



# 运算放大器 (Op Amps) 快速参考指南







**运算放大器（或Op Amps）**用于对模拟信号进行放大、滤波和数学运算。它们是高增益差分放大器，广泛应用于模拟和数字电路领域。运算放大器用于将模拟信号与数字器件（如微控制器和模数转换器）对接，并用于复杂的信号处理任务（如滤波、波形整形和信号调理）。

## 如何选择合适的运算放大器？

运放为包括工业、汽车和消费品在内的任意市场提供有效的解决方案。了解以下每种运算放大器的关键特性。

低功耗	高压	高速	功率运算放大器
低输入偏置电流	低偏移电压	轨到轨输入和输出	标准

## 典型运算放大器应用和关键参数

运算放大器用于多种具有特定性能要求的应用。这些应用可以大致分为以下几组。

### 低压信号放大

放大低压信号时，为确保精确测量，必须采用高精度运算放大器。差分放大器和仪表放大器通常用于这些电路中。对于电流检测应用，可能需要低轨或高轨功能，以及具有一定转速率的适当带宽，以跟踪PWM。惠斯登电桥电路（如与应变计、RTD传感器或电阻式传感器组合使用的电路）通常需要低噪声器件。

### 小电流放大

提供小电流的传感器需要具有低输入偏置电流的运算放大器，例如跨阻放大器。在这些应用中，输入偏移电压通常不是关键因素。这类应用的常见示例是用于通信设备、光幕、烟雾探测器、电化学气体传感器，以及光学心率监测器的光电二极管电流检测电路。由于这些设备通常由电池供电，因此功耗是一个重要的考虑因素。此外，该器件需要快速运行，并可能需要高电压转换率，以确保精确测量。

### ADC缓冲

将模拟信号接入ADC可能比较困难，因为ADC需要在短时间内获得高电流，以便为输入电容充电。为此，运算放大器输出端通常使用一个额外的电容。然而，这可能会引起稳定性问题，并可能需要使用补偿技术。重要的是确保运放引起的误差小于ADC的一个LSB，这样才能得到准确的测量结果。

除了用于与ADC对接，运算放大器还可以用作基本的抗混叠滤波器。这是因为运算放大器可以提供高增益和低通滤波，这有助于消除高频噪声并防止ADC中出现混叠。

### 其他信号调节

更复杂的信号调理电路具有不同的要求，设计人员应考虑上述参数，以及这些参数各自如何影响功能与性能。

## 运算放大器的长期供货计划保证

意法半导体大部分新开发的高性能运算放大器均具有10年的长期供货计划保证。列表中的产品每年都在增加。



## 工具和软件

### 样件套件



KIT240PAMP包括各种高性能运算放大器、比较器和电流检测放大器。它在对意法半导体的运算放大器产品组合进行测试和评估时非常有用。



KIT2407AUTOSC包含一系列符合AEC-Q100标准的运算放大器、比较器、以及电流检测放大器，适用于各种汽车应用。

### 训练套件



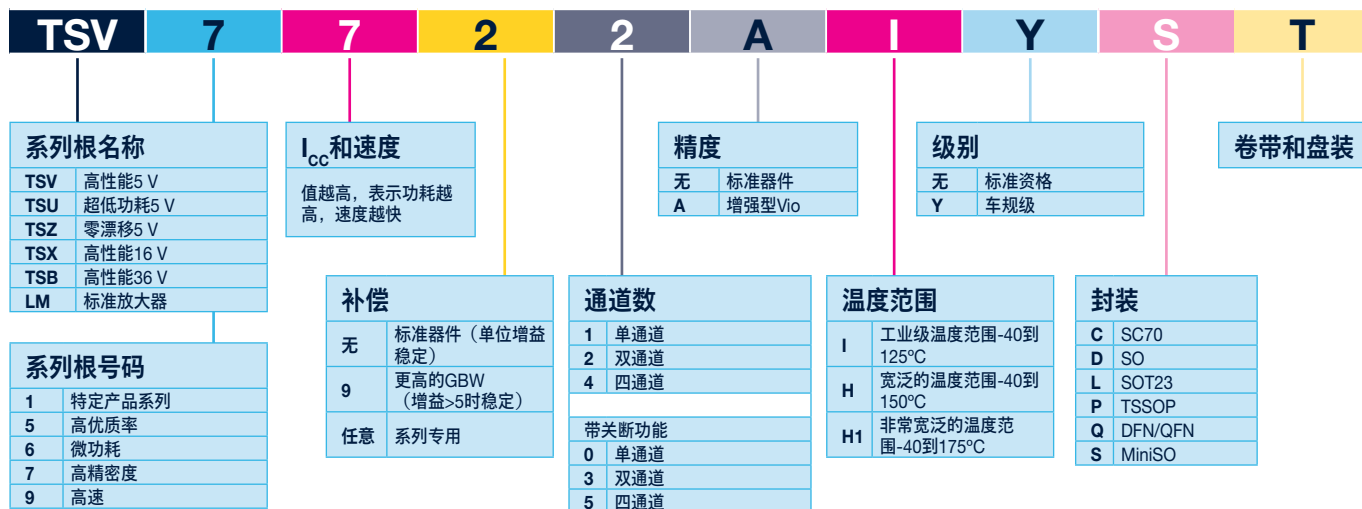
STEVAL-CCA058V1套件包括一个可配置的板件和12块运放适配器板，用于实践性学习。

### 仿真工具

- 运用eDesignSuite开始设计您的模拟电路，并模拟自有项目。
- 快速预览注释完整的原理图和BOM。
- 然后将项目导出到eDSim，进行快速而准确的电气模拟和可靠的设计验证。

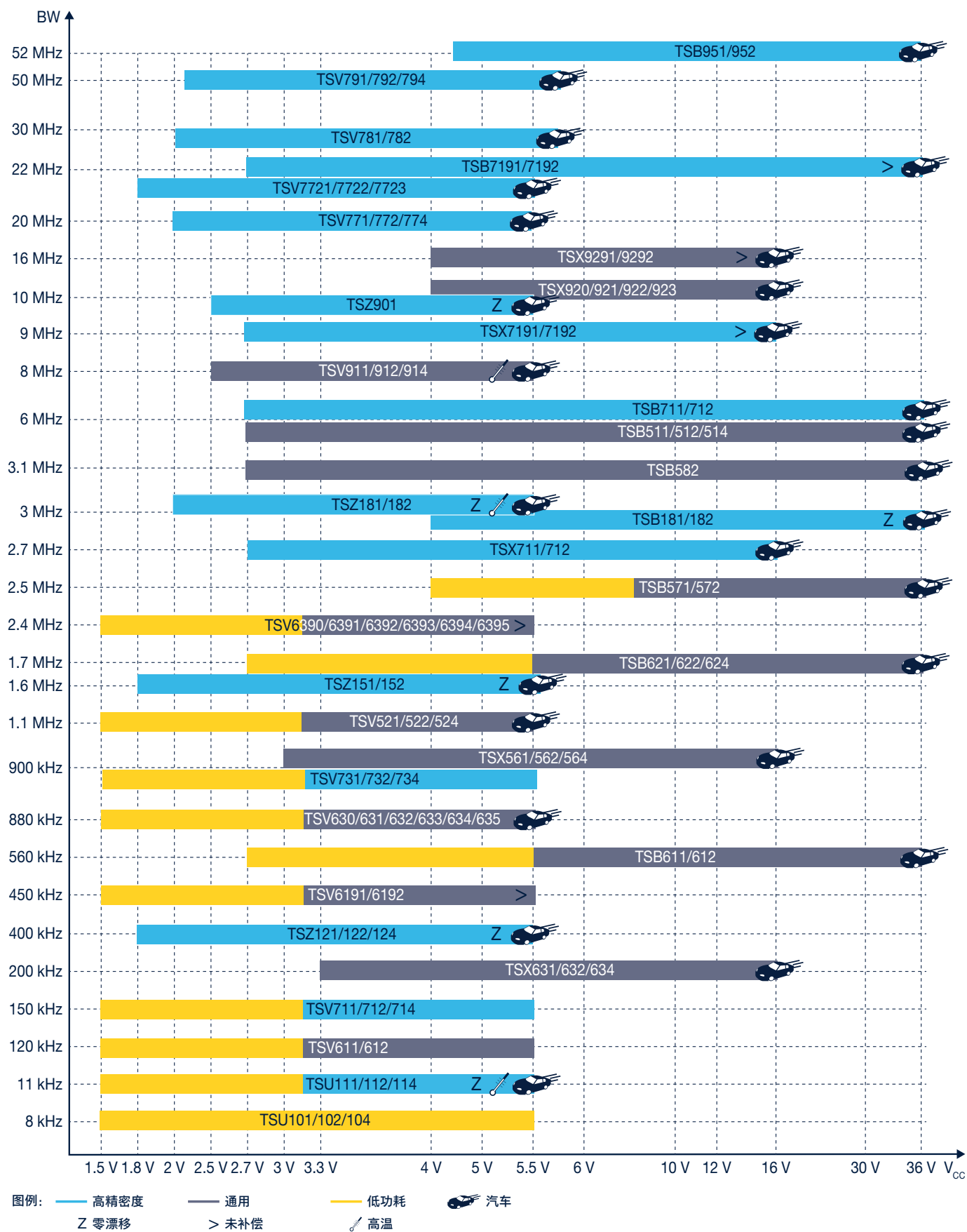


## 意法半导体的运算放大器零件编号规则





## 意法半导体的运放产品



## 术语表

**电源电压 ( $V_{CC}$ )** – 运算放大器正常工作时，两个电源引脚之间的电压差。意法半导体的产品组合包含5 V、16 V以及36 V产品。

**静态电流/供电电流 ( $I_{CC}$ )** – 每个运算放大器正确运行所需的电源电流。

**输入偏移电压 ( $V_{IO}$ )** – 位于+和-引脚之间的差分输入电压，确保输出处于电源电压的中间范围。它源自内部晶体管的匹配。

**输入偏置电流 ( $I_{IB}$ )** – 流经运算放大器输入端的电流。由于运算放大器的偏置要求和正常工作泄漏，极少量的电流（pA或nA范围，取决于技术）会流经运算放大器输入端。当大电阻或具有较高输出阻抗的源连接到运算放大器输入端时，这可能会引起问题，导致明显的电压下降和误差。

**增益带宽积 (GBP或GBW)** – 运算放大器增益与带宽的乘积。它通常以20 dB的增益进行测量，是为小信号而定义的。

**电压转换率 (SR)** – 运算放大器改变其输出电压的速度。如果被放大的信号速度太快，运算放大器的输出变化率会受到转换速率的限制，从而导致失真。

**轨到轨输入** – 具有高轨输入的运算放大器能够处理高达 $V_{CC+}$ 的输入信号，而低轨输入则能处理低至 $V_{CC-}$ 的信号。轨到轨输入运算放大器可处理从 $V_{CC-}$ 到 $V_{CC+}$ 的输入信号。

**轨到轨输出** – 运算放大器将其输出驱动到非常靠近电源干线的能力。

**噪声水平** – 即使未在其输入端施加任何信号，运算放大器也会在输出端产生随机电压。这种噪声来自热噪声（白噪声）或 $1/f$ 噪声，也被称为闪烁噪声。对于具有高增益或高带宽的应用，噪声水平可能会变得很高，会影响电路的性能。

**容性负载** – 可导致运算放大器变成振荡器。运算放大器的输出电阻连接到容性负载时，该负载会在电路传递函数中产生额外的极点。通过伯德图，可清楚地查看会使电路失去稳定性的运行条件。

**零漂移** – 斩波运算放大器旨在对随着温度与时间的变化而产生的 $V_{IO}$ 误差进行“自我校正”。得益于其设计，零漂移运算放大器的 $V_{IO}$ 在微伏范围内，每摄氏度的漂移也在类似的“毫微伏”范围内。些运算放大器几乎无 $1/f$ 噪声，而且，随着时间的推移，其“老化”可以忽略不计。

**关断** – 运算放大器停止运行。一般用于在应用不运行或不需要放大时降低电路待机电流。通常由专用运算放大器引脚控制。

**EMI强化** – 运算放大器的输入引脚非常敏感，可在您的设计中充当电磁干扰的门。一些运算放大器嵌入了EMI滤波器，以使高频信号衰减60 dB或更高。

**应变计** – 用于测量物体变形的传感器。

**RTD传感器** – 电阻温度检测器。许多RTD传感器由缠绕在陶瓷/玻璃芯上的细金属丝制成。

**热电偶** – 不同类别的金属之间的每次过渡都会产生微小的热电电压。这一效应被用于某些温度传感器。



详情请访问

[www.st.com/opamps](http://www.st.com/opamps)



# 在意法半导体 技术创造，从您开始

关于意法半导体产品和解决方案的更多信息，请访问[www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - 2025年10月 - 中国印刷 - 保留所有权利  
ST和ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他地区的注册和/或未注册商标。  
具体而言，ST及ST徽标已在美国专利商标局注册。  
若需意法半导体商标的更多信息，请参考[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)。  
所有其他产品或服务名称是其各自所有者的财产。

