

Application of StaticGPS in Control Measurement and Its Quality Control

Hengli Fan

Shanxi Coal Geology 148 Exploration Institute Co., Ltd, Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract

StaticGPS control measurement refers to the GPS positioning, the antenna position is relatively fixed, using multiple receivers, the relative positioning of the synchronous observation between multiple sites, its measurement period varies from several minutes to several hours. Due to multiple repeated observations, the relative positions between different sites are measured, thus obtaining the corresponding coordinates. Therefore, the measurement results have high accuracy and are widely used in engineering measurements, cadastral measurements, geophysical measurements, as well as various deformation measurements.

Keywords

staticGPS; control measurement; application; quality control

静态 GPS 在控制测量中的应用及其质量控制

范恒利

山西省煤炭地质一四八勘查院有限公司, 中国·山西太原 030000

摘要

静态GPS控制测量是指GPS定位时,所处的天线位置相对固定,采用多个接收器,在多个站点之间进行相对定位的同步观测,其测量周期从数分钟到数个小时不等。由于多次重复观测,测量了不同站点之间的相对位置,从而获得了相应坐标。因此,测量结果具有很高的准确性,在工程测量、地籍测量、地球物理测量以及各种变形测量中得到了广泛的应用。

关键词

静态GPS; 控制测量中; 应用; 质量控制

1 引言

随着信息化和数字化时代的到来,空间科学和测量技术的发展迅速。GPS 测量技术因其高效、准确、全天候等特点而被广泛地应用于测量、军事、交通等领域,尤其是城市和工程测量领域。

2 静态 GPS 组成及基本原理

全球定位系统的空间卫星星座包括三个待命卫星和 21 个工作卫星。21 个卫星在 6 个轨道平面上均匀地分布,平均海拔 20200 km,轨道平面倾斜 55° ,运行时间为 1 h 58 min。任何地点,任何时刻,在 15° 角。在地球上,一共有六颗卫星,有时候九颗。由于卫星星座的存在,使得卫星成了一个动态已知点,它可以连续地将导航和定位信号传送给广大的使用者。GPS 地面监测站根据 GPS 各监测站点的的数据,对各自的钟差参数和轨道参数进行了分析。在此

基础上,将该系统的导航数据经注入台传输到注入台,生成导航数据,再由注入台传输到该系统中。利用 L2 的载波相位,对 GPS 的观测进行高精度的测量,并在 GPS 接收端进行一次差分。然后,利用计算机及相关软件,对待确定基线的长度进行解算,然后利用计算机及相关的软件,进行基线解算、网平差。在必要的时间点,安装 GPS 接收器,卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 发射的信息被地面 GPS 接收器接收,并利用一系列的数据进行处理,从而计算出相应的坐标。通过接收卫星星历,并根据 GPS 接收器到 GPS 卫星的距离,可以得到此时各卫星的空间交叉点的三维坐标。采用距离交汇方法可以更好地表示出控制点的位置。并对 GPS 的观察结果进行分析。地面固坐标系是公路工程控制测量中常用的一种方法,它主要是利用固定的空间坐标系和与地球体相固连的坐标系,在这种方法中,利用工程坐标系和坐标系之间的变换,可以获得 G 玛静止测量点的坐标,因而被广泛应用于工程测量^[1]。

3 静态 GPS 控制测量优势

首先,常规的 GPS 定位方法难以做到 10-s—10r9 的相

【作者简介】范恒利(1980-),女,中国山西太原人,本科,工程师,从事测绘研究。

对精度,而GPS的基准矢量GPS则可以做到。GPS的静态控制比常规的GPS测量要高得多。且无需造标,成本低,选择地点灵活。由于GPS的施工成本较低,不要求各站点之间相互连通,从而大大减少了网络的开销。其次,全天工作。GPS无论在任何气候条件下,任何时间都能进行,有利于GPS实时有效的布设,极大地便利了GPS的工作。再次,短期观察。一般水平的控制网,在使用GPS技术的情况下,各站点的观测时间通常为2个小时。若使用GPS的快速静态定位技术,其测量时间将大大缩短。最后,自动化观察和处理。通过安装GPS控制网络,可以使观测工作的自动化程度更高,并能使数据处理过程达到更高的动态。

4 静态GPS在控制测量中的质量控制

GPS网络的定位精度要求,在很大程度上依赖于GPS网络的使用。一般用GPS网络中的相邻点间的距离误差(σ)来表达精度指数,即 $mIF8\text{-}pp \times d(l)$; $8r$ 关于接收装置的常数错误(pp)为 pp -比例误差($ppm0$);与一邻近点之间的距离(kl)。GPS网的总体规划中,其准确性指标与GPS的布设方案、数据处理、运行时间及成本有关。在实际的工程中,不要一味地追逐高的精确性,以免造成无谓的浪费,也不应设定太低而影响网络的精确性。

4.1 提高GPS网可靠性的方法

4.1.1 增加独立基线数

提高GPS控制测量网的独立基线数目,可以有效地改善GPS测量网的可靠性。在布置GPS网络时,由于独立基线数目的增多,观测周期的增多,使得GPS网络的可靠性得到了进一步的改善。

4.1.2 设站次数的保障

GPS网络的可靠度取决于多次重复设置。设站、调中、平、量测天线等人工误差,在同一个测站内,经过多次观察,能较好地检测到。同时,重复设置的次数也会使观测周期延长。在保证设点的同时,在相同的测点。在不同时间问、不同时间段,同一接收器在不同的观测周期中,为了更好地消除人工操作的各种误差和差错,需要对仪器进行重新校准^[2]。

4.1.3 独立基线相连至少三条边的保证

GPS网络的整体规划精度与GPS布设方案、数据处理、运行时间和费用等因素密切相关。在实际的项目中,我们不能盲目追求高精度,避免不必要的资源消耗。

4.1.4 在最小异步环的边数布网时不大于6条

在GPS网络布置过程中,异步环的闭合差是最好的检测手段。同时,由于异步环的基线矢量越多,它的检测质量越低,所以当最小的异步环边数布网时,应控制在6条以上。

4.2 提高GPS网精度的方法

通过在整个GPS网中建立一个框架结构,作为整个GPS的总线的骨架,可以有效地增强GPS定位精度。在GPS网中,为了保证相邻节点具有较高的相对精确性,需要在同

一时刻进行实时观测,并获得其直接观测基准。确定最少的非同步环的数量,最多6个。为了测量网格内的正常高度,可以选择一定的标高,并对其进行高程拟合。水平点在网面上的分布是均匀的,而且要尽量多,这样才能确保在网面周围有一个局部的点,把整个网面都包括在内。另外,还可以增加长时间多时段的基线矢量,以改善GPS网络的规模精度。

5 静态GPS测量应用实例

5.1 测量控制网方案规划

在现场勘察之后,工程师们在科尔维勒桥的两端分别设置了2个控制点,而在扩展路段的每隔400m布置了6个控制点,这些控制点都可以满足GPS和全站仪的测量需要。鉴于该段交通流量大、施工初期道路两旁被高大树木遮挡,影响了全站仪的测量,故采用静止GPS法布置首次测控网络,以三角形的方式将所有控制点连接起来,形成一个封闭的图形。GPS网络的测量精度不低于本工程的规定。利用全站仪测高(往返)三角高程^[3]。

5.2 基线方案的设计

根据基准长度和精度的需求,决定了观测周期、时段长度和其他观察参数。在GPS静止网络中,平面控制点数不能少于4个,高程控制点不能少于3个。在静态GPS网中,采用下列公式表示相邻点弦长度的精确性:方程式中的 σ 为指基本线向量的弦长度偏差,mm; a 是一个静止的误差,而 mm 和 b 是一个比率误差系数; d 是指两个邻近的点的间距。

5.3 作业方案

为了确保卫星信号的品质,观测站周围要有足够的视野,在 15° 以上的高度不能有成片的障碍,如高楼等;在大范围平静的海面上,利用高频信号源(电台、电视台)、高压电线、山坡等信号进行反射,以减少和削弱多重误差;此外,便于观察,便于运输以及良好的地理环境也是一个很大的问题。这一次,学校(东南)的六个观察点,都在视野开阔、交通便利、远离信号反射区域的地方。满足GPS技术规范的要求。

根据国家测量规范、行业规范和工作需求确定GPS基线矢量网络的等级,本次试验使用了四类网络。试验中,使用了多边形网络作为GPS网络的基础图形。采用边连接的方法进行观察,即在观察工作中,相邻的同步图形之间有一条边连接(GP03和GP06的连线)。采用这种方法,在 m 台设备协同工作的情况下,每个观察周期可以获得 $m-2$ 个新的点。用这种方法观察 S 个周期后,可以得到 $2+s \times (m-2)$ 点,边连观察法具有更好的图形强度和更高的工作效率。

5.4 外业观测

此次试验外业观测采用中海达HD8200X集成式GPS智能GPS接收机,其平面精度为5mm,纵向精度为 ± 10 mm,该仪器的工作距离为50km,符合4星GPS

技术标准。中海达 GPS 接收器在所选择的观测点上进行定位,中、平和量取天线(由接收天线的相心至测量台中央标志面的高度)的偏差不得超过 3 mm。这时,观测簿中会有点名、天线高度、开机时间、观测时段等信息。观察分两个阶段:1 h 后第一阶段结束,对中、平再次测量,将天线高度和启动之前测量的天线高度进行比较,两次测量的高互差不超过 3 mm,如果合格则 GP01、GP02、GP03、GP06 测站点的仪器关机。将 GP01 和 GP02 点的设备分别移至 GP04、GP05、GP03、GP06 进行第二周期的观察。为防止人工差错,应反复进行第一阶段的工作,观察结束后收回仪器。

5.5 控制测量实施过程

首先,在现场测试的过程中,由 RDA 工程师负责数据和参考数据的传递,并对现场环境、参考椭球、投影参数等进行数据的收集。然后使用 RDA 工程师所给出的测量基准资料(标称准确率 5 mm+1 ppm)进行再次检测。在确定的基准值范围内,基准值的相对偏差不得小于道路设计值,并上报给 RDA 的工程师。

其次,当测量基准检查完成后,应在施工现场设置测量控制点。控制点的埋设应按施工要求和测量精度,并便于 GPS、全站仪等进行监测,并将控制点埋在施工区的外围,保证施工现场的正常通行和施工人员的安全。用钢筋混凝土浇筑,用 Xx 表示控制点。

再次,在进行静止 GPS 工作之前,必须对设备的固件进行精度校验。底座的光定心设备误差不得大于 1.5 mm,管状液面的水平仪误差不得大于 20 s。在进行 GPS 外场观察前,首先参考卫星广播星历表,选择 5 个或更多的 GPS 卫星,PDOP(卫星的空间位置因子)小于 6 的时段进行现场观察。每个设备需要 90 min 的观察,接收器的高度截断角度为 10°,数据采样率为 5 s,同时接收到的卫星数量不低于 5 个。在每个周期的测量前和之后,测量天线的高度,在 2 mm 以内,以两个平均值作为最后的结果。网格布局采用了点连接和边连接的三角形封闭结构。再次,采用全站仪进行高度的测量,以 TTP42 为起点,通过三角高程来回进行纵向和斜向长度的测定。总共测得了 3 条线路,每条线路的角度和高度为 0.1 mm,每条线路长度为 0.1 mm。在此基础上,分别对 BM2~BM8 的每个位置进行了高精度的测试,并用全站仪进行了测试。其次,根据 GPS 网络的网络构造,选取 BM2、BM6、BM8 等进行 GPS 网络的高度表面处理。

最后,GPS 经验证后,应使用全站仪对实测结果进行检验。GPS 和全站仪器的实测数据的比较偏差不能超过规范规定的误差。

5.6 数据处理

GPS 静止接收器所获取的资料由南方地图 GPS 数据处理软件进行处理。首先,将中海达卫星的观测资料转换成 Renix 格式的资料,再将 Rinex 格式的资料输入到南方 GPS

资料处理系统中。在此基础上,对该软件进行了基础解算、无约束平差、约束平差、精度分析、成果输出等工作。在数据校正后,进行精度分析,检查外场观测结果的质量,以便及时发现不合格结果,并采取相应的措施,使校正精度达到预定的要求。此次校内 GPS 外业观测结果的最大变化是 2.079 mm,点位的精度满足了精度的需求,这充分说明了 GPS 的高精度优势,在平差完成后,可以选择 Word 格式的平差报表,输出结果。

6 讨论与分析

在信息社会,传统的计量技术已经不能适应高效便捷的要求。比如,利用常规的全站仪器进行大范围的测量,不但耗时耗力,还存在较大的偏差,若利用 GPS 技术,只要在一定的时间段内采集到一定数量的卫星信号,然后通过 GPS 的数据分析,即可得到高质量的观测数据。GPS 技术具有以上优点,为土地利用的技术保障,尤其是 GPS、GIS、RS 等技术的应用,能够准确、高效地获取土地调查数据和地籍测量数据,为土地统计、土地利用动态监控等数据,为耕地的维护发挥着关键的功能。GPS 在静态测量中存在着一定的误差,这种误差具有一定的规律性,通过正确的认识和处理,可以使 GPS 的测量精度得到进一步的提高。根据误差来源,GPS 所产生的各类误差可划分为:①与卫星相关的误差;②关于信号传输的错误;③与接收器相关的错误;尤其是外因或接收器品质问题所引起的周跳,会对观察结果的准确性造成很大的影响,这是因为在资料处理中,10 周以上的周跳很容易被消除,所以要实现厘米级 GPS 的测量,就必须消除所有的周跳。对于这种错误,我们可以采取一些方法和方法来克服或削弱其作用:一是建立一种纠正模式,并纠正其精度;二是利用观测资料所产生的错误,可以采用求解的办法加以排除;在多通道条件下,只有在较好的设备和较好的观测条件下才有可能实现。此外,GPS 的起始点位置精度也会对 GPS 的精度造成一定的影响,所以在实际应用中需要有一个高的起始点。要保证测量的准确性,就需要使用性能优良的专用计算程序。

7 结语

论文介绍了 GPS 静态测量技术在测量中的应用及质量控制,并进一步认识到其影响因素,以目前 GPS 测量的发展趋势来看,其基本替代了三角测量、导线测量的传统测量方式,对以后的测量工作有很大的帮助。

参考文献

- [1] 王逸.静态 GPS 在控制测量中的应用及其质量控制[J].资源信息与工程,2017,32(5):147-148.
- [2] 纪德生.静态 GPS 在控制测量中的应用及其质量控制[J].中华民居(下旬刊),2012(10):179-180.
- [3] 刘兵.GPS 技术在山区石油地震勘探测量中的应用研究[D].昆明:昆明理工大学,2008.