开源共享　　携手共进

深圳普中科技有限公司

官方网站：www.prechin.cn

技术论坛：www.prechin.net

技术 QQ：2489019400

咨询电话：0755-61139052

PZ-VS1053 MP3 模块开发手册

前几年， MP3 曾经风行一时，几乎人手一个。如果能自己做一个 MP3，我想对于很多朋友来说是一件十分骄傲的事情。 PZ-VS1503 模块内就集成了一颗非常强劲的 MP3 解码芯片：VS1053，利用该芯片我们可以实现 MP3/OGG/WMA/WAV/FLAC/AAC/MIDI 等各种音频文件的播放。本章我们将利用普中 STM32 开发板实现一个简单的 MP3 播放器。本章分为如下几个部分：

1 PZ-VS1053 MP3 模块介绍

2 硬件设计

3 软件设计

4 实验现象

1 PZ-VS1053 MP3 模块介绍

1.1 特性参数

PZ-VS1053 MP3 模块是深圳普中科技有限公司推出的一款高性能音频编解码模块，该模块采用 VS1053B 作为主芯片，支持：MP3/WMA/OGG/WAV/FLAC/MIDI/AAC 等音频格式的解码，并支持：OGG/WAV 音频格式的录音，支持高低音调节以及 EarSpeaker 空间效果设置，功能十分强大。

模块通过 SPI 接口与外部单片机通信，模块可以直接与 3.3V 单片机系统连接，也可以方便的与 5V 单片机系统连接（特别注意：模块的信号线不能直接接 5V 单片机，如果要接，推荐在信号线上串联 1K 左右的电阻。）。模块自带稳压芯片，外部仅需提供 5V/3.3V 电压即可，使用非常方便，该模块各参数如图所示：

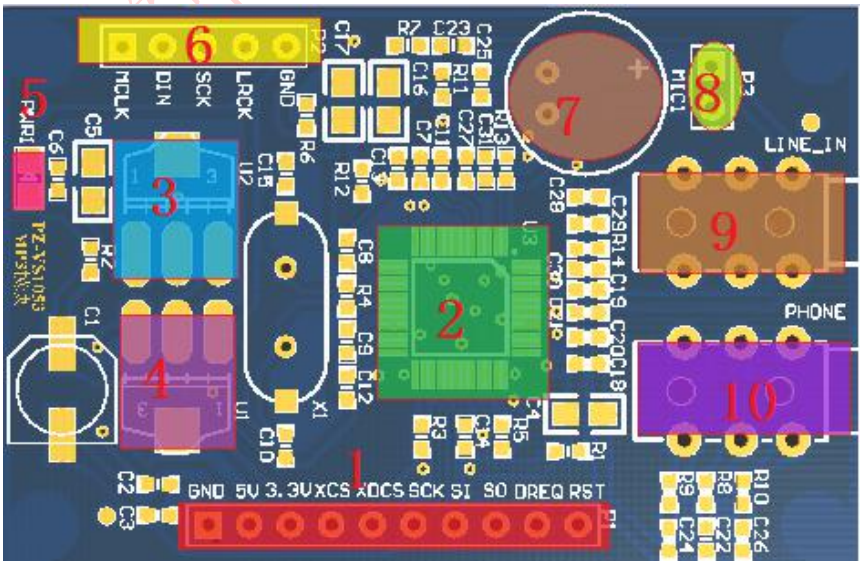
项目	说明
接口特性	3.3V(串电阻后，可与 5V 系统连接)
解码格式	MP3、 OGG、 WMA、 WAV、 MIDI、 AAC、 FLAC（ 需要加载 patch）
编码格式	WAV(PCM/IMA ADPCM)、 OGG（ 需要加载 patch）
对外接口	1 路 3.5mm 耳机接口、 1 路 3.5mm LINE IN 接口、 IIS 接口、供电及控制接口
板载录音	支持
工作温度	-30℃~85℃
其他特性	音量控制、高低音控制、 EarSpeaker 空间效果、解码时间输出
模块尺寸	34.64mm*52.83mm

DAC 分辨率	18 位
总谐波失真（ THD）	0.07%(Max)
动态范围（ A-加权）	100dB
信噪比	94dB
通道隔离度（串扰）	80dB@600欧+GBUF 53dB@30欧+GBUF
咪头（ MIC）放大增益	26dB
咪头（ MIC）总谐波失真	0.07%(Max)
咪头（ MIC）信噪比	70dB
LINE IN 信号幅度	2800mVpp(Max)
LINE IN 总谐波失真	0.014%(Max)
LINE IN 信噪比	90dB
LINE IN 阻抗	80K欧
工作电压	DC3.3V/5.0V（推荐 5.0V 供电）
工作电流	15mA~40mA
Voh	2.31V(Min)
Vol	0.99V(Max)
Vih	1.26V(Min)
Vil	0.54V(Max)

1.2 使用说明

1.2.1 模块介绍

PZ-VS1053 MP3 模块是深圳普中科技有限公司开发的一款高性能音频编解码模块，该模块接口丰富、功能完善，仅需提供电源（ 3.3V/5.0V），即可通过单片机（ 8/16/32 位单片机均可）控制模块实现音乐播放或者录音等功能， 模块资源图如图所示：



序号	模块资源
1	电源及SPI通信接口
2	VS1053B编解码芯片
3	1.8V稳压芯片
4	3.3V稳压芯片
5	模块电源指示灯
6	IIS输出接口
7	咪头（MIC）
8	LINE IN/MIC选择接口
9	LINE IN接口
10	音频输出接口

从上图可以看出， PZ-VS1053 MP3 模块不但外观漂亮，而且功能齐全、接口丰富，模块尺寸为 34.64mm*52.83mm，并带有安装孔位，非常小巧，并且利于安装，可方便应用于各种设计。

PZ-VS1053 MP3 模块板载资源如下：

◆ 高性能编解码芯片： VS1053B

◆ 1 个 LINE IN/MIC 选择接口

◆ 1 个咪头

◆ 1 个电源指示灯（蓝色）

◆ 1 个 1.8V 稳压芯片

◆ 1 个 3.3V 稳压芯片

◆ 1 路 IIS 输出接口

◆ 1 路电源及 SPI 控制接口

◆ 1 路 3.5mm LINE IN 接口，支持双声道输入录音

◆ 1 路 3.5mm 音频输出接口，可直接插耳机

PZ-VS1053 模块采用高准设计，特点包括：

◆ 板载 VS1053B 高性能编解码芯片，支持众多音频格式解码，支持 OGG/WAV 编码。

◆ 板载稳压电路，仅需外部提供一路 3.3V 或 5V 供电即可正常工作；

◆ 板载 3.5mm 耳机插口，可直接插入耳机欣赏高品质音乐；

◆ 板载咪头（ MIC），无需外部麦克风，即可实现录音；

◆ 板载 IIS 输出，可以接外部 DAC，获得更高音质；

◆ 板载电源指示灯，上电状态一目了然；

◆ 采用国际 A 级 PCB 料，沉金工艺加工，稳定可靠；

◆ 采用全新元器件加工，纯铜镀金排针，坚固耐用；

◆ 人性化设计，各个接口都有丝印标注，使用起来一目了然；接口位置设计安排合理，方便顺手。

◆ PCB 尺寸为 34.64mm*52.83mm，并带有安装孔位，小巧精致；

1.2.2 模块引脚说明

PZ-VS1053 MP3 模块总共有 3 组排针： P1、 P2 和 P3，均采用纯铜镀金排针， 2.54mm 间距，方便与外部设备连接。

P1 排针为模块的供电与通信接口，采用 1*10P 排针，各引脚详细描述如图所示：

序号	名称	说明
1	GND	地
2	5V	5V 供电口，只可以供电
3	3.3V	3.3V 供电口，当使用 5V 供电的时候，这里可以输出 3.3V 电压给外部使用
4	XCS	片选输入（低有效）
5	XDCS	数据片选/字节同步
6	SCK	SPI 总线时钟线
7	SI	SPI 总线数据输入线
8	SO	SPI 总线数据输出线
9	DREQ	数据请求
10	RST	复位引脚（硬复位，低电平有效）

P2 排针为模块的 IIS 输出接口，采用 1*5P 排针，各引脚详细描述如图所示：

序号	名称	说明
1	MCLK	主时钟
2	DIN	数据输出
3	SCLK	位时钟
4	LRCK	帧时钟
5	GND	地

P3 排针为 LINE IN/MIC 选择接口，采用 1*2P 排针，各引脚详细描述如图所示：

序号	名称	说明
1	MIC	咪头正极信号
2	MICP/LINE1	咪头正极输入/线路输入 1

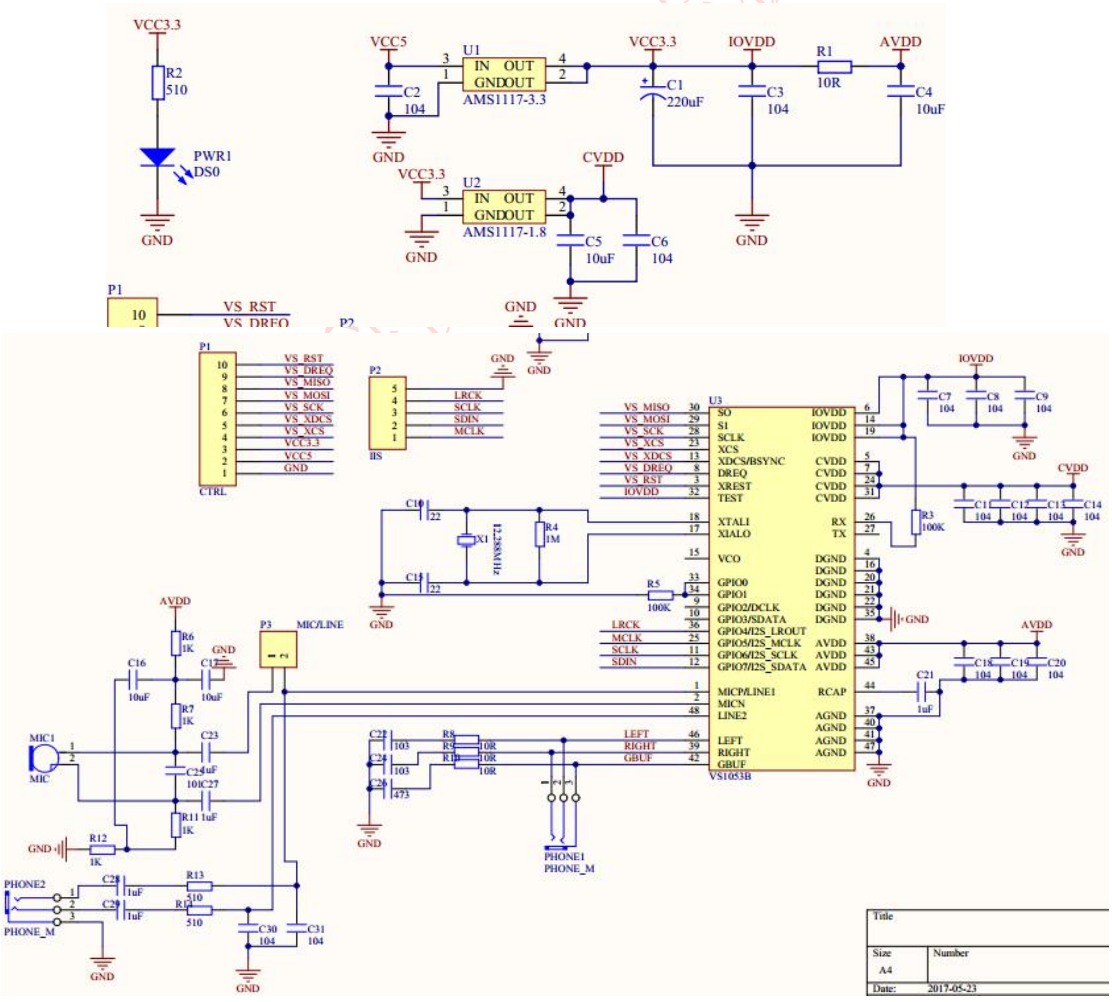
P3 接口不对外连接，当用跳线帽短接 P3 的 1 脚和 2 脚的时候（默认设

置），咪头是直接连接在 VS1053 芯片上的，录音的时候，我们可以直接通过咪头实现声音采集。当不采用咪头拾音，而采用外部线路输入的时候， 为了防止 MIC 拾音器对线路输入的影响，此时我们拔了 P3 的跳线帽即可。

1.2.3 模块使用

VS1053 通过 SPI 接口来接收输入的音频数据流，它可以是一个系统的从机，也可以作为独立的主机。这里我们只把它当成从机使用。我们通过 SPI 口向 VS1053 不停的输入音频数据，它就会自动帮我们解码了，然后从输出通道输出音乐，这时我们接上耳机就能听到所播放的歌曲了。

PZ-VS1053 MP3 模块原理图如图所示：（看不清楚的话可以打开模块资料-原理图查看）



VS1053 芯片需要通过 7 根线同 STM32 连接，他们是：VS_MISO、VS_MOSI、VS_SCK、 VS_XCS、VS_XDCS、 VS_DREQ 和 VS_RST。该模块同 STM32 的连接关

系如图所示：

PZ-VS1053 MP3模块	普中STM32F4开发板（IO）
GND	GND
5V	5V
3.3V	
XCS	PE6
XDCS	PG6
SCK	PB3
SI	PB5
SO	PB4
DREQ	PB15
RST	PG8

其中 VS_RST 是 VS1053 的复位信号线，低电平有效。VS_DREQ 是一个数据请求信号，用来通知主机， VS1053 可以接收数据与否。 VS_MISO、 VS_MOSI 和 VS_SCK 则是 VS1053 的 SPI 接口，他们在 VS_XCS 和 VS_XDCS 下面来执行不同的操作。从上图可以看出，VS1053 的 SPI 是接在 STM32 的 SPI1 上面的。

VS1053 的 SPI 支持两种模式： 1， VS1002 有效模式（即新模式）。 2，VS1001 兼容模式。这里我们仅介绍 VS1002 有效模式（此模式也是 VS1053 的默认模式）。新模式下 VS1053 的 SPI 信号线功能描述如图所示：

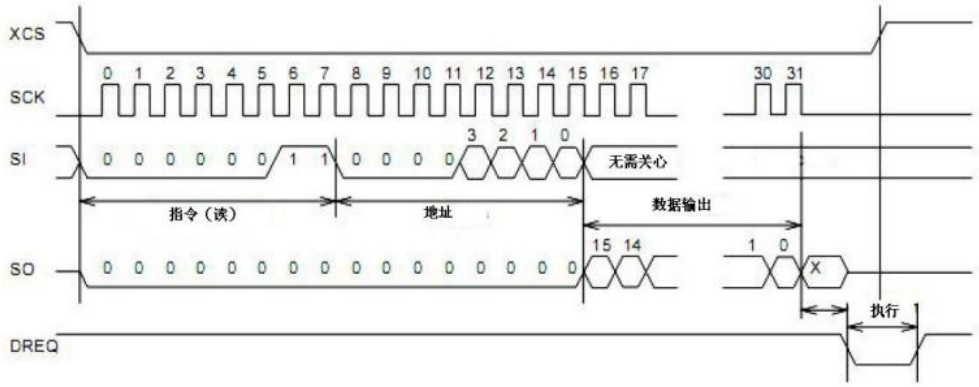
SDI	SCI	描述
XDCS	XCS	SDI/SCI 片选信号，低电平有效。高电平强制 SPI 进入 Standby 模式，结束当前操作，且 SO 变为高阻态。如果 SM_SDISHARE 位设置为 1，则不使用 XDCS，而有 XCS 内部反相后代替 XDCS。不过不推荐这种设置方式。
SCK		串行时钟输入。SCK 在传输的时候可以被打断，但是必须保持 XCS/XDCS 低电平不变，否则传输将中断。
SI		串行数据输入。在片选有效的情况下，SI 在 SCK 的上升沿处采样。所以，MCU 必须在 SCK 的下降沿上更新数据。
SO		串行数据输出。在读操作时，数据在 SCK 的下降沿从此引脚输出，在写操作时为高阻态。

VS1053 的 SPI 数据传送，分为 SDI 和 SCI，分别用来传输数据/命令。SDI 和前面介绍的 SPI 协议一样的，不过 VS1053 的数据传输是通过 DREQ 控制的，主机在判断 DREQ 有效（高电平）之后，直接发送即可（一次可以发送 32 个字节）。

这里我们重点介绍一下 SCI。SCI 串行总线命令接口包含了一个指令字节、一个地址字节和一个 16 位的数据字。读写操作可以读写单个寄存器，在 SCK 的上升沿读出数据位，所以主机必须在下降沿刷新数据。 SCI 的字节数据总是高

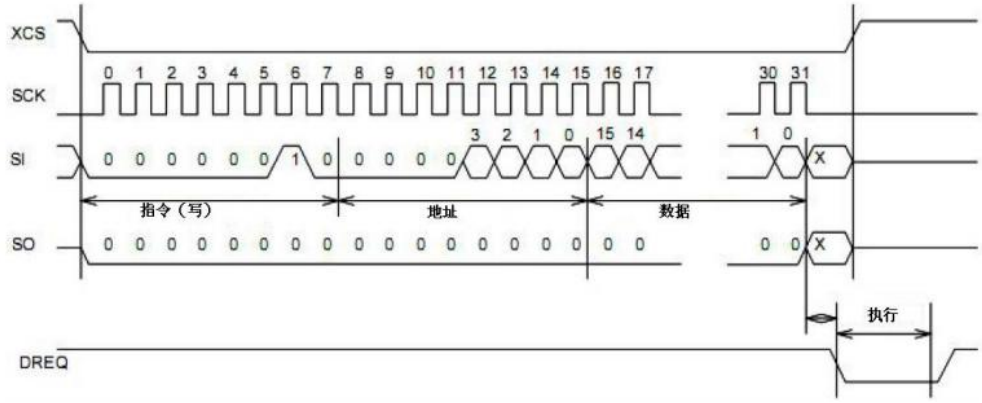
位在前低位在后的。第一个字节指令字节，只有 2 个指令，也就是读和写，读为 0X03，写为 0X02。

一个典型的 SCI 读时序如图所示：



从上图可以看出，向 VS1053 读取数据，通过先拉低 XCS（VS_XCS），然后发送读指令（0X03），再发送一个地址，最后，我们在 SO 线（VS_MISO）上就可以读到输出的数据了。而同时 SI（VS_MOSI）上的数据将被忽略。

看完了 SCI 的读，我们再来看看 SCI 的写时序，如图所示：



写时序图和读时序图基本类似，都是先发指令再发地址。不过写时序中，我们的指令是写指令（0X02），并且数据是通过 SI 写入 VS1053 的， SO 则一直维持低电平。细心的读者可能发现了，在这两个图中，DREQ 信号上都产生了一个短暂的低脉冲，也就是执行时间。这个不难理解，我们在写入和读出 VS1053 的数据之后，它需要一些时间来处理内部的事情，这段时间是不允许外部打断的，所以，我们在 SCI 操作之前，最好判断一下 DREQ 是否为高电平，如果不是，则等待 DREQ 变为高。

了解了 VS1053 的 SPI 读写，我们再来看看 VS1053 的 SCI 寄存器，VS1053 的所有 SCI 寄存器如图所示：

SCI 寄存器				
寄存器	类型	复位值	缩写	描述
0X00	RW	0X0800	MODE	模式控制
0X01	RW	0X000C	STATUS	VS0153 状态
0X02	RW	0X0000	BASS	内置低音/高音控制
0X03	RW	0X0000	CLOCKF	时钟频率+倍频数
0X04	RW	0X0000	DECODE_TIME	解码时间长度（秒）
0X05	RW	0X0000	AUDATA	各种音频数据
0X06	RW	0X0000	WRAM	RAM 写/读
0X07	RW	0X0000	WRAMADDR	RAM 写/读的基址
0X08	R	0X0000	HDAT0	流的数据标头 0
0X09	R	0X0000	HDAT1	流的数据标头 1
0X0A	RW	0X0000	AIADDR	应用程序起始地址
0X0B	RW	0X0000	VOL	音量控制
0X0C	RW	0X0000	AICTRL0	应用控制寄存器 0
0X0D	RW	0X0000	AICTRL1	应用控制寄存器 1
0X0E	RW	0X0000	AICTRL2	应用控制寄存器 2
0X0F	RW	0X0000	AICTRL3	应用控制寄存器 3

VS1053 总共有 16 个 SCI 寄存器，这里我们不介绍全部的寄存器，仅仅介绍几个我们实验需要用到的寄存器。

首先是 MODE 寄存器，该寄存器用于控制 VS1053 的操作，是最关键的寄存器之一，该寄存器的复位值为 0x0800，其实就是默认设置为新模式。MODE 寄存器的各位描述如下所示：

位	0	1	2	3	4	5	6	7
名称	SM_DIFF	SM_LAYER12	SM_RESET	SM_CANCEL	SM_EARSPEAKER_LO	SM_TEST	SM_STREAM	SM_EARSPEAKER_HI
功能	差分	允许MPEG I&II	软件复位	取消当前文件的解码	EarSpeaker低设定	允许SDI测试	流模式	EarSpeaker高设定
描述	0，正常的同相音频 1，左通道反相	0,不允许 1,允许	0，不复位 1，复位	0，不取消 1，取消	0，关闭 1，激活	0，禁止 1，允许	0，不是 1，是	0，关闭 1，激活
位	8	9	10	11	12	13	14	15
名称	SM_DACT	SM_SDIORD	SM_SDISHARE	SM_SDINEW	SM_ADPCM	-	SM_LINE1	SM_CLK_RANGE
功能	DCLK的有效边沿	SDI位顺序	共享SPI片选	VS1002本地SPI模式	ADPCM激活	-	咪/线路1选择	输入时钟范围
描述	0,上升沿 1,下降沿	0,MSB在前 1,MSB在后	0，不共享 1，共享	0，非本地模式 1，本地模式	0，不激活 1，激活	-	0，MICP 1，LINE1	0，12..13Mhz 1，24..26Mhz

这个寄存器， 我们这里只介绍一下第 2 和第 11 位，也就是 SM_RESET 和 SM_SDINEW。其他位，我们用默认的即可。这里 SM_RESET，可以提供一次软复位，建议在每播放一首歌曲之后，软复位一次。 SM_SDINEW 为模式设置位，这里我们选择的是 VS1002 新模式(本地模式)，所以设置该位为 1（默认的设置）。其他位的详细介绍，请参考 VS1053 的数据手册。

接着我们看看 BASS 寄存器，该寄存器可以用于设置 VS1053 的高低音效。

该寄存器的各位描述如图所示：

名称	位	描述
ST_AMPLITUDE	15：12	高音控制，1.5dB 步进（-8..7 ,为 0 表示关闭）
ST_FREQLIMIT	11：8	最低频限 1000Hz 步进（0..15）
SB_AMPLITUDE	7：4	低音加重，1dB 步进（0..15 ,为 0 表示关闭）
SB_FREQLIMIT	3：0	最低频限 10Hz 步进（2..15）

通过这个寄存器以上位的一些设置，我们可以随意配置自己喜欢的音效（其实就是高低音的调节）。VS1053 的 EarSpeaker 效果则由 MODE 寄存器控制，其各位的功能在前面已列出。

接下来，我们介绍一下 CLOCKF 寄存器，这个寄存器用来设置时钟频率、倍频等相关信息，该寄存器的各位描述如图所示：

CLOCKF寄存器			
位	15:13	12:11	10:0
名称	SC_MULT	SC_ADD	SC_FREQ
描述	时钟倍频数	允许倍频	时钟频率
说明	CLKI=XTALI×（SC_MULT×0.5+1）	倍频增量=SC_ADD*0.5	当时钟频率不为12.288M时，外部时钟的频率。外部时钟为12.288时，此部分设置为0即可

我们重点看下该寄存器的 SC_FREQ，SC_FREQ 是以 4Khz 为步进的一个时钟寄存器，当外部时钟不是 12.288M 的时候，其计算公式为：

SC_FREQ=(XTALI-8000000)/4000

式中为 XTALI 的单位为 Hz。上图中 CLKI 是内部时钟频率， XTALI 是外部晶振的时钟频率。由于我们模块使用的是 12.288M 的晶振，在这里设置此寄存器的值为 0X9800，也就是设置内部时钟频率为输入时钟频率的 3 倍，倍频增量为 1.0 倍。

接下来，我们看看 DECODE_TIME 这个寄存器。该寄存器是一个存放解码时间的寄存器，以秒钟为单位，我们通过读取该寄存器的值，就可以得到解码时间了。不过它是一个累计时间，所以我们需要在每首歌播放之前把它清空一下，以得到这首歌的准确解码时间。

HDAT0 和 HDTA1 是两个数据流头寄存器，不同的音频文件，读出来的值意义不一样，我们可以通过这两个寄存器来获取音频文件的码率，从而可以计算音频文件的总长度。这两个寄存器的详细介绍，请参考 VS1053 的数据手册。

最后我们介绍一下 VOL 这个寄存器，该寄存器用于控制 VS1053 的输出音

量，该寄存器可以分别控制左右声道的音量，每个声道的控制范围为 0~254，每个增量代表 0.5db 的衰减，所以该值越小，代表音量越大。比如设置为 0X0000 则音量最大，而设置为 0XFEFE 则音量最小。注意：如果设置 VOL 的值为 0XFFFF，将使芯片进入掉电模式！

关于 VS1053 的介绍，我们就介绍到这里，更详细的介绍请看 VS1053 的数据手册。

接下来我们说说如何通过最简单的步骤，来控制 VS1053 播放一般的音频文件（ MP3/WMA/OGG/WAV/MIDI/AAC 等）音乐。

（1）复位 VS1053。

这里包括了硬复位（拉低 RST） 和软复位（设置 MODE 寄存器的 SM_RESET 位为 1），是为了让 VS1053 的状态回到原始状态，准备解码下一首歌曲。这里建议大家在每首歌曲播放之前都执行一次硬件复位和软件复位，以便更好的播放音乐。

（2）配置 VS1053 的相关寄存器。

这里我们配置的寄存器包括 VS1053 的模式寄存器（ MODE）、时钟寄存器（ CLOCKF）、音调寄存器（ BASS）、音量寄存器（ VOL）等。

（3）发送音频数据

当经过以上两步配置以后，我们剩下来要做的事情就是往 VS1053 里面扔音频数据了，只要是 VS1053 支持的音频格式，直接往里面丢就可以了，VS1053 会自动识别，并进行播放。不过发送数据要在 DREQ 信号的控制下有序的进行，不能乱发。这个规则很简单：只要 DREQ 变高，就向 VS1053 发送 32 个字节。然后继续等待 DREQ 变高，直到音频数据发送完。

经过以上三步，我们就可以播放音乐了。这一部分就先介绍到这里。

2 硬件设计

本实验使用到硬件资源如下：

（1）D1 指示灯

（2）K_UP、K_DOWN、K_LEFT、K_RIGHT 按键

（3）串口 1

（4）TFTLCD 模块

（5）SD 卡

（6）外部 FLASH（EN25QXX）

（7）PZ-VS1053 MP3 模块

这些电路在前面章节都介绍过，这里就不多说，下面我们再来看下 PZ-VS1053 MP3 模块与开发板如何连接的。前面我们介绍了该模块的接口管脚功能，我们通过杜邦线将 PZ-VS1053 MP3 模块与 STM32 开发板的管脚连接，连接关系如图所示：

PZ-VS1053 MP3模块	普中STM32F4开发板（IO）
GND	GND
5V	5V
3.3V	
XCS	PE6
XDCS	PG6
SCK	PB3
SI	PB5
SO	PB4
DREQ	PB15
RST	PG8

注意：大家需要准备 1 个 TF 卡（在里面新建一个 MUSIC 文件夹，并存放一些歌曲在此文件夹下）和一个耳机，将 TF 卡插入到 STM32 开发板上，将耳机插入到 PZ-VS1053 MP3 模块的 PHONE 接口，然后下载本实验就可以通过耳机来听歌了。

3 软件设计

本实验所实现的功能为：开机先检测 SD 卡是否存在，如果检测无问题，则对 VS1053 进行 RAM 测试和正弦测试，测试完后开始循环播放 SD 卡 MUSIC 文件夹里面的歌曲（必须在 SD 卡根目录建立一个 MUSIC 文件夹，并存放歌曲在里面），并在 TFTLCD 上显示歌曲名字、播放时间、歌曲总时间、歌曲总数目、当前歌曲的编号等信息。 K_RIGHT 用于选择下一曲， K_LEFT 用于选择上一曲，K_UP 和 K_DOWN 用来调节音量。 D1 用于指示程序运行状态。

我们打开本实验工程，可以看到我们的工程 APP 列表中多了 vs10xx.c 和 mp3player.c 源文件，以及头文件 vs10xx.h、mp3player.h 和 flac.h 等 5 个

文件。本实验工程代码比较多，我们就不一一列出了，仅挑几个重要的地方进行讲解。

首先打开 vs10xx.c，里面的代码我们不一一贴出了，这里挑几个重要的函数给大家介绍一下，首先要介绍的是 VS_Soft_Reset，该函数用于软复位 VS1053，其代码如下：

```
//软复位 VS10XX
void VS_Soft_Reset(void)
{
    u8 retry=0;
    while(VS_DQ==0);                    //等待软件复位结束
    VS_SPI_ReadWriteByte(0Xff);         //启动传输
    retry=0;
    while(VS_RD_Reg(SPI_MODE)!=0x0800) // 软件复位,新模式
    {
        VS_WR_Cmd(SPI_MODE,0x0804);     // 软件复位,新模式
        delay_ms(2);//等待至少 1.35ms
        if(retry++>100)break;
    }
    while(VS_DQ==0);//等待软件复位结束
    retry=0;
    while(VS_RD_Reg(SPI_CLOCKF)!=0X9800)//设置 VS10XX 的时钟,3 倍频 ,1.5xADD
    {
        VS_WR_Cmd(SPI_CLOCKF,0X9800);  //设置 VS10XX 的时钟,3 倍频 ,1.5xADD
        if(retry++>100)break;
    }
    delay_ms(20);
}
```

该函数比较简单，先配置一下 VS1053 的模式顺便执行软复位操作，在软复位结束之后，再设置好时钟，完成一次软复位。接下来，我们介绍一下 VS_WR_Cmd 函数，该函数用于向 VS1053 写命令，代码如下：

```
//向 VS10XX 写命令
//address:命令地址
//data:命令数据
void VS_WR_Cmd(u8 address,u16 data)
{
   while(VS_DQ==0);//等待空闲
   VS_SPI_SpeedLow();//低速
   VS_XDCS=1;
   VS_XCS=0;
   VS_SPI_ReadWriteByte(VS_WRITE_COMMAND);//发送 VS10XX 的写命令
   VS_SPI_ReadWriteByte(address);  //地址
   VS_SPI_ReadWriteByte(data>>8);  //发送高八位
   VS_SPI_ReadWriteByte(data);     //第八位
   VS_XCS=1;
   VS_SPI_SpeedHigh();             //高速
}
```

该函数用于向 VS1053 发送命令，这里要注意 VS1053 的写操作比读操作快（写 1/4 CLKI，读 1/7 CLKI），虽然说写寄存器最快可以到 1/4CLKI，但是经实测在 1/4CLKI 的时候会出错，所以在写寄存器的时候最好把 SPI 速度调慢点，然后在发送音频数据的时候，就可以 1/4CLKI 的速度了。有写命令的函数，当然也有读命令的函数了。 VS_RD_Reg 用于读取 VS1053 的寄存器的内容。该函数代码如下：

```
//读 VS10XX 的寄存器
//address：寄存器地址
//返回值：读到的值
//注意不要用倍速读取,会出错
```

```
u16 VS_RD_Reg(u8 address)
{
    u16 temp=0;
     while(VS_DQ==0);//非等待空闲状态
    VS_SPI_SpeedLow();//低速
    VS_XDCS=1;
    VS_XCS=0;
    VS_SPI_ReadWriteByte(VS_READ_COMMAND); //发送 VS10XX 的读命令
    VS_SPI_ReadWriteByte(address);          //地址
    temp=VS_SPI_ReadWriteByte(0xff);        //读取高字节
    temp=temp<<8;
    temp+=VS_SPI_ReadWriteByte(0xff);       //读取低字节
    VS_XCS=1;
    VS_SPI_SpeedHigh();//高速
    return temp;
}
```

该函数的作用和 VS_WR_Cmd 的作用基本相反，用于读取寄存器的值。vs10xx.c 的剩余代码、 vs10xx.h 以及 flac.h 的代码，这里就不贴出来了，其中 flac.h 仅仅用来存储播放 flac 格式所需要的 patch 文件，以支持 flac 解码。大家可以打开查看他们的详细源码。然后我们打开 mp3player.c，该文件我们仅介绍一个函数，其他代码请看工程源码。这里要介绍的是 mp3_play_song 函数，该函数代码如下：

```
//播放一曲指定的歌曲

//返回值:0,正常播放完成
//      1,下一曲
//        2,上一曲
//        0XFF,出现错误了
u8 mp3_play_song(u8 *pname)
```

```
{
    FIL* fmp3;
     u16 br;
    u8 res,rval;
    u8 *databuf;
    u16 i=0;
    u8 key;

    rval=0;
    fmp3=(FIL*)mymalloc(SRAMIN,sizeof(FIL));//申请内存
    databuf=(u8*)mymalloc(SRAMIN,4096);        //开辟 4096 字节的内
存区域
    if(databuf==NULL||fmp3==NULL)rval=0XFF ;//内存申请失败.
    if(rval==0)
    {
        VS_Restart_Play();                  //重启播放
        VS_Set_All();                       //设置音量等信息

        VS_Reset_DecodeTime();              //复位解码时间
        res=FATFS_ScanFilesType(pname);             //得到文件后
缀
        if(res==0x4c)//如果是 flac,加载 patch
        {
            VS_Load_Patch((u16*)vs1053b_patch,VS1053B_PATCHLEN);
        }
        res=f_open(fmp3,(const TCHAR*)pname,FA_READ);//打开文件
        if(res==0)//打开成功.
        {
            VS_SPI_SpeedHigh();  //高速
```

```
while(rval==0)
{
    res=f_read(fmp3,databuf,4096,(UINT*)&br);//读出 4096
个字节
    i=0;
    do//主播放循环
     {
        if(VS_Send_MusicData(databuf+i)==0)//给 VS10XX 发
送音频数据
        {
            i+=32;
        }else
        {
            key=KEY_Scan(0);
            switch(key)
            {
                case KEY_RIGHT:
                    rval=1;        //下一曲
                    break;
                case KEY_LEFT:
                    rval=2;        //上一曲
                 break;
            }
            mp3_msg_show(fmp3->fsize);//显示信息
        }
    }while(i<4096);//循环发送 4096 个字节
    if(br!=4096||res!=0)
    {
        rval=0;
```

```
                    break;//读完了.
                }
            }
            f_close(fmp3);
        }else rval=0XFF;//出现错误
    }
    myfree(SRAMIN,databuf);
    myfree(SRAMIN,fmp3);
    return rval;
}
```

该函数，就是我们解码 MP3 的核心函数了，该函数在初始化 VS1053 后，根据文件格式选择是否加载 patch（如果是 flac 格式，则需要加载 patch），最后在死循环里面等待 DREQ 信号的到来，每次 VS_DQ 变高，就通过 VS_Send_MusicData 函数向 VS1053 发送 32 个字节，直到整个文件读完。此段代码还包含了对按键的处理（音量调节、上一首、下一首）及当前播放的歌曲的一些状态（码率、播放时间、总时间）显示。

mp3player.c 的其他代码和 mp3player.h 在这里就不详细介绍了，请大家直接参考源码。最后我们看看 main.c 文件的内容：

```
int main()
{

    SysTick_Init(168);
    NVIC_PriorityGroupConfig(NVIC_PriorityGroup_2);  //中断优先级分组 分 2 组
    LED_Init();
    USART1_Init(9600);
    TFTLCD_Init();           //LCD 初始化
    KEY_Init();
    EN25QXX_Init();              //初始化 EN25Q128
```

```
VS_Init();                  //初始化 VS1053
my_mem_init(SRAMIN);        //初始化内部内存池
FATFS_Init();                           //为 fatfs 相关变量申请内存
f_mount(fs[0],"0:",1);          //挂载 SD 卡
f_mount(fs[1],"1:",1);          //挂载 FLASH.

FRONT_COLOR=RED;//设置字体为红色
while(SD_Init()!=0)
{

    LCD_ShowString(10,10,tftlcd_data.width,tftlcd_data.height,16,"SD
Card Error!");
}

LCD_ShowFont16Char(10, 10, "普中科技");
 LCD_ShowFont12Char(10, 30, "www.prechin.cn");
 LCD_ShowFont12Char(10, 50, "音乐播放器实验");
 LCD_ShowFont12Char(10, 70, "K_UP：音量+");
 LCD_ShowFont12Char(10, 90, "K_DOWN：音量-");
 LCD_ShowFont12Char(10, 110, "K_RIGHT：下一曲");
LCD_ShowFont12Char(10, 130, "K_LEFT：上一曲");

while(1)
{
    led2=0;
    LCD_ShowFont12Char(10,170,"存储器测试...");
    printf("Ram Test:0X%04X\r\n",VS_Ram_Test());//打印 RAM 测试
结果
    LCD_ShowFont12Char(10,170,"正弦波测试...");
```

```
            VS_Sine_Test();
            LCD_ShowFont12Char(10,170,"《MP3 音乐播放实验》");
            led2=1;
            mp3_play();
        }
    }
```

该函数先检测 SD 卡是否存在，然后执行 VS1053 的 RAM 测试和正弦测试，这两个测试结束后，调用 mp3_play 函数开始播放 SD 卡 MUSIC 文件夹里面的音乐。软件部分就介绍到这里。

4 实验现象

将工程程序编译下载到开发板内并且将模块连接到开发板上，注意一定要插上 SD 卡，并且 SD 的根目录下的 MUSIC 文件夹要存放音乐文件，可以是.mp3、.wav 等格式。当检测到有音频文件后就开始自动播放音乐了。可以看到 TFTLCD 上显示如下界面：

从上图可以看出，当前正在播放第 1 首歌曲，总共 1 首歌曲，歌曲名、播放时间、总时长、码率、音量等信息等也都有显示。此时 D1 会随着音乐的播放而闪烁。

只要我们在模块的耳机端子插入耳机，就能听到歌曲的声音了。同时，我们可以通过按 K_RIGHT 和 K_LEFT 来切换下一曲和上一曲，通过 K_UP 按键来控制音量增加，通过 K_DOWN 控制音量减小。

至此，我们就完成了一个简单的 MP3 播放器了，在此基础上进一步完善，就可以做出一个比较实用的 MP3 了。大家可以自己发挥想象，做出一个你心仪的 MP3。