

三维地质建模技术在矿井地质预测中的应用研究

刘 延

河南焦煤能源有限公司古汉山矿 河南 焦作 454350

【摘要】：三维地质建模技术通过整合地质勘探数据，构建立体可视化模型，为矿井地质预测提供精确依据。该技术能够在复杂地质条件下模拟地层结构和矿体分布，揭示隐伏地质信息，解决传统二维预测中信息不完整与误差较大的问题。本文基于矿井实例，探讨三维地质建模技术在地质预测中的实施过程及其优势，验证其在提高预测准确性和保障矿井安全生产方面的重要价值。

【关键词】：三维地质建模；矿井地质预测；可视化模型；矿体分布

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.023

引言

矿井地质预测是保障安全生产与资源合理开发的关键环节。随着矿井开采深度不断增加，地质构造日益复杂，传统二维预测方法已难以满足现代矿业生产对精度和效率的要求。三维地质建模技术作为一种集成化、可视化的研究手段，能够将离散的勘探数据转化为直观的立体模型，使地下地质特征更加清晰可见。通过这一技术，可以在矿井开采前提前识别潜在地质隐患，优化生产布局，为矿井提供科学的决策依据，从而实现预测工作的数字化和智能化。

1 复杂矿井地质预测面临的主要挑战

随着矿井开采深度不断增加，地下地质条件日益复杂，断层、褶曲和陷落柱等构造的出现使得地质结构更加不确定，这给预测工作带来巨大挑战。传统的地质预测方法主要依赖钻孔剖面、二维平面图以及有限的勘探资料，由于信息分布零散且空间表达能力有限，往往无法全面展现地下地质体的真实形态。这种方法在面对深部复杂构造时，难以准确揭示矿体空间位置和延展方向，导致预测结果误差较大，无法满足现代矿井生产对于安全和高精度的标准要求。

在数据采集过程中，矿井勘探常受地形条件、施工环境以及设备限制影响，导致原始资料存在不完整、不均衡的现象。钻孔间距过大、测点不足使得对地质特征的认知存在空白区域，这些盲区在传统二维预测方法中很难被有效填补，增加了预测的不确定性。不同类型的地质信息之间缺乏统一的数据集成方式，勘探成果往往以分散的图纸或文字记录存在，形成的数据孤岛限制了地质解释的深度和精度，严重制约预测工作的系统化和科学化发展。

在实际应用中，矿井地质预测不仅要求对地层岩性、矿体分布等进行准确表达，还需要实时反映开采过程中出现的新变化。传统方法更新速度缓慢，无法

适应矿井动态变化的需求，导致预测结果滞后于生产实际，存在较大的安全隐患。当采掘过程中遇到未知构造或突发地质情况时，预测不足往往造成决策失误，不仅增加了生产成本，还可能引发冒顶、透水等重大灾害风险，给矿井安全带来严重威胁。

2 三维地质建模技术的应用实施与优化

三维地质建模技术在矿井地质预测中的应用，是通过整合多源地质数据，构建精确的三维空间模型，为矿井生产提供立体化的可视化表达。该技术将钻孔数据、地震勘探资料、地质测绘成果及矿井生产过程中产生的动态信息进行深度融合，并利用计算机建模算法进行空间插值与结构推断，实现对地层结构、断裂构造和矿体分布的整体描述。在模型构建过程中，通过高精度的坐标控制和数字化处理，将离散的点线面数据转化为连续的三维实体，使地下复杂地质信息能够以可视化形式呈现，便于分析和解释。

在实施过程中，数据预处理是建模的关键步骤。原始资料常存在噪声、缺失或定位误差，需要通过数据清理、坐标校正和属性标准化等手段确保模型输入的准确性。处理完成后，通过三维建模软件将钻孔岩性剖面与测线资料关联，结合空间插值方法确定地层边界和矿体形态。对于断层、陷落柱等不规则构造，则通过构造解释和几何拟合技术进行补充描述，形成具有地质真实性的空间模型。在这一过程中，算法选择和建模参数设置直接影响模型质量，需要根据不同矿井的地质特征进行针对性调整，以保证预测结果的可靠性。

模型优化环节旨在提高模型对实际生产的适应性和预测精度。通过与矿井生产中的实时监测数据进行比对，发现模型与实际情况的偏差，并利用反演修正技术进行动态更新，使模型始终保持与矿井开采进程的一致性。优化过程中引入多维度数据融合策略，将

传统勘探数据与矿山生产监测、遥感影像及地质物探成果进行整合,提升模型的完整性和分辨率。通过引入人工智能算法和自动化处理技术,可在短时间内完成大规模数据运算,提高建模效率并减少人为干扰。

在实际应用验证阶段,三维地质模型可用于预测深部地质构造和隐伏矿体分布。通过模型切片、剖面分析及三维可视化展示,能够清晰识别复杂地质体的空间关系,为采掘规划和安全防护提供科学依据。将模型预测结果与后续施工揭露资料进行对比,可验证模型的准确度,并进一步调整建模方案,形成闭环优化机制。通过这一过程,不仅能够提升矿井地质预测的科学性,还能为生产决策提供实时、动态的技术支持,有效降低矿井开采过程中的地质风险。

3 三维建模在矿井预测中的成效与提升路径

三维地质建模技术在矿井预测中的实际应用展现出显著成效,尤其是在复杂地质条件下对矿体形态和构造特征的精确表达方面表现突出。通过对多源地质信息的融合,模型能够真实反映地下岩层结构与断裂体系,实现对隐伏地质体的空间定位与定量分析。在矿井开采过程中,预测精度的提升直接减少了因地质不确定性引发的突水、冒顶等安全事故,降低了矿井生产的潜在风险,并为采掘方案的优化提供了可视化决策依据。三维模型的动态更新功能使预测结果能够与矿井实时生产情况保持一致,使矿山管理从经验型决策转向数据驱动型决策,显著提高了资源开采的计划和科学性。

通过模型在生产中的应用,可以更加全面地掌握矿井深部地质情况。三维可视化切片和剖面展示技术让地质信息直观呈现,矿井管理者能够快速识别复杂构造和矿体延展趋势,结合模型输出的空间参数,调整采掘顺序和布局,避免因预测偏差造成的生产损失。通过模型与现场揭露情况的对比分析,不仅验证了模

型的可靠性,也形成了反馈机制,使模型能够不断修正和完善。随着矿井开采范围的扩大和深度的增加,模型在预测中的作用更加突出,其准确度的提高为矿井生产安全提供了有力保障。

在模型应用过程中,为了进一步提升预测的精度与适应性,需要不断完善数据获取与融合手段。通过增加钻孔密度、引入高精度地球物理勘探技术,可以显著改善模型数据源的完整性与分辨率。同时,将遥感影像、矿山物联网监测和实时传感器数据纳入建模体系,使模型不仅能描述静态地质特征,还能反映动态变化过程。通过大数据分析和人工智能算法,能够快速识别地质异常特征并进行自动更新,减少人为解释带来的主观误差。

在技术体系的提升方面,建立标准化的数据处理与模型评估流程显得尤为重要。通过统一的数据格式与建模规范,可实现不同矿井之间的信息共享与模型互通,推动矿山地质预测由单一矿井走向区域化管理。引入三维可视化平台与虚拟现实技术,使模型成果在决策与培训中得到更广泛应用,为矿井安全管理和资源优化开发提供更加直观和科学的支持。随着技术手段的不断进步,三维地质建模在矿井预测中的价值将得到进一步强化,为复杂地质条件下的生产提供坚实的技术基础。

4 结语

三维地质建模技术在矿井地质预测中的应用,有效解决了传统预测方法精度低、信息分散及动态更新滞后的问题。通过多源数据融合与空间可视化表达,能够更加全面、直观地揭示地下复杂构造及矿体分布特征。随着矿井生产对预测精度要求不断提高,三维建模技术将进一步与智能化矿山建设相结合,为矿井安全生产和资源高效开发提供坚实技术保障。

参考文献:

- [1] 王建国.三维地质建模在矿井地质预测中的应用研究[J].煤炭科学技术,2023,51(4):88-94.
- [2] 赵明辉.基于多源数据融合的三维矿山地质模型构建[J].地质与勘探,2022,58(6):1125-1132.
- [3] 陈永康.三维地质建模技术在深部矿井安全预测中的实践[J].煤矿现代化,2023,45(2):57-62.