

# GPS-RTK测量技术在水文测量中的应用分析

杨昊帝

黑龙江省水文水资源中心黑河分中心嫩江水文勘测队 黑龙江 黑河 161499

**摘要:** GPS-RTK测量技术在水文测量中的应用具有显著优势。该技术通过实时动态差分定位,提供高精度的平面与高程信息,有效满足水文测量对精度的严格要求。在水下地形测量、控制测量精度、施工放样与碎部测量及变形监测等方面,GPS-RTK技术均展现出高效、准确的性能,提高测量效率,降低人力物力成本。同时,其不受气候、照明及通视条件制约的特点,使测量范围得到进一步扩大。

**关键词:** GPS-RTK测量技术;水文测量;应用

**引言:** 水文测量作为水资源管理与保护的重要基础,对数据的精度和时效性要求极高。传统测量方法在复杂地形和恶劣环境下往往受到限制,难以满足现代水文监测的需求。GPS-RTK测量技术以其高精度、实时性强的特点,在水文测量领域逐渐崭露头角。本文旨在探讨GPS-RTK测量技术在水文测量中的应用,分析其优势及局限性,为水文监测工作提供技术支持和参考,进一步推动水文测量技术的发展与进步。

## 1 GPS-RTK技术概述

### 1.1 GPS-RTK技术的基本原理

(1) RTK测量技术的定义及工作原理。RTK测量技术,即实时动态差分定位技术,是一种高精度的GPS测量技术。其工作原理基于载波相位观测进行实时差分GPS测量。在RTK测量中,基准站和移动站同时接收来自多颗GPS卫星的信号。基准站将观测到的卫星信号及其相位信息实时发送给移动站,移动站则利用这些信息与自身观测到的卫星信号进行实时差分处理,从而计算出高精度的位置信息。(2) GPS-RTK系统结构组成。GPS-RTK系统主要由基准站、移动站、卫星部分和动态差分测量软件组成。基准站负责接收卫星信号并发送给移动站;移动站则接收基准站发送的信号和自身观测到的卫星信号,进行实时差分处理;卫星部分提供定位所需的卫星信号;动态差分测量软件则负责处理和分析这些信号,最终计算出高精度的位置信息。

### 1.2 GPS-RTK技术的特点

(1) 实时性与高精度。GPS-RTK技术具有实时性和高精度的特点。它能够实时地解算出厘米级精度的位置信息,这对于需要高精度测量的领域来说是非常有价值的。(2) 作业效率高与全天候作业。由于GPS-RTK技术不受通视条件、能见度、气候、季节等因素的影响和限制,因此可以全天候作业。同时,它的作业效率也很

高,一次高质量的RTK设站通常可以覆盖5km半径的测区,大大减少了传统测量所需的控制点数量和测量仪器的“搬站”次数。(3) 操作便捷与自动化。GPS-RTK技术的操作相对便捷,移动站内的软件控制系统可以自动实现多种测绘功能,减少了人工干预和人为误差,保证了作业精度。

## 2 GPS-RTK技术在水文测量中的应用

### 2.1 水下地形测量

(1) 水下地形测量的重要性及难点。水下地形测量是水文测量的重要组成部分,对于河流、湖泊、水库等水域的水资源管理、航道规划、洪涝灾害预防等具有重要意义。然而,水下地形测量具有诸多难点,如水下环境复杂、视线受限、难以直接观测等。传统的测量方法,如声纳测深、潜水员实地测量等,存在效率低下、成本高昂、安全风险大等问题。(2) GPS-RTK技术与测深仪的结合应用。为了克服传统方法的局限性,GPS-RTK技术与测深仪的结合应用成为了水下地形测量的新趋势。GPS-RTK技术能够提供高精度的平面位置信息,而测深仪则能够测量水深。通过将两者结合起来,可以实现水下地形的三维测量。在实际操作中,基准站和移动站同步接收卫星信号,移动站还搭载测深仪进行水深测量。通过实时差分处理,可以迅速获得高精度的水下地形数据<sup>[1]</sup>。(3) 测量流程与数据处理方法。水下地形测量的流程包括准备工作、现场测量和数据后处理。准备工作包括仪器校准、测量方案设计等。现场测量则按照测量方案进行,确保测点分布均匀、测量数据准确。数据后处理则包括数据滤波、误差修正、三维地形建模等步骤。通过数据后处理,可以得到更加准确、直观的水下地形图。

### 2.2 控制测量精度

(1) 快速静态定位与动态定位模式的选择。在控制

测量中,快速静态定位和动态定位是两种常用的定位模式。快速静态定位适用于需要高精度定位且测量时间较短的场景,如控制点的测量。而动态定位则适用于需要实时、连续定位的场景,如施工放样和变形监测。在选择定位模式时,需要根据实际需求进行权衡和选择。

(2) 控制网网型与测量精度的关系。控制网的网型对于测量精度具有重要影响。合理的控制网网型能够减小误差的传播和累积,提高测量精度。常用的控制网网型包括三角网、导线网等。在实际应用中,需要根据测量区域的大小、形状和地形条件等因素选择合适的控制网网型。(3) 基准站与移动站的设置策略。基准站和移动站的设置对于控制测量精度也至关重要。基准站应选择在空旷无遮挡的地方,确保卫星信号的正常接收。移动站则应根据测量需求进行灵活设置,确保在测量过程中能够保持与基准站的良好通信和数据传输。同时,还需要注意基准站和移动站的电源供应和稳定性等问题。

### 2.3 施工放样与碎部测量

(1) 施工放样的重要性及传统方法的局限性。施工放样是工程施工中的重要环节,它涉及到工程位置的确定、尺寸的测量和标高的设定等。传统的施工放样方法如全站仪测量、经纬仪测量等存在操作复杂、测量效率低等问题。特别是在复杂地形和恶劣环境下,传统方法的局限性更加明显。(2) GPS-RTK在施工放样中的应用。GPS-RTK技术能够快速、准确地定位施工点的位置,为施工放样提供可靠的支持。在施工放样中,可以利用GPS-RTK技术进行点位测量和标高测量,并实时显示测量结果。同时,还可以利用GPS-RTK技术进行放样线的绘制和校验,确保施工放样的准确性和可靠性<sup>[2]</sup>。

(3) 碎部测量的简化与效率提升。碎部测量是工程施工中的另一项重要工作,它涉及到对工程细节部分的精确测量。传统的碎部测量方法需要依赖大量的测量人员和设备,操作繁琐且效率低下。而GPS-RTK技术能够简化碎部测量的流程和提高测量效率。通过实时动态差分定位技术,GPS-RTK技术能够快速、准确地测量出工程细节部分的位置和高程信息。同时,还可以利用GPS-RTK技术进行数据采集和存储,为后续的工程分析和决策提供依据。

### 2.4 变形监测

(1) 变形监测的要求与挑战。变形监测是水文测量和工程监测中的重要内容之一,它涉及到对工程结构、地质体等变形情况的实时监测和预警。变形监测的要求非常高,需要高精度的测量数据和可靠的监测手段。同时,变形监测还面临着诸多挑战,如变形量微小、监测

环境复杂、监测周期长等。(2) GPS-RTK技术在变形监测中的应用。GPS-RTK技术在变形监测中具有广泛的应用前景。它能够实时、连续地监测工程结构和地质体的变形情况,并提供高精度的测量数据。在实际应用中,可以将GPS接收机安装在变形体的关键部位上,实时采集变形数据。同时,还可以通过数据传输技术将变形数据实时传输到监测中心进行分析和处理。监测中心可以根据变形数据的变化情况及时发出预警信息,为工程安全和地质灾害防治提供有力支持。(3) 监测精度与数据处理方法。在变形监测中,监测精度是衡量监测效果的关键指标,直接关系到监测结果的准确性和可靠性。GPS-RTK技术以其高精度、实时性的特点,在变形监测中展现出了显著优势。然而,要想充分发挥GPS-RTK技术的潜力,还需在数据处理方法上下功夫,以确保监测结果的准确性和稳定性。

## 3 GPS-RTK 技术的优势分析

### 3.1 提高测量精度

(1) 厘米级测量精度的实现。GPS-RTK技术通过实时动态差分定位,有效消除了卫星信号传播过程中的误差,实现了厘米级的测量精度。这对于需要高精度定位的工程测量、地质勘探等领域具有重要意义。相比于传统的测绘方法,GPS-RTK技术能够更准确地反映测量点的实际位置,为工程设计和施工提供更加可靠的依据。

(2) 减少累计误差与人为误差。在传统的测量方法中,由于测量工具、测量过程以及测量人员的因素,往往会产生累计误差和人为误差。而GPS-RTK技术则通过实时动态差分定位,能够实时检测并修正这些误差,从而避免了误差的累计和放大。此外,由于GPS-RTK技术的操作相对简单,大大减少了人为操作失误的可能性,进一步提高了测量精度。

### 3.2 降低测量成本

(1) 减少人力与物力投入。GPS-RTK技术的应用极大地减少了测量工作的人力与物力投入。传统的测量方法需要大量的测量人员、设备和时间,而GPS-RTK技术则可以通过较少的测量人员和设备,快速准确地完成测量任务。这不仅降低了人力成本,还减少了设备的维护和更新成本,使得测量工作更加经济高效。(2) 提高作业效率与缩短测量周期。GPS-RTK技术具有实时性和高效性的特点,能够在短时间内完成大量测量点的数据采集和处理工作。这大大提高了测量工作的作业效率,缩短了测量周期。对于需要快速获取测量数据的工程项目,GPS-RTK技术无疑是最佳的选择<sup>[3]</sup>。

### 3.3 扩大测量范围

(1) 不受气候、照明及通视条件制约。GPS-RTK技术利用卫星信号进行定位,不受气候、照明及通视条件的影响。无论是在恶劣的天气条件下,还是在光线不足或视线受阻的环境中,GPS-RTK技术都能够正常工作,提供准确的测量数据。(2) 适用于复杂地形与水下测量。对于复杂地形和水下测量,GPS-RTK技术同样表现出色。通过结合测深仪等设备,GPS-RTK技术能够实现对水下地形的精确测量。此外,对于山区、丘陵等复杂地形,GPS-RTK技术也能够提供可靠的测量数据,满足各种测量需求。

#### 4 GPS-RTK 技术的局限性与质量控制

##### 4.1 卫星信号对测量精度的影响

(1) 卫星信号强弱与测量精度的关系。当卫星信号较强时,接收器能够更精确地锁定卫星信号,从而提供更准确的位置信息。这是因为强信号意味着更少的噪声干扰,接收器能够更清晰地解析卫星信号中的定位信息。然而,在信号较弱的区域,如高楼密集的城市中心、山区或森林等,接收器可能会因信号遮挡或反射而导致定位精度下降。因此,在进行GPS-RTK测量时,应尽可能选择卫星信号良好的时段和地点,以提高测量精度。(2) 星历预报与测量时间的选择。星历预报提供了卫星在未来一段时间内的精确位置和轨迹信息。通过合理的星历预报分析,可以选择卫星数量多、几何分布良好的时段进行测量。这样的时段通常意味着更高的测量精度和稳定性。因此,在进行GPS-RTK测量之前,应仔细研究星历预报,选择最佳的测量时间窗口。

##### 4.2 数据链传输的干扰问题

(1) 电台信号传输中的干扰因素。电台信号在传输过程中可能会受到无线电干扰、电磁干扰以及多路径效应等多种因素的影响。这些干扰可能导致数据传输延迟、失真甚至中断,从而影响测量精度。为了减少这些干扰,应选择抗干扰能力强、稳定性好的电台设备,并确保电台信号传输路径的畅通无阻。(2) 基准站设置位置的选择。基准站的位置对于数据链传输的稳定性也有重要影响。基准站应设置在开阔、无遮挡的环境中,并

尽量远离大型金属物体和电磁波辐射源。这样的位置选择有助于减少电磁干扰和多路径效应,提高电台信号的传输质量。

##### 4.3 质量控制措施

(1) 已知控制点坐标的测量与检验。在进行GPS-RTK测量之前,应对已知控制点进行精确的测量和检验。这有助于验证测量系统的精度和稳定性,并为后续测量提供参考基准。(2) 初始化与重测策略。初始化是GPS-RTK测量的重要环节。在测量开始前,应确保初始化操作成功,并密切关注测量过程中的异常情况。如果发现测量数据异常或精度不足,应立即进行重测,以确保测量结果的准确性。(3) 重合点坐标的检查方法。通过设置重合点,可以对不同时段或不同测量系统得到的测量结果进行比较和验证。通过比较重合点坐标的差异,可以评估测量结果的稳定性和一致性。如果发现差异较大或超出允许范围,应进一步分析原因并采取相应的纠正措施。

##### 结束语

综上所述,GPS-RTK测量技术以其高精度、高效率、全天候作业等显著优势,在水文测量中发挥了重要作用。它不仅提高了测量精度和作业效率,降低了测量成本,还极大地扩大了测量范围,为水文监测和水资源管理提供了可靠的技术支撑。尽管存在一定的局限性和挑战,但通过合理的质量控制措施和不断的技术创新,GPS-RTK测量技术在水文测量领域的应用前景依然广阔。未来,该技术将继续为水文事业的发展和进步贡献力量。

##### 参考文献

- [1]李师猛.GPS-RTK测量技术在测量工程中的应用[J].黑龙江科学,2020,(06):52-53.
- [2]张春华.GPS-RTK测量技术在工程测绘中的运用分析[J].地矿测绘,2021,(05):54-56.
- [3]叶剑炜.GPS-RTK技术在城市工程测量中的应用分析[J].今日科苑,2019,(06):31-32.