

文章编号 :1005-2712(2010)02-0003-04

马坑铁矿采矿工程三维巷道建模研究

苏成哲^a, 朱建新^a, 袁海平^b, 王瑞^b

(江西理工大学, a.资源与环境工程学院 b.应用科学学院, 江西 赣州 341000)

摘要 巷道的二维显示方式具有反馈速度慢、线路查看复杂, 不能直观、立体、形象地描述井下已有巷道及其空间关系等缺点。采用 AutoCAD、Surpac 软件, 以马坑铁矿巷道数据资料为依据, 具体介绍了三维实体巷道建模的思路和过程, 并构建了马坑铁矿三维巷道实体模型, 实现了马坑铁矿巷道二维表达向三维展现的转化, 为实现矿山数字化奠定了基础。

关键词 巷道模型; 矿山数字化; 马坑铁矿; Surpac

中图分类号: TD263 ; TP391.9 文献标识码: A

Three-dimensional Tunnel Modeling of Makeng Iron Mine

SU Cheng-zhe^a, ZHU Jian-xin^a, YUAN Hai-ping^b, WANG Rui^b

(a. Faculty of Resource and Environmental Engineering; b. Faculty of Applied Science,
Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: The two-dimensional display of Tunnel has the disadvantages of slow feedback, complex line examination, and being unable to view directly the spatial relations. This paper introduces the three-dimensional tunnel modeling via AutoCAD, Supac. The transformation from two-dimensional image to three-dimensional display is actualized, which lays a solid foundation of the mine digitization.

Key words: tunnel modeling; mine digitization; Makeng iron mine; Surpac

0 引言

巷道作为连接地面和地下而开掘的各类通道和硐室, 是井下生产的动脉。由于井下巷道的复杂性和地下资源条件的不断变化, 采用二维的方式显示巷道具有反馈速度慢、线路查看复杂, 不能直观、立体、形象地描述井下已有巷道及其空间关系等缺点。随着计算机技术的快速发展和广泛应用, 许多学者对巷道的三维实体建模做了有益的研究。魏占营^[1]采用巷道拱顶曲面离散化的拓扑数据思想, 将巷道划分为巷道体和巷道间节点进行巷道三维建模; 徐福玉^[2]以 AutoCAD 平台结合 VC++、.NET 和 Object ARX 技术完成三维实体井巷构建; 沈泓^[3]利用拉伸、扫描、旋转等方法建立矿井通风网络的三维仿真模型等^[4-7]。本研究以福建马坑铁矿二维巷道实际数据

资料为依据, 利用 AutoCAD 软件强大的制图功能和 Surpac 矿山软件优越的建模功能, 构建了该矿三维实体巷道模型, 实现了马坑铁矿巷道二维表达向三维转化, 从而能直观的描述三维实体巷道与巷道围岩的空间位置关系, 为合理确定矿山开拓系统、优选采矿方法奠定了基础。

1 三维实体巷道构建的基本思路

1.1 巷道建模的数据源

巷道导线点的坐标是巷道数据源, 井下的每一条巷道都布置了具有三维坐标的导线点, 巷道的空间位置是由导线点的三维坐标决定的, 因此巷道内的导线点是构建三维实体巷道的数据源。相对于整个矿区建模而言, 可将巷道分解为多个相互交错的单一的巷道体。如果将巷道抽象为一条线, 这条线就是巷道中线。

收稿日期 2009-09-10

基金项目 江西理工大学研究生创新基金资助项目

作者简介 苏成哲(1985-)男, 2008 级硕士研究生。

如果将巷道体抽象为巷道中线、巷道断面和巷道的三角网格，那么相对局部矿区建模而言，根据巷道用途以及断面形状的不同，巷道体是不一样的。而巷道的空间形态是由巷道的断面决定的，因此巷道的断面数据也是构建三维实体巷道的数据源之一。

1.2 巷道中线构建

由于井下测量受空间的限制，并且一些先进的测量仪如全站仪等在很多矿山单位还未配置，所以导线测量仍是井下测量的主要手段。井下测量的导线点顺次连接起来并不是巷道的中线，因此导线点不能直接用来做巷道的中线，需根据导线点采用巷道中线逼近^[8]的方法进行处理，来实现导线点换算为巷道中线点^[9-10]。将一条巷道换算后得到的中线点连接起来，即成了该巷道中线，所有的巷道中线组合在一起即可描述整个巷道的网络拓扑结构。

1.3 巷道断面构建

巷道实体模型可直观反映巷道与矿岩、围岩空间位置关系。巷道模型采用中心线加巷道横断面的方法进行。根据巷道的功能并结合其地质条件情况，巷道的断面可能是矩形、半圆形、梯形拱、三心拱甚至是圆弧拱^[1]。本研究涉及到的断面形状主要是直壁拱形和圆形断面，圆形断面可类比直壁拱形进行建模。

直壁拱形巷道的断面形状可以利用 r, h, w 3 个参数来控制。在运用矿山软件 Surpac 建立三维实体巷道时，为了加快巷道建模的速度、提高建模的效率并达到建模的智能化、自动化。采用 5 个线段逼近的方法来表达巷道拱顶的曲线部分，最终形成的巷道断面由 8 个坐标点组成（如图 1），虚线表示巷道拱顶的曲线部分，1~8 表示点坐标的位置。

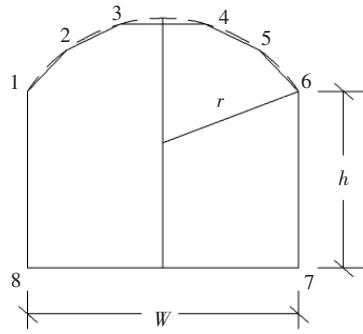


图 1 巷道断面图

2 三维巷道实体的实现

2.1 工程概况

福建马坑铁矿为国内特大型磁铁矿之一，现已探明为华东第一大矿，矿石类型为磁铁矿，具有储量大、

岩体稳定、可选性好、矿床埋藏深度大、矿坑涌水量大和伴生钼矿可综合利用等特点，总储量为 4.34 亿 t，平均品位 Fe 37.99%，矿区分为中、西两个矿段，铁矿石地质储量约为 4.34 亿 t，其中：中矿段 1.15 亿 t，西矿段 3.19 亿 t。初步规划可建设 600 万 t/a 的特大型地下开采矿山，建成后将成为国内最大的地下铁矿山，计划分三期建设，第一期开采+420~+530 m 标高段矿体，地质储量约 667.19 万 t，第二期开采+150~+420 m 标高段矿体，铁矿石储量 3800 万 t，第三期开采-100~+150 m 标高段矿体，该范围内铁矿石储量 20 700 万 t。

随着实际开采的不断进行，井下巷道将不断的增加且更加的复杂。如图 2 为马坑铁矿局部巷道，该二维平面图将巷道抽象成双线，这种显示巷道的方式不能直观的确定井下巷道的空间位置关系，而且巷道与周边岩体的空间位置关系难以显示。为此采用矿山建模软件 Surpac 并结合绘图工具 AutoCAD 将巷道二维表达向三维转化。

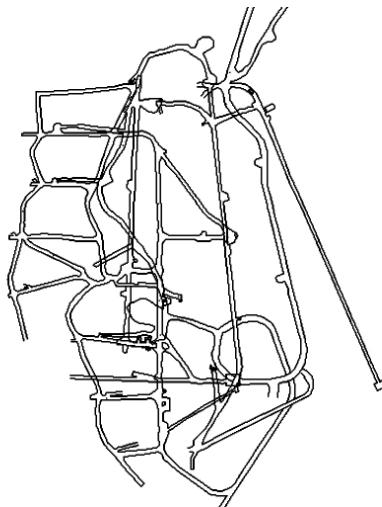


图 2 马坑铁矿局部巷道

2.2 三维实体巷道的形成

Surpac 矿业软件是世界矿业领域内具有领先水平的矿山应用软件，在全球 90 多个国家和地区有 5000 多个用户，该软件有以下优点：能建立空间数据库、建立空间实体模型、块体模型，有优越的三维制图功能，能充分利用主剖面与加密剖面的探矿成果，建立切合实际的矿体三维模型、品位模型和巷道三维模型。

目前马坑铁矿开采主要有 +420 m、+390 m、+360 m、+330 m 和 +300 m 5 个中段，各中段的水平巷道分别根据平面图建立巷道三维模型，其它巷道如斜坡道、提升井、盲斜井等根据巷道中线及巷道断面实测尺寸建立巷道模型。巷道建模步骤如下：

(1) 在已有的井下巷道 AutoCAD 二维图中, 根据中段标高和巷道轨道数目进行巷道断面划分, 如表 1 中段高度为 +420 m 巷道断面尺寸情况。

表 1 中段高度为 +420 m 巷道断面

巷道	断面尺寸(宽×高) / m
双轨巷道	4.0×3.6
单轨巷道	3.6×3.6
无轨巷道	3.0×3.0
竖井	Φ4.0
主斜坡道	4.0×3.6

(2) 针对不同中段高度的井下巷道导线点, 图 3 为 +420 m 中段局部巷道及巷道导线点(图 3 中黑点代表导线点), 在 AutoCAD 中采用巷道中线逼近的方法进行处理, 得到经过换算的巷道中线点, 再连接各中线点得到 +420 m 中段巷道网络拓扑结构, 如图 4 所示。

(3) 保存巷道网络拓扑结构和巷道断面为 dxf 格式文件, 完成巷道网络拓扑结构和巷道断面的 AutoCAD 处理。



图 3 +420 m 中段局部巷道及巷道导线点

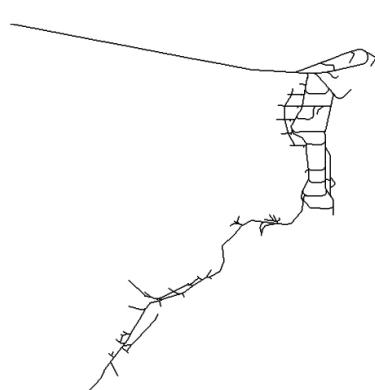


图 4 +420 m 中段巷道网络拓扑结构

(4) 网络拓扑结构在其节点处巷道延伸的方向不明确, 为了便于巷道体的生成及巷道间的布尔运算需要对巷道网络结构在 AutoCAD 中进行处理。巷道网络拓扑结构可用结点、节点和巷道线^[5]三种基本元素组成。图 5 为处理后的巷道网络示意图, 图 5 中的 A、B、C、D 等表示结点和节点, 1、2、3、4 表示巷道线。表 2 为处理后拓扑网络结构形成三维实体的巷道中线路径。

(5) 在 Surpac 中导入 dxf 格式文件, 并转换保存为 str 格式的线文件。运用 Surpac 的坐标转换功能将巷道中线局部坐标转换为与实际相符的世界坐标, 再由中线与断面形成巷道实体的功能建立不同类型的巷道实体(如主斜坡道、竖井、斜井、各中段

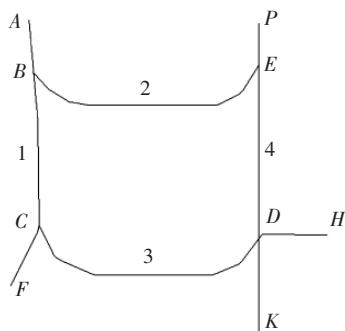


图 5 巷道网络示意图

巷道实体等)并保存为 dtm 格式的实体模型.

表 2 拓扑网络结构

巷道线	路径
1	ABCF
2	BE
3	CDH
4	PEDK

(6) 将形成不同类型 dtm 格式的巷道实体组合成一个总的 dtm 格式文件,为了表达巷道模型的空间位置关系,采用将其与部分岩体模型共同展现的办法来实现,如图 6 所示.

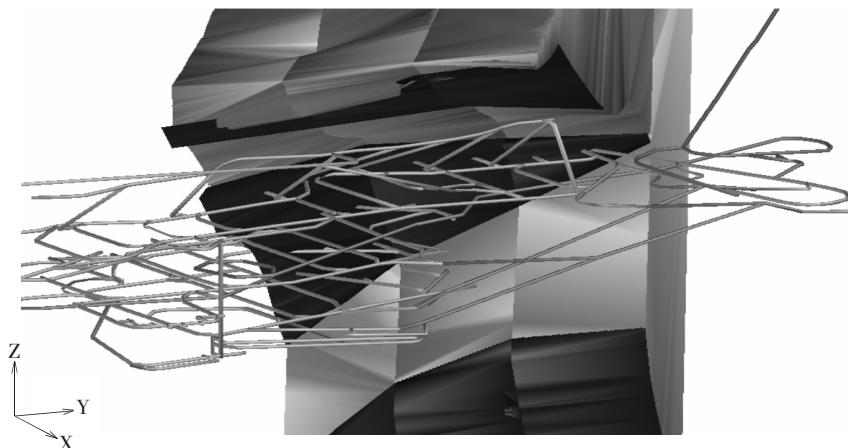


图 6 巷道实体模型与部分岩体的空间位置关系

3 结语

巷道是为采矿提升、运输、通风、排水、动力供应等而掘进的通道,是井下生产的动脉。利用 AutoCAD 软件和 Surpac 矿山软件建立马坑铁矿三维实体巷道模型,实现马坑铁矿巷道二维表达向三维转化,将各采掘工程巷道与岩体之间的空间形态全方位地、可视化地、动态地展现出来,为合理的确定矿山开拓系统、优选采矿方法提供了良好基础,大大提高工程设计、分析的能力。其次建立三维实体巷道模型不仅能确保巷道资料管理工作的准确性,也减少工作量,提高管理人员的工作效率,而且能提高企业决策的科学性和生产过程的可控性,为实现现代矿山的科学化管理,构建数字化矿山奠定了基础。

参考文献:

[1] 魏占营,王宝山,李青元. 地下巷道的三维建模及 C++ 实现[J]. 武汉

大学学报,2005,30(7):650~653.

- [2] 徐福玉,孙玉福. 基于 AutoCAD 平台的矿山真三维实体巷道研究与实现[J]. 有色矿冶,2007,23(3):20~23.
- [3] 沈 泛,王海宁,黄国平. 基于 SolidWorks 的矿井通风系统三维仿真模型[J]. 矿业安全与环保,2007,34(3):40~42.
- [4] 袁海平,何锦龙,李肖锋. 基于 AutoCAD 技术的矿床三维实体建模研究[J]. 采矿技术,2009,9(1):115~116.
- [5] 汪云甲,伏永明. 矿井巷道三维自动建模方法研究[J]. 武汉大学学报,2006,31(12):1098~1100.
- [6] 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):202~206.
- [7] 姚建海. 煤矿三维巷道建模技术研究 [J]. 太原科技大学学报,2009,30(1):80~83.
- [8] 葛永慧,王建民. 矿井三维巷道建模方法的研究 [J]. 工程勘察,2006,10:46~49.
- [9] 王凤林,王延斌. 巷道三维建模算法与可视化技术研究[J]. 工程勘察,2009,24(1):91~94.
- [10] 丁凌蓉,沈 澄. 基于 SolidWorks 的螺杆压缩机体三维建模设计[J]. 江西理工大学学报,2007,28(6):17~19.