

水利工程测绘GPS-RTK测量技术运用

谷亚迪 刘懿龙

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南郑州 450001

【摘要】 本论文针对GPS-RTK技术在水利工程测绘中的应用进行了详细介绍。首先阐述了GPS-RTK技术的基本原理、技术优势及在水利工程中的具体应用，包括工程测量准备、地形测绘、施工放样、工程监测等方面的内容，并对GPS-RTK技术的应用进行了详细研讨。随后，分析了实际应用中遇到的信号干扰、多路径效应等技术挑战，并提出了相应的解决方案。最后探讨了GPS-RTK技术在水利工程测绘中的未来发展趋势，包括技术融合与创新、精度与稳定性的提升等。

【关键词】 水利工程测绘；GPS-RTK；测量技术；运用

1 GPS-RTK 技术概述

1.1 技术原理

GPS-RTK 技术，是一种基于全球定位系统的实时动态测量技术。该项测量技术能有效结合数据传输技术以及全球定位系统技术发挥各技术类型的优势，实现测量工作的开展和突破。分析该测量技术的基本技术原理，主要是通过自身的系统架构，相互协调配合，完成对位置的测量和数据传输。而 GPS-RTK 系统主要包含通讯系统，基准站以及流动站。^[1]

1.2 技术优势特征

GPS-RTK技术在特点与技术优势上比传统测量技术有了显著的提升。一方面该技术可以简化测量环节，将作业时间降到最低，仅需一人即可完成作业，整体作业效率极高，人工成本和外业费用都可以得到适当的节约。特别值得一提的是，与以往的测量方法相比，GPS-RTK技术还可以在在一定程度上提高整体定位精度，确保测量数据的安全和准确，并且只需满足其基本的操作条件，即可实现相应的平面精度和高程精度要求，而无误差传输。另一方面，借助该项技术进行工程测量，还将降低整体作业的条件要求，局限性较低，无需保证被测点和测量点的光学通视要求，只要能够实现磁波相互传递，便能完成作业任务。除以上常见的优势特征外，该项测量方法可胜任各种测绘内外作业需求，集成化水平较高，是其他测量方法无法比拟的。此外，在以往的水利工程测绘工作中，经常受天气气候的影响出现测绘工作中断的情况，而GPS-RTK技术只

需要保持两点间满足光学透视，就不会受天气气候的影响，实现全天候的作业，在一定程度上缩短测绘时间。同时，GPS-RTK技术只需根据当地的地形特征选取适配的软件，即可实现多地形测绘作业，避免人工多次测量后导致测绘结果出现较大偏差，提高测量结果的精准度。

2 水利工程测绘 GPS-RTK 技术在测量中的应用

2.1 工程测量准备

水利工程测绘工作中，使用GPS-RTK技术之前应该做好前期的准备工作。首先应选择合适的基准站，确保基准站长期、稳定工作。其次是初始化流动站，设置正确的参数，包括历元间隔、坐标系统、信号源等。然后是检查GPS-RTK测量设备的信号接收情况，使其能够正常接收卫星信号。在确保上述工作准备完善后，还要对GPS-RTK测量技术做详细的了解和掌握，包括其工作原理、操作流程以及可能产生的误差等，同时还要对水利工程的特性进行了解，以便在实际测量中可以更好地使用GPS-RTK测量技术。下面就可以开始实际测量工作，在测量的过程中应密切关注设备的运行情况，同时对测量数据进行实时处理，以便及时发现并解决问题，在测量结束后对数据进行分析，保证其准确性。^[2]

2.2 地形测绘

地形测绘是水利工程每一个阶段，从初步规划、详细设计、最终施工的关键阶段，也是整个水利工程的基础。而应用GPS-RTK测量技术，使这一传统测绘工作得到革命性的变革。GPS-RTK测量技术可实时获取地面点的精确坐标，

为地形测绘插上了一对翅膀，快速完成全面、详尽的地形蓝图。可以提前对某个区域的地形地貌、建筑位置进行精确的绘制，在实际操作中只需在合适地点架设基准站，保证其稳定可靠运行即可。流站的操作人员就可以轻松地带着轻便的测量设备在预设的测点间穿梭。这些数据就像涓涓细流汇聚到计算机系统中，经过严密的处理和分析，形成最终的地形图。相较于传统的测量方法，GPS-RTK测量技术不用受到天气、地形的影响，即便是在狂风暴雨或者陡峭的山地，也能够保持高精度的测量。这样，即便是在极端恶劣的环境下，也可以保证地形测绘工作的进行，为水利工程的稳定进行提供有力支撑。此外，GPS-RTK测量技术的测量速度之快，效率之高令人叹为观止，可以短时间内完成大规模的测绘工作，将测绘周期大幅缩短，可以为水利工程快速推进的注入巨大动力。更值得一提的是GPS-RTK测量技术的高精度特性，可以通过这些地形图精准的为设计师提供准确无误的设计图纸，确保设计的合理性。同时也可以作为施工人员的施工图纸，为施工过程的精准控制和顺利推进保驾护航，尤其是在地形复杂多变的水利工程，GPS-RTK测量技术可以灵敏的捕捉到地形地貌的变化，避免由于地形变化而带来的工程损失，为水利工程的安全性筑起坚不可摧的防线。可以说GPS-RTK测量技术在水利工程地形测绘中的应用，不仅提高了测绘工作的效率和精度，更为水利工程的快速推进奠定了坚实的基础。

2.3 施工放样

在水利工程施工中，GPS-RTK测量技术可以实现施工放样，将设计图纸上的工程坐标转换为实际地形坐标，测量人员在基准站设置好后，到各施工点放样，流动站设备将实时传输坐标信息至计算机，与设计图纸进行比对，保证施工精度，而且减少了人为误差。施工放样精度对水利工程质量控制非常重要，传统的施工放样工作主要依靠测量人员经验，耗时较长，并且在受环境因素影响较大。而GPS-RTK测量技术解决了这些问题，而且在任何天气都可以快速准确的完成施工放样工作，提高了工程进度和工程的质量。GPS-RTK测量技术具有较强的灵活性和便携性，可根据实际施工需要随时调整测量设备及基准站的位置，以满足各部位的施工需求。GPS-RTK测量技术还可以与各种工程

软件结合实现自动化、智能化施工放样，提高工作效率。

2.4 工程监测

水利工程在建设和运行过程中需要进行监测，GPS-RTK测量技术在此方面的应用包括：滑坡监测、大坝位移监测、结构变形监测等，通过实时获取监测点的精确坐标，发现工程隐患，为工程维护提供数据。通过定期使用GPS-RTK测量设备对监测点进行测量，数据传输至计算机分析，即可实现工程的实时监测。除了上述工程外，GPS-RTK测量技术在隧道工程监测也起到关键作用。隧道施工条件比较复杂，隧道内地质条件比较差，地下水比较丰富，隧道施工过程中容易出现塌方等安全隐患，GPS-RTK测量技术可实时监测隧道位移、收敛等参数，及时发现隧道工程存在的隐患，为施工安全提供保证。另外，桥梁工程在运行过程中，因外界因素的影响，桥梁产生一定程度的位移和变形，通过定期使用GPS-RTK测量设备对桥梁进行监测，可实时了解桥梁运行状态，评估桥梁安全性，为桥梁的维护管理提供科学依据。

3 GPS-RTK技术在水利工程测绘中的挑战与解决方案

3.1 技术挑战

尽管GPS-RTK技术在水利工程测绘领域已经彰显出极为显著的潜力与优势，然而在实际应用进程中，依旧不可避免地遭遇一系列技术层面的挑战。其中，信号干扰问题堪称一个不容小觑的棘手难题。在水利工程测绘工作里，当处于复杂地形或者城市环境时，GPS信号极易受到诸多障碍物的干扰。像建筑物，它们高耸且结构复杂，会对GPS信号形成遮挡；树木，其枝叶繁茂，同样会阻碍信号的传播；水体，由于其特殊的物理性质，也会对信号产生反射作用。这些障碍物综合起来，使得GPS信号质量大幅降低，进而严重影响测量的精度。除此之外，多路径效应也是影响GPS-RTK测量精度的一个关键因素。当GPS信号在传播途中遭遇多个反射平面时，就会衍生出多路径信号。这些多路径信号相互交织、彼此干扰，最终致使测量数据出现偏差。例如，在水利工程周边可能存在大面积的水面、平坦的地面或者其他光滑的反射面，GPS信号在这些反射面之间多次反射，形成复杂的多路径信号，极大地干扰了正常信号的接收与处理，从而降低了测量的准确性。^[3]

3.2 解决方案

为应对GPS-RTK技术在水利工程测绘应用中面临的技术挑战,可采取一系列具体技术方案。在优化测量环境方面,测量点应尽量避免高大建筑物、密集树林等会对GPS信号产生遮挡的物体,因这些遮挡物会阻碍信号直接接收,影响测量精度,比如在水利工程周边测绘时要提前勘察环境规划良好信号接收点;同时,测量过程中测量人员可根据实际调整设备位置和高度,以减少多路径效应影响,多路径效应是GPS信号传播遇多个反射平面产生多个路径信号相互干扰致测量数据偏差,合理调整可使信号传播路径更直接,提高测量精度。采用差分技术也是有效方法,差分GPS技术通过基准站和流动站间误差修正测量误差,需建立由基准站和流动站组成的差分GPS系统,基准站安装在已知精确坐标位置,实时接收GPS信号并计算自身误差,再通过数据链传给流动站,流动站接收GPS信号和误差信息后修正测量数据,提高测量精度。电磁干扰防护上,测量现场要远离高压电线、变电站等电磁干扰源,避免在附近放置测量设备,因电磁干扰会影响设备正常工作致测量结果不准;此外,还应对测量设备进行电磁屏蔽保护,用专门材料或设备包裹,确保其在复杂电磁环境中稳定工作,提高测量准确性和可靠性。最后,提高测量人员技能水平很关键,测量人员需熟悉GPS-RTK测量技术操作流程和注意事项,掌握正确流程可避免操作不当产生误差,了解注意事项能及时发现问题

4 GPS-RTK技术在水利工程测绘中的未来发展趋势

4.1 技术融合与创新

在科技日新月异的今天,GPS-RTK(实时动态差分定位)技术正逐步与其他前沿技术进行深度融合与创新,开启测绘领域的新篇章。无人机凭借其灵活性和高空作业能力,成为地形测绘领域的重要工具。当GPS-RTK技术与无人机结合后,无人机可以精确定位并自主飞行,覆盖传统测绘手段难以触及或存在安全隐患的区域,这种结合不仅大大提高了测绘作业的效率,也保证了数据的全面性和准确性。无人机搭载的高精度摄像头、激光雷达等传感器,结合GPS-RTK提供的高精度位置信息,能够实时采集地面高程、

纹理等详细数据,为3D建模、环境监测等应用提供有力支持。人工智能技术的快速发展,使其在数据处理分析方面的优势日益凸显,GPS-RTK技术与AI、大数据的结合,使海量测绘数据得到高效处理,关键信息快速识别,测绘结果精确度和可靠性得到提升。通过机器学习算法,系统能够自动学习并识别地形特征,优化数据处理流程,减少人为干预,同时提高数据处理的速度和准确性。大数据技术的应用,使历史测绘数据与实时数据融合分析,为决策提供科学依据,支撑预测与规划更加精准。

4.2 精度与稳定性的提升

技术的不断更迭,GPS-RTK技术的精度和稳定性也在不断进步,科研人员不断探索更高效、更稳定的算法,以减少环境因素(如多路径效应、大气干扰)对测量精度的影响。通过算法优化,可以实现误差的实时校正,将定位精度提高到厘米甚至毫米级别。随着电子元器件和天线技术的进步,GPS-RTK接收器的性能也在不断提升,目前已经具备了更高的性能。新型接收机灵敏度更高,噪声水平更低,抗干扰能力更强,即使在信号微弱或复杂环境下也能保持高精度测量。为了提高信号接收的稳定性和可靠性,研究者开发了多种信号增强技术,如多路径抑制技术、多频点接收技术等,有效降低外部干扰,确保在各种条件下都能获得稳定、精确的测量结果。

5 结束语

总之,GPS-RTK技术在水利工程测绘中的应用极大地提高了测绘工作效率和精度,为水利工程的设计、施工和监测提供了有力支持。面对未来,应继续关注GPS-RTK技术的发展,积极应对技术挑战,推动其在水利工程测绘领域的深度融合与创新,为我国水利工程事业的发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 王波,王伟娜,陆威. GPS-RTK 测量技术在水利工程测绘中的应用[J]. 冶金管理, 2020(23): 99-100.
- [2] 张金杰,魏立. GPS-RTK 测量技术在水利工程测绘中的应用[J]. 建材与装饰, 2019(12): 247-248.
- [3] 宋宜昌. 基于BIM+GIS的水利工程数字孪生构建研究[D]. 郑州: 华北水利水电大学, 2023.