

Application of GPS in the Surveying of Transmission Line Construction

Wenbing Gong¹, Wenkai Gong²

¹Jiangxi Electricity Transmission & Transformation Construction Corporation, Nanchang

²STATE GRID Jiangxi Electric Power Corporation Economic and Technical Research Institute, Nanchang

Email: dxaw2002@sina.com

Received: Sep. 13th, 2013; revised: Nov. 13th, 2013; accepted: Nov. 15th, 2013

Copyright © 2013 Wenbing Gong, Wenkai Gong. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Global Positioning System is a kind of system about precise satellite guide and positioning, this system had gradually popularized in the designing and surveying of transmission line construction this early years, used GPS in surveying and positioning mainly. Because of its use of satellite navigation, it solves the construction problem of surveying and positioning under no visibility effectively, especially in some areas with thick forest, crowded buildings, limited eyesight and difficult resurvey. Compared with the traditional measurement method, the application of GPS could avoid measurement channel cleaning, prevent a large number of felled trees, save a lot of time, and gain remarkable economic and social benefits. This paper mainly introduces the principle of GPS and its practical application in the measurement of electric transmission line construction.

Keywords: GPS; Surveying; Positioning; Application; Advantage and Characteristic

GPS 在送电线路施工测量中的应用

龚文斌¹, 龚文凯²

¹江西省送变电建设公司, 南昌

²国网江西省电力公司经济技术研究院, 南昌

Email: dxaw2002@sina.com

收稿日期: 2013 年 9 月 13 日; 修回日期: 2013 年 11 月 13 日; 录用日期: 2013 年 11 月 15 日

摘要: GPS (Global Positioning System)全球定位系统是一种精密卫星导航与定位系统, 近几年该系统在送电线路设计、施工测量中逐渐推广使用, 主要进行线路复测、杆塔定位, 由于其采用卫星空间导航, 解决了不通视条件下线路测量定位的施工难题, 尤其在林木茂密, 房屋跨越众多, 通视条件差, 复测难度大的地段, 工效显著。GPS 技术的应用, 较之传统测量方法, 避免了测量通道的清理, 防止了林木的大量砍伐, 节省了大量工作时间, 取得了显著的经济效益和社会效益。本文主要介绍了 GPS 工作原理及其在送电线路施工测量中的实际应用方法。

关键词: 全球定位系统; 测量; 定位; 应用; 优特点

1. 引言

1.1. GPS 组成部分

GPS 系统包括卫星星座、地面控制系统和用户设

备三部分组成。

卫星星座由 21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星组成, 它们均匀分布于太空近似圆形轨道(距地面 2 万 km)上, 通常情况下, 在地球任何位置的任何时刻, 在高

度角 15° 以上, 平均可观测到 6 颗卫星, 最少时为 4 颗, 最多时为 11 颗。GPS 卫星通过自身微处理机和高精度原子钟不间断接收、储存地面控制系统发来的信息, 经过处理向用户发送导航与定位信息。

地面控制系统由分布全球的 5 个地面站组成, 即设在美国科罗拉多斯普林斯的 1 个主控站, 分别设在南太平洋卡瓦加兰、南大西洋阿松森群岛、印度洋迭哥加西亚的 3 个地面天线站, 以及设在夏威夷的 1 个监测站。其主要作用是对卫星提供时间基准、进行参数修正、传送控制指令、调整运行轨道等。

用户设备包括 GPS 接收机、数据处理软件及相应的终端设备, 这一系列设备就是我们通常称谓的 GPS。其主要作用是接收 GPS 卫星发射的信号, 以获得必要的导航和定位信息, 并经数据处理后完成导航与定位工作。

1.2. GPS 定位原理

GPS 卫星不间断地发送自身的星历参数和时间信息, 用户接收到这些信息后, 可求出卫星用户接收机的距离, 再经过计算, 求出接收机的三维坐标, 由于 GPS 卫星发射电磁波在空中经过电离层、对流层才到达地面接收天线, 这会产生时间延迟、不同步, 从而对测得的星站间几何距离产生误差, 因此还需至少 1 颗卫星进行误差修正, 以求出待定坐标。

1.3. GPS 的主要测量方法

1.3.1. 静态测量

采用两套或以上接收设备, 分别安置在一条(或数条)基线的端点, 根据基线长度和要求精度, 同步观测 4 颗以上卫星数时段, 每一时段长 1~3 小时, 构成闭合图形, 主要适用于建立精密工程测量控制网、建立地壳运动或工程变形监测、进行岛屿与大陆联测等。其基线长度可由数公里至上千公里, 定位精度可达 $5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \times D$, D -基线长度, 以公里计, ppm-百万分比。

1.3.2. 动态测量

建立一个基准站, 并安置一台接收机, 连续跟踪所有可见卫星; 另一台接收机安置在运动的载体上, 在出发点静止观测数分钟以上, 并进行初始化, 运动的接收机从出发点开始, 在运动过程中, 按预定采样

观测。该作业模式要求至少同步观测 4 颗以上分布良好的卫星, 并保持连续跟踪; 运动点与基准站的距离不超过 15 km。主要适用于工程测量、水文测量和运动轨迹测量。特点是速度快、精度高, 可实现载体的连续实时定位。定位精度 $10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \times D^{[1]}$ 。

显见, GPS 技术应用于线路施工测量主要采用动态测量, 即 RTK 载波相位差分技术。

2. 运用实施

2.1. 技术准备

施工测量前, 应具备的技术资料有: 《线路路径图》、《线路断面图》、《杆塔明细表》及必要的方向桩、杆位桩的大地坐标和高程。

2.2. 定位操作步骤

如图 1 所示。

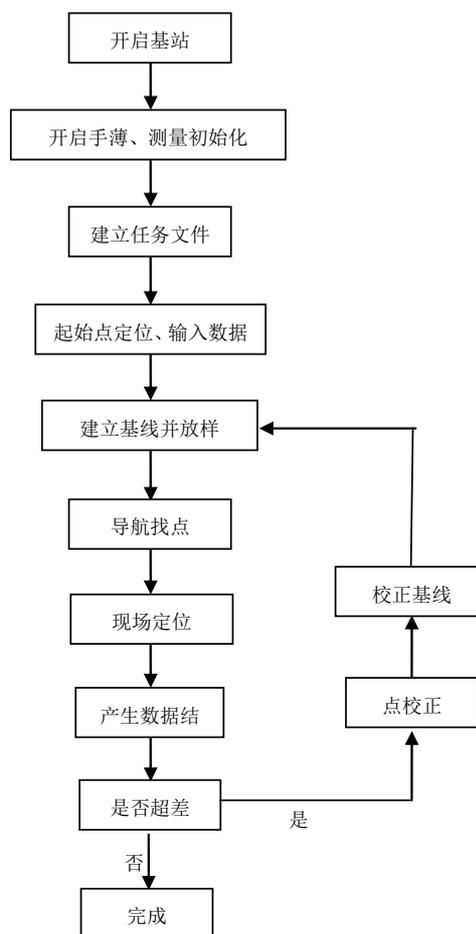


Figure 1. The measurement process of GPS construction
图 1. GPS 施工测量流程图

以耐张段 11#~15#(该段 11#、15#为转角塔,其余为直线塔)线路测量为例,主要操作如下:

1) 在测量段起始杆塔附近(11#或 15#)架设基准站,为方便信号接收、传送,应选择在地势较高,上方无遮蔽的位置,开启基准站接收机,接收 GPS 卫星信号,如图 2 所示。

2) 开启流动站接收机(即手簿),并进行测量初始化,新建任务文件,即 11#~15#耐张段线路测量。

3) 利用手簿在起始点定位,起始点可以是方向桩或塔位桩,但需已知;假设定为 11#塔位桩,键入 11#大地坐标、高程、相邻档距、转角方向及度数等数据定义定位。

4) 在 11#~15#测量区段找到另一已知点定位,该已知点可以为 15#,或其它直线塔塔位桩或方向桩,选点宜远,其测量精度亦高,假设定位 15#塔位桩;键入 15#的大地坐标、高程、相间直线距离等数据,完成定义点位,并以此两已知点 11#、15#连成一条基线,与《线路路径图》、《线路断面图》对照放样。

5) 将待定位的 12#、13#、14#杆塔的中心桩及辅助方向桩位置(档距、高程或大地坐标)输入手簿,利用手簿导航到点。

6) 对导航的 12#杆塔中心桩点位,若有设计桩与 11#~15#两点间的测量基线校核误差;若无设计桩,定位补桩。补桩后,需校核误差,无误后,键入此点数据,作为定位点 12#塔位中心桩坐标。



Figure 2. The erection of base station
图 2. 架设基站

7) 按上一步骤完成 13#、14#塔位中心桩及辅助方向桩的测量定位,并同步校核、修正测量误差。

8) 完成耐张段 11#~15#测量任务。

点定位放样过程中,需认真校对档距、高程、方位角等数值,如有超差,立即复查、修正,直到符合测量误差要求为止。依据《110~500 kV 架空电力线路施工及验收规范(GBJ50233-2005)》,施工测量横线方向不大于 50 mm,顺线路方向档距误差于大于设计档距 1%,塔位相对高程误差不超过 0.5 m,线路转角误差小于 1'30"。

2.3. GPS 常用操作

2.3.1. 直线塔测量定位

按耐张段将线路进行复测分段,在耐张段起始耐张杆塔中心桩已知条件下,先后对起始耐张塔中心桩定位键入数据,二点成直线以此为基线,由远至近将耐张段内直线杆塔桩位导航定位。

2.3.2. 耐张塔测量定位

转角杆塔中心桩丢失,可在耐张段内取两直线桩(塔位桩或方向桩),两点一线形成基线,以基线正北方位角为参照,输入转角度数,导航下一耐张段线路方向,假定此方向正确,复测第二耐张段,由第二耐张段基线逆推此转角桩,若超出误差,将两基线进行交角。如遇孤立档,可在选定的基线上按档距、转角度数、方位角度数定塔位即可,最后复核误差是否在允许误差范围内。

为方便后期基础分坑放样,杆塔中心桩定位完毕后,应在中心桩前后定位方向桩,以确定线路方向^[2]。

3. GPS 使用注意事项

1) GPS 导航定位均以基线放样找点,基线的起始点务必较远,按由远至近原则,可提高定位精度,减少误差。常用作法:预计当日测量工作量,以测量区段起始点为基点形成基线,待测杆塔位均在测量区段内,按基线放样定位。若利用较近的相邻两点来形成基线,其误差将由近至远,逐渐放大,势必严重影响测量质量。

2) 为减少误差,应在定位放样前进行“点校正”,即利用已定位的其他杆塔基点,分别形成基线,检验下一误差,并予以校正。因为已知桩位也有可能存在

误差, 根据点校正可找出误差较大的桩位, 并可消除累积误差或将其最小化^[3]。

3) GPS 接收机与卫星之间不能存有树木或其它障碍物, 否则由于障碍物反射、折射, 屏蔽卫星信号, 将影响 GPS 精度, 甚至卫星信号失锁, 造成 GPS 无法工作。所以 GPS 接收机, 尤其是流动站应有足够的开放空间, 在可观测到至少 5 颗卫星的地方, GPS 测量才能完成。

4) GPS 测量过程中, 基准站接收机不得关闭并重新启动, 不准改变天线高度; 流动站在移动过程中, 在不需导航的条件下, 不必保持对所测卫星的连续跟踪, 因而可关闭电源以降低能耗, 延长工作时间。

4. GPS 优缺点

与传统光学经纬仪、电子全站仪相比, GPS 有如下优点:

1) 测量中基准站与流动站不要求通视, 极大减少了林木砍伐费用, 同时房屋等大型建筑物也不会成为测量障碍, 解决了不通视条件下复测定位的施工难题。

2) 利用 GPS 导航功能, 使测量人员通过手簿指针很方便地找到塔位桩、方向桩, 而不再像以往盲目寻找。

3) GPS 几乎不受天气影响, 雨雾天甚至夜间均可作业, 同时使用便捷、易携带, 所需配合人员少。

4) 通过 GPS 内业处理功能, 可以及时对测量定位数据进行分析, 第一时间检验测量质量, 校对误差, 发现问题。

利用 GPS RTK(实时动态测量)技术, 进行线路复测定位, 较传统的光学仪器测量, 工效显著, 避免了测量通道的清理, 防止了林木的大量砍伐, 节省了大量工作时间, 取得了显著的经济效益和社会效益。目前, GPS 技术在送电线路施工测量中的应用越来越普遍, 但其高效益、自动化、高精度、全天候的特点及其强大的内在功能, 与线路测量的结合运用还是浅层次的, 有待进一步探讨。随着科技发展与应用实践的深入, 相信 GPS 技术在送电线路施工测量中将发挥出越来越重要的作用。

参考文献 (References)

- [1] 罗固源 (2004) 工程测量学. 重庆大学出版社, 重庆.
- [2] 李博之 (2002) 高压架空输电线路施工技术. 第 2 版, 中国电力出版社, 北京.
- [3] 李庆林 (2002) 架空送电线路施工手册. 中国电力出版社, 北京.