

# 智慧矿山实景三维建模技术探讨

彭万钦

湖南省水文地质环境地质调查监测所

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1770

**[摘要]** 在信息化时代中,传统的矿山管理模式已无法满足实际需求,只有加强智慧矿山建设才能够提高管理效率,而进行实景三维建模有助于智慧矿山的建设,因此利用分析法等方法对智慧矿山实景三维建模技术及其应用进行了探究。在探究过程中先简要分析了智慧矿山与实景三维建模,之后探讨了应用实景三维建模技术的意义,最后分析了实景三维建模技术手段与具体应用。探究结果表明,应用实景三维建模技术有利于优化矿山规划与设计、提高矿山运营效率,所以应提高重视程度,充分发挥倾斜摄影测量技术、3D打印技术、三维可视化技术等手段的作用,促进智慧矿山的发展。

**[关键词]** 智慧矿山; 三维建模; 倾斜摄影测量技术

**中图分类号:** TF748.21+2 **文献标识码:** A

## Discussion on 3D modeling technology of smart mine real scene

Wanqin Peng

Hunan Provincial Hydrogeological and Environmental Geological Survey and Monitoring Institute

**[Abstract]** In the information age, the traditional mine management mode has been unable to meet the actual needs, only by strengthening the construction of smart mine can improve the management efficiency, and the real scene 3D modeling is conducive to the construction of smart mine, so the method of analysis is used to explore the smart mine real scene 3D modeling technology and its application. In the process of exploration, it first briefly analyzes the intelligent mine and the 3D modeling of the real scene, then discusses the significance of the application of the 3D modeling technology, and finally analyzes the means and specific applications of the 3D modeling technology of the real scene. The exploration results show that the application of 3D modeling technology is conducive to optimizing mine planning and design and improving mine operation efficiency, so we should pay more attention to it, give full play to the role of tilt photogrammetry technology, 3D printing technology, 3D visualization technology and other means to promote the development of smart mines.

**[Key words]** Smart Mine; Three-dimensional Modeling; Tilt Photogrammetry

### 前言

加强智慧矿山建设有利于提高矿山安全水平、促进矿山可持续发展。灵活应用实景三维建模技术可以通过无人机等设备以及信息化手段构建矿山实景立体模型,继而为矿山地质测绘等方面的工作提供支持。为此应在现有研究结果的基础上综合分析智慧矿山实景三维建模技术,为智慧矿山建设提供参考。

### 1 智慧矿山与实景三维建模概述

#### 1.1 智慧矿山

智慧矿山指的是在矿山数字化与信息化的基础上对矿山生产、技术支持、健康与安全等各个方面进行主动感知、自动分析与处理,从而实现安全、高效、清洁矿山的建设<sup>[1]</sup>。在建设智慧矿山时需要构建智慧生产系统,实现采矿工作面与掘进工作面的智慧化;构建职业健康与安全系统,提升矿山安全水平;构

建智慧技术支持与后勤保障系统,实现考勤、生活管理等方面的自动化。

#### 1.2 实景三维建模

实景三维建模即通过计算机技术等手段将真实世界中的场景、物体以三维模型的形式呈现出来,被广泛应用在多个领域中。构建实景三维模型需要做好数据收集、分析等各个环节的工作。

#### 2 在智慧矿山建设中应用实景三维建模技术的意义

在信息化技术、智能化技术快速发展的过程中,实景三维模型在智慧矿山建设中的应用越来越广泛,可以通过现代测绘技术、计算机图形处理技术等手段将矿山的地形、设备以及建筑等各种信息以三维模型的形式展现出来,具有重要意义。

#### 2.1 有利于优化矿山规划与设计

构建矿山实景三维模型可以模拟不同的矿山开采方案并评估矿区的开采潜力以及可行性,这就可以帮助矿山管理者优化并调整矿山规划与设计。同时,应用实景三维建模技术可以将矿区的地形、植被天然环境因素纳入到矿山规划中,有利于在保护环境的同时优化矿山开采<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 有利于提高矿山运营效率

利用实景三维建模技术构建矿山模型可以帮助矿山管理者充分掌握矿山每一部分的具体位置、形态以及状况,且可以直观监测矿山设备的运行状况、及时发现设备故障并采取合适的维修策略,减少设备停机时间,提高矿山开采效率。

#### 2.3 有利于对矿山进行实时监测与预警

利用实景三维建模技术构建三维模型后可以将各种传感器嵌入到模型当中并自动监测矿山的各种参数,例如温度、湿度、气体浓度等,在参数超过合理范围时模型就会自动发出预警信号,管理者就可以及时处理危险情况。同时,构建模型也可以模拟矿山火灾、岩爆等灾害并开展安全演练工作,提高管理人员的应急处置能力。

#### 2.4 有利于改善矿山安全管理效果

传统矿山很容易出现安全事故,而利用实景三维建模技术构建模型可以让矿山管理者更直观地了解矿山的安全隐患以及危险区域,且可以在模型中设置警戒线与安全禁区,增强矿山运营的安全性。

### 3 智慧矿山常用实景三维建模技术

#### 3.1 倾斜摄影测量技术

倾斜摄影测量技术是近年来国际测绘领域出现的一项高新技术,突破了传统正射影像只能从垂直角度拍摄的局限,可以通过同一飞行平台上搭载的多台传感器从垂直、倾斜等多个角度采集影像。倾斜摄影测量系统主要包括三个模块,即倾斜摄影相机模块、无人飞行器模块、POS系统应用平台模块,其中倾斜摄影相机模块可以通过合适的角度与高度获取影像数据;无人飞行器模块可以实现相机的倾斜;POS系统应用平台模块可以通过信息化手段迅速记录并捕捉地质测量数据<sup>[3]</sup>。灵活应用这一技术手段不仅可以真实反映地物情况,也可以通过先进的定位、融合等手段构建三维模型。

#### 3.2 模型构建技术

该模型构建过程中,利用煤矿的勘探信息,通过软件将数字形式的勘探资料用三维图形的形态来管理和利用。软件中使用的数据库是Microsoft Access数据库其中包括定位表、测斜表和岩性表。通过软件计算每个钻孔的煤层顶底板高程数据,确定各煤层的边界线,生成各煤层的DTM模型,矿山测量人员对已开采区域进行测量,在软件中进行已开采区域进行裁剪,对所开采煤层实体模型闭合线进行裁剪、保存煤层实体模型,然后块体模型中利用煤层实体模型进行约束显示,系统进行计算储量自动核减。在进行矿体建模时需利用剖面法地质建模的方式在剖面数据的基础上构建矿体模型,即利用建模系统根据设置好的夹石参数信息自动剔除夹石并根据固体矿产地质勘查规范对矿体

形态、体积、空间分布等各个方面进行高精度刻画;在进行地层建模时需在地质图、地表地形、断层线的约束下进行人机交互建模,准确刻画地质构造、地层形态、矿体等地质对象的分布状况、相互关系等各方面情况;在进行属性建模时需要先利用已建成的三维地质结构模型对地质内部进行网格划分,之后按照地质体的属性特点利用地质属性数据进行网格属性建模,准确反映矿体岩性、矿物含量、成矿地质条件等各方面情况;在进行勘探工程及巷道建模时需要全面收集矿区地表数据、勘探线信息、勘查钻孔数据并快速构建模型,之后在三维场景中表现巷道走向、空间位置关系<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 三维可视化技术

三维可视化是描述和理解地下及地面地质现象特征的工具,在地质和地球物理学中的应用较为广泛,在智慧矿山中应用三维可视化技术可以进行三维空间信息数据的获取以及三维空间数据的建模,因此也可以利用该技术进行智慧矿山的实景三维建模。在应用该技术时需要先获取三维地质模型数据、三维巷道数据、全景图像和全景视频数据,之后再通过数据构建模型,并通过模型进行矿井通风模拟、矿山三维综合管理、矿山三维智能管控、地表环境监测,继而提高智慧矿山的运营效率。

### 4 智慧矿山实景三维建模技术应用案例

#### 4.1 案例概况

某矿山于2021年正式启动“5G+智慧矿山”建设,应用了人工智能、物联网、大数据以及机器人等技术手段,专注智慧矿山改造,具有较高的自动化、信息化与数字化水平。打造了基于5G VONR的矿山5G专网,改变传统5G专网单一数据传输能力,免费为客户提供并5G覆盖,同时依托智矿通5G核心网,客户本地无需新建核心网,极大降低矿山5G专网建设成本。

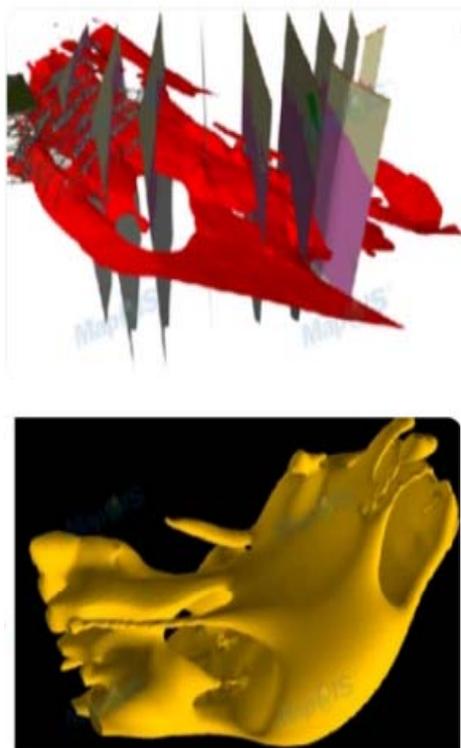
#### 4.2 技术应用情况

##### 4.2.1 倾斜摄影测量技术应用

首先,无人机在倾斜摄影测量中发挥着重要作用,所以可以优先选择能够实现360°全角位倾斜摄影镜头无死角移动且能够自动调节飞行高度与角度的HPPD4无人机,从而满足飞行需求。此外,可以选择AKDD45H传感器,因为这种传感器的传感性以及继承性较好,可以满足实际需求。第二,参数设定。所设定的参数会对影像数据采集质量以及实景三维模型的构建产生较大影响,所以需要在POS系统平台上做好无人机飞行高度、云台角度、镜头角度等技术参数的设定工作,从而优化数据采集效果<sup>[5]</sup>。第三,像控点布设与数据采集。在完成硬件设计与参数设定工作后需要科学布设像控点,增强测绘工作的准确性。首先,应根据智慧矿山布控区域的实际情况在测试位置的周边区域以及中间区域设置平高点这种类型的像控点,根据该矿体水文地质情况与建模需求,共布设2000个像控点,再设计航线规划图并导入像控点布设位置。其次,在空三加密的基础上通过“多视影像+摄像机文件+POS系统”三位一体的方式对像控点进行数据采集,共采集6463张影像。

##### 4.2.2 建模技术的应用

在利用倾斜摄影测量技术获取智慧矿山的相应数据信息后,利用建模软件构建了矿体、地层等方面的模型。首先,根据剖面数据构建了矿体模型(如图一所示),可以让工作人员更好地了解矿体的空间形态以及位置分布等情况。其次,通过多人协同建模的方式利用数据信息构建了地层模型,实现了全矿区地质对象的三维重建。再次,通过空间插值的方式构建了三维网格属性模型,不仅可以展现矿山地质体的属性,也可以展现地质结构的状况。



图一 矿体建模效果

#### 4.2.3 三维可视化技术的应用

在这一过程中采用了revit建模,制作技术人员通过云端地

球分享功能将内嵌代码嵌入到了三维可视化管理平台中并在实景三维模型的基础上将智慧矿山的矿产资源、生产资料、任务进度、视频监控等至关重要的信息通过可视化的方式呈现了出来,有助于矿山安全生产与高效管理。同时,将数字表面模型与数字正射模型导入到GIS软件中,获取地形等高线并有效分析矿山资源储量,为矿区建设规模的明确奠定基础。其次,在云端地球中对实景三维模型进行点、线、面的数字化标注,从而实现了对矿区场地的合理规划,并利用云端地球体积量算这一功能明确局部高程,为矿区开采提供支持<sup>[6]</sup>。

#### 5 结语

做好智慧矿山的实景三维建模工作有利于实现矿山的可视化管理,以便工作人员能够及时发现矿山中的问题。实景三维建模需要诸多技术手段的支持,如倾斜摄影测量、三维可视化等,应加大对这些技术手段的研究力度与应用力度,并通过矿体建模、地层建模、属性建模等手段构建完善的实景三维模型,为智慧矿山的建设提供支持。

#### [参考文献]

- [1]王娟,刘猛.智慧矿山三维地质体建模的探索与研究[J].科技风,2024,(07):7-9.
- [2]周丕基.基于Unity引擎的矿山三维空间辅助管理系统开发[J].测绘与空间地理信息,2023,46(04):155-157+161.
- [3]王功文,张寿庭,燕长海,等.栾川矿集区地学大数据挖掘和三维/四维建模的资源-环境联合预测与定量评价[J].地学前缘,2021,28(03):139-155.
- [4]李梅,姜展,姜龙飞,等.三维可视化技术在智慧矿山领域的研究进展[J].煤炭科学技术,2021,49(02):153-162.
- [5]陈志勇.3D打印技术在智慧矿山三维建模中的应用[J].甘肃科技,2020,36(13):16-18.
- [6]杨景峰.基于虚拟现实技术的煤矿三维可视化展示系统设计[J].陕西煤炭,2019,38(04):127-129+81.