

设计要点

“Easy Drive”增量累加模数转换器消除了输入电流误差

设计要点 368

Mike Mayes

引言

如今，人们已经能够将大型RC网络直接布设在高分辨率 $\Delta\Sigma$ 模数转换器之前，同时又不会使它们的DC准确度发生任何劣化(见图1)。LTC[®]248x系列转换器利用Easy Drive™技术(这是一种能够自动消除差分输入电流的全无源采样网络)来解决这问题。Easy Drive技术并未采用会导致性能下降的片内缓冲器(请参见“为什么不采用片内缓冲器?”)，而是采用了一种新型架构，这种架构能够在采用元件值高达100k Ω 和10 μ F的输入RC网络的情况下维持0.002%的全标度误差。与先前的 $\Delta\Sigma$ ADC世代相比，该新技术提供了众多的优点：

- 轨至轨共模输入范围
- 高阻抗传感器的直接数字化
- 消除了ADC输入引脚所承受的采样脉冲尖峰
- 简单的外部低通滤波处理
- 噪声/功耗的减少
- 消除了外部RC稳定误差
- 至外部放大器的简易型连接
- 消除了传输线对远端传感器的影响

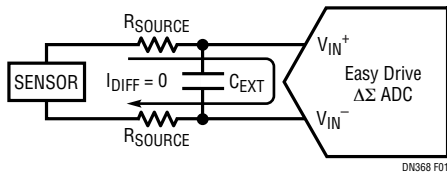


图1：Easy Drive技术可自动消除差分输入电流，从而实现了大型外部RC网络的直接数字化处理。

工作原理

$\Delta\Sigma$ 转换器通过将多个低分辨率转换整合成一个高分辨率结果来实现高分辨率。市面上现售的大多数 $\Delta\Sigma$

转换器都是将数百甚至数千个1位转换组合成为单个16、20或24位结果。这种做法明显的优点是实现一个1位转换器要比实现一个24位转换器容易得多。为了获得高分辨率，在转换周期中需对输入进行多次采样。

问题在于 $\Delta\Sigma$ 转换器的输入结构是一个开关电容器网络。电容器被作为最终输出代码的一个函数而在输入、基准和地之间进行快速转换(频率高达10MHz)。每次这些电容器被转换至ADC输入，产生了一个电流脉冲。ADC的输入引脚将承受一种充电/放电脉冲图形。该图形是输入和基准电压的一个复函数。在每个采样周期中未能完全稳定的外部RC网络会导致很大的DC误差。

解决该问题的巧妙之处在于利用了 $\Delta\Sigma$ 转换器的过采样特性。基于每个采样的前端电容器开关操作与传统的 $\Delta\Sigma$ 转换器采样是等同的。一种创新的前端采样架构可控制电容器阵列的开关操作模式。当在整个转换周期中进行加法运算时，总差分输入电流为零，这与差分输入电压、共模输入电压、基准电压或输出代码无关。共模输入电流是恒定的，并与输入共模电压和基准共模电压两者之差成比例。

布设于 $\Delta\Sigma$ ADC之前的RC网络显著地改善了转换器的性能和易用性，并且提供了低通和抗混淆滤波处理。加在LTC248x输入端上的外部RC网络简单地对ADC所产生的输入电流尖峰进行积分(平均)处理。由于平均差分输入电流为零，因此，如果与ADC的正/负输入端相连的电阻是平衡的，那么由外部RC网络所引起的总误差为零。可在ADC之前布设由高达100k的电阻和高达10 μ F的电容器组合而成的RC网络，全标度误差小于0.002%(20ppm)，而采用相同输入网络的传统 $\Delta\Sigma$ ADC的全标度误差则超过了10%(100,000ppm)。此外，只要共模输入电压等

LT、LTC和LT248x是凌特公司的注册商标。
Easy Drive是凌特公司的商标。
所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

于共模基准电压，那么即使在外电阻不平衡的情况下也不会造成误差。哪怕共模输入电压与共模基准电压不匹配，差分输入电流仍保持为零，而且共模输入电流所产生的一个失调电压也可以通过系统校准来消除。

阻抗高达 100kΩ 的外部传感器的直接数字化现已能够在无需使用外部或片内放大器的情况下实现(见图 2)。桥接器、RTD、热电偶和其他传感器均可直接连接至 ADC 的输入端。增设外部电容器减小了 ADC 输入端所承受的充电回扫脉冲尖峰。一个 1μF 外部电容器可将 1V 尖峰减小至 18μV。对于不能把传感器放置在 ADC 输入端附近的系统来说，这使其噪声性能有所改善；而对于那些采用外部放大器的应用而言，这降低了其驱动要求。在放大器输出与 ADC 输入之间增设一个大电阻器可将放大器与大旁路电容器隔离开来，从而改善其稳定性。

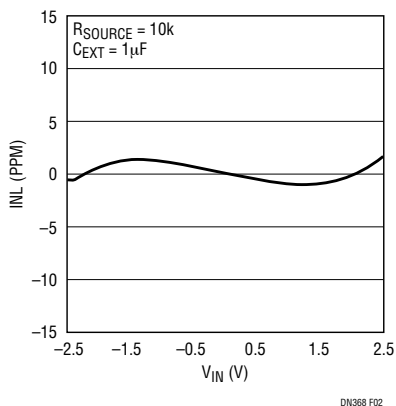


图 2：Easy Drive 技术可直接对大型外部 RC 网络进行数字化处理，而不会使线性度下降

为什么不采用片内缓冲器？

针对输入电流稳定问题的一种传统型解决方案是把一个缓冲放大器与 ΔΣ ADC 集成在同一块芯片上。这

将把 ADC 输入与开关电容器阵列隔离开来，因而使 ADC 输入呈高阻抗。虽然这种解决方案从表面上看似很不错，但事实是采用片内缓冲器的数据转换器会受到那些放大器局限性的影响。共模输入范围的摆幅不再能够达到轨至轨。输入信号需要移动至地电位以上至少 50mV 以及比 V_{CC} 低 1V (或更多) 的范围。放大器失调误差、失调漂移、PSRR、CMRR 和噪声与输入信号直接组合，并导致转换器性能下降。此外，为了驱动高速容性采样网络，片内放大器还需要相当大的功率。为此，采用该技术的 ΔΣ ADC 制造商大多提供了一种用于对片内放大器进行关断和旁路的模式。

另一种解决方案是粗略/精细输入采样。在采样周期的前半部分(粗略采样)，输入电压通过一个片内缓冲放大器来采样，从而将 ADC 输入与充电电容器隔离开来。在采样周期的后半部分(精细采样)，缓冲器被切断，电容器被直接连接至输入端。尽管这样做减小了 ADC 输入端所承受的尖峰，但导致了与运算放大器失调电压、CMRR、输入信号电平和外部 RC 时间常数具有某种函数关系的非线性稳定误差。为此，采用该技术的 ΔΣ ADC 制造商对低于 100mV 的输入信号电平回避了实施粗略/精细采样。

结论

新型 Easy Drive 技术简化了 ΔΣ ADC 的驱动要求。解决方案基于一个实现了轨至轨输入的纯无源输入电流消除算法，不存在因为采用片内缓冲放大器而引发的额外功率要求和误差。Easy Drive 技术使得 ΔΣ ADC 能够直接与高阻抗传感器、低通滤波器和输入旁路电容器相连，而并未导致 DC 性能的下降。

目前，采用 Easy Drive 技术的器件已有 16 位和 24 位版本，它们具有一个片内温度传感器、旨在实现简单多路复用的无延迟转换、带保证线频抑制功能的片内振荡器、精确的 DC 规格以及凌特公司所有 ΔΣ ADC 转换器共有的易用性。

产品手册下载

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

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 或电邮到 info@linear-tech.com.hk

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

香港电话：(852) 2428-0303
北京电话：(86) 10-6801-1080
上海电话：(86) 21-6375-9478
深圳电话：(86) 755-8236-6088

艾睿电子亚太有限公司
Arrow Asia Pac Ltd.
www.arrowasia.com

香港电话：(852) 2484-2484
北京电话：(86) 10-8528-2030
上海电话：(86) 21-2893-2000
深圳电话：(86) 755-8359-2920

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

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

科汇裕利
Memec Unique
www.unique-ap.com.cn

香港电话：(852) 2410-2778
北京电话：(86) 10-8225-5190
上海电话：(86) 21-6123-4651
深圳电话：(86) 755-8366-4329

dn368f 1005 121.8K • PRINTED IN CHINA


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2005