

# AP5001A 射频模拟信号发生器

9 kHz 至 2、4 或 6.1 GHz



# 定义和条件

下文中的技术指标描述了仪器经过 30 分钟预热后在  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$  条件下能够保证的性能（另有说明的除外）。

**最小值 / 最大值：**指产品设计和 / 或经过生产测试后能保证的参数范围。保证的性能参数含有余量，把预期的统计性能分布、测量不确定度以及受环境条件影响发生的性能变化都考虑在内。

**典型值：**预期的平均值，非保证性能。

# 技术指标

## 频率参数 / 范围

| 参数                 | 最小值    | 典型值          | 最大值         | 备注                    |
|--------------------|--------|--------------|-------------|-----------------------|
| 频率范围               | 9 kHz  |              | 2.0 GHz     | AP5001A-502           |
|                    | 9 kHz  |              | 4.0 GHz     | AP5001A-504           |
|                    | 9 kHz  |              | 6.1 GHz     | AP5001A-506           |
| 分辨率                |        | 0.001 Hz     |             |                       |
| 相位分辨率              |        | 0.1°         |             |                       |
| 稳定时间               |        | 20 μs        | 200 μs      |                       |
| 频率更新率<br>列表 / 扫描模式 |        | 400 μs       |             | 从固件收到 SCPI 命令起的<br>时长 |
| 总体抖动               |        | 68 fs RMS    |             | 10 Hz 至 1 MHz 带宽      |
| 参考输入频率             | 8 MHz  |              | 200 MHz     | 用户可编程                 |
| 参考输入电平             | -5 dBm | 0 dBm        | +13 dBm     |                       |
| 锁定范围               |        |              | +/- 1.0 ppm |                       |
| 参考输入阻抗             |        | 50 Ω         |             |                       |
| 内部参考输出频率           |        | 10 MHz       |             |                       |
| 内部参考的初始准确度         |        |              | ± 40 ppb    | 校准时温度为 23 ± 3° C      |
| 温度稳定性 (0 至 50 °C)  |        |              | ±100 ppb    |                       |
| 第 1 年老化率           |        | 0.5 ppm      |             |                       |
| 日老化率 (运行 30 天后)    |        |              | 5 ppb       |                       |
| 预热时间               |        | 5 分钟         |             |                       |
| 内部参考输出             |        | +0 dBm, 50 Ω |             |                       |

## 电平性能

| 参数     | 最小值      | 典型值                              | 最大值                  | 备注                                          |
|--------|----------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| 功率电平   |          |                                  |                      |                                             |
| 标配     | -30 dBm  |                                  | +17 dBm<br>+10 dBm   | > 50 MHz 和 < 6 GHz<br>≤ 50 MHz              |
| 选件 1E1 | -120 dBm |                                  | +17 dBm<br>+10 dBm   | > 50 MHz 和 < 6 GHz<br>≤ 50 MHz              |
| 分辨率    |          | 0.01 dB                          |                      |                                             |
| 电平不确定度 |          | ± 0.3 dB<br>± 0.5 dB<br>± 0.8 dB | ± 0.8 dB<br>± 1.3 dB | -20 至 +10 dBm<br>-80 至 -20 dBm<br>< -80 dBm |

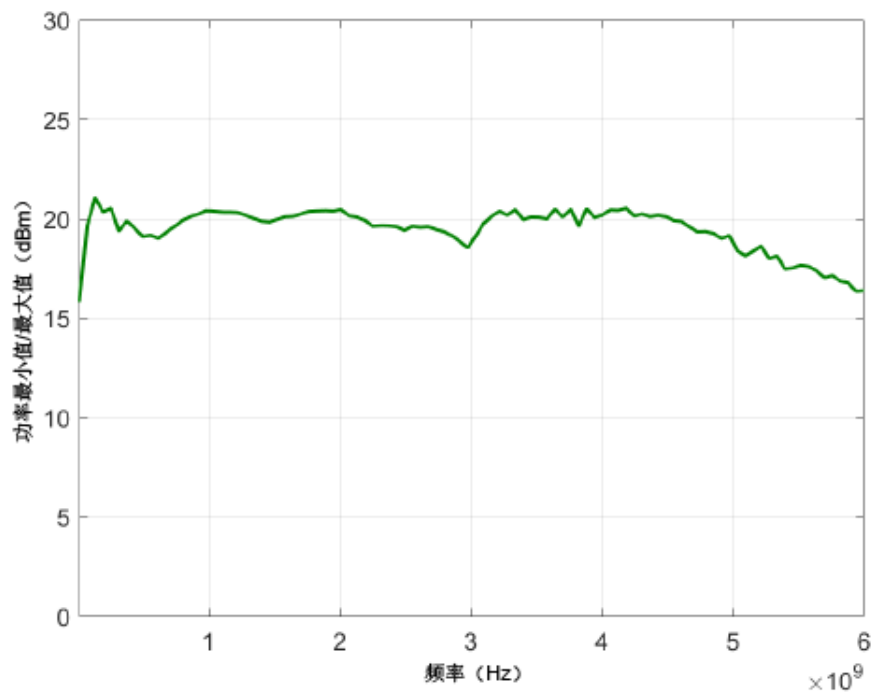


图 1. 最大输出功率典型值

## 反向功率保护和驻波比

| 参数     | 最小值 | 典型值         | 最大值     | 备注      |
|--------|-----|-------------|---------|---------|
| 反向功率保护 |     |             |         |         |
| 直流电压   |     | 5 V         |         |         |
| 射频功率   |     |             | +27 dBm |         |
| 输出阻抗   |     | 50 $\Omega$ |         |         |
| 驻波比    |     | 1.5         | 1.8     | < 3 GHz |
|        |     | 1.7         | 2.0     | > 3 GHz |

## 相位噪声

| 参数                              | 最小值 | 典型值         | 最大值         | 备注 |
|---------------------------------|-----|-------------|-------------|----|
| 频率为 1 GHz、距离载波 20 kHz 时的单边带相位噪声 |     | -130 dBc/Hz | -128 dBc/Hz |    |

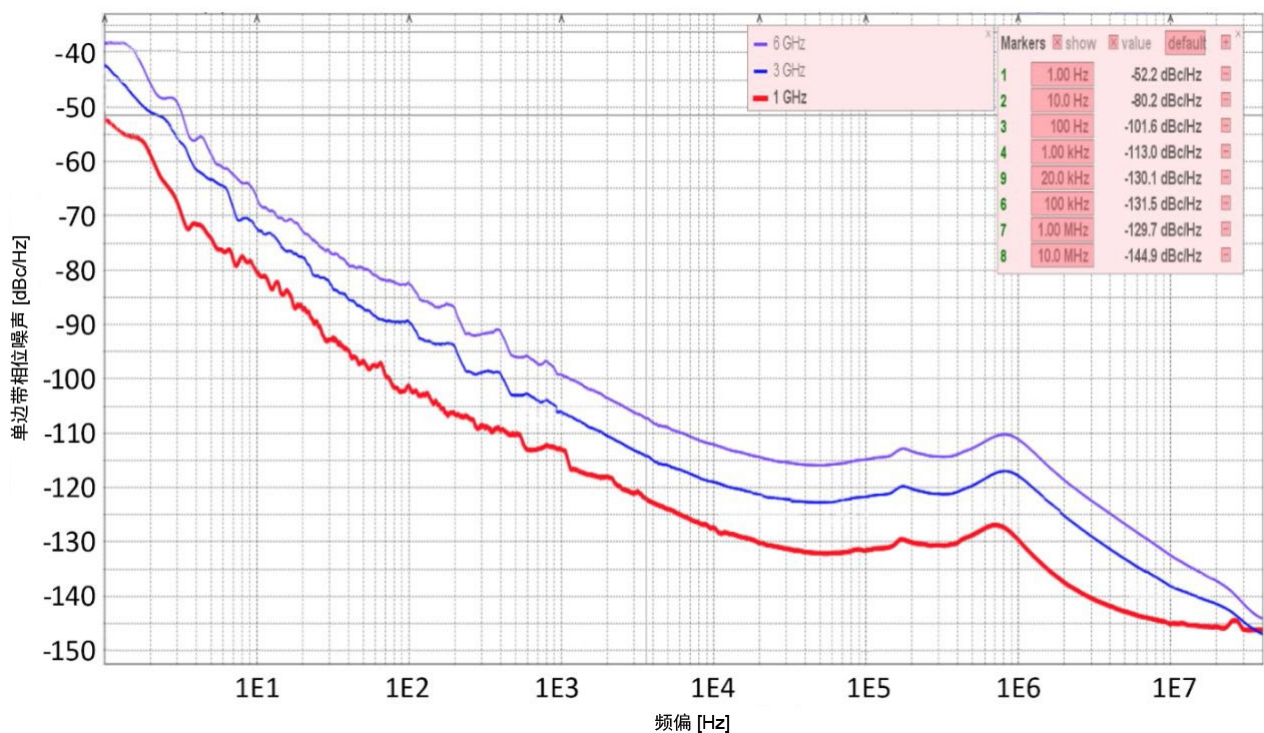


图 2. 相位噪声典型值

## 频谱纯度

| 参数                | 最小值 | 典型值     | 最大值           | 备注                                               |
|-------------------|-----|---------|---------------|--------------------------------------------------|
| 输出谐波              |     | -40 dBc | -30 dBc       | $P_{out} = +10$ dBm                              |
| 次谐波               |     | -80 dBc | -70 dBc       |                                                  |
| 非谐波杂散             |     |         |               |                                                  |
| < 1 MHz           |     | -70 dBc | -60 dBc       | $P_{out} = +10$ dBm                              |
| 1 MHz 至 5.8 GHz   |     | -65 dBc | -55 dBc       | $P_{out} = +10$ dBm                              |
| 5.8 GHz 至 6.1 GHz |     | -60 dBc | -50 dBc       | $P_{out} = +10$ dBm                              |
| 1 GHz 时的残余调频 ①    |     |         | 3 Hz<br>12 Hz | 0.3 kHz 至 3 kHz, 加权 (ITU-T)<br>0.03 kHz 至 23 kHz |

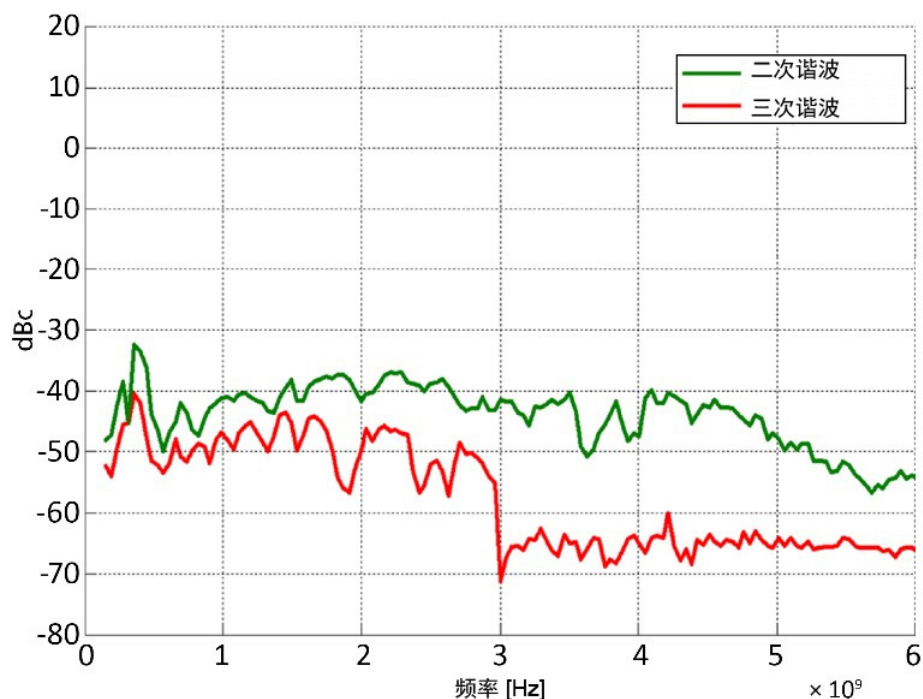


图 3. +10 dBm 时的谐波典型值

## 扫频功能

扫描可以结合内部或外部调幅 / 调频 / 调相 / 脉冲调制一起执行。启用调制后，最小步进时间增加到 2 ms。

| 参数                                | 最小值                  | 典型值               | 最大值     | 备注 |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------|---------|----|
| 频率扫描（扫描类型：线性、对数、随机）               |                      |                   |         |    |
| 步进时间 ( $t_{\text{step}}$ )        | 400 $\mu\text{s}$    |                   | 19998 s |    |
| 驻留时间 ( $t_{\text{dwell}}$ )       | 50 $\mu\text{s}$     |                   | 9999 s  |    |
| 关闭时间（含瞬态时间） ( $t_{\text{off}}$ )  | 0 / 50 $\mu\text{s}$ |                   | 9999 s  |    |
| 每个点的计时准确度                         |                      | 1 $\mu\text{s}$   |         |    |
| 通用列表扫描（允许单独设置每个点的频率、功率、驻留时间和关闭时间） |                      |                   |         |    |
| 列表大小                              | 2                    |                   | 20,000  |    |
| 步进时间 ( $t_{\text{step}}$ )        | 200 $\mu\text{s}$    |                   | 19998 s |    |
| 驻留时间 ( $t_{\text{dwell}}$ )       | 50 $\mu\text{s}$     |                   | 9999 s  |    |
| 关闭时间（含瞬态时间） ( $t_{\text{off}}$ )  | 0 / 50 $\mu\text{s}$ |                   | 9999 s  |    |
| 时间分辨率                             |                      | 0.1 $\mu\text{s}$ |         |    |
| 每个点的计时准确度                         |                      | 1 $\mu\text{s}$   |         |    |

## 调制功能

除了频率调制和相位调制不能组合之外，其他调制类型（频率调制、相位调制、幅度调制 和脉冲调制）都可以同时启用。例如，AM 和 FM 可以同时运行，并且会对输出射频信号进行调制。

| 参数                                                   | 最小值                    | 典型值    | 最大值          | 备注                                                                                             |
|------------------------------------------------------|------------------------|--------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 脉冲调制                                                 |                        |        |              |                                                                                                |
| 通 <input checked="" type="checkbox"/> 断比             |                        | 70 dB  |              |                                                                                                |
| 重复频率                                                 | 直流                     |        | 33 MHz       |                                                                                                |
| 脉宽                                                   | 30 ns<br>50 μs         |        | 20 s<br>20 s | ALC 关闭<br>ALC 开启                                                                               |
| 脉冲上升时间 / 下降时间                                        |                        | 25 ns  |              |                                                                                                |
| 脉冲串长度（脉冲）                                            | 2                      |        | 4,192        |                                                                                                |
| 视频串扰                                                 |                        | -40 dB |              |                                                                                                |
| 外部输入阈值                                               | 0.85 V                 | 0.9 V  | 0.95 V       | TTL 兼容                                                                                         |
| 外部输入电压范围                                             | -0.5 V                 |        | +5.5 V       | TTL 兼容                                                                                         |
| 外部输入滞后                                               |                        | 60 mV  |              |                                                                                                |
| 时延（到射频）                                              |                        | 20 ns  | 40 ns        |                                                                                                |
| 频率调制                                                 |                        |        |              |                                                                                                |
| 最大频率偏差（峰值）                                           | 0                      |        | 0.05 x f     | < 0.25 GHz                                                                                     |
|                                                      | 0                      |        | N x 200 MHz  | 0.25 至 0.75 GHz（N=0.125）<br>0.75 至 1.5 GHz（N=0.25）<br>1.5 至 3 GHz（N=0.5）<br>> 3 至 6.1 GHz（N=1） |
| 调制波形                                                 | 正弦波、三角波、移频键            |        |              |                                                                                                |
| 调制速率                                                 | 1 Hz / 直流              |        | 800 kHz      | -3 dB 频率响应<br>最大相位偏差下降超过<br>20 kHz 调制速率                                                        |
| 外部输入灵敏度                                              | 1 Vpp 时为 < N x 100 MHz |        |              | 交流模式下可以设置<br>直流模式下为离散值                                                                         |
| 总谐波失真                                                | < 1%                   |        |              | 1 kHz 速率和 N x 100 kHz 偏差                                                                       |
| 线性调频（线性斜坡，向上 <input checked="" type="checkbox"/> 向下） |                        |        |              |                                                                                                |
| 扫宽                                                   |                        |        | 10%          |                                                                                                |
| 驻留时间（t <sub>chirp</sub> ）                            | 10 ns                  |        | 60 s         |                                                                                                |
| 斜率                                                   |                        |        | 100 MHz/μs   |                                                                                                |
| 有限重复线性调频的总持续时间<br>（t <sub>chirp</sub> x 重复次数）        |                        |        | 64.1 s       |                                                                                                |
| 频率数量                                                 |                        |        | 20,000       |                                                                                                |
| 相位调制                                                 |                        |        |              |                                                                                                |
| 相位偏差（峰值）                                             | 0                      |        | N x 80 rad   |                                                                                                |
| 调制速率                                                 | 1 Hz                   |        | 800 kHz      | > -3 dB 频率响应                                                                                   |
| 调制波形                                                 | 正弦波、三角波、移频键            |        |              |                                                                                                |
| 外部输入灵敏度                                              | 1 Vpp 时为 N x 40 rad    |        |              |                                                                                                |
| 总谐波失真                                                | < 1%                   |        |              | 1 kHz 速率和 N x 20 弧度偏差                                                                          |
| 幅度调制                                                 |                        |        |              |                                                                                                |
| 调制速率                                                 | 10 Hz                  |        | 50 kHz       | 适用于内部和外部                                                                                       |
| 调制深度                                                 | 0 %                    |        | 95 %         |                                                                                                |
| 调制波形                                                 | 正弦波、三角波、方波             |        |              |                                                                                                |
| 准确度（f< 10 MHz）                                       |                        | 1.3 %  | 2 %          | f 载波，调制深度 < 80%<br>1 kHz 调制速率，功率 0 dBm                                                         |
| 失真（f< 10 MHz）                                        |                        | 1.6 %  | 3 %          |                                                                                                |
| 准确度（f>10 MHz）                                        |                        | 0.6 %  | 1.4 %        |                                                                                                |
| 失真（f>10 MHz）                                         |                        | 1 %    | 2 %          |                                                                                                |
| 外部输入灵敏度                                              | X % / 1 Vpp            |        |              | 可设置                                                                                            |

## 多用途输出 (FUNC OUT)

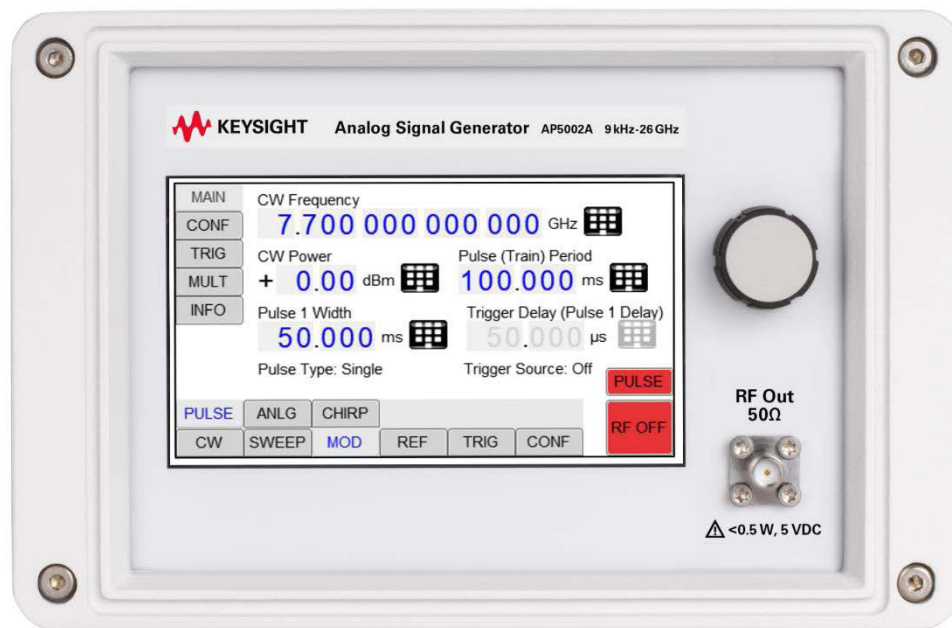
| 参数                 | 最小值      | 典型值    | 最大值    | 备注               |
|--------------------|----------|--------|--------|------------------|
| 多功能发生器（正弦波、三角波、方波） |          |        |        |                  |
| 频率范围               | 10 Hz    |        | 3 MHz  | 正弦波              |
|                    | 10 Hz    |        | 1 MHz  | 三角波              |
|                    | 10 Hz    |        | 50 kHz | 方波               |
| 频率分辨率              |          | 0.6 Hz |        |                  |
| 输出电压幅度峰峰值          | 10 mV    |        | 2 V    | 正弦波、三角波          |
|                    |          | 5V     |        | 方波（CMOS 输出）      |
| 谐波失真               |          | 1 %    |        | < 100 kHz, 1 Vpp |
| 输出阻抗               |          | 50 Ω   |        | 正弦波、三角波          |
|                    |          | CMOS   |        | 方波               |
| （内部脉冲调制器）视频输出      |          |        |        |                  |
| 输出                 |          | CMOS   |        |                  |
| 周期                 | 30 ns    |        | 50 s   |                  |
| 脉宽                 | 15 ns    |        | 50 s   |                  |
| 射频时延               |          | 10 ns  |        |                  |
| 触发输出（多源同步模式）       |          |        |        |                  |
| 模式                 | 在扫描开始时触发 |        |        |                  |
|                    | 在每个点触发   |        |        |                  |
| 触发波形脉冲宽度           |          | 100 ns |        |                  |

## 触发 (TRIG IN)

| 参数         | 最小值                | 典型值       | 最大值    | 备注             |
|------------|--------------------|-----------|--------|----------------|
| 触发类型       | 连续、单次、门控、方向性门控     |           |        |                |
| 触发源        | 射频键、外部、总线（LAN、USB） |           |        |                |
| 触发模式       | 连续自由运行、触发并运行、重置并运行 |           |        |                |
| 触发延迟       |                    | 2 $\mu$ s |        |                |
| 触发不确定度     |                    | 5 $\mu$ s |        |                |
| 外部触发时延     | 50 $\mu$ s         |           | 40 s   |                |
| 外部时延分辨率    |                    | 15 ns     |        |                |
| 触发模        | 1                  |           | 255    | 仅在第 N 个触发事件时执行 |
| 触发极性       | 上升、下降              |           |        |                |
| 外部触发输入阈值   | 0.85 V             | 0.9 V     | 0.95 V | TTL 兼容         |
| 外部触发输入电压范围 | -0.5 V             |           | +5.5 V | TTL 兼容         |
| 外部触发输入滞后   |                    | 60 mV     |        |                |

# 连接器

## 前视图



1. 射频输出 N 型阴头
2. 旋钮

## 后视图



1. 触发输入 BNC 阴头
2. 功能输出 BNC 阴头
3. 外部参考输入 BNC 阴头
4. 内部参考输出 BNC 阴头
5. 频率 / 相位调制输入 BNC 阴头
6. 幅度调制和脉冲调制 BNC 阴头
7. **LAN** 口连接 RJ-45
8. **USB 2.0** 设备接口
9. 直流电源插孔 (6V, 6A)
10. 直流电源开关
11. 接地螺钉
12. 风扇孔 风扇的进气孔
13. 风扇孔 排气孔

# 常规指标

## 远程编程接口

- 以太网 100BaseT LAN 接口
- USB 2.0 主机和设备
- 控制语言 SCPI 版本 1999.0

电源要求：6 VDC，最大 20 W

电源适配器：100-240 VAC 输入 / 6V 6.0A 直流输出

储存温度范围 -40 至 70 °C

工作温度范围 0 至 45 °C

工作和储存海拔高度 高达 15,000 英尺



安全 /EMC 特性符合相关的安全和 EMC 法规条令。

重量 ≤ 2.5 千克 (6 磅) 净重，≤ 4 千克 (8 磅) 装运重量

## 尺寸：

不含连接器：宽 x 长 x 高 = 172 x 250 x 106 毫米 [6.83 x 9.84 x 4.60 英寸]

含连接器：宽 x 长 x 高 = 172 x 273 x 106 毫米 [6.83 x 10.66 x 4.60 英寸]

建议的校准周期 24 个月

## 兼容语言支持常用命令

是德科技 N5171B EXG、N5173B EXG、N5181A/B MXG、N5183A/B MXG

罗德与施瓦茨 SMB100A、SMB100B、SMC100A、SMCV100B、SMA 和 SML 等型号

# 订货信息

| 型号 <input checked="" type="checkbox"/> 选件 | 描述                    | 其他信息        |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>AP5001A</b>                            | <b>射频模拟信号发生器</b>      |             |
| AP5001A-502                               | 频率范围：9 kHz 至 2 GHz    |             |
| AP5001A-504                               | 频率范围：9 kHz 至 4 GHz    |             |
| AP5001A-506                               | 频率范围：9 kHz 至 6.1 GHz  |             |
| AP5001A-1E1                               | 步进衰减器                 |             |
| AP5001AU-F01                              | 频率从 2 GHz 升级至 4 GHz   | 仅可通过许可证密钥升级 |
| AP5001AU-F02                              | 频率从 2 GHz 升级至 6.1 GHz | 仅可通过许可证密钥升级 |
| AP5001AU-F03                              | 频率从 4 GHz 升级至 6.1 GHz | 仅可通过许可证密钥升级 |
| AP5001AU-1E1                              | 添加步进衰减器               | 仅可通过许可证密钥升级 |

是德科技赋能创新者快速解决设计、仿真和测试挑战，突破工程设计的限制，打造出色的产品体验。访问 [www.keysight.com](http://www.keysight.com)，开始您的创新之旅！



此信息如有更改，恕不另行通知。© 是德科技，2024 年，2024 年 8 月 23 日，印于北京，3124-1566CHCN