

了解共射放大电路，跨阻放大器，电压放大器，介绍这三个电路的关系、区别、应用场景等。

1. 共射放大电路 (Common Emitter Amplifier)

共射放大电路是 BJT 最基本的放大组态，发射极作为输入输出回路的公共端，信号从基极输入、集电极输出。其电压增益由集电极电阻与晶体管跨导共同决定，典型值为数十倍。

主要特点：电压增益高，但输出与输入相位相反（倒相 180° ）；输入阻抗中等（数 $k\Omega$ ），输出阻抗较高；频率响应受米勒效应制约，基极-集电极结电容在输入端被放大 $(1+A_v)$ 倍，限制了高频性能。

应用场景：广泛用于射频接收前端的低噪声放大、音频前置放大、传感器信号的初级放大等，是构成更复杂放大电路的基础单元。

2. 跨阻放大器 (Transimpedance Amplifier, TIA)

跨阻放大器以运算放大器为核心，在反相输入端与输出端之间跨接反馈电阻 R_f ，将输入电流线性转换为输出电压 ($V_{out} = -I_{in} \times R_f$)，增益量纲为欧姆。其输入阻抗极低（虚地），专门匹配电流型信号源。

主要特点：输入阻抗趋近于零，能无损耗地吸收传感器输出的微弱电流；转换精度由 R_f 决定；设计时需在 R_f 两端并联补偿电容以保证稳定性；噪声性能受限于 R_f 热噪声和运放输入噪声。

应用场景：光电探测（光纤通信接收端、LGAD 传感器读出）、质谱仪离子流检测、膜片钳生物电信号记录等一切需要将微弱电流转换为电压的场合。

3. 电压放大器 (Voltage Amplifier)

电压放大器泛指以放大电压幅度为目的的电路，输入输出均为电压信号，增益无量纲 (V/V)。实现形式包括分立晶体管放大级、运放比例放大电路、集成射频增益模块（如 GALI-52+）等。

主要特点：追求高输入阻抗（减少对前级的分压加载）和低输出阻抗（增强带载能力）；增益与带宽在固定增益带宽积 (GBW) 约束下此消彼长；噪声系数和线性度是射频应用中的关键指标。

应用场景：贯穿整个信号调理链路——将微弱信号提升至 ADC 量程、通信接收机的级联增益分配、音频工程中的前置放大与线路驱动等。

4. 关系

三者在前端信号链中构成分工明确的接力体系。跨阻放大器负责将传感器的电流信号转换为电压，解决电流源与电压放大器之间的阻抗失配问题；电压放大器则将转换后的微弱电压逐级放大至可驱动 ADC 或后级电路的幅度；共射放大电路既可充当 TIA 的功能载体（利用其可设计的低输入阻抗），也可作为电压放大链中的中间增益级。在 LGAD 探测前端中，三者通过 I-V 转换、交流耦合隔离偏置、增益分摊和极宽带宽协作，共同实现高速脉冲的无损传输。

区别：

处理对象不同：TIA 输入电流、输出电压，增益量纲为 Ω ；共射电路和电压放大器输入输出电压均为电压，增益无量纲。前者是跨域转换器，后者是纯幅度放大器。

输入阻抗策略相反：TIA 刻意追求极低输入阻抗以吸收电流；电压放大器追求高输入阻抗以减少加载效应；共射电路居中，适合一定的阻抗匹配折中。

反馈依赖不同：TIA 必须依靠 R_f 构成的深度负反馈才能实现 I-V 转换；共射电路基本为开环放大，无全局反馈；电压放大器可在开环与闭环之间灵活设计。

电路层级不同：共射电路是最底层的原子单元（单管加偏置即可）；TIA 以运放为平台附加反馈电阻构成；电压放大器是最上位的广义概念，涵盖从分立件到全集成的各种实现。

相位特性不同：共射电路固定反相 180° ；TIA 标准拓扑为反相，但也可设计为同相；电压放大器可通过选择同相/反相输入端自由控制相位。