

●新特器件应用

具有 PCM 和 DSD 双功能的 DAC 芯片 PC M1738

中国科学技术大学 钱志远

Digital to Analog Converter PC M1738 with PCM and DSD

Qian Zhiyuan

摘要: PC M1738 是 B - B 公司生产的高级数模转换数码音响芯片, 利用它可以同时对 SACD 音频格式的 DSD 数据流和 DVD - Audio 用的 PCM 编码进行数模变换和解码。文中介绍了 PC M1738 的基本原理、主要性能指标及应用信息, 同时对其高级段 DAC 和电流段 DAC 的新技术做了描述。

关键词: DAC; SACD; DVD - Audio; ICOD; DWA; 解码芯片; PC M1738

分类号: TN79⁺2

文献标识码: B

文章编号: 1006 - 6977(2002)01 - 0047 - 03

1 概述

PC M1738 是 B - B 公司继 24bit/192kHz 正弦量方式 DAC 解码芯片 PC M1704 和 SACD 的 DSD 解码芯片 PC M1700 之后, 最新开发的又一片应用于高档音响设备的双功能解码芯片。该芯片既可对 DVD - Audio 的 24bit/192kHz 的 PCM 编码数字音频信号进行解码, 又可以对 SACD 的 64fs/1bit 的 DSD 编码数字音频进行解码, 而且性能良好。因此, 它是目前开发高档音频播放机或进行音响数模变换的理想器件。

2 PC M1738 的特点和性能

图 1 所示是 PC M1738 的结构功能框图, 其各引脚的功能说明如表 1 所列。PC M1738 的主要特点如下:

- 具有 24 bit 分辨率;
- 取样频率达 10 ~ 192kHz;

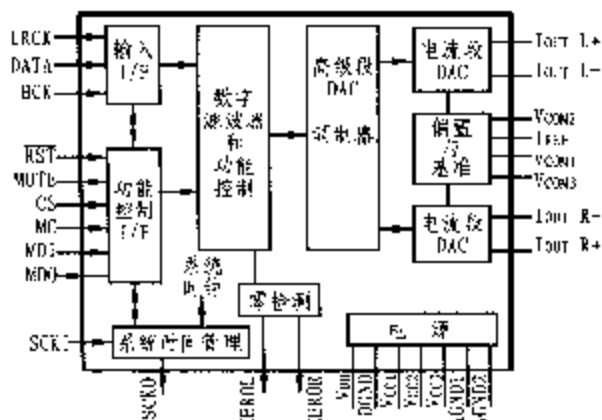


图 1 PC M1738 的功能框图

●具有多种接口格式功能, 其中 16/20/24bit 为后接格式, 16/20/24bit f²S, 24bit 为前接格式;

●系统时钟有 128/192/256/384/512/768fs 多种选择, 其中 fs 的范围为 32kHz ~ 192kHz;

●模拟输出差动电流为 ± 2.5 mA (Iout 端输出);

●内含 8 倍超取样数字滤波器, 可选择快慢两种斜降, 并且无域外噪声上升现象;

●具有数字音量衰减、软静噪、零检出门限和去加重等功能;

●具备 DSD 模式, 并具有四种滤波模式可供选择;

●具备 DF 旁路模式, 可隔离 PC M1738 内部的数字滤波器, 从而使输入信号可以和更高档的外部数字滤波器进行连接;

●采用模拟 5V 和数字 3.3V 的电源;

●采用 28 脚 SSOP 封装形式。

3 PC M1738 的高级段工作原理

PC M1738 的高级段 (Advance Segment) DAC 和电流段 DAC 是 B - B 公司专门为 PC M1738 新开发的一种新颖的数模变换方式。由于 24bit 分辨精度高达 $1/1677216 = 0.00000006$, 因此, 元件精度和电路结构都制约最终的实际精度。在现有集成电路制作的工艺水平条件下, 开发新型电路是一种能较快提高水准的捷径。

PC M1738 高级段 DAC 的总体原理如图 2 所示。其高级段的 DAC 方式主要由反相补偿失调双极型 ICOD 解码部分、5 电平三阶 $\Delta - \Sigma$ 调制、高级段数据加权平均 DWA 和 67 个电平差动电流段构成。当

表 1 PCM1738 管脚功能表

管脚编号	名称	I/O	功 能
1	RST	1	复位输入
2	ZEROL	0	L 声道 0 标识
3	ZEROR	0	R 声道 0 标识
4	LRCK	1	DFTH 模式时为 WDCK 时钟输入; DSD 模式时为接地
5	DATA	1	L 声道音频数据输入
6	BCKI	1	DFTH 模式时为位时钟输入; DSD 模式时为接地
7	SCKI	1	DFTH 模式时为系统时钟输入; DSD 模式时为接地
8	DGND	-	数字地
9	V _{DD}	-	数字电源(+3.3V)
10	SCKO	0	系统时钟输出
11	MDO	0	功能控制寄存器串行数据输出
12	MDI	1	功能控制寄存器串行数据输入
13	MC	1	功能控制寄存器移位时钟
14	SC	1	功能控制寄存器锁存使能端
15	MUTE	1	DFTH 模式时为静音; DSD 模式时为 R 声道音频数据输入
16	IoutR-	0	右声道负电流输出
17	IoutR+	0	右声道正电流输出
18	AGND1	-	模拟地线 1
19	V _{COM1}	-	内部偏置去耦端
20	V _{COM2}	-	I/V 公共电压
21	Iref	-	输出电流基准偏置端, 接 16k Ω 电阻到地
22	V _{COM3}	-	I/V 公共电压
23	Vref1	-	模拟电压 +5.5V
24	Vref2	-	模拟电压 +5.5V
25	IoutL+	0	左声道正电流输出
26	IoutL-	0	左声道负电流输出
27	AGND2	-	模拟地线 2
28	V _{COM3}	-	模拟电压 +5.5V

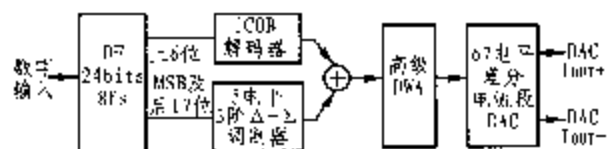


图 2 高级段 DAC 框图

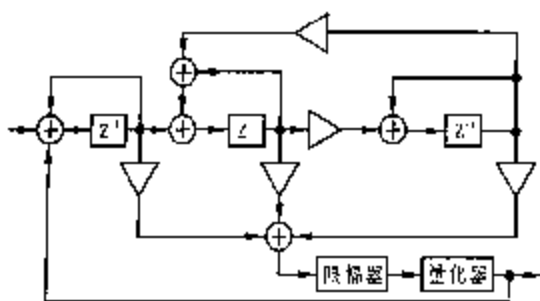
经过格式变化后的数字输出数据进入数字滤波器后,它首先通过八倍超取样变换成为 24bit/8fs 数据,然后再将其分割成上位和下位两段。其中上位段为除去最高位 MSB 的 6bit 数据,而下位段则是 MSB 和后 17bit 组成的一共 18 个 bit 的数据。运行时,将上位 6bit 输入 ICOD 解码部分,而将下位 18bit 数据则输入 5 电平三阶 $\Delta-\Sigma$ 调制器。这样利用上位 6bit 即可调制出 64 个台阶的粗波形 ($m=2^6=64$),而下

位 18bit 即是数据中的上 6 位所不含的残留量。

解码器 ICOD(Inverted Complementary Offset Binary)称反相补偿失调二进制,它把不含 MSB 的 6bit 数据变换成 64 电平数据,然后再分割成适合于电流段工作的 63 电平工作码输出。

5 电平三阶 $\Delta-\Sigma$ 调制器的等效电路见图 3 所示,在对输入幅度较大的信号进行调制时,每个取样点在振幅方向上的移动设定在 1 个电平之内。这样会使振幅对时间轴的误差(主时钟引起)相对小一些。

63 电平的 ICOD 数字输出和 5 电平三阶 $\Delta-\Sigma$ 调制器输出的电平量均为 1,在求和电路中可以直接相加成为 67 电平的 ICOD 码,然后再加上 $\Delta-\Sigma$ 调制信号传送下去,最后进行数码变换操作。

图3 5电平三阶 Δ - Σ 调制等效电路

数码变换的操作分为两步, 分别为高级 DWA 和电流段 DAC。高级 DWA (Advance Data Weighted Averaging) 可用来产生数模变换之后的电流段中需要的最合适的工作时钟。为了最大限度地抑制模拟误差, PCM1738 用独立的定时控制和一阶噪声整形操作相组合来实现高精度的低抖动(jitter)。

电流段 (Segment) DAC 由对模拟量相同加权的平衡差动电流部分和对此电流段进行开/关控制的电流开关构成。它是从数字信号变换到模拟信号的 DAC 的心脏。图 4 是电流段的简化等效电路。它共

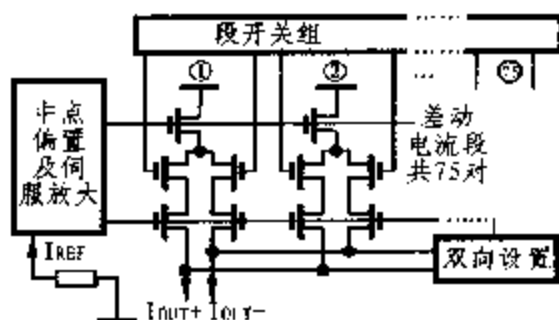


图4 电流段的简化等效电路

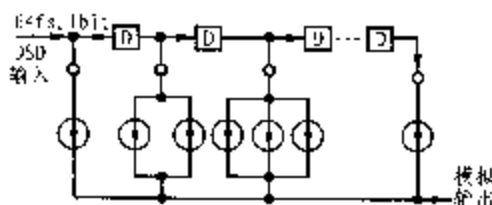


图5 FIR 滤波器等效电路

有 75 对差动电流源, 可来自高级 DWA 的 67 种电平按输入量和控制时钟来对其进行控制以完成变换工作。由于这 75 对电流源处理 67 种电平有足够的余量, 因而各个电流源都能工作在最佳状态, 而不会出现无声音调或特大振幅时的失配误差。

PCM1738 除了可以对 DVD - Audio 的 24bit/192kHz PCM 编码进行数模变换外, 还具有对 SACD 的 DSD 直接数据流进行数模变换的能力。

图 4 的电流源结构也可以用于 64fs / 1bit 的 DSD 信号的数码变换, 如果将其作为模拟 FIR 滤波器使用, 其功能相当于图 5 所示的 FIR 滤波器。其中延迟单元 D 和各电流段的数值即为各节之权重, 此时各电流源采用差动方式工作, 以便获得高品质的 DSD/ 模拟变换。

4 PCM1738 的应用电路

图 6 是 PCM1738 的应用电路。其中音频数据接入、工作时钟、控制用串行数据接口等部分在图中已经略去, 模拟输出部分为公司评估板的实际电路。

PCM1738 中 D/A 变换器的模拟输出为平衡差动电

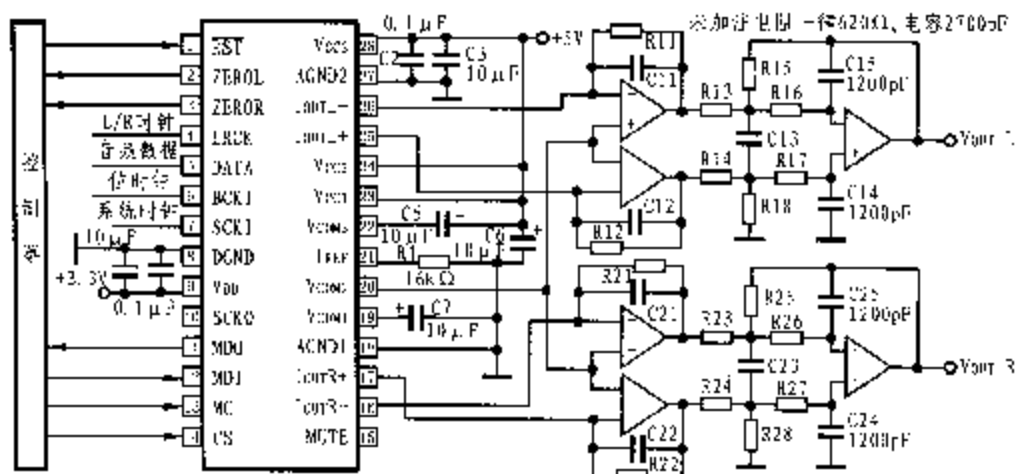


图6 PCM1738 基本应用电路示意

●新特器件应用

数字温度测量模块 LTM8003 及其应用

黑龙江八一农垦大学工程学院 李敏 孟臣

Digital Temperature Measurement Module LTM8003 and Its Application

Li Min Meng Chen

摘要: LTM8003 是一种新型数字温度传感器模块, 该模块具有管理 512 个数字温度传感器的能力, 它可利用其自身的 RS-485 口来和上位机一起构成数字多点测温网络系统, 可广泛应用于粮食、档案库等行业的温度监测系统中, 文中介绍了该模块的特点、命令集及典型应用。

关键词: 数字温度传感器; 测温网络; 一线总线; DS18B20; LTM8003

分类号: TP212.11 文献标识码: B 文章编号: 1006-6977(2002)01-0050-03

1 概述

DS18B20 是美国 DALAS 公司生产的一种新型“一线总线”数字温度传感器, 该传感器具有接口简单、测温范围宽、测温精度高等特点, 其“一线总线”便于构成测温网络, 可大大降低连线费用。但该模块在构成大型测温网络应用时也存在一些不足, 如测量周期长、测温距离短、“一线总线”允许挂接的传感器数量较少、温度读写时序要求严格、温度采集过程复杂等, 这些缺点限制了它在大规模测温网络中的应用。

LTM8003 是北京长英新业数码科技公司的产品, 该模块可独立完成 512 个“一线总线”数字温度传感器的温度采集及管理, 当其与上位机采用 RS-485 组网应用时(一台上位机可管理 128 台 LTM8003

模块), 可轻松构成万点数字化测温网络。LTM8003 的二级分布式结构可以使大型测温网络结构变得简单、明了, 又便于维护。

2 LTM8003 结构特点

LTM8003 模块内部采用双 CPU 结构, 其中一个 CPU 用于数字温度传感器的管理及温度采集, 另一个则用于网络通信, 这样, 温度数据的采集和网络通信便可以相互隔离, 从而大大缩短了数字温度传感器的测量周期, 提高了数据采集速度。该模块采集 512 点数据时仅需 8.5s 时间, LTM8003 主要特性如下:

- 可支持美国 DALAS“一线总线”数字化温度传感器 DS1820、DS18B20、DS1822 等;
- 测温点数为 1~512 点;
- 测温范围为 -55~+125℃;

流, 其满幅度 (0dB) 时为 $\pm 2.5\text{mA}$, 峰峰值为 5mA 。所以使用时必须外加电流/电压 (I/V) 变换电路, 而且同时需要进行双端/单端变换。当 I_b 端子处于满幅度时, 其输出 I_{out} 为 $\pm 2.5\text{mA}$, 图中的反馈电阻 R_{11} , R_{12} , R_{21} , R_{22} 均为 620Ω , 这样, I/V 变换出的电压 V_b 将为 $\pm(2.5R)\text{mA}$ 。另外, 由于后段部分带滤波作用的双端/单端变换输出的增益为 1, 所以实际输出电压应为两输入信号之差。即:

$$V_{out} = V_{o-} - (-V_{o-}) = 2V_{o-},$$

这样可得出输出峰-峰值 V_{p-p} 应为 $2.192V_{rms}$ 。

频率响应由与反馈电阻并联的电容决定, 按照 DVD-Audio 和 SACD 标准, 其信号的带域要求应达到 100kHz。但实际上仍可根据需要在一定范围内调整, 本

电路中的电容电阻值所决定的最终带宽为 70kHz。

需要特别提出的是: 为了达到 THD+N 小于 0.001% 和 S/N 高于 120dB 的要求, 应当选择合适的运放。选择运放需要考虑的基本指标有输入换算噪声电压、输入换算噪声电流、开环增益带宽、上升速率、建立时间及非线性失真等。

按一般播放机的输出电平 ($2V_{rms}$) 和信噪比 (-120dB) 要求折合出的噪声电平只有 $2\mu\text{V}$, 这就是说, 运放和电阻电容等器件的噪声是决定最终设备的杂音电平的主要因素, 因而必须注意每个环节的品质指标以便获得最佳的音质。

收稿日期: 2001-05-10

咨询编号: 011218