

JJG

中华人民共和国国家计量检定系统

JJG 2015—87

脉冲波形参数计量器具

1987年12月22日批准

1988年10月1日实施

国家计量局

目 录

一 计量基准器具.....	(1)
二 计量标准器具.....	(2)
三 工作计量器具.....	(3)
四 脉冲波形参数计量器具检定系统框图.....	(3)
附录 1 符号术语.....	(4)
附录 2 脉冲波形参数国家计量基准一览表.....	(5)

脉冲波形参数计量器具检定系统

Verification Scheme of Pulse Waveform Parameter

JJG 2015—87

代替：脉冲量值传递系统

本国家计量检定系统表经国家计量局于 1987 年 12 月 22 日批准，
并自 1988 年 10 月 1 日起施行。

起草单位：中国计量科学研究院

本检定系统技术条文由起草单位负责解释。

本检定系统主要起草人：

郁月华（中国计量科学研究院）

参加起草人：

苏皖生（中国计量科学研究院）

脉冲波形参数计量器具检定系统

本系统适用于脉冲计量器具，规定了连续波脉冲的电压单位(伏)和时间单位(秒)的量值从国家计量基准向工作计量器具的传递程序，并指明了误差关系及检定方法。

本系统由四部分组成：计量基准器具，一等计量标准器具，二等计量标准器具和工作计量器具。

各级计量器具的传输线输入、输出接头，输入输出标准负载应符合国家标准的要求。

一 计量基准器具

1 国家计量基准器具用于复现和保存脉冲波形基本参数，借助于标准计量器具向工作计量器具传递量值，以保证脉冲波形参数的量值统一。

2 脉冲波形参数基准装置作为国家计量基准。它包括下列几部分：

2.1 脉冲幅度基准装置。包括微小脉冲幅度装置一套：机械振子斩波器一套，补偿式脉冲幅度测量装置一套。

2.2 一套由计算机和取样示波器组成的自动脉冲测试系统 APMS。它包括：上升时间测量装置，稳态特性测量装置，脉冲时间间隔测量装置。

3 国家计量基准复现的量的范围

3.1 脉冲幅度基准装置。微小脉冲幅度装置复现的电压范围为 $100\ \mu\text{V}\sim 200\ \text{mV}$ ；斩波器复现电压范围为 $\pm(100\ \text{mV}\sim 50\ \text{V})$ ；补偿式脉冲幅度装置复现电压范围为 $\pm(10\ \text{V}\sim 200\ \text{V})$ 。

3.2 上升时间测量装置复现时间范围为 $25\ \text{ps}\sim 1\ \text{ns}$ ，脉冲时间间隔测量装置测量范围为 $1\ \text{ns}\sim 1\ \text{s}$ ，稳态特性测量装置复现频率范围为 $\text{DC}\sim 1\ 000\ \text{MHz}$ 。

4 国家计量基准的总不确定度 (d)

4.1 脉冲幅度基准装置。微小脉冲幅度标准测量的总不确定度为 $\delta = \pm \left(0.1\% + \frac{10 \mu\text{V}}{U_x} \right)$ (3σ)；机械振子斩波器测量的总不确定度 $\delta \leq \left(0.01\% + \frac{200 \mu\text{V}}{U_x} \right)$ ；补偿式脉冲幅度装置的不确定度为 $\delta = \pm \left(0.05\% + \frac{5 \text{mV}}{U_x} \right)$ (3σ)。

4.2 上升时间测量的总不确定度为 $\delta \leq \pm \left(1\% + \frac{5 \text{ps}}{t_r} \right)$ ；脉冲时间间隔测量装置的单次测量分辨率为 100 ps；稳态特性测量装置的 $f-3 \text{dB}$ 点测量不确定度为 $\delta \leq \pm 6\%$ （稳态特性测量装置用来校准示波器的稳态频率响应）。

二 计量标准器具

5 一等计量标准器具

5.1 一等计量标准器具分别为高速脉冲源，标准脉冲电压表，(1—7 GHz) 取样示波器，计数器。

5.2 一等计量标准器具测量范围，高速脉冲源的上升时间范围为 $t_r \leq 100 \text{ps}$ 。它是由 APMS 系统传递下来的，用来直接测量二等计量标准的 100 MHz~1 GHz 宽带、取样示波器。

5.3 标准脉冲电压表是一台精密脉冲幅度测量仪器，测量脉冲幅度的范围为 $U_m = \pm (100 \mu\text{V} \sim 200\text{V})$ ，其不确定度为 $\delta = \pm 0.1\% \pm 30 \mu\text{V}$ （在 $100 \mu\text{V} \sim 100 \text{mV}$ 时）； $\delta = \pm 0.05\% \pm 30 \mu\text{V}$ （在 $\pm 100 \text{mV} \sim \pm 10\text{V}$ 时）； $\delta = \pm \left(0.05\% + \frac{5 \text{mV}}{U_x} \right)$ （在 $\pm 10 \text{V} \sim \pm 200 \text{V}$ 时）(3σ)。

5.4 一等计量标准器具中的 (1~7) GHz 取样示波器，其上升时间为 $t_r = 350 \sim 50 \text{ps}$ 。它是用国家计量基准中的上升时间测量装置来进行校准的。

5.5 计数器。其测量范围为 0.1 Hz~1 000 MHz；稳定度为 3×10^{-9} ，用来检定各种时标发生器和时间间隔发生器，还用来直接测量

示波器校准仪的时间校准器输出时标信号。

6 二等计量器具

6.1 二等计量器具由宽带、取样示波器、脉冲幅度标准、示波器校准仪、时标发生器及时间间隔发生器组成。

6.2 宽带、取样示波器的上升时间为 $t_r = 3.5 \text{ ns} \sim 350 \text{ ps}$ ，其不确定度为 $\delta = \pm 3\%$ 。

6.3 脉冲幅度标准，输出幅度为 $U_m = \pm (100 \text{ mV} \sim 200 \text{ V})$ ，总不确定度 $\delta = \pm 0.1\% (3\sigma)$ 。

6.4 示波器校准仪，用一等计量标准中的 (1~7) GHz 取样示波器、标准脉冲电压表和计数器进行直接测量。示波器校准仪输出幅度误差为 Δ ，当输出幅度为 50 mV 以上时， $\Delta = \pm 0.5\% \pm 50 \mu\text{V}$ ；当输出幅度在 50 mV 以下时， $\Delta = \pm 0.5\% \pm 5 \mu\text{V}$ 。上升时间输出 $t_r = 100 \text{ ps} \sim 1 \text{ ns}$ ；时间校准器输出时标 $T = 2 \text{ ns} \sim 0.5 \text{ s}$ ，总不确定度为 $\delta = \pm 0.01\% (3\sigma)$ 。

6.5 时标发生器、时间间隔发生器由一等计量标准的计数器和国家计量基准装置的脉冲时间间隔测量装置进行校准。时间间隔发生器输出范围 $T = 1 \text{ ns} \sim 99.999 \mu\text{s}$ ，允许误差 $\Delta = \pm 0.5 \text{ ns}$ ，时标发生器的输出时标范围 $T = 1 \text{ ns} \sim 0.5 \text{ s}$ ，不确定度为 $\delta = \pm 0.01\% (3\sigma)$ 。

三 工作计量器具

7 工作计量器具由方波发生器、脉冲电压表、示波器组成。

7.1 方波发生器用二等计量标准的 100 MHz ~ 1 000 MHz 宽带、取样示波器进行直接测量，其允许误差为 $\Delta = \pm 5\%$ 。

7.2 脉冲电压表由二等计量标准的脉冲幅度标准进行校准，脉冲电压表的允许误差为 $\Delta = \pm 5\%$ 。

7.3 示波器由二等计量标准器具的示波器校准仪进行校准，允许误差为 $\Delta = \pm 5\%$ 。

四 脉冲波形参数计量器具检定系统框图

(见插页)

附录 1

符 号 术 语

- t_r ——上升时间；
 U_m ——脉冲幅度；
 t_s ——被测上升时间；
 U_s ——被测脉冲幅度；
 T ——时间间隔；
 f ——重复频率；
 δ ——总不确定度；
 Δ ——允许误差。

附录 2

脉冲波形参数国家计量基准一览表

名 称	脉 冲 幅 度 基 准 装 置	上 升 时 间 测 量 装 置	稳 态 特 性 测 量 装 置	时 间 间 隔 测 量 装 置
复 现 量	脉冲幅度 U_m	上升时间 t_r	重复频率 f	时 间 T
量 的 范 围	100 μV ~ 200 mV $\pm(100\text{mV} \sim 50\text{V})$ $\pm(10\text{V} \sim 200\text{V})$	25 ps ~ 1 ns	DC ~ 1GHz	1 ns ~ 1s
总 不 确 定 度	$\pm\left(0.1\% + \frac{10\mu\text{V}}{U_x}\right)$ $\pm\left(0.01\% + \frac{200\mu\text{V}}{U_x}\right)$ $\pm\left(0.05\% + \frac{5\text{mV}}{U_x}\right)$	$\pm\left(1\% + \frac{5\text{ps}}{U_x}\right)$	6%	单次分辨率 100ps

脉冲波形参数计量器具检定系统框图

脉冲波形参数基准

脉冲幅度基准装置	$U_m = 100\mu\text{V} \sim 200\text{mV}$	$\delta = \pm(0.1\% + \frac{10\mu\text{V}}{U_x})$
	$U_m = \pm(100\text{mV} \sim 50\text{V})$	$\delta = \pm(0.01\% + \frac{200\mu\text{V}}{U_x})$
	$U_m = \pm(10\text{V} \sim 200\text{V})$	$\delta = \pm(0.05\% + \frac{5\text{mV}}{U_x})$
上升时间测量装置	$t_r = 2.5\text{ps} \sim 1\text{ns}$	$\delta = \pm(1\% + \frac{5\text{ps}}{t_x})$
脉冲时间间隔测量装置	$T = 1\text{ns} \sim 1\text{s}$	单次分辨率 100ps
稳态特性测量装置	$f = \text{DC} \sim 1000\text{MHz}$	$\delta = \pm 6\%$

直接测量或比对

计量基准器具

计量标准器具

器具

工作计量器具

高速脉冲源

$t_r < 100\text{ps}$

标准脉冲电压表

$U_m = \pm(100\mu\text{V} \sim 100\text{mV})$
 $\delta = \pm(0.1\% \pm 30\mu\text{V})$
 $U_m = \pm(100\text{mV} \sim 10\text{V})$
 $\delta = \pm 0.05\% \pm 30\mu\text{V}$
 $U_m = \pm(10\text{V} \sim 200\text{V})$
 $\delta = \pm(0.05\% + \frac{5\text{mV}}{U_x})$

取样示波器

(1 ~ 7)GHz

$t_r = 350\text{ps} \sim 50\text{ps}$

计数器

$f = 0.1\text{Hz} \sim 1000\text{MHz}$

3×10^{-9}

直接测量

直接测量或比对

直接测量

直接测量

宽带、取样示波器

$f = (100 \sim 1000)\text{MHz}$

$t_r = 3.5\text{ns} \sim 350\text{ps}$

$\delta = \pm 3\%$

脉冲幅度标准

$U_m = \pm(100\text{mV} \sim 200\text{V})$

$\delta = \pm 0.1\%$

示波器校准仪

$U_m = 100\mu\text{V} \sim 200\text{V}$

$\Delta = \pm 0.5\% + 5\mu\text{V}$ (50mV以下)

$\Delta = \pm 0.5\% \pm 50\mu\text{V}$ (50mV以上)

$T = 2\text{ms} \sim 0.5\text{s}$, $\delta = \pm 0.01\%$

$t_r = 100\text{ps} \sim 1\text{ns}$

时标发生器

$T = 1\text{ns} \sim 0.5\text{s}$

$\delta = \pm 0.01\%$

时间间隔发生器

$T = 1\text{ns} \sim 99.999\mu\text{s}$

$\Delta = \pm 0.5\text{ns}$

直接测量

直接测量

直接测量

方波发生器

$t_r = 1\text{ns} \sim 20\text{ns}$

$\Delta = \pm 5\%$

脉冲电压表

$U_m = \pm(1\text{V} \sim 200\text{V})$

$\Delta = \pm 5\%$

示波器

$f = \text{DC} \sim 100\text{MHz}$

$\Delta = \pm 5\%$