



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 841—2012

微波频率计数器

Microwave Frequency Counters

2012-03-20 发布

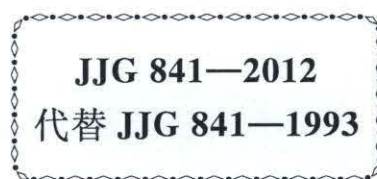
2012-09-20 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



微波频率计数器检定规程

Verification Regulation of
Microwave Frequency 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

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）

目 录

引言	(Ⅱ)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 输入灵敏度	(1)
3.2 最大输入电平	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 输入特性	(1)
5.2 频率测量误差	(2)
5.3 内置石英晶体振荡器	(2)
6 通用技术要求	(2)
6.1 外观	(2)
6.2 工作正常性	(2)
7 计量器具控制	(2)
7.1 检定条件	(2)
7.2 检定项目和检定方法	(3)
7.3 检定结果的处理	(6)
7.4 检定周期	(6)
附录 A 检定原始记录数据页格式	(7)
附录 B 检定证书/检定结果通知书内页格式式样	(9)

引 言

JJG 841《微波频率计数器》是对 JJG 841—1993 版进行的修订。与 JJG 841—1993 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（见第 1 章）；
- 新增引言、术语内容（见引言和第 3 章）；
- 补充了计量性能要求内容（见第 5 章）；
- 细化并明确了检定条件（见 7.1）；
- 规定了不同检定方法的适用条件，取消了合成器、变频器、衰减器组合式信号发生方法和功分器方法（见 7.2.2.3）；
- 新增频率测量误差检定项目和检定方法（见 5.2 和 7.2.2.4）；
- 新增检定原始记录数据页格式（见附录 A）、检定证书/检定结果通知书内页格式式样（见附录 B）。

JJG 841—1993 为第一次发布。

微波频率计数器检定规程

1 范围

本规程适用于频率测量范围为 100 kHz~40 GHz 的微波频率计数器以及其他仪器中微波频率计数功能模块的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

JJG 180—2002《电子测量仪器内石英晶体振荡器》

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

3.1 输入灵敏度 input sensitivity

微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确时所需要的被测信号最小电平值。

3.2 最大输入电平 maximum input level

微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确时所能承受的被测信号最大电平值。

4 概述

微波频率计数器是指频率测量上限达到微波频段的计数器，也称为微波频率计。它通常采用下变频技术，通过微处理器控制，将被测微波信号的频率变换成为计数器可以直接测量的频率，广泛应用于国防、科研、高校和军工部门测量微波、毫米波波段的电信号频率。

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

技术指标	频段			
	1	2	3	4
频率测量范围	100 kHz~1 GHz	(1~18) GHz	(18~26.5) GHz	(26.5~40) GHz
输入灵敏度	(20~300) mV	(-33~-20) dBm	(-29~-17) dBm	(-23~-15) dBm
最大输入电平	(2~7) V	(+5~+13) dBm	(+7~+13) dBm	(+7~+13) dBm
输入连接插座	BNC 型	N 型/SMA 等	3.5 mm/K 型等	2.4 mm/K 型等
注：各频段的划分和技术指标以产品说明书为准。				

5.2 频率测量误差

频率测量最大允许误差按式 (1) 计算。

$$\text{MPE} = \pm (A \times f + \delta) \quad (1)$$

式中:

MPE——频率测量最大允许误差, Hz;

A——内置石英晶体振荡器频率准确度;

f——被测频率, Hz;

δ ——分辨力, Hz。

5.3 内置石英晶体振荡器

5.3.1 开机特性: $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-10}$

5.3.2 日频率波动: $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-10}$

5.3.3 日老化率: $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-10}$

5.3.4 1s 频率稳定度: $1 \times 10^{-9} \sim 3 \times 10^{-12}$

5.3.5 频率复现性: $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-10}$

5.3.6 频率准确度: $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-9}$

注: 检定时, 上述各技术指标以产品说明书为准。

6 通用技术要求

6.1 外观

被检微波频率计数器不应有影响正常工作的机械损伤, 各开关及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。

6.2 工作正常性

接通电源后, 按说明书操作, 被检微波频率计数器自校及自诊断功能应正常。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 检定用设备

7.1.1.1 合成信号发生器

频率范围: 应满足被检微波频率计数器频率测量范围要求。

频率准确度: 应优于被检微波频率计数器频率准确度一个数量级或有外接频标功能。

电平范围: 应满足被检微波频率计数器输入电平范围要求。

电平最大允许误差: $\pm(0.5 \sim 2)$ dB。

7.1.1.2 功率计

频率范围: 应满足被检微波频率计数器频率测量范围要求。

电平范围: 应满足被检微波频率计数器输入电平范围要求。

电平最大允许误差： ± 0.5 dB。

7.1.1.3 参考频标

输出频率包含 1 MHz, 5 MHz, 10 MHz 等。频率稳定度应优于被检微波频率计数器频率稳定度的 3 倍, 其他技术指标如日老化率、频率准确度等应优于被检微波频率计数器相应技术指标一个数量级。

7.1.1.4 频标比对系统

输入频率包含 1 MHz, 5 MHz, 10 MHz 等。取样时间包含 1 s, 10 s, 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微波频率计数器相应取样时间频率稳定度的 3 倍。

7.1.2 检定环境条件

7.1.2.1 环境温度

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

7.1.2.2 环境湿度

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

检定项目见表 2。

表 2 检定项目

序号	检定项目	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、输入灵敏度及最大输入电平	+	+	+
9	频率测量误差	+	+	+

注: “+” 表示应检定; “—” 表示可不检定, 也可根据用户要求进行检定。

7.2.2 检定方法

7.2.2.1 外观及工作正常性检查

目测被检微波频率计数器外观, 触摸各开关及输入插座, 应符合 6.1 要求; 正确通电并按说明书操作, 应符合 6.2 要求。

7.2.2.2 内置石英晶体振荡器的检定

被检微波频率计数器内置石英晶体振荡器的检定按国家计量检定规程 JJG 180—2002《电子测量仪器内石英晶体振荡器》进行。

7.2.2.3 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平的检定

7.2.2.3.1 频率范围为 100 kHz~1 GHz 的微波频率计数器

a) 按图 1 连接。要求合成信号发生器输出电平最大允许误差优于 ± 0.5 dB，传输线插入损耗小于 0.5 dB。如果被检微波频率计数器输入阻抗为 $50\ \Omega$ 或可通过设置输入阻抗选择其为 $50\ \Omega$ ，则合成信号发生器输出端直接与被检微波频率计数器相应输入端相连；如果被检微波频率计数器输入阻抗不能选择且为高阻输入，则合成信号发生器输出端须接 $50\ \Omega$ 负载，再与被检微波频率计数器相应输入端相连。

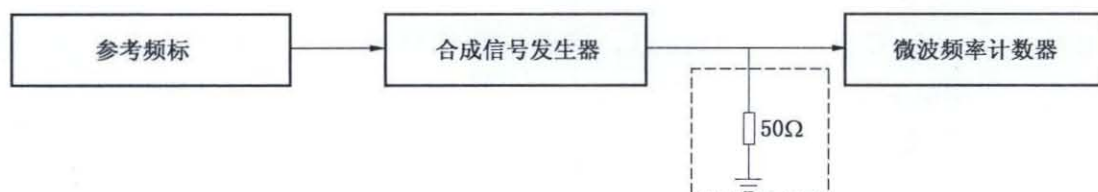


图 1 100 kHz~1 GHz 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平检定框图

b) 将合成信号发生器输出频率调至 100 kHz，输出电平调至被检微波频率计数器标称的输入灵敏度，若被检微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确，则此时合成信号发生器输出电平即为该频率点的输入灵敏度；否则逐步增大合成信号发生器输出电平，直到被检微波频率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频率点的输入灵敏度。

c) 调整合成信号发生器输出电平至被检微波频率计数器标称的最大输入电平，若被检微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确，则此时合成信号发生器输出电平即为该频率点的最大输入电平；否则逐步减小合成信号发生器输出电平，直到被检微波频率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频率点的最大输入电平。

d) 按表 3 所列各频率点，重复步骤 b)、c)，测量各频率点的输入灵敏度和最大输入电平。

表 3 频段 1 检定频率点

频段	受检频率点
1	100 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 50 MHz, 100 MHz, 300 MHz, 500 MHz, 800 MHz, 1 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。	

7.2.2.3.2 频率范围为 (1~18) GHz 的微波频率计数器

方法一：按图 2 连接。要求合成信号发生器输出电平最大允许误差优于 ± 0.5 dB，微波传输线插入损耗小于 0.5 dB。合成信号发生器输出端用微波传输线与被检微波频率计数器相应输入端相连。

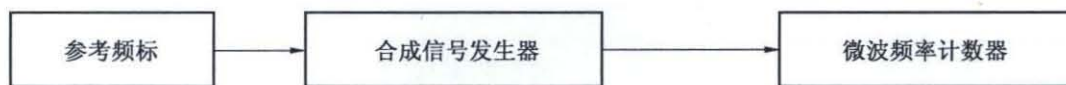


图2 (1~18) GHz 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平检定框图

将合成信号发生器输出频率调至 1 GHz, 重复步骤 7.2.2.3.1b)、c), 并按表 4 所列各频率点, 测量各频率点的输入灵敏度和最大输入电平。

表4 频段 2 检定频率点

频段	受检频率点
2	1 GHz, 3 GHz, 6 GHz, 10 GHz, 12.4 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。	

方法二: 按图 3 连接。合成信号发生器输出端用微波传输线与被检微波频率计数器相应输入端相连。将合成信号发生器输出频率调至 1 GHz, 输出电平调至被检微波频率计数器标称的输入灵敏度, 若被检微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确, 改用功率计代替微波频率计数器与微波传输线相连, 此时功率计显示的电平, 即为该频率点的输入灵敏度; 否则逐步增大合成信号发生器输出电平, 直到被检微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确为止, 改用功率计代替微波频率计数器与微波传输线相连, 此时功率计显示的电平, 即为该频率点的输入灵敏度。

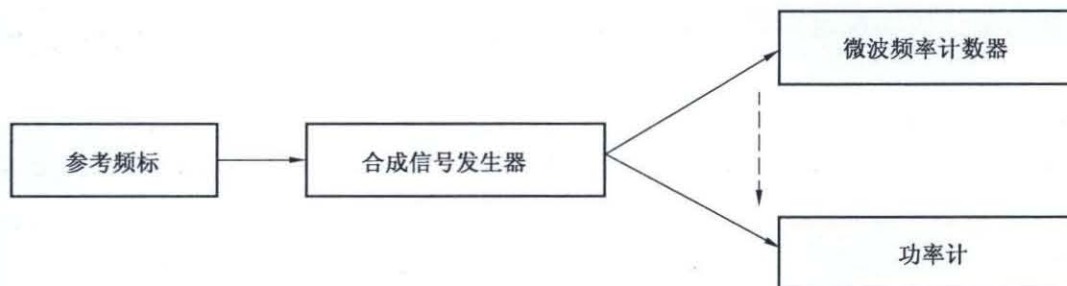


图3 (1~18) GHz 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平检定框图

调整合成信号发生器输出电平至被检微波频率计数器标称的最大输入电平, 若被检微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确, 改用功率计代替微波频率计数器与微波传输线相连, 此时功率计显示的电平, 即为该频率点的最大输入电平; 否则逐步减小合成信号发生器输出电平, 直到被检微波频率计数器正常工作且读数稳定、准确为止, 改用功率计代替微波频率计数器与微波传输线相连, 此时功率计显示的电平, 即为该频率点的最大输入电平。

按表 4 所列各频率点, 重复方法二的步骤, 测量各频率点的输入灵敏度和最大输入电平。

7.2.2.3.3 频率范围为 (18~26.5) GHz 和 (26.5~40) GHz 的微波频率计数器

检定方法同 7.2.2.3.2, 按表 5 所列各频率点, 测量各频率点的输入灵敏度和最大

输入电平。

表 5 频段 3、4 检定频率点

频段	受检频率点
3	18 GHz, 20 GHz, 22 GHz, 24 GHz, 26.5 GHz
4	26.5 GHz, 30 GHz, 35 GHz, 40 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。	

7.2.2.4 频率测量误差的检定

在 7.2.2.3 检定过程中，被检微波频率计数器分辨力设置在最高挡，合成信号发生器输出频率调至各频段频率测量上限，信号电平调至 0 dBm，取 3 次频率测量的算术平均值 f 作为频率测量结果，按式 (2) 计算频率测量误差：

$$\Delta f = f - f_0 \quad (2)$$

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频率值，Hz。

7.3 检定结果的处理

按本规程的规定和要求，检定合格的微波频率计数器发给检定证书；检定不合格的微波频率计数器发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.4 检定周期

微波频率计数器检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

检定原始记录数据页格式

1 外观及工作正常性检查:

2 内置石英晶体振荡器:

2.1 开机特性:

表 A.1 开机特性

测量时间	实测频率平均值

开机特性 $V =$

2.2 日频率波动:

表 A.2 日频率波动

测量时间	实测频率平均值

日频率波动 $S =$

2.3 日老化率:

表 A.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 $r =$ 2.4 1 s 频率稳定度: $\sigma_y(1\text{ s}) =$

2.5 频率复现性:

表 A.4 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 $R =$

2.6 频率准确度:

表 A.5 频率准确度

输出频率标称值	频率准确度

3 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平:

表 A.6 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平

测量频率	合成信号发生器电平显示值		功率计电平显示值	
	输入灵敏度	最大输入电平	输入灵敏度	最大输入电平

4 频率测量误差:

表 A.7 频率测量误差

频率测量范围 /测量频率	分辨力	显示频率值			测量误差
		1	2	3	

附录 B

检定证书/检定结果通知书内页格式式样

B.1 检定证书/检定结果通知书第 2 页

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				

B.2 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样

B.2.1 检定证书第3页

证书编号 ××××××—×××××

检 定 结 果

1 外观及工作正常性检查：

2 内置石英晶体振荡器：

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、输入灵敏度及最大输入电平：

表 B.1 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平

频率测量范围	输入灵敏度	最大输入电平

4 频率测量误差：

表 B.2 频率测量误差

频率测量范围/测量频率	分辨力	测量误差

以下空白

第×页 共×页

B.2.2 检定结果通知书第 3 页

证书编号 ××××××—×××××

检 定 结 果

- 1 外观及工作正常性检查：
- 2 内置石英晶体振荡器：
 - 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、输入灵敏度及最大输入电平：

表 B.3 频率测量范围、输入灵敏度及最大输入电平

频率测量范围	输入灵敏度	最大输入电平

- 4 频率测量误差：

表 B.4 频率测量误差

频率测量范围/测量频率	分辨力	测量误差

不合格项：

以下空白

第×页 共×页



中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程

微 波 频 率 计 数 器

JJG 841—2012

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(100013)
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 1.25 字数 20 千字
2012年5月第一版 2012年5月第一次印刷

*

书号: 155026·J-2696 定价 21.00 元

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 841—2012