

BDS/GPS 双系统技术在工程变形监测中的应用

卢青平

重庆市勘测院

DOI:10.12238/gmsm.v6i1.1473

[摘要] 在工程变形监测中,BDS/GPS双系统联合技术可以发挥出速度快、高精度、全天候等优点,能迅速弥补传统技术监测工程变形时的不足。鉴于此,文章针对BDS/GPS双系统联合技术在工程变形监测中的具体应用措施进行了分析探究。

[关键词] BDS/GPS双系统技术; 工程变形; 监测; 运用; 策略

中图分类号: N945.2 **文献标识码:** A

Application of BDS/GPS Dual System Technology in Engineering Deformation Monitoring

Qingping lu

Chongqing Survey Institute

[Abstract] In the engineering deformation monitoring, BDS/GPS dual system combined technology can play the advantages of fast speed, high precision and all-weather, which can quickly make up for the deficiency of traditional technology in monitoring engineering deformation. In view of this, the paper analyzes and explores the specific application measures of BDS/GPS dual system combined technology in engineering deformation monitoring.

[Key words] BDS/GPS dual system technology; engineering deformation; monitoring; application; strategy

引言

BDS/GPS技术均是全球定位系统,具有速度快、精度高、自动化等诸多优势,可同步测定三维坐标,被广泛应用于科技和工程建设等诸多方面。其中GPS是由美国军方研发并广泛民用的一种比较成熟的定位系统;而BDS技术是由中国自主研制并在近几年得到广泛运用的定位系统,是全球同类产品中的后起之秀。BDS、GPS两者各有优点,也各有自己的不足。如果将两系统联合起来运用,就能将两者的优势发挥到极致,同时也能有效避免各自的短板。实践证明,BDS/GPS双系统联合技术对大型建筑的变形监测能进一步提高精确性和高效性。

1 BDS/GPS双系统联合技术在工程变形监测中的应用优势

1.1 不需要在两个台点之间维持通视性

在BDS/GPS双系统联合技术定位过程中,各测站之间不必维持通视性,仍可使得工程变形监测的布置更加自由和方便,还可省略诸多中间过渡点,节约成本。

1.2 可以对多个位置进行同步测量的三维位移

能克服运用常规变形监测方法中对竖向、横向位移进行单独测量的工作量大和观测时刻、观测点位置不相吻合等弊端。

1.3 具有全天时观察的功能

BDS/GPS双系统联合技术可以在风、雪、雨、雾等天气条件

下对检测对象进行常规观测。在安装防雷装置的情况下,可以实现对变形的实时监控,这一点在防汛抗洪、滑坡、泥石流等地质灾害监测等应用领域尤为重要。

1.4 整个系统容易实现自动控制

BDS/GPS双系统联合技术接收机的数据采集工作自动进行,并且还为用户预留了必要接口。所以,该联合技术变形监测系统构建成无人值守的自动监测系统,从而实现从数据采集、传输、处理、分析、报警到入库的全自动化,减少监控费用,提高监控数据可靠性。

1.5 系统错误效应可以被排除

在工程变形监测中,在两个阶段的变形观测中,普遍存在的系统误差对两个阶段的坐标均有一定的影响。而BDS/GPS双系统联合技术在变形监测网中则能减少或避免这些误差的出现。

1.6 能在施工复杂的条件下运用

在卫星遮挡严重或超高层建筑的施工环境复杂等条件下,BDS/GPS双系统联合技术定位,能够有效实现快速基线解算,提高处理观测数据效率,从而确保系统的可靠性和监测的精准度。

2 BDS/GPS双系统联合技术在工程变形监测中的应用策略研究

2.1 运用BDS/GPS双系统联合技术进行工程变形监测

大型工程建筑物在施工和使用中都存在一些问题,而引起这些问题的因素很多既有人为因素,也有地质因素。如何对大型建筑物进行监测,以确保建筑物在施工和运营中的安全,是工程界面临的一个难题。全球定位系统的问世,为了解决了建筑变形监测这一困难问题提供了新的途径。BDS/GPS双系统联合技术是一种高精度的立体定位技术,可实时地、高效地监测建筑物的变形,并能在最短时间内对建筑物的变形进行监测。BDS/GPS双系统联合技术监测变形最常用的例子就是大坝的变形监测,可以在大坝上安装一个信号接收设备,让计算机可以实时地了解到最近的大坝位移或变形量,从而方便地采取相应的应对措施,提高大坝安全性。

2.2 运用BDS/GPS双系统联合技术进行测绘变形监测

在实际工程测绘中,实时动态差分BDS/GPS双系统联合技术测量技术应用范围较为广泛。在实际的房地产和地籍测绘中,只要有一名技术操作人员,一台监测仪器,通过BDS/GPS双系统联合测量技术来确定每种土地的权属界点。全球定位系统定位方法有伪距离测量法、载波相位测量法和微分测量法,在待定位位置上,按其移动状态可将其划分为静、动两种。由单一GPS接收器完成的位置,即为单一位置或绝对位置,将BDS/GPS双系统等两个或多个接收器放置于两个或多个被测地点,利用两个或多个被测地点的同步观测,获得两个被测地点之间的相对位置。

2.3 运用BDS/GPS双系统联合技术进行工程变形监测误差分析

BDS/GPS双系统联合技术在变形监测中会有一些误差,这些误差的存在必然会影响到观测的准确性,根据其性质可以将监测中的误差划分为系统误差和偶然误差。BDS/GPS双系统联合技术监测误差按照误差来源的不同,主要分为与BDS/GPS双系统联合技术卫星有关的误差、与信号传播相关的误差和与接收设备有关的误差。当存在系统误差时,可以采用将未知的参数加入到数据处理的数学模型中,并利用监测系统误差模型对该证书进行计算和对同步观测数据进行求差等方式,来消除这些影响。当存在随机误差时,可以增加观察系数,改进观察条件,调节观察时刻,从而使误差减小。

2.4 运用BDS/GPS双系统联合技术进行连续性变形监测

连续性变形监测是采用固定检测仪器进行数据采集工作,获得变形数据,此时监测数据有连续性特点,时间分辨率高。针对不同类型变形体,BDS/GPS双系统联合技术连续监测可分为静、动两种方式,均需实时地进行变形反应。例如,当水库处于超限运行状态时,需对水库的变形状态进行监控,这就需监控系统能实现数据的实时传递,并对数据进行处理和分析。在桥梁静、动载荷试验、高层建筑振动测试等方面,其监测目标是获得变形信息和特性,并可在事后进行数据处理和分析。对建造在移动的滑坡上的城市和工厂,必须要有实时的认识,才能及时的做出反应,确保人们生命和财产的安全。同时,可以采用全天候的实时监控方式,构建BDS/GPS双系统联合技术自动监控系统。此系统测量精度可以根据需求进行调整,当前测量精度可以达到

亚毫米级。此系统反应迅速,只需按下一个按钮,就能在数分钟之内得到监控点位的实时信息。在动态检测中,传统监测方法主要通过加速度计、激光干涉法等手段实现。然而,随着建筑物的不断升高,对检测工作的连续性、实时性和自动化水平的不断提升,传统的检测方法已不能满足需求。BDS/GPS双系统联合技术是一种新兴的技术手段,其在工程地质等领域有着广泛的应用前景。近年来,在BDS/GPS双系统联合技术监测这一领域,国内已开展了一定的实验研究,并取得了较好的过程。例如,有人使用BDS/GPS双系统联合技术监测加拿大卡尔加里高塔在大风中的动力变形,国内有人在深圳皇冠大楼上利用BDS/GPS双系统联合技术对其风振响应进行测试。为获取被监控目标的动态特性,必须进行高频、连续的采集。随着高频率的出现,为人们提供全新观测手段,BDS/GPS双系统联合技术监测模式优势在于:一是能够更好地克服接收天线位置偏差、方位偏差的影响;二是针对异常庞大的观测资料,采用滤波、光顺等方法,对其进行去噪处理并从中提取出坝体的变形信息,从而得到较高的观测结果;三是能避免卫星信号遮挡和高层建筑检测监测施工环境复杂等,不利于监测的带来的弊端;四是能使该系统容易地实现完全的自动控制,从而使该系统的反应能力和工作效率得到改善。该模式的不足之处在于需要在每一个变形监测点上长时间放置两套BDS/GPS双系统接收器,导致监测费用较高。同时,对现场仪表和装置的安全性提出更高的要求。

2.5 运用BDS/GPS双系统联合技术构建变形监测网

BDS/GPS双系统联合技术对大型建筑或工程进行监测时,不需要点间通视,这为BDS/GPS双系统联合技术网络的设计提供较大的弹性。BDS/GPS双系统联合技术网络网形布置,按照其对网络的精度要求,一般可分为点连线、边连线和边点混合线三种。BDS/GPS双系统联合技术观测是由三个或多个接收器同时进行,基线矢量组成一个同步回路。因此,所谓的点联结、边联结等方法,就是将这些同步环连接起来。其中,点联法是指多个同步图中只有一个共同的点,而边联法是指多个同步图中只有一个共同的基线相连。由于边连网络具有更多的重复性,且存在异步环模式不一致的封闭状态,且网络的几何强度与可靠度均高于点连网络,所以目前BDS/GPS双系统联合技术变形监测网络大多使用边连网络。例如,对于一个地面变形监测网,以三角形点(A、B、C、D)作为参考点,与变形监测点一起进行BDS/GPS双系统联合技术网的网形设计。采用三个、四个接收器进行观察时,其网格形状见图1。当然,也可以通过各种形式的网眼来选择最优的网眼。在三个接收站构成四个参考站点的情况下,需要进行3个周期的观测。在16个三角形中,参考点和16个三角形连接,进行16个周期的观察。采用4台接收计时,4个参考网点对一个周期进行观察,参考点与网形监测点连接,形成8个大地四边形,对8个周期进行观察。很明显,4个接收器的观察周期只有3个接收器的一半。这两类网络的冗余观察值都很小,是一类可靠性高,精度高的网络。在所设计的BDS/GPS双系统联合技术网形中,要以接收器的观察精度和网形结构为基础,对其进行精度预估,并提出其

可靠度的指数,找出最弱点的位置中误差。

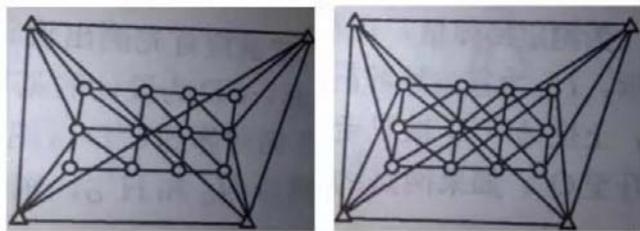


图 1

3 BDS/GPS双系统联合技术在工程变形监测中的应用趋势

3.1 构建BDS/GPS双系统联合技术变形实时监测体系

针对水坝、大型桥梁、高耸建筑、滑坡及区域地壳变形等实际应用需求,研发具有技术先进、实用性强的BDS/GPS双系统联合技术变形在线监测及实时分析系统已成为当前亟待解决的问题。此系统由数据采集、数据传输、数据处理和分析等几个主要环节构成,能对监测数据进行及时的分析和处理,实现对变形状况的实时评估,并对其发展趋势进行预测,为进行灾害的可能性分析和预报提供科学的基础,对于活动期的滑坡变形和断裂的相对运动的监测有着特殊的作用。然而,对于堤坝、滑坡等地质体的变形,需要建立一套不间断的 BDS/GPS双系统联合技术观测网,其费用比较高。所以,开发一套基于BDS/GPS双系统联合技术的一台设备和多根天线的高精度、高可靠性的BDS/GPS双系统联合技术数据采集和处理方法,是一项具有重要现实意义的课题。

3.2 构建“3S”一体化变形监控体系

“3S”技术在计算机、无线电通信、航天及地学等领域的飞速发展,已经由单独发展到彼此之间的整合发展。“3S”技术整合,为分析和研究各类灾变信息关联规律提供了便利,尤其是利用GIS技术,可实现对4个维度上的地质现象进行表达,除了具备常规GIS的基本功能之外,还可记录研究区内各类地质现象的时空演化,对于滑坡等地质灾害的监控和预测有着十分重要的意义。所以,对“3S”进行深入研究,也是今后工程建设的

一个主要方向。

3.3 构建BDS/GPS双系统联合技术与其它变形观测技术相结合的综合变形监测体系

为了弥补BDS/GPS双系统联合技术在变形观测中存在的缺陷和限制,将BDS/GPS双系统联合技术与其它变形观测技术相结合,按照变形观测目标,构建综合性变形观测体系,即可实现各种观测技术优点和作用。例如,将BDS/GPS双系统联合技术和INSAR联合构成的 BDS/GPS双系统联合技术/INS变形监测体系,可以实现由单点测量向全局、高精度、高精度的四维变形场(x、y、z、t)的动态、高精度测量,拓宽BDS/GPS双系统联合技术变形监测的适用领域。目前,以BDS/GPS双系统联合技术为代表的空间测量技术,不但能对库坝和各类滑坡进行精细的地表变形观测,还能对板块运动和亚板块运动进行研究。同时,将BDS/GPS双系统联合技术与其它空间测地技术相结合,可实现对地壳大范围、整体的动态监测,从而大幅提升对地壳变形的时空可控性和分辨率,为开展大规模的变形监测工作提供新的契机,为我国的高精度变形监测工作提供新思路。

4 结束语

综上所述,在大型工程变形监测中运用BDS/GPS双系统联合技术,能有效发挥其精准、灵活及易操作等优势。为此,在今后的监测工程变形过程中,我们要重视应用此项技术,真正提高自动化监测水平,保障监测实效。

[参考文献]

- [1]王坤.融合北斗与GPS的超高层建筑变形监测数据处理与分析研究[D].北京交通大学,2016.
- [2]周红霞.基于GPS与BDS的勘测变形监测系统研究[J].自动化技术与应用,2017(09):68-70.
- [3]袁佳佳.基于BDS/GPS集成的高精度变形监测技术研究[D].安徽:安徽理工大学,2014.

作者简介:

卢青平(1990--),男,汉族,重庆市奉节县人,大专,助理工程师,研究方向:工程测量,侧重变形监测。