

数字化测绘技术和采矿工程测量的发展应用探究

任俊杰

鄂尔多斯市巴音孟克纳源煤炭有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要：为适配现代采矿工程精细化、安全化发展需求，解决传统采矿测绘精度低、效率差、局限性强等问题，本文探究数字化测绘技术在采矿工程测量中的应用与发展。文章阐述三维激光扫描、无人机、GIS、BIM等主流数字化测绘技术原理与优势，分析其在矿山全生命周期的具体应用，梳理行业技术应用不均、数据利用率低等现存问题，并提出针对性优化对策，同时预判智能化、一体化、绿色化的行业发展趋势，为矿山测绘技术升级与安全生产提供参考。

关键词：数字化测绘技术；采矿工程测量；发展应用

引言：采矿工程测量是矿山开发建设、安全生产与生态修复的核心基础工作，直接关乎矿产资源利用率与矿山作业安全性。传统人工测绘模式受地形、环境与技术限制，难以适配现代矿山规模化、精细化、动态化的作业需求。随着信息技术与智能设备的快速发展，数字化测绘技术逐步替代传统测绘方式，成为采矿工程的核心技术支撑。基于此，本文系统探究数字化测绘技术的应用价值、现存问题及优化路径，助力采矿工程测绘工作高质量发展。

1 数字化测绘技术与采矿工程测量基础概述

1.1 数字化测绘技术核心内涵与特征

(1) 核心内涵：数字化测绘技术是依托计算机技术、信息技术与空间传感技术搭建的新型测绘技术体系，彻底革新传统人工纸质测绘模式。该技术实现测绘数据采集、处理、分析、存储及输出的全流程数字化、智能化转型，摆脱了传统测绘对人工手绘、纸质记录的依赖，大幅优化测绘作业流程，是适配现代采矿工程的核心测绘技术。(2) 主要特征：相较于传统测绘技术，其核心优势显著，具备测量精度高、作业效率高、数据可视化程度突出的特点。同时支持数据动态监测、云端共享与重复复用，可有效适配矿山复杂地形、井下昏暗狭小、作业空间受限等特殊采矿作业环境，能稳定完成各类场景下的测绘工作，实用性与适配性极强。

1.2 主流数字化测绘技术类型及原理

(1) 三维激光扫描技术：借助激光雷达设备，快速采集矿山地表、井下巷道、采场的三维空间点云数据，依托数据建模构建高精度实景三维模型，无需接触测量目标即可完成测绘作业，实现非接触式高效快速测

量。(2) 无人机测绘技术：通过无人机搭载高清摄像设备与专业测绘传感器，可高效完成露天矿山大范围地形测绘、边坡形变监测、矿产资源储量核算等作业，设备操作灵活、作业范围广，对露天矿山复杂作业场景适配性极强。(3) GIS与GPS测绘技术：GIS技术主要负责矿山测绘数据的空间分析、整合与信息化管理，实现数据系统化运用；GPS卫星定位技术可为矿山地面控制测量、点位精准定位提供坐标支撑，二者结合保障测绘数据的精准性与规范性。(4) BIM数字化建模技术：以各类测绘原始数据为基础，搭建矿山工程三维信息模型，对采矿工程设计、现场施工、精准测量、后期运维全流程进行可视化管控，提升工程整体管控精细化水平^[1]。

1.3 采矿工程测量的核心内容与作业要求

(1) 核心测量内容：贯穿矿山全生命周期，涵盖勘查阶段地形地质测量、基建阶段巷道及工程施工测量、开采阶段采场参数测量、闭坑阶段地形复原测量，同时包含矿山边坡、围岩常态化安全监测测量等核心工作。(2) 行业作业要求：采矿工程测量需严格遵循高精度、高时效性、高安全性的行业标准，适配矿山复杂多变的作业环境。保障所有测绘数据真实、精准、有效，为采矿工程优化设计、矿山安全生产、矿产资源高效利用提供可靠的数据支撑。

2 数字化测绘技术在采矿工程测量中的具体应用

2.1 矿山勘查与规划阶段的应用

(1) 矿区地形地质测绘：在矿山勘查与前期规划阶段，地形地质数据的精准采集是矿山开发的基础工作。传统人工踏勘测量方式作业效率低、覆盖范围有限，且在复杂山地、沟壑矿区存在较大作业风险。而数字化测

绘技术可依托无人机航测、三维激光扫描等先进设备,快速、全面采集矿区全域的地形地貌、地表起伏、地质构造、岩层分布等核心数据。通过设备自动采集、系统智能处理数据,能够高效绘制高精度数字化地形地质图,完整还原矿区真实地质环境,规避传统人工测绘数据疏漏、精度不足的问题,为矿山整体规划布局奠定坚实的数据基础^[2]。(2) 矿产资源储量估算:矿产资源储量核算是矿山开发立项、开采规划的核心依据,直接决定矿山生产规模与资源利用方案。依托 GIS 空间分析技术,结合三维激光扫描、无人机实测获取的矿区三维实景数据,可对矿体形态、厚度、分布范围进行精准分析与建模。通过数字化系统精准核算矿产资源总储量、可开采储量,科学划分矿体边界与开采区块,有效弥补传统估算方式误差大、主观性强的短板,大幅提升资源评估的科学性与准确性,为矿山开发规划、资源合理调配提供可靠的数据支撑。

2.2 矿山基建与施工阶段的应用

(1) 井下巷道施工测量:矿山基建阶段的巷道施工精度,直接影响后续开采作业的安全性与规范性。针对井下环境昏暗、空间狭小、视线受阻等作业难点,可依托 GPS 卫星定位、数字化全站仪等测绘技术开展精准测量工作。在巷道掘进施工过程中,实时完成掘进导向定位、巷道中线与腰线精准标定,同时定期检测巷道断面尺寸、掘进偏差,及时纠正施工误差,确保巷道走向、坡度、断面参数完全符合工程设计标准,保障井下巷道施工的规范性与精准性,为后续采矿运输、通风、排水系统搭建提供保障。(2) 基建工程建模与仿真:将 BIM 数字化建模技术与矿山测绘数据深度融合,可整合矿区地形、巷道布局、基础设施等各类实测数据,构建完整的矿山基建工程三维可视化模型。工作人员可依托模型模拟全流程施工工序,直观预判施工过程中可能出现的尺寸偏差、工序冲突、空间干涉等问题,提前优化施工方案、调整施工工艺。通过数字化仿真预判,有效减少施工失误,降低工程返工率,节约基建施工成本,提升矿山基建工程的施工效率与建设质量^[3]。

2.3 矿山开采与安全生产阶段的应用

(1) 开采动态监测测量:矿山开采过程具有动态性、多变性特征,矿体形态、采场环境会随开采作业持续变化。利用三维激光扫描、无人机动态巡检等数字化技术,可对露天采场、井下作业面进行常态化动态监测,实时采集采场形态变化、矿体开采厚度、采掘范围等数据,动态更新矿山开采数据库。通过数字化数据对比分析,精准掌握开采进度与资源消耗情况,实现采矿

作业的精细化、动态化管控,保障开采作业有序推进,提升矿产资源开采用率。(2) 矿山安全隐患监测:安全生产是采矿工程的核心重点,数字化测绘技术可实现矿山安全隐患的常态化、精准化监测。针对露天矿山边坡、井下围岩、巷道墙体等关键风险部位,开展全天候数字化实时监测,精准捕捉岩体形变、边坡位移、巷道沉降等微小数据变化。通过系统数据分析预判坍塌、滑坡、围岩脱落等安全风险,提前发出预警提示,为安全防护、隐患整改提供精准依据,有效规避矿山安全事故,全方位保障采矿作业人员与设备安全。

2.4 矿山闭坑与生态修复阶段的应用

(1) 闭坑地形复测测量:矿山闭坑阶段需完成全面的地形复测与数据核验,是闭坑验收的关键环节。采用数字化测绘技术对闭坑后的矿区全域地形地貌、地表结构进行精准复测,全面核算矿山开采造成的地形扰动范围、地表破损程度、地貌改动情况,形成完整的数字化测量报告。精准的实测数据可精准匹配闭坑验收标准,为矿山闭坑审批、工程核验提供权威、精准的数据依据,保障闭坑工作合规有序完成^[4]。(2) 生态修复规划测绘:矿山开采易造成地形破损、植被破坏、水土流失等生态问题,而数字化测绘是生态修复的重要基础。通过各类测绘设备采集矿区破损地形、植被覆盖区域、水土分布、地质破损等全方位生态数据,构建矿区生态修复三维模型,直观呈现矿区生态受损现状。工作人员可依托模型科学规划植被恢复、地形平整、水土治理等修复方案,精准划定修复区域、制定针对性修复措施,提升矿山生态修复的科学性与实效性,助力矿区生态环境恢复重建。

3 数字化测绘技术在采矿测量应用中的问题与发展对策

3.1 技术应用现存主要问题

(1) 技术应用不均衡:当前国内矿山数字化测绘技术应用呈现明显两极分化态势。大型智能化矿山资金充足、体系完善,数字化测绘技术全面普及,而中小型矿山受资金短缺、技术薄弱、理念滞后等因素制约,依旧沿用传统人工测量模式,数字化设备覆盖率低、新技术落地缓慢,整体行业技术发展参差不齐。(2) 数据融合利用率低:矿山各类数字化测绘设备的数据采集标准、格式不统一,三维模型数据、动态监测数据、地形地质数据相互独立,数据碎片化问题严重。各类数据无法高效对接融合,难以形成一体化数据体系,极大降低了测绘数据的复用率与实际应用价值。(3) 专业人才储备不足:数字化测绘属于采矿与测绘交叉领域,目前行业复

合型人才缺口较大。现有一线测量人员大多精通传统测绘作业,但对智能化测绘设备操作、大数据处理、三维建模等数字化技术掌握不足,难以适配现代化矿山测绘作业需求。(4)复杂环境适配性不足:矿山作业环境复杂恶劣,井下高粉尘、弱光照、信号遮挡,以及露天矿山暴雨、大风、高温等极端天气,会导致数字化测绘设备信号不稳定、数据偏差增大,设备作业稳定性和测量精度大幅下降,影响测绘工作正常开展。

3.2 技术应用优化对策

(1)推进技术普及与设备升级:针对行业技术应用不均衡的问题,需强化政策引导与资金扶持,重点帮扶中小型矿山转型升级。积极推广低成本、易操作、高适配的轻量化数字化测绘设备,降低中小企业技术升级门槛。同时制定行业统一技术应用标准,逐步淘汰传统人工测绘模式,推动大、中、小型矿山数字化测绘技术同步升级,实现全行业测绘作业智能化、标准化转型。(2)构建一体化数据管理体系:统一矿山测绘数据的采集、处理、存储与输出规范,打破不同设备、不同技术之间的数据壁垒。搭建综合性矿山大数据信息化管理平台,整合地形测绘、施工测量、安全监测、资源核算等各类数据,实现数据集中存储、融合分析、实时共享与动态联动,彻底解决数据碎片化问题,最大化挖掘测绘数据价值,为矿山生产决策提供全面的数据支撑。(3)强化复合型人才培养:构建高校、企业双向联动的人才培养体系。高校优化专业课程设置,增设采矿工程与数字化测绘交叉课程,重点培养三维建模、智能测量、数据处理等核心能力。矿山企业建立常态化岗前培训、在岗轮训机制,组织员工开展数字化设备实操、数据系统应用等技能训练,打造兼具采矿专业知识与数字化测绘技能的复合型技术队伍,补齐行业人才短板^[5]。(4)优化设备与技术适配性:聚焦矿山复杂作业环境痛点,联合科研机构与设备厂家对测绘设备进行专项优化升级,提升设备防尘、抗干扰、耐高温、弱信号适配能力。同时优化数据处理算法,增加数据降噪、偏差矫正、异常识别功能,有效规避复杂环境带来的数据误差,全面提升数字化测绘设备在井下、露天极端场景中的测量精度与作业稳定性。

3.3 行业未来发展趋势

(1)智能化融合发展:未来人工智能、大数据、物联网技术将与数字化测绘深度融合,彻底改变传统测量模式。实现矿山测绘数据自动采集、智能分析、隐患自动识别与风险预警,逐步推进井下与露天矿山测量无人化、智能化作业,大幅提升采矿测量的自动化水平与作业安全性。(2)全流程一体化管控:行业将逐步搭建全覆盖数字化管控体系,形成“测绘-设计-施工-监测-运维”全链条一体化管理模式。依托三维模型与大数据平台,实现矿山全生命周期可视化、智能化管控,让测绘数据贯穿采矿工程全过程,提升矿山整体建设与开采精细化水平。(3)绿色测绘协同发展:数字化测绘技术将深度结合绿色开采与矿山生态修复工作,通过精准测绘数据优化资源开采方案,减少资源浪费与生态破坏,同时为矿区地形修复、植被重建、水土治理提供精准数据支撑,助力矿山实现高效开采与生态保护协同发展,契合绿色矿业发展趋势。

结束语

本文全面梳理了数字化测绘技术的核心特征、技术类型及在矿山勘查、基建、开采、闭坑修复全阶段的应用价值,剖析了当前行业技术应用、数据管理、人才储备及环境适配性等方面的短板,并制定了科学可行的优化对策。未来,数字化测绘技术将朝着智能化、一体化、绿色化方向深度发展。持续推进技术革新与体系完善,可有效提升采矿测量精度与效率,推动矿山安全生产与绿色可持续发展。

参考文献

- [1] 孙玉德. 矿山工程建设及矿山测量的现状与发展趋势[J]. 工程施工新技术,2024,3(17):142-144.
- [2] 王晨阳,王维. 浅析实景三维中国建设视域下的矿产领域应用[J]. 中国矿业,2024,33(S1):191-194.
- [3] 金浩,郑瑞良,董润泽. 基于数字化测量的煤矿测绘技术研究[J]. 煤矿现代化,2024,33(5):30-34.
- [4] 李翰洋. 数字化测量技术在矿山测量中的应用试析[J]. 世界有色金属,2024,15(22):170-172.
- [5] 单许峰,冯瑞. 数字化测量技术在矿山测量的应用[J]. 世界有色金属,2024,26(6):162-164.