



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF \*\*\*\*—20xx

## 便携式智能定位计时终端校准规范

Calibration Specification of Portable Intelligent Positioning and

Timing Terminal

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

# 便携式智能定位计时终端

JJF\*\*\*\*\*—20xx

## 校准规范

Calibration Specification of Portable  
Intelligent Positioning and Timing  
Terminal

本规范经国家市场监督管理总局 XXXX 年 XX 月 XX 日批准，  
并自 XXXX 年 XX 月 XX 日起施行。

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：北京市计量检测科学研究院

中国科学院国家授时中心

参加起草单位：北京无线电计量测试研究所

辽宁省计量科学研究院

中国信息通信研究院

本规范委托全国卫星导航应用专用计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

仲崇霞（北京市计量检测科学研究院）

梁 炜（北京市计量检测科学研究院）

高春柳（北京市计量检测科学研究院）

李 变（中国科学院国家授时中心）

参加起草人：

阎栋梁（北京无线电计量测试研究所）

李 诺（辽宁省计量科学研究院）

陈晓晨（中国信息通信研究院）

# 目录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
4.1 定位偏差.....	2
4.2 测速偏差.....	2
4.3 当前时刻同步误差.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 测量标准及其他设备.....	2
6 校准项目和校准方法.....	3
6.1 校准项目.....	3
6.2 校准方法.....	4
7 校准结果表达.....	7
8 复校时间间隔.....	8
附录 A 原始记录参考格式.....	9
附录 B 校准证书内页参考格式.....	11
附录 C 测量结果的不确定度评定示例.....	12

# 引言

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》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范采用了 JJG 722《标准数字时钟检定规程》、JJF1403《全球导航卫星系统(GNSS)接收机(时间测量型)校准规范》和 JJF 1901《指针式精密时钟校准规范》相关术语定义和部分技术内容。

本规范包含了对便携式智能定位计时终端的计量要求和具体校准项目，计量特性主要包括定位偏差、测速偏差和当前时刻同步误差。

本规范为首次发布。

# 便携式智能定位计时终端校准规范

## 1 范围

本规范适用于具有全球导航卫星系统（GNSS）卫星导航定位、计时功能的便携式智能定位计时终端（以下简称定位计时终端）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 722 标准数字时钟检定规程

JJF 1403 全球导航卫星系统(GNSS)接收机(时间测量型)校准规范

JJF 1901 指针式精密时钟校准规范

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 概述

定位计时终端通过接收全球导航卫星信号（GNSS）实现自主定位和计时。主要由主控制器、定位模块、授时模块、电池等部分组成，部分终端还包括存储单元和显示屏，其组成原理如图 1 所示。定位计时终端被广泛应用于户外探险、野外郊游、灾区救援、军队协同作战等领域。

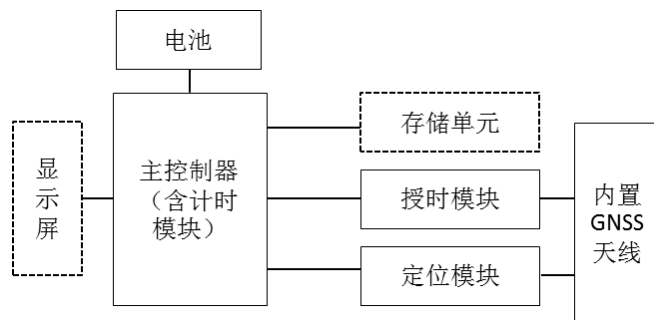


图 1 便携式智能定位计时终端组成原理框图

## 4 计量特性

### 4.1 定位偏差

优于 15 m。

### 4.2 测速偏差

优于  $\pm 1$  km/h。

### 4.3 当前时刻同步误差

优于  $\pm 1 \mu\text{s}$  (有 1PPS 输出)；

优于  $\pm 1$  s (无 1PPS 输出)。

注：1、对于有测速功能的定位计时终端可参考计量特性 4.2 的要求。

2、以上技术指标不用于合格性判定，仅提供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

a) 环境温度：(20 $\pm$ 5) °C；

b) 环境相对湿度： $\leq 80\%$ ；

c) 电压：220(1 $\pm$ 10%) V，频率：50(1 $\pm$ 2%) Hz；

d) 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

### 5.2 测量标准及其他设备

#### 5.2.1 标准时间频率源

a) 与 UTC (CN) 的时间偏差：优于  $\pm 50$  ns；显示分辨力：1 ms；

b) 相对频率偏差：优于  $\pm 1 \times 10^{-9}$ 。

#### 5.2.2 GNSS 信号模拟器

a) 输出频点：支持被校定位计时终端可接收的 GNSS 信号频点；

b) 信号功率：输出范围 (-150~-110) dBm；绝对功率误差：优于 $\pm 2$  dB；

c) 内部时基相对频率偏差：优于 $\pm 1 \times 10^{-8}$ 。

### 5.2.3 GNSS 基准点

点坐标不确定度： $U=0.1$  m,  $k=2$ 。

### 5.2.4 数显角度尺

测量范围： $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ；

分辨力： $0.05^{\circ}$ 。

### 5.2.5 时间间隔测量仪

具备外频标输入功能；

时间间隔测量分辨力：优于  $0.01 \mu\text{s}$ 。

其他设备：

### 5.2.6 OTA 测试暗室

屏蔽效能： $>80\text{dB}$  ( $1\text{GHz} \sim 3\text{GHz}$ )。

### 5.2.7 高清照相机

a) 像素： $\geq 4096 \times 1024$ ；

b) 防抖动。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

校准项目及对应校准方法见表1。

**表 1 校准项目及对应校准方法一览表**

序号	校准项目名称	校准方法对应条款
1	外观及功能检查	6.2.1
2	定位偏差	6.2.2
3	测速偏差	6.2.3
4	当前时刻同步误差	6.2.4



## 6.2 校准方法

### 6.2.1 外观及工作正常性检查

用目测的方法检查定位计时终端的外观和结构。被校定位计时终端不应有影响正常运行和读数的机械损伤、故障和异常现象。

### 6.2.2 定位偏差

#### 6.2.2.1 GNSS 信号模拟器法

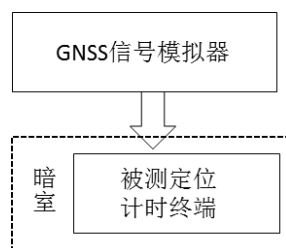


图2 GNSS 信号模拟器法测量仪器连接示意图

a) 仪器连接如图2所示；

b) GNSS 信号模拟器仿真标准位置静态场景，可见卫星不少于6颗，暗室转台接收信号功率电平推荐为-120 dBm 或按厂家说明书要求；

c) 启动 GNSS 信号模拟器静态场景仿真，待被校定位计时终端显示或输出第一个定位值后，等待3 min 进行收敛（或按仪器厂家说明书规定的收敛时间）。再连续运行15 min，期间采集被校定位计时终端输出数据（采样时间间隔推荐为1 s）或每30s 记录一次显示定位数据值 $(x_i, y_i, z_i)$ ；

d) GNSS 信号模拟器仿真标准位置值为 $(x_0, y_0, z_0)$ ，被校定位计时终端定位值为 $(x_i, y_i, z_i)$ 。计算 GNSS 信号模拟器仿真标准值与被校定位计时终端测量平均值之差 $\Delta\bar{x}$ 、 $\Delta\bar{y}$ 、 $\Delta\bar{z}$ ，由式(1)计算被校定位计时终端的定位偏差。

$$\delta_p = \sqrt{\Delta\bar{x}^2 + \Delta\bar{y}^2 + \Delta\bar{z}^2} \quad (1)$$

式中：

$\delta_p$ —被校定位计时终端的定位偏差，m；

$\Delta\bar{x}$ 、 $\Delta\bar{y}$ 、 $\Delta\bar{z}$ —GNSS 信号模拟器仿真标准值与被校定位计时终端测量平均值之差，m。

#### 6.2.2.2 GNSS 基准点法

a) 将被校定位计时终端固定在 GNSS 观测墩中心位置，观测墩坐标值为 $(x_0, y_0, z_0)$ ；

b) 待被校定位计时终端显示或输出第一个定位值后, 等待 3 min 进行收敛 (或按仪器厂家说明书规定的收敛时间)。再连续运行 15 min, 期间采集被校定位计时终端输出数据 (采样时间间隔推荐为 1 s) 或每 30s 记录一次显示定位数据值  $(x_i, y_i, z_i)$ ;

c) 计算观测墩坐标值与被校定位计时终端测量平均值之差  $\Delta\bar{x}$ 、 $\Delta\bar{y}$ 、 $\Delta\bar{z}$ , 由式(1)计算被校定位计时终端的定位偏差。

注: 被测定位计时终端解算的坐标多为大地坐标系坐标, 需转换为地心地固坐标系坐标再做进一步计算。

### 6.2.3 测速偏差

a) 仪器连接如图 2 所示;

b) 将 GNSS 信号模拟器测试场景设为匀速直线运动场景, 可见卫星不少于 6 颗, 暗室转台接收信号功率电平推荐为 -120 dBm 或按厂家说明书要求, 场景速度分别为 2 km/h、5 km/h、10 km/h 和 20 km/h;

c) 启动 GNSS 信号模拟器动态场景仿真, 设定场景速度值为 2 km/h, 待被校定位计时终端显示或输出第一个速度值后, 等待 3min 进行收敛 (或按仪器厂家说明书规定的收敛时间)。再连续运行 15min, 期间采集被校定位计时终端输出数据 (采样时间间隔推荐为 1 s) 或每 30s 记录一次显示速度值。

d) GNSS 信号模拟器仿真标准速度值为  $v_0$ , 被校定位计时终端速度值为  $v_i$ , 其平均值为  $\bar{v}_i$ 。由式(2)计算定位计时终端的测速偏差;

$$Vv = v_0 - \bar{v}_i \quad (2)$$

式中:

$Vv$ —被校定位计时终端的测速偏差, km/h;

$v_0$ —GNSS 信号模拟器仿真标准速度值, km/h;

$\bar{v}_i$ —被校定位计时终端速度测量值的平均值, km/h;

e) 设定其他的场景速度值, 重复步骤 c) 进行校准。

### 6.2.4 当前时刻同步误差

#### 6.2.4.1 拍照法

a) 通过转发天线将室外天线接收的导航卫星信号转发到实验室内, 或确保实验室内可接

收到导航卫星信号，确认被校定位计时终端处于锁定卫星信号的状态；

b) 将被校定位计时终端与标准时间输出信号显示屏置于高清照相机的同一视场内；

c) 将高清照相机置于被校定位计时终端正前方，并确保拍摄角度与被校定位计时终端显示屏垂直，设置自动拍照模式并拍照获取当前时刻被校定位计时终端与标准时间的图像；

d) 记录标准时间当前时刻的显示值  $T_{0i}$  和被校定位计时终端当前时刻显示值或指示值  $T_{xi}$ ；

e) 对于指针式显示屏，需先读出其时针和分针所指示的读数，然后用数显角度尺测量出被校定位计时终端显示屏的图像中秒针偏离零点零分零秒的角度，计算出当前时刻的秒读数（可精确到毫秒）。记录被校定位计时终端当前时刻指示值  $T_{xi}$ ；

f) 同样的方法测量 10 次，取 10 次测量的标准时间与被校定位计时终端当前时刻值差值的平均值作为当前时刻同步误差的校准结果，由式（3）计算。

$$\delta_T = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (T_{xi} - T_{0i}) \quad (3)$$

式中：

$\delta_T$ ——当前时刻同步误差，ms；

$T_{xi}$ ——被校定位计时终端第  $i$  次的显示值或指示值，hh:mm:ss.ms；

$T_{0i}$ ——标准时间第  $i$  次的显示值，hh:mm:ss.ms。

注：拍照法适用于没有 1PPS 输出，仅有时刻显示或指示值的定位计时终端。

#### 6.2.4.2 时间间隔测量仪法

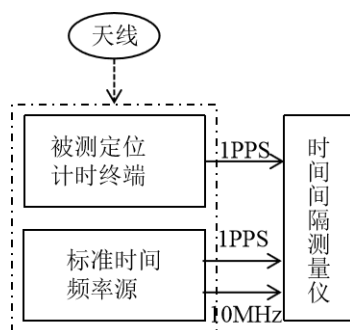


图 3-1

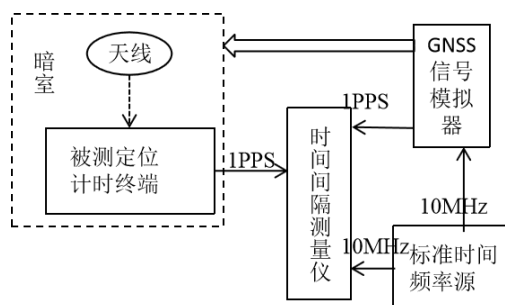


图 3-2

图 3 时间间隔测量仪法当前时刻同步误差测量仪器连接示意图

a) 仪器连接如图 3 所示，图 3-1 为用真实导航卫星信号测试的测量仪器连接示意图，图 3-2 为用 GNSS 信号模拟器测试的测量仪器连接示意图。标准时间频率源输出的标准频率加载

到时间间隔测量仪和 GNSS 信号模拟器的外参考输入端。

b) 用真实导航卫星信号测试时,通过转发天线将室外天线接收的导航卫星信号转发到实验室内,或确保实验室内可接收到导航卫星信号,确认被校定位计时终端处于锁定卫星信号的状态;用 GNSS 信号模拟器测试时,将 GNSS 信号模拟器发出的射频信号接入暗室内,通过暗室内的发射天线发射信号,被测定位计时终端置于暗室内接收 GNSS 信号模拟器的信号,并保持信号锁定状态;

c) 被校定位计时终端输出的 1PPS 接入时间间隔测量仪的启动输入端;

d) 标准时间频率源的 1PPS (图 3-1) 或 GNSS 信号模拟器的 1PPS (图 3-2) 接入到时间间隔测量仪的停止输入端;

e) 将时间间隔测量仪的闸门时间设为 1 s,连续测量 300s,计算测量结果的平均值  $\bar{\tau}$  作为被校定位计时终端当前时刻同步误差的校准结果。

注:时间间隔测量仪法适用于既有时刻显示或指示值又有 1PPS 输出的定位计时终端。

## 7 校准结果表达

经校准的定位计时终端出具校准证书。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) 进行校准的地点(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) 进行校准的日期,如果与校准结果的有效性和应用有关时,应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时,应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识,包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;

- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定, 送校单位可根据实际使用情况确定复校时间间隔。建议复校时间间隔为 1 年。

## 附录 A 原始记录参考格式

## 原始记录参考格式

委托单位	
被校设备	
校准地点	
环境条件	
校准时间	
校准人员	
校准仪器	
校准项目	<input type="checkbox"/> 定位偏差 <input type="checkbox"/> 测速偏差 <input type="checkbox"/> 当前时刻同步误差

## 1. 外观和工作正常性检查

外观： <input type="checkbox"/> 完好 <input type="checkbox"/> 损坏
工作正常性检查： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常

## 2. 定位偏差

样品编号	标准点坐标值	定位计时终端实测坐标值	测量不确定度 $U$ (m)

## 3. 测速偏差

样品编号	标准速度值 (km/h)	定位计时终端实测速度值 (km/h)	测量不确定度 $U$ (km/h)


## 4. 当前时刻同步误差（拍照法）

序号	标准时间当前时刻值 (hh:mm:ss.ms)	定位计时终端当前时刻值显示或 指示值 (hh:mm:ss.ms)	测量不确定度 $U$ (ms)

## 5. 当前时刻同步误差（时间间隔测量仪法）

序号	当前时刻同步误差测量值 ( $\mu$ s)	当前时刻同步误差校准结果 ( $\mu$ s)	测量不确定度 $U$ ( $\mu$ s)

## 附录 B 校准证书内页参考格式

## 校准证书内页参考格式

## 1 定位偏差

标准点坐标值	实测坐标值	定位偏差 $\delta_p$ (m)	测量不确定度 $U$ (m)

## 2 测速偏差

标准速度值 (km/h)	实测速度值 (km/h)	速度偏差 (km/h)	测量不确定度 $U$ (km/h)

## 3. 当前时刻同步误差 (拍照法)

标准时间当前时刻值 (hh:mm:ss.ms)	实测当前时刻值 (hh:mm:ss.ms)	当前时刻同步误差 (ms)	测量不确定度 $U$ (ms)

## 4. 当前时刻同步误差 (时间间隔测量仪法)

当前时刻同步误差 ( $\mu s$ )	测量不确定度 $U$ ( $\mu s$ )



## 附录 C 测量结果的不确定度评定示例

### C.1 定位偏差测量结果不确定度评定

本示例用 GNSS 信号模拟器法对定位偏差进行校准，并对定位偏差测量结果的不确定度进行评定。

#### C.1.1 测量模型

$$\delta_p = \sqrt{\Delta\bar{x}^2 + \Delta\bar{y}^2 + \Delta\bar{z}^2} \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\delta_p$ —被校定位计时终端的定位偏差，m；

$\Delta\bar{x}$ 、 $\Delta\bar{y}$ 、 $\Delta\bar{z}$ —GNSS 信号模拟器仿真标准值与被校定位计时终端测量值平均值之差，

m。

#### C.1.2 标准不确定度的来源及评定

定位偏差的不确定度来源有以下几个分量：由 GNSS 信号模拟器标准位置值不准确引入的标准不确定度，被校定位计时终端分辨率引入的标准不确定度，测量重复性引入的标准不确定度。

##### C.1.2.1 GNSS 信号模拟器伪距控制精度引入的标准不确定度 $u_1$

根据 GNSS 信号模拟器的说明书以及 GNSS 信号模拟器校准结果可知，GNSS 信号模拟器模拟单颗卫星的伪距控制精度为 0.01m，根据卫星定位原理，至少需要观测到 4 颗卫星才能定位，一般情况最多可见星位 8-9 个，取 6 颗星计算，采用 B 类评定方法，取  $k=2$ ，由 GNSS 信号模拟器伪距控制精度引入的标准不确定度：

$$u_1 = \frac{0.06\text{m}}{2} = 0.03\text{m} \quad (\text{C.2})$$

##### C.1.2.2 定位计时终端显示分辨率引入的标准不确定度 $u_2$

定位计时终端显示分辨率有多种，现以分辨率为 1m 的定位计时终端为例进行分析。采用 B 类评定方法，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，

$$u_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}} \delta_x = 0.29 \times 0.001\text{km} \quad (\text{C.3})$$

##### C.1.2.3 测量重复性引入的不确定度 $u_3$

表 C.1 测量重复性引入的标准不确定度一览表

次数 i	x 定位误差平均值	y 定位误差平均值	z 定位误差平均值	定位偏差 Di(m)
1	0.847	1.209	1.076	1.83
2	0.796	1.265	1.028	1.81
3	0.595	1.259	1.027	1.73
4	0.631	1.222	1.107	1.77
5	0.696	1.327	1.036	1.82
6	0.632	1.097	1.017	1.62
7	0.788	1.104	1.029	1.70
8	0.625	1.257	1.034	1.74
9	0.817	1.207	1.056	1.80
10	0.592	1.188	1.113	1.73

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (D_i - \bar{D})^2}{10 - 1}} \approx 0.1\text{m} \quad (\text{C.4})$$

## C.1.2.4 标准不确定度一览表

表 C.2 标准不确定度一览表

不确定度来源	类型	值	分布	因子	标准不确定度
GNSS 信号模拟器伪距控制精度	B	0.06m	/	2	0.03m
定位计时终端显示分辨率	B	1m	均匀	$\sqrt{3}$	0.29m
测量重复性	A	0.1m			0.1m

## C.1.2.5 不确定度分量之间相关性

估计各不确定度分量之间无相关性。

## C.1.3 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \approx 0.3\text{m} \quad (\text{C.5})$$

C.1.4 扩展不确定度  $U$ 

被校定位计时偏差的分辨力为 1m 时，扩展不确定度

$$U(\delta_p) = ku_c(\delta_p) = 2 \times 0.3\text{m} \approx 1\text{m} \quad (k=2) \quad (\text{C.6})$$

## C.2 测速偏差测量结果不确定度评定

### C.2.1 测量模型

$$V_V = v_0 - \bar{v}_i \quad (\text{C.7})$$

式中：

$V_V$ —被校定位计时终端的测速偏差，km/h；

$v_0$ —GNSS 信号模拟器仿真标准速度值，km/h；

$\bar{v}_i$ —被校定位计时终端速度测量值的平均值，km/h；

### C.2.2 测量不确定度来源

测速误差的不确定度来源于以下几个分量：GNSS 信号模拟器伪距变化率误差引入的标准不确定度，定位计时终端测速信息分辨力引入的标准不确定度，测量重复性引入的标准不确定度。

### C.2.3 标准不确定评定

#### C.2.3.1 GNSS 信号模拟器伪距变化率误差引入的标准不确定度 $u_1$

根据 GNSS 信号模拟器的说明书以及 GNSS 信号模拟器校准结果可知，GNSS 信号模拟器单星信号伪距变化率误差为 0.001m/s，与定位误差评定相似，取 6 颗星参与定位计算，采用 B 类评定方法，取  $k=2$ ，由 GNSS 信号模拟器伪距变化率误差引入的标准不确定度：

$$u_1 = \frac{0.006\text{m/s}}{2} = 0.003\text{m/s} \quad (\text{C.8})$$

#### C.2.3.2 定位计时终端测速信息分辨力引入的标准不确定度 $u_2$

定位计时终端测速分辨力为 0.1km/h（即 0.028m/s）其不确定服从矩形分布，采用 B 类评定方法，包含因子  $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_2 = \frac{0.028\text{m/s}}{2\sqrt{3}} \approx 0.01\text{m/s} \quad (\text{C.9})$$

#### C.2.3.3 测量重复性引入的标准不确定度 $u_3$

设定测试场景的标准速度值为 5km/h，测量 10 次，记录测速结果。

表 C.3 测速结果记录表

次数 i	定位计时终端测速均值 $V_i$ (km/h)	次数 i	定位计时终端测速均值 $V_i$ (km/h)
1	5.1	6	5.0
2	5.0	7	5.1
3	5.1	8	5.1

4	5.0	9	5.1
5	5.0	10	5.0

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (v_i - \bar{v})^2}{10 - 1}} \approx 0.05\text{m/s} \quad (\text{C.10})$$

#### C.2.2.4 标准不确定度一览表

表 C.4 标准不确定度一览表

不确定度来源	类型	值	分布	因子	标准不确定度
GNSS 信号模拟器伪距变化率误差	B	0.006m/s	/	2	0.002m/s
定位计时终端测速信息分辨力	B	0.03m/s	均匀	$\sqrt{3}$	0.01m/s
测量重复性	A	0.05m/s			0.05m/s

#### C.2.2.5 不确定度分量之间相关性

估计各不确定度分量之间无相关性。

#### C.2.3 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \approx 0.05\text{m/s} \quad (\text{C.11})$$

#### C.2.4 扩展不确定度 $U$

被校定位计时终端的分辩力为 0.1km/h 时，扩展不确定度

$$U(Vv) = ku_c(Vv) = 2 \times 0.02\text{m/s} \approx 0.1\text{m/s} \quad (k=2) \quad (\text{C.12})$$

### C.3 当前时刻同步误差测量结果不确定度评定（拍照法）

#### C.3.1 测量模型

$$\delta_T = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (T_{xi} - T_{0i}) \quad (\text{C.13})$$

式中：

$\delta_T$ ——当前时刻同步误差，ms；

$T_{xi}$ ——被校定位计时终端第  $i$  次的显示值或指示值，hh:mm:ss.ms；

$T_{0i}$ ——标准时间第  $i$  次的显示值，hh:mm:ss.ms。

#### C.3.2 测量不确定度来源

测量不确定度来源主要有四方面：参考标准时间偏差引入的标准不确定度、被校定位计

时终端时间显示分辨力（数显角度尺分辨力）引入的标准不确定度和测量重复性引入的标准不确定度。

注：数显式定位计时终端不确定度来源为时间显示分辨力引入的不确定度，指针式定位计时终端不确定度来源为校准所用数显角度尺分辨力引入的不确定度。本示例以数显式定位计时终端为例进行评定，指针式定位计时终端的当前时刻同步误差不确定度可参照 JJF1901-2021 指针式精密时钟校准规范中当前时刻同步误差不确定度评定方法。

### C.3.3 标准测量不确定度评定

#### C.3.3.1 参考标准时间引入的标准不确定度

参考标准时间时间偏差的最大允许误差为 1ms，视其为均匀分布，按 B 类评定，标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58 \text{ms} \quad (\text{C.14})$$

#### C.3.3.2 定位计时终端时间显示分辨力引入的标准不确定度

定位计时终端时间显示分辨力为 1s，视其为均匀分布，按 B 类评定

$$u_2 = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0.29 \quad (\text{C.15})$$

#### C.3.3.3 测量重复性引入的标准不确定度

在相同的实验条件下，重复测量 10 次当前时刻同步误差，测得的结果如表 C.5 所示，按 A 类评定。

表 C.5 当前时刻同步误差测量 10 次的结果

测量次数	1	2	3	4	5
当前时刻同步误差测量值 (s)	0.005	0.144	0.071	0.020	0.067
测量次数	6	7	8	9	10
当前时刻同步误差测量值 (s)	0.185	0.174	0.206	0.008	0.137

测量结果的试验标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\delta_{Ti} - \bar{\delta}_T)^2}{10-1}} = 0.07s \quad (\text{C.16})$$

重复性引入的标准不确定度为：

$$u_3 = \frac{s}{\sqrt{10}} = 0.02s \quad (\text{C.17})$$

#### C.3.3.4 标准不确定度一览表

表 C.6 授时偏差测量不确定度来源及标准不确定度一览表

不确定度来源	分布	包含因子	不确定度分量
参考标准时间偏差 $u_1$	均匀	$\sqrt{3}$	0.58ms
数显角度尺分辨力 $u_2$	均匀	$\sqrt{3}$	0.29s
测量重复性 $u_3$	/	/	0.02s

#### C.3.4 不确定度分量之间相关性

估计各不确定度分量之间无相关性。

#### C.3.5 合成标准不确定度

合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} \approx 0.29s \quad (\text{C.18})$$

#### C.3.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为

$$U = k \times u_c \approx 0.6s \quad (\text{C.19})$$

当前时刻同步误差校准结果的扩展不确定度为  $U = 0.6s$  ( $k=2$ )