

# Research on the Integrated Construction Method of Digital Map and Engineering Information Database of Mining Area Based on MAPGIS

Huxijiamar·Kashengmu

Changji Geological Team, Xinjiang Uygur Autonomous Region Bureau of Geology, Changji, Xinjiang, 831199, China

## Abstract

With the deepening of mine informatization construction, the integrated management of multi-source geological spatial data has become an urgent need in the industry. This paper explores the key technical paths for the integrated construction of digital maps and engineering information databases in mining areas based on the domestic MAPGIS platform. By systematically integrating data such as topography, geology, and exploration engineering, a standardized spatial database is established. By leveraging the powerful mapping and spatial analysis capabilities of MAPGIS, digital map generation, resource visualization and 3D modeling can be achieved. Ultimately, a unified management platform will be formed, providing precise and efficient spatial information support for the planning, production and decision-making of the mining area, effectively enhancing the digital management level and practical benefits of the mine.

## Keywords

MAPGIS; Digital mining; Engineering Information Database; Spatial database; Integrated construction

## 基于 MAPGIS 的矿区数字地图与工程信息库一体化构建方法研究

胡希加玛尔·卡生木

新疆维吾尔自治区地质局昌吉地质大队, 中国·新疆 昌吉 831199

## 摘要

随着矿山信息化建设深入, 集成管理多源地质空间数据成为行业迫切需求。本文探讨基于国产MAPGIS平台实现矿区数字地图与工程信息库一体化构建的关键技术路径。通过系统整合地形、地质、勘探工程等数据, 建立标准化空间数据库; 利用MAPGIS强大的制图与空间分析功能, 实现数字地图生成、资源可视化及三维建模; 最终形成统一管理平台, 为矿区规划、生产及决策提供精准高效的空信息支撑, 有效提升矿山数字化管理水平与实践效益。

## 关键词

MAPGIS; 数字矿山; 工程信息库; 空间数据库; 一体化构建

## 1 引言

矿产资源是国民经济与社会发展的重要物质基础。在数字化转型浪潮下, 推动矿山地理信息资源的数字化、标准化与集成化管理, 构建“数字矿山”或“智慧矿山”的核心空间信息基础设施, 已成为提升矿产资源勘查开发效率、优化安全生产管理、实现绿色可持续发展的必然选择。传统矿山地理信息管理多采用纸质图纸和分散的电子文档, 存在数据更新不及时、共享困难、综合分析能力弱等问题, 难以满足现代化矿山高效、精细管理的需求<sup>[1]</sup>。

MAPGIS 作为我国自主研发的大型基础地理信息系统平台, 因其强大的图形处理、空间分析及数据库管理功能, 在矿业领域得到了广泛应用。它提供了从数据采集、处理、编辑到输出的一整套制图解决方案, 并具备了强大的空间数据库管理能力和专业的空间分析模型(如DTM分析、网络分析、叠加分析等), 为矿区数字地图与工程信息库的一体化建设提供了理想的技术平台<sup>[2]</sup>。

本文旨在深入探讨 MAPGIS 在矿区数字地图制作与工程信息库建设中的关键技术应用路径, 系统分析从数据采集、处理、建库到应用的全过程, 并通过一体化集成框架的设计, 为矿区实现地、测、采、环等多专业数据的融合管理与综合应用提供一套行之有效的技术方法。研究结果对推动矿山信息化建设, 提高矿产资源管理水平具有重要的理论与实践意义。

【作者简介】胡希加玛尔·卡生木(1981-), 女, 维吾尔族, 中国新疆巩留人, 本科, 工程师, 从事地理信息研究。

## 2 MAPGIS 在矿区数字地图构建中的应用

### 2.1 多源数据采集与预处理

构建高精度矿区数字地图是一切应用的基础。数据来源主要包括：

**地形数据：**收集或扫描矿区大比例尺（如 1:2000,1:1000）地形图，通过 MAPGIS 的“投影变换”模块统一转换为目标坐标系（如西安 80、国家 2000），并进行误差校正<sup>[1]</sup>。

**地质数据：**将地质图、剖面图、柱状图等进行矢量化。对地层、构造、矿体边界、产状等信息进行分层采集，建立严格的图层管理体系（如：地层界线 .WL、断层 .WL、矿体 .WP 等）。

**遥感与物化探数据：**利用 MAPGIS “图像分析”模块处理卫星影像、航片，进行几何校正、融合及裁剪。物化探数据（如土壤测量、磁法、电法）则需整理为‘X,Y,Z’（坐标+属性值）格式，为后续生成等值线图或三维模型做准备。

**工程数据：**收集钻孔、槽探、坑道、井口等工程点的坐标与属性信息（如孔号、坐标、孔深、见矿品位等），通过 Excel 整理后，利用“投影变换”中的“用户文件投影”功能转换为 MAPGIS 点文件 (.WT)。

数据预处理阶段需特别注意数据的准确性、一致性和标准化，这是保证后续所有分析成果可靠性的前提。

### 2.2 地图矢量化与编辑建库

在 MAPGIS “输入编辑”子系统中，新建工程文件，导入经校正的底图（MSI 格式）和已生成的标准图框。

**矢量化：**采用“手动矢量化”或“交互式矢量化”方式，严格遵循图例规范，对不同要素进行采集。遵循“从新到老”的原则绘制地质体，处理好压盖关系。线要素需保证闭合，便于后续构面。

**拓扑处理：**矢量化完成后，进行“拓扑错误检查”（清除重叠线、微短线、悬挂线等），然后进行“拓扑造区”，自动生成面状图元（如岩体区 .WP、矿体区 .WP），并为每个区赋予唯一的 ID 标识。

**属性赋值：**在“属性库管理”中为每个点、线、面文件建立属性结构。例如，钻孔点属性表可包含“钻孔编号”、“X 坐标”、“Y 坐标”、“终孔深度”、“见矿厚度”、“平均品位”等字段。属性数据可通过“根据属性赋参数”或连接外部数据库表（如 Excel）的方式进行批量录入。

### 2.3 专业图件生成与空间分析

MAPGIS 的“空间分析”模块为矿区专业图件的生成提供了强大工具。

**等值线图绘制：**利用“DTM 分析”功能，对离散的工程点属性数据（如品位、厚度）或物化探数据进行网格化（Grd 模型）或三角剖分（TIN 模型），生成规则网文件 (.Grd)，进而自动绘制等值线图（如品位等值线 .WL）、立体阴影图、坡度坡向图等。通过设置合理的等值线间隔和色阶，可直观反映矿化元素的富集规律和空间分布特征。

**成矿预测与靶区圈定：**将地质、物探、化探、遥感等多源信息生成的专题图层进行“叠加分析”，综合已知矿点、

断裂构造等信息，运用“空间分析”中的“缓冲区分析”、“条件检索”等功能，可圈定成矿有利靶区，为下一步勘查部署提供依据。

## 3 矿区工程信息库的设计与实现

### 3.1 数据库结构设计

矿区工程信息库是数字矿山的核心，其设计应遵循规范性、一致性、可扩展性原则。参考《地质图空间数据库建设工作指南》2.0 版等行业标准，数据库结构通常采用分层组织理念，主要包括以下四个逻辑层次：

**地理底层层：**作为空间定位基础，包括测量控制点、等高线、水系、居民地、交通、境界等基础地理要素。这些数据为专业地质要素提供空间参考框架，确保所有专业数据具有统一的地理坐标基础。

**基础地质层：**包含矿区基本地质信息，如地层界线、岩体边界、地质构造（断层、褶皱）、产状符号等。这一层次反映了矿区基本地质格架，是理解成矿地质背景和进行资源评价的基础。

**矿产与工程层：**此为专业核心图层，包括矿体形态、采矿权范围、勘探线布置、各类工程点（钻孔、槽探、坑道、浅井）、采场边界、储量块段等。这一层次直接服务于矿产资源勘查、开发与管理工作，是矿山生产的直接依据。

**专题属性层：**采用关系数据库管理模式，存放与上述图形要素相关联的详细属性数据，如钻孔基本信息表、岩芯编录表、化验结果表、储量估算参数表、设备台账表等。通过唯一标识码实现与空间图形要素的关联查询和联动更新。

每个图元均采用“专业图层编码+顺序号”的规则进行唯一编码，实现图形与属性的无缝挂接。数据库设计还需考虑数据安全性、完整性约束和并发访问控制，确保数据的可靠性和一致性。

### 3.2 属性数据管理与集成

MAPGIS 采用图形数据与属性数据分别存储、通过关键字段关联的管理模式，这种设计既保证了数据管理的灵活性，又确保了数据的一致性。

**内部属性管理：**在“属性库管理”子系统中，可对属性数据进行增删改查、数学运算、统计汇总等操作。系统支持多种数据类型的属性字段，包括整型、浮点型、字符型、日期型等，满足不同属性数据的存储需求。

**外部数据连接：**支持通过 ODBC 或直接挂接等方式，链接 Oracle、SQL Server、Access 等外部关系型数据库中的专业数据表，实现海量属性数据的高效管理。这种机制特别适合于管理大量的化验数据、监测数据等结构化数据<sup>[8]</sup>。

**数据质量控制：**建立严格的数据质量检查机制，包括属性完整性检查、值域检查、逻辑一致性检查等，确保入库数据的质量。MAPGIS 提供了一系列数据检查工具，可以有效发现和纠正数据错误。

**数据输出与交换：**可生成各类统计报表（如钻孔工程量统计表、资源储量汇总表），并支持通过“文件转换”模

块与 AutoCAD、ArcGIS 等软件进行数据交换,保障了数据的共享与应用。系统支持多种数据输出格式,包括 MAPGIS 自有格式、Shapefile、DXF、KML 等,满足了不同应用场景的需求。

### 3.3 三维地质建模与可视化(拓展应用)

基于 MAPGIS 的“数字地面模型”子系统,可进一步拓展至三维应用,实现矿区地质体的三维可视化与分析。

**地形三维建模:**利用等高线或高程点生成 DEM,叠加高分辨率遥感影像,可构建逼真的矿区三维地形地貌场景。通过设置不同的垂直夸张系数,可以突出显示微地形特征,为矿区规划和水文地质分析提供支持。

**工程与地质体三维显示:**将勘探工程(钻孔轨迹、坑道)和地质界面(地层、矿体)在三维空间中进行可视化表达,实现任意剖切、虚拟漫游、储量估算等分析功能,极大提升了对地下复杂地质条件的认知水平。MAPGIS 提供了一系列三维分析工具,如三维量测、通视分析、挖填方计算等,为矿山设计和生产提供了强有力的技术支持。

**动态更新与模拟:**建立三维模型与数据库的动态关联机制,实现模型随数据更新的动态更新。还可以基于三维模型进行开采过程模拟、地质灾害模拟等,为矿山安全生产和应急指挥提供决策支持<sup>[9]</sup>。

## 4 应用实例与成效分析

以某大型金属矿区为例,应用上述方法体系开展工作,取得了显著成效:

**数据整合与建库:**整合了该矿区近 20 年的地质、测量、采矿资料,建立了包含 12 个基础地理图层、18 个地质矿产图层、超过 5 万个图元的 MAPGIS 空间数据库,总数据量约 12GB。建立了统一的数据标准和编码体系,实现了多源数据的有机整合。

**成果图件自动生成:**基于数据库,快速生成了矿区地形地质图、勘探工程布置图、品位厚度等值线图、成矿预测图等一套完整的数字化图件,制图效率较传统手工方式提升 70% 以上。实现了图件的标准化和规范化,提高了成果质量。

**资源动态管理:**通过属性查询与空间分析功能,可实时统计各矿体的资源储量变化,动态更新开采现状,为生产计划编制提供了精准依据。建立了资源储量动态管理系统,实现了资源储量的实时查询和统计分析。

**辅助决策与共享:**构建的三维地质模型辅助揭示了深部矿体的空间展布规律,指导了深部探矿工程设计。建立的数据库通过网络发布,实现了各部门之间的数据共享与协同工作,提高了工作效率和决策水平。

实践表明,基于 MAPGIS 的一体化解决方案显著提高了矿区地学信息的管理水平和工作效率,降低了决策风险,取得了良好的经济效益和社会效益。该系统自运行以来,已成功支持了多个勘探项目的部署和矿山生产计划的制定,证明了其在矿山信息化建设中的实用价值和推广意义。

## 5 结论与展望

### 5.1 主要结论

本文系统研究和实践了利用 MAPGIS 平台构建矿区数字地图与工程信息库的关键技术方法,得出以下主要结论:

第一,MAPGIS 以其全面的 GIS 功能、对国标的良好支持及优秀的数据处理能力,完全能够胜任矿区数字化建设中的核心任务。通过实施“数据标准化-矢量化建库-空间分析-三维拓展-综合应用”的技术路线,成功实现了矿区多源海量空间数据的集成管理、深度挖掘与可视化应用。第二,建立统一的空间数据库是数字矿山建设的基础。通过制定科学的数据标准和管理规范,实现了多源、异构、多尺度地质数据的有机整合,为矿山各项业务提供了统一、准确的数据支撑。第三,基于 MAPGIS 的空间分析功能极大地提升了地质数据的利用价值。通过成矿预测、资源评价、三维建模等深度应用,为矿产资源勘查开发提供了科学的决策依据,显著提高了工作效率和决策水平。第四,一体化集成方案实现了地质、测量、采矿等多专业数据的协同管理,打破了信息孤岛,促进了部门间的协作,为矿山数字化转型提供了有效途径。

### 5.2 未来展望

虽然基于 MAPGIS 的矿区数字地图与工程信息库建设取得了显著成效,但仍需在以下方面进一步深入研究:

首先,深化三维地质建模与数值模拟的融合应用。未来应加强三维地质建模与数值模拟软件(如 FLAC3D、RFPA 等)的集成,实现从地质描述到地质过程模拟的跨越,向“透明矿山”方向发展。其次,结合物联网(IoT)、云计算技术,探索 MAPGIS 在“智慧矿山”时空信息云平台中的架构角色。利用物联网技术实时采集矿山各类监测数据,通过云平台进行集中管理和分析,实现更广泛的感知、更智能的分析和更高效的决策支持。第三,加强人工智能技术在地质数据分析中的应用。利用机器学习、深度学习等人工智能技术,对海量地质数据进行智能分析和知识发现,提高成矿预测和资源评价的准确性和效率。最后,推动矿山数字孪生技术的研究与应用。通过构建矿山数字孪生体,实现物理矿山与数字矿山的实时映射和交互,为矿山智能决策和精准管控提供新一代技术支撑。

总之,MAPGIS 在矿区数字地图与工程信息库建设中的应用具有广阔的发展前景。随着技术的不断进步和应用需求的日益增长,MAPGIS 必将在矿山信息化建设中发挥更加重要的作用,最终推动矿业行业的全面数字化转型和智能化升级。

### 参考文献

- [1] 李犁,周朝阳.基于MAPGIS的1:1万土地利用数据库建设与管理[J].信息记录材料,2022,23(2):160-163.
- [2] 吴云,张琦洁.MapGIS在数字制图及地质研究中的应用分析[J].世界有色金属,2021(1):215-216.
- [3] 胡电梅,刘妍,李静.MapGIS在地质制图中的应用[J].中化地质,2021(17):136-137.