

AT32 USB Audio Development Note

前言

这篇应用笔记描述了USB Audio Demo实现的说明，Demo包含了USB传输类型（Control，Isochronous）。

文档目的是为了让用户能够更快的使用 Artery AT32Fxx 系列的 USB 外设进行 USB 设备开发。

目前这个文档介绍如下 AT32Fxx USB 相关内容：

- usbd_drivers: 关于USB协议层的库
- usbd_class\audio: isochronous的使用，实现USB Speaker 和 USB MicroPhone

参考资料：

- AT32F403A_407_Firmware_Library\project\at_start_f403a\examples\usb_device
- RM_AT32F4xx 文档的闪存控制器 USB device 章节
- 《Universal Serial Bus Device Class Definition for Audio Devices》

注：本应用笔记对应的代码是基于雅特力提供的V2.x.x 板级支持包（BSP）而开发，对于其他版本BSP，需要注意使用上的区别。

支持型号列表：

支持型号	具备 USB 的型号
------	------------

目录

1	usbd_drivers 协议库.....	5
2	at32 usb 库文件.....	6
3	Audio_Composite_Speaker_MicroPhone	7
3.1	功能描述.....	7
3.2	isochronous 传输简介	7
3.3	USB Audio Device	8
3.4	AT32 USB Audio Speaker and MicroPhone.....	8
3.5	运行环境与使用资源	8
3.6	软件实现.....	9
3.6.1	USB 时钟配置.....	9
3.6.2	USB 端点初始化	10
1.1.1	Speaker 和 MicroPhone 设备配置.....	12
1.1.2	MicroPhone 数据处理.....	20
1.1.3	Speaker 数据处理.....	错误!未定义书签。
4	USB Audio 测试使用说明.....	22
4.1	硬件资源.....	22
4.2	使用方法步骤.....	23
4.3	播放声音	23
4.4	录音测试.....	24
5	版本历史	26

表目录

表 1. USB 库包含的文件列表	6
表 2. USB 用户接口文件列表	6
表 3. Audio 设备描述->usbd_desc.c	13
表 4. Audio 配置描述->usbd_desc.c	13
表 5. 标准 AC 接口描述->usbd_desc.c	13
表 6. Audio Class-specific AC 接口描述->usbd_desc.c	14
表 7. MicroPhone Input Terminal 描述->usbd_desc.c	14
表 8. MicroPhone Feature Unit 描述->usbd_desc.c	14
表 9. MicroPhone Output Terminal 描述->usbd_desc.c	15
表 10. Speaker Input Terminal 描述->usbd_desc.c	15
表 11. Speaker Feature Unit 描述->usbd_desc.c	15
表 12. Speaker Output Terminal 描述->usbd_desc.c	15
表 13. MicroPhone Standard AS interface 描述->usbd_desc.c	16
表 14. MicroPhone Standard AS interface 描述->usbd_desc.c	16
表 15. MicroPhone Class-Specific AS Interface 描述->usbd_desc.c	16
表 16. MicroPhone Type I Format type 描述->usbd_desc.c	17
表 17. MicroPhone Standard Endpoint 描述->usbd_desc.c	17
表 18. MicroPhone Class-specific iso Endpoint 描述->usbd_desc.c	17
表 19. Speaker Standard AS interface 描述->usbd_desc.c	18
表 20. Speaker Standard AS interface 描述->usbd_desc.c	18
表 21. Speaker Class-Specific AS Interface 描述->usbd_desc.c	18
表 22. Speaker Type I Format type 描述->usbd_desc.c	18
表 23. Speaker Standard Endpoint 描述->usbd_desc.c	19
表 24. Speaker Class-specific iso Endpoint 描述->usbd_desc.c	19
表 25. Speaker Feed back Endpoint 描述->usbd_desc.c	19
表 26. 文档版本历史	26

图目录

图 1. USB 应用结构.....	5
图 2. AT32 工程结构.....	5
图 3. isochronous OUT 传输.....	7
图 4. isochronous IN 传输.....	8
图 5. AT32 MCU USB Audio.....	8
图 6. PLLCLK 分频得到 USB 时钟.....	9
图 7. 配置不同的 USB 分频参数.....	9
图 8. 端点初始化.....	10
图 9. 功能配置.....	12
图 10. MicroPhone 数据处理.....	20
图 11. Speaker 数据处理.....	21
图 12. AT-START-F403A V1.0 实验板.....	22
图 13. AT32-Audio-EV V2.0.....	22
图 14. 连接 USB 到 PC Host.....	23
图 15. PC 端识别到扬声器和麦克风设备.....	23
图 16. 播放软件播放声音.....	24
图 17. 录音机软件开启.....	24
图 18. 录音机属性配置.....	25
图 19. 开始录音.....	25

1 usbd_drivers 协议库

这部分主要介绍 AT32 USB 库的结构和库的使用方法，AT32 USB 是基于 USB2.0 全速设备，不支持 USB2.0 高速设备。这里库的作用是用来管理 USB 外设和实现 USB 的基本协议，使用户能够更快的上手开发。

图 1. USB 应用结构

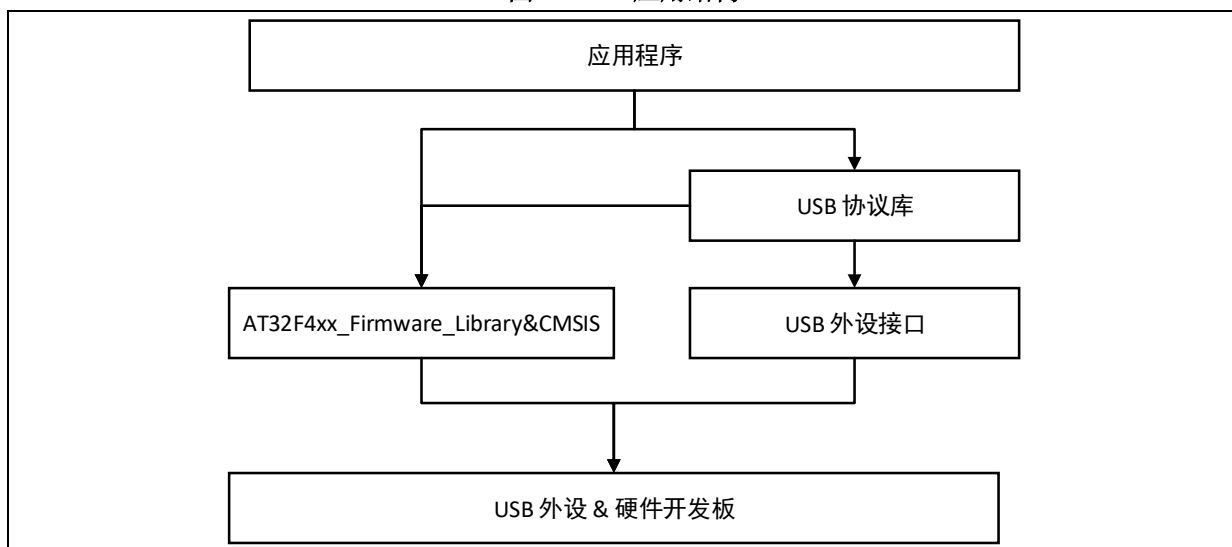
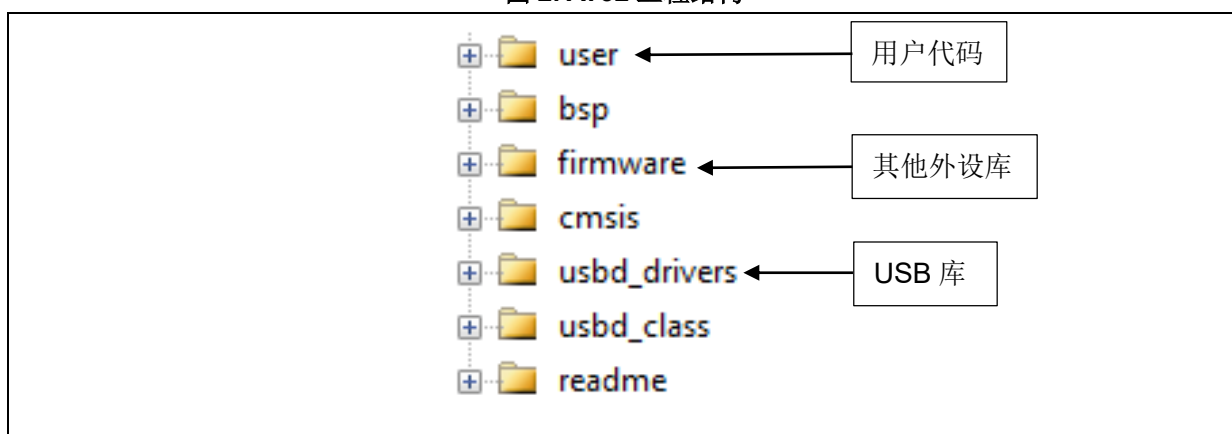


图 2. AT32 工程结构



2 at32 usb 库文件

表 1. USB 库包含的文件列表

文件名	内容
usbd_core	实现 USB Specification 协议
usbd_int	USB 中断处理函数
usbd_sdr	USB 标准设备请求

表 2. USB 用户接口文件列表

文件名	内容
audio_class	audio 类的有关处理函数
audio_desc	实现应用程序对 audio 设备的描述

3 Audio_Composite_Speaker_MicroPhone

audio 例程运行在 AT-START 评估板上，Audio Speaker 和 MicroPhone 是基于 Audio Arduino Demo Board 进行实现，实验过程中需要连接 AT-START 和 Audio Arduino Board，更多信息参考《UM_Audio Arduino Daughter Board_V1.0》。Audio 设备基于 USB Audio Device 1.0，详细内容可参考《Universal Serial Bus Device Class Define for Audio Device V1.0》。

3.1 功能描述

实现一个 USB Audio 的复合设备，包含一个 Speaker 和一个 MicroPhone，可以同时进行播放声音和录制声音，Speaker 使用 isochronous OUT 传输类型，MicroPhone 使用 isochronous IN 传输类型。

Speaker 功能：

- 支持16K，48K采样率(默认只支持16K)
- 支持采样率切换
- 支持16bit采样
- 支持静音
- 支持音量调节
- 支持Feedback

MicroPhone 功能：

- 支持16K，48K采样率（默认只支持16K）
- 支持采样率切换
- 支持16bit采样
- 支持静音
- 支持音量调节

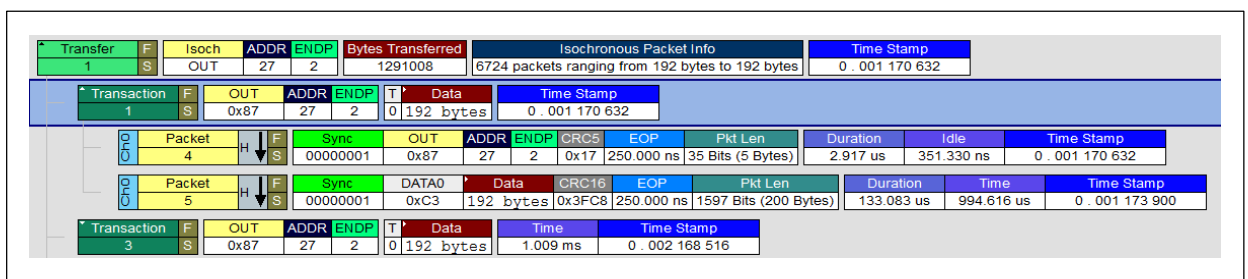
注意：Speaker 和 Microphone 的采样率必须相同，否则 Speaker 和 MicroPhone 会有一个功能不能正常使用。

3.2 isochronous 传输简介

Isochronous 传输主要用于传输数据量大，实时性要求高的场景，可以使 Host 到 Device，也可以是 Device 到 Host，在传输过程当中没有握手包 ACK。

如下是一个 isochronous OUT 传输

图 3. isochronous OUT 传输



如下是一个 isochronous IN 传输

图 4. isochronous IN 传输

* Transfer		F	Isoch	ADDR	ENDP	Bytes Transferred	Isochronous Packet Info			Time Stamp				
4		S		IN	27	1	3242112	16886 packets ranging from 192 bytes to 192 bytes			3 . 596 482 082			
* Transaction		F		IN	ADDR	ENDP	T	Data	Time Stamp					
3589		S		0x96	27	1	0	192 bytes	3 . 596 482 082					
0	Packet		H	F	Sync	IN	ADDR	ENDP	CRC5	EOP	Pkt Len	Duration	Idle	Time Stamp
	10791			S	00000001	0x96	27	1	0x0E	250 000 ns	35 Bits (5 Bytes)	2.917 us	467 330 ns	3 . 596 482 082
0	Packet		↑	F	Sync	DATA0	Data	CRC16	EOP	Pkt Len	Duration	Time	Time Stamp	
	10792		D	S	00000001	0xC3	192 bytes	0x9C53	266.660 ns	1708 Bits (214 Bytes)	142.267 us	996.616 us	3 . 596 485 466	
* Transaction		F		IN	ADDR	ENDP	T	Data	Time	Time Stamp				
3590		S		0x96	27	1	0	192 bytes	1.000 ms	3 . 597 482 082				

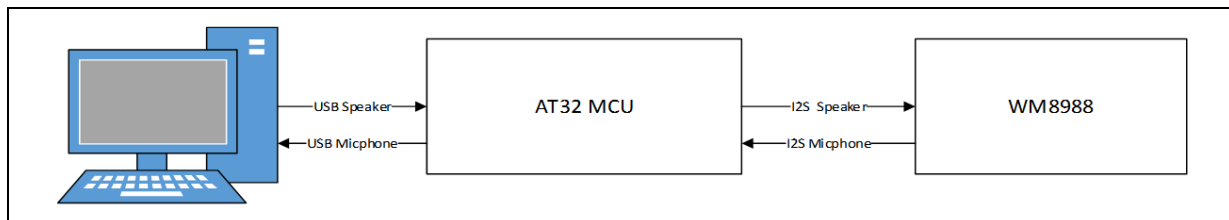
3.3 USB Audio Device

《Universal Serial Bus Device Class Define for Audio Device》中定义了 USB Audio Device 的实现。里面定义如何实现一个 Audio 设备以及一些控制如声音等。

3.4 AT32 USB Audio Speaker and MicroPhone

AT32 MCU 通过 USB 与 PC 进行数据传输，并通过 I²S 与 WM8988 进行通信。

图 5. AT32 MCU USB Audio



3.5 运行环境与使用资源

MCU 外设资源：

USB：

- 端点0 Control：用于USB枚举和USB 控制（音量，采样率等）
- 使用端点1作为isochronous IN：AT32 MCU发送数据到PC，MicroPhone功能
- 使用端点2作为isochronous OUT：PC发送数据到AT32 MCU，Speaker功能

I²C：

- 使用I²C1发送控制信息到音频Board

I²S：

- 使用I²S1发送数据到音频Board （Speaker）
- 使用I²S2从音频board接收数据 （MicroPhone）

DMA1：

- 使用DMA1_Channel3传输I²S1的数据
- 使用DMA1_Channel4传输I²S2的数据

TMR1：

- 使用TMR1 产生12MHz Clock 给音频Board

Audio 属性：

- Audio 格式：TYPE I/PCM8 Format /Stereo
- Audio Resolution: 16Bit

- Audio Sample Frequency:16KHz/48KHz

硬件环境:

- 参考《UM_Audio Arduino Daughter Board_V1.0》

3.6 软件实现

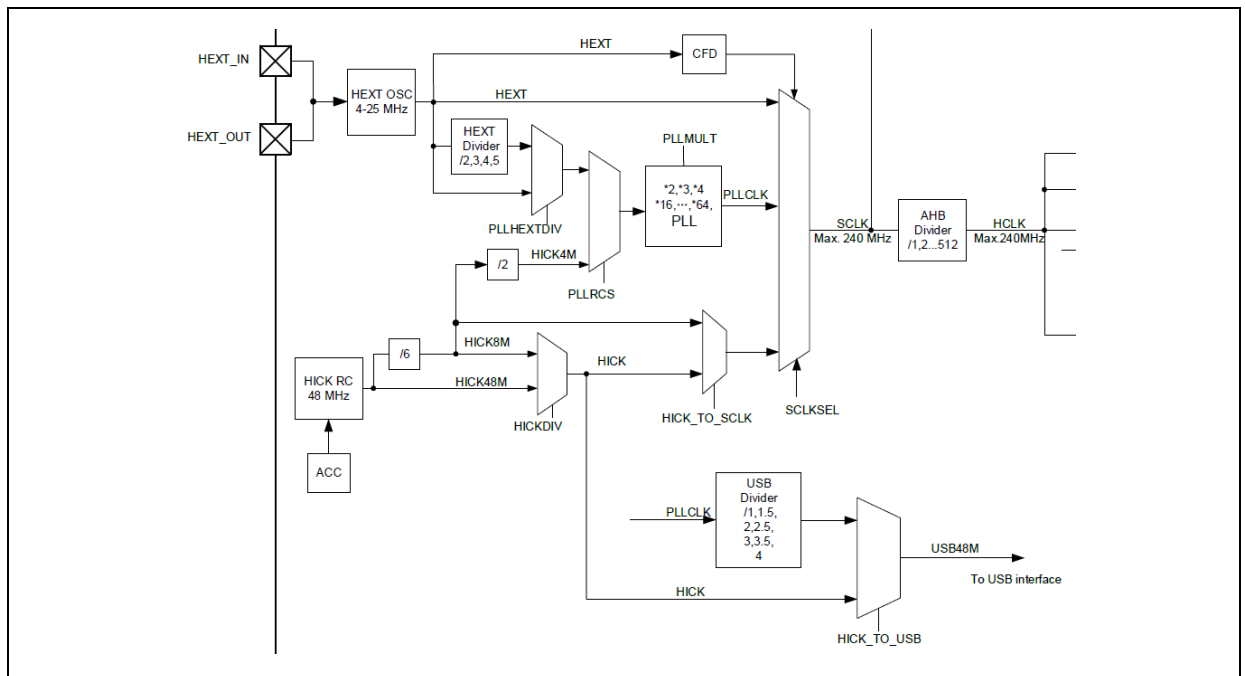
- USB外设的初始化,如时钟配置、端点配置、端点缓冲区的配置
- USB作为Speaker设备的描述
- USB作为MicroPhone设备的描述

3.6.1 USB 时钟配置

USB 48MHz 时钟来源:

USB 时钟根据 PLLCLK 分频得到,分频参数可以设置为 0, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4

图 6. PLLCLK 分频得到 USB 时钟



代码实现:

根据不同的系统频率,配置不同的 USB 分频参数。

图 7. 配置不同的 USB 分频参数

```
void usb_clock48m_select(usb_clk48_s clk_s)
{
    if(clk_s == USB_CLK_HICK)
    {
        crm_usb_clock_source_select(CRM_USB_CLOCK_SOURCE_HICK);

        /* enable the acc calibration ready interrupt */
        crm_periph_clock_enable(CRM_ACC_PERIPH_CLOCK, TRUE);

        /* update the c1\c2\c3 value */
    }
}
```

```
acc_write_c1(7980);
acc_write_c2(8000);
acc_write_c3(8020);

/* open acc calibration */
acc_calibration_mode_enable(ACC_CAL_HICKTRIM, TRUE);
}
else
{
    switch(system_core_clock)
    {
        /* 48MHz */
        case 48000000:
            crm_usb_clock_div_set(CRM_USB_DIV_1);
            break;

        /* 72MHz */
        case 72000000:
            crm_usb_clock_div_set(CRM_USB_DIV_1_5);
            break;
        .../* 其他主频 */
        default:
            break;
    }
}
}
```

3.6.2 USB 端点初始化

对要使用到的端点进行初始化，包括端点类型和端点最大支持的长度等。端点初始化在设备收到主机发送 Reset 信号时进行初始化。

图 8. 端点初始化

```
usb_sts_type class_init_handler(void *udev)
{
    usb_sts_type status = USB_OK;
    usbd_core_type *pudev = (usbd_core_type *)udev;

    /* enable microphone in endpoint double buffer mode */
    usbd_ept_dbuffer_enable(pudev, USBBD_AUDIO_MIC_IN_EPT);

    /* open microphone in endpoint */
    usbd_ept_open(pudev, USBBD_AUDIO_MIC_IN_EPT, EPT_ISO_TYPE,
```

```

AUDIO_MIC_IN_MAXPACKET_SIZE);

/* enable speaker out endpoint double buffer mode */
usbd_ept_dbuffer_enable(pudev, USBD_AUDIO_SPK_OUT_EPT);

/* open speaker out endpoint */
usbd_ept_open(pudev, USBD_AUDIO_SPK_OUT_EPT, EPT_ISO_TYPE,
AUDIO_SPK_OUT_MAXPACKET_SIZE);

/* enable speaker feedback endpoint double buffer mode */
usbd_ept_dbuffer_enable(pudev, USBD_AUDIO_FEEDBACK_EPT);

/* open speaker feedback endpoint */
usbd_ept_open(pudev, USBD_AUDIO_FEEDBACK_EPT, EPT_ISO_TYPE,
AUDIO_FEEDBACK_MAXPACKET_SIZE);

/* start receive speaker out data */
usbd_ept_rcv(pudev, USBD_AUDIO_SPK_OUT_EPT, audio_struct.audio_spk_data,
AUDIO_SPK_OUT_MAXPACKET_SIZE);

return status;
}

```

#define EPT0_TX_ADDR	0x40	/*< usb endpoint 0 tx buffer address offset */
#define EPT0_RX_ADDR	0x80	/*< usb endpoint 0 rx buffer address offset */
#define EPT1_TX_ADDR	0xC0	/*< usb endpoint 1 tx buffer address offset */
#define EPT1_RX_ADDR	0x100	/*< usb endpoint 1 rx buffer address offset */
#define EPT2_TX_ADDR	0x140	/*< usb endpoint 2 tx buffer address offset */
#define EPT2_RX_ADDR	0x180	/*< usb endpoint 2 rx buffer address offset */

1.1.1 Speaker 和 MicroPhone 设备配置

主要实现对设备的描述，主机可以通过设备描述了解设备的具体功能。对应 Speaker 和 MicroPhone 的功能，用户可以选择具体需要那个功能或者两个功能都需要，设备的描述会根据当前配置进行修改。

功能配置

可以通过 `audio_conf.h` 中配置当前需要实现的功能。配置包括是否实现 Speaker 和 MicroPhone，是否支持 16KHz 和 48KHz 采样率。配置代码如下：

图 9. 功能配置

```
#define AUDIO_SUPPORT_SPK                1
#define AUDIO_SUPPORT_MIC                1
#define AUDIO_SUPPORT_FEEDBACK          1
/*配置是否支持 Speaker、Micrphone、Feedback */
#define AUDIO_SUPPORT_FREQ_16K          1
#define AUDIO_SUPPORT_FREQ_48K          1
/*配置是否支持 16K 或者 48K 采用率*/
#define AUDIO_SUPPORT_FREQ              (AUDIO_SUPPORT_FREQ_16K + \
                                         AUDIO_SUPPORT_FREQ_48K \ )

#define AUDIO_FREQ_16K                  16000
#define AUDIO_FREQ_48K                  48000
#define AUDIO_BITW_16                    16
/*如下为当前默认配置*/
#define AUDIO_MIC_CHANEL_NUM             2
#define AUDIO_MIC_DEFAULT_BITW           AUDIO_BITW_16

#define AUDIO_SPK_CHANEL_NUM             2
#define AUDIO_SPK_DEFAULT_BITW           AUDIO_BITW_16

#define AUDIO_SUPPORT_MAX_FREQ           48
#define AUDIO_DEFAULT_FREQ               AUDIO_FREQ_48K
#define AUDIO_DEFAULT_BITW               AUDIO_BITW_16
```

Audio 设备描述->usbd_desc.c

表 3. Audio 设备描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x12	Size of this descriptor in bytes
bDescriptorType	0x01	DEVICE Descriptor type
bcdUSB	0x0200	USB Specification Release Number
bDeviceClass	0x00	Device defined at interface level
bDeviceSubClass	0x00	Unused
bDeviceProtocol	0x00	Unused
bMaxPacketSize0	0x40	Maximum packet size for endpoint 0 0x40 bytes
idVendor	0x2E3C	Vendor ID
idProduct	0x5730	Product ID
bcdDevice	0x0200	Device release number
iManufacturer	0x01	Index of string descriptor describing Manufacturer
iProduct	0x02	Index of string descriptor describing product
iSerialNumber	0x03	Index of string descriptor describing the device serial number
bNumConfigurations	0x01	Number of possible configurations

Audio 配置描述->usbd_desc.c

表 4. Audio 配置描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor in bytes
bDescriptorType	0x02	CONFIGURATION Descriptor type
wTotalLength	0xC0 (注释 1)	Total length of data returned for this configuration
bNumberInterface	0x02 (注释 2)	Number of interfaces supported of this configuration
bConfigurationValue	0x01	Value to use as SetConfiguration() argument
iConfiguration	0x00	Index of string descriptor describing this configuration
bmAttributes	0xc0	Configuration characteristics
bMaxPower	0x32	bMaxPower

注释 1: wTotalLength 根据配置不同而不同 (支持的采样率, 是否支持 Micphone/Speaker)

注释 2: bNumberInterface 根据要是实现的功能不同而不同 (是否支持 Micphone/Speaker)

标准 AC 接口描述->usbd_desc.c

表 5. 标准 AC 接口描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x0A	Size of this descriptor in bytes
bDescriptorType	0x04	INTERFACE Descriptor type
bInterfaceNumber	0x00	Number of this interface
bAlternateSetting	0x00	Index of this setting
bNumEndpoints	0x00	0 endpoint
bInterfaceClass	0x01	AUDIO
bInterfaceSubClass	0x01	AUDIO CONTROL
bInterfaceProtocol	0x00	Protocol code(assigned by the USB)

字段	值	描述
iInterface	0x00	Index of string descriptor describing this interface

Audio Class-specific AC 接口描述->usbd_desc.c

表 6. Audio Class-specific AC 接口描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x0A	Size of this descriptor
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x01	HEADER descriptor subtype
bcdADC	0x0100	Audio Device Class Specificaion Release Number
wTotalLength	0x46	Total number of bytes returned for class-specific
bInCollection	0x02	The number of AudioStreaming and MIDIStreaming interfaces
baInterfaceNr	0x02	Interface number of the first AudioStreaming
baInterfaceNr	0x01	Interface number of the second AudioStreaming

MicroPhone Input Terminal 描述->usbd_desc.c

表 7. MicroPhone Input Terminal 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x0C	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x02	INPUT_TERMINAL descriptor subtype
bTerminalID	0x01	ID of this Input Terminal
wTerminalType	0x0201	Terminal is Microphone
bAssocTerminal	0x00	No association
bNrChannels	0x02	Two channel
wChannelConfig	0x0003	Stereo
iChannelNames	0x00	Unused
iTerminal	0x00	Unused

MicroPhone Feature Unit 描述->usbd_desc.c

表 8. MicroPhone Feature Unit 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x06	FEATURE Unit ID descriptor subtype
bUnitID	0x02	ID of this Unit ID
bSourceID	0x01	Input Terminal ID
bControlSize	0x01	Control size
bmaControl	0x01	MUTE is Support
bmaControl	0x02	Volume is Support
iTerminal	0x00	Unused

MicroPhone Output Terminal 描述->usbd_desc.c

表 9. MicroPhone Output Terminal 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x03	OUTPUT_TERMINAL descriptor subtype
bTerminalID	0x03	ID of this Output Terminal
wTerminalType	0x0101	USB Streaming
bAssocTerminal	0x00	Unused
bSourceID	0x02	Feature Unit ID
iTerminal	0x00	Unused

Speaker Input Terminal 描述->usbd_desc.c

表 10. Speaker Input Terminal 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x0C	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x02	INPUT_TERMINAL descriptor subtype
bTerminalID	0x04	ID of this Input Terminal
wTerminalType	0x0101	USB Streaming
bAssocTerminal	0x00	No association
bNrChannels	0x02	Two channel
wChannelConfig	0x0003	Stereo
iChannelNames	0x00	Unused
iTerminal	0x00	Unused

Speaker Feature Unit 描述->usbd_desc.c

表 11. Speaker Feature Unit 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x06	FEATURE Unit ID descriptor subtype
bUnitID	0x05	ID of this Unit ID
bSourceID	0x04	Input Terminal ID
bControlSize	0x01	Control size
bmaControl	0x01	MUTE is Support
bmaControl	0x02	Volume is Support
iTerminal	0x00	Unuse

Speaker Output Terminal 描述->usbd_desc.c

表 12. Speaker Output Terminal 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.

字段	值	描述
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x03	OUTPUT_TERMINAL descriptor subtype
bTerminalID	0x06	ID of this Output Terminal
wTerminalType	0x0301	Speaker
bAssocTerminal	0x00	Unused
bSourceID	0x05	Feature Unit ID
iTerminal	0x00	Unused

MicroPhone Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

表 13. MicroPhone Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x04	CS_INTERFACE descriptor type
bInterfaceNumber	0x01	Index of this interface
bAlternateSetting	0x00	Index of this alternate setting
bNumEndpoint	0x00	0 endpoint
bInterfaceClass	0x01	AUDIO
bInterfaceSubClass	0x02	AUDIO_STREAMING
bInterfaceProtocol	0x00	Unused
iInterface	0x00	Unused

MicroPhone Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

表 14. MicroPhone Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x04	CS_INTERFACE descriptor type
bInterfaceNumber	0x01	Index of this interface
bAlternateSetting	0x01	Index of this alternate setting
bNumEndpoint	0x01	1 endpoint
bInterfaceClass	0x01	AUDIO
bInterfaceSubClass	0x02	AUDIO_STREAMING
bInterfaceProtocol	0x00	Unused
iInterface	0x00	Unused

MicroPhone Class-Specific AS Interface 描述->usbd_desc.c

表 15. MicroPhone Class-Specific AS Interface 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x07	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x01	GENERAL subtype
bTerminalLink	0x03	Unit ID of the Output Terminal

字段	值	描述
bDelay	0x01	Interface delay
wFormatTag	0x0001	PCM Format

MicroPhone Type I Format type 描述->usbd_desc.c

表 16. MicroPhone Type I Format type 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x0E	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x02	FORMAT_TYPE subtype
bFormatType	0x01	FORMAT_TYPE_I
bNrChannels	0x02	Two Channel
bSubFrameSize	0x02	Two bytes per audio subframe
bBitResolution	16	16 bits per sample
bSamFreqType	2	Two frequency supported
tSamFreq	0x003E80	16000HZ
tSamFreq	0x00BB80	48000HZ

MicroPhone Standard Endpoint 描述->usbd_desc.c

表 17. MicroPhone Standard Endpoint 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x05	ENDPOINT descriptor
bEndpointAddress	0x81	IN Endpoint 1
bmAttributes	0x05	Isochronous
wMaxPacketSize	0x0120	288 bytes per packet
bInterval	0x01	One packet per frame
bRefresh	0x00	Unused
bSynchAddress	0x00	Unused

MicroPhone Class-specific iso Endpoint 描述->usbd_desc.c

表 18. MicroPhone Class-specific iso Endpoint 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x07	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x25	ENDPOINT descriptor
bDescriptorSubtype	0x01	GENERAL subtype
bmAttributes	0x00	No sampling frequency control
bLockDelayUnits	0x00	Unused
wLockDelay	0x0000	Unused

Speaker Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

表 19. Speaker Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x04	CS_INTERFACE descriptor type
bInterfaceNumber	0x02	Index of this interface
bAlternateSetting	0x00	Index of this alternate setting
bNumEndpoint	0x00	0 endpoint
bInterfaceClass	0x01	AUDIO
bInterfaceSubClass	0x02	AUDIO_STREAMING
bInterfaceProtocol	0x00	Unused
iInterface	0x00	Unused

Speaker Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

表 20. Speaker Standard AS interface 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x04	CS_INTERFACE descriptor type
bInterfaceNumber	0x02	Index of this interface
bAlternateSetting	0x01	Index of this alternate setting
bNumEndpoint	0x02	2 endpoint,feed back
bInterfaceClass	0x01	AUDIO
bInterfaceSubClass	0x02	AUDIO_STREAMING
bInterfaceProtocol	0x00	Unused
iInterface	0x00	Unused

Speaker Class-Specific AS Interface 描述->usbd_desc.c

表 21. Speaker Class-Specific AS Interface 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x07	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x01	GENERAL subtype
bTerminalLink	0x04	ID
bDelay	0x01	Interface delay
wFormatTag	0x0001	PCM Format

Speaker Type I Format type 描述->usbd_desc.c

表 22. Speaker Type I Format type 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x0E	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x24	CS_INTERFACE descriptor type
bDescriptorSubtype	0x02	FORMAT_TYPE subtype
bFormatType	0x01	FORMAT_TYPE_I

字段	值	描述
bNrChannels	0x02	Two Channel
bSubFrameSize	0x02	Two bytes per audio subframe
bBitResolution	16	16 bits per sample
bSamFreqType	2	Two frequency supported
tSamFreq	0x003E80	16000HZ
tSamFreq	0x00BB80	48000HZ

Speaker Standard Endpoint 描述->usbd_desc.c

表 23. Speaker Standard Endpoint 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x05	ENDPOINT descriptor
bEndpointAddress	0x02	OUT Endpoint 2
bmAttributes	0x05	Isochronous
wMaxPacketSize	0x0120	288 bytes per packet
bInterval	0x01	One packet per frame
bRefresh	0x00	Unused
bSynchAddress	0x83	Feed back endpoint 3

Speaker Class-specific iso Endpoint 描述->usbd_desc.c

表 24. Speaker Class-specific iso Endpoint 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x07	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x25	ENDPOINT descriptor
bDescriptorSubtype	0x01	GENERAL subtype
bmAttributes	0x00	No sampling frequency control
bLockDelayUnits	0x00	Unused
wLockDelay	0x0000	Unused

Speaker Feed back Endpoint 描述->usbd_desc.c

表 25. Speaker Feed back Endpoint 描述->usbd_desc.c

字段	值	描述
bLength	0x09	Size of this descriptor,in bytes.
bDescriptorType	0x05	ENDPOINT descriptor
bEndpointAddress	0x83	IN Endpoint 3
bmAttributes	0x11	Isochronous
wMaxPacketSize	0x0003	3 bytes per packet
bInterval	0x01	One packet per frame
bRefresh	0x08	Refresh time
bSynchAddress	0x00	Unused

1.1.2 MicroPhone 数据处理

Mircphone 数据从 USB 设备端发送到 HOST 端，发送数据频率为 1ms 发送一帧数据，一帧数据的大小根据采样频率和位宽决定。一帧数据大小=(采样频率 / 1000) * (位宽 / 8) * 通道数。Demo 通过端点 1 进行 IN 传输。

如下是软件实现过程：

图 10. MicroPhone 数据处理

```
usb_sts_type class_in_handler(void *udev, uint8_t ept_num)
{
    usb_sts_type status = USB_OK;
    uint32_t len = 0;

    /* ...user code...
       trans next packet data
    */
    if((ept_num & 0x7F) == (USBD_AUDIO_MIC_IN_EPT & 0x7F)) /*如果是端点 1 */
    {
        len = audio_codec_mic_get_data(audio_struct.audio_mic_data); /*获取当前帧数据长度*/
        usbd_ep_send(udev, USBD_AUDIO_MIC_IN_EPT, audio_struct.audio_mic_data, len); /*发送数据到 HOST*/
    }

    else if((ept_num & 0x7F) == (USBD_AUDIO_FEEDBACK_EPT & 0x7F)) /*如果是端点 3 */
    {
        len = audio_codec_spk_feedback(audio_struct.audio_feed_back); /*获取当前帧数据长度*/
        usbd_ep_send(udev, USBD_AUDIO_FEEDBACK_EPT, audio_struct.audio_feed_back, len); /*发回当前 feedback*/
    }

    return status;
}
```

1.1.3 Speaker 数据处理

Speaker 数据从 HOST 端发送到设备端，发送数据频率为 1ms 发送一帧数据，一帧数据的大小根据采样频率和位宽决定。一帧数据大小=(采样频率 / 1000) * (位宽 / 8) * 通道数。Demo 通过端点 2 进行 OUT 传输，由于存在时钟不同步的问题，Speaker 加上了 Feedback 功能，Feedback 反映一段时间内设备的真实采样率，主机根据设备反馈的真实采样率，调整发数据的频率。详见 `class_in_handler(void *udev, uint8_t ept_num);`

如下是软件实现过程：

图 11. Speaker 数据处理

```
usb_sts_type class_out_handler(void *udev, uint8_t ept_num)
{
    usb_sts_type status = USB_OK;
    usbd_core_type *pudev = (usbd_core_type *)udev;
    uint16_t g_rxlen;

    /* get endpoint receive data length */
    g_rxlen = usbd_get_rcv_len(pudev, ept_num);

    if((ept_num & 0x7F) == (USBD_AUDIO_SPK_OUT_EPT & 0x7F)) /*如果是端点 2 */
    {
        /* speaker data*/
        audio_codec_spk_fifo_write(audio_struct.audio_spk_data, g_rxlen); /*将数据写入播放缓冲区
        */

        /* get next data */
        usbd_ept_rcv(pudev, USBD_AUDIO_SPK_OUT_EPT, audio_struct.audio_spk_data,
        AUDIO_SPK_OUT_MAXPACKET_SIZE); /*获取 Speaker 数据*/
    }

    return status;
}
```

4 USB Audio 测试使用说明

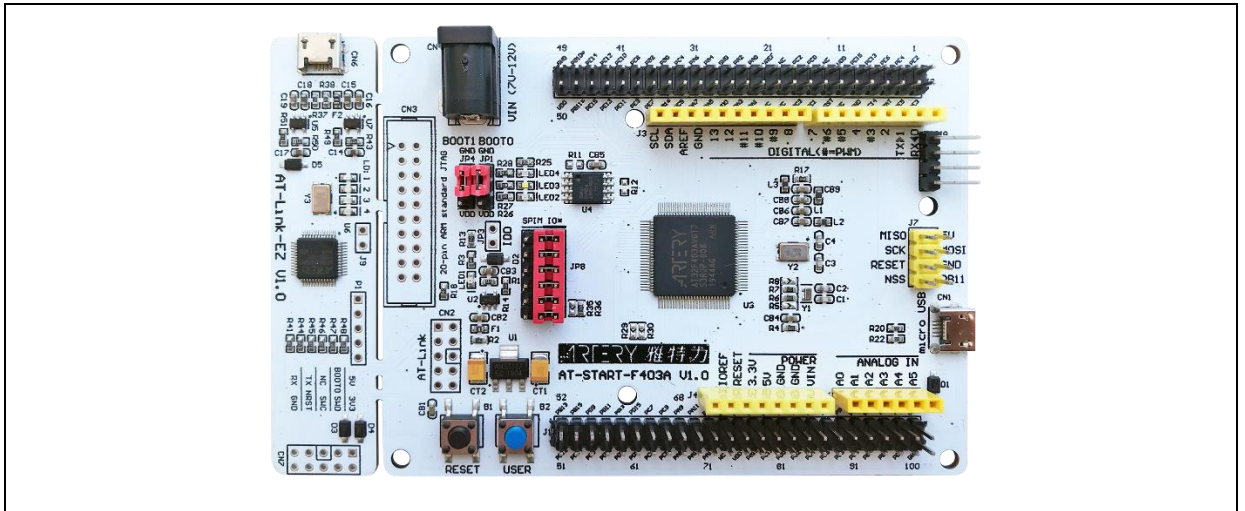
本节介绍如何使用 USB Audio Demo 进行播放声音和进行录音。

4.1 硬件资源

- 指示灯 LED2/LED3/LED4
- USB(PA11/PA12)
- AT-START-F403A V1.0 实验板

图 12. AT-START-F403A V1.0 实验板

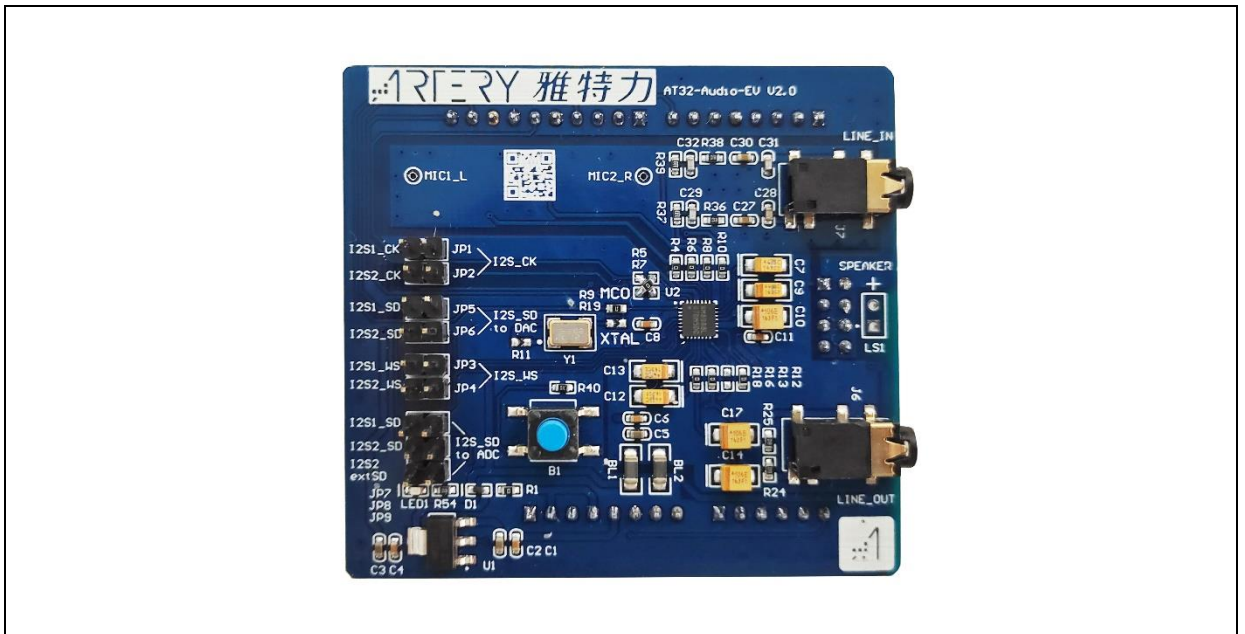
本节介绍如何使用 USB Audio Demo 进行播放声音和进行录音。



- AT32-Audio-EV V2.0

图 13. AT32-Audio-EV V2.0

本节介绍如何使用 USB Audio Demo 进行播放声音和进行录音。



- 耳机

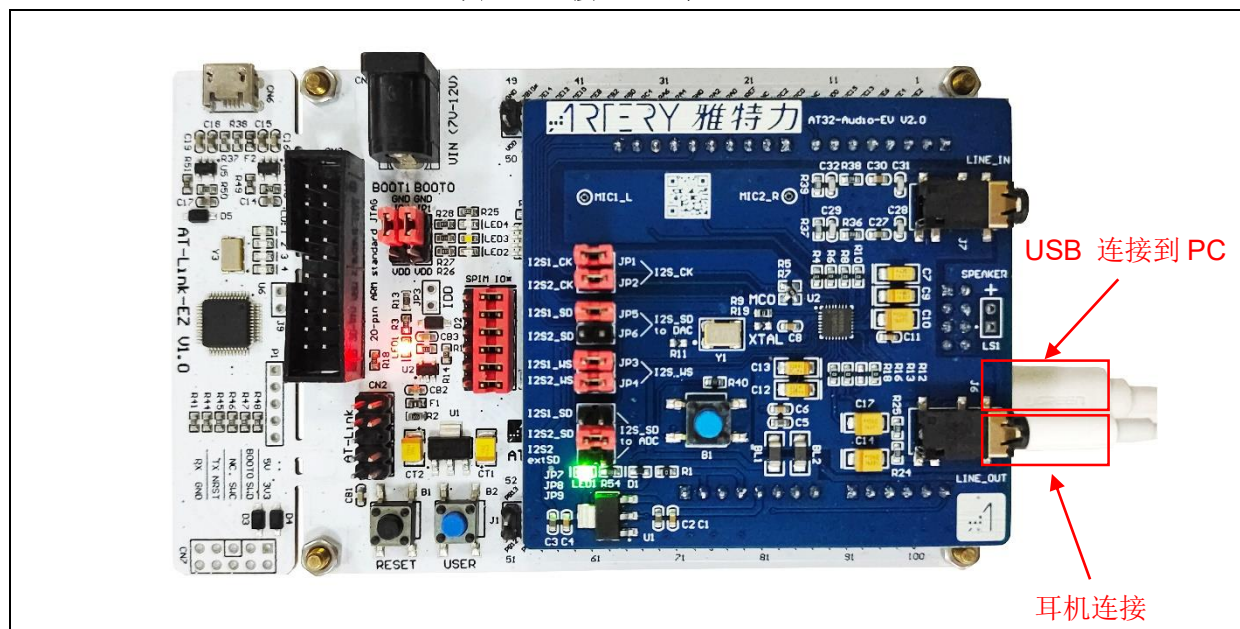
4.2 使用方法步骤

连接 AT-START-F403A V1.0 和 AT32-Audio-EV V2.0

下载 Audio Demo 到实验板（工程路径：）

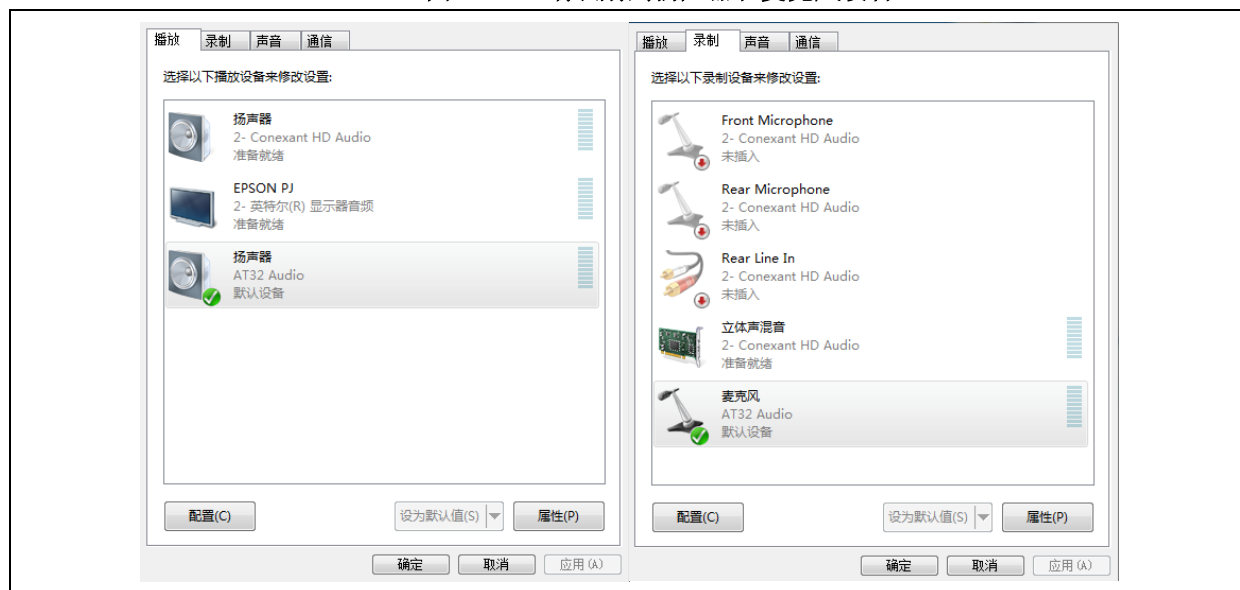
AN0013_SourceCode_V2.0.0\utilities\AN0013_demo 连接 USB 到 PC Host（目前测试在 WIN7 系统下）

图 14. 连接 USB 到 PC Host



- 如果PC成功识别到Audio设备，在声音控制器里面会看到AT32 Audio的设备，分别是一个扬声器器和一个麦克风的设备。

图 15. PC 端识别到扬声器和麦克风设备



4.3 播放声音

打开 Windows Media Player（或者其它播放软件），随意播放一首音乐，可通过耳机听到播放的声音。

图 16. 播放软件播放声音

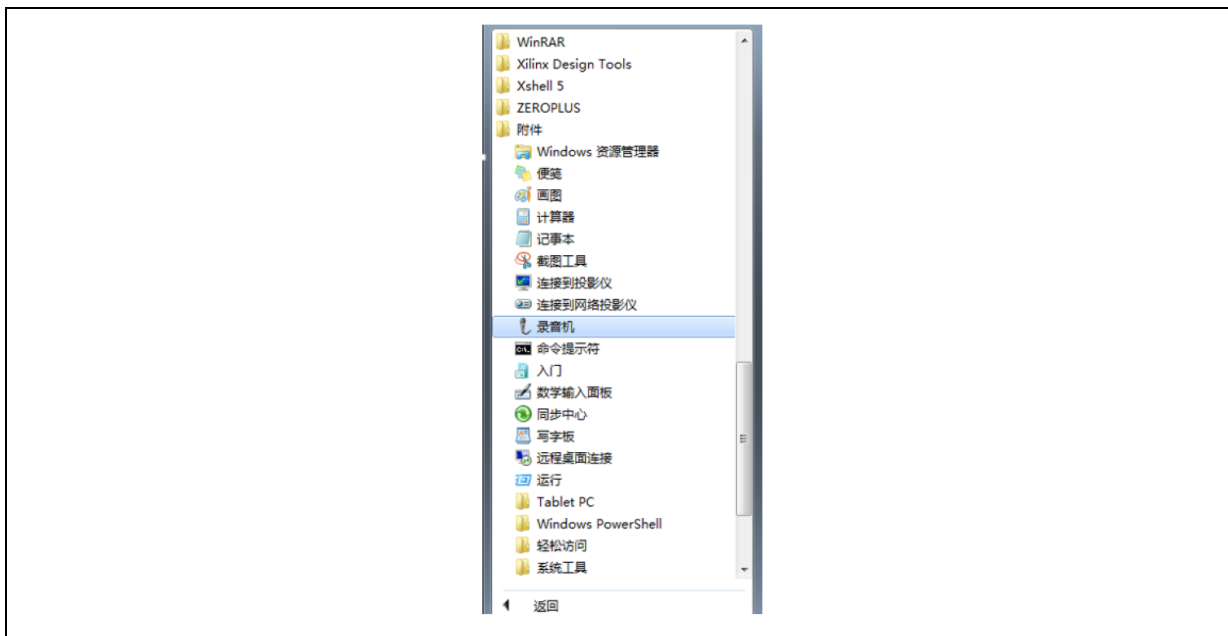


4.4 录音测试

通过 Windows 自带“录音机”进行测试，测试步骤：

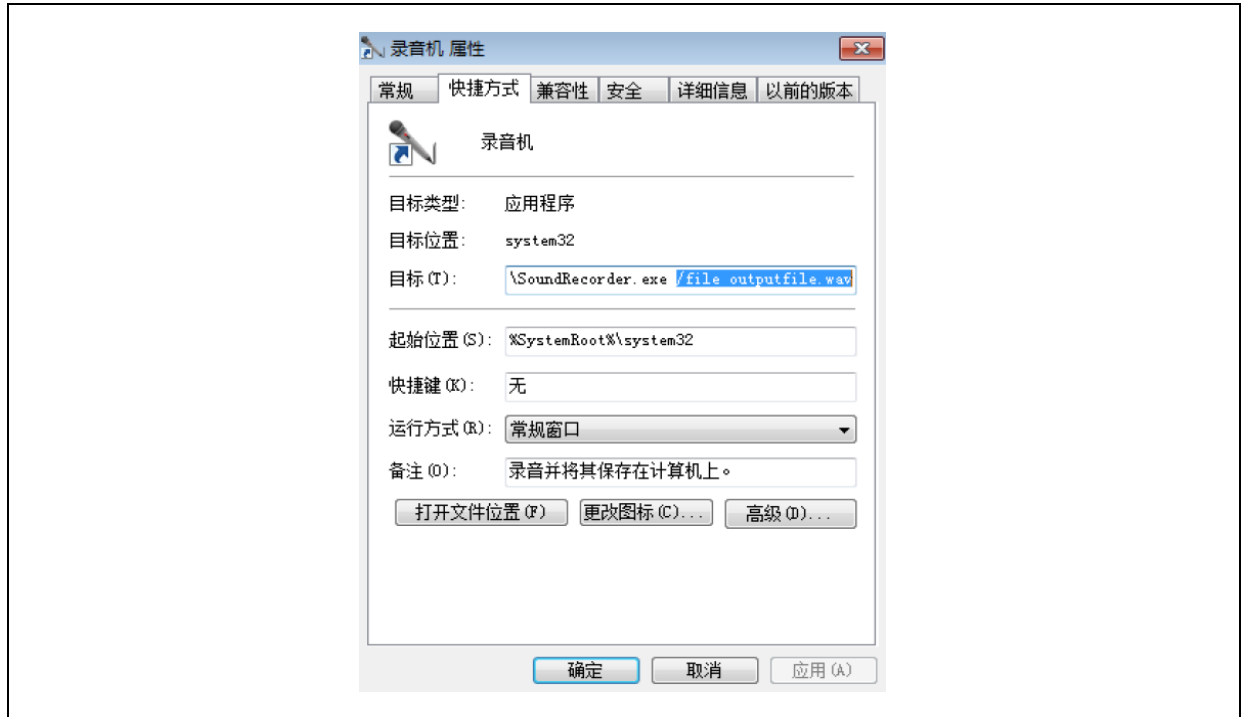
- 找到Window->”附件”-> “录音机”，右键->属性

图 17. 录音机软件开启



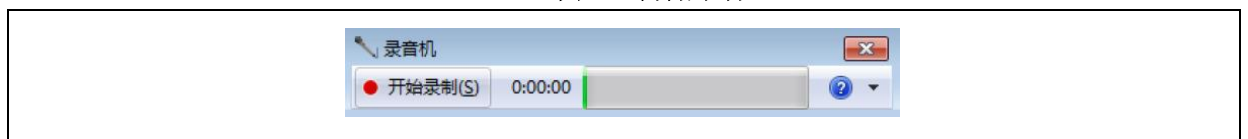
- 在目标选项里加入”file outputfile.wav”，点击应用确定

图 18. 录音机属性配置



- 打开录音机->开始录音

图 19. 开始录音



保存后即可播放所录制的音频

5 版本历史

表 26. 文档版本历史

日期	版本	变更
2022.01.17	2.0.0	最初版本

重要通知 - 请仔细阅读

买方自行负责对本文所述雅特力产品和服务的选择和使用，雅特力概不承担与选择或使用本文所述雅特力产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为雅特力授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在雅特力的销售条款中另有说明，否则，雅特力对雅特力产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途（及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况），或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

雅特力产品并非设计或专门用于下列用途的产品：（A）对安全性有特别要求的应用，例如：生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；（B）航空应用；（C）航天应用或航天环境；（D）武器，且/或（E）其他可能导致人身伤害、死亡及财产损害的应用。如果采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向雅特力发出了书面通知，风险及法律责任仍将由采购商单独承担，且采购商应独立负责在前述应用中满足所有法律和法规要求。

经销的雅特力产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致雅特力针对本文所述雅特力产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大雅特力的任何责任。

© 2022 雅特力科技 保留所有权利