

前 言

随着微电子技术的迅速发展和微型计算机的推广应用,人们迫切需要了解和掌握模拟和数字信号转换技术方面的有关知识,特别是国外这类大规模集成电路器件的技术数据、功能及使用方法,本专辑就是为此而编译的。

本专辑分两册。第一册主要内容为A/D转换器和D/A转换器。第二册主要内容为放大器、电压—频率转换器、多路转换器、模拟开关、基准(参考)源和采样/保持放大器。这些器件多数为美国著名公司八十年代产品,如Analog Devices、National、Data—Intersil、Harris、Motorola和Fairchild等。资料中所提供的技术数据、功能和使用方法都比较详尽,是一本很有用的参考书。

本专辑适合大专院校、科研单位和工厂从事器件设计、生产、应用和从事计算机应用、自动控制、电子仪器仪表专业的广大科技工作者参考。

本专辑主要由郑立功、陈书洗同志编译、校审,分别负责其中第一、四、五、六部分和第二、三、七部分。在编译过程中还得到杨宗威、杨训凯、孙之昶、黄时泰、黄李本、方廷健、吴成月、万锦年等同志的帮助。中国科学院合肥智能机械研究所、安徽省电子科技情报站、安徽电子科研所有关同志也参与了部分翻译和出版工作。在此一并表示感谢。

由于本专辑原文中某些内容叙述简略,加之译者水平有限,因此错误和不妥之处在所难免,敬请读者给予批评指正。

出版、发行: 安徽省电子学会

(合肥市蜀山路三号)

排版、印装: 合肥市庐东印刷厂

* * * *

内编书号: ADX-002 每册工本费: 4.40

·内部发行·

第一册 目录

第一部分 模拟/数字转换器

1、模拟—数字转换器指南	1
2、与微处理器兼容的8位CMOS A/D转换器—AD7574	11
3、与 μ P兼容的8路8位A/D转换器—ADC0808, ADC0809	25
4、与 μ P兼容的16路8位A/D转换器—ADC0816, ADC0817	36
5、CMOS 9通道8位A/D转换器—AD7583	47
6、超高速8位A/D转换器ADC—815, ADC—825	59
7、低价8位单片A/D和D/A转换器—ADC—MC8BC, ADC—MC8BM	63
8、超高速混合式A/D转换器—HAS—0802/1002/1202	66
9、集成电路10位A/D转换器—AD571	72
10、CMOS10位单片A/D转换器—AD7570	82
11、超高速10位A/D转换器ADC—816, ADC—826	96
12、12位集成电路A/D转换器—AD572	101
13、12位CMOS A/D转换器—ADC1210, ADC1211	114
14、有采样保持电路的12位A/D转换器—ADC—HS12B	124
15、12位高精度逐次逼近式A/D转换器—AD5200系列	128

第二部分 数字/模拟转换器

16、数字—模拟转换器指南	133
17、8位单片乘法数—模转换器AD1408/AD1508	141
18、8位CMOS缓冲乘法型数—模转换器AD7524	147
19、8位高速单片数—模转换器DAC—08B	156
20、单片8位高速乘法数—模转换器AD DAC—08	160
21、3 $\frac{1}{2}$ 位BCD单片数—模转换器AD561	166
22、10位和12位CMOS单片乘法型数—模转换器AD7520, AD7521	172
23、CMOS10位带缓存乘法型数模转换器AD7522	182
24、10位和12位单片式CMOS乘法数—转换器AD7530 AD7531	189
25、12位D/A转换器AD562/AD563	193
26、廉价高速12位单片数—模转换器AD566	197
27、CMOS12位串行输入数—模转换器AD7543	211
28、单片高性能12位数—模转换器DAC—681	221

模数转换器指南

一、选择A/D转换器的要点

在本期目录中,列举了大约19种不同类型的模数转换器(ADCs)。如果考虑到所有的变种,将有40余种不同类型的转换器(除数字面板仪表以外,它们将在其它文章中介绍)。其种类如此繁多的原因,就在于选择工艺、功能、特征和封装的多种可能性。有关转换器的完整的资料,可查阅“模数转换注释”,该书已由模拟器件公司(Analog Devices Co.)出版。

二、工艺要点

本文介绍的工艺包括微型组件(印刷电路板和封装电路)以及集成电路—单片集成电路和混合集成电路。微型组件通常可提供的性能高且其功能有不同的等级。例如,十二位, 5 MHz的MDD—1205就是安装在一个包括跟踪—保持放大器的芯片上。集成电路体积小,而且性能价格比高。虽然,集成电路使用时需要外围元件,但愈来愈多的器件都是封装齐全的。(甚至在一块芯片上。例如,AD571的10位模数转换器,就是一块带有自身基准的、性能完整的单片转换器)。

目前在模拟件中使用的三种最主要的集成电路工艺是:混合式电路、薄膜CMOS和薄膜双极型。混合式电路是最完整的高性能器件,例如,HAS系列就是自身包含性能齐全的12位逐次逼近的模数转换器,带有内部基准的12位转换时间最长为2.8微秒。CMOS电路具有高密度逻辑、低功耗及良好的电压开关特性。但是相对地说,它的线性电路的功能受到限制。AD7574是一种具有完整的八位比率换算的单片的逐次逼近的模数转换器,设计成象ROM、RAM或低速存储器那样,可与微处理机直接连接。另外一种CMOS例子是13位“四重斜率”的AD7550,它是一种比例换算积分型的模数转换器,使用一种专用的数字误差校准电路,不管芯片上的CMOS电路是用作比较器还是作积分放大器,都可获得温度系数为 $1\text{PPM}/^{\circ}\text{C}$ 的性能。模拟器件的单片双极型工艺是AD570、AD571和AD574能有优良性能和多用途的关键。它们利用集成注入逻辑(符号记为 I^2L),具有高的逻辑密度和高精度的模拟电路,包括齐纳注入基准和激光晶片微调薄膜电阻器。这些都是在—块芯片上的。在廉价的AD2040数字温度计中采用的A/D转换器是应用集成注入逻辑的单片双极型集成电路的另一个例子。

三、功能特性

各种转换方法的方框图分别在各自资料中介绍。

本文介绍的中速转换器($<1\text{MHz}$)。均采用下述两种基本技术:一是逐次逼近法,

它适用于从中速到高速的中——高分辨率；另一种是积分方法，它适用于中速高分辨率。模数转换器ADC80和ADC1131属于前者，而AD7550和7583为后者。

药剂师使用的配有二进制砵码（ $1/2$ ， $1/4$ ， $1/8$ 等）的天平那样，逐次逼近转换器用精确的已知满度的二进制分数的总和与未知的输入量相比较，用最大值（ 2^{-1} ）作起始，舍去使比较器改变状态的那些位（类似“调换标尺”）。在转换终结时，转换器以数字字节输出，它用分数二进制代码来表示输入量与满刻度的比值。

积分型转换器，它是对一个与输入量成正比的周期内进行脉冲计数的。最常用的是双斜率型，它在基准值的积分达到与输入的平均值相等时所需的期间里进行计数。利用在误差校正周期内记下的误差，而在输入测量周期内减去这项误差的方法，使积分型转换器对由于漂移引起的偏差不敏感。这种校正方法能以模拟方式进行，利用电容进行贮存，或以数字的方法——用贮存在计数器内的数据进行校正（如：AD7550）。

这里介绍的视频转换器（MATV，MOD—1205等），采用两种基本的编码技术：一种是同时或瞬间转换，另一种为串行格雷码转换。使用分步测试方法，可获得高分辨率和高速度，也就是通过两步完成几位转换，模拟器件完善了这种分步测试方法，称为数字校正分步测试方法（用符号DSC表示），用它可以获得12位或更多位的精确分辨率*。

注解*：关于视频转换与中速转换二者区别的有关参考资料，详见Ed·Graves著的“特高速数据采集”一文中“模拟问答”13—2部分。

在瞬间转换中，模拟信号应与 $2^n - 1$ 级电压电平进行比较，使用同样多的比较器，并且比较器的输出逻辑电平应由预编码器进行处理。如把“温度计”的输出量转换成二进制代码（或格雷码）。因为整个转换过程基本上同时进行，所以这是最快的转换方式，但它需要采用许多精密的比较器和大量的门电路。

在串行模拟—并行数字转换中，有许多串联级，其中每一级对于小于半个基电压的信号，都有一个“+2”的增益，对于在半个基准电压与满刻度之间的信号，都有“-2”增益。每一级都作出判断，根据信号比半值基准电压大的记为“1”，比半值基准电压小的记为“0”。这一级的模拟输出就成为下一级的输入。一次转换的全部时间取决于模拟信号通过所有级的传输延迟；然而，当每一级一经稳定，其判断结果即可被锁定（原则上说，首位刚被锁定，新的转换就能开始），所以这种以流水线形式进行转换的速度比通过转换过程的一次采样时间要快得多。尽管这个过程很快，但由于增益混合产生误差，所以对于几位以上的转换，就仍难于准确地完成了。

分步测试转换器使较高有效位的一组进行数字化，并且存在锁存器中，由一个快速、高精度的D/A转换器，把它们转换成一个模拟信号，随后将此信号从输入中减去，其差数或余数被放大和数字化，（在数字校正分步测试法DCS中）用校正中间刻度转换误差的方法对其结果进行数字组合。

不论采用什么技术，这些A/D转换器都包括如下几个基本功能：模拟部分，数字数据产生部分、数据输出和数字控制部分。

• 模拟部分

这部分需要一个基准,一个或多个高增益比较器、一个数字模拟转换器(逐次逼近的)或一个可控积分器。基准可以是内设的也可以是外接的;可以是固定的,也可以为可变的,而且还应根据模拟输入的规定检出它的极性。在比率测量转换中,基准通常是外接可变的。在使用AD7570进行转换时,其比较器由外部接入。

在逐次逼近转换中,比较器通常以电流相加的方式使用,也就是把数模转换器(DAC)的输出电流与由输入电压(以相反极性)在DAC的反馈电阻上产生的电流进行相加。转换终止时,由于转换器的均衡作用,可以使相加点趋向于零电压(这点很象是一个运算放大器)。在模数转换器(ADC)中采用标准的DAC反馈选择,用在ADC中时,就可以作为输入——定标选择。在求和点上跨接双极偏差调整线路,可以处理双极性输入信号。在逐次逼近转换器中当采用标准快速时钟速率时,DAC的电流转换开关的影响可能会干扰模拟信号源的输出。对于慢速、高精度的运算放大器,这种影响就更为明显。在这种情况下,需要缓冲,许多微型组件和AD₇₂集成电路,上面都配有模拟缓冲跟随器。

在积分型转换中,在其前端可以采用绝对值和极性检测电路以处理两种极性的输入。输出量通常用BCD码。但是若采用偏差基准调整电路的AD7550,则不需要上述电路,并且它具有二进制补码输出。AD7583和AD7555具有四重斜率的控制逻辑、计数器和模拟开关,但需要外接积分器和比较器。

• 数字数据产生部分

在逐次逼近型中,此部分由分立和集成的逐次逼近寄存器(用符号SAR表示),寄存器的控制部分、比较器的输入部分和时钟所组成。(它们都做在器件里,不过在很多情况下允许外接时钟脉冲,频率调整、“与”/“或”控制)。在积分型中,数字数据产生部分由时钟脉冲产生器,计数器,比较器产生的输入信号和组合控制部分所组成。通常已经为脉冲序列由外部跨接到计数器上作好准备,因此脉冲序列能由外部操作或者将脉冲序列传送到遥控计数器中去。在有些类型中,器件没有计数器或寄存器,脉冲序列、量值、过载范围和控制端子是用来与外部计数器、寄存器相连通的。

• 数据输出

这里考虑的因素包括编码、分辨率、过载信息、电平、格式、有效性和定时。编码一般采用二进制,包括有跨接线的偏移二进制及与/或双极性输入信号的补码二进制。有些类型可采用BCD码,对于双极性输入量还带有符号位。对于既有量值又有符号信息的数字极性(正或负真值),应该一直要校验其输出代码的规范,其分辨率(输出位数)也必须满足实用要求;此外,还要校验各种技术指标,以弄清所有的 2^n 位(二进制的)输出码不仅能出现(没有漏码),而且要在工作范围内的任何温度下都能出现,并保持与输入的关系,具有足够的精度。积分型一般不存在错码问题,然而非线性积分会使转换关系变成非线性。逐次逼近没有测定超过量程信号的方法,它们只是简单地计满,然而计数器式会翻转并给出对信号过载范围的标记。

必须检验转换器输出时可以适用的数据电平(TTL, 低电压CMOS, 高电压CMOS, ECL), 如所需的负载驱动能力和扇出, 以及在提供相应输出电平下的供电条件。输出格式的选择也应该符合并行、串行、二进制串行及与/或脉冲序列。如果要求转换器直接与8位数据总线通讯, 则输出应该具有三态的能力, 而且并行输出必须以8线或少于8线的二进制组进行(AD7570, AD7550)。如果是串行输出, 通常采用不归零制(用符号NRZ表示), 同时要附有一套同步时钟脉冲。

当数据变为有效时, 状态(如BUSY或EOC)输出会改变状态以供指示。应该规定极性、时间、电平等为传送的确切性质, 对于串行数据, 应该规定数据和同步时钟之间的确切关系, 以表明各个位何时以及经历多长时间才变为有效。一般说来, 应该清楚地了解整个转换过程的定时, 特别是要求高速转换时, 不论作为转换还是和微处理器的通讯(或者两者皆是), 更应该了解整个转换过程的时间。在说明书的图表中, 定时图通常附有转换过程的详细叙述和关键接口参数的规范。

• 控制部分

不但应该详细了解所有控制和输出信号的功能、作用(电平和沿)、极性和定时, 而且应该了解负载特性和对电源的依赖性。除了必不可少的启动转换命令的输入和状态输出外, 还有可供使用的各种控制命令, 例如时钟禁止、高(低)字节使能、状态使能以及在逐次逼近转换器中以牺牲分辨率取得加速转换的短周期命令。

• 电源部分

考虑到系统中使用的逻辑电平和模拟输入信号, 应有合适的电源。电源稳定度必须满足其精度指标的要求。应该设计已推荐的任一种保护电路(如肖特基三极管, 可保证AD7570的 V_{CC} 电压不超过 V_{DD} 的0.4V)。在许多情况下, 需要将模拟地和数字地分开, 地线的连接应当尽量减小对高精度模拟信号的数字干扰, 而且要保证这两地线之间始终只有一点相连, 甚至因疏忽而使这一点从系统中脱离也应该这样。

• 应用须知

在进行选型之前, 设计者一般需要如下各种专用资料:

1、输入量和输出量的精确说明

- a、模拟信号范围, 信号源及负载阻抗
- b、所需要的数字代码: 二进制、偏移二进制、二进制补码和BCD等
- c、逻辑电平系统, 即TTL/DTL兼容性

2、数据通过速率为多少?

3、控制接口的细节是什么?

4、转换器所允许的系统误差是多少?

5、环境条件如何? ——温度范围、时间、电源电压——超过上述某一条件时, 转换

器运行的精度为多少？

对于A/D转换器应考虑下面几个主要因素：

- 1、模拟输入电压允许值为多少？测量信号须达到什么样的分辨率？
- 2、线性误差（或相对精度误差）的要求是什么？
- 3、随环境温度变化的变化，各种误差源必须减小到什么地步？
- 4、系统内每次完整转换所允许的时间为多少？采样/保持所允许的误差和采集的时间为多少？
- 5、电源系统稳定性如何？这种类别的电源，端电压变化会引起多大的误差？
- 6、在任何条件下系统能允许错码吗？
- 7、输入信号的特性是什么？是噪声、采样、滤波、快速变化、慢速变化等那一种特性？可以用哪一种预处理来完成而对转换器的选择及成本有影响？

四、技术规范与术语

性能规范的定义和有关数据按英文字母顺序分别介绍*。

* 注解：对于视频转换器，有许多器件在系统使用时所附加的专用技术指标（如噪声功率比、微分相位、微分增益、信/噪比等），可在下列已出版的刊物中查到一些有助于了解这些指标的参考资料。

(1) “视频脉码调制信号代码的应用”

作者：Kester, W. A. 刊物：SMPTE杂志 Volume 88 November 1979. P770~778

(2) “数字式A/D转换器分析”

作者：Pratt, W. J. 刊物：Electronic Design. December 6, 1975.

(3) “高速A/D转换器性能指标介绍”

作者：Smith, B. F和Pratt, W. J. 刊物：Computer Labs 1974.

· 绝对精度

对于已知输出代码的A/D转换器的误差是：理论值与产生所需代码的实际模拟输入电压之间的差值。由于此码能由规定区段中的任一模拟电压产生（见“量化不确定性”一节），所以“产生这个代码所需的输入电压”被定义在产生该码的输入区段的中点。例如：5V(±1.2mV)电压，在理论上可以产生一个12位半满度代码(1000,0000,0000)因此转换器对4.997V到4.999V之间任何电压值所产生这个代码的绝对误差为：

$$\frac{1}{2}(4.997 + 4.999) - 5V = -2mV$$

绝对误差包括增益误差、零点误差、非线性 and 噪声。绝对精度的测量应在一系列标准的条件下进行，且采用符合国际标准的信号源和仪表

· 相对精度

相对精度误差用百分率(%)、百万分率(PPm)、或者一个最低有效位(LSB)的相

对误差表示,它是在满刻度范围(FSR)标定后,任何代码的模拟值(相对于器件转换特性的整个模拟范围)与该码的理论值(相对于同一范围)之间的偏差。

由于理论转换特性曲线的这些离散点处于一条直线上,所以这种偏差也可以解释为一种非线性度量(参阅“线性”部分)。

A/D转换特性曲线的“这些离散点”是每个代码各自量化区段的中点(见“绝对精度”部分)

• 孔径时间

从采样/跟踪—保持的保持命令开始到开关实际开启之间的间隔,称为孔径时间。它是由滞后时间和不确定时间两部分组成。(滞后时间由逻辑和转换开关器件而定——对于SHA1144的滞后时间为50毫微秒,不确定时间由信号颤动产生的,对于HTS0025最大有效值为20微微秒)。当采样/保持用于定时苛刻的场合时,保持命令的定时可以提前,以补偿孔径滞后的已知部分。然而信号的颤动会给定时精度以极大的限制。当采样/保持与模拟转换器一起使用时,通过颤动与转换时间之比,即是使最大频率小于 $1/LSB$ 之内,(由于定时是 $2^{-n}/\pi \cdot \tau_{au}$ 而不是 $2^{-n}/\pi \tau_c$,会使转换过程的定时误差减小。其中 τ_{au} 是指孔径误差时间, τ_c 是指转换时间。

• 共模抑制 (记为CMR)

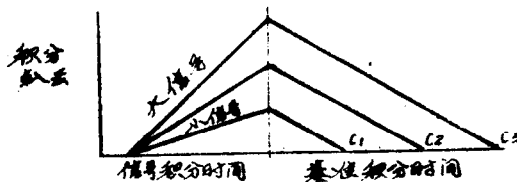
器件对同时加在两输入端的电压有效抑制能力通常用“共模抑制比”的对数来表示。如,1,000,000:1共模抑制比(CMRR)为120db(CMR)。1,000,000:1共模抑制比的含义是:当1伏特的共模电压通过放大器时,在输入端好象只有1微伏电压的差动信号。

• 转换时间和转换速率

由模拟数字转换器进行全部测量所需要的时间称为转换时间。对于大部分转换器(假定它们没有显著的附加系统滞后)来说,转换时间等于转换速度的倒数。然而在一些高速转换器中,由于线路传输,在确定前一个转换结果之前,就开始了新的转换。例如:MOD—1205,能以5MHz的字节速率($200ns$ /转换)输出12位的数据,每一次转换从头到尾需要两个时钟周期加275毫微秒或者675毫微秒。

• 双斜率转换器

在积分模数转换器中,未知信号要转换成一定比例的时间间隔,然后进行数字测量。它是在预定的时间内对未知量进行积分、然后将基准输入到积分器中,从未知信号所确定的电平起,向下进行积分,直至到达零电平为止。第二次积分的时间与预定积分期间的未知信号平均电平成正比。通常使用数字时间间隔计(也称计数器),作为输出显示器。



• 馈通

由开关或其它器件上藕合的不需要信号，应该被断开或将其隔离，如多路转换器中的馈通误差。可以按指定的频率，分别以一组给定输入量的百分率(%)、百万分率(PPm)、一个最小有效位(LSB)或1伏特的分数来表示。

• “瞬时”转换器

在这种转换器中，每一位的选择均在同一时间内进行，它需要 $2^n - 1$ 个分压器抽头和比较器以及一个可比较的优先编码逻辑。对于一个非常高速电路，则需要大量的精密元器件。“瞬时”转换器多用在“分步转换器”中作局部转换。

• 增益调整

转换器的增益是给一般的转换关系设定模拟量的比例因子。例如在固定基准的转换器中，10V为满刻度，而在比率转换器中以100%为满度。增益和零点调整原理在后面“零值”一节中讨论。

• 最低有效位(记为LSB)

在一个用一系列的二进制数(即两值数)表示数字值的系统中，“最低有效位”是指能传送最小值或权那个位(或称bit)。例如在普通二进制数1101(在十进制中为13，即 $2^3 + 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 2^0$)中，最右边的“1”“就是最低有效位”(LSB)。相对满刻度的模拟权值是 2^{-n} ，其中n是二进制数的位数，它表示n位转换器所能分辨的最小变化值。

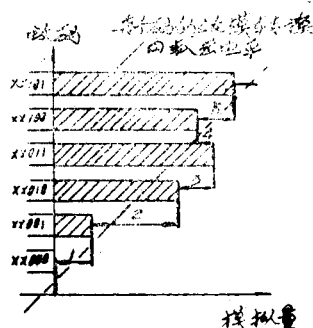
• 线性误差

转换器的线性误差一般用满刻度范围的百分率或百万分率来表示，或者用最低有效位分数来表示，它是在所测转换关系曲线中的模拟量与直线的偏差。而这条直线既可以是最佳直线，它依靠实际经验通过控制增益“与/或”偏移的方法，使实际转换特性曲线与这条直线之间的最大正、负偏差相等；也可以是经过校准了转换特性端点的一条直线

(也称为“端点”非线性)。后者既能容易准确地测量,又容易在实际中检验。“端点”非线性与相对精度误差相似(见“相对精度”部分)。线性有微分非线性和积分非线性两部分组成。

• 线性、微分和积分

数字输出代码应当相应于这些模拟输入量,精确地按1LSB(n 位转换器满度的 2^{-n})宽度所得到的量化数。测量的“步距”与理想宽度之间的任何一个偏差称为微分非线性。它是一项重要的技术指标,因为微分非线性误差大于一个LSB时,会导致D/A转换器非单调动作,使数模转换器的A/D转换器产生错码。下图就是这种微分非线性的实例



量化数	宽 度	微分线性误差
5	1LSB	0
4	$-\frac{1}{2}$ LSB	$-1\frac{1}{2}$ LSB
3	1LSB	0
2	$2\frac{1}{2}$ LSB	$+1\frac{1}{2}$ LSB
1	1LSB	0

图中的水平线代表所测的模数转换器(DAC)的输出值,其值分别与6个相邻数码相对应。此模数转换器是一个非线性模数转换器,其中第二位最低有效位数($\times\times 010$)大于 $1\frac{1}{2}$ LSB,因此对五个都等于1LSB的量化数(或“步距”),量化数2是 $2\frac{1}{2}$ LSB,量化数4为 $-\frac{1}{2}$ LSB。这样微分非线性误差(即是实际量化数的宽度与理想值1LSB之间的差值),对于量化数2为 $+1\frac{1}{2}$ LSB;对于量化数4为 $-1\frac{1}{2}$ LSB。

当在逐次逼近转换过程中,使用这种数模转换时,它就会导致错码。比 $\times\times 100$ 值稍大的模拟输入量将被转换为 $\times\times 100$,模拟输入量稍微小于 $\times\times 100$ 值,转换为 $\times\times 010$,而 $\times\times 011$ 码会作为错码而不存在了。

通常用一个简单的“不错码”的技术要求来表示最大微分非线性技术要求,其含义是微分非线性小于1LSB。

当微分非线性是用步距大小的误差来探讨时,则可用积分非线性来探讨转换响应曲线整个形状的偏差,甚至那些不产生微分线性误差的转换器(如积分型转换器)也存在积分线性(有时正好线性)误差。

• 电源灵敏度

转换器对电源电压中直流的变化灵敏度通常用模拟输入值的百分数变化(或是一个

LSB的模拟等效值的分数)来表示,电源中直流变化1%,这个模拟输入对应一个给定的代码(如0.05%/ % ΔU_s)。电源灵敏度也可以用规定的电源电压直流漂移值来表示。采用电池供电的高精度模数转换器,要求对大的电源波动具有良好的抑制能力。

• 四重斜率转换器

它是一个进行两次双斜率转换循环的积分模数转换器,其中一次是零值输入,另一次是被测的模拟量输入。从第二次循环的计数结果值减去第一次循环的计数结果值,得到此误差值。使用这种线路使转换器测量得非常精确。例如13位CMCS单片AD7550就是一个具有1PPm/°C标准温度系数(增益和另位温度系数)的四重斜率模数转换器。

• 量化不确定性(或称“误差”)

对于n位转换过程中,连续的模拟量分成 2^n 个分立的区域。在给定的区域内的所有模拟量都用相同的数码表示,通常指定为标称的中间值。因此除实际的转换误差外,还有一个不确定的 $\pm \frac{1}{2}$ LSB的量化误差。在积分转换器中,这个量化误差常用“ $\pm 1 \text{ Count}$ ”(±1脉冲计数)表示。

• 比率转换器

模数转换器的输出量是一个与输入和基准比值成正比的数字量。大部分转换都需要进行绝对的测量,也就是对照一个固定基准进行测量。在测量受到基准电压变化影响(例如加在电桥上的电压)的某些场合,使用同一基准作为转换基准具有突出的优点。它可以消除电压变化的影响,也可以用电流比率转换代替模拟信号的分度(其中分母在转换期间变化极小)。

• 稳定性

转换器稳定性通常是指它的性能对时间温度等因数的不敏感程度。各类稳定性性能的测量既困难又费时间。但是,在应用中温度的稳定性必须足够严格,以保证在各种技术规范的表中所包括的数据都正确。(见“温度系数”)

• 分步测试转换器

在这类转换器中,它以极快的转换速度来产生输出字节的最有效部分。这部分又由一个高速、高精度的D/A转换器转回成模拟量,并从输入量中减去,其所得的余数又快速地转换成数字,并与前面的转换结果结合组成输出字节。在数字校正分步测试中(用符号DCS表示),这两个二进位组以能够校正最有效二进位组的LSB误差的方式进行组合。例如采用8位和5位转换这项专利技术,可以做出一个全精度、高速12位转换器。

• 逐次逼近法

逐次逼近法是一种将未知量与一组加权基准进行比较的快速方法。逐次逼近法的模

数转换器的工作类似于在精密化学天平上用一套砝码(如1克、 $\frac{1}{2}$ 克、 $\frac{1}{4}$ 克、 $\frac{1}{8}$ 克、 $\frac{1}{16}$ 克等),依次地称量一个未知量。砝码依次试用,先用最重的。若天平不平衡,更换砝码(加大或减小),直至平衡为止。在此过程结束时,留在天平上的砝码的总重量将处在实际重量的一个LSB误差以内(如果天平适当地偏一点,则为 $\pm \frac{1}{2}$ LSB,见“另值”一节)。

• 温度系数

通常温度不稳定性用每摄氏度的百分率($\%/^{\circ}\text{C}$)、每摄氏度的百万分率($\text{PPM}/^{\circ}\text{C}$)、一个最低有效位的分数或者特定范围内的参数变化等方法表示。一般在室温和规定范围的极值条件下进行测量,而温度系数(T.C.)的定义是:参数变化值/温度变化值。主要参数有:增益、线性、偏移(双向的)和零位,最后三个参数用每摄氏度全量程范围的百分率或百万分率来表示。

• 增益温度系数

由于温度变化而引起转换器增益不稳定性的两个主要因素是:

1、在固定基准转换器中,基准信号源会随温度变化而变化。例如一个典型的AD581L的温度系数为 $5\text{PPM}/^{\circ}\text{C}$ 。

2、比率器电路对温度变化较为灵敏。

• 线性度的温度系数

它是指在规定温度范围内线性度对温度的灵敏度。为了避免错码,充分条件是在所要的范围内,任何温度下的微分非线性误差都应小于1LSB。可以用比率或者用在规定温度范围内的最大变化量来表示微分非线性温度系数,或者用转换器在规定温度范围内运行时无错码来表示。

• 偏移的温度系数

双向逐次逼近转换器的全数/模转换器开关断开点(负的满度点)的温度系数取决于以下三个变量:

- 1、基准信号源的温度系数;
- 2、输入缓冲器和比较器的电压稳定性;
- 3、双向偏置电阻器和增益电阻器的跟随能力。

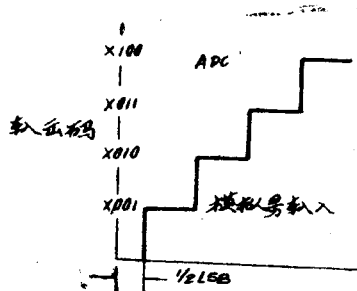
• 单极性零值

模拟-数字转换器的零点温度系数仅取决于积分器。与/或输入缓冲器以及比较器的零点稳定性。它可以用 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ 或每摄氏度下满刻度的百分率或百万分率表示。

• 零值和增益调整原理

单极性模拟数字转换器的零点调整:从所有位截止到最低有效位导通的转换出现在

标称满量程的 $\frac{1}{2} \times 2^{-n}$ 处。增益调节应使所有位都导通的最终转换出现在满刻度 $(1 - 3/2 \times 2^{-n})$ 处。偏移二进制双极性模拟数字转换器的零点调整应使第一次转换出现在负满刻度 $(-F.S.)$ 的 $(1 - 2^{-n})$ 处, 以及最后一次转换出现满刻度 $(1 - 3 \times 2^{-n})$ 处。



与微处理器兼容的 8 位 CMOSA/D转换器

——AD7574

特 点

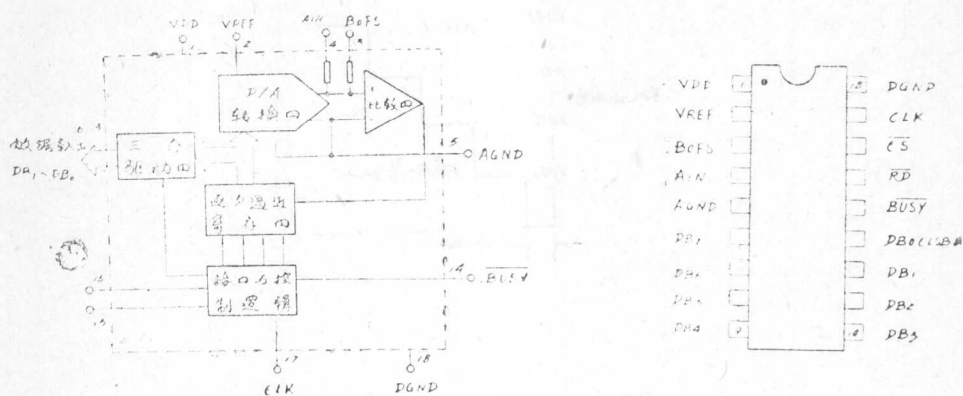
- 8 位分辨率
- 功耗低: 30mw
- 在规定的度范围内无错码
- 最快的转换时间为 $15\mu s$
- 与微处理器接口, 类似RAM、ROM或低速一存贮器
- 具有比率测量的能力
- 单电源 + 5v 供电
- 内部有比较器和时钟振荡器
- 价廉

概 述

AD7574是一种廉价的可与微处理器相容的A/D转换器。采用逐次逼近的方法, 转换时间为 $15\mu s$ 。将AD7574设计成可存贮转换的输入装置那样, 其接口的连接就可类似于静态RAM、ROM或低速存贮器。其CS(译码的器件地址)和RD(读/写控制)端与所

有微处理器存储系统一样，这两个输入端控制着整个A/D转换器的工作，如启动转换和读出数据。A/D转换器的输出数据位采用三态逻辑，可以直接与微处理器总线或系统输入端口相接。

内部时钟、+5V供电、芯片内藏比较器和接口逻辑以及低功耗(300mw)和转换时间快，这些都使得AD7574作为大多数模/数转换器与微处理之间的接口使用较为理想，在航空电子学、仪器仪表和生产过程自动化中，由于体积小(18脚双列直插)和单片的可靠性，可获得广泛的使用。



方框图

AD7574顶视图

定货资料

微变非线性	温度范围和封装		
	塑料	陶瓷	陶瓷
	$-55^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$	$-25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$	$-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$
$\pm 7/8\text{LSB}$	AD7574JN	AD7574AD	AD7574SD
$\pm 3/4\text{LSB}$	AD7574KN	AD7574BD	AD7574TD

注意:

FSD是对静电放电敏感的器件。其数字控制输入端有齐纳管保护，但是对没有接线的器件，受到高能量静电场作用易产生永久性损坏。凡不用的器件，必须贮藏在导电的泡沫塑料或分流器中，在器件被取出之前，这种泡沫塑料能对所在的插孔进行放电。

直流规范

($V_{DD} = +5V$, $V_{REF} = -10V$, 单极性接法
 $R_{CLK} = 180K\Omega$, $C_{CLK} = 100PF$, 除另作说明)

参 数	限 值 $T_A = +25^\circ T_{min}$, T_{max} ' 单位			条件/注释
精度	8	8	bits	相对精度和微变非线性是采用图7b外部时钟电路进行动态测量的。时钟频率500KHz (转换时间15μs)。满度误差是在校正了失调误差之后测量的,见图8a与有关的校验过程。最大的满度变化,从+25°至T_{min}或T_{max}为$\pm 2LSB$。 最大失调变化,从+25°C至T_{min}或T_{max}为$\pm 20mV$。
分辨率				
相对精度误差				
AD7574JN,AD,SD	$\pm 3/4$	$\pm 3/4$	LSB max	
AD7574KN,BD,TD	$\pm 1/2$	$\pm 1/2$	LSB max	
微变非线性				
AD7574JN,AD,SD	$\pm 7/8$	$\pm 7/8$	"	
AD7574KN,BD,TD	$\pm 3/4$	$\pm 3/4$	"	
满度误差 (增益误差)				
AD7574JN,AD,SD	± 5	± 6.5	"	
AD7574KN,BD,TD	± 3	± 4.5	"	
失调误差 ²				为规定转换精度的5%降低了转换精度
AD7574JN,AD,SD	± 60	± 80	μV max	
AD7574KN,BD,TD	± 30	± 50	μV max	
失配(脚3 B_{OFS} 与脚4 A_{IN} 之间电阻 ³)	± 1.5	± 1.5	%	
模拟输入				
输入电阻			K Ω	
V_{REF} 端 (脚2)	5/10/15	5/10/15 min/typ/max		
B_{OFS} (脚3)	10/20/30	10/20/30	"	
A_{IN} (脚4)	10/20/30	10/20/30	"	
V_{REF}	-10	-10	V	
V_{REF} 范围 ⁴	-5~-10	-5~-10	V	
标称输入范围				
单极性方式	$0 \sim -1 V_{REF} $		V	
双极性方式	$- V_{REF} \sim + V_{REF} $		V	

逻辑输入				
RD(脚15)、CS(脚16)				
V _{INH} 逻辑高输入电压	+ 3.0	+ 3.0	V _{min}	V _{IN} = 0V, V _{DD}
V _{INL} 逻辑低输入电压	+ 0.8	+ 0.8	V _{max}	
V _{IN} 输入电流	1	10	μA _{max}	
C _{IN} 输入电容 ⁵	5	5	PF _{max}	
CLK(脚17)				
V _{INH} 逻辑高输入电压	+ 3.0	+ 3.0	V _{min}	7b) (如果要求外部时钟, 见 电路图转换时, V _{IN} (CLK) ≥ V _{INH} (CLK) 转换时, V _{IN} (CLK) ≤ V _{INL} (CLK)
V _{INL} 逻辑低输入电压	+ 0.4	+ 0.4	V _{max}	
I _{INH} 逻辑高输入电流	+ 2	+ 3	MA _{max}	
I _{INL} 逻辑低输入电流	+ 1	+ 10	MA _{max}	
逻辑输出				
BUSY(脚4)				
DB ₇ - DB ₀ (脚6 - 13)				
V _{OH} 输出高电压	+ 4.0	+ 4.0	V _{min}	I _{source} = 40MA
V _{OL} 输出低电压	+ 0.4	+ 0.8	V _{max}	I _{sikn} = 1.6mA
I _{LKG} DB ₇ - DB ₀				
浮置级漏电流	1	10	μA _{max}	V _{out} = 0V, V _{DD}
浮置级输出电容	7	7	PF _{max}	见图8a, 9a, 10a,
输出代码	单极性二进制, 偏置二进制			和8b, 9b, 10b
电源要求				
V _{DD}	+ 5	+ 5	V	接规定性能的 ±5%
I _{DD} (闲置)	5	5	MA _{max}	A _{IN} = 0V, A/D转换器处于复位, 转换完成在复位之前
I _{REF}	V _{REF} /5KΩ		max	

注释：1、温度范围如下：JN、KN($0^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$)

AD、BD($-25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$)

SD、TD($-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$)

2、典型的温度漂移系数是 $\pm 15\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

3、电阻 R_{ROES} 与 R_{AIN} 的失配,会引起传递函数围绕着正满度值转动,当采用图9a电路时,其影响是一项失调和一项增益。

4、典型值不保证或须测试。

5、保证,但不测试。

交流规范

($V_{\text{DD}} = +5\text{V}$, $C_{\text{CLK}} = 100\text{PF}$, $R_{\text{CLK}} = 180\text{K}\Omega$, 除此另外注明)

符号	规 格	限 值 $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	限 值 $T_A = T_{\text{min}}$	限 值 $T_A = T_{\text{max}}$	条 件
----	-----	------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-----

静态RAM接口方式(见图1和表1)

t_{CO}	CS脉冲宽度要求	100ns min	150ns min	150ns min	BUSY 的负载 为20PF BUSY 的负载 为100PF
t_{WSCS}	RD相对CS的建立时间	0 min	0 min	0 min	
t_{CBPD}	CS至Busy的传送时延	90ns tPy	70ns tpy	150ns tpy	
		120ns max	120ns max	180ns max	
		120ns tpy	100ns tpy	180ns tpy	
		150ns max	150ns max	200ns max	DB ₀ -DB ₇ 的负载 为20PF DB ₀ -DB ₇ 的负载 为100PF
t_{BSR}	BUSY相对RD 的建立时间	0 min	0 min	0 min	
t_{BCSS}	BUSY相对CS 的建立时间	0 min	0 min	0 min	
t_{RAD}	数据存取时间	120ns tpy	100ns tpy	180ns tpy	
		150ns max	150ns max	220ns max	
		240ns tpy	220ns tpy	300ns tpy	DB ₀ -DB ₇ 的负载 为20PF DB ₀ -DB ₇ 的负载 为100PF
		300ns max	300ns max	400ns max	
t_{RHD}	数据保持时间	80ns tpy	40ns tpy	120ns tpy	
		50ns min	30ns min	80ns min	
		120ns max	80ns max	180ns max	
t_{RHCS}	CS相对RD保持时间	250ns max	200ns max	300ns max	
t_{RESET}	复位时间要求	3 μs min	3 μs min	3 μs min	