

# 吉林市 CORS 系统定位精度与兼容性测试

张京礼<sup>1</sup> 李瑞<sup>2</sup> 史振江<sup>1</sup>

1 吉林市测绘院 2 吉林市城园设计院有限责任公司

DOI:10.32629/gmsm.v1i4.48

**[摘要]** 介绍了吉林市 CORS 系统运行中 RTK 实时定位精度和事后静态处理精度测试,及不同品牌接收机对定位精度影响的测试结果。

**[关键词]** CORS; RTK; 定位精度测试; 静态定位精度测试; 兼容性

## 引言

吉林市连续运行卫星定位参考站综合服务系统(简称 JLSCORS 系统)是建立数字吉林、优化测绘基准的基础设施。该系统是基于卫星定位技术和网络通信技术的地区性连续运行卫星定位导航系统,全市范围内,通过现代通讯网络向用户提供实时定位服务,满足城市规划、国土测绘、地籍管理、城乡建设、环境监测、防灾减灾、交通监控等多种现代信息化管理的社会需求。

系统在全市范围内建立了一个由 5 个 GPS 连续运行基准站组成的 CORS 站网,并通过数据通信网络将这些连续运行基准站的观测数据传送到位于吉林市测绘院的数据处理和监测中心,集中进行数据处理和监控,然后通过通信网络,将处理结果分发或发布给用户,向社会提供服务。

## 1 测试概况

CORS 系统的性能测试包含很多内容,其中定位精度是用户最关心的一项,也是证明系统可靠性重要指标。

### 1.1 定位精度测试

定位精度测试包括 RTK 实时定位精度和事后静态处理精度测试。RTK 实时定位测量精度反映的是用户在实时动态作业条件下,通过系统播发的网络 RTK 改正信息可以得到的实时定位服务精度。影响 RTK 实时定位测量精度的可能因素有测站环境情况、时段卫星分布情况(可用卫星数和卫星天空视图)、通信质量状况(是否收到网络 RTK 改正信息)、系统定位算法的优劣等。事后静态处理精度测试是采用双频接收机按常规静态观测方法进行外业测量,内业数据处理中将相关参考站的观测数据与外业观测数据联合处理,解算观测点的坐标。分别统计两种测试的内符合精度和外符合精度,即可对系统定位精度作出适当的评定。

野外实时定位测试时,用户单元在每个测试点上以连续地形测量模式,按照 1 秒采样率连续采集约 240 个定位结果,并记录初始化时间和卫星数等相关信息,分析网络连接时间,初始化时间和定位精度等。事后静态定位精度测试,在原有的 GPS/水准点上,架设 GPS 仪器进行观测,以 15 秒的采样间隔连续观测 4 小时。

#### 1.1.1 事后静态处理精度测试

本次测试共测设 GPS 控制点 17 个,即联测均匀分布于吉

林市的 GPS 城建点 10 个,静态联测观测时段长大于 480min,联测点采样间隔 15s。内业数据处理将相邻参考站的观测数据与静态观测数据组织在一起,采用 IGS 精密星历,利用 Trimble Business Center 数据处理软件分析,起算条件为参考站的坐标。将计算得到的控制点成果与已有的控制点成果进行比较,评定静态处理精度。每个检测点只与附近的参考站点同步观测 4 小时以上,检测点之间不要求同步观测。仪器采用 TRIMBLE 公司生产的 R8 双频 GPS 接收机 4 台。

| 序号 | 点号   | 点名    | 内符合 (m) |        |        | 差值绝对值 (m) |        |        |
|----|------|-------|---------|--------|--------|-----------|--------|--------|
|    |      |       | X       | Y      | Z      | X         | Y      | Z      |
| 1  | JPRJ | 江畔人家  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0079    | 0.0175 | 0.0023 |
| 2  | HSZ  | 荒山嘴子  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0013    | 0.0105 | 0.0033 |
| 3  | NYC  | 农药厂   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0027    | 0.0018 | 0.0015 |
| 4  | LTVY | 龙潭影院  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0173    | 0.0334 | 0.0222 |
| 5  | LJQ  | 临江桥南  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0018    | 0.0132 | 0.0078 |
| 6  | JSL  | 吉深路口  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0116    | 0.0005 | 0.0089 |
| 7  | GYY  | 工商游泳馆 | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0091    | 0.0126 | 0.0045 |
| 8  | JJDS | 金家山东  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0190    | 0.0263 | 0.0161 |
| 9  | GT   | 弓 通   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0074    | 0.0131 | 0.0234 |
| 10 | WT   | 万 屯   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0059    | 0.0035 | 0.0023 |
| 11 | PTS  | 炮台山   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0190    | 0.0263 | 0.0161 |
| 12 | YCG  | 羊草沟北  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0076    | 0.0045 | 0.0097 |
| 13 | JXZY | 九鑫制药  | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0101    | 0.0216 | 0.0110 |
| 14 | GSL  | 高速管理处 | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0080    | 0.0012 | 0.0142 |
| 15 | XSH  | 小绥河   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0084    | 0.0171 | 0.0123 |
| 16 | ZJT  | 周家屯   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0069    | 0.0135 | 0.0074 |
| 17 | PJG  | 潘家沟   | 0.0128  | 0.0184 | 0.0159 | 0.0090    | 0.0063 | 0.0056 |

表 1 静态测试精度统计表

### 1.2 实时定位精度测试

#### 1.2.1 精度测试方法

(1)组织天宝、南方、华测、共 3 个 GPS 厂商的仪器,在测绘院楼下选择一个固定点进行测试,测试采样率为 1 秒,得到固定解(Fix Solution)即开始记录测量结果,连续记录 120 个以上测量值。

(2)在 JLSCORS 覆盖范围内选择 17 个点,分为 2 个部分,平均每组测试 34 个点左右,并在地图上绘制点位的实际分布图。测试进行两次连接和初始化,测试采样率为 1 秒。得到固定解(Fix Solution)即开始记录测量结果,连续记录 120 个以上测量值并同时记录网络连接时间和获得初始固定解的时间,作为一组测试数据,然后网络断开重新连接并记录另外 120 个以上的固定解测量值和连接、初始化时间。部分点位环境较差的情况需记录浮点解(Float Solution)观测值。

测试人员安排见表 2.2 所示。

表 2 测试人员和设备分组

| 序号 | 单位     | 人员 | 设备          | 车辆 |
|----|--------|----|-------------|----|
| 一组 | 吉林市测绘院 | 1人 |             | 1辆 |
|    | 华测仪器   | 1人 | X90 GPS     | 一套 |
|    | 南方仪器   | 1人 | 南方 86GPS    | 一套 |
|    | 天宝仪器   | 1人 | Trimble R8  | 一套 |
| 二组 | 吉林市测绘院 | 1人 |             | 1辆 |
|    | 华测仪器   | 1人 | X90 GPS     | 一套 |
|    | 南方仪器   | 1人 | 南方 86GPS 一套 | 一套 |
|    | 天宝仪器   | 1人 | Trimble R8  | 一套 |

### 1.2.2 数据统计和分析方法

#### (1) RTK 实时动态测量内符合精度统计方法

计算每一测点所有测量值的平均值, 再将该平均值与每一测量值求差。统计所有差值的分布情况, 并对差值在不同区间的概率进行统计, 同时根据式(1-1)分别计算系统 B、L、H 方向的内符合精度。

$$M X_x = \pm \sqrt{\frac{[\Delta X \Delta X]}{n-1}} \quad (1-1)$$

其中:  $n$  测量值总数, 即剔除粗差观测后全部 RTK 实时动态测量值总数;

$\Delta X$  测点测试值与相应测试平均值 X 方向的差值;

$M X_x$  系统 X 方向内符合精度, 反映系统实时定位的稳定性。

#### (2) RTK 实时动态测量外符合精度统计方法

将网络 RTK 测量值与本次静态联测的坐标值进行比较, 即可得出各测点的外符合精度分布情况, 最后再根据式(2)计算系统在 x、y、H 方向的外符合精度。

$$\tau = \pm \sqrt{\frac{[\theta \theta]}{N}} \quad (1-2)$$

其中:  $\theta$  测试点采用转换参数后的转换值与已知值之差;

$N$  测试点数;

$\tau$  系统外符合精度, 反映系统定位的准确性。

### 1.3 不同品牌接收机对定位精度影响的测试

(1) 为全面反映 CORS 系统定位精度, 组织天宝、南方、华测、共 3 个 GPS 厂商仪器, 在测绘院楼下选择一个固定点进行测试, 以 3 种型号仪器测量结果的算数平均值与测量值比较计算内外符合精度。

表 3 不同品牌仪器 B、L、H 方向的内、外符合精度统计

| 序号 | 仪器品牌 | 仪器型号    | 测试结果数量 | 内符合精度 (m) |       |       | 外符合精度 (m) |       |       |
|----|------|---------|--------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|    |      |         |        | B         | L     | H     | B         | L     | H     |
| 1  | 华测   | X900    | 123    | 0.002     | 0.002 | 0.004 | 0.007     | 0.006 | 0.027 |
| 2  | 南方   | S86T    | 250    | 0.006     | 0.005 | 0.019 | 0.010     | 0.009 | 0.023 |
| 3  | 天宝   | R8 GNSS | 136    | 0.003     | 0.002 | 0.005 | 0.012     | 0.010 | 0.023 |
| 平均 |      |         | 211    | 0.004     | 0.003 | 0.006 | 0.009     | 0.008 | 0.024 |

## 2 结束语

通过对测试数据的分析, 对 CORSx 系统得出以下结论:

CORS 网络 RTK 在整个覆盖区域内精度稳定。

CORS 事后静态测量精度达到设计要求。

系统内外符合精度达到设计要求, 精度分布均匀, 初始化时间达到设计要求。

系统运行稳定。对国内主流用户终端兼容性好, GPRS 能够满足不同品牌通讯能力的要求。

### [参考文献]

[1]唐卫明, 楼益栋, 刘晖. GPS 连续运行参考站系统定位精度检测方法研究[J]. 通信学报, 2006, 27(8): 73-77.

[2]翁吴彬. 北斗卫星导航系统动态定位精度测试研究[J]. 计算机产品与流通, 2018, (08): 94.

[3]张丰兆, 刘瑞华, 倪育德, 等. 北斗卫星导航系统动态定位精度测试与分析[J]. 全球定位系统, 2018, 43(01): 43-48.