```

不在同一直线上的三点构成一个面,若干个面构成体^[8]。将巷道断面细化为若干点,不同断面的对应点相连,确定巷道实体的面,对于不规则的面片,可采用 Delaunay 剖分三角化^[9],从而由不同的面构成巷道实体。例如拱形巷道建模时,对于每一个断面,将拱细化为 18 份(如图 3 示),步长 $d = \pi/18$,各点的坐标^[10]为:

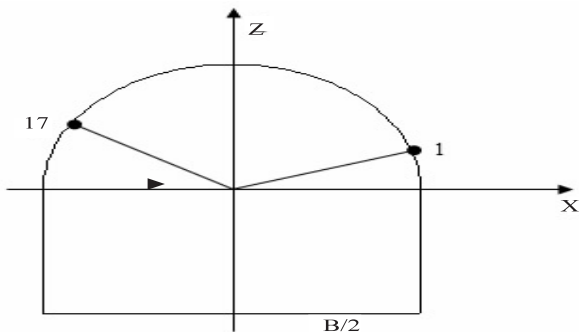


图 3 拱形巷道断面细化

$$X_n = \frac{B}{2} \cos(\frac{n\pi}{18})$$
$$Y_n = y_0$$

$$Z_n = \frac{B}{2} \sin(\frac{n\pi}{18})$$

式中, $0 \leq n \leq 18, B$ 为巷道的净宽度。

巷道三维建模^[11]时,为了使模型更加符合实际,需要将巷道拐弯处进行平滑处理。将巷道直角拐弯处分为 6 份,利用三维旋转的方法,平滑地旋转 90 度。由于要旋转的巷道中心不一定处于坐标原点,因此平滑处理过程要用到平移—旋转—平移的坐标变换^[12,13],旋转效果如图 4 所示。平移坐标变换转换成 VB 代码^[14,15]如下:

```
For i=1 to PointNum
    Point(i).x=Point(i).x-x_0
    Point(i).y=Point(i).y-y_0
    Point(i).z=Point(i).z-z_0
next i
绕 Z 轴旋转坐标变换转换成 VB 代码如下:
For i=1 to PointNum
    Point(i).x=x * cos( Jiao) - y * sin( Jiao)
    Point(i).y=x * sin( Jiao) + y * cos( Jiao)
Next i
```



图 4 旋转效果图

4 结束语

本系统在采矿 CAD 平台的基础上进行开发,调用平台底层函数接口,完成绘制爆炸材料库的二维全局布置图和部分剖面断面图、三维全局布置图,并生成了相关的计算说明图表。由于采矿设计是一项复杂的工程,为了使设计能够符合安全施工及矿井建设的需求,在实际操作时还需要综合考虑,合理地选择解决方案。

参考文献:

[1] 武新文,刘德平,邱法林,等.井下爆炸材料库有关设计问题分析[J].煤炭工程,2008(11):10-11.

[2] Stothard P. The Feasibility of Applying Virtual Reality Simulation to the Coal Mining Operations[J]. Australasian Institute of Mining and Metallurgy Publication Series, 2003(5): 175-183.

测率。

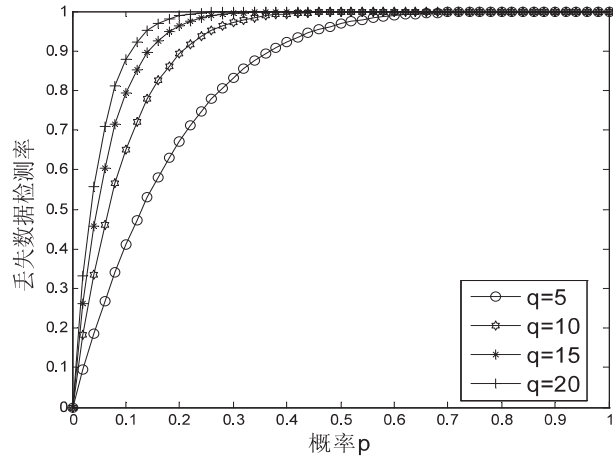


图 4 丢失数据检测率

由图 4 可知,当 $q = 5$, p 大于 0.7 时,丢失数据被检测的概率接近 1;甚至当 $q = 20$ 时, p 大于 0.3 丢失的数据都能被检测出来。由于无线传感网的信道丢失率范围是 5% ~ 10%,所以文中设计的方案提供了丢失数据的高检测率。

5 结束语

文中研究了分层无线传感网的安全数据采集问题,设计了一种有效的解决方案,并分析了方案的有效性。文中在 WSN 的数据安全采集及存储方面做了有益的研究工作,可供进一步研究参考。

参考文献:

- [1] 李玲娟,丁 亮.无线传感网中多跳路由算法的研究[J].计算机技术与发展,2010,20(6):55-58.

- [2] 任丰原,黄海宁,林 闯.无线传感器网络[J].软件学报,2003,14(7):1282-1290.
- [3] 孙利民.无线传感网[M].北京:清华大学出版社,2005:179-183.
- [4] Ratnasamy S, Karp B, Shenker S, et al. Data-centric storage in sensornets with GHT, a geographic hash table[J]. Mobile Networks and Applications, 2003, 8(4):427-442.
- [5] Desnoyers P, Ganesan D, Li H, et al. PRESTO: a predictive storage architecture for sensor networks[C]//Proceeding of HOTOS05. Santa Fe, NM, USA: [s. n.], 2005:23-28.
- [6] 赵 洋.安全多方计算及其应用协议研究[D].成都:电子科技大学,2009.
- [7] Sheng B, Li Q. Verifiable Privacy-preserving RangeQuery in Two-tiered Sensor Networks[C]//Proceedings of Infocom'08. Phoenix, AZ, USA: [s. n.], 2008:46-50.
- [8] He W, Liu X, Nguyen H, et al. PDA: Privacy-preserving Data Aggregation in Wireless Sensor Networks[C]//Proceeding of Infocom'07. Anchorage, Alaska, USA: [s. n.], 2007:2045-2053.
- [9] Shao M, Zhu S, Zhang W, et al. pDCS: Security and privacy support for data-centric sensor networks[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2009, 8(8):1023-1038.
- [10] 周 伟.基于分簇的无线传感器网络关键技术研究[D].上海:上海大学,2011.
- [11] 张招亮,陈海明,黄庭培,等.无线传感器网络中一种抗无线局域网干扰的信道分配机制[J].计算机学报,2012,35(3):504-517.
- [12] Wan C Y, Campbell A T, Krishnamurthy L. PSFQ: A Reliable Transport Protocol for Wireless Sensor Networks[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2005, 23(4):862-872.

(上接第 224 页)

- [3] Wang Yunjia, Fu Yongming. On 3D Geo-visualization of a Mine Surface Plant and Mine Roadway[J]. Geo-spatial Information Science, 2007, 10(4):287-292.
- [4] Rossmann M. Planning, Simulation and Real-time Depiction of Coal-mining Processes Using a "Virtual Reality" System[J]. Gluekauf Mining Reporter, 2003(1):27-31.
- [5] 张荣立,何国纬,李 铎.采矿工程设计手册[M].北京:煤炭工业出版社,2003:2473-2474.
- [6] 钱一达.采矿分项工程设计实用手册[M].北京:北京矿业出版社,2006:753-754.
- [7] 徐志强,杨邦荣,王李管,等.巷道实体的三维建模研究与实现[J].计算机工程与应用,2008,44(6):202-205.
- [8] Sunday D. About Planes and Distance of a Point to a Plane [EB/OL]. [2012-05-25]. http://softsurfer.com/Archive/algorithm_0104/algorithm_0104.htm#Planes.
- [9] 戴晓明,朱 萍.平面散乱点三角剖分分治算法的实现[J].计算机技术与发展,2006,16(1):11-12.
- [10] 孙中昶,卢秀山,田茂义.矿山巷道 3 维建模算法研究及实现[J].测绘学报,2009,38(3):250-253.
- [11] 郝长胜,孙宝雷,王瑞智.基于 OpenGL 的矿山巷道建模算法应用研究[J].现代矿业,2010(11):8-10.
- [12] 孙家广.计算机图形学[M].第 3 版.北京:清华大学出版社,1998:369-371.
- [13] 张 宏,温永宁,刘爱利,等.地理信息系统算法基础[M].北京:科学出版社,2006.
- [14] 赵 陌.计算可视化的一个快速三维旋转算法[J].系统仿真学报,2008,20(4):938-943.
- [15] 龚沛曾,陆慰民,杨志强. Visual Basic 程序设计教程[M].北京:高等教育出版社,2000.

井下爆炸材料库CAD系统的研究与实现

作者: [王海燕](#), [高江凤](#), [杨金超](#)
作者单位: [山东科技大学 研究生教育学院, 山东 青岛 266590](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013 (2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201302059.aspx