

GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中的应用研究

吴振森

葛洲坝易普力新疆爆破工程有限公司准东分公司 新疆 乌鲁木齐 831799

摘要: 随着全球卫星定位系统的不断进步, GPS-RTK技术已成为露天煤矿工程测量中的关键技术。本文详细探讨了GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中的具体应用, 从技术原理、操作流程、应用效果及未来趋势等多个方面进行了全面分析, 旨在为相关领域的实践提供理论支持和技术指导。

关键词: GPS-RTK; 露天煤矿; 工程测量; 技术原理; 应用效果

引言

露天煤矿工程测量是矿山开采过程中的重要环节, 其准确性和效率直接关系到矿山的生产安全和经济效益。传统的测量方法往往受到地形、天气、时间等多种因素的限制, 难以满足现代矿山高效、精准的测量需求。而GPS-RTK技术的出现, 为露天煤矿工程测量提供了一种全新的解决方案。

1 GPS-RTK 技术原理及特点

1.1 技术原理

GPS-RTK (Global Positioning System - Real Time Kinematic) 即全球定位系统实时动态差分技术, 它结合了GPS技术和实时数据处理技术。通过在已知坐标的基准站上安装GPS接收机, 接收卫星信号并计算出差分改正数, 然后实时将这些改正数通过数据链传输给流动站。流动站利用接收到的卫星信号和差分改正数, 进行实时定位计算, 从而达到厘米级甚至毫米级的定位精度。

2 GPS-RTK 技术在露天煤矿工程测量中的具体应用

2.1 地形测绘

地形测绘是露天煤矿工程测量中的基础环节, 对于矿山的整体规划和开采设计具有至关重要的作用。GPS-RTK技术在这一领域的应用, 不仅显著提高了测绘的精度和效率, 还为后续工作提供了更为详实可靠的数据支持。在实际应用中, GPS-RTK技术通过在测区内设置多个流动站, 构建起一个覆盖广泛的测量网络。这些流动站能够同时接收来自卫星的信号和基准站传输的差分改正数, 从而实现了对测点三维坐标的快速、准确测量。相较于传统的测绘方法, GPS-RTK技术无需通视条件, 减少了因地形复杂、遮挡物多等因素带来的测量难度, 大大提高了工作效率。此外, GPS-RTK技术在地形测绘中的应用还体现在数据处理的环节。通过专业的数据处理软件, 可以将测量得到的三维坐标数据转化为数字高程模型 (DEM)、等高线图等成果。这些成果不仅直观

反映了测区的地形地貌特征, 还能为矿山的规划设计、开采方案的制定提供有力的数据支撑。例如, 在矿山的开采过程中, 可以根据等高线图合理安排剥离和采矿的顺序, 优化运输路线, 从而降低开采成本, 提高经济效益^[1]。值得一提的是, GPS-RTK技术在地形测绘中的精度表现也备受认可。通过差分改正数的实时传输和精确计算, GPS-RTK技术能够实现厘米级甚至更高的定位精度, 满足了露天煤矿工程测量对高精度的需求。这种高精度的测量数据不仅提高了地形测绘的可靠性, 也为后续工作提供了更为准确的参考依据。

2.2 工程放样

在露天煤矿的开采过程中, 工程放样是一个至关重要的环节, 它涉及到道路、排水沟、边坡等多个方面的精确布局和施工。传统的放样方法往往依赖于人工测量和标记, 不仅效率低下, 而且容易受到人为误差的影响。而GPS-RTK技术的应用, 为工程放样带来了革命性的变革。GPS-RTK技术能够实时提供放样点的三维坐标, 这意味着施工人员可以即时获取到准确的位置信息, 从而指导施工机械进行精确作业。这种实时性不仅大大提高了放样的精度, 还显著提升了工作效率。例如, 在道路放样中, 通过GPS-RTK技术, 施工人员可以迅速确定道路的走向、宽度和坡度等关键参数, 确保道路施工符合设计要求。此外, GPS-RTK技术在排水沟放样中也展现出了其独特的优势。露天煤矿的排水系统对于矿山的安全生产至关重要。通过GPS-RTK技术, 施工人员可以精确测定排水沟的位置和深度, 确保排水系统的布局合理、有效, 从而防止因排水不畅引发的安全事故^[2]。在边坡放样方面, GPS-RTK技术同样发挥着不可替代的作用。露天煤矿的边坡稳定性直接关系到矿山的运营安全。通过实时提供边坡放样点的三维坐标, GPS-RTK技术能够帮助施工人员精确控制边坡的坡度和形状, 确保边坡的稳定性符合设计要求。值得一提的是,

GPS-RTK技术在工程放样中的应用还大大降低了人为误差的影响。由于所有的测量和放样工作都是基于卫星信号和差分改正数进行的,因此受人为因素干扰的可能性大大降低,从而提高了放样的准确性和可靠性。

2.3 采剥量验收

采剥量验收是露天煤矿生产过程中的核心环节之一,它不仅直接关系到矿山的经济效益,更是确保生产按计划进行的关键。传统的采剥量验收方法,往往依赖人工测量和估算,存在精度低、效率低、易出错等问题。而GPS-RTK技术的应用,为采剥量验收带来了前所未有的便捷和准确性。在采剥量验收过程中,GPS-RTK技术能够精确测量采剥面的位置和体积。通过流动站接收卫星信号和基准站的差分改正数,可以实现厘米级甚至更高的定位精度。这种高精度测量能力,使得我们能够准确获取采剥面的三维坐标数据,进而通过数据处理软件计算出采剥面的精确体积。与此同时,GPS-RTK技术的测量数据可以与设计图纸进行无缝对接和对比。通过对比分析,我们可以及时发现并纠正超挖或欠挖的情况。这种实时反馈机制,不仅避免了资源的浪费,还确保了矿山的生产始终按照计划进行。此外,GPS-RTK技术在采剥量验收中的应用还大大提高了工作效率。传统的测量方法需要耗费大量的人力和时间,而GPS-RTK技术则可以实现快速、自动化的测量和数据处理。这不仅减轻了工作人员的负担,还为矿山生产提供了更为及时、准确的数据支持。值得一提的是,GPS-RTK技术在采剥量验收中的准确性也得到了广泛的认可。由于其基于全球卫星定位系统的测量原理,使得测量结果具有极高的可靠性和稳定性。这种准确性不仅提升了采剥量验收的公信力,还为矿山的生产管理提供了强有力的技术保障。

2.4 边坡监测

在露天煤矿开采过程中,边坡的稳定性是关乎矿山安全生产的重要因素。边坡失稳可能导致严重的地质灾害,如滑坡、崩塌等,对人员和设备构成巨大威胁。因此,对边坡进行持续、精确的监测至关重要。GPS-RTK技术在这一领域的应用,为实时监测边坡变形提供了高效、准确的技术手段。通过在边坡上设置多个GPS-RTK监测点,可以构成一个覆盖整个边坡的监测网络。这些监测点能够实时接收卫星信号,并利用差分定位技术精确测定各点的三维坐标。与初始坐标相比,可以计算出监测点的位移量,从而实时掌握边坡的变形情况。GPS-RTK技术的实时监测功能使得边坡的微小变形都能被及时发现。这对于预防边坡失稳至关重要,因为许多边坡

失稳事件都是由微小的变形逐渐累积而成的。通过实时监测,可以在变形达到危险阈值之前采取必要的预防措施,如加固边坡、调整开采计划等,从而避免地质灾害的发生。此外,GPS-RTK技术还可以用于分析边坡的变形趋势和速度。通过对长时间序列的监测数据进行分析,可以揭示边坡变形的规律,预测未来的变形趋势。这种预测能力对于制定科学的边坡管理策略具有重要意义,可以帮助矿山企业合理安排开采活动,确保安全生产。同时,GPS-RTK技术的自动化和智能化程度较高,可以实现无人值守的边坡监测。这大大降低了监测工作的人力成本和安全风险,提高了监测的效率和可靠性。在恶劣的天气条件下,GPS-RTK技术仍能保持稳定的监测性能,为矿山的安全生产提供不间断的保障^[1]。GPS-RTK技术在露天煤矿边坡监测中的应用具有显著的优势和广阔的前景。通过实时监测边坡的变形情况,及时发现潜在的安全隐患,为采取预防措施提供了有力支持,确保了露天煤矿的安全生产。

3 GPS-RTK技术的应用效果及优势分析

3.1 应用效果

GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中的实际应用效果显著,得到了广泛的认可。通过多个应用的深入分析,我们发现该技术不仅大幅提升了测量的精度,还能在短时间内完成大范围的测量任务,从而显著提高了工作效率。这种高效、精准的测量方式,使得矿山企业能够更准确地掌握矿区的地形地貌、工程布局等关键信息,为安全生产和高效运营提供了坚实的数据基础。此外,GPS-RTK技术的应用还大大降低了测量成本。传统的测量方法往往需要大量的人力、物力和时间投入,而GPS-RTK技术则实现了测量的自动化和智能化,减少了人力成本,缩短了测量周期。这不仅为企业节约了成本,还提高了测量的可靠性和稳定性。同时,该技术有效减少了人为误差。在传统的测量过程中,人为因素往往会对测量结果产生较大影响。而GPS-RTK技术基于全球卫星定位系统,其测量结果受人为干扰小,数据更为真实可信。这为矿山的安全生产提供了有力保障,确保了各项工程的顺利进行。

3.2 优势分析

GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中所展现出的优势是显而易见的,与传统测量方法相比,其独特之处体现在多个方面。(1)高精度是GPS-RTK技术最为突出的特点之一。在露天煤矿工程测量中,高精度的数据是确保工程质量和安全的关键。GPS-RTK技术通过接收卫星信号和差分改正数,能够实现厘米级甚至更高的定位

精度,完全满足了露天煤矿工程测量对高精度的严苛需求。(2)高效率也是该技术不可忽视的优势。传统的测量方法往往受到通视条件的限制,需要在测量点之间建立通视关系,这不仅增加了测量的难度,还降低了工作效率。而GPS-RTK技术则无需通视条件,只要流动站能够接收到卫星信号和基准站的差分改正数,就可以独立完成三维坐标的测量,从而大大减少了测量过程中的限制因素,提高了工作效率^[4]。(3)GPS-RTK技术具有全天候作业的能力。传统的测量方法往往受到天气和时间的影响,如遇到恶劣天气或夜间作业,测量工作可能会受到严重干扰甚至无法进行。而GPS-RTK技术则不受这些因素的限制,只要卫星信号稳定,就可以进行连续作业,保证了测量的及时性和准确性。(4)该技术的灵活性也值得称赞。GPS-RTK设备轻便易携,操作简单方便,这使得它能够在各种复杂环境下进行快速部署和测量。无论是崎岖的山地还是开阔的平原,GPS-RTK技术都能够轻松应对,为露天煤矿工程测量提供了极大的便利。

4 GPS-RTK 技术面临的挑战及发展趋势

4.1 挑战

尽管GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中已展现出其卓越的性能和广泛的应用前景,但在实际操作过程中,该技术仍然面临着一系列的挑战。一方面,信号遮挡是一个不可忽视的问题。在露天煤矿环境中,由于地形复杂、山体遮挡等因素,GPS信号可能会受到不同程度的遮挡。这种遮挡不仅会降低信号的强度,还可能导致信号失锁,从而影响测量的精度和稳定性。为了解决这个问题,通常需要选择合适的测量时间和位置,或者采用增强信号接收能力的设备。另一方面,多路径效应也是一个需要关注的挑战。多路径效应是指GPS信号在传播过程中,除了直接路径外,还可能通过其他物体(如地面、建筑物等)反射或折射到达接收机,从而引入额外的误差。在露天煤矿工程测量中,由于环境复杂多变,多路径效应可能更加明显。为了减小多路径效应的影响,可以采取一系列措施,如使用具有抗多路径能力的接收机、优化测量点的布局等。再者,电磁干扰也是一个需要重视的问题。在露天煤矿作业现场,各种电气设备和无线通信系统可能会产生大量的电磁干扰,这些干扰可能会对GPS-RTK技术的信号接收和处理造成不利影响。为了应对电磁干扰的挑战,可以采取屏蔽、滤波等技术手段来减小干扰的影响,同时合理规划和使用电气设备,以降低干扰源的数量和强度。虽然GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中具有显著的优势,但在实际应用过程中仍需关注并应对信号遮挡、多路径效应和电磁干

扰等挑战,以确保测量的精度和可靠性。

4.2 发展趋势

面对当前的挑战,GPS-RTK技术在未来将迎来更为广阔的发展前景,并朝着更高精度、更智能化、更集成化的方向迈进。首先,更高精度是GPS-RTK技术持续追求的目标。为了实现这一目标,多频接收技术将被更广泛地应用。与传统的单频接收相比,多频接收技术能够更有效地消除电离层延迟等误差,从而提高测量的精度。此外,差分改正数的传输稳定性也将得到进一步增强,以确保流动站能够实时、准确地接收到基准站的改正数,进而实现更高精度的定位。其次,智能化是GPS-RTK技术未来的重要发展方向。通过与人工智能、机器学习等技术的结合,GPS-RTK系统将能够自动识别并优化测量环境,智能选择最佳的测量方案和参数设置,从而减轻操作人员的负担,提高测量的效率和准确性^[5]。最后,集成化也是GPS-RTK技术不可忽视的发展趋势。随着物联网、大数据等技术的蓬勃发展,GPS-RTK技术将与这些先进技术实现更紧密的融合。例如,通过将GPS-RTK技术与IMU(惯性测量单元)相结合,可以充分利用IMU提供的姿态和加速度信息,进一步提高动态测量的精度和稳定性。同时,借助大数据和云计算技术,GPS-RTK系统将能够实现海量数据的快速处理和分析,为露天煤矿工程测量提供更全面、更深入的数据支持。

结语

GPS-RTK技术在露天煤矿工程测量中的应用具有显著的优势和广阔的发展前景。通过深入研究其技术原理和应用方法,不断优化和完善测量流程,将为露天煤矿的安全生产和高效运营提供有力保障。未来随着技术的不断进步和创新,GPS-RTK技术将在露天煤矿工程测量中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]蒋艳莲.矿山地质测绘中GPS测绘技术分析[J].智能城市,2021,7(05):57-58.
- [2]杨洋,张文博,张建敏,左晨曦.基于Citespace文献计量工具的数字矿山与矿山安全文献综述[J].矿业科学学报,2021,6(01):124-138.
- [3]柴桂新.浅谈测绘新技术在矿山测量中的应用[J].内蒙古石油化工,2021,47(01):13-14.
- [4]郑晔.测绘新技术在煤矿测量中的应用分析[J].天津化工,2021,35(02):22-24.
- [5]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.