

LM4934

Application Note 1492 LM4934 I2C/SPI Interface Software Manual v1.0



Literature Number: ZHCA234

LM4934 I²C/SPI接口 软件使用指南v1.0

美国国家半导体公司
应用注释1492
Daniel Andersen
2006年5月



LM4934 I²C/SPI接口软件使用指南v1.0

内容列表

| | |
|----------------|----|
| 引言 | 2 |
| 安装 | 2 |
| 概述 | 2 |
| 总清按钮 | 4 |
| 基本选项 | 4 |
| 锁相环选项 | 7 |
| FIR滤波器选项 | 9 |
| 高级选项 | 9 |
| 参考文献 | 10 |
| 修改记录 | 11 |

AN-1492

引言

LM4934软件通过一个I2C/SPI 控制接口为LM4934音频子系统的数据寄存器 提供了简单的读/写路径。本使用指南将会提供如何应用LM4934演示板和相关的USB接口卡来使用该软件的方法。此外，本文还会提供一些实例，包括如何使用该软件对耳机和扬声器输出进行编程，设定PLL和LM4934音频子系统的其他特性。

安装

LM4934软件可以在支持USB的所有Microsoft® Windows操作系统的电脑中运行，并建立在一个全新的Microsoft® .NET结构上。可能需要在您的电脑中安装版本1.1的Microsoft® .NET Framework软件开发套件（SDK），其可以通过Microsoft®官方网站1下载。LM4934软件的安装不包括您的PC可能需要的版本1.1的Microsoft® .NET Framework软件开发套件（SDK）。因为版本1.1的Microsoft® .NET Framework软件开发套件（SDK）不包含在LM4934软件包里面，而且可能在您的电脑中与其他来自Microsoft®的更新文件一起存在，也可能不存在。如果需要的话，可以通过因特网连接下载该补丁文件。Microsoft. Microsoft® .NET Framework可通过下列链接获取：

<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyId=9B3A2CA6-3647-4070-9F41-A333C6B9181D&displaylang=en>

SDK的安装可能需要几分钟时间。一旦完成，剩余的安装过程会变得很快。

下列步骤应该按顺序进行：

步骤1：卸载任何先前的版本，如果有先前的版本，从控制面板/添加删除程序/LM4934I2CSPI接口卸载。

步骤2：解压缩LM4934软件。

步骤3：运行Setup.exe文件。

步骤4：安装LM4934.exe文件以及在安装过程中产生的特定文件夹会出现在您的桌面上。

步骤5：请确认LM4934演示板和USB接口卡正确地连接到您的电脑上，正确的电源已经应用到LM4934演示板上。

步骤6：运行LM4934.exe文件。因为需要USB连接的功能，所以只有当步骤5完成后，LM4934才会正确运行。

概述

LM4934软件分为三个主要部分：菜单栏(MenuBar)、控制选项(Control Tabs)、Status Register状态寄存器和栏(Bar)。（请参考图1）

菜单栏包含文件(File)、控制(Control)、设定(Setting)和帮助选项(HelpOptions)。

File：退出程序

Control：I2C和SPI模式之间的切换。在I2C和SPI之间的切换将会初始化所有的数据寄存器为默认设定的零值。选择I2C也会使得I2C地址的选择设定为Address0或者1。一旦被选择，这些设定会自动地在电路板上进行配置。

Setting：设置USB接口电路板的稳压输出为**3V**或者**3.8V**。

Help：包含About盒，打开它可以用来检查软件的版本号。

控制选项可以进一步分为以下部分：

BASIC：包含LM4934芯片的主要功能。

PLL：包含PLL控制设定，DAC设定，和接口设定。

FIR：控制在DAC上的5抽头数字有限冲击响应(FIR)滤波器。

Advanced：使用强力（寄存器级控制）为所有寄存器提供读/写访问。

状态寄存器和栏为USB接口卡/LM4934演示板至LM4934软件的通讯状态提供反馈。状态栏显示有用的信息，其反馈了I2C/SPI控制接口的通讯状态。

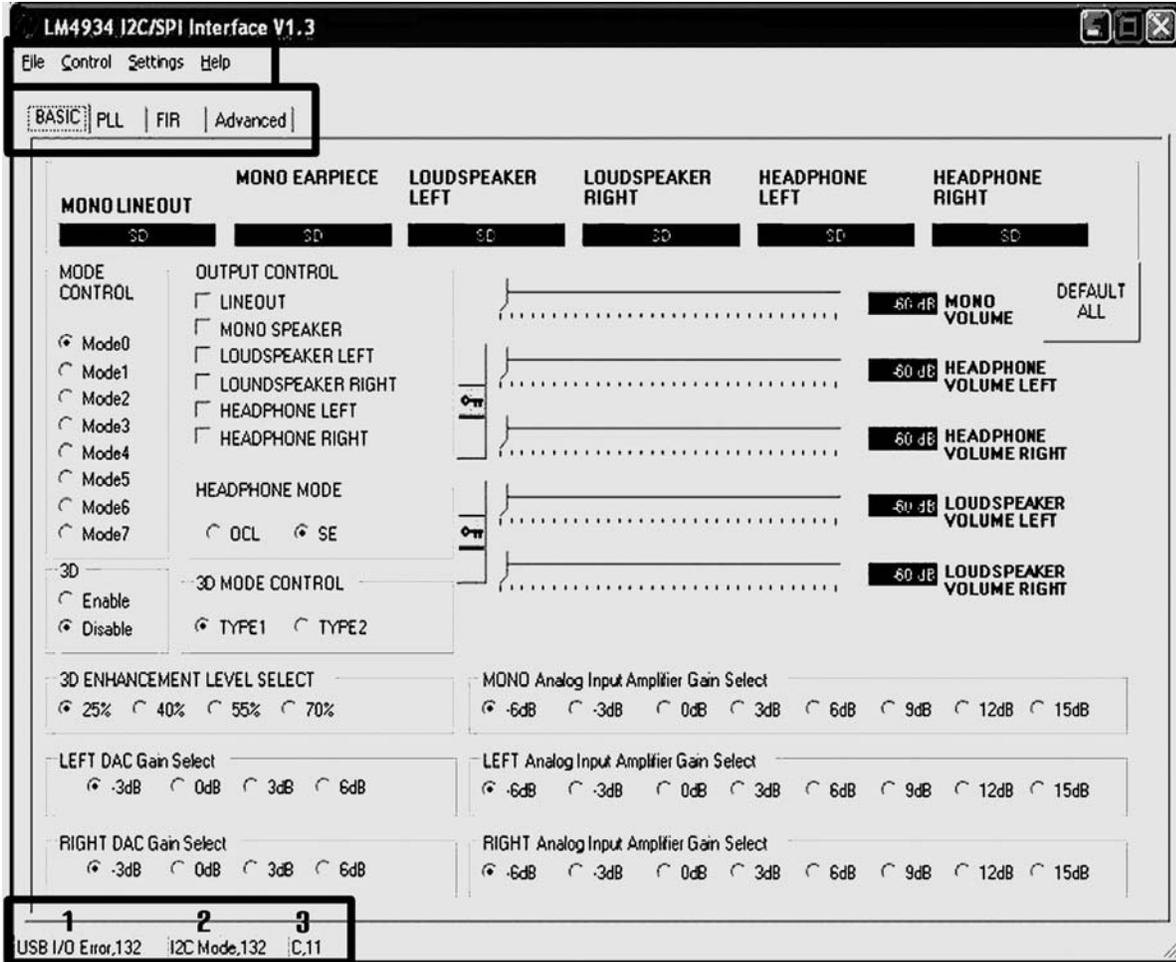
状态信息（请参考图1）：

1) 如果在电脑和LM4934演示板/USB接口卡之间存在正确的连接，将会显示信息"USB Connected"。如果没有正确的连接，将会显示信息"USB I/O error"。

2) 对于I2C模式，信息"I2C Mode"表明正处于I2C控制下的模式。而对于SPI模式则显示信息"SPIMode"。

3) 显示两位十六进制数字。第一位数字显示数据寄存器地址(0xch)和第二位数字显示数据字节(0x11h)。（图1）

概述 (续)



20196601

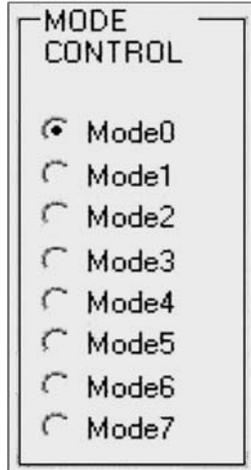
图1.LM4934软件的主菜单视图 (BASIC Tab)

总清按钮

按此按钮（位于右上方，图1）将会使软件复位至默认状态并初始化所有的数据寄存器至默认的零值。

基本选项

i) 模式控制



20196602

图2.模式控制

| Mode | Mono Lineout | Mono Earpiece | Loudspeaker L | Loudspeaker R | Headphone L | Headphone R |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| 0 | SD | SD | SD | SD | SD | SD |
| 1 | M | M | M | M | M | M |
| 2 | AL+AR | AL+AR | AL | AR | AL | AR |
| 3 | M+AL+AR | M+AL+AR | M+AL | M+AR | M+AL | M+AR |
| 4 | DL+DR | DL+DR | DL | DR | DL | DR |
| 5 | DL+DR+AL+AR | DL+DR+AL+AR | DL+AL | DR+AR | DL+AL | DR+AR |
| 6 | M+DL+AL+DR+AR | M+DL+AL+DR+AR | M+DL+AL | M+DR+AR | M+DL+AL | M+DR+AR |
| 7 | M+DL+DR | M+DL+DR | M+DL | M+DR | M+DL | M+DR |

SD=关机

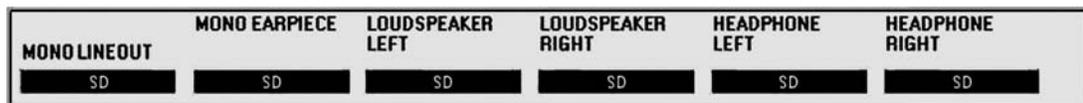
M=单声道输入

AL=模拟信号左声道

AR=模拟信号右声道

DL=I2SDAC左声道

DR=I2SDAC右声道



20196603

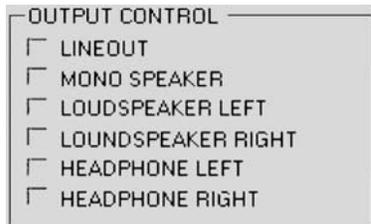
图3.模式控制混合窗口（模式0，全部关闭，显示）

寄存器（模式控制0x00h）

LM4934有八种模式可供设置。模式控制该部分是否处于关机状态以及可以为全部输出控制不同输入源的混合。在下列表中具体定义了模式0到7。此外，在模式控制按钮上面的窗口将会显示每个输出的关机状态以及混合比率，如图3所示。

基本选项(BASIC Tab) (续)

ii) 输出控制



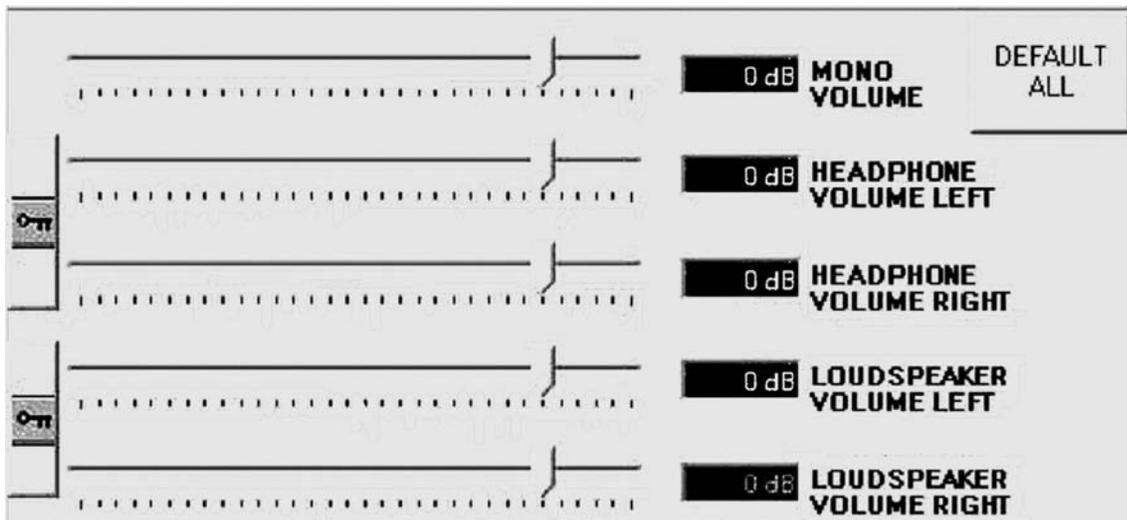
20196604

图4.LM4934输出控制

寄存器 (输出控制0x01h)

通过选择相邻的输出选项，每个输出都可以触发为有效状态。可以选择输出的任何组合，包括所有组合或者零。信号源混合是通过模式控制来实现的，并可以在模式控制混合窗中观察到（见图3）。输出控制仅仅触发输出是开启还是关闭。

iii) 音量控制和增益操作



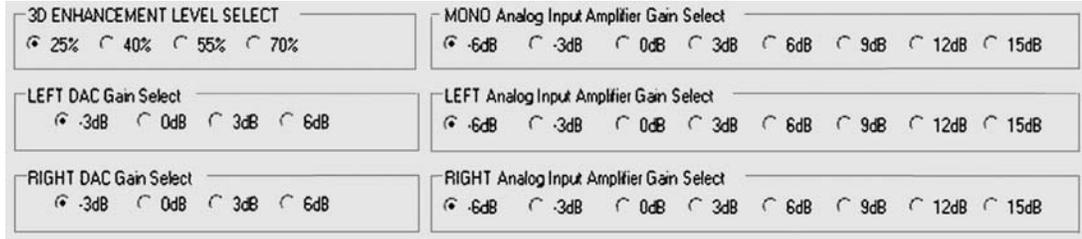
20196605

图5.输出音量控制

- 1) MONO VOLUME (0x02h)。控制单声道耳机输出的音量大小。
- 2) HEADPHONE VOLUME LEFT (0x05h)。控制左声道耳机输出的音量。通过选择邻近的钥匙按钮，可以锁定该音量来匹配右声道耳机的音量。这将使得两个声道相同的音量控制保持同步。
- 3) HEADPHONE VOLUMERIGHT(0x06h)。控制右声道耳机输出的音量。通过选择邻近的钥匙按钮，可以锁定该音量来匹配左声道耳机的音量。这将使得两个声道相同的音量控制保持同步。

- 4) LOUDSPEAKER VOLUME LEFT(0x03h)。控制左声道扬声器输出的音量。通过选择邻近的钥匙按钮，可以锁定该音量来匹配右声道扬声器的音量。这将使得两个声道相同的音量控制保持同步。
- 5) LOUDSPEAKER VOLUME RIGHT (0x04h)。控制右声道扬声器输出的音量。通过选择邻近的钥匙按钮，可以锁定该音量来匹配左声道扬声器的音量。这将使得两个声道相同的音量控制保持同步。

基本选项(BASIC Tab) (续)



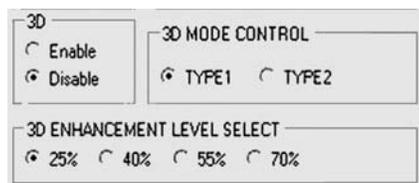
20196606

图6.前置放大器控制

- 6) Left DAC Gain Select (0x08h)。在模式控制混合之前控制左声道的DAC前置放大器增益。
- 7) Right DAC Gain Select (0x08h)。在模式控制混合之前控制右声道的DAC前置放大器增益。
- 8) Mono Analog Input Amplifier Gain Select (0x08h)。在模式控制混合之前控制单声道模拟输入电平。
- 9) LEFT Analog Input Amplifier Gain Select (0x07h)。在模式控制混合之前控制左声道模拟输入电平。
- 10) RIGHT Analog Input Amplifier Gain Select (0x07h)。在模式控制混合之前控制右声道模拟输入电平。

iv) 3D增强控制

3D是指应用于耳机或者近场立体声扬声器设置（扬声器之间的位置非常靠近）的一种效果。在LM4934上的3D音频效果是互馈网络的一种形式，既可以通过软件来控制（以下的电平设定），也可以通过硬件来修改，具体是通过改变在R3DOOUT和L3DOOUT引脚上的外部电容值。



20196607

图7.3D增强控制

- 1) 3D效果的开启或者关闭。
- 2) 3D模式控制选择使用3D类型1或者3D类型2。
- 3) 3D增强水平选择确定了两个声道之间的互馈总量。选择的百分数可以粗略地转化为左声道流入右声道的音量，反之亦然。

v) 耳机模式控制

可以在软件中选择耳机模式为OCL（无输出电容）或者SE（单端）。在选择前硬件必须安装在其正确的位置上。OCL模式要求直接连接到耳机的负载（没有隔直电容，耳机听筒承载为 $1/2V_{DD}$ ）。SE模式则要求每个声道上存在隔直电容，并将耳机听筒接到地端。在OCL模式下运行LM4934，如果将听筒连到GND，会造成更高的使用电流，并可能导致器件的关闭。

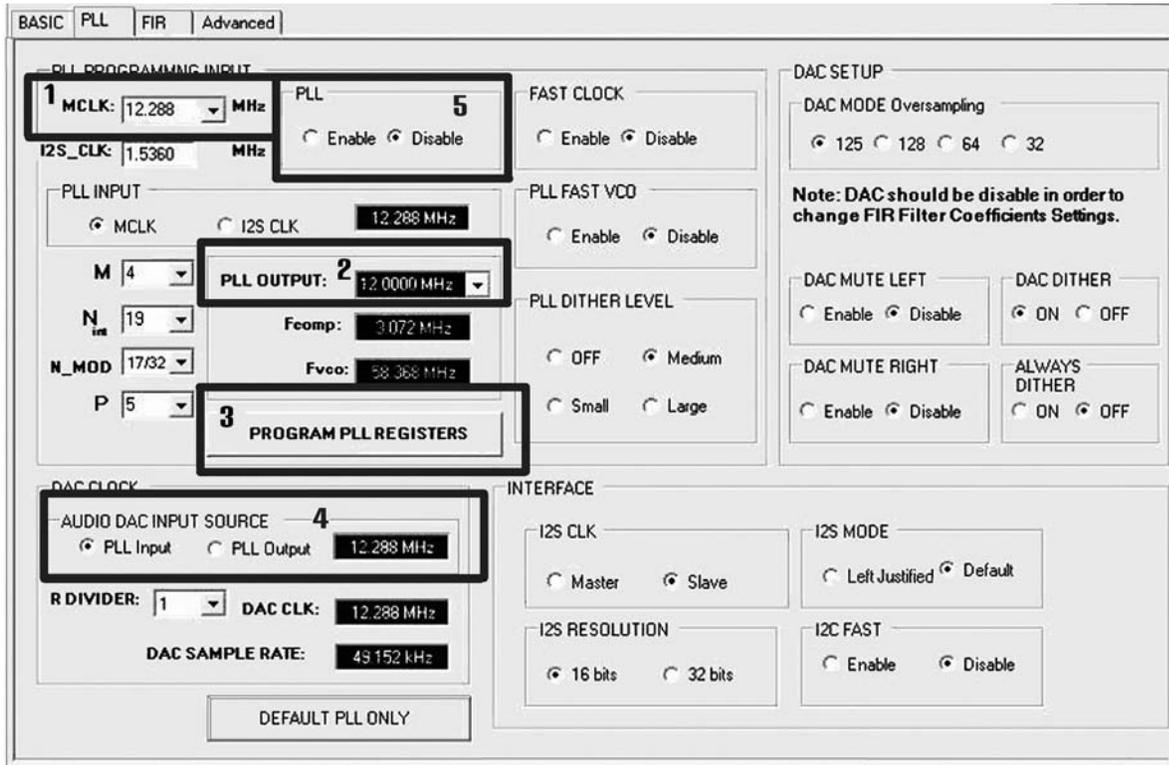


20196608

图8.耳机模式控制

锁相环选项

该选项可以对PLL（锁相环）的设置进行编程，并可以控制DAC和I2C的设置。



20196609

图9.锁相环选项

i) MCLK下拉菜单模式

1) 在MCLK的下拉复式框中（主要是基于通用的系统时钟值），用户能够从预先编好的MCLK输入列表中进行选择（见图10）。根据下拉菜单中选择的MCLK值，LM4934软件会依照MCLK输入值自动地更新M，N，N_MOD和P值。PLL OUTPUT的频率也可被实时地计算出来。当PLL OUTPUT的频率为12MHz或者11.025MHz时，LM4934为最优化运行。

2) 在PLL_OUTPUT下拉复式框中，目标值可以选择为12MHz ($F_s=48\text{kHz}$) 或者11.025MHz ($F_s=44.1\text{kHz}$) 并且可以依据在PLL_OUTPUT和MCLK的下拉复式框中所选择的值再次计算得到M，N，N_MOD和P值（见图9）。

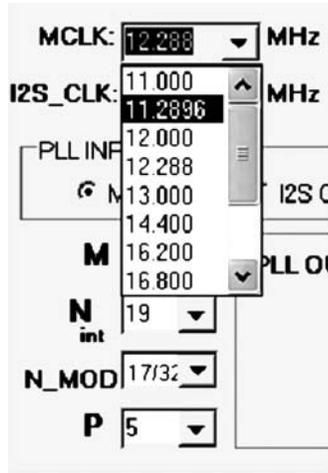
3) 应该在正确地设置PLL寄存器区域之后才点击Program PLL Registers按钮。

4) 如果要使用PLL，音频DAC输入源必须设置为PLL OUTPUT。

5) PLL必须处于使能状态。

6) PLL的设定也会包含"FAST CLOCK"选项，它可以将PLL的输入时钟除2，而"RDIVIDER"选项可以将PLL的输出时钟除以从1到8的任何比值。

锁相环选项(PLLTab) (续)



20196610

图10.MCLK的下拉选项

ii) 用户定义MCLK或者I2SCLK模式

用户只需简单地键入值到相应的输入区域, 就能够选择自己所需的MCLK或者I2SCLK值。当使用MCLK下拉菜单模式时, M, N, N_MOD和P值不会自动地进行更新。M, N, N_MOD和P应该由用户手动调节来实现12MHz ($F_s=48\text{kHz}$) 或者11.025MHz ($F_s=44.1\text{kHz}$) 的PLLOUTPUT计算值。只有当从MCLK的下拉菜单的预先编程列表值中选择了MCLK的值, 才可以自动计算得到M, N, N_MOD和P值。

接口和DAC设置



20196611

图11.DAC设置接口

18位的立体声音频DAC通过DAC设置控制(见图11, 以及图8的右上端)来配置。当模式为只有模拟或者当器件处于模式0(关闭)时, 应当小心地改变DAC的设置。错误的操作会导致DAC发生故障。

- 1) DACMODE过采样控制DAC的过采样率从128x至32x。最通常的取值为125和128。
- 2) DAC声道可以独立地静音。在任意的DAC声道中使用静音将会使得声道中的DAC没有任何输出信号。
- 3) 在这里DAC渲染可以得到控制, 渲染是否总是存在也可以得到控制。



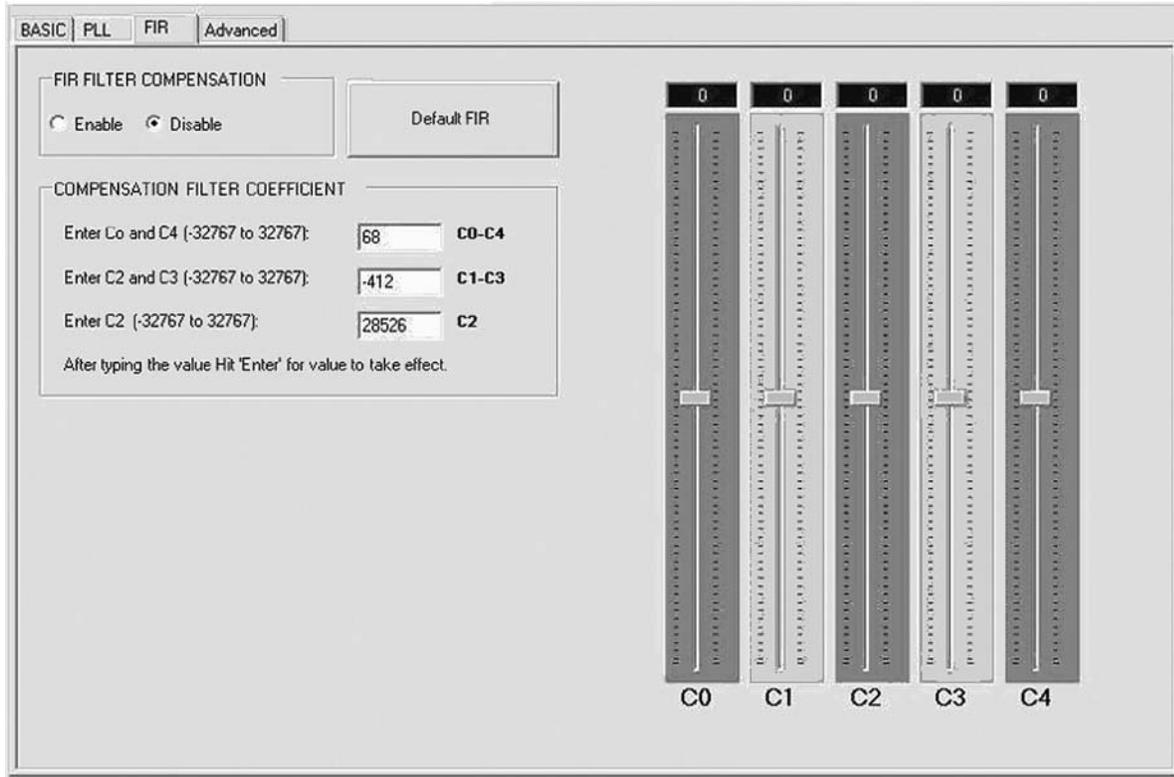
20196612

图12.接口控制

接口控制(见图12, 也就是在右下底, 图8)为数字音频总线(I2S)和主要控制总线(仅有I2C)控制接口配置。

- 1) I2S总线可以设置为主模式或者从模式下。在主模式中, LM4934基于PLL和MCLK的配置产生主I2S时钟(BITCLOCK)和帧时钟(FCLK)。在从模式中, LM4934将会响应外部的I2S时钟。
- 2) I2SMODE为I2S数据选择格式: 典型的I2S数据(在帧时钟边沿后右移两位)或者左边对齐的数据(数据开始于帧时钟边沿)。
- 3) I2S精度可以选择为16或者32位。这仅与主模式相关。
- 4) I2C时钟可以设置为"FAST"使得I2C可以在高达3.4MHz的时钟运行。禁止功能允许典型的I2C工作时钟上限为400kHz。

FIR滤波器选项



20196613

图13.FIR滤波器控制表

该选项键控制LM4934数字部分的FIR滤波器参数。LM4934具有5抽头FIR滤波器的特性可以用于在器件的数字音频部分上的频率响应修正。FIR滤波器一般作为DAC输出端的数字抽样滤波器，但是它也可以作为其他的高通/低通/带通滤波器结构应用。

因为FIR滤波器所具有的对称性，只有三种滤波器系数需要特别指定。C0与C4是相同的，C1与C3是相同的。两个互补形式中的系数指定范围为-32767至+32767。

通过许多滤波器的设计或者数学程序可以很容易得到系数的值，一般介于-1和1之间。在本例子中，将系数归一化至-32767和+32767的基线之间是很有必要的。为了实现归一化，可以用组中最大的值来从除每个系数值，然后再乘以32767。例如，应用LPF设计特定值为48kHz的采样频率，滤波器截至点1为10kHz，滤波器截至点2为11kHz，衰减增益为60dB，纹波因子为0.1，可以得到下列系数（通过标准的FIR滤波器设计程序来获得）：

0.20235500302,0.351884749999,0.42835031296,
0.35188474999,0.20235500302

注意到它们是对称的，接着，用0.42835031296除以所有的系数（组中的最大值）。得到以下值：

0.47240540487,0.821488252357,1,0.821488252357,
0.47240540487

所有的值乘以32767（一半范围）：

15479.3,26917.7,32767,26917.7,15479.3

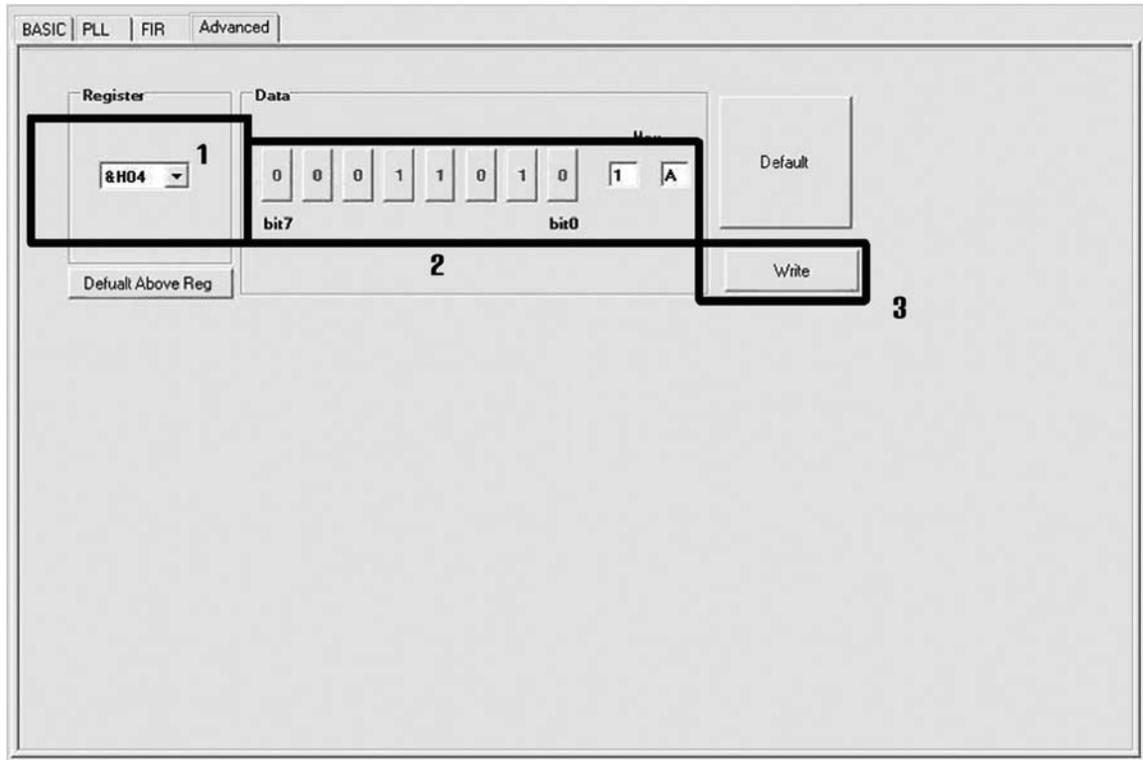
以上为得到最终的系数值。很值得注意的是，这些值可以通过乘以固定的值按比例线性地增大，或者按比例线性地减少。超过DAC电平会造成限幅或者不正确的DAC工作，所以应该仔细设计滤波器的系数，使其不要升高到超过特定的频率限值。应用DAC前置放大器将有助于减轻该现象。

在该器件工作的同时，可通过手动调节FIR滤波器滑杆，在音频输出端观察到明显的效果。FIR滤波器补偿必须使能，而且LM4934必须工作在数字音频模式下。

高级选项

该选项允许用户直接对选择的特定数据寄存器进行编程。该选项对于系统调试和寄存器级命令的验证很有帮助。

高级选项 (续)



20196614

- 1) 该下拉菜单允许用户选择可写的特定数据寄存器。
- 2) 该行的8位按钮可以设置特定寄存器中位7至位0的数据。点击每个按钮将会弹出一个I2C/SPI写入窗口。
- 3) 可以将当前的数据域写入到特定的寄存器中。

参考

- 1) Microsoft framework .net 1.1 Direct download link
<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyId=9B3A2CA6-3647-4070-9F41-A333C6B9181D&displaylang=en>

修改记录

| 版本 | 日期 | 说明 |
|-----|----------|----------|
| 1.0 | 05/25/06 | 初始的WEB发布 |

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

www.national.com

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

| | 产品 | | 应用 |
|---------------|--|--------|--|
| 数字音频 | www.ti.com.cn/audio | 通信与电信 | www.ti.com.cn/telecom |
| 放大器和线性器件 | www.ti.com.cn/amplifiers | 计算机及周边 | www.ti.com.cn/computer |
| 数据转换器 | www.ti.com.cn/dataconverters | 消费电子 | www.ti.com/consumer-apps |
| DLP® 产品 | www.dlp.com | 能源 | www.ti.com/energy |
| DSP - 数字信号处理器 | www.ti.com.cn/dsp | 工业应用 | www.ti.com.cn/industrial |
| 时钟和计时器 | www.ti.com.cn/clockandtimers | 医疗电子 | www.ti.com.cn/medical |
| 接口 | www.ti.com.cn/interface | 安防应用 | www.ti.com.cn/security |
| 逻辑 | www.ti.com.cn/logic | 汽车电子 | www.ti.com.cn/automotive |
| 电源管理 | www.ti.com.cn/power | 视频和影像 | www.ti.com.cn/video |
| 微控制器 (MCU) | www.ti.com.cn/microcontrollers | | |
| RFID 系统 | www.ti.com.cn/rfidsys | | |
| OMAP 机动性处理器 | www.ti.com/omap | | |
| 无线连通性 | www.ti.com.cn/wirelessconnectivity | | |
| | 德州仪器在线技术支持社区 | | www.deyisupport.com |

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司