

GPS RTK 技术在铁路勘测中的发展前景

张伟国¹, 秦玉军²

(1. 山东省国土测绘院 第一测绘院, 山东 济南 250001; 2. 黑龙江第三测绘工程院, 黑龙江 哈尔滨 150081)

摘要: GPS 测量技术带来了测绘方式的重大变革, GPS RTK 技术是 GPS 测量技术发展史上的一个新突破。本文根据铁路勘测经验介绍 RTK 技术的优缺点, 并提出克服缺点、提高工作效率的优化施测方法。同时根据 GPS 技术的发展, 展望 RTK 技术在铁路勘测中的发展前景。

关键词: GPS RTK; 动态定位; 前景

中图分类号: P228.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-5867(2012)01-0139-03

Application Prospect of GPS RTK Technologies in Railway Engineering Survey

ZHANG Wei-guo¹, QIN Yu-jun²

(1. The First Surveying and Mapping Institute, Shandong Provincial Land Surveying and Mapping Institute, Jinan 250001, China; 2. The Third Heilongjiang Surveying and Mapping Engineering Institute, Harbin 150081, China)

Abstract: Being the breakthrough in the development of GPS technology, GPS RTK represents a significant change as the way of measurement in terms of surveying and mapping. In this paper, the strengths and weaknesses of this technique are introduced based on its application in railway surveying, and optimized survey methods are proposed to overcome the weaknesses for the greater working efficiency. Additionally, the application prospect of the RTK technique in railway surveying is envisaged based on the development of the GPS technology.

Key words: GPS RTK; dynamic positioning; prospect

0 引言

随着我国经济高速发展, 基础设施建设投入很大, 近年来铁路建设量也随之猛增, 尤其是客运专线、货运专线的建设, 铁路设计任务非常急, 要求勘测工作在短时间内完成, 同时测量数据要快速上交以满足设计要求, 如果按常规方式作业则无法完成勘测任务, 而 GPS RTK 技术的应用使我们顺利地完成了勘测任务。山东省国土测绘院第一测绘院从 2008 年开始在中西部运煤大通道台日铁路勘测中全面采用 RTK 技术, 在 1:2 000 地形图航测像控、定测、补充定测等工作中都采用了 RTK 作业, 测量定位速度快, 可达到 1~2 s; 精度高, 可以达到 1~3 cm, 且整个测量过程不需通视, 有着常规测量仪器(如全站仪)无法比拟的优点。因此, RTK 技术在铁路勘测中有良好的发展前景。

实时动态(RTK)定位技术是以载波相位观测值为根据的实时差分 GPS 技术, 它是 GPS 测量技术发展的一个

新突破, 在测绘、交通等领域有着广阔的应用前景。实时动态定位系统由基准站、流动站和数据链组成, 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。流动站通过数据链接收来自基准站的数据, 同时自身采集 GPS 观测数据, 并在系统内组成差分观测值进行实时处理, 同时通过输入相应的坐标转换参数和投影参数, 根据相对定位的原理实时计算出流动站的 3 维坐标和测量精度。这样用户就可以实时监测待测点的数据观测质量。RTK 在铁路勘测中的应用可以覆盖铁路勘测、施工放样、监理和 GIS 前端数据采集。

1 GPS RTK 在铁路勘测中的应用

1) 根据设计线路走向要求布设平面控制网

用 GPS 静态测量法建立测区控制网, 根据卫星可见预报和天气预报选择最佳观测时段。根据预测结果合理选择双频接收机用于静态观测工作。相邻点按 6~8 km 一对布设, 布设成对点, 每对点间隔按 300~1 000 m 选点

收稿日期: 2011-09-08

作者简介: 张伟国(1963-), 男, 山东济南人, 工程师, 学士, 主要从事基础测绘、工程测量工作。

并与国家点联测,求出各控制点平面坐标,获取完整的数据。

2) 建立测区高程控制网

为了保证高程控制测量精度,使用电子水准仪往返观测、自动记簿以消除人为粗差,并与高等级水准点联测。做严密平差,以获取高精度成果。

3) 打线数据准备

根据线路专业要求选用专用软件,如中海达 RTK_ROAD,按交点法建线,输入交点、里程、第一缓入曲线长、圆半径、第一缓出曲线长等完成建线准备工作。程序根据里程和曲线元素计算出全线待放样点的坐标,导出放样点坐标和线路下达的坐标并进行比对,经检查无误后通过电脑将放线文件导入手簿中以供外业使用。同时注意有短链、断链时要分别建线。

4) 求取坐标转换参数

根据投影坐标系要求,合理选择控制网中拥有两套坐标的已知点,如 WGS-84 和北京 54 坐标(西安 80 坐标或地方独立网格坐标)带高程的公共点,选择中央子午线求解转换参数,选择控制点输入手簿中求七参数,或直接导入七参数文件,为 RTK 动态测量做好准备。求参数时要注意以下几个问题:①要选择打线附近的 3 对控制点(6 个点),大约控制在 20 km 左右建立一个坐标点。②为提高高程转换精度,最好选 6 个以上带高程的点,求七参数、高程选用曲面拟合。③分带处建立两套坐标系。

5) 基准站选定

基准站应设置在地势较高、四周开阔的已知点位置上,数据链作业模式根据测区情况选择电台模式或网络模式工作。

6) 外业操作

将基准站接收机架设在已知点上,开机后用手簿连接基准站进行设置,选择基准站架在已知点上的工作模式,使基准站发出差分信号,然后断开连接。再用手簿连接移动站,根据预先建立的工作文件设置好数据链工作模式,设置好天线高等数值。移动站固定解后联测两个已知点(选择一个点做点校正,另一个检测已知点精度),经检测符合精度要求后便可工作了。

2 RTK 技术的优点

1) RTK 测量速度快、定位精度高,没有误差积累

RTK 技术的测量速度主要由仪器初始化时间、数据链传输质量、手簿解算技术等因素决定。初始化时间由接收机主板的性能决定,接收机主板的性能决定接收卫星的数量和质量,在一定的高度角下接收到的卫星数量越多、信息质量越好,RTK 数据链传输质量越高,解算技术越先进,初始化所需时间就越短。在良好的环境条件下,RTK 初始化所需时间一般为 10 s;不良环境条件下(尚满足 RTK 基本工作条件),技术先进的接收机也需要几分钟到十几分钟,技术性能较差的接收机就更难完成初始化工作了。而中海达公司生产的 V8 GNSS 双频双星 RTK 在不良环境条件下,仍能顺利地进行 RTK 测量,主要

是这种机器拥有先进的跟踪技术和多路径抑制技术,即使测区内有一部分地方环境恶劣,其观测值点位中误差仍在 ± 2.5 cm 以下。在一般的地形地势条件下,RTK 作业半径为 7 km,在勘测中每个放样点只需要停留 1~2 s,每组配备 7 个人一套(1+2) RTK,一个人看基站,每台移动站 3 个人(一个人操纵仪器放点、一个写桩号、一个背桩),每天至少完成中线测量 4~6 km,若进行地形带状测量,每组每天可以完成 1.5~3.0 km 的地形图测绘,其精度和效率是常规测量所无法比拟的。只要满足 RTK 的基本工作条件,在一定的作业半径范围内(一般为 7 km),RTK 的平面精度和高程精度都能达到厘米级,能够满足规范要求,且不存在误差积累。

2) 全天候作业

RTK 技术和传统测量相比,只要满足“电磁波通视和对空通视的要求”,几乎可以全天候作业。

3) RTK 作业自动化、集成化程度高

RTK 可胜任各种勘测。流动站手簿内置专业软件,可自动实现中线测量、横断面测量、地质放孔等多项工作。

3 RTK 技术的缺点

虽然 GPS 技术有着常规仪器所不能比拟的优点,但 GPS RTK 技术也存在以下不足。

1) 受卫星分布状况限制

GPS 系统由于是美国最先研发的,世界上有些国家在某一确定的时间段仍然不能很好地被卫星所覆盖。在中、低纬度地区每天总有两次盲区,每次 20~30 min,处于盲区时卫星几何图形结构强度低,RTK 测量很难得到固定解。

2) 受电离层影响

中午时段受电离层干扰大,由于这个时段共用卫星数少,因而初始化时间长,甚至不能初始化,也就无法进行测量。根据我们的实践经验,单星 RTK 每天 13~15 点很难正常工作。

3) 受数据链传输影响

数据链电台信号或网络信号在传输过程中易受外界环境影响,如高大山体、建筑物和各种高频信号源以及当地网络分布的影响,信号强度在传输过程中衰减严重,严重影响外业精度和作业半径,尤其使用电台模式更受距离限制。

4) 受对空通视环境影响

在林区、密集居民地作业时,GPS 卫星信号被阻挡机会较多,信号强度低,卫星空间结构差,容易造成失锁,重新初始化困难,在对空遮挡比较严重的地方 GPS 无法正常使用。

5) 多路径效应影响

在开阔平坦、大面积水域地区仪器不固定,始终是浮动解。

6) 受高程异常问题影响

RTK 作业模式要求高程的转换必须精确,但在实际

作业中高程有时会出现“飞点”,主要是由于我国现有的高程异常分布在山区,存在较大误差,当高海拔作业时 GPS 大地高程转换至海拔高程的精度不均匀,影响 RTK 的高程测量精度。

7) 置信程度达不到 100%

由于 RTK 较容易受卫星状况、天气状况、数据链传输状况的影响,所以,确定整周模糊度的可靠性为 95%~99%。

4 RTK 测量过程中的质量控制

RTK 确定整周模糊度的可靠性为 95%~99%,RTK 比静态 GPS 还多出一些不确定性,如数据链传输过程中易受到外界无线电信号和多路径因素的影响。RTK 测量比 GPS 静态测量更容易出错,必须进行质量控制。质量控制方法主要是检测比较。每次初始化成功后,先检测 1~2 个已知点,或检测 3 个以上以前放过的中桩,确认无误后才进行第二天的 RTK 测量。

5 铁路勘测工作中的几点体会

1) 在工作中 GPS RTK 并不是万能的,在隐蔽地区还需全站仪辅助。

2) 在工作中使用双星 RTK 仪器,同时使用 GPS 和 GLONASS 两个系统,可以有效地克服某一时间内公共卫星数少的缺点,极大地提高了工作效率。

3) 数据链选择很关键,例如中海达 V8 GNSS 或 V30 GNSS 移动站在工作过程中电台模式和网络模式可以随时变换,极大地方便了作业,只需在架设基准站时把电台天线架起来即可。

(上接第 138 页)

围广。与传统 RTK 用户没有频道冲突,并且可以保证 RTK 快速接入数据网络,它在移动终端和网络之间实现了“永远在线”的接续。

10) 所有的网络 RTK 用户在统一的坐标框架内作业,可以避免因不同起算点所造成的系统误差以及不同时期工程间的误差。

5 结束语

以上是本人在地质矿产勘查测量中使用网络 RTK 实时动态测量技术的一些应用和体会,网络 RTK 的应用确实给地质找矿工作带来了非常大的便利。第一,外业测量工作不再需要事先寻找控制点、新测导线,仅此一项就可以节省很长时间。在以前的地质矿测量工作中,寻找控制点的工作是一个非常重要的环节。一方面,由于经济建设的不断开展,矿区周边的控制点经常被破坏,找到就近的控制点很不容易,尤其是在冬天,有冰雪覆盖,找控制点就更难;另一方面,矿区个体私自开采矿山,矿山被严重破坏,矿区原有控制点的覆盖范围很难满足地质勘查测量的要求,常常出现矿区范围附近无控制点的情

况,必须新做静态 GPS 点,才能开展测量工作。但由于静态 GPS 测量数据采集时间长,又需要原有控制点作为起算点、多台 GPS 接收机同步联测,所以给工作带来很大的不便。第二,网络 RTK 的覆盖范围可达到 $1.4 \times 10^4 \text{ km}^2$,已大大超出一个矿区工作的范围,所以在网络覆盖范围内,不再需要进行基础测绘项目中的导线测量布设,大大节约了项目资金。第三,网络 RTK 的精度均匀,可以保证网内各项工程在一个系统内以同样的精度完成,避免了以前传统控制网因精度不均匀所造成的误差积累的影响,给地质找矿工作提供了有力的精度保证。

6 结束语

GPS 是近年来开发的最具有开创意义的高新技术之一,其全球性、全能性、全天候性的导航定位、定时、测速优势必然会在诸多领域中得到越来越广泛的应用。如今, GPS 技术已经应用于交通运输和道路工程之中。相信随着我国经济的发展,高等级铁路、公路的快速修建和 GPS 技术应用研究的逐步深入,其在道路、交通中的应用也会更加广泛,并将发挥更大的作用。RTK 技术在实际应用过程中有很多优势,同时又存在着一些技术限制。我们只要了解它的劣势所在,采用适宜的解决办法,就能够把有益于实际生产的技术应用到工程建设中。同时通过良好的质量控制和优化作业方法,使 RTK 技术的应用效果更加良好。

参考文献:

- [1] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用(修订版)[M]. 武汉:武汉大学出版社,2005.
- [2] 许娅娅. GPS RTK 的发展及其在公路测量中的应用[J]. 测绘通报,2007(2): 18-20.
- [3] 铁道部. TB 10054-2010 铁路工程卫星定位测量规范[S]. 北京:中国铁道出版社,2010.

[编辑:宋丽茹]

况,必须新做静态 GPS 点,才能开展测量工作。但由于静态 GPS 测量数据采集时间长,又需要原有控制点作为起算点、多台 GPS 接收机同步联测,所以给工作带来很大的不便。第二,网络 RTK 的覆盖范围可达到 $1.4 \times 10^4 \text{ km}^2$,已大大超出一个矿区工作的范围,所以在网络覆盖范围内,不再需要进行基础测绘项目中的导线测量布设,大大节约了项目资金。第三,网络 RTK 的精度均匀,可以保证网内各项工程在一个系统内以同样的精度完成,避免了以前传统控制网因精度不均匀所造成的误差积累的影响,给地质找矿工作提供了有力的精度保证。

参考文献:

- [1] 王志豪. 虚拟参考站技术在工程测量中的应用[J]. 测绘通报,2004(11): 64-65.
- [2] 原宜坤,汪洋. 浅谈 GPS RTK 技术在工程测量中的应用[J]. 山西建筑,2007,33(32): 359-360.
- [3] 李天和,关宗江,谢世杰. RTK 概论[J]. 地矿测绘,2003,19(2): 1-6.

[编辑:宋丽茹]