



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—20XX

电子病历系统 GNSS 应用终端校准规范

Calibration Specification for GNSS Application Terminals in Electronic

Medical Record Systems

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

电子病历系统 GNSS 应用终端校准规范

Calibration Specification for GNSS
Application Terminals in Electronic
Medical Record Systems

JJFXXXX—20XX

归口单位：全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会

主要起草单位：成都市计量检定测试院

北京交通大学

贵州省计量测试院

参加起草单位：成都市第三人民医院

北京卓越航导科技有限责任公司

本规范委托全国卫星导航应用专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

郑子伟（成都市计量检定测试院）

梁 坤（北京交通大学）

龙 波（贵州省计量测试院）

参加起草人：

黄路非（成都市第三人民医院）

万 宇（成都市计量检定测试院）

张智强（成都市第三人民医院）

张思德（北京卓越航导科技有限责任公司）

目录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	2
5 计量特性.....	2
5.1 捕获灵敏度.....	2
5.2 跟踪灵敏度.....	2
5.3 冷启动时间.....	3
5.4 定位偏差.....	3
5.5 定位精密度.....	3
5.6 1PPS 时间偏差.....	3
5.7 NTP 时间偏差.....	3
6 校准条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 测量标准及其他设备.....	3
7 校准项目和校准方法.....	4
7.1 校准项目.....	5
7.2 校准方法.....	5
8 校准结果表达.....	9
9 复校时间间隔.....	9
附录 A 校准原始记录格式.....	10
附录 B 校准证书内页格式.....	12
附录 C 不确定度评定示例.....	13

引言

本规范是以 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编写。

本规范为首次发布。

电子病历系统 GNSS 应用终端校准规范

1 范围

本规范适用于电子病历系统中 GNSS(全球卫星导航系统)应用终端的校准。基于电子病历的医院信息平台的其它系统(如医院信息系统、临床信息系统、检验信息系统等)中的类似终端也可参照本规范进行校准。

2 引用文件

JJF 1180 时间频率计量名词术语及定义

JJF 1403 全球导航卫星系统(GNSS)接收机(时间测量型)校准规范

WS/T447 基于电子病历的医院信息平台技术规范

凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规范;凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

3 术语

3.1 电子病历 electronic medical record

由医疗机构以电子化方式创建、保存和使用的,重点针对门诊,住院患者(或保健对象)临床诊疗和指导干预信息的数据集成系统,是居民个人在医疗机构历次就诊过程中产生和被记录的完整、详细的临床信息资源,是记录医疗诊治对象医疗服务活动记录的信息资源库,该信息资源库以计算机可处理的形式存在,并且能够安全的存储和传输,医院内授权用户可对其进行访问。

3.2 电子病历系统 electronic medicals record system (EMRS)

基于电子病历的医院信息系统,以患者电子病历的信息采集、存储和集中管理为基础,连接临床信息系统和管理信息系统的医疗信息共享和业务协作平台,是医院内不同业务系统之间实现统一集成、资源整合和高效运转的基础和载体。

3.3 医院信息系统 hospital information system (HIS)

指利用计算机软硬件技术、网络通讯技术等现代化手段,对医院及其所属各部门对人流、物流、财流进行综合管理,对在医疗活动各阶段中产生的数据进行采集、存贮、处理、

提取、传输、汇总并加工生成各种信息，从而为医院的整体运行提供全面的、自动化的管理及各种服务的信息系统。

3.4 临床信息系统 clinical information system (CIS)

支持医院医护人员的临床活动，收集和处理病人的临床医疗信息，包括医嘱处理系统、病人床边系统、医生工作站系统、实验室系统、药物咨询系统等。

3.5 检验信息系统 laboratory information system (LIS)

实现临床检验的信息采集、存储、处理、传输、查询，并提供分析及诊断支持的计算机软件系统，包括信息管理、样本管理、检验结果管理、质量控制管理、数据分析等。

4 概述

电子病历系统 GNSS 应用终端（以下简称“应用终端”）是医院信息化平台中为确保医疗行为过程中时间记录的一致性和准确性的装置或服务器。一般由 GNSS 接收单元、网络时间同步单元、医院信息平台用时单元组成。GNSS 接收单元通过 GNSS 天线和 GNSS 接收模块接收卫星信号，由网络时间同步单元（通常由时间戳服务器或网络时间服务器组成）产生本地时间，为医院信息平台用时单元内各分系统（包括电子病历系统、医院信息系统、临床信息系统、检验信息系统等）服务器等提供网络时间信号。原理框图如图 1 所示。

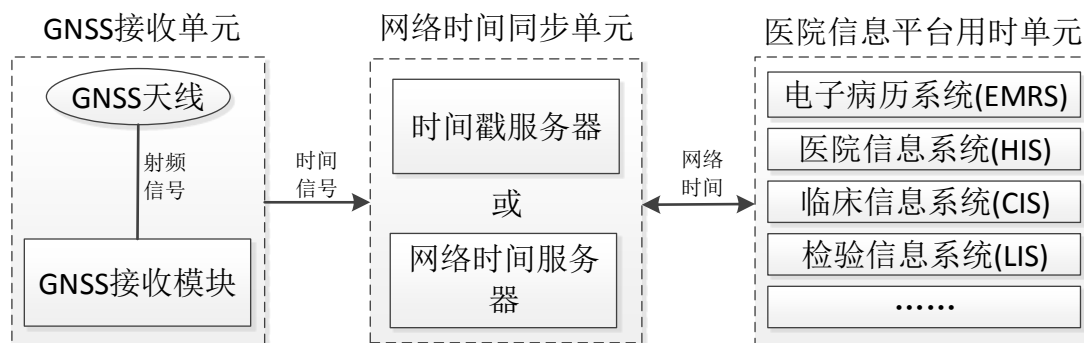


图 1 应用终端原理框图

5 计量特性

5.1 捕获灵敏度

≤-110 dBm (20 dB 增益)

5.2 跟踪灵敏度

≤-120 dBm (20 dB 增益)

5.3 冷启动时间

≤ 300 s

5.4 定位偏差

≤ 15 m

5.5 定位精密度

≤ 15 m (1 δ)

5.6 1PPS 时间偏差

优于 ± 1 μ s

5.7 NTP 时间偏差

优于 ± 100 ms (网络时间同步单元)

优于 ± 500 ms (医院信息平台用时单元)

注：以上所有指标不用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度： $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $\leq 80\%$ 。

6.1.3 供电电源

电压： $220 \times (1 \pm 10\%)$ V；

频率： $50 \times (1 \pm 5\%)$ Hz。

6.1.4 其它

6.1.4.1 GNSS 天线安装环境应无电磁干扰、高度角 15 度以上无遮挡。

6.1.4.2 应满足仪器正常工作需要的网络通信条件。

6.1.4.3 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 GNSS 信号模拟器

6.2.1.1 场景

具有可定义校准所需的标准场景，包括冷启动校准场景、灵敏度校准场景、定位偏差和精密度校准场景。

6.2.1.2 信号功率

- a) 功率范围: (-160~-70) dBm
- b) 功率偏差: $\pm(0.5\sim 2)$ dB
- c) 功率分辨力: (0.1~2) dB

6.2.1.3 伪距分辨力和伪距误差

- a) 伪距分辨力: (0.01~0.1) m
- b) 伪距误差: ≤ 0.05 m

6.2.1.4 内部时基

- a) 相对频率偏差: $\pm 5 \times 10^{-11} \sim \pm 5 \times 10^{-8}$
- b) 频率稳定度: $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{-9}$ ($\tau = 1$ s)

6.2.2 时间综合测试仪

6.2.2.1 1PPS 定时偏差

优于被校应用终端 1PPS 时间偏差的 1/10。

6.2.2.2 1PPS 时间测量偏差

优于被校应用终端 1PPS 时间偏差的 1/3。

6.2.2.3 NTP 时间测量偏差

优于被校应用终端 NTP 时间偏差的 1/3。

6.2.3 电子秒表

最大允许误差: ± 0.1 s。

6.2.4 其他设备

6.2.4.1 计算机

具有与 GNSS 接收单元连接的串口、网口等接口, 用于对其进行控制和数据采集。

6.2.4.2 校准数据服务器

由操作系统的计算机和网络组成, 用于校准数据的存储和处理。

6.2.4.3 校时软件

安装在医院信息平台用时单元的服务器上, 支持 NTP 协议, 获取本地系统服务器的时间。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目一览表

序号	校准项目
1	外观及工作正常性检查
2	捕获灵敏度
3	跟踪灵敏度
4	冷启动时间
5	定位偏差
6	定位精密度
7	1PPS时间偏差
8	NTP时间偏差

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

被校应用终端不应有影响正常工作的机械损伤。仪器制造厂家、型号、编号及输入输出接口等均应有明确标记。通电后，仪器应能正常工作。

7.2.2 捕获灵敏度

7.2.2.1 仪器连接如图 2 所示，应用终端的 GNSS 接收单元开机，通过计算机发指令，使 GNSS 接收单元的所有先验导航数据和时间信息失效，然后关机。

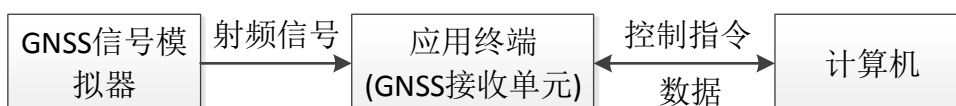


图 2 捕获灵敏度校准连接图

7.2.2.2 GNSS 信号模拟器开机，开启灵敏度校准场景（此场景为静态场景，选择 1 颗 GNSS 卫星，高度角大于 45 度，仿真时长大于 30 分钟，模拟器输出功率设置为-160dBm），开始仿真。

7.2.2.3 应用终端的 GNSS 接收单元开机，连续跟踪信号 5 分钟，观察 GNSS 接收单元是否成功捕获卫星（捕获卫星方法按照 GNSS 接收单元的操作手册判断），若捕获则记录 GNSS 信号模拟器当前的输出功率 P_1 作为捕获灵敏度的校准结果。

7.2.2.4 如果没有成功捕获，则每次增大 GNSS 信号模拟器输出功率 1 dB 后，等待 5 分钟，

直到应用终端成功捕获卫星信号，记录 GNSS 信号模拟器当前的输出功率 P_1 作为捕获灵敏度的校准结果。

7.2.3 跟踪灵敏度

7.2.3.1 仪器连接如图 2 所示，应用终端的 GNSS 接收单元开机，通过计算机发指令，使 GNSS 接收单元的所有先验导航数据和时间信息失效，然后关机。

7.2.3.2 GNSS 信号模拟器开机，开启灵敏度校准场景，场景按 7.2.2.2 设置，调节 GNSS 信号模拟器输出功率为捕获灵敏度功率 P_1 ，开始仿真。

7.2.3.3 应用终端的 GNSS 接收单元开机，并成功捕获 GNSS 信号模拟器输出的单颗星信号。

7.2.3.4 每次降低 GNSS 信号模拟器输出功率 1dB，并等待 60s，直至应用终端信号失锁，记录应用终端信号失锁前一次的 GNSS 信号模拟器输出功率 P_2 作为跟踪灵敏度的校准结果。

7.2.4 冷启动时间

7.2.4.1 仪器连接如图 2 所示，应用终端的 GNSS 接收单元开机，通过计算机发指令，使 GNSS 接收单元的所有先验导航数据和时间信息失效，然后关机。

7.2.4.2 打开 GNSS 信号模拟器，开启冷启动时间校准场景（此场景为静态场景，可见卫星为 6 颗或以上，几何精度因子小于 2.5，卫星均匀分布在天顶上空，信号功率置按 GNSS 接收单元推荐功率设置，仿真时间 30 min），开始仿真。

7.2.4.3 待 GNSS 信号模拟器正常仿真后，GNSS 接收单元开机，同时秒表开始计时，测量从 GNSS 接收单元开机至输出第一个有效定位值的时间间隔 Δt （定位有效方法按照 GNSS 接收单元的操作手册判断），将 Δt 作为冷启动时间的校准结果。

7.2.5 定位偏差和定位精密度

7.2.5.1 仪器连接如图 2 所示，打开 GNSS 信号模拟器，开启定位偏差校准场景，场景按 7.2.4.2 的设置，仿真时间应大于 30 min，GNSS 信号模拟器开始仿真，记录仿真标准位置值 (x_0, y_0, z_0) （标准位置为地心地固坐标系中的三维位置）。

7.2.5.2 应用终端的 GNSS 接收单元开机，记录定位信息 (x_i, y_i, z_i) ($i=1\cdots n$, n 为定位信息输出的次数，采样时间间隔按 GNSS 接收单元操作手册，如手册无规定可设为 30s，定位信息为地心地固坐标系中的三维位置)，通常连续记录定位信息 100 组。

7.2.5.3 取应用终端定位信息 (x_i, y_i, z_i) 的算术平均值 $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ ，按照公式 (1) 计算应

用终端的定位偏差 δ_p 。

$$\delta_p = \sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2 + (\bar{z} - z_0)^2} \quad (1)$$

式中： δ_p ——定位偏差，m；

\bar{x} , \bar{y} , \bar{z} ——应用终端位置输出值算术平均值，m；

x_0 , y_0 , z_0 ——GNSS 信号模拟器仿真标准位置值，m。

7.2.5.4 按照公式 (2) 计算测量值的实验标准偏差(s_x , s_y , s_z)，按照公式 (3) 计算应用终端的定位精密密度 σ_p 。

$$\begin{cases} s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2} \\ s_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2} \\ s_z = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n (z_i - \bar{z})^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$\sigma_p = \sqrt{s_x^2 + s_y^2 + s_z^2} \quad (3)$$

式中： σ_p ——定位精密密度，m；

x_i , y_i , z_i ——应用终端第*i*次定位输出值，m；

\bar{x} , \bar{y} , \bar{z} ——应用终端位置输出值算术平均值，m；

s_x , s_y , s_z ——测量值的实验标准偏差，m。

7.2.7 1PPS 时间偏差

7.2.7.1 仪器连接如图 3 所示，开机预热时间综合测试仪 1 小时以上，同时开启应用终端的 GNSS 接收单元。

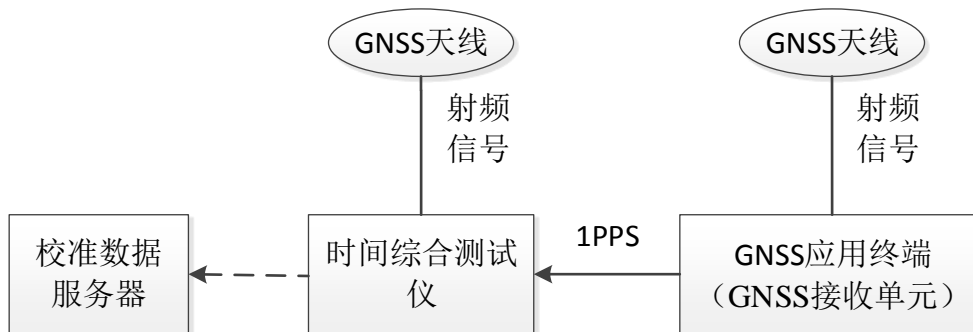


图 3 1PPS 时间偏差校准连接图

7.2.7.2 将应用终端的 GNSS 接收单元输出的 1PPS 信号，输入到时间综合测试仪的 1PPS 测量端口，以其输出的 1PPS 作为开门，应用终端的 GNSS 接收单元输出的 1PPS 信号作

为关门，测量 1PPS 的时间偏差 $\Delta T_{1PPS,i}$ ，采样时间间隔不大于 30s，通常连续记录数据 100 组。

7.2.7.3 将得到的 1PPS 时间偏差测量数据 $\Delta T_{1PPS,i}$ ，通过网络上传至校准数据服务器，进行数据处理。

7.2.7.4 取其算术平均值作为 1PPS 时间偏差 ΔT_{1PPS} 的校准结果。

7.2.8 NTP 时间偏差

7.2.8.1 仪器连接如图 4 所示，开机并预热时间综合测试仪 1 小时以上，同时开启应用终端的 GNSS 接收单元、网络时间同步单元和医院信息平台用时单元。

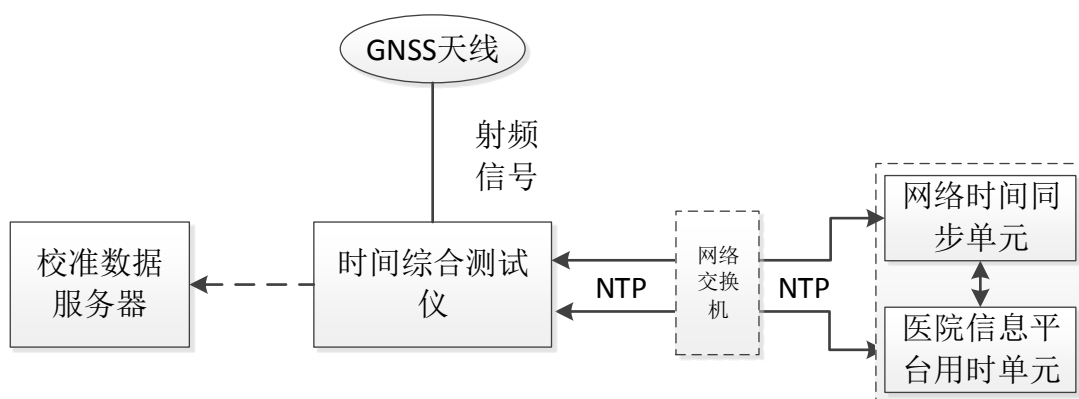


图 4 NTP 时间偏差校准连接图

7.2.8.2 网络时间同步单元作为 NTP 网络时间服务器，设置网络参数，包括 IP 地址、子网掩码，接入网络。医院信息平台用时单元的系统服务器作为 NTP 网络时间服务器，设置网络参数，包括 IP 地址、子网掩码，接入网络，并安装医院信息平台系统服务器校时软件。

7.2.8.3 时间综合测试仪接入网络，作为 NTP 客户端，对网络时间同步单元、医院信息平台用时单元的系统服务器进行 NTP 时间偏差测量，得到 NTP 时间偏差测量数据 $\Delta T_{NTP,i}$ ，采样时间间隔不少于 30s，通常连续记录数据 100 组。

7.2.8.4 将得到的 NTP 时间偏差测量数据 $\Delta T_{NTP,i}$ ，通过网络上传至校准数据服务器，进行数据处理。

7.2.8.5 取其算术平均值作为 NTP 时间偏差 ΔT_{NTP} 的校准结果。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 校准地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 校准日期，如果与校准结果有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准人和核验人签名；
- o) 校准结果仅对被校对象有效性的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

9 复校时间间隔

由于复校间隔时间的长短是由终端的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校间隔时间为1年。凡在使用过程中经过修理、更换重要器件等的一般需要重新校准。

附录 A

校准原始记录格式

委托单位：_____ 客户联络信息：_____
 仪器名称：_____ 制 造 厂：_____
 型号规格：_____ 出 厂 编 号：_____
 校准地点：_____ 环 境 温 度：_____℃
 校准依据：_____ 环 境 湿 度：_____ %RH
 校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____

标准器名称：_____ 标准器编号：_____ 型号/规格：_____
 溯源单位：_____ 证书编号：_____ 有效期至：_____
 准确度等级/最大允许误差/不确定度：_____

校准记录

A.1 外观及工作正常性检查

外观及工作正常性检查	
------------	--

A.2 捕获灵敏度

捕获灵敏度 P_1 (dBm)	不确定度 U ($k=2$)

A.3 跟踪灵敏度

跟踪灵敏度 P_2 (dBm)	不确定度 U ($k=2$)

A.4 冷启动时间

冷启动时间 Δt (s)	不确定度 U ($k=2$)

A.5 定位偏差和定位精密度

标准位置值 (x_0, y_0, z_0) (m)			
采样时间间隔 (s)			
算术平均值 ($\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$) (m)			
实验标准偏差 (s_x, s_y, s_z) (m)			
定位偏差 δ_p (m)	不确定度 U ($k=2$)	定位精密度 σ_p (m) (1δ)	不确定度 U ($k=2$)

A.6 1PPS 时间偏差

1PPS 时间偏差 ΔT_{1PPS} (ns)	采样时间间隔 (s)	不确定度 U ($k=2$)

A.7 NTP 时间偏差

网络时间同步单元:

NTP 时间偏差 (s)	采样时间间隔 (s)	不确定度 U ($k=2$)

医院信息平台用时单元:

NTP 时间偏差 ΔT_{NTP} (s)	采样时间间隔 (s)	不确定度 U ($k=2$)

附录 B

校准证书内页格式

校准结果

B.1 外观及工作正常性检查：_____

B.2 校准结果：

校准项目	校准结果		不确定度 $U(k=2)$
捕获灵敏度 (dBm)			
跟踪灵敏度 (dBm)			
冷启动时间 (s)			
定位偏差 (m)			
定位精密度 (m) (1 σ)			
1PPS 时间偏差 (ns)			
NTP 时间偏差 (s)	网络时间同步单元		
	医院信息平台用时单元		

以下空白

附录 C

不确定度评定示例

C.1 被校对象

电子病历系统 GNSS 应用终端，安装 GNSS 接收单元确保正常接收卫星，网络时间同步单元以 GNSS 接收单元为时间源，为医院信息平台内各分系统服务器用时单元提供时间同步。

C.2 测量标准

(1) GNSS 信号模拟器

应可定义校准所需标准场景，信号功率范围为 $(-170\sim-70)$ dBm，功率偏差为 $\pm(0.5\sim 2)$ dB，功率分辨力为 $(0.1\sim 2)$ dB，伪距分辨力为 $(0.01\sim 0.1)$ m，伪距误差 ≤ 0.05 m，内部时基相对频率偏差为 $\pm 5 \times 10^{-11} \sim \pm 5 \times 10^{-8}$ ，内部时基频率稳定度为 $1 \times 10^{-12} \sim 1 \times 10^{-9}$ ($\tau = 1$ s)；

(2) 时间综合测试仪

1PPS 定时偏差应优于被校应用终端 1PPS 时间偏差的 $1/10$ ；1PPS 时间测量偏差应优于被校应用终端 1PPS 时间偏差的 $1/3$ ；NTP 时间测量偏差应优于被校应用终端 NTP 时间偏差的 $1/3$ 。

(3) 秒表

最大允许误差： ± 0.1 s。

C.3 校准方法

按照本规范 7.2 的要求，记录并计算被校应用终端的捕获灵敏度、跟踪灵敏度、冷启动时间、定位偏差、定位精密度、1PPS 时间偏差和 NTP 时间偏差。

C.4 捕获灵敏度校准结果的不确定度

C.4.1 测量模型

$$P_c = P_1 \quad (\text{C.1})$$

式中：

P_c —— GNSS 应用终端捕获灵敏度，dBm；

P_1 ——GNSS 信号模拟器输出功率，dBm。

C.4.2 不确定度来源

C.4.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(P_c)$ 。

C.4.2.2 GNSS 信号模拟器输出功率校准不确定度引入的标准不确定度 $u_2(P_c)$ 。

C.4.2.3 射频线缆信号衰减引入的标准不确定度 $u_3(P_c)$ 。

C.4.3 标准不确定度评定

C.4.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(P_c)$

用 A 类方法评定。根据贝塞尔公式：

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (\text{C.2})$$

得到

$$u_1(P_c) = 0.2 \text{ dB} \quad (\text{C.3})$$

C.4.3.2 GNSS 信号模拟器输出功率校准不确定度引入的标准不确定度 $u_2(P_c)$

用 B 类方法评定。GNSS 信号模拟器输出功率校准结果，由上一级校准机构给出的扩展不确定度为 $U=1.0 \text{ dB}$ ，取包含因子 $k=2$ ，则：

$$u_2(P_c) = \frac{1.0}{2} = 0.5 \text{ dB} \quad (\text{C.4})$$

C.4.3.3 射频线缆信号衰减引入的标准不确定度 $u_3(P_c)$

用 B 类方法评定。GNSS 信号模拟器与应用终端之间的射频线缆，其电缆信号衰减测量引入的标准不确定度为：

$$u_3(P_c) = 0.1 \text{ dB} \quad (\text{C.5})$$

C.4.4 合成标准不确定度

捕获灵敏度校准的合成标准不确定度 $u_c(P_c)$

$u_1(P_c)$ 、 $u_2(P_c)$ 和 $u_3(P_c)$ 互不相关，合成标准不确定度 $u_c(P_c)$ 按下式计算：

$$u_c(P_c) = \sqrt{u_1^2(P_c) + u_2^2(P_c) + u_3^2(P_c)} = \sqrt{0.2^2 + 0.5^2 + 0.1^2} = 0.6 \text{ dB} \quad (\text{C.6})$$

C.4.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，捕获灵敏度校准的扩展不确定度为：

$$U = 1.2 \text{ dB} \quad (\text{C.7})$$

C.5 跟踪灵敏度校准结果的不确定度

跟踪灵敏度校准结果的不确定度和捕获灵敏度的来源和评定方法一致。

C.6 定位偏差校准结果的不确定度

C.6.1 测量模型

$$\delta_p = \sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2 + (\bar{z} - z_0)^2} \quad (\text{C.8})$$

定位偏差测量公式为非线性模型，但非线性高阶项远小于一阶项，故仅考虑一阶项，根据不确定度传播定律，合成不确定度为：

$$\begin{aligned} u_c(\delta_p) &= \frac{|\bar{x} - x_0|}{\sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2 + (\bar{z} - z_0)^2}} \sqrt{u^2(\bar{x}) + u^2(x_0)} \\ &+ \frac{|\bar{y} - y_0|}{\sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2 + (\bar{z} - z_0)^2}} \sqrt{u^2(\bar{y}) + u^2(y_0)} \\ &+ \frac{|\bar{z} - z_0|}{\sqrt{(\bar{x} - x_0)^2 + (\bar{y} - y_0)^2 + (\bar{z} - z_0)^2}} \sqrt{u^2(\bar{z}) + u^2(z_0)} \end{aligned} \quad (\text{C.9})$$

式中：

δ_p ——定位偏差，m；

$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ ——GNSS应用终端输出的定位结果，m。

x_0, y_0, z_0 ——GNSS模拟器仿真的标准位置值，m。

$u(\bar{x}), u(\bar{y}), u(\bar{z})$ ——测量重复性引入的合成不确定度，m

$u(x_0), u(y_0), u(z_0)$ ——定位偏差测量系统误差引入的合成不确定度，m。

C.6.2 不确定度来源

C.6.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{x})$ 、 $u(\bar{y})$ 和 $u(\bar{z})$ 。

C.6.2.2 模拟器伪距精度校准不确定度引入的标准不确定度 $u_1(\delta_p)$ 。

C.6.2.3 通道间偏差引入的标准不确定度 $u_2(\delta_p)$ 。

C.6.2.4 模拟器定位信息分辨力引入的标准不确定度 $u_3(\delta_p)$ 。

C.6.2.5 GNSS应用终端定位信息分辨力引入的标准不确定度 $u_4(\delta_p)$ 。

C.6.3 标准不确定度评定

C.6.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{x})$ 、 $u(\bar{y})$ 和 $u(\bar{z})$

用 A 类方法评定。对 GNSS 应用终端的定位偏差进行多次测量,取平均值为测量结果。根据公式:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{C.10})$$

得到:

$$u(\bar{x}) = 0.0008 \text{ m}; u(\bar{y}) = 0.0011 \text{ m}; u(\bar{z}) = 0.0015 \text{ m} \quad (\text{C.11})$$

C.6.3.2 伪距精度校准不确定度引入的标准不确定度 $u_1(\delta_p)$

用 B 类方法评定。GNSS 信号模拟器的伪距精度校准结果,由上一级校准机构给出的扩展不确定度为 $U=100 \text{ mm}$,取包含因子 $k=2$,则:

$$u_1(\delta_p) = \frac{0.1}{2} = 0.05 \text{ m} \quad (\text{C.12})$$

C.6.3.2.2 通道间偏差引入的标准不确定度 $u_2(\delta_p)$

用 B 类方法评定。GNSS 信号模拟器的通道间偏差会由 GNSS 信号模拟器厂家给出,一般为 0.01m ,取包含因子 $k = \sqrt{3}$,则:

$$u_2(\delta_p) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.006 \text{ m} \quad (\text{C.13})$$

C.6.3.2.3 模拟器定位信息分辨力引入的标准不确定度 $u_3(\delta_p)$

用 B 类方法评定。GNSS 信号模拟器的定位信息输出分辨力由 GNSS 信号模拟器厂家给出,一般为 1mm ,区间半宽为 0.5mm ,取包含因子 $k = \sqrt{3}$,则:

$$u_3(\delta_p) = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.0003 \text{ m} \quad (\text{C.14})$$

C.6.3.2.4 GNSS 应用终端定位信息分辨力引入的标准不确定度 $u_4(\delta_p)$

用 B 类方法评定。GNSS 应用终端定位信息分辨力为 10mm ,取包含因子 $k = \sqrt{3}$,GNSS 应用终端定位信息分辨力引入的标准不确定:

$$u_4(\delta_p) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.006 \text{ m} \quad (\text{C.15})$$

C.6.4 合成标准不确定度

定位偏差校准的合成标准不确定度 $u_c(\delta_p)$

$u_1(\delta_p)$ 、 $u_2(\delta_p)$ 、 $u_3(\delta_p)$ 和 $u_4(\delta_p)$ 互不相关,按下式计算:

$$u(x_0) = u(y_0) = u(z_0) = \sqrt{u_1^2(\delta_p) + u_2^2(\delta_p) + u_3^2(\delta_p) + u_4^2(\delta_p)}$$

$$= \sqrt{0.05^2 + 0.006^2 + 0.0003^2 + 0.006^2} = 0.05 \text{ m} \quad (\text{C.16})$$

根据公式 C.9 和 C.11, 得到合成标准不确定度 $u_c(\delta_p)$

$$u_c(\delta_p) = 0.08 \text{ m} \quad (\text{C.17})$$

C.6.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 定位偏差校准的扩展不确定度为:

$$U = 0.16 \text{ m} \quad (\text{C.18})$$

C.7 定位精密度校准结果的不确定度

定位精密度校准结果的不确定度和定位偏差的来源和评定方法一致。

C.8 1PPS 时间偏差校准结果的不确定度

C.8.1 测量模型

$$\Delta T_{1\text{PPS}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta t_{1\text{PPS},i} \quad (\text{C.19})$$

式中:

$\Delta T_{1\text{PPS}}$ ——1PPS 时间偏差测量结果, ns;

$\Delta t_{1\text{PPS},i}$ ——第 i 次 1PPS 时间偏差的测量值, ns;

N ——1PPS 时间偏差测量值的取样个数。

C.8.2 不确定度来源

C.8.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 。

C.8.2.2 时间综合测试仪输出 1PPS 时间偏差校准不确定度引入的标准不确定度

$u_2(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 。

C.8.2.3 综合时间测试仪的 1PPS 时间测量偏差引入的标准不确定度 $u_3(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 。

C.8.2.4 线缆延迟测量引入的标准不确定度 $u_4(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 。

C.8.3 标准不确定度评定

C.8.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\Delta T_{1\text{PPS}})$

用 A 类方法评定。对 GNSS 应用终端的 1PPS 时间偏差进行多次测量, 取平均值为测量结果。根据公式:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{C.20})$$

得到

$$u_1(\Delta T_{1\text{PPS}}) = 1.5 \text{ ns} \quad (\text{C.21})$$

C.8.3.2 综合时间测试仪 1PPS 定时偏差校准不确定度引入的标准不确定度 $u_2(\Delta T_{1\text{PPS}})$

用 B 类方法评定。综合时间测试仪 1PPS 定时偏差校准结果，由上一级校准机构给出的扩展不确定度为 $U=21.6\text{ns}$ ，取包含因子 $k=2$ ，则

$$u_2(\Delta T_{1\text{PPS}}) = \frac{21.6}{2} = 10.8 \text{ ns} \quad (\text{C.22})$$

C.8.3.3 综合时间测试仪的 1PPS 测量时间误差引入的标准不确定度 $u_3(\Delta T_{1\text{PPS}})$

用 B 类方法评定。综合时间测试仪 1PPS 测量时间偏差，由仪器生产厂家给出为 $\pm 10\text{ns}$ ，区间半宽为 10ns ，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则引入的标准不确定度为：

$$u_3(\Delta T_{1\text{PPS}}) = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5.8 \text{ ns} \quad (\text{C.23})$$

C.8.3.4 线缆延迟测量引入的标准不确定度 $u_4(\Delta T_{1\text{PPS}})$

用 B 类方法评定。1PPS 时间偏差测量中所使用的线缆需经过延迟测量，线缆延迟测量引入的标准不确定度：

$$u_4(\Delta T_{1\text{PPS}}) = 0.1 \text{ ns} \quad (\text{C.24})$$

C.8.4 合成标准不确定度

1PPS 时间偏差的合成标准不确定度为 $u_c(\Delta T_{1\text{PPS}})$

$u_1(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 、 $u_2(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 、 $u_3(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 和 $u_4(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 互不相关，合成标准不确定度 $u_c(\Delta T_{1\text{PPS}})$ 按下式计算：

$$\begin{aligned} u_c(\Delta T_{1\text{PPS}}) &= \sqrt{u_1^2(\Delta T_{1\text{PPS}}) + u_2^2(\Delta T_{1\text{PPS}}) + u_3^2(\Delta T_{1\text{PPS}}) + u_4^2(\Delta T_{1\text{PPS}})} \\ &= \sqrt{1.5^2 + 10.8^2 + 5.8^2 + 0.1^2} = 12.4 \text{ ns} \end{aligned} \quad (\text{C.25})$$

C.8.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，1PPS 时间偏差校准的扩展不确定度为：

$$U = 24.8 \text{ ns} \quad (\text{C.26})$$

C.9 NTP 时间偏差校准结果的不确定度

C.9.1 测量模型

$$\Delta T_{\text{NTP}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta t_{\text{NTP},i} \quad (\text{C.27})$$

式中：

- ΔT_{NTP} —— NTP 时间偏差测量结果，s；
 $\Delta t_{\text{NTP},i}$ —— 第 i 个 NTP 时间偏差的测量值，s；
 N —— NTP 时间偏差测量值的取样个数。

C.9.2 不确定度来源

C.9.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\Delta T_{\text{NTP}})$ 。

C.9.2.2 综合时间测试仪输出 1PPS 时间偏差引入的标准不确定度 $u_2(\Delta T_{\text{NTP}})$ 。

C.9.2.3 网络往返延迟引入的标准不确定度 $u_3(\Delta T_{\text{NTP}})$ 。

C.9.2.4 综合时间测试仪的 NTP 时间测量偏差引入的标准不确定度 $u_4(\Delta T_{\text{NTP}})$ 。

C.9.3 标准不确定度评定

C.9.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(\Delta T_{\text{NTP}})$

用 A 类方法评定。对 GNSS 应用终端的 NTP 时间偏差进行多次测量，取平均值为测量结果。根据公式：

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{C.28})$$

得到

$$u_1(\Delta T_{\text{NTP}}) = 9.5 \times 10^{-6} \text{ s} \quad (\text{C.29})$$

C.9.3.2 综合时间测试仪 1PPS 定时偏差标准不确定度引入的标准不确定度 $u_2(\Delta T_{\text{NTP}})$

用 B 类方法评定。综合时间测试仪 1PPS 定时偏差校准结果，由上一级校准机构给出的扩展不确定度为 $U=21.6\text{ns}$ ， $k=2$ ，则

$$u_2(\Delta T_{\text{NTP}}) = \frac{21.6 \times 10^{-9}}{2} = 1.1 \times 10^{-8} \text{ s} \quad (\text{C.30})$$

C.9.3.3 网络往返延迟引入的标准不确定度 $u_3(\Delta T_{\text{NTP}})$

用 B 类方法评定。对被测的 GNSS 应用终端的医院信息平台用时单元，连续测量 100 组 NTP 网络往返延迟数据 delay_i ，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，按下式计算往返延时引入的标准不确定度为：

$$u_3(\Delta T_{NTP}) = \frac{1}{2} \times \frac{\max|\text{delay}_i|}{\sqrt{3}} = 4.7 \times 10^{-3} \text{ s} \quad (\text{C.31})$$

式中:

$\max|\text{delay}_i|$ ——往返延时 delay_i 绝对值的最大值。

C.9.3.4 时间综合测试仪的 NTP 测量误差引入的标准不确定度 $u_4(\Delta T_{NTP})$

用 B 类方法评定。综合时间测试仪的 NTP 时间测量偏差, 由仪器生产厂家给出, 为 $\pm 100\mu\text{s}$, 区间半宽为 $100\mu\text{s}$, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则引入的标准不确定度为:

$$u_4(\Delta T_{NTP}) = \frac{1.0 \times 10^{-4}}{\sqrt{3}} = 5.8 \times 10^{-5} \text{ s} \quad (\text{C.32})$$

C.9.4 合成标准不确定度

NTP 时间偏差校准结果的合成标准不确定度 $u_c(\Delta T_{NTP})$,

$u_1(\Delta T_{NTP})$ 、 $u_2(\Delta T_{NTP})$ 、 $u_3(\Delta T_{NTP})$ 和 $u_4(\Delta T_{NTP})$ 互不相关, 合成标准不确定度 $u_c(\Delta T_{NTP})$

按下式计算:

$$\begin{aligned} u_c(\Delta T_{NTP}) &= \sqrt{u_1^2(\Delta T_{NTP}) + u_2^2(\Delta T_{NTP}) + u_3^2(\Delta T_{NTP}) + u_4^2(\Delta T_{NTP})} \\ &= \sqrt{(9.5 \times 10^{-6})^2 + (1.1 \times 10^{-8})^2 + (4.7 \times 10^{-3})^2 + (5.8 \times 10^{-5})^2} \\ &= 4.7 \times 10^{-3} \text{ s} \end{aligned} \quad (\text{C.33})$$

C.9.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, NTP 时间偏差校准的扩展不确定度为:

$$U = 9.4 \times 10^{-3} \text{ s} \quad (\text{C.34})$$