

GPS 在工程测量实践中的应用及存在的问题

李奕燃

吉林水利电力职业学院, 吉林 长春 130117

[摘要]GPS 作为一种新的应用技术, 具有测量时间短、精度高的特点。在工程测量中有着广泛的应用。它为保证工程项目规划和施工的准确性和质量提供了有力的技术保障, 也能满足降低成本、提高效率的新要求。但在实际应用中仍存在着选点困难、高程精度稳定性差、电离层干扰大等问题, 需要对野外和室内工作进行优化。通过合理选择观测周期、适当提高回波频率、优化工业数据等措施, 可以进一步提高 GPS 技术的测量精度, 实现工程测量的长远发展。

[关键词]GPS; 工程测量; 应用; 问题; 措施

DOI: 10.33142/sca.v5i5.7318

中图分类号: P258

文献标识码: A

Application and Existing Problems of GPS in Engineering Surveying Practice

LI Yicheng

Jilin Polytechnic of Water Resources and Electric Engineering, Changchun, Jilin, 130117, China

Abstract: As a new application technology, GPS has the characteristics of short measurement time and high accuracy. It is widely used in engineering survey, and provides a strong technical guarantee for the accuracy and quality of project planning and construction, and also meets the new requirements of reducing costs and improving efficiency. However, there are still some problems in practical application, such as difficult point selection, poor stability of elevation accuracy, and large ionospheric interference, which need to be optimized for field and indoor work. The measurement accuracy of GPS technology can be further improved and the long-term development of engineering measurement can be achieved by reasonable selection of observation period, appropriate increase of echo frequency, optimization of industrial data and other measures.

Keywords: GPS; engineering survey; application; problems; measures

我国人口众多且经济蓬勃发展, 为建筑行业的发展带来了良好条件。在当今时代, 人们对建筑行业的需求逐日增加, 传统的测绘方式已经不再能满足人们的需求。借助 GPS 测绘技术可以弥补传统测绘技术的缺陷。对于提升测绘精度具有重大意义。

1 GPS 测量技术相关定义

GPS 测量技术是以人造卫星点测量技术为基础的。应用 GPS 测量技术, 可以在人造卫星数据的指导下建立精确的控制网。然后根据控制网中的点位, 对道路、建筑物、隧道、土坝等进行测量。与其他测量技术相比, GPS 测量具有实时性强、实用性强、精度高、测量时间短等特点。据了解, 在 GPS 工程测量的基础上, 测量数据的精度可以保持在分米和厘米的水平。在实际测量过程中, 动态 GPS 测量只需几秒钟或几分钟, 静态 GPS 测量可控制在 50~180 分钟之间。另外, GPS 测量操作过程简单, 选点范围广, 测量成本低, 能够满足建筑工程、公路桥梁工程、隧道工程等多种工程的基本要求。^[1]

2 构成要素

GPS 系统由地面监测系统和一组空间卫星组成, 卫星接收设备是 GPS 系统的核心内容。技术要点如下: (1) 地面控制系统。该系统由主控站、注入站和监控站组成, 各

系统功能不同。主控站的功能是修改卫星时钟参数, 计算卫星星历, 所需参数由监控站提供。修改后的参数传递给注入站, 注入站接收到参数后进行修改; 监控站的功能是接收 GPS 卫星发出的各种信号。(2) 卫星接收设备。该设备由气象仪器、接收机和计算机信息处理软件组成, 用于采集 GPS 卫星发射的信号, 经综合分析后确定位置。气象仪器对外界气候条件进行测量, 避免了气候因素的干扰, 提高了测量结果的准确性。数据处理软件是数据采集和分析的基础。

(3) 空间卫星星座。由分布在 6 个轨道平面上的 24 颗 GPS 卫星组成, 每颗 GPS 卫星距离地球 2×10^5 km, 彼此成 60° 角。卫星轨道面与地球赤道面的交角约为 55° 。^[2]

3 传统测绘方式存在的问题

3.1 专业测绘人员不足

建筑工程测量是建筑工程的基本组成部分。因此, 为保证测量数据的准确性, 施工工程数据测绘人员必须具备专业知识储备、实用的测量工具和测量技能。目前存在的问题是: 施工企业缺乏数据测绘专业人才, 部分工程师缺乏专业知识, 导致测量结果不可靠的可能性增大。随着测量方法和技术的不断创新, 专业测绘人员的不足将影响新技术、新设备的调试, 仍然无法准确可靠地测量数据, 影响施工企业的正常施工进度和施工质量。^[3]

3.2 测量工具脱离时代发展潮流

随着建筑业的快速发展,建筑工程测量的地位逐渐提高。虽然施工企业已经认识到数据测量的重要性,但在正常的工程过程中,数据测量的输入量仍然不能满足标准要求。例如,工程测量投资太少,内部测量工具更新不及时,长期使用老化的工具会导致测量误差。有些施工企业甚至没有配备测量工具,这阻碍了基础测量工作,影响了测量结果的准确性,严重影响了以后的施工工作。

3.3 设计的测量方案不合理

在实际工程测量中,一些企业没有对新建工程进行现场测量和现场踏勘,而是在使用前选择了设计方案。由于缺乏与施工现场实际情况相适应的方案,测绘人员的测绘成果不规范,造成资料测量误差。比如,为了节省时间、人力和财力,企业在方案设计中存在严重的形式化问题。设计方案未经现场踏勘,方案设计不完善,不能因地制宜,施工方法不明确,缺少改进建议;施工现场知识不足,不能及时发现方案中存在的问题;同时,系统设计可能不符合法律法规,导致系统不符合;根据类似施工条件复制以前的数据方案;建筑工程数据的测量存在误差,在具体施工中忽略了测量误差,造成了实际施工中的问题等。^[4]

4 工程测量中 GPS 测量的常用方法

4.1 静态测量

在定位过程中,接收机的位置是固定的、静态的,这种定位方式称为静态定位。根据参考点的位置,静态位置包括绝对位置和相对位置。绝对定位(又称单点定位)是以观测卫星与观测站之间的距离(距离差)为基础,根据已知的卫星瞬时坐标确定观测站的位置,其本质是大地测量中空间的交点。

由于卫星时钟和接收机时钟之间难以保持严格的同步,测量的距离包含了卫星时钟和接收机时钟不同步的原因,因此通常称为伪距离。卫星的时钟误差可以根据导航信息的参数进行修正,但接收机的时钟误差通常很难确定。接收机时钟误差通常被认为是一个未知参数,用观测站的坐标来求解。因此,为了获得观测站三维坐标分量与接收机时钟差的四个未知参数,至少需要同步观测四颗卫星在观测站进行绝对定位。当接收机处于静止状态时,用来确定站点绝对坐标的方法称为静态绝对定位。在此阶段,可以连续测量卫星与观测站之间的伪距,从而获得足够的冗余观测,提高定位精度。^[5]

大气折射率和卫星时钟差的误差不能通过同步观测的线性组合来消除或减小,只能通过相应的模型进行修正。因此,静态绝对定位目前仅达到厘米精度。静态相对定位是将多个 GPS 接收机放置在不同的观测站上,保持每个接收机固定,同时观测同一颗 GPS 卫星,以确定 WGS-84 坐标系中每个观测站的相对位置或参考矢量。卫星时钟误差、接收机时钟误差、离子折射误差和对流层折射误差与观测

值有一定的相关性。因此,利用这些观测值的不同组合进行相对定位,可以有效地消除或减轻上述误差的影响,从而提高相对定位的精度。载波相位观测作为静态相对定位的基本观测值,是 GPS 最精确的定位方法之一。

4.2 RTK 测量

实时运动学(Real Time Kinematic, RTK)技术是利用 GPS 载波相位观测的实时动态相对定位技术。它是基于两站载波相位的实时处理。载波相位差技术可以实时提供观测点的三维坐标,达到厘米级的高精度。基准站通过数据链路将载波观测数据和基准站坐标及时传送给用户站。用户站接收 GPS 卫星载波相位和基准站载波相位,形成相位差观测数据进行及时处理,并能及时提供厘米级定位结果。

5 工程测量中的 GPS 测量技术的应用要点

5.1 控制了土地测绘的精度与密度

土地测绘的目的是收集有关土地的资料,为以后的建设工作提供依据。利用 GPS 技术控制土地测绘精度。这种测绘方法是随着时代的发展而产生的获取土地相关信息的基本方法之一。另外,该方法还可以实现对网点精度和密度的控制,根据测量区域的大小和顺序,将网点密度控制分为基本网和加密网两种。前者需要控制城市的第三至第四边长,加密网络需要一个小三角形或五级线,GPS 技术在土地测绘中的应用对土地建设具有指导作用。根据更准确的测绘资料进行后续施工,提高了后续施工的质量和效率。

5.2 静态测量

(1) 选点。选点是 GPS 静态测量的基础工作。在正式选点前,相关人员应收集项目资料,确定工程测量范围,了解测量位置、所需点数和观测点分布情况。一般情况下,为实现点位观测功能,应选择视野较宽的点位,点位周围障碍物高度角应小于 10° ,以控制点位之间的轨迹偏差。此外,为保证 GPS 测量时卫星信号的稳定性,应选择稳定的观测点,点周围 200m 范围内不得有高压输电线路、无线电设备等。2022 年,明珠湾大桥修复工程共设 16 个水平控制点,控制点编号为 MK3、MK4、MK9、ME4、ME5、ME7、ME11、HS2~HS7、YD1、LJ8、LS1,测点位置确定后,为了使各 GPS 测点形成网络,也应及时标出测点位置,不得随意改变标测点。重新测试 GPS。在工程测量活动中,工程测量精度不同,设计的技术方案也会有明显的差异。明珠湾大桥工程采用 GPS 进行复测和加密测量,测量按 D 级 GPS 网精度进行,因此在应用 GPS 测量技术时,必须明确 GPS 测量的技术指标。例如,根据《全球定位系统(GPS)测量规范》GB/T18314-2009,同步观测的人造卫星有效数量应大于或等于 4 颗,观测时间不小于 45min,数据采集频率应保持在 10~30s/次,卫星截止角应大于 15° ,天线对中精度应小于 3mm。

(2) 现场调查。现场勘察是工程勘察的核心,关系到工程勘察的整体质量。GPS 测量技术应用于野外测量时,

必须根据工程测量范围科学选择测量点。确定测量点后,固定观测设备,利用人造卫星导航系统采集工程制图 GPS 测量所需的卫星信号,安装观测天线。明珠湾大桥工程现场测量方法主要符合《全球定位系统(GPS)测量规范》GB/T18314-2009 的要求,采用 4 台 GPS 接收机同时接收数据。同步工作图之间采用边缘连接方式,实现了强大的图形结构,保证了观测控制网的高精度和可靠性。

5.3 GPS 技术地籍细部的测量

利用 GPS 技术进行地籍详图测量时,主要工作之一是绘制草图,使草图更直观。施工现场相关土地信息的收集是地籍测量工作的核心。GPS 技术以其快速的测绘速度,能够快速响应测绘位置的变化,实时计算坐标间的角度和距离。野外测绘的数据记录方法很多,如手持记录、电子手动记录等,数据记录后必须进行数据传输,数据一般通过专业线路传输到计算机。采用 GPS 技术测量的数据应在测量后进行记录和传输,以避免数据丢失给测量人员的工作带来更多负担。

5.4 工程测量中 RTK 的应用要点

测量和设置。移动台是 RTK 技术应用的基本配置。在工程测量中,接收设备在移动台的作用下,可由 RTK 手动控制器驱动。在测量开始时,控制器将指示接收设备初始化完成,然后控制器显示区将直接显示工程测量中的垂直和水平精度等参数。正式放样前,测量员导入 DTM、点、曲线、桥梁、道路等基础放样数据,打开测量图,在 RTK 中选择放样选项;调整时,RTK 将显示设定点位置、水平距离和观察值。如果设定值与移动台之间的距离太小,可使用 RTK 控制器中的测量键进行实际测量。

控制措施。据了解,RTK 测量技术的测量精度在 20km 范围内约 3cm 左右,根据工程测量中“控制测量”的相关要求,RTK 技术可以满足工程项目的控制测量要求。例如,在桥梁工程的桩基测量中,RTK 可以检查距离基准站 5km 范围内的 4 级 GPS 控制点。结果表明,在该范围内测得的坐标分量最大差值不大于 30mm,高程最大差值为 5cm,说明 RTK 测量能够满足本工程测量中一级导线点精度控制的要求。

5.5 全站仪变形监测技术与 GPS 技术间协调应用

全站仪变形监测技术的优势在于其自动监测方式和高精度测量的优势。随着科学技术的发展,这项技术不断创新,朝着更全面的方向发展。电机驱动方式使该技术在建筑工程测量中的应用更加自动化,程序控制方式使测量结果更加准确,被称为“测量机器人”。它能在短时间内自动搜索和重复测量目标,实现变形监测的自动化,补充 GPS 技术的缺陷,并协调使用,满足土地测绘的需要。

5.6 数据分析

在 GPS 测量技术的实践中,还应利用计算机技术对工程测量数据进行有效分析,准确计算参数,以保证工程测

量的精度和综合质量。例如,测量人员可以评估 GPS 测量数据与工程测量现状的匹配程度,建立基于现场检测技术的 GPS 工程测量数据库。在明珠湾大桥工程中,GPS 测量网的数据处理主要包括 GPS 基线解算和内平差两部分。在基本处理过程中,结合 GPS 探测网的基本解决方案,利用中国测量局的 cgo 数据处理软件获取观测数据。现场勘察资料校核计算时,观测后可采用基本解进行校核计算,现场勘察时可重新校核边同步环和边同步环的基线。

5.7 双测数据预处理

由于 GPS 测绘技术包含数据与信息处理模块,使得 GPS 技术可以在内部进行预处理工作。其可以将收取的数据进行编辑与整理,并将这些数据应用于后期的数据记录、统计与分析,切实提升了相关工作的效率。在实际应用时,先将数据进行预处理,之后将其中的向量等信息进行计算,并与观测数据做对比分析工作,以此提升数据的准确度。经过预处理之后的数据,在计算方差、平差时,可以提升数据精度。

5.8 加大可靠卫星的研发力度

GPS 的数据需要依靠卫星来实现,因此卫星运行质量的优劣直接决定了工程测量结果。为了进一步提升 GPS 的精度,需要研发更加高级、精确度更高的卫星。首先,做好理论基础,将现在 GPS 主要的应用领域的情况进行了了解,找出其中的困难。其次,研发卫星时尽可能加大边长,以保障 GPS 在工程测量中可以增加数据处理量。最后,提升卫星的工作效率并减少成本投入,尽最大力度发挥出现有科技的水平。

6 结语

综上所述,在城市化进程中,工程建设过程中的质量要求不断提高,对工程研究的需要更加突出。GPS 测量技术作为新时期常用的工程测量方法,可以建立观测控制网,科学确定工程测量点,准确获取工程建设中的地形信息。为工程施工提供全面的数据参考,为各种工程项目的动、静态观测技术质量控制奠定基础。

[参考文献]

- [1]余崇涛.GPS-RTK 技术在公路工程测量中的应用[J].交通科技与管理,2021(7):2-8.
 - [2]沈瑞.GPS 测量技术在工程测绘中的应用及特点浅析[J].建筑与装饰,2020(16):125-126.
 - [3]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.
 - [4]来庆广,杨立莹.工程测量中 GPS 技术的应用及精度分析[J].现代测绘工程,2020(1):2-6.
 - [5]潘绍林.基于 CORS 系统下 GPS 测量技术在工程测量中的应用[J].地矿测绘,2020(3):67-68.
- 作者简介:姓名:李奕燃(1993.10-),女,籍贯:吉林长春,学历:硕士研究生,职位:助理讲师。