

The Application of 3D Modeling Technology in the No.30 Kimberlite Rock Pipe Exploration

Haitao Fu^{1*}, Xuedong Shan², Ning Kang², Haihua Fu³, Fanglai Wan³

¹Liaoning Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration, Shenyang Liaoning

²The Sixth Geological Brigade of Liaoning Province, Dalian Liaoning

³The Third Geological Brigade of Liaoning Province, Chaoyang Liaoning

Email: Infht@163.com

Received: Oct. 1st, 2017; accepted: Oct. 15th, 2017; published: Oct. 20th, 2017

Abstract

Diamond mine is one of the important minerals in Liaoning Province. The reserves of diamond primary mineral resources in Wafangdian area of Liaoning province account for more than half of the national diamond resources. This paper introduces the three-dimensional modeling method and results of the No.30 rock tube in this area, and puts forward some new understanding in the form of trench shape and inclination direction and deep prospecting direction, etc. It is considered that the three-dimensional model can better show the spatial distribution pattern of the Kimberlite rock type diamond orebody, and provide guidance for the exploration work.

Keywords

Liaoning, Diamond Exploration, No.30 Rock Pipe, 3D Modeling

三维建模技术在30号岩管勘查中的应用

付海涛¹, 单学东², 康宁², 付海华³, 万方来²

¹辽宁省地质矿产勘查局, 辽宁 沈阳

²辽宁省第六地质大队, 辽宁 大连

³辽宁省第三地质大队, 辽宁 朝阳

Email: Infht@163.com

收稿日期: 2017年10月1日; 录用日期: 2017年10月15日; 发布日期: 2017年10月20日

*第一作者。

文章引用: 付海涛, 单学东, 康宁, 付海华, 万方来. 三维建模技术在 30 号岩管勘查中的应用[J]. 地球科学前沿, 2017, 7(5): 645-652. DOI: 10.12677/ag.2017.75065

摘要

金刚石矿是辽宁省的重要矿产之一, 辽宁瓦房店地区已探明的金刚石原生矿资源储量占全国金刚石资源量的一半以上。本文介绍了以该区30号岩管为例的三维建模工作方法与成果, 在30号岩管形态和倾伏方向、深部找矿方向等方面提出了一些新的认识, 认为三维模型可以更好地展示金伯利岩型金刚石原生矿体的空间展布形态, 并可为勘查工作提出指导性意见。

关键词

辽宁, 金刚石勘查, 30号岩管, 三维建模

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



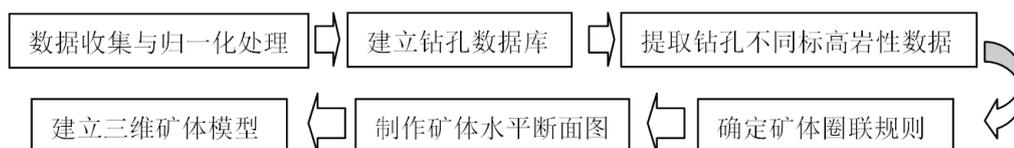
Open Access

1. 序言

瓦房店地区位于辽宁省南部, 是我国重要的金伯利岩型金刚石原生矿产区。至 2016 年底, 该区共发现 4 条金伯利岩矿带, 119 个金伯利岩体。其中, 岩管 24 个, 岩脉 115 个。辽宁省第六地质大队在该区提交了 4 个大型金刚石原生矿床和 3 个中小型近源沟谷砂矿。在 4 个大型原生矿中, 探明资源量从大到小依次为 42 号岩管、50 号岩管、30 号岩管和由 51、68、74 三个岩管组成的岩管群。

本区的金刚石勘查经历了几个不同的时段, 第一阶段为 1971~1988 年, 先后发现并评价了 1、2 号岩管、勘探了 42、50、30 号岩管及 51、68、74 岩管群, 确立三个矿带的认识; 第二阶段为对外合作阶段, 1989~2000 年间多次与外商合作, 先后评价了 104、105、106、110、111 等岩管; 第三阶段为 2009~2016 年, 在这一阶段, 先后评价了 110、38、111 号岩管深部, 并发现了 38 号与 111 号岩管之间的金伯利岩岩墙; 于 2016 年, 在原有三个矿的外围发现了第 IV 矿带, 取得了金刚石找矿的突破性进展(见图 1)。

从勘查技术的角度来说, 我国的金刚石找矿工作大体上遵循水系重砂测量、物探测量(包括航磁地磁测量、电法测量等)、槽井探、钻探与坑探等工作程序。虽然三维建模技术已广泛应用于地质勘查工作中[1] [2] [3] [4] [5], 但国内尚未见到在金刚石勘查工作中应用三维建模技术的报道。有鉴于此, 作者尝试以 30 号岩管为例进行矿体三维建模, 并取得了一些可喜的成果和认识。本次研究采用的工作流程如下:



2. 数据收集与整理

本次研究使用了辽宁省第六地质大队 1981 年提交的《辽宁省复县涝田沟金刚石矿区 30 号金伯利岩管详细普查地质报告》和 2015 年提交的《辽宁省瓦房店市大李屯金刚石隐伏矿体普查报告(2011 年 3 月~2015 年 6 月)》等相关资料。收集了 60 个钻孔数据以及矿区地形地质图等资料。由于工作时代不同, 两次工作中使用的坐标体系也不同。为了便于研究和三维展示, 首先对这些数据进行了归一化处理, 将北

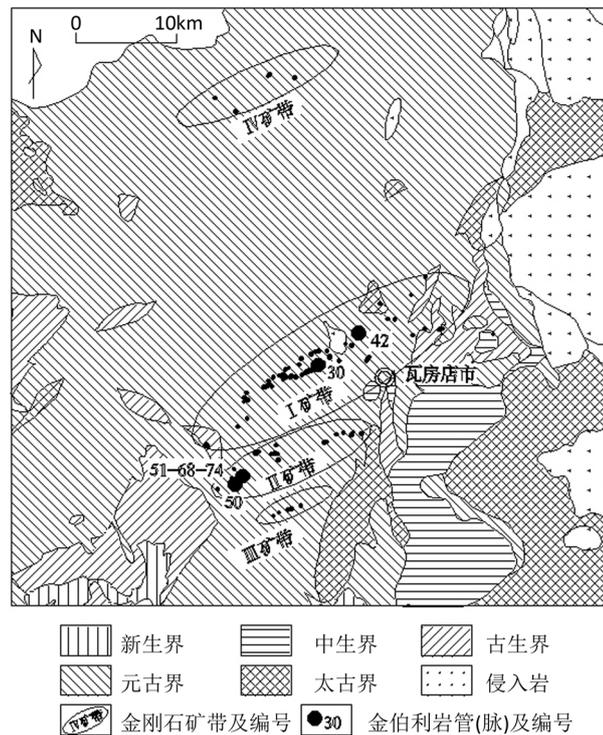


Figure 1. Liaoning Wafangdian area geological sketch (according to Liaoning Province 1/500,000 geological map)

图 1. 辽宁瓦房店地区地质略图(根据辽宁省 1/50 万地质图改编)

京 54 坐标系的资料转换成西安 80 坐标系, 由于 56 黄海高程系和 85 国家基准的高程差对三维显示影响不大, 故未对高程数据进行转换; 然后, 对 Mapgis 格式的矿区地形等高线进行编辑, 加挂高程属性便于后续制作矿区地形 DTM 模型; 最后, 根据矿区范围和钻孔深度对钻孔平面坐标和地形数据进行了平移, 使得制作的三维模型显得比例比较合理。

3. 建立数据库

此处所说的数据库是指钻孔数据库。本次建立的数据库包括三个数据表, 即: 定位表、测斜表和岩性表。各数据表的内容如下:

定位表的内容包括:

钻孔编号	N 坐标	E 坐标	孔口高程	最大孔深	轨迹	勘探线号
------	------	------	------	------	----	------

测斜表的内容包括:

钻孔编号	测斜深度	倾角	方位角
------	------	----	-----

岩性表的内容包括:

钻孔编号	深度(从)	深度(至)	岩性
------	-------	-------	----

为了重点研究金伯利岩的形态, 岩性表的岩性字段仅对金伯利岩、含金伯利岩角砾岩和围岩进行了

区分。

三个表依靠钻孔编号进行联系。

4. 编制平面断面图

4.1. 水平断面数据提取

根据以往资料, 30号岩管分为30-1和30-2两个部分。30-1出露于地表, 出露标高100~124米, 计算资源量时最低标高为-70米; 30-2为隐伏矿体, 计算资源量的范围为-70~-460米标高。另外, 在30号岩管矿区内, 地表还见有一些规模较小的金伯利岩脉, 岩脉最高出露标高在154米左右。矿区最大标高182.15米, 最大孔深1039.5米。最大见矿深度964.2~998.3米(ZK1201), 相当于-801.5~-835.6米标高。由于本次研究主要对象是30-1和30-2岩体, 而这两个矿体的延深均超过100米, 所以确定以25米为段高, 提取相关平面的数据。为了与以往的计算结果进行对比, 除25米整数平面外, 增加了-70、-460米等平面, 共计提取了43个平面的数据。

4.2. 岩管边界的外推原则

以往本区计算金刚石资源量时, 采用按勘探线编制垂直投影图, 按平行断面法计算矿体体积。由于金伯利岩体呈上下拉长的筒状产出, 而且目前国内没有金刚石勘查规范, 所以在参考以往圈定矿体的外推原则后, 决定本次研究矿体边界的圈定原则是见矿孔位置外推20米; 如果两个孔间距离不足20米时, 则参考上下两个平面的情况确定矿体边界, 无法参考上下平面时, 以见矿孔和未见矿孔距离的一半定为矿体边界; 有些钻孔在数据平面的上下1米处既见金伯利岩又见围岩, 这样的钻孔就直接作为矿体边界。

4.3. 平面断面图制作

根据上述圈矿的原则, 利用Mapgis软件制作平面断面图。首先将从数据库提取的平面数据转换成Mapgis可识别的点文件, 这些数据点属性就是所在平面钻孔揭露的岩性情况; 然后, 利用Mapgis软件“输入编辑”模块“线编辑”中的“解析造线”功能, 确定每一个见矿钻孔向周边外推20米的位置。具体作法是, 以见矿孔位置为原点, 向需要外推的方向确定20米的距离, 尔后再把所有外推点连起来即构成该平面的矿体的边界线(见图2); 最后, 把线属性赋值为该平面的高程值, 利用文件转换功能转成*.dxf格式备用。

5. 建立模型

首先将30号岩管在地表出露范围作为矿体在地表的边界线投到地形DTM上, 然后与各平面的矿体边界组合成矿体轮廓线。在处理完矿体轮廓线的交叉点、重复点及聚结点等对建模有影响的事件后, 进行模型建立。

在不同标高的断面图连接后, 发现在不同标高处存在多个块体错动现象, 推测是由于近水平的断层导致的错动, 特别是在60和-55米标高处更为明显。因此, 在这两个标高处推测了两个略向西倾的断裂构造(见图3)。本次构建了4个模型体, 以推测断层1为界, 其上为原30-1矿体, 其下为原30-2矿体 and 一个小岩枝。原30-1矿体被推测断层2错断, 又分为2个矿段(1号模型体和2号模型体)。1980年报告计算资源/储量的部分, 相当于1、2号模型体以及3号模型体的-460米标高以上部分; 2012年报告计算资源/储量的部分, 相当于3号模型体的-460米标高以下部分和小岩枝, 这部分与报告中的矿体形态差别较大。本次研究只对相对连续的较大金伯利岩体进行了三维模拟, 一些钻孔见到的小段金伯利岩, 本次建模过程中未予以考虑, 三维模型细节还有待完善。

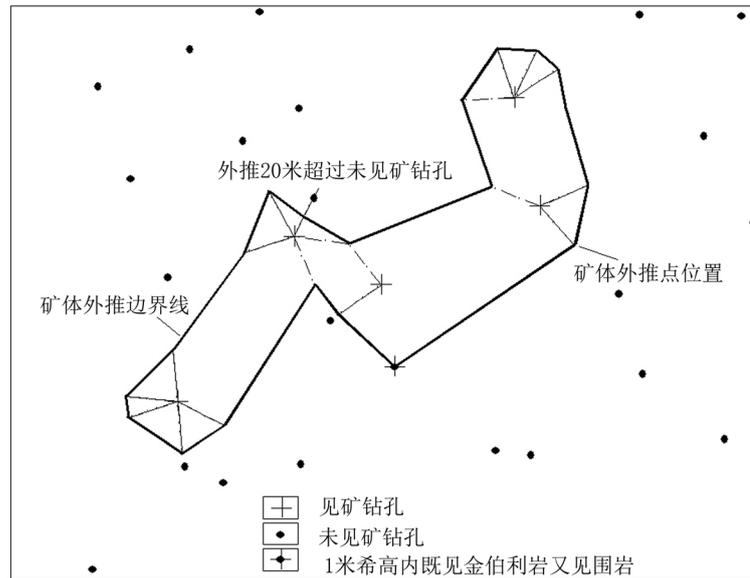


Figure 2. The diagram of extrapolation way of ore body in -75 meters elevation

图 2. -75 米标高矿体外推方式示意图

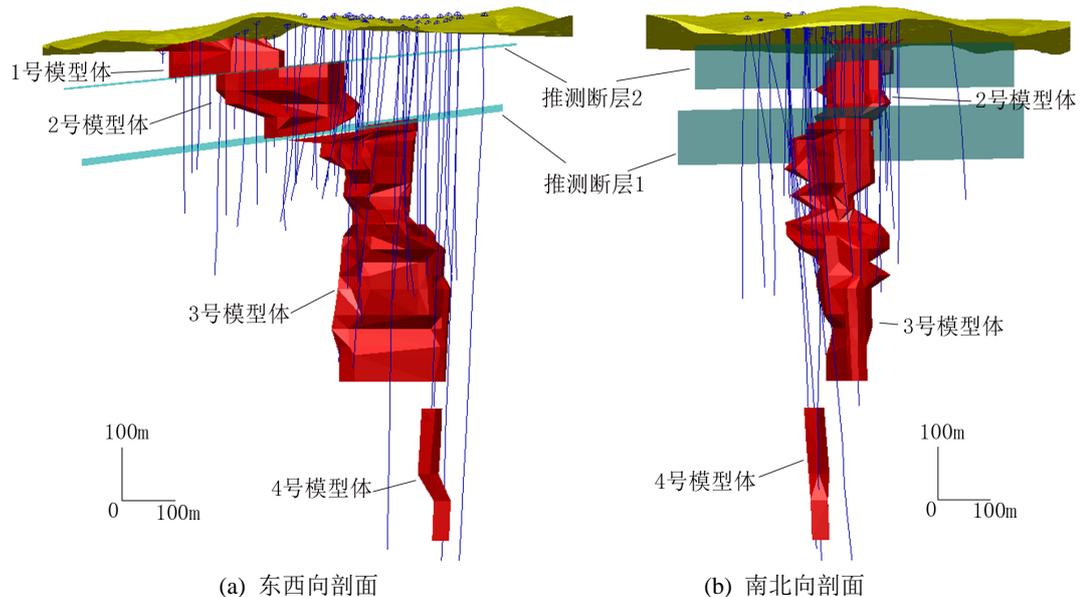


Figure 3. Three-dimensional model of No.30 rock pipe

图 3. 30 号岩管三维模型图

6. 几点认识与讨论

6.1. 岩管侧伏方向问题

以往工作认为, 30 号岩管是由 30-1 和 30-2 两个部分组成并向南东侧伏。本次研究认为, 30 号岩管是一个近直立的岩管, 但被一组东西向运动、产状很缓的断层错断了, 断距虽然不大, 但岩管在平面上还是呈东西向拉长状态, 西侧略偏北, 东侧略偏南。不同标高矿体在地表投影构成的矿体走向大约为 95 度左右, 小于以往所认为的 105 度左右的长轴方向。以往由于认为是向南东侧伏, 所以深部探矿工程

都是向南东向逐渐加深的。根据收集到的原 30-2 矿体-220 和-380 米标高矿体范围，制作了如图 4 所示的原矿体与 3 号模型体的对比图。从图 4 上可以看到，原有的 30-2 矿体的范围明显大于实际钻孔控制的范围，部分钻孔在布设时因受矿体向南东倾伏认识的影响，没能对 3 号模型体下延部分起到有效控制作用。

6.2. 缓倾断层问题

从三维模型中 60、-55 米两个标高的结果看，矿体在这两个标高出现明显的东西向位移(见图 3(a))，大约位移了 95 米左右，原 30-1 号矿体被分成两段，而在南北向上并没有明显的位移(见图 3(b))。这说明 1 号、2 号、3 号模型体受到过一个东西向的力，使上部的 1 号和 2 号模型体向西移动。在 1 号模型体中的 GK3001、SK3002-1、ZK3012 三个钻孔见矿底界几乎是相同的，都是在 60 米标高附近，而在 2 号模型体中的 ZK3003 孔的见矿顶界也是 60 米左右。这 4 个钻孔分布在两条勘探线上，勘探线间跨度为 77 米，勘探线上跨度为 86 米。这说明在这样一个区域内存在近水平的断层面，切割了金伯利岩体。

6.3. 深部探矿方向问题

30 号岩管勘查中的钻孔最大深度为 1039.5 米，最低见矿标高为-835.6 米，说明本区的金伯利岩向下延伸很大。从三维模型上看，ZK1102 和 ZK1201 孔所见的金伯利岩应该不是原 30-2 矿体的向下延伸部分，而是在主岩管旁侧的小岩枝。主岩管应在 3 号模型体的下部及其北侧，这些部位也是下一步需要验证的重要区段(见图 5)。

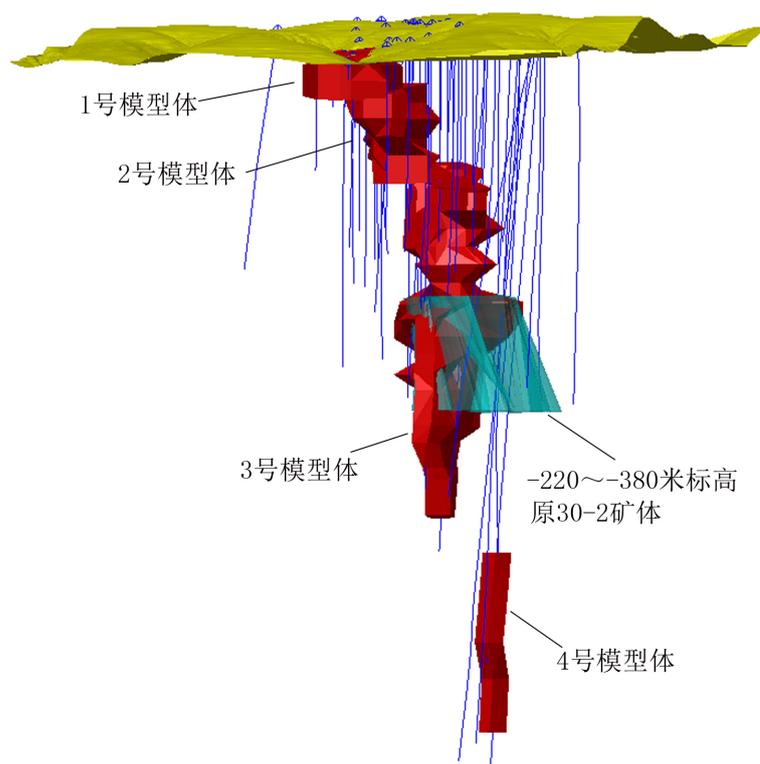


Figure 4. Comparison of the space between the original 30-2 ore body and the three-dimensional model ore body

图 4. 原 30-2 矿体与三维模型矿体的空间对比图

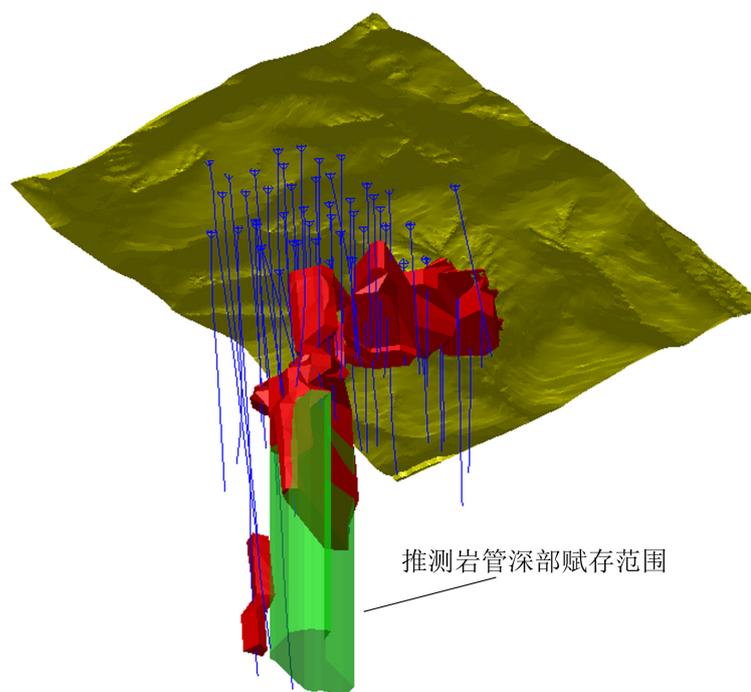


Figure 5. Shows the depth of the formation of rock tube
图 5. 推测岩管深部赋存范围图

6.4. 矿体体积对比问题

30号岩管经历了多次勘查，在提交的两份勘查报告中均采用按勘探线制作垂直纵投影图计算矿体面积，然后按相邻剖面组成棱柱或锥台的方式计算勘探线间的矿体体积。从本次三维建模结果看，这种方式计算的矿体体积有些地方值得进一步探讨。本次研究按不同标高制作水平投影图，然后将不同平面的矿体相连计算矿体体积。为了探讨三维模型的有效性，对以往的矿体体积和三维模型的体积进行了对比，但为了讨论方便，未考虑资源量级别。

原30-1号矿体赋矿标高为地表~-70米，体积 $2,991,920.83\text{m}^3$ ；30-2号矿首次提交的资源量为-70~-460米，体积 $5,080,564.43\text{m}^3$ ；最近一次提交的是-460~-907米，体积 $918,750.00\text{m}^3$ 。本次建模，主矿体最低标高为-525米，再往下，由于主矿体处没有钻孔控制，因此其下部仅为推测的找矿有利靶区；而-575~-825米则为一个小岩枝，不具有计算资源量的意义。经过统计，三维模型地表到-70米的矿体体积为 $2,688,221.10\text{m}^3$ ，-70~-460米的体积为 $4,371,032.36\text{m}^3$ ，-460~-525米的体积为 $450,894.10\text{m}^3$ 。小岩枝-575~-825米的体积为 $191,164.38\text{m}^3$ 。总体上看，三维模型的体积小于原矿体的体积。30-1号矿体与-70米以上三维模型差10.15%，30-2号矿体与-70~-460米的三维模型差13.97%，-460米以下相差30.12%。全矿区对比相差14.35%。也就是说，越往深部差别越大。但从三维模型上看，深部矿体的形态，三维模型可能更接近于实际。

6.5. 金刚石勘查规范问题

目前我国尚没有金刚石勘查规范，实际工作中也遇到如何确定金伯利岩型金刚石矿资源储量级别的问题，本次研究中也遇到如何圈定矿体边界的问题。笔者认为，应尽快制定适合我国国情的金刚石矿勘查规范。根据本次研究结果，建议在制定金刚石矿勘查规范时，应充分考虑管状矿体的特殊性，合理确定圈矿原则，以水平断面圈矿可能更接近实际情况，见矿钻孔平面外推距离以20米为宜，水平断面高差

40~80 米为宜。

7. 结论

通过本次研究认为, 三维建模技术在金伯利岩型金刚石原生矿勘查过程中会起到决定性作用, 能够更直观地模拟出矿体的形态, 以瓦房店地区 30 号岩管为例, 能为勘查工作提出方向性指导意见, 对深部找矿具有重要的意义。

致 谢

在本次研究过程中, 得到了辽宁省地质矿产勘查局刘陆山、武悦等的大力支持, 在此深表谢意。

参考文献 (References)

- [1] 李青元, 贾慧玲, 王宝龙, 董前林, 宋博群, 魏新永. 三维地质建模的用途, 现状, 存在问题与建议[J]. 中国煤炭地质, 2015, 27(11): 74-78.
- [2] 王银秀, 李业伟. Surpac 软件在三维地质建模中的应用[J]. 地质学刊, 2014, 38(3): 445-450.
- [3] 赖传隆. 基于 Surpac 的三维地质建模及可视化技术应用[J]. 中国煤炭地质, 2016, 28(7): 69-73.
- [4] 黄明清, 孙长坤, 谭伟. 萨热克铜矿 DIMINE 三维地质建模及储量估算[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2016, 32(3): 8-12+25.
- [5] 郝全明, 朱振龙, 薛瑞雄, 杨乐, 云霞. 基于 3D1Vline 的矿山三维地质建模研究[J]. 煤炭技术, 2016, 35(5): 112-114.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org