

# 设计要点

## 易用型差分放大器简化了平衡信号设计 — 设计要点 333

Jon Munson

### 引言

LTC®1992 产品系列提供了用于对那些内在差分信号或者需要变成差分信号进行放大的简单放大或电平变换解决方案。除了基本 LTC1992 的备用配置以外，还提供了带节省空间、工厂已微调内置电阻器的固定增益版本 LTC1992-1、LTC1992-2、LTC1992-5 和 LTC1992-10，其中，短划线后面的数字用来表示标称增益。图 1 示出了一种增益为 10 的典型应用，在该应用中，所有的增益设定元件都集成在一个纤巧型 8 引脚 MSOP 封装中。

### 易用型电路拓扑结构

图 2 中的方框图示出了差分输入 / 差分输出 CMOS 放大器内核的一般配置以及一个输出共模伺服电路。片内增益设定电阻器的阻值取决于器件型号中短划线后面的数字(如前文所述)。另外还提供了一个灵活的片内电阻分压器网络，以便对需要一个具中间电源电位( $V_{MID}$ )的应用提供支持。

LTC1992 易于使用。输入端上的任何差分信号(在输入共模范围内)都会被放大并作为一个差分电压呈现

于输出引脚上，且具有一个约 4MHz 的增益带宽乘积。差分增益  $A$  由电阻值来设定：

$$A = R_F/R_G$$

任何由输入共模引起的误差(主要因电阻器阻值的轻微失配所致)都会以差分误差的形式出现于输出端。输出对的共模(共用失调)为  $(V_{OUT}^+ + V_{OUT}^-)/2$  并被独立控制以便对用户提供的  $V_{OCM}$  输出共模控制电压进行跟踪(如果需要，可以简单地将  $V_{OCM}$  固定于  $V_{MID}$ )。基本的 LTC1992(不带短划线后缀)可以针对任何期望的差分增益由用户通过选择外部电阻器来进行配置，也可以针对其他专业应用进行特殊配置。

LT、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

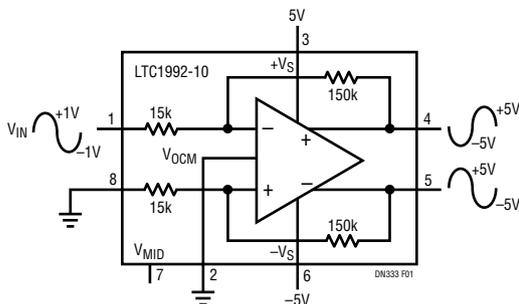


图 1：典型的单端至差分转换

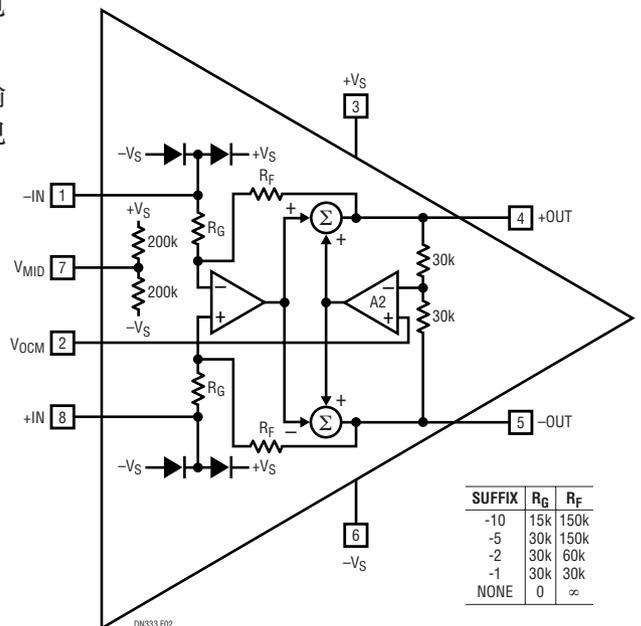


图 2：LTC1992 功能框图

## 共模范围的考虑

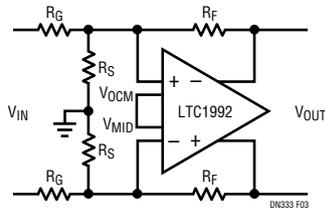
对于一个给定的输入共模电压( $V_{INCM}$ )和输出共模电压( $V_{OCM}$ )，设计师必须对出现于内部放大器输入端上的电压( $V_{ICM}$ )是否处于 $-V_S - 0.1V$ 至 $+V_S - 1.3V$ 的规定工作电压范围内加以查验。当采用一个闭环增益为A的标准差分放大器拓扑结构时，下面的关系式成立：

$$V_{ICM} = (A/(A+1)) \cdot V_{INCM} + (1/(A+1)) \cdot V_{OCM}$$

例如，假设一个LTC1922(不带短划线后缀)由5V电源供电，并针对数值为2.5V的增益进行了配置， $V_{OCM}$ 与 $V_{MID}$ (即2.5V)相连且由一个具有0V共模电压的信号源进行驱动。由上面的关系式可知， $V_{ICM}$ 为 $(2.5/3.5) \cdot 0 + (1/3.5) \cdot 2.5 = 0.71V$ ，该电压值完全位于器件的性能范围之内。在本例中，输出可以在以2.5V  $V_{OCM}$ 电平为中心的 $\pm 2.5V$ 范围内摆动。因此，差分输入可摆动至地电位以下的1V，而不会产生限幅效应或对一个负电压轨的需要。带短划线后缀的器件版本由于存在给ESD输入保护二极管施加正向偏压的可能性而增加了一项输入限制(示于图2)，这会将最大可允许信号摆幅限制在比电源电压高0.3V的范围内(而基本LTC1922还包括ESD二极管，传导只能在可用 $V_{ICM}$ 范围之外进行)。

## 共模输入范围的扩展

使用基本的LTC1922通过在低于1的增益条件下工



$$\text{GAIN: } A = \frac{R_F}{R_G}$$

$$\text{COMMON MODE SCALING: } m = \frac{R_S}{R_G + R_S}$$

$$V_{ICM} = \frac{A \cdot m \cdot V_{INCM} + m \cdot V_{OCM}}{A + m}$$

EXAMPLE: ASSUME  $A = 1$ ,  $m = 0.1$ , 5V SUPPLY,  $V_{OCM} = 2.5V$   
THUS:  $R_F = R_G = 30.1k$ ,  $R_S = 3.32k$ ,  $-3.6V < V_{INCM} < 38V$   
FOR 0.1% RESISTORS,  $CMRR \geq 48dB$

图3：扩展输入共模范围

作和/或引入共模分流电阻器(见图3中的 $R_S$ )使得能够将输入共模能力扩展至远远超出电源电压范围。分流电阻器法的缺点是 $R_G$ 和 $R_S$ 的元件容限会被电路的共模改善所放大(近似效果)，从而导致CMRR性能下降(对于一个给定的电阻器容限而言)。对于低增益操作，采用高精度电阻器网络可实现10倍的共模范围扩展。

## 通用功能部件

LTC1922系列尤其适用于将信号方式转换为差分型或将差分信号转换为其他信号。通常针对具有一个特定共模输入电压的差分输入来优化模数转换器(ADC)。采用一个LTC1922放大器可简化ADC接口，方法是利用 $V_{OCM}$ 控制功能来确定必需的失调。在许多场合，中间电位由ADC来提供，并可直接与 $V_{OCM}$ 输入端相连。此外，源信号输入便可以是差分或单端(通过将未用输入接地来实现)或具有反向极性。

由于不需要同时与两个输出相连，因此可把该器件视作单端器件，这提供了一种有用的功能，即 $V_{OCM}$ 输入代表了第三个代数输入项(见图4)。该能力对于执行模拟加法运算或简单的变换功能是很有用处的。

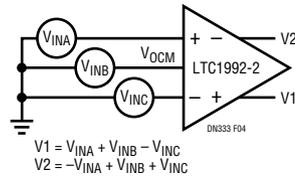


图4：单端加法器/减法器

## 结论

LTC1922系列差分放大器为用户奉献了易用型单元式部件，它们为平衡信号设计提供了简单且外部元件数目极少的解决方案。这些器件适用于众多的应用，包括将信号变换至差分型或将差分信号变换至其他信号的简单方法，以提供无元件型增益或DC失调调节功能。

## 产品手册下载

<http://www.linear.com.cn/go/dnLTC1922>

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

凌特有限公司  
Linear Technology Corporation Ltd.  
www.linear.com.cn

香港办事处  
电话：(852)2428-0303 传真：(852)2348-0885  
上海办事处  
电话：(021)6375-9478 传真：(021)6375-9479  
北京办事处  
电话：(010)6801-1080 传真：(010)6805-4030  
深圳办事处  
电话：(755)8236-6088 传真：(755)8236-6008

骏龙科技有限公司  
Cytech Technology Ltd.  
www.cytech.com

香港电话：(852)2375-8866 传真：(852)2375-7700  
北京电话：(010)8268-4280 传真：(010)8268-4277  
上海电话：(021)6440-1373 传真：(021)6440-0166  
深圳电话：(0755)8386-7431 传真：(0755)8386-7954  
南京电话：(025)8481-0877 传真：(025)8480-8023  
杭州电话：(0571)8898-4683 传真：(0571)8898-4713  
成都电话：(028)8652-7116 传真：(028)8652-7556  
西安电话：(029)8837-8918 传真：(029)8837-8919  
武汉电话：(027)8736-0546 传真：(027)8736-0547  
厦门电话：(0592)563-8488 传真：(0592)563-7169

裕利·香港科汇(亚太)有限公司裕利分部  
Unique-A Division of Memec (Asia Pacific) Ltd.  
www.unique-ap.com

unique-ltc@memec-asiapacific.com  
香港电话：(852)2410-2778 传真：(852)2370-3247  
北京电话：(010)8519-1866 传真：(010)8519-1865  
上海电话：(021)6317-8226 传真：(021)6317-3446  
深圳电话：(0755)8366-4329 传真：(0755)8366-4330  
南京电话：(025)8689-0351 传真：(025)8689-0352  
成都电话：(028)8652-8252 传真：(028)8652-8253  
西安电话：(029)8822-9180 传真：(029)8825-8595  
武汉电话：(027)8732-2646 传真：(027)8732-2729  
厦门电话：(0592)516-4701 传真：(0592)516-4702  
青岛电话：(0532)582-1322 传真：(0532)583-8372

dn333f 0304 76.2K • PRINTED IN CHINA

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2004

