

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

JJG180 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: $10^{-7} \sim 10^{-9}$;

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 1s 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(0GHz~1GHz)、 ± 1 dB(1GHz~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)℃范围内任选一点，检定过程中环境温度的变化不应超过 ± 2 ℃，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JJG181《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。

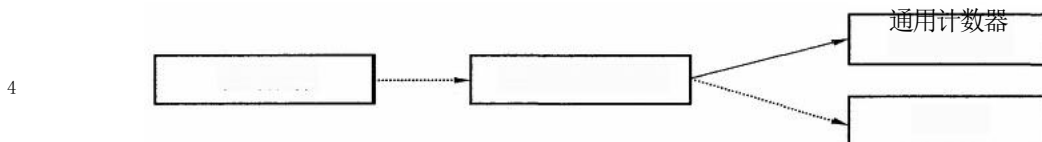


图 1 频率测量范围、输入灵敏度及测量误差检定框图

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, 1kHz, 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 $\Delta f/f$ 。 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 μs, 10 μs, 100 μs, 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；

T₀——合成信号发生器输出信号周期值， s。

也可以相对误差 $\Delta T/T$ 。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；

t₀——时间间隔发生器输出时间间隔值， s。

也可以相对误差 $\Delta t/t$ 。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。

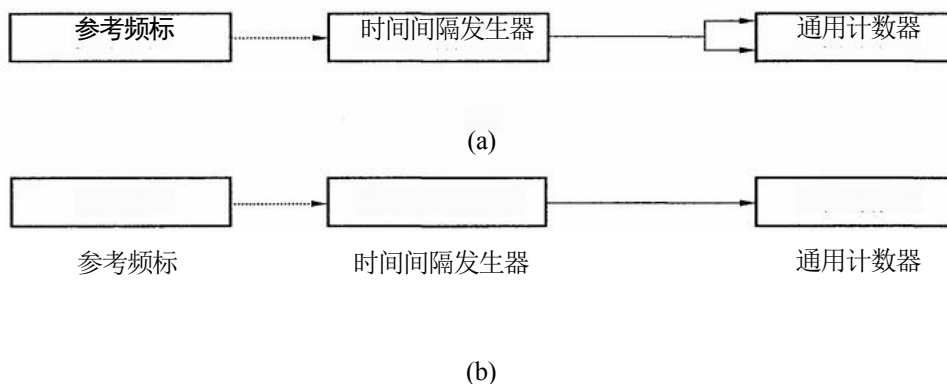


图 2 正、负脉冲宽度测量误差检定框图

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。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/246151223041010120>