

# GPS技术在工程测量中应用现状及其局限性

黄保卫

广西路桥工程集团有限公司

DOI:10.12238/btr.v6i3.4143

**[摘要]** 全球定位系统(GPS)是一种广泛应用于工程测量的技术,它在路桥工程中具有重要的定位测量、形变监测、施工导航和布控等应用。然而,GPS技术也存在一些局限性,如受环境因素的影响、技术和设备的局限性、以及数据安全和隐私问题等。为了克服这些局限性,本文提出了一系列解决方案和未来发展方向,包括基于增强型GPS的改进方法、多传感器融合定位技术、基于机器学习和人工智能的定位算法,以及建立更稳定和可靠的GPS网络基础设施。这些方法和方向为GPS技术在工程测量中的应用提供了更加可靠和高效的解决方案。

**[关键词]** GPS; 工程测量; 定位测量; 形变监测

**中图分类号:** TB22 **文献标识码:** A

## Application Status and Limitations of GPS Technology in Engineering Surveying

Baowei Huang

Guangxi Road and Bridge Engineering Group Co., Ltd

**[Abstract]** Global Positioning System (GPS) is a widely used technology in engineering surveying, with important applications in positioning measurement, deformation monitoring, construction navigation, and surveillance in road and bridge engineering. However, GPS technology also has some limitations, such as susceptibility to environmental factors, technical and equipment limitations, as well as data security and privacy concerns. To overcome these limitations, this paper proposes a series of solutions and future development directions, including improved methods based on enhanced GPS, multi-sensor fusion positioning technology, positioning algorithms based on machine learning and artificial intelligence, and the establishment of a more stable and reliable GPS network infrastructure. These methods and directions provide more reliable and efficient solutions for the application of GPS technology in engineering surveying.

**[Key words]** GPS; engineering surveying; positioning measurement; deformation monitoring

### 引言

随着现代工程建设的不断发展,精确的测量和定位在工程项目中显得尤为重要。全球定位系统(GPS)作为一种广泛应用的定位技术,已经在工程测量中得到了广泛应用。然而,GPS技术也存在一些局限性,限制了其在工程测量中的应用效果。本文将介绍GPS技术在工程测量中的应用现状,探讨其所面临的局限性,并提出解决这些局限性的方法和未来发展方向,以期推动GPS技术在工程测量中的进一步应用和发展。

### 1 GPS在工程测量中的应用现状

#### 1.1 GPS在路桥工程中的定位测量应用

在路桥工程中,精准的定位测量是确保工程质量和准确性的关键。GPS技术通过卫星信号和接收设备,可以实现高精度的位置定位。在建设大型桥梁和高速公路等工程中,GPS被广泛应用于测量基准点的建立、控制点的布设以及工程结构物的位置

测量等方面。通过GPS定位测量,工程人员可以快速、准确地获取各个测量点的坐标信息,为工程设计和施工提供重要依据。

#### 1.2 GPS在路桥工程中的形变监测应用

路桥工程的形变监测是保障工程结构安全的关键环节。GPS技术在形变监测中的应用得到了广泛的认可和应用。通过安装GPS接收设备,并将其固定在需要监测的结构物上,可以实时获取结构物的形变信息。利用GPS技术的高精度定位能力,工程人员可以实时监测结构物的变形、位移以及沉降情况,提前发现和预警潜在的安全隐患,为工程管理和维护提供科学依据。

#### 1.3 GPS在路桥工程中的施工导航和布控应用

在路桥工程的施工过程中,GPS技术可以发挥重要的导航和布控作用。通过在施工车辆、机械设备以及施工人员身上安装GPS设备,可以实时监测和管理施工过程。GPS技术可以提供施工车辆的定位信息,实现施工车辆的导航和路径规划,提高施工效

率和准确性。同时,通过对施工现场进行GPS布控,可以实时监测施工活动的进展情况,确保施工进程的顺利进行。

## 2 GPS在工程测量中的局限性

### 2.1 GPS信号受到环境因素的影响

#### 2.1.1 建筑物和其他大型物体对GPS信号的遮挡

GPS定位的准确性和可靠性受到环境因素的影响,其中建筑物和其他大型物体的存在是主要的干扰因素之一。这些物体可以对GPS信号的传播造成遮挡,导致接收器接收到的信号衰减或发生多径效应,进而影响定位精度。

建筑物对GPS信号的遮挡是由于其对电磁波的阻挡作用所致。当接收器位于建筑物附近或建筑物的阴影区域时, GPS信号必须通过建筑物或其周围的较小空间传播。这会导致信号衰减和多径效应的增加,使得接收器难以准确解算定位信息。尤其在高密度城市区域和山区等复杂环境中,建筑物的遮挡效应更为明显。<sup>[1]</sup>

除建筑物外,其他大型物体如桥梁、高架道路、大型机械设备等也可能对GPS信号的传播造成遮挡。这些物体通常具有较高的反射性和散射性,会导致信号发生反射、折射、散射等现象,使得接收器接收到的信号发生延迟、失真和干扰,从而对定位结果产生不利影响。

#### 2.1.2 天气条件对GPS精度的影响

降水是天气条件中的一个关键因素,对GPS精度产生直接影响。雨水或降雪会造成GPS信号的衰减和多径效应,导致测量误差的增加。雨滴或雪花会反射和散射GPS信号,使接收器接收到来自不同方向的信号,从而引起多径干扰。此外,大雨和暴雨还可能导致信号丢失,因为GPS信号在穿越大量水滴或积水时会被吸收和衰减。

强风和恶劣天气条件也会对GPS测量产生负面影响。强风会导致天线晃动和偏离预定位置,进而导致位置测量误差的增加。恶劣天气条件如雷暴、台风或暴风雪可能导致天线故障或无法使用GPS设备,从而影响测量的可行性和精度。

温度变化也可能对GPS测量结果产生影响。温度的变化会导致GPS设备的内部部件发生膨胀或收缩,进而导致接收器和天线的位置发生微小变化。这种微小的位置变化可能会引起测量误差,特别是在需要进行长时间测量的情况下。

## 2.2 技术和设备的局限性

### 2.2.1 GPS设备自身存在的误差

GPS接收器的硬件和电子元件可能存在固有误差。例如,接收器的时钟漂移、信号采集和处理的延迟、天线的非理想性等因素都可能导致定位误差。这些硬件相关的误差需要通过精确的校准和校验来消除或减小。

卫星几何结构的变化也可能引起误差。由于卫星的位置和运动是动态变化的,当接收器所能接收到的卫星数目较少或卫星分布不均匀时,定位精度可能会受到限制。

GPS设备的安装和设置不当也可能导致误差。例如,不正确的天线安装位置、未校准的天线相位中心以及接收器放置不稳

定等因素都可能影响测量结果的准确性。<sup>[2]</sup>

### 2.2.2 软件处理数据的限制

首先,软件处理数据的限制之一是数据噪声的处理。由于环境和设备等因素的影响,采集到的GPS数据中常常包含一定程度的噪声。处理这些噪声是数据分析的重要步骤,但不同的软件在噪声处理方面可能有不同的算法和策略。

其次,软件处理数据时需要考虑数据的质量和可靠性。数据的质量包括数据的完整性、准确性和一致性等方面。然而,由于GPS信号受到多种干扰因素的影响,例如建筑物、树木和地形等,采集到的数据可能存在缺失、误差或不一致的情况。

软件处理数据还需要考虑数据的处理速度和效率。随着工程测量数据的增加和复杂度的提高,传统的数据处理方法也无法满足实时性和高效性的需求。

## 2.3 数据安全和隐私问题

数据安全性是GPS技术应用中的一个关键问题。在工程测量过程中, GPS设备收集到的定位数据可能包含敏感信息,如工程设计、施工计划等。这些数据的泄露或篡改可能导致严重后果,损害工程项目的安全性和可靠性。

## 3 解决GPS技术局限性的方法和未来发展方向

### 3.1 基于增强型GPS的改进方法

一种常见的改进方法是采用差分GPS技术。差分GPS利用参考站和移动站之间的距离差异来消除大气延迟和卫星钟差等误差,从而提高定位精度。此外,差分GPS还可以实时校正信号中的误差,提供更可靠的定位结果。差分GPS技术可以通过建立地面基准站网络或使用虚拟参考站实现。

另一种改进方法是采用增强型GPS技术,如实时运动定位系统(RTK)和扩展增强型GPS(EGNOS)。RTK技术通过使用附加的基准站或移动基站,提供高精度的动态定位。它使用相位观测值和载波相位差分技术,以消除大部分误差,实现毫米级的精度。EGNOS是欧洲地区的一种增强型GPS系统,通过在GPS信号中添加辅助数据和纠正信息,提供更高的位置精度和信号完整性。

使用多频GPS接收器也是一种改进方法。传统的GPS接收器使用L1频段的信号,而多频GPS接收器可以同时接收L1、L2和L5频段的信号。多频信号具有更好的抗干扰能力和精度,可以减少多路径效应和大气影响,提高定位的可靠性和精度。<sup>[3]</sup>

### 3.2 多传感器融合定位技术

多传感器融合定位技术是一种利用多种传感器的信息来提高位置定位精度和可靠性的方法。在工程测量中,将GPS与其他传感器(如惯性测量单元、激光扫描仪等)相结合,可以克服GPS单独使用时的局限性,提供更准确、稳定的定位结果。

多传感器融合定位技术通过融合多种传感器的数据,实现了位置信息的冗余和互补。GPS作为主要的位置定位源,提供了全球范围的定位能力,而其他传感器则提供了高频率、高精度的位置测量数据。通过将这些数据进行融合和整合,可以消除单一传感器可能存在的误差和不确定性,提高位置定位的准确性。

多传感器融合定位技术能够实时地进行位置校正和误差补偿。由于GPS信号受到环境因素的影响,如建筑物的遮挡和天气条件的不利影响,导致定位精度下降。通过与其他传感器的融合,可以及时检测并校正GPS定位结果中的误差,提高位置测量的稳定性和可靠性。

多传感器融合定位技术还可以提供更丰富的定位信息。除了位置坐标,它还可以提供姿态、速度、加速度等额外的信息。这些信息对于工程测量中的施工导航、形变监测等应用具有重要意义,可以帮助工程师更全面地了解工程的状态和变化。

### 3.3 基于机器学习和人工智能的定位算法

基于机器学习和人工智能的定位算法是利用神经网络进行信号处理和数据融合。神经网络可以学习和模拟人脑的工作方式,通过训练大量的数据样本,提取特征并建立定位模型。这种算法可以根据接收到的信号强度、多径效应、干扰等信息,对定位进行实时优化和校正,从而提高定位的精度和稳定性。<sup>[4]</sup>

使用深度学习算法进行定位。深度学习是一种强大的机器学习技术,可以通过多层神经网络进行特征学习和模式识别。在GPS定位中,深度学习可以通过对接收信号进行复杂的特征提取和分析,从而准确地确定位置信息。此外,深度学习还可以结合其他传感器数据,如惯性导航系统(INS)和地图数据,实现多模态数据融合定位,进一步提高定位的精度和鲁棒性。

除了神经网络和深度学习,还有其他机器学习和人工智能技术可以应用于GPS定位算法中,例如支持向量机(SVM)、随机森林(Random Forest)等。这些技术可以通过建立定位模型、优化算法参数以及进行数据挖掘和预测,提高GPS定位的性能和可靠性。

### 3.4 建立更稳定和可靠的GPS网络基础设施

在路桥工程中建立更稳定和可靠的GPS网络基础设施,并解决数据安全和隐私问题,需要综合考虑技术、管理和法律等多个方面的因素。

首先,选择可靠的GPS设备和技术,并与可靠的供应商合作,进行全面的评估和测试,以确保其稳定性和精确性。其次,建立安全的数据传输通道,采用加密协议和安全传输通道,如VPN或SSL等,保护数据不受未经授权的访问和篡改。此外,强化数据存储和处理的安全,采用安全的存储设备,限制数据访问权限,并定期备份数据以防止丢失。同时,实施身份验证和访问控制机制,建立严格的身份验证和访问权限管理,限制只有授权人员能够访问GPS网络基础设施和相关数据。此外,定期进行安全审计和监控,使用安全监控工具和系统,实时监测GPS网络基础设施的状态,并记录和分析日志以便进行事后调查。同时,通过培训和

意识提高活动,确保员工了解数据安全和隐私保护的重要性,并掌握正确使用GPS设备和遵守安全措施的方法。最后,确保符合当地法律和法规的要求,尤其是涉及个人隐私和数据保护的规定。与法律和隐私专业人士合作,确保在GPS网络基础设施建设和运营过程中合法合规。需要注意的是,完全消除数据安全和隐私问题是非常困难的,但通过综合考虑技术、管理和法律等方面,可以最大程度地减少潜在的风险,并确保GPS网络基础设施的稳定性和数据安全性。<sup>[5]</sup>

## 4 结语

本文综述了GPS技术在工程测量中的应用现状及其局限性,并探讨了解决这些局限性的方法和未来发展方向。GPS技术在路桥工程中的定位测量、形变监测、施工导航和布控等方面展现了其广泛的应用性和潜力。然而,GPS技术也面临着环境影响、技术局限性、数据安全与隐私问题等挑战。

为了克服这些局限性,本文提出了一些供参考的解决方案。基于增强型GPS的改进方法、多传感器融合定位技术、基于机器学习和人工智能的定位算法以及建立更稳定和可靠的GPS网络基础设施,为GPS技术的应用提供了新的可能性。这些方法和方向的发展将进一步提升工程测量的精确性、可靠性和多样性和安全性。

随着技术的进步和社会的发展,我们对GPS技术在工程测量中的应用前景抱有乐观态度。通过不断推动GPS技术与其他测量技术的融合,我们有信心实现更准确、高效、安全的工程测量。这将为城市建设、交通规划和基础设施建设提供更可靠的支持,促进社会的可持续发展。

## 【参考文献】

- [1]钱佳嘉.探究GPS技术在工程测量中应用现状及其局限性[J].华东科技:综合,2021,(9):1.
- [2]黄志刚.GPS技术在工程测量中应用现状及其局限性[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021,(12):3.
- [3]曹素芳.GPS技术在工程测量中应用现状及其局限[J].建材发展导向,2018,16(2):1.
- [4]曹素芳.GPS技术在工程测量中应用现状及其局限[J].建材发展导向(下),2018,16(1):77.
- [5]李广佳,秦绪军.GPS技术在路桥工程测量中的应用现状及发展趋势研究[J].环球市场,2018,(13):1.

## 作者简介:

黄保卫(1991--),男,壮族,广西德保县人,本科,研究方向:土木工程。