



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 349—2014

通用计数器

Universal Counters

2014-08-01 发布

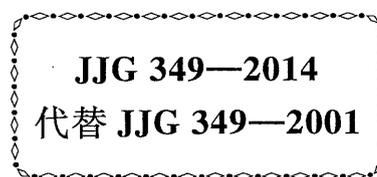
2015-02-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



通用计数器检定规程

Verification Regulation of
the Universal Counters



归口单位：全国时间频率计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

中国测试技术研究院

参加起草单位：南京新联电讯仪器有限公司

江苏省计量科学研究院

中国电子科技集团公司第十三研究所计量中心

本规程委托全国时间频率计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

董 莲（上海市计量测试技术研究院）

郭春梅（中国测试技术研究院）

参加起草人：

陈亚军（南京新联电讯仪器有限公司）

刘其华（上海市计量测试技术研究院）

胡立志（上海市计量测试技术研究院）

金 蓉（江苏省计量科学研究院）

刘红春（中国电子科技集团公司第十三研究所计量中心）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 输入特性	(1)
5.2 频率测量最大允许误差	(2)
5.3 周期测量最大允许误差	(2)
5.4 时间间隔测量最大允许误差	(2)
5.5 内置时基振荡器	(2)
6 通用技术要求	(2)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目和检定方法	(3)
7.3 检定结果的处理	(7)
7.4 检定周期	(7)
附录 A 通用计数器检定证书/检定结果通知书内页格式	(8)
附录 B 通用计数器检定证书检定结果页格式	(9)
附录 C 通用计数器检定结果通知书检定结果页格式	(11)
附录 D 通用计数器检定原始记录数据页格式	(13)

引 言

本规程是对 JJG 349—2001 进行的修订。与 JJG 349—2001 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 提高了频率测量上限、周期测量下限和时间间隔测量下限；
- 新增引言、术语内容，提出有效分辨力概念；
- 修改、补充了计量性能要求内容；
- 细化并明确了检定条件和检定方法；
- 修改、补充周期测量误差检定方法；
- 补充时间间隔测量误差中的单通道脉冲宽度检定方法；
- 新增检定证书/检定结果通知书内页格式、检定证书检定结果页格式、检定结果通知书检定结果页格式、检定原始记录数据页格式。

本规程历次版本发布情况为：

- JJG 349—2001。

通用计数器检定规程

1 范围

本规程适用于频率测量范围在 18 GHz 以下的通用计数器的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

JJG 180 电子测量仪器内石英晶体振荡器

JJG 181 石英晶体频率标准

JJG 292 铷原子频率标准

JJG 841 微波频率计数器

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

3 术语

有效分辨力 effective resolution

仪器显示测量结果中稳定、准确的最低数位所代表的量值。

4 概述

通用计数器基本工作原理是以适当的逻辑电路，在预定的标准时间（闸门时间）内累计待测输入信号的振荡次数，或在待测时间间隔内累计标准时间（时基）信号的个数，进行频率、周期和时间间隔的测量；基本电路由输入通道、时基产生与变换单元、主门、控制单元、计数及显示单元等组成；具有多种测量功能，主要包括频率、周期和时间间隔测量，通常还包括频率比、任意时间间隔内脉冲个数以及累加计数等测量功能。

5 计量性能要求

5.1 输入特性

输入特性见表 1。

表 1 输入特性

计量性能	测量功能				
	频率		周期		时间间隔
测量范围	(0~1)GHz	(1~18)GHz	1 ns~10 ns	10 ns~100 s	2 ns~10 ⁵ s
输入灵敏度 (有效值)	(10~300)mV	(-33~-20)dBm	(-33~-20)dBm	(10~300)mV	——

5.2 频率测量最大允许误差

$$\text{MPE}_f: \pm (A \times f + \delta_f)$$

式中:

MPE_f ——频率测量最大允许误差, Hz;

A ——内置时基振荡器频率准确度;

f ——被测频率, Hz;

δ_f ——有效分辨力, Hz。

5.3 周期测量最大允许误差

$$\text{MPE}_T: \pm (A \times T + \delta_T)$$

式中:

MPE_T ——周期测量最大允许误差, s;

A ——内置时基振荡器频率准确度;

T ——被测周期, s;

δ_T ——有效分辨力, s。

5.4 时间间隔测量最大允许误差

$$\text{MPE}_t: \pm (A \times t + \delta_t)$$

式中:

MPE_t ——时间间隔测量最大允许误差, s;

A ——内置时基振荡器频率准确度;

t ——被测时间间隔, s;

δ_t ——有效分辨力, s。

5.5 内置时基振荡器

5.5.1 开机特性: $10^{-7} \sim 10^{-11}$;

5.5.2 日频率波动: $10^{-7} \sim 10^{-11}$;

5.5.3 日老化率: $10^{-7} \sim 10^{-11}$;

5.5.4 1 s 频率稳定度: $10^{-8} \sim 10^{-12}$;

5.5.5 频率复现性: $10^{-7} \sim 10^{-11}$;

5.5.6 频率准确度: $10^{-6} \sim 10^{-10}$ 。

注 1: 检定时, 上述各技术指标以产品说明书为准。

注 2: 内置时基为高稳晶振、铷振荡器及 GNSS 控振荡器时, 性能要求依据相应规程并以产品说明书为准。

6 通用技术要求

被检通用计数器不应有影响正常工作的机械损伤, 控制旋钮及按键应能正常动作, 输入插座应牢固可靠, 其前或后面板上应具有仪器名称、制造厂(商)名称或商标、仪器型号、仪器编号或序列号、电源要求等。

接通电源后, 按说明书操作, 被检通用计数器自校及自诊断功能、各种测量功能等应正常。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 检定用设备

7.1.1.1 参考频标

输出信号频率包含 5 MHz、10 MHz 等。频率稳定度应优于被检频率稳定度 3 倍，其他技术指标如日老化率、频率准确度等应优于被检相应技术指标一个数量级。

7.1.1.2 频标比对系统

输入信号频率包含 5 MHz、10 MHz 等。取样时间包含 1 s、10 s 等，测量带宽应大于相应取样时间倒数的 5 倍，比对不确定度应优于被检相应取样时间频率稳定度 3 倍。

7.1.1.3 合成信号发生器

频率范围：满足被检频率测量范围要求；

频率准确度：优于被检频率准确度一个数量级；

电平范围：满足被检输入电平范围要求；

电平最大允许误差： ± 0.5 dB (0 GHz~1 GHz)、 ± 1 dB (1 GHz~18 GHz)。

7.1.1.4 标准时间间隔发生器

时间间隔范围：满足被检时间间隔测量范围要求；

频率准确度：优于被检频率准确度一个数量级；

信号形式：单路输出单个正、负脉冲或正、负脉冲列；两路输出单个正、负脉冲或正、负脉冲列；

信号电平： -5 V~ $+5$ V 范围内连续可调，分辨力应优于 10 mV。

7.1.1.5 功率计

频率范围：满足被检频率测量范围要求；

电平范围：满足被检输入电平范围要求；

电平最大允许误差： ± 0.5 dB。

7.1.2 环境条件

7.1.2.1 环境温度

可在 (15~30)°C 范围内任选一点，检定过程中环境温度的变化不应超过 ± 2 °C，并且不应有温度突变。

7.1.2.2 环境相对湿度

相对湿度：小于 80%。

7.1.2.3 供电电源

交流电源电压： (220 ± 10) V；

交流电源频率： (50 ± 1) Hz。

7.1.2.4 周围无影响正常检定的电磁干扰和机械振动。

7.2 检定项目和检定方法

7.2.1 检定项目

通用计数器检定项目见表 2。

表 2 检定项目

序号	项目名称	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观及工作正常性检查	+	+	+
2	开机特性	+	+	+
3	日频率波动	+	+	+
4	日老化率	+	—	—
5	1 s 频率稳定度	+	+	+
6	频率复现性	+	+	—
7	频率准确度	+	+	+
8	频率测量范围、输入灵敏度及测量误差	+	+	+
9	周期测量范围、输入灵敏度及测量误差	+	+	+
10	时间间隔测量范围及测量误差	+	+	+

注 1：“+”表示应检定；“—”表示可不检定，也可根据用户要求进行检定。
注 2：内置时基为高稳晶振、铷振荡器及 GNSS 控振荡器时，内置时基检定项目依据相应规程。

7.2.2 检定方法

7.2.2.1 外观及工作正常性检查

目测被检通用计数器外观，触摸各开关及输入插座；正确通电并按说明书操作，应符合本规程 6 要求。

7.2.2.2 内置时基振荡器

通用计数器内置时基振荡器的检定，根据振荡器类型和准确度等级，分别按 JJG 180《电子测量仪器内石英晶体振荡器》或 JJG 181《石英晶体频率标准》或 JJG 292《铷原子频率标准》进行检定。具有内置时基振荡器频率输出的通用计数器，至少应包括表 2 中所列第 2 至第 7 项检定项目。

7.2.2.3 频率测量范围、输入灵敏度及测量误差的检定

按图 1 连接。应注意合成信号发生器输出阻抗与被检通用计数器输入阻抗相匹配。若输入端带有衰减器，则将衰减量调到最小位置。输入信号频率超过 1 GHz 时，要求合成信号发生器输出电平误差小于 0.5 dB，连接线插入损耗小于 0.5 dB，否则采用功率计测量输出电平。被检通用计数器选择频率测量功能，闸门时间选取 1 s。

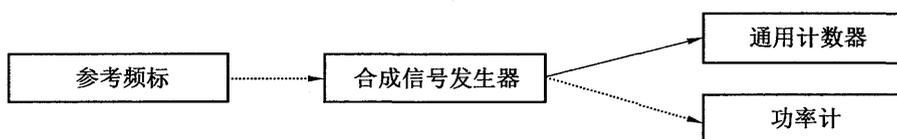


图 1 频率测量范围、输入灵敏度及测量误差检定框图

将合成信号发生器的输出信号频率调至表 3 所列各频率点，各点输出电平从 10 mV 逐渐增加，直到被检通用计数器正常工作且读数稳定、准确为止，此时合成信号发生器输出电平即为该检定点的输入灵敏度；当采用功率计测量输出电平时，则以其

显示值为该检定点的输入灵敏度。同时记录通用计数器显示频率的有效分辨力。

表 3 频率测量时检定频率点

频率范围	受检频率点
(0~350) MHz	10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz, 100 MHz, 350 MHz
100 MHz~6 GHz	100 MHz, 300 MHz, 500 MHz, 800 MHz, 1 GHz, 3 GHz, 6 GHz
300 MHz~18 GHz	300 MHz, 500 MHz, 800 MHz, 1 GHz, 3 GHz, 6 GHz, 10 GHz, 15 GHz, 18 GHz

注：实际检定时，可根据产品说明书频段的划分，以覆盖频段上、下限为原则调整检定点。

将合成信号发生器的输出信号频率调至测量通道频率上限值，输出电平调至高于该频点已测得的灵敏度，被检通用计数器闸门时间分别选取 1 s 和 10 s，每一闸门时间测量 3 次，取算术平均值作为该闸门时间的频率测量结果，并记录有效分辨力，按公式 (1) 计算测量误差：

$$\Delta f = f - f_0 \quad (1)$$

式中：

Δf ——频率测量误差，Hz；

f ——频率测量结果，Hz；

f_0 ——合成信号发生器输出信号频率值，Hz。

也可以相对误差 $\Delta f/f_0$ 表示测量误差。

7.2.2.4 周期测量范围、输入灵敏度及测量误差

按图 1 连接。注意事项同 7.2.2.3，被检通用计数器选择周期测量功能，闸门时间选取 1 s。

将合成信号发生器的输出信号周期调至表 4 所列各周期点，各点输出电平从 10 mV 逐渐增加，直到被检通用计数器正常工作且读数稳定、准确为止，此时合成信号发生器输出电平即为该检定点的输入灵敏度；当采用功率计测量输出电平时，则以其显示值为该检定点的输入灵敏度。同时记录通用计数器显示频率的有效分辨力。

表 4 周期测量时检定周期点

周期范围	受检周期点
1 ns~10 ns	1 ns, 5 ns, 10 ns
10 ns~100 s	10 ns, 100 ns, 1 μ s, 10 μ s, 100 μ s, 1 ms, 10 ms, 100 ms, 1 s, 10 s, 100 s

注：实际检定时，可根据产品说明书频段的划分，以覆盖频段上、下限为原则调整检定点。

将合成信号发生器的输出信号周期调至 1 s，输出电平调至高于已测得的灵敏度，被检通用计数器闸门时间分别选取 1 s 和 10 s，每一闸门时间测量 3 次，取算术平均值作为该闸门时间的周期测量结果，并记录有效分辨力，按公式 (2) 计算测量误差：

$$\Delta T = T - T_0 \quad (2)$$

式中：

ΔT ——周期测量误差，s；

T ——周期测量结果，s；

T_0 ——合成信号发生器输出信号周期值，s。

也可以相对误差 $\Delta T/T_0$ 表示测量误差。

注：也可采用满足检定要求的铷钟或铯钟的 1PPS 信号作为标准周期信号。

7.2.2.5 时间间隔测量范围及测量误差

从测量的最小值开始，之后原则上按每 10 倍程一个测量点，直到测量的最大值。若通用计数器量程是分档的，则最低档按上法选取，其他档只选取该档的最大值。

每一受检点均测量 3 次（最大值测量 1 次），取其算术平均值作为该点的测量结果，并记录有效分辨力，按公式 (3) 计算测量误差：

$$\Delta t = t - t_0 \quad (3)$$

式中：

Δt ——时间间隔测量误差，s；

t ——时间间隔测量结果，s；

t_0 ——时间间隔发生器输出时间间隔值，s。

也可以相对误差 $\Delta t/t_0$ 表示测量误差。

1) 脉冲宽度测量按图 2 连接。

正/负脉冲宽度测量：时间间隔发生器输出单个或连续正/负脉冲信号，同时加到被检通用计数器具有时间间隔测量功能的两个输入端，一个输入端（启动通道）触发斜率置于正/负，另一个输入端（停止通道）触发斜率置为负/正（按图 2 (a) /图 2 (b) 连接）；对于有单通道脉宽测量功能的计数器，则正/负脉冲信号加至该通道后，选择正/负脉宽测量功能（按图 2 (b) 连接）。通常触发电平设置在最大输入电平的中间值上，并根据实际情况适当调整。

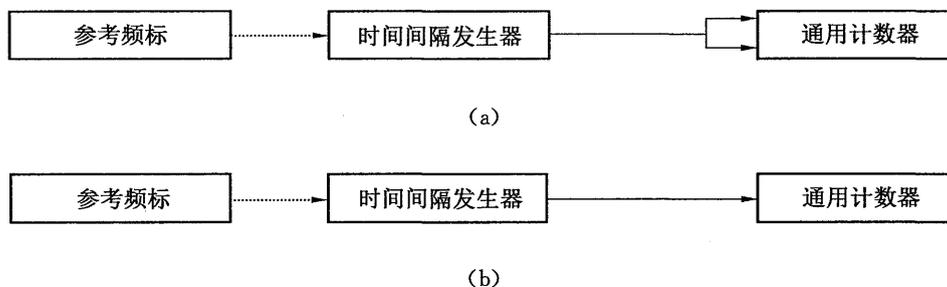


图 2 正、负脉冲宽度测量误差检定框图

2) 两个正/负脉冲时间间隔测量按图 3 连接。

两个正脉冲时间间隔测量：时间间隔发生器分两路输出单个或连续正/负脉冲信号，分别加到被检通用计数器具有时间间隔测量功能的两个输入端，两输入端的触发斜率均置为正/负。通常触发电平设置在最大输入电平的中间值上，并根据实际情况适当调整。

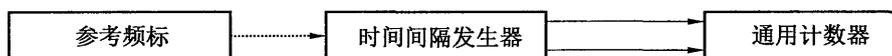


图 3 两个正或负脉冲时间间隔测量误差检定框图

7.3 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的通用计数器，出具检定证书；检定不合格的，出具检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.4 检定周期

通用计数器检定周期一般不超过一年。

附录 A

通用计数器检定证书/检定结果通知书内页格式

证书编号××××××—××××				
检定机构授权说明				
检定环境条件及地点:				
温 度		地 点		
相对湿度		其 他		
检定使用的计量(基)标准装置				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量(基)标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	检定/校准证书编号	有效期至
第×页 共×页				

附录 B

通用计数器检定证书检定结果页格式

证书编号××××××—××××

检 定 结 果

- 1 外观及工作正常性检查：
- 2 内置时基振荡器：
 - 2.1 开机特性：
 - 2.2 日频率波动：
 - 2.3 日老化率：
 - 2.4 1 s 频率稳定度：
 - 2.5 频率复现性：
 - 2.6 频率准确度：
- 3 频率测量范围、输入灵敏度及测量误差：
 - 3.1 频率测量范围、输入灵敏度

表 3.1 频率测量范围及输入灵敏度

测量通道/测量频率	输入灵敏度

- 3.2 频率测量误差：

表 3.2 频率测量误差

测量通道/测量频率	闸门时间	测量误差

第×页 共×页

4 周期测量范围、输入灵敏度及测量误差：

4.1 周期测量范围、输入灵敏度

表 4.1 周期测量范围及输入灵敏度

测量通道/测量周期	输入灵敏度

4.2 周期测量误差：

表 4.2 周期测量误差

测量通道/测量周期	闸门时间	测量误差

5 时间间隔测量范围及测量误差：

表 5 时间间隔测量范围及测量误差

测量通道/ 测量时间间隔	测量误差			
	正脉冲宽度	负脉冲宽度	两个正脉冲 时间间隔	两个负脉冲 时间间隔

以下空白

附录 C

通用计数器检定结果通知书检定结果页格式

证书编号××××××—××××

检 定 结 果

- 1 外观及工作正常性检查：
- 2 内置时基振荡器：
 - 2.1 开机特性：
 - 2.2 日频率波动：
 - 2.3 日老化率：
 - 2.4 1 s 频率稳定度：
 - 2.5 频率复现性：
 - 2.6 频率准确度：
- 3 频率测量范围、输入灵敏度及测量误差：
 - 3.1 频率测量范围、输入灵敏度

表 3.1 频率测量范围及输入灵敏度

测量通道/测量频率	输入灵敏度

- 3.2 频率测量误差：

表 3.2 频率测量误差

测量通道/测量频率	闸门时间	测量误差

第×页 共×页

4 周期测量范围、输入灵敏度及测量误差：

4.1 周期测量范围、输入灵敏度

表 4.1 周期测量范围及输入灵敏度

测量通道/测量周期	输入灵敏度

4.2 周期测量误差：

表 4.2 周期测量误差

测量通道/测量周期	闸门时间	测量误差

5 时间间隔测量范围及测量误差：

表 5 时间间隔测量范围及测量误差

测量通道/ 测量时间间隔	测量误差			
	正脉冲宽度	负脉冲宽度	两个正脉冲 时间间隔	两个负脉冲 时间间隔

不合格项：

以下空白

附录 D

通用计数器检定原始记录数据页格式

D.1 外观及工作正常性检查：

D.2 内置时基振荡器：

D.2.1 开机特性：

表 D.2.1 开机特性

测量时间	实测频率平均值

开机特性 $V =$

D.2.2 日频率波动：

表 D.2.2 日频率波动

测量时间	实测频率平均值

日频率波动 $S =$

D.2.3 日老化率：

表 D.2.3 日老化率

测量时间	实测频率平均值

预热时间：

日老化率 $K =$ 相关系数 $r =$ D.2.4 1 s 频率稳定度： $\sigma_y(1\text{ s}) =$

D.2.5 频率复现性：

表 D.2.5 频率复现性

关机前连续工作时间 $T_1 =$		关机时间 T_2	再开机工作时间 $T_3 =$	
实测频率平均值	相对平均频率偏差		实测频率平均值	相对平均频率偏差

频率复现性 $R =$

D.2.6 频率准确度：

表 D. 2. 6 频率准确度

实测频率平均值	频率准确度

D. 3 频率测量范围、输入灵敏度及测量误差：

D. 3. 1 频率测量范围、输入灵敏度：

表 D. 3. 1 频率测量范围及输入灵敏度

测量通道/测量频率	输入灵敏度	有效分辨力

D. 3. 2 频率测量误差：

表 D. 3. 2 频率测量误差

测量通道 /测量频率	闸门时间	显示频率值			测量误差	有效分辨力
		1	2	3		

D. 4 周期测量范围、输入灵敏度及测量误差：

D. 4. 1 周期测量范围、输入灵敏度：

表 D. 4. 1 周期测量范围及输入灵敏度

测量通道/测量周期	输入灵敏度	有效分辨力

D. 4. 2 周期测量误差：

表 D. 4. 2 周期测量误差

测量通道 /测量周期	闸门时间	显示周期值			测量误差	有效分辨力
		1	2	3		

D. 5 时间间隔测量范围及测量误差：

表 D.5 时间间隔测量范围及测量误差

信号形式	测量通道/ 测量时间间隔	显示时间间隔值			测量误差	有效分辨力
		1	2	3		
正脉冲宽度						
负脉冲宽度						
两个正脉冲 时间间隔						
两个负脉冲 时间间隔						

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
通 用 计 数 器

JJG 349—2014

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

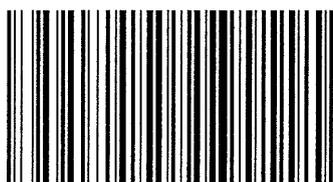
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 30 千字
2015年2月第一版 2015年2月第一次印刷

*

书号: 155066·J-2981

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



JJG 349-2014