

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 503—1987

PB - 2 型十进频率仪

Model PB - 2 Decimal Frequency Meter

1987 - 06 - 06 发布

1988 - 04 - 06 实施

国家计量局 发布

PB - 2 型十进频率仪检定规程

**Verification Regulation of Model PB - 2
Decimal Frequency Meter**

JJG 503—1987

本规程经国家计量局于 1987 年 6 月 6 日批准，并自 1988 年 4 月 6 日起
施行。

归口单位：上海市标准计量管理局

起草单位：上海市测试技术研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

张秀珍 （上海市测试技术研究所）

参加起草人：

孙鸿生 （上海市测试技术研究所）

谈廷辉 （上海光学机械厂）

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
三 检定条件	(2)
四 检定项目和检定方法	(2)
(一) 外观及工作正常性的检查	(2)
(二) 晶体振荡器频率 8h 波动及准确度的检定	(3)
(三) 频率测量误差的检定	(3)
(四) 时间间隔测量误差的检定	(4)
(五) 周期测量的检定	(5)
(六) 频率度盘示值误差的检定	(6)
(七) 短期频率波动的检定	(6)
(八) 输出失真度的检定	(7)
五 检定结果处理和检定周期	(7)

PB-2型十进频率仪检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的PB-2型十进频率仪的检定。

一 概 述

PB-2型十进频率仪(以下简称十频仪)是由电子计数器和低频信号源两部分组成。具有测量频率、时间间隔、周期等功能,并可步进输出低频信号。

二 技 术 要 求

1 标准频率

- 1.1 输出频率值: 1kHz, 10kHz, 100kHz, 1MHz, 其中1MHz为晶体振荡器的频率值。
- 1.2 晶体振荡器频率的8h波动: $\leq 3 \times 10^{-5}$ (预热30min后8h内的波动)。
- 1.3 晶体振荡器频率准确度: $\pm 3 \times 10^{-5}$ 。

2 频率测量

- 2.1 测量范围: 10Hz ~ 2MHz。
- 2.2 测量误差: $\pm \left(3 \times 10^{-5} + \frac{1}{f_x} \right)$ 。

式中: τ ——闸门时间, s;

f_x ——测得频率值, Hz。

- 2.3 输入幅度: (0.5 ~ 10) V (有效值)。

3 时间间隔测量(单线输入)

- 3.1 测量范围: 100 μ s ~ 10s。
- 3.2 测量误差: $\pm \left(3 \times 10^{-5} + \frac{\Delta\tau}{t_x} \right)$ 。

式中: t_x ——测得时间间隔值, μ s;

$\Delta\tau$ ——时标时间, 1 μ s。

- 3.3 输入幅度: (3 ~ 10) V (峰值)。

- 3.4 输入波形: 负脉冲波, 其宽大于被测时间间隔的1/10, 下降沿时时间小于1 μ s。

4 周期测量

- 4.1 测量范围: 100 μ s ~ 0.1s。
- 4.2 测量误差: $\pm \left(3 \times 10^{-5} + \text{触发误差} + \frac{\Delta\tau}{T_x} \right)$ 。

触发误差 = $\frac{1}{\pi} \times 10^{-\frac{N}{20}}$

式中: N ——被测信号的信噪比, dB;

T_x ——测得周期值, μs ;

$\Delta\tau$ ——时标时间, $1\mu\text{s}$ 。

4.3 输入幅度: (3~6) V (有效值)。

5 低频信号源

5.1 频率度盘示值范围: (1~111 110) Hz。

5.2 频率度盘示值误差: \pm (度盘示值 \times 0.5% + 0.3Hz)。

5.3 短期频率波动: \pm (度盘示值 \times 0.01% + 0.2Hz) (闸门时间为 1s, 连续测量十次)。

5.4 输出失真度: 频率范围为 (20~100) Hz 时小于 2%, 频率范围为 (100~20 000) Hz 时小于 1%。

三 检定条件

6 检定环境条件

6.1 环境温度: 在 (15~30) °C 范围内任选一点, 其温度波动应小于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

6.2 相对湿度: 65% \pm 15%。

6.3 电源电压: (220 \pm 5) V, (50 \pm 1) Hz。

6.4 周围无影响检定的振动及电磁场干扰。

7 检定用标准仪器和设备

7.1 电子计数器: 频率测量范围为 10Hz~10MHz。晶体振荡器频率准确度优于 $\pm 3 \times 10^{-6}$, 8h 波动优于 3×10^{-6} , 具有 1ms, 10ms, 0.1s, 1s, 10s 的闸门时间信号输出, 其波形须满足 3.4 条要求, 显示时间可调。参考型号为 E312 型电子计数式频率计。

7.2 频率合成器: 频率范围为 1Hz~30MHz, 频率准确度优于 $\pm 3 \times 10^{-6}$, 输出幅度为 (0.1~3) V, 信噪比优于 40dB。参考型号为 MG 440 A 型频率合成器。

7.3 信号发生器: 频率范围为 10Hz~10MHz, 输出幅度大于 3V, 连续可调, 其 1s 频率稳定度优于 1×10^{-5} 。参考型号为 QX-1 型信号发生器和 XFG-7 型高频信号发生器。

7.4 电压表: 电压测量范围为 100mV~10V, 频率范围为 10Hz~10MHz, 参考型号为 SX 2172 型交流毫伏表。

7.5 失真度测量仪: 失真度测量范围为 0.1%~100%, 频率范围为 20Hz~200kHz。参考型号为 BSIA 型失真度测量仪。

7.6 示波器: 频率范围为 DC~10MHz。参考型号为 XJ-17 型通用示波器。

四 检定项目和检定方法

(一) 外观及工作正常性的检查

8 十频仪不应有影响读数和正常工作的机械损伤。各控制开关、旋钮、按钮动作灵活, 插座无松动。

9 十频仪接通电源后, “工作选择” 分别置于 “测量 I”、“测量 II” 及 “周期” 的挡

位，用四挡标频分别进行频率、时间间隔的自检，显示读数应符合技术要求，置于其他各挡时，应无异常现象。

(二) 晶体振荡器频率 8h 波动及准确度的检定

10 将十频仪 1MHz 晶体振荡器的输出信号送到电子计数器“测频输入端”，从电子计数器上直接读出频率实际值。连接方法如图 1。

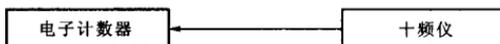


图 1

11 电子计数器按技术条件规定的时间预热，其功能置于“频率”，“闸门时间”置于“10s”。十频仪预热 30min 后开始测量，每隔 1h 测量一次，每次连续测得三个数，取其平均值，连续测量 8h，共得九个频率实际值。用式 (1) 计算晶体振荡器频率 8h 波动 S ：

$$S = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{f_0} \quad (1)$$

式中： f_{\max} ——8h 内最大的频率实际值，Hz；

f_{\min} ——8h 内最小的频率实际值，Hz；

f_0 ——晶体振荡器的频率标称值，Hz。

12 晶体振荡器频率 8h 波动检定完毕后，在 9 个频率实际值中取偏离 f_0 最大的值 f_{s_i} 。用式 (2) 计算晶体振荡器频率准确度 A ：

$$A = \frac{f_0 - f_{s_i}}{f_{s_i}} \quad (2)$$

式中： f_{s_i} ——偏离 f_0 最大的频率实际值，Hz。

(三) 频率测量误差的检定

13 用频率合成器检定

13.1 将频率合成器的输出信号送到十频仪“被测输入端”，从十频仪上直接读出测得的频率值。连接方法如图 2。

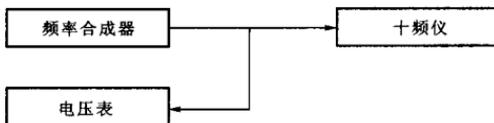


图 2

13.2 频率合成器按技术条件规定的时间预热，十频仪的“工作选择”置于“测量 I”或“测量 II”。频率合成器的信号幅度调到十频仪频率测量的最小输入幅度 0.5V，信号频率调在表 1 列出的检定点上，每点连续测得三个数，取其平均值。用式 (3) 计算频

率测量误差 δ_f :

$$\delta_f = \frac{f_x - f_s}{f_s} \quad (3)$$

式中: f_x ——十频仪测得的频率值, Hz;

f_s ——频率合成器输出的频率值, Hz。

表 1 频率检定点

Hz

10	100	1 000	10 000	100 000	1 000 000	2 000 000
----	-----	-------	--------	---------	-----------	-----------

14 用电子计数器检定 (不具备频率合成器时采用)

14.1 将信号发生器的输出信号同时送到电子计数器“测频”或“测周”输入端及十频仪“被测输入端”, 测量频率大于 100kHz 时, 把电子计数器测得的频率值与十频仪测得的频率值相比较。测量频率小于 10kHz 时, 从十频仪上直接读出测得经电子计数器校准后的频率值。连接方法如图 3。

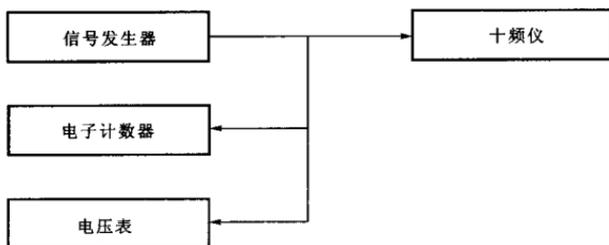


图 3

14.2 信号发生器及电子计数器按各自的技术条件规定的时间预热, 信号发生器的信号幅度调到十频仪频率测量的最小输入幅度 0.5V, 信号频率调在表 1 列出的检定点上。

14.3 测量频率大于 100kHz, 十频仪“工作选择”置于“测量 I”。电子计数器功能置于“频率”, “闸门时间”置于“1s”, “显示时间”调到最短时间, 读数显示置于“记忆”, 每个检定点采用交叉读数法用十频仪及电子计数器各测得三个数, 分别取其平均值。十频仪测得的频率值为 f_x , 电子计数器测得的频率值为 f_s , 用式 (3) 计算频率测量误差 δ_f 。

14.4 测量频率小于 10kHz, 十频仪“工作选择”置于“测量 II”。电子计数器功能置于“周期”, 每个检定点先用多周期测量法对信号发生器输出的频率值校准后, 再用十频仪连续测得三个数, 取其平均值。十频仪测得的频率值为 f_x , 信号发生器经校准后输出的频率值为 f_s 。用式 (3) 计算频率测量误差 δ_f 。

(四) 时间间隔测量误差的检定

15 将电子计数器输出的时间间隔信号经过电位器送到十频仪“被测输入端”, 从十频

仪上直接读出测得的时间间隔值。连接方法如图 4。

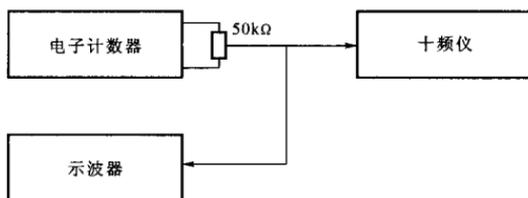


图 4

16 十频仪“工作选择”置于“周期”。电子计数器“标准时间信号”输出端并接 50kΩ 电位器，调节电位器使其信号幅度（负脉冲电压）为计频仪时间间隔测量的最小输入幅度 3V。信号的时间间隔（负脉冲周期）调在表 2 列出的检定点上，每点连续测得三个数，取其平均值。用式（4）计算时间间隔测量误差 δ_t ：

$$\delta_t = \frac{t_x - t_s}{t_s} \quad (4)$$

式中： t_x ——十频仪测得的时间间隔值，ms；

t_s ——电子计数器输出的时间间隔值，ms。

表 2 时间间隔检定点

ms

1	10	100	1 000	10 000
---	----	-----	-------	--------

(五) 周期测量的检定

17 周期测量误差的检定（本项仅为新制造产品的检定项目）

17.1 将频率合成器的输出信号送到十频仪“被测输入端”，从十频仪上直接读出测得的周期值。连接方法如图 2。

17.2 十频仪“工作选择”置于“周期”，频率合成器的信号幅度调到十频仪周期测量的最小输入幅度 3V，信号周期调在表 3 列出的检定点上，每点连续测量十次，共得十个数。用式（5），（6），（7）计算周期测量误差 δ_T ：

$$\bar{T}_x = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - \bar{T}_x)^2}{N - 1}} \quad (6)$$

$$\delta_T = \frac{(\bar{T}_x - T_s) \pm 3\sigma}{T_s} \quad (7)$$

式中： \bar{T}_x ——十频仪测得的周期平均值，ms；

T_i ——十频仪第 i 次测得的周期值, ms;

N ——测量次数;

T_s ——频率合成器输出的周期值, ms;

σ ——周期测量的标准偏差。

表 3 周期检定点

ms

0.1	1	10	100
-----	---	----	-----

18 周期测量范围的检查

18.1 将信号发生器的输出信号送到十频仪“被测输入端”，从十频仪上直接读出测得的周期值。连接方法如图 5。

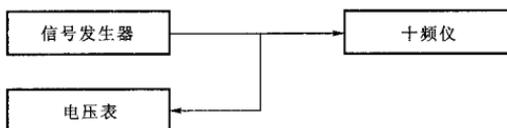


图 5

18.2 十频仪“工作选择”置于“周期”。信号发生器的信号幅度调到十频仪周期测量的最小输入幅度 3V, 信号周期从低于 0.1ms 调到高于 100ms, 检查十频仪的周期测量范围。

(六) 频率度盘示值误差的检定

19 十频仪“工作选择”置于“输出 I”或“输出 II”，从本机计数器上直接读出频率度盘的频率实际值。

20 十频仪“工作选择”置于“输出 II”，“ $\times 1k$ ”度盘置于“5”，其余置于“0”，调节“ Δf ”旋钮对 5kHz 进行频率校准，计数显示值为 $5\text{kHz} \pm 0.1\text{Hz}$ 。

21 校准后频率度盘调在表 4 列出的检定点上，每点连续测得三个数，取其平均值，用式 (8) 计算频率度盘示值误差 δ_f ：

$$\delta_f = \frac{F_0 - F_s}{F_s} \times 100\% \quad (8)$$

式中： F_0 ——频率度盘的频率指示值, Hz;

F_s ——频率度盘的频率实际值, Hz。

(七) 短期频率波动的检定

22 十频仪“工作选择”置于“输出 I”，“ $\times 10k$ ”度盘置于“10”，其余置于“0”，从本机计数器上直接读出 100kHz 的频率实际值。待 1min 后，连续测量 10 次，共得 10 个数。用式 (9) 计算短期频率波动 S_i ：

$$S_i = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{F_0} \times 100\% \quad (9)$$

式中： F_{\max} ——10次内最大的频率实际值，Hz；

F_{\min} ——10次内最小的频率实际值，Hz；

F_0 ——频率度盘的频率示值，Hz。

表4 频率度盘检定点

ms

$\times 1/\text{Hz}$	$\times 10/\text{Hz}$	$\times 100/\text{Hz}$	$\times 1\text{k}/\text{Hz}$	$\times 10\text{k}/\text{Hz}$
1, 5, 10	1, 5, 10	1, 5, 10	1, 5, 10	1, 2, 3, 4, 5 6, 7, 8, 9, 10

(八) 输出失真度的检定

23 将十频仪的 20Hz, 101Hz, 20kHz 频率输出信号分别送到失真度测量仪“不平衡输入端”，失真度测量仪的频率度盘相应置于上述频率，电压量程置于“1V”。连接方法如图 6。



图 6

24 失真度测量仪校准后置于“失真”，调节“粗调”、“微调”，使指针指示失真度到最小值，从表盘上直接读出失真度实际值。

五 检定结果处理和检定周期

25 经检定，全部符合技术要求的十频仪为合格，出具检定证书；检定不合格的十频仪出具检定结果通知书，并注明不合格的项目。

26 十频仪检定周期一般不得超过 1 年。

附加说明：

本检定规程经国家计量检定规程审定委员会时间频率专业委员会审定通过。

主审人：赵良弼、郑裕民。