

# 试析全站仪与 RTK 技术在地形图测绘工作中的作用及应用要点

## Analysis of the Role and Application Points of Total Station and RTK Technology in Topographic Mapping Work

房刚

Gang Fang

北京中土凯林勘测设计有限公司 中国·北京 102600

Beijing Zhongtu Kailin Survey and Design Co., Ltd., Beijing, 102600, China

**摘要:** 论文阐述了全站仪与 RTK 技术理论基础, 分析了两者联合在地形图测绘工作中的作用, 分别针对前站已与 RTK 技术在地形图测绘中的应用要点进行剖析, 重点解决复杂地形条件下常规测量方法应用存在的问题。在大幅度提高两者测绘速度的同时, 保障测图精准。

**Abstract:** This paper expounds the theoretical basis of the whole station and RTK technology, analyzes the role of the two combination in topographic mapping, respectively analyzes the application points of the front station and RTK technology in topographic mapping, and focuses on solving the problems existing in the application of conventional measurement methods under complex terrain conditions. While greatly improving the speed of both mapping, the accuracy of mapping is guaranteed.

**关键词:** 全站仪; RTK 技术; 地形图测绘; 应用要点

**Keywords:** total station; RTK technology; topographic map mapping; application points

**DOI:** 10.12346/se.v4i2.6498

## 1 引言

在经济推动之下, 中国各项基础设施不断完善。尤其是在进行地形图测绘过程中, 测绘图的时效性要求更高, 在大比例尺地形图测绘时要转变传统测图方式, 使用数字化测图计算机成像。全站仪与 RTK 技术应运而生, 以上两者在使用时灵活选择点位, 大大地减轻人员外业作业负担。传统的 GPS 测绘技术在应用时需要静待观察, 然后进行结算操作。这时会影响测绘效率, 而 RTK 技术在应用时, 离不开载波相位, 载波相位能有效弥补传统 GPS 测量存在的弊端。

全站仪在使用时能够逐个求出平面直角坐标, 实质上两者在应用过程中由于 RTK 技术在使用时溶液受到无线电干扰, 而全站仪在光线较弱的环境中, 测绘精度也会受到影响。在实际操作过程中, 单独使用某一种测量方法, 势必会影响测量工作的精准度, 两者有机融合, 不仅在测量工作上省时省力, 而且使得地形图测绘迈向新的阶段。基于此, 论文重点针对全站仪与 RTK 技术在地形图测绘工作中的作用以及应用要点展开阐述, 以供参考。

## 2 全站仪与 RTK 技术

### 2.1 全站仪

全站式电子测速仪简称为全站仪, 在观测过程中, 主要是运用三角形的光学原理进行观测与放样, 技术人员在对目标区域测定时, 利用三角形进行连接, 并结合投影计算公式, 将所观测到的内容通过投射, 把地面上的三角网转换为投影面上的三角网。根据平面三角形的正弦定理, 计算各个三角形面积, 并估计所有边长之后换算成平面坐标, 再通过已知点的平直角坐标和坐标增量, 可以求得所需要的坐标点。

### 2.2 RTK 技术

RTK 技术在使用时离不开基准站接收机, 基准站接收机通过接收连续的卫星信号, 得到自己所在的坐标点, 使用先进的通信手段发送信号, 把接收机得到的信息传递给移动站。同时, 针对接收来自基站的信号, 将两者的数据进行实时处理, 然后进行基线的计算工作(见图1)。

RTK 技术在实际应用时, 必须做好基础网站的搭建。一是要求将基准台站搭建在已知点上, 此方法要求通过输入坐标信号手动开启基准台站接收机; 二是在基础台站搭建时

【作者简介】房刚(1992-), 男, 中国北京人, 助理工程师, 从事测绘研究。

要求, 在高处任何地点都可以进行信息的接受与发送, 将移动站设在测点附近信息均匀分布的已知控制点上, 利用计算和平差获取坐标点。

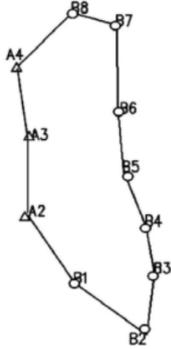


图 1 首级控制网分布图

### 3 全站仪与 RTK 技术在地形图联合测绘工作中的作用

现阶段, RTK 与全站仪联合测绘时, 能显著提高系统的作业效率, 主要是由于两者在运作过程中无需迁站, 作业半径极高, 达到几公里。即使在进行一级 GPS 控制时, 工作人员使用短短几分钟就可以完成操作。比如: 工作人员在进行流动站采集一个碎步点时, 所用的时间仅仅是五秒钟。不仅如此, 在进行精度测绘过程中, 为满足地形图测绘以及控制精度的要求, 系统的平面精度可高达 2~3cm, 地形图测绘过程中使用全站仪与 RTK 技术, 能有效地精简原有的首级计算流程, 在加大数据信息采集速率的同时, 有效地降低系统运作时间, 降低生产成本。RTK 和全站仪联合测量, 更是两者在地形图测绘过程中优势互补的体现。使用此种方式不仅能够解决全站仪水平方向遮挡问题, 而且也会解决 RTK 上方遮挡问题, 这比单独使用某一种技术更为有效, 在极大范围内弥补了两者在作业过程中存在的缺陷。全面提高数据监测的可靠性, 保障地形图测绘工作的应用成果。

### 4 全站仪在地形图测绘工作中的应用要点

#### 4.1 前期准备

众所周知, 在地形图测绘过程中涉及的内容众多, 全站仪在应用前需要做好一系列的准备工作。为了提高测量结果的时效性, 全站仪和 RTK 技术在结合时要做好前期准备, 首先要掌握全站仪测量流程, 人员根据实际情况科学地制定测绘过程, 而后开展测量工作, 加大资料采集、首级控制、测量外业数据测绘、内业数据处理等各项内容。一方面, 在测量工作开展之前, 还要进行实地勘察, 包括地理位置、经纬度、行政区域、地形地貌, 全面提高测量方案的科学性和合理性。另一方面, 人员要确定平面坐标, 加大控制网的布设<sup>[1]</sup>。

#### 4.2 实际应用

实际上, 主要是由于 RTK 技术在使用时接收卫星信号质量不高, 会给后续工作进行带来一定的干扰, 基于此, 可

以借助全站仪进行测量工作。技术人员使用 RTK 技术在区域内建立符合精度要求的低级控制点位, 结合全站仪对区域进行碎部测量, 能有效地弥补 RTK 测量存在的缺陷。比如: 地形特征、点位信息的缺失, 从而提高数据测绘的精准度。目前, 在信息技术的推动之下, 工程测量行业对测绘技术的要求也越来越高, 不管是全站仪还是 RTK 技术, 在使用时均可能会出现一些不足, 比如: 测绘精度受到影响、接收信号差等一系列的问题, 两者的融合能进一步地提高测绘效果, 满足现实的测绘需求。

### 5 RTK 技术在地形图测绘工作中的应用要点

#### 5.1 控制测量

此前, 工作人员在进行观测站点位置选择时, 要以提高数据的精准性为主。RTK 技术在控制测量中的应用不仅能够满足相关参数设置要求, 而且在应用过程中, 观测站的通式要求较低 RTK 技术能够准确地进行系统的定位和测量。此前, 技术人员应用的是 GPS 技术, 该技术的应用, 只是为了接收卫星信号。需要将站点放在视野较为开阔的位置, 周围不能有障碍物, 否则会影响检测结果的精准性<sup>[2]</sup>。

一般情况下, 如果人员使用卫星接收信号, 容易受到周围电磁波的干扰, 导致定位结果不够准确, 尤其是在进行外业测绘过程中, 如果受到电视塔、微波站等因素的干扰, 无法提高测绘结果的精准性, 使用 RTK 流动站可以在控制器中设置项目名称, 建立完善的作业文件。尤其是针对坐标转换参数、投影参数、电台频率等等进行分析, 使用 RTK 的作业模式在进行初始化操作时, 能够在距离基站六千米到八千米的范围以内进行数据采集, 以检核数据为依据。结合三角函数方位角推算原理, 建立曲线、元素转角、距离的解算模型, 为构建三维立体模型奠定强有力的数学依据<sup>[3]</sup>。

#### 5.2 数字化地形图测量

进行数字化地形图测量过程中使用 RTK 技术, 不仅能够有效地减少控制点, 而且还能够改变传统测绘存在的问题, 提高数据的精准度。在应用时, 技术人员只需要将搜集到的相关数据信息, 通过计算机信息系统进行导入, 这时, 计算机数字化软件, 它可以自动生成人员所需的地形图, 使用数字化地形图测量的方式不仅能够减少人力劳动, 而且能够有效提高地形图测绘的自动化和精准化程度, 减少人为误差, 尤其是对于复杂区域, 更是可以使用直接测量的方式。主要由于 RTK 测量并不存在误差积累, 选择点位更加灵活。

#### 5.3 施工放样测量

地形图测绘过程中, 离不开 RTK 技术它和全站仪施工放样测量是不同的。RTK 技术在应用时不必考虑各点位之间的通视性, 这时实际测量精度较高。在应用时受到外界因素的干扰也较小, 在施工放样中, RTK 技术更具较高的应用效果, 技术人员只需要在应用中, 事先布设好点、线等参数, 系统能够自动生成数据, 同时还会有效地显示里程偏移、距离等各类参数, 全面提高放样测量的效率和准确度<sup>[4]</sup>。

## 6 全站仪与 RTK 技术在地形图联合数据采集

在实际的地形图测绘过程中,为了有效地避免误差积累,要遵循先控制后碎步,先整体后局部的原则,根据实际的控制网进行测量,在 RTK 与全站仪联合数据采集过程中要重点围绕控制网测量、碎布测量、内业成图以下三个方面进行分析。

### 6.1 控制网测量

工作人员在进行控制网布设过程中,要结合 GPS 布设一级导线网,每个 GPS 点至少和两个相邻的 GPS 点进行通视。在具体操作过程中,首先需要加大基准站设置,在任意选好的点位上架设好仪器之后使用手簿启动基准站接收机。同时要输入基准站的天线高,进行无线电台的连接。一般情况下,基准站需要架设在中间位置,要远离高压线、电视台等强电磁干扰。其次,在流动站设置过程中在接收机天线侧杆连接完成以后,要分析测量类型、电台配置等。最后在进行数据采集时,要结合目前工程中采集的内容作为地形新征点<sup>[5]</sup>。

### 6.2 碎部测量

使用 RTK 技术进行碎部点,采集过程中需要进行初始化操作。比如:三台流动站同时监测待测点坐标误差不能超过十厘米,碎部点在采集时,为了提高测量点的精准度要每隔一个小时进行检核,同时也可以使用三台流动站统一进行同一测点的互检工作<sup>[6]</sup>。实际上,在碎部测量工作开始之前,技术人员可以结合 RTK 技术进行图根点的采集。在地形图测量时,需要在已知的 GPS 控制点上安装基准站。工作人员在数据采集时,如果出现高大的树木或者是高压线,这时需要使用全站仪进行操作。尤其是全站仪位于图根导线点上,在此层面,可以利用全站仪内部存储器记录相关的观测数据在。菜单模式下选择数据采集文件,同时在进行坐标数据文件观测时还要做好后视点的设置,在以上操作完成以后才能够确定方位<sup>[7]</sup>。

### 6.3 内业成图

通常情况下,在地形图测绘过程中,使用 RTK 软件将得到的碎步点和全站仪记录的数据,及时的传输到计算机系统,数据格式转化为开思软件数据格式。针对草图绘制数字化地形图,为了有效地验证 RTK 图根点的实际精度。在测量工作结束之后,技术人员要对全站仪部分通,试图跟点间的相对位置进行检查,确保图根点误差符合地形图测量规范。在应用过程中图根点,对于最近控制点的平面位置,误差不能高于 10cm。也就表明在进行,RTK 图根控制测量试验中人员要严格地管控测区,控制测量工作。比如:可以在规定范围内布设 10 个 GPS 点组成的 D 级网,结合静态测量的方式进行观测,得到本测区参考椭球面和大地水准面之间的拟合参数,表 1 为 RTK 测点精度统计表。在内业成图阶段,用 RPK 的商用软件将碎步点下载到硬盘中,进行数据的编辑,删除多余或错误点。全站仪在数据采集时可以直接下载到硬盘中,根据外业测量时绘制的草图编辑成图<sup>[8]</sup>。

表 1 RTK 测点精度统计表

点名	坐标较差(cm)		点位较差 d p /cm	高程较差 d H /cm
	d x	d y		
A1	-0.7	3.9	4.0	5.8
A2	1.3	-1.5	1.9	3.0
B1	4.3	0.5	4.3	4.8
B2	0.1	2.2	2.2	3.7
B3	0.3	-1.5	1.5	2.0
II1	0.6	-1.8	1.9	-0.9
II2	1.3	1.1	2.9	1.8
II3	2.1	0.2	2.1	4.1
II4	3.3	1.8	3.8	5.0
II5	3.0	-0.3	3.0	2.3
II6	-0.9	3.8	3.9	-1.9
II7	-1.1	2.3	2.5	3.2
II8	1.7	1.8	2.5	0.8
II9	-0.8	3.3	3.4	4.7
II0	1.2	1.5	1.9	1.5

## 7 结语

RTK 与全站仪的联合使用不仅能够各自发挥自身优势,大大提高测图速度和效益,而且为人员圆满完成任务打下坚实基础。实际上在测图过程中成图仍离不开绘制草图,以方便后续的内业成图。因此工作人员要从相关坐标数据传输着手,可以使用移动站接收机结合无线蓝牙将坐标数据传输到计算机系统中,直接到外业成图内业修改,有效地避免误差问题的出现。时下,在地形图测绘工作中,不管是 RTK 技术、全站仪,还是 GPS 技术逐步成为现代测绘的重中之重,在数字化地形图测绘中的应用也日益广泛。全站仪和 RTK 技术在使用时均有优点和不足,如果将两者割裂开来,无法满足实际的勘察需要,两者联合应用能够为地形图数字化测绘提供简单有效的测量方法,在减轻劳动强度的同时更好地提高测图速度,这对未来测图工作有着极大的裨益。

## 参考文献

- [1] 张家满.全站仪与RTK技术在地形图测绘中的应用探讨[J].建材与装饰,2021,17(22):235-236.
- [2] 郝明.土地测量中全站仪与RTK技术的结合应用[J].科学与财富,2018(30):282.
- [3] 柳丽红.全站仪与RTK技术在地形图测绘中的应用[J].建筑工程技术与设计,2020(21):277.
- [4] 胡巍.地形图测绘中全站仪与RTK技术的有效应用[J].大科技,2021(28):148-149.
- [5] 王天孝.试析GPS-RTK技术与全站仪在工程测绘中的应用[J].工程建设与设计,2020(4):271-272.
- [6] 张天翔.试析GPS-RTK技术与全站仪在工程测绘中的应用[J].百科论坛电子杂志,2020(4):791.
- [7] 冯礼鹏,徐子军,张倩,等.试析GPSRTK技术与全站仪在工程测绘中的应用[J].建材与装饰,2019(31):234-235.
- [8] 曾强.免棱镜全站仪与GPS-RTK技术在大吉山钨业地形测量中的应用[J].北京测绘,2019(2):98-100.