

有底柱阶段自然崩落法系统的设计与实现

王瑞霜¹, 杨伟光²

(1. 山东科技大学 信息科学与工程学院, 山东 青岛 266590;
2. 中煤陕西榆林能源化工有限公司, 陕西 榆林 719000)

摘要:为了使设计人员快速而准确地得到最合理的给定矿体的有底柱阶段自然崩落采矿法的二维图形和三维可视化模型的模拟图,文中通过分析有底柱自然崩落采矿法的生产过程(采准、切割、回采)以及读入的预先生成的矿体信息并将提取分析出来的崩落采矿法信息作为参数,实现了有底柱自然崩落采矿法系统的设计与实现。设计人员在使用该系统时,只需将分析得到的崩落采矿法信息输入,并读入预先生成的矿体即可得到基于该矿体的有底柱阶段自然崩落法的二维图形和三维模型的模拟图。使用该系统使得设计人员能够快速得到该采矿方法的二维和三维模型的模拟图,给设计人员带来了方便,在采矿领域起着极其重要的作用。

关键词:有底柱阶段自然崩落法;二维图形;三维模型

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)12-0176-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.12.041

Design and Implementation of a Natural Caving System of Bottom Column

WANG Rui-shuang¹, YANG Wei-guang²

(1. College of Information Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;
2. China Shaanxi Yulin Energy Chemical Industry Co., Ltd., Yulin 719000, China)

Abstract: In order to enable designers to obtain the most reasonable two-dimensional graphics and 3D simulated graphics of visualization model of a bottom column phase natural caving mining method based on given ore body quickly and accurately, by analyzing the production process of natural caving mining method (quasi, cutting, mining) and reading the pre-generated orebody information and extracting information out of caving mining method as a parameter, achieve the design and implementation of the system. The designers in the use of the system, simply input the information of caving mining method and read in advance of orebody, which can get the 2D graphics and 3D simulation diagram of the model based on the natural caving method of the orebody bottom column phase. Simulations using the system allows the designer to obtain two-dimensional and three-dimensional model of the mining method rapidly, bringing convenience to the design staff and playing a very important role in the field of mining.

Key words: pillar stage of natural caving method; two dimensional graphics; three dimensional model

0 引言

崩落采矿法是随回采工作面的推进,有计划地崩落围岩填充采空区来实现地压管理的采矿方法,即随着崩落矿石,强制(或自然)崩落围岩填充采空区,以控制和管理地压。根据不同的空区处理高度,崩落采矿法可分为分层崩落法、单层崩落法、阶段崩落法和分段崩落法^[1]。有底柱崩落采矿法是指有底部结构的崩落采矿法。底部结构一般是由受矿巷道、二次破碎巷

道(硐室)与放矿巷道组成,分别用来接收矿石、进行矿石的二次破碎以及将矿石放出采场并装载^[2]。有底柱崩落采矿法可以分为有底柱分段崩落采矿法和有底柱阶段崩落采矿法^[3]。其中,有底柱分段崩落采矿法又可以分为垂直深孔落矿有底柱分段崩落法和水平深孔落矿有底柱分段崩落法;有底柱阶段崩落采矿法又可以分为有底柱阶段自然崩落法和有底柱阶段强制崩落法。

收稿日期:2014-03-03

修回日期:2014-06-06

网络出版时间:2014-10-23

基金项目:国家“863”重点高技术研究发展计划项目(2009AA062700)

作者简介:王瑞霜(1990-),女,山东济宁人,硕士研究生,研究方向为CAD与图形图像处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141023.1124.031.html>

有底柱阶段自然崩落法^[4-8]是一种矿块生产能力大、劳动生产率高、采矿成本低的采矿方法。其崩落机理是在矿块下部大面积拉底和边界切帮后,失去支撑的矿石在重力和地压作用下,首先在中间部分出现裂隙产生破坏,而后自然崩落下来,并通过合适的底部结构放出,在阶段运输巷道装车运走,保证崩矿的连续进行^[9-11]。因有底柱阶段自然崩落法的实施工作相对比较简单、劳动生产率高,故文中给出了有底柱自然崩落采矿法系统的设计与实现,使得工作人员的工作效率进一步得以提高。

1 有底柱自然崩落采矿法系统的设计

1.1 参数提取

采矿方法的主要生产过程包括采准、切割、回采^[12],回采又包括落矿、矿石运搬和地压管理这三个主要生产工艺。通过分析这三个主要生产过程及采矿过程中的主要生产工艺提取出了阶段高、阶段底柱高、切帮巷道间距、电耙巷道间距、耙运距离、漏斗间距、电耙绞车功率、出矿速度等有底柱阶段自然崩落法参数信息。根据这些参数可以得到相应的崩落法具体的模拟图。当用户在使用该系统时,输入相应的崩落法参数信息后系统会自动判断看其是否符合设计规范,若不符合则提示错误信息;若符合则会生成有底柱阶段自然崩落采矿法的二维图形和三维模型的模拟图。

1.2 矿体的读入

首先用蓝光数字矿山软件系统自动生成所需要开采的矿体模型,并保存成 3dt 格式,当读入预先生成的矿体信息文件时通过编程语言 VB 将所生成的矿体信息(点的坐标及 RGB、面)保存到数组中,供有底柱阶段自然崩落采矿法中二维图形和三维模型的生成使用。读入矿体文件中点信息的代码如下^[13]:

```
Open filename For Input As 1
do while Not EOF(1)
Line Input #1, wstr
i=i+1
Select Case i
Case 2
filetext=Split(wstr," ")
w_ptn=Val(filetext(0)) 矿体 3dt 文件中点的个数
end Select
if i<=(2+w_ptn) and i>2 then
Point=Split(wstr," ")
```

1.3 二维图形、三维模型生成方法

有底柱阶段自然崩落采矿法系统主要是通过输入参数信息生成基于读入矿体的该采矿方法的二维图形和三维模型。讲述一下有底柱阶段自然崩落采矿法基于蓝光平台的二维图形和三维模型的绘制方法^[14]。

(1)绘制有底柱阶段自然崩落法的二维剖面时,首先根据分析读入矿体文件信息得到的点来求得二维图形的包围盒,并在此基础上选取合适的点作为坐标基准点,以便确定图形中各元素的相对位置。要求得二维图形的包围盒,首先要得到矿体信息文件中点的二维平面的凸包,然后根据凸包再求得该凸多边形的最小面积外接矩形,最后通过延长该矩形的上下边得到该矿体的二维图形的包围盒。然后根据提取出来的自然崩落法参数信息及对读入矿体点信息的分析,绘制有底柱阶段自然崩落法的二维剖面图。绘制图形时选取水平向右为 x 轴正向,竖直向下为 y 轴正向^[15]。以有底柱阶段自然崩落法中电耙巷道的绘制为例,主要参数为耙运距离(w_pyjl :米)和电耙巷道间距(w_dphdj :米)。通过分析读入的矿体信息和电耙巷道的位置布置,在选取的基准点的基础上计算电耙巷道相应点的坐标,调用系统底层的绘制直线、矩形、圆弧等图元的函数,按照布置图的形式,在基本图元的基础上构造所需的图形。当基本图形绘制完成后,要对生成的图形的各个部分分别进行尺寸标注,以确保绘制的图形信息完整。尺寸标注主要包括标注文本、标注类型、标注位置、标注箭头个数等信息^[16]。

(2)绘制有底柱阶段自然崩落法的三维模型时,同样也是先分析读入矿体文件得到的点信息,并得到该矿体的三维包围盒,然后在此基础上选取合适的点作为坐标基准点,再绘制三维模型。三维模型中的体是由若干个面构成,面是由若干个点组成。因此,在绘制三维模型时,要准确计算各个元素体对应的点的坐标,找准点、面、体之间的对应关系,便可绘制出有底柱阶段自然崩落采矿法的三维模型。

1.4 矿体的点对应的二维凸包求法

在设计有底柱阶段自然崩落采矿法系统的过程中,当生成二维图形时会遇到求散乱点的二维凸包问题。文中求矿体的点对应的二维凸包时采用的是 Graham 算法^[17]。该算法的思路如下所示:

(1)倾角排序:选出输入点集 s 中 y 最小的点,如果这样的点不唯一,则在这些点中选出 x 最小的点记为 p_0 ,设想有一条从 p_0 向右的射线 p_0x ,对点集中其余每一点 p ,计算倾角 pp_0x ,再按倾角排序,得到点序列 $Q = p_0, p_1, \dots, p_{n-1}$ 。

(2)压 p_0 进栈 S ;

压 p_1 进栈 S ;

压 p_2 进栈 S

(3)扫描点 p_3, \dots, p_{n-1} ,判断相继的三个点是否构成左转:

for $i \leftarrow 3$ to $n-1$

{

do while{由 S 的栈顶元素的下一个元素、 S 的栈顶元素以及 p_i 构成的折线段不拐向左侧}对 S 弹栈;

压 p_i 进栈 S ;

}

return S ;

此过程执行后,栈 S 由底至顶的元素就是 Q 的凸包顶点按逆时针排列的点序列。

1.5 二维凸多边形的最小面积外接矩形算法

在有底柱阶段自然崩落采矿法系统的实现过程中,当求取二维图形的包围盒时,用到的求二维凸多边形的最小面积外接矩形的算法实现思路描述如下:

(1) 总体思路:对于已知的凸多边形,经证明凸多边形的最小面积外接矩形的一边肯定与多边形的一边或者两边重合(证明方法见参考文献[18]),所以在求凸多边形的最小面积外接矩形时以每条边作为矩形的一边,求出到该条边距离最大的点 p_d 并且找出在该条边上的投影中最左侧的点 p_l 和最右侧的点 p_r 。由一边和求出的三个点可以确定该矩形并求出矩形的面积。依次按逆时针把凸多边形的每条边作为矩形的一边,求出相应的矩形面积,最后通过比较找到最小面积外接矩形。

(2) 详细思路如下:

① 首先把凸多边形的各顶点按逆时针排列,计算出多边形各边所对应的有向绝对矢量 $e_i = p_{i+1} - p_i$, 因为凸多边形的各顶点按逆时针排列,因此各边对应的有向绝对矢量 e_i 在坐标系中对应的点也按逆时针排列,记按逆时针排列的有向绝对矢量对应的末端点的坐标为 $Q = \{p'_2, p'_3, \dots, p'_n, p'_1\}$ 。

② 为了方便描述,选取有向绝对矢量 e_1 作为例子来描述求解外接矩形的算法过程。在 Q 中从 p'_2 开始顺序查找位于有向绝对矢量 e_1 所在直线左侧及其直线上的点,直到有一点 p'_d 位于直线上或者直线左侧而 p'_{d+1} 位于直线右侧,则 p'_d 所对应的点 p_d 就是到有向绝对矢量 e_1 所对应的边 $p_1 p_2$ 距离最大的点,并记 d_1 为 p_d 到直线 $p_1 p_2$ 的距离。

③ 把有向绝对矢量 e_1 按逆时针绕原点旋转 90 度,得到一绝对矢量 e'_1 , 在 Q 中从 p'_2 开始查找位于有向绝对矢量 e'_1 所在直线右侧的点,直到有一点 p'_{r+1} 位于直线的左侧或者位于直线上,则 p'_{r+1} 所对应的点 p_r 就是在有向绝对矢量 e_1 所对应的边 $p_1 p_2$ 的投影中最右侧的点。在 Q 中从 p'_{r+1} 开始查找位于有向绝对矢量 e'_1 所在直线左侧的点,直到有一点 p'_l 位于有向绝对矢量所在直线的左侧或者直线上而 p'_{l+1} 位于直线的右侧,则 p'_l 所对应的点 p_l 就是在有向绝对矢量 e_1 所对应的边 $p_1 p_2$ 的投影中最左侧的点。计算 $p_l p_r$ 在有向绝对矢量

e_1 所对应的边 $p_1 p_2$ 上的投影长度并记为 l_1 。矩形的面积为 $s_1 = d_1 * l_1$ 。

④ 依次把凸多边形的每条边所对应的有向绝对矢量 e_i 作为测试向量,按照上述的方法求出相应的矩形的面积,记为 $s_i = d_i * l_i$ 。最后比较所求得的每一个矩形的面积,找出最小的矩形的面积并记录其下标及点 p_d, p_r, p_l 。

2 有底柱阶段自然崩落采矿法系统的实现

根据上述对有底柱阶段自然崩落采矿法系统的分析与设计以及在系统实现过程中用到的算法的思路介绍,用 VB 的可视化编程来实现系统参数化界面的设计及实现,通过编写程序使得用户只需要输入相应的崩落法参数信息并读入矿体就可以查看基于读入矿体的有底柱阶段自然崩落采矿法的二维图形和三维模型的模拟图。二维图形和三维模型的实现需要依靠数字矿山 LK 平台的支持,生成的文件格式分别为 .net 和 .3dt。

在有底柱阶段自然崩落采矿法系统中,用户输入相应的崩落法参数并读入预先生成的矿体信息文件时,分别点击生成二维图形按钮和生成三维模型按钮时就会生成相应的二维图形文件(.net 格式)和三维模型文件(.3dt 格式),然后用蓝光数字矿山软件系统分别打开生成的二维图形文件和三维模型文件即可得到生成的结果图。

生成的结果图如图 1 和图 2 所示。

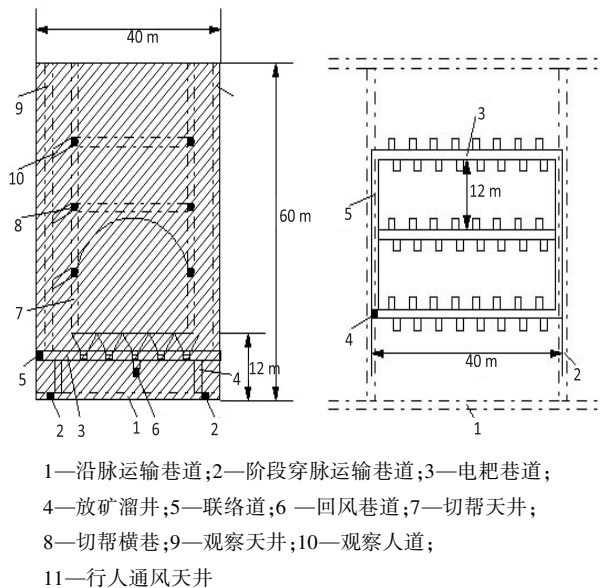


图 1 有底柱阶段自然崩落法二维图

图 1 和图 2 就是根据上述所描述的生成二维图形和三维模型的方法所生成的,若生成的图形结果不满意,可以重新输入相应的参数,读入不同的矿体即可得到不同的结果图。

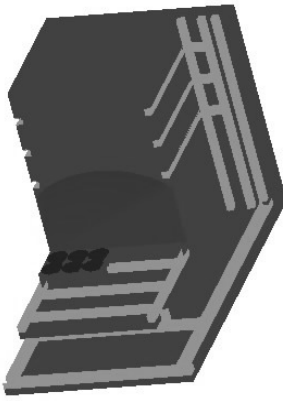


图 2 有底柱阶段自然崩落法三维模型

3 结束语

有底柱阶段自然崩落采矿法系统是由可视化编程语言 VB 来实现的,设计人员只需要输入相应的崩落法参数信息并读入预先生成的矿体信息文件就可以查看基于该矿体的有底柱阶段自然崩落采矿法的二维图形和三维模型的模拟图。但是,由于有底柱阶段自然崩落采矿法对矿体因素要求比较高,且矿体在开采过程中的参数比较复杂,因此,在参数的提取时还有待于进一步改进。

参考文献:

[1] 王家臣,王炳文. 金属矿床露天与地下开采[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2008:306-311.
[2] 陈国山,翁春林. 金属矿地下开采[M]. 北京:冶金工业出版社,2008:115-116.
[3] 王贺伟. 单层长壁式崩落采矿法系统管理与设计[J]. 信息技术,2011(4):172-173.

(上接第 175 页)

用[J]. 计算机技术与发展,2006,16(6):40-42.
[2] 李登元,胡素芳,周毅. 基于异构数据源整合与集成的信息系统集成技术研究与应用[J]. 机械工程学院学报,2004,16(6):62-64.
[3] 余腊生,李徐. 基于 Web 服务的跨网络异构数据交换技术[J]. 计算机应用,2005,25(12Z):9-11.
[4] 魏东平,潘向阳. 基于 XML 的异构数据的整合与集成模式探讨[J]. 内蒙古科技与经济,2005(5):87-88.
[5] McBrien P J, Poulouvassilis A. Data integration by bi-directional schema transformation rules[C]//Proceedings of 19th international conference on data engineering. [s. l.]:[s. n.], 2013.
[6] Friedman M, Levy A, Millstein T. Navigational plans for data integration[C]//Proc of the 16th national conference on artificial intelligence. [s. l.]:[s. n.], 1999.
[7] Ullman J D. Information integration using logical views[C]//


[4] 沈南山,顾晓春,尹升华. 国内外自然崩落采矿法技术现状[J]. 采矿技术,2009,9(4):1-4.
[5] 郭金峰. 我国地下矿山采矿方法的进展及发展趋势[J]. 金属矿山,2000(2):4-7.
[6] 王永光. 自然崩落法研究现状综述[J]. 有色矿山,1985(12):1-3.
[7] 谭光伟. 铜矿峪矿 5 号矿体自然崩落规律研究[J]. 有色金属:矿山部分,1997(5):8-12.
[8] 李翁然,周叔良. 自然崩落采矿法的发展现状[J]. 世界采矿快报,1996,12(3):12-15.
[9] 王福坤. 自然崩落法在中厚矿体中的应用研究[J]. 矿业研究与开发,1994,14(3):21-24.
[10] 袁海平,曹平. 我国自然崩落法发展现状与应用展望[J]. 金属矿山,2004(8):25-28.
[11] 张树茂. 铜矿峪矿自然崩落法回采实践[J]. 金属矿山,2003(2):12-14.
[12] 陈国山. 地下采矿技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2008:181-185.
[13] 张树兵,戴红,陈哲. Visual Basic 6.0 中文版入门与提高[M]. 北京:清华大学出版社,1999:100-107.
[14] 张亮,杨青,王振. 基于采矿 CAD 的硐室参数绘图系统设计及实现[J]. 计算机技术与发展,2012,22(2):195-197.
[15] 王海燕,高江凤,杨金超. 井下爆炸材料库 CAD 系统的研究与实现[J]. 计算机技术与发展,2013,23(2):222-224.
[16] 高江凤,王海燕,杨金超. 基于采矿 CAD 沉井井筒支护系统的设计及实现[J]. 计算机技术与发展,2013,23(4):181-183.
[17] 张岩,廖士中. 二维凸包 Graham 算法的设计与实现[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版),1999(2):1-2.
[18] 程鹏飞,闫浩文,韩振辉. 一个求解多边形最小面积外接矩形的算法[J]. 工程图学学报,2008,29(1):122-126.

Proc of the 6th international conference on database theory. [s. l.]:[s. n.], 1997.
[8] Abiteboul S. Querying semi-structured data[C]//Lecture notes in computer science. New York:Springer-Verlag,1997:1-18.
[9] 张岩,周明全,焦翠花. 网络科技资源中异构数据库访问技术的研究[J]. 计算机系统应用,2008(11):87-89.
[10] 杨金莹,刘明生. 基于 Web Services 的异构数据资源透明访问技术[J]. 石家庄铁道学院学报(自然科学版),2009,22(1):72-76.
[11] 王霓虹,张光磊. 基于 XML 的异构数据库集成的研究[J]. 信息技术,2006,30(5):173-176.
[12] 李宇翔,李端明. 电子商务中 XML 数据交换技术的应用研究[J]. 商场现代化,2008(28):55-56.
[13] 魏东平,潘向阳,孙东海,等. 基于 XMLSchema 的异构数据源集成技术研究[J]. 微计算机应用,2008,29(4):92-94.

有底柱阶段自然崩落法系统的设计与实现

作者：[王瑞霜](#)，[杨伟光](#)，[WANG Rui-shuang](#)，[YANG Wei-guang](#)

作者单位：[王瑞霜, WANG Rui-shuang\(山东科技大学 信息科学与工程学院, 山东 青岛, 266590\)](#)，[杨伟光, YANG Wei-guang\(中煤陕西榆林能源化工有限公司, 陕西 榆林, 719000\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(12)

引用本文格式：[王瑞霜](#). [杨伟光](#). [WANG Rui-shuang](#). [YANG Wei-guang](#) [有底柱阶段自然崩落法系统的设计与实现](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(12)