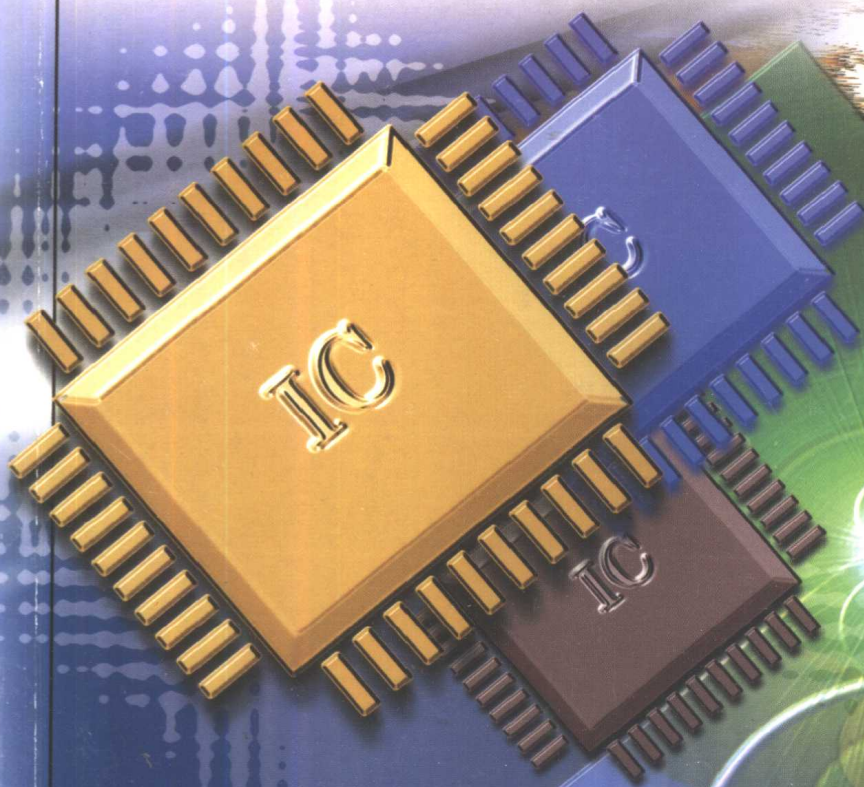
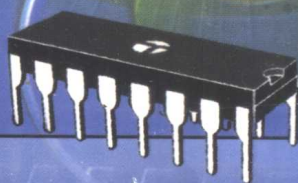


最新

A-D/D-A 转换器 IC 特性代换手册



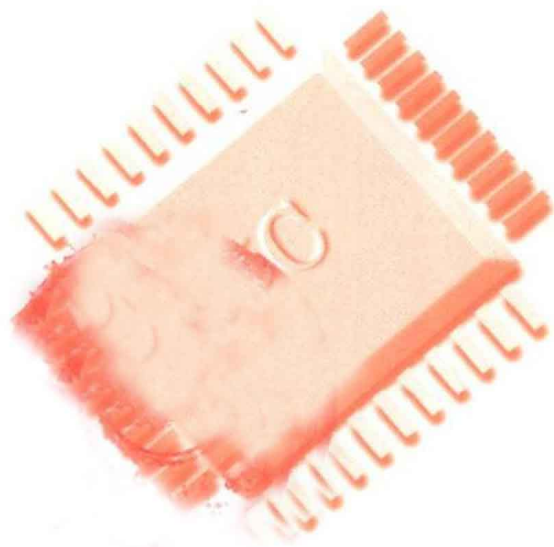
福建科学技术出版社



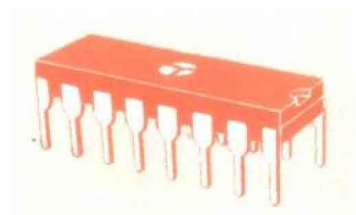
最新

A-D/D-A 转换器 IC 特性代换手册

《集成电路特性代换手册》编译组



福建科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

最新 A-D/D-A 转换器 IC 特性代换手册/《集成电路特性代换手册》编译组编. —福州: 福建科学技术出版社, 2001. 1

ISBN 7-5335-1704-0

I. 最… II. 集… III. ①模-数转换器-手册 ②数-模转换器-手册 IV. TP335-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 38626 号

最新 A-D/D-A 转换器 IC 特性代换手册

《集成电路特性代换手册》编译组

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福州市屏山印刷厂印刷

开本 880×1230 毫米 1/32 9 印张 2 插页 289 千字

2001 年 1 月第 1 版

2001 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—6 000

ISBN 7-5335-1704-0/TN · 236

定价: 20.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向承印厂调换

前 言

本手册收集了国内外最新的 A-D/D-A 转换器、模拟多路开关及取样/保持放大器等 IC 的规格参数。限于篇幅，我们不能把各厂商的资料手册完全照原样收录，而是根据电路设计的要求，将特性、引脚连接和排列、功能方框图及基本电路实例等，有选择地摘录。

有关特性记载，以周围温度为 $+25^{\circ}\text{C}$ 时的最劣值及其温度漂移最严重的情况为前提，可能的话，也记载了所有工作温度范围内的特性。

对于有第二来源 (second source) 的产品，如果特性方面稍有差异的话，只要篇幅许可，本手册就尽可能地收录其不同之处；有些产品限于篇幅，则当作同一特性产品收录。

为了得到最好的工作性能，有些产品须进行精确地设计，因为如果设计结果有一点点参数上的差异，电路就可能出问题，这种情况下，务请参考厂商所提供的资料，并仔细加以检验。

有关 A-D/D-A 转换器的工作时序图、详细的外形尺寸图、封装种类及极限参数等，本手册限于篇幅，只能有选择地摘录。

A-D/D-A 转换器在构造上，有单片电路 (monolithic) IC、混合电路 (hybrid) IC、微型组件 (module) 及印刷电路卡板等形式。然而，从目前状况来看，产品以单片电路 IC 和混合电路 IC 为主，故本 IC 特性手册仅收录这两种形式的产品。

本书由福州大学无线电系刘大茂教授统稿。限于时间和篇幅，书中难免有收集不全和遗漏之处，恳请广大专家和读者提出宝贵的意见，以便再版时加以修订。

《集成电路特性代换手册》编译组

2000 年 6 月

目 录

A-D/D-A 转换器的分类	(1)
A-D/D-A 转换器规格表使用说明	(5)
数字编码的种类	(10)
总例	(12)
A-D 转换器	(13)
摘要	(14)
个别资料	(54)
D-A 转换器	(131)
摘要	(133)
个别资料	(160)
A-D/D-A 转换器	(247)
摘要	(249)
个别资料	(250)
音频用 A-D/D-A 转换器	(253)
摘要	(254)
个别资料	(258)
取样和保持 IC	(269)
摘要	(270)
个别资料	(274)

■ A-D/D-A 转换器的分类

【A-D 转换器】

A-D 转换器可粗略地分为积分型、逐次逼近型、并行比较型三种类型。本书还细分为 $\Sigma\Delta$ 调变型、电容器阵列逐次逼近型、串并列型等其他类型。

• 积分型

积分型 A-D 转换器是对输入模拟电压进行积分，转换成时间（脉冲宽度信号）或频率（脉冲频率信号），然后通过定时器/计数器得到计数值。由简单电路即可获得高分辨率、高精密度，这是它的优点，但因转换精度须依靠积分时间，故转换速度极慢是它的缺点。

早期单片集成 IC 的 A-D 转换器多采用积分型，但现在逐次逼近型渐成主流。

• 逐次逼近型

逐次逼近型 A-D 转换器是由比较器、D-A 转换器、逐次比较逻辑电路等构成。它由 MSB 开始，一位一位地比较输入电压与内藏 D-A 转换器的输出电压，然后经过 n 次比较即可得到数字量输出。对于逐次逼近型 A-D 转换器而言，电路规模、转换速度等均属中等。

目前，单片集成 IC 的逐次逼近型 A-D 转换器渐成主流。

• 并行比较型

并行比较型 A-D 转换器是使用多个比较器，仅一次比较转换，就可得到数字量输出，也称为平面型 A-D 转换器。对于并行比较型 A-D 转换器，转换速度极快。不过，为了得到 n 位数字量输出，需要 $2^n - 1$ 个比较器，而且电路规模也将增大。

视频用 A-D 转换器特别需要在高速的情况下运用，故把并行比较型 A-D 转换器归到视频信号处理用 IC 规格表中。

- **Σ - Δ 调变型 (sigma-delta)**

Σ - Δ 调变型 A-D 转换器是由积分器、转换器、1 位 D-A 转换器以及数字滤波器构成。其原理与积分型 A-D 转换器相似，是将输入电压转换成时间（脉冲宽度信号），而后经数字滤波器处理，即可得到数字量输出。该类转换器的数字部分容易单片集成化，也容易得到高精密度及高分辨率，因而它主要用于音频及计测技术（仪表）中。

- **电容器阵列逐次逼近型**

电容器阵列逐次逼近型 A-D 转换器是指在内含 D-A 转换器中使用电容器矩阵方式的 A-D 转换器，也称为电荷再分配型 A-D 转换器。一般电阻阵列方式 A-D 转换器需要许多电阻，而在单片集成 IC 上做成高精密度电阻不太容易，若将它们调换成电容器阵列，则可以低廉的价格完成高精密度的单片集成 IC A-D 转换器。新近逐次逼近型 A-D 转换器多为电容器阵列方式。

- **串并列型**

串并列型 A-D 转换器介于并行比较型及逐次逼近型之间，较逐次逼近型更快速，而电路规模小于并行比较型，也称为半平面型 A-D 转换器。最典型的是，它一般选择 $n/2$ 位并行比较型 A-D 转换器 2 个，再配合 D-A 转换器，经过 2 次比较来进行转换，有的还将 2 次转换结果进行演算，补偿并修正其特性。

【D-A 转换器】

D-A 转换器的内部电路构成并无太大的差异，一般是由电流或电压转换电路或乘法运算电路获得模拟量输出。

- **一般的 D-A 转换器**

大部分 D-A 转换器是由电阻阵列及 n 个电流转换器（或电压转换器）构成，它是按照计数输入值切换转换器，产生与输入成比例的电流（或电压）。为了改善其精密度，有的 D-A 转换器是由恒流源等构成。

一般说来，因电流转换时转换误差较小，故电流转换型电路常被使用。若 D-A 转换器完全按照电流转换型电路而生成电流输出，则称为电流输出型 D-A 转换器；若 D-A 转换器是通过电流—电压转换之后而生成电压输出，则称为电压输出型 D-A 转换器。

• 电压输出型

在电压输出型 D-A 转换器中，有从电阻阵列中直接取出电压的，也有使用内含式放大器，用低阻抗输出的。直接电压输出的仅使用高阻抗负载，而无输出放大器的滞后效应，故常当成高速 D-A 转换器使用。

• 电流输出型

电流输出型 D-A 转换器输出的是电流量，绝大部分采用外接电流—电压变换电路而得到电压输出。这种电路有两种输出方法：一是在输出引脚上连接负载电阻，进行电流—电压转换；另一是通过外接 OP 放大器获得输出电压。

以负载电阻来实现电流—电压转换的方法会在电流输出引脚上出现电压，因而有必要在规定的输出电压（输出一致性电压）范围内使用。因电流输出端输出阻抗极高，故一般使用外接 OP 放大器。

以外接 OP 放大器来实现电流—电压转换的方法与使用内含放大器式的电压输出型 D-A 转换器相同。此时，因 D-A 转换器的电流调整时间，加上 OP 放大器的延迟，所以转换速度慢。在电路构成中，若考虑输出引脚的内部电容而使 OP 放大器易于振荡，则需要加上相位补偿。

• 乘法型

D-A 转换器中，有根据一定的基准电压做成的，也有在基准电压输入端加入交流信号的。加入交流信号的 D-A 转换器，因可以得到数字输入及基准电压输入的乘法运算结果，故称为乘法型 D-A 转换器。

• 1 位 D-A 转换器

1 位 D-A 转换器的转换方式和其他方式完全不同，它是将数值转换成脉冲宽度调制或频率调制，并通过滤波器进行平均化，从而得到一定的电压输出。它也称为位通量 D-A 转换器，常用于音频技术中。

【其他 A-D/D-A 关联 IC】

• 模拟多路开关

为了使多个模拟输入共用 1 个 A-D 转换器，可将多个模拟输入通过一个模拟多路开关进行切换，它一般集成在 A-D 转换器内部，也有单独的模拟多路开关。不过，内含模拟多路开关的多通道 A-D 转换器逐年增加。

• 取样/保持放大器 (Sampling/hold Amp)

逐次逼近型及串并列型 A-D 转换器在转换时,若输入模拟量发生变化,则无法得到正确的输出。为了将开始转换前的模拟输入值保持至转换结束,一般采用取样/保持放大器。取样/保持放大器在取样期间输出会追随输入,而保持期间会保持动作瞬间的输出值,故也称为跟踪/保持放大器。

• 数据采集系统

使用 A-D 转换器,将模拟输入信号数字化,然后送入设备中进行存储、显示等,这一系统称为数据采集系统。它由取样/保持放大器、模拟多路开关、基准电压、同步脉冲振荡电路、A-D 转换器、数据 RAM 等构成。

现在,数据采集系统的所有功能电路可集成在一只芯片上,称为单片数据采集系统,本书将它们视为多功能型 A-D 转换器而加以收编。

• 模拟输入/输出模块

数据采集系统不仅仅是采集模拟信号,也可进行模拟信号的输出。内含 A-D/D-A 转换器,从而可进行模拟信号输入、输出的数据采集系统称为模拟输入/输出模块。

■ A-D/D-A转换器规格表使用说明

【转换精度(静态特性)】

• 分辨率与量化误差

A-D 转换器是将模拟量转换成 n 位数字量, 而 D-A 转换器是将 n 位数字量转换成模拟量, 若模拟量与数字量成比例, 则为最理想状态。但是, 因为数字量仅以 1 LSB 的台阶变化, 所以若模拟量小于 1 LSB, 则无法进行转换, 此 1 LSB 的大小即为 A-D/D-A 转换器的分辨率。由于 1 LSB 是由数字量的位数来决定的, 故一般而言, 分辨率是用位数来表示。若分辨率为 n 位, 则 1LSB 即为满刻度的 $1/(2^n - 1)$ 。

进行 A-D/D-A 转换时, 在各台阶的中央部分, 模拟量与数字量成比例, 而在两端产生最大为 $\pm 1/2$ LSB 的误差, 该误差是因模拟量(连续量)用数字量表示而必然生成的, 因此, 该误差也称为量化误差。量化误差的大小是由分辨率决定, 提高分辨率就可以减小该误差。

• 转换精度

除了量化误差外, 一般误差是因实际元件的特性、非线性等而产生的(如图 1)。即使提高分辨率, 但若元件的特性远离理想状态, 其误差也将增大。反之, 尽管分辨率低, 但若元件的特性非常接近理想状态, 其误差还是可以减小的。

在 n 位 A-D/D-A 转换器中, 若偏移误差、增益误差、线性误差的总和在 $\pm 1/2$ LSB 以内的话, 那么, 即使在量化误差上增加 $\pm 1/2$ LSB, 转换后的误差也可在 ± 1 LSB 以内, 即 n 位的数字量全是有效的。因此, 有时也将误差总和在 $\pm 1/2$ LSB 以内的 A-D/D-A 转换器称为 n 位精度的 A-D/D-A 转换器。

• 无调整综合误差

无调整综合误差是在零点误差及不更正满刻度值误差的状态下测定转换曲线与理想直线间的最大距离。它包括线性误差、零点误差、满刻度误差, 一般

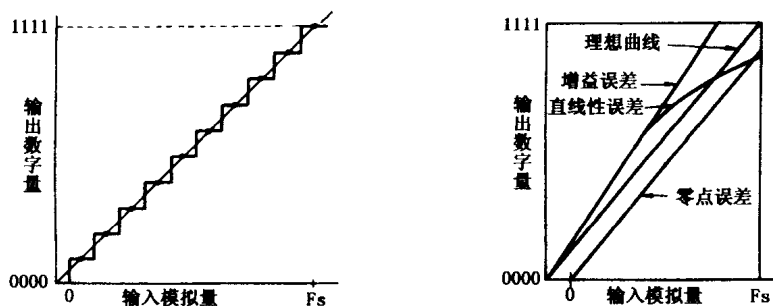


图 1

用%满刻度（即满刻度范围内的比率）或 LSB 为单位来表示。

• 相对准确度及积分非线性

相对准确度及积分非线性是对于 A-D/D-A 转换器的非线性而言的，一般用%满刻度或 LSB 为单位来表示。

积分非线性是测定连结转换曲线两端直线的非线性，以及对转换曲线偏差最小的直线的非线性。当然，以两端点所测定的非线性是较粗糙的值。

相对准确度是将零点误差及满刻度误差更正为零，而后测定转换曲线与理想直线间的最大距离。此时，因理想直线与连结两端点的直线一致，故相对准确度与两端点直线是相同的。

• 微分非线性

微分非线性是测定模拟量台阶幅度与 1LSB 间的差值，它表示 A-D/D-A 转换局部的非线性（如图 2 (a)）。理想的台阶幅度应全为 1LSB，若台阶幅度不是 1LSB，则在该处，转换曲线对于理想曲线会有所倾斜。

• 单调性与无错误码

单调性是指在整个转换范围内，连续地增加或减小输入时，输出也连续地增加或减少（如图 2 (b)）。无错误码是指在 A-D 转换器的输入发生变化时，没有无法进行输出工作的码。

若微分非线性在 $\pm 1\text{LSB}$ 以上，则模拟量的台阶幅度会变成零或负数，并失去单调性，从而产生错误码。为保证单调性及无错误码，微分非线性必须在 $\pm 1\text{LSB}$ 以内。在 n 位 A-D/D-A 转换器中，微分非线性在 $\pm 1\text{LSB}$ 以内的称为 n 位单调性

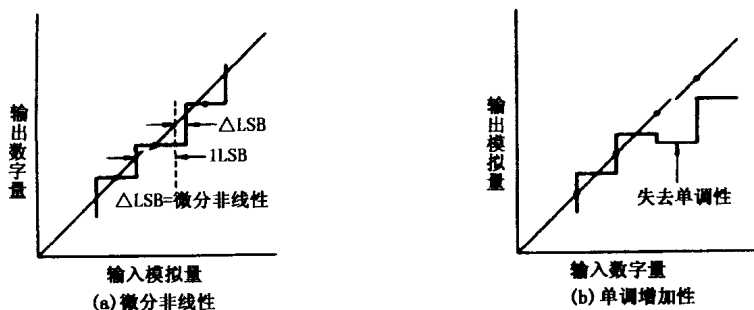


图 2

A-D/D-A 转换器。

• 零点误差（偏转误差）

零点误差是指位于满刻度范围下端（零刻度）的误差，用%满刻度、LSB、mV 等单位来表示。双极性（分正负极性）A-D/D-A 转换器的满刻度下方并非零刻度，而是负的满刻度（ $-F_s$ ）

• 双极性零点误差（中央刻度误差）

双极性（含正负值）A-D/D-A 转换器满刻度的中点为零点，对于此点的误差，称为双极性零点误差。

• 满刻度误差（增益误差）

满刻度误差是指满刻度范围的误差，一般用%满度刻度或 LSB 为单位来表示。双极性 A-D/D-A 转换器可分为满刻度范围的误差（负的满刻度~正的满刻度），以及正的满刻度误差（双极性零点~正的满刻度）、负的满刻度误差（双极性零点~负的满刻度）等。

【转换速率】

• 转换时间

在 A-D 转换器中，从一个转换命令开始，到决定所有位的输出值为止，所需要的时间称为转换时间。

逐次逼近型 A-D 转换器，其转换命令执行须与时序脉冲同步，故转换时间可用同步脉冲周期数来表示，一般用时间单位（ μs 或 ns ）来表示。

在输入内含 S&H (取样/保持) 及多通道输入型 A-D 转换器中, 将纯粹 A-D 转换的时间加上 S&H 及多路转换器的延迟时间当做转换时间。

• 取样率

取样率是指 A-D 转换器在单位时间内可以读取模拟量的次数。一般而言, 转换周期的倒数即是最大取样率。但是, 多个 A-D 转换器可以进行并联使用, 故可在比转换周期更短的时间间隔内取样。

• 输出稳定时间

在 D-A 转换器中, 从数字量输入到模拟输出量达到某一规定误差范围内所需的时间定义为输出稳定时间 (如图 3), 它通常是测定从输入的满刻度台阶 (或 1LSB) 开始, 到输出值收敛于 $\pm 1/2$ LSB 为止的时间。

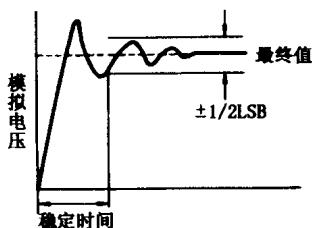


图 3

【转换精度(动态特性)】

• 总谐波失真

总谐波失真是指输入信号的基本频率成分中含有高次谐波成分 (各高次谐波乘以 2 的平方根) 的比率, 用 % 或 dB 为单位来表示。

• 信噪比

信噪比是指输出的满刻度正弦波, 与尼奎斯特频率以下全部频率成分之和 (乘以 2 的平方根) 的比率, 一般用 % 或 dB 为单位来表示。在 A-D/D-A 转换器中, 噪音中也包含了量化误差。

• 不引起失真的工作范围

不引起失真的工作范围是指 A-D/D-A 转换器可以处理的最小信号与最大信号的比值, 一般用 dB 为单位来表示。

• 细微状脉冲

细微状脉冲是指从 D-A 转换器的数字量输入到模拟量输出的电荷大小, 它也称为细微状能量, 一般用 $\text{nV} \cdot \text{s}$ 为单位来表示。

• 数字量馈通

从 D-A 转换器的数字量输入起到模拟量输出的交流成分即称为数字量馈通, 一般用 $\text{nV} \cdot \text{s}$ 为单位来表示。

• 数字式串音

在多通道 D-A 转换器中, 从对某通道的数字量输入, 转移到其他通道的模拟量输出, 其交流成分称为数字式串音, 一般用 $\text{nV} \cdot \text{s}$ 为单位来表示。

• 通道间串音

在多通道 D-A 转换器中, 某通道的模拟量输出电压对于其他通道的输出所造成的影响, 称为通道间串音。

• 乘法馈通

在乘法型 D-A 转换中, 由基准电压输入而得到模拟量输出的交流成分称为乘法馈通 (AC 馈通), 一般用 dB 为单位来表示。

【取样/保持】

• 接受时间

取样/保持放大器同步工作时, 输出会跟随着输入, 转换为取样工作后, 在达到输出与输入一致前的时间 (允许误差的范围内), 称为接受时间。它一般是通过输入给予满刻度步进变化, 而后加以测定 (输出值的允许误差可为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.01\%$ 等)。

• 间隙时间

取样/保持放大器从接受保持指令到实际保持输出为止的时间称为间隙时间。为了按预先准备好的定时进行保持, 必须提早一个间隙时间下达保持指令。

• 间隙颤动

间隙颤动是指进行重复取样时的间隙时间误差。一般隔一定的时间间隔给予保持指令, 若实际上保持的定时发生颤动, 则会成为转换的动态特性恶化的主因。

■ 数字编码的种类

A-D/D-A 转换器可将模拟信号与数字信号进行转换,而数字信号一般是用如下二进制码来表示。

不考虑符号时,数字信号一般使用正常二进制。若考虑符号,数字信号也可使用偏移二进制、二进制补码、符号数值二进制码等。

将数字信号转换成十进制码,一般采用 BCD 码。

• 正常二进制 (SB)

用 0000...00 表示零,然后 0000...01, 0000...10, 0000...11, ..., 1 个 1 个慢慢增加, 1111...11 为最大值。这是最普遍使用的二进制。

• 偏移二进制 (OB)

用 1000...00 表示零,然后正方向 1000...01, 1000...10, 1000...11, ..., 1 个 1 个增加, 1111...11 为正的最大值;而负方向 0111...11 表示 -1, 然后 0111...10, 0111...01, ..., 1 个 1 个减少, 0000...00 为负的最大值。

在正常二进制中,可加上 1/2 满刻度的偏移。

• 二进制补码 (2C)

用 0000...00 表示零,然后正方向 0000...01, 0000...10, ..., 1 个 1 个增加, 0111...11 为正的最大值,而负方向 1111...11 表示 -1, 然后 1111...10, 1111...01, ..., 1 个 1 个减, 1000...00 为负的最大值。

二进制补码可混合正负数,故可作加减运算。计算机内部的编码一般是使用二进制补码。

因为二进制补码与偏移二进制之间的差异仅是 MSB 1 位而已,所以若反转 MSB,就可将它们相互转换。A-D/D-A 转换器无论使用偏移二进制还是使用二进制补码,在实用上没有太大的差异。

在 D-A 转换器中,使用二进制补码有以下优点:电路出故障时,D-A 转换器的输入为全零或全 1 的机率很大。此时,二进制补码大致输出为零,而偏移二进制则为正的或负的最大输出,也就是说,采用二进制补码的 D-A 转换器在

电路出故障时有较高的安全性。

• 符号数值二进制

用正常二进制表示绝对值,将符号位附加在MSB上,0000...00表示零(+0),0000...01,0000...10,0000...11,...,1个1个逐次加1,0111...11为正的最大值,而1000...00也表示零(-0),1000...01,1000...10,...,1个1个逐次减1,1111...11为负的最大值。

• 互补正常二进制 (CSB)、互补偏移二进制 (COB)、互补二进制补码 (C2C)

将正常二进制 (SB)、偏移二进制 (OB)、二进制补码 (2C) 中的每位 (0 或 1) 求反,就可分别得到互补正常二进制 (CSB)、互补偏移二进制 (COB)、互补二进制补码 (C2C)。

■ 总例

☆型号

原则上, 封装或型号中的“—”号省略

☆公司名

制造商以简称表示

☆转换方式

A-D转换器时

逐次, 逐次逼近型 串并型, 串并型(半平面型)

C阵列: 电容阵列逐次逼近型(电荷重分配型)

积分, 积分型 $\Delta\Sigma$, delta-sigma 调变型

D-A转换器时

I: 电流输出型 V: 电压输出型 1 位微调型

☆代表特性

原则上以全温度范围内的极限值表示。

typ值(△内)为TA=25℃的值, 有*号者也是。

有多数不同版本的特性时, 以最佳顺序列出。

☆温度范围

C: 商业用(0~70℃以上)

I: 工业用(-20~80℃以上)

E: 扩张工业用(-40~85℃以上)

M: 运用(-55~125℃以上)

■ 8 位 A-D 转换器 (1LSB = 0.39% 满刻度)

型号	公司名	功能、特性						代表特性, () 为 typ 值, * 表示 25℃ 的值				处理法	温度范围	封装	
		转换方式	输出介面	差动输入	内含基准电压	内含 S8H Power Down	引脚配置	其他	电源电压 [V]	转换时间 (转换速度) [μ s]	非线性 (相对误差) [LSB]				消耗电流 [mA]
■ 1 通道															
● 转换时间 100 μ s 以上 (转换速度 10ksp/s 以下)															
ADC830	Datel	逐次	8 μ P	○			ADC0801		5 单	(100)*	总 $\pm 1/2^*$	1.8*	0~5	CMOS C	20DIP
ADC0802/4	Harris	逐次	8 μ P	○			ADC0801	second	5 单	114	总 $\pm 1/2 \sim 1$	1.8	0~5	CMOS C/I/M	20DIP
ADC0803	Harris	逐次	8 μ P	○			ADC0801	second	5 单	114	$\pm 1/2$	1.8	0~5	CMOS C/I/M	20DIP
ADC0801/3	NS	逐次	8 μ P	○					5 单	114	$\pm 1/4 \sim 1/2$	1.8	0~5	CMOS C/I/M	20DIP/SOP/PLCC

☆输出介面

数字, 数字并行输出的位数
 μ P: 微处理器汇流排互换式

☆引脚配置

就同功能, 同引脚排列而言, 选择最有代表性刊出;
 而特性或功能有所不同的, 用 () 表示。

☆IC 处理表示方式

Bip: 双极性

BiCMOS, BiCMOS

BFET, BiFET

CMOS, CMOS

MOS, MOS

Hyb: 混合