

AD623 单电源、电源限输出仪表放大器的原理及应用

四川省英世模拟器件有限公司(610041) 吴星明

摘要: 介绍了美国 ADI 公司最新推出的单电源供电 (+3~+12V) 输出摆幅能达到电源电压的集成仪表放大器 AD623 的基本原理、使用方法和典型应用。AD623 具有低功耗、宽电源范围和电源限输出特性, 它非常适合电池供电应用场合。

关键词: 仪表放大器 电源限输出 单电源

1 概述

AD623 仪表放大器是美国模拟器件公司(Analog Devices Inc., 简称 ADI)最近推出的一种低价格、单电源、输出摆幅能达到电源电压(通常称之为电源限输出, 即 rail to rail output)的最新仪表放大器。主要特点是:

- (1)AD623 使用一只外接电阻设置增益(G), 高达 1000, 从而给用户带来极大方便。
- (2)AD623 具有优良的直流特性: 增益精度 0.1%(G=1), 增益漂移 25ppm(G=1), 输入失调电压最大 100 μ V(AD623B), 输入失调电压漂移 1 μ V/ $^{\circ}$ C(AD623B), 输入偏置电流最大 25nA。
- (3)AD623 具有优良的 CMRR(它随增益增加而增加), 使误差最小。电源线噪声及其谐波都受到抑制, 因为 CMRR 抑制频率高达 200Hz。
- (4)AD623 带宽 800kHz(G=1), 达 0.01%建立时间 20 μ s(G=10)。
- (5)AD623 的输入共模范围很宽, 可以放大比地电位低 150mV 的共模电压。虽然 AD623 单电源供电能达到最佳性能, 但双电源供电($\pm 2.5 \sim \pm 6$ 0V)也能提供优良的性能。
- (6)AD623 低功耗(电源电流最大 575 μ A)、宽电源范围和电源限输出特性非常适合电池供电应用场合。电源限输出特性使低电源供电条件下, 电源限输出级使其动态范围达到最大。
- (7)AD623 可以取代分立器件搭成的仪表放大器具有优良的线性度、温度稳定性和小体积可靠性。
- (8)AD623 仪表放大器采用 8 脚工业标准封装形式, 即 DIP, SOIC 和小型 SOIC 三种形式, 其引脚排列如图 1 所示。

迄今为止, 尚未见到一种仪表放大器的性能能达到 AD623 的水平。AD623 主要用于低功耗医用仪表放大器、传感器接口, 热电偶放大器, 工业过程控制、低功耗数采系统及差动放大器。

2 基本原理

2.1 基本电路结构

图 1 AD623 引脚排列

AD623 是在传统的三运放结构基础上改进的一种新型仪表放大器, 其基本电路结构如图 2 所示。AD623 与传统三运放结构仪表放大器(例如 AD620)的不同之处是在两个输入放大器之前分别加两个 PNP 晶体管作为电压缓冲器, 以便向两个输入放大器提供共模信号, 并且符合电源限输入运放电路结构的要求。输出放大器用来将差动电压转换成单端电压, 它还对前面两个输入放大器输出的共模信号起到抑制作用。

图 2 AD623 基本电路结构

由于 AD623 电路结构中的三个运放输出摆幅都能达到任一电源限, 而且其共模电压范围可扩

展到负电源限以下，所以提高了 AD623 的输出信号范围。AD623 中的三个运放都是电压反馈型运放(VFA)，所以当增益增加时，AD623 带宽减小。AD623 的增益(G)是用一个精密电阻(0.1%~1%精度)RG 设置的，不管脚 1 和 8 之间的阻抗如何。应该注意，如果 G=1，RG 不必连接。电阻选择计算公式为： $RG=100k\Omega / (G-1)$ AD623 的参考端(REF)电位用来确定零输出电压，当负载与系统的地不明确共地时特别有用。它提供一种对输出引入精密补偿的直接方法。还可以利用参考端提供一个虚地电压来放大双极性信号。参考端允许电压变化范围为 -VS~+VS。如果 AD623 相对地输出，则参考端应接地。

AD623 的误差很低，有两个误差源：输入误差和输出误差。当折合到输入端(RTI)时，输出误差除以增益，实际上在增益很高时，输入误差起主要作用；在低增益时，输出误差起主要作用。对给定增益，总失调电压(V_{OS})由下式计算：

总误差(RTI)=输入误差+输出误差/增益

总误差(RTO)=输入误差×增益+输出误差

2 2 基本接线方式

AD623 仪表放大器既可单电源供电(-VS=0V, +VS=+3.0~+12V)，也可双电源供电(VS₊=±2.5~±6V)，不同方式的接线图如图 3 所示。应该注意，电源去耦电容应靠近电源管脚，最好选用表面贴装 0.1μF 陶瓷片状电容和 10μF 钽电解电容。AD623 的电源管脚内部设有两个箝位二极管，用来保护输入端、参考端、输出端和增益电阻端耐受比电源电压高或低 0.3V 的过压。这对所有的增益，当电源接通和切断时均有保护作用，在信号源和放大器分别供电的情况下尤为重要。如果过压(V_{OVER})超过上述值，在两个输入端应外加限流电阻，使通过二极管的电流限制到 10mA，如图 4 所示。

3 典型应用

3 1 单电源数采系统

将双极性信号接到单电源模数转换器(ADC)上通常是件很困难的事情。因为这要将双极性信号范围变换成 ADC 的允许输入范围。图 5 给出了实现这种变换的一种简捷方法。图中桥路电路用+5V 电源激励，因此电桥满度输出电压(±10mV)带有 2.5V 共模电压。AD623 可以去除共模电压并且对输入有用信号放大 100 倍(RG=1.02kΩ)，使输出信号达到±1V。为了防止±1V 输出信号被 AD623 的接地端吃掉，必须将参考端

a 双电源供电

b 单电源供电

图 3 基本接线图

图 4 输入保护电路

电压至少提高到 1V。这里将 AD7776 ADC 的 2V 基准电压加到 AD623 的 REF 端，使 AD623 输出电压偏移到 2V±1V，正好对应 ADC 的输入范围。

3 2 低共模电压信号放大

由于 AD623 的共模输入范围可以扩展到比地电位低 0.1V，所以在共模信号分量很低或者为 0

的情况可以测量小的差动信号。图 6 示出了热电偶测温双极性信号放大电路，其中 J 型热电偶的一端接地。J 型热电偶的测温范围为 $-184\sim+200^{\circ}\text{C}$ ，输出电压范围为 $-8.890\sim+10.777\text{mV}$ ，AD63 的增益设置为 100 ($R_G=102\text{k}\Omega$)，REF 端加 2V 电压，从而使 AD623 的相对地输出电压范围为 $1.110\text{V}\sim3.077\text{V}$ 。

图 5 单电源数采系统

图 6 低共模电压双极性信号放大电路

3.3 提高输出驱动能力

AD623 仪表放大器的驱动能力比较小，它是为驱动 $10\text{k}\Omega$ 以上负载阻抗而设计的。如果负载阻抗低于 $10\text{k}\Omega$ ，它的输出端应该加一级精密单电源缓冲器(例如 OP113)，如图 7 所示。当驱动负载为 600Ω 时，OP113 输出摆幅为 $0\sim4\text{V}$ 。如果用其它性能的缓冲器请见表 1。

表 1 AD623 缓冲器选择

型号说明

OP113 单电源，输出电流大

OP191 电源限输入、输出性能，电源电流低

OP150 电源限输入、输出性能，输出电流大

3.4 抗射频干扰措施

所有的仪表放大器能对通带外高频信号检波，被检波的信号以直流失调误差的形式出现在输出端。为了防

图 7 AD623 缓冲输出电路

止这种射频(RF)干扰造成的噪声进入差动输入端，在仪表放大器两个输入端之间接一个电容，再用两个电阻一起构成一个差动低通滤波器，如图 8 所示。采用差动方式连接电容带来的附加作用是，降低共模电容的不平衡，有助于高频共模抑制。在传感器是 RTD 或阻性应变计应用场合，如果传感器靠近放大器的输入端，上述滤波器中的两个电阻可以不用。值得注意的是，由于电阻容差或失配、布线差、电阻的热噪声(大阻值)过大都会降低这种滤波器的效果。

图 8 RF 干扰衰减电路

由于篇幅所限，有关三运放结构仪表放大器的普遍性问题，例如接地、共模屏蔽驱动、输入偏置电流等问题，均未做介绍，请参阅文献〔1〕和〔2〕。

有关 AD623 的详细技术资料及选购业务请与北京市英赛尔器件集团及其分公司联系，电话：北京(010)68495747，68495746；上海(021)64851134；成都(028)5570580；西安(029)8225266。

参考文献

1 Analog Devices Inc., Single Supply Rail to Rail Low Cost Instrumentation Amplifier, Data Sheet, (1997)

2 高光天主编，《仪表放大器应用技术》，科学出版社，1995 年

本文内容来自互联网，著作权归原作者所有。由电子零件城 (<http://www.epcity.com/>) 整理并制作成 PDF 文件，仅供个人学习之用，不得用于任何商业目的，否则后果自负。如果您认为本 PDF 文件侵犯了您的任何权利，请来信 epcity@epcity.com 通知，本站立即删除。

搜集整理：电子零件城-笨笨兔 (QQ: 154502842) 2004-04-10