

Agilent V3500A 手持式 RF 功率计

用户指南



Agilent Technologies

声明

© Agilent Technologies, Inc., 2010

根据美国和国际版权法，未经 Agilent Technologies, Inc. 事先允许和书面同意，不得以任何形式（包括电子存储和检索或翻译为其他国家或地区语言）复制本手册中的任何内容。

手册部件号

V3500-90003

版本

第二版，2010年5月31日

Agilent Technologies, Inc.
5301 Stevens Creek Blvd.
Santa Clara, CA 95052 USA

商标声明

Microsoft、Visual Studio 和 Windows 是 Microsoft Corporation 在美国的注册商标。

Pentium 是 Intel Corporation 在美国的注册商标。

保修

本文档中包含的材料“按现状”提供，如有更改，恕不另行通知。此外，在适用法律允许的最大范围内，Agilent 不承诺与本手册及其包含的任何信息相关的任何明示或暗示的保证，包括但不限于对适销和适用于某种特定用途的暗示保证。对于与提供、使用或执行此文档或此文档中包含的任何信息有关的错误或附带损坏或间接损坏，Agilent 不承担任何责任。如 Agilent 与用户之间存在其他书面协议含有与本文档材料中所包含条款冲突的保证条款，以其他书面协议中的条款为准。

技术许可

本文档中描述的硬件和 / 或软件，仅在获得许可的情况下提供，并且只能根据许可进行使用或复制。

限制性权限声明

美国政府限制性权限。授予联邦政府的软件和技术数据权限仅包括通常会提供给最终用户的那些权限。Agilent 在软件和技术数据中提供本定制商业许可时遵循 FAR 12.211（技术数据）和 12.212（计算机软件）以及用于国防的 DFARS 252.227-7015（技术数据 - 商业制品）和 DFARS 227.7202-3（商业计算机软件或计算机软件文档中的权限）。

安全声明

小心


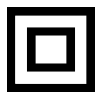










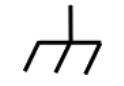
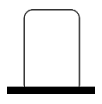


小心标志表示有危险。它要求在执行操作步骤时必须加以注意，如果不正确地执行或不遵守操作步骤，则可能导致产品损坏或重要数据丢失。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行小心标志所指示的任何操作。

警告

“警告”标志表示有危险。它要求在执行操作步骤时必须加以注意，如果不正确地执行操作或不遵守操作步骤，则可能导致人身伤亡。在没有完全理解指定的条件且不满足这些条件的情况下，请勿继续执行“警告”标志所指示的任何不当操作。

安全标志

仪器上及文档中的以下标志表示为了保证仪器的安全操作而必须采取的预防措施。

	直流电 (DC)		设备由双重绝缘或加强绝缘保护
	交流电 (AC)		关闭 (电源)
	直流电和交流电		打开 (电源)
	三相交流电		小心, 电击风险
	接地端		小心, 有危险 (请参考本手册了解具体的“警告”或“小心”信息)
	保护导体端		小心, 热表面
	框架或机架端		双稳按键关闭
	等电位		双稳按键开启

一般安全信息

在本仪器的操作、服务和维修的各个阶段中，必须遵循下面的常规安全预防措施。如果未遵循这些预防措施或本手册其他部分说明中的特定警告，则会违反有关仪器的设计、制造和用途方面的安全标准。Agilent Technologies 对用户不遵守这些预防措施的行为不承担任何责任。

警告

- 在将任何线路连接到仪器之前，请观察仪器上的所有标记。
- 请勿在易爆炸或者存在易燃气体或烟雾的空气中操作本仪器。
- 请勿单独进行维护或调整。在特定条件下，即使关闭了设备，仍有可能存在危险电压。为了避免危险的电击，除非有急救人员在场，否则维修人员不得进行内部维修或调整。
- 请勿更换部件或更改设备，以避免引发其他危险。将仪器返回至 Agilent 销售处进行维修，以确保功能部件安全。
- 请勿使用已损坏的设备，否则可能会损坏（物理损坏、过于潮湿或者其他原因）本仪器中内置的安全保护功能部件。这时候请断开电源并且只有在经过维修培训的人员证实操作安全后才使用本仪器。如果需要，请将仪器返回至 Agilent 技术销售与维修处进行维修以确保安全功能部件工作正常。

小心

- 确保在功率计中正确地插入电池，并确保极性位置正确。

环境条件

此仪器的设计配用了标准或兼容的测试探头，可供室内和低冷凝区域使用。下表显示了此仪器的一般环境要求。

环境条件	要求
操作环境	0 °C 至 50 °C
操作相对湿度	在最高相对湿度为 80%，最高温度为 35 °C 非冷凝时为完全精度
存放环境	-10 °C 至 70 °C
海拔高度	最高 2000 米
污染度	污染度 2

小心

- Agilent V3500A 符合以下安全和 EMC 要求：
 - IEC 61326-2-1:2005/EN 61326-2-1:2006
 - 加拿大：ICES-001:2004
 - 澳大利亚 / 新西兰：AS/NZS CISPR11:2004
- 当周围环境中存在电磁 (EM) 场和噪音时，会与此仪器的电源线或 I/O 电缆耦合，从而导致某些仪器规格降低。如果消除了周围环境中的电磁场和噪音来源，或者仪器被保护起来不受周围环境中的电磁场影响，或者仪器电缆被屏蔽，不受周围环境中的电磁噪音影响，则仪器会进行自我恢复，并按所有规格运行。

法规标记

	<p>CE 标记是欧洲共同体的注册商标。此 CE 标记表示产品符合所有相关的欧洲法律规定。</p>	 <p>N10149</p>	<p>C-tick 标记是 Spectrum Management Agency of Australia 的注册商标。它表示符合根据 1992 年的《无线通信法案》的条款制订的 Australia EMC Framework 规定。</p>
<p>ICES/NMB-001</p>	<p>ICES/NMB-001 表示此 ISM 设备符合加拿大 ICES-001 规定。 Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</p>		<p>此仪器符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 标记要求。此附加产品标签说明不得将此电气或电子产品丢弃在家庭垃圾中。</p>

废弃电气和电子设备 (WEEE) 指令 2002/96/EC

此仪器符合 WEEE 指令 (2002/96/EC) 标记要求。此附加产品标签说明不得将此电气或电子产品丢弃在家庭垃圾中。

产品类别：

根据 WEEE 指令附件 1 中说明的设备类型，将此仪器分类为“监测和控制仪器”产品。

附加的产品标签显示如下。



切勿丢弃在家庭垃圾中。

要返回不需要的仪器，请与您最近的 Agilent Technologies 联系，或访问：

www.agilent.com/environment/product

以获得更多信息。

本指南结构 ...

1 入门

本章介绍 V3500A 手持式 RF 功率计的主要功能并准备功率计进行初始安装。

2 了解仪器

本章介绍了 V3500A 手持式 RF 功率计的特征、环境条件与规格。本章包含仪器外观、前面板操作和前面板操作步骤的简要说明。

3 驱动程序安装和命令

本章介绍了 V3500A 手持式 RF 功率计的编程驱动程序安装的分步过程、远程 USB 操作和基本驱动器命令。

4 RF 测量基础知识

本章说明 V3500A 手持式 RF 功率计的 RF 测量基础知识。

5 特征和规格

本章介绍 V3500A 手持式 RF 功率计的仪器特征和规格。

符合性声明 (DoC)

可在网站中找到此仪器的符合性声明 (DoC)。可按仪器型号或说明搜索 DoC。

<http://regulations.corporate.agilent.com/DoC/search.htm>

注意

如果找不到对应的 DoC，请联系您当地的 Agilent 代表。

目录

1	入门	
	简介	2
	主要功能	3
	初始检查	3
	标准购置物件	3
	可购置物件	4
	操作注意事项	4
	设置仪器	5
	连接	5
	电源	8
2	了解仪器	
	产品外观	10
	产品尺寸	10
	前面板键盘	11
	如何浏览菜单系统	13
	如何打开 V3500A 电源	15
	前面板操作	16
	测量功率	16
	功率计归零	17
	设置输入频率	17
	设置测量速度	18
	启用和禁用高速模式	18
	保存仪器状态	19
	调用仪器状态	19
	设置单位：dBm 或瓦特	20

控制背光灯	21
设置背光灯自动关闭时间间隔	21
使用相对补偿功能	22

3 驱动程序安装和命令

系统要求	26
驱动程序安装	27
安装 USB 驱动程序	27
确认 USB 驱动程序安装	33
卸载 USB 驱动程序	34
安装编程驱动程序	35
仪器地址	39
远程 USB 操作	40
简介	40
总线连接	40
远程 USB 命令	41
基本驱动程序命令	42
基本 V3500A 命令	48
平均控制命令	49
测量速度控制命令	50
测量单位命令	51
相对补偿命令	52
其他命令	53
示例	54

4 RF 测量基础知识

功率定义	76
测量单位	77
瓦特	77

分贝	77	
RF 功率测量	78	
低频法	78	
高频法	78	
各种类型的信号的功率		80
测量精度	82	

5 特征和规格

产品特征	88
产品规格	90
SWR	92

图列表

图 1-1	背光灯打开时的 V3500A 手持式 RF 功率计	2
图 1-2	具有 N 型连接器螺母的 V3500A	5
图 1-3	USB MINI B 型端口和外部电源连接器	7
图 2-1	V3500A 尺寸	10
图 2-2	V3500A 前面板键盘	11
图 2-3	菜单图结构	13
图 4-1	低频功率测量	78
图 4-2	高频功率测量	79
图 4-3	脉冲调制信号示例	81
图 4-4	功率测量中的失配	83
图 5-1	典型 SWR 性能	92

表列表

表 2-1	V3500A 键盘功能	11
表 2-2	菜单图结构说明	14
表 3-1	SETAVG 命令值	49
表 5-1	不同频带的 SWR 性能	92



1 入门

简介	2
主要功能	3
初始检查	3
标准购置物件	3
可选购置物件	4
操作注意事项	4
设置仪器	5
连接	5
RF 连接器	5
USB 端口	7
电源	8

本章介绍 V3500A 手持式 RF 功率计的主要功能并准备功率计进行初始安装。



简介

Agilent V3500A 手持式 RF 功率计（10 MHz 至 6 GHz）是一个袖珍型手持式仪器，用于在现场和研究与开发 (R&D) 实验室环境中进行 RF 功率测量。在实验室中，V3500A 可用作 RF 功率数据记录器，它可将数据通过其内置的 USB 接口传输到计算机，从而使您可以执行趋势或偏移分析。在现场使用时，V3500A 小巧的外形使其便于放置在工具箱中。在现场执行测量时，您不必同时携带功率计和单独的传感器模块（V3500A 有内置传感器）。



图 1-1 背光灯打开时的 V3500A 手持式 RF 功率计

主要功能

- 易于使用的 LCD 显示屏界面
- 经济实用的单功能仪器
- 宽带（10 MHz 至 6 GHz）平均 RF 功率测量
- 外形小巧，有内置的显示屏和传感器
- 通用串行总线 (USB) 控制接口
- 可从内置电池、可选的外部电源或通过 USB 接口连接的计算机灵活地获取操作电源

初始检查

当您收到仪器之后，请检查该仪器是否存在明显的损坏，如在装运过程中发生的终端断裂或套管出现裂缝、凹痕和划痕等现象。

如发现有任何损坏，请立即通知离您最近的 Agilent 销售处。本手册的开头包含保修信息。

标准购置物件

验证是否已随 V3500A 仪器收到以下物件。如果缺少任何物品或存在已损坏的物品，请联系离您最近的 Agilent 销售处。

- ✓ USB 接口电缆（标准 A 至 B 型），2.5 米
- ✓ 印刷版的 Agilent V3500A 手持式 RF 功率计，10 MHz 至 6 GHz 用户指南（英文）
- ✓ Agilent V3500A Product Reference CD-ROM

可选购置物件

- ✓ 电源 (V3500A-PWR)
- ✓ 带肩带的仪器皮套 (V3500A-SHL)
- ✓ USB 接口电缆（标准 A 至 B 型），2.5 米 (V3500A-CA1)
- ✓ 印刷版的 Agilent V3500A 手持式 RF 功率计（10 MHz 至 6 GHz）用户指南（日语）(V3500A-ABJ)
- ✓ 印刷版的 Agilent V3500A 手持式 RF 功率计（10 MHz 至 6 GHz）用户指南（简体中文）(V3500A-AB2)
- ✓ 印刷版的 Agilent V3500A 手持式 RF 功率计，10 MHz 至 6 GHz 用户指南（英文）(V3500A-ABA)

请保留原包装，以便将来将购买的 V3500A 退还到 Agilent。此外，还请附上问题的简要说明。

操作注意事项

为了保持高阻抗隔离，在操作 V3500A 时应谨慎，避免使其受到外部物质（如润肤油）的污染。此类污染会降低隔离电阻。

为了避免可能发生的污染，请勿接触连接器绝缘体。如果仪器被污染，请彻底清洗它。有关更多信息，请参考 *Agilent V3500A 手持式 RF 功率计，10 MHz 至 6 GHz 服务指南*。

设置仪器

连接

在进行任何测量之前，需要正确设置 RF 连接器和 USB 端口连接。

RF 连接器

使用具有 $50\ \Omega$ 特性阻抗的 N 型公 RF 连接器（请参阅图 1-2）进行 RF 信号连接。



图 1-2 具有 N 型连接器螺母的 V3500A

在连接时务必遵守以下原则。

✓ 最大输入功率限制

连接或应用的任何功率电平不能超过 V3500A 规格范围。
请参阅第 90 页上的“产品规格”以获得完整的规格列表。

✓ 用于功率测量的连接

一只手拿住功率计的机身，转动 N 型公连接器螺母使连接拧紧（请勿转动 V3500A 机身）。继续转动，直到将连接拧紧为止。在拧紧连接时，应转动连接器螺母而不是功率计机身，这很重要。

注意

在将 V3500A 的 N 型连接器连接到 N 型母连接器以进行功率测量时，请遵循拧紧连接的正确操作。

USB 端口

V3500A 具有带 MINI B 端口的 USB 2.0 接口（请参阅图 1-3）。可通过此 USB 接口对 V3500A 进行远程编程。

除了进行远程编程外，还可通过 USB 端口对 V3500A 供电。在连接 USB 电缆以提供电源并且断开可选外部电源后，外部电源 (V3500A-PWR) 将从 USB 电缆获得电源 – 不论是否装有电池。

注意

该接口的接口速度为 12 Mbps，与 USB 2.0 兼容。



图 1-3 完整序列号、USB 类型的微型 B 端口和外部电源连接器

电源

可以使用电池电源或外部电源连接器对 V3500A 供电。

- 电池电源

可使用两节 5 号电池对 V3500A 供电。如果安装了电池，则只有在外部电源和 USB 断开时，安装的电池才能对 V3500A 供电。

有关更多信息，请参考 *Agilent V3500A 手持式 RF 功率计, 10 MHz 至 6 GHz 服务指南*。

- 外部电源连接器

外部电源连接器用于连接可选的外部电源（型号 V3500A-PWR）（请参阅图 1-3）。如果连接了外部电源，V3500A 将由外部电源供电 – 不论是否存在 USB 电源或电池。

小心

只能连接建议用于此连接器的可选外部电源 (V3500A-PWR)。如果应用的电源不合适，则会导致仪器损坏。

该电源装有交流线路滤波器，可为 V3500A 提供可调节的 +5 V 直流电，150 mA 电源。



2 了解仪器

产品外观	10
产品尺寸	10
前面板键盘	11
如何浏览菜单系统	13
如何打开 V3500A 电源	15
前面板操作	16
测量功率	16
功率计归零	17
设置输入频率	17
设置测量速度	18
启用和禁用高速模式	18
保存仪器状态	19
调用仪器状态	19
设置单位: dBm 或 瓦特	20
控制背光灯	21
设置背光灯自动关闭时间间隔	21
使用相对补偿功能	22

本章介绍了 V3500A 手持式 RF 功率计的特征、环境条件与规格。
本章包含仪器外观、前面板操作和前面板操作步骤的简要说明。



产品外观

产品尺寸



图 2-1 V3500A 尺寸

前面板键盘

图 2-2 显示前面板键盘的位置。有关前面板键说明和用法，请参考表 2-1。

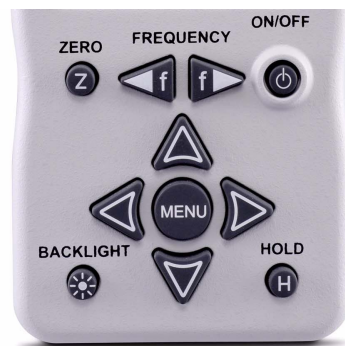









图 2-2 V3500A 前面板键盘

表 2-1 V3500A 键盘功能

键	说明
ZERO 	按 ZERO 可测量信号路径中的补偿电压并使 V3500A 归零。此操作可在低功率电平下进行更精确的测量。在使 V3500A 归零时 RF 输入可保持连接断开状态，或可将其连接到其他硬件，但应确保 RF 输入中没有信号，因为这会导致读数不准确。例如，如果 V3500A 连接到信号发生器，请在按 ZERO 按键之前关闭信号发生器的输出。V3500A 归零后，显示屏将显示“Zeroing.....”。整个操作需要大约 30 秒。
FREQUENCY 	按 FREQUENCY 可将 V3500A 设置为输入信号的频率。可使用两个按键调整频率。左箭头键将按 10 MHz 的步长降低当前频率。同样，右箭头键将按 10 MHz 的步长增大当前频率。当前频率显示在显示屏的第二行中。按住其中一个频率键可快速更改频率设置。
ON/OFF 	按 ON/OFF 可打开或关闭 V3500A。

2 了解仪器

表 2-1 V3500A 键盘功能（续）

键	说明
	<p>按 MENU 可进入菜单模式。四个箭头按键仅在菜单模式下处于活动状态。当 V3500A 处于正常模式时，四个箭头按键处于非活动状态。</p> <p>向上和向下菜单按键用于选择不同菜单。例如，可使用这些按键从“Averaging”菜单更改为“Units”菜单。</p> <p>向左和向右菜单按键可让用户在给定菜单中调整设置。例如，在“Averaging”菜单中，可使用这些键选择 V3500A 执行的取平均值的次数。</p>
	<p>在正常模式下，将会不断更新 V3500A 功率读数。在某些情况下，可能不需要此更新。例如，V3500A 可能连接到某个位置中的信号源，使其难以读取显示屏。按 HOLD 可使最新读数冻结在显示屏上，并且不再更新。这便于用户从信号源断开 V3500A 的连接，然后读取显示屏。再次按 HOLD 将禁用保留功能，显示屏将再次不断更新。启用保留功能时，字母“H”将显示在显示屏右上角。</p>
	<p>按 MENU 可访问用户不能直接从前面板键盘使用的任何功能。它允许用户进入或退出 V3500A 菜单。按 MENU 一次可将功率显示替换为菜单显示。可使用菜单导航键盘浏览菜单。再次按 MENU 可退出菜单模式，显示屏将返回正常模式。</p>
	<p>V3500A 显示屏和键盘带有背光灯，便于在黑暗环境中看清读数。</p> <p>按 BACKLIGHT 可打开和关闭 LCD 背光灯显示屏和键盘。为了节约电池电量，背光灯将在延迟 1 分钟后自动关闭（缺省设置）。您可以使用 V3500A 菜单更改延迟设置。</p>

如何浏览菜单系统

注意

没有用于激活某个特定菜单选择的“enter”按键。在使用向左和向右菜单按键选择菜单中的一个选项时，该选项将自动激活。

按 **MENU** 可使显示屏在正常模式和菜单模式之间切换。在菜单模式中，使用 **MENU** 按键周围的四个箭头按键可浏览菜单并进行选择。使用向上和向下菜单箭头按键可在可用的菜单中滚动并进行选择。

使用向左和向右菜单箭头按键可在菜单模式中选择可用的选项。在选择选项时，将立即执行所有菜单命令。

菜单图结构显示在图 2-3 中，其说明显示在表 2-2 中。<> 括号中的菜单项是缺省菜单值。

Averaging	<Off> 2 4 8 16 32
Units	<dBm> Watts
Shutdown	1m 5m 30m 1hr <Never>
BacklightOff	<1m> 5m 10m 20m Never
Contrast	0% 10% 20% 30% 40% <50%> 60% 70% 80% 90% 100%
Save State	<No> Save
Recall State	<No> Recall
Meas mode	<Norm> Fast
Firmware Rev	V1.0.8
Serial Num	12345678
Rel Offset	<Off> On

图 2-3 菜单图结构

2 了解仪器

表 2-2 菜单图结构说明

菜单	说明	可用的值	缺省值
Averaging	设置平均值。	Off、2、4、8、16、32	Off
Units	设置测量单位。请参考第 20 页上的“ 设置单位：dBm 或瓦特 ”。	dBm、Watts	dBm
Shutdown	设置自动关闭时间间隔。请参考第 21 页上的“ 设置背光灯自动关闭时间间隔 ”。	1m、5m、30m、1hr、Never	Never
BacklightOff	设置背光灯自动关闭之前的持续时间。请参考第 21 页上的“ 控制背光灯 ”。	1m、5m、10m、20m、Never	1m (1 分钟)
Contrast	设置 LCD 显示屏对比度。	0%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100%	50%
Save State	启用或禁用保存状态。请参考第 19 页上的“ 保存仪器状态 ”。	No、Save	No
Recall State	启用或禁用调用状态。请参考第 19 页上的“ 调用仪器状态 ”。	No、Recall	No
Meas mode	选择正常模式或快速模式。请参考第 18 页上的“ 启用和禁用高速模式 ”。	Norm、Fast	Norm
Firmware Rev	显示仪器中使用的固件版本。	–	–
Serial Num ^[1]	显示仪器的数字序列号（不包含前缀）。	–	–
Rel Offset	允许用户将补偿值应用于测量。请参考第 22 页上的“ 使用相对补偿功能 ”。	Off、On	Off

^[1] 仪器上显示的数字序列号仅供参考。要获得完整序列号（包含前缀），请参考第 7 页上的图 1-3 中所示的印刷标签。

如何浏览菜单系统示例

- 1 按向下箭头按键将活动菜单从“**AVERAGING**”更改为“**UNITS**”菜单。
- 2 在“**AVERAGING**”菜单中，使用向左和向右菜单按键可将平均值设置为“Off”或选择 2、4、8、16 或 32 个平均值。如果当前选择是 <2>，按向右菜单键后，活动选择将立即更改为 <4>。

如何打开 V3500A 电源

使用 **ON/OFF** 按键打开或关闭 V3500A。在电池供电模式下操作时，V3500A 具有电源自动关闭功能以保持电池使用寿命。该功能将在一段持续一段时间后自动关闭功率计。缺省情况下，自动关闭功能时间处于禁用状态。

注意

使用“SHUTDOWN”菜单可更改自动关闭时间间隔。

设置电源自动关闭时间间隔

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 将显示如图 2-3 所示的菜单系统图。
- 3 使用向下箭头键滚动菜单，直到显示“Shutdown”。
- 4 使用向左或向右菜单按键选择所需的超时时间间隔。

注意

要禁用自动关闭功能，可在“Shutdown”菜单下对超时时间间隔选择 **<Never>**。

前面板操作

可使用前面板对 V3500A 手持式 RF 功率计进行操作和编程。还可从前面板访问可通过 USB 访问的所有命令和功能。

测量功率

使用以下步骤测量具有最佳精度的信号的功率。

1 设置频率读数。

根据需要按向左或向右 **FREQUENCY** 按键以设置适当的频率。可按 10 MHz 的增量将 V3500A 的频率从 10 MHz 设置到 6000 MHz。

注意

仪器关闭后，仪器将返回到 500 MHz 的缺省频率值设置。

2 将 V3500A 归零。

有关更多信息，请参考第 17 页上的“功率计归零”。

3 将 V3500A RF 输入端口连接到要测量的信号。有关更多信息，请参考第 5 页上的“RF 连接器”。

显示屏的第一行显示测量所得的信号功率。测量所得的功率将持续更新，并相应地进行显示。

只要完成一个新测量并显示结果，显示屏右上角就会显示一个“@”符号。如果此符号更改为字母“H”，V3500A 将保留当前读数（仪器处于保留模式）。按 **HOLD** 返回正常模式。

功率计归零

将功率计归零可显著提高 V3500A 的测量精度，尤其是在低功率电平时。在打开功率计电源后，应始终在进行任何测量之前执行归零操作。当 V3500A 预热时应使其归零，当环境温度改变时也应定期使其归零。

- 1 在将 V3500A 归零之前，应确保从 V3500A RF 输入端口删除所有 RF 功率。操作方法是：断开 RF 输入的连接，或禁用连接到 V3500A 的所有信号源的输出。
- 2 从 V3500A RF 输入端口删除所有 RF 功率后，按 **ZERO**。V3500A 将在归零过程中显示消息“Zeroing...”。当显示屏返回正常模式后，归零已完成，可以进行测量了。

设置输入频率

注意

仪器关闭后，仪器将返回到 500 MHz 的缺省频率值设置。

V3500A 有一个内部校准表，可校正其电路的频率响应变化值。要获得最佳精度，应正确设置输入信号频率。

- 1 按 **FREQUENCY** 设置输入频率。向左箭头将降低频率值，向右箭头将增大频率值。当显示屏处于正常模式时，当前频率设置将显示在显示屏的第二行中。
- 2 按住向左或向右按键可快速降低或增大频率，使用户可以将频率快速设置为所需的值。

设置测量速度

在正常操作速度下，V3500A 将在约 1 秒（± 0.5 秒，具体取决于输入信号的功率电平）内完成功率测量。低电平信号的测量所需的时间比高电平信号的测量所需的时间长。这是因为在测量低电平信号时，需要进行更多过滤才能获得较好的信噪比。

如果需要进行更快速的测量，可将 V3500A 设置为高速模式。在此模式下（对于超过 -30 dBm 的测量），V3500A 可在 1 秒内进行大约 23 次测量。

大多数情况下，正常测量速度是最佳选择。在高速模式下，测量数据过滤将极大减少，这导致测量噪音明显高于正常模式。

启用和禁用高速模式

注意

仪器关闭后，仪器将返回到 <Norm> 的缺省“Meas mode”设置。

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Meas mode”菜单。
- 3 按向或向右箭头菜单按键选择所需的测量速度模式。有两个可用选项：
 - <Norm>：选择正常测量速度模式
 - <Fast>：选择高速模式

保存仪器状态

注意

- 缺省“Save State”菜单设置为 <No>。
保存仪器状态功能可将所有菜单值保存在仪器内存中，以便在重新打开电源后进行调用。不会保存或调用频率设置。
- 只有在仪器中装有电池时“Save State”功能才起作用。

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Save State”菜单。

小心

在选择选项时，将立即执行所有菜单命令。因此，在突出显示 <Save> 菜单项后，将立即执行 Save State 命令。没有撤消选项——只要选择 <Save> 菜单项，当前菜单设置就会覆盖以前保存的设置。

- 3 使用向右箭头菜单按键选择 <Save>。此操作将仪器状态保存在 V3500A 的非易失性存储器中。

调用仪器状态

注意

缺省“Recall State”菜单设置为 <No>。
调用仪器状态将恢复 V3500A 非易失性存储器中存储的所有菜单值。不会调用频率设置。

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Recall State”菜单。

小心

在选择选项时，将立即执行所有菜单命令。因此，在突出显示 <Recall> 菜单项后，将立即执行 Recall State 命令。没有撤消选项 — 只要选择 <Recall> 菜单项，所保存的菜单设置就会覆盖当前设置。

- 3 使用向右箭头菜单按键选择 <Recall>。此操作将调用 V3500A 的非易失性存储器中的仪器状态。

设置单位：dBm 或瓦特

注意

- 使用前面板在 Watts 模式下操作 V3500A 时，它将相应地显示 nW、 μ W、mW 或 W。
- 仪器关闭后，仪器将返回到缺省 dBm 模式。

有关 dBm 和瓦特的更多信息，请参考第 77 页上的“[测量单位](#)”。

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Units”菜单。
- 3 使用向左箭头或向右箭头菜单按键选择所需单位，<dBm> 或 <Watts>。

控制背光灯

V3500A LCD 显示屏和键盘带有背光灯，便于在黑暗环境中看清读数。按 **BACKLIGHT** 可打开和关闭 LCD 背光灯显示屏和键盘。背光灯将在一段时间后自动关闭，以保持电池使用寿命。缺省时间是 1 分钟。

设置背光灯自动关闭时间间隔

注意

仪器关闭后，仪器将返回到 <1m> 的缺省 “BacklightOff” 菜单设置。

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示 “BacklightOff” 菜单。
- 3 使用向左箭头或向右箭头菜单按键选择所需的时间间隔。选择 <Never> 禁用背光灯的自动关闭功能。

使用相对补偿功能

使用相对补偿功能可将补偿值应用于测量。相对补偿值范围是从 -99.99 dB 至 +99.99 dB，分辨率为 0.01 dB。打开相对补偿功能时，显示的功率限制为 ± 99.99 dBm 和 999.99 W。

打开相对补偿功能

启用“Rel Offset”时，V3500A 的右上角将显示闪烁的字母“O”。

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Rel Offset”菜单。
- 3 使用向右箭头菜单按键从子菜单中选择 <On> 功能。使用**输入相对补偿值**中显示的步骤输入相对补偿值。
- 4 按 **MENU** 退出。

输入相对补偿值

- 1 在“Rel Offset”菜单中，使用右箭头菜单按键选择 <Edit>。注意，向上、向下、向左和向右箭头按键都处于启用状态。
- 2 使用向上、向下、向左和向右箭头按键中的任意一个按键编辑相对补偿值的数字，然后存储该值。
- 3 使用向上箭头和向下箭头按键更改相对补偿正值 (+) 或负值 (-) 的符号。
- 4 按 **MENU** 退出并存储所输入的相对补偿值。所输入的相对补偿值将应用于 V3500A 中的测量读数。

当启用相对补偿值功能并将值存储在 V3500A 中时，字母“O”将在显示屏右上角中闪烁。当输入的相对补偿值是 0.0 时，“@”字符将在显示屏右上角中闪烁，表示未启用相对补偿功能。

注意

打开或关闭 V3500A 电源将擦除所输入的任何相对补偿值。

关闭相对补偿功能

- 1 按 **MENU** 进入菜单模式。
- 2 使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Rel Offset”菜单。
- 3 使用向右箭头菜单按键选择 <Off> 功能。
- 4 按 **MENU** 退出。“@”字符将在显示屏右上角中闪烁，表示相对补偿功能已关闭。

2 了解仪器



3 驱动程序安装和命令

系统要求	26
驱动程序安装	27
安装 USB 驱动程序	27
安装 USB 驱动程序	27
确认 USB 驱动程序安装	33
卸载 USB 驱动程序	34
安装编程驱动程序	35
仪器地址	39
远程 USB 操作	40
简介	40
总线连接	40
远程 USB 命令	41
基本驱动程序命令	42
基本 V3500A 命令	48
平均控制命令	49
测量速度控制命令	50
测量单位命令	51
相对补偿命令	52
其他命令	53
示例	54

本章介绍了 V3500A 手持式 RF 功率计的编程驱动程序安装的分步过程、远程 USB 操作和基本驱动器命令。



系统要求

在进行任何安装之前，请确保您的 PC 满足以下最低系统要求。

处理器	1.6 GHz Pentium® IV 或更高速度的处理器
操作系统	以下任何 Microsoft® Windows® 版本之一： <ul style="list-style-type: none">• Windows 2000 Professional (Service Pack 4) 或更高版本• Windows XP Professional 或 Home Edition (Service Pack 1) 或更高版本
浏览器	Microsoft® Internet Explorer 5.01 版或更高版本
可用硬盘空间	1 GB
可用 RAM	建议采用 512 MB 或更大容量的 RAM
视频	Super VGA (800x600) 256 色或以上

驱动程序安装

V3500A 驱动程序支持以下 Microsoft® 操作系统：

- Windows® XP
- Windows 2000

验证您的 PC 是否符合第 26 页上的“系统要求”中所述的最低系统要求。按照以下步骤安装 V3500A 编程驱动程序。

注意

setup.exe 文件将自动检查 Microsoft.Net Framework，如果它未安装在您的 PC 上，则会进行安装。

安装 USB 驱动程序

USB 驱动程序安装可让您安装设置在 V3500A 与 PC 之间的物理通信链接的低电平驱动程序。

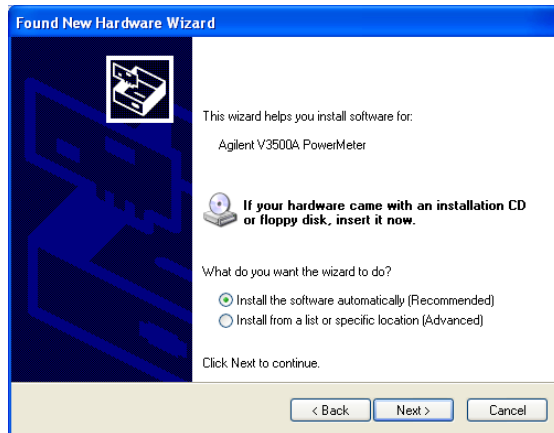
- 1 执行文件名 **setup.exe** 以安装 V3500A 软件驱动程序。
- 2 连接 V3500A 仪器和 PC 之间的 USB 电缆。然后，将 V3500A 仪器连接到所需的交流电源并打开仪器电源。
- 3 PC 将自动检测到连接的仪器，并显示 **Welcome to the Found New Hardware Wizard** 窗口。选择 **No, not this time**，然后单击 **Next** 继续。



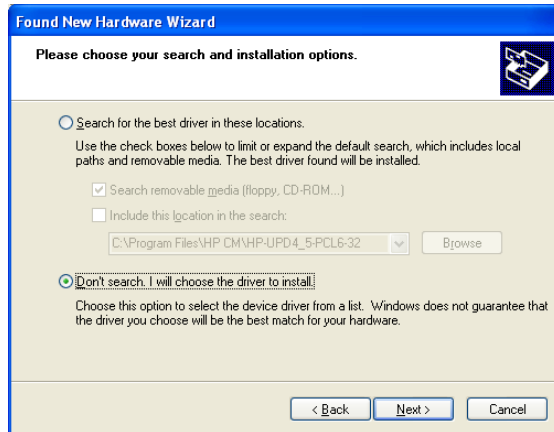
注意

- 当 V3500A 连接到 PC 的 USB 端口时，它应该会自动打开。如果该仪器未打开，则手动将其打开。
- 如果没有显示 **Welcome to the Found New Hardware Wizard** 窗口，则关闭 V3500A 电源然后再打开。

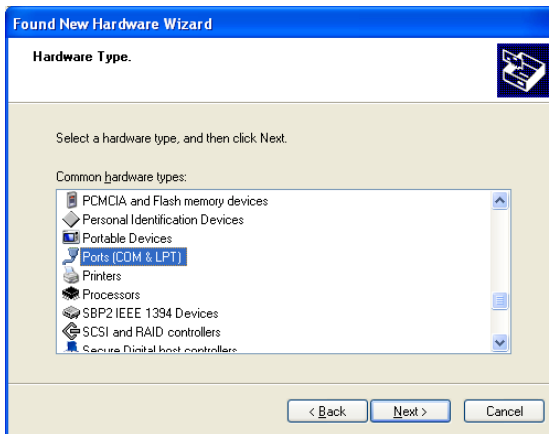
- 4 选择 **Install from a list or specific location (Advanced)**，然后单击 **Next**。



- 5 选择 **Don't search, I will choose the driver to install.** 然后单击 **Next**。



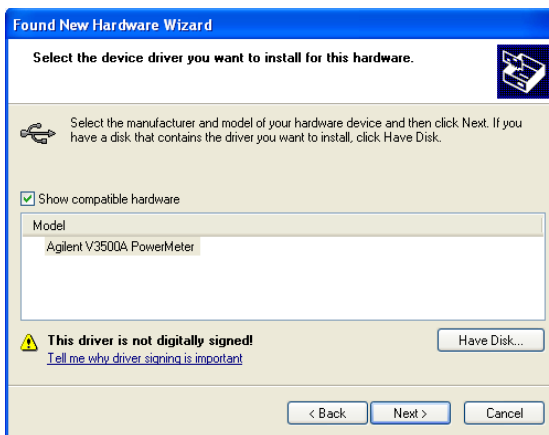
- 6 向下滚动并为“Hardware Type”选择 **Ports (COM & LPT)**，然后单击 **Next**。



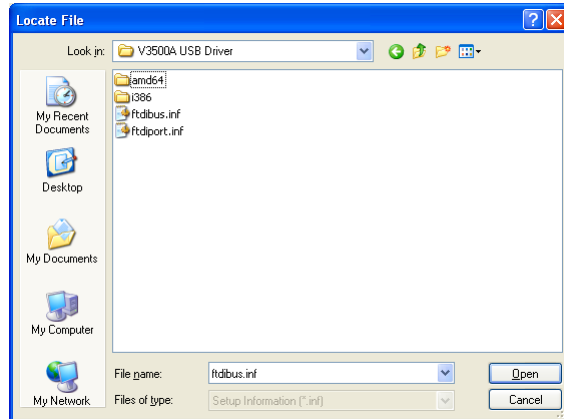
注意

上述屏幕不一定在每次安装时都显示。如果没有显示此屏幕，请跳至下一步骤。

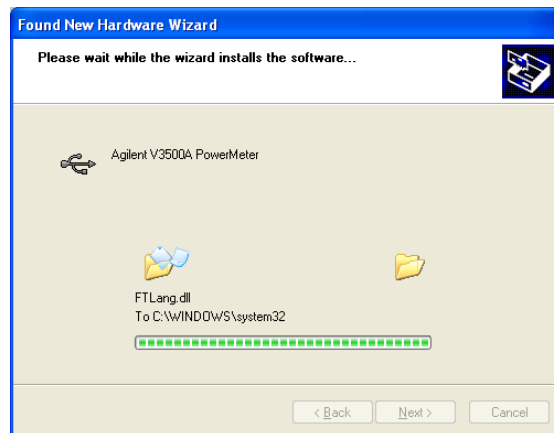
- 7 单击 **Have Disk...**。



- 8 单击 **Browse** 以查找 **V3500A USB Driver** 文件夹。选择文件名 **ftdibus.inf**，然后单击 **Open**。



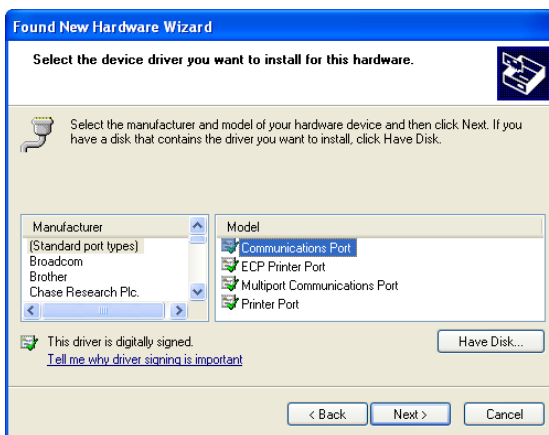
- 9 单击 **OK**。然后，确保 Agilent 仪器的名称处于选中状态，然后单击 **Next**。
- 10 此时会在 **Hardware Installation** 窗口中显示一条警告消息。单击 **Continue Anyway** 以继续安装。
- 11 如果显示以下一系列屏幕，则单击 **No** 以避免覆盖较新的文件。
- 12 您将看到安装进度窗口。



- 13 安装完成后，将显示 **Completing the Found New Hardware Wizard** 窗口。单击 **Finish** 以完成安装。



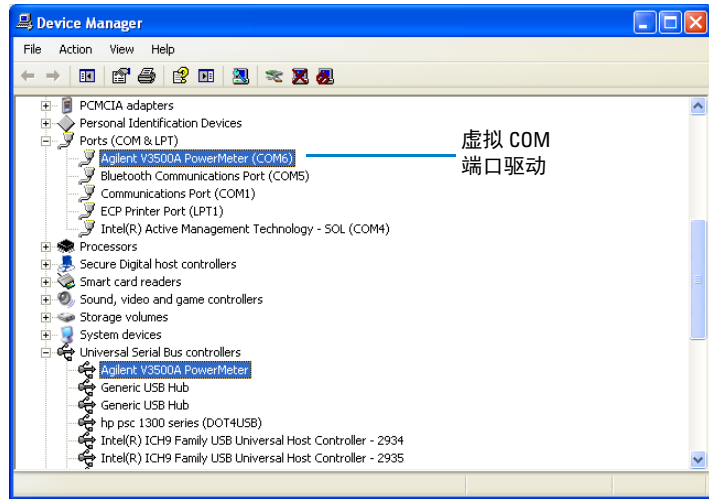
- 14 要安装功能类似于 COM 端口（虚拟 COM 端口）的 USB 驱动程序，请重复步骤 3 至步骤 6。然后，单击 **Have Disk...**。



- 15 单击 **Browse** 以查找 **V3500A USB Driver** 文件夹。选择文件名 **ftdiport.inf**，然后单击 **Open**。
- 16 重复步骤 9 至步骤 12 以完成虚拟 COM 端口驱动程序的安装。

确认 USB 驱动程序安装

- 1 要确认 USB 驱动程序安装是否已完成，请转到 **Start > Run**（在 Windows“Start”菜单上），然后键入 `devmgmt.msc` 并单击 **OK**。
- 2 将显示“Device Manager”窗口。向下滚动至 **Ports (COM & LPT)** 和 **Universal Serial Bus controllers** 以确认驱动程序是否已安装并存在。

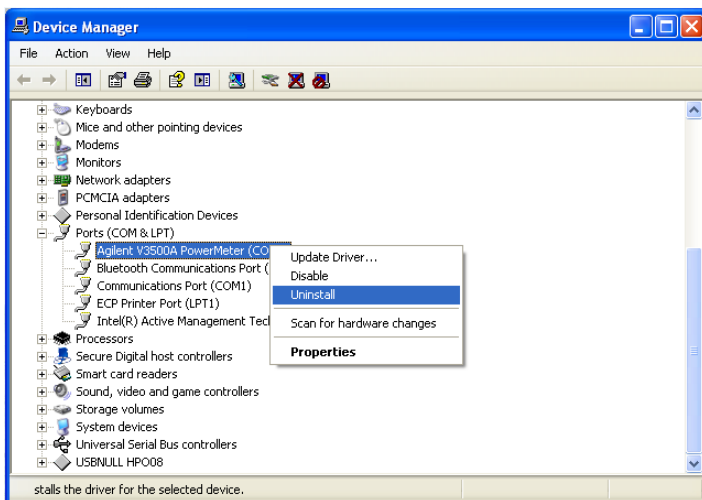


注意

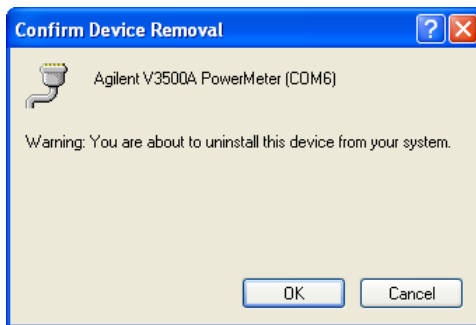
如果使用多个 Agilent 仪器，则可能需要拔下所有仪器，但要保留一台仪器，以确认由特定仪器所使用的 COM 端口号。您也可以右键单击该设备，查看该仪器的属性和序列号，以便区分类似的仪器。

卸载 USB 驱动程序

- 1 要卸载 USB 驱动程序，请转到 **Start > Run**（在 Windows“Start”菜单上），然后键入 `devmgmt.msc` 并单击 **OK**。
- 2 要卸载用于虚拟 COM 端口的 USB 驱动程序，请向下滚动至 **Ports (COM & LPT)**，然后找到可用于您的仪器的设备。
- 3 右键单击该设备并选择 **Uninstall**。



- 4 将显示 **Confirm Device Removal** 窗口。单击 **OK** 删除驱动程序。



- 5 要卸载用于通用串行总线控制器的 USB 驱动程序，请向下滚动至 **Universal Serial Bus controllers**，然后找到可用于您的仪器的设备。
- 6 右键单击该设备并选择 **Uninstall**。
- 7 将显示 **Confirm Device Removal** 窗口。单击 **OK** 删除驱动程序。

安装编程驱动程序

编程驱动程序安装可让您安装管理 USB 接口和简化 V3500A 的编程的高电平驱动程序。

为了使程序能够与编程驱动程序通信，该程序必须能够找到适当的 DLL。用于查找适当的 DLL 的方法取决于用于创建程序的软件。有关更多信息，请参考以下相关部分。

- [使用 Microsoft Visual Studio.NET 时](#)
- [使用 Microsoft Visual Studio 6.0 时](#)

使用 Microsoft Visual Studio.NET 时

在安装目录中，查找文件名“**AgilentV3500A.dll**”，然后在项目中添加对该文件的引用。缺省安装程序将 AgilentV3500A.dll 文件放在以下文件夹中：C:\Program Files\Agilent\Agilent V3500A Driver。有关更多信息，请参考[添加引用 \(Microsoft Visual Studio.NET\)](#)。

注意

另一种方法是将 AgilentV3500A.dll 的本地副本放在项目目录中，然后添加对此副本的引用。如果使用此备用方法，在以后安装 V3500A 的更新驱动程序时，项目目录中的本地副本将不会更新（它将保留驱动程序的较早版本）。

- 优点：在更新 V3500A 驱动程序时，此方法可避免更新 V3500A 驱动程序将中断软件运行的风险。
- 缺点：在更新 V3500A 驱动程序时，此方法要求将新 AgilentV3500A.dll 的副本手动重新放置到项目目录中，还要重建代码以使用新驱动程序。

添加引用 (Microsoft Visual Studio.NET)

以下步骤说明如何在使用 Microsoft Visual Studio.NET 时添加引用。添加其他编程语言的引用的步骤是相同的。

- 1 在 Microsoft Visual Studio.NET 中，选择所需的项目。
- 2 在 **View** 菜单中，选择 **Solution Explorer**（或者按 **Ctrl-Alt-L**）。
- 3 在 **Solution Explorer** 中，单击项目旁边的 **+** 号以展开项目（如果需要）。
- 4 右键单击 **References**，然后单击 **Add References** 以添加引用。
- 5 在 **Add References** 窗口中，使用 **Browse** 查找存储 V3500A 编程驱动程序 AgilentV3500A.dll 的目录。
- 6 双击 AgilentV3500A.dll 组件。
- 7 单击 **Add Reference** 窗口中的 **OK**。AgilentV3500A 现在应显示在 **Solution Explorer** 窗口的 **References** 下方。

使用 Microsoft Visual Studio 6.0 时

引用 DLL 的步骤与 Visual Basic 6.0 和 Visual C++ 6.0 不同。

注意

在 Microsoft Visual Studio 6.0 中，AgilentV3500A.tlb 文件必须在其安装位置中引用 — 不能使用对放置在项目目录中的本地副本的引用。

添加引用 (Visual Basic 6.0)

- 1 选择 Visual Basic 6.0 项目中 **Project** 菜单下的 **Reference** 菜单。将打开 “References” 对话框。

注意

缺省安装程序将 AgilentV3500A.tlb 文件放在以下文件夹中：
C:\Program Files\Agilent\Agilent V3500A Driver。

- 2 使用 **Browse** 查找安装目录。
- 3 选择 “**AgilentV3500A.tlb**”。
- 4 单击 **Open**。
- 5 验证是否已添加（已选中）V3500A 驱动程序。
- 6 单击 **OK**。

添加引用 (Microsoft Visual C++ 6.0)

要在 Visual C++ 6.0 中添加引用，请确保程序包含以下命令行（不需要执行其他特殊步骤来添加引用）：

```
#import "C:\Program Files\Agilent\Agilent  
V3500A Driver\AgilentV3500A.tlb"  
  
no_namespace named_guids
```

注意

对于缺省目录中的安装，上述命令行是正确的。如果安装在其他目录中，请对此语句进行相应的修改。

仪器地址

在执行远程编程时，V3500A 序列号将用作仪器的唯一地址。可使用以下方法之一查找仪器的序列号：

- 1 可在 V3500A 背面标签上找到此序列号查找 1 至 99,999,999 范围内的整数。
- 2 按 **MENU** 进入菜单模式，使用向下箭头菜单按键滚动菜单，直到显示“Serial Num”菜单。所显示的序列号即是您的仪器的序列号。
- 3 使用 `SerialNumber` 驱动程序命令从固件检索。

远程 USB 操作

简介

可对 V3500A USB 进行编程。还可通过 USB 使用可从前面板访问的命令和功能，但以下功能除外：

- 打开和关闭
- 保存状态
- 调用状态
- 关闭时间设置
- 背光灯关闭时间设置

V3500A 的驱动程序并不复杂 – 只需要使用几个命令启动连接，然后从仪器进行读取和写入。通过 USB 发送和接收字符串可完成设备编程。此编程模型与 GPIB 编程非常相似。

总线连接

在以远程方式使用 V3500A 之前，需要安装所需的驱动程序（请参阅第 27 页上的“[驱动程序安装](#)”）。然后，将 V3500A 底部的 USB 连接器连接到控制器的 USB 连接器（请参阅第 7 页上的“[USB 端口](#)”）。

远程 USB 命令

要对 V3500A 执行远程 USB 命令，需要执行以下步骤。

- 1 在软件中设置序列号。V3500A 的数字序列号将用作仪器进行通信的唯一地址，可在 V3500A 背面板上的条形码下方找到该数字序列号，或使用菜单按钮显示该数字序列号（请参阅第 13 页上的“[如何浏览菜单系统](#)”）。
- 2 初始化 V3500A。

注意

有关更多信息，请参考第 48 页上的“[基本 V3500A 命令](#)”。

基本驱动程序命令

在每个驱动程序命令用法部分中，myPM 是已创建的功率计类的实例。有关特定语言的示例应用程序，请参考第 48 页上的“[基本 V3500A 命令](#)”。

命令名称	SerialNumber
说明	SerialNumber 是用于控制所访问的特定 V3500A 仪器的属性。SerialNumber 是 32 位带符号整数（1 至 99,999,999）。
用法	<p>C#.NET</p> <pre>int SN = 10973300; myPM.SerialNumber=SN;</pre> <p>Visual Basic.NET</p> <pre>Dim SN As Integer SN=10973300 myPM.SerialNumber=SN</pre> <p>Visual C++.NET</p> <pre>int SN=10973300; myPM->SerialNumber=SN;</pre> <p>Visual Basic 6.0</p> <pre>Dim SN As Long SN=10973300 myPM.SerialNumber=SN</pre> <p>Visual C++ 6.0</p> <pre>int SN=10973300; myPM->SerialNumber=SN;</pre>
参数	<p>myPM 引用所创建的 V3500A 对象。</p> <p>SN 是所检查的 V3500A 的序列号（32 位带符号整数）。</p>

命令名称	IsDeviceAvailable()
说明	该 int 函数检查 SerialNumber 所指向的设备的状态。
用法	<p>C#.NET</p> <pre>int SN=10973300; int MeterAvailable=myPM.IsDeviceAvailable(SN);</pre> <p>Visual Basic.NET</p> <pre>Dim SN As Integer SN=10973300 Dim MeterAvailable As Integer MeterAvailable = myPM.IsDeviceAvailable(SN)</pre> <p>Visual C++.NET</p> <pre>int SN=10973300; int MeterAvailable=myPM->IsDeviceAvailable(SN);</pre> <p>Visual Basic 6.0</p> <pre>Dim SN As Long SN=10973300 Dim MeterAvailable As Integer MeterAvailable=myPM.IsDeviceAvailable(SN)</pre> <p>Visual C++ 6.0</p> <pre>int SN = 10973300; int MeterAvailable=myPM.IsDeviceAvailable(SN);</pre>
参数	<p>myPM 引用所创建的 V3500A 对象。</p> <p>SN 是所检查的 V3500A 的序列号（32 位带符号整数）。</p> <p>MeterAvailable 是所创建的包含设备状态的整型变量。</p>
返回值	<p>返回具有以下值之一的 32 位整数：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0: 不可用 – 其他程序可能打开了该设备。 • 1: 可用。 • -1: 缺少 – 未找到该设备。

3 驱动程序安装和命令

命令名称	Initialize()
说明	此 void 函数可打开 V3500A 与 PC 之间的链接。在执行之前必须设置 SerialNumber 属性。
用法	C#.NET <pre>myPM.SerialNumber=10973300; myPM.Initialize();</pre> Visual Basic.NET <pre>myPM.SerialNumber=10973300 myPM.Initialize()</pre> Visual C++.NET <pre>myPM->SerialNumber=10973300; myPM->Initialize();</pre> Visual Basic 6.0 <pre>myPM.SerialNumber=10973300 myPM.Initialize</pre> Visual C++ 6.0 <pre>myPM.SerialNumber=10973300; myPM->Initialize();</pre>
参数	myPM 引用所创建的 V3500A 对象。

命令名称	SendString
说明	使用此命令可从 V3500A 发送和接收字符串消息 – 使用此命令可完成与 V3500A 的所有通信。
用法	<p>C#.NET</p> <pre>string Reply=myPM.SendString("*RST\n");</pre> <p>Visual Basic.NET</p> <pre>Dim Reply As String Reply=myPM.SendString("*RST" & vbCrLf)</pre> <p>Visual C++.NET</p> <pre>String * Reply; Reply=myPM->SendString("*RST\n");</pre> <p>Visual Basic 6.0</p> <pre>Dim Reply As String Reply = myPM.SendString("*RST" & vbCrLf)</pre> <p>Visual C++ 6.0</p> <pre>BSTR Reply; Reply=myPM->SendString("*RST\n");</pre>
参数	myPM 引用所创建的 V3500A 对象。

3 驱动程序安装和命令

命令名称	Close ()
说明	该命令将断开此程序与 V3500A 的连接。连接断开后，其他程序可使用 V3500A。
用法	C#.NET <code>myPM.Close ();</code> Visual Basic.NET <code>myPM.Close ();</code> Visual C++.NET <code>myPM->Close ();</code> Visual Basic 6.0 <code>myPM.Close</code> Visual C++ 6.0 <code>myPM->Close ();</code>
参数	myPM 引用所创建的 V3500A 对象。

命令名称	FindUninitializedDevices()
说明	使用此命令可返回包含所有未初始化的 ^[1] V3500A 的序列号列表的字符串（逗号分隔）。如果不存在未初始化的 V3500A，则该字符串为空。
用法	<p>C#.NET</p> <pre>string List; List=myPM.FindUninitializedDevices();</pre> <p>Visual Basic.NET</p> <pre>Dim List As String List = myPM.FindUninitializedDevices()</pre> <p>Visual C++.NET</p> <pre>String * List; List = myPM->FindUninitializedDevices();</pre> <p>Visual Basic 6.0</p> <pre>Dim List As String List=myPM.FindUninitializedDevices()</pre> <p>Visual C++ 6.0</p> <pre>BSTR List; List=myPM->FindUninitializedDevices();</pre>
参数	<p>myPM 引用所创建的 V3500A 对象。</p> <p>列表是包含返回的序列号的字符串变量。</p>

[1] 语句“uninitialized V3500A”是指连接到计算机但还没有在其上调用 Initialize() 函数的功率计。此外，在已初始化的设备上调用 Close() 时，它们将返回到未初始化状态，并对 FindUninitializedDevices() 命令可见。

基本 V3500A 命令

命令名称	Reset
说明	该命令可将 V3500A 重置为其出厂开机状态。
语法	*RST<LF>
响应	OK
命令名称	Triggered power read
说明	这是 V3500A 的基本测量命令。
语法	*TRG<LF>
响应	<Value>
返回值	返回当前 V3500A 读数。
备注	V3500A 的当前读取周期被中断，将启动新的读取周期。将返回新周期的测量值。
命令名称	Non-triggered power read
说明	该命令将返回 V3500A 的当前读数。
语法	PWR? <LF>
响应	<Value>
备注	这是非触发式测量。如果输入功率在当前测量周期中发生改变，则测量所得的功率可能无法预测。
命令名称	Zero command
说明	该命令将使 V3500A 归零。
语法	ZERO<LF>
响应	OK
备注	此内部校正例程将删除测量中的补偿误差。在测量低电平信号时，需要使用此命令保持精度。

命令名称	Set frequency
说明	此命令将设置 V3500A 的操作频率。
语法	FREQ<Value><LF>
响应	OK
备注	测量的仪器频率是兆赫 (MHz)。

平均控制命令

命令名称	Set averaging factor
说明	该命令设置在返回功率测量值之前采用的平均值数量。
语法	SETAVG<Value><LF>
响应	OK
备注	<Value> 的有效范围是 0 至 5（请参阅表 3-1）。

表 3-1 SETAVG 命令值

<Value>	采用的平均值数量
0	1 ^[1]
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32

[1] 等效于禁用取平均值功能。

注意

使用此命令发送值将导致取 $2x$ 个测量值的平均值（其中 $x = \langle \text{Value} \rangle$ ）。

例如：

- 发送 SETAVG<1><LF> 将使平均因子取 21 个或 2 个测量值
- 发送 SETAVG<2><LF> 将使平均因子取 22 个或 4 个测量值
- 发送 SETAVG<3><LF> 将使平均因子取 23 个或 8 个测量值

当 $\langle \text{Value} \rangle = 0$ （发送 SETAVG 0）时，测量值数将设置为 1，这等效于禁用取平均值功能。

命令名称	Get averaging factor
说明	该命令将读取和返回平均因子，它等于 \log_2 （每个平均值的测量次数）。
语法	AVG?<LF>
响应	<Value>
备注	值 0 等效于关闭取平均值功能。

测量速度控制命令

命令名称	Set normal speed mode
说明	该命令可将 V3500A 设置为正常速度模式。
语法	NMODE<LF>
响应	OK
备注	正常速度模式是缺省操作模式。 V3500A 精度规格在正常模式下适用。测量速度与电平相关。

命令名称	Set high speed mode
说明	该命令可将 V3500A 设置为高速模式。
语法	HSMODE<LF>
响应	OK
备注	高速模式将关闭所有内部取平均值和过滤功能。测量噪音将更大（尤其是在低信号电平时），但测量速度明显提高。

测量单位命令

命令名称	dBm mode
说明	该命令可将 V3500A 设置为 dBm 模式。
语法	UDBM<LF>
响应	OK
备注	发送此命令可使用 dBm 位单位表示远程和前面板测量值。

命令名称	watts mode
说明	该命令可将 V3500A 设置为瓦特模式。
语法	UMW<LF>
响应	OK
备注	发送此命令可使用瓦特为单位表示远程测量值，与前面板上显示的单位无关。前面板显示屏将根据情况以瓦、毫瓦或微瓦为单位表示测量值。

相对补偿命令

命令名称	Set relative offset
说明	该命令将设置相对补偿值。
语法	SETREL<Value><LF>
命令名称	Check for the relative offset value
说明	该命令将检查并返回相对补偿值。
语法	RELVAL?<LF>
命令名称	Turn relative offset on
说明	该命令将相对补偿设置为 ON。
语法	RELON<LF>
命令名称	Turn relative offset off
说明	该命令将相对补偿设置为 OFF。
语法	RELOFF<LF>
命令名称	Check status of the relative offset
说明	该命令将检查相对补偿的状态。如果状态是 ON，则返回“1”；如果状态是 OFF，则返回“0”。如果状态处于 EDIT 模式，则返回“2”。
语法	REL?<LF>

其他命令

命令名称	Backlight on
说明	该命令将打开 LCD 显示屏和键盘背光灯。
语法	BLON<LF>
响应	OK
备注	背光灯将在背光灯计时器指定的时间段内保持打开状态。可使用菜单按钮从前面板控制计时器（请参阅第 13 页上的“ 如何浏览菜单系统 ”）。

命令名称	Backlight off
说明	该命令将关闭 LCD 显示屏和键盘背光灯。
语法	BLOFF<LF>
响应	OK

命令名称	Get serial number
说明	该命令将返回仪器的数字序列号。
语法	语法: SN?<LF>
响应	<Value>

命令名称	Retrieve firmware revision
说明	该命令将返回固件版本。
语法	FWREV?<LF>

示例

此部分提供了初始化 V3500A、进行测量以及关闭 V3500A 的示例程序。这些示例是使用以下编程语言编写的：

- **Microsoft Visual Studio.NET**
- **Microsoft Visual Basic 6.0**
- **Microsoft Visual C++ 6.0**

Microsoft Visual Studio.NET

以下示例是控制台应用程序。执行以下步骤可在 Microsoft Visual Studio.NET 中运行。

- 1 创建新的 .NET 控制台应用程序项目。
- 2 删除源文件的内容。
- 3 将所需的适用的示例代码复制到源代码文件中。
 - 第 55 页上的“使用 Microsoft C#.NET 的示例代码”
 - 第 58 页上的“使用 Microsoft Visual Basic.NET 的示例代码”
 - 第 61 页上的“使用 Microsoft Visual C++.NET 的示例代码”
- 4 添加对 DLL 的引用 – 请参考第 36 页上的“添加引用 (Microsoft Visual Studio.NET)”。

使用 Microsoft C#.NET 的示例代码

此示例程序说明如何使用 Microsoft C#.NET 2003 对 V3500A 进行编程。

```
using System;
namespace ExampleV3500A
{
    class Class1
    {
        [STAThread]
        static void Main(string[] args)
        {
            string Reply;
            double MeasuredPower;

            // V3500A 驱动程序的名称空间是 AgilentV3500A_NS。
            // 首先, 创建 V3500A 对象。
            AgilentV3500A_NS.AgilentV3500A myPM =new
            AgilentV3500A_NS.AgilentV3500A();
            // 设置序列号并检查该仪表是否可用
            int SN=10973300;// 将此数字序列号设置为 V3500A 的数字序列号 (不包含前缀)
            int MeterAvailable=myPM.IsDeviceAvailable (SN);
            // 返回值 1 表示 V3500A 可用。
            // 值 -1 表示它不存在; 值 0 表示它不可用 (例如, 其他程序可能正在使用它)。
            if (MeterAvailable != 1)
            {
                Console.WriteLine("PowerMeter not available;
                status={0}",MeterAvailable); return;
            }
            Console.WriteLine("V3500A serial number {0} is available", SN);
            myPM.SerialNumber=SN;
            // 初始化 V3500A
```

3 驱动程序安装和命令

```
try
{
myPM.Initialize();
}
// 如果初始化失败:
catch (Exception e)
{
    Console.WriteLine("Error initializing PowerMeter: "+e.Message);
    return;
}
Console.WriteLine("V3500A initialized");
// 现在可以与 V3500A 进行通信。
// 配置 V3500A 以进行测量:
try
{
    Reply=myPM.SendString("*RST\n"); // 重置功率计
    CheckForOK(Reply);
    Reply=myPM.SendString("FREQ1000\n"); // 将频率设置为 1000 MHz
    CheckForOK(Reply);
}
// 如果发生错误:
catch (Exception e2)
{
    Console.WriteLine("Error communicating with PowerMeter:
"+e2.Message);
    return;
}
Console.WriteLine("V3500A configured");
// 获取读数:
try
```

```
{
    Reply=myPM.SendString("*TRG\n");
    MeasuredPower=Convert.ToDouble(Reply);
}
// 如果发生错误:
catch(Exception e3)
{
    Console.WriteLine("Error reading power from the PowerMeter:
    "+e3.Message);
    return;
}
Console.WriteLine("Measured power was {0:F2} dBm",MeasuredPower);
}
static void CheckForOK(string Message)
{
    if (Message.Equals("OK"))
        return;
    else
    {
        Console.WriteLine("Expected an 'OK' from the V3500A; received:
        "+Message);
    }
}
}
}
```

3 驱动程序安装和命令

使用 Microsoft Visual Basic.NET 的示例代码

' 此示例程序说明如何使用 Microsoft Visual Basic .NET 2003 对 Agilent V3500A PowerMeter 进行编程

```
Module Module1
    Sub Main()
        Dim MeasuredPower As Double
        Dim Reply As String
        Dim SN As Integer
        Dim MeterAvailable As Integer

        ' V3500A 驱动程序的名称空间是 AgilentV3500_NS
        ' 首先, 创建 PowerMeter 对象。
        Dim myPM As AgilentV3500A_NS.AgilentV3500A
        myPM = New AgilentV3500A_NS.Agilent3500A

        ' 设置序列号并检查该仪表是否可用
        SN = 10973300 ' 将此数字序列号设置为 V3500A 的数字序列号 (不包含前缀)
        MeterAvailable = myPM.IsDeviceAvailable(SN)

        ' 返回值 1 表示 PowerMeter 可用。
        ' 值 -1 表示它不存在; 值 0 表示它不可用 (例如, 其他程序可能正在使用它)。
        If (MeterAvailable <> 1) Then
            Dim Message As String
            Message = "PowerMeter is not available; status=" +
                MeterAvailable.ToString()
            Console.WriteLine(Message)
            Exit Sub
        End If
        Console.WriteLine("V3500 serial number {0} is available", SN)
        myPM.SerialNumber = SN
    End Sub
End Module
```

```

' 初始化 PowerMeter
Try
    myPM.Initialize()
    ' 如果初始化失败:
Catch e As Exception
    Console.WriteLine("Error opening V3500A: " & e.Message)
    Exit Sub
End Try
Console.WriteLine("V3500 initialized")

' 现在可以与 PowerMeter 进行通信。
' 配置 PowerMeter 以进行测量:
Try
    Reply = myPM.SendString("*RST" & vbCrLf) ' 重置 PowerMeter
    CheckForOK(Reply)
    Reply = myPM.SendString("FREQ1000" & vbCrLf) ' 将频率设置为 1000 MHz
    CheckForOK(Reply)
    ' 如果发生错误:
Catch e2 As Exception
    Console.WriteLine("Error sending to V3500: " & e2.Message)
    Exit Sub
End Try
Console.WriteLine("V3500 configured")

' 获取读数:
Try
    Reply = myPM.SendString("*TRG" & vbCrLf) ' 触发功率测量
    MeasuredPower = Convert.ToDouble(Reply)
Catch e3 As Exception
    Console.WriteLine("Error reading power from V3500A: " & e3.Message)
    Exit Sub

```

3 驱动程序安装和命令

```
End Try

Console.WriteLine("The measured power was " & MeasuredPower.ToString())
' 完成后关闭 V3500A, 使其他用户可以使用它
myPM.Close()

End Sub

Private Sub CheckForOK(ByVal Message As String)
    If (Message.Equals("OK")) Then
        Exit Sub
    End If

    Console.WriteLine("Expected an 'OK' from the V3500A, received: " & Message)
End Sub

End Module
```

使用 Microsoft Visual C++ .NET 的示例代码

// 此示例程序说明如何使用 Microsoft Visual C++ .NET 2003 对 V3500A 进行编程

```
#include "stdafx.h"
#using <microsoft.dll>
using namespace System;
using namespace AgilentV3500A_NS;
int _tmain()
{
    String * Reply;
    double MeasuredPower;
    void CheckForOK(String * Msg);
    // V3500A 驱动程序的名称空间是 AgilentV3500A_NS。
    // 首先, 创建 V3500A 对象。
    AgilentV3500A_NS::AgilentV3500A *myPM =new AgilentV3500A();
    // 设置序列号并检查该仪表是否可用。
    int SN=10973300; // 将此数字序列号设置为 V3500A 的数字序列号 (不包含前缀)
    int MeterAvailable=myPM->IsDeviceAvailable(SN);
    // 返回值 1 表示 V3500A 可用。
    // 值 -1 表示它不存在; 值 0 表示它不可用 (例如, 其他程序可能正在使用它)。
    if (MeterAvailable != 1)
    {
        Console::WriteLine(S"PowerMeter not available;
        status={0}", __box(MeterAvailable));
        return 0;
    }
    Console::WriteLine("V3500A serial number {0} is available", __box(SN));
    myPM->SerialNumber=SN;
    // 初始化 V3500A。
    try
```

3 驱动程序安装和命令

```
{
    myPM->Initialize();
}
// 如果初始化失败:
catch (Exception *e)
{
    Console::Write(S"Error initializing PowerMeter: ");
    Console::WriteLine(e->Message);
    return 0;
}
Console::WriteLine(S"V3500A initialized");
// 现在可以与 V3500A 进行通信。
// 配置 V3500A 以进行测量:
try
{
    Reply=myPM->SendString("*RST\n"); // 重置功率计
    CheckForOK(Reply);
    Reply=myPM->SendString("FREQ1000\n"); // 将频率设置为 1000 MHz
    CheckForOK(Reply);
}
// 如果发生错误:
catch (Exception *e2)
{
    Console::Write(S"Error communicating with PowerMeter: ");
    Console::WriteLine(e2->Message);
    return 0;
}
Console::WriteLine(S"V3500A configured for power measurement");
```



```

// 获取读数:
try
{
    Reply=myPM->SendString("*TRG\n");
    MeasuredPower=Convert::ToDouble(Reply);
}
// 如果发生错误:
catch(Exception *e3)
{
    Console::Write(S"Error reading power from the PowerMeter: ");
    Console::WriteLine(e3->Message);
    return 0;
}
Console::WriteLine(S"Measured power was {0:F2} dBm", __box(MeasuredPower));
return 1;
}

void CheckForOK(String * Message)
{
    if (Message->Equals("OK"))
        return;
    else
    {
        Console::Write(S"Expected an 'OK' from the V3500A; received: ");
        Console::WriteLine(Message);
    }
}
}

```

Microsoft Visual Basic 6.0

此示例部分包含 Windows 窗体应用程序。执行以下步骤可在 Microsoft Visual Basic 6.0 中运行：

- 1 创建 Windows 窗体项目。
- 2 删除新创建的 Windows 窗体项目的源代码。
- 3 将以下代码复制到源代码文件中。
- 4 在窗体上创建三个控件：
 - 名为 btnReadPower 的按钮
 - 名为 btnExit 的按钮
 - 名为 txtMessages 的文本框
- 5 添加对 DLL 的引用 – 请参考第 37 页上的“[添加引用 \(Visual Basic 6.0\)](#)”。

使用 Microsoft Visual Basic 6.0 的示例代码

此示例程序说明如何使用 Microsoft Visual Basic 6.0 对 V3500A 进行编程。

```
Dim myPM As New AgilentV3500A.AgilentV3500A
Dim Message As String
Private Sub btnExit_Click()
    myPM.Close
End Sub
Private Sub btnReadPower_Click()
    Dim MeasuredPower As Double
    Dim Reply As String
    ' 现在可以与 V3500A 进行通信。
    ' 配置 V3500A 以进行测量：
    On Error GoTo Err_Failed_Setup
    Reply = myPM.SendString("*RST" & vbCrLf) ' 重置 V3500A
    CheckForOK(Reply)
```

```
Reply = myPM.SendString("FREQ1000" & vbCrLf) '将频率设置为 1000 MHz
CheckForOK(Reply)
Message = Message & "V3500A configured." & vbCrLf
txtMessages.Text = Message
' 获取读数:
On Error GoTo Err_Failed_Read
Reply = myPM.SendString("*TRG" & vbCrLf)
Message = Message & "Measured power: " & Reply & " dBm." & vbCrLf
txtMessages.Text = Message
Exit Sub
Err_Failed_Setup:
Message = Message & "Error configuring V3500A for measurement: " &
Err.Description & vbCrLf
txtMessages.Text = Message
Exit Sub
Err_Failed_Read:
Message = Message & "Error reading power from V3500A: " & Err.Description &
vbCrLf
txtMessages.Text = Message
Exit Sub
Err_Failed_Send:
MsgBox("Error during send " & Err.Description)
End Sub
Private Sub CheckForOK(ByVal Msg As String)
Dim StringCompare As Integer
StringComp = StrComp(Msg, "OK")
If (StringCompare = 0) Then
Exit Sub
Else
```

3 驱动程序安装和命令

```
Message = Message & "Expected an 'OK' from the V3500A; received: " & Msg &
vbCrLf

txtMessages.Text = Message

End If

End Sub

Private Sub Form_Load()

Dim SN As Long

Dim MeterAvailable As Integer

Message = ""

' 尝试注册 V3500A DLL
On Error GoTo Err_DLL_Not_Registered

Message = Message & "Successfully created V3500A object." & vbCrLf
txtMessages.Text = Message

' 设置序列号并检查该仪表是否可用
SN = 10973300 ' 将此数字序列号设置为 V3500A 的数字序列号（不包含前缀）
MeterAvailable = myPM.IsDeviceAvailable(SN)

' 返回值 1 表示 V3500A 可用。
' 值 -1 表示它不存在；值 0 表示它不可用（例如，其他程序可能正在使用它）。
If (MeterAvailable <> 1) Then

Message = Message & "PowerMeter is not available; status=" & MeterAvailable &
vbCrLf

txtMessages.Text = Message

Exit Sub

End If

Message = Message & "V3500A serial number " & SN & " is available." & vbCrLf
txtMessages.Text = Message

myPM.SerialNumber = SN

' 初始化 V3500A
On Error GoTo Err_Failed_Initialize
```

```
myPm.Initialize
Message = Message & "V3500A successfully initialized." & vbCrLf
txtMessages.Text = Message
Exit Sub
```

```
Err_DLL_Not_Registered:
```

```
' 检查以确认是否发生错误 429
```

```
If Err.Number = 429 Then
```

```
    Message = Message & "Failed To Register V3500A DLL" & vbCrLf
```

```
Else
```

```
    Message = Message & "Error creating V3500A object: " & Err.Description & vbCrLf
```

```
End If
```

```
txtMessages.Text = Message
```

```
Exit Sub
```

```
Err_Failed_Initialize:
```

```
    Message = Message & "Error initializing V3500A: " & Err.Description & vbCrLf
```

```
    txtMessages.Text = Message
```

```
Exit Sub
```

```
End Sub
```

Microsoft Visual C++ 6.0

此示例是一个控制台应用程序。执行以下步骤可在 Visual C++ 6.0 中运行：

- 1 创建新的 Win32 控制台应用程序。
- 2 删除新创建的控制台应用程序项目的源代码。
- 3 将以下代码复制到源代码文件中。

注意

尽管 Visual C++ 6.0 不需要引用 DLL 的任何特殊步骤，但应确保代码引用正确的安装目录 — 请参考第 38 页上的“[添加引用 \(Microsoft Visual C++ 6.0\)](#)”。在下面的示例代码中，与驱动程序文件安装相关的特定程序语句以粗体铅字样式显示。

使用 Microsoft Visual C++ 6.0 的示例代码

此示例程序说明如何使用 Microsoft Visual C++ 6.0 对 V3500A 进行编程

```
#include "stdafx.h"
#include <atlbase.h>
#include <atlconv.h>
#include <iostream.h>
#include <windows.h>
#include <stdio.h>

#pragma warning (disable: 4278)
#import "C:\Program Files\Agilent\Agilent V3500A Driver AgilentV3500A.tlb" \
no_namespace named_guids
void dump_com_error(_com_error &e);
void CheckForOK(BSTR Message);

int main(int argc, char* argv[])
{
```

```

PMInterface *myPM = NULL;
BSTR Reply=NULL;
int MeterAvailable=0;
int SN;
USES_CONVERSION; // 使用 ATL 字符串转换宏
CoInitialize(NULL); // 在当前线程上初始化 COM 库
// 创建 V3500A 驱动程序的实例:
HRESULT hr = CoCreateInstance(CLSID_AgilentV3500A,NULL, CLSCTX_INPROC_SERVER,
IID_PMInterface, reinterpret_cast<void**>(&myPM));
if (FAILED(hr))
{
    printf("Couldn't create an instance of the V3500A driver!... 0x%x\n", hr);
    return 0;
}

// 设置序列号并检查该仪表是否可用
SN=10973300; // 将此数字序列号设置为 V3500A 的数字序列号 (不包含前缀)
try
{
    MeterAvailable=myPM->IsDeviceAvailable(SN);
}
catch (_com_error& e)
{
    cout << "COM error on IsDeviceAvailable"<<endl;
    dump_com_error(e);
    return 0;
}

```

3 驱动程序安装和命令

```
// 从 IsDeviceAvailable() 返回值 1 表示 V3500A 可用。
// 值 -1 表示它不存在；值 0 表示它不可用（例如，其他程序可能正在使用它）。
if (MeterAvailable != 1)
{
    cout << "V3500A PowerMeter is not available; status= "<<MeterAvailable<<endl;
    return 0;
}
cout<<"V3500A serial number "<< SN << " is available"<<endl;
myPM->SerialNumber=SN;

// 初始化 V3500A
try
{
    myPM->Initialize();
}
// 此命令捕获 COM 的错误：
catch (_com_error& e)
{
    cout << "COM error initializing V3500A:"<<endl;
    dump_com_error(e);
}
// 此命令捕获所有其他错误。
catch (...)
{
    cout << "Error initializing" << endl;
    return 0;
}
cout << "V3500A initialized" << endl;
// 设置 V3500A 以进行测量：
```



```

try
{
    Reply=myPM->SendString("*RST\n"); // 重置 V3500A
    CheckForOK(Reply);
    Reply=myPM->SendString("FREQ1000\n"); // 将频率设置为 1000 MHz
    CheckForOK(Reply);
}
// 此命令捕获 COM 的错误:
catch (_com_error& e)
{
    cout << "COM error while programming V3500A:"<<endl;
    dump_com_error(e);
}
// 此命令捕获所有其他错误。
catch (...)
{
    cout << "Error programming V3500A" << endl;
}
cout << "V3500A configured for power measurement" << endl;

// 获取读数:
try
{
    Reply=myPM->SendString("*TRG\n");
    cout << "Measured power: " << W2A(Reply) << endl;
}
catch (_com_error& e)
{
    cout << "COM error while making a power measurement with V3500A"<<endl;
}

```

3 驱动程序安装和命令

```
    dump_com_error(e);
}
catch (...)
{
    cout << "Error reading power from V3500A" << endl;
}
myPM->Release();
myPM=NULL;
CoUninitialize();
return 1;
}

void dump_com_error(_com_error &e)
{
    _tprintf(_T("COM Error Information:\n"));
    _tprintf(_T("Code = %08lx\n"), e.Error());
    _tprintf(_T("Code meaning = %s\n"), e.ErrorMessage());
    _bstr_t bstrSource(e.Source());
    _bstr_t bstrDescription(e.Description());
    _tprintf(_T("Source = %s\n"), (LPCTSTR) bstrSource);
    _tprintf(_T("Description = %s\n"), (LPCTSTR) bstrDescription);
}

void CheckForOK(BSTR Message)
{
    USES_CONVERSION; // 使用 ATL 字符串转换宏
    char ExpectedReturn[]="OK";
    char *ActualReturn=W2A(Message);
    int Result=strcmp(ActualReturn,ExpectedReturn);
    if (Result)
```

```
{  
  cout << "Expected an 'OK' from the V3500A, received " << W2A(Message) << endl;  
}  
}
```

3 驱动程序安装和命令



4 RF 测量基础知识

功率定义	76
测量单位	77
瓦特	77
分贝	77
RF 功率测量	78
低频法	78
高频法	78
各种类型的信号的功率	80
连续波信号	80
调制信号	80
脉冲调制信号	81
测量精度	82

本章说明 V3500A 手持式 RF 功率计的 RF 测量基础知识。



功率定义

在电路学中，对电力负载输出的功率定义为：

$$P = \frac{V^2}{R}$$

其中

P 是输出的功率。

V 是施加于负载的电压。

R 是负载的电阻。

当功率的形式为交流波形时，需要更复杂的定义。来自交流波形的周期功率会随着时间而变化。尽管仍然可以使用上述公式定义在特定时间输出的交流波形的功率，但该公式不能准确描述输出到负载的交流波形功率。输出到电力负载的交流波形的功率等于在正弦波形的一个周期内输出的平均功率，由以下公式定义：

$$P = \int_0^T (V_{peak} \cos((2\pi t)/T))^2 / R dt$$

其中

T 是交流波形的周期。

对积分求值后，可将此表达式简化为：

$$P = \frac{V_0^2}{R}$$

其中

$$V_0 = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}}$$

V_0 是正弦波形电压的均方根 (RMS)。

测量单位

可使用瓦特或 dBm 为单位表示 RF 功率测量值。V3500A 可使用瓦特或 dBm 为单位显示结果。

瓦特

瓦特是功率测量的标准 SI 单位。在电学术语中，1 伏特电压通过 1 欧姆电阻要消耗 1 瓦特功率。

分贝

分贝（缩写为 dB）是用于表示功率的对数标度。分贝本质上是提供两个不同数字的相对值的比例测量。

对于功率测量，两个信号之间的差用分贝表示为：

$$10 \times \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)$$

其中

P_1 和 P_0 是要比较的两个功率电平。

使用标准功率电平代替 P_0 可按分贝标度进行绝对测量。如果 P_0 定义为 1 毫瓦，则所产生的单位称为“dBm”。用 dBm 为单位表示的功率可通过以下公式计算得到：

$$P_{dBm} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P_1}{1mW} \right)$$

RF 功率测量

低频法

在频率较低时，可使用连接到负载端子的交流电压表测量从交流电源输出到负载的功率（请参阅图 4-1）。电压表可提供足够高的输入电阻，这样在频率较低时，负载电阻的有效值不会改变。

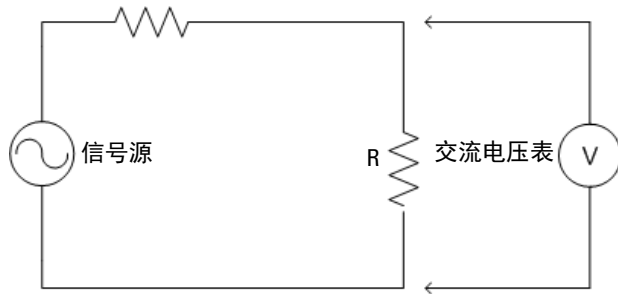


图 4-1 低频功率测量

高频法

在频率较高时，低频测量技术所产生的读数不准确。要产生可靠的结果，需要使用其他方法。

低频法中的寄生电容可能会产生不准确的读数。寄生电容会使并联电压表的阻抗降低，从而使频率的行为无法预测。

高频法将交流电压表（如**低频法**中所述）替换为 RF 功率计（RF 功率计有内部的已知负载电阻）。这将电路的负载电阻器 (**R**) 有效地替换为 RF 功率计中的内部特性阻抗 (**Z₀**)（请参阅图 4-2）。

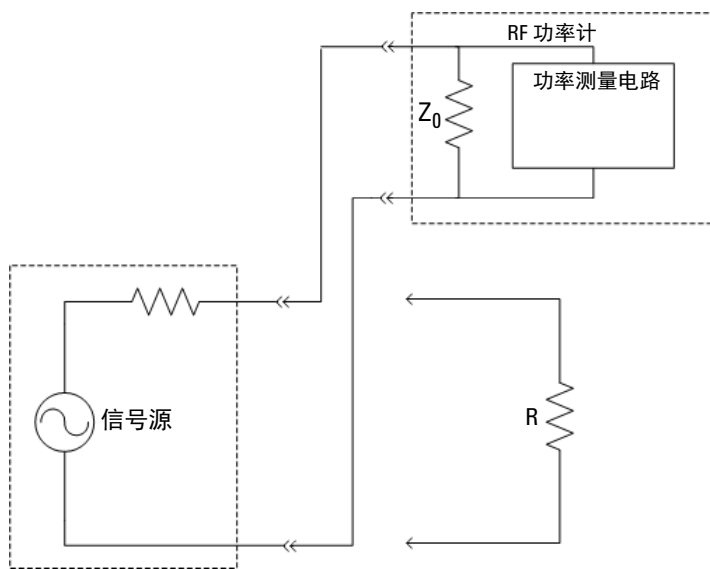


图 4-2 高频功率测量

RF 电路和系统通常设计为使用称为特性阻抗（请参考图 4-2 中的 Z_0 ）的标准阻抗值。典型的信号源设计为使用相同阻抗 Z_0 的负载。通常，RF 电路的 Z_0 值是 $50\ \Omega$ 或 $75\ \Omega$ ，最常用的值是 $50\ \Omega$ 。功率计的内部负载电阻设计为等于 Z_0 。

各种类型的信号的功率

连续波信号

连续波 (CW) 信号是 RF 信号最简单的形式。CW 信号由恒定正弦波组成。此类型的波的功率测量将产生单个数值。

调制信号

调制信号是振幅、相位或频率随着时间而变化的正弦波。相位或频率变化不会改变信号的功率，但振幅变化会使功率电平发生改变。

可使用两种方法对调制信号的功率特征化：

- 峰值功率计

峰值功率计可非常快速地测量信号功率（比调制变化的速度还要快）。结果随后显示在功率与时间的图形中，类似于示波器显示。此方法的优点是可显示大量信息。一个缺点是，结果很难解释 — 特别是在目前使用的复杂调制方案中。

- 对功率计取平均值（V3500A 使用此方法）

平均功率计将测量信号的功率与时间，然后对结果取平均值 — 将测量结果简化为单个数字。V3500A 是一个平均功率计。实际上，功率计将执行以下计算：

$$P_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

其中

$P(t)$ 是作为时间函数的调制信号的功率。

如果调制格式已知，则可从平均功率计算峰值瞬时功率。

脉冲调制信号

例如，分析图 4-3 中显示的脉冲调制信号。

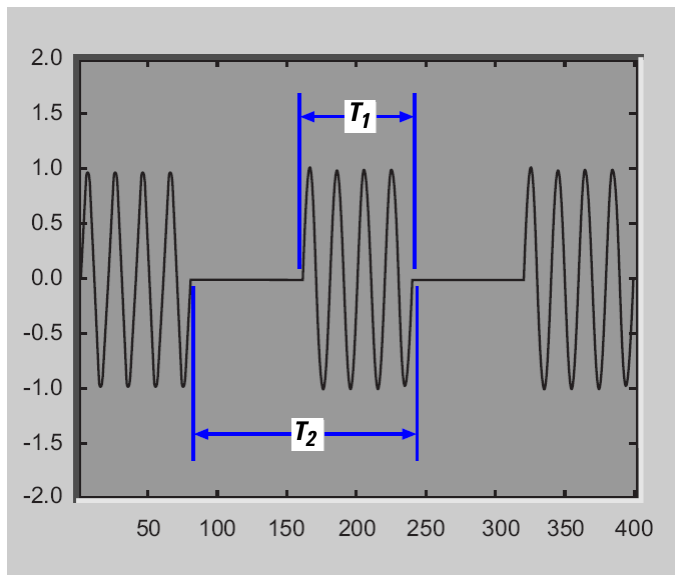


图 4-3 脉冲调制信号示例

T_1 是信号的脉宽 — 导通状态的脉冲信号的持续时间。

T_2 是波形的周期 — 脉冲发生的频率。

由于功率在时间间隔 T_1 内是恒定的，并且功率在时间间隔 T_1 的其余时间内为零，因此脉冲调制信号的平均功率和峰值功率通过以下公式相关：

$$P_{peak} = \frac{T_2}{T_1} P_{avg}$$

其中

T_1 是信号的脉宽。

T_2 是波形的周期。

以分贝为单位表示时，此公式表示为：

$$P_{peak, dB} = 10 \times \log_{10}(T_2/T_1) + P_{avg, dB}$$

测量精度

失配误差

失配误差是影响功率测量精度的其中一个主要因素。目的是测量输出到阻抗 Z_0 负载的信号源的功率。功率计的阻抗设计为尽量与 Z_0 接近。由于其阻抗不完全为 Z_0 ，因此输出到功率计的功率与输出到完全负载的功率不完全相等。

虽然推导出用于计算失配误差的公式超出了本文档的范围，但结果很容易理解。

分析图 4-4 中的设置。输出阻抗 Z_g 的信号源连接到阻抗 Z_l 的负载。

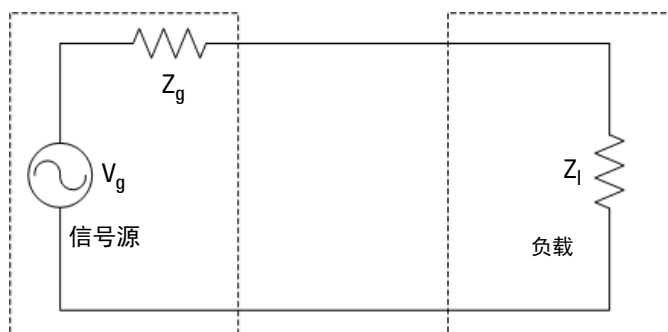


图 4-4 功率测量中的失配

设备的反射系数 (Γ) 是其相对于 \mathbf{Z}_0 的阻抗的度量 (\mathbf{Z}_0 是系统的特性阻抗)。

信号源的反射系数 (Γ_g) 定义为:

$$\Gamma_g = \frac{Z_g - Z_0}{Z_g + Z_0}$$

同样，负载的反射系数 (Γ_l) 定义为:

$$\Gamma_l = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0}$$

如果信号源或负载阻抗完全等于 \mathbf{Z}_0 ，则相应的反射系数为零。为了便于说明，我们假设 \mathbf{V}_g 定义为:

$$V_g = \frac{Z_g + Z_0}{Z_0} \sqrt{Z_0}$$

在上述公式中定义了 \mathbf{V}_g 后，信号源将 1 瓦特输出到阻抗 \mathbf{Z}_0 的负载。输出到实际负载的功率则定义为：

$$P_{load} = \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - \Gamma_g \Gamma_L|^2}$$

到阻抗 \mathbf{Z}_0 的完全负载中，输出到负载的功率为：

$$P_{load, Z_0} = 1$$

功率测量中的失配误差是 P_{load, Z_0} 之间的比值，由功率计显示的、输出到实际负载的功率定义为：

$$\frac{P_{load, meter}}{P_{load, Z_0}} = \frac{1 - |\Gamma_{meter}|^2}{|1 - \Gamma_g \Gamma_{meter}|^2}$$

如果信号源的振幅和相位以及负载反射系数是已知的，则可计算此失配误差并进行补偿，这样可完全消除失配不确定度和误差项。

或者，如果只有功率计反射系数的振幅是已知的，则可以准确计算上一公式的分子中的误差项，然后消除其对测量不确定度的影响。在这种情况下，公式变为：

$$P_{load, Z_0} = |1 - \Gamma_g \Gamma_{meter}|^2 \times \frac{P_{load, meter}}{1 - |\Gamma_{meter}|^2}$$

误差项 $|1 - \Gamma_g \Gamma_{meter}|^2$ 取决于信号源的振幅和相位以及负载反射系数。通常，反射系数的振幅是已知的或已指定，但相位是未知的。当反射系数是实数并且为 180° 异相时，误差项将达到其最大值。以下公式说明了此最大误差率：

$$MaximumErrorRatio = (1 + |\Gamma_g| |\Gamma_{meter}|)^2$$

当反射系数是实数并且同相时，误差项将达到其最小值。以下公式说明了此最小误差率：

$$MinimumErrorRatio = (1 - |\Gamma_g| |\Gamma_{meter}|)^2$$

如果具有这些信息，并且知道或能够估计被测设备的反射系数，就可以估计失配测量不确定度。

4 RF 测量基础知识



5 特征和规格

产品特征	88
产品规格	90

本章介绍 V3500A 手持式 RF 功率计的仪器特征和规格。

产品特征

电源

具有自动关闭功能

- 两节 1.5 V 5 号碱性电池（典型电池寿命：17.5 小时^[1]，具有电池电量低指示符）
- USB 接口电缆（标准 A 至 B 型）^[2]
- 可选外部直流电源^[3] (V3500A-PWR)

显示屏

- 4 位数，具有背光灯和自动关闭功能
- 保留功能 — 最新读数显示在显示屏上，不再更新

连接器

- 带 MINI B USB 连接器的 USB 2.0 接口^[4]
- N 型公 RF 连接器（50 Ω 特性阻抗）

操作环境

- 0 °C 至 50 °C
- 最高相对湿度为 80%，最高温度为 35 °C 非冷凝
- 最大海拔高度为 2000 米

储存合规性

- -10 °C 至 70 °C
- 非操作最大湿度：65 °C 时为 90%，非冷凝

EMC 合规性

通过以下标准验证

- IEC 61326-2-1:2005/EN 61326-2-1:2006
- 加拿大：ICES-001:2004
- 澳大利亚 / 新西兰：AS/NZS CISPR11:2004

污染度

污染度 2

尺寸 (W × H × D)

- 79 mm × 134 mm × 49 mm（不带 N 连接器）

重量

- 0.5 kg

保修

- V3500A 手持式 RF 功率计 保修期为一年
- 标准订购的附件和可选附件保修期为三个月

校准周期

一年

- [1] 典型电池寿命的缺省测量条件是：500 MHz，背光灯关闭，没有 USB 通信。背光灯打开时，典型电池寿命为 2.5 小时。
- [2] 在连接 USB 电缆以提供电源并且断开可选外部电源后，外部电源 (V3500A-PWR) 将从 USB 电缆获得电源 — 不论是否装有电池。
- [3] 如果连接了 V3500A-PWR 电源，它将由外部电源供电 — 不论是否存在 USB 电源或电池。
- [4] 该接口的接口速度为 12 Mbps，与 USB 2.0 兼容。

产品规格

以下规格以在 23 °C ± 5 °C 温度条件下的性能为基础，除非另行说明。

类别	规格		
频率范围	10 MHz 至 6 GHz		
功率范围	-63 dBm 至 +20 dBm		
最大功率	+23 dBm, 5 VDC		
功率精度	在 23 °C ± 5 °C 时 ^[1]	在 0 °C - 18 °C 时 ^[4]	在 28 °C - 50 °C ^[4] 时
功率范围	+20 dBm 至 +6 dBm	+20 dBm 至 +6 dBm	+20 dBm 至 +6 dBm
10 MHz 至 3 GHz	±0.24 dB (特征) ^[2]	±0.24 dB	±0.24 dB
3 GHz 至 5 GHz	±0.16 dB (特征) ^[2]	±0.16 dB	±0.19 dB
5 GHz 至 6 GHz	±0.22 dB (特征) ^[2]	±0.22 dB	±0.47 dB
频率范围	+6 dBm 至 -9 dBm	+6 dBm 至 -9 dBm	+6 dBm 至 -9 dBm
10 MHz 至 3.75 GHz	±0.26 dB ; ±0.07 dB (典型) ^[3]	±0.26 dB	±0.26 dB
3.75 GHz 至 6 GHz	±0.40 dB ; ±0.07 dB (典型) ^[3]	±0.40 dB	±0.40 dB
频率范围	-10 dBm 至 -29 dBm	-10 dBm 至 -29 dBm	-10 dBm 至 -29 dBm
10 MHz 至 3.75 GHz	±0.26 dB ; ±0.05 dB (典型) ^[3]	±0.30 dB	±0.26 dB
3.75 GHz 至 6 GHz	±0.37 dB ; ±0.05 dB (典型) ^[3]	±0.43 dB	±0.37 dB
频率范围	-30 dBm 至 -40 dBm	-30 dBm 至 -40 dBm	-30 dBm 至 -40 dBm
10 MHz 至 3.75 GHz	±0.21 dB ; ±0.12 dB (典型) ^[3]	-	-
3.75 GHz 至 6 GHz	±0.27 dB ; ±0.13 dB (典型) ^[3]	-	-
线性	±0.10 dB, -40 dBm 至 +6 dBm		
噪音基底	-63 dBm		
速度	<ul style="list-style-type: none"> 正常 <ul style="list-style-type: none"> 每秒约 2 个读数 (约 > -30 dBm) 每秒约 1 个读数 (约 ≤ -30 dBm) 高速 <ul style="list-style-type: none"> 每秒约 23 个读数 (约 > -30 dBm) 每秒约 10 个读数 (约 ≤ -30 dBm) 		

[1] 针对客户的说明

$$X = (\bar{x}, f) + K(= 2) \cdot \delta(x, f) + \Delta_E(x, f [18^\circ - 28^\circ C]) + \mu$$

其中

X 是在指定的频率范围 (x, f) 中采用的数据的平均值。

δ 是在指定的频率范围 (x, f) 中采用的数据的标准偏差。

x 是在测试频率处测量所得的值。

f 是针对相应规格采用数据所在的频率范围。

μ 是测量不确定度。

Δ_E 是变化相关的温度变化。

18 - 28 °C 是在这些温度条件下单独生成的统计数据，是在设置规格时使用的较大统计值。

[2] 特征（或预期值）：特征是指某仪器在以下条件下预期表现出来的性能：

工作环境温度 18 °C 至 23 °C，除非另行说明

在指定的 30 分钟预热时间后

不包括测量不确定度

不保证达到此性能。

[3] 典型（平均值 + 3 个标准偏差）：典型是指在以下条件下所有仪器将达到的性能：

工作环境温度为 23 °C，除非另行说明

在指定的 30 分钟预热时间后

不包括测量不确定度

不保证达到此性能。

[4] 典型性能是指在以下条件下所有仪器将达到的性能：

指定的温度范围是 0 至 18 °C 或 28 °C 至 50 °C

在指定的 30 分钟预热时间后

不包括测量不确定度

不保证达到此性能。

SWR

典型的¹ SWR 性能图显示在图 5-1 中。

表 5-1 不同频带的 SWR 性能

频带	SWR (典型)
10 MHz 至 3.75 GHz	1.12
3.75 GHz 至 6 GHz	1.20

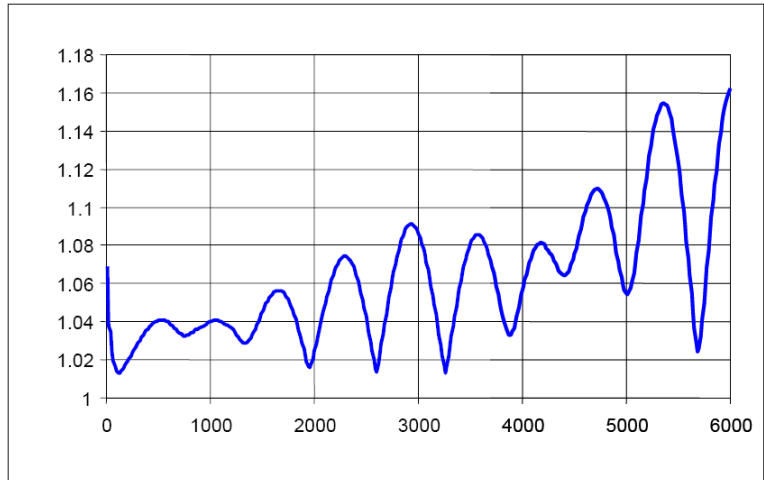


图 5-1 典型 SWR 性能

1 典型 (平均值 + 3 个标准偏差): 典型是指在以下条件下所有仪器将达到的性能:

- 工作环境温度为 23 °C, 除非另行说明
- 在指定的 30 分钟预热时间后
- 不包括测量不确定度

不保证达到此性能。

索引

A

安全, III, IV

B

背光灯, 12, 14, 21

补偿, 11, 22

C

菜单图, 13

操作

前面板, 16

测量, 77

单位, 14

精度, 82

速度, 18, 50

尺寸, 10

D

dBm, 20

单位, 14, 20

低频法, 78

电池, 88

电源

测量, 78

定义, 76

供电, 8

连接器, 8

限制, 6

F

分贝, 77

G

高频法, 78

高速, 90

模式, 18

功能, 3

购置物件

标准, 3

可选, 4

规格, 90

归零, 11, 17

J

基本, 42, 48

检查, 3

键盘, 11

L

连接, 5

连接器

N 型, 5

RF, 5

外部电源, 8

M

脉冲, 81

命令

测量单位, 51

测量速度控制, 50

基本 V3500A, 48

基本驱动程序, 42

平均控制, 49

其他, 53

远程 USB, 41

P

频率

范围, 90

平均

RF 功率, 3

功率计, 80

Q

取平均值, 14

R

RF

测量基础知识, 75

功率测量, 78

连接器, 5

S

SWR, 92

设置, 15

背光灯自动关闭时间间隔, 21

测量速度, 18

单位, 20

输入频率, 17

仪器, 5

示例, 14, 52

失配误差, 82

U

USB, 7, 27, 40, 41, 88

索引

W

瓦特, 20, 77

误差率

 最大值, 85

 最小值, 85

X

相对, 22, 77, 83

信号, 80

Y

要求, 26

仪器状态

 保存, 19

 调用, 19

Z

总线连接, 40

www.agilent.com

联系我们

要获得服务、保修或技术帮助，请通过以下电话或传真号码联系我们：

美国：

（电话） 800 829 4444 （传真） 800 829 4433

加拿大：

（电话） 877 894 4414 （传真） 800 746 4866

中国：

（电话） 800 810 0189 （传真） 800 820 2816

欧洲：

（电话） 31 20 547 2111

日本：

（电话） (81) 426 56 7832 （传真） (81) 426 56 7840

韩国：

（电话） (080) 769 0800 （传真） (080) 769 0900

拉丁美洲：

（电话） (305) 269 7500

中国台湾地区：

（电话） 0800 047 866 （传真） 0800 286 331

其他亚太国家 / 地区：

（电话） (65) 6375 8100 （传真） (65) 6755 0042

或访问 Agilent 网站：

www.agilent.com/find/assist

本文档中的产品规格和说明如有更改，恕不另行通知。请经常访问 Agilent 网站以获得最新修订信息。

© Agilent Technologies, Inc., 2010

第二版， 2010 年 5 月 31 日
V3500-90003



Agilent Technologies