



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2195—2025

## 秒表校准规范

Calibration Specification for Stopwatches



2025-02-08 发布

2025-08-08 实施

国家市场监督管理总局 发布

# 秒表校准规范

Calibration Specification for

Stopwatches

JJF 2195—2025  
代替 JJG 237—2010

归口单位：全国时间频率计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

贵州省计量测试院

参加起草单位：山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院）

大连计量检验检测研究院有限公司

**本规范主要起草人：**

刘年丰（中国计量科学研究院）

张爱敏（中国计量科学研究院）

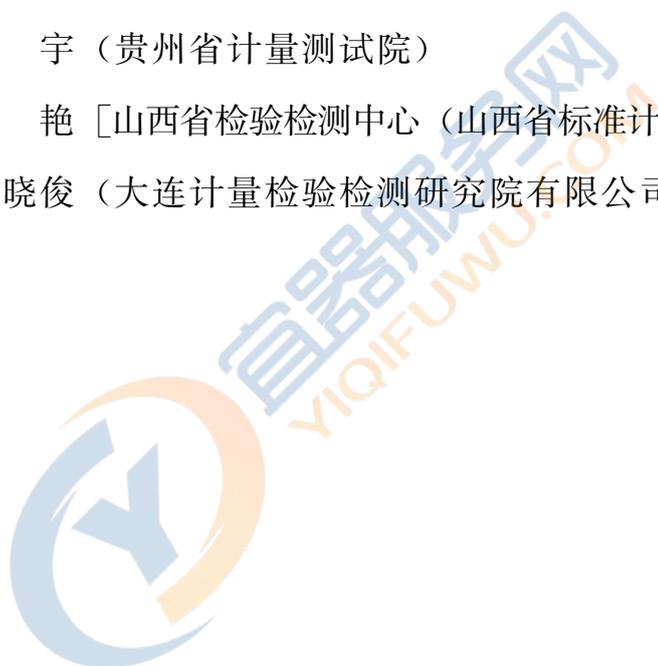
龙 波（贵州省计量测试院）

**参加起草人：**

张 宇（贵州省计量测试院）

李 艳 [山西省检验检测中心（山西省标准计量技术研究院）]

赵晓俊（大连计量检验检测研究院有限公司）



# 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 概述 .....	( 1 )
4 计量特性 .....	( 1 )
4.1 电子秒表 .....	( 1 )
4.2 机械秒表 .....	( 2 )
4.3 数字式电秒表 .....	( 2 )
4.4 指针式电秒表 .....	( 2 )
5 校准条件 .....	( 3 )
5.1 环境条件 .....	( 3 )
5.2 测量标准及其他设备 .....	( 3 )
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 .....	( 6 )
8 复校时间间隔 .....	( 6 )
附录 A 校准原始记录格式 .....	( 7 )
附录 B 校准证书 (内页) 格式 .....	( 9 )
附录 C 不确定度评定示例 .....	( 11 )

## 引 言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》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制定工作的基础性文件。

本规范是对 JJG 237—2010《秒表检定规程》的修订，除编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

- 增加了引言、引用文件；
- 完善了计量特性和校准条件内容；
- 增加校准原始记录格式、校准证书（内页）格式和不确定度评定示例。

本规范历次版本发布情况为：

- JJG 237—2010；
- JJG 237—1995。



# 秒表校准规范

## 1 范围

本规范适用于秒表的校准，包括电子秒表、机械秒表、指针式电秒表和数字式电秒表。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 22773 机械秒表

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

秒表是一种用于测量时间间隔的计量器具，根据工作原理的不同，分为电子秒表、机械秒表、指针式电秒表和数字式电秒表。

机械秒表以游丝机械振荡摆动的周期为参考，传动齿轮带动指针在度盘上旋转，通过度盘上的刻度显示测量结果，测量误差来源于游丝振荡周期的准确度、传动齿轮的间隙和摩擦力；电子秒表以内置的石英晶体振荡器为主振器，通过人工启、停按钮控制电子门实现计数器计数，以数字显示测量结果，测量误差主要来源于石英晶体振荡器的相对频率偏差。指针式电秒表以市电 50 Hz 频率为标准频率源，由市电驱动微型电机，离合器带动指针在度盘上旋转，通过度盘上的刻度显示测量结果，离合器的吸合与断开由被测信号控制表内的继电器实现，测量误差来源于市电的频率误差及继电器的动作延时；数字式电秒表以石英晶体振荡器为标准频率源，通过脉冲信号打开或关闭电子门实现计数器计数，以数字显示测量结果，测量误差主要来源于石英晶体振荡器的相对频率偏差。

电子秒表和机械秒表广泛用于化学分析、运动比赛等计时领域。电秒表主要用于测量各种继电器、电磁开关、机械触点的吸合、释放、转换的动作时间。

## 4 计量特性

### 4.1 电子秒表

电子秒表时间间隔测量最大允许误差见表 1。

表 1 电子秒表时间间隔测量最大允许误差

测量时间间隔	最大允许误差/s
10 s	±0.05
10 min	±0.07

表 1 (续)

测量时间间隔	最大允许误差/s
1 h	±0.10
1 d	±0.5 (专用型) / ±1.5 (非专用型)

注：专用型电子秒表在全时段采用一种分辨力：0.1 s 或 0.01 s 或 0.001 s。非专用型电子秒表在全时段采用两种分辨力：0.01 s 和 1 s，分辨力跳变时间间隔为  $T_s$ ，若所测间隔为  $T_c$ ，则有： $T_c < T_s$  时，分辨力为 0.01 s， $T_c \geq T_s$  时，分辨力为 1 s。

#### 4.2 机械秒表

机械秒表的时间间隔测量最大允许误差见表 2。

表 2 机械秒表时间间隔测量最大允许误差

测量时间间隔	最大允许误差/s			
	分辨力			
	0.01 s	0.02 s	0.1 s	0.2 s
3 s	±0.1	—	—	—
6 s	—	±0.1	—	—
30 s	—	—	± (0.2~0.3)	—
60 s	—	—	—	±0.4
2 min	±0.24	—	—	—
4 min	—	±0.3	—	—
15 min	—	—	± (0.4~0.8)	—
30 min	—	—	± (0.6~1.6)	± (0.6~1.6)
60 min	—	—	—	± (1.2~2.4)

#### 4.3 数字式电秒表

数字式电秒表时间间隔测量最大允许误差按公式 (1) 计算：

$$\Delta T_a = \pm (|A_1| \times T + \delta) \quad (1)$$

式中：

$\Delta T_a$ ——数字式电秒表时间间隔测量最大允许误差；

$A_1$ ——数字式电秒表内部晶振相对频率偏差；

$T$ ——所测时间间隔；

$\delta$ ——显示分辨力。

#### 4.4 指针式电秒表

指针式电秒表时间间隔测量最大允许误差按公式 (2) 计算：

$$\Delta T_b = \pm (|A_2| \times T + \Delta) \quad (2)$$

式中：

$\Delta T_b$ ——指针式电秒表时间间隔测量最大允许误差；

$A_2$  ——市电相对频率偏差；

$\Delta$  ——固有误差，401、405 型为  $\pm 6$  ms，407、408 型为  $\pm 30$  ms。

注：以上指标仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

#### 5.1.1 温度

在  $(15\sim 30)^\circ\text{C}$  范围内任选一点，校准过程中环境温度的变化不超过  $\pm 2^\circ\text{C}$ ，且不应有温度突变。

#### 5.1.2 湿度

相对湿度： $\leq 80\%$ 。

#### 5.1.3 供电电源

电压： $220(1\pm 10\%)$  V；

频率： $50(1\pm 2\%)$  Hz。

#### 5.1.4 其他

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 时间检定仪

开机特性： $10^{-8}\sim 10^{-10}$ ；

相对频率偏差： $\pm(10^{-7}\sim 10^{-9})$ 。

1) 用于校准机械秒表和电子秒表时

时间间隔测量范围： $1\text{ s}\sim 1\text{ d}$ ；

最大允许误差： $\pm(|A_1|\times T + 3\text{ ms})$  (3 ms 为夹具引入误差)。

2) 用于校准数字式电秒表时

时间间隔测量范围： $0.1\text{ ms}\sim 9\,999.9\text{ s}$ ；

最大允许误差： $\pm(|A_1|\times T + 0.01\text{ ms})$  ( $A_1$  用文字表示)。

3) 用于校准指针式电秒表时

时间间隔测量范围： $0.1\text{ s}\sim 600\text{ s}$ ；

时间检定仪与被校指针式电秒表共源，使用市电频率作为参考；

时间间隔最大允许误差： $\pm 0.6\text{ ms}$  (不包括市电频率的影响)。

#### 5.2.2 瞬时日差测量仪

瞬时日差测量范围： $(-9.99\sim 9.99)\text{ s}$ ；

瞬时日差最大允许误差： $\pm 0.05\text{ s}$ ；

相对频率偏差：优于  $\pm 5\times 10^{-7}$ 。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

校准项目一览表见表 3。

表 3 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	时间间隔

## 6.2 校准方法

### 6.2.1 外观及工作正常性检查

6.2.1.1 被校秒表不应有影响正常工作的机械损伤；制造厂家、型号等应有明确标记；秒表的启动、停止、复零按钮应工作正常，功能开关灵活可靠。

6.2.1.2 机械秒表指针回零后的位置与刻度盘零位的偏移量应满足：秒针应不超出秒最小刻度值，分针应不超出分最小刻度的二分之一。

6.2.1.3 电秒表输入端口应有清晰标识，功能性检查应按说明书要求进行，其中包括连续性和触动性检查。

### 6.2.2 时间间隔

#### 6.2.2.1 电子秒表

1) 校准点为 10 s、10 min、1 h 的测量时间间隔校准

按图 1 连接仪器，调整夹具上的撞击头与被校电子秒表启动（停止）按钮的间距，使被校电子秒表正常启停。



图 1 电子/机械秒表校准示意图

记录各校准点下的测量值，按公式（3）计算时间间隔测量误差。

$$\Delta T_i = T_i - T_0 \quad (3)$$

式中：

$\Delta T_i$  ——时间间隔测量误差，s；

$T_i$  ——被校秒表的测得值，s；

$T_0$  ——时间检定仪输出的标准时间间隔，s。

两种分辨力的电子秒表，为保证  $T_0$  校准点的分辨力为 0.01 s，取  $T_s - 1$  min 代替上述 1 h 校准点。

#### 2) 日差校准

##### a) 时间检定仪法

按图 1 连接仪器，时间检定仪输出 1 d 的标准值，记录测量值，按公式（3）计算时间间隔测量误差，即为日差。

若两种分辨力的被校电子秒表保持 0.01 s 测量分辨力时的最大测量时间间隔大于 30 min 小于 1 d，时间检定仪按  $T_s - 60$  s 输出标准时间间隔，先按公式（3）计算得到

时间间隔测量误差，再按公式（4）计算日差：

$$\Delta d = \frac{86\,400\text{ s}}{T_s - 60\text{ s}} \times \Delta T_1 \quad (4)$$

式中：

$\Delta d$  ——日差，s；

$\Delta T_1$  ——时间检定仪输出时间间隔标准值  $T_s - 60\text{ s}$  时测得的时间间隔测量误差，s。

#### b) 瞬时日差测量仪法

将被校秒表放在瞬时日差测量仪相应的传感器上，读数稳定后，读出日差值作为校准结果。

#### 6.2.2.2 机械秒表

按图 1 连接仪器，各次校准都要在秒表发条的有效工作时间内，如测试过程超过规定时间应重新上满发条，有效工作时间参照 GB/T 22773 5.2.3 的规定。

校准点：秒度盘的满度值、分度盘的满度值。

记录各校准点下的测量值，按公式（3）计算时间间隔测量误差。

机械秒表时间间隔测量误差的校准需在表盘水平和表盘垂直两种位置下分别进行。

#### 6.2.2.3 指针式电秒表

指针式电秒表的校准需在表盘水平和表盘垂直两种位置下分别进行。

##### 1) 401、405 型指针式电秒表

按图 2 连接仪器，时间检定仪按被校电秒表的测量功能设定，若接通电源且校准还未开始时，被校电秒表的指针开始旋转，表明被校电秒表的输入极性相反，将 I、III 两个输入端的连线对调后再进行校准。

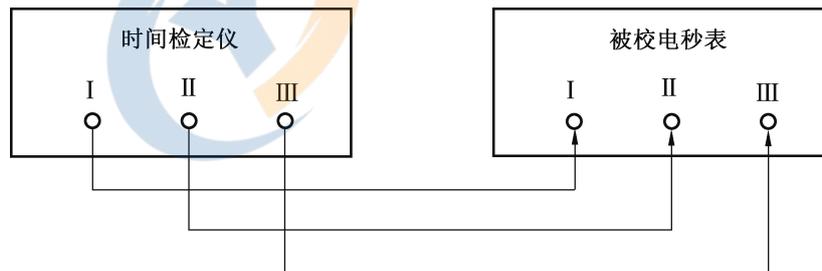


图 2 电秒表校准示意图

校准点选择各个表盘的满度值：1 s、60 s 和 600 s。

先后测量连续性（一对空接点的闭合持续时间、一对空接点的断开持续时间、两对空接点的闭合间隔、两对空接点的断开间隔）和触发性（两对空接点瞬间闭合的时间间隔）两种工作模式下的时间间隔。

记录各校准点下的测量值，按公式（3）计算时间间隔测量误差。

##### 2) 407、408 型指针式电秒表

按图 3 连接仪器，时间检定仪按被校指针式电秒表的测量功能设定，测量一对空接点的断开持续时间。

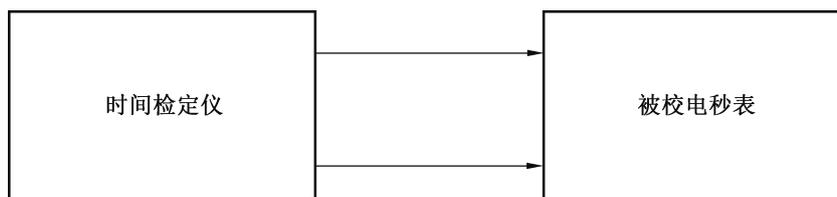


图3 指针式电秒表校准示意图

校准点选择被校指针式电秒表度盘的满度值。

记录相应校准点下的测量值，按公式（3）计算时间间隔测量误差。

#### 6.2.2.4 数字式电秒表

按图 2 连接仪器，进行数字式电秒表时间间隔测量误差的测试。时间检定义按被校数字式电秒表的测量功能设定，将数字式电秒表的“时基”选项选为 0.1 ms。

校准点：1 ms、10 ms、100 ms、1 s 和 9.9 s。

先后测量连续性（一对空接点的闭合持续时间、一对空接点的断开持续时间、两对空接点的闭合间隔、两对空接点的断开间隔）和触动性（两对空接点瞬间闭合的时间间隔、两对空接点瞬间断开的时间间隔）两种工作模式下的时间间隔。

记录各校准点下的测量值，按公式（3）计算时间间隔测量误差。

## 7 校准结果表达

校准证书应至少包括以下内容：

- 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) 证书或报告的唯一性标识（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或应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对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) 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## 8 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行决定，建议不超过 12 个月。

## 附录 A

## 校准原始记录格式

A.1 外观及工作正常性检查：

A.2 电子秒表：

校准点	测量值	时间间隔测量误差	不确定度 $U(k=2)$

A.3 机械秒表：

表盘水平：

校准点	测量值	时间间隔测量误差	不确定度 $U(k=2)$

表盘垂直：

校准点	测量值	时间间隔测量误差	不确定度 $U(k=2)$

A.4 指针式电秒表：

表盘水平：

校准点	连续性								触动性		不确定度 $U(k=2)$
	一对空接点的 闭合持续时间		一对空接点的断 开持续时间		两对空接点的 闭合间隔		两对空接点的 断开间隔		两对空接点闭 合的时间间隔		
	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	

表盘垂直：

校准点	连续性								触动性		不确定度 $U(k=2)$
	一对空接点的 闭合持续时间		一对空接点的 断开持续时间		两对空接点的 闭合间隔		两对空接点的 断开间隔		两对空接点闭 合的时间间隔		
	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	

A.5 数字式电秒表：

连续性：

校准点	一对空接点的闭 合持续时间		一对空接点的断 开持续时间		两对空接点的 闭合间隔		两对空接点的 断开间隔		不确定度 $U(k=2)$
	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差	

触动性：

校准点	两对空接点的闭合间隔		两对空接点的断开间隔		不确定度 $U(k=2)$
	测量值	误差	测量值	误差	

## 附录 B

## 校准证书（内页）格式

B.1 外观及工作正常性检查：

B.2 电子秒表：

校准点	时间间隔测量误差	不确定度 $U(k=2)$

B.3 机械秒表：

表盘水平：

校准点	时间间隔测量误差	不确定度 $U(k=2)$

表盘垂直：

校准点	时间间隔测量误差	不确定度 $U(k=2)$

B.4 指针式电秒表：

表盘水平：

校准点	测量误差					不确定度 $U(k=2)$
	连续性				触发性	
	一对空接点的 闭合持续时间	一对空接点的 断开持续时间	两对空接点的 闭合间隔	两对空接点的 断开间隔	两对空接点的 闭合间隔	

表盘垂直：

校准点	测量误差					不确定度 $U(k=2)$
	连续性				触动性	
	一对空接点的 闭合持续时间	一对空接点的 断开持续时间	两对空接点的 闭合间隔	两对空接点的 断开间隔	两对空接点的 闭合间隔	

B.5 数字式电秒表：

连续性：

校准点	测量误差				不确定度 $U(k=2)$
	一对空接点的 闭合持续时间	一对空接点的 断开持续时间	两对空接点的 闭合间隔	两对空接点的 断开间隔	

触动性：

校准点	测量误差		不确定度 $U(k=2)$
	两对空接点的闭合间隔	两对空接点的断开间隔	

## 附录 C

## 不确定度评定示例

## C.1 电子秒表时间间隔测量校准结果不确定度评定

## C.1.1 测量方法

测量方法见 6.2.2.1。采用时间检定仪输出时间间隔标准值，通过夹具启动和停止电子秒表，使电子秒表得到时间间隔测量值。

## C.1.2 不确定度来源

测量不确定度主要来源包括：

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的不确定度；
- 2) 电子秒表测量分辨力引入的不确定度；
- 3) 测量重复性引入的不确定度。

## C.1.3 标准不确定度评定

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的标准不确定度  $u_1$

时间检定仪在测量电子秒表时，输出时间间隔的最大允许误差为： $\pm(|A_1| \times T + 3 \text{ ms})$ ，当相对频率偏差为 $\pm 5 \times 10^{-7}$ ，输出时间间隔为 10 s 时，其时间间隔的最大允许误差为 $\pm 3.005 \times 10^{-3} \text{ s}$ ，按 B 类方法评定，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_1 = \frac{3.005 \times 10^{-3} \text{ s}}{\sqrt{3}} \approx 1.73 \times 10^{-3} \text{ s}$$

- 2) 电子秒表测量分辨力引入的标准不确定度  $u_2$

电子秒表测量分辨力为 0.01 s，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.01 \text{ s}}{2\sqrt{3}} \approx 2.89 \times 10^{-3} \text{ s}$$

- 3) 测量重复性引入的标准不确定度  $u_3$

在相同环境条件下，时间检定仪输出 10 s 时间间隔标准值，对被校电子秒表时间间隔误差重复测量 10 次，用贝塞尔法计算实验标准偏差。重复性测量数据见表 C.1。

表 C.1 重复性测量数据

测量序号 $i$	时间间隔误差 $\Delta T_i / \text{s}$
1	0.00
2	0.00
3	0.01
4	0.00
5	0.00
6	0.00

表 C.1 (续)

测量序号 $i$	时间间隔误差 $\Delta T_i/s$
7	0.00
8	0.01
9	0.00
10	0.00

测量结果的平均值：

$$\overline{\Delta T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta T_i = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

实验标准偏差：

$$s(\Delta T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

标准不确定度：

$$u_3 = s(\Delta T) = 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

由于测量重复性引入的不确定度大于电子秒表测量分辨力引入的不确定度，故电子秒表测量分辨力引入的不确定度不参与合成标准不确定度的计算。

#### C.1.4 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度符号	标准不确定度/s
时间检定仪输出时间间隔不准确	$u_1$	$1.73 \times 10^{-3}$
测量重复性	$u_3$	$4.22 \times 10^{-3}$

以上各不确定度互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} \approx 5.4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

#### C.1.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 5.4 \times 10^{-3} \text{ s} \approx 11 \text{ ms}$$

### C.2 机械秒表时间间隔校准结果不确定度评定

#### C.2.1 测量方法

测量方法见 6.2.2.2。采用时间检定仪输出时间间隔标准值，通过夹具启动和停止机械秒表，使机械秒表得到时间间隔测量值。

#### C.2.2 不确定度来源

测量不确定度主要来源包括：

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的不确定度；

- 2) 机械秒表测量分辨力引入的不确定度；  
3) 测量重复性引入的不确定度。

### C.2.3 标准不确定度评定

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的标准不确定度  $u_1$

时间检定仪在测量机械秒表时，输出时间间隔的最大允许误差为： $\pm(|A_1| \times T + 3 \text{ ms})$ ，当相对频率偏差为 $\pm 5 \times 10^{-7}$ ，输出时间间隔为 3 s 时，其时间间隔的最大允许误差为 $\pm 3.0015 \times 10^{-3} \text{ s}$ ，按 B 类方法评定，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_1 = \frac{3.0015 \times 10^{-3} \text{ s}}{\sqrt{3}} \approx 1.73 \times 10^{-3} \text{ s}$$

- 2) 机械秒表测量分辨力引入的标准不确定度  $u_2$

机械秒表测量分辨力为 0.01 s，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.01 \text{ s}}{2\sqrt{3}} \approx 2.89 \times 10^{-3} \text{ s}$$

- 3) 测量重复性引入的标准不确定度  $u_3$

在相同环境条件下，时间检定仪输出 3 s 时间间隔标准值，对被校机械秒表时间间隔误差重复测量 10 次，用贝塞尔法计算实验标准偏差。重复性测量数据见表 C.3。

表 C.3 重复性测量数据

测量序号 $i$	时间间隔误差 $\Delta T_i / \text{s}$
1	0.00
2	0.01
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.01
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00

测量结果的平均值：

$$\overline{\Delta T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta T_i = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

实验标准偏差：

$$s(\Delta T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

标准不确定度：

$$u_3 = s(\Delta T) = 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

由于测量重复性引入的不确定度大于机械秒表测量分辨力引入的不确定度，故机械秒表测量分辨力引入的不确定度不参与合成标准不确定度的计算。

#### C.2.4 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表 C.4。

表 C.4 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度符号	标准不确定度/s
时间检定仪输出时间间隔不准确	$u_1$	$1.73 \times 10^{-3}$
测量重复性	$u_3$	$4.22 \times 10^{-3}$

以上各不确定度互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} \approx 5.4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

#### C.2.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 5.4 \times 10^{-3} \text{ s} \approx 11 \text{ ms}$$

### C.3 指针式电秒表校准结果不确定度评定

#### C.3.1 测量方法

测量方法见 6.2.2.3。采用时间检定仪输出时间间隔信号来启动和停止指针式电秒表，使指针式电秒表得到时间间隔测量值。

#### C.3.2 不确定度来源

测量不确定度主要来源包括：

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的不确定度；
- 2) 指针式电秒表测量分辨力引入的不确定度；
- 3) 测量重复性引入的不确定度。

#### C.3.3 标准不确定度评定

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的标准不确定度  $u_1$

时间检定仪在测量指针式电秒表时，输出时间间隔的最大允许误差为： $\pm 0.6 \text{ ms}$ ，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_1 = \frac{0.6 \text{ ms}}{\sqrt{3}} \approx 3.5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

- 2) 指针式电秒表测量分辨力引入的标准不确定度  $u_2$

被校指针式电秒表测量分辨力为  $0.001 \text{ s}$ ，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.001 \text{ s}}{2\sqrt{3}} \approx 2.9 \times 10^{-4} \text{ s}$$

- 3) 测量重复性引入的标准不确定度  $u_3$

在相同环境条件下，时间检定仪输出  $10 \text{ s}$  时间间隔标准值，对被校指针式电秒表时

间间隔误差重复测量 10 次，用贝塞尔法计算实验标准偏差。重复性测量数据见表 C.5。

表 C.5 重复性测量数据

测量序号 $i$	时间间隔误差 $\Delta T_i / \text{s}$
1	-0.002
2	-0.002
3	-0.003
4	-0.002
5	-0.003
6	-0.002
7	-0.002
8	-0.003
9	-0.003
10	-0.002

测量结果的平均值：

$$\overline{\Delta T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta T_i = -2.4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

实验标准偏差：

$$s(\Delta T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 5.2 \times 10^{-4} \text{ s}$$

标准不确定度：

$$u_3 = s(\Delta T) = 5.2 \times 10^{-4} \text{ s}$$

由于测量重复性引入的不确定度大于指针式电秒表测量分辨力引入的不确定度，故指针式电秒表测量分辨力引入的不确定度不参与合成标准不确定度的计算。

#### C.3.4 合成标准不确定度

标准不确定度的汇总见表 C.6。

表 C.6 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度符号	标准不确定度
时间检定仪输出时间间隔不准确	$u_1$	$3.5 \times 10^{-4} \text{ s}$
测量重复性	$u_3$	$5.2 \times 10^{-4} \text{ s}$

以上各不确定度互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} \approx 6.3 \times 10^{-4} \text{ s}$$

#### C.3.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 6.3 \times 10^{-4} \text{ s} \approx 2 \text{ ms}$$

#### C.4 数字式电秒表校准结果不确定度评定

##### C.4.1 测量方法

测量方法见 6.2.2.4。采用时间检定仪输出时间间隔信号来启动和停止数字式电秒表，使数字式电秒表得到时间间隔测量值。

##### C.4.2 不确定度来源

测量不确定度主要来源包括：

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的标准不确定度；
- 2) 数字式电秒表测量分辨力引入的标准不确定度；
- 3) 测量重复性引入的标准不确定度。

##### C.4.3 标准不确定度评定

- 1) 时间检定仪输出时间间隔不准确引入的标准不确定度  $u_1$

时间检定仪在测量数字式电秒表时，输出时间间隔的最大允许误差为： $\pm(|A_1| \times T + 0.01 \text{ ms})$ ，时间检定仪相对频率偏差为  $5 \times 10^{-8}$ ，输出时间间隔为 9 s 时，带来的时间间隔误差为  $1.1 \times 10^{-5} \text{ s}$ ，按 B 类方法评定，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_1 = \frac{1.1 \times 10^{-5} \text{ s}}{\sqrt{3}} \approx 0.64 \times 10^{-5} \text{ s}$$

- 2) 数字式电秒表测量分辨力引入的标准不确定度  $u_2$

数字式电秒表测量分辨力为 0.01 s，视其为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.01 \text{ s}}{2\sqrt{3}} \approx 2.89 \times 10^{-3} \text{ s}$$

- 3) 测量重复性引入的标准不确定度  $u_3$

在相同环境条件下，时间检定仪输出 9 s 时间间隔标准值，对被校数字式电秒表时间间隔误差重复测量 10 次，用贝塞尔法计算实验标准偏差。重复性测量数据见表 C.7。

表 C.7 重复性测量数据

测量序号 $i$	时间间隔误差 $\Delta T_i / \text{s}$
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.01
8	0.01
9	0.00
10	0.00

测量结果的平均值：

$$\overline{\Delta T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta T_i = 2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

实验标准偏差：

$$s(\Delta T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

标准不确定度：

$$u_3 = s(\Delta T) = 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

由于测量重复性引入的不确定度大于数字式电秒表测量分辨力引入的不确定度，故数字式电秒表测量分辨力引入的不确定度不参与合成标准不确定度的计算。

#### C.4.4 合成标准不确定度

标准不确定度的汇总见表 C.8。

表 C.8 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度符号	标准不确定度
时间检定仪输出时间间隔不准确	$u_1$	$0.64 \times 10^{-5} \text{ s}$
测量重复性	$u_3$	$4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$

以上各不确定度互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} \approx 4.22 \times 10^{-3} \text{ s}$$

#### C.4.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 4.22 \times 10^{-3} \text{ s} \approx 8.4 \text{ ms}$$

注：以上不确定度评定示例中，当测量环境符合环境校准要求时，环境影响引入的不确定度分量可以忽略不计，不再单独列出。