

GPS RTK 技术在工程测量中的应用

王国祥 梅熙

(铁道部第二勘测设计院 四川成都 610031)

[摘要] 本文以 Trimble 4700 GPS 接收机为例介绍了 RTK 作业仪器的配置及应用 RTK 技术进行生产作业的过程。通过实例分析可得知 RTK 技术可广泛应用于各项工程测量中。

[关键词] RTK; 工程测量; 应用

[中图分类号] P228.4 [文献标识码] B [文章编号] 1001-8379(2001)04-0166-02

THE APPLICATION OF GPS RTK TO ENGINEERING SURVEYING

WANG Guo-xiang ,MEI Xi

(The Second Survey and Design Institute Ministry of Railway ,Chengdu 610031 ,China)

Abstract Taking Trimble 4700 GPS receiver as an example ,this paper introduces the instrument configuration and operating process of the RTK technology. From the analysis of the living examples ,we can conclude that the RTK technology can be applied to different kinds of engineering surveying.

Key Words RTK(Real Time Kinematic);Engineering Surveying ;Application

RTK(Real Time Kinematic)技术又称载波相位差分技术 ,是实时处理两个测站载波相位观测量的差分方法 ,它可使实时三维定位精度达到厘米级。常规控制测量如三角测量、导线测量都要求点间通视 ,费时费工 ,而且精度不均匀 ,外业中不能实时知道测量成果和观测精度。GPS 静态、快速静态相对定位测量能够进行各种高精度控制测量 ,它不需要点间通视 ,但是需要进行数据后处理 ,不能进行实时定位并知道定位精度 ,若内业后处理中发现精度不合要求则必须进行返工。而用 RTK 技术进行控制测量既能实时知道定位结果 ,又能实时知道定位精度 ,可大大提高作业效率。

1 实施 GPS RTK 作业的仪器配置

以我院 Trimble 4700 GPS 接收机为例说明。

1.1 GPS RTK 基准站的设置

(1)基准站应安置在天空比较开阔的地方 ,应该能够看到高度角 13° 以上的天空。

(2)基准站的 WGS - 84 坐标的精度好坏对 RTK 测量来说很重要。每 10 米的坐标误差可导致基线每公里 1 毫米的误差。基准站的 WGS - 84 坐标可通过以下方法获得 :

a. 基准站设于 WGS - 84 坐标已知点上 ;

b. 如果测区进行过 GPS 控制测量 ,可以从先前的控制测量中获得 ;

c. 如果知道地方坐标的投影关系及与 WGS - 84 坐标的基准转换参数 ,可输入投影、基准转换参数及地方平面直角坐标 ,Trimble TSC1 控制器可自动转换为 WGS - 84 坐标 ;

d. 利用基准站接收机观测几个小时 ,通过后处理软件求解该点的 WGS - 84 坐标 ;

e. 使用实时单点定位值 ,这个值可能有几十米的误差 ,所以还应进行点校正来减弱这种作法的不利影响。

在我们的实际应用中 ,基准站的 WGS - 84 坐标一般是通过后三种方法获得。在实际工作中 ,我们在进行 RTK 测量前 ,该测区通常已进行了 GPS 控制网观测 ,利用 Trimble Geomatics Office 软件可求取基准转换参数 ,也可利用 GPS survey 软件求得单点定位解。如果该测区没有进行过 GPS 控制网观测 ,我们可通过现场点校正的方法来求取基准转换参数。

(3)基准站的电台采用 TRIMMARK IIe 电台 ,在实时测量开始前 ,必须保证电台天线已和电台相连 ,否则电台会被烧坏。

(4)连接 TSC1 控制器到基准站接收机 ,建立项目、选择坐标系 ,选取测量模式为 Trimble RTK ,选取天线类型、电台类型 ,设置基准坐标 ,选取天线高测量方式。

1.2 GPS RTK 流动站的设置

流动站项目参数的设置与基准站相似 ,不同处在于 :

- (1)流动站的电台采用内置接收电台。
- (2)为了达到厘米级的测量精度 ,流动站在进行测量前要进行初始化 ,初始化的方法有 OTF、已知点、新点三种 ,4700 接收机可采用 OTF 方式 ,即在运动中实现初始化。初始化时要求同步观测到 5 颗及以上卫星 ,当卫星数下降到 4 颗以下时 ,应重新进行初始化。

1.3 野外点校正

(1)GPS 实测的坐标为 WGS - 84 大地坐标系坐标 ,而我们需要的是 1954 年北京坐标系或者地方独立坐标系成果。在静态测量中 ,我们是通过与地方坐标控制点联测 ,并使用后处理软件来求取 WGS - 84 坐标与地方坐标的转换关系 ,进而把 GPS 观测的 WGS - 84 坐标成果转换为地方坐标成果。在 RTK 测量中如果该测区进行过静态控制网测量 ,我们可以直接采用后处理得到的转换关系。如果该测区没有进行过静态控制网测量 ,我们可以采用现场点校正的方法来求解转换关系。

(2)点校正有两种方法 :a. 如果知道基准转换参数和投影 ,TSC1 控制器软件进行点校正去计算水平和竖向改正。因为当使用了基准转换参数后 ,在地方控制点和 GPS 获得的转换坐标间可能还存在小的差别 ,这些差别能够用辅助校正来减小 ,TSC1 控制器使用点校正来计算这些改正 ,它们也就是平面和高程改正。平面改正去掉了地图投影中的尺度误差变形 ,高程改正把地方椭球高转换为正常高。b. 如果不知道投影和基准转换参数 ,定义 No Projection/No datum ,然后说明在点校正后要求网格或者地面坐标 ,当要求地面坐标时 ,必须输入参考高程(测区平均高程)。控制器软件利用提供的控制点计算横轴墨卡托投影和三参数基准转换。参考高程用来计算投影的尺度因子以便地面坐标被计算到这个高程面上。

(3)提供不同的数据时 ,点校正输出项目见表 1。

表 1

投影	基准转换	校正输出
有	有	平面和高程改正
有	无	转换参数 ,平面和高程改正
无	有	横轴墨卡托投影 ,平面和高程改正
无	无	横轴墨卡托投影 ,零基准转换 ,平面和高程改正

(4)校正计算流程见图 1。

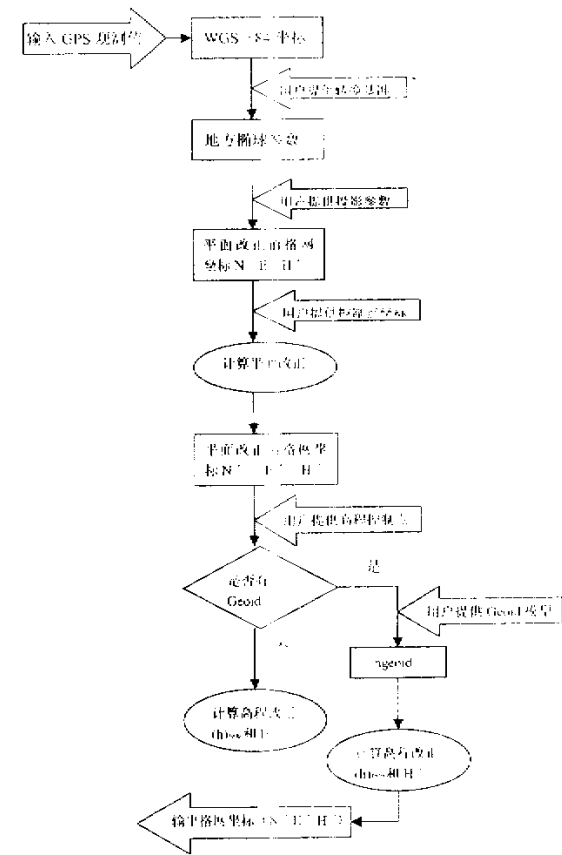


图 1 校正计算流程图

2 GPS RTK 作业过程

2.1 单点测量

- (1)将天线安置在测量杆顶端置于观测点上。
- (2)打开 TSC1 控制器电源 ,在主菜单上选 Survey(测量) ,将光标移至 Trimble RTK 上按回车键 ,再选择 Measure points(测量点)。
- (3)将 Type field 设为 Topo point ,再输入点名 ,代码 ,天线高。

(4)当状态行显示 RTK = Fixed 时 ,按[Measure]键或回车开始观测。观测时间长短与跟踪的卫星数量 ,卫星图形精度 ,观测精度要求有关。当 [Store]功能软键出现时 ,若满足要求按 [Store]键存储观测值 ,否则按 [Esc]放弃观测。

2.2 放样测量

- (1)首先在 TSC1 控制器主菜单 Key in 中输入需放样的点、直线、曲线、边界、道路、横板、备注等

(下转第 171 页)

```
GOTO RETRY1
END IF
IF MagentaVal > 100 OR MagentaVal < 0 THEN
    BEEP
    MESSAGE "品红色值要介于 0 到 100 之间"
    MagentaVal = 0
    GOTO RETRY1
END IF
IF YellowVal > 100 OR YellowVal < 0 THEN
    BEEP
    MESSAGE "黄色值要介于 0 到 100 之间"
    YellowVal = 0
    GOTO RETRY1
```

```
END IF
IF BlackVal > 100 OR BlackVal < 0 THEN
    BEEP
    MESSAGE "黑色值要介于 0 到 100 之间"
    BlackVal = 0
    GOTO RETRY1
END IF
.ApplyUniformFillColor CMYKcolortype ,CyanVal ,MagentaVal ,YellowVal ,BlackVal
END IF
CANCELEXIT1 :
END WITHOBJECT
END SUB
```



(上接第 167 页)

各项施工放样数据或控制要素。其它作业过程与单点测量相似。

(2)当初始化完成后,输入放样点或桩号,按[Start]或[Enter]键。这时在TSC1控制器面板上显示箭头图形及当前位置到被放样点的方位角和水平距离。观测者只需按箭头提示走向放样点。当观测者距放样点的距离小于设定值时,控制器显示屏上出现表示放样点的同心圆及表示天线中心的十字丝图形。当十字丝与圆心重合时,放样结束,这时可按[Measure]键进行该点实测。

3 GPS RTK 作业应用实例与精度分析

RTK 技术在我院得到了广泛的应用,使我们在生产中取得了良好的效率,在此仅介绍两个实例。

3.1 碎部测量

2001 年 1 月我处承接了鹧鸪山隧道工程西洞口 1:500 新增地形图补测工作。由于测区海拔 3500 米,地形非常复杂,植被茂密,通视条件差,若用常规测量方法是不可能在规定时间内完成高精度的测图工作。我们采用了 RTK 技术,共计 4 人(基准站 1 个,流动站 3 个),用了三天时间完成 2.5Km² 的 1:500 地形图测量工作,为整个项目的设计工作顺利完成提供了保证。在测图工作中,我们用 RTK 对部分路线控制桩进行检测(我处已于 2000 年 8 月完成了定测工作)。精度统计如表 2。

表 2

桩号	平面坐标较差		高程较差
	$\Delta X(mm)$	$\Delta Y(mm)$	$\Delta H(mm)$
K4 + 649.4	5	- 10	25
K4 + 700	32	- 8	- 10
K4 + 710	15	- 9	- 17
K4 + 750	9	- 27	31

注:表中较差为 RTK 实测的平面、高程成果与定测时控制桩的平面、高程成果间较差。

以上数据表明:用 GPS RTK 测量能够获得较高精度,完全满足 1:500 地形图测图需求。

3.2 中桩放样

2001 年 3 月洛湛铁路湖南境内某段中桩放样。该项目为改线中桩测量,共计 5 段,最长段为 17 公里,最短段为 8 公里。若用常规测量方法还需敷设 5 条附和导线,按 1 组 5 人,则最少需要 40 个组天。我们采用 RTK 技术,作业中基准站 1 人,流动站 3 人,共用 15 天就完成全部放样工作。在放样中,我们对改线段起终端部分控制桩均进行了复测。经检查,RTK 放样精度能满足《新建铁路工程测量规范》(TB10101 - 99)中中桩放样精度限差要求。

4 结束语

综上所述,RTK 技术较之常规测量有明显优势。RTK 作业观测精度高且误差均匀,可实时知道观测结果和观测精度,作业误差相互独立,不积累,不传递。RTK 作业以其高效率还可广泛应用于航测外控、铁路、公路、电力的勘测设计和施工放样以及石油勘探、水文地质调查等领域。

[参考文献]

- [1] 徐绍铨,张华海,杨志强,王泽民.GPS 测量原理及应用[M].武汉测绘科技大学出版社,2000.
- [2] Trimble Survey Controller Reference Manual (Volume 1, Volume 2). Trimble Navigation Limited,U.S.A.2000.