



RTK断点续测原理及室内卫星定位

唐有国

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: RTK断点续测是近一两年新开发成功的一项GPS测量定位技术,它在RTK测量时流动站暂时丢失基准站差分改正信息的情况下,在几分钟内仍能继续进行高精度的RTK测量,这一技术在横向障碍物较多的测区、基准站信号断断续续的情况下尤其有用,能大大提高RTK测量作业的工作效率。介绍该技术的基本原理,并探讨开发一种室内卫星定位技术的可能性,为更先进的卫星定位方法提出建议。

关键词: RTK; RTX; 断点续测; 惯性定位; 陀螺仪; 卫惯定位

中图分类号: P 22.8

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)02-0046-03

Principle of xFill RTK and satellite-indoor-positioning

TANG You-guo

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: XFill RTK technology is a new GPS-positioning method which was developed in the last two years. It extends RTK positioning for several minutes when the RTK correction stream from the base station is not available. In the area with a lot of horizontal obstructions and the radio signal from the base station is not continuous, this technology will improve the efficiency of the fieldwork. This paper introduces the principle of this technology and discusses a more advanced positioning method which can position indoor by satellite positioning system.

Key words: RTK; RTX; xFill RTK; inertial positioning; gyroscope; satellitic-inertial positioning

在进行RTK测量的时候,有时会因为流动台收不到基准站电台信号而无法获得固定解,这往往造成因为一两个碎部点无法测量而浪费大量时间,严重降低工作效率。

为了克服这个困难,国内外很多测绘专家多年来一直在努力探求,并且已获得巨大进展,最近已经得以应用。某GPS制造商成功开发出一种被称为“RTK断点续测”的新型精密GPS定位技术,并且应用到某些型号的仪器上。以该技术作为支撑,当RTK测量时流动站暂时丢失基准站差分改正信息时,在几分钟内流动站仍能继续进行高精度的测量,这一技术在横向障碍物较多的测区、基准站信号断断续续的情况下尤其有用,能大大提高RTK测量作业的工作效率。

目前得以应用的RTK断点测量技术是得益于一种称为RTX的技术,所以RTK断点测量技术实际上是传统RTK技术与RTX技术的结合,而RTX是可以其他先进的技术进行替换的,比如惯性定位技术。

1 RTK断点续测的原理及注意事项

1.1 传统的RTK定位技术

传统RTK定位技术的理论基础是相对定位,利用在相距较近的2台接收机所受到的误差影响非常接近的特性,在已知点上建立基准站,用于解算得到某一时刻的相关改正数据,把这些数据(差分改正数)通过电台或者互联网实时地发送到流动站上。流动站结合与基准站同步观测的GPS

收稿日期: 2013-11-12

作者简介: 唐有国(1970—),男,高级工程师,主要从事港口工程测量及技术管理工作。

卫星数据及来自基准站的差分改正数，消除或削弱卫星轨道根数误差、卫星钟差及其它系统误差的影响，从而使流动站获得厘米级的高精度坐标。其基本组成如图1^[1]所示。

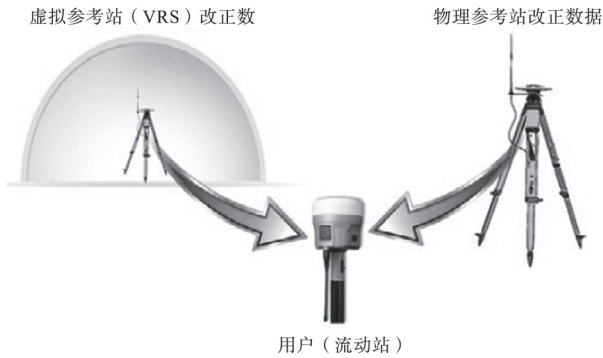


图1 传统RTK定位

1.2 RTX技术

RTX (Real Time Extended)，即实时差分扩展。该技术是在全球范围内，建立一定数量的、分布较好的GPS卫星监测站(观测站)，各观测站连续不断地进行GPS观测，然后通过互联网把数据传送到数据处理中心，由该处理中心计算出精密的卫星轨道参数、卫星钟差及其它系统误差，然后通过互联网发送或L波段卫星播发给定位用户(流动站)，从而高精度地解算出用户的位置，可见，这种技术的本质是采用精密单点定位技术进行定位的^[2]，RTX可用于事后处理^[3]也可以实现实时的精密单点定位。RTX技术的总体架构见图2^[1]。

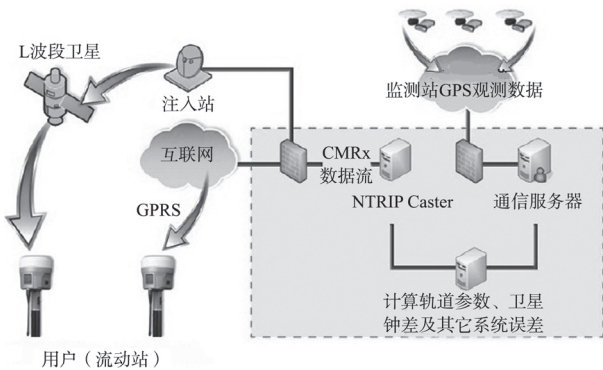


图2 RTX技术基础架构

1.3 RTK断点续测原理

目前RTX技术并没有提供独立的测量级定位服务，其中可能存在技术原因，但笔者认为更多

的是出于商业因素考虑。不过某公司现已提供结合传统的RTK技术及RTX技术的精密定位服务，并将其定义为RTK断点续测(xFill RTK)。

其基本原理是：流动站同时接收传统的RTK差分改正数(这些改正数可以来自单个物理参考站，也就是测量员非常熟悉的自行建立的基准站，也可以是来自网络的虚拟参考站，如图1所示)及RTX数据流，当能够正常接收来自基准站的差分数据时，流动站采用传统的RTK方式进行定位，而当由于某种原因，流动站无法接收到基准站的差分数据时，它马上(基本没有延迟)切换到采用RTX的数据流进行定位，这样只要流动站能正常接收到GPS卫星及L波段卫星数据，就能在自基准站数据中断后的较短一段时间内，仍然保持足够的定位精度，就目前来说，一般在基准站中断5 min内，流动站的定位精度仍达到10 cm级，如果定位精度要求不高，还可以延长(但是有些数据采集软件会设置成5 min后终止定位)，定位精度与时间的大致关系如下^[1]：

$$\delta P = \delta P_{RTK} + 10T \quad (1)$$

$$\delta H = \delta H_{RTK} + 20T \quad (2)$$

式中： δP ， δH 分别为基准站信号中断后流动站的平面、高程定位精度； δP_{RTK} ， δH_{RTK} 分别为基准站信号中断前那一刻的平面及高程精度； T 为基准站信号中断后经历的时间，以分钟为单位。

由于采用该技术需要接收及处理来自L波段卫星的数据，所以用户现有的接收机及软件已经不适用，需要购买新的设备。另外，因为该技术需要投资巨大的系统支持，所以目前不是所有仪器厂家都能推出采用该技术的设备，但笔者相信，在不久的将来，各厂家通过达成一定协议之后，这一技术就可以实现共享了。

1.4 采用断点续测技术的注意事项

目前的RTK断点技术，可用于任何坐标系的测量，但是由于RTX技术是基于ITRF08的，为了保证最佳性能，在建立基准站时，要求基准站的WGS84坐标精度相对高些^[1]，一般应在1 m之内，所以建站时，用点击“此处”的方法临时测量基准站的WGS84坐标已经不可行(除非接收机具备

接收SBAS信号的功能)，建议采用以下方法之一获取基准站较精确的WGS84坐标：1)从相关部门直接索取该点足够精度的WGS84坐标；2)采用静态精密单点定位技术。该方法需采用双频接收机进行观测，观测30 min以上就可以达到亚米级精度，如果观测6 h以上可获得几厘米的精度；3)采用具备接收及处理SBAS卫星信号的接收机，启用该功能后，单历元的观测精度便可达亚米到米级。

2 室内卫星定位

2.1 卫星定位技术的缺陷

卫星定位系统因其使用方便、精度高等特点，目前在各个领域使用甚广，但是它有一个严重缺陷（不管是GPS，GLONASS，北斗，还是GALILEO），就是在天空视野不好的情况下定位不佳，对于室内定位它更是无能为力。

因此，介绍另一种定位技术——惯性定位，使得卫星定位仪的工作范围延伸至室内。

2.2 惯性定位（导航）技术

2.2.1 惯性导航的历史

惯性定位技术的应用比卫星定位技术早得多，不过最初多用在精度要求不高的导航上。早在1942年，德国就把该技术用于V-2火箭上，1954年惯性导航系统在飞机上试飞成功。1958年，“鲟鱼”号潜艇依靠惯性导航穿过北极在冰下航行21 d。中国从1956年开始研制惯性导航系统，此后也在卫星、导弹发射等方面广泛应用。惯性导航技术目前仍为航天、航海、军事上的重要的导航手段。目前惯性定位设备日益小型化、低成本化，美国已研制成功体积仅为8 mm³的微型惯性定位仪。

2.2.2 惯性定位原理

惯性定位是依据牛顿惯性原理，利用惯性元件（加速度计）来测量运载体本身的加速度，经过积分和运算得到速度和位置^[2]。

惯性定位仪的主要部件是陀螺仪及加速度仪。一般情况下，每个定位仪都有3个陀螺仪及3个加速度仪。3个自由度陀螺仪用来测量飞行器的3个转动运动，3个加速度计用来测量飞行器的

3个平移运动的加速度。根据这些陀螺仪和加速度仪测量的数据，积分求得3个坐标增量，再结合被定位物体的初始坐标，便可推算出其瞬时位置。

2.2.3 惯性定位的优缺点

1) 优点。

①不依赖于任何外部信息，不受外界电磁干扰的影响^[3]；②可全天候、全时间地工作于空中、地球表面乃至水下，显然也可以在室内工作；③能提供位置、速度、航向和姿态角数据；④数据更新率高、短期精度和稳定性好，短时间的相对精度优于卫星定位精度。

2) 缺点。

①由于导航信息经过积分而产生，定位误差随时间而增大，长时间定位精度差；②每次使用之前需要较长的初始对准时间；③设备的价格较昂贵；④不能给出时间信息。

2.3 卫星-惯性组合定位系统

对比卫星定位及惯性定位的优缺点，发现这两种定位技术在许多方面是互补的，因而完全可以将其组合起来，建立一套新型的定位系统——卫惯定位系统。

国内外关于卫星与惯性的组合导航研究很多，例如GPS/INS组合导航，GPS/GLONASS/INS组合导航等，而且相关设备已经在航天、航空、航海、武器等方面应用多年，特别是在武器上的应用尤为广泛，但是，由于诸多因素的影响，应用在测绘领域的卫星-惯性定位设备尚未问世，使这样的卫惯定位系统得以实现的关键是惯性定位仪必须小型化，低成本化，而这一点目前已基本解决。

笔者参考用于导航的卫星/惯性导航设备的原理，构思了一套用于测量的卫惯定位系统，它采用卫星/惯性导航组合中最为简单的组合方式——松散综合^[3]，基本逻辑关系如图3所示。

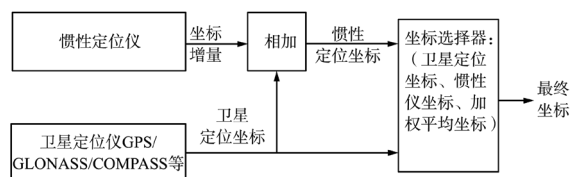


图3 卫惯定位仪逻辑关系