

无定向型导线边在矿山井下测量中的应用

吕志远

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

[摘要] 矿山井下作业存在高风险和复杂的环境, 要求采取有效的安全措施保障人员和设备的安全。导线边测量是矿山中常用的一种测量方法, 用于确定井下坑道的位置、形状和尺寸等关键参数。传统的导线边测量方法往往需要使用有向性导线, 存在安装麻烦和测量不准确的问题, 因此需要研究无定向型导线边的应用, 以提高矿山的安全性。传统的导线边测量方法需要依赖测量仪器和人工操作, 存在时间消耗长、测量精度有限等问题。无定向型导线边是一种新型的测量方法, 采用无线传感器网络和自动化技术, 能够实现对井下坑道的实时监测和测量, 提高测量的精度和效率。所以文中研究无定向型导线边的应用可以推动导线边测量技术的发展, 满足矿山测量的需求。

[关键词] 无定向型导线边; 矿山井下; 测量应用

DOI: 10.33142/ec.v6i11.9936

中图分类号: TD1

文献标识码: A

Application of Non directional Traverse Edge in Underground Surveying of Mines

LYU Zhiyuan

Tongguan Mine Construction Co., Ltd. of Tongling Nonferrous Metals Group, Tongling, Anhui, 244000, China

Abstract: There are high risks and complex environments in underground mining operations, requiring effective safety measures to ensure the safety of personnel and equipment. Traverse edge measurement is a commonly used measurement method in mines, used to determine key parameters such as the position, shape, and size of underground tunnels. Traditional wire edge measurement methods often require the use of directional wires, which poses problems of installation trouble and inaccurate measurement. Therefore, it is necessary to study the application of non directional wire edges to improve the safety of mines. Traditional wire edge measurement methods rely on measuring instruments and manual operations, which have problems such as long time consumption and limited measurement accuracy. Non directional wire edge is a new measurement method that utilizes wireless sensor networks and automation technology to achieve real-time monitoring and measurement of underground tunnels, improving measurement accuracy and efficiency. So studying the application of non directional wire edges in the article can promote the development of wire edge measurement technology and meet the needs of mining surveying.

Keywords: non directional wire edge; underground mining; measurement applications

引言

随着信息技术的快速发展, 数字化矿山建设已成为矿山行业的重要发展方向。无定向型导线边作为一种数字化测量技术, 可以与其他数字化技术相结合, 实现矿山数据的集成和分析。通过研究无定向型导线边的应用, 可以为数字化矿山建设提供技术支持和实践经验, 推动矿山行业的数字化转型。且近年来, 随着矿山行业的快速发展和技术的不断进步, 无定向型导线边作为一种新型的测量方法在矿山井下测量中得到了广泛的关注和应用。矿山井下作业存在着复杂的地质条件和高风险的工作环境, 传统的导线边测量方法往往面临安装困难和测量不准确等问题, 严重制约了矿山安全和发展。无定向型导线边的出现为矿山测量带来了新的解决方案, 通过利用无线传感器网络和自动化技术, 实现对井下坑道的实时监测和测量, 提高了测量的精度和效率。

1 无定向导线的原理

无定向导线是一种用于测量和定位的工具, 其原理基

于传感器和测量仪器的使用。具体的原理包括三个方面, 第一, 无定向导线基于三维传感器技术, 通过测量导线在空间中的位置和方向来确定井下的几何信息。第二, 传感器可以检测导线在 X、Y、Z 三个坐标轴上的运动和方向变化。第三, 通过测量导线的运动和方向, 可以计算出井下的长度、倾斜角度和方位角等几何参数^[1]。

2 无定向导线的适用条件

无定向导线的适用条件主要有五点, 第一, 地质环境复杂。无定向导线能够应对地质环境复杂、存在障碍物或各种地质构造的情况。例如, 在矿山、隧道、地下矿床等地下工程中, 地质条件常常复杂多变, 无定向导线能够适应这些复杂条件进行测量。第二, 需要高精度测量。无定向导线具备高精度的测量能力, 可在需要测量精度较高的情况下使用。例如, 在矿山工程中, 需要测量井下的长度、倾斜角度、方位角等几何参数, 无定向导线能够提供高精度的测量结果。第三, 实时测量和数据传输要求。无定向导线可以实时采集测量数据, 并通过无线传输技术将数据

传输到地面,这使得测量结果能够即时反馈和处理,适用于需要实时监测和控制的场合。第四,安全高效要求。无定向导线的应用能够简化测量过程,减少人工测量的风险和工作量,并提高测量的效率和准确性^[2]。

3 无定向导线的测量及计算分析

3.1 外业测量

首先需要在测量区域内选择一些稳定的基准点,如固定建筑物、地标或地理特征等作为基准,这些基准点的位置和坐标可以通过全球导航卫星系统(GNSS)或其他测量方法来确定。根据测量需求,在测量区域内布置一系列测量点。测量点的数量和位置应根据具体工程要求进行规划,以确保测量数据的准确性和全面性。使用无定向导线的测量仪器,对各个测量点进行测量。这包括测量点的坐标、高程和其他相关参数,在测量过程中,需要根据测量仪器的使用说明进行正确的操作,保证测量的准确性和可靠性。将测量所得的数据导入计算机或数据处理软件进行处理和分析,包括将测量点的坐标和高程数据转换为需要的坐标系和单位,并进行必要的校正和筛查。根据测量点的坐标数据,可以利用导线测量的公式和方法计算导线的方位角和长度。方位角可以通过三角测量或坐标差法进行计算,长度可以通过坐标差法或距离测量仪器直接测量得到^[3]。

3.2 内业测量

将外业测量所得的数据导入计算机或数据处理软件,包括测量点的坐标、高程和其他相关参数的数据。对导入的数据进行预处理,包括数据筛查和校正,筛查可以排除异常数据和误差较大的数据点,保留可靠的数据进行后续处理,校正可以对测量数据进行必要的修正,如大气改正、仪器常数校正等。如果测量点的坐标不在所需的坐标系中,需要进行坐标转换。根据已知的基准点和坐标系参数,将测量点的坐标转换为所需的坐标系和单位。根据测量点的坐标数据,可以利用导线测量的公式和方法计算导线的方位角和长度,方位角可以通过三角测量或坐标差法进行计算,长度可以通过坐标差法或其他测量仪器直接测量得到。对测量数据进行误差分析,包括随机误差和系统误差的评估,随机误差可以通过统计分析方法进行评估,如均方根误差、标准差等。系统误差可以通过仪器校正和标定来纠正^[4]。

4 无定向导线解算的数学模型

4.1 假定坐标增量的计算及方位角和边长的改正

无定向导线解算的数学模型是基于导线平差的原理和方法建立的。在导线平差中,常用的数学模型包括坐标增量计算模型和方位角、边长改正模型。具体如下:

坐标增量计算模型:假设已知起点坐标为 (X_1, Y_1) 、终点坐标为 (X_2, Y_2) ,导线的方位角为 α ,边长为 L 。则根据三角几何关系,可以得到坐标增量的计算公式: $\Delta X=L*\cos(\alpha)$ $\Delta Y=L*\sin(\alpha)$ 其中, ΔX 和 ΔY 分别表示起点到终点在 X 轴和 Y 轴上的坐标增量。

方位角和边长改正模型:在实际测量中,由于各种误差的存在,测得的方位角和边长可能与实际值存在误差。

因此,需要对方位角和边长进行改正。改正的基本原理是通过观测数据的平差处理,校正测量误差,以提高测量结果的准确性。

而方位角改正模型主要包括以下几个步骤:第一,角差观测值的计算。根据实际测量数据,计算观测角差(实际方位角与测量方位角之差)。第二,角差改正数的计算。通过平差方法,对观测角差进行平差,得到角差改正数。第三,方位角改正数的计算。根据角差改正数,计算方位角的改正数。边长改正模型主要包括以下几个步骤:第一,边长观测值的计算。根据起点和终点的坐标,计算实际距离。第二,边长观测值的平差。利用平差方法对边长观测值进行平差,得到平差值。第三,边长改正数的计算。通过比较平差值和观测值,计算边长的改正数^[5]。

4.2 坐标增量和坐标的计算

无定向导线解算中的坐标增量计算模型使用三角几何关系,根据已知的起点坐标、方位角和边长,计算终点的坐标增量。这个模型可以表示为以下公式:

$$\Delta X=L*\cos(\alpha) \quad \Delta Y=L*\sin(\alpha)$$

其中, ΔX 和 ΔY 分别表示起点到终点在 X 轴和 Y 轴上的坐标增量, L 表示导线的边长, α 表示导线的方位角。假设已知导线的起点坐标为 (X_1, Y_1) ,方位角为 α ,边长为 L 。则终点的坐标可以用以下公式计算: $X_2=X_1+\Delta X=X_1+L*\cos(\alpha)$ $Y_2=Y_1+\Delta Y=Y_1+L*\sin(\alpha)$ 。这样就可以得到导线终点的坐标 (X_2, Y_2) ,完成无定向导线解算中的坐标计算。

5 无定向型导线边在矿山井下测量中的应用

5.1 矿山巷道测量

通过安装无定向型导线的起点和终点,可以测量巷道的实际长度,这对于了解巷道的规模、规划工作和评估矿山资源非常重要。通过在巷道中设置多个无定向型导线的定位点,可以确定巷道的方向,这有助于矿山工作人员在巷道内进行导航和定位,提高工作效率和安全性。通过使用无定向型导线测量巷道的各个定位点,可以绘制巷道的布局图,该图可以用于矿山工程设计、规划和管理,以及后续矿山运营的导航和定位。无定向型导线可以用于监测巷道的变形情况,定期测量无定向型导线的位置和形态变化,可以及时发现巷道的变形问题,预防和解决安全隐患。并且在巷道施工过程中,无定向型导线可以用作导向线,指导施工人员进行准确的巷道开挖,能够有效的控制巷道的几何尺寸和形状,确保巷道的质量和工程进度^[6]。

5.2 矿井导线测量

无定向型导线可以用于垂直测距,即测量井深,在井口和井底安装无定向型导线的定位点,可以测量井深,为矿山工作人员提供准确的数据。无定向型导线也可以用于水平测量,即测量井筒的位置和方向,在井筒内设置多个无定向型导线的定位点,可以确定井筒的水平位置和方向,帮助工作人员进行地下导航和定位。无定向型导线在矿层测量中也发挥重要作用,通过在矿层中安装无定向型导线的

定位点,可以准确测量矿层的位置和倾向,有助于矿山工程设计和地质勘探工作。无定向型导线可以用作巷道导向线,指导巷道的开挖和布置,安装无定向型导线的定位点,可以在地下施工过程中提供准确的导向引导,确保巷道的几何尺寸和位置符合设计要求。在矿山井下,巷道和井筒的变形是一个常见的问题,可能会对矿山安全和工作效率产生影响,无定向型导线可以用于监测巷道和井筒的变形情况,通过定期测量导线的位置和形态变化,及时发现和解决变形问题。

5.3 导线测量的监测和调整

在矿山井下测量中,无定向型导线的应用之一是用于导线测量的监测和调整。导线测量是一种基础测量方法,用于确定地下空间的位置和形态,为了保证测量结果的准确性和可靠性,对导线进行监测和调整是非常重要的。无定向型导线通过安装在矿井内部的定位点,构成一个测量网络或测量网络的一部分。通过对导线的定位点进行定期监测,可以了解导线的位置和形态是否发生变化。若发现导线产生位移、变形或受到外力干扰等情况,就需要进行调整,以确保导线的准确性和可靠性。

而导线测量的监测和调整主要包括以下几个方面:第一,位移监测。定期测量导线定位点的位置,比较与初始测量时的位置差异,若发现位移超过允许范围,就需要考虑进行调整。第二,张力监测。监测导线的张力是否符合要求,确保导线在受力情况下的形态稳定,若发现导线出现过松或过紧的情况,需要调整以恢复适当的张力。第三,变形监测。导线在使用过程中可能会因为外力作用或其他因素引起形变,通过定期测量导线的形态变化,可以发现并及时处理导线的变形问题。第四,调整控制点。当发现导线的位置或形态发生变化时,需要根据实际情况进行调整,可以通过增加或移动控制点,以及调整导线的张力等方式,恢复导线的准确性。

5.4 矿山通风巡检

在矿山井下测量中,无定向型导线还可以应用于矿山通风巡检。矿山通风巡检是矿山安全管理的重要环节,通过监测和评估矿山的通风系统,确保矿工的安全和健康。无定向型导线可以作为通风巡检的辅助工具,用于测量和记录矿井内的通风情况。

在矿井内部按照一定的布点方案安装无定向型导线,形成一个导线网络,导线网络的布置应覆盖矿井的各个区域和工作面,以全面监测通风情况。通过在导线上安装气流速度传感器和方向传感器,可以实时测量矿井内的气流速度和方向,传感器的数据可以通过导线传输到监测设备上进行分析。导线上还可以安装气体监测仪器,监测矿井内的气体成分和浓度,通过监测气体数据,可以及时发现矿井内的有害气体泄漏和浓度异常,保障矿工的安全。通过定期巡检导线的安装状态和传感器的工作情况,及时发现和解决导线故障或损坏的问题,定期校准传感器,确保测量数据的准确性。将导线测量得到的速度、方向和

气体浓度数据进行分析,生成通风巡检报告,报告可以包括通风系统的评估、问题点的发现和改善建议等,为矿山管理者提供参考和决策依据。

5.5 输送带和输送管道测量

在矿山井下测量中,无定向型导线可以应用于输送带和输送管道的测量,输送带和输送管道是矿山中用于物料传输的重要设备,测量其状态和性能对矿山生产和安全管理至关重要。

在输送带和输送管道周围按照一定的布点方案安装无定向型导线,形成一个导线网络,导线网络的布置应覆盖输送带和输送管道的各个关键位置和区域,以全面监测其运行状态和性能。通过在导线上安装传感器,可以实时测量输送带和输送管道的运行状态,如速度、张力等。传感器的数据可以通过导线传输到监测设备上进行分析。导线上还可以安装振动传感器和位移传感器,用于监测输送带和输送管道的振动和位移情况,这些参数的监测可以帮助发现异常情况,预防设备故障和事故发生。在导线上安装温度传感器和湿度传感器,可监测输送带和输送管道的温度和湿度情况,特别是在高温或潮湿环境中,及时发现异常情况可避免设备损坏和安全隐患。通过定期巡检导线的安装状态和传感器的工作情况,及时发现和解决导线故障或损坏的问题。定期校准传感器,确保测量数据的准确性。

6 结束语

在矿山井下测量中,无定向型导线的应用为我们提供了一种高效、准确的测量工具。通过使用无定向型导线,我们能够快速获取到井下的几何信息,并且能够在复杂的地质条件下实现精确测量。这种导线的应用不仅提高了测量的效率,也大大降低了测量的风险和工作量。同时,无定向型导线的应用还为矿山井下工作人员提供了更安全、便捷的工作环境,大大提升了工作的质量和效率。展望未来,我们相信无定向型导线在矿山测量领域的应用将会进一步发展和完善,为矿山行业的发展做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]谷云刚.无定向导线测量在矿井中的应用研究[J].世界有色金属,2023(4):32-34.
- [2]李胜昌.无定向导线在城市地铁施工测量中的应用及测量精度分析[J].建材与装饰,2019(29):266-267.
- [3]苏仲逵.提高矿井无定向附和导线测量可靠性的新方法[J].世界有色金属,2019(1):238-240.
- [4]闫东.无定向导线在矿山测量中的应用[J].新疆有色金属,2018,41(2):24-25.
- [5]吕灿宾.无定向导线在城市地铁施工测量中的应用及测量精度分析[J].铁道建筑技术,2018(2):112-115.
- [6]王向东.无定向导线在矿山测量中的应用[J].新疆有色金属,2009,32(2):78-80.

作者简介:吕志远(1990.2—),男,安徽濉溪人,汉族,本科学历,工程师,从事有色金属矿山施工及安全管理工作。