

# 设计要点

## 坚固型高电压 Over-The-Top 运放可在驱动输入电压差异很大或断电时保持高阻抗

设计要点 533

Glen Brisebois

### 引言

凌力尔特的 Over-The-Top<sup>®</sup> 运放采用了一种输入级拓扑，该拓扑使其可在远远高于正电源轨的电压条件下进行闭环运作。输入可在电压差异大以及当关闭或完全失去电源时保持高阻抗。在那些面对不确定的电源排序时需要具备可靠性的坚固型系统中，此类运放是不可或缺的。LT6015、LT6016 和 LT6017 将运放的工作输入电压能力提升至 76V 并改善了精准度，其在所有共模输入电压和整个温度范围内拥有 350 $\mu$ V (最大值) 的修整失调电压。

### 输入拓扑 — 工作原理

图 1 示出了一个 Over-The-Top 输入级。在低共模电压条件下，PNP Q1 和 Q2 形成一个传统的精准差分对，尾电流由 I1 提供。该差分对将其集电极电流运送至折叠式共源共栅对 Q7、Q8 中，然后接着驱动输出级。当共模电压升至上电源轨的 1V 之内时，Q9 开始从差分对抽取尾电流并通过由 Q11、Q12 构成的 Widlar 电流镜进行传递，随后对二极管连接的 PNP 对 Q3、Q4 施加偏置，而 Q3、Q4 则接着对高精度共基极对 Q5、Q6 施加偏置。Q5 和 Q6 的集电极并联至和前面相同

的折叠式共源共栅对之中。于是，Q1、Q2 差分对和 Q5 和 Q6 共基极对实质上是并联的，每个差分对负责处理一个特定的输入共模范围。这种方法的真正强大之处在于 Q12 (以及所有其他涉及到的结点) 能够处理达 76V 的超高电压。这意味着 Q5、Q6 输入级即使在远高于  $V^+$  的情况下也可运作和保持精准，而且只要反馈能到达那里，运放就可保持闭环运作模式。要知道，Q5 和 Q6 并没有提供电流增益，因此 LT6015 最坏情况下的 15nA 失调电流在 Over-The-Top 模式中增大至 500nA。

### 一款可使反馈“到达那里”的有用电路

图 2 中的电路是一款简单的四电阻差动放大器。施加在  $V_{IN}$  的差分输入电压出现于输出端，并进行了 100 倍增益的放大，这受  $V_{CM}$  的影响相对很小，特别是当引入 CMRR 调节时。运放输入可骑在一个比 -5V 电源高出 76V 的共模上。

LT、LT、LTC、LTM、Over-The-Top、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

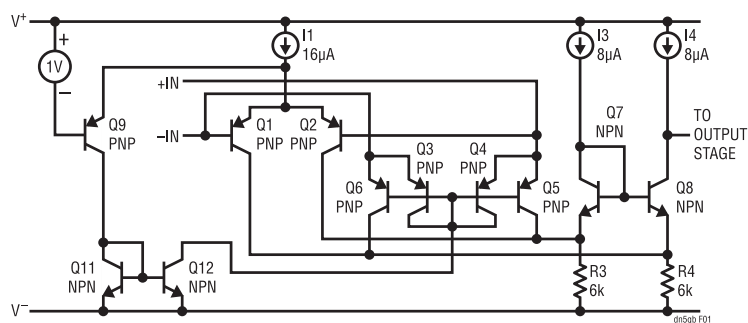


图 1：LT6015 上的 Over-The-Top 输入级可共模至 76V，这与正电源电压无关

由于正 (+) 输入端上电阻分压器的衰减，施加至输入电阻的  $V_{CM} + V_{IN}$  电压可以略高。高输入电压极限值条件下源于失调电流的最坏情况之输入误差为  $500\mu V$ ，并且通常在  $-5V$  至  $+5V$  之间具有更好的准确度。

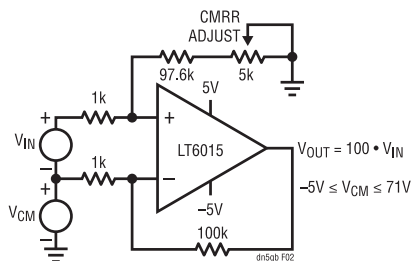


图 2：增益 = 100 的差分放大器。LT6015 的 Over-The-Top 输入级能够处理比  $V^-$  高 76V 的共模输入电压，这与正电源电压无关

### 高端电流检测

图3中的电路是一款精准的高端电流检测放大器，其可在宽输入共模范围内运作，并在其电源消失时变至高阻抗。运放的输入保持在高电平，而反馈通过 FET 移位“到达那里”。由于 FET 依靠  $V_{BAT}$  供电运作，因此输出在其接近  $V_{BAT} - V_{R1} - V_{DS}$  时被限幅。R1 和 R3 负责设定增益准确度。有人或许认为 R2 可以是一个容差为 5% 的电阻，但增设该电阻的目的是准确地抑制由输入偏置电流产生的 DC 误差，其在 Over-The-Top 模式中是相当高的，因此采用 1% 容差的电阻并非浪费。布设 R4 的原因在于 Jim William，他从不希望看到不带电阻的 MOSFET 栅极。R5 是一个有着“警世故事”的限流电阻。如果该电路在较高的  $V_{BAT}$  和  $V_{SUPPLY}$  条件下运作，并驱动依靠较低电源供电或处于关闭状态的下游电路，而下游电路拥有针对

其电源轨的保护二极管，那么不可预知的系统干扰就有可能把 FET 栅极驱动至高电平，从而在 R3 的两端施加全  $V_{BAT}$  电压。R5 与任何下游保护二极管或短路保持一定的距离，并应确定阻值和功率的大小（假设 FET 能够全接通）。这是在高电压系统设计中融入坚固性时必需顾及的电路考虑因素实例。

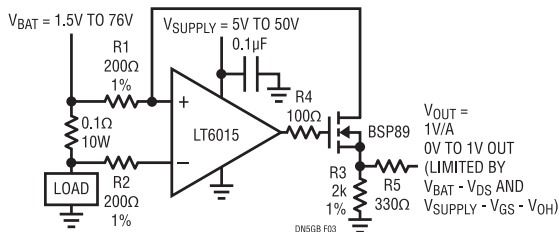


图 3：高端电流检测放大器即使在采用单 5V 电源时也可于高达 76V 运作。FET 负责提供反馈。全标度输出受限于  $V_{BAT}$  和  $V_{SUPPLY}$ 。330Ω 输出电阻是预防性的（见正文）。为了在  $V_{SUPPLY}$  走低或被完全拿掉的情况下实现稳固的操作，所有输入均变至高阻抗，这样  $V_{BAT}$  就不会被加载了。

为了把高端电流检测放大器的通用性扩展到较低的输入电压，可以采用双路器件 LT6016，如图 4 所示。在第一级获取较小的增益可保持低的 MOSFET 源极电压，从而允许采用一个低至 0.2V 的较低输入共模电压限值。电路增益在第二个放大级恢复。

### 结论

Over-The-Top LT6015 放大器系列为工业系统设计师提供了一款高精度解决方案，其适合采用传统低电压稳定电源轨的高电压监视应用。这些放大器具有针对众多极端操作情况的内置保护机制，可确保实现坚固型设计。

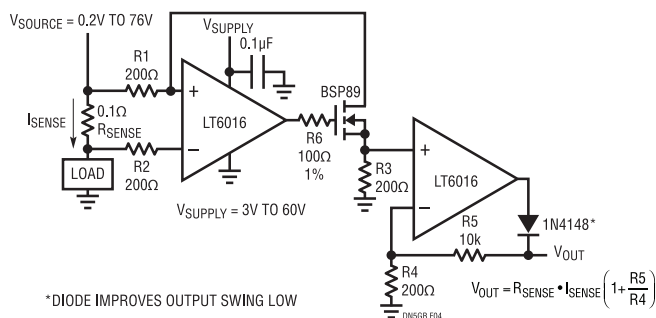


图 4：具有  $V_{SOURCE}$  低至 0.2V 的扩展范围高端电流检测放大器

### 产品手册下载

[www.linear.com.cn/6015](http://www.linear.com.cn/6015)

如要获得更多资料或技术支持，请与我们联系或当地分销商联系，也可浏览我们的网址：  
[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn) 或电邮到 [info@linear.com.cn](mailto:info@linear.com.cn)

### 凌力特

Linear Technology  
www.linear.com.cn  
香港电话：(852) 2428-0303  
深圳电话：(86) 755-2360-4866  
上海电话：(86) 21-6375-9478  
北京电话：(86) 10-6801-1080

### 艾睿电子

Arrow Electronics  
www.arrow.com  
香港电话：(852) 2484-2484  
深圳电话：(86) 755-8836-7918  
上海电话：(86) 21-2215-2000  
北京电话：(86) 10-5606-4000

### 科通集团

Comtech Group  
www.comtech.com.cn  
香港电话：(852) 2730-1054  
深圳电话：(86) 755-2698-8221  
上海电话：(86) 21-5169-6680  
北京电话：(86) 10-5172-6678

### 骏龙科技

Cytech Technology  
www.cytech.com  
香港电话：(852) 2375-8866  
深圳电话：(86) 755-2693-5811  
上海电话：(86) 21-6440-1373  
北京电话：(86) 10-8260-7990

dn533f 0115 146.2K • PRINTED IN CHINA

  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2014