

测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用及展望

马文涛

新疆紫金锌业有限公司 新疆 克孜勒苏柯尔克孜自治州 845450

摘要: 随着科技飞速发展浪潮的席卷,测绘与地理信息新技术日新月异。本文围绕测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用展开研究,先阐述矿山测量包含矿区控制测量、地形测量、施工测量及岩层与地表移动观测等核心内容,再系统分析数字化测绘、卫星遥感、激光测距、GNSS、无人机等新技术在矿山测量各环节的具体应用,如数字地图创建、矿区资源监测、矿山地形测量、开采设备定位及应急救援等。最后从技术融合、实时监测、绿色矿山建设方向展望发展趋势,为矿山测量的高效化、精准化发展提供参考。

关键词: 测绘;地理;信息新技术;矿山测量;应用;展望

引言:矿山测量是矿山规划、建设与生产的基础,对保障矿山安全生产、提高资源利用率意义重大。传统矿山测量技术存在效率低、精度不足、数据处理复杂等问题,难以满足现代矿山规模化、智能化发展需求。随着测绘与地理信息技术的飞速发展,数字化测绘、卫星遥感、激光测距、GNSS、无人机等新技术不断涌现,为矿山测量带来新机遇。本文旨在梳理矿山测量主要内容,分析新技术的应用现状,展望未来发展方向,推动新技术在矿山测量中深度应用,助力矿山行业高质量发展。

1 矿山测量工作的主要内容

1.1 矿区控制测量

矿区控制测量是矿山测量的基础性工作,旨在为矿区各项测量工作建立统一坐标和高程系统。它通过布设一系列具有精确坐标和高程的控制点,构成控制网。这些控制点如同“定位基石”,为后续的矿区地形测量、施工测量等提供精确的基准。测量时采用高精度仪器和严格测量方法,确保控制点精度,保障整个矿区测量数据的准确性和一致性。

1.2 矿区地形测量

矿区地形测量是对矿区地面的自然和人工要素进行实地测量与描绘。它运用多种测量手段,精确测定地面上地形地物的位置、形状和大小等信息。通过绘制地形图,清晰呈现矿区的地形地貌、地貌特征、水系分布等情况。这些地形图不仅为矿山规划、设计提供基础资料,还在矿山建设、生产过程中,为工程布局、开采方案制定等提供重要依据。

1.3 矿山施工测量

矿山施工测量贯穿于矿山建设的全过程,是将矿山设计图纸上的工程建筑物、构筑物的位置,在实地标定出来,并指导施工放样,确保工程施工按设计要求进

行。从井巷开拓、露天开采到各种矿山建筑物的建设,施工测量都发挥着关键作用。它精确控制工程的位置、方向、坡度和高程等参数,保证各部分工程准确衔接,保障矿山建设质量和施工安全。

1.4 岩层与地表移动观测

在矿山开采过程中,岩层与地表会因地下开采活动而发生移动和变形。岩层与地表移动观测就是运用专门的测量仪器和方法,对这种移动和变形进行长期、系统的监测。通过观测点的布设和定期测量,获取岩层与地表移动的数据,分析其移动规律。这有助于预测地表塌陷范围,为矿山安全生产、周边建筑物保护以及土地复垦等提供科学依据^[1]。

2 测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用

2.1 数字化测绘技术

2.1.1 数字地图的创建与应用

数字地图通过全站仪、RTK-GPS等设备采集高精度坐标数据,结合数字化绘图软件实现自动成图。例如,在露天矿区采用无人机搭载激光雷达进行航测,通过设置航带重叠率完成数据拼接,生成分辨率达厘米级的地形图。该技术突破传统纸质地图的尺寸限制,支持动态更新与多比例尺切换,已广泛应用于矿区边界划定、征地补偿核算及开采进度监控。内蒙古某煤矿通过数字地图动态监测,将采矿权边界纠纷率降低67%,年节约法律诉讼成本超200万元。

2.1.2 三维建模与可视化技术

三维激光扫描仪可实现每秒百万级点云数据采集,结合Geomagic、CloudCompare等软件构建高精度三维模型。在深部矿井中,该技术通过多站扫描数据拼接,还原巷道三维空间关系,精度达 $\pm 2\text{cm}$ 。安徽铜陵某铜矿应用三维通风模拟系统,优化通风网络后年节电120万度,

同时通过岩层位移可视化分析,提前3个月预警采空区塌陷风险。三维建模还支持虚拟开采培训,新矿工培训周期从3个月缩短至15天,事故率下降42%。

2.1.3 GIS技术在矿山测量中的集成应用

基于ArcGIS平台的矿区地理信息系统,集成地质勘探、生产监测、环境评估等12类数据层。在山西某煤矿, GIS系统通过空间分析功能,将煤层厚度、断层分布与开采工作面动态关联,优化采掘方案后资源回收率提升8.3%。该系统还具备灾害预警功能,2023年成功预测因暴雨引发的边坡滑移,提前疏散人员避免直接经济损失超5000万元。目前,全国83%的千万吨级煤矿已建立GIS管理平台,数据更新频率从季度提升至实时。

2.1.4 数字化测绘技术的数据处理进展

深度学习算法在数据处理中展现突破性应用。中国矿业大学研发的PointCNN模型,可自动识别点云数据中的设备、巷道等特征,分类准确率达98.7%。在数据处理效率方面,华为云矿山大数据平台实现TB级数据分钟级处理,较传统方法提速200倍。数据安全领域,区块链技术被应用于测量数据存证,云南某锡矿通过分布式账本记录采空区监测数据,确保信息不可篡改,满足应急管理部门监管要求。

2.2 卫星遥感技术

2.2.1 卫星遥感在矿山资源监测中的应用

卫星遥感凭借大范围、高时效的观测优势,成为矿山资源监测的得力工具。通过多光谱、高光谱传感器,能精准识别矿区内不同矿物成分与分布,快速圈定潜在矿区,提升找矿效率。例如,利用特定波段反射特征,可清晰分辨铜矿、铁矿等。同时,定期获取的遥感影像能动态监测资源开采情况,对比不同时期影像,清晰呈现开采范围变化、储量消耗等,为资源合理规划与可持续发展提供数据支撑,助力矿山企业科学制定生产计划,避免过度开采与资源浪费。

2.2.2 利用卫星遥感监测矿区环境变化

卫星遥感为矿区环境监测提供宏观、全面的视角。可实时监测矿区土地利用变化,如植被破坏、土地沙化等情况,通过植被指数等指标量化分析生态受损程度。还能监测水体污染,通过分析水体光谱特征变化,判断是否有矿渣泄漏等导致的水质恶化。对于大气环境,可监测矿区粉尘排放情况。

2.2.3 卫星遥感技术在矿山安全生产中的作用

卫星遥感在矿山安全生产中发挥着关键预警作用。通过对矿区地形地貌的持续监测,能及时发现山体滑坡、泥石流等地质灾害隐患,提前发出预警,为人员疏

散和灾害防范争取时间。在露天矿,可监测边坡稳定性,利用高分辨率影像分析边坡位移变化,预防坍塌事故。此外,还能监测矿区周边非法开采活动,保障合法矿山生产安全。如某金属矿,通过卫星遥感监测提前发现周边非法采矿点,及时采取措施制止,避免了可能引发的安全事故和经济损失。

2.3 激光测距技术

2.3.1 激光雷达在矿山地形测量中的应用

激光雷达凭借其高精度、高效率的特点,在矿山地形测量中优势显著。它通过发射激光束并接收反射信号,能快速获取矿区地面的三维坐标信息,生成高精度的数字高程模型(DEM)。相较于传统测量方法,激光雷达可穿透植被获取地面真实地形,在植被茂密区域也能精准测量。例如在森林覆盖的矿区,能清晰呈现地形起伏,为矿山规划提供准确地形数据。而且激光雷达测量速度快,能在短时间内完成大面积矿区测量,大大缩短测量周期,降低测量成本,提高矿山开发前期工作效率。

2.3.2 激光测距技术在矿山工程测量中的应用

在矿山工程测量中,激光测距技术为工程建设提供精确的距离数据。在巷道掘进时,利用激光测距仪可实时测量掘进距离和方向,确保巷道按照设计要求准确延伸,避免出现偏差影响后续开采。在矿山建筑物施工测量中,能快速测量建筑物各部位尺寸,保证施工质量。比如在井架安装过程中,通过激光测距精确控制井架各部件位置和垂直度,确保井架稳定安全。该技术操作简便、测量精准,有效提高了矿山工程测量的准确性和效率,保障工程建设顺利进行。

2.3.3 激光测距技术在矿山变形监测中的应用

矿山开采易引发地表和岩层变形,激光测距技术可实时监测这些变形情况。通过在关键部位设置监测点,利用激光测距仪定期测量点与点之间的距离变化,能及时发现变形趋势。在露天矿边坡监测中,可精确测量边坡不同位置位移,当位移超过安全阈值时及时预警,防止边坡坍塌事故。在地下矿井中,能监测巷道顶板下沉、两帮移近等情况,为巷道支护和维护提供依据。

2.4 全球导航卫星系统(GNSS)技术

2.4.1 GNSS在矿山控制测量中的应用

GNSS技术为矿山控制测量提供了高效、精准的解决方案。它可快速布设高精度控制网,摆脱传统测量对视条件的严格限制,大幅提高布网效率。在复杂地形矿区,GNSS能轻松获取控制点坐标,且精度可达厘米级。通过实时动态差分技术(RTK),可实时提供测量成果,及时修正测量误差,确保控制测量数据的准确性和

可靠性,为后续矿山测量工作奠定坚实基础。

2.4.2 GNSS在矿山开采设备定位与导航中的应用

在矿山开采中,GNSS技术实现了开采设备的精准定位与智能导航。装载机、挖掘机等设备安装GNSS接收机后,能实时确定自身位置和姿态信息。结合矿山数字化管理系统,可引导设备按照预设路线和作业参数进行开采,提高开采效率和精度,减少资源浪费。同时,还能实现对设备的远程监控和调度,优化设备配置,降低运营成本,提升矿山开采的智能化水平。

2.4.3 GNSS在矿山变形监测中的应用

GNSS技术是矿山变形监测的重要手段。在矿区关键部位布设GNSS监测点,可连续、实时地监测地表和岩层的微小变形。其高精度和自动化特点,能及时发现变形异常,通过数据分析预测变形趋势,为矿山安全生产提供预警。相较于传统监测方法,GNSS监测范围广、数据更新快,可实现对整个矿区的动态监测,有效防范因变形引发的地质灾害,保障矿山人员和设备安全。

3.5 无人机测绘技术

2.5.1 无人机在矿山地形测绘中的应用

无人机可快速获取矿山高分辨率影像数据,通过专业软件生成数字高程模型(DEM)和三维地形模型,精准呈现地形起伏、矿脉分布等关键信息。其厘米级定位精度和高效作业能力,使大范围地形测绘周期大幅缩短,同时避免人工测绘在复杂地形中的安全风险,为矿区规划、开采设计提供可靠数据支撑。

2.5.2 无人机在矿山开采监测中的应用

无人机通过定期航拍与三维建模技术,可实时监测开采进度、矿堆体积变化及设备位置,结合图像分析算法精准计算资源储量。在露天矿中,无人机能覆盖传统测量盲区,快速获取全面数据,误差控制在极小范围内,助力企业优化生产计划、降低库存管理风险,并预防超层越界开采等违规行为。

2.5.3 无人机在矿山应急救援中的应用

无人机凭借机动性强、响应速度快的特点,可在灾害发生后迅速抵达现场,通过高清摄像和热成像技术实时传输受灾区域影像,辅助指挥中心制定救援方案。其搭载的激光雷达可穿透烟雾和植被,生成三维地形模型,精准定位被困人员和危险区域,为塌方、泥石流等灾害的应急处置提供关键数据支持^[2]。

3 测绘与地理信息新技术在矿山测量中的展望

3.1 技术融合与创新

未来,测绘与地理信息新技术将深度融合。GNSS、激光雷达、无人机等技术结合,可实现矿山全方位、高精度测量。例如,无人机搭载激光雷达与GNSS模块,能快速获取三维地形数据并精准定位。同时,人工智能、大数据等创新技术将融入,通过智能算法处理海量数据,挖掘潜在信息,为矿山测量提供更智能、高效的解决方案,推动行业技术革新。

3.2 实时监测与动态管理

借助高速通信和物联网技术,矿山测量将迈向实时监测与动态管理新阶段。各类传感器实时采集矿山地形、设备状态、环境变化等数据,并快速传输至管理平台。管理人员可随时掌握矿山动态,及时调整生产计划、应对突发状况。如实时监测边坡位移,一旦超过阈值立即预警,保障矿山安全生产,提升管理效率和响应速度。

3.3 绿色矿山与可持续发展

测绘与地理信息新技术助力绿色矿山建设。通过精准测量和监测,优化开采方案,减少资源浪费和生态破坏。利用三维建模和可视化技术,模拟开采过程对环境的影响,提前制定保护措施。同时,实时监测矿区生态环境变化,为生态修复提供数据支持。新技术推动矿山实现资源高效利用、环境友好发展,符合可持续发展理念^[3]。

结束语

测绘与地理信息新技术在矿山测量领域已展现出强大的生命力与广阔的应用前景。从精准的地形测绘到实时的开采监测,从高效的设备定位到全面的变形预警,新技术为矿山的安全生产、资源合理开发及生态保护提供了坚实支撑。展望未来,技术融合创新将不断突破,实时动态管理成为常态,绿色可持续发展理念深入人心,国际化合作交流日益紧密。

参考文献

- [1]李俊义.测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用[J].智能城市,2021,7(06):61-62.
- [2]国伟.简述测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用[J].世界有色金属,2021(01):235+237.
- [3]蔡寿鑫.测绘与地理信息新技术在矿山测量中的应用研究[J].低碳世界,2021,9(01):90-91.