

GNSS-RTK 控制测量中应用及精度分析

高明杰 (山西省煤炭工业厅煤炭资源地质局, 山西 太原 030045)

赵丽蓉 (山西水利职业技术学院, 山西 太原 045000)

摘要: 全球导航卫星系统技术 (GNSS) 应用领域越来越广泛, 立足于 GNSS 的网络 RTK 和 GNSS-RTK 在各类高精度定位当中的应用也越加普遍, 能够获得较高水平的定位精度。本文将对 GNSS-RTK 技术的应用原理、控制测量中的应用分析和精度分析进行阐述, 结合现阶段 GNSS-RTK 发展的具体状况, 以此来说明影响 GNSS-RTK 测量精度的因素, 为相关行业发展提供理论借鉴。

关键词: GNSS-RTK; 控制测量; 应用情况; 精度分析

0 引言

GNSS-RTK 技术以其高水平的测量精确程度、运算速度快捷、全天候运行的优势在多个领域发挥着重要的作用。常规化的 GNSS 在静态测量、准动态方法运用于外业测量方面中不能明确掌握定位精度, 但是通过 GNSS-RTK 便能够促使所获得的数据符合内业处理的要求, 同时还能够明确观测的质量和效果, 有效提升作业的效率。在城市道路控制测量、地质测量、摄影遥感测量中, GNSS-RTK 的高效应用, 能够减少人工作业难度、节省工程投入的费用, 同时还能够简化工作的程序。

1 GNSS-RTK 技术的应用原理分析

GNSS-RTK 定位技术是在立足于载波相位观测值的基础上发展而来的实时动态定位技术, 这项技术以其实时性、准确性、高效性、操作性、简便性等多项优势在测量领域具有广泛的应用前景。在工程测绘、道路放线、坐标点定位等多个方面发挥着重要的作用。其主要功能是将测站点在所确定的坐标系中的三维定位的信息数据呈现出来, 精度达到厘米级。同时在 RTK 技术操作模式的构建下, 基准站可利用数据链将观测到的数值和测站坐标的具体信息传输到流动站。流动站再将采集到的 GNSS 的卫星数据、利用数据链收集到的基准站的信息, 对整周模糊度未知数进行实时解算, 同时还对流动站的实时精度和地心坐标数值进行计算。这样就能够准确获知监测基准站和流动站所观测到的成果的实际质量情况和解算结果的收敛状况, 甄别判定解算结果呈现出来的实时精度。

利用卫星持续发送的与自身星历参数和时间信息相关的数值, 接收者在获得这些信息之后, 就能够开始着手计算并且呈现出接收机当中的具体三维位置信息、三维方向信息、运动速度的量值和时间信息。

2 GNSS-RTK 控制测量中应用及精度的分析

2.1 GNSS-RTK 平面控制点坐标测量

在进行 GNSS-RTK 控制点坐标的测量操作时, 需要通过流动站的建立来将卫星观测的数据进行采集, 同时

还需要利用数据链来获取基准站的数据信息, 从而促使系统能够生成差分观测值实时进行处理。坐标转换方法的应用则能够将观测到的地心坐标经过转换成为已经被指定的坐标系当中的平面坐标。这些转换参数在获取的时候, 能够直接利用明确的参数。假设已知参数信息缺乏, 还能通过手动计算来获取。此外, 地心坐标系和参心坐标系在进行参数转换的求解过程中, 需要应用不少于 3 点的高等级起算点等两套坐标系成果, 并且应选择分布均匀的起算点, 同时还具备整个测区的控制性能。在进行转换工作的时候还要依据测区的具体范围和分布情况, 检验起算点的可靠性, 构建科学合理的数学模式, 用多种点的组合方式设计优化方案。

2.2 GNSS-RTK 平面控制点坐标测量基准站技术分析

第一, 基准站在设立的时候需要考虑使用的时间, 如果经常投入使用, 需埋设具有强制对中功能的观测墩, 并且应在高一级的控制点上方进行基准站设置。在利用电台对数据进行传输时, 基准站的设置区域应该选在与测区相对较高的地方。在利用移动通信对数据进行传输时, 则需要将基准站设置在能够正常接收信号的测区位置。第二, 在利用无线电台应用通信的方法的时候, 需要依据已经约定好的工作频率做好数据链的设置, 以此来解决串频的问题。在设置随机酸碱中应该正确选取相匹配的电台类型、电台频率、仪器类型、天线类型、数据传输端口、蓝牙连接端口。同时基准站的坐标信息、数据单位、投影参数、尺度因子以及接收机天线等参数应做到设置精确。

2.3 GNSS-RTK 平面控制点坐标测量流动站技术分析

第一, 需要保障应用网络 RTK 技术进行测量的流动站获得当前系统服务的有效授权。同时是必须在 CORS 网的服务范围内开展测量工作, 并能够通过数据和服务控制中心实现两者之间的通信。第二, 流动站的测量参数设置应与该区域的转换参数、平面以及高程的收敛精度相适应, 同时还应与基准站实现通信功能。应用网络 RTK 技术的流动站设置应避免设置在相对隐蔽的地带、

成片水域以及容易遭到强电磁波干扰的观测区域。在观测开始前应做好仪器的初始化准备工作，获得固定解。如果出现固定解长时间无法取得，则要考虑将通信链路断开并重新进行初始化的操作。第三，每一次观测时都需要将流动站重新进行初始化的操作，同时在其作业的过程当中，假设发生卫星信号失锁的情况，则需要再次进行初始化工作，并需要通过重合点的测量来检查其是否合格，只有检测合格才能进行下一步操作。

2.4 RTK 高程控制点的测量

RTK 高程控制点的埋设位置一般要求与 RTK 的平面控制点同步，标石的位置可以重合。RTK 控制点高程在进行测定作业的时候，是利用流动站所测得大地高的数值减掉流动站的高程异常来获取的。在这其中，流动站的高程异常获取方法一般使用数学拟合方法、似大地水准面精化模型内插的方式来获取的。此外，RTK 高程控制点在测量高程异常拟合残差必须控制在小于或者等于 3cm。

表 1 GNSS-RTK 高程测量精度要求

等级	大地高中误差	与基准站的距离 (km)	观测次数	起算点等级
等外	$\leq \pm 3$	≤ 5	≥ 3	四等水准及以上

3 提升 GNSS-RTK 控制测量中应用及精度的策略

3.1 加强仪器操作的规范化

GNSS-RTK 开展测量作业时候，对于观测卫星的强度具有较高的要求，坐标解算的过程中，应用到的卫星数量越多，说明其分布情况越均匀，因此所取得的 PDOP 值则会变得越小，更加能够保证 RTK 的高精确性和可靠性，同时初始化操作的时间也会变得更短。通常情况下，RTK 技术在进行作业的过程中需要保证有 5 个以上卫星同时运行，同时 PDOP 小于 6。具体 RTK 仪器操作的说明和要求如表 2 所示。

表 2 GNSS-RTK 平面控制测量精度要求

等级	点位中误差 (mm)	高程中误差	与基准站的距离 (km)	观测次数	起算点等级
图根点	$\leq \pm 0.1$	1/10 等高距	≤ 7	2	平面三级、高程等外以上
碎部点	$\leq \pm 0.5$	相应比例尺成图要求	≤ 10	1	平面图根、高程等外以上

3.2 对观测成果进行复核

保证 GNSS-RTK 实测的精度和可靠性在要求之内，

需要对观测进行细致的复核。观测成果的复核步骤主要有三个，具体为针对作业准备前复核、作业过程中的复核、作业结束后的复核。其中，RTK 作业前的复核工作需要通过在已知点进行检测，测量得到的坐标和已知的坐标参数符合作业标准之后才能开始 RTK 测量工作。作业过程中的复核工作则是指在作业时需要利用不同的起算点来测量部分已经重合的点或者在相同的点做好多次重复观测。作业接收后的复核工作则是将利用 RTK 测量取得的成果与已有的资料数据做好对比工作，同时及时对测量成果的精度进行检查，将出现粗差的数据进行剔除。目前应用的较为普遍的方式时在地形图上对 RTK 成果进行测量。

3.3 做好仪器检验的工作

第一，做好对 GNSS-RTK 接收机的检验工作。GNSS-RTK 接收机需要根据检验年限的要求去专业的检验部门做好定期检测工作，同时已经超出等不符合检验规定时间的仪器要禁止其外业使用。第二，定期做好实时的性能测试工作。对于已经长时间没有使用的仪器需要在使用时做好针对性的检测工作，主要是对其软件部分和硬件部分，比如线路、电池、软件应用的情况等进行检查，同时，基线部分也要做好检查工作，保证接收机复核的精度符合相关的标准。第三，做好对水准气泡的检查工作。GNSS-RTK 应用比较普遍的水准气泡主要有基准水准气泡和对中杆水准气泡两种，对其进行定期检查能够有效提升作业的精度，保证获取的成果质量符合要求。

4 结束语

综上所述，GNSS-RTK 作为一种现代化科学技术，能够以先进的生产力带动当前测量方式变得更加具有灵活性、简单性、实时性和高效性。此外，GNSS-RTK 应用范围和领域的广泛，使其能够极大地促进各项工程开展的效率，并且减少成本的投入。

参考文献：

- [1] 张志勇. 双基准站 GPS-RTK 检测及精度分析 [J]. 测绘通报, 2004(7):20-27.
- [2] 张孝军, 林云发. GPS-RTK 技术的测量精度探讨 [J]. 人民长江, 2005, 36(7):41-49.
- [3] 郭建东. GPS-RTK 测量的方法与精度试验 [J]. 测绘科学, 2006, 31(3):60-65.

作者简介：

高明杰 (1985-)，男，山西省太原人，注册测绘师，工程师，硕士研究生，研究方向：大地测量学与测量工程。

赵丽蓉 (1986-)，女，山西省太原人，工程师，硕士研究生，研究方向：大地测量与测量工程。