

GPS 控制网在把总湾大桥控制测量中的应用

陶长志, 郑佳宾

(辽宁省基础测绘院 辽宁 锦州 121003)

摘要:基于 GPS 测量建立的施工测量控制网具有精度高、布网方便等优点,笔者根据国家高速公路杭州至瑞丽线湖南境内凤凰至大兴(湘黔界)段,一个特大桥——把总湾大桥工程 GPS 控制网的实际情况,阐述了 GPS 控制网设计、实施、数据处理方法及精度控制等,以便在今后的工作中进行参考。

关键词:GPS; GPS 控制网; 精度; 特大桥

中图分类号:P228.4 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)06-0085-02

Application of GPS Control Network in the Control Surveying for Bazongwan Bridge

TAO Chang-zhi ZHENG Jia-bin

(Liaoning Fundamental Surveying and Mapping Institute, Jinzhou 121003, China)

Abstract: The construction surveying control network by GPS surveying techniques has the advantages of high accuracy, convenient for setting out the control network, etc. According to the practical situation of GPS control network of Bazongwan Grand Bridge project in the section of Fenghuang to Daxing of Hangzhou-Ruili National Expressway, this paper discussed the design, implementation, data processing method, accuracy control of GPS control network. It will provide reference for the further project.

Key words: GPS; GPS control network; accuracy; grand bridge

0 引言

把总湾大桥是国家高速公路杭州至瑞丽线湖南境内凤凰至大兴(湘黔界)段一个特大桥,桥长 2 160 m。本项目的建设是完善区域高速公路网,加强湘黔省际通道建设的需要;是区域经济建设发展的需要;是完善交通条件,满足区域交通发展的需要。根据《公路勘测规范》要求,把总湾大桥控制测量等级应为三等,需单独布置控制网后与主线控制测量系统进行联测。

1 GPS 控制网的布设

1.1 GPS 控制点布设的原则

- 1) 点位能相对长期保存。
- 2) 交通方便。点位设在交通方便的地方能提高点位利用效率,充分发挥控制网的功能。
- 3) 点位周围地质稳定。要求点位的地质条件稳定,避开松软的土质。
- 4) 点位应避开大型金属物体、大面积水域和其他易

反射电磁波等物体,点位 200 m 范围内无大功率无线电发射源或高压输电线通过,以避免产生多路径效应误差。

5) 站点周围的地理环境。GPS 点位间虽不要求直接通视,但需一个相对开阔的地带,点位周围仰角 10° 以上应无障碍物。

6) 控制点距路线中心线的距离应大于 50 m,宜小于 300 m,每一点至少应有相邻点通视。

1.2 控制网设计

为保证 GPS 控制网的精度把总湾大桥 GPS 控制网布设成空间三角形和空间大地四边形混合网,其中 GP45, GP46, GP50 为线路控制点。如图 1 所示。

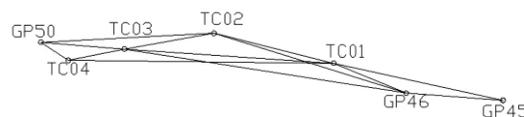


图 1 把总湾大桥三等控制网略图

Fig. 1 The sketch map of the third order control network for Bazongwan Bridge

收稿日期:2010-08-12

作者简介:陶长志(1964-)男,辽宁锦州人,高级工程师,主要从事控制测量、摄影测量与遥感、地形测量、地籍测量、房产测量、工程测量等工作。

1.3 控制网平面坐标系的选择

路线坐标系不满足《公路勘测规范》要求:大型构造物平面控制坐标系,其投影变形不应大于 1 cm/km。为了保证线路与大桥两坐标系很好衔接,把总湾大桥 GPS 控制网平面坐标系定义为:

以 GP45 为坐标原点,坐标值与路线坐标相同,以 GP45 到 GP50 方向为起始方向,投影面高程为 500 m,高程异常值为 30 m,使用 1954 北京坐标系参考椭球参数。

2 测量方法及使用仪器

把总湾大桥三等控制网,平面控制测量采用 GPS 测量中精度最高的一种方法——静态相对定位法。根据制定的观测方案,将 4 台 GPS 接收机安置在构成同步环的待定点上同时接收卫星信号,直至将所有环路观测完毕。然后进行基线向量的解算和网平差。

控制测量作业时,使用 4 台国产中海达 HD-V8 GPS 接收机,仪器静态定位标称精度 $\pm(2.5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ 。在进行 GPS 观测时,应注意以下几点:

- 1) 观测前根据卫星可见性预报,优选最佳观测时段;
- 2) 天线高在观测时段前后,从 3 个方向分别量取,误差 $\leq 2 \text{ mm}$,采用算术平均值;
- 3) 卫星高度截止角 $\geq 15^\circ$,PDOP 值 ≤ 6 ,接收卫星数 ≥ 4 ;
- 4) 时段长度 $\geq 90 \text{ min}$;
- 5) 平均重复设站次数 ≥ 2 ;
- 6) 观测时,不要在天线附近使用对讲机或移动电话,以减少信号干扰。

3 数据处理及精度分析

把总湾大桥控制测量数据处理,采用中海达公司的 HDS 2003 数据处理软件进行基线解算及平差计算。

3.1 基线向量处理

首先进行观测数据导入,然后设置基线向量解算条件,对高度截止角、采样间隔进行设置,选择解算类型。以下设置可以提高基线向量的解算精度。

- 1) 改变历元间隔,由于 GPS 机本身和外界干扰产生整周跳变。如卫星被某些障碍物阻断,这时改变历元间隔,可提高基线向量解算精度,改变历元间隔越大,需要的观测时间段就相对越长。
- 2) 增大高度截止角,增大高度截止角对求解整周未知数与提高成果精度有益,因为所有相应的噪声随卫星的高度截止角增大而降低,但这时要有足够多的卫星参与运算且 PDOP 值良好(小于 6)。
- 3) 调整有效历元,该参数常用来删除某些卫星的某段质量较差的数据。

3.2 重复基线、同步环、异步环检验

基线解算完后,共搜索到 11 条重复基线;25 个同步环;45 个异步环。最大误差及允许误差见表 1。

表 1 三等 GPS 控制网精度统计

Tab. 1 The accuracy statistics of the third order GPS control network

重复基线较差/mm		同步环闭合差/ppm		异步环闭合差/ppm	
最大	允许	最大	允许	最大	允许
3.2	± 5.0	3.2	5.0	5.1	7.4

3.3 平差计算

在 HDS 2003 软件下,先进行 WGS-84 无约束 3 维平差,然后进行 2 维约束平差。控制网采以 GP45 为起算点,以 GP45 到 GP50 方向为起始方向,进行约束平差,平差后的精度见表 2。

表 2 三等 GPS 控制网平差后的精度统计

Tab. 2 The accuracy statistics of the third order GPS control network after adjustment

最弱边长相对精度(1/10 000)			最弱点位中误差/cm		
边名	精度	允许	点名	精度	允许
GP50~TC03	1/16.8	1/7.0	GP50	± 0.13	± 5.0

4 结束语

使用 GPS 测量法建立的施工测量控制网具有精度高、布网方便等优点。应用 GPS 测量法建立的把总湾大桥控制网完全满足《公路勘测规范》中规定的各项要求,且点位精度比较均匀。在平差计算时要注意坐标系的选择,已知点坐标的选取及 GPS 计算设置,如改变历元间隔、增大高度截止角、调整有效历元等可以提高基线向量的解算精度,也可提高施工控制网点的点位精度。

参考文献:

- [1] 中交第一公路勘察设计研究院. JTG C10-2007 公路勘测规范[S]. 北京:人民交通出版社,2007.
- [2] 徐绍柱,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.
- [3] 蔡宏翔. GPS 在工程测量中的应用[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.

[责任编辑:王丽欣]