



中华人民共和国国家标准

GB/T 39616—2020

卫星导航定位基准站网络实时 动态测量 (RTK) 规范

Specification for network real-time kinematic (RTK) surveys
based on the reference stations using global navigation satellite system

2020-12-14 发布

2020-12-14 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 参考基准	2
6 基本要求	3
7 控制测量	3
8 地形测量	5
9 仪器设备要求	7
10 成果检验和资料提交	7
附录 A (资料性附录) 控制点测量成果表	9
附录 B (资料性附录) 参考控制点的转换残差及转换关系表	10



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会(SAC/TC 230)归口。

本标准起草单位：自然资源部测绘标准化研究所、浙江省测绘质量监督检验站、中国测绘科学研究院、国家基础地理信息中心、福建省测绘院、武汉大学、自然资源部大地测量数据处理中心、自然资源部重庆测绘院。

本标准主要起草人：郭玉芳、邓国庆、葛中华、何书镜、黄功文、任福、张静、陈明、王铁军、吴桐、徐彦田、申仲舒、赵礼剑、杜仲进、文汉江、解修平、张智勇、成亚宣、李荣春。

卫星导航定位基准站网络实时 动态测量(RTK)规范

1 范围

本标准规定了卫星导航定位基准站网络实时动态测量(RTK)技术实施控制测量、地形测量的参考基准、基本要求,以及外业观测、数据处理和检测的技术要求和方法。

本标准适用于相应等级的卫星导航定位基准站网络实时动态测量。利用单一基准站、多基准站进行实时动态测量可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 18314 全球定位系统(GPS)测量规范

CH 8016 全球定位系统(GPS)测量型接收机检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全球导航卫星系统 global navigation satellite system; GNSS

在全球范围提供定位、导航和授时服务的卫星系统的统称。如全球定位系统(GPS)、格洛纳斯导航卫星系统(GLONASS)、伽利略导航卫星系统(Galileo)和北斗卫星导航系统(BDS)等。

3.2

卫星导航定位基准站网 GNSS reference station network

由若干卫星导航定位基准站、数据中心及数据通信网络组成,用于提供数据、定位、导航、授时、位置、气象、地震等服务的系统。

3.3

实时动态测量 real time kinematic; RTK

GNSS 相对定位技术的一种,主要通过基准站和流动站之间的实时数据链路和载波相对定位快速解算技术,实现高精度动态相对定位。

3.4

基准站 reference station

对卫星导航信号进行长期连续观测,获取观测数据,并通过通信设施将观测数据实时或者定时传送至数据中心的固定地面观测站。

3.5

流动站 roving station

在基准站的一定范围内流动作业的接收机所设立的测站。

3.6

网络 RTK network RTK

由数据处理中心对覆盖在一定范围内多个参考站的同步观测数据进行处理,生成差分数据并通过网络播发,该区域内的流动站接收卫星信号和差分信号,实现 RTK 定位的技术。

3.7

天线高 antenna height

观测时接收机天线相位中心至测站中心标志面的高度。

3.8

截止高度角 elevation mask; elevation cut-off

可用于观测卫星数据的,接受卫星数据的最低角度。

3.9

位置精度衰减因子 positional dilution of precision; PDOP

卫星几何分布对三维空间坐标分量不定性影响的描述。

3.10

固定解 fixed solution

卫星载波相位观测值的整周模糊度固定为整数时得到的坐标值。

3.11

测回数 observation times

同一流动站初始化后获得相应精度结果的观测次数。

3.12

历元 epoch

一个时期和一个事件的起始时刻或者表示某个测量系统的参考日期。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CGCS2000:2000 国家大地坐标系(China Geodetic Coordinate System 2000)

GNSS:全球卫星导航系统(Global Navigation Satellite System)

PDOP:位置精度衰减因子(Positional Dilution of Precision)

RTK:实时动态测量(Real Time Kinematic)

5 参考基准

5.1 坐标系

坐标系采用 2000 国家大地坐标系(CGCS2000)。

5.2 高程基准

高程基准宜采用 1985 国家高程基准。

5.3 时间系统

时间系统宜采用协调世界时(UTC)。当采用北京标准时间(BST)时,应考虑时区差与 UTC 进行换算。最终成果的时间应采用北京时间,公元纪年。

6 基本要求

6.1 网络 RTK 平面测量按精度等级划分为：一级、二级、三级及图根、碎部，网络 RTK 高程测量按精度等级划分为：等外和碎部。

6.2 一级、二级、三级平面控制点及等外高程控制点，适用于布设外业数字测图和摄影测量与遥感的控制基础，可以作为图根测量、像片控制测量、碎部点测量的起算依据。

6.3 网络 RTK 控制点可一次性全面布设，控制点间的通视条件可根据需求确定。

6.4 根据任务需要，收集 CGCS2000、地方坐标系的控制点、图件等基础资料，并对其进行检核和验证。

6.5 提供卫星导航定位基准站网服务的单位应具备相应的测绘资质和提供产品服务、技术服务的功能。卫星导航定位基准站网提供网络 RTK 服务前应按要求通过测试和项目验收。

6.6 网络 RTK 测量前，应按照用户申请、注册审核、签订协议等流程办理网络 RTK 服务。

6.7 网络 RTK 流动站的基本技术应符合下列要求：

- 在有效服务区域内进行；
- 获取系统服务的授权；
- 设置工作所需的时间系统、坐标系统、投影方式、坐标转换关系等；
- 观测开始前应对仪器进行初始化，并得到固定解，当长时间不能获得固定解时，宜重新获取服务，再次进行初始化操作；
- 每测回观测之间应重新初始化；
- 作业过程中，如出现固定解丢失，应重新初始化；
- 天线高度设置与天线高的量取方式应保持一致；
- 不宜在隐蔽地带、成片水域和强电磁波干扰源附近观测。

6.8 网络 RTK 测量时，GNSS 卫星的状态应符合表 1 要求。

表 1 GNSS 卫星状态的基本要求

观测窗口状态	截止高度角 15° 以上的同一系统卫星个数	PDOP 值
良好	≥ 6	< 4
可用	5	≥ 4 且 < 6
不可用	< 5	≥ 6

6.9 经、纬度记录精确至 $0.000\ 01''$ ，平面坐标和高程记录精确至 $0.001\ \text{m}$ ，天线高量取精确至 $0.001\ \text{m}$ 。

6.10 网络 RTK 高程测量中正常高的获取，可采用似大地水准面模型内插或高程异常控制点拟合等方法。

6.11 网络 RTK 测量中的安全保密应满足下列要求：

- 采用的仪器设备、通信技术手段等应符合受控管理的安全要求；
- 控制点、坐标转换关系等涉密数据成果应符合有关保密和信息安全要求。

7 控制测量

7.1 平面控制测量

7.1.1 网络 RTK 平面控制点的点位选择、点之记绘制应按照 GB/T 18314 要求执行。

7.1.2 网络 RTK 平面控制点测量主要技术要求应符合表 2 要求。

表 2 网络 RTK 平面测量技术要求

等级	相邻点间距离/m	点位中误差/cm	边长相对中误差	测回数
一级	≥ 500	5	$\leq 1/20\,000$	≥ 4
二级	≥ 300	5	$\leq 1/10\,000$	≥ 3
三级	≥ 200	5	$\leq 1/6\,000$	≥ 2
注：困难地区相邻点间距离可缩短至表中数值的 2/3。				

7.1.3 网络 RTK 控制点平面坐标测量时,流动站采集卫星观测数据,并通过数据链接收差分改正数据,可依据实际需要,通过坐标转换方法将观测得到的 CGCS2000 坐标转换为指定坐标系中的平面坐标。

7.1.4 坐标系统转换关系的获取应符合下列要求：

- 已有坐标系统转换关系时,可以直接利用已知的参数。
- 在没有已知转换关系时,参数求解应满足下列要求：
 - CGCS2000 与地方坐标系转换关系的求解,应采用不少于 3 个高等级控制点作为参考控制点,所选控制点应分布均匀,且能控制整个区域,坐标转换精度应不大于 2 cm。
 - 转换时应根据区域范围及具体情况,对参考控制点进行可靠性检验,采用合理的数学模型,进行多种点组合方式分别计算和优选。
 - 转换关系的求解,不应采用现场点校正的方法进行。

7.1.5 网络 RTK 平面控制点测量流动站的技术应符合下列要求：

- 每次作业开始前,应进行至少一个同等级或高等级已知点的检核,平面点位较差应不大于 7 cm；
- 网络 RTK 平面坐标转换残差应不大于 2 cm；
- 网络 RTK 观测前设置的平面收敛阈值应不大于 2 cm；
- 网络 RTK 观测时应采用三角架对中、整平,每测回观测历元数应不少于 20 个,采样间隔不少于 2 s,各测回的平面坐标较差应不大于 4 cm；
- 应取各测回的平面坐标平均值作为最终结果。

7.2 高程控制测量

7.2.1 网络 RTK 高程控制点测量获得的大地高主要技术要求应符合表 3 要求。

表 3 网络 RTK 高程测量技术要求

中误差/cm	测回数
3	≥ 3

7.2.2 网络 RTK 高程控制点测量流动站的技术应符合下列要求：

- 网络 RTK 观测前设置的高程收敛阈值应不大于 3 cm；
- 网络 RTK 高程控制点测量流动站观测时应采用三角架对中、整平,宜进行已知点大地高的检核,大地高较差应不大于 5 cm,每测回观测历元数应不少于 20 个,采样间隔不少于 2 s,各测回的大地高较差应不大于 4 cm；
- 应取各测回的大地高平均值作为最终结果。

7.3 成果数据处理与检查

7.3.1 网络 RTK 控制测量外业采集的数据应及时进行备份和内外业检查。

7.3.2 网络 RTK 控制测量外业观测记录采用仪器自带内存卡或数据采集器,网络 RTK 控制测量外业观测记录项目和成果输出应包括下列内容:

- 坐标系统、中央子午线、投影方式;
- 控制点点名(号)、天线高、观测时间、解的类型、PDOP 值、数据采集时的卫星数等;
- 控制点的平面、高程收敛精度;
- 控制点点号、纬度、经度、大地高,纬度、经度格式为 ddd.mmsssssss;
- 控制点的地心坐标、平面和高程成果,具体参见附录 A;
- 控制点点位分布图。

7.3.3 坐标转换参数需要求解时,成果输出应提供转换控制点的相关信息及点位分布图。控制点的信息参见附录 B。

7.3.4 用网络 RTK 技术施测的控制点成果应进行 100% 的内业检查和不少于总点数 10% 的外业检测,检测点应均匀分布于测区。总点数少于 30 点时,检测点应不少于 3 点。

7.3.5 外业检测可采用网络 RTK 检测法测量已知控制点或采用同等级精度重测法进行比较检核,作业方法按照 7.1 和 7.2 执行。平面控制点外业检测可采用相应等级的卫星定位静态技术测定坐标、全站仪测量边长和角度等方法;高程控制点外业检测可采用相应等级的几何水准测量、三角高程测量等方法,相应技术指标应符合表 4 和表 5 的要求。

表 4 网络 RTK 平面控制点检测技术要求

等级	边长校核		角度校核		坐标校核
	测距中误差/mm	边长较差的相对误差	测角中误差(″)	角度较差限差(″)	坐标中误差/cm
一级	15	$\leq 1/14\,000$	5	≤ 14	5
二级	15	$\leq 1/7\,000$	8	≤ 20	5
三级	15	$\leq 1/5\,000$	12	≤ 30	5

表 5 网络 RTK 高程测量检测技术要求

检测方法	高程较差/mm
水准测量	$\leq 40\sqrt{L}$
三角高程测量	$\leq 40\sqrt{S}$
注 1: L 为水准检测线路长度,以千米(km)为单位,小于 0.5 km 的,按 0.5 km 计。	
注 2: S 为三角高程测距边长,以千米(km)为单位,小于 0.5 km 的,按 0.5 km 计。	

8 地形测量

8.1 一般规定

网络 RTK 地形测量内容分为图根点测量和碎部点测量。主要技术指标应符合表 6 要求。

表 6 RTK 地形测量的主要技术指标

等级	图上点位中误差/mm	高程中误差	相邻点间距/m	测回数
图根点	0.1	1/10 基本等高距	≥ 100	≥ 2
碎部点	0.5	符合相应比例尺成图要求	—	≥ 1
注：困难地区相邻点间距离可缩短至表中数值的 2/3。				

8.2 图根点测量

8.2.1 图根点标志宜采用木桩、铁桩或其他临时标志，必要时可埋设一定数量的标石。

8.2.2 网络 RTK 图根点测量时，CGCS2000 与地方坐标系的转换关系获取方法按照 7.1.4 执行。

8.2.3 网络 RTK 图根点作业方法按照 7.1 和 7.2 中相关要求执行。

8.2.4 网络 RTK 图根点测量流动站观测时应采用三角架方式对中、整平，每测回观测历元数应大于 20 个，采样间隔应不小于 2 s。

8.2.5 网络 RTK 图根点测量平面坐标转换残差应不大于图上 0.07 mm。RTK 图根点测量高程拟合残差应不大于 1/12 基本等高距。

8.2.6 网络 RTK 图根点测量平面测量各测回测量点位较差应不大于图上 0.1 mm，高程测量各测回测量高程较差应不大于 1/10 基本等高距，各次结果取平均值作为最后成果。

8.3 碎部点测量

8.3.1 网络 RTK 碎部点测量时，CGCS2000 与地方坐标系的转换关系获取方法按照 7.1.4，亦可在测区现场通过点校正的方法获取。

8.3.2 网络 RTK 碎部点测量平面坐标转换残差应不大于图上 0.1 mm。RTK 碎部点测量高程拟合残差应不大于 1/10 基本等高距。

8.3.3 网络 RTK 碎部点测量观测历元数应大于 5 个。

8.3.4 连续测量一组地形碎部点数据超过 50 点，应重新进行初始化，并检测一个重合点，检测点位坐标较差应不大于图上 0.7 mm。

8.3.5 当网络 RTK 用于连续测量（如水下地形测量）时，初始化 1 次，观测历元数 1 个，不进行检测。

8.4 成果数据处理与检查

8.4.1 网络 RTK 地形测量外业采集的数据应及时从数据采集器中导出，并进行数据备份。

8.4.2 成果输出内容应包含点号、纬度、经度、大地高、纬度、经度格式为 ddd.mmssssss。

8.4.3 用网络 RTK 方法施测的图根点平面成果应进行 100% 的内业检查和不少于总点数 10% 的外业检测，检测点应均匀分布于测区。总点数少于 30 点时，检测点不少于 3 点。外业检测采用网络 RTK 图根点测量或相应等级的全站仪测量点位坐标、边长和角度等方法进行。检测结果应符合表 7 的要求。

表 7 图根点平面成果检测要求

等级	边长校核		角度校核		点位校核
	测距中误差/mm	边长较差的相对误差	测角中误差(″)	角度较差限差(″)	图上平面点位较差/mm
图根	20	$\leq 1/3\ 000$	20	≤ 60	≤ 0.15

8.4.4 用 RTK 技术施测的图根点高程成果应进行 100% 的内业检查和不少于总点数 10% 的外业检测,其检测点应均匀分布测区。总点数少于 30 点时,检测点不少于 3 点。外业检测采用网络 RTK 图根点测量或相应等级的三角高程、几何水准测量等方法进行,检测结果应满足表 8 的要求。

表 8 图根点高程成果检测要求

等级	高程较差
图根	$\leq 1/7$ 基本等高距

9 仪器设备要求

9.1 接收设备要求

网络 RTK 测量的接收设备应符合下列要求:

- 宜选用优于表 9 的技术指标要求的双频或多频接收机;
- 接收设备包括接收机、天线和天线电缆、数据链设备、数据采集器等;
- 流动站接收设备应具有通信模块,并支持相关数据通信协议;
- 流动站接收设备应具备接收和处理标准差分数据功能;
- 流动站宜支持 BDS 数据接收和处理的功能;
- 接收设备应操作方便、性能稳定、故障率低、可靠性高。

表 9 接收机的技术指标要求

类型	平面标称精度/mm	高程标称精度/mm
技术指标	$10+2 \times 10^{-6} \times d$	$20+2 \times 10^{-6} \times d$
注: d 为基线长度,单位为毫米(mm)。		

9.2 接收设备的检验

接收机的检验应符合下列要求:

- 接收机及天线型号应与标称一致,外观良好;
- 各种部件及其附件应匹配、齐全和完好,紧固的部件应不得松动或脱落;
- 数据转录设备及软件应齐全,数据传输性能应完好;
- 接收设备使用手册和后处理软件操作手册及磁(光)盘应齐全;
- 接收机的检定按 CH 8016 执行,并应在有效的使用周期内。

10 成果检验和资料提交

10.1 成果检验

网络 RTK 成果检验应按照下列要求进行:

- 技术设计、技术总结和检查报告是否符合要求;
- 接收机检定或校准资料是否齐全;
- 观测的参数设置、观测条件及检测结果和输出的成果是否符合要求;
- 实地检验控制点的选点、埋石质量和控制点的精度;

- e) 实地检验地形测量中图根点和碎部点的精度。

10.2 资料提交

网络 RTK 测量任务完成后,应提交下列资料:

- a) 技术设计书、技术总结、检查报告;
- b) 接收机检定或校准资料;
- c) 按需要应提交的控制点点之记;
- d) 7.3.2、7.3.3 及技术设计书要求的各类成果资料。

附 录 A
(资料性附录)
控制点测量成果表

平面及高程控制点的成果表整理和提交格式见表 A.1。表中平面坐标为转换后的高斯平面坐标，如：CGCS2000、1954 年北京坐标系、1980 西安坐标系及地方坐标系等，表中填写其中的一种。

表 A.1 控制点测量成果表 第 页 共 页

序号	点名	点号	CGCS2000			(平面坐标、中央子午线)			备注
			纬度(" ")	经度(" ")	大地高/m	纵坐标/m	横坐标/m	正常高/m	

编制者： 日期： 检查者： 日期： 复查者： 日期：

附 录 B
(资料性附录)

参考控制点的转换残差及转换关系表

参考控制点的转换残差及转换关系表见表 B.1。

表 B.1 参考控制点的转换残差及转换关系表

参考控制点地心坐标与地方坐标转换残差				
序号	参考控制点名(号)	平面残差/cm		高程残差/cm
		x	y	
参考控制点地心坐标与地方坐标转换关系				
平面转换关系：				
高程转换关系：				