

文章编号:0494-0911(2005)01-0042-02

中图分类号:P228.4

文献标识码:B

基于 GPS-RTK 技术定测铁路新线的应用探讨

李朝阳^{1,2}, 陈龙珠², 陈进杰³(1. 上海交通大学 海洋船舶与建筑工程学院, 上海 200030; 2. 济南铁路勘察设计
咨询院有限公司, 山东 济南 250001; 3. 石家庄铁道学院, 河北 石家庄 050043)

Application of New-railway Survey Based on GPS-RTK

LI Chao-yang, CHEN Long-zhu, CHEN Jin-jie

摘要:探讨并实践 RTK 技术应用于铁路新线定测的基本方法和步骤,通过铁路新线定测应用实例证实该技术的可行性和优越性,并归纳总结对基于 GPS-RTK 的几点应用体会。

关键词:GPS; RTK; 铁路; 定测

RTK 定位技术是以载波相位观测值为根据的实时差分 GPS 定位技术,实施动态测量。在 RTK 作业模式下,基准站通过数据链将其观测值和测站坐标信息一起传送给流动站。流动站不仅通过数据链接接收来自基准站的数据,还要采集 GPS 观测数据,并在系统内组成差分观测值进行实时处理,同时通过输入的相应的坐标转换参数和投影参数,实时得到流动站的 3 维坐标及精度。

一、RTK 在铁路定测中的作业模式

1. 选择作业时段。铁路沿线地貌复杂多变,为获取完整的数据,必须根据卫星可见预报和天气预报选择最佳观测时段。卫星的几何分布越好,定位精度就越高,卫星的分布情况可用 Planning 软件查看多项预测指标,根据预测结果合理安排工作计划。

2. 建立测区平面控制网。据中线放样资料,用 GPS 静态测量法建立测区控制网,相邻点间间距 5~8 km,并与国家点联测,求出各控制点平面坐标。

3. 高程控制测量。GPS 得到的是大地高,而实际采用的是正常高,需将大地高转化为正常高。而测区的高程异常是未知数,且高程异常的变化较复杂,特别在山区精度较差的情况下。此外,新线定测要求约每隔 2 km 设置水准点,而有些地形环境不能满足 GPS 观测的条件,采用高程拟合的方法拟合的高程精度不能得到保证。完全用 GPS 替代等级水准难度大。因此等级水准仍采用水准仪作业模式。

4. 求取地方坐标转换参数。合理选择控制网

中已知的 WGS84 和北京 54 坐标(或地方独立网格坐标)以及高程的公共点,求解转换参数,为 RTK 动态测量做好准备。选择转换参数时要注意以下两个问题:① 要选测区四周及中心的控制点,均匀分布;② 为提高转化精度,最好选 3 个以上的点,利用最小二乘法求解转换参数。

5. 基准站选定。基准站设置除满足 GPS 静态观测的条件外,还应设在地势较高,四周开阔的位置,便于电台的发射。可设在具有地方网格坐标和 WGS84 坐标的已知点上,也可未知点设站。

6. 放样内业数据准备。利用测量内外业一体化程序完成全部计算工作。将线路的起点坐标、方位角、加直线长度及曲线要素输入,程序根据里程计算出全线待放样点的坐标,其中直线上每 50 m 一个点,曲线上每 10 m 一个点。按相应的数据格式将放样点坐标导出,通过 Data Transfer 将文件导入到外业掌上电脑供外业调用。

7. 外业操作。将基准站接收机设在基准点上,开机后进行必要的系统设置、无线电设置及天线高等输入工作。流动站接收机开机后首先进行系统设置,输入转换参数,再进行流动站的设置和初始化工作。通常公布的坐标系统和大地水准面模型不考虑投影中的当地偏差,因此要通过点校正来减少这些偏差,获得更精确的当地网格坐标,且确保作业区域在校正的点范围内。

二、应用实例

2003 年本公司对官柴线延长至新安煤矿铁路

收稿日期:2004-05-10

作者简介:李朝阳(1969-),男,山东巨野人,硕士生,主要从事铁路、公路勘测工作。

专用线进行定测。该专用线全长 14.095 km,测区地势平坦,除几处外都较适合 GPS-RTK 测量。作业时将基准站设在大致全线中心处,距离最远待放样点 7 km 多,满足作业要求。

1. 劳动组织及作业进度

采用 1+1 作业模式:基准站 1 人;流动站 3 人,其中,1 人操作 GPS,1 人写桩号、打桩,1 人背木桩;抄平组 7 人,其中,2 人记录,2 人司镜,2 人跑尺,1 人拉链。作业时,由流动站放样中桩点,抄平组随即测定其高程,根据实际情况接着作断面,进行中线

及中桩高程一次作业,且根据地物地貌的属性可对观测点进行属性编码,以取代原有的中桩记录。实际作业进度,每天完成新线定测 2.5 km。

对于要观测的跨线高和不适合 RTK 放样的点,可以与全站仪相结合的方法解决。

2. 精度情况

公司未配备 GPS 时,均采用全站仪放样,多年实践表明,全站仪中线测量精度较高,为检验 GPS-RTK 测量的精度,事先用全站仪放样一段线路,并将结果作为参考值,两种作业模式的成果比较如表 1。

表 1 坐标比较

中桩里程	全站仪放样点坐标		GPS 放样点坐标		坐标差值/mm	
	X	Y	X	Y	δX	δY
K0+ 0.000	3 868 647.043	503 172.571	3 868 647.045	503 172.570	- 2	+ 1
K0+ 50.000	3 868 689.751	503 146.570	3 868 689.750	503 146.571	+ 1	+ 1
K0+ 68.002	3 868 705.127	503 137.208	3 868 705.126	503 137.206	+ 1	+ 2
K0+ 78.002	3 868 713.661	503 131.996	3 868 713.662	503 131.998	- 1	- 2
K0+ 88.002	3 868 722.152	503 126.713	3 868 722.152	503 126.715	- 1	- 2
K0+ 98.002	3 868 730.553	503 121.289	3 868 730.552	503 121.292	+ 1	+ 3
K0+ 108.002	3 868 738.815	503 115.657	3 868 738.816	503 115.654	- 1	- 3
K0+ 140.000	3 868 763.948	503 095.872	3 868 763.949	503 095.874	- 1	- 2
K0+ 180.000	3 868 792.170	503 067.567	3 868 792.169	503 067.567	+ 1	+ 0
K0+ 220.000	3 868 816.377	503 035.761	3 868 816.378	503 035.765	- 1	- 4
K0+ 236.569	3 868 825.125	503 021.692	3 868 825.130	503 021.691	- 5	+ 1
K0+ 240.000	3 868 826.839	503 018.720	3 868 826.844	503 018.716	- 2	+ 4
K0+ 260.000	3 868 836.142	503 001.019	3 868 836.146	503 001.025	- 4	- 6
K0+ 280.000	3 868 844.245	502 982.739	3 868 844.240	502 982.740	+ 5	- 1
K0+ 300.000	3 868 851.113	502 963.959	3 868 851.116	502 963.963	- 3	- 4
K0+ 340.000	3 868 861.024	502 925.237	3 868 861.026	502 925.239	- 2	- 2
K0+ 365.136	3 868 864.581	502 900.358	3 868 864.583	502 900.355	- 2	+ 3
K0+ 375.136	3 868 865.428	502 890.395	3 868 865.430	502 890.397	- 2	- 2
K0+ 385.136	3 868 866.026	502 880.413	3 868 866.028	502 880.415	- 2	- 2
K0+ 395.136	3 868 866.458	502 870.422	3 868 866.463	502 870.420	- 5	+ 2

对表 1 统计结果分析,最大平面较差为 7 mm,因此,我们认为 RTK 测量成果质量可信。

三、RTK 动态测量的特点

1. 在能够接收 GPS 卫星信号的任何地方,可进行全天候作业;
2. 常规 GPS 测量不具备实时性,RTK 动态测量弥补这一缺陷,放样精度可达厘米级;
3. 流动站利用同一基准站信息可各自独立开展工作;
4. 实时提供测点 3 维坐标,现场及时对观测质量进行检查,避免外业出现返工;

5. GPS 误差不累积。

四、结束语

RTK 技术不仅能达到较高的定位精度,而且大大提高了测量的工作效率,通过数据处理程序,大大减轻了测量人员的内外劳动强度,在铁路勘测设计领域有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] TB 10101-1999,新建铁路工程测量规范[S].

[2] GB/T18314-2001,全球定位系统(GPS)测量规范[S].

[3] TB10054-97,全球定位系统(GPS)铁路测量规程[S].