

GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用及其对策研究

贺轩昂

中国电建集团核电有限公司, 山东 济南 250000

[摘要] 全球导航卫星系统实时动态差分技术 (GNSS-RTK) 已广泛应用于建筑工程测量领域, 为测量工作提供了高精度、高效率的保障。文中首先分析了 GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的优势, 然后探讨了其在实际应用中可能遇到的问题和对策, 最后以实际工程案例验证了 GNSS-RTK 技术的应用效果和优越性。

[关键词] GNSS-RTK; 建筑工程测量; 应用; 对策; 精度

DOI: 10.33142/aem.v6i9.13866

中图分类号: TU198

文献标识码: A

Application and Countermeasures of GNSS-RTK Technology in Construction Engineering Surveying

HE Xuanang

PowerChina Nuclear Power Engineering Company Limited, Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Global Navigation Satellite System Real time Dynamic Differential Technology (GNSS-RTK) has been widely used in the field of construction surveying, providing high-precision and high-efficiency guarantees for surveying work. The article first analyzes the advantages of GNSS-RTK technology in construction surveying, then explores the problems and countermeasures that may be encountered in its practical application, and finally verifies the application effect and superiority of GNSS-RTK technology with actual engineering cases.

Keywords: GNSS-RTK; construction engineering surveying; application; countermeasures; accuracy

引言

随着我国建筑工程规模的不断扩大和城市化进程的加快, 建筑工程测量工作的重要性日益凸显。传统的测量方法受限于人力、物力和时间等因素, 已经难以满足现代建筑工程的高精度、高效率要求。全球导航卫星系统实时动态差分技术 (GNSS-RTK) 作为一种新兴的测量技术, 具有精度高、速度快、实时性好等特点, 为建筑工程测量工作提供了新的技术手段。本文将对 GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用及其对策进行研究, 以期为我国建筑工程测量领域的发展提供参考。

1 GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用优势

1.1 高精度

传统的测量技术受到地面条件等多种因素的限制, 精度往往难以保证。GNSS-RTK 技术利用卫星信号进行测量, 其精度不受地面条件限制, 可以在全球范围内实现厘米级的定位。这对于建筑工程测量中要求高精度的特点具有很大优势。例如, 在进行大型的建筑工程测量时, 如高楼大厦、桥梁等, 需要对建筑物的垂直度、倾斜度等指标进行精确测量, 而 GNSS-RTK 技术可以满足这些高精度测量的需求。

1.2 实时性

传统的测量技术往往需要在测量完成后, 将数据带回实验室进行处理, 这样不仅耗费时间, 而且也容易出现误差。而 GNSS-RTK 技术具有实时性, 可以在测量过程中实时获取数据, 及时反馈测量结果。这有利于提高测量工作

效率, 减少人为误差。例如, 在建筑工程的施工过程中, 需要对施工进度进行实时监控, 以确保工程按计划进行, 而 GNSS-RTK 技术可以实时获取施工地点的精确位置信息, 为施工提供准确的依据^[1]。

1.3 高效性

传统的建筑工程测量工作, 往往需要大量的人力和物力投入, 数据的采集、处理和传输都依赖于人工操作, 不仅效率低下, 而且容易出错; 而 GNSS-RTK 技术采用了动态测量方式, 可以实现测量数据的自动采集、处理和传输, 减轻了测量人员的工作负担, 提高测量效率。

1.4 可靠性

在传统的测量技术中, 测量结果往往受到天气、地形等外部因素的影响, 这在一定程度上限制了测量工作的进行。而 GNSS-RTK 技术采用了先进的卫星定位技术, 其测量结果受外部因素影响较小, 能够在各种复杂环境中正常工作, 大大提高测量的可靠性。

2 GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用

2.1 控制测量

建筑工程测量是确保工程质量的关键环节, 而高精度的测量数据是保证工程顺利进行的基础。全球导航卫星系统 (GNSS) 实时动态差分技术 (RTK) 作为一种先进的测量技术, 已经在建筑工程测量领域发挥了重要作用, 其主要应用于控制测量, 提供高精度、高可靠性的定位数据, 为工程建设的各个阶段提供精确的测量基准。

在建筑工程测量中,控制测量是指在工程建设区域内建立一系列控制点,并通过测量手段将这些控制点的坐标和高程传递到施工现场,为施工提供准确的测量基准。首先,GNSS-RTK 技术可以实现高精度、实时性的定位,通过接收多个卫星信号,GNSS 接收器可以计算出接收器的实时位置,其精度可以达到厘米级别^[2]。因此,在建筑工程测量中,可通过 GNSS-RTK 技术快速、准确地确定控制点的位置,提高测量的精度。其次,GNSS-RTK 技术可以避开地形、地貌的干扰,通过卫星信号实现精确定位,从而提高测量的可靠性。在建筑工程测量中,控制测量的范围可能涉及到多个区域,GNSS-RTK 技术可以通过卫星信号实现跨区域的测量,节省测量成本,提高测量效率。总之,GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用,特别是在控制测量中,可以提供高精度、高可靠性的定位数据,为工程建设的各个阶段提供精确的测量基准。

2.2 数据采集

GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用已经成为现代建筑行业的一种重要趋势。这项技术通过将全球定位系统(GNSS)与实时动态差分(RTK)技术相结合,为建筑工程测量提供了高精度、高效率的解决方案。

在建筑工程测量中,数据采集是至关重要的一环。传统的测量方法往往依赖于人力进行,不仅工作量大,而且精度较低。而 GNSS-RTK 技术则能够实现实时、自动的数据采集,大大提高了测量的精度和效率。通过使用 GNSS-RTK 接收器,测量人员可以快速、准确地获取建筑物的位置、高度、倾斜度等各种参数,为后续的设计和施工提供可靠的数据支持。除了高精度的测量数据,GNSS-RTK 技术还具有高度的可靠性。传统的测量方法受到许多因素的干扰,如气象条件、地形地貌等,往往会出现数据误差。而 GNSS-RTK 技术采用了差分定位的方式,通过比较基准站和流动站的数据差异,有效消除了各种干扰因素,提高了数据的可靠性。此外 GNSS-RTK 技术只需要一台接收器和相应的软件,就可以实现大范围的测量,大大减少了人力和物力的投入。同时,GNSS-RTK 技术还可以实现远程数据传输和处理,方便测量人员随时随地进行数据分析和处理。

2.3 动态定位方式

GNSS 动态定位技术,是一种基于卫星至观测站的伪距观测,用以确定运动状态下的接收机位置的高精度方法。在 GNSS 动态测量中,主要分为单点动态测量和实时差分动态测量两种方法。单点动态测量,即通过接收机直接接收卫星信号,计算出接收机的位置。而实时差分动态测量,则是通过比较两个接收机接收到的卫星信号,计算出它们之间的距离差,从而提高定位的精度。

在进行 GNSS 动态测量之前,通常需要进行静态观测。静态观测是指在一个空间点上,保持一段时间的观测,通常为几分钟或几秒钟。这一步骤的目的,是为了获取该点的准确位置,作为后续动态测量的起始参考。静态观测结束后,便可以开始动态测量。动态测量过程中,接收机会

按照预设的采样间隔,自动采集卫星信号。这些采集到的数据,会以基准站为中心,进行同步观测。通过处理这些数据,可以确定采样点的三维空间坐标,从而实现运动物体的精确定位。在我国,GNSS 动态定位技术的发展和运用,为各类工程建设的顺利推进提供了有力保障。

3 GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用实施对策

3.1 基准站设置

在选择基准站的位置时,应充分考虑到周围环境的因素,力求在一个开阔且遮挡物较少的区域进行设置,以确保卫星信号的接收质量。这是因为,如果基准站周围存在过多的遮挡物,如高楼大厦、树木等,这些遮挡物可能会对卫星信号的接收产生影响,进而影响到 GNSS-RTK 的测量精度。

在设置基准站时,还需要充分考虑到其与测区工程的相对位置关系。这是因为在实际测量过程中,多路径效应和大气层折射误差是影响 GNSS-RTK 测量精度的主要误差源之一。多路径效应是指卫星信号在传播过程中,经过反射、折射等作用,产生了多个路径,从而导致信号的接收延迟,而大气层折射误差则是指卫星信号在大气层中传播时,由于大气层的折射作用,导致信号的传播路径发生偏移^[3]。因此,在设置基准站时,应尽量选择一个与测区工程相对位置合理的位置,以尽可能地减小多路径效应和大气层折射误差。具体来说,应选择一个离测区工程较远,且与测区工程相对位置较为直接的位置,以减小多路径效应;同时,应选择一个海拔较高,且大气层折射误差较小的位置,以减小大气层折射误差。

综上所述,合理设置基准站是确保 GNSS-RTK 测量精度的关键。在设置基准站时,应选择开阔、遮挡物少的区域,确保卫星信号的接收质量。同时,基准站的设置应考虑到与测区工程的相对位置关系,以减小多路径效应和大气层折射误差。

3.2 差分数据传输

差分数据传输在 GNSS-RTK 测量过程中扮演着至关重要的角色,其传输质量的优劣直接关系到测量结果的精确度。为了确保测量工作的顺利进行,必须选择一个稳定可靠的差分数据传输通道。这样的通道能够有效地减少信号传输过程中的衰减和延迟,从而提高数据的准确性和稳定性。

在选择差分数据传输通道时,专用通信卫星是一个非常好的选择。卫星通信具有覆盖范围广、传输速度快、信号稳定等优点,能够满足 GNSS-RTK 测量对数据传输的严格要求。此外,卫星通信还具有很强的抗干扰能力,能够在复杂的电磁环境中保持稳定工作,进一步提高数据的传输质量。除了专用通信卫星,光纤也是一种优秀的差分数据传输通道。光纤通信具有传输容量大、传输速率快、传输损耗低等优点,能够满足大量数据的传输需求。同时,光纤通信的安全性非常高,能够有效防止数据泄露和篡改,保障测量数据的安全性和可靠性。

为进一步提高数据传输的安全性,应采取加密措施对

差分数据进行保护。加密技术可以将数据转换成一种无法被未经授权的用户理解和使用的形式,从而防止数据在传输过程中被窃取或篡改。在实际应用中,可以使用对称加密算法或非对称加密算法对差分数据进行加密,根据数据的安全性需求和计算资源来选择合适的加密算法。此外,为了确保差分数据传输的稳定性和可靠性,还需要对传输通道进行定期维护和检修。通过对传输通道的实时监测和故障预警,可以及时发现和解决问题,确保数据的正常传输。同时,还需要对传输设备进行定期升级和优化,以适应不断变化的应用需求和技术发展。

总之,在 GNSS-RTK 测量过程中,差分数据传输质量对测量精度具有重要影响。为了确保测量工作的顺利进行,必须选择稳定的数据传输通道,如专用通信卫星、光纤等,并采取加密措施确保数据传输的安全性。通过采用这些措施,可以有效提高差分数据传输的质量和稳定性,从而提高 GNSS-RTK 测量的精度和可靠性。

3.3 数据处理与解算

在 GNSS-RTK 测量领域,数据处理与解算的精度和速度是衡量工作质量的关键指标。为了达到高精度、高效率的要求,采用高性能计算机和专业数据处理软件是必不可少的。高性能计算机能够快速执行复杂的计算任务,而专业数据处理软件则能优化算法,提高解算的精度。

在数据处理与解算过程中,首先应进行的是原始数据的预处理。这一步骤包括对 GNSS 信号的接收时间、卫星轨道信息、接收机和卫星的钟差等数据的清洗和校正。接着,通过数据处理软件进行卫星轨道精度和接收机钟差的精化,以确保数据的精确度。

数据处理软件会对原始数据进行差分处理,以消除公共误差。在此过程中,软件会利用基准站和流动站之间的相对位置关系,通过解算方程组得到流动站的精确位置。为了提高解算速度,数据处理软件会采用多种优化算法,如 Cholesky 分解、Kalman 滤波等。

在数据解算完成后,还需要对结果进行后处理,包括精度分析和可靠性评估。这一步骤至关重要,因为只有通过严格的质量检查,才能确保最终成果的精度和可靠性。数据处理与解算过程中可能会产生一些不合理的数据,如卫星信号失锁、多路径效应等,这些数据会影响最终结果的精度,因此需要进行剔除^[4]。此外,为了进一步提高数据处理与解算的精度,可以使用一些高级技术,如数据融合、动态定位等。数据融合是将多个数据源的信息进行整合,以提高定位的精度。动态定位则是在动态环境下对目标进行实时定位,需要考虑速度、加速度等因素。

总之,在 GNSS-RTK 测量数据处理与解算过程中,采用高性能计算机和专业数据处理软件是提高数据处理速度和精度的关键。同时,通过质量检查和剔除不合理数据,确保最终成果的精度。此外,运用高级技术如数据融合和

动态定位,可以进一步提高数据处理与解算的精度。

3.4 误差分析与补偿

误差分析与补偿是提高 GNSS-RTK 测量精度的关键步骤。在实际测量中,多路径效应和大气层折射误差是常见的误差因素,它们对测量结果的影响不可忽视。因此,对这些误差进行准确分析和有效补偿至关重要。多路径效应是指信号在传输过程中,由于反射、折射等原因,产生多条路径到达接收器。这种情况会导致测量结果产生偏差,甚至出现错误。为了减小多路径效应的影响,可以采取以下措施:首先,选择合适的测量站点,避免信号受到反射物体的干扰。其次,采用适当的算法对多路径效应进行建模和仿真,从而准确估计其对测量结果的影响。最后,通过数据处理技术,对多路径效应产生的误差进行补偿。

大气层折射误差是另一个影响 GNSS-RTK 测量精度的因素。大气层折射是由于大气密度不均匀导致光线发生弯曲,从而影响信号的传播速度。大气层折射误差可分为垂直折射误差和水平折射误差。为了减小大气层折射误差的影响,可以采取以下方法:首先,根据气象参数计算大气层折射率,从而估计大气层折射误差。其次,采用双差定位技术,通过比较不同接收器的信号延迟,消除大气层折射误差对测量结果的影响。最后,利用实时气象数据,对大气层折射误差进行动态补偿。除了多路径效应和大气层折射误差,还有其他一些误差因素也会影响 GNSS-RTK 测量精度。例如,卫星轨道误差、接收机钟差、卫星钟差等。对这些误差因素,可以采用相应的算法和模型进行分析和补偿。例如,卫星轨道误差可以通过卫星轨道预报模型进行补偿;接收机钟差和卫星钟差可以通过差分定位技术消除。

4 结束语

GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用具有显著的优势,能够提高测量精度、工作效率和可靠性。然而,在实际应用过程中,还需注意基准站设置、差分数据传输、数据处理与解算以及误差分析与补偿等方面的对策,以确保测量成果的质量。通过不断研究和实践,GNSS-RTK 技术在建筑工程测量领域将发挥更大的作用。

[参考文献]

- [1]张笑蓉. GNSS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用及其对策研究[J]. 四川建材, 2023, 49(7): 20-22.
- [2]陈广荣. GPS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用及其技术要点[J]. 住宅与房地产, 2021(22): 186-187.
- [3]巨天灵. GPS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用及其技术要点[J]. 居舍, 2021(21): 39-40.
- [4]张家远. 试析 GPS-RTK 技术在建筑工程测量中的应用及其技术要点[J]. 低碳世界, 2021, 11(1): 102-103.

作者简介: 贺轩昂(2000.3—), 男, 山东省济宁人, 就职于中国电建集团核电有限公司, 公司项目部测量技术员, 长期从事测量工作。