

GNSS 定位技术在变形监测中的应用

宋心悦 韩兴旺

北京中博智业人力资源服务有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i3.1510

[摘要] 建筑物在自身以及地基荷载和其他外力的影响下,常常会发生不同程度的上沉降、倾斜、挠度、裂纹和位移等问题。因此,定期监测建筑物十分必要,这不仅可以保证建筑物在施工和运行期间的安全,还可以为今后建筑物的设计方案、施工、管理方法等提供科学依据。而形变监测技术则是实现这一目标的重要手段之一。GNSS技术作为一种全天候、高精度、自动化程度高、速度快且不需要通过监测站的技术,具有许多优势,因此在形变监测中得到了广泛应用。

[关键词] GNSS技术; 变形监测; 基线解算; 高精度

中图分类号: TK01+2 **文献标识码:** A

Application of GNSS Positioning Technology in Deformation Monitoring

Xinyue Song Xingwang Han

Beijing Zhongbo Zhiye H.R. Service Co., Ltd

[Abstract] Buildings often experience different degrees of settlement, tilting, deflection, cracks, and displacement under the influence of building itself, foundation loads and other external forces. Therefore, regular monitoring of buildings is necessary, which not only ensures the safety of buildings during construction and operation, but also provides scientific basis for future design plan, construction, management methods, etc. of buildings. And deformation monitoring technology is one of the important means to achieve this goal. GNSS technology, as an all-weather, high-precision, high degree of automation, fast speed and no need for monitoring stations, has many advantages and is widely used in deformation monitoring.

[Key words] GNSS technology; deformation monitoring; baseline solution; high-precision

引言

GNSS定位技术在地表变形监测中应用广泛,具有高精度、全天候和实时性强等优点。可以监测微小的地表变形并提供实时反馈,因此在大规模变形和灾害监测方面有着广泛的应用前景。在本文中,我们将探讨GNSS技术在地表变形监测中的应用,包括GNSS基本原理、基本框架及其与其他地球物理技术的结合利用。针对现有的定位技术存在的问题,我们将提出一些改进策略,以提高GNSS技术在变形监测中的应用价值,为相关研究提供参考依据。

1 GNSS定位系统的组成

1.1 空间部分

GNSS太空系统是一种GNSS卫星群落,它是按照一定的原则,按照各种导航方式,将多个正在工作的卫星组合在一起。该系统的卫星构成各不相同。就拿GPS定位系统来说,它是由24个卫星构成的,美国的GPS定位系统是由一系列的24个卫星构成的。GPS导航系统的太空部件,在24个卫星中,21个是被用来进行导航工作的。GNSS的最大功能就是接收、储存定位信息;使用接收及储存的资讯来产生发出一种信息,发出一种特定的位置信息:接

受指示,执行相应的动作。

1.2 控制部分

GNSS的控制是指由世界各地分布的多个追踪站组成的监测系统。根据其功能和职责,这些站点被划分为注入站、监控站和主控制站。主控制站通常由一台大型计算机作为主机,用于完成数据采集、数据传输和数据计算的仪器设备。主控站的职责是对地面监测系统各个环节进行管理和协调;通过对各种类型的测量数据进行采集,按照一定的格式编码为一条信息,然后将信息传递到注入站,以持续调整系统,以确保卫星在既定的轨道上平稳地运行。

监测站由原子钟、GPS接收机和电脑组成,用于处理GNSS系统和收集天气数据。无人机可定位、收集天气资料、监测情况并传输至控制站。输入站将数据输入卫星内存,并由主机传送至卫星。

2 GNSS定位的基本理论与测量方法

2.1 根据所利用的原始观察值,可以将它们分成两种类型,即:伪距定位与载波相位定位

①伪距定位是指通过测量卫星信号的码相位来计算从卫星发送到地面接收机所接收到的信号的延时,并以此估算距离。其基本原则是:在一定的时刻,用地面接收器对4个以上的目标卫星进行同步观测,获得它们的伪距观测值。然后利用距离交会的原理和方法,以已知卫星的伪距观测值和位置坐标为基础,求解测量站台的立体坐标及地基接收器的钟差修正量。

②载波相位定位是为了获得卫星信号的载波相位差值,而采取的一种定位方法。通常根据某一时刻的载波相位测量值来对其进行解算,以估算出卫星到地面接收机的距离。

2.2按照定位模式可分为两类,分别是绝对定位与相对定位

①绝对定位用单点定位获得观测值,解析数据大致获得测站坐标,并以该点为基准进行定位。也适用于单一位置方式。

②相对定位称为差分定位,用两个接收器在不同静止位置建立基准,对同一卫星进行观测和解算,计算出两个观测站间坐标关系和相对位置关系,得到基准矢量。

3 变形监测的误差分析

3.1与GNSS有关的卫星误差

3.1.1卫星星历误差

GNSS通过不同类型的卫星星历获取卫星轨道参数,并解析卫星星历获得卫星位置来进行卫星导航和定位。但由于恒星真实位置存在偏差,这导致卫星星历误差。在特定时间段内,卫星测距误差呈现规律,在预定原则下将卫星星历误差分配给地面接收机的时钟校正值和监控值来进行坐标校正。卫星星历误差是一种起算数据误差,会对定位结果造成影响。

3.1.2卫星钟误差

GNSS技术用于测量时,需要保证每颗卫星都有一个固定的时间。如果使用高精度的原子钟作为时间基准,该钟与GPS钟之间会存在一定的偏差。这种偏差或者与钟面相关的随机误差汇合后,被称为卫星钟误差。由于导航和定位系统以时间为参考,若卫星钟偏差在1毫秒以内,将会产生大约300公里左右的测距误差,这对于人造卫星的定位来说是非常严重的。一般来说,卫星时钟偏差会对测量结果造成一定的影响。当误差达到3m时,就必须进行误差改正。

3.2与信号传播有关的误差

3.2.1电离层折射误差

电离层位于地球表面50公里到1000公里处,含大量散射的阳离子和自由电子。卫星信号穿过电离层会导致传播路径和速度变化,进而影响信号运行时间。电离通道影响卫星传输轨迹,进而影响定位精度。影响与位置的电子总数、频率等相关。夜间卫星信号传输轨迹受电离层折射影响,误差不超过5米;正午时分卫星靠近地平线,信号受电离层反射影响,误差大于150米。为了减弱电离层折射误差,可以采用以下方法:

(1)通过电离层改正模型进行改正;(2)选择合适的观测时间,最好在晚上进行观测;(3)采用双频观测法;(4)采用无电离层影响的线性组合法;(5)使用同步观测方法进行差分计算。

3.2.2对流层折射误差

对流层指低于40公里的大气层,其中大气组分和浓度复杂。卫星信号穿过对流层时,传播路径和速度变化导致测距误差,即对流层光的折射率。观测值变化分为干组分和湿组分,干组分由温度和大气压影响卫星信号传播路径,湿组分则取决于大气湿度和高度对卫星信号传播路径的影响。为了减少电离层折射误差,可以采用以下方法:

(1)对对流层模型进行修正;(2)在数据解算中加入新的未知参数,并通过网平差计算来纠正误差;(3)采用同步观测量求差的方法来抵消误差。

4 GNSS技术在变形监测中的应用

4.1建筑物变形监测的必要性和重要性

建筑物在施工阶段和运营阶段都容易受到多种因素的综合影响,例如地基所处的地质条件、地基的处理方式以及建筑物上承载的荷载等,可能导致建筑物地基及地基周围地层发生某种形变。在一定的范围内,形变量是可以接受的,但如果超过限值范围,将可能存在严重的安全隐患,甚至会导致建筑物出现裂缝和不均匀沉降,严重时甚至会整体倒塌。因此,在进行建筑物设计时,一般需要了解建筑物的变形因素、规律和速度,并同时分析和预测异常变形,以便在施工和运营管理阶段立即采取应对异常变形的措施,保障建筑物的安全和工程质量。

随着经济社会的快速发展,城市对高层建筑、地下车库、地铁等建筑的需求量增大,建筑物建得更加紧密,楼层高度增加,因此深基坑的应用尤为普遍。在深基坑的施工过程中,经常需要进行垂直开挖,并对其边坡土体进行支护。如果边坡的土体开始出现形变,将使其结构处于不稳定状态,从而引发坍塌事故。因此,在深基坑的施工阶段,应同时监测深基坑周边的地质条件。通过监测建筑物、周边地质条件、支护结构等,获取相应的监测数据,并分析基坑及其周边的变形状况,全面了解影响基坑安全性的因素,以保障建筑工程的顺利实施。

4.2 GNSS技术应用于监测的作业模式

4.2.1周期性监测模式

对于变形速度缓慢的地壳运动等现象,在一定的时间范围和空间范围内可能处于相对稳定的状态,因此可以采用静态相对定位的方法进行监测,并根据具体情况设置不同的监测频率,如几个月、一年或几年。具体的监测步骤包括:首先,通过观测数据解算监测点的三维坐标值(X、Y、Z),以此作为建筑物变形监测的参考坐标;然后,按照预设的监测周期进行定期或不定期的重复监测;最后,通过比较同一监测点在每个周期内的监测数据(X_n 、 Y_n 、 Z_n),并进行各方向的做差对比,得出每个方向上的偏移量(ΔX 、 ΔY 、 ΔZ)。周期性监测模式在银川七子桥的监测实例中得到了应用。

4.2.2连续性监测模式

为了更准确地反映变形体的特征,GNSS连续性监测通常采用静态相对定位和动态相对定位两种数据处理方式。这些方法能够更好地监测变形,并能实现实时监控。通过对建筑物和桥梁进行振动和静、动荷载监测,可以获得其变形信息和特性,然后

进行数据分析和处理。连续性监测模式具有数据连续性和清晰的时间分辨率两个特点,因此可以轻松地获取不同时期的数据并进行分析,以得出建筑物或桥梁在不同时期内的变化量。由于这种特点,该模式比较适用于周期较短的工程项目。

5 结语

GNSS是一个新兴的高科技技术,具有极高的经济收益,并已成为全球各国积极投资的领域。各国在理论研究、开发和工程应用方面都大力投入了人员和财力。目前,以GPS为代表的全球GNSS导航定位系统应用前景广阔,已经成为继移动通信技术和互联网技术之后的第三个IT经济增长点。

[参考文献]

[1]姜卫平,梁娱涵,余再康,等.卫星定位技术在水利工程变形监测中的应用进展与思考[J].武汉大学学报(信息科学版),2022,47(10):1625-1634.

[2]田孟磊.北斗定位技术在高速铁路沉降变形监测中的应

用[J].智能城市,2021,7(12):71-72.

[3]强小俊.北斗定位技术在高速铁路沉降变形监测中的应用[J].铁道建筑,2020,60(07):81-84.

[4]李家春,宋宗昌,侯少梁,等.北斗高精度定位技术在边坡变形监测中的应用[J].中国地质灾害与防治学报,2020,31(1):70-74+78.

[5]彭凤友,聂桂根,薛长虎,等.GPS/BDS精密单点定位技术在滑坡变形监测中的应用研究[J].导航定位与授时,2019,6(6):103-112.

[6]吴皓,陈必焰.GNSS精密单点定位技术在大坝变形监测中的应用[J].资源信息与工程,2019,34(04):87-90.

作者简介:

宋心悦(1992--),男,汉族,北京市人,大学本科,助理工程师,北京中博智业人力资源服务有限公司,研究方向:地理信息系统。