

主要特点

- DC～120 MHz 带宽；
- 多档跨阻增益：100 V/A～10 GV/A；
- 电流噪声低至 35 fA/$\sqrt{\text{Hz}}$；典型输入漏电流 10 pA；
- 7 档低通滤波器；
- 输入偏置可调，适用于光电探测器；
- 支持 AC/DC 耦合与零点补偿调节。

产品概述

OE4121 有源跨阻型电流前置放大器用于将光电探测器、电流型传感器及其他高阻信号源产生的电流转换为电压信号。仪器采用有源负反馈结构，使输入节点保持在近似恒定的“虚地”电位，在实现电流电压转换的同时，减小测量电路对被测器件工作状态的影响。

在线性工作范围内，OE4121 的输入输出关系近似为

$$V_{\text{OUT}} = -I_{\text{IN}} \times R_T,$$

其中 I_{IN} 为流入输入端的电流，R_T 为输入电流至最终输出电压的总跨阻增益。电流信号经跨阻转换、Offset 调节、AC/DC 耦合、低通滤波及输出缓冲处理后，由独立输出驱动级提供 50 Ω 输出。OVLD 检测电路用于监测信号链的过载状态。

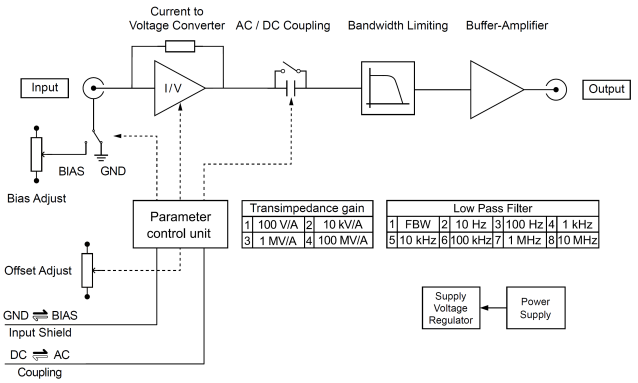


图 1. OE4121 功能原理框图

应用领域

- 光电二极管、光电探测器及光束监测；
- 光谱与光学弱信号测量；
- 半导体器件与电流型传感器表征；
- 电化学及安培型生物传感器测量；
- 电离室、辐射探测器与粒子束流监测；
- 阻抗谱、锁相与数据采集前置放大。

设备界面说明

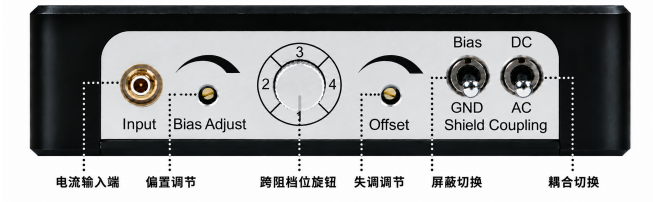


图 2. 输入与信号调节面板

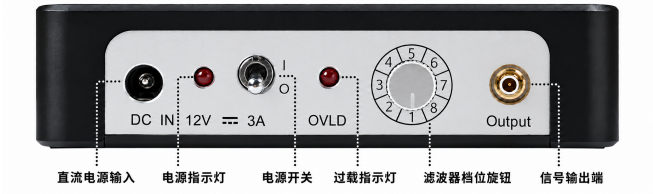


图 3. 电源、滤波与输出面板

操作设置与面板说明

输入线缆与机壳地

输入连接应使用短、低电容且屏蔽良好的线缆，放大器应尽量靠近被测器件。线缆过长或源电容过大会影响带宽、噪声和稳定性。输入线缆应远离电源线、开关电源及数字时钟等干扰源。

输入端外导体连接线缆屏蔽层，与仪器机壳电气隔离。不得将机壳作为输入信号的回流路径，也不应在未确认接地关系时短接输入外导体与机壳。机壳接地点应连接至测量系统的屏蔽地；多台接地仪器同时使用时，应合理安排接地点，避免形成地环路。

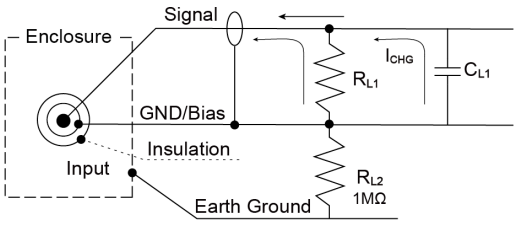


图 4. 输入端屏蔽与接地示意图

跨阻增益选择

OE4121 设有 4 个标准跨阻增益档位，旋转增益旋钮至 1～4 档可选择相应增益。选择增益时，应计入输入电流的直流分量、交流峰值及瞬态峰值，确保输出处于本机线性范围和后级仪器允许的输入范围内。

输入电流未知时，应从最低增益档开始，确认未过载后逐档提高。若 OVLD 点亮或波形削顶，应降低增益。增益越高，可用带宽和最大允许输入电流越小，具体数值见增益相关性能表。

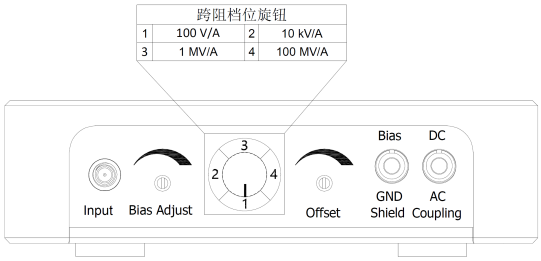


图 5. 跨阻增益档位旋钮

AC/DC 耦合选择

DC 耦合保留直流分量及低频变化，适用于直流电流、缓慢变化信号，以及需要同时观察直流背景和交流分量的测量。使用时，应确认直流与交流叠加后的输出处于线性范围内。

AC 耦合用于隔离直流分量及缓慢漂移，其下限截止频率（−3 dB）为 1 Hz。接近该频率时，信号会产生幅度衰减和附加相移；直流及极低频测量应选择 DC 耦合。AC 耦合不能避免输入直流电流过大引起的前级过载。

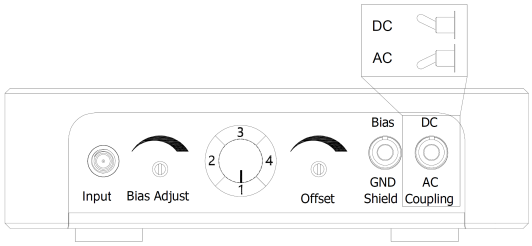


图 6. AC/DC 耦合选择

Shield 与 Bias

输入端外导体作为线缆屏蔽层（Shield）的连接端。开关置于 GND 时，Shield 连接至信号地。置于 Bias 时，Shield 连接至内部可调偏置源，Bias Adjust 的调节范围为 −1.8 ～ +1.3 V。

将光电二极管连接在输入中心导体与 Shield 之间，即可施加偏置。初次使用时，应选择较低增益，将偏置调至接近 0 V；确认器件极性和允许偏置范围后再缓慢调节，并监测输出及 OVLD。实际偏置电压可用高输入阻抗电压表测量 Shield 与信号地之间的电压。

注：使用内部 Bias 时，不得将 Shield 连接至外部地或其他低阻抗电位，也不得同时接入外部偏置电源。使用外部偏置时，应将开关置于 GND，并按典型应用接线图连接。

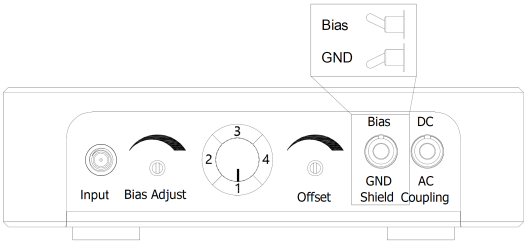


图 7. 输入 Shield 参考电位选择

Offset 调节

Offset 调节用于补偿放大器自身及不同增益档位产生的输出零点偏移，使输出基线处于合适位置。调节时，接入实际被测信号，并使用示波器或电压表监测输出。若 OVLD 点亮或波形削顶，应先降低输入电流或跨阻增益，确认未过载后再调节 Offset。

更换被测器件、改变背景电流或切换增益后，应重新检查输出基线。测量脉冲或周期信号时，应观察完整波形，确保正、负峰值均处于线性输出范围内。Offset 调节不能消除前级过载。

注：Bias 与 Offset 均可能影响输出信号的直流电平，但作用不同。Bias 向外部被测器件施加直流偏置电压，以调整器件工作点；Offset 仅用于补偿放大器自身及不同增益档位的输出零点偏移。

OVLD 过载指示与处理

OVLD 点亮表示信号链过载，输出可能出现削顶或幅度误差。应检查输入电流及所选增益，必要时降低输入电流或切换至较低增益，并确认输出负载和接线符合要求。

确认 OVLD 熄灭且输出波形无削顶后，再进行读数或数据采集。瞬态或幅度变化较大的信号应预留输出余量；OVLD 未点亮时，仍需检查输出波形及线性范围。

低通滤波器

OE4121 设有 8 个带宽档位，包括全带宽档（FBW）和 7 个二阶低通滤波档位，截止频率为 10 Hz～10 MHz。在满足信号带宽的前提下，降低截止频率可抑制带外噪声，提高读数稳定性。

初次测量或信号频率范围未知时，可先选择 FBW 档，再逐档降低截止频率，并检查信号幅度及波形是否满足要求。截止频率过低会引起幅度衰减和附加相移；测量脉冲或快速变化信号时，还会使边沿变缓。测量频率响应时，应选择 FBW 档。

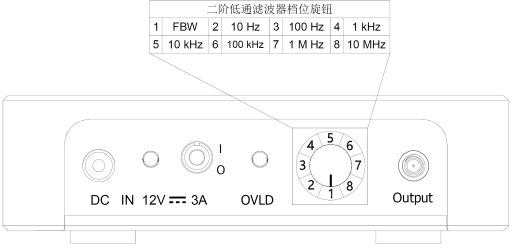


图 8. 二阶低通滤波档位

输出线缆与端接

输出端应使用 50 Ω 同轴线缆连接示波器、频谱分析仪或数据采集设备。后级采用 50 Ω 输入端接时，可减小高速信号反射；采用高阻输入时，输出幅度会与 50 Ω 端接条件不同。

读取或计算测量结果时，应采用与规格参数和校准条件一致的终端负载，并确认输出电压及负载电流未超过规定范围。

注意事项

- 输入电流、输入端电压及输出负载不得超过规定的额定值和绝对最大额定值。
- 连接或更换探测器前应关闭电源，并采取必要的静电防护措施。
- 不得将低内阻电压源直接连接至电流输入端；如需测试电压源，应串联适当的限流电阻。
- 输入信号大小未知时，应从最低跨阻增益档开始，确认未发生过载后再逐级提高增益。
- 高增益测量时应保持输入连接器和线缆清洁、干燥，避免触摸绝缘表面，以减少漏电流和噪声。
- 切换增益、耦合或滤波档位后，应检查输出工作点及 OVLD 指示状态。
- 使用规定的电源和正确的接地方式，接线或拆线前应关闭设备电源。
- 精密测量前，应等待设备和被测系统达到热稳定状态。

典型频率响应

全带宽跨阻增益测试：

测试条件：供电电压 = 12 V；环境温度 = 25 °C；输入线缆长度 = 0.5 m；滤波档位 = FBW；DC 耦合。各档输入电流分别为 2.5 mA、100 μA、1 μA、10 nA、1 nA 与 100 pA。

注：曲线源于实验室测试；带宽及稳定性随源电容、线缆和负载变化。

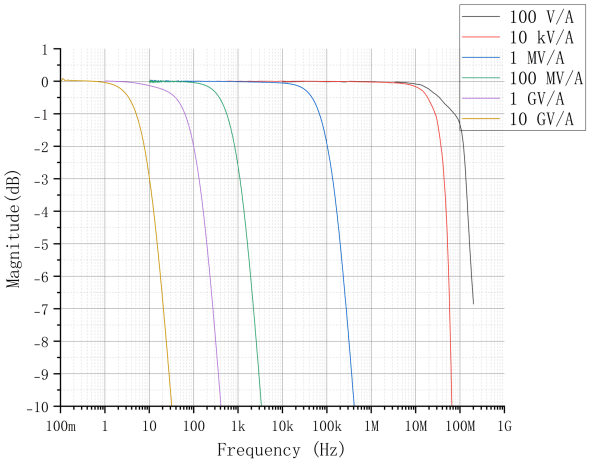


图 9. 各跨阻增益档位幅频响应

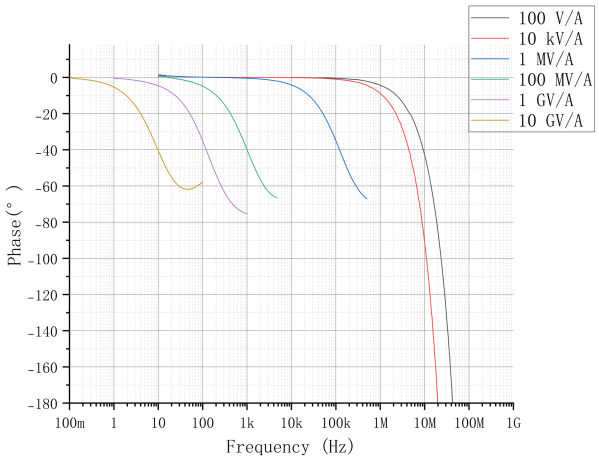


图 10. 各跨阻增益档位相频响应

低通滤波器测试：

测试条件：供电电压 = 12 V；环境温度 = 25 °C；输入线缆长度 = 0.5 m；输入电流 = 10 mA；跨阻增益 = 100V/A；DC 耦合。

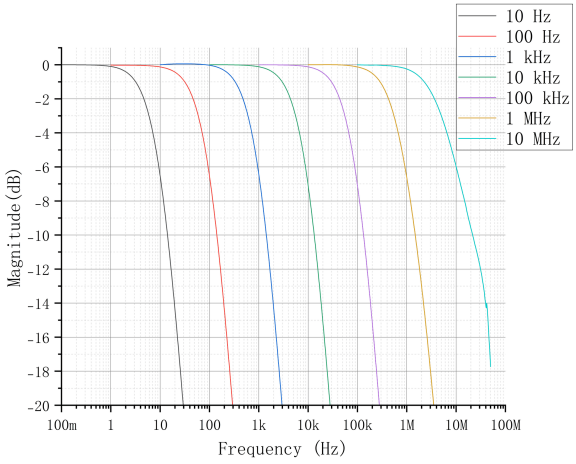


图 11. 各低通滤波档位幅频响应

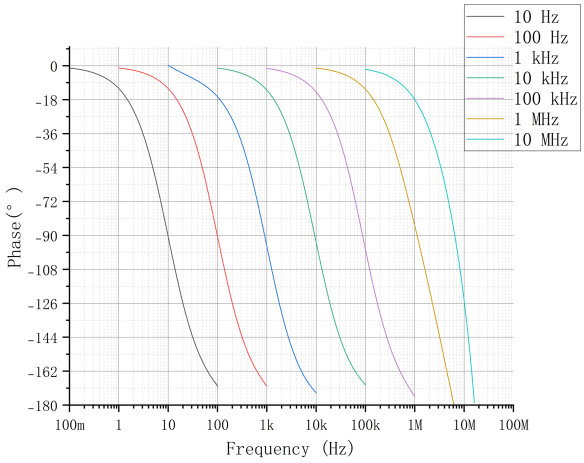


图 12. 各低通滤波档位相频响应

典型应用案例

光电二极管测量

直接测量：

将偏置开关置于“GND”位置，使用外部电源为光电二极管施加反向偏置电压。

SMB 输入插座的外导体在放大器内部与放大器地（GND）相连。

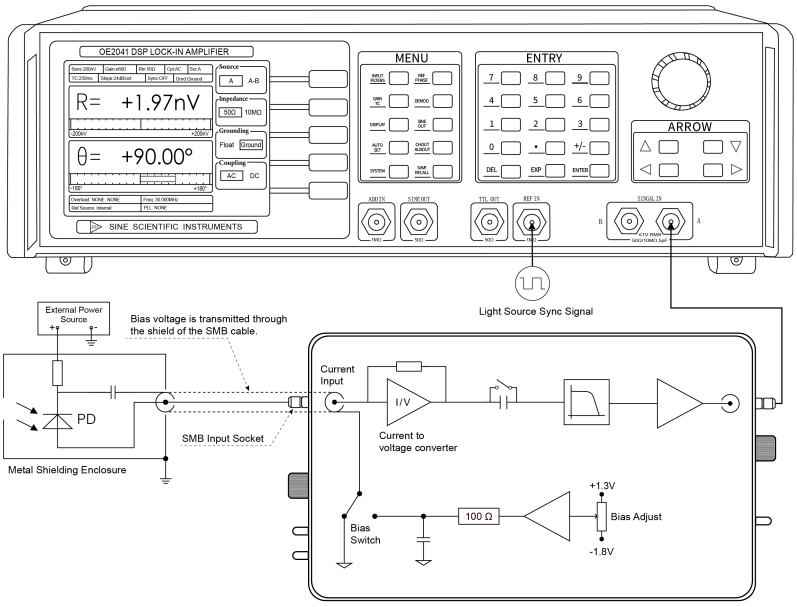


图 13. 光电二极管直接测量接线图

内置偏置输出方式测量：

光电二极管测量中，外部电源和环境光可能使输入信号产生直流偏置。该直流分量与待测信号一同放大，占用后级锁相放大器的动态范围。通过 Bias 向光电二极管施加适当的偏置电压、设定器件工作点后，可根据输出状态选择合适的跨阻增益档位。

将偏置开关置于“Bias”位置，使用仪器内置偏置源向光电二极管施加偏置电压。偏置电压通过 SMB 输入插座的外导体及电缆屏蔽层输出，并施加在光电二极管两端。调节前应确认器件极性及允许偏置范围。

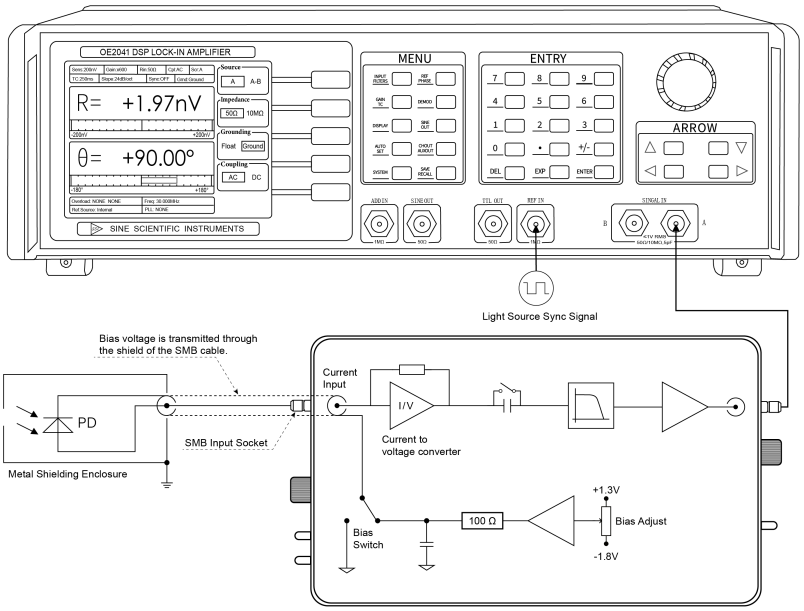


图 14. 光电二极管内置反向偏置测量接线图

规格参数

输入参数

参数	规格
输入信号类型	单端电流信号
输入端口	SMB
DC 耦合频率范围（−3 dB）	DC 至 120 MHz
AC 耦合频率范围（−3 dB）	1 Hz 至 120 MHz
输入电流范围	随跨阻增益变化，详见增益相关性能表
输入漏电流	10 pA typ.；20 pA max.
输入电容	15 pF typ.；20 pF max.
等效输入电流噪声	详见增益相关性能表
输入阻抗（$Z \parallel 15\,pF$）	根据跨阻增益档位确定，详见增益相关性能表
Offset 补偿范围	−60 ~ +60 mV
Bias 范围	−1.8 ~ +1.3 V

输出参数

参数	规格
输出信号类型	单端电压信号
输出端口	SMB
最大输出摆幅	−3.7~3.0 V
输出阻抗	50 Ω
线性输出电流	20 mA
低通滤波器（二阶）	10 Hz、100 Hz、1 kHz、10 kHz、100 kHz、1 MHz、10 MHz
OVLD 阈值	$V_{OUT} \le -2.8$ V 或 $V_{OUT} \ge 2.8$ V
小信号带宽	120 MHz（2.5 mArms，100 V/A）
大信号带宽	45 MHz（10 mArms，100 V/A）

增益相关性能

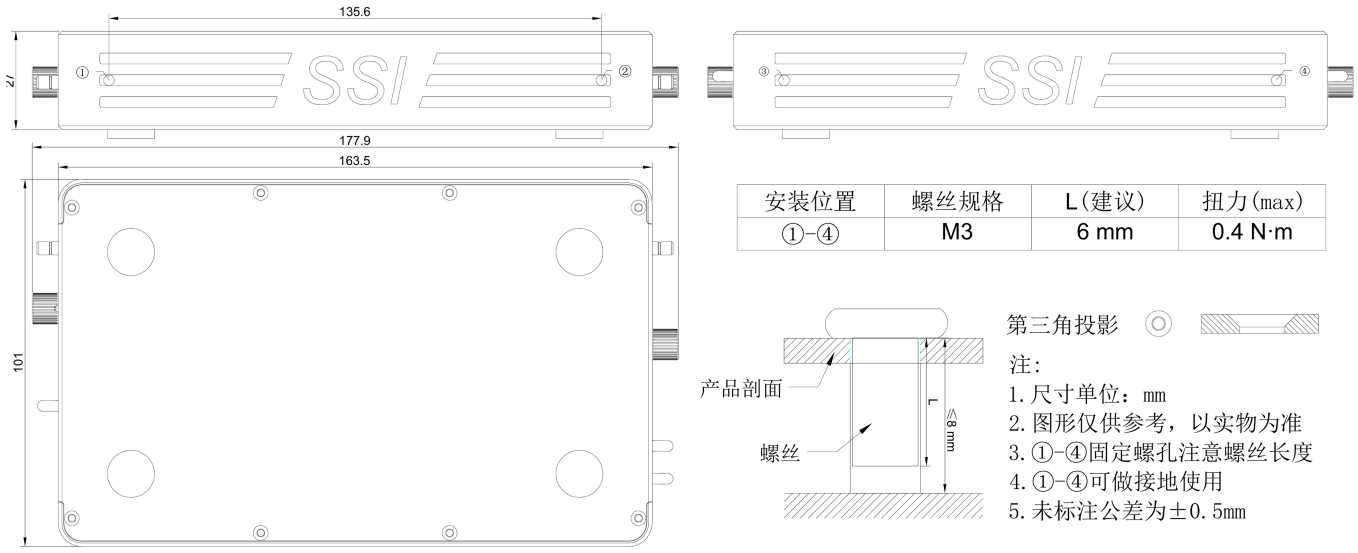
跨阻增益	−3 dB 带宽	输入电流噪声密度（典型值）	典型输入阻抗（$Z \parallel 15\,pF$）	最大输入电流	增益精度	配置
100 V/A	120 MHz	200 pA/√Hz（100 kHz）	50 Ω	±28 mA	±5%	标配
10 kV/A	40 MHz	2.5 pA/√Hz（100 kHz）	50 Ω	±280 μA	±5%	标配
1 MV/A	100 kHz	300 fA/√Hz（10 kHz）	165 Ω	±2.8 μA	±5%	标配
100 MV/A	1 kHz	35 fA/√Hz（1 kHz）	12 kΩ	±28 nA	±5%	标配
1 GV/A	100 Hz	20 fA/√Hz（100 Hz）	115 kΩ	±2.8 nA	±10%	定制
10 GV/A	10 Hz	–	1.2 MΩ	±280 pA	±20%	定制

注：测试数据源于实验室；带宽、噪声及稳定性受源电容、线缆和输出负载影响。

一般规格

参数	规格
工作温度	5~40 °C
储存温度	−20~65 °C
外形尺寸	177.9 mm × 101 mm × 27 mm（含端子）
重量	约 570 g（不含电源适配器）
供电与功耗	12 V DC ±10%；典型 4 W

产品尺寸与安装



安装位置	螺丝规格	L(建议)	扭力(max)
①-④	M3	6 mm	0.4 N·m

图 15. OE4121 外形及安装尺寸（单位：mm）