T/TZAS

ICS

CCS

团 体 标 准

发 布

泰州市标准化协会

2024-XX-XX实施

2024-XX-XX发布

全球导航卫星系统（GNSS）接收机

计量检定操作规范

Operation Specification for Metrological Verification of

Global Navigation Satellite System (GNSS) Receivers

（征求意见稿）

T/TZAS XXXX-2024

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件以 JJG 1200-2023《全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）》国家计量检定规程为技术依据，是对其相关操作条款的细化，增强国家计量检定规程的可操作性，以便进一步规范全球导航卫星系统（GNSS）接收机的计量检定工作。

本文件由泰州市计量测试院提出。

本文件由泰州市计量测试院负责具体技术内容的解释。

本文件起草部门：泰州市计量测试院、长城股份有限公司泰州分公司、江苏省测绘仪器计量中心。

本文件主要起草人：

全球导航卫星系统（GNSS）接收机计量检定操作规范

1. 范围

本文件规定了全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）计量检定的操作方法步骤、记录处理及证书出具等要求。

本文件适用于参与起草本标准的各单位工作人员在开展全球导航卫星系统（GNSS）接收机计量检定技术活动。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 全球导航卫星系统(GNSS)测量规范

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJG 1200-2023 全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）

1. 术语和定义

JJF 1001和JJG 1200-2023界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

地心地固坐标系（Earth-Centered,Earth-Fixed， ECEF）

以地心为原点的地固坐标系，是一种笛卡儿坐标系。原点 O为地球质心，Z轴与地轴平行指向北极点，X轴指向本初子午线与赤道的交点，Y轴垂直于XOZ平面构成的右手坐标系。

 站心地平坐标系 motor vehicle manufacturing enterprises

以测站为原点的地平坐标系。原点O为所选测站中心，U轴与过站心的参考椭球面的法线重合，指向天顶为正；N轴垂直于U轴，指向参考椭球的短半轴，向北为正；E轴与N、U轴垂直（向东为正），构成的左手坐标系。

1. 概述

在全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）计量检定过程中对检定人员、检定设备、检定环境条件和检定操作程序等要素进行有效控制，使得全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）在计量检定的各项操作及过程中能保持较好的一致性，是保证检定结果有效性的重要基础。

1. 检定人员

开展计量检定的人员需经培训、考核合格并授权，且每个检定机构至少应有2名检定人员。

1. 检定设备
	1. 计量标准器及配套设备

全球导航卫星系统（GNSS）接收机（测地型和导航型）主要计量标准器及配套设备应符合JJG 1200-2023中7.1.1的要求。为进一步规范检定操作的一致性，对GNSS基线类型进行细分，并依据规程规定其数量，如表1所示。

* 1. GNSS基线类型和数量要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基线类别 | 长度范围D/m | 基线数量 |
| 超短基线（7点） | 6.000 | 12 |
| 短基线 | 24＜D≤2000 | ≥2 |
| 中基线 | 2000＜D≤30000 | ≥3 |
| 长基线 | D＞30000 | ≥3 |

GNSS接收机检定场应选择在地质构造坚固稳定，利于长期保存，交通方便，便于使用的地方；各点位应埋设成强制归心的观测墩，周围无强电磁信号干扰，每次检定时应确保观测墩高度角15°以上应无障碍物，如无法满足要求，应更换测量点位。

* 1. 辅助设备

增加功分器或转发器，应用于检定内部噪声水平项目。

* 1. 被检设备
		1. 分类

应准确区分GNSS接收机的类型，不同类型的GNSS接收机的检定项目不同。GNSS接收机分为测地型GNSS接收机和导航型GNSS接收机。

* + 1. 测地型GNSS接收机

测地型GNSS接收机分为3类：参考站接收机、工程测量接收机、移动数据采集终端。因不同类型的GNSS接收机检定项目不尽相同，应根据使用场景和仪器型号确定其类型。

* + 1. 参考站接收机

主要作为连续运行参考站（CORS）使用，常为分体式接收机，一般配备扼流圈天线等高精度抗多路径天线使用，其基线测量精度高，可达毫米甚至亚毫米级，时钟精度高，通道多、观测数据量大、造价较高。

* + 1. 工程测量接收机

主要用于工程控制测量、施工放样、地形图测量、工程变形监测等工程测量领域；大多为一体式接收机。

* + 1. 移动数据采集终端

主要使用单点定位、RTK 测量功能快速获取地理位置信息；没有天线强制对中螺孔，精度要求不高。

* + 1. 导航型GNSS接收机

导航型GNSS接收机：主要用于运动载体的导航，可以实时给出载体的位置和速度；一般采用C/A码伪距测量，单点实时定位精度较低，一般为米级。

1. 检定操作程序
	1. 检定前准备
		1. 解算软件的选择

解算软件应首选GNSS接收机生产厂家配套软件。如遇多款不同厂家GNSS接收机共同检定时，可将观测数据统一转换为RINEX格式，利用Leica LGO软件进行数据解算。

* + 1. 外观及各部分的相互作用

“接收机机身上应有清晰的铭牌，包括名称、型号、出厂编号和生产厂商等标识”。接收机开机设置界面可获取以上信息，视为满足要求。

“测地型接收机应具有型式批准标识及编号”。如果机身上没有型式批准标识及编号的，需要计量机构通过其它渠道获取，确保其通过型式批准。

接收机电源、天线连接无误后，方可开机检验有关指示灯和仪表显示是否正常。一切正常后，方可往下进行检定设置。

* + 1. 检定设置

“卫星截止高度角15°、采样间隔15s”参数设置。采样间隔不易太小，防止接收机功耗大，设备电量难以满足检定时长要求。

卫星截止高度角在接收机端及解算软件中均应设置为15°。

“基线解算采用双差固定解”设置：在解算软件中将解的类型设置为固定解，不同解算软件的设置界面会有所不同，设置过程中务必注意。Leica LGO 软件设置界面解的类型选“相位：所有固定”。

在解算结果界面，确认解的类型为双差固定解。

* 1. 检定项目
		1. 内部噪声水平

当采用信号转发器进行测量时，转发器接入接收天线，通过发射天线向室内接收机进行发射，室内多台接收机同时接收转发信号。

对于分体式接收机可采用功分器直接将接收天线的接收信号直接分开，分别接入不同的分体主机进行测量计算。

观测时长应不小于40min，如考虑经济性，可选择观测40min。

采用基线解算软件进行基线解算，取基线长度作为检定结果。解算前需将软件的天线高设置为0，在天线设置界面选取“量测至：天线相位中心”。

* + 1. 天线相位中心一致性

在测量过程中应确保天线指北，有指北标识的天线用标识指北，无指北标识的天线用接收机的操作面板指北。

在旋转方向时，切勿改变天线高度。旋转天线时保证绕天线的机械中心进行旋转，可采用基座或者圆柱形的单头螺丝连接天线。

* + 1. 静态测量精度

为提高基线解算的合格率，应选择合适的基线并适当延长观测时长：短基线每个时段2h，中长基线每个时段均为4h。

不同的计量机构检定条件（场地、设备、人员）不同，规程中给出的基线选择要求为检定的最低要求，在实际计量检定过程中，应适当增加检定基线数量，以提高检定结果的可靠性。具体数量如下：短基线不少于2条、中基线不少于3条、长基线不少于3条。

参考站接收机应尽可能采用短、中、长基线联测时，观测时长以所需最大时长为准，应为两个时段，每个时段4h，共计8h。

距离基线水平的计算方法见公式1：

 基线水平距离 =$\sqrt{基线长度^{2}−高差^{2}}$ (1)

基线长度=$\sqrt{∆x^{2}+∆y^{2}+∆z^{2}}$

式中：$∆x$、$∆y$、$∆z$为基线向量的三个分量，与高差一起通过解算软件计算得到。

在计算基线水平距离测量误差时，标准值应直接采用相同计算方法的基线场溯源证书结果。

不同解算软件中对基线长度、基线水平距离的定义和命名不尽相同，当存在与上述计算公式（定义）不一致时，如要直接采用解算软件输出结果，务必对输出结果进行确认。

基线解算时应注意环闭合差是否超差，如超差需查明原因，剔除不合格观测时段后重新进行基线结算。必要时，应进行基线观测补测。

每条基线观测2个时段，基线水平距离测量误差、短基线高差误差最终结果均应选择两时段绝对值的最大值为测量结果。

有条件的计量技术机构应采用检定合格的连续运行参考站（CORS）型接收机作陪检接收机，以提高检定的工作效率和准确性。

* + 1. RTK测量精度

设置基站“各项参数”包括：

1. 基准站的坐标：溯源证书标准点位的坐标值；
2. 天线高：量测到墩面的垂直距离；
3. 截止高度角：15°。

RTK测量精度测量得到的是单次测量的重复性，而非平均值重复性，务必设置为不平滑。

接收机 RTK 测量结果通常显示为B、L、H大地坐标，应先转换为地心地固空间直角坐标X、Y、Z，再联合测量点的标准坐标（溯源坐标），转换为站心地平坐标系下的N、E、U（北、东、高）坐标，进而依据检定规程中公式换算为水平和垂直方向的测量值。坐标转换公式参照附录A及JJG1200-2023附录A。

应采用基站网络传输模式进行RTK 测量精度的检定，以确保检定过程中RTK数据传输距离不受限。有条件的计量技术机构可采用CORS单基站网络传输模式进行检定，以提高检定的工作效率和准确性。

在3个RTK测量点上分别测量RTK基线测量误差δ、水平测量重复性mH、垂直测量重复性mV。 分别选取其3个测量点测得值绝对值的最大值为测量结果。

* + 1. 1PPS稳定度

1PPS 稳定度实际信号检定方法，具体操作步骤如下：

1. 铷原子钟和通用计数器预热，直至铷原子钟锁定；
2. 通过射频线缆将铷原子钟的10 MHz 标准频率信号输出接口（10MHzOut）连接至通用计数器的外频标输入口（Ext Ref In）；
3. 将被测接收机的天线接收通过馈线连接至天线，天线需接收实际卫星信号；
4. 将被测接收机 1PPS 输出接口（1PPS Out）连接通用计数器的测量接口，一般选择第1接口（CH1）。

10 MHZ out

外频标输入口

通用计数器

铷原子钟

CH2

CH1

1PPS out

GNSS接收机

GNSS天线

天线接口

1. 1PPS稳定度实际信号检定方法连接图

通用计数器应设置为周期（period）测量模式。

1PPS稳定度模拟信号检定方法，具体操作步骤如下：

1. GNSS 信号模拟器、铷原子钟和通用计数器预热，直至铷原子钟锁定；
2. GNSS 模拟器设置为静态场景，铷原子钟10MIHz Out 输出连接至信号模拟器的外频标输入口，模拟器的IPPSout输出连接至通用计数器的2通道（CH2）；
3. 通过射频线缆将模拟器输出的卫星信号输出口（GNSS out）接入被测接收机的天线接口；
4. 通过射频线缆将被测接收机的IPPS 输出接口（IPPSout）接入通用计数器的1通道（CH1）。

10 MHZ out

外频标输入口

通用计数器

铷原子钟

CH2

CH1

外频标输入口

1PPS out

GNSS信号模拟器

1PPS out

GNSS接收机

GNSS out

天线接口

1. 1PPS稳定度模拟信号检定方法连接图

通用计数器应设置为时间间隔测量模式。

* + 1. 导航型接收机定位精度

导航型GNSS接收机定位精度必须采用CGCS2000坐标系，在坐标转换时采用CGCS2000坐标系的椭球参数，地心地固坐标采用基线场溯源证书中的结果。

导航型GNSS接收机的坐标转换方法与RTK测量时坐标转换方法相同，转换公式参照附录A。

* 1. 数据记录处理

检定或校准的原始记录应当格式规范、信息齐全,填写、更改、签名及保存等应当符合有关规定的要求。记录格式参照附录B。

原始数据应当确保真实、完整,数据处理应当正确。

按照规程要求，对测量数据进行坐标转换，并与参考值进行比较，得出各项参数的测量结果。

不同型号的GNSS接收机标称测量精度不同，检定结果的判定时，务必确定好GNSS接收机标称测量精度，并判定其是否合格。

* 1. 检定证书的出具

检定证书的格式、签名、印章及副本保存等应当符合有关规定的要求。

检定结果应当正确,内容应当符合计量检定规程的要求。根据测量结果，按照JJG1200-2023 7.4的要求出具检定证书或检定结果通知书。

1.
2. （资料性）
大地坐标系和地心地固空间坐标系的转换公式

大地坐标系和地心地固空间坐标系的转换见公式2。

  (2)





式中：

X、Y、Z——地心地固空间直角坐标，mm；

L——大地经度,（°）；

B——大地纬度,（°）；

H——大地高,（°）；

N——卯酉圈曲率半径，mm；

e——椭球第一偏心率；

a——椭球长半轴，mm；

b——椭球短半轴，mm。

1. （资料性）
RTK测量精度原始记录表

RTK测量精度原始记录表见表B.1

* 1. RTK测量精度原始记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 大地坐标Li | 大地坐标Bi | 大地坐标Hi | 距离Di | 站心坐标Ni | 站心坐标Ei | 站心坐标Ui |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  | - |
| 17 |  |  |  |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |
| 基站 | 地心坐标*X*0 |  | 地心坐标*Y*0 |  | 地心坐标*Z*0 |  | 单位m |

天线相位中心一致性记录表见表B.2

* 1. 天线相位中心一致性记录表

 超短基线段号：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 天线方位 | 北 | 东 | 南 | 西 |  Δ |
| 解算值 | 　 | 　 | mm | 　 | 　 | mm | 　 | 　 | mm | 　 | 　 | mm |   | 　 | 　 | mm |

静态测量精度之水平距离测量误差见表B.3

* 1. 静态测量精度之水平距离测量误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量点 | 名 称 | 短基线 | 中基线 | 长基线 |
| 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 |
| 点号 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 |
| 基线水平距离标准值 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | m | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | m | 　 | 　 | 　 | m |
| GNSS接收机解算值 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | m | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | m | 　 | 　 | 　 | m |
| 水平距离测量误差Δ*h* | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | mm | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | mm | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | mm |

静态测量精度之短基线高差测量误差见表B.4

* 1. 静态测量精度之短基线高差测量误差

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 短基线高差标准值 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | m |
| GNSS接收机解算值 | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | m |
| 高差测量误差Δ*v* | 　 | 　 | 　 | 　 | 　 | mm |

**━━━━━━━━━━━**