

Ceyear

2443A 系列 峰值功率分析仪 用户手册



中电科仪器仪表有限公司

该手册适用下列型号峰值功率分析仪：

- 2443A 峰值功率分析仪。

除标准配件外的选件如下：

- 81702D, 峰值功率探头, 频率范围 50MHz~18GHz, 脉冲功率范围-20dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 10 ns。
- 81702E, 峰值功率探头, 频率范围 500MHz~26.5GHz, 脉冲功率范围-20dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 10 ns。
- 81702F, 峰值功率探头, 频率范围 500MHz~40GHz, 脉冲功率范围-20dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 10 ns。
- 81702L, 峰值功率探头, 频率范围 500MHz~67GHz, 脉冲功率范围-20dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 10 ns。
- 81703D, 峰值功率探头, 频率范围 50MHz~18GHz, 脉冲功率范围-40dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 100 ns。
- 81703E, 峰值功率探头, 频率范围 500MHz~26.5GHz, 脉冲功率范围-40dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 100 ns。
- 81703F, 峰值功率探头, 频率范围 500MHz~40GHz, 脉冲功率范围-40dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 100 ns。
- 81703L, 峰值功率探头, 频率范围 500MHz~67GHz, 脉冲功率范围-40dBm~+20dBm, 上升时间 ≤ 100 ns。
- 87230, USB 连续波功率探头, 频率范围 9kHz~6GHz, 功率范围-50dBm~+20dBm。
- 87231, USB 连续波功率探头, 频率范围 10MHz~18GHz, 功率范围-60dBm~+20dBm。
- 87232, USB 连续波功率探头, 频率范围 50MHz~26.5GHz, 功率范围-60dBm~+20dBm。
- 87233, USB 连续波功率探头, 频率范围 50MHz~40GHz, 功率范围-60dBm~+20dBm。
- 英文选件: 英文菜单、英文面板等, 出口使用。
- 后面板选件, 构建系统使用。

版 本: C.2 2018年01月, 中电科仪器仪表有限公司
地 址: 中国山东青岛经济技术开发区香江路98号
免费客服电话: 800-868-7041
技术支持: 0532-86889847 86897262
传 真: 0532-86889056 86897258
网 址: www.ceyear.com
电子信箱: ceyearqd@ceyear.com
邮 编: 266555

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 2443A 峰值功率分析仪！本公司产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。

我们将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。

手册编号

AV2.715.1006SS

版本

C.2 2018.01

中电科仪器仪表有限公司

手册授权

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公司授权，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。

产品质保

本产品从出厂之日起保修期为 18 个月。质保期内仪器生产厂家会根据用户要求及实际情况维修或替换损坏部件。具体维修操作事宜以合同为准。

产品质量证明

本产品从出厂之日起确保满足手册中的指标。校准测量由具备国家资质的计量单位予以完成，并提供相关资料以备用户查阅。

质量/环境管理

本产品从研发、制造和测试过程中均遵守质量和环境管理体系。中电科仪器仪表有限公司已经具备资质并通过 ISO 9001 和 ISO 14001 管理体系。

安全事项



警告标识表示存在危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作，则可能造成人身伤害。在完全理解和满足所指出的警告条件之后，才可继续下一步。



注意标识代表重要的信息提示，但不会导致危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作，则可能引起仪器损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的小心条件之后，才可继续下一步。

目录

1 手册导航.....	1
1.1 关于手册.....	1
1.2 关联文档.....	2
2 概述.....	5
2.1 产品综述.....	5
2.2 安全使用指南.....	5
2.2.1 安全标识.....	6
2.2.2 操作状态和位置.....	7
2.2.3 用电安全.....	7
2.2.4 操作注意事项.....	8
2.2.5 维护.....	9
2.2.6 电池与电源模块.....	9
2.2.7 运输.....	10
2.2.8 废弃处理/环境保护.....	10
3 使用入门.....	11
3.1 准备使用.....	11
3.1.1 操作前准备.....	11
3.1.2 操作系统配置.....	22
3.1.3 例行维护.....	23
3.2 前、后面板说明.....	24
3.2.1 前面板说明.....	24
3.2.2 后面板说明.....	26
3.3 基本测量方法.....	27
3.3.1 基本设置说明.....	27
3.3.2 操作示例.....	28
4 操作指南.....	31
4.1 功率探头的选型.....	31
4.2 测量前的校零和校准.....	32
4.2.1 峰值功率探头校零、校准.....	32

目 录

4.2.2 触发通道校零、校准	32
4.3 峰值功率测量功能	33
4.3.1 脉冲测量参数定义	33
4.3.2 峰值功率测量与波形显示	36
4.4 触发通道测量功能	38
4.5 USB 功率探头的使用	39
4.5.1 USB 功率探头的校零、校准	39
4.5.2 连续波功率测量	40
4.6 功率测量的统计分析	40
4.6.1 PDF	41
4.6.2 CDF	42
4.6.3 CCDF	44
4.7 小功率信号的测量	45
4.8 通道的数学运算	46
4.9 触发释抑功能的使用	47
4.10 触发位置的设置	49
4.11 “偏置”的设置和使用	51
4.11.1 设置通道偏置	51
4.11.2 设置频响偏置	51
4.12 文本显示模式	53
4.13 自动设置	53
5 菜 单	55
5.1 菜单结构	55
5.1.1 通道 1	56
5.1.2 通道 2	56
5.1.3 触发通道	56
5.1.4 运算通道	57
5.1.5 时基	58
5.1.6 触发	59
5.1.7 校准	59
5.1.8 标记	60
5.1.9 参考	60
5.1.10 显示	61

5.1.11 模式.....	62
5.1.12 测量.....	62
5.1.13 系统.....	63
5.1.14 平均.....	63
5.1.15 频率.....	64
5.1.16 自动.....	64
5.2 菜单说明.....	65
5.2.1 通道 1.....	65
5.2.2 通道 2.....	67
5.2.3 触发通道.....	68
5.2.4 运算通道.....	69
5.2.5 时基.....	70
5.2.6 触发.....	72
5.2.7 校准.....	73
5.2.8 标记.....	73
5.2.9 参考.....	74
5.2.10 显示.....	74
5.2.11 模式.....	75
5.2.12 测量.....	76
5.2.13 系统.....	76
5.2.14 平均.....	76
5.2.15 频率.....	77
5.2.16 自动.....	77
5.2.17 辅助功能.....	77
6 远程控制.....	79
6.1 远程控制基础.....	79
6.1.1 程控接口.....	79
6.1.2 消息.....	82
6.1.3 SCPI 命令.....	83
6.1.4 命令序列与同步.....	90
6.1.5 状态报告系统.....	91
6.1.6 编程注意事项.....	92

目 录

6.2 仪器程控端口与配置.....	93
6.2.1 LAN.....	93
6.2.2 GPIB.....	94
6.3 VISA 接口基本编程方法.....	95
6.3.1 安装 VISA 库.....	95
6.3.2 初始化控者.....	95
6.3.3 初始化仪器.....	95
6.3.4 发送设置命令.....	96
6.3.5 读取测量仪器状态.....	96
6.3.6 命令同步.....	96
6.4 I/O 库.....	98
6.4.1 I/O 库概述.....	98
6.4.2 I/O 库安装与配置.....	99
7 故障诊断与返修.....	101
7.1 工作原理.....	101
7.2 故障诊断与排除.....	102
7.2.1 故障诊断基本流程.....	102
7.2.2 常见故障现象和排除方法.....	102
7.3 错误信息.....	103
7.4 返修方法.....	104
7.4.1 联系我们.....	104
7.4.2 包装与邮寄.....	104
8 技术指标与测试方法.....	107
8.1 声明.....	107
8.2 产品特征.....	107
8.3 技术指标.....	108
8.3.1 峰值功率分析仪主机技术指标.....	108
8.3.2 81702/81703 系列峰值功率探头.....	109
8.4 性能特性测试.....	111
8.4.1 推荐测试方法.....	111
8.4.2 峰值功率分析仪性能测试记录表.....	119
8.4.3 峰值功率分析仪性能测试辅助表格.....	122

8.4.4 性能特性测试推荐仪器 126

1 手册导航

本章介绍了 2443A 峰值功率分析仪的用户手册功能、章节构成和主要内容，并介绍了提供给用户使用的仪器关联文档。

- [关于手册](#) 1
- [关联文档](#) 2

1.1 关于手册

本手册介绍了 2443A 峰值功率分析仪的基本功能和操作使用方法。描述了仪器产品特点、基本使用方法、测量配置操作手册、菜单、远程控制、维护及技术指标和测试方法等内容，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，请在操作仪器前，仔细阅读本手册，然后按手册指导正确操作。

用户手册共包含的章节如下：

- **概述**

概括地讲述了2443A峰值功率分析仪的主要功能性能特点、典型应用及操作仪器的安全指导事项。目的使用户初步了解仪器的主要性能特点，并指导用户安全操作仪器。

- **使用入门**

本章介绍了2443A峰值功率分析仪的操作前检查、仪器浏览、基本测量方法及数据管理等。以便用户初步了解仪器本身和测量过程，并为后续全面介绍仪器测量操作手册做好前期准备。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。

- **操作手册**

详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，包括设置仪器、启动测量过程和获取测量结果等。主要包括两部分：功能操作手册和高级操作手册。功能操作手册部分针对不熟悉2443A峰值功率分析仪使用方法的用户，系统、详细地介绍、列举每种设置，使用户理解掌握2443A峰值功率分析仪的一些基本用法，如设置触发、时基、校准、平均、显示等。高级操作指导部分针对已具备基本的峰值功率分析仪使用常识，但对一些特殊用法不够熟悉的用户，介绍相对复杂的测试过程和高级的使用技巧，例如：脉冲功率测量，标记和参考线的设置，触发延迟的设置，功率测量的统计分析等相关内容。

- **菜单**

按照功能分类介绍菜单结构和菜单说明，方便用户查询参考。

- **远程控制**

概述了仪器远程控制操作方法，目的使用户可以对远程控制操作快速上手。分四部分介绍：程控基础，介绍与程控有关的概念、软件配置、程控端口、SCPI命令等；仪器端口配置方法，介绍2443A峰值功率分析仪程控端口的连接方法和软件配置方法；VISA接口基本编程方法，以文字说明和示例代码的方式给出基本编程示例，使用户快速掌握程控编程方法；I/O函数库，介绍仪器驱动器基本概念及IVI-COM/IVI-C驱动的基

本安装配置说明。

- **故障诊断与返修**

包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法、错误信息说明及返修方法。

- **技术指标和测试方法**

介绍了 2443A 峰值功率分析仪的产品特征和主要技术指标以及推荐用户使用的测试方法指导说明。

1.2 关联文档

2443A 峰值功率分析仪的产品文档包括：

- 快速入门
- 用户手册
- 程控手册
- 在线帮助

快速入门

该手册介绍了仪器的配置和启动测量的基本操作方法，目的是使用户快速了解仪器的特点、掌握基本设置和基础的本地、程控操作方法。包含的主要章节是：

- 手册导航
- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助
- 附录

用户手册

该手册详细介绍了仪器的功能和操作使用方法，包括配置、测量、程控和维护等信息。目的是指导用户如何全面的理解产品功能特点及掌握常用的仪器测试方法。包含的主要章节是：

- 手册导航
- 概述
- 使用入门
- 操作指南
- 菜单
- 远程控制
- 故障诊断与返修
- 技术指标和测试方法

程控手册

该手册详细介绍了远程编程基础、SCPI 基础、SCPI 命令、编程示例和 I/O 驱动函数库等。目的是指导用户如何快速、全面的掌握仪器的程控命令和程控方法。包含的主要章节是：

- 手册导航

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例
- 错误说明
- 附录

在线帮助

在线帮助集成在仪器产品中，提供快速的文本导航帮助，方便用户本地和远程操作。仪器前面板硬键菜单可激活该功能。包含的主要章节同用户手册。

1 手册导航

1.2 关联文档

2 概述

本章介绍了2443A峰值功率分析仪的主要性能特点、主要用途和应用领域，同时说明了如何正确操作仪器及用电安全等注意事项。

- 产品综述.....5
- 安全使用指南.....5

2.1 产品综述

2443A峰值功率分析仪由峰值功率分析仪主机和系列化峰值功率探头组成，可用于测量和分析微波毫米波脉冲调制信号和复杂调制信号的多种幅度和时间参数，是表征脉冲调制信号特性的综合性测量与分析仪器。设计采用了宽带二极管检波技术、数字信号处理技术及多维校准补偿算法等，使得仪器具有测量带宽大、频段覆盖范围广、测量动态范围大的特点，可配接81702系列、81703系列峰值功率探头，也可以选配87230系列USB连续波功率探头，频率范围为9kHz~67GHz，脉冲功率测量范围为-40dBm~+20dBm。可广泛用于现代通信、雷达、电子侦查与电子对抗、航空航天、元器件、大功率电子发射/干扰机等测试领域。

2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项！

我们将力保所有生产环节符合最新的安全标准，为用户提供最高安全保障。我们的产品及其所用辅助性设备的设计与测试均符合相关安全标准，并且建立了质量保证体系对产品质量进行监控，确保产品始终符合此类标准。为使设备状态保持完好，确保操作的安全，请遵守本手册中所提出的注意事项。如有疑问，欢迎随时向我们进行咨询。

另外，正确的使用本产品也是您的责任。在开始使用本仪器之前，请仔细阅读并遵守安全说明。本产品适合在工业和实验室环境或现场测量使用，切记按照产品的限制条件正确使用，以免造成人员伤亡或财产损害。如果产品使用不当或者不按要求使用，出现的问题将由您负责，我们将不负任何责任。**因此，为了防止危险情况造成人身伤害或财产损坏，请务必遵守安全使用说明。**请妥善保管基本安全说明和产品文档，并交付到最终用户手中。

- 安全标识.....6
- 操作状态和位置.....7
- 用电安全.....7
- 操作注意事项.....8
- 维护.....9
- 电池与电源模块.....9
- 运输.....10
- 废弃处理/环境保护.....10

2.2.1 安全标识

2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下（表 2.1）：

表2.1 产品安全标识

符号	意义	符号	意义
	注意，特别提醒用户注意的信息。提醒用户应注意的操作信息或说明。		开/关 电源
	注意，搬运重型设备。		待机指示
	危险！小心电击。		直流电（DC）
	警告！小心表面热。		交流电（AC）
	防护导电端		直流/交流电（DC/AC）
	地		仪器加固绝缘保护
	接地端		电池和蓄电池的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。
	注意，小心处理静电敏感器件。		单独收集电子器件的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。
	警告！辐射。 具体说明请参考本节“2.2.4 操作注意事项”中的第7项。		

2.2.1.2 手册相关

为提醒用户安全操作仪器及关注相关信息，产品手册中使用了以下安全警告标识，说明如下：



危险标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



警告标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



小心标识，若不可避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。



注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。



提示标识，仪器及操作仪器的信息。

2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

- 1) 除非特别声明，2443A 峰值功率分析仪的操作环境需满足：平稳放置仪器，室内操作。操作和运输仪器时所处的海拔高度最大不超过 4600 米。实际供电电压允许在标注电压的 $\pm 10\%$ 范围内变化，供电频率允许在标注频率的 $\pm 5\%$ 范围内变化。
- 2) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，请勿将仪器放置在有水的表面、车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。
- 3) 请勿将仪器放置在容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。
- 4) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。
- 5) 请勿随便通过仪器外壳上的开口向仪器内部塞入任何物体，或者遮蔽仪器上的槽口或开口，因为它们的作用在于使仪器内部通风、防止仪器变得过热。

2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

- 1) 仪器加电前，需保证实际供电电压与仪器标注的供电电压匹配。若供电电压改变，需同步更换仪器保险丝型号。

- 2) 参照仪器后面板电源要求，采用三芯电源线，使用时保证电源地线可靠接地，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。
- 3) 请勿破坏电源线，否则会导致漏电，损坏仪器，甚至对操作人员造成伤害。若使用外加电源线或接线板，使用前需检查以保证用电安全。
- 4) 若供电插座未提供开/关电开关，若需对仪器断电，可直接拔掉电源插头，为此需保证电源插头可方便的实现插拔。
- 5) 请勿使用损坏的电源线，仪器连接电源线前，需检查电源线的完整性和安全性，并合理放置电源线，避免人为因素带来的影响，例如：电源线过长绊倒操作人员。
- 6) 仪器需使用 TN/TT 电源网络，其保险丝最大额定电流 16A（若使用更大额定电流的保险丝需与厂家商讨确定）。
- 7) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。
- 8) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。
- 9) 若在电压 $V_{rms} > 30\text{ V}$ 的电路中测试，为避免仪器损伤，应采取适当保护措施（例如：使用合适的测试仪器、加装保险丝、限定电流值、电隔离与绝缘等）。
- 10) 仪器需符合 IEC60950-1/EN60950-1 或 IEC61010-1/EN 61010-1 标准，以满足连接 PC 机或工控机。
- 11) 除非经过特别允许，不能随意打开仪器外壳，这样会暴露内部电路和器件，引起不必要的损伤。
- 12) 若仪器需要固定在测试地点，那么首先需要具备资质的电工安装测试地点与仪器间的保护地线。
- 13) 采取合适的过载保护，以防过载电压（例如由闪电引起）损伤仪器，或者带来人员伤害。
- 14) 仪器机壳打开时，不属于仪器内部的物体，不要放置在机箱内，否则容易引起短路，损伤仪器，甚至带来人员伤害。
- 15) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，因此仪器不要接触液体，以防损伤仪器，甚至带来人员伤害。
- 16) 仪器不要处于容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

2.2.4 操作注意事项

- 1) 仪器操作人员需要具备一定的专业技术知识，以及良好的心理素质，并具备一定的应急处理反映能力。
- 2) 移动或运输仪器前，请参考本节“[2.2.7 运输](#)”的相关说明。

- 3) 仪器生产过程中不可避免的使用可能会引起人员过敏的物质（例如：镍），若仪器操作人员在操作过程中出现过敏症状（例如：皮疹、频繁打喷嚏、红眼或呼吸困难等），请及时就医查询原因，解决症状。
- 4) 拆卸仪器做报废处理前，请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”的相关说明。
- 5) 射频类仪器会产生较高的电磁辐射，此时，孕妇和带有心脏起搏器的操作人员需要加以特别防护，若辐射程度较高，可采取相应措施移除辐射源以防人员伤害。
- 6) 若发生火灾，损坏的仪器会释放有毒物质，为此操作人员需具备合适的防护设备（例如：防护面罩和防护衣），以防万一。
- 7) 电磁兼容等级（符合 EN 55011/CISPR 11、EN 55022/CISPR 22 及 EN 55032/CISPR 32 标准）
 - A 级设备：

除住宅区和低压供电环境外，该设备均可使用。

注：A 级设备适用于工业操作环境，因其对住宅区产生无线通信扰动，为此操作人员需采取相关措施减少这种扰动影响。
 - B 级设备：

适用于住宅区和低压供电环境的设备。

2.2.5 维护

- 1) 只有授权的且经过专门技术培训的操作人员才可以打开仪器机箱。进行此类操作前，需断开电源线的连接，以防损伤仪器，甚至人员伤害。
- 2) 仪器的修理、替换及维修时，需由厂家专门的电子工程师操作完成，且替换维修的部分需经过安全测试以保证产品的后续安全使用。

2.2.6 电池与电源模块

仪器内部包含+3V 锂电池与 AC/DC 电源模块，请不要擅自处理、维修相关部件，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。某些情况下，废弃的碱性电池（例如：锂电池）需按照 **EN 62133** 标准进行处理。关于电池的使用注意事项如下：

- 1) 请勿损坏电池。
- 2) 勿将电池和电源模块暴露在明火等热源下；存储时，避免阳光直射，保持清洁干燥；并使用干净干燥的柔软棉布清洁电池或电源模块的连接端口。
- 3) 请勿短路电池或电源模块。由于彼此接触或其它导体接触易引起短路，请勿将多块电池或电源模块放置在纸盒或者抽屉中存储；电池和电源模块使用前请勿拆除原外包装。
- 4) 电池和电源模块请勿遭受机械冲撞。
- 5) 若电池泄露液体，请勿接触皮肤和眼睛，若有接触请用大量的清水冲洗后，及时就医。

2.2 安全使用指南

- 6) 请使用厂家标配的电池和电源模块，任何不正确的替换和充电碱性电池（例如：锂电池），都易引起爆炸。
- 7) 废弃的电池和电源模块需回收并与其它废弃物品分开处理。因电池内部的有毒物质，需根据当地规定合理丢弃或循环利用。

2.2.7 运输

- 1) 若仪器较重请小心搬放，必要时借助工具（例如：起重机）移动仪器，以免损伤身体。
- 2) 仪器把手适用于个人搬运仪器时使用，运输仪器时不能用于固定在运输设备上。为防止财产和人身伤害，请按照厂家有关运输仪器的安全规定进行操作。
- 3) 在运输车辆上操作仪器，司机需小心驾驶保证运输安全，厂家不负责运输过程中的突发事件。所以请勿在运输过程中使用仪器，且应做好加固防范措施，保证产品运输安全。

2.2.8 废弃处理/环境保护

- 1) 请勿将标注有电池或者蓄电池的设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集，且在合适的收集地点或通过厂家的客户服务中心进行废弃处理。
- 2) 请勿将废弃的电子设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集。厂家有权利和责任帮助最终用户处置废弃产品，需要时，请联系厂家的客户服务中心做相应处理以免破坏环境。
- 3) 产品或其内部器件进行机械或热再加工处理时，或许会释放有毒物质（重金属灰尘例如：铅、铍、镍等），为此，需要经过特殊训练具备相关经验的技术人员进行拆卸，以免造成人身伤害。
- 4) 再加工过程中，产品释放出来的有毒物质或燃油，请参考生产厂家建议的安全操作规则，采用特定的方法进行处理，以免造成人身伤害。

3 使用入门

本章介绍了 2443A 峰值功率分析仪的使用前注意事项、前后面板浏览、常用基本测量方法等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。

- [准备使用](#).....11
- [前、后面板说明](#).....24
- [基本测量方法](#).....27

3.1 准备使用

- [操作前准备](#).....11
- [操作系统配置](#).....22
- [例行维护](#).....23

3.1.1 操作前准备

本节介绍了 2443A 峰值功率分析仪初次使用前的注意事项。

警告

防止损伤仪器

为避免电击、火灾和人身伤害：

- 请勿擅自打开机箱；
- 请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。若自行拆卸，可能会导致电磁屏蔽效能下降、机内部件损坏等现象，影响产品可靠性。若产品处于保修期内，我方不再提供无偿维修；
- 认真阅读本手册“[2.2 安全使用指南](#)”章节中的相关内容，及下面的操作安全注意事项，同时还需注意数据页中涉及的有关特定操作环境要求。

注意

静电防护

注意工作场所的防静电措施，以避免对仪器带来的损害。具体请参考手册“[2.2 安全使用指南](#)”章节中的相关内容。

注意

操作仪器时请注意：

不恰当的应用场所或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 为保证风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙壁至少 10cm，并确保所有风扇通风口均畅通无阻；
- 保持仪器干燥；
- 平放、合理摆放仪器；
- 环境温度符合数据页中标注的要求；
- 端口输入信号功率电平符合标注范围；
- 信号输出端口正确连接，不要过载。

提示

电磁干扰（EMI）的影响：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

- 选择合适的屏蔽电缆，例如，使用双屏蔽射频/网络连接电缆；
- 请及时关闭已打开且暂时不用的电缆连接端口或连接匹配负载到连接端口；
- 参考注意用户手册中的电磁兼容（EMC）级别标注。

● 开箱.....	12
● 环境要求.....	13
● 开/关电.....	14
● 正确使用连接器.....	18
● 用户检查.....	21

3.1.1.1 开箱

1) 外观检查

步骤 1. 检查外包装箱和仪器防震包装是否破损，若有破损保存外包装以备，并按照下面的步骤继续检查；

步骤 2. 开箱，检查主机和随箱物品是否有破损；

步骤 3. 按照表 3.1 仔细核对以上物品是否有误；

步骤 4. 若外包装破损、仪器或随箱物品破损或有误，严禁通电开机！请根据封面中的服务咨询热线与我公司服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

注意

搬移：因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬移，并轻放。

2) 型号确认

表3.1 2443A随箱物品清单

名称	数量	功能
主机：		
◇ 2443A	1	测试主机
标配：		
◇ 三芯电源线	1	仪器交流供电
◇ 12 芯电缆	2	用于连接峰值功率探头
◇ 用户手册	1	—
◇ 编程手册	1	—
◇ 装箱清单	1	—
◇ 产品合格证	1	—
选件：		
◇ 峰值功率探头	x	根据用户选择情况确定
◇ USB 连续波功率探头	x	根据用户选择情况确定

3.1.1.2 环境要求

2443A 峰值功率分析仪的操作场所应满足下面的环境要求。

1) 操作环境

操作环境应满足下面的要求：

表3.2 2443A操作环境要求

温度	10°C~40°C
误差调整时温度范围	23°C ±5°C（误差调整时允许温度偏差 <1°C）
湿度	<+29 °C 时，湿度计测量值范围：20%~80%（未冷凝）
海拔高度	0~2,000 米 (0~6,561 英尺)
振动	最大 0.21G, 5 Hz~500 Hz

注意

上述环境要求只针对仪器的操作环境因素，而不属于技术指标范围。

3.1 准备使用

2) 散热要求

为了保证仪器的工作环境温度在操作环境要求的温度范围内，应满足仪器的散热空间要求如下：

表3.3 2443A散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥180 mm
左右侧	≥60 mm

3) 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；
- 将同轴电缆与仪器连接之前，应将电缆的内外导体分别与地短暂接触；
- 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。

 **警告**
电压范围

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合。

3.1.1.3 开/关电

1) 加电前注意事项

仪器加电前应注意检查如下事项：

a) 确认供电电源参数

2443A 峰值功率分析仪配备 110V/220V 自适应交流电源模块，模块采用自适应工作方式，根据外部交流供电电源的电压自动切换工作状态。表 3.4 列出了峰值功率分析仪正常工作时对外部供电电源的要求。

表3.4 2443A工作电源参数要求

电源参数	适应范围			
电压、频率	220V±10%，50Hz±5%		110V±10%，50Hz/60Hz±5%	
额定输出电流	>0.5A		>1A	
功耗(开机)	基本配置	全部配置	基本配置	全部配置
	<60W	<90W	<60W	<90W
功耗(待机)	<5W		<5W	

提示

防止电源互扰

为防止由于多台设备之间通过电源产生相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰对仪器硬件的毁坏，建议使用 220V 或 110V 的交流稳压电源为峰值功率分析仪供电。

b) 确认及连接电源线

2443A 峰值功率分析仪采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在峰值功率分析仪加电前，必须确认峰值功率分析仪的电源线中的**保护地线已可靠接地**，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。严禁使用不带保护地的电源线。当接上合适电源插座时，电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压值应大于等于 250V，额定电流应大于等于 6A。

仪器连接电源线时：

步骤 1. 确认工作电源线未损坏；

步骤 2. 使用电源线连接仪器后面板供电插头和接地良好的三芯电源插座。

警告

接地

接地不良或接地错误很可能导致仪器损坏，甚至对人身造成伤害。在给峰值功率分析仪加电开机之前，一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

请使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果一定需要使用自耦变压器，必须把公共端连接到电源接头的保护地上。

c) 保险丝

保险丝的值印在后面板电源插座上面，保险丝长 20mm，直径 5mm，额定电流 3A，额定电压 250V，快速熔断型。如果需要更换保险丝，请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机；

步骤 2. 拔掉电源线；

3.1 准备使用

- 步骤 3. 取出保险丝座；
- 步骤 4. 换保险丝；
- 步骤 5. 重新装入保险丝座；
- 步骤 6. 接上电源线。

警告

更换保险丝

替换保险丝时，请用同等型号和参数的保险丝（250V/F3A），以防引起火灾。
严禁使用其它材料或其它型号的保险丝。

2) 初次加电

仪器开/关电方法和注意事项如下：

a) 连接电源

初次加电前，请确认供电电源参数及电源线，具体可参考用户手册中的章节“3.1.1.3 加电前注意事项”部分。

- 步骤 1. **连接电源线**：用包装箱内与峰值功率分析仪配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入峰值功率分析仪的后面板电源插座（如图 3.1），电源插座旁标注峰值功率分析仪要求的电压参数指标，提醒用户使用的电压应该符合要求。电源线的另一端连接符合要求的交流电源；
- 步骤 2. **观察前面板电源开关**：如图 3.2，观察前面板电源开关，上方待机指示灯变亮为黄色；
- 步骤 3. **打开前面板电源开关**：开机前请先不要连接任何设备到峰值功率分析仪，若一切正常，可以开机进入启动界面，开机后前面板电源开关上方的指示灯会变为绿色。



图 3.1 2443A 后面板电源插座



图 3.2 2443A 前面板电源开关

b) 开/关电

i. 开机

- 步骤 1. 将电源线接到后面板电源插座，此时前面板电源开关上方电源指示灯点亮为黄色，仪器处于待机状态；

- 步骤 2.** 打开前面板左下角电源开关,此时电源开关上方电源指示灯颜色由黄色变为绿色;
- 步骤 3.** 峰值功率分析仪前面板用户界面将逐步显示仪器启动过程的相关信息:首先短暂显示制造商信息,随后进入 Win7 操作系统,启动仪器界面;
- 步骤 4.** Win7 启动成功后,系统自动运行峰值功率分析仪的初始化程序,显示峰值功率分析仪的操作主界面。
- 仪器进入可操作状态。

提示

预热

2443A 峰值功率分析仪冷启动(仪器从完全关闭状态启动)时,为保证功率测量准确,需预热一段时间。测试指标时,仪器需预热 0.5 小时(具体请参考技术指标中相关说明)。

注意

系统启动

本仪器使用了 Win7 计算机的控制平台,在 BIOS 自检和 Windows 装载过程中,用户无需干预,勿中途断电,也勿修改 BIOS 中的设置选项。

ii. 关机

- 步骤 1.** 按下前面板左下角电源开关,此时,仪器进入关机过程(软硬件需要经过一些处理后才能关闭电源),经过十几秒后,仪器断电,此时电源开关上方电源指示灯颜色由绿色变为黄色;
- 步骤 2.** 断开仪器电源连接。
- 仪器进入关机状态。

注意

仪器断电

仪器在正常工作状态时,只能通过操作前面板电源开关实现关机。**不要直接断开与仪器的电源连接**,否则,仪器不能进入正常的关机状态,会损伤仪器,或丢失当前仪器状态/测量数据。**请采用正确的方法关机。**

c) 切断电源

非正常情况下,为了避免人身伤害,需要为峰值功率分析仪紧急断电。此时,只需拔掉电源线(从交流电插座或从仪器后面板电源插座)。为此,操作仪器时应当预留足够的操作空间,以满足必要时直接切断电源的操作。

3.1.1.4 正确使用连接器

在峰值功率分析仪进行各项测试过程中，需要将峰值功率探头连接到多芯电缆，再连接到峰值功率分析仪前面板，需要使用 1.85mm、2.4mm 和 3.5mm 的 male 连接器，甚至用到各类型的转接适配器，尽管这些连接器都是按照最高的标准进行设计制造，但是所有这些连接器的使用寿命都是有限的。由于正常使用时存在不可避免的磨损，导致连接器的性能指标下降甚至不能满足测量要求，因此正确地进行连接器的维护和测量连接不但可以获得精确的、可重复的测量结果，还可以延长连接器的使用寿命，降低测量成本，在实际使用过程中需注意以下几个方面：

1) 连接器的检查

在进行连接器检查时，应该佩带防静电腕带，建议使用放大镜检查以下各项：

- 1) 电镀的表面是否磨损，是否有深的划痕；
- 2) 螺纹是否变形；
- 3) 连接器的螺纹和接合表面上是否有金属微粒；
- 4) 内导体是否弯曲、断裂；
- 5) 连接器的螺套是否旋转不良。

▲ 小心

连接器检查防止损坏仪器端口

任何已损坏的连接器即使在第一次测量连接时也可能损坏与之连接的良好连接器，为保护峰值功率分析仪本身的各个接口，在进行连接器操作前务必进行连接器的检查。

2) 连接方法

测量连接前应该对连接器进行检查和清洁，确保连接器干净、无损。连接时应佩带防静电腕带，正确的连接方法和步骤如下：

步骤 1. 如图 3.3，对准两个互连器件的轴心，保证阳头连接器的插针同心地滑移进阴头连接器的接插孔内；



图 3.3 互连器件的轴心在一条直线上

步骤 2. 如图 3.4，将两个连接器平直地移到一起，使它们能平滑接合，旋转连接器的螺套（注意不是旋转连接器本身）直至拧紧，连接过程中连接器间不能有相对的旋转运动；

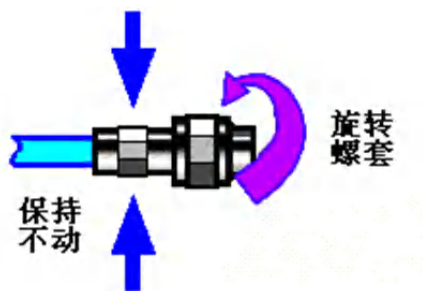


图 3.4 连接方法

步骤 3. 如图 3.5，使用力矩扳手拧紧完成最后的连接，注意力矩扳手不要超过起始的折点，可使用辅助的扳手防止连接器转动。

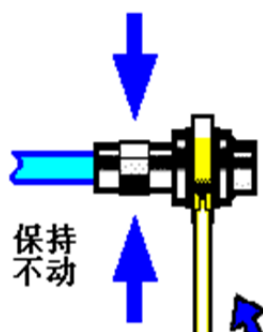


图 3.5 使用力矩扳手完成最后连接

3) 断开连接的方法

- 步骤 1.** 支撑住连接器以防对任何一个连接器施加扭曲、摇动或弯曲的力量；
- 步骤 2.** 可使用一支开口扳手防止连接器主体旋转；
- 步骤 3.** 利用另一支扳手拧松连接器的螺套；
- 步骤 4.** 用手旋转连接器的螺套，完成最后的断开连接；
- 步骤 5.** 将两个连接器平直拉开分离。

4) 力矩扳手的使用方法

力矩扳手的使用方法如图 3.6 所示，使用时应注意以下几点：

- 使用前确认力矩扳手的力矩设置正确；
- 加力之前确保力矩扳手和另一支扳手（用来支撑连接器或电缆）相互间夹角在 90° 以内；
- 轻抓住力矩扳手手柄的末端，在垂直于手柄的方向上加力直至达到扳手的折点。

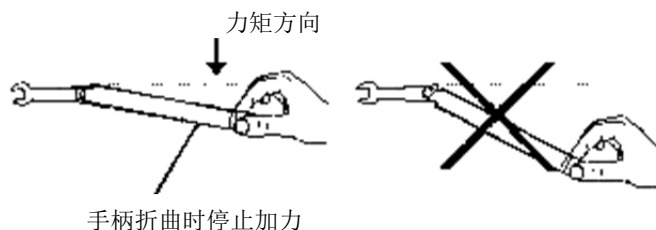


图 3.6 力矩扳手的使用方法

5) 连接器的使用和保存

- 1) 连接器不用时应加上保护护套；
- 2) 不要将各种连接器、工具等散落放置放在一个盒子内，这是引起连接器损坏的一个最常见原因；
- 3) 使连接器和分析仪保持相同的温度，用手握住连接器或用压缩空气清洁连接器都会显著改变其温度，应该等连接器的温度稳定下来后再使用它进行校准；
- 4) 不要接触连接器的接合平面，皮肤的油脂和灰尘微粒很难从接合平面上去除；
- 5) 不要将连接器的接触面向下放到坚硬的台面上，与任何坚硬的表面接触都可能损坏连接器的电镀层和接合表面；
- 6) 佩带防静电腕带并在接地的导电工作台垫上工作，这可以保护分析仪和连接器免受静电释放的影响。

6) 连接器的清洁

清洁连接器时应该佩带防静电腕带，按以下步骤清洁连接器：

- 1) 使用清洁的低压空气清除连接器螺纹和接合平面上的松散颗粒，对连接器进行彻底检查，如果需要进一步的清洁处理，按以下步骤进行；
- 2) 用异丙基酒精浸湿（但不浸透）不起毛的棉签；
- 3) 使用棉签清除连接器接合表面和螺纹上的污物和碎屑。当清洁内表面时，注意不要对中心的内导体施加外力，不要使棉签的纤维留在连接器的中心导体上；
- 4) 让酒精挥发，然后使用压缩空气将表面吹干净；
- 5) 检查连接器，确认没有颗粒和残留物；
- 6) 如果经过清洁后连接器的缺陷仍明显可见，表明连接器可能已经损坏，不应该再使用，并在进行测量连接前确认连接器损坏的原因。

7) 适配器的使用

当分析仪的测量端口和使用的连接器类型不同时，必须使用适配器才能进行测量连接，另外即使分析仪的测量端口和被测件端口的连接器类型相同，使用适配器也是一个不错的主意。这两种情况都可以保护测量端口，延长其使用寿命，降低维修成本。将适配器连接到分析仪的测量端口前应对其进行仔细的检查 and 清洁，应该使用高质量的适配器，减小失配对测量精度的影响。

8) 连接器的接合平面

微波测量中的一个重要概念是参考平面，对于分析仪来说，它是所有测量的基准参考面。在进行校准时，参考平面被定义为测量端口和校准标准接合的平面，良好连接和校准取决于连接器间在接合面的各点上是否可以完全平直的接触，保证最小功率驻波比，实现最小功率损耗，从而保证测量的精度。

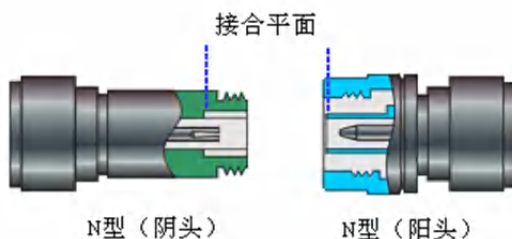


图 3.7 校准平面

3.1.1.5 用户检查

2443A 峰值功率分析仪初次加电后，需要检查仪器是否工作正常，以备后续测量操作。

提示

前面板硬按键和菜单软按键说明

前面板硬按键和菜单软按键，在以下内容中的描述形式为：

- 1) 硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名称；
- 2) 软键描述形式：[XXX]，XXX 为软键名称。

若软键数值对应多种状态，那么被选中的选项使用下划线表示其状态有效。例如：
[显示方式 对数 线性]，表示当前显示方式为对数显示。

1) 自测试

将 2443A 峰值功率分析仪连接电源，观察前面板左下角电源开关上方的电源指示灯为黄色，表示待机电源工作正常。轻触前面板电源开关，观察前面板电源指示灯变为绿色，显示器背光灯点亮，启动过程大约需等待 60 秒，开机后进入用户界面。

预热 10 分钟后，如下设置峰值功率分析仪：

- 步骤 1.** 按前面板按键【系统】键，进入系统菜单；
- 步骤 2.** 选择“自测试”菜单，启动自测试；
- 步骤 3.** 观察测试结果：若状态栏无错误项显示，表明仪器工作正常；若失败，状态栏显示“自测试失败，失败 XX 项”，表明仪器工作不正常，此时，请根据本手册中的封面二或者“7.4 返修方法”中提供的联系方式与我公司服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

2) 功能验证

将峰值功率探头通过多芯电缆连接到峰值功率分析仪主机前面板的通道 1 接口，开机并预热至少 30 分钟。如下设置仪器：

- 步骤 1.** 按前面板【校准】按键，进入校准菜单；按[通道 1 校零]，仪器开始进行校零，界面上会出现对话框，提示“正在校零通道 1”，对话框下侧有进度条滚动；按[通道 1 校准]，仪器开始进行校准，界面上会出现对话框，提示“正在校准通道

3.1 准备使用

1”，对话框下侧有进度条滚动；

步骤 2. 等待校准结束。对话框消失后校准操作结束，若屏幕下方没有错误提示，表明仪器工作正常；若屏幕右下角有错误提示，表明仪器工作不正常。此时，请根据本手册中“7.4 返修方法”中提供的联系方式与我公司服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

3.1.2 操作系统配置

本节介绍了 2443A 峰值功率分析仪的操作系统，及其配置和维护等方法。为了保证仪器软件功能的正常运行，请参照下面有关峰值功率分析仪操作系统的注意事项：

- 仪器软件说明.....22
- 远程接口的配置.....22

3.1.2.1 仪器软件说明

2443A 峰值功率分析仪的主机软件运行的操作系统是 Win7，已经按照峰值功率分析仪的特性需求安装配置完成。2443A 峰值功率分析仪主机软件基于 Win7 操作系统，在仪器出厂前都已安装完毕。

注意

第三方软件影响仪器性能

2443A 峰值功率分析仪采用的是开放式的 Windows 环境，安装其它的第三方软件，可能会影响峰值功率分析仪性能。只能运行经过厂家测试并与主机软件兼容的软件。

3.1.2.2 远程接口的配置

2443A 峰值功率分析仪可以通过 GPIB、网络接口进行程控，具体配置操作如下：

- 步骤 1.** 按前面板按键【系统】> [接口设置]，进入接口设置菜单；
- 步骤 2.** 依次选择[IP 地址]、[子网掩码]、[默认网关]、[GPIB 地址]，通过面板上的【左】、【右】按键，选择要修改的选项；
- 步骤 3.** 通过数字键修改参数设置；
- 步骤 4.** 修改完成之后，按[确认]键，将修改配置保存到峰值功率分析仪主机。

注意

2443A 峰值功率分析仪主机的 GPIB 地址与组网中其他仪器的 GPIB 不能重复；
2443A 峰值功率分析仪主机的 IP 地址，与组网系统中其他仪器的 IP 地址要在一个段内。

3.1.3 例行维护

该节介绍了 2443A 峰值功率分析仪的日常维护方法。

- [清洁方法](#).....23
- [测试端口维护](#).....23

3.1.3.1 清洁方法

1) 清洁仪器表面

清洁仪器表面时，请按照下面的步骤操作：

- 步骤 1.** 关机，断开与仪器连接的电源线；
- 步骤 2.** 用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面，禁止擦拭仪器内部；
- 步骤 3.** 请勿使用化学清洁剂，例如：酒精、丙酮或可稀释的清洁剂等。

2) 清洁显示器

使用一段时间后，需要清洁显示 LCD 显示器。请按照下面的步骤操作：

- 步骤 1.** 关机，断开与仪器连接的电源线；
- 步骤 2.** 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板；
- 步骤 3.** 再用干净柔软的棉布将显示擦干；
- 步骤 4.** 待清洗剂干透后方可接上电源线。

注意

显示器清洁

显示屏表面有一层防静电涂层，切勿使用含有氟化物、酸性、碱性的清洗剂。切勿将清洗剂直接喷到显示面板上，否则可能渗入机器内部，损坏仪器。

3.1.3.2 测试端口维护

2443A 峰值功率分析仪前面板有两个多芯电缆接（阴头）和两个 BNC 端口（阴头），后面板有两个 BNC 端口（阴头）。若该接头损伤或内部存在灰尘会影响射频波段测试结果，请按照的下面的方法维护该类接头：

- 接头应远离灰尘，保持干净；
- 为防止静电泄露（ESD），不要直接接触接头表面；
- 不要使用损伤的接头；
- 请使用电吹风清洁接头，不要使用例如砂纸之类的工具研磨接头表面。

3.2 前、后面板说明

该章节介绍了 2443A 峰值功率分析仪的前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- 前面板说明.....24
- 后面板说明.....26

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 2443A 峰值功率分析仪的前面板组成及功能，前面板如下（图 3.8），各项说明如表 3.5：

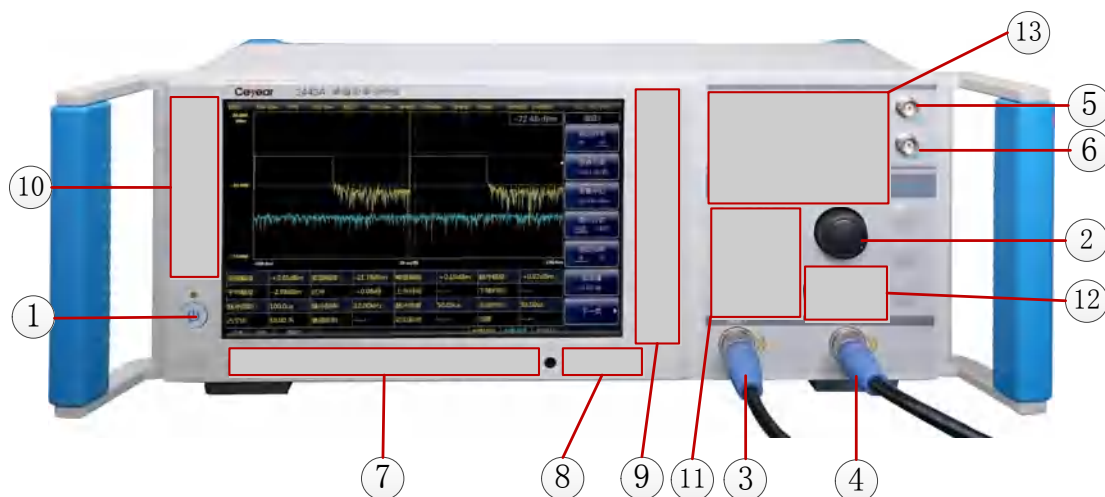


图 3.8 2443A 前面板

- | | | |
|---------|--------------|----------|
| 1. 电源按钮 | 6. 触发 2 | 11. 数字键区 |
| 2. 旋钮 | 7. Win7 功能键区 | 12. 方向键区 |
| 3. 通道 1 | 8. USB 接口 | 13. 功能键区 |
| 4. 通道 2 | 9. 软键区 | |
| 5. 触发 1 | 10. 辅助键区 | |

表3.5 前面板说明

序号	名称	说明
1	电源按钮	电源按钮位于前面板的左下角，用于启动和关闭仪器。
2	旋钮	即旋转脉冲发生器，用来增大或减小活动窗口的数值，逆时针旋转可以减小数值，顺时针旋转可以增加数值。每转动一个卡点，数值增加或减小一个离散的值。
3	通道 1	与探头连接的多芯接口，通道 1 输入。
4	通道 2	与探头连接的多芯接口，通道 2 输入。
5	触发 1	通道 1 外部触发输入信号或被测电压信号输入接口。
6	触发 2	通道 2 外部触发输入信号或被测电压信号输入接口。
7	Win7 功能键区	开始键可进入 Win7 系统，关闭键可关闭 2443A 应用程序，其余按键保留，用于仪器功能的扩展。
8	USB 接口	可用于加载操作程序，存储调用数据； 用来配接 87230 系列 USB 连续波功率探头。
9	软键区	2443A 峰值功率分析仪的前面板显示屏幕右侧有取消键、返回键和 7 个没有标识的黑色按键，这些键被称为“软键”。这些软键对应的指令是动态的，所显示的功能依赖于当前所选模式和测量，并直接与最近所使用的按键相关。
10	辅助功能键区	2443A 峰值功率分析仪包括 6 个系统键。具体功能描述请参考本手册“5.2 菜单说明”。
11	数字键区	通过数字键设置菜单或窗口下的参数，输入数字后，在窗口中有对应的单位软键，按下单位软键，将输入参数保存到主机。
12	方向键区	方向键区有四个方向键，分别为【上】、【下】、【左】、【右】，方向键主要有以下作用：接峰值功率探头，进行波形显示时，通过【左】、【右】键，移动标记线；打开对话框设置，通过四个方向键，将焦点移到要修改的选项中。
13	功能键区	2443A 峰值功率分析仪包括 16 个功能键，是所有操作的入口。具体功能描述请参考本手册“5.2 菜单说明”。

3.2 前、后面板说明

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 2443A 峰值功率分析仪的后面板组成及功能，后面板如下（图 3.9），列项说明如表 3.6：

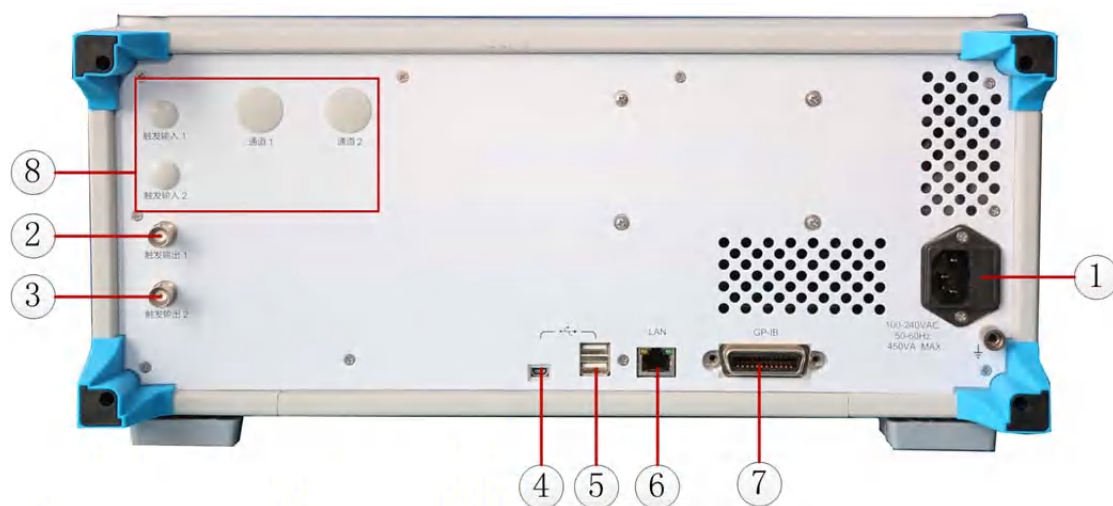


图 3.9 2443A 后面板

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| 1. 电源输入接口 | 4. USB 从口 | 7. GPIB 接口 |
| 2. 触发输出 1 | 5. USB 主口 | 8. 备用接口 |
| 3. 触发输出 2 | 6. 网口 | |

表 3.6 后面板说明

序号	名称	说明
1	电源输入接口	仪器交流电源输入。
2	触发输出 1	2443A 接峰值功率探头测量脉冲调制信号，可以输出脉冲包络同步的 TTL 电平信号
3	触发输出 2	2443A 接峰值功率探头测量脉冲调制信号，可以输出脉冲包络同步的 TTL 电平信号
4	USB 从口	后续扩展功能。计算机可以通过 USB 从口程控 2443A。
5	USB 主口	可以接 USB 程序盘，升级 2443A 程序。 用来配接 87230 系列 USB 连续波功率探头。
6	网口	计算机可通过网口程控 2443A。
7	GPIB 口	计算机可通过 GPIB 接口程控 2443A。
8	备用接口	预留“通道 1”、“通道 2”、“触发输入 1”、“触发输入 2”接口，可以将 2443A 改为后面板接入的仪器，方便搭建系统使用。

3.3 基本测量方法

本节介绍了2443A峰值功率分析仪基本的设置和测量方法，包括：

- 基本操作说明.....27
- 操作示例.....28

3.3.1 基本设置说明

本节总体介绍如何使用2443A峰值功率分析仪，内容包括窗口显示区信息、如何通过前面板按键和其它交互式操作使用2443A峰值功率分析仪。



图 3.10 2443A 操作界面

图3.10显示的是2443A峰值功率分析仪接峰值功率探头和USB连续波功率探头时的测量界面。各个信息区域都做了标记，操作界面说明如表3.7所示。

表3.7 操作界面说明

图形编号	信息内容	代表含义
1	日期时间	显示当前日期和时间。
2	标记测量区	显示标记 1 和标记 2 所属通道的当前测量值及其运算结果，参考线 1 和参考线 2 所属通道的当前测量值及其运算结果。
3	测量显示区	显示模式为图像时，在峰值功率测量模式下，显示脉冲的功率包络图形；在统计分析模式下，显示 CDF、CCDF 和 PDF 图形；并在显示区右上角显示 USB 功率探头测量值。显示模式为文本时，在测量脉冲时系统显示脉冲包络的多个自动参数值，在统计分析模式下提供统计参数和统计测量结果。
4	自动参数测量区	同步显示当前通道波形的 16 种脉冲时间和功率参数。
5	软键名称区	显示软键对应的名称和选项，标记有下划线的选项为当前有效选择，软键名称右侧标有向右箭头的说明其下还有子菜单，按相应软键将进入子菜单。
6	状态显示区	显示系统出错信息、设置信息、当前状态等信息，如本地控制还是远程控制、自动参数测量区的显示通道与触发模式（自动或正常）、探头型号等。

3.3.2 操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了 2443A 峰值功率分析仪的一些常用且重要的基本设置和功能，目的是使用户快速了解仪器的特点、掌握基本测量方法。

首先，2443A 峰值功率分析仪按照下面的步骤完成操作前预准备工作：

步骤 1. 加电开机；

步骤 2. 进入系统后启动应用程序；

步骤 3. 前面板操作主界面无任何错误信息提示后，再开始下面的操作。

注意

如果信号电平有可能高于+23 dBm (=200mW)，在功率探头输入端必须加上功率衰减器，否则可能会损毁探头。

使用峰值功率分析仪最常见的测量任务是测量脉冲调试信号包络的时域和幅度参数。脉冲调制信号包络的上升时间、峰值功率、下降时间是很多用户关心的参数，以通道 1 为例，

通过以下简单参数设置实现快速测量。

步骤 1. 设置测量模式:

- 按【模式】> [峰值], 设置测量模式为“峰值”;

步骤 2. 设置显示模式:

- 按【显示】> [显示模式]> [图像], 设置显示模式为“图像”;

步骤 3. 设置时基:

- 按【时基】> [时基], 设置时基为 50ns/格;

步骤 4. 设置触发模式:

- 按【触发】> [触发模式], 设置触发模式为“自动”;

步骤 5. 设置触发源:

- 按【触发】> [触发源], 设置触发源为“内部触发 1”;

步骤 6. 设置触发电平:

- 按【触发】> [触发电平], 触发电平设置要求比被测信号峰值功率低 3dB, 例如被测信号峰值功率为 0dBm, 则触发电平设置到-3dBm 以下;

步骤 7. 设置触发沿:

- 按【触发】> [触发沿], 设置触发沿为“+”。

这时, 在屏幕上可以观测到测得的波形和自动测得的上升时间和峰值幅度, 如图 3.11。如果测量下降时间, 只需将“触发沿”改为“-”。

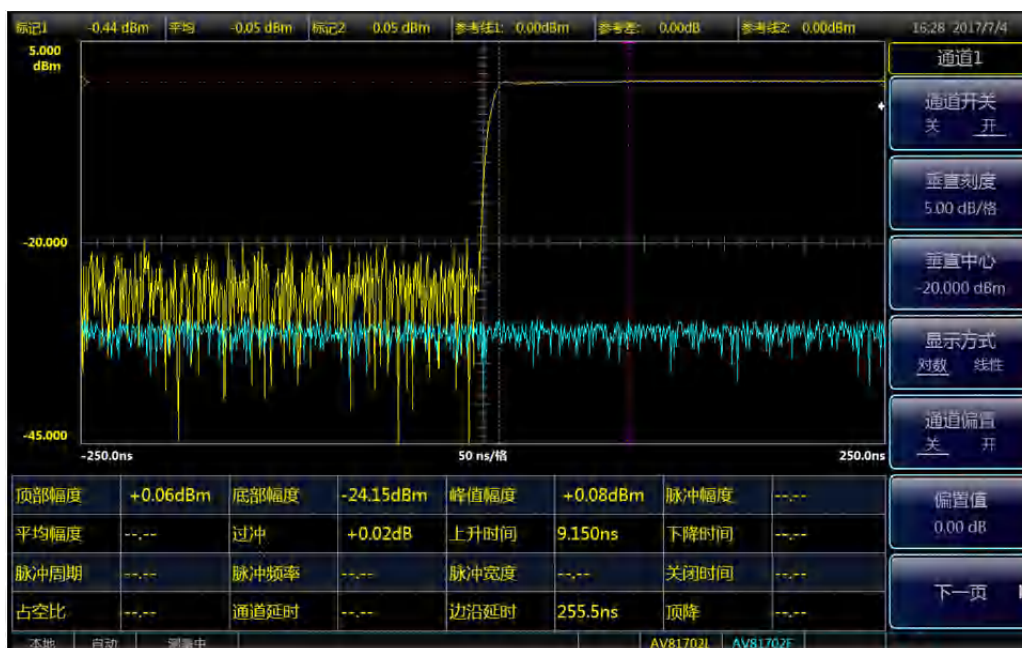


图 3.11 上升时间测试

4 操作指南

本章介绍了 2443A 峰值功率分析仪功率探头的选择, 以及不同测量功能的详细操作方法和测量步骤。

- 功率探头的选型.....31
- 测量前的校零和校准.....32
- 峰值功率测量功能.....33
- 触发通道测量功能.....38
- USB功率探头的使用.....39
- 功率测量的统计分析.....40
- 小功率信号的测量.....45
- 通道的数学运算.....46
- 触发释抑功能的使用.....47
- 触发位置的设置.....49
- “偏置”的设置和使用.....51
- 文本显示模式.....53
- 自动设置.....53

4.1 功率探头的选型

2443A 峰值功率分析仪可以兼容 81702 系列、81703 系列峰值功率探头和 87230 系列 USB 连续波功率探头, 具体型号和主要技术指标如表 4.1 所示。

表4.1 2443A支持的功率探头

序号	探头型号	探头类型	频率范围	功率范围
1	81702D	宽带 峰值功率探头	50MHz~18GHz	-20dBm~+20dBm
2	81702E		500MHz~26.5GHz	
3	81702F		500MHz~40GHz	
4	81702L		500MHz~67GHz	
5	81703D	大动态范围 峰值功率探头	50MHz~18GHz	-40dBm~+20dBm
6	81703E		500MHz~26.5GHz	
7	81703F		500MHz~40GHz	
8	81703L		500MHz~67GHz	

表4.1 (续)

序号	探头型号	探头类型	频率范围	功率范围
9	87230	USB 连续波 功率探头	9kHz~6GHz	-50dBm~+20dBm
10	87231		10MHz~18GHz	-60dBm~+20dBm
11	87232		50MHz~26.5GHz	
12	87233		50MHz~40GHz	

用户可以根据所测信号的特性和测量要求，结合各探头的指标参数来选用合适的探头。2443A 各探头具体指标说明请参考“8.3.2 主要技术指标”。

4.2 测量前的校零和校准

为了提高 2443A 功率测量准确度，在进行功率测量时，需要进行校零和校准。

提示

探头使用

每次更换探头之后，在启动自动校准操作之前，探头至少需要预热 15 分钟达到稳定状态。

4.2.1 峰值功率探头校零、校准

81702 系列、81703 系列峰值功率探头内置参考，不需要接外部校准源即可完成校准操作。同时探头内置开关，在连接被测设备时，不关闭被测设备输出，也可以进行校零校准操作。以通道 1 为例，校零校准操作步骤如下：

步骤 1. 通道 1 校零：

- 按【校准】> [通道 1 校零]，等待 5 秒，校零操作完成；

步骤 2. 通道 1 校准：

- 按【校准】> [通道 1 校准]，等待 5 秒，校准操作完成。

4.2.2 触发通道校零、校准

触发通道校准时需要断开信号输入，以触发通道 1 为例，校零校准操作步骤如下：

步骤 1. 触发通道 1 校零：

- 按【校准】> [下一页] > [触发通道 1 校零]，等待 5 秒，校零操作完成；

步骤 2. 触发通道 1 校准：

- 按【校准】> [下一页] > [触发通道 1 校准]，等待 5 秒，校准操作完成。

4.3 峰值功率测量功能

2443A 峰值功率分析仪在配接 81702 系列、81703 系列峰值功率探头之后，能够测量脉冲调制信号的峰值功率，并以包络图形的形式显示出来。81702 系列功率探头功率范围为 -20dBm~+20dBm，频率范围覆盖 50MHz~67GHz；81703 系列功率探头功率范围为 -40dBm~+20dBm，频率范围覆盖 50MHz~67GHz。可以实现峰值功率、平均功率、过冲、上升/下降时间、顶部功率、底部功率、脉冲宽度、脉冲周期、占空比、关闭时间、脉冲重复频率、顶降等多种脉冲调制信号包络参数的测量。

下面首先介绍脉冲波形和自动测量参数的定义，然后介绍脉冲功率测量的详细步骤。

- 脉冲测量参数定义.....33
- 峰值功率测量与波形显示.....36

4.3.1 脉冲测量参数定义

本节详细介绍了 2443A 峰值功率分析仪中脉冲参数的定义。

如图 4.1 所示为 2443A 测量脉冲包络示意图，以图形方式描述了脉冲包络的参数，表 4.2 介绍了 IEEE 194-1977 标准脉冲术语和定义，表 4.3 介绍了 2443A 的各种脉冲参数的详细定义。

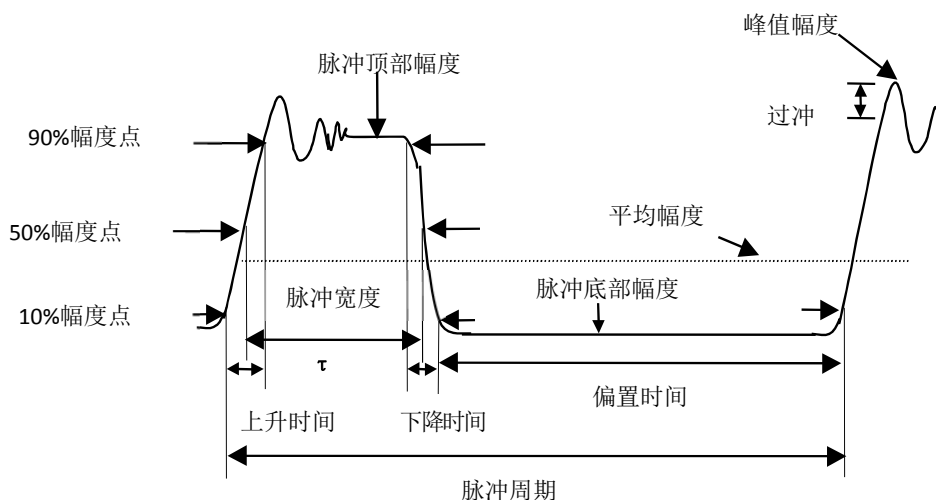


图 4.1 脉冲包络幅度和时域参数定义示意图

表4.2 IEEE脉冲术语

英文术语	中文术语	定义
Base Line	基线	标准的脉冲波形由两个常态组成——高电平和低电平。基线表示低电平的那个常态所处的电平，表现为一条等值参考线。
Top Line	顶线	同基线定义类似，顶线表示高电平的那个常态所处的电平，也表现为一条等值参考线。在实际应用中，基线和顶线是采用直方图的方法定义。具体为：以上升沿中间点功率和下降沿中间点功率为基准，之间出现功率点数最多的功率值，定义为基线。
First Transition	上升沿	波形在基线和顶线之间的主要过渡区
Last Transition	下降沿	波形在顶线和基线之间的主要过渡区。
Proximal Line	近点	位于基线附近大小为脉冲幅度某一百分比值（通常为10%）的一条等值参考线。
Distal Line	远点	位于顶线附近大小为脉冲幅度某一百分比值（通常为90%）的一条等值参考线。
Mesial Line	中点	位于脉冲中部大小为脉冲幅度某一百分比值（通常为50%）的一条等值参考线。

2443A 能够自动测量脉冲功率包络的 16 种参数，包括时间参数和功率幅度参数两大类，具体含义见表 4.3。

表 4.3 2443A脉冲测量参数定义

术语	定义
脉冲宽度	脉冲上升沿中点与脉冲下降沿中点之间的时间间隔。通常定义为脉冲上升沿 50%功率点与脉冲下降沿 50%功率点之间的时间间隔。 注意：如果波形显示不到一个脉冲宽度，则在中窗口下自动测量无法显示“脉冲宽度”值。
脉冲周期	两个连续脉冲之间的时间间隔，即脉冲重复频率的倒数。 注意：如果波形显示不全一个脉冲周期，则在中窗口下自动测量无法显示“脉冲周期”值。
脉冲重复频率	一秒钟内重复性信号发生的次数。 注意：如果波形显示不全一个脉冲周期，则在中窗口下自动测量无法显示“脉冲重复频率”值。
上升时间	脉冲上升沿近点和远点之间的时间间隔。近点通常定义为脉冲功率的 10%，远点通常定义为脉冲功率的 90%，用户也可以自己定义。 注意：“上升时间”的自动测量，必须是窗口中显示波形的上升沿。

表 4.3 (续)

术语		定义
时间参数	下降时间	脉冲下降沿近点和远点之间的时间间隔,定义方式与“上升时间”相同。 注意:“下降时间”的自动测量,必须是窗口中显示的是波形的下降沿。
	占空比	脉冲宽度与脉冲周期的比值。 注意:如果波形显示不到一个脉冲周期,则在中窗口下自动测量无法显示“占空比”值。
	关闭时间	周期性脉冲关闭的时间,等于脉冲周期减去脉冲宽度。 注意:如果波形显示不到一个脉冲周期,则在中窗口下自动测量无法显示“关闭时间”值。
	边沿延时	在脉冲中线上,自左向右,从屏幕最左端至波形第一个上升沿或下降沿之间的时间间隔。
	通道延时	两功率通道、两触发通道稳定触发时的延迟时间。
功率参数	峰值功率	显示窗口中脉冲波形中的功率最大值。
	平均功率	显示窗口内脉冲波形功率的平均值。 注意:在迹线显示窗口下,“平均功率”能够测量的前提是波形显示必须大于一个脉冲周期,如果如果波形显示小于一个脉冲周期,则平均功率不能自动测量。
	顶部功率	脉冲功率顶部的功率值。 脉冲功率顶部功率定义通过统计方法完成,以峰值功率为基准,在峰值以下 5dB 范围内统计出现频率最高的点,定义为顶部功率。
	底部功率	脉冲功率底部功率值。 与“顶部功率”计算方法一致,以脉冲功率最小功率为基准,在最小功率以上 12dB 范围之内统计出现概率最高的点,定义为底部功率。
	脉冲功率	整个脉冲宽度上的平均功率电平,定义为中线与脉冲上升沿和下降沿的交点时间内的平均功率。
	过冲	峰值功率与顶部功率的差值。
	顶降	顶部功率的 10%和 90%在上升沿和下降沿交点的延长线与脉冲顶部平滑曲线的两交点的幅度之差与上升沿交点幅度的百分比。

提示

脉冲测量参数

在表 4.3 脉冲测量参数定义中,功率参数名称为“XX 功率”。为与触发测量通道幅度参数名称保持一致,在仪器显示界面自动参数测量区,功率参数定义为“XX 幅度”。

注意

2443A 脉冲参数的测量，是基于窗口中显示波形信息进行的参数测量，在某些情况下可能无法全部显示所有的参数，在测试中请注意表 4.3 中的各种参数自动测量的条件限制，并参考“4.3.2 峰值功率测量与波形显示”一节中的相关设置，来完成各种脉冲参数的准确测试。

4.3.2 峰值功率测量与波形显示

本节以 2443A 的通道 1 配接 81702L 峰值功率探头为例，详细讲述如何测量脉冲信号，并且如何迅速的观测各种脉冲包络的参数。

设置信号源频率为 1GHz、功率为 0dBm、脉冲周期 100us、脉冲宽度 50us。

具体操作步骤如下：

步骤 1. 探头校零校准：

- 将 81702L 校零、校准后，接到信号源输出端；

步骤 2. 设置测量模式：

- 设置【模式】> [峰值]，将波形显示出来；

步骤 3. 设置触发：

- 设置【触发】> [触发模式]> [自动]，[触发源]> [内部触发 1]，[触发电平]> [-3dBm]，[触发沿]> [+]，完成触发菜单设置；

步骤 4. 设置通道 1：

- 设置【通道 1】> [垂直刻度]> [5dB/格]，[垂直中心]> [-20dBm]，[显示方式]> [对数]，完成通道 1 菜单设置；

步骤 5. 设置时基：

- 设置【时基】> [触发位置]> [中]，【时基】> [时基]> [50us/格]，如图 4.2 所示，得到多个周期脉冲信号的自动测量功率参数；

4.3 峰值功率测量功能

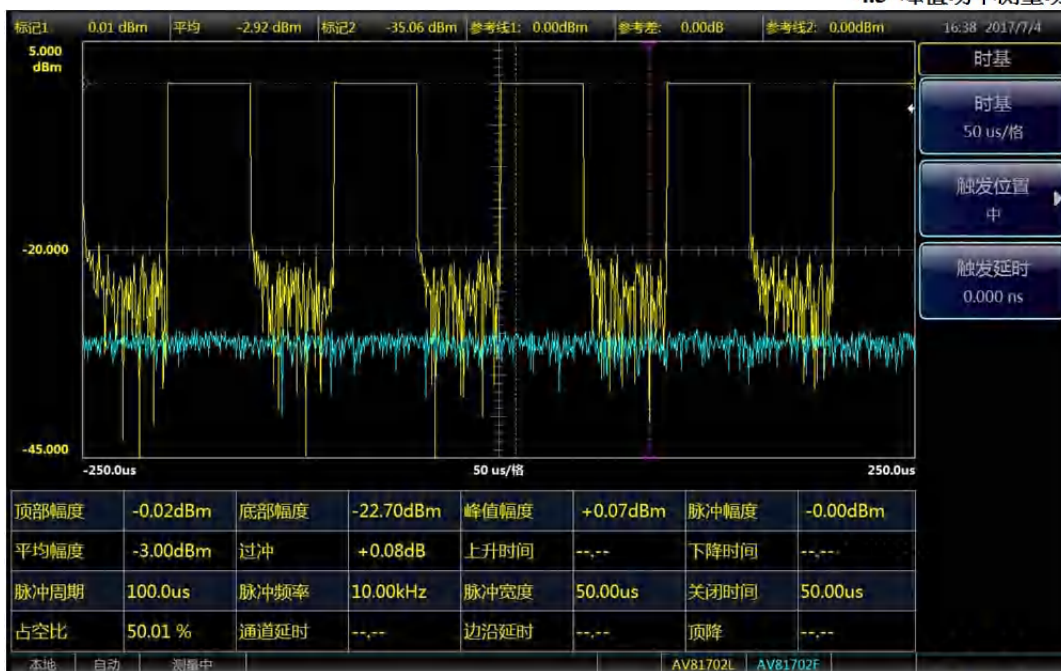


图 4.2 多个周期自动测量功率参数

步骤 6. 设置时基:

- 设置【时基】> [时基] > [50ns/格], 如图 4.3 所示, 得到脉冲信号的上升时间。

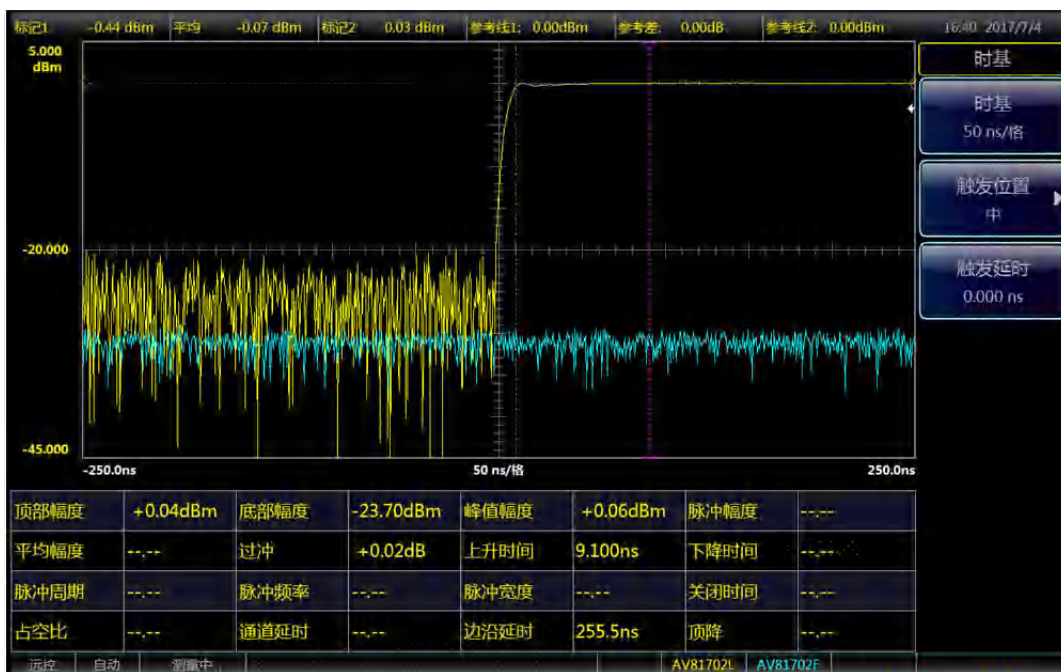


图 4.3 上升时间测试

4.4 触发通道测量功能

注意

2443A 峰值功率分析仪前面板输入端口触发 1 和触发 2 可用于脉冲测量时作为外触发输入，也可以测量电压信号。

本节以 2443A 的触发通道 1 为例，详细讲述如何测量电压信号。

设置信号源频率为 1GHz、功率为 0dBm、脉冲周期 1ms、脉冲宽度 500us。具体操作步骤如下：

步骤 1. 触发通道校零校准：

- 触发通道 1 校零、校准后，使用 BNC 电缆接到信号源同步输出端口；

步骤 2. 设置测量模式：

- 设置【模式】> [峰值]，将波形显示出来；

步骤 3. 设置触发：

- 设置【触发】> [触发模式]> [自动]，[触发源]> [外部触发 1]，[触发电平]> [2.00V]，[触发沿]> [+]，完成触发菜单设置；

步骤 4. 设置触发通道 1：

- 打开触发通道 1，设置【触发通道】> [垂直刻度]> [2.00V/格]，[垂直中心]> [2.00V]，[阻抗]> [1MΩ]，[量程]> [±5V]，完成触发通道 1 菜单设置；

步骤 5. 设置时基：

- 设置【时基】> [触发位置]> [中]，【时基】> [时基]> [500us/格]，如图 4.4 所示，得到多个周期脉冲信号的自动测量功率参数。



图 4.4 触发通道测量

4.5 USB 功率探头的使用

在本手册中仅对 USB 功率探头的基本操作做简要说明，详细使用方法请参考 USB 功率探头附带《87230 系列 USB 功率探头用户手册》。

注意

87230 系列 USB 功率探头连接 2443A 使用时，功能相比探头单独使用略有区别，具体功能以 2443A 菜单为准。

- [USB功率探头的校零、校准](#).....39
- [连续波功率测量](#).....40

4.5.1 USB 功率探头的校零、校准

为了提高仪器的测量精度，在利用 87230 系列 USB 功率探头进行小信号功率测量之前，有必要进行仪器的校零。校零操作是指测量并存储整个测量通道的噪声，在测量过程中，需从实际测量值中扣除校零值，即扣除通道的噪声，此时的读数才是真实的通道输入信号电平。如果探头连接到其它设备上，请首先关闭设备的信号输出，然后再进行校零操作。校零具体步骤如下：

步骤 1. 功率探头加电：

- 将标配 USB 电缆的小口端接入 USB 功率探头并旋紧，然后将 USB 电缆大口端接入 2443A 峰值功率分析仪 USB 口，功率探头绿色指示灯稍后点亮，2443A 波形显示区右上角出现功率值；

4.6 功率测量的统计分析

步骤 2. 连接待测源:

- 将 USB 功率探头连接到待测源的输出端口，关闭源输出；

步骤 3. 功率探头校零:

- 设置【模式】> [USB 通道]> [校零]，等待 5 秒，校零操作完成。

提示

USB 功率探头校零

建议在以下几种情况下对 87230 系列 USB 功率探头进行校零操作：

- 当温度变化超过 5℃时；
- 时隔 24 小时后；
- 在测量小功率连续波信号之前。例如，测量比所用的功率探头的最低可测功率高 10dB 以内的小信号时。

校准是指在当前测量条件下（当前温度、当前功率参考等），将功率探头连接到已知标准校准源输出端口进行功率溯源。

在出厂之前，已经对 87230 系列 USB 功率探头进行了校准，因此不推荐用户进行校准操作。USB 功率探头连接 2443A 时，菜单无校准选项，不支持用户自行校准。

4.5.2 连续波功率测量

87230 系列 USB 功率探头能够实现连续波信号平均功率的测量，功率测量动态范围从 -60dBm 到+20dBm，频率范围覆盖 9kHz 到 40GHz。

87230 系列 USB 功率探头连接 2443A 进行连续波功率的测量，一般分为以下三个步骤：

步骤 1. 校零 USB 功率探头；

步骤 2. 设置待测信号的频率；

步骤 3. 利用探头进行连续波功率的测量。

注意

2443A 峰值功率分析仪应用程序仅支持一个 87230 系列 USB 功率探头，连接多个 USB 功率探头时仅识别第一个探头。此时可使用 87230 自带的控制面板，实现多通道的功率测量。

4.6 功率测量的统计分析

数字矢量调制方法将振幅调制和相位调制整合到一个多电平结构中，用来表示一个数据流的比特位，如 CDMA 等通信。无论在时域还是在频域，这些调制信号与噪声都非常相似。这引发了新的测量问题，特别是在数字通信系统的发射机端。由于调制信号的峰-均功率比是所传输数据的复函数，而不是调制信号幅度的函数，因此旧的调制深度和调制指数的定义已经没有意义。所用的编码和复用方法进一步提高了调制信号与噪声的相似性，所有这

题都要求采用统计测量的方法来检测和控制发射机的设计参数。

2443A 具有的 CCDF 功率统计分析功能可以满足这一要求。在统计测量模式下，仪器不需要触发事件进行测量，而是对信号进行连续测量。本节首先简要介绍功率统计分析功能，然后详细说明 2443A 统计分析功能的操作。

- PDF.....41
- CDF.....42
- CCDF.....44

4.6.1 PDF

2443A 峰值功率分析仪将采集到的探头输入信号作为一个离散的随机变量 Y，并据此生成该变量的概率密度函数 (PDF)。PDF 图形可以看作是功率直方图，它表示某个功率值在整个功率读数样本上所占的百分比，图形的 X 轴表示百分比，满刻度可以设置 0.01%、0.1%、1%、10%、100%，Y 轴表示功率电平，可覆盖峰值功率分析仪的整个动态范围。

PDF 统计功能对分析调制信号的特性非常有用。在 PDF 图形上，顶部平滑的脉冲包络表现为一条细的水平线，而随机噪声表现为纵轴的一条类似高斯信号形状的曲线。如图 4.5 所示。

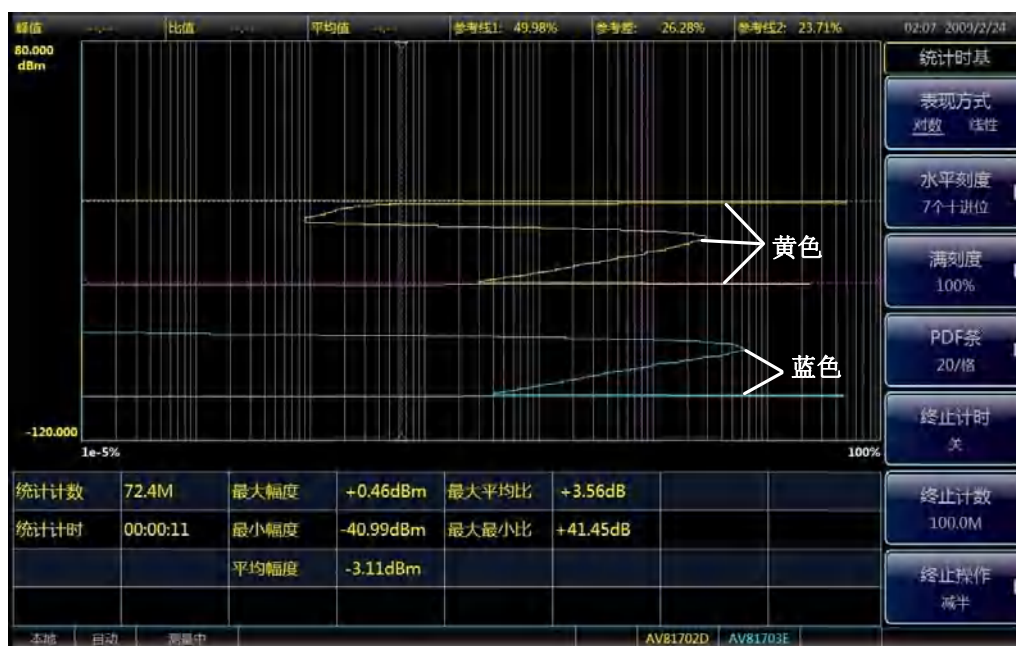


图 4.5 脉冲调制信号和噪声的 PDF 图形示例

4.6.1.1 PDF 图形说明

图 4.5 为通道 1 和通道 2 的输入信号的 PDF 图形。通道 1 测量输出功率 0dBm，脉冲周期 100us，占空比 50%的脉冲调制信号；通道 2 未接信号，输入为随机噪声。通道 1 所用探头为 81702D，通道 2 所用探头为 81703E。

黄色曲线为通道 1 脉冲调制信号的 PDF 图形，脉冲顶部比较平滑，表现为一条水平线，参考线 1 示出其功率为 0.00dBm，该功率出现的概率约 49.98%。脉冲底部也比较平滑，表

4.6 功率测量的统计分析

现为一条水平线，参考线 2 示出其功率为-40.6dBm，该功率出现的概率约 23.71%。

蓝色曲线为通道 2 噪声信号的 PDF。需要说明的是，为了方便显示图形，通道 1 和通道 2 采用了不同的垂直刻度和垂直中心。

4.6.1.2 PDF 操作练习步骤

下面以带脉冲调制的微波信号发生器输出信号为被测信号，利用通道 1 举例说明对脉冲调制信号的 PDF 分析。具体步骤如下：

步骤 1. 探头校零校准：

- 将 81702D 校零、校准后，接到信号源输出端；

步骤 2. 设置信号发生器输出：

- 设置信号发生器功率为 0dBm，打开脉冲调制输出，并设置脉冲周期和脉冲宽度为 100us 和 50us；

步骤 3. 设置测量模式：

- 设置【模式】> [PDF]，此时，屏幕显示 PDF 图形；

步骤 4. 设置垂直方向：

- 设置【通道 1】> [垂直刻度]，【通道 1】> [垂直中心]，设置垂直方向的图形观察参数，查看信号在垂直方向的变化，观察图形细节；

步骤 5. 设置水平方向：

- 设置【时基】> [水平刻度]，【时基】> [满刻度]，设置水平方向的图形观察参数，查看信号在水平方向的变化，观察波形细节。按[PDF 条]软键，调整波形对应功率值的分辨率。按[终止计时]菜单，设置终止时间为 5 分钟，按[终止计数]软键，设置终止数目为 200.0M，按[终止操作]软键，设置终止时的操作为“停止”；

步骤 6. 读取功率：

- 设置【参考线】> [参考线 1（绿色）]，移动参考线 1（绿色）到靠下的顶点上；设置【参考线】> [参考线 2（紫色）]，移动参考线 2（紫色）到靠上的水平线上，从软键菜单所显示的数值可以看出功率读数主要集中在哪个功率段上。

4.6.2 CDF

用于发射机等脉冲调制信号控制的另一手段是累积分布函数（CDF）图形和 CCDF 图形。CDF 表示特定样本中功率电平小于或等于某个特定值的采样点在整个样本中所占的百分比。

可以根据 CDF 图形监控或调整发射机的功率，假设需要至少保证在 95%的时间内，发射机的峰值功率稳定在特定功率值 y_1 或者小于该值。那么在 CDF 图形上，表示 y_1 的水平

参考线与 CDF 的交点必须位于 95% 的垂直线上或者位于该线的右侧，这样才能保证在峰值功率在 95% 的时间内小于或等于 y_1 。

4.6.2.1 CDF 图形说明

本图形中的黄色曲线表示通道 1 的 CDF 图形。通道 1 测量脉冲输出功率 0dBm，脉冲周期 100us，脉冲宽度 50us 的信号；通道 2 关闭。通道 1 所用探头为 81702D，通道 2 所用探头为 81703E。

设置参考线 1 功率电平为 0dBm，与黄色曲线交点对应的百分比为 99.81%，该点表示小于或等于 0dBm 的功率电平所出现的概率为 99.81%。类似的，设置参考线 2 功率电平为 -40dBm，表示与 CDF 交点表示小于或等于 -40dBm 的功率电平所出现的概率为 23.56%。

2443A 在显示 CDF 图形的同时，可以显示通道 1 或通道 2 的峰值、平均值和峰值-平均值功率比等参数。图 4.6 的自动测量参数区显示的是通道 1 的脉冲参数。

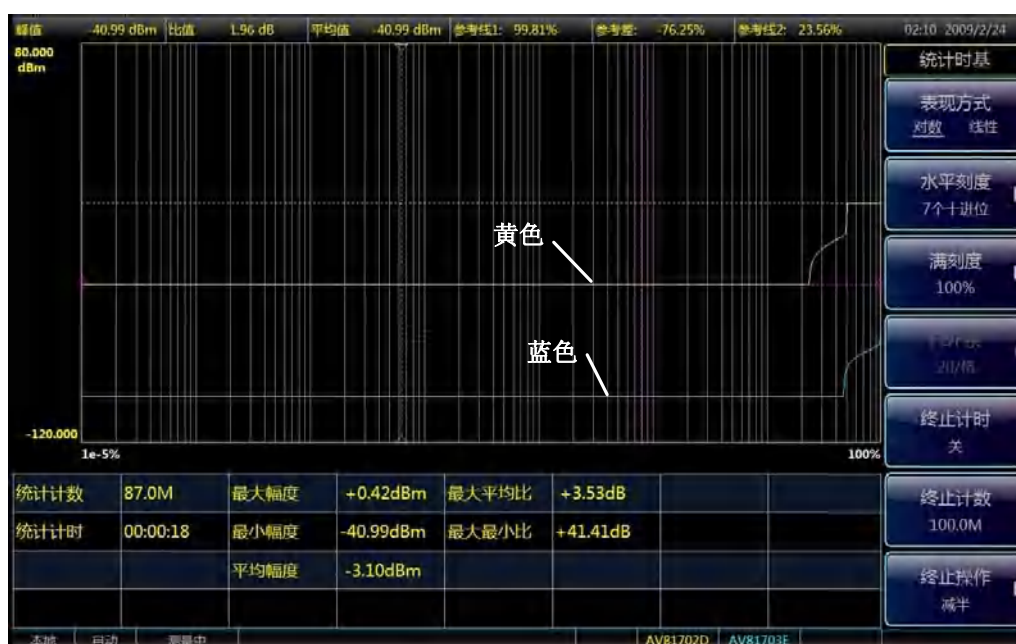


图 4.6 CDF 图形示例

4.6.2.2 CDF 操作练习步骤

下面以带脉冲调制的微波信号发生器输出信号为被测信号，利用通道 1 举例说明对脉冲调制信号的 CDF 分析。具体步骤如下：

步骤 1. 探头校零校准：

- 将 81702D 校零、校准后，接到信号源输出端；

步骤 2. 设置信号发生器输出：

- 设置信号发生器功率为 0dBm，打开脉冲调制输出，并设置脉冲周期和脉冲宽度为 100us 和 50us；

步骤 3. 设置测量模式：

4.6 功率测量的统计分析

- 设置【模式】>[CDF]，此时，屏幕显示 CDF 图形；

步骤 4. 设置垂直方向：

- 设置【通道 1】>[垂直刻度]，【通道 1】>[垂直中心]，设置垂直方向的图形观察参数，查看信号在垂直方向的变化，观察图形细节；

步骤 5. 设置水平方向：

- 设置【时基】>[水平刻度]，【时基】>[满刻度]，设置水平方向的图形观察参数，查看信号在水平方向的变化，观察波形细节。按[PDF 条]软键，调整波形对应功率值的分辨率。按[终止计时]菜单，设置终止时间为 5 分钟，按[终止计数]软键，设置终止数目为 200.0M，按[终止操作]软键，设置终止时的操作为“停止”；

步骤 6. 读取功率：

- 设置【参考线】>[参考线 1（绿色）]，移动参考线 1（绿色）到靠下的顶点上；设置【参考线】>[参考线 2（紫色）]，移动参考线 2（紫色）到靠上的水平线上，从软键菜单所显示的数值可以看出功率读数主要集中在哪个功率段上；

步骤 7. 读取百分比：

- 设置【标记】>[标记 1（绿色）]，左右移动标记 1（绿色）到图形的某一点上，从软键菜单所显示的数值查看图形对应的横坐标的百分比；设置【标记】>[标记 2（紫色）]，左右移动标记 2（紫色）到图形的某一点上，从软键菜单所显示的数值查看图形对应的横坐标的百分比。

4.6.3 CCDF

CCDF 表示特定样本中功率电平大于或等于某个特定值的采样点在整个样本中所占的百分比，也可表示为 1-CDF（1 减 CDF）。由定义可知，大于峰值功率电平的采样点出现的个数 0，因此最大功率电平出现在 0%处。在前述的例子中，要满足要求，表示 y1 的水平参考线与 CCDF 图形的交点必须位于 5%垂直线的左侧。

4.6.3.1 CCDF 图形说明

本图形中的黄色曲线表示通道 1 的 CCDF 图形。通道 1 测量脉冲输出功率 0dBm，脉冲周期 100us，脉冲宽度 50us 的信号；通道 2 关闭。通道 1 所用探头为 81702D，通道 2 所用探头为 81703E。

参考线 1（绿色）指示的功率电平为 0dBm，与黄色曲线交点对应的百分比为 0.1757%，该点表示大于或等于 0dBm 的功率电平所出现的概率为 0.1757%。类似的，参考线 2（紫色）与 CCDF 交点表示大于或等于 -40dBm 的功率电平所出现的概率为 76.48%。

2443A 在显示 CCDF 图形的同时，可以显示通道 1 或通道 2 的峰值、平均值和峰值-平均值功率比等参数。图 4.7 的自动测量参数区显示的是通道 1 的功率脉冲测量参数。

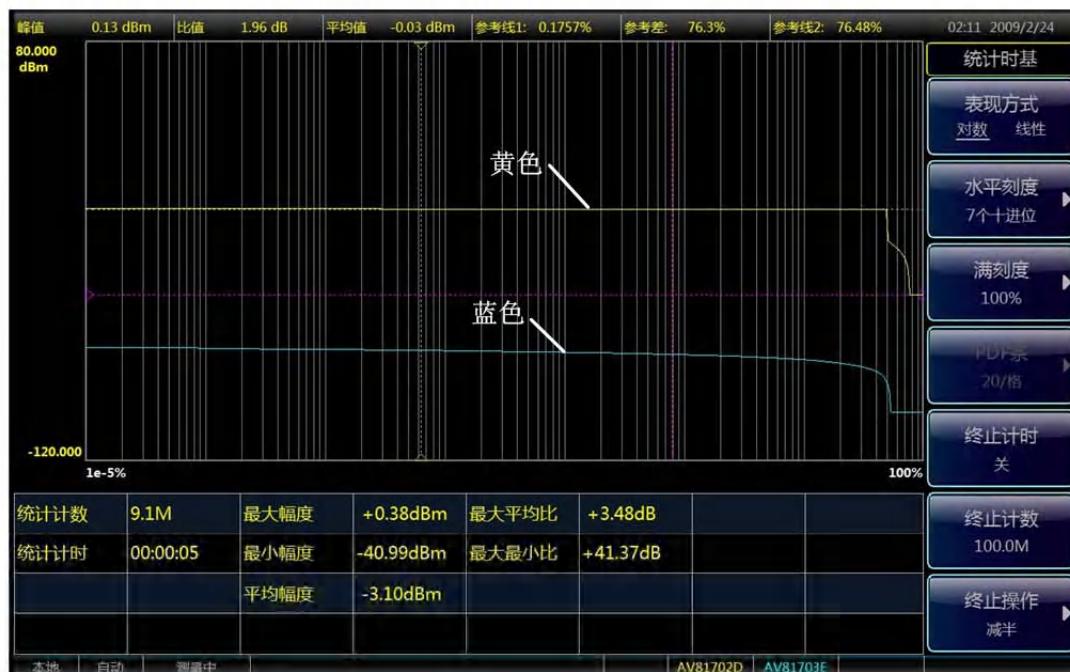


图 4.7 CCDF 图形示例

4.6.3.2 CCDF 操作练习步骤

CCDF 的操作与 CDF 的操作类似，在此不再赘述。

4.7 小功率信号的测量

2443A 峰值功率分析仪接 81702 系列、81703 系列峰值功率探头测量小信号时候，需要进一步进行设置，才能保证功率测量准确。

使用峰值功率探头测量脉冲信号，当功率小于一定功率时，内部触发触发不到，这就需要采用外部触发。81702 系列峰值功率探头使用内触发电平可测最小功率为-10dBm，81703 系列峰值功率探头使用内触发电平可测最小功率为-25dBm。

下面用 2443A 通道 1 配接 81703L 测量周期为 100us、脉冲宽度为 50us、峰值功率为 -35dBm 的脉冲信号为例，说明峰值小信号的测量过程。

- 步骤 1. 用 BNC 电缆将信号发生器的“脉冲同步输出”与 2443A 的“触发 1”连接，将 81703L 连接至信号发生器输出端；
- 步骤 2. 设置信号发生器功率为-35dBm，打开脉冲调制输出，并设置脉冲周期和脉冲宽度为 100us 和 50us；
- 步骤 3. 设置【触发】> [触发源] > [外部触发 1]，设置【触发】> [触发电平] > [1.00V]；
- 步骤 4. 设置【通道 1】> [垂直中心] > [-35dBm]，设置【通道 1】> [垂直刻度] > [2dB/格]；
- 步骤 5. 设置【时基】> [时基] > [10us/格]，设置时基；
- 步骤 6. 设置【平均】> [平均次数] > [100]，设置通道 1 平均次数为 100 次；

步骤 7. 设置【标记】>[标记 1 (绿色)]>[5.00us]，设置【标记】>[标记 2 (紫色)]>[45.00us]，如图 4.8 所示，此时标记测量区标记平均即为被测信号顶部功率。

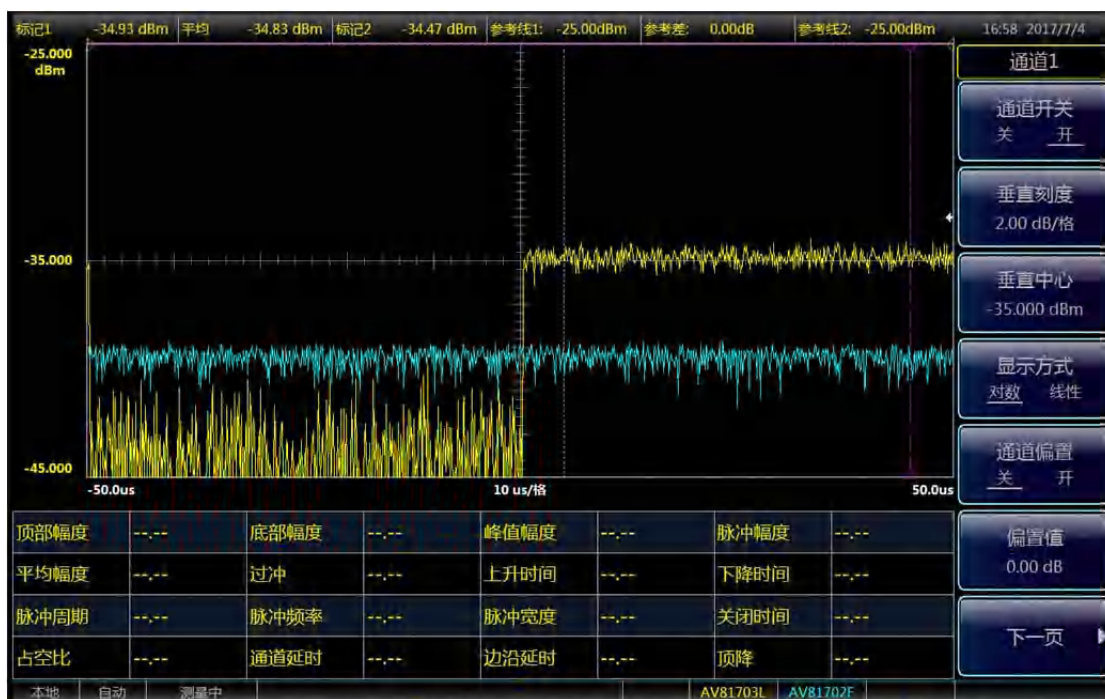


图 4.8 峰值小信号测量

注意

2443A 峰值功率分析仪接 81702 系列、81703 系列峰值功率探头测量小信号时候，需要设置平均次数大于 100 次，以保证获得稳定脉冲波形，保证功率测量准确。

4.8 通道的数学运算

数学通道能够显示两个通道信号之和或之差的波形。当信号通过某个电路元件（如放大器或滤波器等）时，利用数学通道信号之差的波形可以对信号进行比较，从而确定电路元件的某些参数。对于 2443A 在进行此类应用时，可以将通道 1 的探头连接到设备的输入（通过耦合器）上，将通道 2 探头连接到设备的输出上。

如图 4.9 所示，橙色曲线为存储通道 1，被测波形脉冲周期为 100us，脉冲宽度 50us，功率 0dBm；黄色曲线为通道 1，被测波形脉冲周期为 500us，脉冲宽度 20us，功率 10dBm；设置数学通道参数 A 为通道 1，参数 B 为存储通道 1，操作符为“+”，得到绿色曲线为数学通道。

设置标记属于数学通道，标记 1 在 10us 处显示脉冲波形顶部约为 10.25dBm；标记 2 显示脉冲波形顶部约为 -0.55dBm。

4.9 触发释抑功能的使用

数学通道的运算符号可以为“+”或“-”。所有的加法和减法操作都是面向对数的，结果为信号波形的乘积或比值。对数模式下的“+”和“-”等同于线性模式下的“*”和“/”。

注意两个运算通道之间的参数设置要一致，否则仪器给出错误提示。

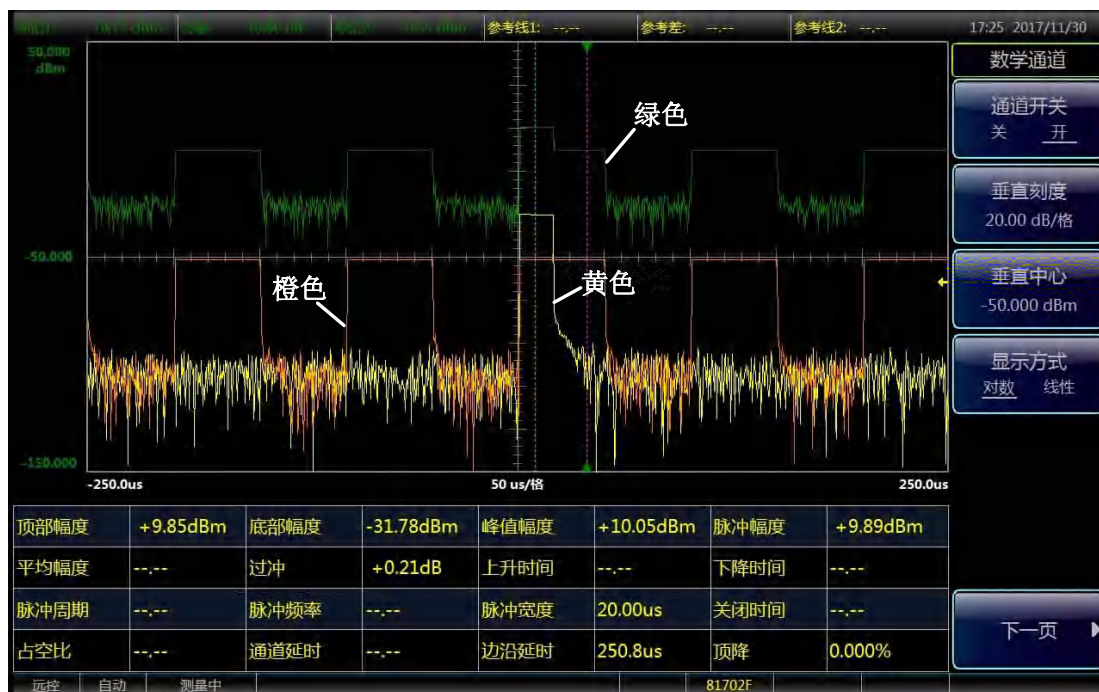


图 4.9 通道数学运算示例

4.9 触发释抑功能的使用

雷达、遥感追踪、核磁共振成像和无线通信应用如 TDMA、GSM 等复杂调制信号，脉冲序列在时域上是不规则分布的。这种复杂脉冲调制序列，在较长时间内是重复的周期信号，但在短时间内则不是。触发释抑功能是在每次触发之后加入一定时间间隔，在这段时间内禁止触发，使得每次触发总是从相同脉冲边沿开始，从而得到稳定的波形显示。

本节以 2443A 的通道 1 配置 81702L 功率探头为例，详细讲述如何使用触发释抑功能测量复杂脉冲信号。

设置信号源频率为 1GHz、功率为 10dBm，脉冲调制模式，输出信号为脉冲序列，共 5 个脉冲，周期依次为 2us、4us、6us、8us 和 10us，占空比为 50%。

具体操作步骤如下：

步骤 1. 探头校零校准：

- 将 81702L 校零、校准后，接到信号源输出端；

步骤 2. 设置测量模式：

- 设置【模式】> [峰值]，将波形显示出来；

步骤 3. 设置触发：

4.9 触发释抑功能的使用

- 设置【触发】>[触发模式]>[自动]，[触发源]>[内部触发 1]，[触发电平]>[7dBm]，[触发沿]>[+]，完成触发菜单设置；

步骤 4. 设置通道 1:

- 设置【通道 1】>[垂直刻度]>[5dB/格]，[垂直中心]>[0dBm]，[显示方式]>[对数]，完成通道 1 菜单设置；

步骤 5. 设置时基:

- 设置【时基】>[时基]>[10us/格]，得到多个周期脉冲信号的自动测量波形；

步骤 6. 设置触发释抑:

- 设置【触发】>[触发释抑]>[29us/格]，如图 4.10 所示，脉冲序列波形稳定显示。

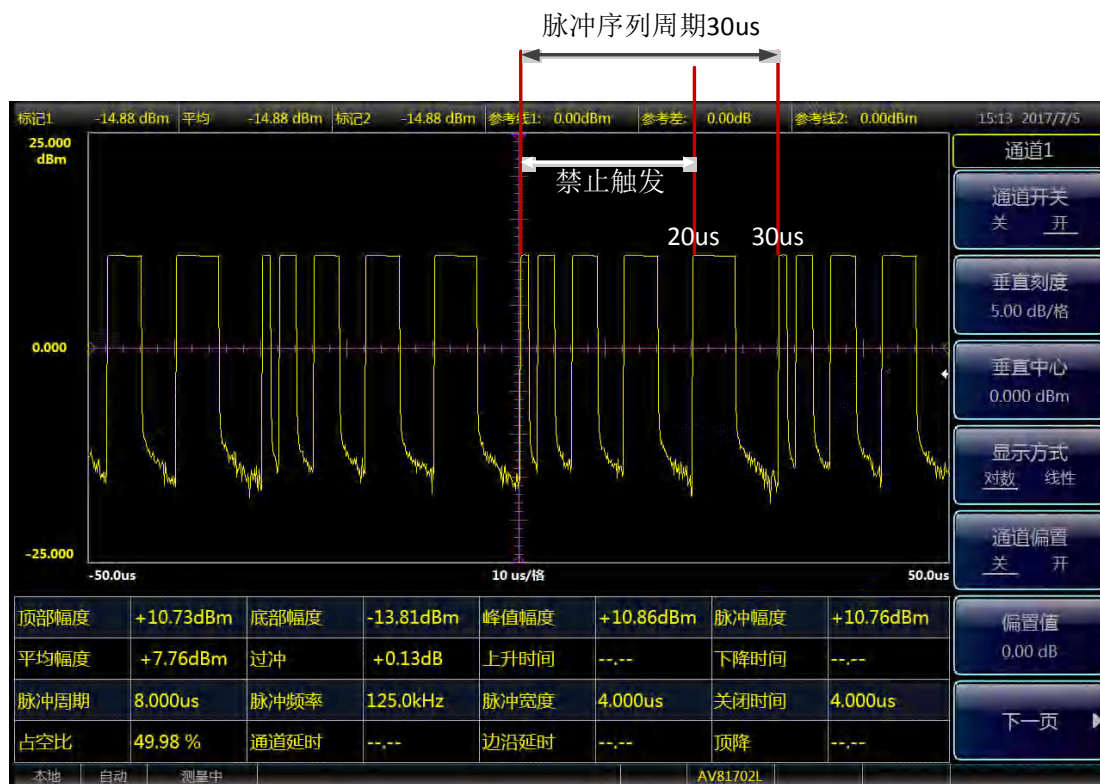


图 4.10 脉冲序列测量

提示

触发释抑设置

触发释抑功能是在每次触发之后加入一定时间间隔，在这段时间内禁止触发，使得每次触发总是从相同脉冲边沿开始，从而得到稳定的波形显示。因此触发释抑时间应设置为稍小于脉冲周期。如上例所示，脉冲序列周期为 30us，当触发沿为脉冲序列第一个脉冲上升沿时，设置触发释抑时间为 20us~30us 均可以稳定触发脉冲序列。

4.10 触发位置的设置

稳定触发是脉冲能够稳定显示的基础，在 2443A 中，脉冲包络经过整形产生与被测信号同步的触发信号，将触发信号的上升沿或者下降沿作为触发位置。触发位置是采样的基准，通过将触发位置设定与屏幕的位置，将波形稳定的显示出来。

如图 4.11 所示为触发位置位于屏幕左侧的显示波形，触发位置的设定，可以通过【触发】和【时基】完成。触发位置位于屏幕中间，并使以上升沿作为触发位置，具体设置为：

- 步骤 1. 设置【触发】> [触发沿] > [+];
- 步骤 2. 设置【时基】> [触发延时] > [0.000ns];
- 步骤 3. 设置【时基】> [触发位置] > [左]，如图 4.4 所示为触发位置位于屏幕左侧；

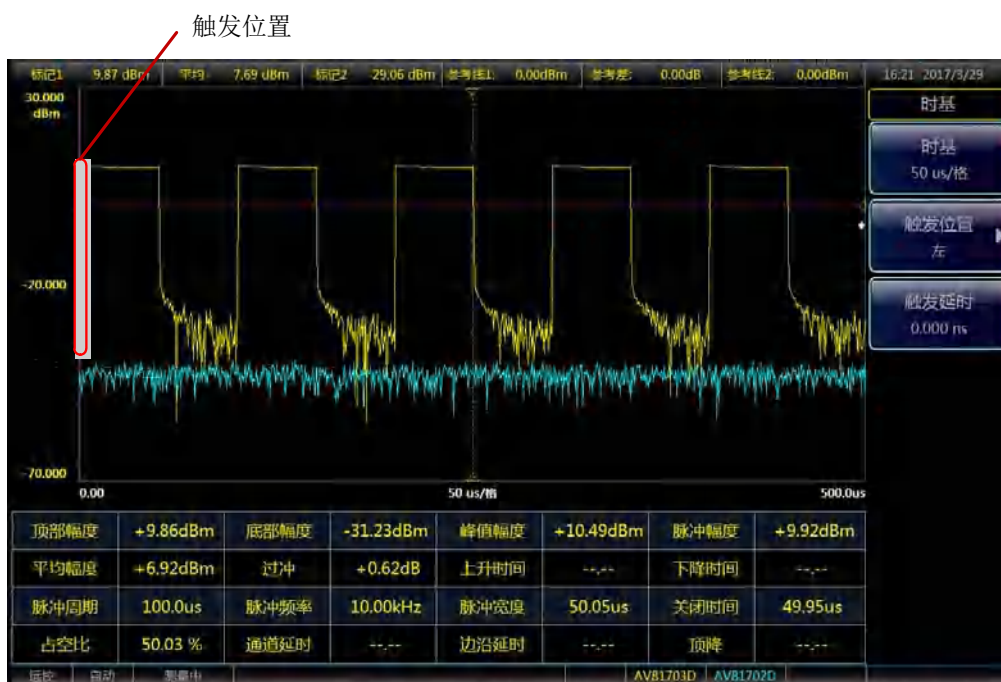


图 4.11 触发位置位于屏幕左侧

- 步骤 4. 设置【时基】> [触发位置] > [右]，如图 4.12 所示，触发位置位于屏幕右侧；

4 操作指南

4.10 触发位置的设置

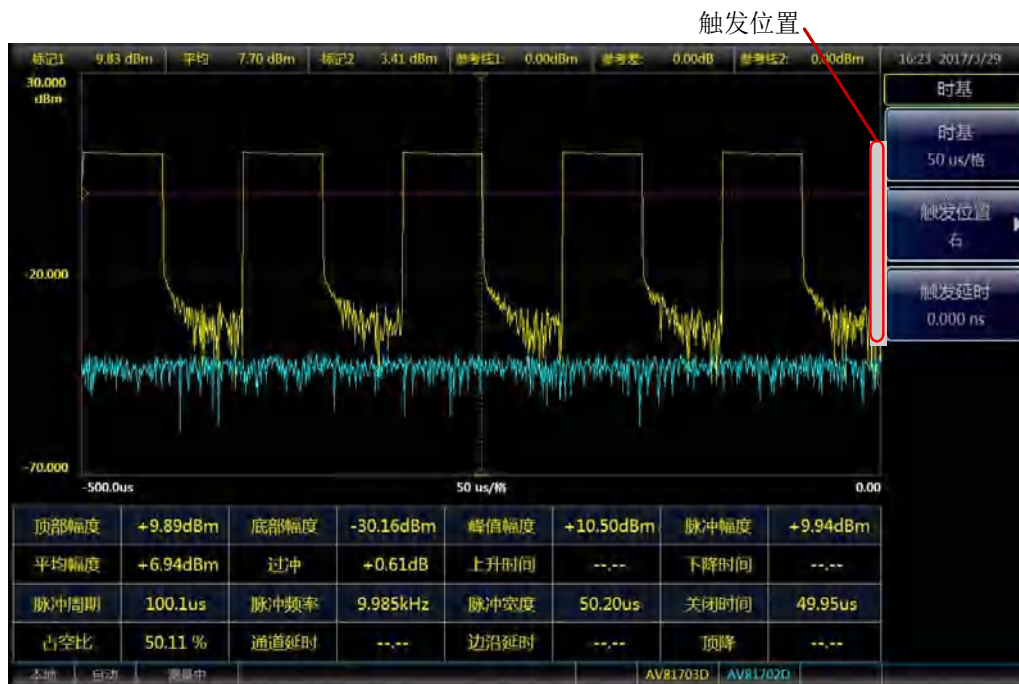


图 4.12 触发位置位于屏幕右侧

步骤 5. 设置【时基】> [触发位置] > [中]，如图 4.13 所示，触发位置位于屏幕中间；

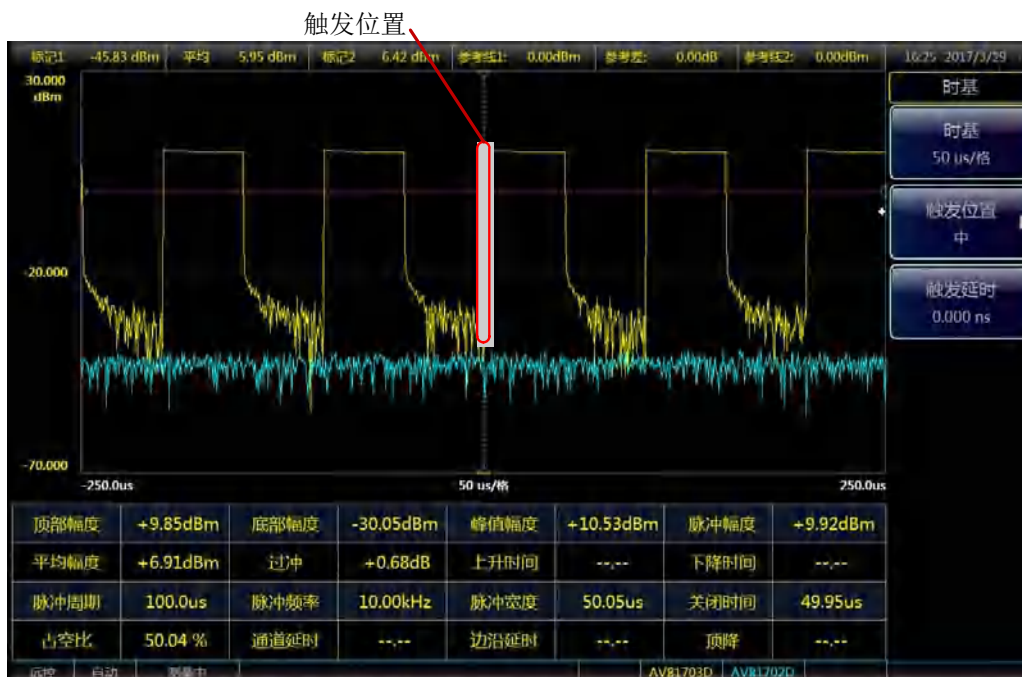


图 4.13 触发位置位于屏幕中间

步骤 6. 设置【时基】> [触发延时] > [35us]，如图 4.14 所示，波形相对于屏幕中心左移了 35us，如果 [触发延时] 设定为负值，将波形相对于屏幕中心向右侧平移。

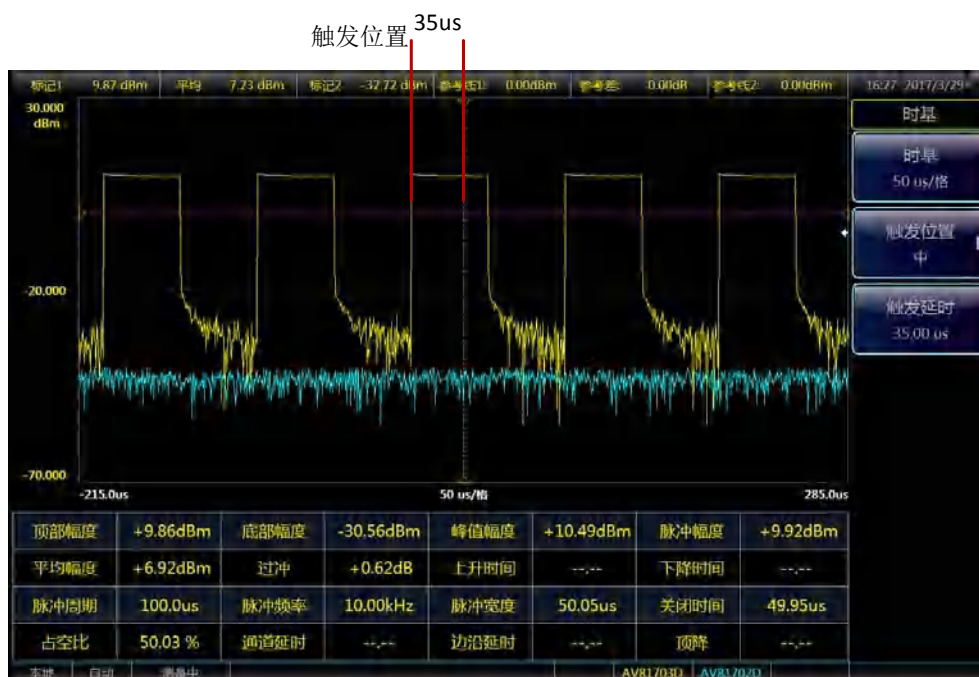


图 4.14 触发延时为 35us

4.11 “偏置”的设置和使用

2443A 峰值功率分析仪可以为测试路径中的信号衰减或增益进行补偿。2443A 在测量通道中的两个位置可以设置偏置，分别是“通道偏置”和“频响偏置”。“通道偏置”、“频响偏置”作用于整个通道，可以独立的对通道 1 或通道 2 进行补偿。

- [设置通道偏置](#).....51
- [设置频响偏置](#).....51

4.11.1 设置通道偏置

如果测量路径中包含放大或衰减电路，那么这个增益和衰减是测量通道所固有的。通道偏置以 dB 为单位，其范围为-100dB 到+100dB，其中，正值补偿衰减器的衰减量，负值补偿放大器的增益量。

以通道 1 为例，通道偏置的设置步骤如下：

步骤 1. 设置【通道 1】> [通道偏置]> [开]；

步骤 2. 设置【通道 1】> [偏置值]，输入偏置量。

如果输入的偏置大小为正值，则显示的是测量结果加上偏置值，如果输入的偏置大小为负值，则显示的是测量结果减去偏置值。

4.11.2 设置频响偏置

频响偏置随频率的不同而不同，它为测试系统响应中的有关频率变化提供了一种快速有

4.11 “偏置”的设置和使用

效的补偿方法，是作用于功率探头的。峰值功率分析仪可以存储 10 组频响偏置表，每个频响偏置表最多设定 80 个频率点。

在启动频响偏置功能后，2443A 在功率测量过程中，峰值功率分析仪自动根据探头校准表格和频响偏置表格设置校准因子，对测量结果进行修正，保证测量准确度。

频响偏置设置步骤：

- 步骤 1. 校零校准功率探头；
- 步骤 2. 设置【通道 1】>[下一页]>[频响偏置]，进入频响偏置设置窗口；
- 步骤 3. 按【上】、【下】按键或者[上一条目]、[下一条目]软键，选择要设置的频响偏置表，选中的频响偏置表底色为深蓝色；
- 步骤 4. 按[状态]软键，打开频响偏置表；
- 步骤 5. 按[编辑]软键，进入频响偏置表编辑菜单；
- 步骤 6. 按[插入]软键，弹出频率对话框，通过数字键输入插入频点，通过右侧软键选择单位；
- 步骤 7. 输入频率单位后，自动弹出偏置对话框，通过数字键输入插入频点的偏置值，单位为 dB；
- 步骤 8. 通过【上】、【下】按键，可以选中需要修改的频点，选中后，按[编辑]软键，进行当前频点频响偏置的修改；
- 步骤 9. 如果删除某个频点的频响，可以通过[删除]软键实现；
- 步骤 10. 频响偏置表偏置量单位可以是对数或者是线性，对数单位为 dB，线性单位为%，按[编辑单位]软键，可实现单位的切换。

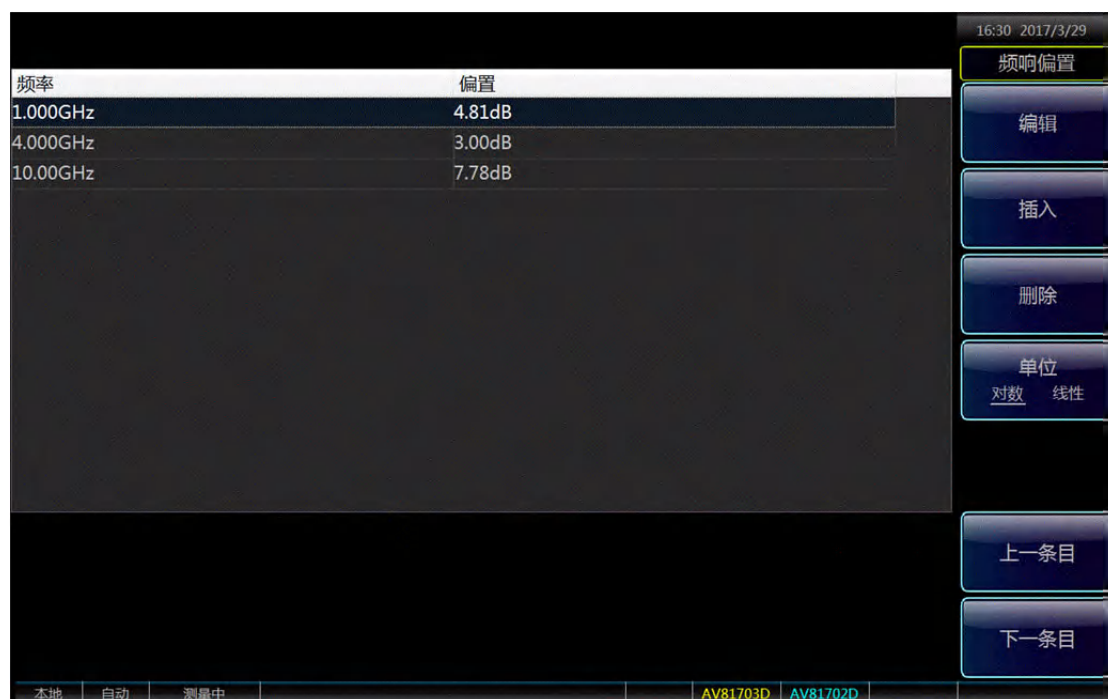


图 4.15 频响偏置编辑窗口

如果频响偏置表中键入的频率超出探头校准表格或频响偏置表中所定义的频率范围，峰

值功率分析仪将用相应表中的最高或最低频率点设置校准因子和偏置。

在实际应用中，如果待测信号频率与探头校准表格和有效频响偏置中的频率点不同，峰值功率分析仪将利用线性插值法来计算该频率点上的校准因子和偏置。

如图 4.15 所示为频响偏置编辑窗口，用户可以自己输入频点、偏置值等操作。

4.12 文本显示模式

按【显示】>[显示模式]>[文本]，进入文本显示窗口。如图 4.16 所示为文本显示窗口，可以同时显示脉冲功率测试的所有参数结果，方便观测。

测量项	通道1	通道2	触发通道1	触发通道2	存储通道1	存储通道2	17:03 2017/7/4
峰值幅度	+10.80dBm	-0.13dBm	+4.774 V	---	+4.776 V	-0.11dBm	显示
平均幅度	---	---	---	---	---	---	显示模式 图像 文本
脉冲幅度	---	---	---	---	---	-0.83dBm	格线类型 十字格线
顶部幅度	+10.10dBm	-0.13dBm	+4.761 V	---	+4.763 V	-0.11dBm	语言 中文 English
底部幅度	-43.64dBm	-15.34dBm	-11.31mV	---	-10.89mV	-16.21dBm	余晖 关 开
过冲	+0.69dB	+0.00dB	100.3 %	---	100.3 %	+0.00dB	参数设置
顶降	---	---	---	---	---	103.5m%	
上升时间	---	23.29us	---	---	---	22.87us	
下降时间	---	4.330us	---	---	---	25.53us	
脉冲周期	---	---	---	---	---	---	
脉冲宽度	---	---	---	---	---	49.97us	
脉冲频率	---	---	---	---	---	---	
关闭时间	49.99us	50.12us	50.00us	---	50.00us	---	
边沿延时	---	7.520us	---	---	---	30.14us	
占空比	---	---	---	---	---	---	
通道延时	---	---	---	---	---	---	
本地	自动	测量中			AV81703L	AV81702F	

图 4.16 文本显示窗口

4.13 自动设置

自动设置将调整垂直中心、垂直刻度、时基、触发电平、触发源、触发延时、平均次数等参数，保证测量迹线以最佳、最快的方式显示给用户。2443A 峰值功率分析仪一共有 4 个硬件通道，包括 2 个功率测量通道和 2 个触发测量通道，只需一键操作，就可以完成这 4 个通道的自动设置。自动设置功能只支持周期小于 1ms 的脉冲信号，自动设置完成后，触发延时自动设置为 0，所有打开通道的平均次数自动设置为 6，其它参数根据打开的通道数和被测信号进行自动设置。具体如下所述：

1、进行自动设置时根据打开的通道数来设置触发源和选择时基基准通道

a) 只打开一个通道

仪器会将触发源自动设置为当前通道的触发源，时基的设置也以当前通道为基准。

b) 打开多于一个通道（2-4 个通道）

4.13 自动设置

触发源保持不变，时基的设置只能以其中一个通道为基准，所选基准通道的优先级顺序为：通道 1 > 通道 2 > 触发通道 1 > 触发通道 2。同时，所选基准通道的测量信号能被自己的触发源触发到，只有这样才会以此通道为基准设置时基，否则，按照优先级顺序依次类推来选择基准通道设置时基。

2、进行自动设置时根据所测脉冲信号的占空比来设置时基

a) 占空比大于 0.1 时

时基的设置是以显示至少 2 个周期的脉冲信号为基准。

b) 占空比小于 0.1 时

时基的设置是以显示尽可能大的完整脉冲宽度为基准。

5 菜单

2443A 峰值功率分析仪菜单包括：系统、通道、时基、校准、频率等，下面将依次列出峰值功率分析仪包含的所有菜单结构及其详细菜单说明。

- 菜单结构.....55
- 菜单说明.....65

5.1 菜单结构

- 通道1.....55
- 通道2.....56
- 触发通道.....56
- 运算通道.....57
- 时基.....58
- 触发.....59
- 校准.....59
- 标记.....60
- 参考.....60
- 显示.....61
- 模式.....62
- 测量.....62
- 系统.....63
- 平均.....63
- 频率.....64
- 自动.....64

5 菜单

5.1 菜单结构

5.1.1 通道 1

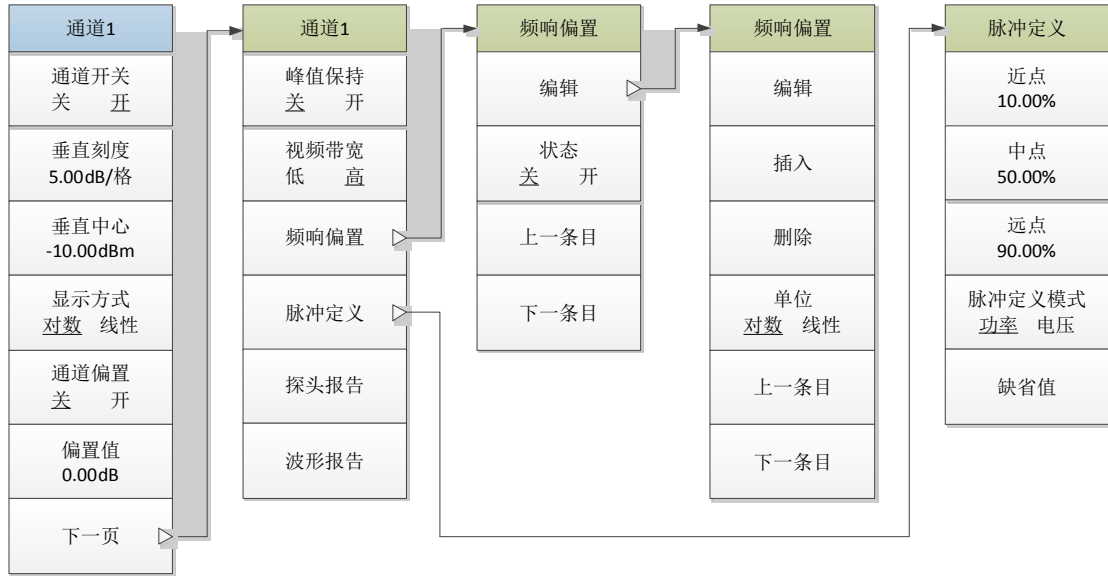


图 5.1 通道 1

5.1.2 通道 2

【通道 2】的菜单结构与【通道 1】类似，在此不再赘述。

5.1.3 触发通道

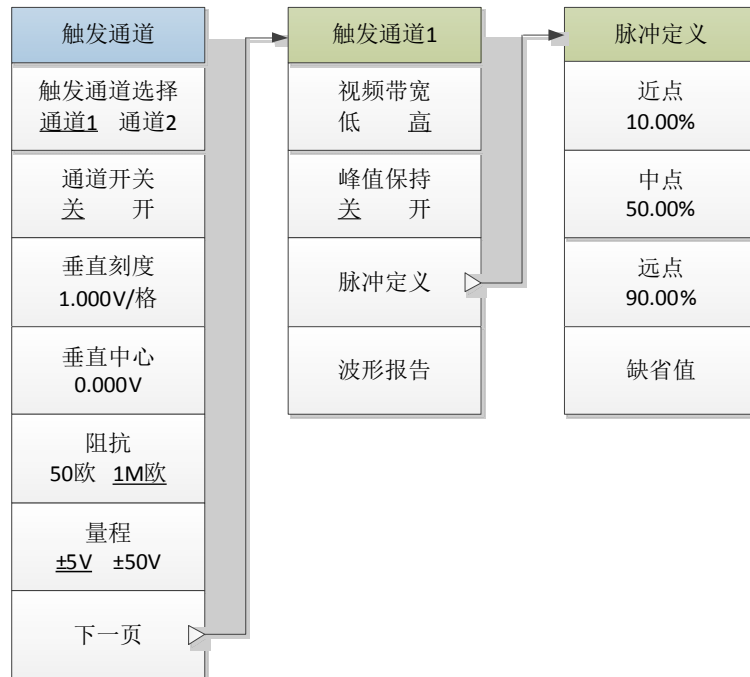


图 5.2 触发通道

5.1.4 运算通道

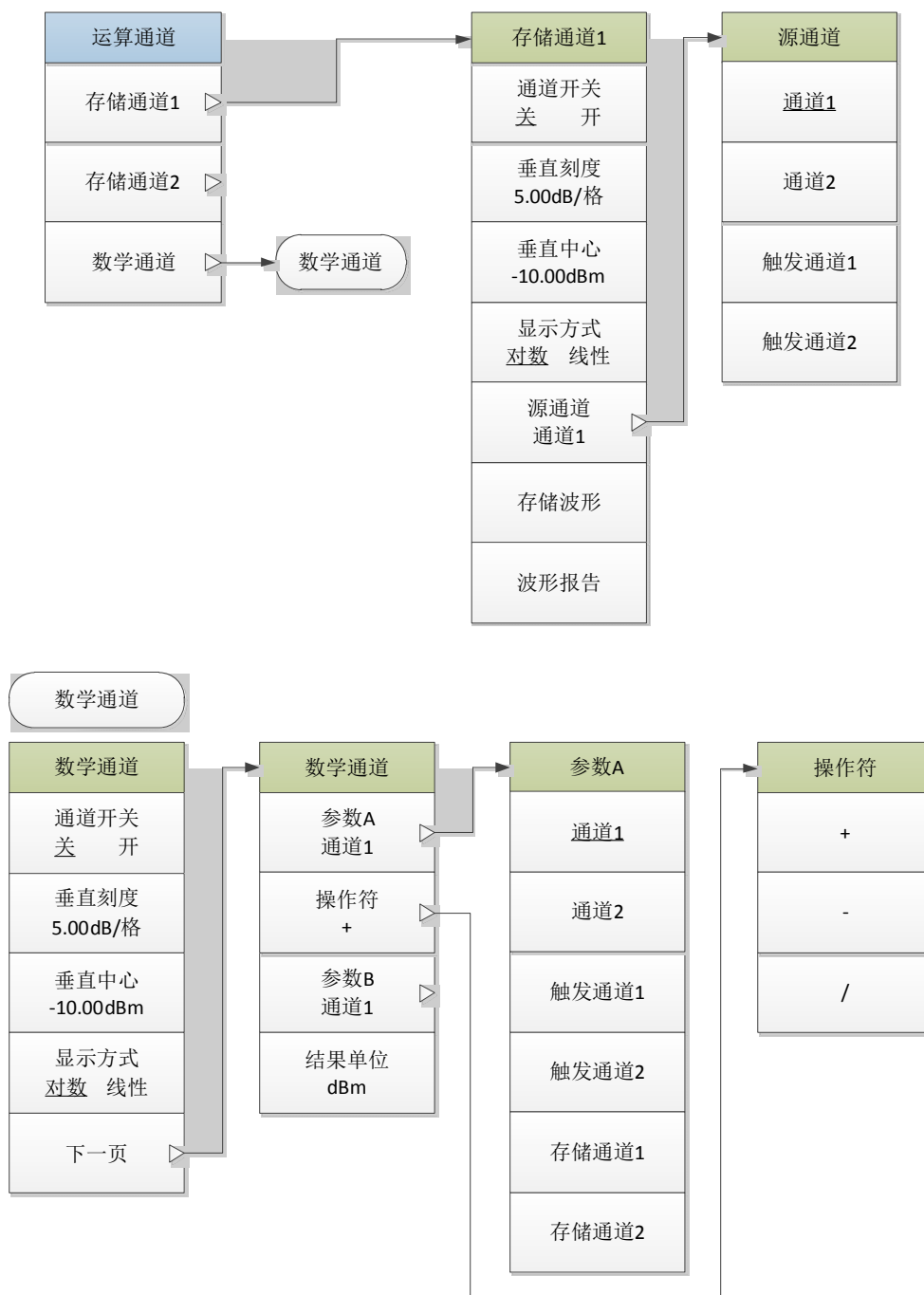


图 5.3 运算通道

5.1.5 时基

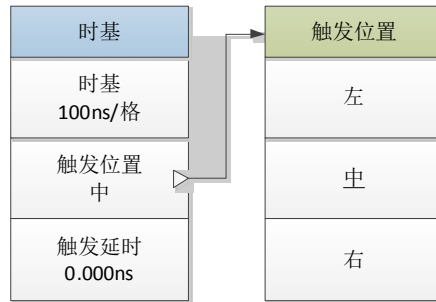


图 5.4 时基

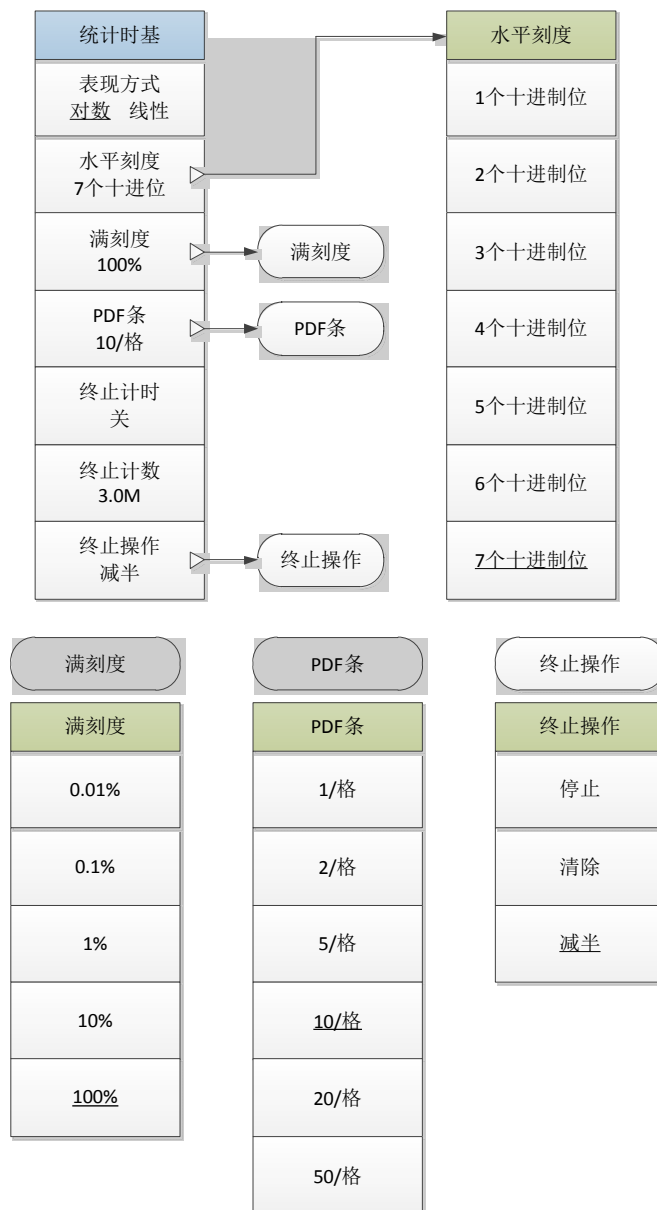


图 5.5 统计时基

5.1.6 触发

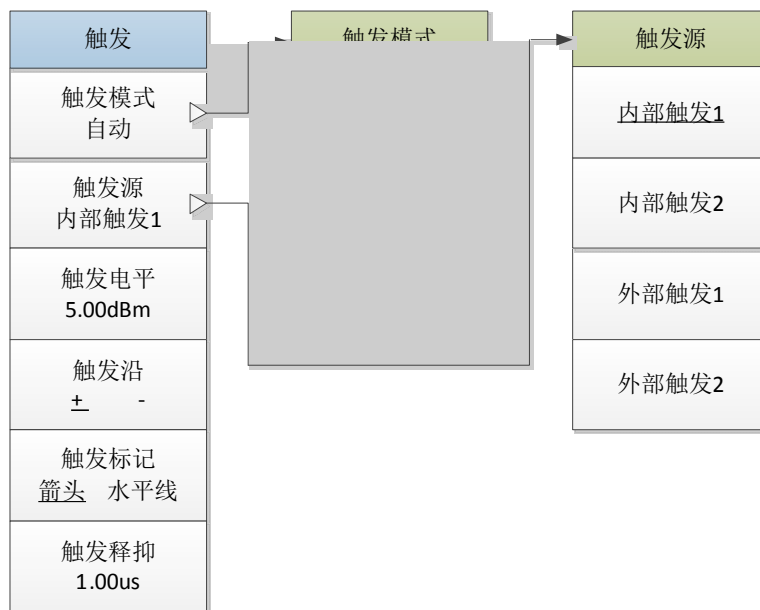


图 5.6 触发

5.1.7 校准



图 5.7 校准

5 菜单

5.1 菜单结构

5.1.8 标记

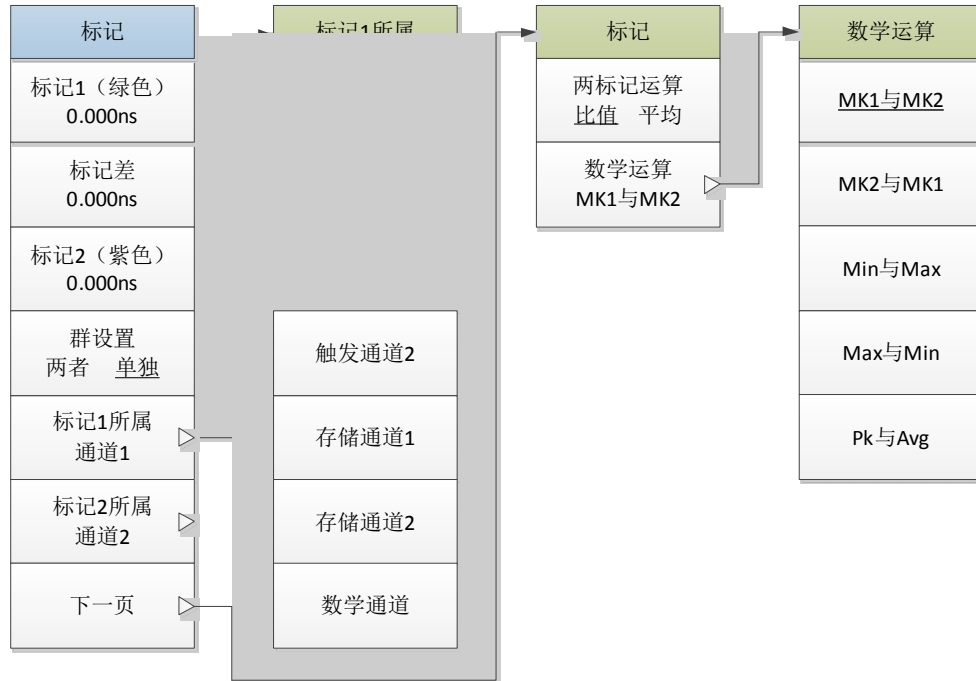


图 5.8 标记

5.1.9 参考

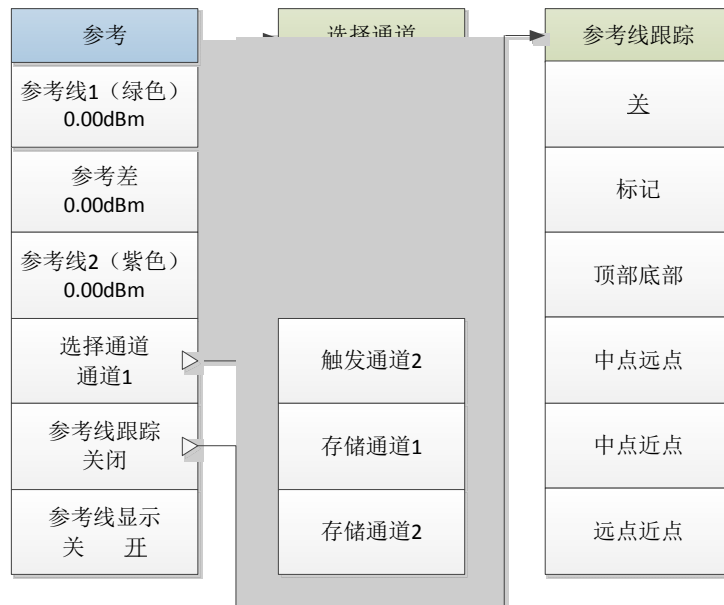


图 5.9 参考

5.1.10 显示

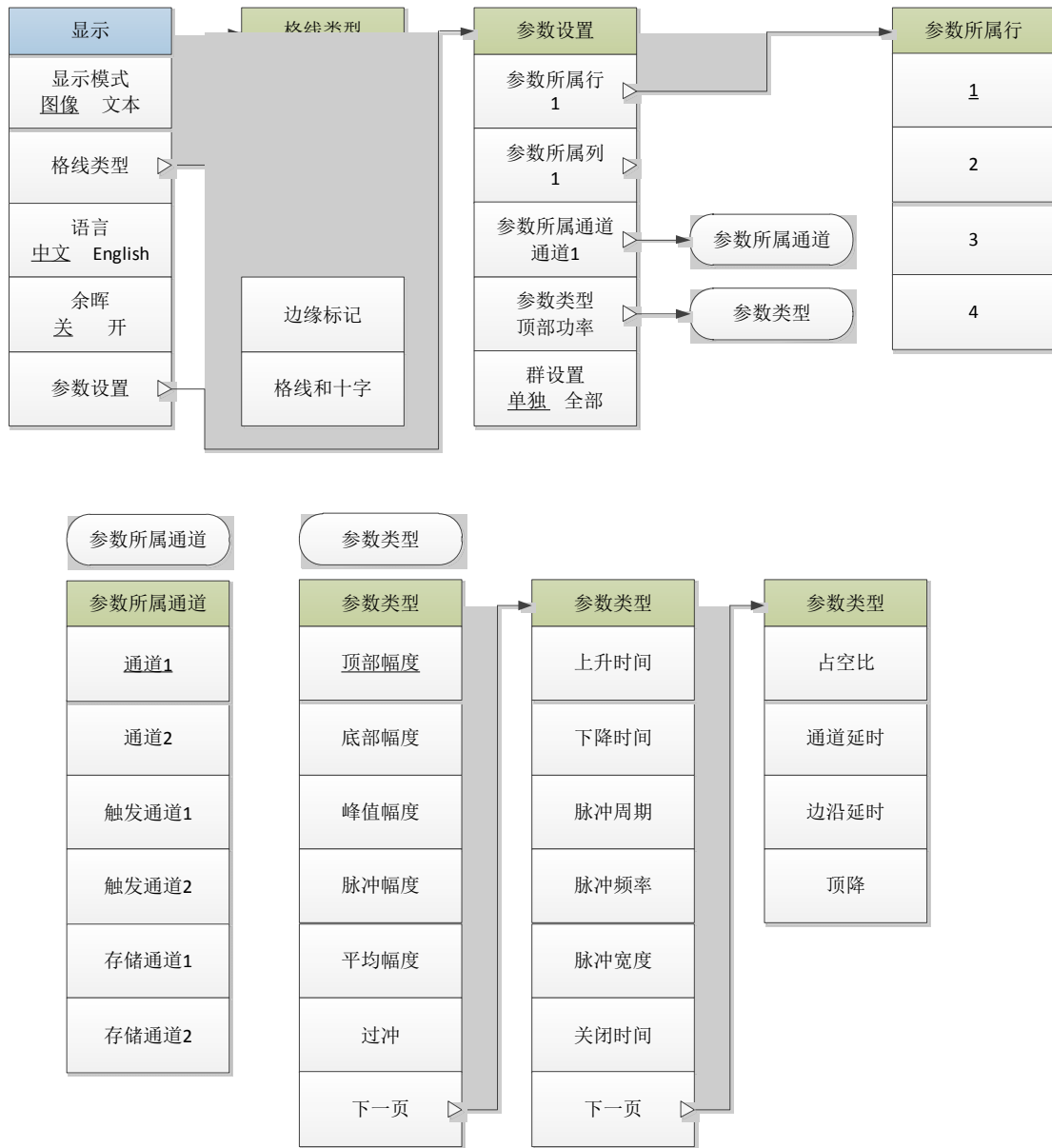


图 5.10 显示

5.1.11 模式



图 5.11 模式

5.1.12 测量

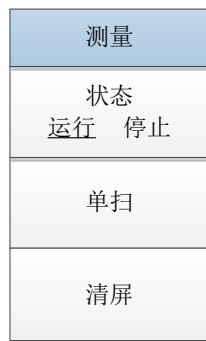


图 5.12 测量

5.1.13 系统

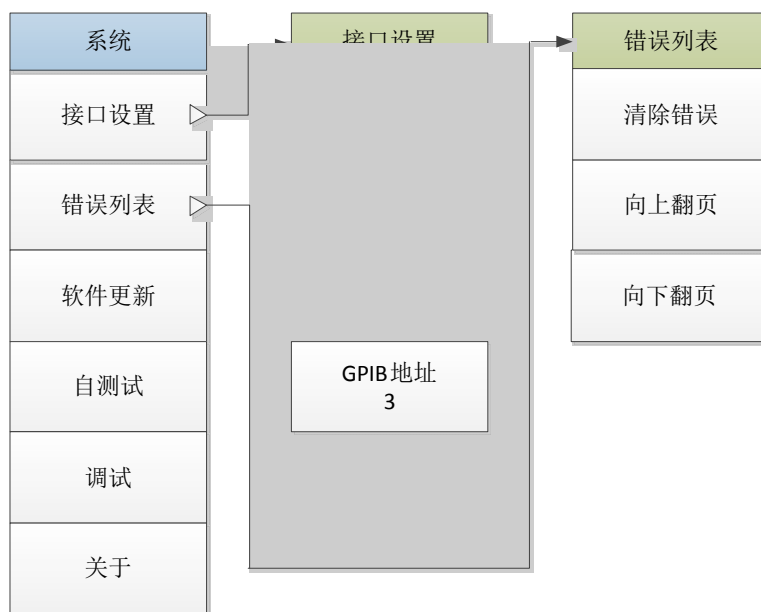


图 5.13 系统

5.1.14 平均



图 5.14 平均

5 菜单

5.1 菜单结构

5.1.15 频率

频率
通道1频率 1.000GHz
通道2频率 1.000GHz

图 5.15 频率

5.1.16 自动

自动
自动设置
自动居中 通道1
自动居中 通道2
自动居中 触发通道1
自动居中 触发通道1

图 5.16 自动

5.2 菜单说明

本节详细介绍菜单项功能，参数等信息。

● 通道1	65
● 通道2	67
● 触发通道	68
● 运算通道	69
● 时基	70
● 触发	72
● 校准	73
● 标记	73
● 参考	74
● 显示	74
● 模式	75
● 测量	76
● 系统	76
● 平均	76
● 频率	77
● 自动	77
● 辅助功能	77

5.2.1 通道 1

按【通道 1】键，进入[通道 1]菜单。

[通道开关]

连接峰值功率探头后，打开或关闭测量通道，按该键停止测量，再次按该键恢复显示。未接峰值功率探头时，通道开关一致处于关闭状态，不能打开。

[垂直刻度]

设置当前波形显示窗口垂直方向每格代表的幅度。例如设置“垂直刻度”为 20.00dB/格，说明垂直方向每格代表幅度为 20dBm。

在对数显示方式下，该参数可在 0.01dB/格至 50dB/格之间任意设置；在线性显示方式下，该参数可在 1nW/格至 50MW/格之间任意设置。

调整该参数可以调整显示图形的垂直幅度，使其更好的利用整个显示区域，或者放大您感兴趣的部分波形。较大的垂直刻度将缩减波形的高度，较小的垂直刻度将增加波形的高度。

[垂直中心]

设置当前波形显示窗口垂直中心位置对应的功率值。当“垂直刻度”为 10.00dB/格时，设置“垂直中心”为 0dBm，则波形显示窗口中心线对应的功率为 0dBm，当输入脉冲调制信号峰值功率为 0dBm，则脉冲波形的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置；如果设置“垂直中心”为 10dBm，则脉冲波形的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置下面一格的位置；如果设置“垂直中心”为 -10dBm，则脉冲波形的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置上面一格的位置。

在对数显示方式下，垂直中心可在 -200dBm 至 200dBm 之间连续变化；在线性显示方式

下，该参数可 0nW 至 100MW 之间连续变化。

按[垂直中心]键，输入数值之后，还需要选择单位。在对数显示方式下，单位为 dBm；在线性显示方式下，线性单位有“uW”、“mW”、“W”等选项。

[显示方式]

设置当前窗口显示数值单位，包括“对数”和“线性”。如果设置“对数”，则单位为 dBm 或者 dB；如果设置“线性”，则单位为 W 或者%。

[通道偏置]

通道偏置是指对功率测量设置一相对偏移量，可对功率探头与被测对象之间固定衰减或放大的一个测量补偿，以便真实反映被测信号的功率值，通道偏置对所有采用当前通道的测量窗口有效。

通常用于对探头和待测试设备之间的衰减器或放大器的补偿，衰减器可以衰减高功率电平的信号，而放大器可以提高小功率电平信号，从而使输入仪器的电平位于其规定范围之内。正的偏移量将使波形上移，负的偏移量将使波形下移。可使用任意一种数值输入方法修改该参数，变化范围为-100dB 至+100dB。

[偏置值]

设置通道偏置大小，范围在-100dB 至+100dB 之间，偏置打开后，数值显示窗口设置为“对数”时，显示功率值为测量功率加上偏置功率，假如当前测量功率为 0dBm，通道偏置为 +20dB，则测量结果为+20dBm；如果数值显示窗口设置为“线性”时，显示功率值为 1.0mW，通道偏置为+20dB，则测量结果为 100mW。

[峰值保持]

设置【标记】> [两标记运算]> [比值]，【标记】> [数学计算]> [pk 与 avg]。当打开峰值保持功能时，峰值功率保持标记 1 和标记 2 之间的功率最大值，直到出现一个新的比该峰值大的功率电平出现；当关闭该功能时，不进行峰值保持，标记间的峰值功率随着信号的变化而变化。

[视频带宽]

可设置 81702、81703 系列峰值功率探头的视频带宽。低的视频带宽可以降低射频噪声电平，高视频带宽用于测量具有快速上升和下降时间的脉冲波形。默认视频带宽设置为高。

[频响偏置]

2443A 最多支持 10 个频响偏置表，每个频响偏置表最多可以设置 80 个点的偏置，2443A 每个通道每次只能打开一个频响偏置表，打开一个频响偏置表时，其他频响偏置表自动关闭。

[编辑]

编辑频响偏置表中频点的偏置量。

具体操作过程是：通过【上】、【下】按键或[上一条目]、[下一条目]软键，选中需要修改偏置的频点，按[编辑]键，进入修改菜单，首先弹出当前点的频率值，如果频率值不变，则按当前频点对应的单位，例如修改 50MHz 频点的偏置值，弹出 50 对话框后，按一下[MHz]，进入“偏置”对话框，用界面上的数字输入新的偏置量。

[插入]

插入频响偏置表中新频点和新偏置量。具体操作与[编辑]菜单相同。插入新的频点，自动按照从小到大的顺序排序。

[删除]

删除当前频响偏置表中的频点。通过【上】、【下】键选中需要删除的频点，按[删除]键，

完成删除。

[单位]

设置当前频响偏置表单位是“线性”或者“对数”。如果设置单位为“线性”，单位为%，设置单位为“对数”，单位为 dB。

[上一条目]

选择上一条。也可以用【上】键选择。

[下一条目]

选择下一条。也可以用【下】键选择。

[状态]

当前频响偏置表的状态，如果状态为开，则当前频响偏置表的“启用状态”为“开”，其他频响偏置表均为“关”。

[上一条目]

选择上一条。也可以用【上】键选择。

[下一条目]

选择下一条。也可以用【下】键选择。

[脉冲定义]

定义脉冲波形的近点、中点、远点等参数，用户可根据自己的需求进行定义。

[近点]

顶部和底部幅度之间的近点功率电平。用于定义脉冲的上升时间的起始电平和下降时间的结束电平，一般设置为功率电平幅度的 10%。

[中点]

顶部和底部幅度之间的中间点功率电平。用于定义脉冲宽度的功率电平，一般设置为功率电平幅度的 50%。

[远点]

顶部和底部幅度之间的远点功率电平。用于定义脉冲的上升时间的结束电平和下降时间的开始电平，一般设置为功率电平幅度的 90%。

[缺省值]

选择近点、中点、远点的默认设置，分别为 10%、50%和 90%。

[探头报告]

以列表形式给出当前接入探头的型号、序列号、版本号和关键指标等信息。

[波形报告]

以列表形式给出测量当前被测信号需要设置的通道、时基和触发等设置。

5.2.2 通道 2

提示

通道 2 菜单

通道 2 与通道 1 的菜单设置类似，在此不再赘述。

5.2.3 触发通道

按【触发通道】，进入触发通道菜单。

[触发通道选择]

按该键选择设置触发通道 1 或触发通道 2。

[通道开关]

打开或关闭当前选择触发通道，按该键停止测量，再次按该键恢复显示。

[垂直刻度]

设置当前波形显示窗口垂直方向每格代表的幅度。例如设置“垂直刻度”为 1.000V/格，说明垂直方向每格代表幅度为 1.000V。触发通道的垂直刻度仅可以使用线性方式显示，可在 1.000mV/格至 10.00V/格之间任意设置。

调整该参数可以调整显示图形的垂直幅度，使其更好的利用整个显示区域，或者放大您感兴趣的部分波形。较大的垂直刻度将缩减波形的高度，较小的垂直刻度将增加波形的高度。

[垂直中心]

设置当前波形显示窗口垂直中心位置对应的电压值。当“垂直刻度”为 10.00V/格时，设置“垂直中心”为 0V，则波形显示窗口中心线对应的电压为 0V，当输入触发电压信号为 0V，则触发信号的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置；如果设置“垂直中心”为 10V，则触发信号的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置下面一格的位置；如果设置“垂直中心”为 -10V，则触发信号的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置上面一格的位置。

垂直中心可在 -100.00V 至 100.00V 之间连续变化。按[垂直中心]键，输入数值之后，还需要选择单位，线性单位有“mV”、“V”等选项。

[阻抗]

选择外部触发通道输入终端负载。1M Ω 输入阻抗用于示波器 10: 1 驱动探针和一般应用。50 Ω 输入阻抗在需要最大触发带宽或电缆反射严重时使用。当电压均方根值超过 7V 时，不适合使用 50 Ω 输入阻抗。

[量程]

选择高低敏感度范围。 $\pm 5V$ 范围用于不超过 $\pm 5V$ 峰峰值振幅的输入信号，超出范围的信号将被钳位，该范围用于大多数逻辑信号。 $\pm 50V$ 范围用于不超过 $\pm 50V$ 峰峰值振幅的输入信号，超出范围的信号将被钳位，该范围用于电源在内的一般电压测量。

[视频带宽]

选择外部触发响应的高低带宽。低带宽触发响应用于有噪声的低频信号非常有用。高带宽响应用于高频信号、任意带宽的干净信号非常有用。

[峰值保持]

设置【标记】> [两标记运算] > [比值]，【标记】> [数学计算] > [pk 与 avg]。当打开峰值保持功能时，峰值功率保持标记 1 和标记 2 之间的电压最大值，直到出现一个新的比该峰值大的电压出现；当关闭该功能时，不进行峰值保持，标记间的峰值电压随着信号的变化而变化。

[脉冲定义]

定义脉冲波形的近点、中点、远点等参数，用户可根据自己的需求进行定义。

[近点]

顶部和底部幅度之间的近点电平。用于定义脉冲的上升时间的起始电平和下降时间的结束电平，一般设置为电平幅度的 10%。

[中点]

顶部和底部幅度之间的中间点电平。用于定义脉冲宽度的上升时间和下降时间的中间点电平，一般设置为电平幅度的 50%。

[远点]

顶部和底部幅度之间的远点电平。用于定义脉冲的上升时间的结束电平和下降时间的开始电平，一般设置为电平幅度的 90%。

[缺省值]

选择近点、中点、远点的默认设置，分别为 10%、50%和 90%。

[波形报告]

以列表形式给出测量当前被测信号需要设置的通道、时基和触发等设置。

5.2.4 运算通道

按【运算通道】->[存储通道 1]，进入存储通道 1 菜单。

[通道开关]

打开或关闭存储通道，按该键波形消失，再次按该键恢复显示。

[垂直刻度]

设置当前波形显示窗口垂直方向每格代表的幅度，例如设置“垂直刻度”为 20.00dB/格，说明垂直方向每格代表幅度为 20dBm。垂直刻度可以用对数和线性两种方式显示，表明了峰值功率分析仪显示测量最大和最小信号的能力。

在对数显示方式下，该参数可在 0.01dB/格至 50dB/格之间任意设置；在线性显示方式下，该参数可在 1.000nW/格至 50.00MW/格之间任意设置。

调整该参数可以调整显示图形的垂直幅度，使其更好的利用整个显示区域，或者放大您感兴趣的部分波形。较大的垂直刻度将缩减波形的高度，较小的垂直刻度将增加波形的高度。

[垂直中心]

设置当前波形显示窗口垂直中心位置对应的功率值。当“垂直刻度”为 10.00dB/格时，设置“垂直中心”为 0dBm，则波形显示窗口中心线对应的功率为 0dBm，当输入脉冲调制信号峰值功率为 0dBm，则脉冲波形的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置；如果设置“垂直中心”为 10dBm，则脉冲波形的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置下面一格的位置；如果设置“垂直中心”为-10dBm，则脉冲波形的顶部幅度处于波形显示窗口的中间位置上面一格的位置。

在对数显示方式下，垂直中心可在-200dBm 至 200dBm 之间连续变化；在线性显示方式下，该参数可 0nW 至 100MW 之间连续变化。

按[垂直中心]键，输入数值之后，还需要选择单位。在对数显示方式下，单位为 dBm；在线性显示方式下，线性单位有“uW”、“mW”、“W”等选项。

[显示方式]

设置当前窗口显示数值单位，包括“对数”和“线性”。如果设置“对数”，则单位为 dBm 或者 dB；如果设置“线性”，则单位为 W 或者%。

[源通道]

选择存入存储通道 1 的数据波形，可供选择的通道有通道 1、通道 2、触发通道 1、触发通道 2。

[存储波形]

按该软键，执行波形存储操作，将选中的源通道数据存储到存储通道 1。

[波形报告]

以列表形式给出有关存储波形的详细信息。

提示**存储通道 2 菜单**

存储通道 2 与存储通道 1 的设置类似，在此不再赘述。

按【运算通道】->[数学通道]，进入数学通道菜单。

数学通道能够显示两个通道信号之和、之差和之比的波形。当信号通过某个电路元件(如放大器或滤波器等)时，利用数学通道信号之差的波形可以对信号进行比较，从而确定电路元件的某些参数。在进行此类应用时，可以将通道 1 的探头连接到设备的输入(通过耦合器)上，将通道 2 探头连接到设备的输出上。

数学通道设置菜单能够进行数学通道的相关设置，如通道开关、垂直刻度、垂直中心、显示方式和数学运算等参数的设置。其中，通道开关、垂直刻度、垂直中心、显示方式的设置与通道 1 类似，在此不再赘述。

下面仅对数学运算参数的设置加以说明。

[参数 A]

选择数学运算第一项的源通道，可以在左侧弹出窗口选择通道 1、通道 2、触发通道 1、触发通道 2、存储通道 1 和存储通道 2。

[操作符]

选择数学通道的运算符号，可以选择“+”、“-”或“/”。数学通道的运算都是以线性方式进行的，通过显示方式选择计算结果以对数或线性方式显示。

[参数 B]

选择数学运算第二项的源通道，可以在左侧弹出窗口选择通道 1、通道 2、触发通道 1、触发通道 2、存储通道 1 和存储通道 2。

[结果单位]

仪器内部均以 mW 为单位进行“+”、“-”或“/”的运算。操作符为“+”和“-”时，运算结果以 mW 为单位存放，操作符为“/”时，运算结果以比值为单位存放。

5.2.5 时基

在峰值和连续波测量模式下，本菜单各软键功能解释如下。

[时基]

选择波形显示时每格所代表的时间(共 10 格)，该参数可在 5ns/格至 3600s/格之间连续切换，以 1-2-5 步进。如果输入值不是标准的有效时基，系统将自动修正到小于该输入值的第一个有效设置上。

[触发位置]

设置显示波形触发时刻所处的位置，有左、中、右三个选项，默认触发位置位于图形的中间。

选择左边触发观察紧跟在触发时刻之后的波形，选择右边可以观察触发发生之前的波形，

选择中间可以观察触发前后的波形。

[触发延时]

从触发信号边沿到信号捕获并显示之间的一个时间间隔。正的触发延迟表示触发边沿到来后延迟一段时间触发，波形左移；负的触发延迟表示在触发边沿到来之前，提前一段时间开始触发，波形右移。

触发延迟的调节范围和调节分辨率与时基的设置有关。如果输入值不是标准的有效延迟时间，系统将自动修正到最近的一个有效设置上。调节时基时，仪器也会同步调整触发延时到最近的有效设置上。

在 CDF、CCDF、PDF 统计测量模式下，本菜单各软键功能解释如下。

[表现方式]

可以对数或线性表示统计测量时的水平刻度，两种表现方式下都有各自独立的设置范围和偏移。

[水平刻度]

可以调整概率统计模式下的水平刻度。在对数表示方式下，可以设置水平刻度为 1~7 个十进制位。

在线性表示方式下，水平刻度可以在 10%/格、5%/格、2%/格、1%/格、0.5%/格、0.2%/格、0.1%/格之间进行选择。

[满刻度] / [水平偏移]

在对数表现方式下，显示[满刻度]菜单，该菜单可以设置水平显示的满刻度值，在 0.01%、0.1%、1%、10%、100%之间进行选择。设置的数值显示在屏幕波形显示区右下角。

在线性表示方式下，显示[水平偏移]菜单，该菜单可以设置水平显示的偏移值。

[PDF 条]

该菜单仅在 PDF 统计模式下有效，在其他模式下显示为背景灰色。

利用该菜单可以设置构成 PDF 图形的 PDF 条的数目。可以在 1/格、2/格、5/格、10/格、20/格、50/格之间选择。

[终止计时]

设置统计测量的停止时间。可以手动设置统计测量的结束时间，有效时间为 1 秒、2 秒、5 秒、10 秒、30 秒、1 分钟、2 分钟、5 分钟、10 分钟、30 分钟、1 小时。如果输入值不是有效时间，系统将自动修正到最近的一个有效设置上。选项“关”可以禁止使用时间作为终止条件。

[终止计数]

设置统计测量停止时的采样点数，可以在 2.0M 和 4096M 之间进行设置。

注意

终止条件设置

如果同时设置了终止时间和终止数目，系统将响应首先满足的终止条件。

[终止操作]

终止操作可以在“停止”、“清除”和“减半”之间切换。在检测到终止条件时，“停止”选项可以使仪器自动停止测量，“清除”选项可以自动启动一个新的统计测量过程，“减半”选项能够自动将柱状图和个数除以 2，同时继续测量，这种方式使测量过程无限期的执行，但是降

低了能够检测到的最小事件概率。

5.2.6 触发

在统计测量模式下，由于仪器不需要触发事件，而是对信号进行连续采样，因此该菜单不可用。本菜单各软键功能解释如下。

[触发模式]

可以循环选择“自动”、“正常”和“自动电平”三种触发模式。

在“自动”触发模式下，在预定时间之内，如果没有触发信号，2443A 自动进行采样，并将波形显示；如果在预定时间之内有触发，则稳定显示波形。在“正常”触发模式下，2443A 等待触发信号进行采样，如果无触发信号，则一直等待下去直至触发信号到来。在“自动电平”触发模式下，通道 1 和通道 2 根据被测脉冲的幅度值，自动设置触发电平为比顶部功率低 3dB，从而保证波形能够稳定显示；触发通道根据被测电压信号的幅度值，自动设置触发电平为最大值和最小值之和的 1/2。

注意

窄脉冲信号测量

在进行长周期的窄脉冲测量时，由于自动触发模式下屏幕显示的信号范围有限，因此在观察窄脉冲信号时，只能在正常触发模式下才能正常显示脉冲波形。

[触发源]

选择触发源，可以在内部触发 1、内部触发 2、外部触发 1 和外部触发 2 之间进行选择。

[触发电平]

选择触发信号的门限电平，当选择内触发时，该参数可在 -40.00dBm 至 +20.00dBm 之间连续变化，当选择外触发时，该参数根据触发通道的量程设置，可在 -5.00V ~ +5.00V 或 -50.00V ~ +50.00V 之间连续变化。当 [触发模式] 为自动电平时，该菜单变灰，禁止用户设置。

[触发沿]

选择信号通道触发电平的时候，是上升沿触发还是下降沿触发。“+”表示上升沿触发，“-”表示下降沿触发。

[触发标记]

选择以箭头或者水平线表示触发电平的位置。

[触发释抑]

在测量复杂脉冲波形时防止出现伪触发。当被测信号在一个触发周期内具有多个脉冲时，触发释抑用于稳定显示该复杂脉冲信号。测量帧通信信号是应用触发释抑功能的一个很好的例子。这种信号的特征为随机数据信号具有重复帧，每个帧由几位帧模型标记。为了达到稳定显示，在帧模式下触发数据捕获是必要的。然而，没有外部触发信号，仪器将在数据脉冲上重复触发，在帧模式中导致显示不稳定。

为了解决这个问题，触发释抑功能指定一个时间周期内抑制触发。通过设置触发释抑周期为稍稍小于帧间隔，仪器可以自动跟踪帧模式并表现为稳定显示。最小触发释抑值为 10ns，该值为一个触发事件发生后下一个触发事件发生前的最小时间间隔。输入 0 表示触发释抑无

效。

5.2.7 校准

进行通道的校准操作，按该软键，系统进入通道校准菜单。

81702 系列、81703 系列峰值功率探头内置参考，不需要接外部校准源即可完成校准操作。同时探头内置开关，在连接被测设备时，不关闭被测设备输出，也可以进行校零校准操作。

触发通道校零、校准时需要断开信号输入。

具体请参考“4.2 测量前的校零与校准”。

5.2.8 标记

标记表现为波形显示区域的垂直线，共有两个标记。设置标记的目的是为了方便显示某一时刻的功率电平，并在此基础上进行分析计算。

[标记 1 (绿色)]

设置标记 1 的位置，该位置是相对于触发时间的，用正负时间单位表示。

标记 1 颜色为绿色，当进行标记 1 的位置设置时，标记 1 的上下两个线端出现三角形提示。使用方向键或触摸屏数字小键盘均可以调整标记 1 的位置，其有效设置值与选择的时基或百分比时基有关，只能位于前面板显示的波形区域内。在峰值和连续波测量模式下，其设置单位为时间单位；在统计分析模式下，其设置单位为百分比单位。

[标记差]

该参数由系统自动计算得出，表示标记 1 和标记 2 之间的时间差或百分比之差。调整标记 1 或标记 2，标记差会自动调整。

[标记 2 (紫色)]

设置标记 2 的位置，该位置是相对于触发时间的，用正负时间单位表示。

标记 2 颜色为紫色，当进行标记 2 的位置设置时，标记 2 的上下两个线端出现三角形提示。使用方向键或触摸屏数字小键盘均可以调整标记 2 的位置，其有效设置值与选择的时基或百分比时基有关，只能位于前面板显示的波形区域内。在峰值和连续波测量模式下，其设置单位为时间单位；在统计分析模式下，其设置单位为百分比单位。

[群设置]

选择是否同时设置标记 1 和标记 2 的所属通道。当选择“两者”时，可以通过[标记 1 所属通道]或者[标记 2 所属通道]软键同时调整标记 1 和标记 2 的所属通道，此时标记 1 和标记 2 属于同一个通道；当选择“独立”时，标记 1 和标记 2 的所属通道的设置是独立设置的，标记 1 和标记 2 可以分属不同的通道。

[标记 1 所属通道]

选择标记 1 显示的数据所在的源通道，可以是通道 1、通道 2、触发通道 1、触发通道 2、数学通道、存储通道 1、存储通道 2。

[标记 2 所属通道]

选择标记 2 显示的数据所在的源通道，可以是通道 1、通道 2、触发通道 1、触发通道 2、数学通道、存储通道 1、存储通道 2。

[两标记运算]

选择两标记处功率的运算方式，运算结果显示在标记 1 和标记 2 的中间位置。“比值”

选项表示两标记处的线性功率比值，“平均”选项表示两标记之间的平均功率，可以用来测量某段时间内的平均功率。

[数学计算]

设置标记 1 和标记 2 的数据类型，包括 MK1 与 MK2、MK2 与 MK1、MIN 与 MAX、MAX 与 MIN 和 PK 与 AVG 等五种计算方法。

5.2.9 参考

参考线表现为波形显示区域的一条水平线，共有两个参考线。设置参考线的目的是为了直观显示脉冲波形的有关参数，并与标记一起实现波形跟踪功能。

[参考线 1 (绿色)]

设置参考线 1 的功率电平，选择通道为功率通道时，单位为 dBm；选择通道为触发通道时，单位为 mV、V。

参考线 1 颜色为绿色，当进行参考线 1 的位置设置时，标记 1 的左右两个线端出现三角形提示。使用方向键或触摸屏数字小键盘均可以调整参考 1 的位置，其有效设置值与选择的垂直刻度有关，只能位于前面板显示的波形区域内。

[参考差]

该参数由系统自动计算得出，表示参考线 1 和参考线 2 之间的功率差值或电压差值。调整参考线 1 或参考线 2，参考差会自动调整。

[参考线 2 (紫色)]

设置参考线 2 的功率电平，选择通道为功率通道时，单位为 dBm；选择通道为触发通道时，单位为 mV、V。

参考线 2 颜色为紫色，当进行参考线 2 的位置设置时，标记 2 的左右两个线端出现三角形提示。使用方向键或触摸屏数字小键盘均可以调整参考 2 的位置，其有效设置值与选择的垂直刻度和垂直中心有关，只能位于前面板显示的波形区域内。

[选择通道]

设置参考线 1 和参考线 2 所在的源通道，可以是通道 1、通道 2、触发通道 1、触发通道 2、存储通道 1、存储通道 2。

[参考线跟踪]

选择关闭和打开参考线跟踪模式。在参考线跟踪模式下，参考线可以跟踪所有通道的标记，顶部底部、中点近点、中点远点、远点近点；此时，参考线 1、参考差、参考线 2 不能手动设置，而是根据跟踪模式自动改变。

[参考线显示]

选择关闭或打开参考线显示功能。

5.2.10 显示

[显示模式]

选择测量结果的显示方式。图像显示方式采用迹线显示测量的信号波形，同时在自动参数测量区显示峰值功率、脉冲功率、平均功率等幅度参数以及上升时间、下降时间、脉冲宽度、脉冲周期等时域参数，可根据需要在菜单中选择显示所需的测量参数；文本显示方式采用文本形式描述各个通道的测量结果，当前测量条件下所有参数的测量值将一起显示。

[格线类型]

选择图像显示模式下，波形显示的格线类型。用户可以在空白框、十字线、格线、边缘标记、格线和十字线之间选择。

[语言]

选择操作界面的显示语言，可以为中文或英文显示。

[余晖]

打开或关闭余晖显示方式。

[参数设置]

按参数设置键，系统进入测量参数选择子菜单。选择图形显示模式下自动测量区域显示参数，在统计模式下，参数设置键无效。

5.2.11 模式

按测量模式键，可以在左侧弹出窗口选择测量模式：峰值、连续波、CDF、CCDF、PDF、USB 通道。

更改测量模式能够影响整个仪器的设置，测量数据的采集、处理、通道选择、数据显示以及菜单结构都会随之发生改变。

下面对 USB 通道菜单做简要说明，详细使用说明见 87230 系列 USB 功率探头使用用户手册。

[USB 通道]

2443A 可以连接 87230 系列功率探头进行连续波平均功率测量，该菜单仅在连接 USB 连续波功率探头后才可打开。

[通道开关]

打开或关闭 USB 通道。

[频率]

设置输入信号的频率，系统根据输入的频率计算出探头校准因子，校准因子和探头有关。

[平均]

选择自动平均或手动平均，选择自动时，平均次数由程序根据测量结果自动设置，选择手动时，通过[平均次数]手动修改。

设置进行平均计算的采样点个数，变化范围为 1~1024。增加平均次数可以降低噪声，减少测量结果的抖动，以达到稳定显示的效果。但当平均次数较多时，测量过程会变得非常缓慢，请用户谨慎设置平均次数。

[校零]

该菜单用于 USB 连续波功率探头的校零操作。

[显示方式]

选择线性或对数显示。

[偏置]

通道偏置是指在功率测量值以对数方式显示的条件下，可以给测量值的相对偏移量。

通常用于对探头和待测试设备之间的衰减器或放大器的补偿，衰减器可以衰减高功率电平的信号，而放大器可以提高小功率电平信号，从而使输入仪器的电平位于其规定范围之内。

[相对测量]

打开相对测量的控制开关。在关状态下，功率测量为真实值，在开状态下，显示相对测量值。相对测量的相对值设置按钮。不管当前[相对测量]的状态为开或关，点击该软键，主

机都会记录当前功率测量值，并在相对值菜单下方显示，主界面显示功率测量值为实际功率测量值减去相对值的功率差值。

5.2.12 测量

[状态]

在运行状态下，系统持续采集功率包络信号并显示；在停止状态下，系统不再采集数据。该命令对所有通道都有效。在数据采集停止时，可以继续设置标记和参考线。

[单扫]

在测量停止状态下有效，按该键系统只捕获一个触发事件，显示整屏图像。在测量运行状态下，该键无效，背景呈灰色。该按键可以和触发模式下的正常触发配合使用，可以用于捕获信号由未触发状态到触发状态的第一个触发事件测量波形。在正常触发模式下，按下该按键后，马上变灰，该键无效，持续扫描触发信号，只有捕捉到触发信号才可以进行下一次单扫。

[清屏]

清空屏幕显示的迹线和数据缓存，仪器重新进行采样。

5.2.13 系统

[接口设置]

配置本机的网络参数，包括 IP 地址、子网掩码、网关地址、GPIB 地址。在各个条目下，输入适当的数值。如果用户输入的数值超范围，系统会自动调整到最近的有效设置上。

[错误列表]

按该软键，仪器显示错误信息列表，可以查看系统提示的出错信息。

[软件更新]

该菜单用于售后人员进行软件更新所用，不对用户开放。

[自测试]

按该软键，仪器开始自测试，可以查看系统各硬件工作是否正常。

[调试]

该菜单用于设计人员和售后维修人员调试使用，不对用户开放。

[关于]

产品名称、软件版本号和生产厂家。

5.2.14 平均

设置进行平均计算的采样点个数，变化范围为 1~16384。增加平均次数可以减少测量结果的抖动，以达到稳定显示的效果。但当平均次数较多时，测量过程会变得非常缓慢，部分信号细节会被平滑掉，请用户谨慎设置平均次数。

[通道选择]

选择平均功能应用通道。

[通道开关]

打开或关闭当前选择通道的平均功能。

[平均次数]

设置当前所选通道的平均次数，范围 1~16384。

[通道 1 进度]

显示通道 1 平均完成情况。

[通道 2 进度]

显示通道 2 平均完成情况。

[触发通道 1 进度]

显示触发通道 1 平均完成情况。

[触发通道 2 进度]

显示触发通道 1 平均完成情况。

5.2.15 频率

设置输入信号的频率，系统根据输入的频率计算出探头校准因子，校准因子和探头有关。

5.2.16 自动

[自动设置]

仪器根据当前测量的功率信号，自动设置垂直刻度、垂直中心、时基、触发电平，能够在显示窗口内显示多个完整的周期波形。用户必须事先设置好触发源，否则提示“自动设置无触发”。

[自动居中]

通道 1、通道 2、触发通道 1 和触发通道 2 都有独立自动居中功能仪器，该功能根据当前测量的功率信号，自动设置垂直刻度、垂直中心，将当前波形调整到屏幕中央。

5.2.17 辅助功能

辅助功能键位于仪器左侧，包括复位、本地、文件、保存、打印和帮助等功能。

5.2.17.1 复位

将各功能参数初始化为默认值。当设置配置参数错误或不当前仪器配置参数时使用该功能。

5.2.17.2 本地

使峰值功率分析仪由远程控制状态返回本地状态。在程控模式下，除【本地】和【开关】按键外，其它所有前面板控制按键均失效。

5.2.17.3 文件

存储和调用当前的配置参数，仪器最多可保存 10 个配置信息，可以通过按键进行再次调用。

5.2.17.4 保存

将当前测量界面和相关测量参数保存至 C:\2443\User 目录下。可通过 Win7 系统按键进入查看。

5.2.17.5 打印

利用仪器支持的打印机，打印输出数据波形。

5.2.17.6 帮助

可打开 2443A 峰值功率分析仪用户手册。

6 远程控制

本章介绍了 2443A 峰值功率分析仪的程控基础、程控接口与配置方法，并简要介绍了 I/O 仪器驱动库的概念及分类。以方便用户起步实现远程控制操作。具体内容包括：

- [远程控制基础](#).....79
- [仪器程控端口与配置](#).....93
- [VISA接口基本编程方法](#).....95
- [I/O库](#).....98

6.1 远程控制基础

- [程控接口](#).....79
- [消息](#).....81
- [SCPI命令](#).....83
- [命令序列与同步](#).....90
- [状态报告系统](#).....91
- [编程注意事项](#).....92

6.1.1 程控接口

具备远程控制功能的仪器一般支持三种程控接口：LAN、GPIB、USB，具体型号仪器支持的端口类型由仪器本身功能决定。

表 6.1 远程控制接口类型和 VISA 寻址字符串

程控接口	VISA 地址字符串（注释 1）	说明
LAN (Local Area Network)	原始套接字协议： TCPIP:: <host_address>::port::SOCKET</host_address>	控者通过仪器后面板网络端口连接仪器实现远程控制。具体协议请参考： 6.1.1.1 LAN 接口 。
GPIB (IEC/IEEE Bus Interface)	GPIB:: <primary address="">::INSTR]</primary>	控者通过仪器后面板端口连接仪器实现远程控制。遵守 IEC 625.1/IEEE 418 总线接口标准。具体请参考： 6.1.1.2 GPIB 接口 。
USB (Universal Serial Bus)	USB::<<vendor ID>::<<product_ID>::<<serial_number>>::INSTR]	2443A 暂不支持 USB 程控接口。

6.1 远程控制基础

注释 1: VISA 即虚拟仪器软件结构(Virtual Instrumentation Software Architecture), 是一套标准的软件接口函数库, 用户可以使用该函数库通过 GPIB、RS232、LAN、USB 等接口控制仪器。用户应首先在控制计算机上安装 VISA 库, 使用 VISA 库实现远程仪器控制, 具体请参考所安装 VISA 库的用户手册。

● LAN接口	80
● GPIB接口	81
● USB接口	81

6.1.1.1 LAN 接口

峰值功率分析仪可使用 RJ45 通信电缆(屏蔽或者非屏蔽的 5 类双绞线)接入 10Mbps/100Mbps/1000Mbps 以太网, 通过局域网内控制计算机进行远程控制。峰值功率分析仪为实现局域网内远程控制, 已经安装了接口适配器和 TCP/IP 网络协议, 并配置了相应基于 TCP 协议的网络服务。

2443A 峰值功率分析仪安装的网络接口适配器有三种工作模式, 分别是:

- 10Mbps 以太网 (IEEE802.3);
- 100Mbps 以太网 (IEEE802.3u);
- 1000Mbps 以太网 (IEEE802.3ab)。

接口适配器根据链路状况自动匹配合适的网络速度。通常, 连接峰值功率分析仪的电缆长度不应超过 100 米。关于以太网的更多信息, 请参考: <http://www.ieee.org>。

下面介绍 LAN 接口相关知识:

1) IP 地址

通过局域网对峰值功率分析仪进行远程控制时, 应保证网络的物理连接畅通。通过峰值功率分析仪的菜单“接口设置”将地址设置到主控计算机所在的子网内, 例如: 主控计算机的 IP 地址是 192.168.12.0, 则峰值功率分析仪的 IP 地址应设为 192.168.12.XXX, 其中 XXX 为 1~255 之间的数值。

建立网络连接时只需 IP 地址, VISA 寻址字符串形式如下:

TCPIP::host address::port::SOCKET

其中:

- TCPIP 表示使用的网络协议;
- host address 表示仪器的 IP 地址或者主机名称, 用于识别和控制被控仪器;
- port 表示套接字端口号, 2443A 峰值功率分析仪的套接字端口号为 5000;
- SOCKET 表示原始网络套接字资源类。

举例:

建立原始套接字连接时可使用:

TCPIP::192.1.2.3::5000::SOCKET

提示

程控系统中多仪器识别方法

若网络中连接多台仪器，采用仪器单独的IP地址和关联的资源字符串区分。主控计算机使用各自的VISA资源字符串识别仪器。

2) 套接字通信

TCP/IP 协议通过局域网套接字在网络中连接该仪器。套接字是计算机网络编程中使用的一个基本方法，它使得使用不同硬件和操作系统的应用程序得以在网络中进行通信。这种方法通过端口（port）使峰值功率分析仪与计算机实现双向通信。

套接字是专门编写的一个软件类，里面定义了 IP 地址、设备端口号等网络通信所必需的信息，整合了网络编程中的一些基本操作。在操作系统中安装了打包的库就可以使用套接字。两个常用的套接字库是 UNIX 中应用的伯克利（Berkeley）套接字库和 Windows 中应用的 Winsock 库。

峰值功率分析仪中的套接字通过应用程序接口（API）兼容 Berkeley socket 和 Winsock。此外，还兼容其他标准套接字 API。通过 SCPI 命令控制峰值功率分析仪时，程序中建立的套接字程序发出命令。峰值功率分析仪的套接字端口号固定为 5000。

6.1.1.2 GPIB 接口

GPIB 是唯一专为仪器控制设计的总线，目前仍广泛应用于自动测试系统中，2443A 峰值功率分析仪在后面板集成了 GPIB 接口。为实现远程控制，主控计算机需要首先安装 GPIB 总线卡，驱动程序以及 VISA 库。通信时，主控计算机通过 GPIB 地址寻址被控仪器，用户可更改被控仪器的 GPIB 地址，防止整个系统中由于地址冲突引起的通信失败。

GPIB 及其相关接口定义在 ANSI/IEEE 488.1-1987 标准和 ANSI/IEEE 488.2-1992 标准中有详细的描述。具体标准细节请参考 IEEE 网站：<http://www.ieee.org>。

GPIB 连接时，需注意以下几点：

- 通过 GPIB 总线组建的测试系统，最多含有 15 台设备；
- 传输电缆总长度不超过 20 米，或者不超过系统中仪器数量的两倍；
- 通常，设备间传输电缆最大长度不超过 2 米；
- 若并行连接多台仪器，需要使用“或”连接线；
- IEC 总线电缆的终端应该连接仪器或控者计算机。

6.1.1.3 USB 接口

为实现 USB 程控，需要通过 USB B 型口连接计算机和峰值功率分析仪，并事先安装 VISA 库，VISA 自动检测和配置仪器以建立 USB 连接，而不需要输入仪器地址字符串或安装单独的驱动程序。

USB 地址：

寻址字符串格式：USB::::<product ID>::::[INSTR]

6.1 远程控制基础

其中：

- <vendor ID> 代表生产厂家代号；
- <product ID> 代表仪器代号；
- <serial number> 代表仪器序列号。

示例：

USB::0x0AAD::0x00C6::100001::INSTR

0x0AAD：生产厂家代号；

0xC6：仪器代号；

100001：是仪器的序列号。

6.1.2 消息

数据线上传输的消息分为以下两类：

1) 接口消息

接口消息是 GPIB 总线特有的消息，只有具备 GPIB 总线功能的仪器才响应接口消息。主控计算机向仪器发送接口消息时，首先需要拉低 attention 线，然后接口消息才能通过数据线传送给仪器。

2) 仪器消息

有关仪器消息的结构和语法，具体请参考章节“6.1.3 SCPI 命令”。根据传输方向的不同，仪器消息可分为命令和仪器响应。如不特别声明，所有程控接口使用仪器消息的方法相同。

a) 命令：

命令（编程消息）是主控计算机发送给仪器的消息，用于远程控制仪器功能并查询状态信息。命令被划分为以下两类：

- 根据对仪器的影响：
 - 设置命令：改变仪器设置状态，例如：复位或设置频率等。
 - 查询命令：查询并返回数据，例如：识别仪器或查询参数值。查询命令以后缀问号结束。
- 根据标准中的定义：
 - 通用命令：由IEEE488.2定义功能和语法，适用所有类型仪器（若实现）用于实现：管理标准状态寄存器、复位和自检测等。
 - 仪器控制命令：仪器特性命令，用于实现仪器功能。例如：设置频率。语法同样遵循SCPI规范。

b) 仪器响应：

仪器响应（响应消息和服务请求）是仪器发送给计算机的查询结果信息。该信息包括测量结果、仪器状态等。

6.1.3 SCPI 命令

- SCPI命令简介.....83
- SCPI命令说明.....83

6.1.3.1 SCPI 命令简介

SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments——可编程设备的标准命令)是一个基于标准 IEEE488.2 建立的,适合所有仪器的命令集。其主要目的是为了使相同功能具有相同的程控命令,以实现程控命令的通用性。

SCPI 命令由命令头和一个或多个参数组成,命令头和参数之间由空格分开,命令头包含一个或多个关键字段。命令直接后缀问号即为查询命令。命令分为通用命令和仪器专用命令,它们的语法结构不同。SCPI 命令具备以下特点:

- 1) 程控命令面向测试功能,而不是描述仪器操作;
- 2) 程控命令减少了类似测试功能实现过程的重复,保证了编程的兼容性;
- 3) 程控消息定义在与通信物理层硬件无关的分层中;
- 4) 程控命令与编程方法和语言无关,SCPI 测试程序易移植;
- 5) 程控命令具有可伸缩性,可适应不同规模的测量控制;
- 6) SCPI 的可扩展性,使其成为“活”标准。

如果有兴趣了解更多关于SCPI的内容,可参考:

- IEEE Standard 488.1-1987, IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. New York, NY, 1998.
- IEEE Standard 488.2-1987, IEEE Standard Codes, Formats, Protocols and Comment Commands for Use with ANSI/IEEE Std488.1-1987. New York, NY, 1998.
- Standard Commands for Programmable Instruments(SCPI) VERSION 1999.0.

2443A峰值功率分析仪的程控命令集合、分类及说明,具体请参考:

- 1) 本手册附录 A SCPI 命令速查表;
- 2) 程控手册“3 程控命令”章节;

6.1.3.2 SCPI 命令说明

1) 通用术语

下面这些术语适用本节内容。为了更好的理解章节内容,您需要了解这些术语的确切定义。

a) 控制器

控制器是任何用来与 SCPI 设备通讯的计算机。控制器可能是个人计算机、小型计算机或者卡笼上的插卡。一些人工智能的设备也可作为控制器使用。

b) 设备

设备是任何支持 SCPI 的装置。大部分的设备是电子测量或者激励设备,并使用 GPIB 接口通讯。

6.1 远程控制基础

c) 程控消息

程控消息是一个或者多个正确格式化过的 SCPI 命令的组合。程控消息告诉设备怎样去测量和输出信号。

d) 响应消息

响应消息是指定 SCPI 格式的数据集合。响应消息总是从设备到控制器或者侦听设备。响应消息告诉控制器关于设备的内部状态或测量值。

e) 命令

命令是指满足 SCPI 标准的指令。控制设备命令的组合形成消息。通常来说，命令包括关键字、参数和标点符号。

f) 事件命令

事件型程控命令不能被查询。一个事件命令一般没有与之相对应的前面板按键设置，它的功能就是在某个特定的时刻触发一个事件。

g) 查询

查询是一种特殊类型的命令。查询控制设备时，返回适合控制器语法要求的响应消息。查询语句总是以问号结束。

2) 命令类型

SCPI 命令分为两种类型：通用命令和仪器专用命令。通用命令由 IEEE 488.2 定义，用来管理宏、状态寄存器、同步和数据存储。因通用命令均以星号打头，因此很容易辨认。例如 *IDN?、*OPC、*RST 都是通用命令。通用命令不属于任何仪器专用命令，仪器采用同一种方法解释该类命令，而不用考虑命令的当前路径设置。

仪器专用命令因包含冒号 (:)，因此容易辨认。冒号用在命令表达式的开头和关键字的中间，例如：FREQUency[:CW?]。根据仪器内部功能模块，将仪器专用命令划分为对应的子系统命令子集合。例如，功率子系统 (:POWer) 包含功率相关命令，而状态子系统 (:STATus) 包含状态控制寄存器的命令。

3) 仪器专用命令语法

表 6.2 命令语法中的特殊字符

符号	含义	举例
	在关键字和参数之间的竖号代表多种选项。	[:SENSe]:BANDwidth BWIDth HIGH LOWer BANDwidth 和 BWIDth 是选项, HIGH 和 LOWer 是选项。
[]	方括号表示被包含的关键字或者参数在构成命令时是可选的。这些暗含的关键字或者参数甚至在它们被忽略时命令也会被执行。	[:SENSe]:BANDwidth? SENSe 是可选项。
<>	尖括号内的部分表示在命令中并不是按照字面的含义使用。它们代表必需包含的部分。	[:SENSe]:FREQuency[:CW FIXed]] <val>[unit] 该命令中, <val> 必须用实际的频率替代。 [unit]是可省略的单位。 例如: FREQ 3.5GHz FREQ 3.5e+009
{}	大括号内的部分表示其中的参数可选。	MEMory:TABLE:FREQuency <val>{,<val>} 例如: MEM:TABL:FREQ 5e7

表 6.3 命令语法

字符、关键字和语法	举例
大写的字符代表执行命令所需要的最小字符集合。	[:SENSe]:FREQuency[:CW FIXed]?, FREQ 是命令的短格式部分。
命令的小写字符部分是可选择的; 这种灵活性的格式被称为“灵活地听”。更多信息请参照“命令参数和响应”部分。	:FREQuency :FREq,:FREQuency 或 者:FREQUENCY, 其中任意一个都是正确的。
当一个冒号在两个命令助记符之间, 它将命令树中的当前路径下移一层。更多消息请参照“命令树”的命令路径部分。	:TRIGger:MODE? TRIGger 是这个命令的最顶层关键字。
如果命令包含多个参数, 相邻的参数间由逗号分隔。参数不属于命令路径部分, 因此它不影响路径层。	MEMory:TABLE:FREQuency <val>{,<val>}
分号分隔相邻的 2 条命令, 但不影响当前命令路径。	:FREQ 2.5GHz;:POW 10DBM
空白字符, 例如<space>或者<tab>, 只要不出现在关键字之间或者关键字之中, 通常是被忽略的。然而, 你必须用空白字符将命令和参数分隔开来, 且不影响当前路径。	:FREQ uency 或者:POWer :LEVel6.2 是不允许的。 在:LEVel 和 6.2 之间必须由空格隔开。 即 :POWer:LEVel 6.2

6.1 远程控制基础

一个典型的命令是由前缀为冒号的关键字构成。关键字后面跟着参数。下面是一个语法声明的例子。

```
[:SOURce]:POWER[:LEVel] MAXimum|MINimum
```

在上面的例子中，命令中的[:LEVel]部分紧跟着:POWER，中间没有空格。紧跟着[:LEVel]的部分：MINimum|MAXimum 是参数部分。在命令与参数之间有一个空格。语法表达式的其它部分说明见表 6.2 和 6.3。

4) 命令树

大部分远程控制编程会使用仪器专用命令。解析该类命令时，SCPI 使用一个类似于文件系统的结构，这种命令结构被称为命令树。

顶端命令是根命令，简称“根”。命令解析时，依据树结构遵循特定的路径到达下一层命令。例如：:POWER:ALC:SOURce?，其中，:POWER 代表 AA，:ALC 代表 BB，:SOURce 代表 GG，整个命令路径是 (:AA:BB:GG)。

仪器软件中的一个软件模块——命令解释器，专门负责解析每一条接收的 SCPI 命令。命令解释器利用一系列的分辨命令树路径的规则，将命令分成单独的命令元。解析完当前命令后，保持当前命令路径不变，这样做的好处是，因为同样的命令关键字可能出现在不同的路径中，更加快速有效的解析后续命令。开机或*RST（复位）仪器后，重置当前命令路径为根。

5) 命令参数和响应

表 6.4 SCPI 命令参数和响应类型

参数类型	响应数据类型
数值型	实数或者整数
扩展数值型	整数
离散型	离散型
布尔型	数字布尔型
字符串	字符串
块	确定长度的块
	不确定长度的块
非十进制的数值类型	十六进制
	八进制
	二进制

SCPI 定义了不同的数据格式在程控和响应消息的使用中以符合“灵活地听”和“精确地讲”的原则。更多的信息请参照 IEEE488.2。“灵活地听”指的是命令和参数的格式是灵活的。

例如峰值功率分析仪设置频率偏移状态命令 :FREQuency:OFFSet:STATe ON|OFF|1|0，以下命令格式都是设置频率偏移功能开：

```
:FREQuency:OFFSet:STATe ON, :FREQuency:OFFSet:STATe 1,
```

```
:FREQ:OFFS:STAT ON, :FREQ:OFFS:STAT 1
```

不同参数类型都有一个或多个对应的响应数据类型。查询时，数值类型的参数将返回一种数据类型，响应数据是精确的，严格的，被称为“精确地讲”。

例如，查询功率状态 (:POWER:ALC:STATe?)，当其为开时，不管之前发送的设置命令是:POWER:ALC:STATe 1 或者 :POWER:ALC:STATe ON，查询时，返回的响应数据总是 1。

a) 数值参数

仪器专用命令和通用命令中都可使用数值参数。数值参数接收所有的常用十进制计数法，包括正负号、小数点和科学记数法。如果某一设备只接收指定的数值类型，例如整数，那么它自动将接收的数值参数取整。

以下是数值类型的例子：

0	无小数点
100	可选小数点
1.23	带符号位
4.56e<space>3	指数标记符 e 后可以带空格
-7.89E-01	指数标记符 e 可以大写或小写
+256	允许前面加正号
5	小数点可先行

b) 扩展的数值参数

大部分与仪器专用命令有关的测量都使用扩展数值参数来指定物理量。扩展数值参数接收所有的数值参数和另外的特殊值。所有的扩展数值参数都接收 MAXimum 和 MINimum 作为参数值。其它特殊值，例如：UP 和 DOWN 是否接收由仪器解析能力决定，其 SCPI 命令表中会列出所有有效的参数。

注意：扩展数值参数不适用于通用命令或是 STATus 子系统命令。

扩展数值参数举例：

101	数值参数
1.2GHz	GHz 可以被用作指数 (E009)
200MHz	MHz 可以被用作指数 (E006)
-100mV	-100 毫伏
10DEG	10 度
MAXimum	最大的有效设置
MINimum	最小的有效设置
UP	增加一个步进
DOWN	减少一个步进

c) 离散型参数

当需要设置的参数值为有限个时，使用离散参数来标识。离散参数使用助记符来表示每一个有效的设置。像程控命令助记符一样，离散参数助记符有长短两种格式，并可使用大小写混合的方式。

下面的例子，离散参数和命令一起使用。

:TRIGger[:SEQuence]:SOURce BUS IMMEDIATE EXTernal	
BUS	GPIB,LAN,RS-232 触发
IMMEDIATE	立刻触发
EXTernal	外部触发

6.1 远程控制基础

d) 布尔型参数

布尔参数代表一个真或假的二元条件，它只能有四个可能的值。

布尔参数举例：

ON	逻辑真
OFF	逻辑假
1	逻辑真
0	逻辑假

e) 字符串型参数

字符串型参数允许 ASCII 字符串作为参数发送。单引号和双引号被用作分隔符。

下面是字符串型参数的例子。

‘This is Valid’ “This is also Valid” ‘SO IS THIS’

f) 实型响应数据

大部分的测试数据是实数型，其格式可以为基本的十进制计数法或科学计数法，大部分的高级程控语言均支持这两种格式。

实数响应数据举例：

1.23E+0
-1.0E+2
+1.0E+2
0.5E+0
0.23
-100.0
+100.0
0.5

g) 整型响应数据

整数响应数据是包括符号位的整数数值的十进制表达式。当对状态寄存器进行查询时，大多返回整数型响应数据。

整数响应数据事例：

0	符号位可选
+100	允许先行正号
-100	允许先行负号
256	没有小数点

h) 离散响应数据

离散型响应数据和离散型参数基本一样，主要区别是离散型响应数据的返回格式只为大写的短格式。

离散响应数据示例：

INTernal	稳幅方式为内部
EXTernal	稳幅方式为外部
MMHead	稳幅方式为毫米波源模块

i) 数字布尔型响应数据

布尔型的响应数据返回一个二进制的数值 1 或者 0。

j) 字符串型响应数据

字符串响应数据和字符串参数是同样的。主要区别是字符串响应数据的分隔符使用双引号，而不是单引号。字符串响应数据还可嵌入双引号，并且双引号间可以无字符。下面是一些字符串型响应数据的例子：

“This is a string”

“one double quote inside brackets: (“”)”

6) 命令中数值的进制

命令的值可以用二进制，十进制，十六进制或者八进制的格式输入。当用二进制，十六进制或者八进制时，数值前面需要一个合适的标识符。十进制（默认格式）不需要标识符，当输入一个数值前面没有表示符时，设备会确保其是十进制格式。下面的列表显示了各个格式需要的标识符：

- #B 表示这个数字是一个二进制数值；
- #H 表示这个数字是一个十六进制数值；
- #Q 表示这个数字是一个八进制数值。

下面是 SCPI 命令中十进制数 45 的各种表示：

#B101101

#H2D

#Q55

下面的例子用十六进制数值 000A 设置 RF 输出功率为 10dBm（或者当前选择单位的等数值的值，如 DBUV 或者 DBUVEMF）。

:POW #H000A

在使用非十进制格式时，一个测量单位，如 DBM 或者 mV，并没有和数值一起使用。

7) 命令行结构

一条命令行或许包含多条 SCPI 命令，为表示当前命令行结束，可采用下面的方法：

- 回车；
- 回车与 EOI；
- EOI 与最后一个数据字节。

命令行中的命令由分号隔开，属于不同子系统的命令以冒号开头。例如：

MMEM:COPY "Test1", "MeasurementXY";:HCOP:ITEM ALL

该命令行包含两条命令，第一条命令属于 MMEM 子系统，第二条命令属于 HCOP 子系统。若相邻的命令属于同一个子系统，命令路径部分重复，命令可缩写。例如：

HCOP:ITEM ALL;:HCOP:IMM

该命令行包含两条命令，两条命令均属于 HCOP 子系统，一级相同。所以第二条命令可从 HCOP 的下级开始，并可省略命令开始的冒号。可以缩写为如下命令行：

HCOP:ITEM ALL;IMM

6.1.4 命令序列与同步

IEEE488.2 定义了交迭命令和连续命令之间的区别:

- 连续命令是指连续执行的命令序列。通常各条命令执行速度较快;
- 交迭命令是指下条命令执行前, 前条命令未自动执行完成。通常交迭命令的处理时间较长并允许程序在此期间可同步处理其它事件。

即使一条命令中的多条设置命令, 也不一定按照接收的顺序依次执行。为了保证命令按照一定的顺序执行, 每条命令必须以单独的命令行发送。

举例: 命令行包含设置和查询命令

一条命令行的多条命令若包含查询命令, 查询结果不可预知。下面的命令返回固定值:
:FREQ:STAR 1GHZ;SPAN 100;:FREQ:STAR?

返回值: 1000000000 (1GHz)

下面的命令返回值不固定: :FREQ:STAR 1GHz;STAR?;SPAN 1000000

返回结果可能是该条命令发送前仪器当前的起始频率值, 因为主机程序会接收完毕命令消息后, 才逐条执行命令。若主机程序接收命令后执行, 返回结果也可能是 1GHz。

提示**设置命令与查询命令分开发送**

一般规则: 为保证查询命令的返回结果正确, 设置命令和查询命令应在不同的程控消息中发送。

为了防止命令的交迭执行, 可采用多线程或者命令: *OPC、*OPC?或者*WAI, 只有硬件设置完成后, 才执行这三种命令。编程时, 计算机可强制等待一段时间以同步某些事件。下面分别予以说明:

➤ **控者程序使用多线程**

多线程被用于实现等待命令完成和用户界面及程控的同步, 即单独的线程中等待 *OPC? 完成, 而不会阻塞GUI 或程控线程的执行;

➤ **三种命令在同步执行中的用法如下表:**

表 6.5 命令语法

方法	执行动作	编程方法
*OPC	命令执行完后, 置位 ESR 寄存器中的操作完成位。	置位 ESE BIT0; 置位 SRE BIT5; 发送交迭命令和*OPC; 等待服务请求信号 (SRQ) 服务请求信号代表交迭命令执行完成。
*OPC?	停止执行当前命令, 直到返回 1。只有 ESR 寄存器中的操作完成位置位时, 该命令才返回, 表明前面命令处理完成。	执行其它命令前终止当前命令的处理, 在当前命令后直接发送该命令。
*WAI	执行*WAI 前, 等待发送完所有命令, 再继续处理未完成的命令。	执行其它命令前终止当前命令的处理, 在当前命令后直接发送该命令。

6.1.5 状态报告系统

状态报告系统存储当前仪器所有的操作状态信息及错误信息。它们分别存储在状态寄存器和错误队列中，并可通过程控接口查询。

- 状态寄存器组织结构.....91
- 状态报告系统的应用.....92

6.1.5.1 状态寄存器组织结构

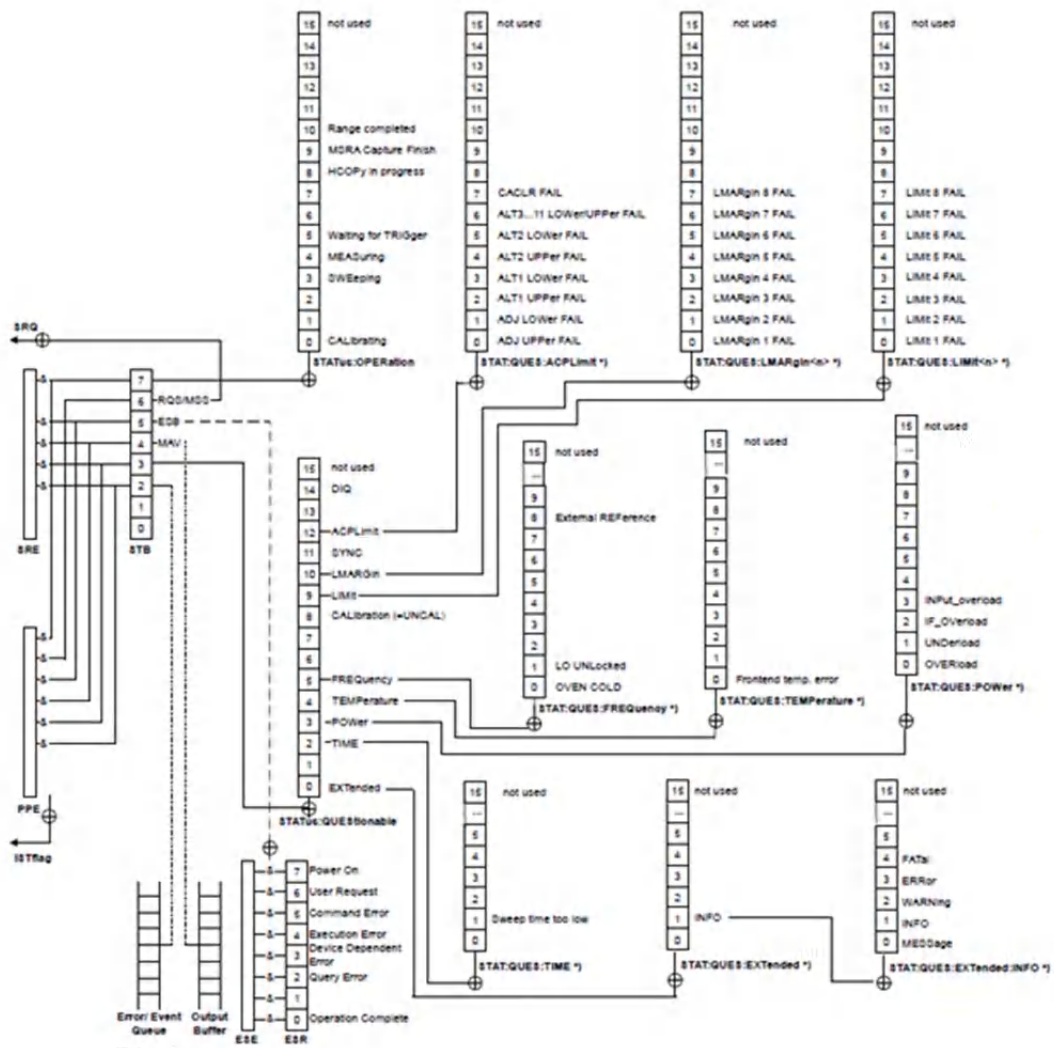


图 6.1 状态寄存器分层结构图

寄存器分类说明如下：

1) STB, SRE

状态字节 (STB) 寄存器和与之关联的屏蔽寄存器——服务请求使能寄存器 (SRE) 组成了状态报告系统的最高层寄存器。STB通过收集低层寄存器信息，保存了仪器的大致工作状态。

2) ESR, SCPI 状态寄存器

6.1 远程控制基础

STB接收下列寄存器的信息:

- 事件状态寄存器 (ESR) 与事件状态使能 (ESE) 屏蔽寄存器两者相与的值;
- SCPI状态寄存器包括: STATus:OPERation 与 STATus:QUEStionable 寄存器 (SCPI定义), 它们包含仪器的具体操作信息。所有的SCPI状态寄存器具备相同的内部结构 (具体请参考程控手册“2.1.5.2 SCPI状态寄存器结构”章节部分)。

3) IST,PPE

类似SRQ, IST标志 (“Individual SStatus”) 单独的一位, 由仪器全部状态组合而成。关联的并行查询使能寄存器 (PPE (parallel poll enable register)) 决定了STB的哪些数据位作用于IST标志。

4) 输出缓冲区

存储了仪器返回给控者的消息。它不属于状态报告系统, 但是决定了STB的MAV位的值。

以上寄存器具体说明请参考程控手册“2.1.5状态报告系统”章节部分。

请参考图6.1的状态寄存器的等级结构图。

提示

SRE, ESE

服务请求使能寄存器 SRE 可被用作 STB 的使能部分。同理, ESE 可被用作 ESR 的使能部分。

6.1.5.2 状态报告系统的应用

状态报告系统用于监测测试系统中的一个或多个仪器状态。为了正确实现状态报告系统的功能, 测试系统中的控者必须接收并评估所有仪器的信息, 使用的标准方法包括:

- 1) 仪器发起的服务请求 (SRQ);
- 2) 串行查询总线系统中的所有的仪器, 由系统中的控者发起, 目的是找到服务请求发起者及原因;
- 3) 并行查询所有仪器;
- 4) 程控命令查询特定仪器状态。

具体使用方法请参考程控手册“2.1.5状态报告系统”章节部分。

6.1.6 编程注意事项

1) 改变设置前请初始化仪器状态

远程控制设置仪器时, 首先需要初始化仪器状态 (例如发送“*RST”), 然后再实现需要的状态设置。

2) 命令序列

一般来说, 需要分开发送设置命令和查询命令。否则, 查询命令的返回值会根据当前仪器操作顺序而变化。

3) 故障反应

6.2 仪器程控端口与配置

服务请求只能由仪器自己发起。测试系统中的控者程序应指导仪器在出现错误时主动发起服务请求，进而进入相应的中断服务程序中进行处理。

4) 错误队列

控者程序每次处理服务请求时，应查询仪器的错误队列而不是状态寄存器，来获取更加精确的错误原因。尤其在控者程序的测试阶段，应经常查询错误队列以获取控者发送给仪器的错误命令。

6.2 仪器程控端口与配置

- LAN.....93
- GPIB.....94

6.2.1 LAN

LAN（Local Area Network）程控系统采用SICL-LAN控制2443A峰值功率分析仪。

注意

前面板 USB 主控端口连接器的使用

前面板的 Type-A 连接器是 USB 主控端口连接器，在 2443A 峰值功率分析仪中，该端口用来连接 USB 2.0 接口的闪存盘，以实现仪器驻机软件的升级，也可以连接 USB 键盘和鼠标对峰值功率分析仪进行控制。不能通过该端口程控仪器。

- 建立连接.....93
- 接口配置.....94

6.2.1.1 建立连接

使用网线将2443A峰值功率分析仪与外部控者（计算机）连接到局域网，特别需要注意的是IP地址的设置可能会引起地址冲突，在设置之前请与网络管理员确认防止冲突的发生。



图6.2 LAN接口和GPIB接口设置

通过局域网对峰值功率分析仪进行远程控制时，应保证网络的物理连接畅通。由于不支持DHCP、域名访问以及广域网络连接，因此峰值功率分析仪的网络程控设置相对简单，按【系统】>[接口配置]，通过图6.2所示的菜单，将其中“IP地址”，“子网掩码”，“默认网关”设置到主控制器所在的子网内即可。

注意

确保峰值功率分析仪通过 10Base-T LAN 或 100Base-T LAN 电缆物理连接正常

由于该峰值功率分析仪只支持单一局域网控制系统的搭建，且只支持静态 IP 地址的设置，不支持 DHCP，也不支持通过 DNS 和域名服务器访问主机，因此不需要用户修改子网掩码，仪器内将其固定设置为：255.255.255.0。

6.2.2 GPIB

- 建立连接.....94
- 接口配置.....95

6.2.2.1 建立连接

使用GPIB电缆连接2443A峰值功率分析仪与外部控者（计算机）。

6.2.2.2 接口配置

GPIB 接口的设置，通过按【系统】> [接口配置]> [GPIB 地址]，进入如图 6.2 所示的界面，就可以利用前面板数字键在本机 GPIB 地址输入框进行更改。

6.3 VISA 接口基本编程方法

下面举例说明如何使用VISA库实现仪器程控编程的基本方法。以C++语言为例。

● 安装VISA库	95
● 初始化控者	95
● 初始化仪器	95
● 发送设置命令	96
● 读取测量仪器状态	96
● 命令同步	96

6.3.1 安装 VISA 库

为实现远程控制首先需要安装VISA库。其中，VISA库封装了底层的VXI、GPIB、LAN及USB接口的底层传输函数，方便用户直接调用。峰值功率分析仪支持的编程接口为：GPIB、LAN和RS-232。这些接口与VISA库和编程语言结合使用可以远程控制峰值功率分析仪。

6.3.2 初始化控者

```

/*****
下面的示例说明了如何打开并建立VISA库与仪器（仪器描述符指定）的通信连接。
//初始化控者：打开默认资源管理器并且返回仪器句柄analyzer
/*****
void InitController()
{
    ViStatus iStatus;
    iStatus = viOpenDefaultRM(&defaultRM);
    iStatus = viOpen(defaultRM, analyzerString, VI_NULL, VI_NULL, &analyzer);
}

```

6.3.3 初始化仪器

```

/*****
下面的示例初始化仪器默认状态，并且清空状态寄存器。
/*****
void InitDevice()
{
    ViStatus iStatus;
    long retCnt;
    iStatus = viWrite(analyzer, "*CLS", 4, &retCnt); //复位状态寄存器
    iStatus = viWrite(analyzer, "*RST", 4, &retCnt); //复位仪器

```

6.3 VISA 接口基本编程方法

```
}
```

6.3.4 发送设置命令

```

/*****
下面的示例说明如何设置2443A峰值功率分析仪的中心频率。
*****/

void SimpleSettings()
{
    ViStatus iStatus;
    long retCnt;
    //设置频率128MHz
    iStatus=viWrite(iDevHandle, "FREQ 1.28e8\n", strlen("FREQ 1.28e8\n"), &uiRetCnt);
}

```

6.3.5 读取测量仪器状态

```

/*****
下面的示例说明了如何读取仪器的设置状态。
*****/

void ReadSettings()
{
    ViStatus iStatus;
    long uiRetCnt;
    char rgcBuf[256];

    //查询频率
    iStatus = viWrite(iDevHandle, "FREQ?\n", strlen("FREQ?\n"), &uiRetCnt);
    Sleep(10);
    iStatus = viRead(iDevHandle, rgcBuf, sizeof(rgcBuf), &uiRetCnt);
    //打印调试信息
    printf("频率为%s", rgcBuf);
}

```

6.3.6 命令同步

```

/*****
下面以扫描过程为例说明了命令同步的方法。
*****/

void SweepSync()
{
    ViStatus iStatus;

```



```

long retCnt;
ViEventType etype;
ViEvent eevent;
int stat;
char OpcOk [2];

/*****
/* 命令INITiate[:IMMediate]启动单次扫描（连续扫描关闭时INIT:CONT OFF）*/
/* 单次扫描结束时，才能执行命令缓冲区中的下一条命令 */
*****/
iStatus = viWrite(analyzer, ":INIT:CONT OFF", 13, &retCnt);
//等待扫描结束的方法1：使用 *WAI
iStatus = viWrite(analyzer, ":INIT", 18, &retCnt);
iStatus = viWrite(analyzer, "*WAI", 18, &retCnt);

//等待扫描结束的方法2：使用 *OPC?
iStatus = viWrite(analyzer, ":INIT", 20, &retCnt);
iStatus = viWrite(analyzer, "*OPC?", 18, &retCnt);
iStatus = viRead(analyzer, OpcOk, 2, &retCnt); //等待*OPC返回“1”

//等待扫描结束的方法3：使用 *OPC
//为了使用GPIB服务请求，设置"Disable Auto Serial Poll"为"yes"
iStatus = viWrite(analyzer, "*SRE 32", 7, &retCnt);
iStatus = viWrite(analyzer, "*ESE 1", 6, &retCnt); //使能服务请求ESR
//设置事件使能位，操作完成
iStatus = viEnableEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, VI_QUEUE,
VI_NULL);
//使能SRQ事件
iStatus = viWrite(analyzer, ":INIT ", 18, &retCnt);
iStatus = viWrite(analyzer, "*OPC", 18, &retCnt);

//与OPC同步启动扫描
iStatus = viWaitOnEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, 10000, &etype,
&eevent)
//等待服务请求
iStatus = viReadSTB(analyzer, &stat);
iStatus = viClose(eevent); //关闭事件句柄
//禁止SRQ事件
iStatus = viDisableEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, VI_QUEUE);
//主程序继续.....
}

```

6.4 I/O 库

- I/O库概述.....98
- I/O库安装与配置.....99

6.4.1 I/O 库概述

I/O库是为仪器预先编写的一些软件程序库被称为仪器驱动程序，即：仪器驱动器（Instrument driver），它是介于计算机与仪器硬件设备之间的软件中间层，由函数库、实用程序、工具套件等组成，是一系列软件代码模块的集合，该集合对应于一个计划的操作，如配置仪器、从仪器读取、向仪器写入和触发仪器等。它驻留在计算机中，是连接计算机和仪器的桥梁和纽带。通过提供方便编程的高层次模块化库，用户不再需要学习复杂的针对某个仪器专用的低层编程协议，采用仪器驱动器是快速开发测试测量应用的关键。

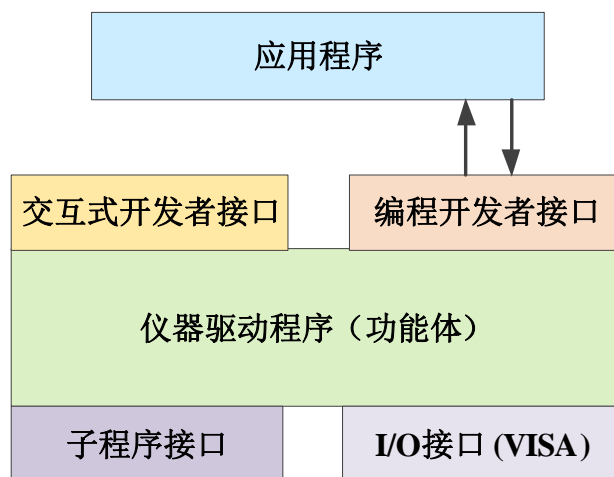


图6.3 仪器驱动器结构模型

从功能上看，一个通用的仪器驱动器一般由功能体、交互式开发者接口、编程开发者接口、子程序接口和I/O接口五部分组成，如图6.3所示。

具体说明如下：

- 1) 功能体。这是仪器驱动器的主功能部分，可以理解为仪器驱动器的框架程序；
- 2) 交互开发者接口。为方便用户使用，支持仪器驱动器开发的应用开发环境通常提供图形化的交互开发接口。例如，Labwindows/CVI 中，函数面板就是一种交互开发接口。函数面板中，仪器驱动器函数的各个参数都是以图形化的控件形式表示；
- 3) 编程开发者接口。它是应用程序调用仪器驱动器函数的软件接口，例如 Windows 系统下仪器驱动器的动态链接库文件.dl；
- 4) I/O 接口。它完成仪器驱动器与仪器间的实际通信。可以使用总线专用 I/O 软件，如 GPIB、RS-232；也可以使用跨多个总线使用的通用的标准 I/O 软件：VISA I/O；
- 5) 子程序接口。它是仪器驱动器访问其它一些支持库的软件接口，例如数据库、FFT 函数等。当仪器驱动器为完成其任务而需调用其它软件模块、操作系统、程控代码库及分析函数库时，将用到子程序接口。

6.4.2 I/O 库安装与配置

伴随着测试领域的应用经历了从传统仪器到虚拟仪器等不同的发展阶段，并且为了解决自动测试系统中仪器可互换性和测试程序的可重用性，仪器驱动程序经历了不同的发展过程。目前比较流行通用的驱动器是IVI（Interchangeable Virtual Instruments）仪器驱动器，它基于IVI规范，定义了新的仪器编程接口，以及插入类驱动程序和 VPP 架构到 VISA 上，使测试应用程序与仪器硬件完全独立，并增加了独有的仪器仿真、范围检测、状态缓存等功能，提高了系统运行的效率与真正实现了仪器互换。

IVI驱动分为两种类型：IVI-C与IVI-COM，IVI-COM基于微软组件对象模型（COM）技术，采用 COM API 的形式；IVI-C基于 ANSI C，采用 C API 的方式。这两种驱动类型都是遵照 IVI 规范定义的仪器类来设计的，它们的应用开发环境也都相同，包括 Visual Studio，Visual Basic，Agilent VEE，LabVIEW，CVI/LabWindows等。

为满足不同用户在不同开发环境下的需求，目前需要提供两种驱动形式。峰值功率分析仪的IVI驱动利用Nimbus Driver Studio开发，直接生成IVI-COM与IVI-C驱动及程序安装包，具体安装配置请参阅您所选择的控制卡及I/O库的随机文档资料。

安装后的IVI驱动分为：IVI固有功能组与仪器类功能组（基本功能组和扩展功能组）。具体功能分类、函数和属性说明可参考驱动自带的帮助文档。

提示

配置端口以及安装 IO 库

在使用计算机控制峰值功率分析仪之前，请确认您已正确安装且配置必要的端口和 I/O 库。

7 故障诊断与返修

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务，并说明峰值功率分析仪出错信息。

如果您购买的 2443A 峰值功率分析仪，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买峰值功率分析仪相关部件或附件，我公司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。如果您所购买的峰值功率分析仪处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的峰值功率分析仪进行免费维修；如果超过保修期，具体维修费用按照合同要求收取。

- [工作原理](#).....101
- [故障诊断与排除](#).....102
- [错误信息](#).....103
- [返修方法](#).....104

7.1 工作原理

为了便于用户了解 2443A 峰值功率分析仪的功能，更好的解决操作过程中遇到的问题，本节介绍峰值功率分析仪的基本工作原理及硬件原理框图。

2443A 峰值功率分析仪的整机工作原理框图如图 7.1 所示。2443A 峰值功率分析仪包括 2443A 主机和 81702 系列、81703 系列峰值功率探头，2443A 主机由 CPU 板、通道板、液晶、按键/键盘板、电源模块、后面板等部分构成。

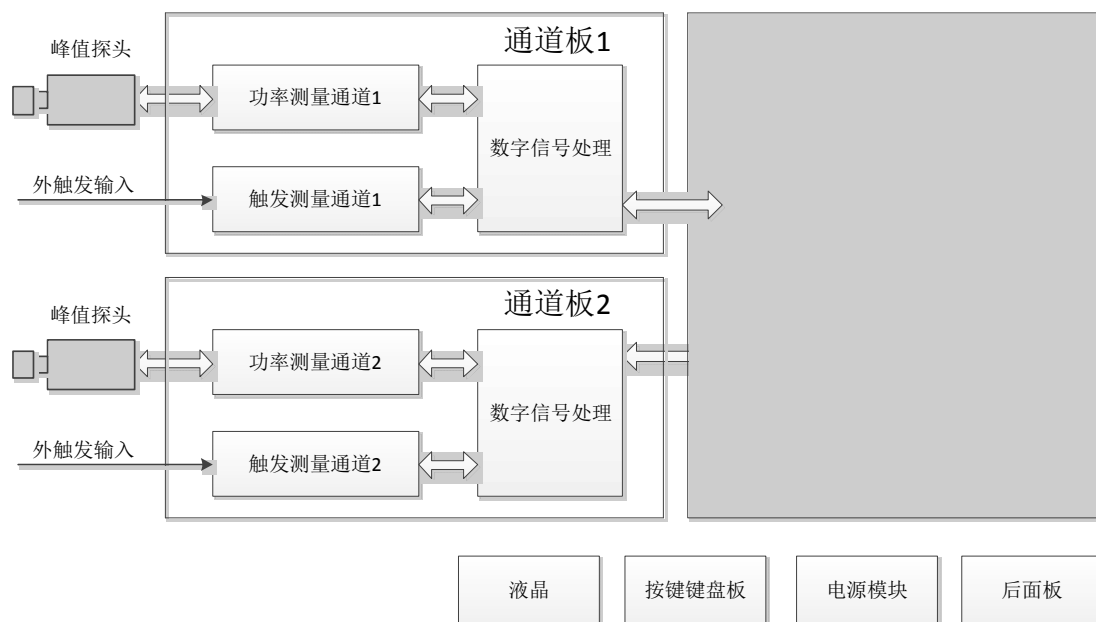


图 7.1 2443A 峰值功率分析仪整机原理框图

当 2443A 峰值功率分析仪配接 81702 系列、81703 系列峰值功率探头时，功率探头内平衡配置的双二极管探头将微波脉冲调制输入信号检波后转变为脉冲调制包络信号，探头内前置放大电路对脉冲调制包络信号经过滤波和前置放大，送入峰值功率分析仪通道处理单元进

7.2 故障诊断与排除

行基带放大并加以带宽控制，一路输入触发快速比较器电路，用于产生触发同步信号，一路输入到后置放大器放大，后置放大器放大输出到快速 ADC 进行模数变换，变换后的数据送往 DSP 进行运算处理，最后送至显示单元进行显示。外触发信号进入触发测量通道，后继处理过程与功率测量通道一致。

CPU 控制单元由微处理器、系统 ROM、系统 RAM、逻辑控制电路等组成，除了对按键及 LCD 显示控制、对接口单元控制外，主要完成与 DSP 通讯、数据传输以及波形测量分析、显示处理、界面操作等功能。

7.2 故障诊断与排除

提示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 2443A 峰值功率分析仪出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

若峰值功率分析仪用户界面的状态指示区出现错误信息提示，请查看菜单“【系统】->[错误列表]”，以了解具体错误信息说明。

通常情况下，仪器产生问题的原因来自用户使用不当、设置有误或者硬件、软件故障，一旦出现问题，请首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考本章“7.2.1 故障诊断基本流程”及“7.2.2 常见故障现象和排除方法”中提供的方法，予以先期排查解决问题。也可联系我们客户服务中心并提供收集的错误信息，我们将以最快的速度协助您解决问题。具体请参考本手册提供的联系方式，或者网上查询网址：www.ceyear.com，以便查询到就近的技术支持联系方式。

- [故障诊断基本流程](#).....102
- [常见故障现象和排除方法](#).....102

7.2.1 故障诊断基本流程

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，仪器出现问题后，请首先进行以下检查：

- ◇ 电源插座是否通电，电源是否符合本仪器工作要求；
- ◇ 峰值功率分析仪是否已开启？检查电源开关旁边的绿色 LED 是否点亮；
- ◇ 如果有其它仪器、电缆和连接器与峰值功率分析仪配合使用，确保它们连接正确且工作正常。

7.2.2 常见故障现象和排除方法

下面按照功能类型，分类列出常见故障现象和排除方法。

7.2.2.1 屏幕无显示

如果加电后按启动开关而屏幕不亮，请按下面所列步骤进行检查：

- ◇ 电源插座是否通电，电源是否符合本仪器工作要求；
- ◇ 检查电源开关键是否为黄色。如果市电有输入，而电源开关键不亮，则可能仪器电源坏；
- ◇ 是否有效按下电源开关，可尝试多次按电源开关；
- ◇ 检查电源开关键是否变绿色以及风扇运转情况。如果电源开关键不变绿色且风扇不转，则可能是电源出了故障；如果电源开关键变绿色且风扇运转正常，屏幕呈白色，则可能是仪器控制器出故障，如果仍黑屏，则可能是控制器或者液晶显示控制电路出现故障。

7.2.2.2 意外现象

在使用过程中，产生意外现象的原因很多。用户可以参照下面的检测步骤，确定仪器产生问题的原因，通常这些检测方法能解决问题或判断清楚产生问题的原因，如果确定是硬件问题，请参照“硬件故障”部分。

如果有其他设备、电缆或者连接器连接到峰值功率分析仪主机上，请检查这些组件的机械连接是否正确，电气特性是否兼容。

当做了某些设置后出现问题时，请检查所做的操作，确定所有的设置都正确。如果测试完成，请检查测量结果是否与被测信号相符，是否符合峰值功率分析仪主机及配接探头的性能指标。

当仪器出现意外结果时，如果不能确定所做的设置是否正确，请按【复位】然后再根据被测信号和测试需求进行设置。

7.2.2.3 硬件故障

2443A峰值功率分析仪能够对自身各关键电路进行测试，检查仪器各整件工作是否正常，具体操作步骤如下：

- ◇ 按【系统】>[自测试]软键，系统开始自测试；
- ◇ 查看各自测试结果是否通过，如果显示失败，则表明该电路故障，需要返修；
- ◇ 按 [返回]软键，系统退出自测试窗口。

7.2.2.3 前面板按键不响应

如果峰值功率分析仪对前面板按键不响应，检查峰值功率分析仪是否处于远程控制模式（在远程控制模式下，显示屏上会出现远控指示）。要退出远控控制模式，按前面板【本地】键把峰值功率分析仪由远控状态切换到本地控制。

7.3 错误信息

在实际使用过程中，如果操作不当或配置不正确，峰值功率分析仪主机的下方会提示出错信息，说明2443A峰值功率分析仪软件运行或硬件遇到问题。用户可根据错误提示大致判断问题类型，并采取相应措施排除故障或决定返修。

7.4 返修方法

按【系统】> [错误列表]软键，可以查看最近出错信息。按[清除错误]软键可以清除所有的错误记录。有关错误信息的详细说明，请参考《2443A峰值功率分析仪软件编程手册》。

按【复位】，可以将仪器设置为出厂配置，可以避免因用户设置不当造成的错误提示。

7.4 返修方法

- [联系我们](#).....104
- [包装与邮寄](#).....104

7.4.1 联系我们

若2443A峰值功率分析仪出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“7.2 故障诊断与排除”中提供的方法，予以先期排查解决问题。若未解决，请根据下面的联系方式与我公司服务咨询中心联系并提供收集的错误信息，我们将以最快的速度协助您解决问题。

联系方式:

免费客服电话: **800 - 868 - 7041**
技术支持: **0532 - 86889847 86897262**
传 真: **0532 - 86889056 86897258**
网 址: www.ceyear.com
电子信箱: ceyearqd@ceyear.com
邮 编: **266555**
地 址: **中国山东青岛经济技术开发区香江路98号**

7.4.2 包装与邮寄

当您的峰值功率分析仪出现难以解决的问题时，可通过电话或传真与我们联系。如果经联系确认是峰值功率分析仪需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装峰值功率分析仪，并按下面的步骤进行包装：

- 1) 写一份有关峰值功率分析仪故障现象的详细说明，与仪器一同放入包装箱；
- 2) 用原包装材料将峰值功率分析仪包装好，以减少可能的损坏；
- 3) 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱；
- 4) 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱；
- 5) 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样；
- 6) 请按精密仪器进行托运；
- 7) 保留所有运输单据的副本。

注意

包装峰值功率分析仪需注意

使用其它材料包装峰值功率分析仪，可能会损坏仪器。禁止使用聚苯乙烯小球作为包装材料，它们一方面不能充分保护仪器，另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中，对仪器造成损坏。

提示

仪器的包装和运输

运输或者搬运本仪器时，请严格遵守章节“2.2.7运输”中描述的注意事项。

8 技术指标与测试方法

本章介绍 2443A 峰值功率分析仪的技术指标和主要测试方法。

● 声明	107
● 产品特征	107
● 技术指标	108
● 性能特性测试	111

8.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，开机半小时后。仪器补充信息是帮助用户更加了解仪器性能，而不属于技术指标范围内的信息。重要词条说明如下：

技术指标 (spec): 除非另行说明，已校准的仪器在 0°C 至 50°C 的工作温度范围内放置至少两小时，再经过 30 分钟预热之后，可保证性能；其中包括测量的不确定度。对于本文中的数据，如无另行说明均为技术指标。

典型值 (typ): 表示 80% 的仪器均可达到的典型性能，该数据并非保证数据，并且不包括测量过程中的不确定性因素，只在室温（约 25°C ）条件下有效。

额定值 (nom): 表示预期的平均性能、设计的性能特征或受限测试手段无法测试的性能，比如 $50\ \Omega$ 连接器等。标注为额定值的产品性能不包含在产品质量保证范围内，在室温（大约 25°C ）条件下测得。

测量值 (meas): 表示为了和预期性能进行比较，在设计阶段所测得的性能特征，比如幅度漂移随时间的变化。该数据并非保证数据，并且是在室温（约 25°C ）条件下测得。

8.2 产品特征

表 8.1 产品特征

产品特性	
电源要求	90~240VAC, 50~60Hz 最大功耗: 90W 最大待机: 5W
温度范围	工作时: $0 \sim +50^{\circ}\text{C}$ 存储时: $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$
海拔高度	0~4600 米
机械稳定性	仪器应符合 GJB 3947A-2009 中的规定要求
安全性	符合 GJB 3947A-2009 中 3.10.2 的安全认证要求
重量	净重: <10kg 装运: <15kg

8.3 技术指标

尺寸	宽×高×深=426mm×177mm×200mm（不包括把手和防护底角）
显示屏	1280×800，TFT 液晶，10.1"
电磁兼容	仪器应符合 GJB 3947A-2009 中 3.9.1 的规定要求
可靠性	MTBF(θ_0)≥5000h
质保	2443A 峰值功率分析仪享有 18 个月的标准保修周期
校准周期	推荐校准周期是一年，校准服务由专业校准机构提供

8.3 技术指标

按照功能分类给出技术指标列表：描述/特征值

- 峰值功率分析仪主机技术指标.....108
- 81702/81703 系列峰值功率探头.....109

8.3.1 峰值功率分析仪主机技术指标

表 8.2 主机技术指标

主要技术指标		
功率输入通道数量	2	
频率范围	9kHz~67GHz（由配接的功率探头决定）	
脉冲功率测量范围	-40dBm~+20dBm（由配接的功率探头决定）	
平均功率测量范围	-60dBm~+20dBm（由配接的 USB 功率探头决定）	
相对偏置范围	±100.00dB	
垂直刻度	对数	0.01~+50.00dB/格，1、2、5 步进
	线性	1nW/格~50MW/格，1、2、5 步进
上升时间	≤8ns（载波频率大于 500MHz）	
最高可测重复频率	50MHz	
最小可测脉冲宽度	20ns	
最大实时采样率	100MSa/s	
时基		
时基范围	2ns/格~3600s/格	
时基分辨率	20ps	

触发	
触发模式	自动、正常、自动电平
触发源	内部触发 1、内部触发 2、外部触发 1、外部触发 2
触发沿	+ 或 -
内部触发电平范围	-40dBm~+20dBm
外部触发电平范围	±5V, ±50V
触发延迟范围	2ns/格~2us/格 -4ms~100ms 5us/格~20us/格 -4000 格~100ms 50us/格~5ms/格 -4000 格~4000 格 10ms/格~3600s/格 -40s~100s
触发释抑	0.1us~1s
触发释抑分辨率	10ns
波形测量和运算	
脉冲测量	顶部幅度、底部幅度、峰值幅度、脉冲幅度、平均幅度、过冲、上升时间、下降时间、脉冲周期、脉冲频率、脉冲宽度、关闭时间、占空比、通道延时、边沿延时、顶降
统计	CDF、CCDF、PDF
平均次数	1~16384
外部接口	
GPIB	可编程接口，遵守 SCPI 命令
LAN	以太网接口
USB 从口	计算机可以通过 USB 从口程控 2443A。
USB 主口	可以接 USB 程序盘，升级 2443A 程序。
触发输入	外部触发输入信号或被测电压信号输入接口
触发输出	输出脉冲包络同步的 TTL 电平信号

8.3.2 81702/81703 系列峰值功率探头

表 8.3 探头技术指标

探头技术指标		
频率范围	81702D/81703D	50MHz~18GHz
	81702E/81703E	500MHz~26.5GHz
	81702F/81703F	500MHz~40GHz
	81702L/81703L	500MHz~67GHz

8.3 技术指标

脉冲功率范围	81702D/E/F/L	-20dBm~+20dBm
	81703D/E/F/L	-40dBm~+20dBm
驻波比	81702D/81703D	1.15 50MHz~2GHz
		1.26 2GHz~18GHz
	81702E/81703E	1.15 50MHz~2GHz
		1.26 2GHz~18GHz
	81702F/81703F	1.15 500MHz~2GHz
1.26 2GHz~18GHz		
1.35 18GHz~26.5GHz		
81702L/81703L	1.50 26.5GHz~40GHz	
	1.15 500MHz~2GHz	
	1.26 2GHz~18GHz	
	1.35 18GHz~26.5GHz	
	1.50 26.5GHz~40GHz	
校准因子不确定度 (0dBm)	81702D/81703D	±5.0%
		±5.0% 500MHz~18GHz
	81702E/81703E	±6.0% 18GHz~26.5GHz
		±5.0% 500MHz~18GHz
		±6.0% 18GHz~26.5GHz
81702F/81703F	±7.5% 26.5GHz~40GHz	
	±5.0% 500MHz~18GHz	
	±6.0% 18GHz~26.5GHz	
	±7.5% 26.5GHz~40GHz	
81702L/81703L	±8.5% 40GHz~67GHz	
	±5.0% 500MHz~18GHz	
	±6.0% 18GHz~26.5GHz	
	±7.5% 26.5GHz~40GHz	
	±8.5% 40GHz~67GHz	
上升时间	81702D/E/F/L	≤10ns
	81703D/E/F/L	≤100ns
连接器类型	81702D/81703D	N型(阳头)
	81702E/81703E	3.5mm(阳头)
	81702F/81703F	2.4mm(阳头)
	81702L/81703L	1.85mm(阳头)
损毁电平		+23dBm
最大重量		250g
最大尺寸		宽×高×深=135mm×60mm×40mm

8.4 性能特性测试

- 推荐测试方法.....111
- 峰值功率分析仪性能测试记录表.....119
- 峰值功率分析仪性能测试辅助表格.....121
- 性能特性测试推荐仪器.....126

8.4.1 推荐测试方法

注意

仪器在环境温度下存放2h，预热并进行探头自动校准后进行测试。

- 峰值功率分析仪主机指标测试.....111
- 峰值功率探头指标测试.....115

8.4.1.1 峰值功率分析仪主机指标测试

8.4.1.1.1 频率范围

2443A 峰值功率分析仪兼容 81702 系列、81703 系列峰值功率探头和 87230 系列 USB 连续波功率探头，峰值功率分析仪的频率范围取决于配接的功率探头。

8.4.1.1.2 脉冲功率测量范围

2443A 峰值功率分析仪的脉冲功率测量范围取决于其配接的峰值功率探头，配接81703 系列峰值功率探头其脉冲功率测量范围覆盖-40dBm~+20dBm。具体测试方法见81703系列峰值功率探头功率测量范围的测试。

8.4.1.1.3 上升时间

描述：该指标描述的是功率分析仪主机能达到的上升时间测量能力。本测试配接峰值功率探头一起测试，利用带窄脉冲调制选项的合成信号发生器自身的脉冲调制功能产生脉冲调制信号，待测功率分析仪测量脉冲调制信号的上升时间，不同功率下测得的最小上升时间即可认为是主机的上升时间指标。



图 8.1 上升时间测试框图

8.4 性能特性测试

测试框图:

测试框图如图 8.1 所示。

测试步骤:

- 1) 开机预热至少30分钟。2443A 峰值功率分析仪配接81702D峰值功率探头进行自动校准后按8.1图连接设备。
- 2) 首先设置合成信号发生器为连续波点频工作模式，频率设置为10GHz，打开射频输出并设置输出功率为10dBm。然后对合成信号发生器进行脉冲调制，选择脉冲调制源为内部调制信号发生器，设置脉冲周期10us，脉冲宽度5us。
- 3) 设置待测峰值功率分析仪为峰值测量模式，校准因子频率为10GHz，时基设置为10ns/格，触发源选择内部触发模式，上升沿触发且触发电平为5dBm，记录脉冲上升时间测量值 t_1 。
- 4) 设置合成信号发生器的功率输出分别为0dBm、-5dBm，设置待测峰值功率分析仪触发电平分别为-5dBm、-8dBm，并分别记录脉冲上升时间测量值为 t_2 、 t_3 。
- 5) 峰值功率分析仪主机的实际上升时间用下式计算：

$$t_r^2 = t_R^2 - t_s^2$$

式中： t_r ——峰值功率分析仪主机的实际上升时间，单位为ns；

t_R ——上升时间读数值，单位为ns；

t_s ——施加的快沿脉冲上升时间，为信号发生器的脉冲调制上升沿，单位为ns。

- 6) t_1 、 t_2 、 t_3 通过上式计算的最小 t_r 值即为峰值功率分析仪主机的上升时间。

8.4.1.1.4 最高可测重复频率

描述: 最高可测重复频率是功率分析仪主机的一个指标，是对解调的脉冲信号频率参数的测量，在本测试方法中是峰值功率探头结合主机一起测试的。

测试框图:

测试框图如图 8.2 所示。

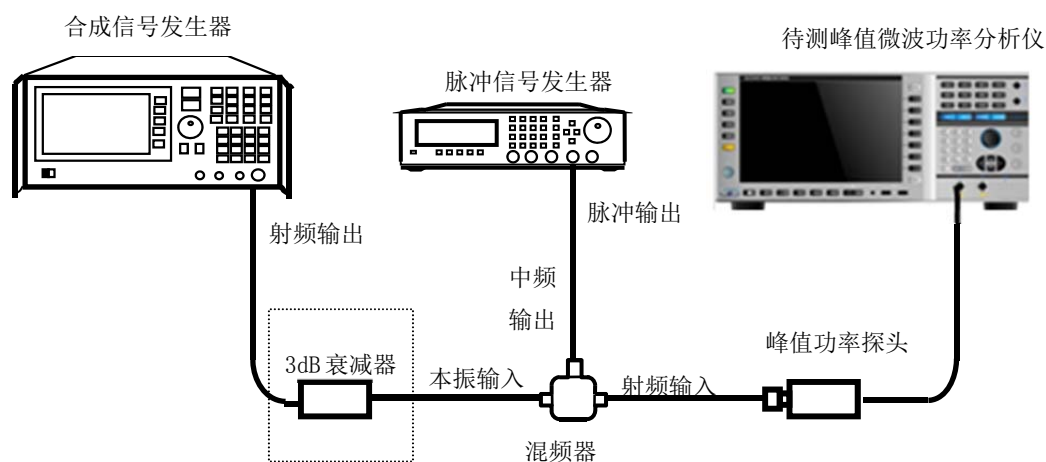


图 8.2 最高脉冲重复频率测试

测试步骤:

- 1) 开机预热至少30分钟。宽带峰值微波功率分析仪配接81702系列峰值功率探头进行自动校准后按图8.2连接设备。
- 2) 如下设置脉冲信号发生器：脉冲频率20MHz，脉冲占空比50%，脉冲幅度0.7V，上升时间为2.8ns（脉冲信号发生器的上升时间最小设置值）。
- 3) 如下设置合成信号发生器：CW模式，频率10GHz。
- 4) 设置峰值功率分析仪为峰值测量模式，调用校准因子的频率设置为10GHz，设置时基为20ns/格，上升沿触发且触发电平为0dBm。调节合成信号发生器的功率输出使得宽带峰值微波功率分析仪的顶部功率测量值约为5dBm。
- 5) 设置脉冲信号发生器的脉冲频率以1MHz步进逐渐增大，直到宽带峰值功率分析仪不能自动测量出脉冲信号的频率值，记录此时的脉冲信号发生器输出脉冲信号的频率值，此值即为宽带峰值微波功率分析仪最高可测重复频率，至少应大于50MHz。

8.4.1.1.5 最小可测脉冲宽度

描述: 此项指标表明了峰值功率分析仪对解调的脉冲包络信号最小脉冲宽度的测试能力。

测试框图:

测试框图如图 8.3 所示。

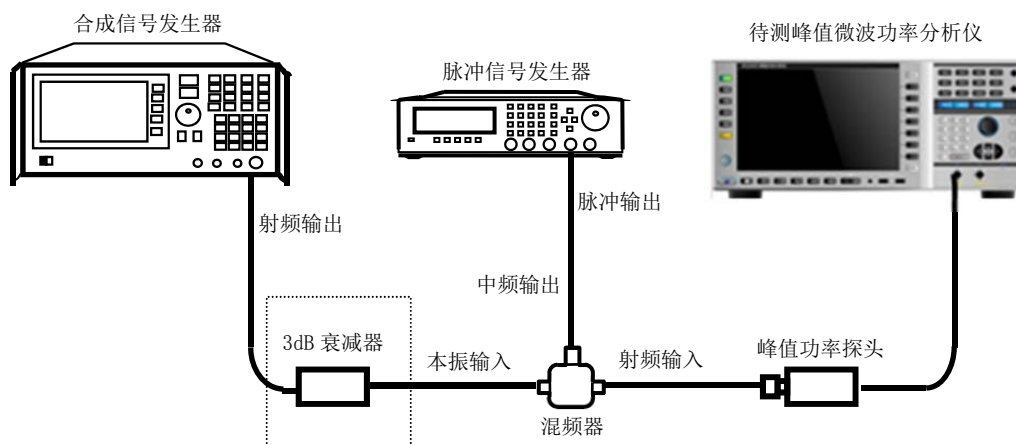


图 8.3 最小可测脉冲宽度测试

测试步骤:

- 1) 开机预热至少 30 分钟。宽带峰值微波功率分析仪配接 81702 系列峰值功率探头进行自动校准后按图 8.3 连接设备。
- 2) 如下设置脉冲信号发生器：脉冲周期 200ns，脉冲宽度 100ns，脉冲幅度 0.7V，上升时间为 2.8ns（脉冲信号发生器的上升时间最小设置值）。
- 3) 如下设置合成信号发生器：CW 模式，频率 10GHz。
- 4) 设置峰值功率分析仪为脉冲测量模式，将调用校准因子的频率设置为 10GHz，设置时基为 10ns/格，上升沿触发且触发电平为 0dBm。调节合成信号发生器的功率输出使得宽带峰值微波功率分析仪的顶部功率测量值为 $5\text{dBm} \pm 0.1\text{dB}$ 。
- 5) 设置脉冲信号发生器脉冲宽度 30ns，宽带峰值微波功率分析仪能够自动测量脉冲信号的脉冲宽度值。

8.4 性能特性测试

- 6) 设置脉冲信号发生器的脉冲宽度以 1ns 步进逐渐减小，直到宽带峰值功率分析仪不能自动测量脉冲信号的脉冲宽度值，记录此时的脉冲信号发生器输出脉冲信号的脉冲宽度值，此值即为宽带峰值微波功率分析仪的可测最小可测脉冲宽度。

8.4.1.1.6 内部触发电平范围

描述: 此项指标体现了 2443A 峰值功率分析仪采用内部触发方式测量脉冲调制信号的能力。

测试框图:

测试框图如图 8.4 所示。



图 8.4 内部触发电平范围的测试

测试步骤:

- 1) 开机预热至少 30 分钟。2443A 峰值功率分析仪配接 81703 系列峰值功率探头进行自动校准后按图 8.4 连接设备。
- 2) 如下设置合成信号发生器：频率 10GHz，打开脉冲调制模式，并选择为内部脉冲调制方式。设置内部脉冲周期 10us，脉冲宽度 5us。
- 3) 设置峰值功率分析仪为峰值测量模式，校准因子的频率设置为 10GHz，设置时基为 2us/格，触发源选择内部触发模式，上升沿触发。
- 4) 设置信号发生器输出功率为+20dBm，峰值功率分析仪触发电平为 17dBm，仪器能够测量并稳定显示脉冲波形。
- 5) 设置信号发生器输出功率为-20dBm，峰值功率分析仪触发电平为-23dBm，仪器能够测量并稳定显示脉冲波形。

8.4.1.1.7 外部触发电平范围

描述: 此项指标体现了 2443A 峰值功率分析仪测量外部直流和交流信号的电压幅度参数、交流信号的时间参数的能力，同时还体现了采用外部触发方式测量脉冲调制信号的能力。

测试框图:

测试框图如图 8.4 所示。

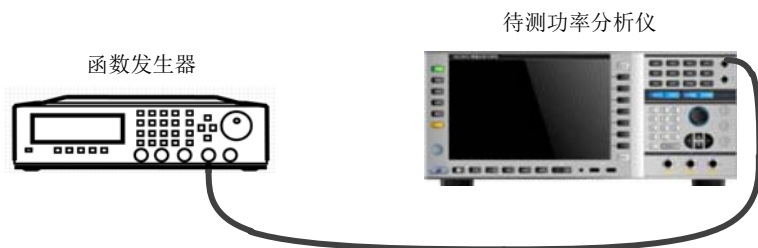


图 8.4 内部触发电平范围的测试

测试步骤:

- 1) 开机预热至少 30 分钟。使用 BNC 电缆连接函数发生器输出端和 2443A 峰值功率分析仪触发 1 接口。
- 2) 如下设置合成信号发生器：频率 10GHz，打开脉冲调制模式，并选择为内部脉冲调制方式。设置内部脉冲周期 10us，脉冲宽度 5us。
- 3) 设置峰值功率分析仪为峰值测量模式，校准因子的频率设置为 10GHz，设置时基为 2us/格，触发源选择内部触发模式，上升沿触发。
- 4) 设置信号发生器输出功率为+20dBm，峰值功率分析仪触发电平为 17dBm，仪器能够测量并稳定显示脉冲波形。
- 5) 设置信号发生器输出功率为-20dBm，峰值功率分析仪触发电平为-23dBm，仪器能够测量并稳定显示脉冲波形。

8.4.1.2 峰值功率探头指标测试**8.4.1.2.1 频率范围**

描述: 2443A 峰值功率分析仪可配给的峰值功率探头有 81702D/E/F/L 和 81703D/E/F/L 共 8 种，频率范围覆盖 50MHz~67GHz，在此频率范围内功率探头的校准因子不确定度应能分别满足要求。具体测试方法见 8.4.1.2.4 峰值功率探头校准因子不确定度的测试。

8.4.1.2.2 脉冲功率范围

描述: 本测试利用标准功率计比对的测试方法验证峰值功率探头脉冲功率测试范围指标是否满足要求。

测试框图:

测试框图如图 8.5 所示。

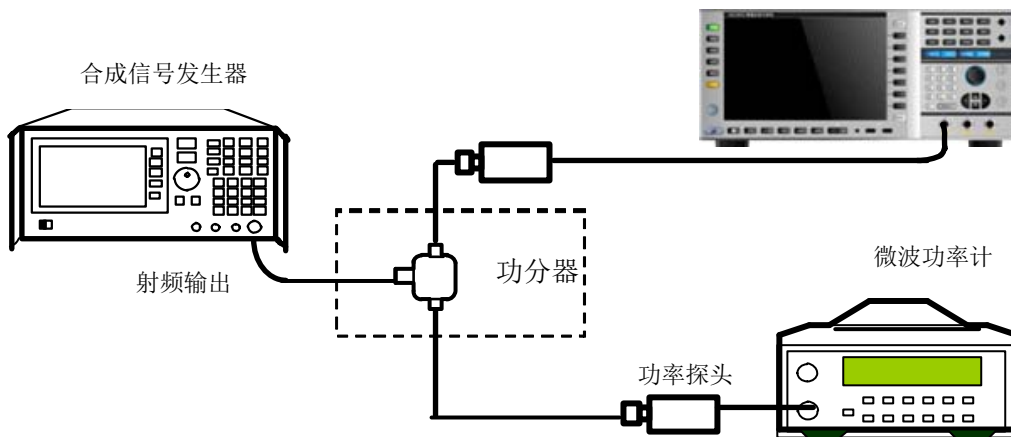


图 8.5 峰值功率探头脉冲功率范围测试框图

测试步骤:

8.4 性能特性测试

- 1) 开机预热至少 30 分钟，将配接 81702 系列或 81703 系列峰值功率探头的峰值功率分析仪和标准功率计分别进行校准后，按图 8.5 连接设备。
- 2) 设置合成信号发生器为 CW 模式，频率为 1GHz，根据表 7 和表 8 测量点要求依次设置功率输出。
- 3) 设置标准功率计校准因子频率为 1GHz，依次记录测试值，记为 P0。
- 4) 设置合成信号发生器为脉冲调制模式，脉冲选择为内部脉冲方式（也可以采用外部脉冲调制方式），脉冲周期为 100us，脉冲宽度为 50us。
- 5) 设置峰值功率分析仪为峰值测量模式，将调用校准因子的频率设置为 1GHz，设置时基为 10us/格，触发源选择内部触发模式，上升沿触发。
- 6) 将峰值功率分析仪的标记 1 移到 5us 处，标记 2 移到 45us 处，选择两标记之间数据处理模式为平均方式。
- 7) 根据表 B.1 和表 B.2 中测量点要求依次设置功率输出，根据测量功率的大小适当设置触发电平的值，将测试数据进行记录，记为 P1。对于 81702 系列系列峰值功率探头，当测量脉冲功率范围为 -5dBm~+20dBm 时采用内部触发模式进行测量，当测量脉冲功率范围为 -20dBm~-5dBm 时采用外部触发模式进行测量，并平均次数至少 100 次以上。对于 81703 系列峰值功率探头，当测量脉冲功率范围为 -20dBm~+20dBm 时采用内部触发模式进行测量，当测量脉冲功率范围为 -40dBm~-20dBm 时采用外部触发模式进行测量，并平均次数至少 100 次以上。
- 8) 测量误差为 P1-P0，其值应满足附表中指标要求的允许误差值。

注：图中，如无功分器，被测功率探头和标准功率探头可分别接到合成信号发生器输出端测试。

8.4.1.2.3 输入端口驻波比

描述：本测试是利用矢量网络分析仪来测试峰值功率探头的电压驻波比是否满足要求。

测试框图：

测试框图如图 8.6 所示。

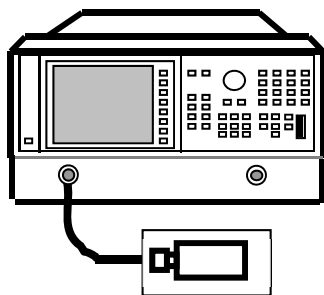


图 8.6 探头功率驻波比测试框图

测试步骤：

- 1) 如图 8.6 连接设备，开机复位，预热至少 30min。
- 2) 设置矢量网络分析仪端口 1 为 S11 方式，根据所测探头的不同设置相应频率范围。
- 3) 按照矢量网络分析仪的用户手册来操作，对矢量网络分析仪利用相应的校准件在相应的波段进行单端口 S11 驻波校准。
- 4) 此时，矢网所显示 S11 曲线的绝对值即为峰值功率探头的输入端口驻波比。测试值应满足指标要求。

8.4.1.2.4 校准因子不确定度

描述: 本测试利用标准功率计比对的测试方法验证指标是否满足要求。

测试框图:

测试框图如图 8.5 所示。

测试步骤:

- 1) 开机预热至少 30 分钟, 将配接的峰值功率探头的峰值功率分析仪和标准功率计分别进行校准后, 按图 8.5 连接设备。
- 2) 设置合成信号发生器为 CW 模式, 频率为测量表格中的测量频率点, 并相应设置峰值功率分析仪和标准功率计的频率校准因子。
- 3) 用标准功率计进行测量信号源输出, 记录测量值 P_0 , 用待测峰值功率分析仪进行测量, 记录测量值 P_1 , 计算偏差 $\Delta P = P_1 - P_0$ 。
- 4) 按照表 B.3、表 B.4、表 B.5 和表 B.6 的测试频率点, 重复步骤 2) 和步骤 3), 记录并计算测量值。
- 5) 最终探头校准因子不确定度 $\pm |MAX\Delta P - MIN\Delta P|/2$ 应满足指标要求。
- 6) 81702 系列和 81703 系列峰值功率探头, 按照如下四个表格的测试点要求, 重复步骤 1) 到步骤 5) 进行测试。

注: 功率误差对数和线性转换公式为: $U = (10^{\frac{\Delta P}{10}} - 1) \times 100\%$, 其中 U 为线性误差, ΔP 为对数误差。

8.4.1.2.5 上升时间

描述: 本测试是利用峰值功率探头测试合成信号发生器输出的脉冲调制信号检验峰值探头的上升时间指标是否满足要求。

测试框图:

测试框图如图 8.7 所示。



图 8.7 峰值功率探头上升时间测试框图

测试步骤:

- 1) 开机预热至少 30 分钟, 将配接 8170 系列峰值探头峰值功率分析仪进行自动校准, 按图 8.7 连接设备。
- 2) 设置合成信号发生器频率 10GHz, 输出功率 10dBm。然后打开合成信号发生器的脉冲调制功能, 设置脉冲信号的脉冲周期为 10us, 脉冲宽度为 5us。
- 3) 设置峰值功率分析仪频率校准因子为 10GHz, 时基为 10ns/格, 内部上升沿触发。

8.4 性能特性测试

- 4) 适当调整触发电平和显示中心位置，记录仪器自动测量的脉冲上升沿测量值 t_R 。
- 5) 峰值功率探头的实际上升时间用下式计算：

$$t_r^2 = t_R^2 - t_s^2$$

式中： t_r ——探头实际上升时间，单位为ns；

t_R ——上升时间读数值，单位为ns；

t_s ——为信号发生器的脉冲调制实际上升时间，单位为 ns。

8.4.2 峰值功率分析仪性能测试记录表

表 8.4 2443A 峰值功率分析仪主机检验记录

序号	检验项目		单位	标准要求	机号:	
					测试结果	结论
1	外观与结构		/	表面应光洁、无明显机械损伤和涂覆破坏现象, 结构应完整, 控制件应安装正确、可靠、操作灵活。		
2	外形尺寸		/	宽×高×深= (426mm×178mm×200mm) ±2mm (不包括把手和防护底角)		
3	重量		/	最大 10kg		
4	机械稳定性		/	符合 GJB3947A-2009 中 3.6.3 的规定		
5	电源		/	仪器的电源最大功耗为60W, 供电电源为50Hz单相220V, 稳态电压允许范围是额定值±10%, 稳态频率允许范围是额定值±5%。		
6	安全性	绝缘电阻	MΩ	设备的电源输入端与机壳之间的绝缘电阻在试验用标准大气条件下应不小于 100MΩ。 设备的电源输入端与机壳之间的绝缘电阻在潮湿环境条件下应不小于 2MΩ。		
		介电强度	/	AC 1.5kV/10mA/1min, 应无飞弧、无击穿。		
		泄漏电流	mA	电压 242V, 漏电流≤3.5mA, 1min		
7	标志和识别		/	符合GJB 3947A-2009中3.11的要求。		
8	正常性	脉冲参数测量	/	参数测量显示区有数据显示		
		统计测量	/	能通过菜单打开统计测量功能		
		触发通道测量	/	能打开触发测量通道		
		USB 功率探头	/	能找到 USB 功率探头		
		自动校零校准	/	可以自动校零校准		
		上升/下降、内外触发功能	/	可以设置上升/下降沿触发, 设置内外触发		
9	频率范围		GHz	0.05~67		
10	脉冲功率测量范围		dBm	-40~+20		
11	平均功率测量范围		dBm	-60~+20		
12	上升时间	通道 1	ns	≤8		
		通道 2	ns			

8.4 性能特性测试

表 8.4(续)

序号	检验项目		单位	标准要求	机号:	
					测试结果	结论
13	最高可测重复频率	通道 1	MHz	50		
		通道 2	MHz			
14	最小可测脉冲宽度	通道 1	ns	20		
		通道 2	ns			
15	内部触发电平范围	通道 1	dBm	-20~+20		
		通道 2	dBm			
说明:						

表 8.5 81702/81703 系列峰值功率探头检验记录

序号	检验项目		单位	标准要求		检验结果
1	81702D	频率范围	Hz	50MHz~18GHz		
2		脉冲功率范围	dBm	-20dBm~+20dBm		
3		输入端口驻波比	/	50MHz~2GHz	1.15	
				2GHz~18GHz	1.26	
4		校准因子不确定度	%	±5.0%		
5		上升时间	ns	≤10ns		
6	81702E	频率范围	Hz	500MHz~26.5GHz		
7		脉冲功率范围	dBm	-20dBm~+20dBm		
8		输入端口驻波比	/	50MHz~2GHz	1.15	
				2GHz~18GHz	1.26	
				18GHz~26.5GHz	1.35	
9		校准因子不确定度	%	50MHz~18GHz	±5.0	
	18GHz~26.5GHz			±6.0		
10	上升时间	ns	≤10ns			
11	81702F	频率范围	Hz	500MHz~40GHz		
12		脉冲功率范围	dBm	-20dBm~+20dBm		
13		输入端口驻波比	/	50MHz~2GHz	1.15	
				2GHz~18GHz	1.26	
				18GHz~26.5GHz	1.35	
				26.5GHz~40GHz	1.50	
14	校准因子不确定度	%	50MHz~18GHz	±5.0		
			18GHz~26.5GHz	±6.0		
			26.5GHz~40GHz	±7.9		
15	上升时间	ns	≤10ns			

表 8.5(续)

序号	检验项目	单位	标准要求		检验结果			
16	81702L	频率范围	Hz	500MHz~67GHz				
17		脉冲功率范围	dBm	-20dBm~+20dBm				
18		输入端口驻波比	/		50MHz~2GHz	1.15		
					2GHz~18GHz	1.26		
					18GHz~26.5GHz	1.35		
					26.5GHz~40GHz	1.50		
					40GHz~67GHz	1.78		
19		校准因子不确定度	%		50MHz~18GHz	±5.0		
					18GHz~26.5GHz	±6.0		
					26.5GHz~40GHz	±7.9		
					40GHz~67GHz	±9.8		
20		上升时间	ns	≤10ns				
21		81703D	频率范围	Hz	50MHz~18GHz			
22			脉冲功率范围	dBm	-40dBm~+20dBm			
23			输入端口驻波比	/		50MHz~2GHz	1.15	
						2GHz~18GHz	1.26	
24			校准因子不确定度	%	±5.0%			
25			上升时间	ns	≤100ns			
26		81703E	频率范围	Hz	500MHz~26.5GHz			
27	脉冲功率范围		dBm	-40dBm~+20dBm				
28	输入端口驻波比		/		50MHz~2GHz	1.15		
					2GHz~18GHz	1.26		
					18GHz~26.5GHz	1.35		
29	校准因子不确定度		%		50MHz~18GHz	±5.0		
					18GHz~26.5GHz	±6.0		
30	上升时间		ns	≤100ns				
31	81703F	频率范围	Hz	500MHz~40GHz				
32		脉冲功率范围	dBm	-40dBm~+20dBm				
33		输入端口驻波比	/		50MHz~2GHz	1.15		
					2GHz~18GHz	1.26		
					18GHz~26.5GHz	1.35		
					26.5GHz~40GHz	1.50		
34		校准因子不确定度	%		50MHz~18GHz	±5.0		
					18GHz~26.5GHz	±6.0		
					26.5GHz~40GHz	±7.9		
35		上升时间	ns	≤100ns				

8.4 性能特性测试

表 8.5(续)

序号	检验项目		单位	标准要求		检验结果	
36	81703L	频率范围	Hz	500MHz~67GHz			
37		脉冲功率范围	dBm	-40dBm~+20dBm			
38		输入端口驻波比	/	50MHz~2GHz	1.15		
				2GHz~18GHz	1.26		
				18GHz~26.5GHz	1.35		
				26.5GHz~40GHz	1.50		
				40GHz~67GHz	1.78		
39		校准因子不确定度	%	50MHz~18GHz	±5.0		
				18GHz~26.5GHz	±6.0		
				26.5GHz~40GHz	±7.9		
	40GHz~67GHz			±9.8			
40		上升时间	ns	≤100ns			

8.4.3 峰值功率分析仪性能测试辅助表格

表 8.6 81702 系列峰值功率探头脉冲功率范围测量表格

功率点 (dBm)	标准功率计 测量值P0(dBm)	被测仪器 测量值P1(dBm)	误差值ΔP(dB)	允许误差值 (dB)
+20				±0.29
+10				±0.29
0				±0.29
-10				±0.57
-20				±1.79

注：误差中应扣除信号发生器脉冲调制引起的功率差值。

表 8.7 81703 系列峰值功率探头脉冲功率范围测量表格

功率点 (dBm)	标准功率计 测量值P0(dBm)	被测仪器 测量值P1(dBm)	误差值ΔP(dB)	允许误差值 (dB)
+20				±0.29
+10				±0.29
0				±0.29
-20				±0.57
-40				±1.79

注：误差中应扣除信号发生器脉冲调制引起的功率差值。

表 8.8 81702D 和 81703D 峰值探头功率校准因子不确定度测量表格

	测试频率点	允许误差值 (dB)	标准功率计 测量值P0(dBm)	测量值P1(dBm)	误差值 ΔP (dB)
81702D 81703D	50MHz	± 0.21			
	500MHz	± 0.21			
	1GHz	± 0.21			
	2GHz	± 0.21			
	4GHz	± 0.21			
	6GHz	± 0.21			
	8GHz	± 0.21			
	10GHz	± 0.21			
	12GHz	± 0.21			
	14GHz	± 0.21			
	16GHz	± 0.21			
	18GHz	± 0.21			
说明： $\pm 5.0\%$ 转换成对数为 $\pm 0.21\text{dB}$					

表 8.9 81702E 和 81703E 峰值探头功率校准因子不确定度测量表格

	测试频率点	允许误差值 (dB)	标准功率计 测量值P0(dBm)	测量值P1(dBm)	误差值 ΔP (dB)
81702E 81703E	500MHz	± 0.21			
	1GHz	± 0.21			
	2GHz	± 0.21			
	4GHz	± 0.21			
	6GHz	± 0.21			
	8GHz	± 0.21			
	10GHz	± 0.21			
	12GHz	± 0.21			
	14GHz	± 0.21			
	16GHz	± 0.21			
	18GHz	± 0.21			
	20GHz	± 0.25			
	22GHz	± 0.25			
	24GHz	± 0.25			
	26.5GHz	± 0.25			
说明： $\pm 5.0\%$ 转换成对数为 $\pm 0.21\text{dB}$ ， $\pm 6.0\%$ 转换成对数为 $\pm 0.25\text{dB}$ 。					

8.4 性能特性测试

表 8.10 81702F 和 81703F 峰值探头功率校准因子不确定度测量表格

	测试频率点	允许误差值 (dB)	标准功率计 测量值P0(dBm)	测量值P1(dBm)	误差值 ΔP (dB)
81702F 81703F	500MHz	± 0.21			
	1GHz	± 0.21			
	2GHz	± 0.21			
	4GHz	± 0.21			
	6GHz	± 0.21			
	8GHz	± 0.21			
	10GHz	± 0.21			
	12GHz	± 0.21			
	14GHz	± 0.21			
	16GHz	± 0.21			
	18GHz	± 0.21			
	20GHz	± 0.25			
	22GHz	± 0.25			
	24GHz	± 0.25			
	26GHz	± 0.25			
	28GHz	± 0.33			
	30GHz	± 0.33			
	32GHz	± 0.33			
	34GHz	± 0.33			
	36GHz	± 0.33			
38GHz	± 0.33				
40GHz	± 0.33				

说明： $\pm 4.0\%$ 转换成对数为 $\pm 0.17\text{dB}$ ， $\pm 5.9\%$ 转换成对数为 $\pm 0.25\text{dB}$ ， $\pm 7.9\%$ 转换成对数为 $\pm 0.33\text{dB}$ 。

表 8.11 81702L 和 81703L 峰值探头功率校准因子不确定度测量表格

	测试频率点	允许误差值 (dB)	标准功率计 测量值P0(dBm)	测量值P1(dBm)	误差值 ΔP (dB)
81702L 81703L	500MHz	± 0.21			
	1GHz	± 0.21			
	2GHz	± 0.21			
	4GHz	± 0.21			
	6GHz	± 0.21			
	8GHz	± 0.21			
	10GHz	± 0.21			
	12GHz	± 0.21			
	14GHz	± 0.21			
	16GHz	± 0.21			
	18GHz	± 0.21			
	20GHz	± 0.25			
	22GHz	± 0.25			
	24GHz	± 0.25			
	26GHz	± 0.25			
	28GHz	± 0.33			
	30GHz	± 0.33			
	32GHz	± 0.33			
	34GHz	± 0.33			
	36GHz	± 0.33			
	38GHz	± 0.33			
	40GHz	± 0.33			
	42GHz	± 0.41			
	44GHz	± 0.41			
	46GHz	± 0.41			
	48GHz	± 0.41			
50GHz	± 0.41				
52GHz	± 0.41				
54GHz	± 0.41				

8.4 性能特性测试

表 8.11(续)

	测试频率点	允许误差值 (dB)	标准功率计 测量值P0(dBm)	测量值P1(dBm)	误差值 ΔP (dB)
81702L 81703L	56GHz	± 0.41			
	58GHz	± 0.41			
	60GHz	± 0.41			
	62GHz	± 0.41			
	64GHz	± 0.41			
	67GHz	± 0.41			

说明： $\pm 4.0\%$ 转换成对数为 $\pm 0.17\text{dB}$ ， $\pm 5.9\%$ 转换成对数为 $\pm 0.25\text{dB}$ ， $\pm 7.9\%$ 转换成对数为 $\pm 0.33\text{dB}$ ， $\pm 9.8\%$ 转换为对数为 $\pm 0.41\text{dB}$ 。

8.4.4 性能特性测试推荐仪器

表 8.12 性能特性测试推荐仪器

序号	仪器名称	主要技术指标	推荐型号
1	频率计	频率范围：0.01~20GHz 频率分辨率：1Hz	HP53150A/HP53152A
2	功率计	频率范围：0.01~67GHz 功率范围：-70~+20dBm	N1913A N1914A
3	功率探头	频率范围：0.01~50GHz/67GHz 功率范围：-30~+20dBm	N8487A/N8488A
4	功率探头	频率范围：0.01~18GHz 功率范围：-70~+20dBm	E4412A E9300A
5	微波合成信号发生器	频率范围：250kHz~67GHz 带快速窄脉冲调制、大功率选项	1441A Agilent E8257D
6	低频信号发生器	频率范围：9kHz~67GHz	1441A
7	脉冲信号发生器	频率范围：1mHz~80MHz 上升沿：<3ns	Agilent 81104A
8	一体化矢量网络分析仪	频率范围覆盖：100kHz~67GHz	3656B 3672E
9	功分器	频率范围：DC~40GHz	HP11667C