

文章编号:1002-8684(2006)09-0026-04

TMS320DM642 与音频编解码器的接口设计

·产品设计·

涂水林, 薛正明

(常熟理工学院 信息与控制工程系, 江苏 常熟 215500)

【摘要】介绍了高性能立体声音频编解码芯片 TLV320AIC23B 的基本特点、性能以及使用方法,并结合 DSP 芯片 TMS320DM642 与音频 CODEC 芯片 TLV320AIC23B 的接口设计,详细阐述了通过多通道音频串行端口(McASP)和 EDMA 进行音频编解码的实现方法。这种接口具有良好的通用性,可以广泛应用于各种相关设备的语音输入输出功能,进行语音信号数字处理。

【关键词】DM642; McASP; 音频编解码器

【中图分类号】TN912

【文献标识码】B

Design of Audio Codec Interface Circuit Based on DSP TMS320DM642

TU Shui-lin, XUE Zheng-ming

(Department of Automatic Control, Changshu Institute of Technology, Changshu Jiangsu 215500, China)

【Abstract】The characteristics, performance and application of the high performance stereo audio CODEC TLV320AIC23B are introduced. How to initiate TLV320AIC23B through I²C and how to set the registers of the McASP and EDMA in DSP according to the characteristic of TLV320AIC23B are described in detail.

【Key words】DM642; McASP; codec

1 TMS320DM642 和 TLV320AIC23B 简介

DM642 是一款具有高质量、多通道优越视频处理性能的单片媒体处理器,独特的 Veloci TI 架构使其在视频和图像处理中得到了广泛应用。DM642 包含了许多新的指令,增加了额外的数据通道,寄存器的数量也增加了。这些扩展使得 CPU 可以在一个时钟周期内处理更多的数据,从而获得更高的运算性能。其内部集成了多种片内外设,使得开发视频和图像领域的应用更为方便。它带有 3 个可配置的视频端口,提供与视频输入、视频输出以及码流输入的无缝接口。这些视频端口支持许多格式的视频输入/输出,包括 BT.656, HDTVY/C, RGB 以及 MPEG-2 码流的输入。DM642 的其他外设包括:多通道音频串口(McASP), 10 Mb/s 和 100 Mb/s 的以太网口(EMAC),外部存储器接口(EMAC),主机接口(HPI),多通道缓冲串口(McBSP)以及 PCI 接口等。它不仅具有 C64x 系列芯片的主要特征,还高度集成了音视频等外部设备的接口,方便多媒体应用开发^[1]。

TLV320AIC23B (简称 AIC23B)是一款集成了模拟功能的高性能立体声音频编解码器,支持 MIC 和 LINE IN 两种输入方式,芯片中的 ADC 和 DAC 采用了先进的 Σ - Δ 过采样技术,数据传输字长可分别为 16, 20, 24, 32 位。由于采用了工业界最小的封装使芯片只占用 25 mm² 的面积,使得立体声音频设计成本低、面积小。同时也使得 AIC23B 成为便携音频播放、记录产品的模拟音频输入/输出处理部分的理想选择。其主要特性如下:

(1)高性能立体声编解码器,支持 8~96 Kb/s 采样频率,97 dB ADC;100 dB DAC 转换信噪比。1.42~3.6 V 内核数字供电电压,2.7~3.6 V 模拟供电电压。(2)可编程多种串行口数据传输标准,支持 I²C 与 SPI 串口数据格式。(3)输入输出都具有可编程增益调节,内置耳机输出放大模块。(4)低功耗电源管理,录音重放模式下 19 mW;备用状态小于 150 μ W,停止状态小于 15 μ W。

2 硬件接口设计

TLV320AIC23B 与 DM642 的接口有两个,一个是控制接口,用于设置 TLV320AIC23B 的工作参数;另一

个是数据口,用于输入/输出 TLV320AIC23B 的 A/D,D/A 数据。

2.1 控制接口

TLV320AIC23B 内部有 11 个可编程控制寄存器(见表 1),通过不同设置,可以改变芯片的工作状态,如采样率、左右声道音量等。这些寄存器都是通过 AIC23B 的控制接口来编程的。控制接口可选择采用 SPI 或 I²C 接口,外部引脚 MODE 的状态决定采用哪种接口方式。SPI 和 I²C 接口控制方式选择见表 2。

表 1 AIC23B 配置寄存器

地址	寄存器
0000000	左通道音频输入音量控制寄存器
0000001	右通道音频输入音量控制寄存器
0000010	左通道耳机音量控制寄存器
0000011	右通道耳机音量控制寄存器
0000100	模拟音频通道控制寄存器
0000101	数字音频通道控制寄存器
0000110	电源节省控制寄存器
0000111	数字音频格式寄存器
0001000	采样率控制寄存器
0001001	数字接口激活寄存器
0001111	复位寄存器

表 2 SPI 和 I²C 接口控制

MODE	接口方式
0	I ² C
1	SPI

当使用 I²C 总线对 AIC23B 进行配置时,I²C 总线采用的是 7 位地址的寻址方式,即在开始条件后的 7 位地址决定了 I²C 总线上的哪一个器件接收此次传输的数据。当 \overline{CS} 为 0 时,AIC23B 器件地址为 0011010B。由于 AIC23B 的寄存器只有写操作而无读操作,因而将其控制字分为两个部分:高 7 位是寄存器地址,低 9 位是写入寄存器中的控制数据。采用 I²C 传输方式时,SDIN 为输入串行数据,SCLK 为串行时钟,AIC23B 控制寄存器数据写入时序如图 1 所示。具体应用可参考芯片手册。

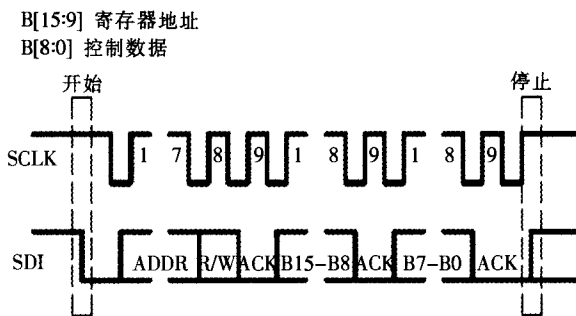


图 1 AIC23B 控制寄存器数据写入时序图

2.2 数据接口

TLV320AIC23B 的数据口有 4 种工作方式,一般采用 IIS 与 DSP 两种模式。这两种模式的区别仅在于帧信号的宽度不同。前者的帧信号宽度必须为一个字(16 bit)长,而后的帧宽度可以为一个 bit 长。两种工作方式均可方便地与 DM642 的 McASP 串口相连接。AIC23B 工作在 DSP 模式下的时序如图 2 所示。其硬件的管脚说明如下:

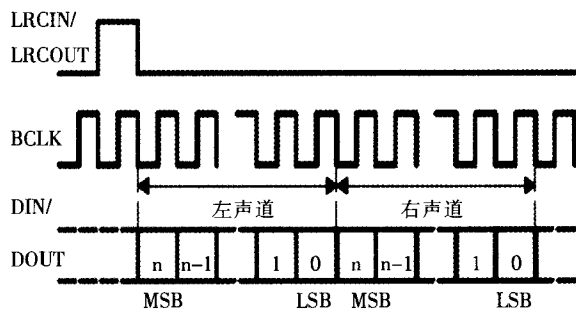


图 2 AIC23B DSP 模式时序图

(1)BCLK:数据口位时钟信号。当 TLV320AIC23B 为从模式时,此时钟由 DSP 产生;当 AIC23B 为主模式时,此时钟由 TLV320AIC23B 产生。(2)LRCIN:数据口 DAC 输出的帧同步信号。(3)LRCOUT:数据口 ADC 输入的帧同步信号。(4)DIN:数据口 DAC 输出的串行数据的输入。(5)DOUT:数据口 ADC 输入的串行数据的输出。

数据口可以与 DM642 的 McASP 接口实现无缝连接。在帧同步信号(LRCIN/LRCOUT)作用下,串行口先传送左声道数据,然后再传送右声道数据。DSP

的 McASP 口每接受(或送出)一个字(即当 XDATA 或 RDATA 标志位由 0 跳变为 1 时)其内部会自动触发一次事件,进而触发相应 EDMA 通道开始一次数据传输。由锁相环芯片 PLL1708 提供音频编解码器的工作时钟,时钟频率为 18.432 MHz^[2]。接口电路如图 3 所示。

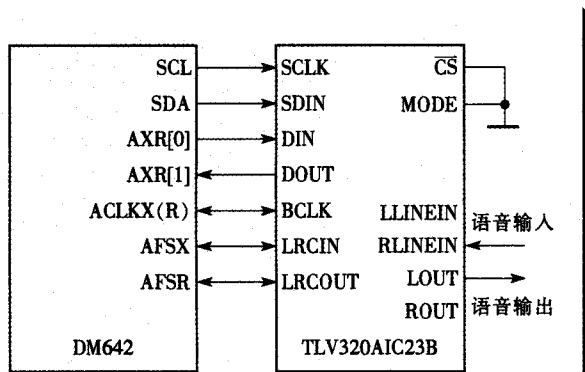


图 3 TLV320AIC23B 与 DM642 的接口原理图

2.3 模拟接口

TLV320AIC23B 的模拟接口主要包括以下两部分:语音输入部分(包括立体声输入与 MIC 输入)和语音输出部分(包括立体声输出和耳机输出)。立体声输入包括左右声道的输入,传声器输入主要是通过无源传声器进行现场的音频信号采集。立体声输入与 MIC 输入不能同时使用,每次只能使用其中的一种。

3 软件编程

3.1 AIC23B 初始化设计

该方案中的 AIC23B 工作于主模式,左右声道的采样字宽均为 16 bit。数据接口为 DSP 模式。DSP 通过 I²C 总线接口对音频编解码芯片 AIC23B 的寄存器进行设置,控制其采样速率、音频源、音量等参数。

AIC23B 控制寄存器地址定义:

```
# define AIC23B_LT_LINE_CTL      0
# define AIC23B_RT_LINE_CTL      1
# define AIC23B_LT_HP_CTL        2
# define AIC23B_RT_HP_CTL        3
# define AIC23B_ANALOG_AUDIO_CTL 4
# define AIC23B_DIGITAL_AUDIO_CTL 5
# define AIC23B_POWER_DOWN_CTL   6
# define AIC23B_DIGITAL_IF_FORMAT 7
# define AIC23B_SAMPLE_RATE_CTL  8
```

```
# define AIC23B_DIG_IF_ACTIVATE   9
# define AIC23B_RESET_REG        0xF/* 写“0”到这个寄存器引发复位 */
AIC23B 初始化程序:
void initAIC23B(void)
{
    //复位 AIC23B、给各功能单元供电
    AIC23B_Write(AIC23B_RESET_REG,0);
    AIC23B_Write(AIC23B_POWER_DOWN_CTL,0);
    //设置音频信号源并进行音量控制
    AIC23B_Write(AIC23B_ANALOG_AUDIO_CTL,ANAP -
        CTL_DAC);
    AIC23B_Write(AIC23B_DIGITAL_AUDIO_CTL,0);
    //左右输入声道的音量衰减控制
    AIC23B_Write(AIC23B_LT_LINE_CTL,0x17);
    AIC23B_Write(AIC23B_RT_LINE_CTL,0x17);
    //设置 AIC23B 工作在主模式,44.1 KHz,16 bit 数据格式
    AIC23B_Write(AIC23B_DIGITAL_IF_FORMAT, DIGIF_
        FMT_IWL_16|DIGIF_FMT_FOR_DSP);
    AIC23B_Write(AIC23B_SAMPLE_RATE_CTL, SRC_SR_
        44|SRC_BOSR |SRC_MO);
    //耳机音量控制和数字接口
    AIC23B_Write(AIC23B_LT_HP_CTL,0x79);
    AIC23B_Write(AIC23B_RT_HP_CTL,0x79);
    AIC23B_Write(AIC23B_DIG_IF_ACTIVATE,DIGIFACT_
        ACT);
}
```

3.2 McASP 初始化设计

TMS320DM642 共有 3 个视频口,分别为 VP₀、VP₁ 和 VP₂。其中 VP₂ 为单一功能的视频口。VP₀ 与 VP₁ 则与 McBSP、McASP 复用引脚,其功能选择由外设配置寄存器(PERCFG)进行配置。DM642 的 McASP 有 8 个可独立配置的串行器,每个可单独配置成收或发引脚。该方案用 AXR0[0]和 AXR0[1]实现音频信号的输入输出。此外,每个 McASP 的引脚都可独立配置成通用输入输出引脚(GPIO)。McASP 初始化设计主要包括以下步骤^[3]:

- (1)设置管脚功能寄存器(PFUNC)将管脚配置为 McASP 功能。
- (2)在管脚方向寄存器(PDIR)内设置 ACLKX、AFSX、ACLKR、AFSR 以及 AXR0、AXR1 的输入输出方向。
- (3)在帧同步控制寄存器(AFSXCTL)内配置 IIS 数据格式、帧同步宽度和帧同步的产生及极性。
- (4)在位流格式寄存器(XFMT)内设置 16 位数据格式。

(5)在时分复用通道寄存器(XTDM)内设置 XTDM₀, XTDM₁ 为有效,其他保持无效状态。(6)设置串行器控制寄存器 SRCTL₀ 和 SRCTL₁, 将串行器 0 设置为发送器模式,将串行器 1 设置为接收器模式。

其他寄存器保持默认不变。

3.3 EDMA 通道初始化设计

采用 EDMA 通过数据端口和 McASP 通信是常用的数据传输方式,一旦 McASP 的发送事件 AXEVT 或接收事件 AREVT 产生,EDMA 将自动发送或读取 McASP 的数据。EDMA 的部分配置程序如下:

```
/* EDMA Config data structure*/
typedef struct {
    Uint32 opt;    //EDMA 通道选项参数
    Uint32 src;    //EDMA 通道源地址
    Uint32 cnt;    //单元计数
    Uint32 dst;    //EDMA 通道目的地址
    Uint32 idx;    //单元索引
    Uint32 rld;    //单元计数重载
} EDMA_Config;
EDMA_Config cfgEdmaAXEVT;//EDMA 发送通道
EDMA_Config cfgEdmaAREVT;//EDMA 接收通道
EDMA 通道的初始化程序:
void initEdma_AREVT(void)
{
    /* 打开 EDMA 接收通道和 EDMA 发送通道 */
    hEdmaR=EDMA_open(EDMA_CHA_AREVT0,
                    EDMA_OPEN_RESET);
    hEdmaX = EDMA_open(EDMA_CHA_AXEVT0,
                    EDMA_OPEN_RESET);
```

```
/* 分配两块重载 EDMA PaRAM 区 */
hEdmaAREVT = EDMA_allocTable(-1);
hEdmaAXEVT = EDMA_allocTable(-1);
/* 初始化 EDMA 通道参数的连接 */
cfgEdmaAXEVT.rld=EDMA_RLD_RMK(0,hEdma-AXEVT);
cfgEdmaAREVT.rld=EDMA_RLD_RMK(0,hEdma-AREVT);
/* 在重载 EDMA PaRAM 区中写入同样的配置参数 */
EDMA_config(hEdmaAREVT,&cfgEdmaAREVT);
EDMA_config(hEdmaAXEVT,&cfgEdmaAXEVT);
/* 配置 EDMA 接收通道和 EDMA 发送通道 */
EDMA_config(hEdmaX,&cfgEdmaAXEVT);
EDMA_config(hEdmaR,&cfgEdmaAREVT);
/* 使能 EDMA 接收通道和 EDMA 发送通道 */
EDMA_enableChannel(hEdmaR);
EDMA_enableChannel(hEdmaX);
}
```

4 结束语

笔者介绍的硬件接口和软件编程方法可以完成语音信号的采集与回放,实现语音数据采集、语音处理和数据存储等功能,配合相应的语音处理算法可以满足各种语音处理产品的要求。

参考文献

- [1] 江思敏,刘畅. TMS320C6000 DSP 应用开发教程[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [2] 徐盛,胡剑凌. 数字信号处理器开发与实践[M]. 上海:上海交通大学出版社,2003.
- [3] 周冬梅,王建勤. 多通道音频串行端口在音频输出方案中的应用[J]. 计算机工程 2005.9(17):195-199.

[责任编辑] 史丽丽

[收稿日期] 2006-05-23

(上接第 25 页)

4 结论

笔者在分析了传声器线性阵列常规相移-时延波束形成指向性基础之上,给出了一种基于传声器阵列的宽带自适应恒定束宽波束形成方法,仿真结果显示,该方法如果用于实际的传声器阵列设计,对频带跨度较大的语音信号应该具有较好的增强作用,可以克服常规波束形成对不同频率信号加权程度不一致引起的音色畸变。

参考文献

- [1] AKAGI M, KAGO T. Noise reduction using a small-scale microphone array in multi noise source environment[C]//

Proceeding of IEEE International Conference on Acoustic, Speech, and Signal Processing. Orlando:IEEE Press,2002, 1:909-912.

- [2] CHIEN J T, LAI J R, LAI P Y. Microphone array signal processing for far-talking speech recognition[C]// IEEE Signal Processing Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications. [SL]:IEEE Press,2001:322-325.
- [3] 田坦,刘国枝,孙大军. 声纳技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2001.
- [4] 张贤达,保铮. 通信信号处理[M]. 北京:国防工业出版社,2000.
- [5] 何振亚. 自适应信号处理[M]. 北京:科学出版社,2002.

[责任编辑] 闫雯雯

[收稿日期] 2006-05-10