

矿山地质测绘中测绘地理信息新技术应用研究

索朗边旦 阿旺达曲

西藏地质三队地矿有限公司 西藏 拉萨 850000

摘要：在矿产资源开发的过程当中，地质测绘可以用来掌握矿区地质情况，同时也能优化开采布置方案，是一项十分关键的基础工作；传统测绘方式存在不少缺陷，比如数据采集偏慢、空间分析能力不足、难以适应复杂地形等，并不适用于现代矿山的精细化管理。本文以几种常见测绘地理信息技术为研究对象，简单分析技术特点、应用方式以及适用范围，同时总结技术现存问题并给出优化办法；本次研究能够提高矿山测绘的数据质量与处理速度，完善矿区空间管理体系，也可为矿山智能化勘测工作提供一定参考。

关键词：矿山地质测绘；地理信息技术；三维建模；数据采集；智能监测

引言：现如今矿业行业正在朝着智能化方向发展，地质测绘贯穿矿产勘探、开采与运维全过程，测绘要求也慢慢偏向高精度、数字化；矿山作业环境较为复杂，传统人工测绘容易受到地形、视野限制，存在采集范围小、数据处理慢等问题。测绘地理信息新技术能够突破传统作业局限，因此本文对这类技术的应用方法展开研究，总结现存问题并给出优化方案，以此推动矿山测绘工作完成数字化升级。

1 矿山地质测绘工作概述

矿山地质测绘工作，主要是对矿区内部地质构造、岩土状态、矿产分布、地表形态等内容开展空间勘测以及信息整理工作；该项工作能够贯穿矿产勘探、基建开采、后期运维的全部阶段，也是保障矿山各项作业平稳开展的重要基础。测绘工作需要工作人员精准采集矿区空间地理信息，梳理地层排布、断层构造、岩土物理性质等地质要素，以此为矿山开采规划、场地布设、隐患防控提供可靠的数据参考。对比常规地质测绘，矿山测绘的作业环境往往更为复杂，一般会伴随地势起伏明显、地表破碎裸露、井下空间狭小等问题，因此该项工作对测绘工具适配能力、数据准确度以及作业速度都有着更高标准。传统测绘方式大多依靠人工现场勘测，并且以单点采集数据为主，不仅数据较为零散，空间关联性偏弱，恶劣的作业条件还容易加大勘测误差。在矿产开发逐渐精细化的行业背景下，矿山对于地质数据的时效性、完整性要求正在不断提升，传统技术手段已经难以契合行业发展节奏，而测绘地理信息新技术，凭借采集速度快、多维分析、远距离监测等优势，目前已经慢慢应用在现代矿山地质测绘工作中^[1]。

2 矿山地质测绘主流测绘地理信息新技术分析

2.1 GNSS高精度定位技术

GNSS高精度定位技术，属于矿山地质测绘当中较为基础的一类测绘手段；工作人员能够借助卫星导航系统，对矿区地表测点完成高精度空间定位。该技术利用差分定位原理，省去人工找点、手动测距等传统操作，能够降低地形遮挡、天气因素带来的测绘干扰，可在复杂山地、露天采场开展不间断勘测工作。在矿山作业过程中，工作人员常将其用于控制点布设、矿区边界测量、地表形变监测等工作，以此快速得到测点三维坐标。对比传统定位方式，GNSS技术不仅测量精度更高，环境适应能力也更强；它不用布置过多辅助点位，能够简化外业流程，还可同步观测多个测点，增强数据关联性，可为地形建模、资源储量计算提供基础定位资料，适合大面积矿山地表测绘工作。

2.2 无人机倾斜摄影测量技术

无人机倾斜摄影测量技术，整合了飞行调控、光学拍摄以及空间运算等多项功能；工作人员可在无人机上加装多角度高清拍摄设备，从垂直、倾斜等不同方位采集矿区地表影像资料。该项技术操作灵活，作业成本也相对较低，能够作用于陡峭边坡、破碎山体等人员难以到达的区域，弥补了传统航测灵活性不足的问题。在完成影像采集工作以后，工作人员可借助影像匹配、空三处理等手段，搭建矿区地表实景模型，还原地形起伏、岩土裸露、采场布置等真实地貌。在矿山测绘工作中，该技术大多用于露天矿区地形测量、边坡形态勘查、地表破损范围划定，能够快速生成高清影像，可为矿区空间规划、地貌变化分析提供直观的数据支撑^[2]。

2.3 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术依托激光测距原理，发射高频激光脉冲扫描勘测目标，快速采集高密度、高精度空间点云数据，具备非接触式勘测的技术特性。该技术不受光

照、能见度限制,既可完成露天采场大范围地表扫描,也可适配井下巷道、采空区等密闭昏暗空间的测绘作业。扫描获取的点云数据可精准还原勘测区域的空间形态,清晰勾勒岩层结构、巷道轮廓、凹陷破损区域,规避人工勘测的视觉盲区。经过数据去噪、拼接、简化处理后,可构建高精度实体三维模型,精准呈现矿山复杂地质构造,为井下结构检测、采空区隐患排查、岩层形变分析提供详实的数据依据。

2.4 GIS地理信息处理技术

GIS地理信息处理技术,一般会以空间数据库作为运行基础;工作人员常利用该技术完成数据储存、整合分析、可视化展示等工作,也是矿山测绘后期数据处理的重要手段。该技术能够收集定位资料、影像资料、点云资料等多种测绘数据,以此搭建一体化矿区信息数据库,方便工作人员分类管理、快速调取地质资料。操作人员可以借助叠加分析、数据统计等基础功能,梳理地层结构、矿产分布、地形坡度之间的内在联系,进一步挖掘数据实用价值。除此之外,GIS还能直观展示矿区地质构造分布情况,可为矿山开采方案调整、场地规划、资源管理提供可靠的数据参考。

3 测绘地理信息新技术在矿山地质测绘中的综合应用

3.1 矿区基础地形勘测应用

矿区基础地形勘测,属于矿山前期规划开发的前置工作;该项工作主要用来摸清矿区地势起伏、地貌形态、地表覆盖等基础地理要素,从而搭建完整的矿区地形资料体系。工作人员可以组合运用多种测绘新技术,搭建空地一体的勘测模式,以此优化整体作业流程。针对大面积露天矿区,工作人员可利用GNSS技术布设平面以及高程控制点,统一测绘基准,保证各类勘测数据坐标一致,减少数据偏差问题。在此基础上,操作人员使用无人机采集全域影像资料,生成影像图纸与高程模型,能够清晰标注坡度、沟壑、岩土裸露等地貌特征。针对地形破碎、地势陡峭的难测区域,可搭配三维激光扫描技术补充细节点云数据,弥补影像采集的不足,消除勘测盲区。所有勘测资料汇总以后,工作人员可导入GIS平台完成数据整合,完善地形纹理与高程信息,建立矿区地形数据库。对比传统勘测方式,该组合勘测模式能够缩短外业工作时长,扩大勘测覆盖范围,还可以提升数据精细程度,清晰反映微小地形变化,能够为基建选址、边界划定、运输线路规划提供可靠依据,从而减少地形因素带来的施工隐患^[1]。

3.2 矿山地质构造探测应用

地质构造能够直接影响矿产分布情况,同时也会制

约矿山开采的作业安全性;断层、褶皱、破碎带这类复杂地质结构,比较容易诱发岩层坍塌、地层渗漏等不良问题,因此精准探测地质构造,也是矿山测绘工作当中的一大难点。传统探测方式,很难判定地下隐蔽构造的空间形态,而测绘新技术则可以对地表、地下构造开展全方位检测。在表层构造探测环节中,工作人员能够利用无人机拍摄地表岩层纹理,观察裂隙走向,依靠影像素色差区分岩石种类,大致判断地表构造的分布范围。对于地下隐蔽构造,操作人员可携带三维激光扫描设备进入巷道、勘探坑道,采集岩壁结构数据,凭借高密度点云资料,还原断层高度、破碎带延伸长度、岩层倾斜角度等参数。工作人员还能利用GNSS设备长期监测地表点位,捕捉构造的微弱形变,以此判断地质结构的稳定程度。所有探测数据都会汇总至GIS平台,平台可生成地质专题图层,方便工作人员分析构造之间的空间联系;工作人员依托叠加分析手段,梳理地质演变规律,预判构造对开采工作的影响,可为巷道布置、采掘方向调整提供参考,降低地质结构带来的开采风险。

3.3 矿山三维模型构建应用

三维模型能够直观展现矿山空间形态,同时也是矿山开展数字化管理的重要载体;各类新型测绘技术,能够融合多种测量数据,用来搭建高精度矿山立体模型,改善了传统二维图纸表现力薄弱的问题。在建模前期阶段,工作人员可以汇总GNSS控制点、无人机影像、激光点云等资料,搭建多维度采集体系,以此保障建模数据的完整可靠。对于露天矿区,工作人员一般以倾斜摄影影像为基础,经过空三解算、纹理贴合等处理步骤,生成地表实景模型,真实还原采场、边坡、尾矿库等构筑物的外观形态。而井下密闭区域,则需要依托激光点云数据,剔除多余噪点,修整巷道以及岩壁结构,制作井下实体模型,精准标注巷道宽度、高度、弯折角度等施工参数。模型制作完成后,工作人员可利用GIS技术,为模型绑定地质、资源、工程等多项属性,丰富模型的数据维度。带有属性的三维模型,能够展示地表地貌、井下巷道、岩层分布、矿产储量等信息,方便工作人员开展空间测量、结构分析、模拟推演等工作;该模型还可以定期录入新增测绘数据,动态更新开采带来的地形变化,能够为矿山智能管理、开采方案优化提供直观有效的可视化参考^[4]。

3.4 矿区动态监测分析应用

矿山开采作业,往往会打破地层原本的应力平衡;这类地质变化,比较容易造成边坡滑动、地面下沉、岩层变形等不良问题,因此动态监测工作,也是把控矿区

地质变化、规避安全隐患的重要环节。测绘地理信息新技术,具备持续监测、数据实时更新、精准捕捉形变的能力,能够满足矿山长期动态监测的作业要求。在边坡监测工作中,工作人员可以利用无人机定期拍摄边坡影像,对比不同时期的影像特征,以此判断边坡的变形趋势;搭配三维激光扫描技术,还能采集边坡表面高密度点位,识别细微位移以及裂隙扩张情况。地表沉降监测可依靠GNSS监测站点,工作人员布设观测点位以后,设备能够全天候采集高程数据,实时记录沉降速度与影响范围。对于井下区域,工作人员可使用激光扫描技术定期检查巷道岩壁,排查脱落、变形等隐患。所有监测数据都会统一上传至GIS工作平台,平台能够自动完成数据对比、偏差分析,生成形变变化曲线;工作人员可结合数据变化规律预判风险走势,划定危险范围。这种监测方式减少了人工外勤次数,既降低作业风险,也能完整留存地质变化数据,可为矿山隐患防控、防护工程建设提供参考依据。

3.5 矿山测绘数据整合管理应用

在现代矿山测绘工作当中,工作人员往往会得到影像、测点、点云、地质属性等种类繁多的海量资料;传统人工整理归档的管理方式,存在资料杂乱、调取缓慢、适配性差等诸多问题,很难对测绘数据进行高效利用。工作人员可以依托GIS技术搭建矿山专用地理信息数据库,对多种来源的测绘资料做统一整合,同时完成智能化管理。该数据库能够按照数据类别、勘测地段、采集时间进行归类保存,统一全部数据格式与坐标标准,以此消除不同测绘技术产生的数据隔阂。平台自带筛查、纠错以及备份功能,可以自动剔除无效冗余数据,

保障资料的完整程度与准确程度。除此之外,平台还设有数据共享接口,方便勘测、开采、运维等多个部门交换资料,打破数据孤立的问题。工作人员能够利用平台内置分析工具,完成储量估算、距离测量、地质叠加分析等工作,进一步挖掘数据使用价值;该数据库还支持后期扩容升级,能够适配矿山长期开发的存储需求,不断补充新增测绘资料,完善地质档案,可为矿山长远规划、资源调配以及技术优化积累充足的数据储备^[5]。

结束语:本文系统性分析了四类主流测绘地理信息技术,归纳各项技术特点;笔者结合矿山作业场景,厘清了技术在地形勘测、构造探测、建模监测中的应用方式。这类技术可以弥补传统测绘存在的缺陷,也能提高测绘工作的准确度与工作效率。往后还需要优化技术组合形式,改良数据处理手段,提升复杂场地适配能力,逐步推动矿山测绘智能化发展,保障矿业行业平稳长效进步。

参考文献

- [1]李春林,肖磊,徐凯.自然资源中矿山测绘地理信息技术的创新应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2026(2):141-144.
- [2]陈明.测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用及展望[J].中国金属通报,2025(1):13-15.
- [3]肖文斌,陈琦.自然资源中矿山测绘地理信息技术的创新应用研究[J].中国金属通报,2025(19):246-248.
- [4]卜星琿.测绘地理信息技术在矿山地质工程测绘中的应用探析[J].中国金属通报,2025(18):210-212.
- [5]莫金利.测绘地理信息技术在矿山地质勘察中的应用[J].中国金属通报,2025(8):167-169.