

测绘技术在井下矿山测量中的应用运用

朱政錕 郝维东 毛富行 闫佳文

锡林郭勒盟山金白音呼布矿业有限公司 内蒙古 锡林郭勒盟 026300

摘要: 本文主要探讨了多种测绘技术在井下矿山测量中的应用。包括全站仪精确测量井下位置和高程, 建立控制网及巷道测量; “3S”技术中GPS用于井上井下联系测量和矿区地表变形监测, GIS管理分析井下数据及辅助矿山安全管理, RS监测矿区地表及辅助矿产勘查; 惯性测量技术实现井下巷道导航和辅助常规测量; 数字化制图技术将复杂数据转换为图形并进行分析处理; InSAR与GPS结合监测矿区地表变形。

关键词: 测绘技术; 井下矿山; 测量; 应用

引言

井下矿山测量对于矿山的安全高效开采至关重要。随着科技的不断进步, 各种先进的测绘技术被应用到井下矿山测量中。全站仪、“3S”技术、惯性测量技术、数字化制图技术以及InSAR与GPS结合技术等, 在确定巷道位置、监测地表变形、管理测量数据等方面发挥着重要作用。这些技术的应用不仅能提高测量精度, 还能为矿企业的规划决策、安全管理和资源开发提供可靠依据。

1 井下矿山测量的重要性

井下矿山测量的主要任务包括确定井下巷道的位置、方向和坡度, 为巷道掘进提供准确的导向; 测量矿体的形状、大小和位置, 以便合理规划开采方案; 监测井下开采活动引起的地表移动和岩层变形, 预防地质灾害等。如在一个大型煤矿井下, 如果不能准确测量巷道的掘进方向, 就可能导致巷道偏离预定的煤层位置, 增加开采成本, 甚至引发安全事故, 如瓦斯泄漏、透水等。

2 全站仪在井下矿山测量中的应用

2.1 全站仪技术原理

2.1.1 全站仪的构成

全站仪是全站型电子速测仪的简称, 它由测角、测距、微处理机等部分组成, 能够将这些部分有机结合并自动控制测角、测距, 自动计算高差、坐标增量、水平距离等, 还可以自动显示、存储、记录和输出数据。其内部测量软件丰富, 并且全站仪实现了测距发射轴、接收轴与望远镜视准轴的三轴共轴, 这使得它非常适合空间点和移动目标的测量^[1]。

2.1.2 全站仪在井下测量中的应用方式

(1) 井下控制测量: 在井下建立控制网时, 全站仪可以发挥重要作用。它能够精确测量井下控制点的平面坐标和高程。如在布设井下导线时, 全站仪可以快速测量相邻导线点之间的水平角、垂直角和距离, 通过内置

的计算程序计算出各点的坐标。与传统的经纬仪和钢尺测量相比, 全站仪测量精度更高、速度更快, 而且减少了人工计算的误差。

(2) 巷道测量: 对于井下巷道的测量, 全站仪可以测量巷道的断面形状、尺寸以及巷道的走向。测量人员可以通过全站仪获取巷道壁上各个特征点的坐标, 进而描绘出巷道的形状。在巷道掘进过程中, 全站仪还可以用来实时监测掘进方向是否偏离设计方向, 及时进行调整, 保证巷道按照设计要求施工。

(3) 联系测量: 在进行井上与井下的联系测量时, 全站仪也有应用。它可以将井上的坐标系统传递到井下, 建立起井上井下统一的坐标系统。如通过在井筒附近设置全站仪观测点, 测量井上井下控制点之间的几何关系, 从而实现坐标的传递。

3 “3S”技术在井下矿山测量中的应用

3.1 全球定位系统(GPS)在井下矿山测量中的应用

3.1.1 GPS技术原理

GPS是一种基于卫星定位的导航系统, 它可以通过接收多颗卫星发射的信号来确定地球上某一点的三维坐标(经度、纬度和高程)。虽然GPS信号在井下不能直接接收, 但在井上部分以及一些特殊的井下应用场景中有其独特的作用。

3.1.2 井上井下联系测量中的应用

在井上建立GPS控制网, 可以为井下测量提供高精度的基准数据。通过在井口附近设置GPS控制点, 精确测量其坐标, 然后利用这些控制点将井上的坐标系统传递到井下。如在一些大型矿山中, 井上的GPS控制网可以作为整个矿山测量的首级控制, 为井下测量的平面控制提供准确的起始数据, 从而提高井下测量的整体精度。

3.1.3 矿区地表变形监测中的应用

对于井下开采可能引起的矿区地表变形情况, GPS可

以进行有效的监测。在矿区地表设置GPS监测点,定期测量这些点的坐标变化,就可以得到地表的位移情况。这对于分析井下开采对地表的影响、预防地表塌陷等地质灾害具有重要意义。如果发现地表某点的沉降速度突然加快,就可以推断井下相应区域可能存在过度开采或者地质结构不稳定的情况,及时采取措施进行调整。

3.2 地理信息系统(GIS)在井下矿山测量中的应用

3.2.1 GIS技术原理

GIS是一个专门管理地理信息的计算机软件系统,它能够分层管理地理信息,对各种地理信息进行组合、分析、查询、检索等操作。在井下矿山测量中,GIS可以将井下的测量数据(如巷道位置、矿体分布等)转化为直观的地理信息进行管理和分析。

3.2.2 井下测量数据管理与分析中的应用

GIS可以将井下测量得到的各种数据(如坐标数据、巷道断面数据、矿体品位数据等)进行整合。例如,将不同时期测量的巷道数据输入GIS系统,通过GIS的空间分析功能,可以分析巷道的变形情况、不同巷道之间的空间关系等。同时,GIS还可以对矿体的分布情况进行可视化展示,帮助矿山企业更好地规划开采路线,提高矿石开采效率。

3.2.3 矿山安全管理中的应用

利用GIS的空间分析功能,可以对井下的安全隐患进行分析。例如,将井下的瓦斯浓度分布数据、顶板稳定性数据等与巷道位置数据相结合,在GIS系统中进行综合分析,找出安全风险较高的区域。矿山管理人员可以根据GIS分析的结果,制定相应的安全管理措施,如在瓦斯浓度高的区域加强通风管理,在顶板不稳定的区域提前进行支护等^[2]。

3.3 遥感(RS)在井下矿山测量中的应用

3.3.1 RS技术原理

RS是指从外层空间接收地球表层的各种物体的电磁波信息,并对这些信息进行扫描、摄影、传输、处理等操作,从而对地球表层的各种物体进行测控和识别。虽然RS主要应用于地面和空中的观测,但它在井下矿山测量中也有一定的辅助作用。

3.3.2 矿区地表及周边环境监测中的应用

RS可以对矿区地表及周边环境进行监测,获取矿区的地形地貌、植被覆盖等信息。这些信息对于井下矿山测量有间接的帮助。例如,通过分析矿区地表的植被变化情况,可以推断井下开采是否对地表水资源造成影响,进而分析井下的水文地质情况。如果矿区地表某区域的植被出现枯萎现象,可能暗示井下存在涌水隐患,

需要进一步加强井下的水文测量工作。

3.3.3 矿产资源勘查中的应用(井上辅助井下)

在矿产资源勘查阶段,RS技术可以先对矿区进行大范围的勘查,确定可能存在矿体的区域。虽然这主要是针对地表的勘查,但这些信息可以为井下进一步的精确测量和开采提供参考。例如,RS图像可以显示出地表的地质构造特征,根据这些特征可以推测井下矿体的可能走向和分布范围,从而为井下测量的重点区域确定提供依据。

4 惯性测量技术在井下矿山测量中的应用

4.1 惯性测量技术原理

4.1.1 惯性测量系统的组成

惯性测量系统主要由惯性测量单元(IMU)、计算机和电源等部分组成。惯性测量单元包含加速度计和陀螺仪,加速度计用于测量物体的加速度,陀螺仪用于测量物体的角速度。通过对加速度和角速度的测量,利用积分运算可以得到物体的位移、速度和姿态等信息。

4.1.2 惯性测量技术在井下测量中的应用方式

(1) 井下巷道导航

在井下巷道中,惯性测量技术可以为测量人员或开采设备提供导航信息。由于井下环境复杂,GPS信号无法使用,惯性测量系统可以独立工作,实时提供测量人员或设备的位置、姿态等信息。如在井下无人驾驶矿车的运行过程中,惯性测量系统可以准确告知矿车的行驶方向、速度以及当前位置,确保矿车能够按照预定的路线行驶,避免碰撞巷道壁或其他设备。

(2) 井下测量辅助

在井下进行常规测量时,惯性测量技术可以作为一种辅助手段。如在全站仪测量过程中,由于井下通视条件差可能需要频繁设站,惯性测量系统可以在设站过程中记录测量设备的移动轨迹,辅助计算相邻站之间的相对位置关系,提高测量精度。

5 数字化制图技术在井下矿山测量中的应用

5.1 数字化制图技术原理

5.1.1 数字化绘图软件的功能

数字化制图技术在井下矿山测量中发挥着重要作用。其核心是计算机绘图软件,如AutoCAD等。这些软件能将全站仪和水准仪等测量得到的复杂数据快速转换为清晰图形,可绘制井下巷道平面图、剖面图以及矿体品位分布图等,为开采决策提供依据。此外,软件还具有丰富的编辑功能,可修改线条粗细、颜色和图形比例等,标注功能能准确标注关键信息。分层管理功能可将不同图形元素放置在不同图层,方便查看和分析特定信

息,极大提高工作效率^[3]。

5.1.2 数字化制图技术在井下测量中的应用方式

(1) 井下测量成果展示

井下测量的数据是矿山企业了解井下情况的重要依据,而数字化制图技术则是将这些数据完美呈现的关键手段。通过将全站仪、水准仪等测量仪器获取的大量井下测量数据输入到数字化绘图软件中,测量人员可以轻松生成各种详细、准确的测量图件。其中,巷道的平面布置图能够直观地展示出井下巷道的整体布局,让人们清晰地看到巷道的分布范围、连接关系以及各个巷道之间的相对位置。纵横剖面图则可以深入地揭示巷道在垂直方向上的变化情况,包括不同深度的地层结构、巷道的起伏变化等。这些图件不仅为矿山企业的管理人员提供了全面、直观的井下信息,便于他们进行整体规划和决策,也为技术人员提供了详细的技术资料,帮助他们更好地理解井下的工程状况,为后续的设计、施工等工作提供了坚实的基础。

(2) 测量数据的分析与处理

数字化绘图软件为井下测量数据的分析与处理提供了强大的平台。一方面,通过对不同时期绘制的巷道图进行对比分析,测量人员可以清晰地发现巷道的变形情况。如,对比两个不同时间点的巷道平面图,能够看出巷道的形状、尺寸是否发生了变化,进而分析出这种变化是由于地质条件的影响、开采活动的作用还是其他因素导致的。另一方面,对矿体的品位分布图进行深入分析,可以帮助企业确定矿石的开采顺序和开采范围。根据品位的高低分布,企业可以优先开采品位较高的区域,提高矿石的开采效率和经济效益。

6 InSAR与GPS结合技术在井下矿山测量中的应用

6.1 InSAR与GPS结合技术原理

6.1.1 InSAR技术原理

InSAR是一种利用合成孔径雷达图像的相位信息获取地表变形信息的技术。通过对同一地区不同时期的雷达图像进行干涉处理,能够精准地得到地表的高程变化和位移信息,为监测地表的动态变化提供了有力的技术支持。

6.1.2 GPS与InSAR结合的方式

GPS与InSAR的结合方式更是相得益彰。GPS能够为InSAR提供精确的地面控制点坐标,以此来提高InSAR测量的精度。同时,InSAR所获取的大面积地表变形信息又可以为GPS监测点的布设提供参考,帮助确定需要重点监测的区域。这种结合使得两者能够优势互补,更全面、更准确地监测矿区地表的变形情况。

6.2 InSAR与GPS结合技术在井下测量中的应用方式

首先是矿区地表变形监测方面。井下矿山开采过程中,对地表会产生影响,这种结合技术能有效监测地表变形。InSAR凭借其独特的技术原理,可快速获取大面积的地表变形信息。例如在广袤的矿区,它能迅速扫描出可能发生变形的大致区域,初步判断出变形的范围和趋势。对于矿区内的采空区上方地表等重点区域,InSAR能够先进行初步的监测和判断。之后,依据InSAR提供的信息,在变形较大的关键区域设置GPS监测点。GPS可以对这些关键区域的变形进行精确测量,弥补InSAR在局部精确测量上的不足。两者相互配合,既能够宏观把握矿区地表变形的整体情况,又能对重点区域进行细致的监测,从而及时发现地表变形异常情况,为井下开采的安全调整提供准确、可靠的依据,保障井下开采工作的安全进行。

结束语:多种测绘技术在井下矿山测量中各具特色且优势互补。全站仪提供高精度的井下测量数据,“3S”技术从不同角度为矿山测量和管理提供支持,惯性测量技术实现井下导航和辅助测量,数字化制图技术直观呈现测量结果并进行分析,InSAR与GPS结合技术有效监测地表变形。这些技术的综合应用提升了井下矿山测量的水平,为矿山的可持续发展奠定了坚实基础。

参考文献

- [1]贺斌.现代测绘技术在矿上测量中的实践[J].矿业装备,2023(5):54-56.
- [2]张美斌,张政军.数字化测绘技术在矿山测绘中的应用探究[J].数码精品世界,2021(12):107-108.
- [3]赵纯林.探究测绘技术在现代矿山工程测量中的应用[J].工业b:00175-00175[2024-11-08].