

# DGPS RTK 技术在高等级公路放样测量中的应用

王真祥 龚起银 杜国元

(长江水利委员会长江口水文水资源勘测局,江苏太仓 215431)

[摘 要] 本文简要介绍了 DGPS RTK 的基本原理和放样作业流程。以实际高等级公路的放样测量为例,介绍了利用该技术进行工程实测的过程。通过对实测数据成果的分析,得出一些有益的结论。

[关键词] DGPS RTK;高等级公路;放样测量;应用

[中图分类号] P258 [文献标识码] B [文章编号] 1001-8379(2002)04-0183-03

## APPLYING DGPS RTK TECHNIQUE IN HIGH - GRADE HIGHWAY STAKE - OUT SURVEY

WANG Zhen-xiang ,GONG Qi-yin ,DU Guo-yuan

(The Survey Bureau of the Hydrology and Water Resources of  
Changjiang Estuary ,Taicang 215431 ,China )

**Abstract :** The basic principle and operation programs of DGPS - RTK technique are introduced briefly. Making factual high - grade highway survey as examples , the whole engineering survey process of using the technique is showed. Some useful conclusions are achieved after the analysis of the observation data.

**Key words :** DGPS - RTK ;high - grade highway ;stake out survey ;application

## 1 前言

随着 GPS 硬件技术的不断更新,定位理论研究的不断深入,误差模型的不断精化,各种应用软件的成功开发使用,GPS 定位的精度、实时性和可靠性都得到了长足的发展与提高。由于整周模糊度的在航解算 AROF(Ambiguity Resolution On The Fly)方法已经成熟,高精度的实时动态差分 DGPS RTK(Real-Time-Kinematic)目前广泛地应用于电力、公路、铁路的勘测设计和施工放样,以及地质石油勘探、大江大河的水文水资源调查等。

在高等级公路的路线放样及中桩测量等工作中,经常会遇到线路途经丘陵、山地、密布的灌木丛或树林等复杂地形地物,有时也会出现设计线路与整列规划成排的居民房屋正交的情况,此时,若采用常规全站仪按极坐标法在实地做三维放测,将面临较严重的通视困难或频繁的转放支点及搬站,并且也难以满足精度要求。由于 DGPS RTK 是基于载波相位观测量进行实时差分的动态定位技术,它能在施测的过程中实时得到三维坐标(平面坐标及高程),且测量精度可达到厘米级,这就使其应用在高等级公路放样测量中成为可能。

## 2 基本原理及作业流程

### 2.1 基本原理

利用 DGPS RTK 进行高等级公路放样测量的基本原理如图 1 所示。

该法在实施放样测量时,架设于已知点上的基准台和测量人员手持的流动台的 GPS 接收机同时接收 5 颗以上的相同 GPS 卫星,且连续接收所有可视 GPS 卫星信号,基准台接收机将测站 WGS - 84 系参考坐标、载波相位观测值、卫星跟踪状态及接收机工作状态形成数据链,通过无线电台实时地发送给流动台,流动台接收机在跟踪 GPS 卫星信号的同时,通过无线电接收设备,接收基准台传输来的观测数据,采用 OTF(On The Fly)方法解求载波相位整周模糊度,并根据相对定位原理,现场实时获得 WGS - 84 系坐标,再根据转换参数及投影方法实时计算出流动台 GPS 信号接收天线的三维坐标及坐标精度指标。

在初始化(即利用 AROF 方法解算出正确的整周模糊度)完成后(此过程利用双频 GPS 接收机一般仅需 1 ~ 2min),流动台测量人员可根据放样软件的提示导引准确地沿着设计线路行进,遇需施测地形地物时,在确认定位精度指标  $Quality \leq$

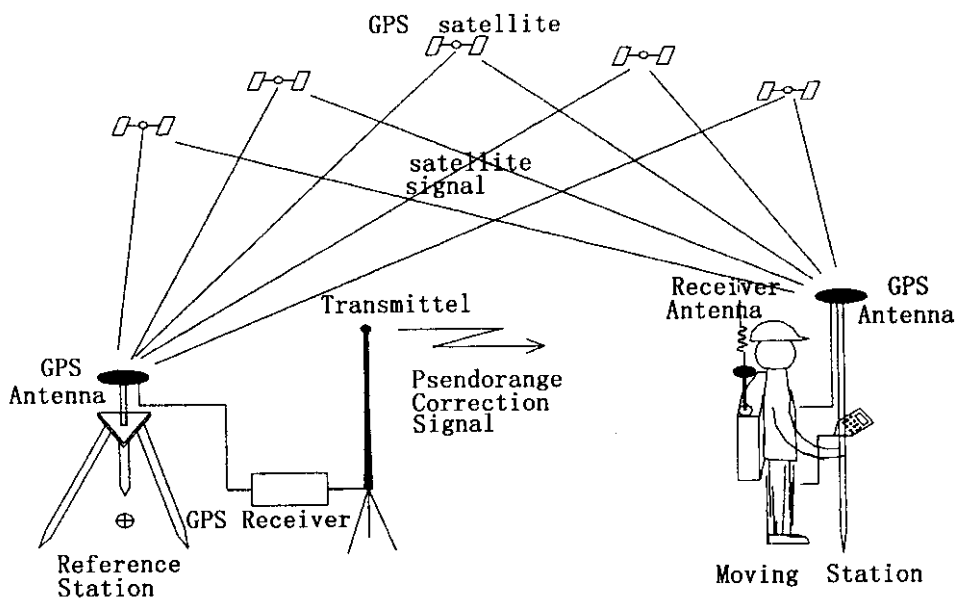


图 1

5cm 后进行施测,并将所测的三维坐标数据及坐标精度指标记录存储。

## 2.2 作业流程

### 2.2.1 收集测区控制点资料

作业前应先收集测区的控制点资料,包括控制点的坐标、等级、中央子午线、坐标系、是常规网还是 GPS 控制网、控制点的地形和位置是否适合作动态 GPS 的参考站。如无可用控制点,尚需布设及测求 GPS 控制网。

### 2.2.2 测区布置及参数设置

在实施放样测量前,应对整个测区进行合理布置,一般应将测区分成若干个测段(测段长不超过 10km),且应使每个测段的控制点较均匀地分布在测段内。同时,还应设置相应系统参数,如定义要求的配置集、数据保存位置、坐标系统、天线类型、限差、卫星高度角等。

### 2.2.3 求出测区转换参数

公路、铁路等线状工程在纵向上有时长达几百公里,在横向上一般却只有几百米,在 GPS 高程转换过程中,若是利用所有控制点建立统一的拟合公式于整个测区,由于线路在某个方向上伸展的范围较大,其高程异常的变化也复杂得多,测区整体拟合精度不会很高。为保证放样成果质量,一般采用分段的方法,即先进行人为分段,把整个测区人为划分成几个较小的测段,对各测段分别求定对应的转换参数。实际作业时,根据控制点的分布情况,选用每个测段内至少三个以上分别有 WGS-84 地心坐标和北京 54 坐标或当地坐标的控制点,由水准网资料可获得选用点的高程,利用系统的相关软件可求解出各测段的七个

(或四个)转换参数。为了得到 RTK 高程,还要求取测段比较准确的高程异常模型。Leica SR530 双频 GPS 接收机设置有专用的坐标转换参数功能,使用的软件为 Leica 一步法。

### 2.2.4 基准站的选定和安置

根据各测段的控制点情况,选择坚实稳定、地势较高、临空面广阔、交通方便的位置作为基准站的架设点。为保证测量精度,基准站一般架设于各测段的中部,在基准站接收机上输入 WGS-84 坐标、各相关参数、天线高、作业名、测站名等。

### 2.2.5 野外放样测量

通过卫星预报,选择最佳观测时间,实测时在流动站要正确输入各项参数及设计线路坐标,并做好初始化工作。对于 Leica SR530 接收机,可利用机内固有的放样模式(Stake-out)直接放测,在施测过程中随时注意系统的工作状态及质量控制因子的变化情况。当质量控制因子 Quality 大于 5cm 时,即认为动态定位的点位质量较差,此时可稍作等待,直至 Quality 小于 5cm 再行施测。

## 3 工程测量实例及精度评价

### 3.1 工程概况

某长江大桥工程,北岸线路穿越 10 多公里的丘陵地带,南岸线路长约 6 公里,跨越两条小河、农田、民房及果林;某高速公路工程,全长 140 多公里,其设计线路大致为南北走向,与途经的村落房舍成排相交。这两个工程的中线放样测量,由于通视条件较差,全部采用 Leica SR530 双频 GPS 接收机来进行。

### 3.2 作业原则与特点

高等级公路的中线放测,最重要的原则是要

保证所放测点均能在设计线路上 ,平面位置误差  
不应超过 5 ~ 10cm ,高程误差不应超过  $\pm 5\text{cm}$ 。

在上述两个工程中 ,设计线路带状区域已有 E  
级或 F 级 GPS 平面控制网 ,各 GPS 点均有不低于  
Ⅳ等的水准高程 ,这就为放样测量提供了设置基  
准站的便利条件。为了求定坐标转换参数 ,在已  
有的 GPS 控制网中选择分布均匀的部分点位 ,采  
用 GPS 静态测量技术测定各点的 WGS - 84 坐标。  
由于放样线路距离较长 ,地势复杂 ,考虑到动态  
GPS 系统数据链的传递及定位精度的要求 ,实际  
求解时将测区分成 5 ~ 10km 的若干测段 ,对每个  
测段利用 Leica 一步法分别求解坐标转换参数。  
具体放样过程中 ,视测段的位置分别架设基准站

表 1 已知 GPS 控制点比测平面点位精度统计表(共 68 点)

点位精度分级(C)	$C\leq 0.01\text{m}$	$0.01 < C\leq 0.03\text{m}$	$0.03 < C\leq 0.05\text{m}$	$0.05\text{m} < C\leq 0.081\text{m}$
已知 GPS 控制点数	13	36	14	5
百分比	19	53	21	7

表 2 已知 GPS 控制点比测高程精度统计表(共 68 点)

点位精度分级(C)	$C\leq 0.02\text{m}$	$0.02 < C\leq 0.05\text{m}$	$0.05\text{m} < C\leq 0.065\text{m}$
已知 GPS 控制点数	33	28	7
百分比	49	41	10

(2) 一致性

表 3 已知 GPS 控制点重复比测坐标较差统计表

GPS 控制点名	坐标较差 $\Delta x(\text{m})$	坐标较差 $\Delta y(\text{m})$	坐标较差 $\Delta z(\text{m})$
NQ06	0.013	0.018	0.012
NQ07	0.003	0.006	0.014
NQ16	0.005	0.007	0.002

表 4 不同流动台比测同一 GPS 控制点坐标较差统计表

GPS 控制点名	坐标较差 $\Delta x(\text{m})$	坐标较差 $\Delta y(\text{m})$	坐标较差 $\Delta z(\text{m})$
F201	0.015	0.013	0.003
F207	0.001	0.002	0.011
F498	0.021	0.001	0.005
F290	0.013	0.020	0.072

从以上比测统计表可以看出 ,RTK 测量的点  
位精度可达厘米级 ,各点位之间不存在误差累积 ,  
满足高等级公路放样测量的精度要求。

4 结束语

DGPS RTK 作为一项新技术 ,随着 OTF 等解算  
方法的成熟已逐渐为测量界所接受 ,并已在各种  
工程测量中得到广泛应用。作者相信 ,RTK 技术  
在道路初测、定测及施工测量等领域将发挥巨大  
的作用 ,将给现行的道路勘测手段及规范带来变  
革。通过在一系列工程中的实际应用 ,可以认为 :

(1)该法应用于高等级公路放样测量 ,其定位  
精度可达到厘米级 ,完全能够满足规范要求。

(2)该法在施测过程中 ,能实时检验质量控制  
指标 ,因而能实时提供经检验的成果资料 ,大大提

及输入对应的坐标转换参数 ,流动站接收机输入  
与基准站相同的转换参数 ,在整周模糊度解算成  
功后 ,沿设计线路对地形地貌逐一放测 ,并实时注  
意质量控制因子的变化情况。

3.3 放样结果的精度评估

RTK 放样结果的精度 ,除受基准站点位精度  
影响外 ,还受模糊度解算误差、坐标系统转换误  
差、GPS 天线对中误差等的影响 ,因而在上述两个  
工程的实际放样工作中 ,流动台在放样施测的同  
时 ,随时对沿线的已知 GPS 控制点进行比测 ,比测  
情况如下 :

(1)定位精度

高了生产效率。

(3)在困难地区尤其是采用常规全站仪放测  
极不方便且难以保证精度的地区 ,使用该法是非  
常有利的。

致谢 本文在撰写过程中得到长江水利委员  
会长江口水文水资源勘测局周丰年副总工程师的  
热情指导与帮助 ,在此表示感谢。

[参考文献]

[1] 刘基余 ,李征航 ,等 .全球定位系统原理及其应  
用 [M].北京 :测绘出版社 ,1993.  
[2] 徐绍铨 ,张华海 ,等 .GPS 测量原理及应用 [M].武汉 :  
武汉测绘科技大学出版社 ,1998.  
[3] 陈小明 .GPS 动态定位的理论与实践 [D].武汉 :武汉  
测绘科技大学 ,1997.  
[4] 公路勘测规范 [S].