

---

# 用户手册

**RIGOL**

文件编号 UGF01000-1110

2008年12月

## PA1000 系列功率放大器

## 版权信息

1. 北京普源精电科技有限公司版权所有。
2. 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护。
3. 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料。
4. 本公司保留改变规格及价格的权利。

**注：**RIGOL 是北京普源精电科技有限公司的注册商标。

## 一般安全概要

了解下列安全性预防措施，以避免受伤，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

**只有授权人员才能执行维修程序。**

**避免起火和人身伤害。**

**使用正确的电源线。**

只允许使用所在国家认可的本产品专用电源线。

**将产品接地。**

本产品通过电源的接地导线接地。为避免电击，接地导体必须与地相连。在连接本产品的输入或输出端之前，请务必将本产品正确接地。

**查看所有终端额定值。**

为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品前查阅产品手册以了解额定值的详细信息。

**请勿开盖操作。**

外盖或面板打开时，请勿运行本产品。

**避免电路外露。**

电源接通后，请勿接触外露的接头和元件。

**怀疑产品出故障时，请勿进行操作。**

如果您怀疑本产品已经出故障，可请 **RIGOL** 授权的专业维修人员进行检查。

**保持适当的通风。**

**请勿在潮湿环境下操作。**

**请勿在易燃易爆的环境下操作。**

**请保持产品表面的清洁和干燥。**

## 安全术语和符号

本手册中的术语。以下术语可能出现在本手册中：



### 警告

警告性声明指出可能会危害生命安全的条件和行为。



### 注意

注意性声明指出可能导致本产品和其它财产损坏的条件和行为。

产品上的术语。以下术语可能出现在产品上：

**危险**表示您如果进行此操作可能会立即对您造成损害。

**警告**表示您如果进行此操作可能不会立即对您造成损害。

**注意**表示您如果进行此操作可能会对本产品或其它财产造成损害。

产品上的符号。以下符号可能出现在产品上：



高电压



注意请参考手册



保护性接地端



壳体接地



测量接地端

## PA1000 功率放大器简介

PA1000 系列功率放大模块是 **RIGOL** 公司 DG 系列函数/任意波形发生器的一款选配附件。它的全功率带宽高达 1MHz，输出摆率 Slew Rate 大于 80V/ $\mu$ s；它既可以和 DG 全系列产品连接从而快速地搭建测试平台，又可以作为单独的功率放大器配合其他的信号源使用。

目前提供的 PA1000 系列功率放大器型号为：PA1011。

### PA1011 具有以下性能特色：

- 通过 USB 接口和 **RIGOL** DG 系列信号发生器或 PC 上位机通讯，操作灵活，简单；
- 配合上位机软件用户可以灵活的设置放大器的增益(X1 或 X10)、极性（同相或反相）、输出偏移和输出开关。
- 具有 50k $\Omega$  的高输入阻抗；
- 完整的输出保护电路（输出过流保护、内部温度异常保护），确保仪器稳定、可靠、安全的工作；
- 体积小巧，便于携带，使用方便；

---

# 文档概述

## 1 快速入门

本章介绍 PA1011 功率放大器的前后面板和用户界面，以及首次使用仪器时的准备工作。

## 2 操作指南

本章详细介绍如何操作 PA1011 的用户界面，以及如何设置仪器的输出状态。

## 3 应用举例

本章通过实例更直观地介绍 PA1011 的功能和特点。

## 4 故障处理

本章列举了功率放大器使用过程中可能出现的故障及处理方法。

## 5 性能指标

本章介绍了功率放大器的工作曲线和性能指标。

## 6 附录

本章列举了 PA1011 的附件并提供服务与支持的相关信息。

# 目 录

<b>PA1000 功率放大器简介 .....</b>	<b>IV</b>
<b>第 1 章 快速入门.....</b>	<b>1-1</b>
一般性检查.....	1-1
前面板 .....	1-2
后面板 .....	1-3
用户界面.....	1-4
设备安装.....	1-5
<b>第 2 章 操作指南.....</b>	<b>2-1</b>
如何设置输出状态.....	2-1
如何存储仪器状态.....	2-2
<b>第 3 章 应用举例.....</b>	<b>3-1</b>
功率元器件的测量.....	3-1
磁化特性的测量.....	3-1
压电元件的驱动.....	3-2
<b>第 4 章 故障处理.....</b>	<b>4-1</b>
<b>第 5 章 性能指标.....</b>	<b>5-1</b>
安全工作曲线 .....	5-1
技术指标.....	5-3
<b>第 6 章 附录.....</b>	<b>6-1</b>
附录 A: 附件.....	6-1
附录 B: 保修概要 .....	6-2
附录 C: 保养与清洁.....	6-3
附录 D: 联系我们.....	6-4

# 第1章 快速入门

本章介绍 PA1011 功率放大器的前后面板和用户界面，以及首次使用仪器时的准备工作。

## 一般性检查

当您得到一套新的 PA1011 功率放大器，请按以下步骤进行检查。

### 1. 检查是否存在因运输造成的损坏

请保留被损坏的货运包装或防震材料，直到货物经过完全检查且仪器通过电性和机械测试。

如果因运输造成仪器损坏，请通知运输部门和负责此业务的 **RIGOL** 经销商，**RIGOL** 会安排维修或更换。

### 2. 检查仪器

若有机械损坏或缺失，或者仪器未通过电性和机械测试，请告知您的 **RIGOL** 经销商。

### 3. 检查附件

关于随机提供的附件明细，请参考本手册中的“**附录A：附件**”一节。若包装中内容有缺失或损坏请告知您的 **RIGOL** 经销商。

## 前面板

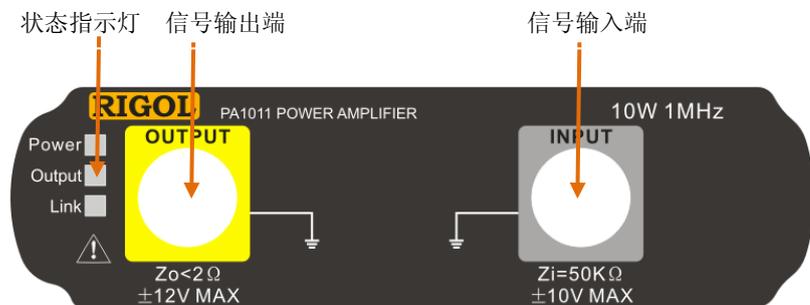


图 1-1 PA1011 前面板视图



### 注意

仪器输入阻抗  $Z_i=50k\Omega$ ，电压增益为 X1 时输入电压范围为： $-10V\sim+10V$ ；电压增益为 X10 时输入电压范围为： $-1.25V\sim+1.25V$ ，超出此范围的输入可能损坏仪器或发生危险。



### 注意

仪器输出阻抗  $Z_o<2\Omega$ ，输出电压范围为  $-12V\sim+12V$ 。实际输出电压可以达到  $\pm 12.5V$ ，但波形的总谐波失真会增加。

## 状态指示灯

**Power:** 红灯亮，表示电源连接成功。

**Output:** 绿灯亮，表示输出开关已打开。

**Link:** 黄灯亮，表示USB连接成功。

## 后面板

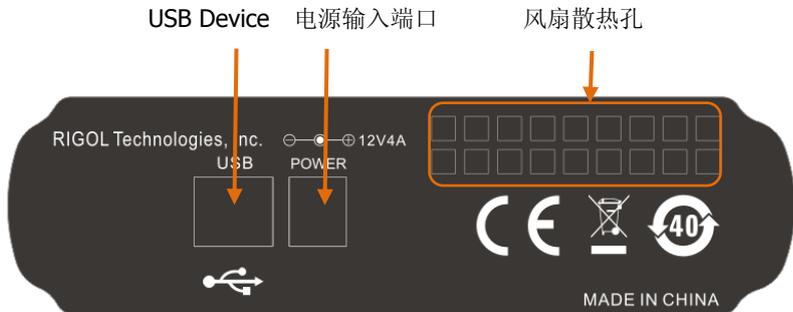


图 1-2 PA1011 后面板视图

### 1. 电源输入端口

请使用附件提供的电源线连接该端口，电源输入为 12V，4A 的信号。



#### 注意

请勿使用其它输出类型的适配器给 PA1011 供电，否则会造成仪器性能下降或永久性损坏。

### 2. USB Device

通过 USB 数据线将 PA1011 与计算机相连。



#### 注意

在操作 PA1011 时，请确认没有遮挡物遮住 PA1011 侧面的通风孔和后面板的风扇散热孔，以免影响其正常工作。

## 用户界面



图 1-3 PA1011 系列用户界面

如上图所示，PA1011 的用户界面是显示在计算机上的软面板，用户可通过计算机的键盘和鼠标来选择或设置仪器参数和输出状态。

## 设备安装

PA1011 功率放大器由上位机控制软件和仪器模块两部分组成，使用之前需进行软件安装和设备连接。具体操作步骤如下：

### 1. 软件安装

当您得到一款 PA1011 功率放大器，在随机附件中有一张 CD 光盘，光盘中包含软件控制程序。

- (1) 如果您的计算机上已安装 **labview** 软件，则直接进入第(2)步；如果未安装，则双击安装 **lv82runtime.msi** 文件。
- (2) 如果您的机器上已安装 **NI Visa** 库，则直接进入第(3)步；如果未安装，则双击安装 **NIVISAruntime.msi** 文件。
- (3) 鼠标右击 **PA1000.inf** 文件，在弹出菜单中选择“安装”。
- (4) 参考下面的步骤 2 和步骤 3，连接设备后直接运行 **PA1000Control.exe** 即可。

### 2. 连接仪器电源

请使用附件提供的电源线连接仪器并给仪器上电。

### 3. USB 连接及驱动安装

请使用附件提供的 **USB** 数据线，将仪器与计算机进行通信连接。首次将仪器成功连接到计算机后，计算机画面会弹出硬件安装向导对话框，如下图所示：

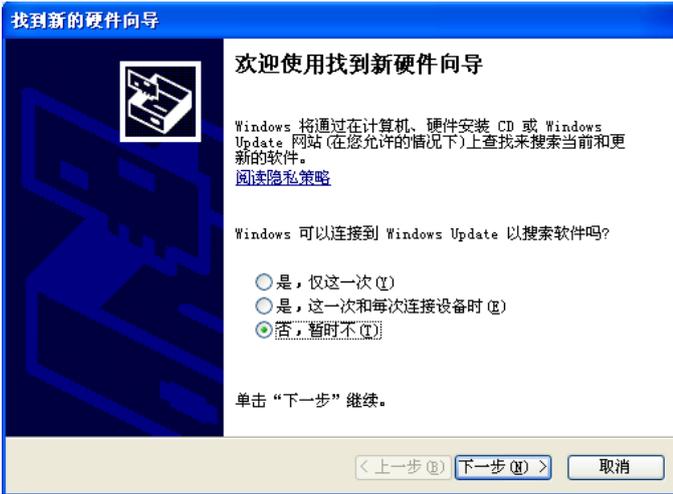


图 1-4 硬件安装向导对话框

请选择“否，暂时不”选项，然后点击“下一步”，进入下图所示对话框：



图 1-5 自动搜索硬件驱动

选择“下一步”，进入下图所示对话框：



图 1-6 找到硬件驱动

选择“下一步”，进入下图所示界面：



图 1-7 安装硬件驱动

成功安装硬件驱动后，将出现下图的提示：

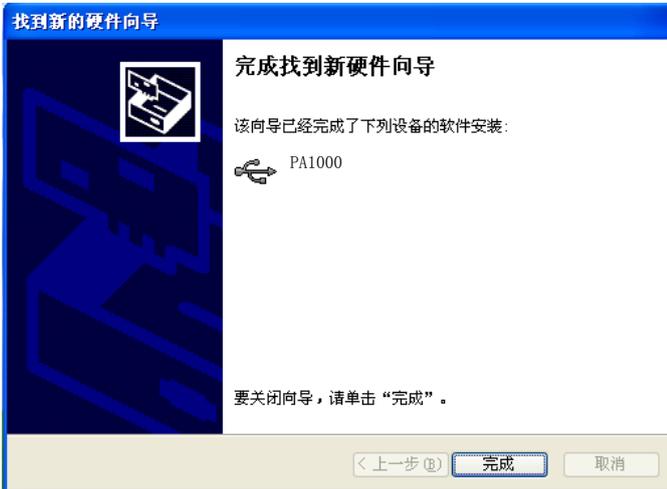


图 1-8 成功安装硬件驱动

上述步骤完成后，您就可以使用 PA1011 工作了。具体的操作方法请参考第 2 章的介绍。

**注意：**

若要通过上位机控制仪器，需要先给 PA1011 上电，然后连接 USB 数据线。如果先连接 USB 数据线后给仪器上电，系统将无法正常工作。

## 第2章 操作指南

### 如何设置输出状态

如图 2-1 所示，PA1011 控制面板上有 4 个单选按钮，分别对应仪器的 4 个状态参数。设定这 4 个参数后，点击“发送”按钮，即可将当前设置的状态发送到 PA1011 仪器上。



图 2-1 PA1011 控制面板

PA1011 控制面板上各功能按钮的详细说明如下表所示。

功能按钮	功能设置	功能描述
增益选择	X1、X10	选择输出增益。不同增益下输入信号范围不同。
输出极性	同相输出 反相输出	选择输出极性。
偏移开关	打开、关闭	打开或关闭偏移量设置。
输出开关	打开、关闭	打开或关闭输出。
状态存储		保存当前已“发送”的工作状态。
发送		将控制面板上设置的状态参数发送到仪器中。

面板右侧的偏移输入框只有当选择“偏移开关”为“打开”时才有效。偏移量单位为“V”，默认值为 0V，可设置范围为-12V~+12V。

## 如何存储仪器状态

若需保存 PA1011 当前的工作状态，请点击“状态存储”按钮。下次开机时，PA1011 将自动设置成上次保存的工作状态。

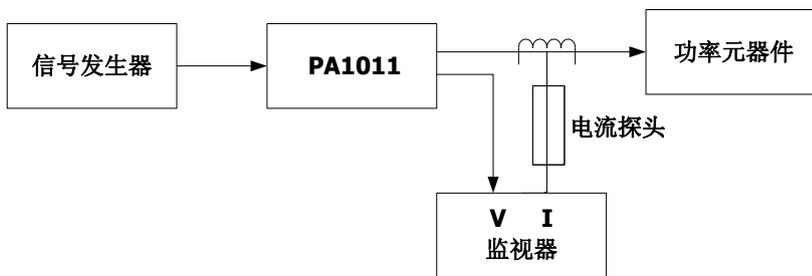
**注意：**点击“状态存储”时，实际存储的是 PA1011 当前的工作状态（最后一次点“发送”按钮时的状态），而非控制面板当前所选择的

状态。

## 第3章 应用举例

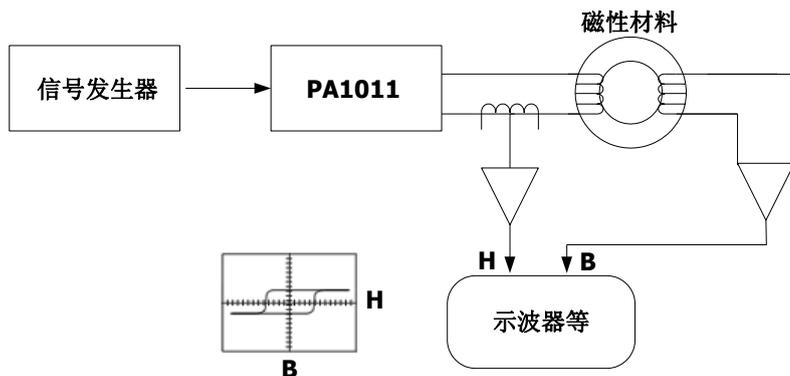
### 功率元器件的测量

PA1011 可作为信号发生器的功率放大器，评价功率元器件性能。利用 PA1011 的宽频带、高速输出性能，可用各种波形、各种脉冲模式、以及任意波形进行元器件的评价和测试。功率元器件的测量系统示意图如下所示：



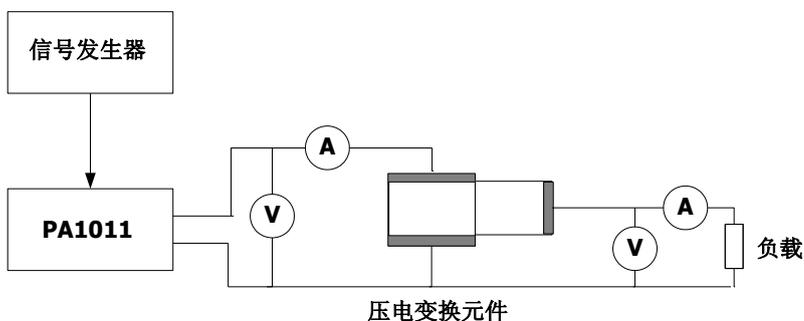
### 磁化特性的测量

PA1011 可用于磁性材料的磁化特性（B-H 曲线）测量（10W 驱动，附加阻抗变换变压器）。利用它可测量铁氧体和非晶型材料等磁性材料的 B-H 曲线。



## 压电元件的驱动

PA1011 可作为压电元件的驱动（10W 驱动，附加阻抗变换变压器）。PA1011 输出的阻抗极小，所以静容量很大（高至 1000pF）的压电元件也能得到良好的阶跃响应。



此外，PA1011 还可用于其他技术领域的研究开发以及实验的驱动放大器。

## 第4章 故障处理

本章列举了功率放大器在使用过程中可能出现的故障及其处理方法。当您遇到这些故障时，请按照相应的步骤进行处理，如果不能处理，请与 **RIGOL** 公司联系。

### 1. 连接电源和USB后，点击软件控制面板上的“发送”按钮后，仪器没有响应：

- (1) 检查电源接头是否接触接好。
- (2) 检查USB数据线是否接触良好。
- (3) 做完上述检查后，重新启动仪器。
- (4) 如果仍然无法正常使用本产品，请与**RIGOL**联络，让我们为您服务。

### 2. 保护电路

当输出电流过大或者PA1011内部温度异常（过高）时，仪器将自动启动过流保护和过温保护电路，以免损坏仪器。

保护电路动作的具体现象描述如下：

- 过流保护：输出继电器被切断，黄灯闪烁。
- 过温保护：输出继电器被切断，绿灯闪烁。

保护电路启动后，用户必须重启PA1011。

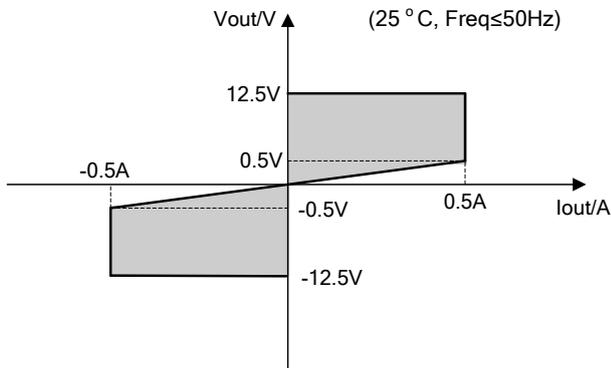
保护电路动作时，建议用户检查自己所接的负载是否超过PA1011的极限输出值，或者环境温度是否高于PA1011所规定的极限温度值。

## 第5章 性能指标

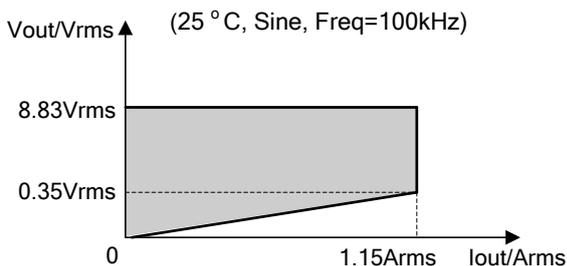
### 安全工作曲线

请用户仔细参考以下曲线，并确保在使用时使 PA1011 工作于以下曲线内（阴影部分），以防止 PA1011 性能下降或者出现设备损坏。

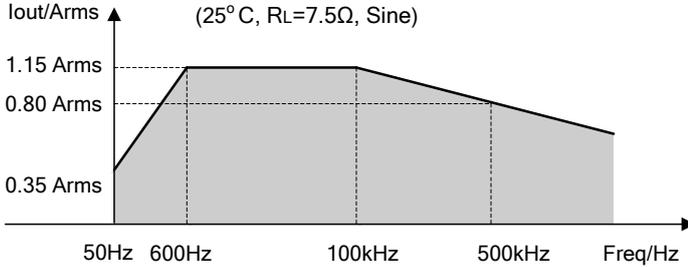
#### 1. 直流工作区域



#### 2. 交流工作区域

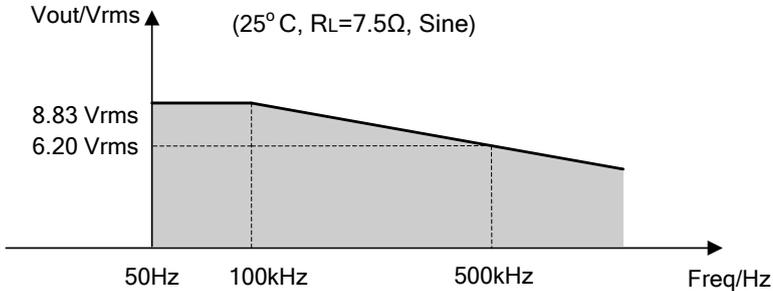


### 3. 输出电流与工作频率的关系



### 4. 输出电压与工作频率的关系【注】

当输入信号的频率增加 ( $>100kHz$ )，我们建议减小输入信号的幅值，使 PA1011 的输出信号也减小。请用户在输入信号时遵循如下图所示的输出电压与工作频率的关系曲线，以便使 PA1011 的输出电压在曲线区域内。



**【注】**当给放大器输入一个幅值很大的信号时，决定放大器性能的主要参数是 Slew Rate 及其散热条件。当输入大幅值信号的频率增加时，放大器即使在不带负载的时候其本身的工作电流、功耗也会随着输入信号频率的增加而增加，且信号的失真也会随着频率的增加而增加，从而造成放大器发热，性能下降，所以我们对 PA1011 的大幅值输入信号的频率和幅值的关系作了限制。

## 技术指标

除非另有说明，所有指标在下述两个条件下均能满足：

- 仪器必须在规定的操作温度下连续运行 30 分钟以上。
- 除标有“典型”字样的规格以外，所用规格都有保证。

信号输入	
输入阻抗	50k $\Omega$
内置偏压（输出端等效）	+/-12V
外部输入	+/-10Vmax（增益：X1） +/-1.25Vmax（增益：X10）
放大器指标	
运行模式	恒定电压
增益	10V/1V、10V/10V 二档切换（直流增益误差： <5%）
极性切换	同相/反向
正弦输出功率有效值（RL=7.5 $\Omega$ ）	10W（典型值，输入 Sine，100kHz，X10）
输出电压	12.5Vpeak（输入 Sine，100kHz）
输出电流	1.65Apeak（输入 Sine，100kHz）
输出阻抗	<2 Ohm
全功率带宽	DC~1MHz【注 1】
输出摆率	$\geq 80V/\mu s$ （典型值）【注 2】
过冲	<7%
偏压指标	
偏置电压增益误差	5% $\pm$ 100mV
其他	

电源	DC 12V±5%, 4Apeak
输出保护	输出过流保护、内部温度异常保护
操作温度	0 °C ~ +35 °C 【注 3】
尺寸（宽×高×深）	142.2mm×48.1mm×215.4mm
净量	850g±20g

**【注 1】：**

全功率带宽指的是放大器能够产生具有最大可能幅度的无失真交流输出时的最大频率。

$$\text{全功率带宽 } FPB = \frac{SR}{2\pi V_{\max}}$$

SR: Slew Rate（输出摆率）

Vmax: 放大器能够输出的最大无失真幅度

**【注 2】：**

输出摆率(Slew Rate)定义: 给放大器输入一个大的阶跃信号, 发现其信号输出斜率会在某处饱和成为一个固定常数, 这个常数称为放大器的 Slew Rate。

**【注 3】：**

以上指标均为 25 °C 时的指标, PA1011 工作时的环境温度范围为 0 °C ~ +35 °C, 当环境温度大于 35 °C 时建议用户降低输出功率和 PA1011 的工作频率。

## 第6章 附录

### 附录 A：附件

#### 标准附件：

- 一根符合所在国标准的电源线
- 一个符合所在国安全认证标准的电源适配器
- 一根 USB 数据线
- 一张 PA1011 上位机软件安装光盘
- 一份《产品保修卡》
- 一份《用户手册》

#### 选购附件：

- BNC 电缆

所有附件（标准附件和选购附件），请向当地的 **RIGOL** 办事处订购。

## 附录 B：保修概要

**RIGOL**（北京普源精电科技有限公司）保证其生产及销售的产品，在授权经销商发货之日起三年内，无任何材料和工艺缺陷。如产品在保证期内证明有缺陷，**RIGOL** 将根据保修单的详细规定予以修理和更换。

若欲安排维修或索取保修单全文，请与最近的 **RIGOL** 销售和维修处联系。

除本概要或其他适用的保修单所提供的保证以外，**RIGOL** 公司不提供其他任何明示或暗示的保证，包括但不限于对产品可交易性和特殊用途适用性之任何暗示保证。在任何情况下，**RIGOL** 公司对间接的，特殊的或继起的损失不承担任何责任。

## 附录 C：保养与清洁

### 一般保养

请勿把仪器储存或放置在长时间受到直接日照的地方。

### 小心

请勿让喷雾剂、液体和溶剂沾到仪器上，以免损坏仪器。

### 清洁

根据操作情况经常对仪器进行检查。按照下列步骤清洁仪器外表面：

1. 请用质地柔软的布擦拭仪器外部的浮尘。
2. 用潮湿但不滴水的软布擦拭仪器，请注意断开电源。可使用柔和的清洁剂或清水擦洗。请勿使用任何腐蚀性的化学清洗剂，以免损坏仪器。



---

### 警告

在重新通电使用前，请确认仪器已经干透，避免因水分造成电气短路甚至人身伤害。

---