

32 位微控制器

HC32L072_HC32L073_HC32F072 系列的 IIS 模块

本产品支持芯片系列如下

L 系列	HC32L072	HC32L073
F 系列	HC32F072	

目 录

1	摘要	3
2	I2S 模块简介	4
3	音频格式简介	5
4	音乐播放实例	6
5	模块配置	7
6	参考样例及驱动	8
7	总结	8
8	其他信息	8
9	版本信息 & 联系方式	9

1 摘要

本篇应用笔记主要介绍 HC32L072 / HC32L073 / HC32F072 系列中的 I2S 模块。

本篇应用笔记主要包括：

- I2S 模块简介
- 音频格式简介
- 音频播放实例

注意：

- 本应用笔记为 HC32L072 / HC32L073 / HC32F072 系列中的 I2S 模块应用补充材料，不能代替用户手册，具体功能及寄存器的操作等相关事项请以用户手册为准。

2 I2S 模块简介

I2S（集成电路内置音频总线）是音频数据传输标准，它使用三线总线进行串行和同步数据传输。数据在 SD（串行数据）线上传输，格式为小端序（先传 MSB），数据长度通常为 16/24/32 位。发送器数据通过 SCK（串行时钟）的上升沿或下降沿同步，接收器用 SCK 的下降沿。

SD 串行数据（映射到 MOSI 引脚），用于发送或接收两个时分复用的数据通道上的数据（仅半双工模式）。

WS 字选择（映射到 NSS 引脚），是主模式下的数据控制信号输出以及从模式下的数据控制信号输入。

CK 串行时钟（映射到 SCK 引脚），是主模式下的串行时钟输出以及从模式下的串行时钟输入。

MCK 主时钟输出（MCK 映射到 MISO 引脚），当 I2S 配置为主模式（并且 I2Sx_PR 寄存器中的 MCKOE 位置 1）时，使用主时钟（单独映射）输出此附加时钟，该时钟以 $256 \times f_s$ 的预配置频率生成，其中 f_s 为音频信号采样频率。

本系列中的每个 I2S 都支持主模式与从模式，支持半双工的发送与接收，如果需要全双工模式，需要使用两个 I2S 进行配合。

I2S 外设支持四种音频协议（可由软件配置）：

- I2S 飞利浦协议
- MSB 协议
- LSB 协议
- PCM 协议（包括 PCM 短帧和 PCM 长帧）

它还支持大多数音频频率（8 kHz、16 kHz、32 kHz、44.1 kHz、48 kHz 等）。

数据格式可编程为 16、24 或 32 位数据长度（每通道），MSB 在前，以及 16 或 32 位长度（每通道）。

3 音频格式简介

在实际应用中，大部分的音频采用 MP3 格式。MP3 是一种音频压缩技术，其全称是动态影像专家压缩标准音频层面 3（Moving Picture Experts Group Audio Layer III），简称为 MP3。它被设计用来大幅度地降低音频数据量。利用 MPEG Audio Layer 3 的技术，将音乐以 1:10 甚至 1:12 的压缩率，压缩成容量较小的文件，而对于大多数用户来说重放的音质与最初的不压缩音频相比没有明显的下降。Audacity 是一款免费的音频处理软件，遵循 GNU 协议的免费软件，可以将 MP3 格式转换为 WAV 格式。WAV 是最常见的声音文件格式之一，是微软公司专门为 Windows 开发的一种标准数字音频文件，该文件能记录各种单声道或立体声的声音信息，并能保证声音不失真。数据本身的格式为 PCM 或压缩型，属于无损音乐格式。

WAVE 文件是非常简单的一种 RIFF 文件，其"格式标识码"定义为 WAVE。RIFF chunk 包括两个子 chunk，ID 分别为 fmt 和 data，还有一个可选的 fact chunk。Fmt chunk 用于标示音频数据的属性，包括编码方式、声道数目、采样频率、每个采样需要的 bit 数等信息。Fact chunk 是一个可选 chunk，一般当 WAVE 文件由某些软件转化而成就包含 fact chunk。Data chunk 包含 WAVE 文件的数字化波形声音数据。WAVE 整体结构如图 1。

标识码("RIFF")
数据大小
格式标识码("WAVE")
"fmt"
"fmt"块数据大小
"fmt"数据
"fact"(可选)
"fact"块数据大小
"fact"数据
"data"
声音数据大小
声音数据

图 1 WAVE 整体结构体图

实际使用声音数据量化位数为 16bit 时不同声道数据在 data chunk 数据排列格式。

单声道	采样一		采样二	
	低字节	高字节	低字节	高字节
双声道	采样一			
	左声道		右声道	
	低字节	高字节	低字节	高字节

图 2 16bit 声音数据格式

4 音乐播放实例

以 *杨烁的童年.wav* 文件为例，我们通过 Visual Studio Code 可以获得 WAV 文件的二进制数据。我们可以根据文件格式获得相关信息。

1	Offset: 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F	
2	00000000: 52 49 46 46 76 E4 18 00 57 41 56 45 66 6D 74 20	RIFFvd..WAVEfmt.
3	00000010: 10 00 00 00 01 00 02 00 11 2B 00 00 44 AC 00 00+...D,..
4	00000020: 04 00 10 00 64 61 74 61 E8 E3 18 00 13 1F AF 22datahc..../"
5	00000030: 0A 3A E2 3A 05 25 12 27 B6 1C AF 1F 42 13 EA 0C	.:b:.%.'6./..B.j.
6	00000040: 9F 0C 79 FC DE 0B 46 01 53 FF EF FD 95 EE 04 EF	..y ^..F.S.o}.n.o
7	00000050: 77 E1 7B DB 95 DC 59 D3 F3 E4 76 DF 10 EB E4 F0	wa{[.\YsSdv_.kdp
8	00000060: E7 F3 5A FF 6F 02 02 10 A5 0E 6D 19 1E 17 ED 22	gsZ.o...%.m...m"
9	00000070: B8 19 50 27 77 17 B9 1A 68 02 A0 01 7D EF E4 E2	8.P'w.9.h...}odb
10	00000080: 3B E0 D9 CD 91 D0 90 CC 71 C5 CE C8 39 C5 7C CB	;`YM.P.LqENH9E K
11	00000090: EB DC 58 E2 CE EF 89 FD 42 10 03 26 6B 2B ED 32	k\XbNo.}B..&k+m2
12	000000a0: 0D 31 4C 39 71 33 59 39 64 25 37 26 BA 14 8D 17	.1L9q3Y9d%7&:...
13	000000b0: 63 14 AB 18 9D 09 18 0E 68 00 0D 04 23 04 27 05	c.+.....h...#.'.
14	000000c0: FC F9 54 F4 29 F7 01 EC 67 ED D9 E4 10 DE E2 E0	yTt)w.lgmYd.^b`
15	000000d0: D9 E4 6A E5 5E F1 8D F0 A7 00 99 FC 56 1A 33 11	Ydje^q.p'.. V.3.
16	000000e0: 6E 20 FA 19 BE 22 39 1A C0 20 06 21 13 13 95 19	n.z.>"9.@...!....
17	000000f0: 15 FF FB 0B 71 EA F2 F7 58 D7 24 D6 9B CA EC C2	..{.qjrwXW\$V.JlB
18	00000100: 8C C4 B2 BE 49 C8 00 C9 5B E4 5B E5 78 FD DC FE	.D2>IH.I[d[ex]\~

图 3 wav 文件数据

WAV 文件的 ID 是“RIFF”，WAV 文件大小 1631350，WAV 文件的类型“WAVE”，编码格式：1 为 PCM，声道数目：2 为双声道，采样频率：11025，每秒字节数：44100，每个采样点字数：4，量化位数：16，声音数据量 1631208。

从 WAV 文件看出从 0x2C 开始的数据为声音数据。以 16 位双通道数据为例，输入到 I2S 模块的数据如下：

0x1F13,0x22AF,0x3A0A,0x3AE2,0x2505,0x2712,0x1CB6,

其中 0x1F13、0x3A0A 依次输入到左声道，0x22AF、0x3AE2 依次输入到右声道。其中声音频率配置为 44.1KHz。

5 模块配置

STK 板载的 WM8731 解码芯片，通过 I2C 接口设置相应寄存器，通过 I2S 接口实时传输声音数据，耳机可以听到相应的声音。I2S 数据传输通过中断方式和 DMA 方式均可实现。

本系列 MCU 的 I2S 模块配置播放音频数据流程如下：

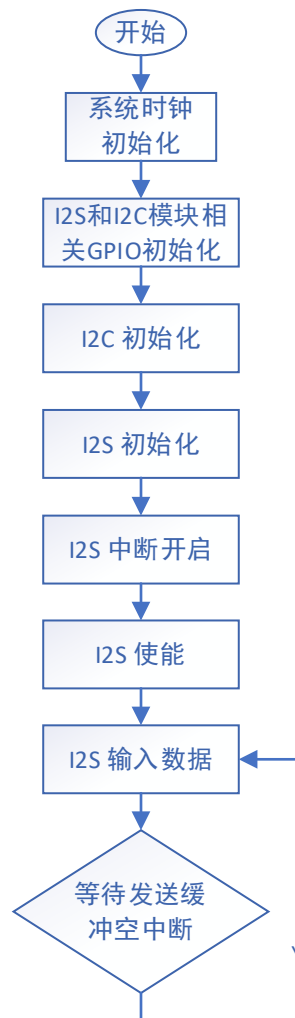


图 4 I2S 模块播放音频数据

6 参考样例及驱动

通过上述介绍，配合 HC32L072 / HC32L073 / HC32F072 系列的用户手册，我们对上述系列 MCU 的 I2S 模块功能及操作方法有了进一步的掌握。

小华半导体（XHSC）官方同时提供了该模块的应用样例及驱动库，用户可通过打开样例的工程进一步直观地熟悉该模块以及驱动库的应用，在实际开发中也可以直接参考样例和使用驱动库来快速实现对该模块的操作。

- 样例参考：~/HC32_DDL/example/I2S
- 驱动库参考：~/HC32_DDL/driver/.../I2S

7 总结

以上章节简要介绍了 HC32L072 / HC32L073 / HC32F072 系列的 I2S 模块，详细说明了此模块的各个功能及操作步骤。用户在实际的应用开发过程中，如果需要更深一步了解该模块的使用方法 & 操作事项，应以相应的用户手册为准。本章中提到的样例及驱动库，既可以作为用户进一步的实验 & 学习，也可以在实际开发中直接应用。

8 其他信息

技术支持信息：<http://www.xhsc.com.cn>

9 版本信息 & 联系方式

日期	版本	修改记录
2021/1/14	Rev1.0	初版发布。
2022/7/15	Rev1.1	公司 Logo 更新。



如果您在购买与使用过程中有任何意见或建议，请随时与我们联系。

Email: mcu@xhsc.com.cn

网址: <http://www.xhsc.com.cn>

通信地址: 上海市浦东新区中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编: 201203

