



单片式运算放大器可在 $\pm 4.75\text{V}$ 至 $\pm 70\text{V}$ 范围内工作， 并具有轨至轨输出摆幅和低输入偏置电流

Michael B. Anderson

凌力尔特公司

单片式运算放大器自上个世纪 60 年代起就大量面市了，不过这种广泛使用的器件在性能方面仍在稳步改进。LTC6090 高精度单片式运算放大器向前迈进了一大步，其将电源电压扩展至 $\pm 70\text{V}$ ，而并未牺牲高精度运算放大器期待拥有的特性。LTC6090 采用小型 8 引脚 SO 封装和 16 引脚 TSSOP 封装。这两种封装均具有用于降低热阻的裸露衬垫，从而免除了增设散热器的需要。一个至低电压控制线的简易型接口和内置的热安全特性可简化高电压模拟设计任务。

高电压和高性能

人们对于运算放大器的期望是其具备低输入偏置电流、低失调和低噪声。LTC6090 也不例外。该器件采用了一种 MOS 输入级设计，输入偏置电流通常为 3pA (在 25°C) 和 $< 100\text{pA}$ (在 85°C)。这使其非常适合于高阻抗应用，例如图 1 所示的光电二极管放大器。低输入失调电压小于 1.6mV ，噪声为 $11\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (在 10kHz)。输入共模范围至任一电源轨的 3V 或一个 134V 的范围 (横跨一个 140V 电源)。

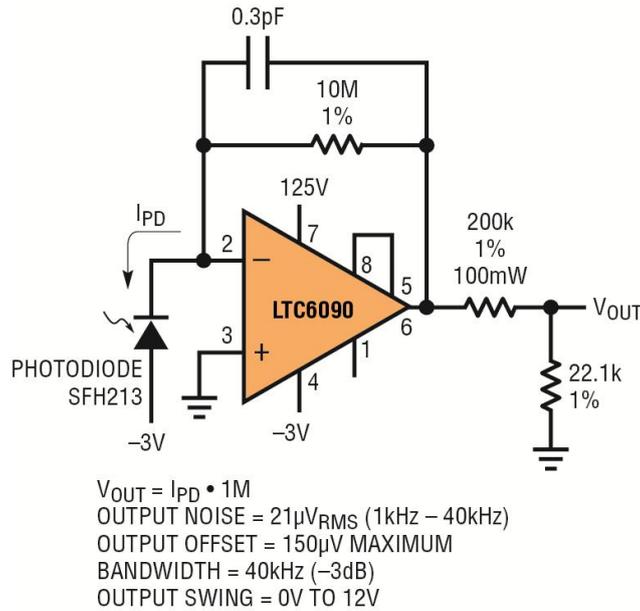


图 1: 扩展动态范围 1M 跨阻抗光电二极管放大器

在输出侧，高精度运算放大器期望在驱动负载时保持精准度。LTC6090 在这方面同样不令人失望。具稳定单位增益的输出驱动能力包括一个 10MHz GBW 乘积、高转换速率和额定在 $\pm 10\text{mA}$ 的轨至轨输出级 (其能驱动高达 200pF 的容性负载)。图 2 所示的实例是一个 140V_{P-P} 10kHz 正弦波。由图 3 可见，输出摆幅在负载电流增加的情况下得到了很好的保持。而且，100V_{P-P} 时的输出电压保真度一直扩展到 8kHz，如图 4 所示。

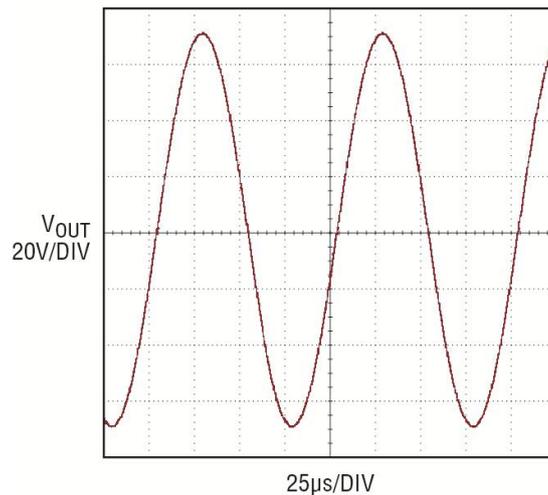


图 2: LTC6090 输出电压 140V_{P-P} 10kHz 正弦波

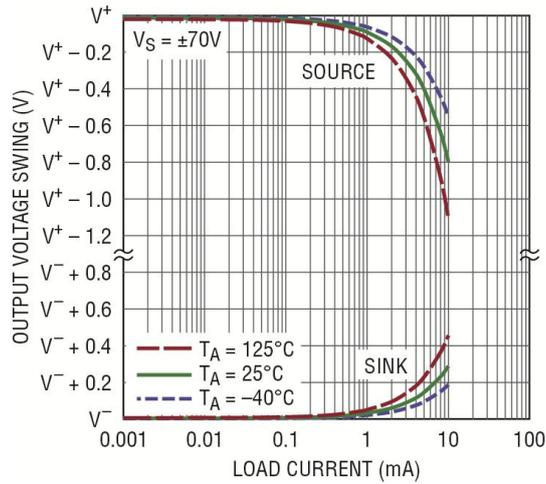


图 3: LTC6090 输出电压摆幅与负载电流的关系曲线

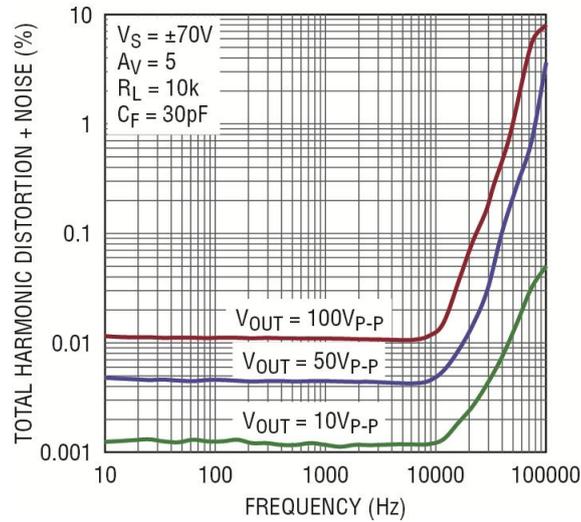


图 4: LTC6090 总谐波失真 + 噪声之和与频率的关系曲线

高阻抗应用需要低漏电电路

LTC6090 的低输入偏置电流使其成为那些需要非常高电压之高阻抗应用的绝佳选择。如图 5 所示，输入偏置电流与温度之间存在对数关系，温度每升高 10°C 输入偏置电流将倍增一次。此外，输入保护器件位于一个隔离袋内，当输入引脚上的电压增加（相对于 V^- ）时，隔离袋中的漏电流增大。在图 5 中，输入引脚被保持于中间电源电压。

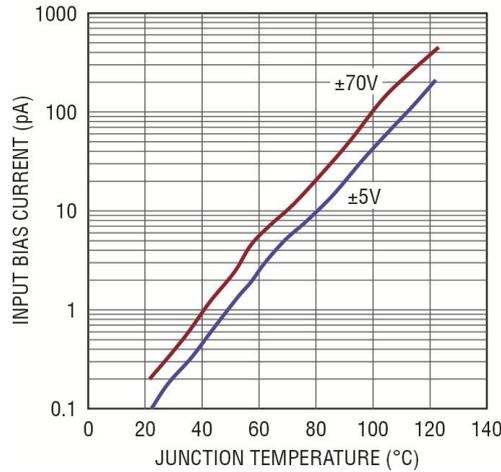


图 5: LTC6090 输入偏置电流与结温的关系曲线

为了保持低输入偏置电流，在 PCB 布局时必须谨慎从事。可以考虑采用特殊的低漏电电路板材料。在关键型应用中，应考虑使用保护环。带裸露衬垫的 TSSOP 封装具有保护环引脚，可用于保护输入引脚免遭漏电流的损坏。图 6 示出了反相放大器的 PCB 布局示例。请注意，必须穿过保护环拉回焊料掩模以裸露 PCB 金属。PCB 必须整洁干燥，这一点很重要。应考虑采用某种溶剂对其进行清洁，并用自来水清洗任何的残留物，然后对电路板进行烘烤以除去所有的水分。另外我们还发现：用肥皂和自来水（不带溶剂）彻底洗涤电路板可产生很好的效果。

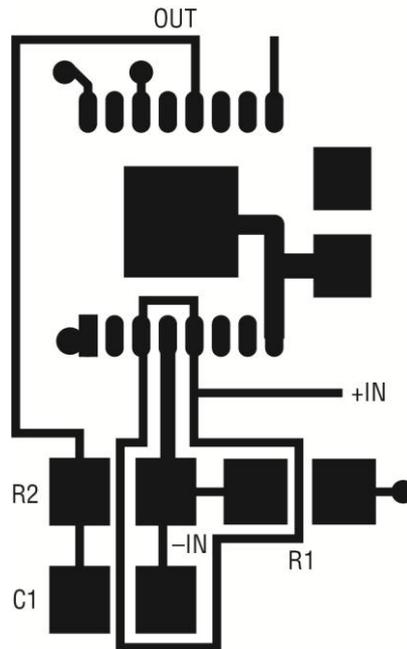


图 6: PCB 保护环布局示例

将低电压控制线连接至一个高电压运算放大器

LTC6090 上的低电压控制线最低可连接至负电源轨，最高则可连接至比正电源轨低 5V 的电压。COM 引脚充当一个与低电压控制线相连的公共接口，并可连接至低电压系统地或浮置。输出停用 (OD) 和过热 (TFLAG) 引脚现参考于低电压系统地。如图 7 所示，利用二极管和电阻器对 COM、OD、TFLAG 引脚提供保护。倘若被浮置时，则由 OD 引脚的内部上拉电阻器把 COM 引脚拉至高于中间电源至 21V (当电源为 $\pm 70V$ 时)。

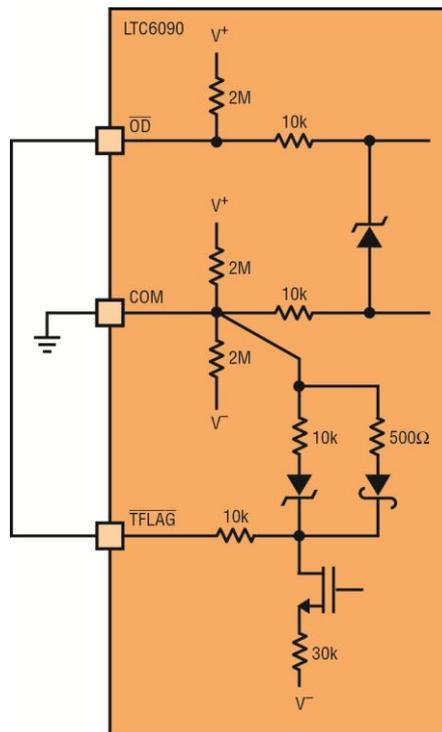


图 7：专为在芯片结温达到 145°C 时自动停用输出级而配置的低电压接口

热保护：采用 /OD 和 /TFLAG

在 140V 的总电源电压和 2.7mA 的典型静态电流条件下，LTC6090 的功耗为 378mW。添加一个负载，功耗就会超过 1W，因而使得优良的热设计成为需要优先考虑的问题之一。两种封装 (SO 和 TSSOP) 在底部都具有一个裸露衬垫，该裸露衬垫在内部连接至负电源轨 V^- ，而且必须连接至负电源平面。在实际条件允许的情况下将尽可能多的 PCB 金属连接至裸露衬垫，封装的热阻与焊接至裸露衬垫的金属量成比例。在最好的情况下，SO 封装的热阻 θ_{JA} 为 33°C/W。当产生 1W 功耗时，芯片的结温升至比环境温度高 33°C。

一种专为避免 LTC6090 超过 150°C 结温而设计的重要功能可在结温变得过高时关断输出级。这是通过把过热引脚连接至输出停用引脚来完成的。过热引脚 (即 TFLAG 引脚) 是一

个漏极开路引脚，当芯片结温达到 145°C 时它将被拉至低电平。当结温达到 140°C 时， 5°C 的内置迟滞将释放 /TFLAG 引脚。输出停用引脚 (即 OD 引脚) 是一个低态有效引脚，其在被拉至低电平 (相对于 COM 引脚) 时将关断输出级，并把器件的静态电流减低至 $670\mu\text{A}$ 。当这两个引脚连接在一起时，LTC6090 将在芯片结温达到 145°C 时停用。请注意，这些引脚既可以浮置也可以连接在一起。

一种附加的热安全特性可在芯片结温达到约 175°C 时关断输出级。 7°C 的迟滞可在芯片温度回落至大约 168°C 时启用输出级，如图 8 所示。请注意，图 8 示出了结温。该特性旨在避免器件遭受灾难性的热故障。在高于其 150°C 的绝对最大结温下运作 LTC6090 会降低其可靠性，应对这种做法加以阻止。

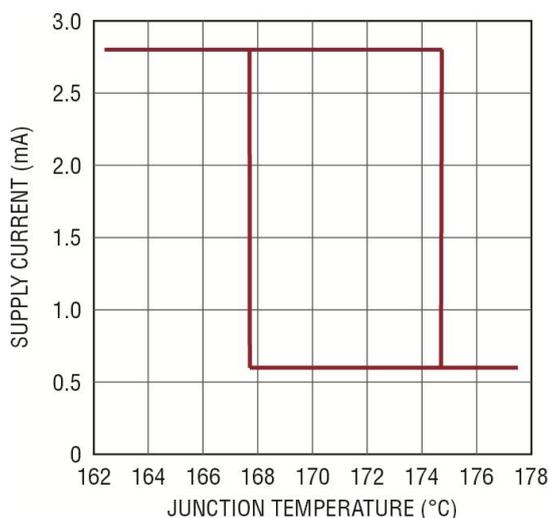


图 8: LTC6090 热停机迟滞曲线图

结论

LTC6090 具有低电压高精度放大器的高性能规格指标，但可在采用 $\pm 70\text{V}$ 电源时工作，故而适合高电压应用。这些特点包括适用于高精度前端的高增益、低输入偏置电流、低失调和低噪声。一个轨至轨输出级能够驱动一个 200pF 的负载电容器和 $\pm 10\text{mA}$ 的负载电流，因而使得这款器件适合于精准的高电压应用，比如高阻抗放大器。用于停用输出的简易连接型控制线和热停机功能实现起来很简单。小型 8 引脚 SO 封装和 16 引脚 TSSOP 封装均具有旨在降低热阻的裸露衬垫，从而免除了增设一个散热器的需要。