

3212D 系列毫米波脉冲频率计 用户手册

中电科仪器仪表有限公司

2018 年 2 月

前 言

非常感谢您选择使用中电科仪器仪表有限公司研制生产的 3212D 系列毫米波脉冲频率计！

我们以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺，竭诚欢迎您的垂询，联系方式：

服务咨询 0532-86889847
技术支持 0532-86888007
质量监督 0532-86886614
传 真 0532-86897258
网 址 <http://www.ceyear.com>
电子信箱 eiqd@ceyear.com
地 址 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号
邮 编 266555

本手册介绍了 3212D 系列毫米波脉冲频率计的用途、使用方法、使用注意事项、性能特性、基本工作原理、故障查询、编程指南等内容，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该仪器，请仔细阅读本手册，并正确按照手册指导操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，文字中如有疏漏和不当之处，恳请各位用户批评指正！由于我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。

本手册是《3212D 系列毫米波脉冲频率计用户手册》第二版，版本号是 AV2.721.1006SS/2.0



声明：

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。

本手册内容及所用术语最终解释权属于中电科仪器仪表有限公司。

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

编者

2018 年 02 月

环境、安全说明

一、安全保护

1、仪器安全

- 1) 仪器运输过程请使用指定包装箱，并且搬运过程避免跌落或剧烈碰撞造成仪器损伤。
- 2) 检查仪器上的电源保险丝是否正常，否则加电会造成仪器损坏！
- 3) 请选用 220V 交流三芯稳压电源为仪器设备供电，防止大功率尖峰脉冲干扰对仪器内部硬件造成毁坏。
- 4) 保证电源良好接地，接地不良或错误可能导致仪器损坏。
- 5) 操作仪器和设备时请采取佩戴静电手腕等防静电措施，严防静电对仪器的损害。
- 6) 严禁在仪器输出端注入直流信号，并防止信号的反向功率大于 0.5W，否则会引起仪器损坏。
- 7) 如果仪器使用电池供电或内部有电池，请使用相同类型或推荐相当类型的电池进行替换，否则存在爆炸的危险。

2、人身安全保护注意事项

- 1) 搬运仪器及包装箱时请选取合适的搬运工具或者应有两人合力搬移，并轻放，以免仪器跌落造成人身伤害。
- 2) 保证电源良好接地，接地不良或错误可能造成人身伤害。
- 3) 如果需要擦拭仪器，请断电操作，防止发生触电危险。可以用干的或稍微湿润的软布擦拭仪器外表，千万不要试图擦拭仪器内部。
- 4) 微波仪器工作在大功率状态下时存在微波辐射的潜在危险，请相应采取防辐射措施。

二、环境保护

1、包装箱的处理

我单位承诺产品包装物为无害废弃物，请保留好包装箱和衬垫，以备将来需要运输时使用，也可以按照当地环境法规要求处理产生的包装物。

2、报废处理

- 1) 仪器在维修及升级过程中更换下来的零部件由中电科仪器仪表有限公司集中回收处理；仪器报废后禁止随意丢弃或处置，请通知中电科仪器仪表有限公司或交由具有资质的专业回收单位进行回收处理。
- 2) 如果仪器内部有使用电池，请勿随便丢弃更换下来的电池，应按照化学废品单独回收。

除非另有规定，以上操作请按照国家《废弃电器电子产品回收处理管理条例》和当地环境法律法规处置。

目 录

第一篇 说明.....	1
第一章 概述.....	3
第二章 主要技术和战术指标.....	5
第三章 前后面板定义及说明.....	8
第四章 工作原理.....	12
第二篇 使用和维护.....	14
第五章 基本操作指导.....	16
第六章 故障信息说明及返修方法.....	20
第一节 故障查询及错误信息说明.....	20
第二节 返修方法.....	23
第三篇 检查.....	24
第七章 开箱.....	26
第八章 用户检查.....	28
第一节 初步检查.....	28
第二节 详细检查.....	28
第四篇 软件说明.....	42
第九章 软件界面操作说明.....	44
第一节 开机界面特性.....	44
第二节 参数输入和显示简介.....	44
第三节 菜单说明.....	45
第十章 通用 GPIB 信息.....	63

第一篇 说明

第一章 概述

3212D 系列毫米波脉冲频率计具有宽频带、高灵敏度、高分辨率、大动态范围、高精度等特点，可用于连续波频率、脉冲载波频率、脉冲宽度、脉冲周期、脉冲占空比等参数的测量。该频率计具有以下技术和性能特点：

- a) 频率范围宽，3212D 系列主机：连续波 10Hz~40GHz，脉冲载波 50MHz~40GHz；
- b) 脉冲宽度范围大，3212D 系列主机：300ns~10ms（自动），100ns~10ms（手动）；
- c) 灵敏度高，优于-40dBm@18GHz；
- d) 具有内/外部触发测量功能；
- e) 具有手动和全自动测量功能；
- f) 具有对测量结果进行数学运算（加、减、乘、除）的处理功能；
- g) 具有 LAN 和 GPIB 接口功能，可以进行远端程控操作。



图 1-1 3212D 毫米波脉冲频率计主机实物照片

通过本手册，您可以得心应手地使用 3212D 系列毫米波脉冲频率计。在使用过程中如果您遇到什么问题、有什么意见和建议，请以前言中的方式及时与我们联系。不断地改进产品，最大限度的满足用户的要求是我们的一贯宗旨。

本用户手册分四个部分，共十章：

第一章概括地讲述 3212D 系列毫米波脉冲频率计的一些基本情况，包括 3212D 系列毫米波脉冲频率计采用的一些先进技术；所能达到的指标、范围；具备的或可以实现的各种功能；同时也对本手册进行了概括的说明。

第二章列出 3212D 系列毫米波脉冲频率计的主要技术指标和结构特征。

第三章是前后面板说明，说明各输入输出信号电平标准和内容含义。

第四章简要介绍了 3212D 系列毫米波脉冲频率计的工作原理。

第五至第六章是使用和维护说明部分。包括如何打开并检查一台新到的 3212D 系列毫米波脉冲频率计，频率计基本操作方法和使用中的注意事项等。

第七至第八章是用户检查部分。包括开箱检查确定配件等有无缺失或在运送过程损坏的情况，仪器工作情况检查，以及进一步的性能指标测试。

第九章是软件操作界面说明，介绍如何对 3212D 系列毫米波脉冲频率计进行各种设置。

第十章是通用 GPIB 信息。

衷心希望我们的产品能为您工作带来方便和快捷。使用中如有任何问题，欢迎您与我们联系。

第二章 主要技术和战术指标

1 主要技术指标

a. 输入 1 性能

- 1) 接头形式: BNC (阴)
- 2) 输入阻抗: $50\ \Omega / 1\text{M}\ \Omega$
- 3) 测量信号类型: CW ($1\text{M}\ \Omega$); CW/Pulse ($50\ \Omega$)
- 4) 频率范围: $10\text{Hz} \sim 50\text{MHz}$ ($1\text{M}\ \Omega$); $50\text{MHz} \sim 500\text{MHz}$ ($50\ \Omega$)
- 5) 灵敏度: -20dBm ($1\text{M}\ \Omega$), -20dBm ($50\ \Omega$)
- 6) 最大输入电平: $+7\text{dBm}$ ($1\text{M}\ \Omega$); $+7\text{dBm}$ ($50\ \Omega$)
- 7) 最大不烧毁电平: $+20\text{dBm}$ ($1\text{M}\ \Omega$); $+20\text{dBm}$ ($50\ \Omega$)
- 8) 连续波测量

分辨率 (平均开, 次数 ≥ 10 次): $1\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$ 可选, 10 倍步进, 支持 0.1Hz

测量准确度:

\pm (被测频率 \times 时基准确度+最大触发误差+1 位最低有效数字)

其中, 最大触发误差为:

1MHz (分辨率 1MHz)

100kHz (分辨率 100kHz)

10kHz (分辨率 10kHz)

1kHz (分辨率 1kHz)

100Hz (分辨率 100Hz)

10Hz (分辨率 10Hz)

1Hz (分辨率 1Hz)

- 9) 脉冲调制波测量 (脉冲关时间 $\geq 400\text{ns}$)

载波频率测量准确度:

\pm (被测频率 \times 时基准确度 $\times 10$ +门误差+1 个最低有效数字)

其中, 门误差为:

1MHz ($1\ \mu\text{s} \leq$ 脉冲宽度 $\leq 100\ \mu\text{s}$)

100kHz ($100\ \mu\text{s} <$ 脉冲宽度 $\leq 10\text{ms}$)

分辨率 (平均开, 次数 ≥ 10 次):

1MHz ($1\ \mu\text{s} \leq$ 脉冲宽度 $\leq 10\ \mu\text{s}$)

100kHz ($10\ \mu\text{s} <$ 脉冲宽度 $\leq 100\ \mu\text{s}$)

10kHz ($100\ \mu\text{s} <$ 脉冲宽度 $\leq 1\text{ms}$)

1kHz ($1\text{ms} <$ 脉冲宽度 $\leq 10\text{ms}$)

脉冲宽度: $1\ \mu\text{s} \sim 10\text{ms}$

脉冲周期: $2\ \mu\text{s} \sim 20\text{ms}$

脉冲宽度测量准确度 (平均开, 次数 ≥ 100 次):

\pm ($25\text{ns} +$ 测量脉冲宽度 \times 时基准确度 $\times 10$ +触发误差+1 位最低有效数字)

其中，触发误差 $\leq 10\text{ns}$ 。

脉冲周期测量准确度（平均开，次数 ≥ 100 次）：

$\pm (25\text{ns} + \text{测量脉冲周期} \times \text{时基准确度} \times 10 + \text{触发误差} + 1 \text{ 位最低有效数字})$

其中，触发误差 $\leq 10\text{ns}$ 。

最小占空比： $\leq 1\%$

b. 输入 2 性能

1) 接头形式：2.4mm（阳）

2) 输入阻抗： $50\ \Omega$

3) 测量信号类型：CW/Pulse

4) 频率范围：500MHz~40GHz

5) 灵敏度： -33dBm （500MHz~2GHz）， -40dBm （2GHz~18GHz）， -30dBm （18GHz~40GHz）

6) 最大输入信号电平： $+7\text{dBm}$ （500MHz~40GHz）

7) 最大不烧毁电平： $+20\text{dBm}$ （500MHz~40GHz）

8) 连续波测量

分辨率（平均开，次数 ≥ 10 次）：1Hz~1MHz 可选，10 倍步进，支持 0.1Hz

准确度： $\pm (\text{被测频率} \times \text{时基准确度} + \text{最大触发误差} + 1 \text{ 个最低有效数字})$

其中，最大触发误差：

1MHz（分辨率 1MHz）

100kHz（分辨率 100kHz）

10kHz（分辨率 10kHz）

1kHz（分辨率 1kHz）

100Hz（分辨率 100Hz）

10Hz（分辨率 10Hz）

1Hz（分辨率 1Hz）

9) 脉冲调制波测量（脉冲关时间 $\geq 400\text{ns}$ ）

载波频率测量准确度：

$\pm (\text{被测频率} \times \text{时基准确度} + \text{门误差} + 1 \text{ 个最低有效数字})$

其中，门误差为：

1MHz（ $100\text{ns} \leq \text{脉冲宽度} \leq 1\ \mu\text{s}$ ）

100kHz（ $1\ \mu\text{s} < \text{脉冲宽度} \leq 100\ \mu\text{s}$ ）

10kHz（ $100\ \mu\text{s} < \text{脉冲宽度} \leq 10\text{ms}$ ）

分辨率（平均开，次数 ≥ 10 次）：

1MHz（ $100\text{ns} \leq \text{脉冲宽度} \leq 1\ \mu\text{s}$ ）

100kHz（ $1\ \mu\text{s} < \text{脉冲宽度} \leq 10\ \mu\text{s}$ ）

10kHz（ $10\ \mu\text{s} < \text{脉冲宽度} \leq 100\ \mu\text{s}$ ）

1kHz（ $100\ \mu\text{s} < \text{脉冲宽度} \leq 1\text{ms}$ ）

100Hz（ $1\text{ms} < \text{脉冲宽度} \leq 10\text{ms}$ ）

脉冲宽度：300ns~10ms（自动），100ns~10ms（手动）

脉冲周期：1 $\ \mu\text{s}$ ~20ms（自动），500ns~20ms（手动）

脉冲宽度测量准确度（平均开，次数 ≥ 100 次）：

$\pm (25\text{ns} + \text{测量脉冲宽度} \times \text{时基准确度} + \text{触发误差} + 1 \text{ 位最低有效数字})$

其中，触发误差 $\leq 10\text{ns}$ 。

脉冲周期测量准确度（平均开，次数 ≥ 100 次）：

$\pm (25\text{ns} + \text{测量脉冲周期} \times \text{时基准确度} + \text{触发误差} + 1 \text{ 位最低有效数字})$

其中，触发误差 $\leq 10\text{ns}$ 。

最小占空比： $\leq 1\%$

c. 外触发输入端口性能

1) 输入阻抗： $\geq 1\text{M}\Omega$

2) 输入电平:TTL

3) 脉冲宽度： $\geq 1\mu\text{s}$

d. 外参考输入端口性能

1) 输入阻抗： $\geq 1\text{M}\Omega$

2) 频率：1, 2, 5, 10MHz

3) 电平范围：1V_{p-p}~2V_{p-p}

e. 参考输出端口性能

1) 频率：10MHz

2) 电平范围： $\geq 0\text{dBm}$

f. 内时基性能

1) 频率：10MHz

2) 老化率：优于 $\pm 2 \times 10^{-9}/\text{天}$

时基准确度： $\leq \pm 5 \times 10^{-8}$ （室温 25℃，加热 1 小时后）

注：该指标由生产厂家保证或由具有资质的测试机构出具测试报。

2 主要战术指标

a. 主机结构特征：宽 \times 高 \times 深=320 \times 133 \times 400（mm），误差 $\pm 2\text{mm}$ ，不包括底角、后脚、侧带和前后面板接插件的尺寸。

b. 主机重量：小于 12kg。

f. 环境适应性：符合 GJB3947A-2009 三级设备要求。

g. 电源与功耗：交流 220Vac、50Hz， $\pm 10\%$ ，功耗 $< 150\text{W}$ 。

h. 可靠性、可维修性要求：MTBF ($\theta 0$) $\geq 5000\text{h}$ ，MTTR $\leq 3\text{h}$ 。

i. 电磁兼容性：符合 GJB3947A-2009 中 3.9.1 的要求。

第三章 前后面板定义及说明

1 前后面板定义

3212D 系列毫米波脉冲频率计前面板如下图所示：

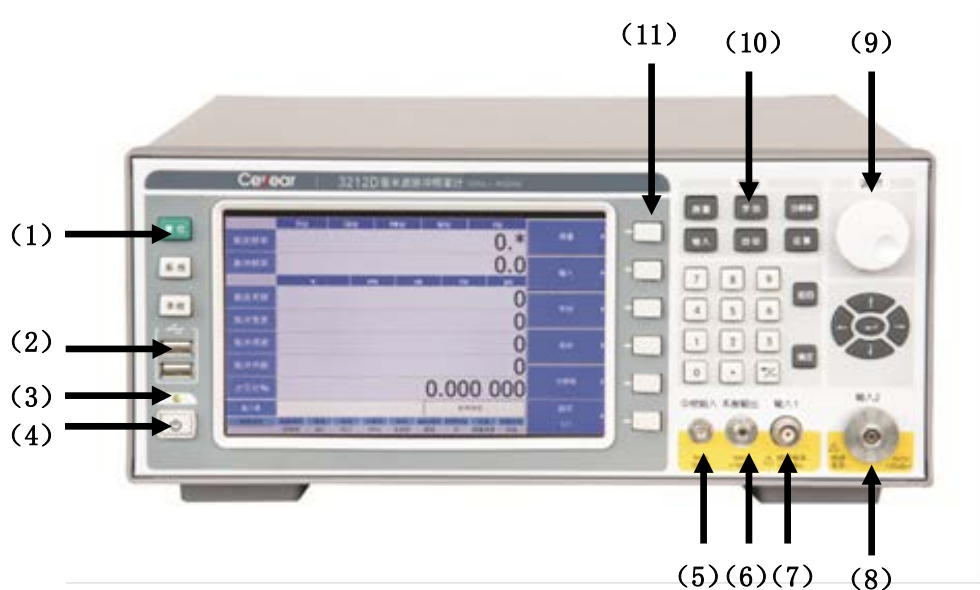


图 3-1 3212D 系列毫米波脉冲频率计前面板

- (1) “复位”键；
- (2) USB 接口，共 2 个；可接标准键盘和鼠标。
- (3) 电源指示灯，黄色代表待机状态，绿色代表工作状态；
- (4) 电源开关；
- (5) 中频输入接口；
- (6) 本振输出接口；
- (7) 输入 1，10Hz~500MHz 输入口
- (8) 输入 2，500MHz~40GHz 输入口；
- (9) 旋转脉冲发生器
- (10) 硬按键，共 20 个；
- (11) 软键，共 6 个。

3212D 系列毫米波脉冲频率计侧面示意图，如图 3-2 所示：

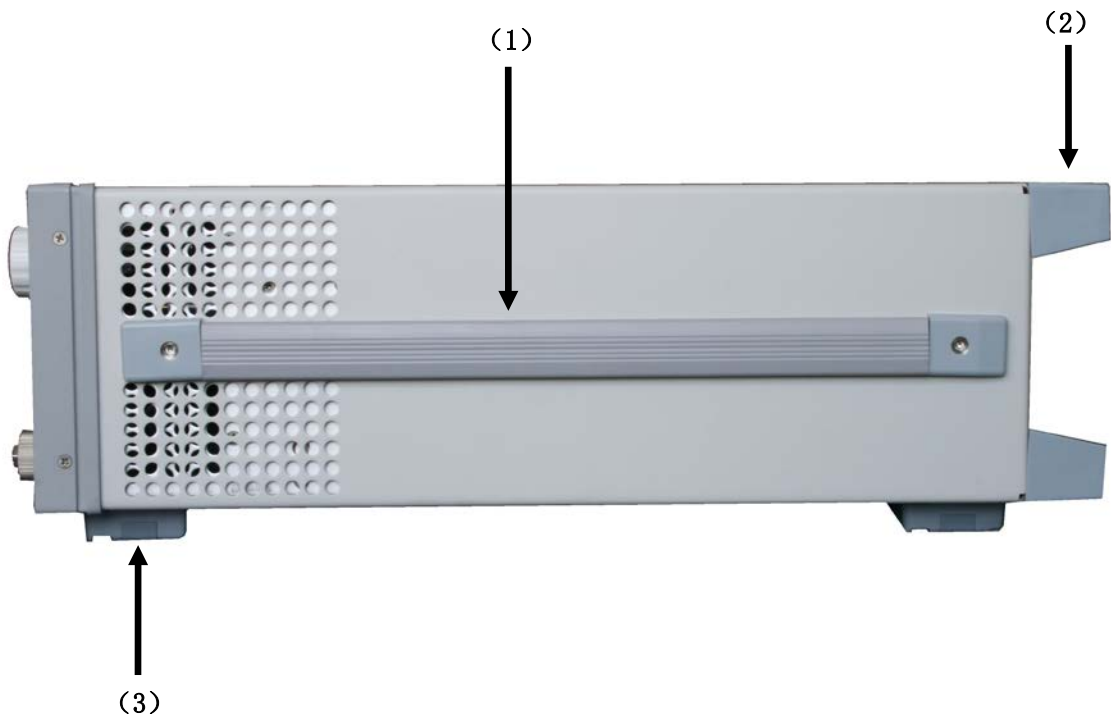


图 3-2 3212D 系列毫米波脉冲频率计侧面

- (1) 侧提带；
- (2) 后脚；
- (3) 底脚。

3212D 系列毫米波脉冲频率计后面板如下图所示：

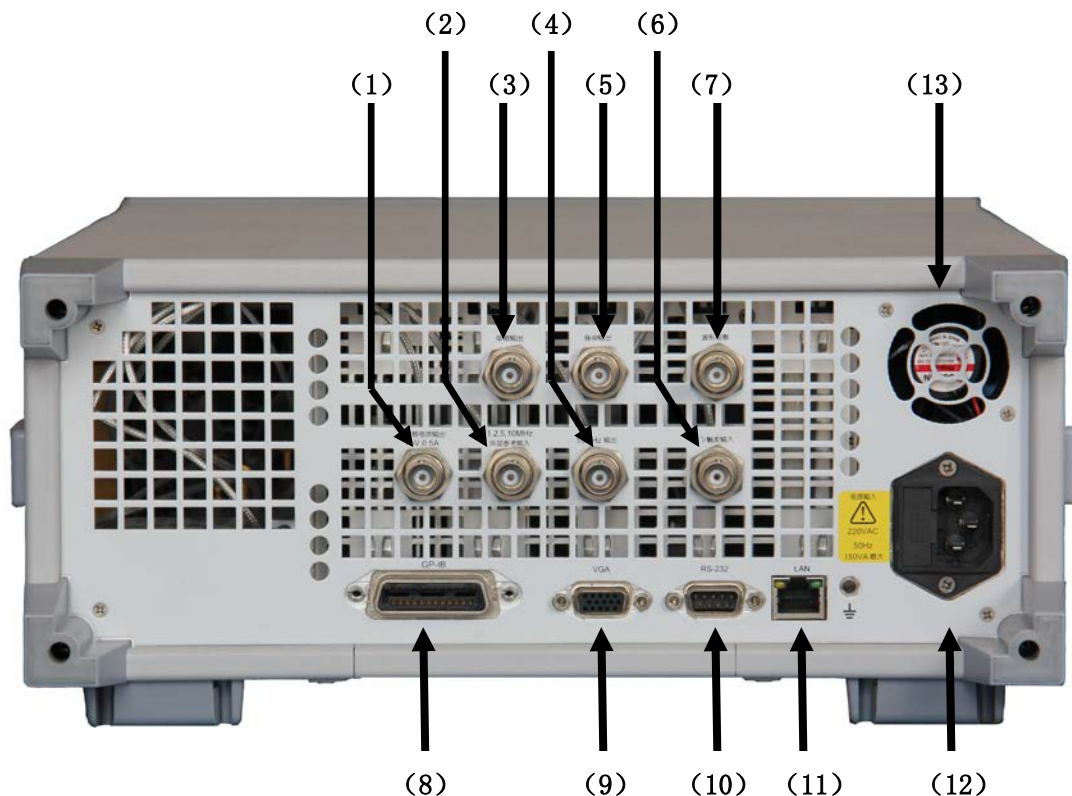


图 3-3 3212D 系列毫米波脉冲频率计后面板

- 1) 电源输出：+5V (0.5A)；
- 2) 1, 2, 5, 10MHz 外参考输入，外部参考输入端口；
- 3) 中频输出：中频监测指示信号，35~110MHz，输入 2 测量时有效，约-10dBm 正弦信号；
- 4) 10MHz 输出：大于 0dBm 正弦信号；
- 5) 脉冲输出：测量脉冲调制信号时有效，为其包络检测输出，3.3V LVTTTL 电平标准；
- 6) 门/触发输入：3.3V LVTTTL 标准，可兼容 5V 电平，外闸门时低有效，触发模式时下降沿有效；
- 7) 波形观察：此信号为闸门/中频的复合信号，通过观察此信号，用户可得知所测为中频的哪一部分。在外部门/脉冲载波测量时，此信号尤为有用，见图 3-4。
- 8) GP-IB 接口，用于程控；
- 9) VGA 接口，通过修改 CPU 核心模块参数，可以连接外部 CRT 显示器；
- 10) RS-232 接口，供厂家内部使用；
- 11) LAN 接口，供厂家内部程序升级和维护使用；
- 12) 交流电源输入端口，220VAC，50Hz；
- 13) 电源风扇。

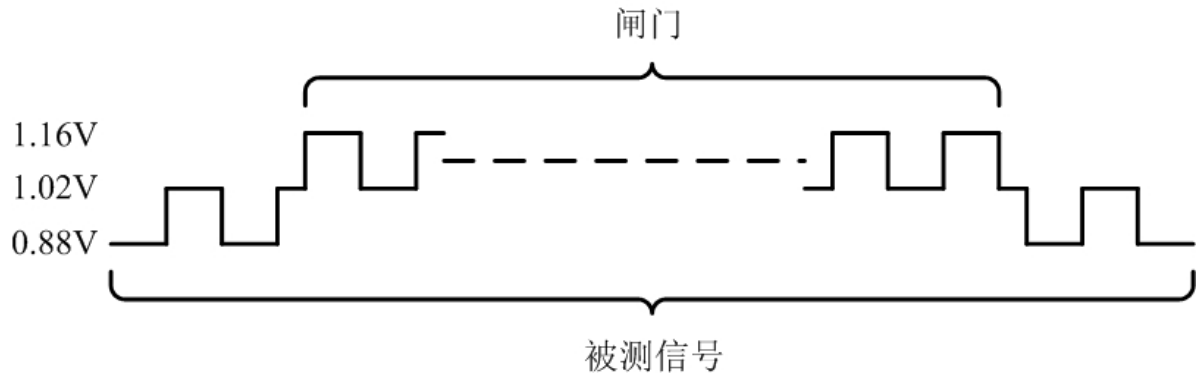


图 3-4 波形观察输出示意图

第四章 工作原理

1 整机硬件方案及工作原理

3212D 系列毫米波脉冲频率计硬件电路按功能划分为宽带合成本振电路、基波/谐波内混频电路、低频通道处理电路、中频通道处理电路、时基计数电路、CPU 单元、显示单元和接口单元共八部分，具体组成如下图所示。

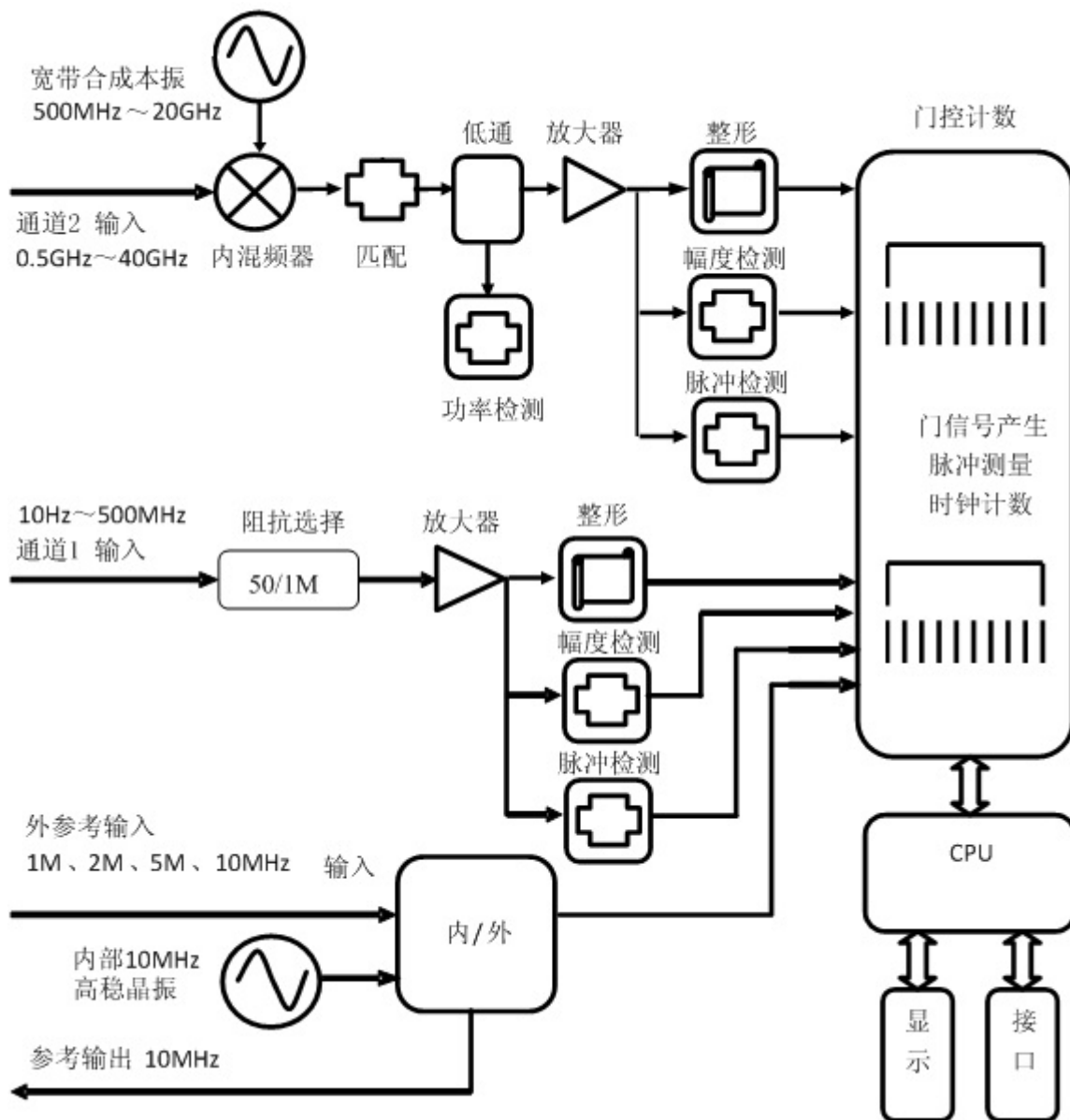


图 4-1 3212D 系列毫米波脉冲频率计原理框图

测量通道分为输入 1、输入 2。输入 1 频率范围 10Hz~500MHz，采用直接计数法和预分频计数法相结合的方案进行频率测量。输入阻抗 $1\text{M}\Omega$ 时，测量信号频率范围从 10Hz~50MHz，灵敏度 -20dBm ；输入阻抗 50Ω 时，测量信号频率范围从 50MHz~500MHz，经分频后进入中频处理电路进行计数测量。输入 2 频率范围 500MHz~40GHz，为了在整个高波段实现相同的频率分辨率和测量精度，并达到大动态范围和高灵敏度测量，需要利用基波/谐波混频技术将微波毫米波输入信号变换到固定中频带宽内。合成锁相本振电路提供 500MHz~20GHz 的本振信号，500MHz~40GHz 的信号下变频利用了本振

的基波和谐波。由于输入 2 采用了全新的基波/谐波混频下变频方案，较传统取样下变频方案变频损耗至少减少了 15dB，输入 2 的灵敏度在 18GHz 频率点上能达到-40dBm，在 40GHz 频率点上也能达到-30dBm。

中频处理单元是频率测量的核心电路。中频信号从混频器输出后，首先需要经过中频滤波放大电路，滤除噪声谐波，并将信号功率放大至-10dBm 以上，经功分进入中频幅度检测电路和中频放大电路，根据检测输出电压的大小判断中频信号是否存在。

如果没有发现中频信号，则继续变化本振频率进行全频段搜索；一旦有足够幅度的信号落入中频带宽内，本振信号就停止扫描，并启动中频放大限幅电路，把该中频信号放大到一定幅度并变换到 ECL 电平，然后进入大规模可编程逻辑电路，在闸门时间的控制下开始计数测量。此时本振频率是确定的，当进行连续波频率测量时，可以计算出被测信号频率为：

$$f_{in} = N \times f_{LO} \pm f_{IF} \dots\dots\dots (4.1)$$

式中：N—为谐波次数。

为唯一确定被测信号频率，需要知道被测信号是在本振基波频率或其 N 次谐波的上端还是下端及 N 的大小，为此在第一次中频测量后需要小范围改变本振信号频率再重新测量一下中频，假定被测信号频率在两次测量过程中变化不大的情况下，根据被测中频的变化规律就可以得出 N 的大小及中频信号的符号。

在测量脉冲调制信号载波参数时，需要启动脉冲检测电路，通过小于 10ns 脉冲响应时间的高速检波电路将脉冲调制载波的幅度包络以电压的形式输出。当进行脉冲宽度、脉冲频率和脉冲周期测量时，通过使用内部时钟对其填充计数就可以得到相应的参数值；当进行脉内频率参数的测量时，脉冲包络信号与中频信号共同控制闸门计数器，产生测量闸门，通过测量闸门时间和闸门期间内中频个数，计算得出被调制载波的频率。

第二篇 使用和维护

第五章 基本操作指导

本章介绍 3212D 系列毫米波脉冲频率计的基本操作方法。具体设置方面，请参见第四篇《软件说明》中相关部分，本章内容侧重于各种测量状态下，对内/外部信号的要求及参数含义的介绍。



请注意：

如果您新打开一台频率计的包装箱，请首先参看 《3212D 系列毫米波脉冲频率计用户手册》。

1 仪器加电

在频率计后面板右侧交流电源输入口连接三芯交流电源线，如图 5-1 中圆圈所示位置。

注意：应确保所加交流电源输入端接地良好！



图 5-1 仪器加电位置

电源连通后，仪器前面板左下角如图 5-2 中圆圈所示位置的电源指示灯应显示为黄色；如果该指示灯未被点亮，表示电源未接通，应首先检查交流电输入端供电是否正常；如果供电正常，请及时与我们联系。

按下图 5-2 中电源指示灯下方的电源开关，电源指示灯应由黄色转换为绿色，仪器软件启动，伴随有风扇转动的声音。仪器正常启动后，屏幕显示应如图 5-2 中所示，默认状态为：输入端口 2 连续波测试，全波段信号扫描。

再次按下电源开关可关闭仪器电源，电源指示灯恢复为黄色待机状态。

注意：待机状态下，内部高稳恒温晶振仍将一直处于加热状态，晶振预热可在待机状态下进行；但如果仪器长时间不使用，应切断交流电源输入。



图 5-2 面板显示

2 接口介绍

1) 信号输入接口。在图 5-2 中，仪器前面板右下角是信号输入 2（通道 2 接口）、输入 1（通道 1 接口）及本振输出和中频输入，输入 1 的频率范围是 10Hz~500MHz，连接器形式：BNC（阴）；输入 2 的频率范围是 500MHz~40GHz，连接器形式：2.4mm（阳）；。

注意：请您务必选择正确的连接器与仪器连接，否则可能会损害仪器接头。

2) GP-IB 接口。在图 5-1 中，仪器后面板下部左数第一个接口即为 GP-IB 接口，接口形式为阴头，可连接标准 GPIB 电缆。

3) VGA 接口。在图 5-1 中，仪器后面板下部左数第二个接口即为 VGA 接口，接口形式为 VGA 阴头，通过修改 CPU 内核设置后，可连接标准 CRT 显示器。

4) RS-232 接口。在图 5-1 中，仪器后面板下部左数第三个接口即为 RS-232 接口，接口形式为 RS-232 阳头，该接口主要用于仪器内部 CPU 模块程序升级，暂不支持串口通信。

5) LAN 接口。在图 5-1 中，仪器后面板下部左数第四个接口即为 LAN 接口，该接口支持 LAN 通信，在与计算机连接时请使用点对点网线。

3 面板连接器对接操作说明

被测连接器接入面板连接器时，应保持连接器沿轴线方向相对运动，二者不能相对旋转，接入时应通过旋转连接器上的螺套来实现被测连接器和面板连接器对的连接和锁紧，否则有可能损伤连接器。分离时动作相反，同样需要保证仅连接螺套旋转。

4 连续波测量

输入 1、输入 2 都具有连续波信号频率测量功能，可根据输入信号的频率范围连接到相应的测试接口。要求输入信号电平在规定灵敏度值和最大工作电平之间。

说明：我们推荐的最佳输入信号电平是：灵敏度值~-10dBm；大的输入信号电平可能会与仪器内部本振信号产生较多的组合频率分量，增加仪器进行测量和判断的时间，虽然能够进行测量，但通常测量时间会显著增加。

推荐的连续波信号测量步骤：

- 1) 正确连接被测信号到仪器输入端口；
- 2) 按前面板“输入”键，选择正确的输入通道和阻抗；
- 3) 按前面板“自动”键，选择相应的测量波段；

说明：输入 2 通道，在已知输入信号大致频率的前提下，请尽量选择默认的小的测量波段，或采用自定义测量方式，可有效缩短测量时间，避免测量结果出现错误，尽量不要使用全波段测量。

- 4) 按前面板“测量”键，选择连续波测量模式；
- 5) 按前面板“分辨率”键，选择相应的测量分辨率，分辨率越高，测量时间越长。
- 6) 在屏幕上观察测量结果。

5 脉冲测量

输入 1、输入 2 都具有脉冲波信号频率测量功能，输入 1 在 50 欧姆阻抗下才具有脉冲频率测量功能，频率范围是 50MHz~500MHz，可根据输入信号的频率范围连接到相应的测试接口。要求输入信号电平在规定灵敏度值和最大工作电平之间。

说明：我们推荐的最佳输入信号电平是：灵敏度值~-10dBm；大的输入信号电平可能会与仪器内部本振信号产生较多的组合频率分量，增加仪器进行测量和判断的时间，虽然能够进行测量，但通常测量时间会显著增加。

推荐的脉冲波信号测量步骤：

- 1) 正确连接被测信号到仪器输入端口；
- 2) 按前面板“输入”键，选择正确的输入通道和阻抗；
- 3) 按前面板“自动”键，选择相应的测量波段；

说明：输入 2 通道，在已知输入信号大致频率的前提下，请尽量选择默认的小的测量波段，或采用自定义测量方式，可有效缩短测量时间，避免测量结果出现错误，尽量不要使用全波段测量。

4) 按前面板“测量”键，选择脉冲测量模式；如果脉冲宽度小于 200ns，请选择“窄脉冲”工作模式；大于 200ns，请选择“正常”模式；选择脉冲波的测量参数，包括载波频率、脉冲宽度、脉冲周期等；

5) 按前面板“分辨率”键，选择相应的测量分辨率，分辨率越高，测量时间越长，脉冲波的测量分辨率是与脉冲宽度直接相关的，请选择合适的测量分辨率。

- 6) 在屏幕上观察测量结果。

6 时基输入输出

利用频率计提供的外参考输入功能和内部 10MHz 输出信号，可使频率计时基与被测信号时基同步。频率计能够接受的外部参考信号频率为 1MHz、2MHz、5MHz、10MHz；频率计输出的时基信号频率是 10MHz，具体要求请参见技术指标部分。

7 外部门信号测量

频率计在默认状态下使用内部门信号进行频率测量，当用户选择外部门测量时，频率计将利用外部门信号进行测量，外部门信号电平低有效。连续波外部门测量时，因被测信号始终存在，外部门位置不会引起测量错误；但脉冲载波测量时，因被测信号仅在调制脉冲开时存在，将可能引起测量错误。当外部门在脉冲关期间有效时，将造成在门时间内无中频信号情况下的持续累计，从而使测量结果产生错误。

由于存在时延，且脉冲开期间载波最初和最后一个周期均受调制脉冲影响，幅度-时间特性发生变化而不能计入测量，否则将使测量误差大为增加。请恰当设置外部门，使其全部落入调制脉冲开期间内，且与调制脉冲边沿留有一定距离，最好 20ns 以上。

每一个外部门信号，只使能一次测量，而外部门测量可能需要测量多次将结果统计平均，因此外部门信号必须持续重复产生。

仪器每完成一次测量，均需进行硬件复位操作，在复位期间到来的外部门，将被忽略。

说明：如果条件允许，请将产生外闸门的仪器和产生脉冲调制信号的仪器共时基，否则可能因两者相对相位漂移，使调整好的外闸门部分落入脉冲关期间内，引起外闸门开启/关闭错误。

8 外触发测量：

频率计在默认状态下使用内部触发信号进行频率测量，当用户选择外部触发信号测量时，频率计将利用外部触发信号进行测量，触发信号有效沿（下降沿）后的第一个载波串，是用户希望进行测量的部分。但当触发信号在脉冲串期间到来时，频率计将无法判断是用户希望测量本个载波串但触发信号来晚了，还是用户希望测量下个载波串但触发信号来早了，从而无法进行测量。

由于存在时延，请恰当设置触发信号，使其有效沿落入调制脉冲关期间内，且与调制脉冲边沿留有一定距离，最好 20ns 以上。

每一个触发信号，只能能一个脉冲的测量，而脉冲载波测量需要测量多个脉冲将结果统计平均，因此触发信号必须持续重复产生。

仪器每完成一次测量，均需进行硬件复位操作，在复位期间到来的触发信号，将被忽略。

说明：如果条件允许，请将产生触发信号的仪器和产生脉冲调制信号的仪器共时基，否则可能因两者相对相位漂移，使调整好的触发信号落入脉冲关期间内，引起“门控板 Arm 开启错误”。

9 手动中频测量

手动中频测量功能仅在输入 2 通道有效，通常在用户希望改变默认中频测量频率，手动调整中频频率点时使用。

此项设置为关时，频率计将采用自动搜索模式，由低至高移动本振搜索被测信号，将选取第一个进入中频指示带的信号进行测量。如果满足测量条件，则将移动本振 12MHz 进行第二次测量，之后在条件改变前将始终选取这两个点为测量点；如不满足测量条件（窄脉冲测量时可能会出现）或第二次测量时不满足条件，则将继续移动本振进行搜索。最终测量时中频频率可能为中频带内任意频率。

进行此项设置后，频率计将于检测到可测中频后继续移动本振，直到中频为用户设置频率才开始测量。因本振最小步长等原因，实际频率与用户设置频率可能有略微差异。

10 手动载波测量

手动载波测量功能仅在输入 2 通道有效，通常在用户已知被测信号大致频率时使用，可提高测量速度，节省测量时间。

此项设置为关时，频率计将采用自动搜索模式，由低至高移动本振搜索被测信号，并选取第一个进入中频指示带的中频进行测量。如满足测量条件，则将移动本振 12MHz 进行第二次测量，之后在条件改变前将始终选取这两个点为测量点；如不满足测量条件（窄脉冲测量时会可能出现）或第二次测量时不满足条件，则将继续移动本振进行搜索。脉冲载波测量时，如调制脉冲较窄且占空比很小，可能待测信号在本振搜索到其频段时恰处于关闭状态，使得本次搜索无法搜索到载波，频率计将于本振搜索一个循环后开始下一次搜索。

此项设置为开时，频率计将认为被测信号载波频率在用户设置频率附近，因而仅在小范围内搜索，此项设置误差容限为±10MHz。

11 测量信号的辅助监测

后面板输出的中频输出信号可指示被测信号被频率计内部本振信号变换到中频后经放大之后的情况。一般用频谱分析仪进行观察，中频信号带宽约 80MHz，中频信号幅度约-10dBm。

后面板输出的波形观察信号可指示中频信号与门信号相互作用的过程。一般用示波器观察，输出的典型波形如图 3-4 所示，图中电平范围在 1.02~1.16 之间的信号为门信号出现的位置，可方便地观察到门信号与中频信号之间的时序关系。

第六章 故障信息说明及返修方法

本章将告诉您如何对 3212D 系列毫米波脉冲频率计进行日常维护，以及在频率计出现错误提示时应如何处理。

如果您购买了 3212D 系列毫米波脉冲频率计，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买频率计的相关部件或附件，我们将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的频率计尚处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您购买的频率计进行免费维修；如果超过保修期，我们也只收取成本费。

第一节 故障查询及错误信息说明



说明：

本部分是告诉您当 3212D 系列毫米波脉冲频率计出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

1 电源指示灯不亮

检查外部交流电源输入是否正常，如果太高或太低都可能使仪器不能正常工作。如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新给仪器上电，开机。如果交流电输入正常，则可能是频率计本身电源故障，需返回厂家维修。

2 错误提示



请注意：

在符合要求运行环境中，如果在电源指示灯工作正常的情况下，出现开机无法运行频率计测量程序的现象，则需联系厂家返修。

异常提示：以下提示，可能因用户设置不当、输入信号超出频率计正常范围或配置参数错误导致。

错误号	错误信息	原因
1	通道 1 幅度过载	输入 1 信号幅度过大。
2	通道 1 设置与输入信号不匹配	当面板选择测量连续波，而测量时检测到脉冲状态信号指示有脉冲时，会出现该错误。反之当面板选择测量脉冲波，而测量时没有检测到脉冲状态信号指示有脉冲时，也会出现该错误。
3	通道 1 没检测到脉冲信号	当面板选择测量脉冲波，而测量时没有检测到脉冲状态信号指示有脉冲时，会出现该错误。
4	通道 1 测量失败	测量过程没有正常结束。
5	通道 1 脉冲过窄	输入 1 的最小脉冲宽度为 $1\ \mu\text{s}$ ，当输入信号脉冲宽度小于这一值时，会出现错误信息提示。
6	通道 1 信号不满足测量条件	当脉冲测量时，脉冲包络内脉冲数过少。
7	通道 2 幅度过载	输入 2 信号幅度过大。

8	通道 2 设置与输入信号不匹配	当面板选择测量连续波，而测量时检测到脉冲状态信号指示有脉冲时，会出现该错误。反之当面板选择测量脉冲波，而测量时没有检测到脉冲状态信号指示有脉冲时，也会出现该错误。
9	通道 2 没检测到脉冲信号	当面板选择测量脉冲波，而测量时没有检测到脉冲状态信号指示有脉冲时，会出现该错误。
11	通道 2 测量失败	测量过程没有正常结束。
13	通道 2 脉冲过窄，请使用窄脉冲模式	当脉冲宽度小于 200ns，而脉冲测量模式为正常时出现。
14	通道 2 信号不满足测量条件	当脉冲测量时，脉冲包络内脉冲数过少。
15	测量超时	在规定的时限内没有完成测量。
20	参数文件大小错误	参数文件损坏。
60	菜单类型错误	菜单配置参数错误。
61	菜单硬键索引错误	菜单配置参数错误。
70	输入数据类型错误	配置参数错误。
71	输入精度参数错误	配置参数错误。
100	打开 USB 设备失败	配置参数错误。
101	关闭 USB 设备失败	配置参数错误。
102	USB 接收数据失败	配置参数错误。
103	USB 发送数据失败	配置参数错误。
110	打开 TCP 失败	配置参数错误。
111	关闭 TCP 失败	配置参数错误。
112	TCP 接收数据失败	配置参数错误。
113	TCP 发送数据失败	配置参数错误。
114	打开网卡设备错误	配置参数错误。
115	获得网卡名错误	配置参数错误。
116	打开注册表错误	配置参数错误。
117	重启网卡错误	配置参数错误。
120	门控板 PLL 失锁	内外时基切换时，可能出现此提示。 外时基不够稳定，可能出现此提示，请使用内时基，看此提示是否继续出现。
121	门控板外闸门开启错误	此提示仅在脉冲载波外闸门测量时出现，指外闸门早于调制脉冲开启。请用户调整外闸门或与频率计“外闸门/触发延时”处进行设置，使外闸门完全落于脉冲开期间内。
122	门控板 Arm 开启错误	此提示仅在脉冲载波触发测量时出现，指触发信号在脉冲开期间到来。请用户调整触发信号或与频率计“外闸门/触发延时”处进行设置，使触发信号在脉冲关期间到来。

123	门控板闸门关闭错误	此提示仅在脉冲载波触发测量时出现。 外闸门时，指外闸门晚于调制脉冲关闭。请用户调整外闸门或与频率计“外闸门/触发延时”处进行设置，使外闸门完全落于脉冲开期间内。 内闸门时，指闸门关闭过晚或根本没有关闭，可能诱因有频率切换等。属正常提示，可剔除不可靠测量结果。
136	门控板写校验错	内外时基切换时，可能出现此提示。
138	门控板读校验错	内外时基切换时，可能出现此提示。
-100	命令错	一般为命令串拼写错，或输入的命令不支持。
-100	命令错：命令串空	命令串空。
-100	命令错：命令映射表错	参数转换出错。
-100	命令错：级联命令个数超过最大允许数	级联命令个数超过最大允许数。
-220	参数错	一般为参数拼写错。
-220	参数错：不支持该参数	一般为输入了不支持的离散参数。
-220	参数错：参数个数错	参数个数不满足要求。
-220	参数错：参数类型错	参数类型不满足要求。

故障提示：如出以下提示，可能存在硬件故障。

错误号	错误信息	原因
124	门控板 Measure_En 关闭错误	此项信号仅在脉冲载波测量时出现，且常与“门控板闸门关闭错误”同时出现，因脉冲包络内没有中频产生。 偶然出现，可能诱因有频率切换等，属正常提示，可剔除不可靠测量结果。 频繁出现，则可能属信号源脉冲调制性能异常、调制脉冲过窄或频率计本身故障。用户可尝试以下检验：确认信号源脉冲调制功能正常的前提下，设置信号源输出载波 3GHz 功率-5dBm，调制脉冲 10 μs/20 μs，频率计工作在内闸门脉冲载波测量状态，分辨率 100kHz，看是否此错误提示仍频繁出现。 如上述测试时提示仍频繁出现，请联系厂家返修。
137	门控板纠错失败(100次)	如果此时频率计工作于外时基模式，请拔掉外时基，看是否仍有此项错误。 如果是内时基状态第一次看到此项错误，请关电等待一段时间后重新启动频率计。如仍有此项错误出现，请联系厂家返修。

第二节 返修方法

如果仪器需送返我所进行维修，请根据前言中的联系方式与我所服务咨询中心联系。并将仪器故障现象和错误信息的详细资料或将仪器测试报告的复印件附送给我们，请用原仪器的包装箱打包运送。

如果没有原包装箱，您可以用以下所列举的，商业上一些通用步骤对仪器进行再包装：

- a) 为仪器附贴完整的服务标记。
- b) 为仪器装上面板保护罩，如果没有面板保护罩，用厚纸板保护控制面板。
- c) 为防止静电损坏，将仪器装入防静电袋内。
- d) 使用坚固的运输箱。如双层褶皱硬纸板箱，强度不小于 100kg。纸箱必须足够大、足够结实，纸箱与仪器的各面至少要留有 3~4 英寸的空隙来填充包装材料。
- e) 用强力尼龙胶带加固运输箱，在箱体上标明“易碎！防潮！小心轻放”等字样。
- f) 保留所有运输单据的副本。

第三篇 检查

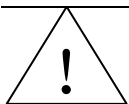
第七章 开箱

1 型号确认

当您打开包装箱后，您会看到以下物品：

3212D 系列毫米波脉冲频率计	1 台
三芯电源线	1 根
用户手册	2 份
程控手册	2 份
随机光盘	1 张
其他用户订购的附件	若干
装箱清单	1 份

请您根据订货合同和装箱清单仔细核对以上物品是否有误，如有问题，请通过前言中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将尽快予以解决。



请注意： 贵重仪器，移动时应轻拿轻放。

2 外观检查

仔细观察仪器在运输过程中是否有损伤，当仪器有明显损伤时，严禁通电！请根据前言中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系。我们将根据情况迅速维修或调换。

3 运行环境

参考本手册技术指标部分的环境适应性部分。另外需特别注意以下要求：

其中仪器在正常工作时所需的典型工作电压、电流和最大工作电压、电流如下：

项 目	最低	典型	最高	单 位	备 注
输入电压	198	220	242	Vac	
输入电流	-	-	5	A	
输入频率	47.5	50	52.5	Hz	



警告： 仪器必须使用有保护地的电源插座，不要用外部电缆代替接地保护线。



注意： 为防止或减小多台设备通过电源产生的相互干扰，避免大功率设备产生的尖峰脉冲干扰损坏仪器硬件电路，如条件允许请用 220V 交流稳压电源为频率计供电。

4 静电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性，通常我们使用两种防静电措施：导电桌垫与手腕组合；导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者可以提供保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少 $1M\Omega$ 的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

保证所有仪器正确接地，防止静电生成。

工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕或采取其他防静电措施。

第八章 用户检查

第一节 初步检查

接通 3212D 系列毫米波脉冲频率计电源，观察此时频率计前面板电源指示灯显示为黄色，表示外部接入电源正常；按下电源开关，此时频率计前面板电源指示灯由黄色变为绿色，表示仪器电源正常；仪器自动初始化并进入测量程序，无错误提示，按键操作正常，表示仪器工作正常。

第二节 详细检查

- 说明：
- 1、 可通过外加测试信号来检查频率计技术指标，用来检验频率计的测试设备应是经计量部门检定合格且在计量有效期内的。下文涉及的仪器及附件为推荐型号但非必须。
 - 2、 所有测试均采用共时基的方式，本频率计可以使用内部或外部两种参考时基，当使用外部参考时基时，参考时基的频率可以为 1MHz、2MHz、5MHz 和 10MHz。建议比较频率计和测试设备时基指标，选较优者作基准。
 - 3、 建议检测指标主要包括载波测量频率范围、灵敏度和分辨率，脉冲调制信号频率分辨率、频率测量准确度等。
 - 4、 时基特性、端口驻波特性等检测手段并未列出，如用户确有需要，可使用相应检测仪器按其使用说明自行检测。
 - 5、 可能因用户反馈等原因，对频率计颜色、外观等进行一定改动，使实物与连接图中频率计图片有所不同。
 - 6、 所需测试记录表见文末。

1 频率范围

1.1 测试说明

本次测试采用高稳定性和准确度的信号源给被测频率计提供测试信号，在规定的频率范围内，频率计应能够正常测量。被测信号源时基可由铷钟提供。其他项测试均与本项测试一样，不再单独说明。

1.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 函数发生器 Agilent 33250A
- b) 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- c) BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干



图 8-1 频率范围测试 10Hz~50MHz

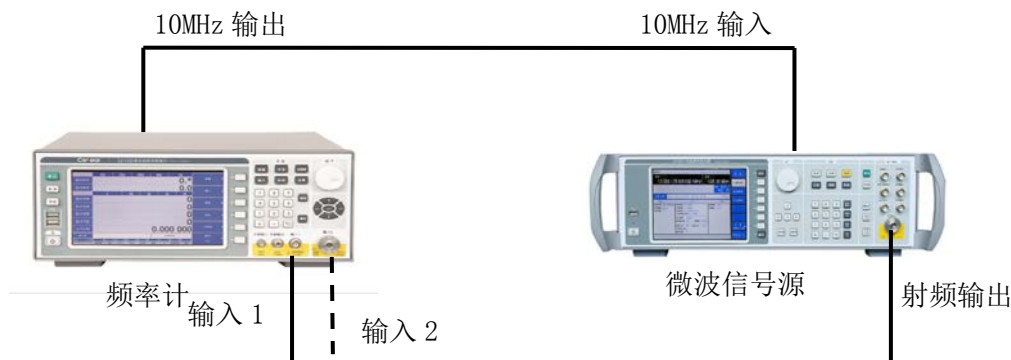


图 8-2 频率范围测试 50MHz~40GHz

1.3 测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟,如图 8-1 所示连接测试设备,函数发生器输出与频率计输入 1 相连;
- b) 设置频率计:【输入】→【通道 1】→【阻抗: 1MΩ】,【分辨率】→【分辨率: 1Hz】;
- c) 设置函数发生器:【正弦波】→【频率: 10Hz】→【幅度: -10dBm】→【输出: ON】;
- d) 函数发生器频率以 1Hz 为步进逐渐向下,直到频率计不能准确测量为止,最低可测量频率即为输入 1 1MΩ 阻抗状态下的低端频率值,记入测试记录表 A.2 中;
- e) 设置函数发生器:【频率: 50MHz】,以 1MHz 为步进逐渐向上,直到频率计不能准确测量为止,最高可测量频率即为输入 1 1MΩ 阻抗状态下的高端频率值,记入测试记录表 A.2 中;
- f) 如图 8-2 所示连接测试设备,微波信号源输出连接到频率计输入 1;
- g) 设置微波信号源:【频率: 50MHz】,【幅度: -10dBm】,【射频输出: ON】,【调制输出: OFF】;
- h) 设置频率计:【输入】→【通道 1】→【阻抗: 50Ω】,【测量】→【测量模式: 连续波】,【分辨率】→【分辨率: 1Hz】;
- i) 微波信号源频率从 50MHz 开始以 1MHz 为步进逐渐向下,直到频率计不能准确测量为止,最低可测量频率即为输入 1 50Ω 阻抗状态下的低端频率,记入测试记录表 A.2 中;
- j) 设置微波信号源:【频率: 500MHz】,从 500MHz 开始以 1MHz 为步进逐渐提高,直到频率计不能准确测量为止,最高可测量频率即为输入 1 50Ω 阻抗状态下的高端频率,记入测试记录表 A.2 中;
- k) 将微波信号源连接到频率计输入 2;
- l) 设置微波信号源:【频率: 500MHz】,【幅度: -20dBm】,【射频输出: ON】,【调制输出: OFF】;
- m) 设置频率计:【输入】→【通道 2】,【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率,【分辨率】→【分辨率: 1Hz】,【测量】→【测量模式: 连续波】;
- n) 微波信号源频率从 500MHz 开始以 1MHz 为步进逐渐向下,直到频率计不能准确测量为止,最低可测量频率即为输入 2 的低端频率,记入测试记录表 A.2 中;
- o) 设置微波信号源:【频率: 40GHz】;
- p) 设置频率计:【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率;
- q) 从 40GHz 开始以 1MHz 为步进逐渐向上提高,直到频率计不能准确测量为止,最高可测试频率即为输入 2 的高端频率,记入测试记录表 A.2 中。

2 灵敏度

2.1 测试说明

本次测试采用共时基的方法测量频率计能测量的最小信号幅度。

2.2 测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|----------|-------------------------------|
| a) 函数发生器 | Agilent 33250A |
| b) 微波信号源 | Agilent E8257D /AV1464 |
| c) 功率计 | AgilentE4417A、Anritsu ML2437A |
| d) 功率探头 | Agilent V8486A |

- e) BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干

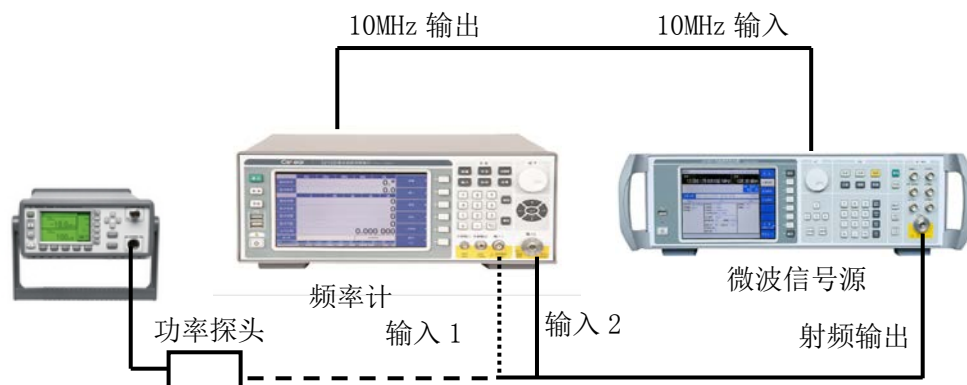


图 8-3 连续波/脉冲测试框图 (50MHz~40GHz)

2.3 测试步骤

- 开机预热至少 30 分钟, 如图 8-1 所示连接测试设备, 函数发生器输出连接到频率计输入 1;
- 设置频率计: 【输入】→【通道 1】→【阻抗: $1M\Omega$ 】, 【分辨率】→【分辨率: 1Hz】;
- 设置函数发生器: 【正弦波】→【频率: 测试记录表 A.3 中所列值】→【幅度: 规定的灵敏度值】;
- 向下降低函数发生器输出信号幅度, 直到频率计不能正确测量为止, 将函数发生器输出的最小可测量幅度值记入测试记录表 A.3 中;
- 如图 8-3 连接测试设备, 将微波信号源连接到频率计输入 1;
- 设置频率计: 【输入】→【通道 1】→【阻抗: 50Ω 】, 【测量】→【测量模式: 连续波】, 【分辨率】→【分辨率: 1Hz】;
- 设置微波信号源: 【频率: 测试记录表 A.3 中所列值】, 【幅度: 规定的灵敏度值】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- 向下降低微波信号源的输出信号幅度, 直到频率计不能准确测量为止, 频率计所能测量的最小信号幅度即为灵敏度值, 将微波信号源输出功率值记入测试记录表 A.3 中;
- 将微波信号源连接到频率计输入 2;
- 设置微波信号源: 【频率: 测试记录表 A.3 中所列值】, 【幅度: 0dBm】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】, 在测试记录表 A.3 中输入 2 所对应的频率点上用功率计测量连接电缆的输出信号幅度, 微波信号源设置功率值与实际测试值之差即为电缆插损, 记为 Δ_m ;
- 设置频率计: 【输入】→【通道 2】, 【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率, 【分辨率】→【分辨率: 1Hz】, 【测量】→【测量模式: 连续波】;
- 设置微波信号源: 【频率: 测试记录表 A.3 中所列值】, 【幅度: 规定的灵敏度值】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- 向下降低微波信号源的输出信号幅度, 直到频率计不能准确测量为止, 频率计所能测量的最小信号幅度即为灵敏度值, 将微波信号源的设置值- Δ_m 后作为最终灵敏度值记入测试记录表 A.3 中;

3 频率测量准确度

3.1 测试说明

本次测试采用高稳定性和准确度的信号源给被测频率计提供测试信号。信号源的时钟可以由铷钟提供, 或者信号源时钟至少优于被测频率计时钟 1 个数量级。

3.2 测试框图及测试仪器和设备

- 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干

3.3 测试步骤

- a) 如图 8-2 连接测试设备, 开机预热至少 30 分钟, 微波信号源输出连接到频率计输入 1;
- b) 设置微波信号源: 【频率: 100MHz】, 【幅度: -10dBm】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- c) 设置频率计: 【输入】→【通道 1】→【阻抗: 50Ω】, 【测量】→【测量模式: 连续波】, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A. 4 中所列分辨率值】;
- d) 频率计测量微波信号源输出信号频率, 将频率计测量值与信号源设置值之差作为测量准确度结果记入测试记录表 A. 4 中;
- e) 设置微波信号源: 【脉冲】→【脉冲: ON】→【脉冲源: Int Free-Run】→【脉冲宽度: 测试记录表 A. 4 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期: 测试记录表 A. 4 中所列脉冲周期值】, 【调制输出: ON】; 根据脉冲宽度, 调整信号源 ALC: ON/OFF 的状态;
- f) 设置频率计: 【测量】→【测量模式: 脉冲】→【脉冲测量模式: 正常】→【测量参数: 载波频率】, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A. 4 中所列分辨率值】;
- g) 将频率计测量值与信号源设置值之差作为测量准确度结果记入测试记录表 A. 4 中;
- h) 如图 8-2 连接测试设备, 将微波信号源输出连接到频率计输入 2;
- i) 设置微波信号源: 【频率: 10GHz】, 【幅度: -20dBm】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- j) 设置频率计: 【输入】→【通道 2】, 【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A. 4 中所列分辨率值】, 【测量】→【测量模式: 连续波】;
- k) 将频率计测量值与信号源设置值之差作为测量准确度结果记入测试记录表 A. 4 中;
- l) 设置微波信号源: 【脉冲】→【脉冲: ON】→【脉冲源: Int Free-Run】→【脉冲宽度: 测试记录表 A. 4 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期: 测试记录表 A. 4 中所列脉冲周期值】, 【调制输出: OFF】; 根据脉冲宽度, 调整信号源 ALC: ON/OFF 的状态;
- m) 设置频率计: 【测量】→【测量模式: 脉冲】→【脉冲测量模式: 正常(或窄脉冲)】→【测量参数: 载波频率】; 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A. 4 中所列分辨率值】;
- n) 将频率计测量值与信号源设置值之差作为测量准确度结果记入测试记录表 A. 4 中;

4 频率测量分辨率

4.1 测试说明

本次测试采用共时基的方法测量频率计对被测信号频率变化的分辨能力。

4.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- b) BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干

4.3 测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟, 如图 8-2 连接测试设备, 微波信号源与频率计共时基, 将微波信号源连接到频率计输入 1;
- b) 设置频率计: 【输入】→【通道 1】→【阻抗: 50Ω】, 【测量】→【测量模式: 连续波】, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A. 5 中所列分辨率值】→【平均次数: 10】;
- c) 设置微波信号源: 【频率: 100MHz】, 【幅度: -10dBm】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- d) 微波信号源频率按照测试记录表 A. 5 中所列分辨率值在标称频率的基础上变化, 相应改变频率计的测量分辨率, 将频率计的测量结果记入测试记录表 A. 5 中;
- e) 设置微波信号源: 【脉冲】→【脉冲: ON】→【脉冲源: Int Free-Run】→【脉冲宽度: 测试记录表 A. 5 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期: 测试记录表 A. 5 中所列脉冲周期值】, 【调制输出: ON】; 根据脉冲宽度, 调整信号源 ALC: ON/OFF 的状态;
- f) 设置频率计: 【测量】→【测量模式: 脉冲】→【脉冲测量模式: 正常】→【测量参数: 载波频率】, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A. 5 中所列分辨率值】→【平均次数: 10】;

- g) 微波信号源频率按照测试记录表 A.5 中所列分辨率值在标称频率的基础上变化, 相应改变频率计的测量分辨率, 将频率计的测量结果记入测试记录表 A.5 中;
- h) 如图 8-2 连接测试设备, 将微波信号源连接到频率计输入 2;
- i) 设置微波信号源: 【频率: 10GHz】, 【幅度: -20dBm】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- j) 设置频率计: 【输入】→【通道 2】, 【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A.5 中所列分辨率值】→【平均次数: 10】, 【测量】→【测量模式: 连续波】;
- k) 微波信号源频率按照测试记录表 A.5 中所列分辨率值在标称频率的基础上变化, 相应改变频率计的测量分辨率, 将频率计的测量结果记入测试记录表 A.5 中;
- l) 设置微波信号源: 【脉冲】→【脉冲: ON】→【脉冲源: Int Free-Run】→【脉冲宽度: 测试记录表 A.5 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期: 测试记录表 A.5 中所列脉冲周期值】, 【调制输出: ON】; 根据脉冲宽度, 调整信号源 ALC: ON/OFF 的状态;
- m) 设置频率计: 【测量】→【测量模式: 脉冲】→【脉冲测量模式: 正常(或窄脉冲)】→【测量参数: 载波频率】, 【分辨率】→【分辨率: 测试记录表 A.5 中所列分辨率值】→【平均次数: 10】;
- n) 微波信号源频率按照测试记录表 A.5 所列分辨率值在标称频率的基础上变化, 相应改变频率计的测量分辨率, 将频率计的测量结果记入测试记录表 A.5 中;

5 最大信号输入电平

5.1 测试说明

本次测试采用共时基的方法测量频率计能测量的最大信号幅度, **注意确保信号源输出幅度在频率计的损坏电平范围内。**

5.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 函数发生器 Agilent 33250A
- b) 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- c) 功率计 Agilent E4417A、Anritsu ML2437A
- d) 功率探头 Agilent V8486A、W8486A、Anritsu SC6230
- e) BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干

5.3 测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟, 如图 8-1 连接测试设备, 函数发生器输出连接到频率计输入 1;
- b) 设置频率计: 【输入】→【通道 1】→【阻抗: 1M Ω 】, 【分辨率】→【分辨率: 1Hz】;
- c) 设置函数发生器: 【正弦波】→【频率: 测试记录表 A.6 中输入 1 所列频率值】→【幅度: 规定的最大信号幅度】, 【输出: ON】;
- d) 向上逐步提高函数发生器输出信号幅度(但应在损坏电平范围内), 直到频率计不能准确测量为止, 最大可测量信号幅度即为最大信号输入电平, 将测量结果记入测试记录表 A.6 中;
- e) 如图 8-2 连接测试设备, 将微波信号源连接到频率计输入 1;
- f) 设置频率计: 【输入】→【通道 1】→【阻抗: 50 Ω 】, 【测量】→【测量模式: 连续波】, 【分辨率】→【分辨率: 1Hz】;
- g) 设置微波信号源: 【频率: 测试记录表 A.6 中输入 1 所列频率值】, 【幅度: 规定的最大信号幅度】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- h) 向上逐步提高信号源输出信号幅度(但应在损坏电平范围内), 直到频率计不能准确测量为止, 最大可测量信号幅度即为最大信号输入电平, 将测量结果记入测试记录表 A.6 中;
- i) 如图 8-4 连接测试设备, 将微波信号源连接到频率计输入 2;
- j) 设置微波信号源: 【频率: 测试记录表 A.6 中输入 2 所对应的频率值】, 【幅度: 0dBm】, 【射频输出: ON】, 【调制输出: OFF】;
- k) 按测试记录表 A.6 中输入 2 所对应的频率点用功率计测量连接电缆输出端信号幅度, 微波信号源设置功率值与实际测试值之差记为电缆插损, 记为 Δm ;

- l) 设置微波信号源：【频率：测试记录表 A. 6 中输入 2 所对应的频率值】，【幅度：规定的最大信号幅度】，【射频输出：ON】，【调制输出：OFF】；
- m) 设置频率计：【输入】→【通道 2】，【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率，【分辨率】→【分辨率：1Hz】，【测量】→【测量模式：连续波】；
- n) 向上逐步提高微波信号源输出信号幅度（但应在损坏电平范围内），直到频率计不能准确测量为止，最大可测量信号幅度即为最大信号输入电平，将微波信号源设置功率值 $-\Delta_m$ 作为最大可测信号电平记入测试记录表 A. 6 中。

6 脉冲宽度范围及测量准确度

6.1 测试说明

本次测试在规定的脉冲宽度范围内测量频率计脉冲宽度测量准确度。在脉冲宽度比较窄时，需要根据信号源的输出情况来调整 ALC 的 ON/OFF 状态。

6.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- b) BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干

6.3 测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟，如图 8-2 连接测试设备，将微波信号源输出连接到频率计输入 1；
- b) 设置微波信号源：【频率：100MHz】，【幅度：-10dBm】，【脉冲】→【脉冲：ON】→【脉冲源：Int Free-Run】→【脉冲宽度：测试记录表 A. 7 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期：测试记录表 A. 7 中所列脉冲周期值】，【调制输出：ON】，【射频输出：ON】；
- c) 设置频率计：【输入】→【通道 1】→【阻抗：50Ω】，【测量】→【测量模式：脉冲】→【脉冲测量模式：正常】→【脉冲测量参数：脉冲宽度】，【分辨率】→【分辨率：1MHz】→【平均次数：100】；
- d) 将频率计测量值与信号源设置值之差作为准确度的测量结果记入测试记录表 A. 7 中；
- e) 将微波信号源连接到频率计输入 2；
- f) 设置微波信号源：【频率：10GHz】，【幅度：-20dBm】，【脉冲】→【脉冲：ON】→【脉冲源：Int Free-Run】→【脉冲宽度：测试记录表 A. 7 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期：测试记录表 A. 7 中所列脉冲周期值】，【调制输出：ON】，【射频输出：ON】；
- g) 设置频率计：【输入】→【通道 2】，【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率，【测量】→【测量模式：脉冲】→【脉冲测量模式：正常（或窄脉冲）】→【测量参数：脉冲宽度】，【分辨率】→【分辨率：1MHz】→【平均次数：100】；
- h) 将频率计测量值与信号源设置值之差作为准确度的测量结果记入测试记录表 A. 7 中；

7 脉冲周期范围及测量准确度

7.1 测试说明

本次测试测量频率计对脉冲调制信号周期的测量准确度。在脉冲宽度比较窄时，需要根据信号源的输出情况来调整 ALC 的 ON/OFF 状态。

7.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- b) BNC 电缆、低损耗射频电缆 若干

7.3 测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟，如图 8-2 连接测试设备，将微波信号源输出连接到频率计输入 1；
- b) 设置微波信号源：【频率：100MHz】，【幅度：-10dBm】，【脉冲】→【脉冲：ON】→【脉冲源：Int Free-Run】→【脉冲宽度：测试记录表 A. 8 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期：测试记录表 A. 8 中所列脉冲周期值】，【调制输出：ON】，【射频输出：ON】；
- c) 设置频率计：【输入】→【通道 1】→【阻抗：50Ω】，【测量】→【测量模式：脉冲】→

- 【脉冲测量模式：正常】→【脉冲测量参数：脉冲周期】，【分辨率】→【分辨率：1MHz】→【平均次数：100】；
- 将频率计测量值与信号源设置值之差作为准确度的测量结果记入测试记录表 A. 8 中；
 - 将微波信号源连接到频率计输入 2；
 - 设置微波信号源：【频率：10GHz】，【幅度：-20dBm】，【脉冲】→【脉冲：ON】→【脉冲源：Int Free-Run】→【脉冲宽度：测试记录表 A. 8 中所列脉冲宽度值】→【脉冲周期：测试记录表 A. 8 中所列脉冲周期值】，【调制输出：ON】，【射频输出：ON】；
 - 设置频率计：【输入】→【通道 2】，【自动】→【相应波段】或【自动】→【自定义】→自定义起始和终止频率，【测量】→【测量模式：脉冲】→【脉冲测量模式：正常（或窄脉冲）】→【测量参数：脉冲周期】，【分辨率】→【分辨率：1MHz】→【平均次数：100】；
 - 将频率计测量值与信号源设置值之差作为准确度的测量结果记入测试记录表 A. 8 中；

8 外触发输入端口性能

8.1 测试说明

本次测试检验外触发输入端口的阻抗、电平兼容性、触发脉冲宽度性能。外触发输入信号上升沿有效，高电平宽度 $\geq 1\mu\text{s}$ 。

8.2 测试框图及测试仪器和设备

- 函数发生器 Agilent 33250A
- 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- 万用表 FLUKE 15B

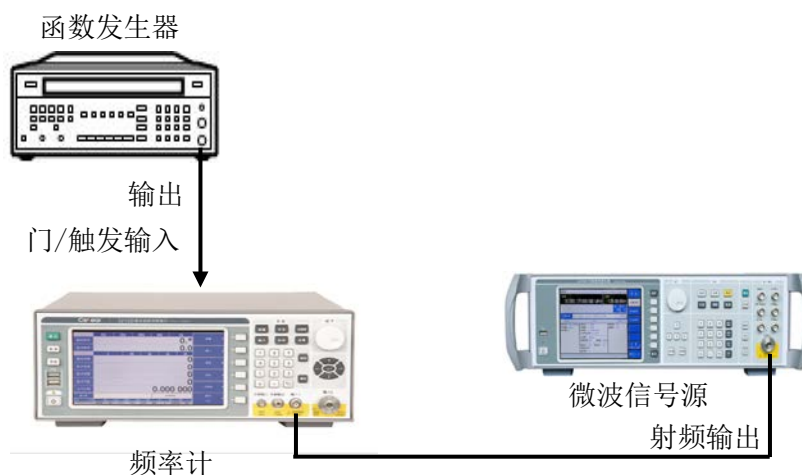


图 8-4 外触发输入端口性能测试框图

8.3 测试步骤

- 频率计在关机状态下，用万用表测量触发端口对地阻抗，将结果记入测试记录表 A. 9 中；
- 开机预热至少 30 分钟，如图 8-4 所示连接测试设备，将微波信号源连接到频率计输入 1；
- 设置微波信号源：【频率：100MHz】，【幅度：-10dBm】，【射频输出：ON】，【调制输出：OFF】；
- 设置函数发生器：【脉冲波】→【周期：1ms】→【宽度：1 μs 】→【幅度：2.5Vpp】→【偏置：1.25V_{DC}】，【输出：ON】；
- 设置频率计：【输入】→【通道 1】→【阻抗：50 Ω 】，【测量】→【测量模式：连续波】，【分辨率】→【分辨率：1MHz】，【触发】→【外部门模式】；
- 频率计响应外部触发信号刷新测量结果，将外触发功能是否正常记入测试记录表 A. 9 中。

9 外参考输入端口性能

9.1 测试说明

本次测试检验外参考输入端口的输入阻抗、频率及电平兼容性等性能。

9.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 函数发生器 Agilent 33250A
- b) 微波信号源 Agilent E8257D /AV1464
- c) 万用表 FLUKE 15B

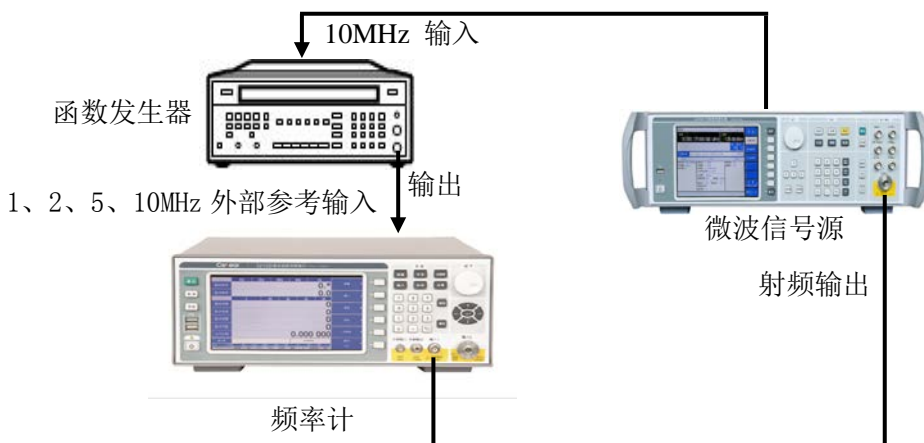


图 8-5 外参考输入端口性能测试框图

9.3 测试步骤

- a) 频率计在关机状态下，用万用表测量 1、2、5、10MHz 外部参考输入端口的对地阻抗，将结果记入测试记录表 A. 10 中；
- b) 开机预热至少 30 分钟，如图 8-5 所示连接测试设备，将微波信号源连接到频率计输入 1；
- c) 设置微波信号源：【频率：100MHz】，【幅度：-10dBm】，【射频输出：ON】，【调制输出：OFF】；
- d) 设置频率计：【输入】→【通道 1】→【阻抗：50Ω】，【测量】→【测量模式：连续波】，【分辨率】→【分辨率：1Hz】；
- e) 设置函数发生器：【正弦波】→【频率：1MHz 或（2、5、10MHz）】→【幅度：1Vpp】→【偏置：0V_{DC}】，【输出：ON】；
- f) 在函数发生器输出的每个频率点上使其幅度在 1Vpp~2Vpp 范围内变化，频率计应能够准确测量，将频率计能够准确测量的输入参考信号幅度变化范围记入测试记录表 A. 10 中。

10 内参考输出端口性能

10.1 测试说明

本次测试检验频率计内参考输出信号的频率和幅度。所选测试设备的时基指标应优于 3212D 系列频率计至少 1 个数量级或者使用铷钟给测试设备提供时钟。

10.2 测试框图及测试仪器和设备

- a) 频率计 CNT-90XL
- b) 功率计及探头 Anritsu ML2437A、SC6320



图 8-6 内参考输出频率测试框图

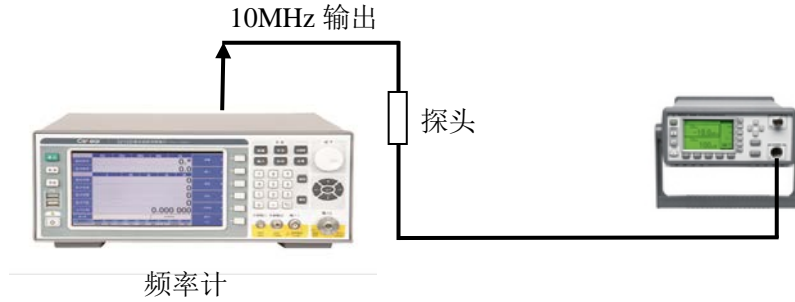


图 8-7 内参考输出功率测试框图

10.3 测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟，如图 8-6 连接测试设备；
- b) 用外置频率计测量 10MHz 输出信号频率，将结果记入测试记录表 A. 11 中；
- c) 如图 8-7 连接测试设备；
- d) 用功率计测量 10MHz 参考输出信号功率，将结果记入测试记录表 A. 11 中。

性能测试表格

3212D 系列毫米波脉冲频率计	
仪器编号_____	温度_____
测试人_____	相对湿度_____
测试地点_____	校准前 <input type="checkbox"/>
日期_____	校准后 <input type="checkbox"/>

表 A. 1 外观与结构、功能正常性记录表

测试项	指标要求	测试结果
外观与结构	频率计的外观应整洁、无毛刺；表面无明显机械损伤和涂覆破坏现象；文字、符号、标识和各种显示应清晰；结构完整，控制件安装正确、可靠、操作灵活；各接头接插方便、到位。	
功能正常性	仪器接通交流电插头后，左下角电源开关橙色待机指示灯亮；打开电源开关，绿色工作指示灯亮，启动并运行仪器软件后，显示操作界面，无错误信息提示，按键、旋钮操作正常。	

表 A. 2 频率范围测试记录表

测试项		指标要求	测试结果
分类			
输入 1（阻抗 1MΩ） 幅度-10dBm	低端频率	≤10Hz	
	高端频率	≥50MHz	
输入 1（阻抗 50Ω） 幅度-10dBm	低端频率	≤50MHz	
	高端频率	≥500MHz	
输入 2 幅度-20dBm	低端频率	≤500MHz	
	高端频率	≥40GHz	

表 A.3 灵敏度测试记录表

测试项		指标要求	电缆损耗 Δ_m (dBm)	测试结果
分类	信号源频率			
输入 1 (阻抗 1M Ω) 幅度 -20dBm	10Hz	≤ -20 dBm		
	50MHz			
输入 1 (阻抗 50 Ω) 幅度 -20dBm	50MHz	≤ -20 dBm		
	500MHz			
输入 2 幅度 -33dBm	500MHz	≤ -33 dBm		
	2GHz			
输入 2 幅度 -40dBm	10GHz	≤ -40 dBm		
	18GHz			
输入 2 幅度 -30dBm	20GHz	≤ -30 dBm		
	26.5GHz			
	40GHz			

表 A.4 频率测量准确度测试记录表

说明: 定义 $\Delta f = | \text{被测频率} \times \text{时基准确度} |$, 时基准确度 $\leq \pm 5 \times 10^{-8}$ (室温 25 $^{\circ}\text{C}$, 加热 1 小时后)

测试项			Δf	指标要求	测试结果	
分类	分辨率设置					
输入 1 阻抗 50 Ω 载波频率 100MHz 幅度 -10dBm	连续波	1Hz		$\pm (\Delta f + 2)$ Hz		
		10Hz		$\pm (\Delta f + 20)$ Hz		
		100Hz		$\pm (\Delta f + 200)$ Hz		
		1kHz		$\pm (\Delta f + 2)$ kHz		
		10kHz		$\pm (\Delta f + 20)$ kHz		
		100kHz		$\pm (\Delta f + 200)$ kHz		
		1MHz		$\pm (\Delta f + 2)$ MHz		
	脉冲波	脉冲宽度 1 μs 脉冲周期 2 μs	1MHz		$\pm (\Delta f \times 10 + 2)$ MHz	
		脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	1kHz		$\pm (\Delta f \times 10 + 101)$ kHz	
输入 2 载波频率 10GHz 幅度 -20dBm	连续波	1Hz		$\pm (\Delta f + 2)$ Hz		
		10Hz		$\pm (\Delta f + 20)$ Hz		
		100Hz		$\pm (\Delta f + 200)$ Hz		
		1kHz		$\pm (\Delta f + 2)$ kHz		
		10kHz		$\pm (\Delta f + 20)$ kHz		
		100kHz		$\pm (\Delta f + 200)$ kHz		
		1MHz		$\pm (\Delta f + 2)$ MHz		
	脉冲波	脉冲宽度 1 μs 脉冲周期 2 μs	1MHz		$\pm (\Delta f + 2)$ MHz	
		脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	100Hz		$\pm (\Delta f + 10.1)$ kHz	

表 A. 5-1 频率分辨率测试记录表

测试项			指标要求	测试结果	
分类	分辨率设置				
输入 1 阻抗 50 Ω 载波频率 100MHz 幅度-10dBm	连续波	1Hz	1Hz		
		10Hz	10Hz		
		100Hz	100Hz		
		1kHz	1kHz		
		10kHz	10kHz		
		100kHz	100kHz		
		1MHz	1MHz		
	脉冲波	脉冲宽度 1us 脉冲周期 2us	1MHz	1MHz	
		脉冲宽度 10us 脉冲周期 20us	100kHz	100kHz	
		脉冲宽度 100us 脉冲周期 200us	10kHz	10kHz	
脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms		1kHz	1kHz		

表 A. 5-2 频率分辨率测试记录表

测试项			指标要求	测试结果	
分类	分辨率设置				
输入 2 载波频率 10GHz 幅度-20dBm	连续波	1Hz	1Hz		
		10Hz	10Hz		
		100Hz	100Hz		
		1kHz	1kHz		
		10kHz	10kHz		
		100kHz	100kHz		
		1MHz	1MHz		
	脉冲波	脉冲宽度 1us 脉冲周期 2us	1MHz	1MHz	
		脉冲宽度 10us 脉冲周期 20us	100kHz	100kHz	
		脉冲宽度 100us 脉冲周期 200us	10kHz	10kHz	
		脉冲宽度 1ms 脉冲周期 2ms	1kHz	1kHz	
		脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	100Hz	100Hz	

表 A. 6 最大信号输入电平测试记录表

测试项		指标要求	电缆损耗 Δ_m (dBm)	测试结果
分类	信号源频率			
输入 1 (阻抗 1M Ω) 幅度+7dBm	10Hz	$\geq +7$ dBm		
	50MHz			
输入 1 (阻抗 50 Ω) 幅度+7dBm	50MHz	$\geq +7$ dBm		
	500MHz			
输入 2 幅度+7dBm	500MHz	$\geq +7$ dBm		
	2GHz			
	10GHz			
	18GHz			
	20GHz			
	26.5GHz			
	40GHz			

表 A. 7 脉冲宽度范围及测量准确度测试记录表

说明：定义 $\Delta \tau = | \text{脉冲宽度} \times \text{时基准确度} |$ ，时基准确度 $\leq \pm 5 \times 10^{-8}$ （室温 25 $^{\circ}\text{C}$ ，加热 1 小时后）

测试项		$\Delta \tau$	指标要求	测试结果
分类	分辨率设置			
输入 1 (50 Ω) 载波频率 100MHz 幅度-10dBm	脉冲宽度 1 μs 脉冲周期 2 μs	1MHz	$\pm (\Delta \tau \times 10 + 36)$ ns	
	脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	1kHz	$\pm (\Delta \tau \times 10 + 36)$ ns	
输入 2 载波频率 10GHz 幅度-20dBm	脉冲宽度 300ns 脉冲周期 1 μs	1MHz	$\pm (\Delta \tau + 36)$ ns	
	脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	100Hz	$\pm (\Delta \tau + 36)$ ns	

表 A. 8 脉冲周期范围及测量准确度测试记录表

说明：定义 $\Delta t = | \text{脉冲周期} \times \text{时基准确度} |$ ，时基准确度 $\leq \pm 5 \times 10^{-8}$ （室温 25 $^{\circ}\text{C}$ ，加热 1 小时后）

测试项		Δt	指标要求	测试结果
分类	分辨率设置			
输入 1 (50 Ω) 载波频率 100MHz 幅度-10dBm	脉冲宽度 1 μs 脉冲周期 2 μs	1MHz	$\pm (\Delta t \times 10 + 36)$ ns	
	脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	1kHz	$\pm (\Delta t \times 10 + 36)$ ns	
输入 2 载波频率 10GHz 幅度-20dBm	脉冲宽度 300ns 脉冲周期 1 μs	1MHz	$\pm (\Delta t + 36)$ ns	
	脉冲宽度 10ms 脉冲周期 20ms	100Hz	$\pm (\Delta t + 36)$ ns	

表 A. 9 外触发输入端口性能测试记录表

测试项	指标要求	测试结果
对地阻抗	$\geq 1M\Omega$	
输入电平	TTL	
脉冲宽度	$\geq 1\mu s$	

表 A. 10 外参考输入端口性能测试记录表

测试项	指标要求	测试结果
输入阻抗	$\geq 1M\Omega$	
频率	1、2、5、10MHz	
电平范围	1V _{p-p} ~2V _{p-p}	

表 A. 11 内参考输出端口性能测试记录表

测试项	指标要求	测试结果
频率	10MHz	
功率	$\geq 0dBm$	

第四篇 软件说明

第九章 软件界面操作说明

第一节 开机界面特性

3212D 毫米波脉冲频率计加电开机后，经过开机引导界面，仪器操作界面如下所示：

	THz	GHz	MHz	kHz	Hz				
载波频率	0.0					测量 ▶			
脉冲频率	0.0					输入 ▶			
	s	ms	us	ns	ps				
载波周期	0					手动 ▶			
脉冲宽度	0								
脉冲周期	0					自动 ▶			
脉冲关断	0								
占空比%	0.000 000					分辨率 ▶			
输入框	射频搜索...					翻页 ▶			
测量进度	测量模式	通道	阻抗	分辨率	波段	触发模式	参考	信息	控制方式
	连续波	@2	50Ω	1MHz	全波段	内部门	内	无	本地

图 9-1 3212D 毫米波脉冲频率计开机界面

软件操作界面符合台式机传统界面要求，适应用户使用习惯，以便快速掌握仪器操作方法。界面分为左右两区域：参数输入和显示区域、菜单区域。

1) 参数输入和显示区域

左侧 7 个测量参数信息栏以及 1 个参数值输入框，它们分别用于显示当前测量参数相关的参数值以及允许用户输入、修改当前参数值；接着输入框下方即界面的最下面一行划分为 10 栏，用于显示用户较关心的仪器工作模式和开关状态等。

2) 菜单区域

脉冲频率计右方一块矩形区域是菜单部分，包含：菜单名称和菜单软按键。菜单名称显示在一列菜单软按键上方，会根据用户选择的菜单项同步刷新；菜单软按键一列有 6 个软按键，分别按照频率计功能分类，分为 7 组（除翻页）：“测量”、“输入”、“手动”、“自动”、“分辨率”、“运算”、“系统”。操作这些菜单软按键可通过前面板的一列 8 个硬按键或相关前面板功能键。

第二节 参数输入和显示简介

1. 当前参数相关信息栏

在操作界面上，依次排列单位栏和当前测量参数相关信息栏。显示全部 7 个测量参数：“载波频率”、“脉冲频率”、“载波周期”、“脉冲宽度”、“脉冲周期”、“脉冲关断”和“占空比%”关联的单位显示在这些参数值的上方，根据用户选择的测量参数不同，相关参数和单位会相应变化。

2. 参数输入框

参数输入框提供了用户输入参数的入口。用户通过右侧菜单选择需要编辑的参数，参数输入框

会显示当前仪器设置的参数值，并允许用户输入新的参数值，同时右侧菜单同步刷新：对于携带单位的参数，右侧菜单显示参数相关单位，以使用户选择单位；对于不携带单位参数，右侧菜单显示：“确定”和“取消”。

3. 提示信息栏

该提示信息栏用于显示当前仪器的校准状态等信息，例如：“正在进行频率校准...”等。

4. 仪器工作模式和开关状态

在提示信息栏的下方有一行划分为 10 栏，显示用户较关心的频率计工作模式和相关的状态，包含：“测量进度”、“测量模式”、“通道”、“阻抗”、“分辨率”、“波段”、“触发模式”、“参考”、“信息”、以及“控制方式”。

第三节 菜单说明

3212D 毫米波脉冲频率计软件操作界面的菜单部分包含 7 组菜单功能，分别是：“测量”、输入”“手动”、“自动”、“分辨率”、“运算”、“系统”。本节依次详细说明每组菜单结构和各功能项。如下所示：

1. 测量菜单

选择操作界面右侧对应菜单按键或前面板的“测量”按键，进入“测量”菜单。该菜单功能主要用来设置测量模式：连续波测量或脉冲测量，设置脉冲测量模式：正常或窄脉冲模式，设置测量参数：“载波频率”、“载波周期”、“脉冲宽度”、“脉冲周期”、“脉冲频率”、“脉冲关断”或“脉冲占空比”，设置幅度检测开关，执行重新测量。测量菜单的菜单结构和菜单项说明具体如下：

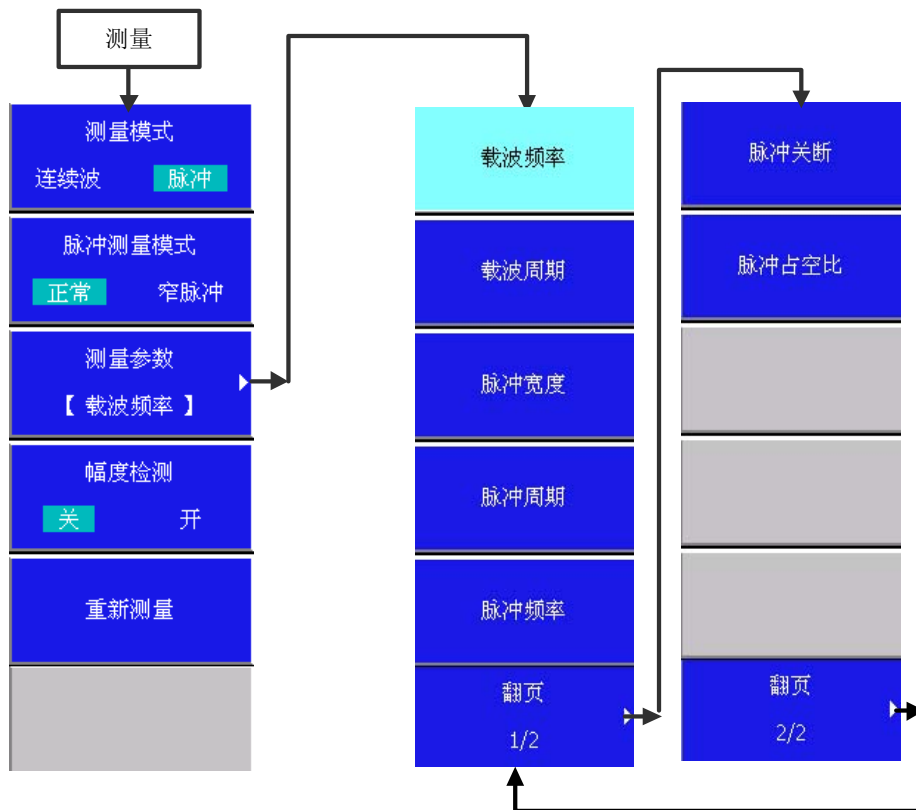


图 9-2 3212D 毫米波脉冲频率计测量菜单结构

【测量模式 连续波 脉冲】

设置测量模式是连续波或者脉冲，每按一下此键，改变一次状态。连续波测量模式时，脉冲测量模式和测量参数菜单下与脉冲测量有关的菜单项为不激活状态；脉冲测量模式时，脉冲测量模式和测量参数菜单下的所有菜单项均为激活状态。

默认值：连续波。

【脉冲测量模式 正常 窄脉冲】

设置脉冲测量模式是正常模式还是窄脉冲，每按一下此键，改变一次状态。此项功能只有测量模式为脉冲时才会被激活。当脉冲调制信号宽度小于 200ns 时，请选择窄脉冲测量模式。默认值：正常。

【测量参数】

它包含下一级菜单，可选择需要测量的参数：“载波频率”、“载波周期”、“脉冲宽度”、“脉冲周期”、“脉冲频率”、“脉冲关断”以及“脉冲占空比”。默认选项是载波频率。

【测量参数】→【载波频率】：设置测量参数为载波频率。

【测量参数】→【载波周期】：设置测量参数为载波周期。

【测量参数】→【脉冲宽度】：设置测量参数为脉冲宽度。

【测量参数】→【脉冲周期】：设置测量参数为脉冲周期。

【测量参数】→【脉冲频率】：设置测量参数为脉冲频率。

【测量参数】→【脉冲关断】：设置测量参数为脉冲关断。

【测量参数】→【脉冲占空比】：设置测量参数为脉冲占空比。

【幅度检测 关 开】

设置幅度检测状态，为关时，在进行射频搜索时遇到第一个可测信号就进行测量，当有多个信号（不存在谐波关系的）输入到测量端口时，可能测到的不是幅度最大的信号；为开时，在进行射频搜索时，挑选幅度最大的信号进行测量，测量结果更准确；对于大部分的使用，幅度检测关就能满足要求。

默认值：关。

【重新测量】

点击此菜单，从所选波段的起始位置重新开始搜索，即重新测量。

注：幅度检测，重新测量功能只针对通道 2 提供，选择通道 1 时会禁止。

2. 输入菜单

选择操作界面右侧对应菜单按键或前面板的“输入”按键，进入“输入”菜单。通过该菜单功能可设置输入信号的测量通道：通道 1、通道 2。通道 1 的输入信号范围是 10Hz—500MHz，通道 2 的输入信号范围是 500MHz—40GHz。菜单结构和菜单项具体如下说明：

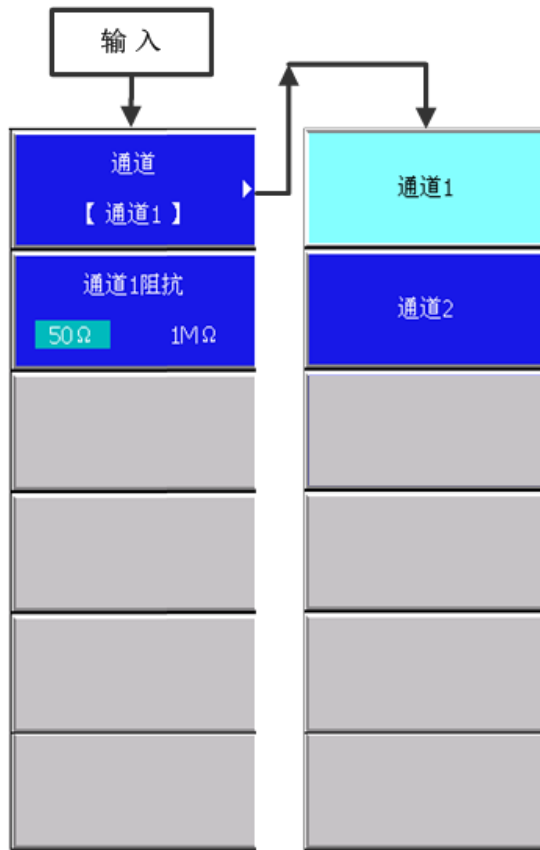


图 9-3 输入菜单结构

【通道】

它包含下一级菜单，可设置信号测量输入通道是：通道 1、通道 2。默认通道为通道 1。

【通道】→【通道 1】：信号测量输入通道是通道 1。

【通道】→【通道 2】：信号测量输入通道是通道 2。

【通道 1 阻抗 50Ω 1MΩ】

设置通道 1 阻抗是 50Ω 还是 1MΩ，每按一下此键，改变一次状态。该项功能只有通道为通道 1 时才会被激活。并且选择 1MΩ 时，测量模式只能是连续波并且不可选。

默认值：50Ω。

3. 手动菜单

选择操作界面右侧对应菜单按键或前面板的“手动”按键，进入“手动”菜单。手动测量模式下，可指定手动载波频率或中频频率，频率计会根据输入的频率值，捕捉、测量及显示通过通道 2 输入的 500MHz—40GHz 的连续波或脉冲信号。若要关闭手动载波测量，请设置**【手动】→【载波频率】→【手动载波 关 开】**为关，或按“自动”键。若要关闭手动中频，请设置**【手动】→【中频频率】→【手动中频 关 开】**为关。手动菜单结构和菜单项具体说明如下：

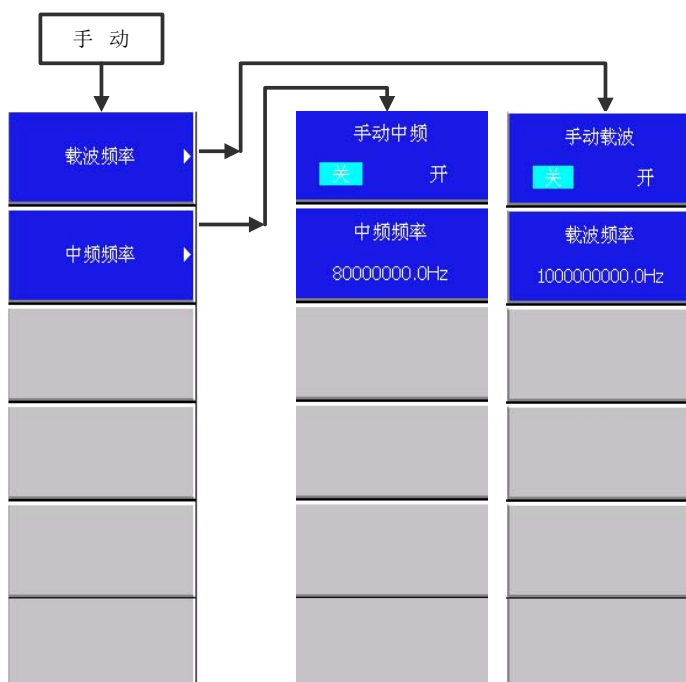


图 9-4 手动菜单结构

【载波频率】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可输入手动载波频率。包含菜单项有：“手动载波 关 开”、“载波频率”。分别如下说明：

【载波频率】→【手动载波 关 开】

设置手动载波的状态是关还是开，每按一下此键，改变一次状态。开机默认为关。

【载波频率】→【载波频率】

输入新的载波频率作为当前手动载波频率。具体操作：选择该菜单项，激活参数输入框，输入数值，选择右方单位后，确认了当前输入的手动载波频率。频率计会依据该频率对从通道 2 输入连续波或脉冲信号进行测量。

有效范围：通道 2 500MHz—40GHz

默认值：通道 2 1GHz

【中频频率】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可输入手动中频频率。包含菜单项有：“手动中频 关 开”和“中频频率”。分别如下说明：

【中频频率】→【手动中频 关 开】

设置手动中频的状态是关还是开，每按一下此键，改变一次状态。开机默认为关。

【中频频率】→【中频频率】

输入中频频率作为当前手动中频频率。具体操作：选择该菜单项，激活参数输入框，输入数值，选择右方单位后，确认了当前输入的手动中频频率。

有效范围：[35MHz, 120MHz]。

默认值：80MHz。

4. 自动菜单

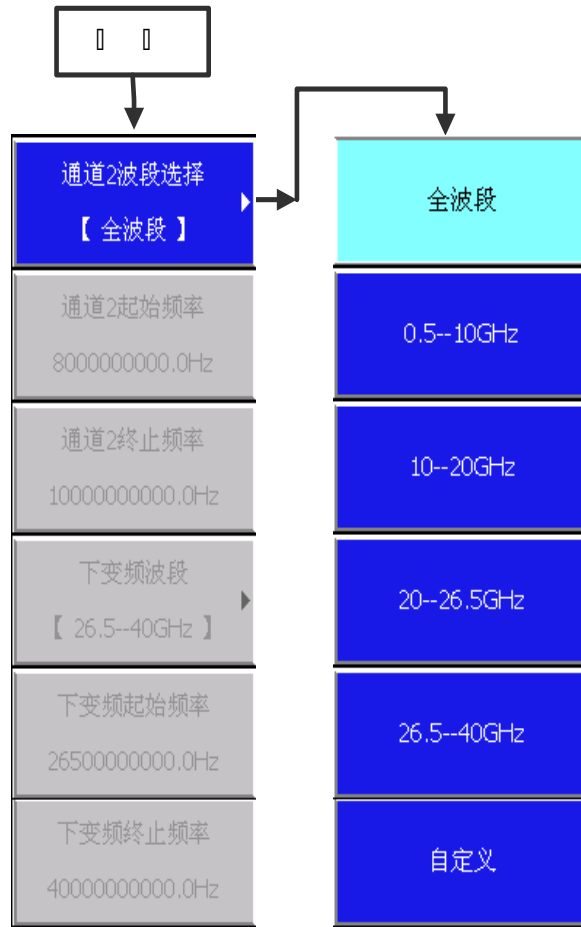


图 9-5 自动菜单结构

选择操作界面右侧对应按键或前面板的“自动”按键，进入“自动”菜单。频率计进入自动测量模式，频率计可自动捕捉、测量及显示通过通道 2 输入的连续波或脉冲信号。

3212D 毫米波脉冲频率计有两种测量模式：“自动”和“手动”。开机默认为通道 2 全波段自动测量模式，手动菜单项：【手动】→【载波频率】→【手动载波】为关；【手动】→【中频频率】→【手动中频】为关。若要关闭自动测量，可选择其他测量模式，连续按“自动”按键不会关闭自动测量。

自动菜单根据通道 2 测试的频率范围，提供了可选波段和一个用户自定义波段，通道 2 只有【通道 2 波段选择】选择【自定义】时，可以在通道 2 整个频率范围 500MHz—40GHz 进行设置，具体详情请参考下文的菜单介绍。选择小波段可以加快频率计搜索射频信号的速度，用户在自动测量前，可预先选择信号所在波段，然后进行自动测量。

【通道 2 波段选择】

当输入选择为通道 2 时有效，可以选择有效波段，详情如下：

【通道 2 波段选择】→【全波段】

设置输入信号范围为全波段。开机默认为全波段自动测量模式。

【通道 2 波段选择】→【0.5—10GHz】

设置输入信号范围为 0.5—10GHz，即 500MHz 到 10GHz。

【通道 2 波段选择】 → 【10—20GHz】

设置输入信号范围为 10—20GHz，即 10GHz 到 20GHz。

【通道 2 波段选择】 → 【20—26.5GHz】

设置输入信号范围为 20—26.5GHz，即 20GHz 到 26.5GHz。

【通道 2 波段选择】 → 【26.5—40GHz】

设置输入信号范围为 26.5—40GHz，即 26.5GHz 到 40GHz。

【通道 2 波段选择】 → 【自定义】

设置输入信号范围为自定义状态。菜单项**【通道 2 起始频率】**和**【通道 2 终止频率】**均被激活，允许用户自定义输入信号范围。

【通道 2 起始频率】

输入新的频率作为输入信号起始频率。具体操作：选择该菜单项，激活参数输入框，输入数值，选择右方单位后，确认了当前输入的起始频率。

有效范围：500MHz—40GHz

默认值：8GHz。

【通道 2 终止频率】

输入新的频率作为输入信号终止频率。具体操作：选择该菜单项，激活参数输入框，输入数值，选择右方单位后，确认了当前输入的终止频率。

有效范围：500MHz—40GHz

默认值：10GHz。

5. 分辨率菜单

选择操作界面右侧对应按键或前面板的“分辨率”按键，进入“分辨率”菜单。通过该菜单功能可设置信号测量结果的精确度，方便用户观察测量结果。具体可设置测量结果的分辨率、平均次数以及是否进行平滑处理。菜单结构和菜单项具体说明如下：

【分辨率】

分辨率确定了测量结果最后有效数据位，用户可根据需要进行设置。它包含下一级菜单，包含待选择设置的参数测量值分辨率：“0.1Hz”、“1Hz”、“10Hz”、“100Hz”、“1kHz”、“10kHz”、“100kHz”、以及“1MHz”。默认选项是“1MHz”。

【分辨率】 → 【0.1Hz】： 设置分辨率为 0.1Hz。

【分辨率】 → 【1Hz】： 设置分辨率为 1Hz。

【分辨率】 → 【10Hz】： 设置分辨率为 10Hz。

【分辨率】 → 【100Hz】： 设置分辨率为 100Hz。

【分辨率】 → 【1kHz】： 设置分辨率为 1kHz。

【分辨率】 → 【10kHz】： 设置分辨率为 10kHz。

【分辨率】 → **【100kHz】**：设置分辨率为 100kHz。

【分辨率】 → **【1MHz】**：设置分辨率为 1MHz。

注：分辨率确定测量结果的最后有效数据位，如：1MHz 的分辨率只保证 1M 位有效，当实测信号小于所选择的分辨率时，会导致测量结果不准确或者是测不到信号，这种情况下请尝试选择更小的分辨率设置。

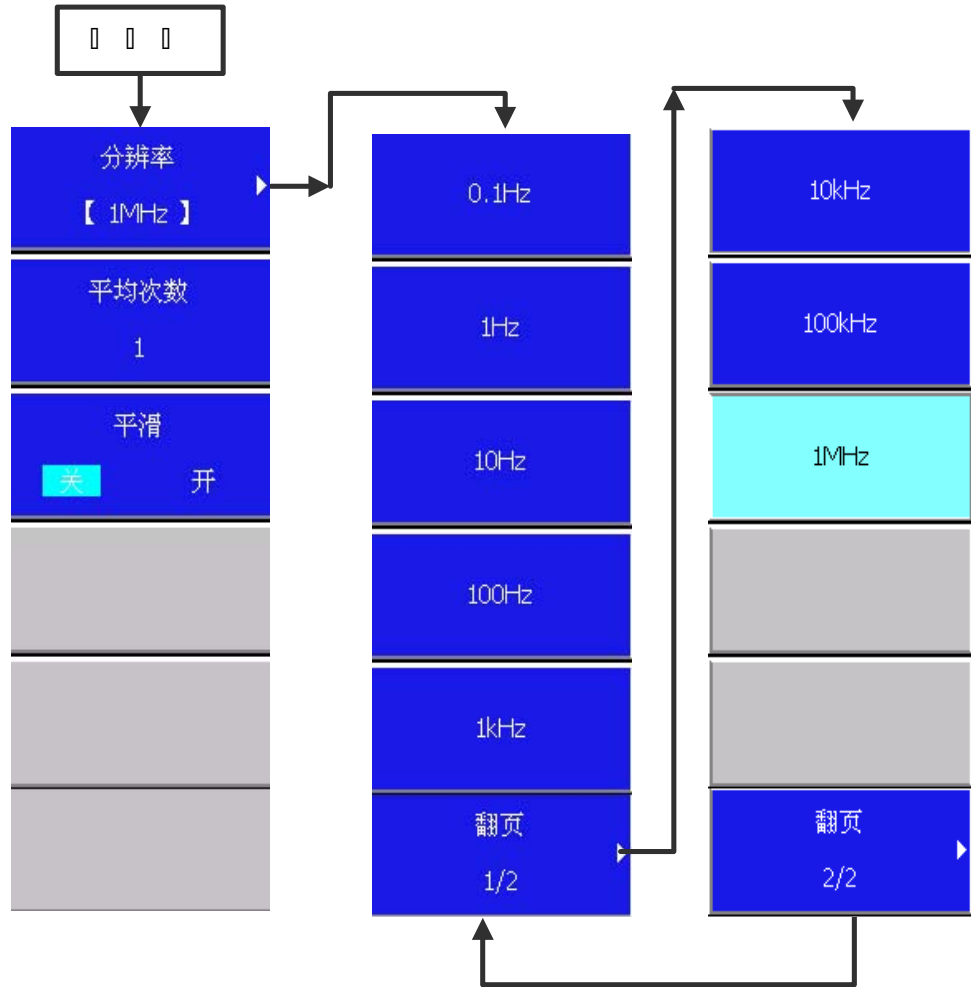


图 9-6 分辨率菜单结构

【平均次数】

设置测量的平均次数。使用该功能，可提高参数分辨率，并增加测量数据有效位的稳定性和可读性。

有效范围：[1, 1000]。

默认值：1。

【平滑 关 开】

设置平滑功能的状态是关还是开，每按一下此键，改变一次状态。当连续波或脉冲信号的读数的最后有效位不稳定，不易读取时，可打开平滑功能，触发频率计执行循环平均运算。再按一次该键会关闭平滑功能。

默认值：关。

6. 运算菜单

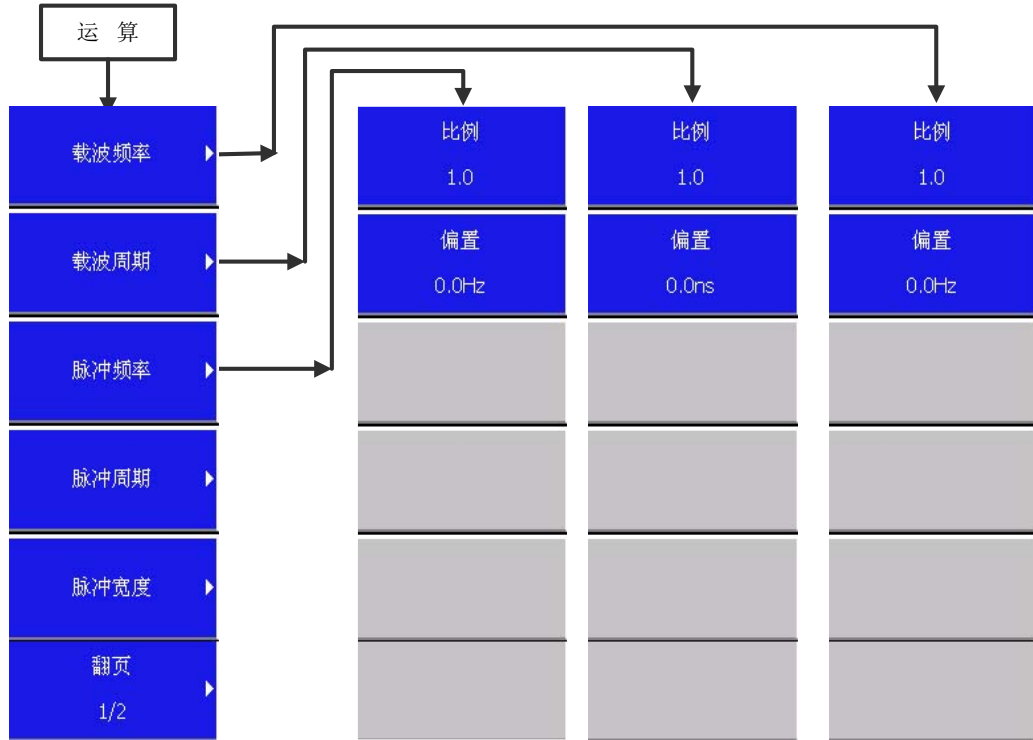


图 9-7 运算菜单结构-1

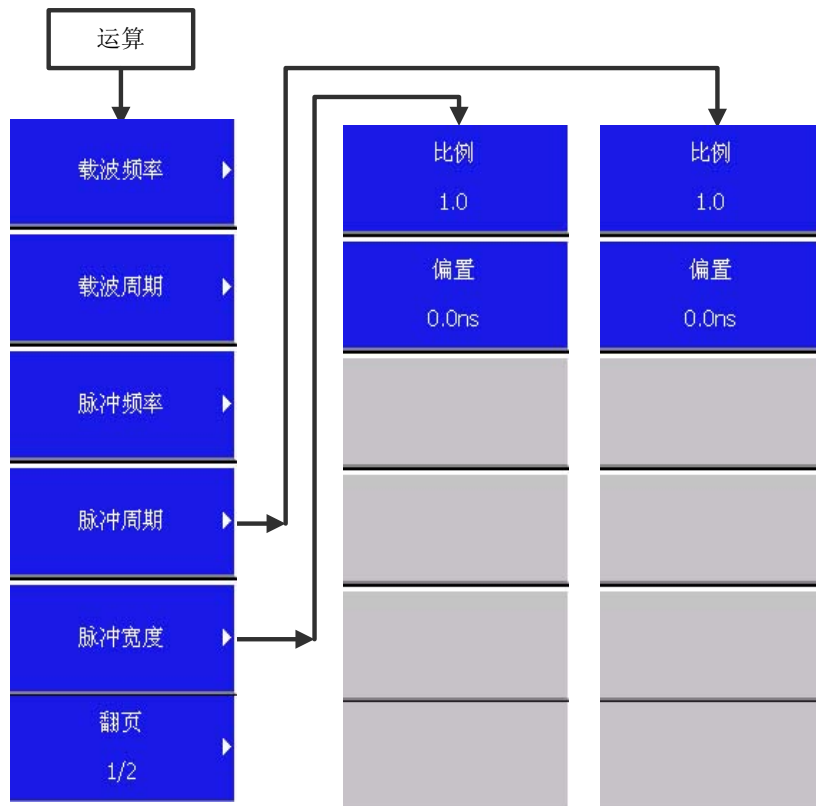


图 9-8 运算菜单结构-2

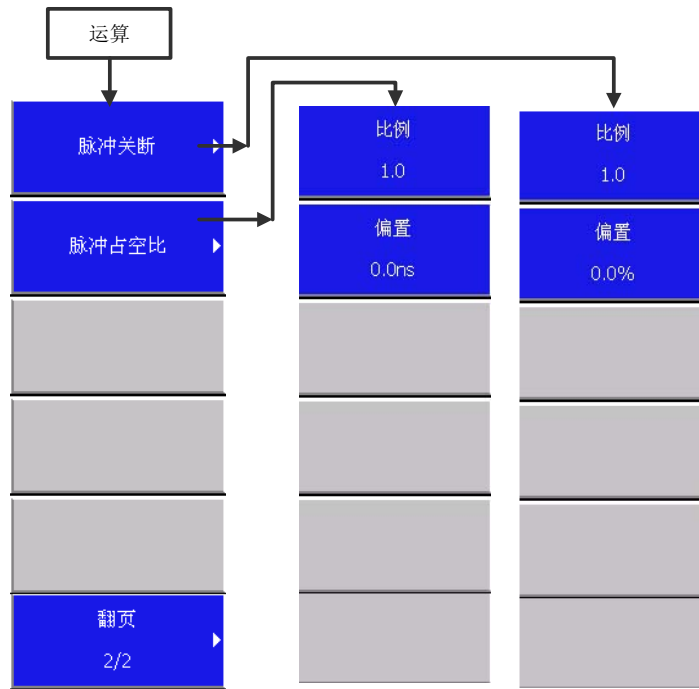


图 9-9 运算菜单结构-3

选择操作界面右侧对应菜单按键或前面板的“运算”按键，进入“运算”菜单。通过该菜单可设置 7 个测量参数：“载波频率”、“载波周期”、“脉冲频率”、“脉冲周期”、“脉冲宽度”、“脉冲关断”及“脉冲占空比”的比例和偏置值，频率计根据测量结果，自动计算并显示最终测量结果，计算公式：显示值 = (测量值 × 比例) + 偏置。菜单项说明如下：

【载波频率】→【比例】

设置载波频率比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【载波频率】→【偏置】

设置载波频率偏置。

有效范围：[-100GHz, 100GHz]。

默认值：0Hz。

【载波周期】→【比例】

设置载波周期比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【载波周期】→【偏置】

设置载波周期偏置。

有效范围：[-100ms, 100ms]。

默认值：0ms。

【脉冲频率】→【比例】

设置脉冲频率比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【脉冲频率】→【偏置】

设置脉冲频率偏置。

有效范围：[-100GHz, 100GHz]。

默认值：0Hz。

【脉冲周期】→【比例】

设置脉冲周期比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【脉冲周期】→【偏置】

设置脉冲周期偏置。

有效范围：[-100s, 100s]。

默认值：0s。

【脉冲宽度】→【比例】

设置脉冲宽度比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【脉冲宽度】→【偏置】

设置脉冲宽度偏置。

有效范围：[-100s, 100s]。

默认值：0s。

【脉冲关断】→【比例】

设置脉冲关断比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【脉冲关断】→【偏置】

设置脉冲关断偏置。

有效范围：[-100s, 100s]。

默认值：0s。

【脉冲占空比】→【比例】

设置脉冲占空比比例。

有效范围：[-20, 20]。

默认值：1。

【脉冲占空比】→【偏置】

设置脉冲占空比偏置。

有效范围：[-100%，100%]。

默认值：0%。

7. 系统菜单

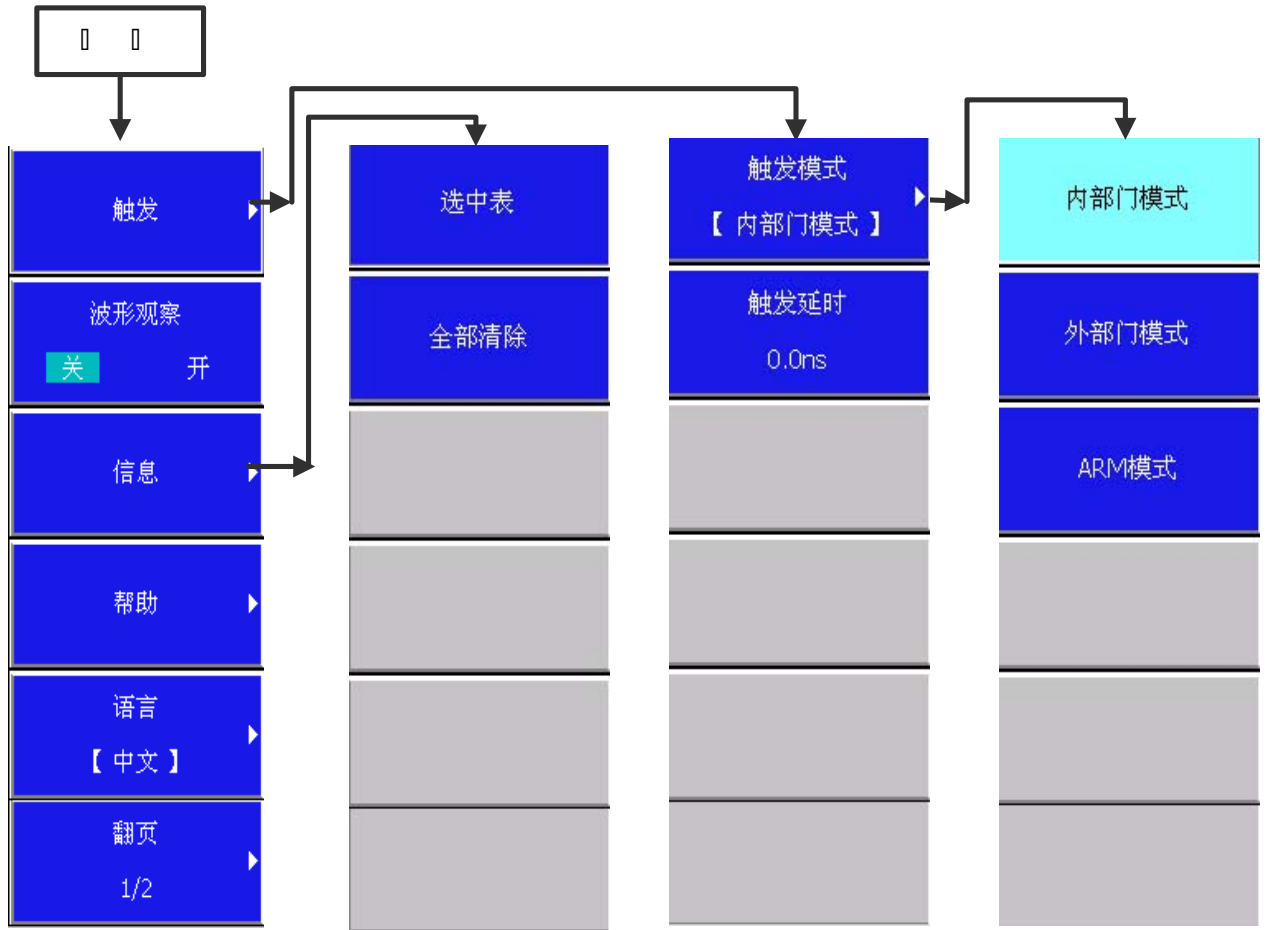


图 9-10 系统菜单结构-1

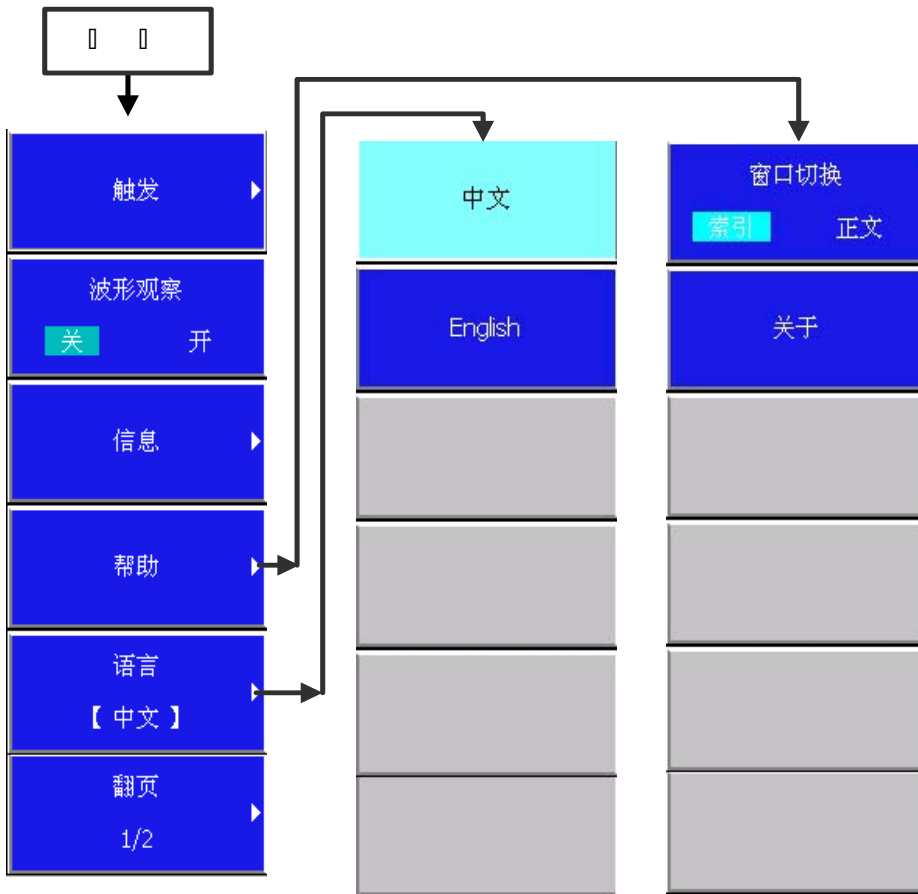


图 9-11 系统菜单结构-2

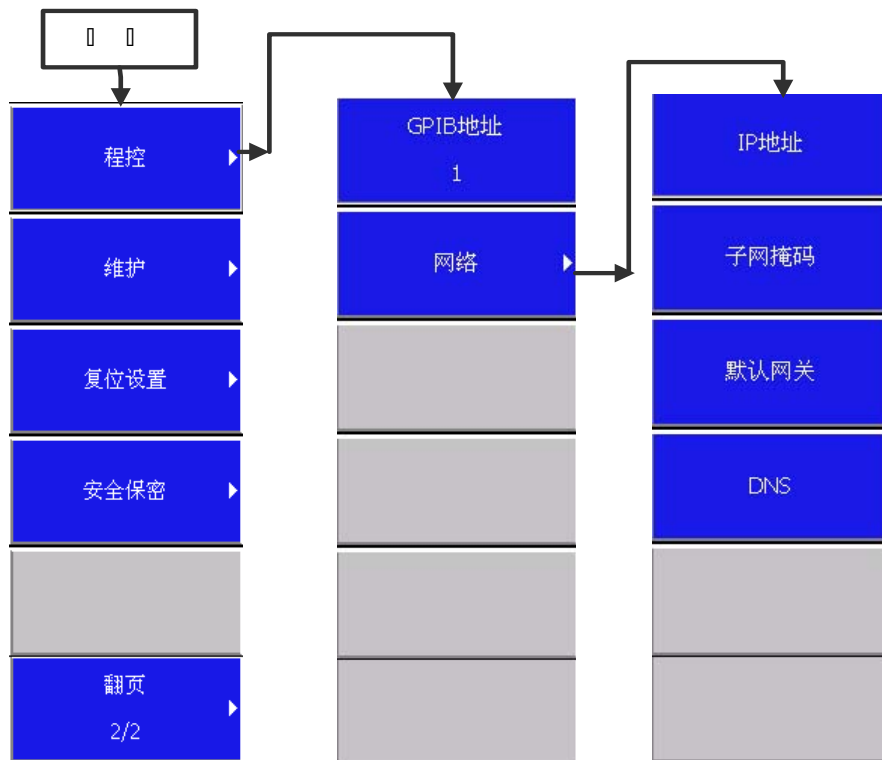


图 9-12 系统菜单结构-3

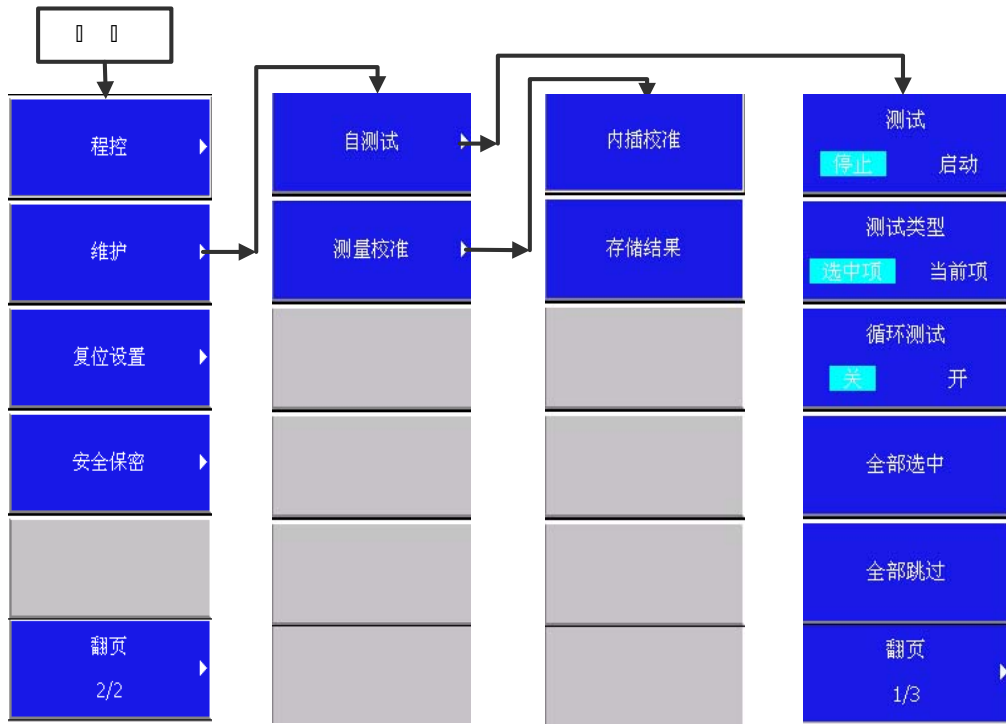


图 9-13 系统菜单结构-4

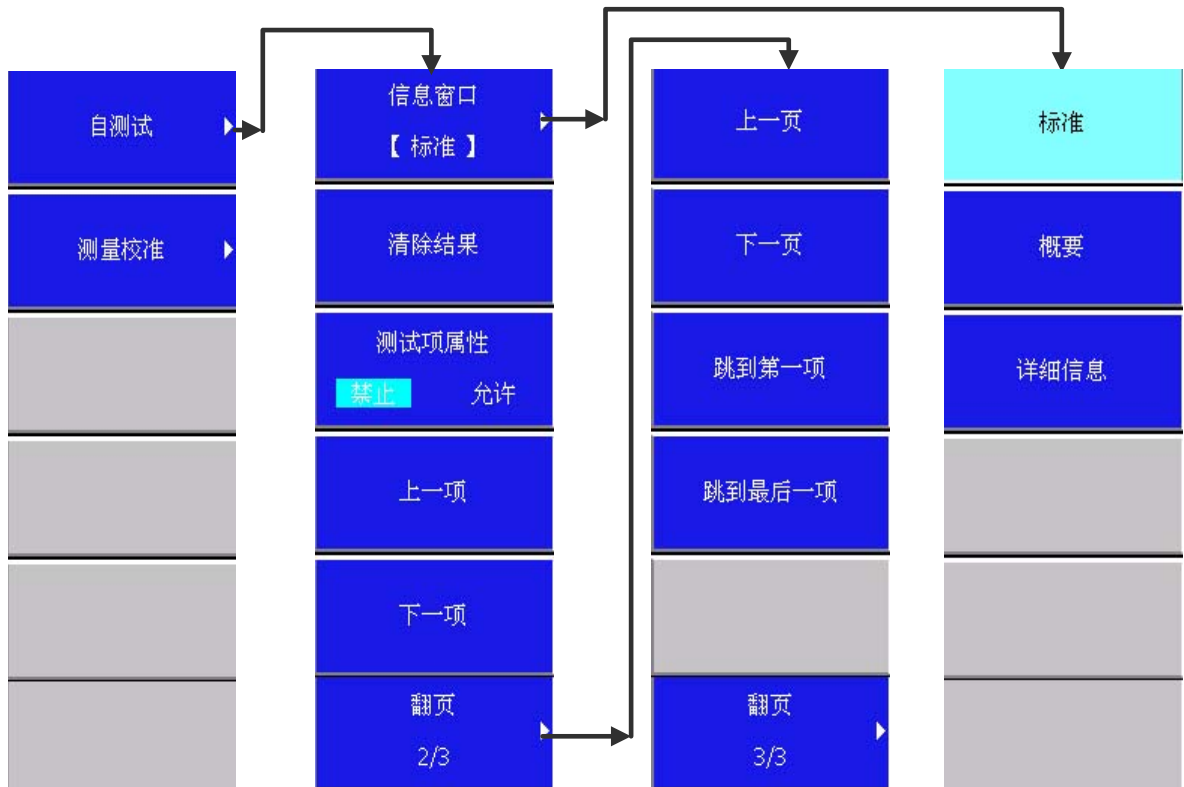


图 9-14 系统菜单结构-5

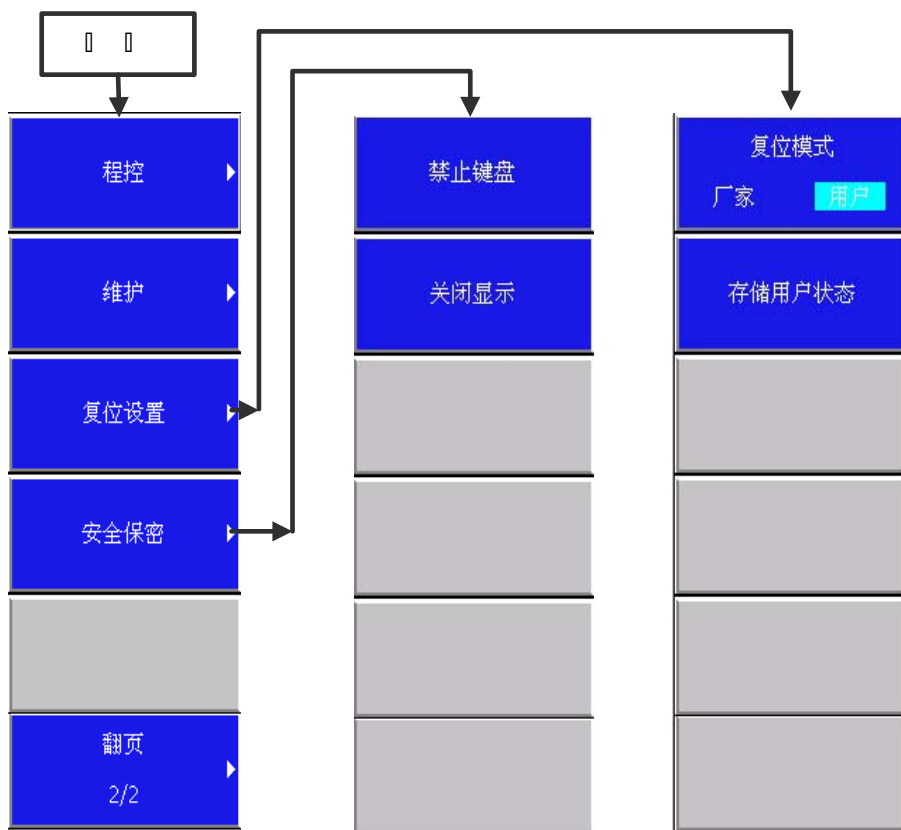


图 9-15 系统菜单结构-6

选择操作界面右侧对应菜单按键或前面板的“系统”按键，进入“系统”菜单。系统菜单包含诸如：触发、波形观察、信息、帮助、语言、程控、维护、复位设置和安全保密菜单功能。

进入“触发”菜单。该菜单功能提供了3种门模式：“内部门模式”、“外部门模式”及“ARM模式”，它们决定了闸门时间产生的方式，开机默认为内部门模式。所谓“闸门”是指定了一段用来测量脉冲或载波信号的起始、结束时间。菜单结构和菜单项具体说明如下：

【触发】

它包含下一级菜单，内部门模式、外部门模式、ARM模式。菜单项分别说明如下：

【触发模式】→【内部门模式】

设置门模式为内部，开机默认方式。测量载波或脉冲信号时，频率计内部产生闸门测量。

【触发模式】→【外部门模式】

设置门模式为外部。该模式下，测量载波或脉冲信号时，频率计通过从后面板接头“门/触发输入”输入的外部门信号（TTL，低电平有效）控制产生闸门进行测量。

【触发模式】→【ARM模式】

设置门模式为ARM。该模式下，测量载波或脉冲信号时，频率计通过从后面板接头“门/触发输入”输入的外部门信号（TTL，下降沿有效）控制产生闸门进行测量。

【触发延时】

设置收到触发信号后再延迟多长时间才进行测量。

有效范围：[0, 1.0s]。

默认值：0。

【波形观察】

设置后面板波形观察端口是否输出波形：开 或 关，每按一下此键，改变一次状态。

默认值：关。

【信息】

报告错误信息。它包含下一级菜单，选中表和全部清除。菜单项分别说明如下：

【信息】→【选中表】

选中信息列表，即切换输入焦点到信息列表框，此时可以通过上下键选中信息项。

【信息】→【全部清除】

清除信息列表，即清除信息列表框内的信息，默认会保留一条“无错误”提示信息。

【帮助】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可查看帮助文件。菜单项分别说明如下：

【帮助】→【窗口切换 索引 正文】

设置帮助文档中选中的是索引或正文，每按一下此键，改变一次状态。

默认值：索引。

【帮助】→【关于】

显示程序版本和版权信息等。

【语言】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可设置当前操作界面的显示语言：中文或英文。开机默认为中文。菜单项分别说明如下：

【语言】→【中文】

设置界面的显示语言为中文。

【语言】→【English】

设置界面的显示语言为英文。

【程控】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可设置频率计的 GPIB 地址和网址。菜单项分别说明如下：

【程控】→【GPIB 地址】

激活输入框，设置仪器 GPIB 地址。

有效范围：[0, 30]。

默认值：1。

【程 控】→【网 络】

包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可设置网络 IP、网关、子网掩码。

【网 络】→【IP 地址】

设置网络的本地 IP 地址。

默认值：172.141.8.201。

【网 络】→【子网掩码】

设置网络的子网掩码。

默认值：255.255.255.0。

【网 络】→【默认网关】

设置网络的网关。

默认值：172.141.8.254。

【网 络】→【DNS】

设置网络的 DNS。

默认值：172.141.250.9。

注：厂家复位后 GPIB、IP 地址不会复位到默认值的，这样做是为了避免，复位后还得用户重新设置 GPIB、IP 地址才能进行程控。

【维 护】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理实现仪器自测试和测量校准功能。包含菜单项有：“自测试”和“测量校准”，方便用户观察测试过程、设置校准参数。菜单项分别说明如下：

【维 护】→【自测试】

包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理自测试过程和自测试参数，具体说明如下：

【自测试】→【测试 停止 启动】

设置自测试的测试状态是停止还是启动，每按一下此键，改变一次状态。用户可根据自身需要进行仪器内部主要参数的测试，方便了解当前仪器的工作状态，自测试结束后会自动刷新自测试属性页中的测试参数的测试结果。

默认值：停止。

【自测试】→【测试类型 选中项 当前项】

设置自测试属性页中的测试项是选中项还是当前项，每按一下此键，改变一次状态。“选中项”是指测试所有属性为“选中”的测试项目，“当前项”是指只测试箭头当前所在的测试项目。

默认值：选中项。

【自测试】→【循环测试 关 开】

设置自测试的测试状态是循环测试还是单次测试，每按一下此键，改变一次状态。循环测试开，启动自测试时，自测试属性页中的测试项会被循环测试，同步循环刷新测试结果；如果循环测试关，启动自测试时，那么自测试属性页中的测试项被测试一遍后，刷新一遍测试结果后就自动停止。

默认值：关。

【自测试】→【全部选中】

设置所有测试项的状态为选中状态，被选中的测试项目决定了待测试的项目范围。

【自测试】→【全部跳过】

设置所有测试项的状态为非选中状态，这些测试项目不会被测试。

【自测试】→【信息窗口】

包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可设置自测试属性页测试项和测试结果的显示方式，具体说明如下：

【信息窗口】→【标准】

设置测试结果的信息显示方式为标准，即自测试属性页中的测试项以列表的方式依次测试项 ID、名称、属性和结果。该显示方式为信息窗口的默认显示方式。

【信息窗口】→【概要】

设置测试结果的信息显示方式为概要，即自测试属性页中总结出进行测试项目数目、通过情况等。

【信息窗口】→【详细信息】

设置测试结果的信息显示方式为详细信息，即依次给出每个测试项的测试 ID、名称、属性、结果、测量值、最小值、最大值以及详细测试结果说明。

【信息窗口】→【清除结果】

清除自测试属性页中测试项测试结果信息。

【自测试】→【测试项属性 禁止 允许】

设置自测试项属性是禁止状态还是允许状态，每按一下此键，改变一次状态。
默认值：禁止。

【自测试】→【上一项】

移动光标选择上一测试项。

【自测试】→【下一项】

移动光标选择下一测试项。

【自测试】→【上一页】

向上翻页，查看上页的测试项信息。

【自测试】→【下一页】

向下翻页，查看下页的测试项信息。

【自测试】→【跳到第一项】

直接跳转到第一项测试项。

【自测试】→【跳到最后一项】

直接跳转到最后一项测试项。

【维护】→【测量校准】

包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理实现频率计校准，使其工作在最佳测量状态，具体说明如下：

【测量校准】→【内插校准】

启动内插校准，目的是校准门控板的两个内插扩展电路的非线性，以便在测量时确定合适的闸门时间。

【测量校准】→【存储结果】

存储当前的校准结果，存储成功后会在提示信息栏提示：“存储成功”。

【复位设置】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理实现仪器自测试和测量校准功能。包含菜单项有：“复位模式”和“存储用户状态”，选择复位设置菜单，用户可根据需要存储测量参数状态。菜单项分别说明如下：

【复位设置】→【复位模式 厂家 用户】

设置复位设置状态是厂家还是用户，每按一下此键，改变一次状态。

默认值：厂家。

【复位设置】→【存储用户状态】

用户可根据自身需要进行仪器测量状态参数的选择，设置复位模式为厂家，仪器复位或加电重启后恢复为厂家默认状态。设置复位模式为用户，仪器复位或加电重启后恢复为用户设置的测量参数状态

【安全保密】

它包含下一级菜单，选择其中菜单项功能，可管理实现仪器禁止键盘和关闭显示功能。包含菜单项有：“禁止键盘”和“关闭显示”。菜单项分别说明如下：

【安全保密】→【禁止键盘】

弹出对话框提示用户，“关闭键盘后，只有关机和复位才能重新有效！”用户可根据自身需要进行选择，选择“YES”后，将禁止仪器对键盘响应。选择“NO”，取消操作。

【安全保密】→【关闭显示】

弹出对话框提示用户，“关闭显示后，只有关机和复位才能重新有效！”，用户可根据自身需要进行选择，选择“YES”后，仪器将关闭显示器。选择“NO”，取消操作。

第十章 通用 GPIB 信息

本章讲述了 GPIB 以及 GPIB 总线上数据传输和控制功能的基础知识。

GPIB（通用接口母线）是一种为了将仪器、计算机、打印机、绘图仪以及其它测量设备集成到一个测试系统中的仪器接口。

GPIB 总线测试系统具有如下特征：

- a) 它是一种在有限距离内的通用系统,用它可以把任何厂家按本标准制造出来的任何器件联接成一个测试系统。
- b) 通过它来实现系统内各器件之间毫不含糊的可靠通信;
- c) 被联接的各器件之间可以互相直接通信,而不一定要通过中介单元(中央控制器)的媒介;
- d) 对被联接器件的特性要求,应提出尽可能少的限制条件;
- e) 通信应是异步的,数传速率可允许在宽广的范围内变化,自动适应系统中不同器件的数传速率;
- f) 其价格应相当低廉,以便亦能适用于廉价的简单系统;
- g) 使用起来应相当灵活多样、简单方便,使用者无需费很大努力即能了解,掌握它的使用。

按这些目标设计出来的 GPIB 具有如下的一些基本特性：

- a) 采用母线方式联接。
- b) 最大传输电缆总长度为 20m。
- c) 母线中共包含有 8 条控制线、8 条数据线和 8 条地线。
- d) 最大传输速率为 1Mbytes/s。
- e) 地址容量:当使用 1 拜特地址时,可有 31 个讲者和 31 个听者;当使用 2 拜特地址时,则可以扩大到 961 个讲者和 961 个听者地址。
- f) 在同一时刻,母线上只允许有一个讲者,听者的数目可以不限。
- g) 具有控者转移功能。
- h) 母线上采用与 TTL 相容的正极性、负真逻辑。
- i) GPIB 内规定了十种接口功能。

GPIB 电缆

在 3212D 系列毫米波脉冲频率计用户手册中给出了 GPIB 接口在后面板上的位置。

仪器地址

每一台仪器在 GPIB 系统里都必须有一个唯一的地址,且只能是 0~30 的任一整数。默认的频率计地址是 1,可以通过频率计的前面板菜单来改变地址。

GPIB 仪器术语

根据设备当前在系统中的实际作用,可将 GPIB 仪器分为“听者”、“讲者”和“控者”。

听者 (L)

听者是一种能够从其它仪器接收数据或命令的设备。在 GPIB 系统中的大多数设备能够充当听者。

讲者 (T)

讲者是一种能够传送数据或命令给其它仪器的设备。为了避免混乱,在某一时刻 GPIB 系统中只能有一台设备作为活动的讲者。

控者 (C)

控者是一种能够管理各种 GPIB 系统活动的设备,具有代表性的设备是计算机。在任一时刻 GPIB 系统中只能有一台设备作为活动的控者。

总线结构

GPIB 利用 16 根信号线来传送数据和命令。这些接口总线分为以下几组：

- a) 数据母线；
- b) 挂钩控制母线；
- c) 管理母线；

数据母线描述：

数据母线有 DIO1 至 DIO8 八条数据线组成，并行传送 8 比特数据。DIO1 为最低位比特，DIO8 为最高位比特。

在各条 DIO 线上，既传递接口消息，也传递器件消息。所传的到底是那一类消息，由当时的 ATN 线来标识。若 ATN 为真（低电平），则表示 DIO 线上所传的是接口消息。

若 ATN 为假（高电平），则表示是器件消息。在 DIO 线上传递的每一个拜特，都由三线挂钩来控制。

挂钩控制母线的描述：

GPIB 器件间在 DIO 线上传递多线消息拜特时需要挂钩控制，使数传速率不同的器件能同时参与同一系统内的消息传递。GPIB 系统是利用 DAV、NRFD、NDAC 三条挂钩控制线，执行三线连锁挂钩协议，实现对 DIO 线的多线消息传递的挂钩控制。

- a) DAV 线

多线消息的源方使此线变为高态，DAV=1，向受方表示当前 DIO 线上的数据有效；否则，DAV=0，数据无效。

- b) NRFD 线

多线消息的受方利用此线向源方传送 RFD 消息。此线置低态，RFD=0，表明受方没有准备好接收多线消息；此线为高态，RFD=1，表示受方已准备好接收。

- c) NDAC 线

受方利用此线向多线消息源方传送 DAC 消息。受方置该线为低态，DAC=0，表示未接收完 DIO 线上的多线消息；如置为高态，则相反。

管理母线的描述：

- a) ATN

用 ATN 消息区分 DIO 线上所传消息的类别。当 DIO 线上传递多线接口消息时，控者功能令 ATN=1，即 ATN 为真，提醒母线上一切接口注意：这是控者广播的命令或地址。

- b) EOI

这条信号线与 ATN 线联合共同表示两种不同的涵义：

- 1) 当 ATN=0，且 EOI=1 时，这表示讲者所发送的一连串数据于此结束、即 END。
- 2) 当 ATN=1，且 EOI=0 时，这表示控者要进行查询来对请求服务的器件进行识别。

- c) SRQ

母线上所挂的任何一个器件都可以使此线变为低态来向控者表示请求服务。

- d) IFC

系统控者利用这条信号线来发出接口清除消息（IFC），使母线所挂的一切接口中的 T、L 及 C 功能都恢复到初始状态，停止在母线上的一切活动。

总线接口消息：

GPIB 器件的接口功能的状态迁移是由器件之间传递的消息引起的。为了保证运行和操作上的相容，任一种互联设备接口系统都对总线上传递的消息作出某种规定，GPIB 也不例外。

GPIB 消息分类及传递途径：

- a) 器件与外界交换的数字信息，经过适当的编码，由接口发送器输出至母线；外界的数字信息通过母线传到器件接口，由接口接收器接收进来，经过适当译码后分送各有关部分。这是远地消息，用三个大写字母命名。

- b) 外来接口消息经译码后送到有关的接口功能，引起相应接口功能的状态迁移；反之，各接口功能输出的接口消息经译成标准编码后由通道送到母线上去。
- c) 器件消息经由 T 或 L 接口功能传出或传入；器件消息不会引起接口功能的状态变迁。
- d) 两个或多个接口功能之间的逻辑上的互相联系，称为状态交链，并由 GPIB 标准予以具体规定：当存在状态交链时，一个接口功能状态的变迁将取决于另一个或多个接口功能的某状态当时是否在起作用。
- e) 本地消息仅在器件功能与接口功能之间交换，不传到母线上去。
- f) 负责控者内部器件功能发出的远地接口消息，经由控者功能，通过适当编码传到母线上去。

脉冲频率计的程控

脉冲频率计可以被计算机完全控制（但是电源开关必须通过手动控制），个别的功能只能被计算机程控。在程控频率计时，首先要选择合适的 GPIB 命令语句，然后在选定的语句中加入特定的频率计（SCPI，分析仪）程控命令码，从而实现指定的功能。程控命令可分为两类：模拟前面板按键的和与前面板按键不同的。

GPIB 命令语句

命令语句是 GPIB 程序的核心，当命令语句与具体的程控命令码结合起来后，就可以为系统提供所有管理和数据通讯指令并被系统中的仪器所接收。