

# 基于深度学习的露天矿山超采、盗采与越界行为监测研究

卢梦竹

邯郸职业技术学院, 中国·河北 邯郸 056001

**摘要:** 随着矿产资源开发规模不断扩大, 露天矿山非法开采问题逐渐凸显, 超采、盗采以及越界开采等行为不仅破坏矿产资源管理秩序, 还会对生态环境造成严重影响。传统矿山监管主要依赖人工巡查与定期遥感监测, 存在监测周期长、实时性不足以及识别效率较低等问题。基于深度学习技术的发展, 将遥感影像、无人机影像与智能识别算法相结合, 为矿山违法行为监测提供了新的技术路径。本文围绕露天矿山开采行为监测问题展开研究, 构建基于深度学习的矿山开采行为识别模型, 并结合遥感数据与无人机影像实现对矿区开采变化的自动识别与分析。研究表明, 利用深度学习模型可以有效提高矿山违法行为识别效率和监测精度, 为矿产资源监管提供技术支撑。

**关键词:** 深度学习; 露天矿山; 遥感监测; 违法开采识别; 无人机影像

## Research on Monitoring of Over-Mining, Illegal Mining and Transboundary Behavior in Open-Pit Mines Based on Deep Learning

Lu Mengzhu

Handan Vocational and Technical College, China Hebei Handan 056001

**Abstract:** With the continuous expansion of mineral resource development, illegal mining in open-pit mines has become increasingly prominent. Practices such as over-exploitation, illegal mining, and boundary-crossing operations not only disrupt mineral resource management systems but also severely impact ecological environments. Traditional mine supervision primarily relies on manual inspections and periodic remote sensing monitoring, which suffer from long monitoring cycles, insufficient real-time responsiveness, and low identification efficiency. Leveraging advancements in deep learning technology, the integration of remote sensing imagery, drone imagery, and intelligent recognition algorithms has provided a novel technical approach for monitoring mining violations. This study focuses on monitoring mining activities in open-pit mines, constructing a deep learning-based mining behavior recognition model. By combining remote sensing data with drone imagery, the research achieves automated identification and analysis of mining changes in mining areas. The findings demonstrate that deep learning models can significantly enhance the efficiency of identifying mining violations and improve monitoring accuracy, providing technical support for mineral resource regulation.

**Keywords:** Deep learning; Open-pit mine; Remote sensing monitoring; Illegal mining identification; UAV imagery

## 0 引言

矿产资源是国家重要的自然资源, 在经济发展过程中具有重要战略意义。随着矿产资源开发规模不断扩大, 露天矿山开采活动日益频繁, 一些地区出现超采、盗采以及越界开采等违法行为。在传统监管模式中, 矿山监测主要依赖人工巡查、卫星遥感影像分析以及周期性数据统计等方式。这种监管模式在一定程度上能够发现矿区变化情况, 但仍存在监测周期较长、信息更新速度慢以及识别效率不高等问题。尤其在地形复杂的露天矿区, 一些违法开采行为具有隐蔽性, 传统方法难以及时发现。

## 1 露天矿山违法开采行为监测的理论基础

### 1.1 露天矿山开采行为特征

露天矿山开采活动通常表现为地表形态变化明显, 例如矿坑扩展、废石堆积以及道路变化等。这些变化在遥感影像中具有明显特征, 通过对影像进行分析可以识别矿区变化情况。非法开采行为通常表现为采区范围扩大或出现新的采矿区域, 如果能够及时识别这些变化, 就能够实现对矿区活动的动态监管。在露天矿区中, 超采行为通常表现为采矿深度或采矿规模超过许可范围, 而越界开采则表现为开采区域突破矿区边界。盗采行为则具有隐蔽性, 一

些非法采矿活动可能规模较小或发生在偏远区域,因此需要依赖高分辨率影像进行识别。同时,露天矿山在开采过程中还会伴随地形坡度变化、矿坑边界扩展以及运输道路增多等现象,这些变化在遥感图像中通常具有明显的纹理和形态特征。通过对不同时间阶段影像进行对比分析,可以发现矿区地表结构变化趋势,从而为违法开采行为识别提供重要依据。随着监测技术的发展,对矿区形态变化的识别逐渐由人工判读转向自动识别,提高了矿区动态监管的效率与精度,也为资源管理部门开展实时监测提供了可靠技术基础。

### 1.2 遥感技术在矿山监测中的应用

遥感技术能够通过卫星影像获取大范围地表信息,是矿山监测的重要手段。通过对不同时间段的遥感影像进行对比,可以识别矿区地表变化情况。然而传统遥感影像分析主要依赖人工解译,效率较低且容易受到人为因素影响。随着高分辨率遥感数据的发展,矿区变化识别精度不断提高。结合图像处理技术,可以实现对矿区变化的自动识别。例如通过图像分割技术识别矿坑区域,通过变化检测方法识别采区扩展情况,从而为矿山监管提供数据支持。此外,近年来多源遥感技术的发展使矿山监测能力进一步增强。通过融合光学遥感影像、雷达遥感数据以及无人机航拍影像,可以更全面地获取矿区地表信息。不同类型遥感数据在空间分辨率、时间分辨率以及信息类型方面具有互补优势,通过数据融合可以提高矿区变化识别的准确性。同时,遥感技术还能够实现周期性监测,为矿区动态变化分析提供连续数据基础,使监管部门能够更加及时地掌握矿区开采活动情况。

### 1.3 深度学习在图像识别中的优势

深度学习是一种基于神经网络的机器学习方法,在图像识别领域具有显著优势。通过多层神经网络结构,深度学习模型能够自动提取图像特征,并实现复杂目标识别任务。与传统图像处理方法相比,深度学习模型在目标检测与分类方面具有更高精度。在遥感影像识别中,卷积神经网络(CNN)被广泛应用。该模型能够从遥感影像中提取空间特征信息,实现对矿区变化区域的自动识别。此外,目标检测算法如YOLO系列模型也能够实现对矿区开采活动的快速识别,提高监测效率。深度学习技术还能够通过大量样本训练不断优化模型参数,使识别精度逐渐提高。在矿区监测应用中,通过构建矿区影像数据集并对关键目标进行标注,可以训练出适用于矿区识别的智能模型。相比传统方法需要人工提取特征,深度学习模型能够自动学

习影像中的复杂特征结构,从而更准确地识别矿区变化区域。随着计算能力和数据资源的不断提升,深度学习技术在矿山监测领域具有广阔应用前景。

## 2 基于深度学习的矿山违法开采监测技术体系

### 2.1 多源遥感数据获取与处理

露天矿山监测需要依赖多种数据来源,包括卫星遥感影像、无人机航拍影像以及地理信息数据。卫星遥感影像能够提供大范围监测数据,而无人机影像则具有更高空间分辨率,可以用于重点区域监测。在实际应用中,多源数据能够形成互补,提高监测精度。例如,卫星影像适用于宏观监测,可以定期获取矿区整体变化情况,而无人机影像则可以针对疑似异常区域进行精细化观测。在数据处理过程中,需要对遥感影像进行预处理,包括几何校正、影像拼接以及数据增强等操作。通过数据预处理,可以提高影像质量,为后续深度学习模型训练提供可靠数据。同时,还需要对影像进行标准化处理,以减少不同时间影像之间的差异。此外,通过影像增强技术可以增加样本数量,提高模型训练效果。通过建立统一的数据处理流程,可以为矿区监测系统提供稳定的数据基础。

### 2.2 深度学习模型构建

在矿山违法开采行为识别过程中,可以采用卷积神经网络构建目标检测模型。例如基于YOLO模型进行矿区目标识别,通过对遥感影像进行训练,使模型能够识别矿坑区域与采矿设备。在模型训练过程中,需要构建矿区样本数据集,对矿区影像进行标注,包括矿坑区域、采矿道路以及废石堆等特征。通过训练数据集,模型能够学习矿区特征,从而实现自动识别。同时,在模型训练阶段还需要对数据进行划分,包括训练集、验证集以及测试集,以保证模型具有良好的泛化能力。为了提高识别精度,可以对模型结构进行优化,例如引入特征金字塔结构以增强多尺度目标识别能力。通过不断调整模型参数和训练策略,可以逐步提升识别效果。最终构建的深度学习模型能够对遥感影像中的矿区变化进行快速识别,为矿山监管提供技术支持。

## 3 露天矿山违法开采行为识别方法

### 3.1 超采行为识别

通过对遥感影像进行变化检测,可以识别矿区开采范围变化。如果采矿区域超过许可范围,则可能存在超采行为。通过深度学习模型识别矿区边界变化,可以实现自动监测。在具体识别过程中,可以将矿区边界数据与遥感影

像识别结果进行对比分析,从而判断采矿区域是否超出许可范围。同时,通过分析矿区开采深度变化,还可以进一步识别采矿规模是否超过规定限度。利用多时相遥感数据进行对比分析,可以发现矿区开采活动的变化趋势,从而实现超采行为的持续监测。随着模型识别精度的提高,系统能够更加准确地识别矿区扩展情况,为监管部门提供可靠的决策依据。

### 3.2 盗采行为识别

盗采行为通常规模较小,需要依赖高分辨率影像识别。利用无人机影像与深度学习模型结合,可以识别非法采矿区域。无人机影像具有较高空间分辨率,能够清晰显示矿区地表结构变化,因此适用于识别小规模非法开采活动。在实际监测过程中,可以通过无人机对疑似区域进行航拍,并利用深度学习模型对影像进行分析,从而识别非法采矿行为。同时,通过分析矿区运输道路和设备分布情况,也能够判断是否存在盗采行为。通过这种方式,可以弥补卫星遥感影像在细节识别方面的不足,提高监测系统整体识别能力。

## 4 矿山监测系统应用与效果分析

### 4.1 系统监测流程设计

构建矿山监测系统需要整合遥感数据、深度学习算法以及地理信息系统。系统通过定期获取遥感影像,对矿区变化进行自动识别,并生成监测报告。在系统运行过程中,数据获取、影像处理以及目标识别构成完整监测流程。首先通过卫星遥感或无人机获取矿区影像数据,然后对影像进行预处理,并输入深度学习模型进行识别分析。识别结果再与矿区边界数据进行比对,从而判断是否存在违法开采行为。最终系统将识别结果可视化展示,并生成监测报告,为监管部门提供决策支持。

### 4.2 监测系统应用效果

实验结果表明,基于深度学习的矿山监测系统能够显著提高识别效率。相比传统人工监测方式,自动识别系统能够在短时间内完成大范围矿区监测任务。同时,系统识别精度较高,能够有效识别矿区变化区域。通过持续运行监测系统,可以实现对矿区开采活动的动态监管,为矿产资源管理提供技术支持。此外,该系统还能够降低人工巡查成本,提高监管效率,使矿山监管逐渐向智能化方向发展。

## 5 结语

露天矿山违法开采行为监测是矿产资源管理的重要内容。通过引入深度学习技术,可以实现对矿区开采活动的自动识别,提高矿山监管效率。研究表明,结合遥感影像、无人机数据以及深度学习算法,可以构建高效的矿山监测系统,实现对超采、盗采以及越界开采行为的快速识别。未来随着人工智能技术不断发展,矿山监管系统将进一步实现智能化与自动化,为资源保护和生态环境管理提供更加可靠的技术支持。同时,随着高分辨率遥感数据和智能算法的不断进步,矿山监测技术将在更多资源管理领域发挥重要作用,从而推动矿产资源开发与生态保护实现协调发展。在未来的技术应用过程中,还需要进一步加强多源数据融合与智能分析能力,通过整合卫星遥感、无人机影像以及地面监测数据,构建更加完整的矿山监测数据体系。

### 参考文献:

- [1] Liu, Huanhuan, Sun, Rui, Ji, Yu, Lu, Mengzhu. Evolutionary Intelligent Large Model-Driven Heterogeneous Traffic Analysis in Wireless Communication Networks[J]. Internet Technology Letters 2025, 8(4).
  - [2] Jiaojiao Qin, Yanlong Yang. Intelligent Green Resource Management for Blockchain-Powered IoT Networks Through Deep Reinforcement Learning[J]. Internet Technology Letters 2026, 9(2).
  - [3] 王丽佳, 张萌. 基于 Hive 数据分析技术在塑料加工中的应用研究[J]. 塑料工业, 2025, 53(08):194.
  - [4] 韩欠欠. 基于遥感影像对矿区超采及地貌变化的监测[J]. 北京测绘, 2026, 40(01):129-134.
  - [5] 向竟德. 无人机摄影测量在矿山开采动态监测中的应用及数据处理方法[C]// 江西省工程师联合会. 第二届智能工程与经济建设学术研讨会论文集(二). 四川省安盛勘察设计技术服务有限公司, 2025:814-817.
- 基金项目: 本文为河北省教育厅“基于深度学习的露天矿山超采、盗采与越界行为监测研究”(项目编号: QN2025436)研究成果。

作者简介: 卢梦竹(1991.07-), 女, 河北蠡县人, 汉族, 硕士研究生, 讲师, 研究方向: 人工智能, 高性能软件开发。