

# GNSS 定位模式及其应用研究 \*

韩梦泽<sup>1</sup> 余秋慧<sup>2</sup> 杨亚朋<sup>1</sup>

(1. 商丘工学院, 河南 商丘 476000;

2. 商丘学院, 河南 商丘 476000)

**摘要:** GNSS具有高精度的定位、导航和授时功能。研究了GNSS的定位原理、误差来源于处理方法、相对定位模式。重点分析了GNSS技术在各行各业中的应用。

**关键词:** GNSS定位 3S GNSS应用

**DOI:** 10.12319/j.issn.2096-1200.2022.29.175

## 一、GNSS定位原理及误差处理

### (一) 定位原理

现有的GNSS包括美国的GNSS、俄罗斯的GLONASS、欧洲的Galileo、中国的北斗、日本的QZSS、印度的IRNSS,以及各种类型的增强系统<sup>[1-2]</sup>。

GNSS定位是把卫星看作已知点,这个已知点在太空运动,因此是星基动态已知点。通过量测地面目标点与卫星之间的直线距离,计算目标点坐标,属于距离后方交会方法。GNSS定位有伪距测量、载波相位测量模式。伪距测量用光速为“标尺”,通过测量星地间测距码信号的传播时间来算距离。载波相位测量以载波波长为“标尺”,通过测定星地间载波信号的相位变化量来计算距离。

### (二) 误差处理

GNSS测量的误差分为与卫星有关的误差、与路径有关的误差、与终端有关的误差。与卫星有关的误差包括卫星轨道误差、卫星钟差;与路径有关的误差包括电离层、对流层误差和多路径误差;与终端有关的误差包括接收机钟差、天线相位中心偏差、安置误差等。

误差处理常采用3种方法:建立误差改正模型;观测值求差法;选择较好的硬件终端和观测条件。求差法可以求一次差,也可以求二次差、三次差,常用站星二次差,即先在接收机间求一次差,消除与卫星有关的误差和电离层、对流层误差,再在卫星间再求差,消除与接收机有关的误差。

卫星星历误差、卫星钟差、电离层延迟误差可由导航电文提供的改正参数修正。对于双频接收机,双频观测值

可用来消除电离层误差。对流层延迟由模型改正。多路径效应与终端工作环境有关,随机且不具有时空相关性,不能求差消除,也没法建立改正模型。选择合适的测量环境、增大截止高度角可以减弱多路径误差影响。接收机钟差具有系统性,但不是恒值,随时随机变化,可将其作为未知数,与位置参数一块求解。

## 二、GNSS相对定位

GNSS测量有绝对定位、相对定位。绝对定位精度较低,一般采用相对定位,在多个测站上同步观测,测定测站间的相对位置,再根据已知坐标计算其他坐标。

常用的基于伪距的相对定位方式有:常规伪距差分GNSS、广域差分GNSS(WADGNSS)、星基增强系统(SBAS)和局域增强系统(LAAS)。

常规伪距差分GNSS向用户提供观测值的改正;WADGNSS将主要误差源分别加以计算,向用户提供改正数据;WAAS和WADGNSS相似,它将地球同步卫星作为通信连,增加了伪距信号源,在“差分”功能外,多了“增强”功能<sup>[3]</sup>。LAAS在地面基准站上增加GNSS C/A码信号发射器,类似陆基伪卫星,提供差分增强服务,精度高,服务半径较小。

目前,已经建立的SBAS系统有美国的广域增强系统、俄罗斯的差分校正和监测系统、欧洲的静地导航重叠系统、日本的多功能卫星增强系统以及印度的GNSS辅助型静地轨道增强导航系统。

基于相位观测值的相对定位方式有双差静态定位、实时双差动态定位(RTK)和网络动态实时定位(Network

\* 项目名称: 商丘工学院 2022 年度校级科研项目: 商丘工学院 GNSS 控制网空间信息采集与数据处理研究, 项目名称: 2022KYXM23。

RTK)。双差静态定位需要几台仪器在不同测站上同步观测,解算出测站间精确的坐标差<sup>[4]</sup>;RTK是只用一个历元的同步观测数据,实时求出流动站与基准站的坐标差;网络RTK是在一区域建立多个基准站,对用户进行多基准站差分定位。CORS是基于网络RTK技术的连续运行参考系统(CORS),它由数据处理与控制中心、地面参考站、传输系统和用户构成。依托CORS,测量用户无需自架基准站,仅需一台移动站,提高了测量效率,降低了成本。CORS是基础设施,是信息社会的重要支撑。

### 三、3S集成

3S技术(GNSS、RS、GIS)的集成可以发挥各自的优点,有机的组合在一起,构成一个综合的多功能的整体。GNSS主要是对目标进行定位,也可以进行动态目标的导航。RS是遥感,主要是快速的获得目标物的几何与物理信息,可以适用于大范围的区域。GIS是一个数据库,主要是分析和处理数据,得到一些科学的结论。它们之间的有机的结合,增强了各自的应用效果,拓宽了地理信息新技术的应用领域。此外,3S还可以与其他的新技术进行再融合。例如,将CCD和惯导技术融入其中,可以发挥更大的作用。CCD获取的影像通过GNSS的辅助可以获得外方位元素,进而求得目标物的位置信息。惯导技术使集成后的系统获得了一定的自主导航性能,能弥补GNSS信号弱时的漏洞。当然,新技术的集成并不是那么简单的事情。它们之间需要通信畅通以及其他技术的配合。它们之间的集成是一个难度很大的工作。

### 四、GNSS的应用

#### (一) 科学研究

1.精密定时。我们的生活和生产与时间密切相关,有的工作对时间精度的要求非常高,例如,在一些科学研究之中,当需要相距很远的两个实验室的实验设备同时观测同一个天体的时候,为了达到观测效果,就要求观测时间严密的同步。GNSS对时间的高精度的观测,如果运用到对地球自转的观测上,可以观测出地球自转的不均匀性,这些观测出来的参数,对于解释各种地理现象具有重要的价值。例如,很难被科学解释的厄尔尼诺现象就是由此造成的。同时,大气环流和洋流的运动也受到地球自转情况的影响。用GNSS来观测精确的时间,结合其他技术手段,为这方面的科学研究提供了很好的技术支持。根据爱因斯坦的理论,引力场可以造成时空的扭曲,这种扭曲的变化量也可以通过精密的时间观测来研究。

2.板块运动。地球的板块运动可以看作14个板块漂浮在

软流层上,它们之间进行相互的挤压和碰撞。对于这种大范围的运动的监测,非常适合GNSS技术的应用。全球已经布设了很多个对板块运动进行专门监测的观测站,它们对板块运动进行长期的数据采集,来发现板块之间运动的规律。可以说,GNSS技术为全球范围的板块运动监测提供了一个非常得力的手段,大大提升了数据的质量和数量,对地球科学的研究具有巨大影响。

3.气象观测。GNSS可以用于测定大气状态,各种表示气象的参数都可以监测出来,例如水汽含量,气温等,气象监测起步晚,发展快。GNSS受到对流层折射的影响,会降低测量的精度,在常规的测量中,需要将这个误差消除掉,但是在气象观测中,我们要测的恰恰就是这个对流层延迟量。当GNSS接收机的位置精确已知,卫星的轨道位置精确已知的时候,我们就可以反算出来卫星信号在传播路径中所受到的对流层延迟参数,进而得到水汽含量,可以由此计算大气折射量,求得大气折射率,建立起与大气参数之间的函数关系。气象监测的手段有很多,例如无线电探测、卫星遥感等,它们也都属于高新技术,有自己的优点,但是与GNSS气象监测相比,没有太多优势。GNSS气象探测,覆盖面广、分辨率高、精度高,已经成为了最高效的方法之一。它能够有效的预报降雨的时间和雨量,还能够测定出电离层延迟量,为航天、通讯等活动服务。难得的是,GNSS不仅改造了传统的气象行业,提高了天气预报的准确度,让动态、大范围的监测变得习以为常,而且降低了成本。

#### (二) 工程建设

1.大地测量。大地测量要有坐标系,过去的坐标是将二维平面坐标和高程分开测量,再组合在一起,成为一个区域的三维坐标。这种坐标系是非地心的,是静态的,很难满足现代测绘长距离、大范围、高精度的科学研究需求。GNSS技术有利于建立全球范围的、动态的、高精度的、地心的、三维的坐标系,对现代地球科学研究具有革命性的意义。我国也建立了各种等级的GNSS控制网,布设了数量很多的网点,有力促进了经济社会的发展。

2.工程测量。GNSS直接可以测出三维坐标,让坐标测量变得简单,变得直接。它的应用领域非常广泛,从控制测量到碎步测量,甚至包括精密工程测量。以前采用传统的光学仪器进行的控制测量,工作量极大,效率低下,难以快速的满足发展需求。它测量精度较高,尤其是静态测量模式,可用于控制测量和变形监测。使用GNSS静态测量可以不需要点间通视,进行大范围的控制网建设,而且不

存在误差的累积。它用于变形监测,不仅效率高,而且可以进行连续观测,自动观测。建立固定的监测点,监测点上安装接收机,进行连续的监测与数据的自动传输,可实现智能化分析与处理。这项能力是一项技术革命,同样的技术可以用在地表沉陷测量与建筑物的变形上。

3.时间同步。电力组网与电网调度需要时间同步,即主站端与各终端精密的时间同步,否则容易出事故。传统的方法费时费力,效果不佳。使用GNSS的精密授时能力可以做到简单且精准的时间控制,保障了电力行业的时间同步需求,这项能力也可用于金融系统、通讯系统等行业。这些行业关系到国家的经济社会安全,因此需要使用自己的卫星导航系统才可靠,这也是我国开发北斗系统的价值所在。需要强调的是,GNSS虽然主要的功能是定位,它的导航能力和精密授时能力同样应用广泛,不可忽视。

4.交通管理。GNSS可用于汽车的智能管理,在每个车辆上安装一个接收机,接收机可以获得车辆的坐标,能为车辆进行导航服务,同时将每个车辆的运动信息传输给后台中心,后台中心进行信息的综合处理,可以实现综合管理和智能化调度。这能力广泛运用在出租车公司、公安机关等。如果车辆出了状况,也很方便获取救援,因为它的位置可被外界得知。这项能力也经常用在私家车上,用于导航。随着自动驾驶的发展,GNSS设备在车辆中的应用已成标配,使用量巨大,促成了智能交通,是智能城市的重要支撑。

5.基础测绘。GNSS为整个测绘行业带来了巨大的变化,它的应用已经涉及到几乎所有的测绘领域。主要内容是建立不同等级的控制网,绘制不同精度的地形图,辅助摄影测量获得所需要的外方位元素,辅助进行水下地形测量,进行城市规划与三维建模,资源勘探与灾害监测等,产生了很好的效益,同时,在政府管理部门中也取得普遍使用,辅助政府部门科学管理与理性决策。

6.动态导航。GNSS可以获取运动载体的瞬时位置,因此很方便用于导航,首先是汽车导航,结合电子地图,有利于分析最佳路径,实现智能化的道路选择,节约行驶成本。对于航运,也可以精准的计算出优质的航线,节约燃料。对于飞机导航,GNSS更是成了最主要的导航方式,随着它的精度越来越高,已经取代了很多传统的着陆导航方式。GNSS的导航功能是和GIS相结合的,它获取目标物的位置,再通过电子地图进行匹配,这种功能在汽车调度管

理、物流配送、自动化码头运营中运用越来越广泛。目前智能手机都具备了手机导航功能,大有取代车载导航设备的趋势,这是信息化产业的普惠效应,让人人都可以快捷方便地感受到技术带来的成果。

### (三) 军事应用

现代战争是技术的战争,很多武器都需要制导,例如巡航导弹,因此卫星定位系统在战争中的作用非常大。如何充分发挥GNSS的优势是现在战争需要研究的课题。现在战争中也普遍使用无人机,无人机可以按照人定好的程序去完成特定的任务,无人机的飞行需要卫星制导。现在战争的指挥调度和搜索救援都可以使用卫星定位功能。可以说,卫星定位功能使现代战争插上了智能的翅膀,显示出了高科技的色彩,提高了战争的质量和水平。给每一个士兵安装GNSS定位装置,有利于远程的统一的遥控指挥,方便有秩序的集结和撤离,使作战指挥更加的集成和科学。

### (四) 其他应用

当前的手机都有定位功能,这种功能促使了很多相关的服务的出现,它们都是基于位置定位的服务,给我们的生活带来了很多的方便,有利于我们更快捷的使用地理信息,方便了我们的出行和交友。对于野外探险的人,更应该配备GNSS设备,以便在手机信号微弱的地方,在出现危机情况之下,能够及时获得外界的救援,因为GNSS设备可以向外界发出自己的位置。GNSS还可以用于健身和医疗,我们在跑步之后,可以在相关的软件上呈现出行动的轨迹,方便我们更好地进行健身方面的管理,同时还有助于科学的数据分析,提高健身的科学性及训练水平。现在的宠物非常普遍,有很多宠物丢失的现象,给宠物佩戴GNSS装置,有助于对宠物的追踪,能让你在丢失宠物之后第一时间知道它的位置,方便快速的找到它。这种功能也可以用于放牧,在草原上给每一个牛羊配定位装置,可以通过手机,远程的知道牛羊的位置,轻松高效的进行放牧管理,实现了足不出户、远程放牧

### 参考文献

- [1]李克昭,韩梦泽.北斗系统的特色、机遇与挑战[J].导航定位学报,2014,2(2):21-25.
- [2]韩梦泽,李克昭.GNSS系统发展概况及启示[J].城市勘测,2014(6):28-31,34.
- [3]宁津生.测绘学概论[M].武汉:武汉大学出版社,2016.
- [4]李征航.GPS测量[M].武汉:武汉大学出版社,2013.