

# 浅谈网络 RTK 在 GNSS 测量中的应用

## Discussion on the Application of Network RTK in GNSS Measurement

许继锋

Jifeng Xu

中国电建市政建设集团有限公司 中国·天津 300384

Power Construction Corporation of China Municipal Construction Group Co., Ltd., Tianjin, 300384, China

**摘要:** 随着科学技术的发展,网络通讯技术推动了测绘的不断进步,网络 RTK 的应用,使测绘技术有一个新的飞跃。为了克服单基站 RTK 技术作业距离有限的缺陷,在 20 世纪 90 年代中期,出现了网络 RTK 技术。在现实测量中,网络 RTK 因为地域的原因,海外的大部分区域的网络信号有很大可能在网络 RTK 设置中无法识别。论文结合千寻位置在地形测量的应用实例,介绍千寻位置进行地形测量在整个测区提供厘米级精度成果,用 Wi-Fi 信号连接网络 RTK 在海外地形测量的应用实例,介绍 Wi-Fi 信号在网络 RTK 中的运用。

**Abstract:** With the development of science and technology, network communication technology has promoted the continuous progress of surveying and mapping. The application of network RTK has made another new leap in surveying and mapping technology. In order to overcome the limitation of limited operating distance of single base station RTK technology, network RTK technology emerged in the mid-1990s. In real-world measurements, due to geographical reasons, network RTK signals in most overseas regions are likely to be unrecognizable in network RTK settings. This paper combines the application example of Qianxun position in terrain measurement to introduce the centimeter level accuracy results provided by Qianxun position in the entire survey area. The application example of using Wi-Fi signal to connect network RTK in overseas terrain measurement is introduced, and the application of Wi-Fi signal in network RTK is also introduced.

**关键词:** 网络 RTK; 千寻位置; Wi-Fi 信号; 海外测量

**Keywords:** network RTK; Qianxun position; Wi-Fi signal; overseas measurement

**DOI:** 10.12346/etr.v5i7.8299

## 1 引言

网络 RTK 的投入运用,在各地各行业测绘中发挥了很大作用。目前网络 RTK 已经应用到了大比例尺数字化地形测量,工程测量、地下管网测量、测绘质量监督、城市测量、施工放样和 GIS 数据采集等领域。现分别就网络 RTK 千寻位置在数字化地形图测量中布设首级控制和图根控制、地形图测量的应用进行阐述;WI-FI 信号在中海达 GNSS 接收机中的设置,网络 RTK 在工程测量中图根控制、地形图测量和无人机航测像控点布设的应用进行阐述。

## 2 什么是网络 RTK

网络 RTK 的基本原理是在一个较大的区域内稀疏地、较均匀地布设多个基准站,构成一个基准站网,借鉴广域

差分 GNSS 和具有多个基准站的局域差分 GNSS 中的基本原理和方法来设法消除或削弱各种系统误差的影响,获得高精度的定位结果。在网络 RTK 技术中,线性衰减的单个 GNSS 误差模型被区域型的 GNSS 网络误差模型所取代,用多个基准站组成的 GNSS 网络来估计一个地区的 GNSS 误差模型,并为网络覆盖地区的用户提供校正数据<sup>[1]</sup>。

## 3 网络 RTK 的优势

### 3.1 常规 RTK 的缺陷

①单一参考站的作业距离有限,有效通讯工作距离受发射功率和天线高度的限制。点位安全性不够,尤其是做的一些临时参考站点容易遭到破坏;

②建立参考站时本身含有潜在的粗差,当施工区域较大

【作者简介】许继锋(1986-),男,中国内蒙古通辽人,本科,工程师,从事测绘技术研究。

时，无法一次性在整个测区选择高精度的控制点进行检核校对，分多次进行检核校对，会使整个施工区不在同一个控制坐标系里，无法达到整个施工区域控制系统的统一性。

### 3.2 网络 RTK 的优势

与传统的 RTK 作业相比，网络 RTK 具有作用范围广、精度高等如下众多优点：

①提供稳定、统一的参考坐标系给整个施工区域，不必考虑基站假设的位置离工作区域的远近，达到更安全更方便的效果；

②使用网络 RTK 系统后，外出作业不需携带外挂电台、电瓶、连接天线等设备，使得外出作业从繁重的设备中解脱出来；

③传统的 RTK 技术中，采用数传电台作为差分信号的载体，受无线电技术的束缚，作业的距离有限，而网络 RTK 系统则摆脱了无线电技术的束缚，采用因特网、GPRS 和 CDMA 作为差分信号传输的载体，借用成熟的网络和移动通讯技术，使差分信号的传输再无距离的限制，充分发挥出 RTK 技术的效能。

## 4 什么是千寻位置

千寻位置网络有限公司以“互联网+位置(北斗)”为理念，通过北斗地基增强全国一张网的整合与建设，基于卫星定位、云计算和大数据技术，构建位置服务开放平台，提供米级至厘米级的高精准位置服务，以满足国家、行业、大众市场对精准位置服务的需求。千寻位置背后有线下的地基系统建设。据悉，目前千寻已部署了 17 个省的厘米级服务，预计年底将完成全部 1200 个卫星导航参考站的建设，最终将对外提供千万级客户同时在线的服务能力，这将是最大地基增强系统运营商。而此前其他服务商仅能做到 200 个基站规模，并发服务能力更是没有超过 1 万。

千寻位置 -FindCM (厘米级高精度定位服务)，是千寻位置的一个高精度产品。它基于 RTK 的差分定位原理，依托遍布全国的卫星定位地基增强站，融合各类定位技术，以互联网的方式提供 7×24 小时高可用差分播发服务，面向全国 29 省市范围各类终端和应用系统，提供厘米级精度的位置纠偏数据服务。高密度、高稳定性、高承载能力的地基增强站，形成一张覆盖全国的地基增强网，未来能够支持全国任意位置上对高精定位的需求。

## 5 千寻位置的应用

测区位于安徽省安庆市怀宁县，为 S238 怀宁段公路改建工程的一期工程，根据初步设计批复，项目起于合九铁路安庆支线平改立交立交桥西侧桥头，终点位于黄墩镇与三桥镇之间的 G318；两条连接线分别为金拱连接线和秀山至公岭连接线。金拱连接线起点接现状老 S209 利用石碑大道，终点与 G206 相交，路线全长约 8.17km；秀山一公岭连接线起点位于秀山乡，终点位于公岭镇，接 X021，路线全长约 4~6km。

### 5.1 坐标系

根据已有文件，测区采用 1980 西安坐标系，中央子午线为 117°。高程基准采用 1985 国家高程基准。

### 5.2 运用千寻位置进行地形测量

根据千寻位置操作系统配置流程申请账号并 GPS 流动站连接成功后，根据测区内现有的已知控制点情况，选择保存完好、能覆盖整个测区的均匀分布的八个点进行点校验，求解测区的转换参数、平面和高程的收敛精度以及流动站与参考站的通讯，并检查部分已知控制点，当检核在设计限差要求范围内时。方可开始 RTK 测量。六个校正点分别为 E004、E005、E014、E015、E030、E039。其中对保护好的控制点进行检测，检测结果见表 1。

表 1 检测结果

	已知控制点坐标			千寻位置检测控制点坐标			差值		
	X	Y	Z	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
E004	481758.85	3400807.277	24.681	481758.849	3400807.287	24.667	0.001	-0.01	0.014
E005	481016.138	3400666.626	35.254	481016.15	3400666.636	35.234	-0.012	-0.01	0.02
E007	480994.658	3400001.215	33.622	480994.647	3400001.213	33.629	0.011	0.002	-0.007
E010	480727.57	3398921.784	17.24	480727.59	3398921.778	17.25	-0.02	0.006	-0.01
E011	479912.213	3398405.854	26.662	479912.221	3398405.845	26.656	-0.008	0.009	0.006
E014	479312.085	3397920.549	34.485	479312.085	3397920.551	34.469	0	-0.002	0.016
E015	478967.26	3397566.172	33.153	478967.246	3397566.154	33.15	0.014	0.018	0.003
E018	478415.734	3397188.051	18.114	478415.734	3397188.058	18.134	0	-0.007	-0.02
E023	477752.181	3395461.507	26.08	477752.174	3395461.498	26.067	0.007	0.009	0.013
E024	477234.875	3395367.314	24.801	477234.865	3395367.325	24.801	0.01	-0.011	0
E030	476489.814	3393288.712	49.465	476489.831	3393288.714	49.483	-0.017	-0.002	-0.018
E031	476020.169	3392894.37	49.9	476020.15	3392894.368	49.917	0.019	0.002	-0.017
E032	475502.886	3392837.937	44.629	475502.902	3392837.937	44.629	-0.016	0	0
E033	475812.033	3392422.343	43.706	475812.028	3392422.328	43.725	0.005	0.015	-0.019
E039	473972.725	3390461.76	35.051	473972.719	3390461.766	35.063	0.006	-0.006	-0.012

通过对千寻位置 RTK 测量点的精度统计分析, 我们不难看出此次测量网络 RTK 点完全符合要求, 达到了测量精度, 平面值、高程值与真实值的差精度均在 2.0cm 以内。

在测区范围内根据实际情况及测量要求, 采集地物及地貌点, 用来绘制 1 : 500 地形图。测绘区域为道路征地红线外 7 米左右以内的区域, 测量人员分组进行工作, 每两个人一小组, 一人负责画草图, 一人负责碎步点采集。画草图要求清晰详尽, 保证内业很容易地画图。采集者要尽量采集到所有地形变化处及地物, 防止漏测。地形图图示应采用现行国家标准 GB/T7929《1 : 500 1 : 1000 1 : 2000 地形图图式》。每日采集的野外测量点内业都及时的处理好数据, 使内外业同时进行, 从而提高工作效率<sup>[2]</sup>。

### 5.3 CORS 网络 RTK 的测量精度

CORS 系统目前采用的是虚拟参考站技术 VRS 系统集成 GPS、无线网络通信、计算机网络管理技术。VRS 由 GPS 固定基准站系统、数据传输系统、GPS 网络控制中心、数据播发系统、用户五部分构成。相对于传统 GPS-RTK 来说, 精度有了很大的提升。由于传统 GPS-RTK 的定位精度和可靠性会随着流动站与基准站之间距离的增加而降低。基线距离小于 10km 时, 可以达到厘米级精度, 但是当基线大于 20km 以后, 定位精度降低至分米级, 且系统的初始化时间大大增加; 当距离大于 60km 后, 实时定位功能基本丧失, 无法进行初始化。常规 RTK 还有一个定位精度和可靠性分布不均匀的缺陷, 随着基线距离增加, 精度和可靠性会降低。经精度测试已证明, 使用网络 RTK, 参考站间距为 70km, 流动站与距离最近的参考站 32 距离为千米时, 其定位精度在平面可达 1~3cm, 垂直可达 3~5cm, 且在 CORS 系统所能覆盖的范围内精度分布均匀, 该精度足以和常规 RTK 测量中基线间距为 2km 的情况相媲美。

理论和实践都已无数次证明 CORS 系统在精度方面的优越性, 这是因为 CORS 系统有较好的数据处理模型, 以及完善的数据监控系统, 可以有效地消除系统误差和周跳, 增强差分作业的可靠性, 消除或削弱各种系统误差的影响。通过比较常规 RTK 和 CORS 的误差处理方法, 可以发现, CORS 模式下的数据成果精度要高于常规 RTK, 且精度分布均匀。对于常规 RTK 来说, 卫星钟差及轨道误差是通过钟差模型改正后, 利用同步观测值差分的方法消除, 而 CORS 方式则通过同步观测值求差来解决。由于 CORS 中流动站与 VRS 站基线短, 其消除轨道误差的有效性比较明显; 常规 RTK 处理对流层、电离层误差时通过电离层残差影响的模型化法来解决, 但是它的能力有限, 一般限于两站之间, 而 CORS 方式 RTK 则允许服务器整个网络的信息来计算电离层和对流层的复杂模型, 没有太大限制; 常规 RTK 在解算接收设备相关误差时, 模糊度解算较慢, 而 CORS 则能准确而快速地解算模糊度, 主要体现在初始化快。

并且与常规 RTK 动态定位技术相比, 网络 RTK 技术采

用误差逐项改正、集中计算、通过用户数据中心集中发布的方法, 突破了常规 RTK 作业系统分散、相互独立、临时性基准站频繁设置、有效范围小、精度随距离增大而迅速降低等问题, 可向大量用户同时提供高精度、高可靠性、实时的定位信息。

千寻位置是网络 GPS 的一种, 千寻位置的优越性在于千寻位置的造价极低。根据以往使用 COS 使用费的经历, 一般开通 CORS 使用权限一个月的费用分地区在 1 万到 5 万不等。而使用千寻位置为 300 元, 如果对于小型项目, 工期在半个月左右能完工的话, 可以选择试用账号, 不需要任何费用, 大大降低了投入成本。

千寻位置账号申请非常方便。一个账号申请通过网络提交、通过验证、账号申请等一系列程序。拿到账号大概 10 分钟, 比 CORS 网络账号申请从程序到时间能节省很多<sup>[3]</sup>。

## 6 Wi-Fi 信号改变网络 RTK 在海外测量的局限性

### 6.1 海外测量现状

海外测量因为受到区域性限制, 大部分国家的网络模式无法确定, 比如网络的接入点、APN、端口、密码等, 即便这些得以确定, 但网络模式因为网络供应商信息无法被 GNSS 接收机识别, 也无法进行测量工作。所以某公司海外大部分工程依然使用单一参考站的模式进行测量工作。

### 6.2 Wi-Fi 信号在网络 RTK 中的使用

为了改变海外测量的现状, 使测量工作更便捷, 与时俱进, 应用更先进的测量技术, 开发测量设备中更优秀的功能。现以中海达 V90-GNSS 为例, 将 Wi-Fi 信号在网络 RTK 中的应用设置步骤介绍如下:

手机开热点, GNSS 手簿连接手机网络。

设置基准站: 将 GNSS 手簿与接收机连接, 打开基准站界面, 打开数据链, 数据链选择内置网络, 网络模式选择 Wi-Fi。服务器选择 ZHD, IP 地址选择 218.255.188.30 (中国香港服务器), 如果此服务器不能顺利连接, 也可以尝试其他国内服务器。端口输入 9000, 分组号输入七位数字: 四位数字 + 三位数 (小于 255), 模仿国内地方区号 + 三位数, 小组号输入小于后三位数字的数字。比如分组号为 0234230, 小组号输入 220。输入好后, 点击设置按钮, 基准站设置完毕。

设置移动站: 设置移动站的手簿连接手机 Wi-Fi 信号, 打开移动站, 数据链选择手簿差分, 服务器、IP、端口分组号、小组号与基准站设置一致, 点击设置按钮, 移动站设置完成。

通过这些设置, 将海外无法使用的网络信号源转化为可以被 GNSS 接收机识别的 Wi-Fi 信号, 网络 RTK 的便可以在海外使用了。设置看似简单, 但是给我们公司所有工程的测量工作带来的方便、便捷和经济效益从长远角度看是无法估计的。