



RTOS Audio

开发指南

版本号: 1.0
发布日期: 2020.7.9

版本历史

版本号	日期	制/修订人	内容描述
1.0	2020.7.9	AWA1636	1. 初版



目 录

1 概述	1
1.1 文档简介	1
1.2 目标读者	1
1.3 适用范围	1
2 模块介绍	2
2.1 模块功能介绍	2
2.1.1 AudioCodec 模块功能	2
2.1.2 Daudio 模块功能	2
2.1.3 DMIC 模块功能	3
2.1.4 S/PDIF 模块功能	3
2.2 相关术语	3
2.2.1 硬件术语	3
2.2.2 软件术语	3
2.3 模块配置介绍	4
2.3.1 menuconfig 配置	4
2.4 源码模块结构	9
2.5 驱动框架介绍	9
2.5.1 音频驱动硬件框架图	9
2.5.2 音频驱动软件框架图	9
3 模块接口说明	11
3.1 pcm 设备操作接口	11
3.1.1 snd_pcm_open	11
3.1.2 snd_pcm_close	11
3.2 hw_params 设置相关接口:	12
3.2.1 snd_pcm_hw_params_malloc	12
3.2.2 snd_pcm_hw_params_any	12
3.2.3 snd_pcm_hw_params_set_format	12
3.2.4 snd_pcm_hw_params_set_channels	13
3.2.5 snd_pcm_hw_params_set_rate	13
3.2.6 snd_pcm_hw_params_set_period_size	13
3.2.7 snd_pcm_hw_params_set_buffer_size	14
3.2.8 snd_pcm_hw_params	14
3.3 sw_params 设置相关接口:	14
3.3.1 snd_pcm_sw_params_malloc	14
3.3.2 snd_pcm_sw_params_current	15
3.3.3 snd_pcm_sw_params_set_start_threshold	15
3.3.4 snd_pcm_sw_params_set_stop_threshold	16
3.3.5 snd_pcm_sw_params_set_avail_min	16
3.3.6 snd_pcm_sw_params	16
3.4 pcm 数据读写接口:	17

3.4.1 snd_pcm_writei	17
3.4.2 snd_pcm_readi	17
3.5 pcm 设备控制接口:	18
3.5.1 snd_pcm_prepare	18
3.5.2 snd_pcm_drop	18
3.5.3 snd_pcm_drain	18
3.5.4 snd_pcm_pause	19
3.5.5 snd_pcm_recover	19
3.5.6 snd_pcm_state	19
3.5.7 snd_pcm_delay	20
3.6 control 控件操作接口	20
3.6.1 snd_ctl_num	20
3.6.2 snd_ctl_get	20
3.6.3 snd_ctl_get_bnum	21
3.6.4 snd_ctl_set	21
3.6.5 snd_ctl_set_bnum	21
4 软件配置说明	22
4.1 AudioCodec 配置	22
4.2 i2s 配置	22
4.3 声卡加载配置	23
4.4 aw-alsa-lib 插件配置	24
4.4.1 hw 插件	24
4.4.2 dmix 插件	24
4.4.3 dsnoop 插件	25
4.4.4 softvol 插件	25
4.4.5 asym 插件	26
4.4.6 route 插件	26
4.4.7 rate 插件	27
4.4.8 file 插件	27
4.4.9 multi 插件	28
4.4.10 plug 插件	28
5 常用工具及调试方法	29
5.1 aw-alsa-utils	29
5.1.1 amixer	29
5.1.2 aplay	29
5.1.3 arecord	30
5.1.4 soundcard	31
5.2 dump 寄存器	32
5.2.1 通过 reg_read/reg_write 命令	32
5.2.2 通过 audiocodec 驱动接口	33

插 图

2-1 Kernel Setup	5
2-2 Drivers Setup	5
2-3 SoC HAL Drivers	6
2-4 Sound card support	6
2-5 AllWinner CODEC drivers	7
2-6 module	7
2-7 module	8
2-8 module	8
2-9 hardware	9
2-10 RTOS 音频驱动	10
5-1 R329 audiocodec 寄存器	33



1 概述

1.1 文档简介

本文档是让开发者了解 Sunxi 平台音频系统框架，能够在 Sunxi 平台上开发新的音频方案。

1.2 目标读者

音频系统开发人员。

1.3 适用范围

表 1-1: 适用产品列表

产品名称	内核版本	驱动文件
F133	Melis	hal/source/sound/*
V459	Melis	hal/source/sound/*

2 模块介绍

2.1 模块功能介绍

在 SUNXI 中，从软件上可以存在多个音频设备。分别为 audiocodec, daudio0, daudio1, daudio2, daudio3, dmic, spdif。

2.1.1 AudioCodec 模块功能

Audio Codec 驱动所具有的功能：

- 支持多种采样率格式 (8KHz, 11.025 KHz, 12 KHz, 16 KHz, 22.05 KHz, 24 KHz, 32 KHz, 44.1 KHz , 48 KHz, 96KHz, 192KHz)，其中录音最大支持 48KHz；
- 支持同时 playback 和 record(全双工模式)；
- 支持 mixer 接口；
- 支持 dapm 接口；
- 支持 16bit/24bit 数据精度；
- 支持 DAC，采样率为 8kHz~192kHz，支持差分输出；
- 支持 ADC，采样率为 8kHz~48kHz；
- DAC 及 ADC 均支持 DRC 功能；
- DAC FIFO 长度 128*24bits, ADC FIFO 长度 128*24bits；

2.1.2 Daudio 模块功能

驱动所具有的功能：

- 支持多种采样率格式 (8kHz, 11.025kHz, 16kHz, 22.05kHz, 24kHz, 32kHz, 44.1kHz, 48kHz, 88.2kHz, 96kHz, 176.4kHz, 192kHz);
- 支持主从模式
- 支持 Left-justified, Right-justified, Standar mode I2S,PCM mode
- 支持 1~8 通道；
- 支持同时 playback 和 record(全双工模式)；
- 支持 i2s、pcm 协议格式配置；
- 支持 16bit/24bit/32bit 数据精度；

2.1.3 DMIC 模块功能

驱动所具有的功能：

- 支持多种采样率格式 (8kGz, 11.025kHz, 16kHz, 22.05kHz, 24kHz, 32kHz, 44.1kHz, 48kHz);
- 最多支持 8 通道;
- 只支持 record;
- 支持 64 OSR 以及 128 OSR;
- 支持 16bit/24bit 数据精度；

2.1.4 S/PDIF 模块功能

驱动所具有的功能：

- 支持多种采样率格式 (44.1kGz, 48kHz, 96kHz, 192kHz);
- 支持单声道和立体声输出;
- 支持 16bit/20bit/24bit 数据精度；
- 支持同时 playback 和 record(全双工模式);

2.2 相关术语

2.2.1 硬件术语

表 2-1: 硬件术语

相关术语	解释说明
audiocodec	芯片内置音频接口
DMIC	外置数字 MIC 接口
SPDIF	外置音响音频设备接口，一般使用同轴电缆或光纤接口
I2S	外置音频通道接口
Daudio	数字音频接口，可配置成 i2s/pcm 格式标准音频接口

2.2.2 软件术语

表 2-2: 软件术语

相关术语	解释说明
Sunxi	全志科技使用的 linux 开发平台
ASOC	ALSA System on Chip
ALSA	Advanced Linux Sound Architecture
DMA	直接内存存取, 指数据不经 cpu, 直接在设备和内存, 内存和内存, 设备和设备之间传输
样本长度 (sample)	样本是记录音频数据最基本的单位, 常见的有 16 位
通道数 (channel)	该参数为 1 表示单声道, 2 则是立体声
帧 (frame)	帧记录了一个声音单元, 其长度为样本长度与通道数的乘积
采样率 (rate)	每秒钟采样次数, 该次数是针对帧而言
周期 (period)	音频设备一次处理所需要的帧数, 对于音频设备的数据访问以及音频数据的存储, 都是以此为单位
DRC	音频输出动态范围控制
HPF	高通滤波
XRUN	音频流异常状态, 分为 underrun 和 overrun 两种状态
DAPM	动态音频电源管理
hp	headphone 缩写, 耳机/耳麦
交错模式 (interleave)	是一种音频数据的记录模式, 在交错模式下, 数据以连续帧的形式存放, 即首先记录完帧 1 的左声道样本和右声道样本 (假设为立体声格式), 再开始帧 2 的记录, 而在非交错模式下, 首先记录的是一个周期内所有帧的左声道样本, 再记录右声道样本, 数据是以连续通道的方式存储。多数情况下, 只需要使用交错模式

2.3 模块配置介绍

2.3.1 menuconfig 配置

在命令行进入 source 目录, 执行 make menuconfig 进入配置主界面, 并按以下步骤操作:

- 1. 选择 Kernel Setup 选项进入下一级配置, 如下图所示:

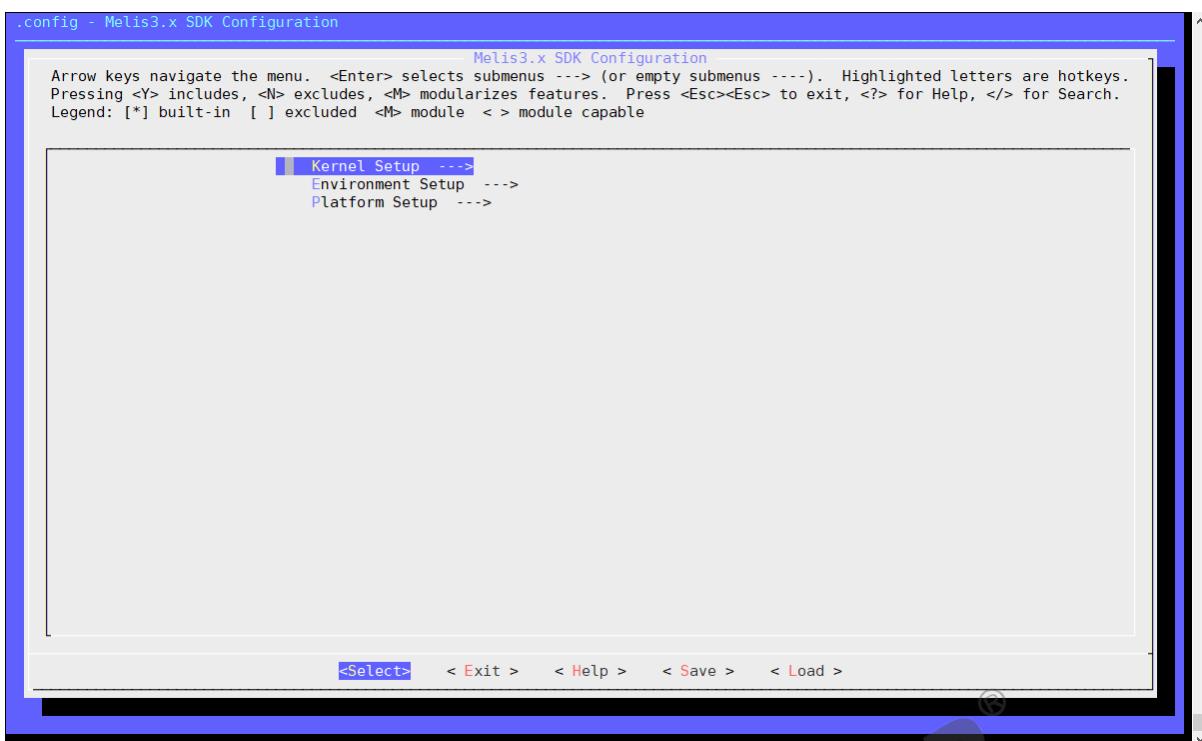


图 2-1: Kernel Setup

- 2. 选择 Drivers Setup 选项，进入下一级配置，如下图所示：

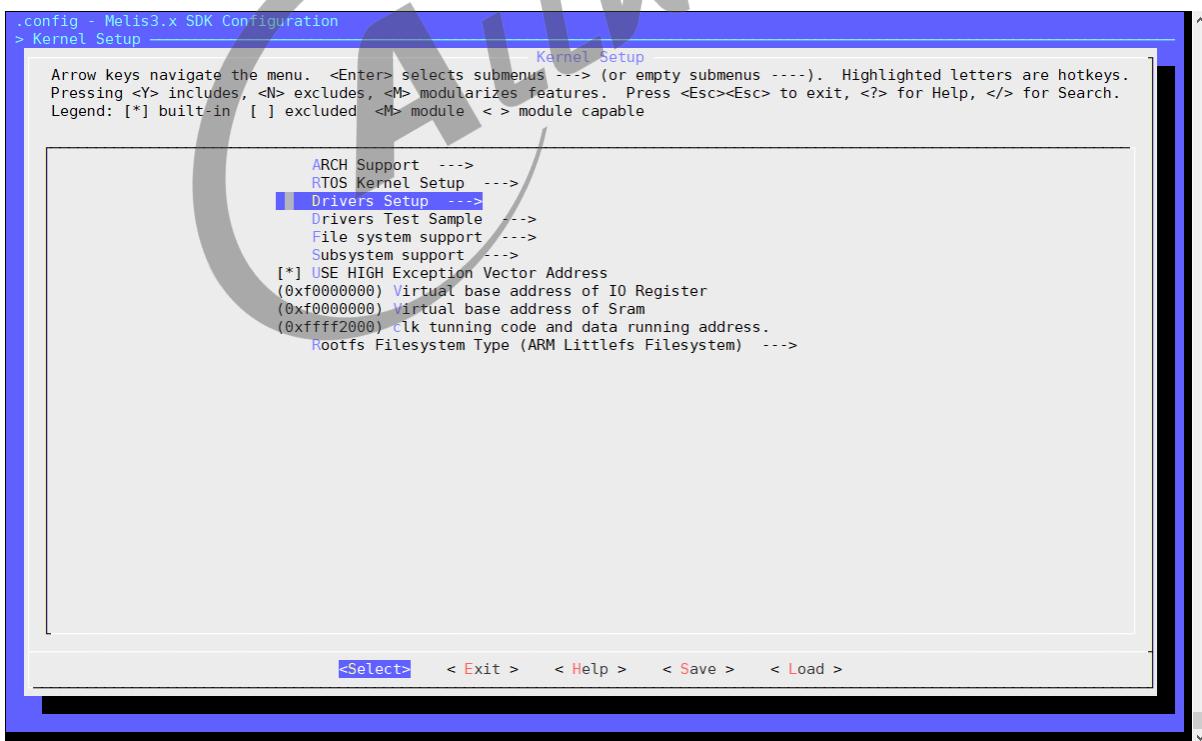


图 2-2: Drivers Setup

- 3. 选择 SoC HAL Drivers 选项，如下图所示：

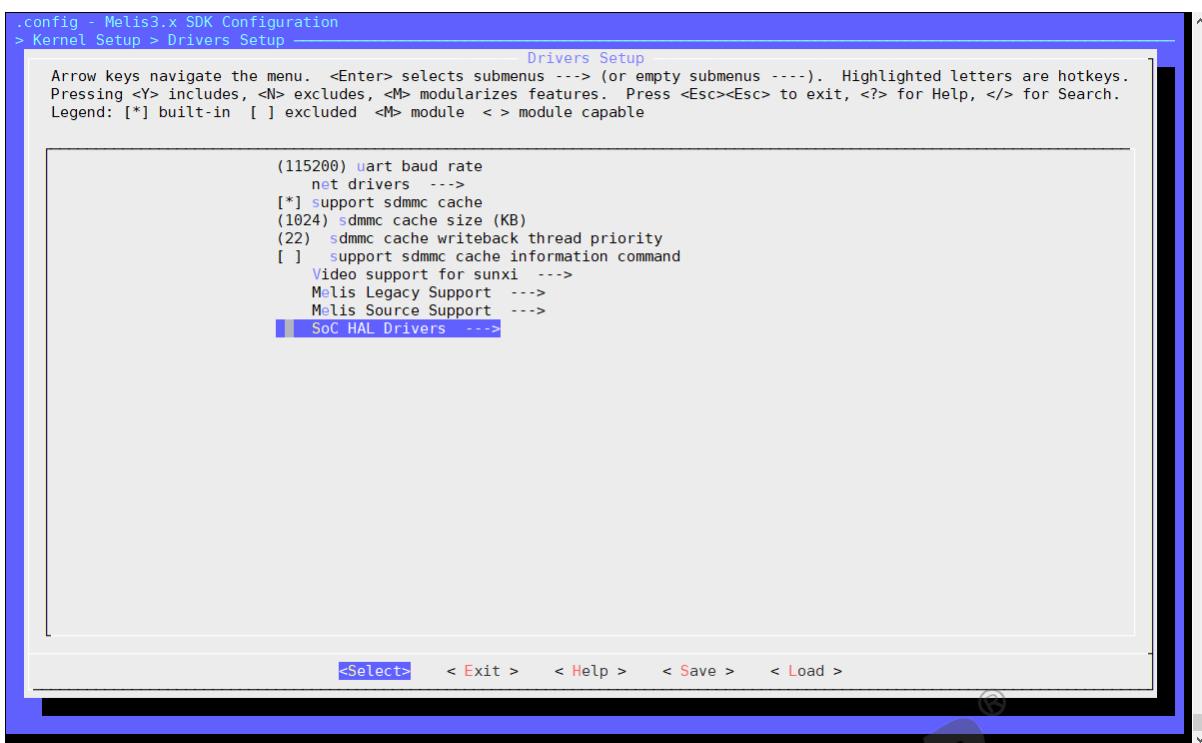


图 2-3: SoC HAL Drivers

- 4. 选择 Sound card support 选项，进入下一级配置，如下图所示：

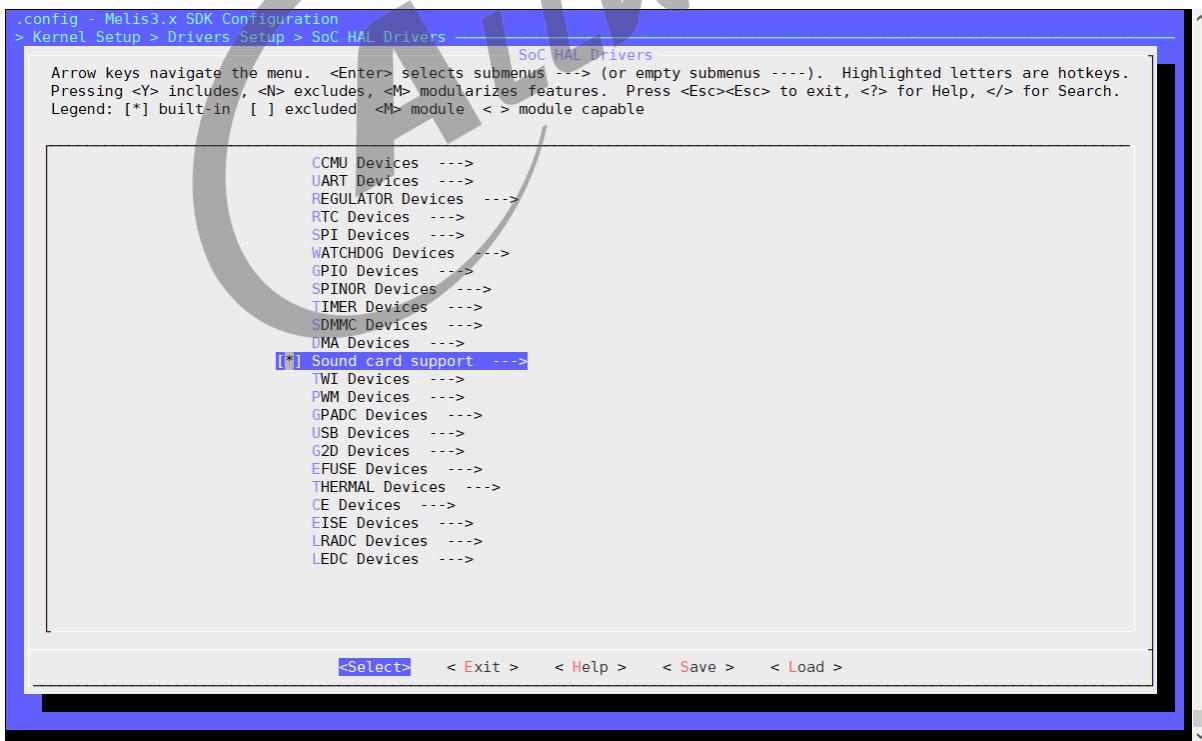


图 2-4: Sound card support

- 5. 选择 AllWinner CODEC drivers 选项，如下图所示：



图 2-5: AllWinner CODEC drivers

- 6. 选择需要的模块，可选择直接编译进内核，如下图所示：

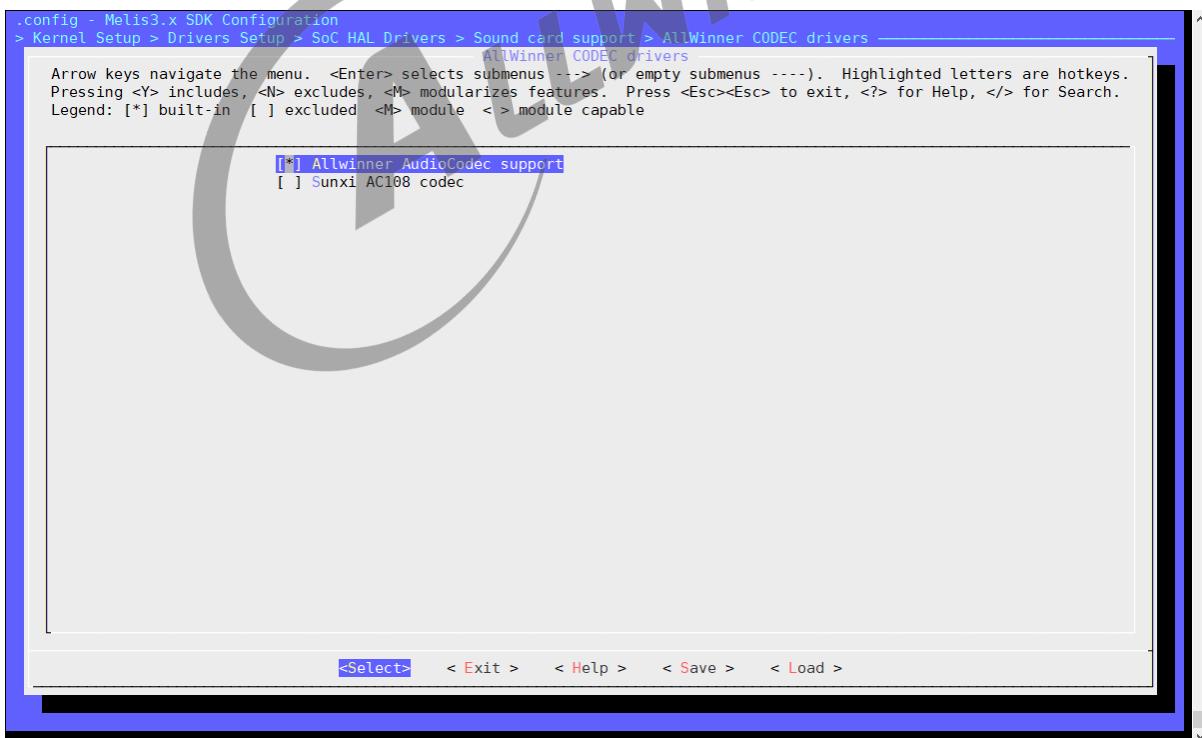


图 2-6: module

- 7. 返回上级目录，选择 Platform(Audio Interface) drivers 选项，配置对应的接口，如下图所示：

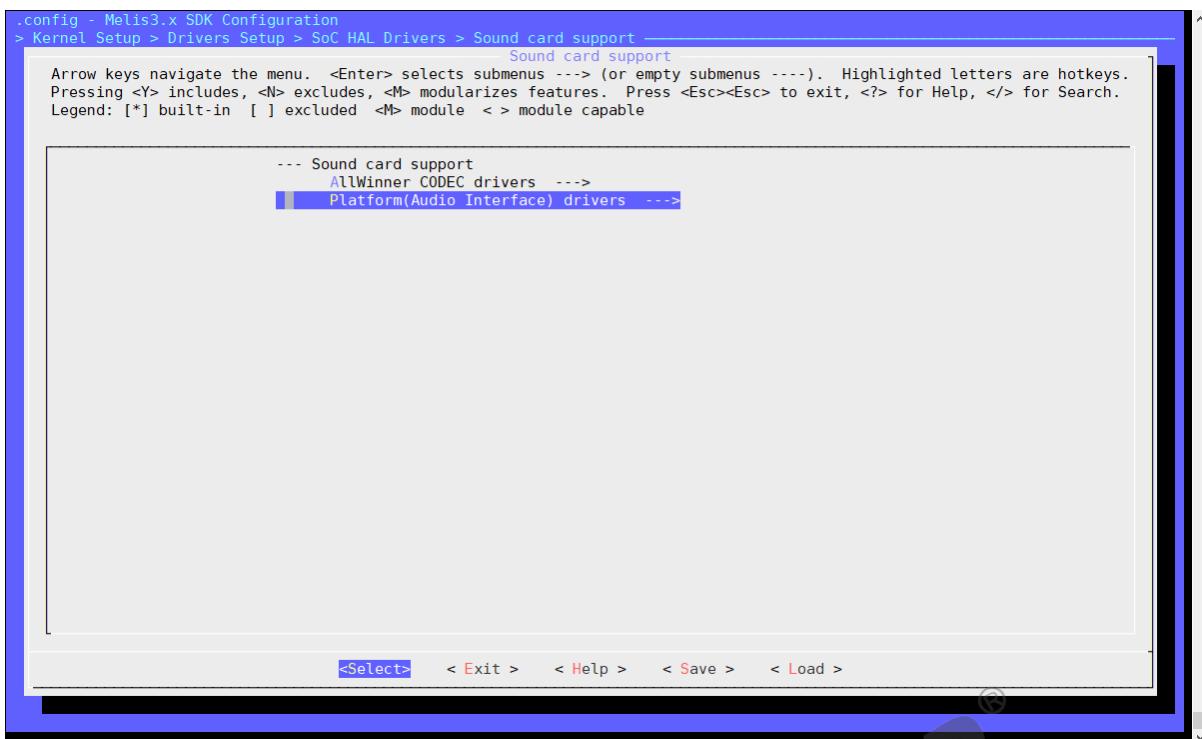


图 2-7: module

- 8. 选择需要的接口，可选择直接编译进内核，如下图所示：

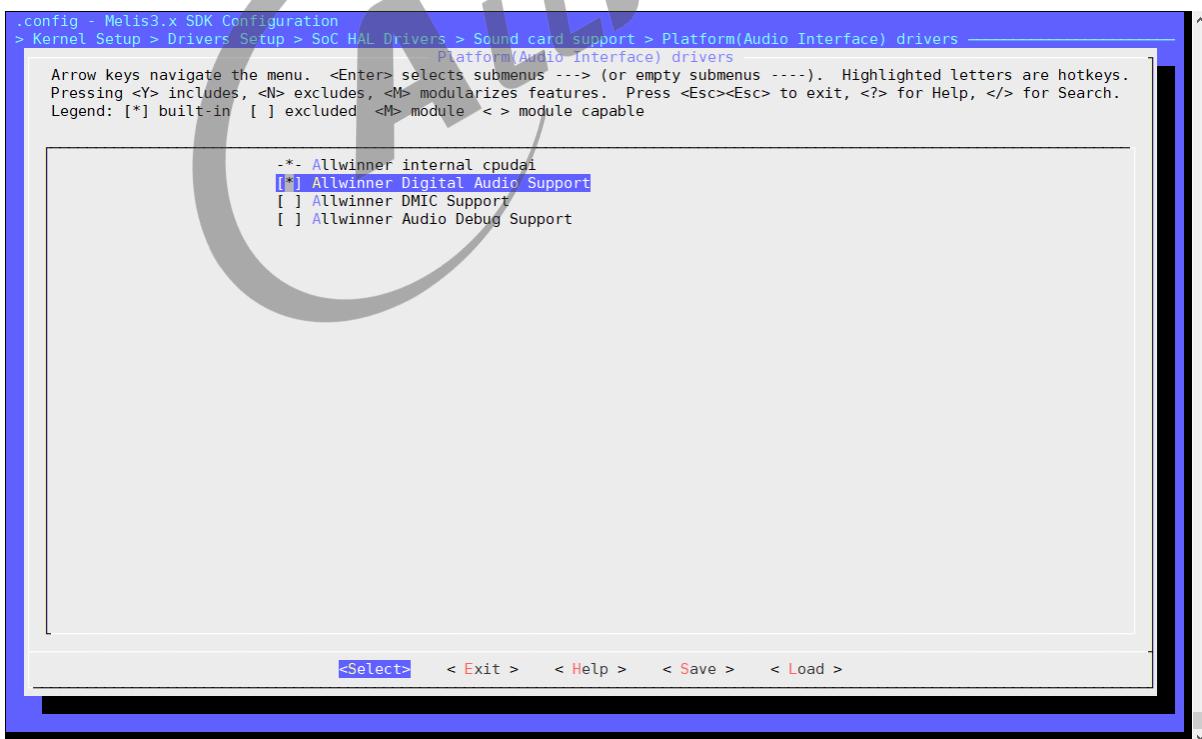


图 2-8: module

2.4 源码模块结构

```

hal/source/sound/card_default.c // 每个方案都要有该文件，用于配置加载哪些声卡

hal/source/sound/
├── core/                                // 音频驱动核心层代码
├── codecs/                               // codec驱动代码
│   ├── dummy_codec.c                     // dummy codec, 用于加载没有实际硬件codec的声卡
│   ├── sun8iw19-codec.c                  // V459 audiocodec驱动
│   ├── sun8iw20-codec.c                  // F133 audiocodec驱动
│   ├── ac107.c                            // ac107 codec
│   ├── ac108.c                            // ac108 codec
│   └── sunxi_rw_func.c                  // 操作audiocodec寄存器的通用接口
└── platform/                            // platform驱动代码
    ├── sunxi-dummy-cpudai.c            // Allwinner cpu-dai驱动
    ├── sunxi-pcm.c                     // Allwinner platform驱动的通用接口
    ├── sunxi-dmic.c                   // Allwinner DMIC驱动
    └── sunxi-daudio.c                 // Allwinner i2s驱动

```

2.5 驱动框架介绍

2.5.1 音频驱动硬件框架图

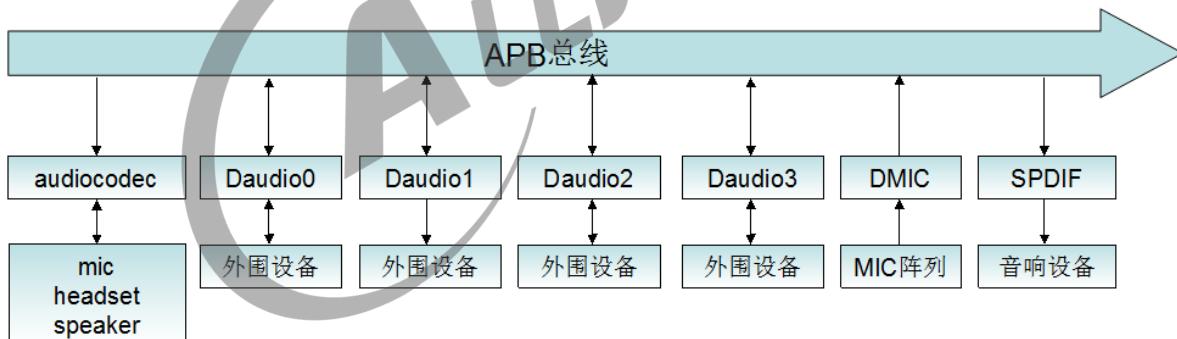


图 2-9: hardware

2.5.2 音频驱动软件框架图

RTOS 上面的音频驱动框架与 Linux 上 ASOC 框架的思想比较类似，分为 codec,platform 模型，core 核心层实现具体的 codec 驱动加载、platform 驱动的选择、数据的搬运、dma 指针的更新等，能够将 codec 驱动与 SoC CPU 解耦合，方便添加外挂 codec，加快适配新的 SoC

音频驱动的大致框架如下：

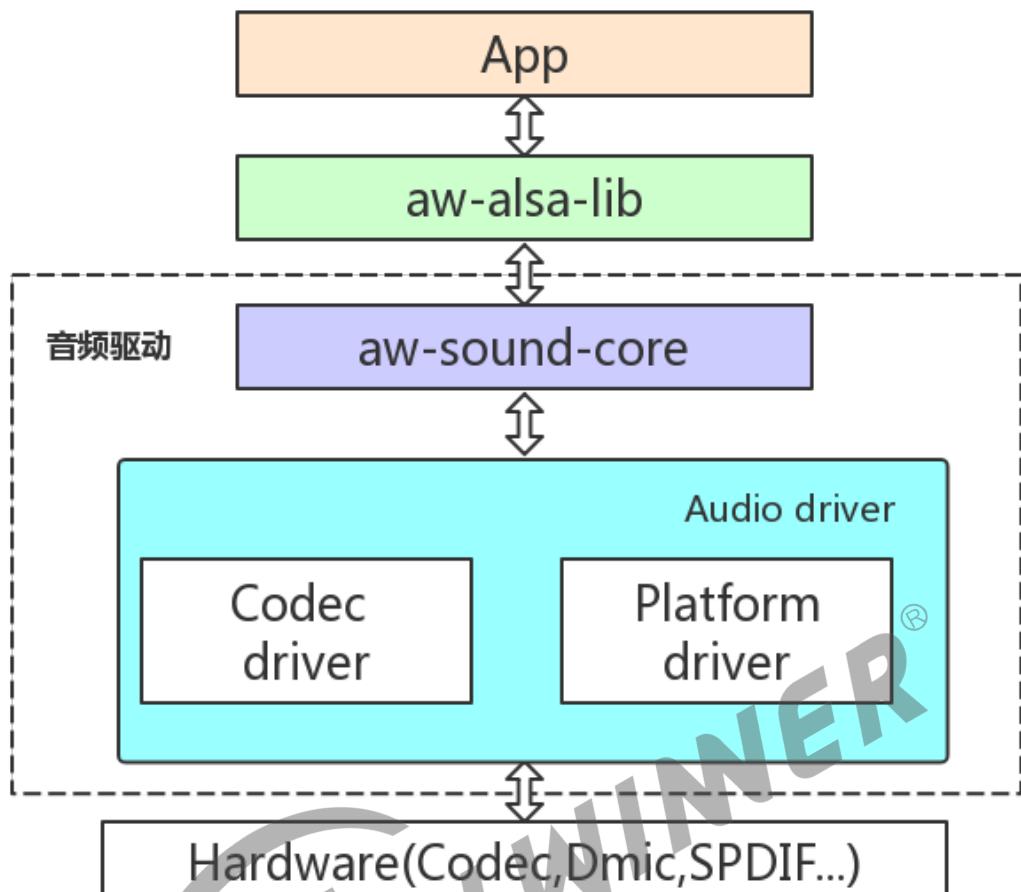


图 2-10: RTOS 音频驱动

3 模块接口说明

RTOS 提供了 aw-alsa-lib 音频接口去操作声卡，接口定义及使用与 alsa-lib 比较类似，除了常用的 pcm 操作接口，control 接口外，还支持 alsa plugin，具体插件的配置方法请查看 4.5 章节
接口头文件在 include/hal/aw-alsa-lib/目录中：

```
└── control.h      // 控件操作相关的接口
  └── pcm.h        // pcm设备操作相关的接口
```

下面分别简单介绍下这两类接口。

3.1 pcm 设备操作接口

3.1.1 snd_pcm_open

- 作用：打开声卡得到 pcm 设备。
- 函数原型：int snd_pcm_open(snd_pcm_t **pcm, const char *name, snd_pcm_stream_t stream, int mode)
- 参数：
 - pcm: 返回 pcm 操作句柄
 - name: pcm 名称, 即 alsa plugin 配置文件中定义的名称
 - stream: 数据流, playback 或者 capture
 - mode: (unused)
- 返回值：
 - 成功打开则返回 0, 否则返回 error code

3.1.2 snd_pcm_close

- 作用：关闭 pcm 设备
- 函数原型：int snd_pcm_close(snd_pcm_t *pcm)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
- 返回值：
 - 成功打开则返回 0, 否则返回 error code

3.2 hw_params 设置相关接口：

3.2.1 snd_pcm_hw_params_alloc

- 作用：创建 hw_params 的宏
- 函数原型：void snd_pcm_hw_params_alloc(void)
- 参数：
 - null
- 返回值：
 - null

3.2.2 snd_pcm_hw_params_any

- 作用：填充 hw_param 配置
- 函数原型：int snd_pcm_hw_params_any(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.2.3 snd_pcm_hw_params_set_format

- 作用：设置采样格式
- 函数原型：int snd_pcm_hw_params_set_format(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params, snd_pcm_format_t format)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
 - format: 采样格式
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.2.4 snd_pcm_hw_params_set_channels

- 作用：设置通道数
- 函数原型：int snd_pcm_hw_params_set_channels(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params, unsigned int val)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
 - val: 通道数
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.2.5 snd_pcm_hw_params_set_rate

- 作用：设置采样率
- 函数原型：int snd_pcm_hw_params_set_rate(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params, unsigned int val, int *dir)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
 - val: 采样率
 - dir: (unused)
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.2.6 snd_pcm_hw_params_set_period_size

- 作用：设置 period_size
- 函数原型：int snd_pcm_hw_params_set_period_size(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params, snd_pcm_uframes_t val, int *dir)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
 - val: period_size
 - dir: (unused)

- 返回值:

- 0: 成功
- <0: error code

3.2.7 snd_pcm_hw_params_set_buffer_size

- 作用: 设置 buffer_size
- 函数原型: int snd_pcm_hw_params_set_buffer_size(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params, snd_pcm_uframes_t val)
- 参数:
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
 - val: buffer_size
 - dir: (unused)
- 返回值:
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.2.8 snd_pcm_hw_params

- 作用: 安装 hw_params 到声卡中
- 函数原型: int snd_pcm_hw_params(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_hw_params_t *params)
- 参数:
 - pcm: pcm 操作句柄
 - params: hw_param 配置
- 返回值:
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.3 sw_params 设置相关接口:

3.3.1 snd_pcm_sw_params_alloca

- 作用: 创建 sw_params 的宏

- 函数原型: `snd_pcm_sw_params_alloca()`
- 参数:
 - `null`
- 返回值:
 - `null`

3.3.2 `snd_pcm_sw_params_current`

- 作用: 填充 `sw_param` 配置
- 函数原型: `int snd_pcm_sw_params_current(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_sw_params_t *params)`
- 参数:
 - `pcm`: `pcm` 操作句柄
 - `params`: `sw_param` 配置
- 返回值:
 - `0`: 成功
 - `<0`: error code

3.3.3 `snd_pcm_sw_params_set_start_threshold`

- 作用: 设置 `start_threshold`
对于 `playback`, 决定写入多少帧数据后开始播放 (建议 `start_threshold` 设定为 `buffer size`)
对于 `capture`, 要采集的帧数大于 `start_threshold` 后才开始录音 (建议 `start_threshold` 设定为 1)
- 函数原型: `int snd_pcm_sw_params_set_start_threshold(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_sw_params_t *params, snd_pcm_uframes_t val)`
- 参数:
 - `pcm`: `pcm` 操作句柄
 - `params`: `sw_param` 配置
 - `val`: `start threshold`, 单位为帧
- 返回值:
 - `0`: 成功
 - `<0`: error code

3.3.4 snd_pcm_sw_params_set_stop_threshold

- 作用：设置 stop_threshold

对于 playback, 可写入 pcm 数据的空间大于等于 stop_threshold 时, 触发 underrun(建议 stop_threshold 设定为 buffer size) 对于 capture, 可读出来的 pcm 数据量大于等于 stop_threshold 时, 触发 overrun(建议 stop_threshold 设定为 buffer size)

- 函数原型：int snd_pcm_sw_params_set_stop_threshold(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_sw_params_t *params, snd_pcm_uframes_t val)

- 参数：

- pcm: pcm 操作句柄
- params: sw_param 配置
- val: stop threshold, 单位为帧

- 返回值：成功打开则返回 0, 否则返回 error code

3.3.5 snd_pcm_sw_params_set_avail_min

- 作用：设置 avail_min(建议 avail_min 设置为 period size) 对于 playback, 可写入 pcm 数据的空间大于 avail_min 时, 唤醒应用 write 任务将 pcm 数据写入对于 capture, 可读出来的 pcm 数据量大于 avail_min 时, 唤醒应用 read 任务将 pcm 数据读到应用 buffer 中

- 函数原型：int snd_pcm_sw_params_set_avail_min(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_sw_params_t *params, snd_pcm_uframes_t val)

- 参数：

- pcm: pcm 操作句柄
- params: sw_param 配置
- val: avail_min, 单位为帧

- 返回值：

- 0: 成功
- <0: error code

3.3.6 snd_pcm_sw_params

- 作用：安装 sw_params 到声卡中

- 函数原型：int snd_pcm_sw_params(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_sw_params_t *params)

- 参数：

- pcm: pcm 操作句柄
- params: sw_param 配置

- 返回值:

- 0: 成功
- <0: error code

3.4 pcm 数据读写接口:

3.4.1 snd_pcm_writei

- 作用: 写入 size 帧 pcm 数据
- 函数原型: `snd_pcm_sframes_t snd_pcm_writei(snd_pcm_t *pcm, const void *buffer, snd_pcm_uframes_t size)`
- 参数:
 - `pcm`: pcm 操作句柄
 - `buffer`: pcm 数据 buffer 地址
 - `size`: 要写入的帧数
- 返回值:
 - >0: 已写入的帧数
 - -EBADFD: 表示 pcm 设备目前的 state 不允许当前操作
 - -EPIPE: 表示出现 underrun

3.4.2 snd_pcm_readi

- 作用: 读出 size 帧 pcm 数据
- 函数原型: `snd_pcm_sframes_t snd_pcm_readi(snd_pcm_t *pcm, void *buffer, snd_pcm_uframes_t size)`
- 参数:
 - `pcm`: pcm 操作句柄
 - `buffer`: pcm 数据 buffer 地址
 - `size`: 要读出来的帧数
- 返回值:
 - >0: 已读出来的帧数
 - -EBADFD 表示 pcm 设备目前的 state 不允许当前操作
 - -EPIPE 表示出现 overrun

3.5 pcm 设备控制接口：

3.5.1 snd_pcm_prepare

- 作用：将 pcm 设备设置为 prepare 状态
- 函数原型：int snd_pcm_prepare(snd_pcm_t *pcm)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.5.2 snd_pcm_drop

- 作用：停止 pcm 设备，并丢掉 pending frames
- 函数原型：int snd_pcm_drop(snd_pcm_t *pcm)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.5.3 snd_pcm_drain

- 作用：停止 pcm 设备，并会把 pending frames 耗尽
- 函数原型：int snd_pcm_drain(snd_pcm_t *pcm)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.5.4 snd_pcm_pause

- 作用：暂停/恢复 pcm 设备
- 函数原型：int snd_pcm_pause(snd_pcm_t *pcm, int enable)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - enable: 0-恢复,1-暂停
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.5.5 snd_pcm_recover

- 作用：从异常状态 (xrun) 恢复
- 函数原型：int snd_pcm_recover(snd_pcm_t *pcm, int err, int silent)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - err: error code
 - silent: 0-输出 xrun 等打印, 1-不打印任何信息
 - enable: -恢复,1-暂停
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.5.6 snd_pcm_state

- 作用：得到当前 pcm 状态
- 函数原型：snd_pcm_state_t snd_pcm_state(snd_pcm_t *pcm)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
- 返回值：
 - 返回当前 pcm 状态, 如
 - SND_PCM_STATE_OPEN
 - SND_PCM_STATE_SETUP
 - SND_PCM_STATE_PREPARED
 - SND_PCM_STATE_RUNNING

3.5.7 snd_pcm_delay

- 作用：
 - 对于播放，可以得到当前剩余播放数据量，单位为帧
 - 对于录音，可以得到当前剩余可录制数据量，单位为帧
- 函数原型：int snd_pcm_delay(snd_pcm_t *pcm, snd_pcm_sframes_t *delayp)
- 参数：
 - pcm: pcm 操作句柄
 - delayp: 返回 delay 值
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.6 control 控件操作接口

3.6.1 snd_ctl_num

- 作用：获取指定声卡的控件个数
- 函数原型：int snd_ctl_num(const char *name)
- 参数：
 - name: 声卡名称
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.6.2 snd_ctl_get

- 作用：获取指定声卡、指定控件名称的信息
- 函数原型：int snd_ctl_get(const char *name, const char *elem, snd_ctl_info_t *info)
- 参数：
 - name: 声卡名称
 - elem: 控件名称
 - info: 返回的控件信息
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.6.3 snd_ctl_get_bynum

- 作用：获取指定声卡、指定控件 id 的信息
- 函数原型：int snd_ctl_get_bynum(const char *name, const unsigned int elem_num, snd_ctl_info_t *info)
- 参数：
 - name: 声卡名称
 - elem_num: 控件 id
 - info: 返回的控件信息
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.6.4 snd_ctl_set

- 作用：设定指定声卡、指定控件名称的值
- 函数原型：int snd_ctl_set(const char *name, const char *elem, unsigned int val)
- 参数：
 - name: 声卡名称
 - elem: 控件名称
 - val: 设定的值
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

3.6.5 snd_ctl_set_bynum

- 作用：设定指定声卡、指定控件 id 的值
- 函数原型：int snd_ctl_set_bynum(const char *name, const unsigned int elem_num, unsigned int val)
- 参数：
 - name: 声卡名称
 - elem_num: 控件 id
 - val: 设定的值
- 返回值：
 - 0: 成功
 - <0: error code

4 软件配置说明

4.1 AudioCodec 配置

AudioCodec 配置位于代码中, 路径如下:

```
hal/source/sound/codecs/xxx-codec.c  
在该结构中定义struct sunxi_codec_param default_param
```

codec 配置	codec 配置说明
digital_vol	初始化 digital volume, 可设定范围 0~0x3f, 表示 0~-73.08dB, -1.16dB/step
lineout_vol	lineout volume, 可设定范围 0~0x1f, 表示-43.5dB~0dB, 1.5dB/step
mic1gain	mic1 增益, 可设定范围 0~0x7, 0:0dB, 1~7:15~33dB, 3dB/step, 一般设置 0x4, 即 24dB
mic2gain	mic2 增益, 可设定范围 0~0x7, 0:0dB, 1~7:15~33dB, 3dB/step, 一般设置 0x4, 即 24dB
mic3gain	mic3 增益, 可设定范围 0~0x7, 0:0dB, 1~7:15~33dB, 3dB/step, 一般设置 0x4, 即 24dB. 如果作为 aec 回路, 则需要设置为 0dB
adcgain	adc 增益, 可设定范围 0~0x7, 表示-4.5~6dB, 1.5dB/step, 一般设置 0x3, 即 0dB
adcdrc_cfg	是否使用 adcdrc. 0: 不使用; 1: 使用
adchpf_cfg	是否使用 adchpf. 0: 不使用; 1: 使用
dacdrc_cfg	是否使用 dacdrc. 0: 不使用; 1: 使用
dachpf_cfg	是否使用 dachpf. 0: 不使用; 1: 使用
pa_msleep_time	操作 PA 之后的延时时间 (用来避免 pop 音)
gpio_spk	PA 使能引脚
gpio_spk_power	功放芯片供电开关

4.2 i2s 配置

i2s 配置位于代码中, 路径如下:

```
hal/source/sound/platform/sunxi-daudio.c  
在该结构中定义struct sunxi_daudio_param daudio_param[]
```

snddaudio 配置	snddaudio 配置说明
tdm_num	表示第几组 i2s
daudio_master	1: SND_SOC_DAIFMT_CBM_CFM(codec clk & FRM master), 即 daudio 接口作为 slave, codec 作为 master 2: SND_SOC_DAIFMT_CBS_CFM(codec clk slave & FRM master), 一般不用 3: SND_SOC_DAIFMT_CBM_CFS(codec clk master & frame slave), 一般不用 4: SND_SOC_DAIFMT_CBS_CFS(codec clk & FRM slave), 即 daudio 接口作为 master, codec 作为 slave
audio_format	1: SND_SOC_DAIFMT_I2S(standard i2s format) 2: SND_SOC_DAIFMT_RIGHT_J(right justified format) 3: SND_SOC_DAIFMT_LEFT_J(left justified format) 4: SND_SOC_DAIFMT_DSP_A(pcm. MSB is available on 2nd BCLK rising edge after LRC rising edge) 5: SND_SOC_DAIFMT_DSP_B(pcm. MSB is available on 1nd BCLK rising edge after LRC rising edge)
signal_inversion	1: SND_SOC_DAIFMT_NB_NF(normal bit clock + frame) 2: SND_SOC_DAIFMT_NB_IF(normal BCLK + inv FRM) 3: SND_SOC_DAIFMT_IB_NF(invert BCLK + nor FRM) 4: SND_SOC_DAIFMT_IB_IF(invert BCLK + FRM)
pcm_lrck_period	一般可配置 16/32/64/128/256 个 bclk
slot_width_select	支持 8bit, 16bit, 32bit 宽度
msb_lsb_first	0: msb first; 1: lsb first
frametype	0: short frame = 1 clock width; 1: long frame = 2 clock width
tx_data_mode	0: 16bit linear PCM; 1: reserved; 2: 8bit u-law; 3: 8bit a-law
rx_data_mode	0: 16bit linear PCM; 1: reserved; 2: 8bit u-law; 3: 8bit a-law
tdm_config	0: pcm mode; 1: i2s mode
mclk_div	0: not output(normal setting this); 1/2/4/6/8/12/16/24/32/48/64/96/128/176/192: 给外部 codec 提供时钟, 频率是 pll_audio/mclk_div

4.3 声卡加载配置

声卡配置位于代码中, 路径如下:

```
hal/source/sound/card_default.c
```

使用snd_card_register函数进行声卡的注册

```
int snd_card_register(const char *name, struct snd_codec *codec, int platform_type)
```

name: 表示声卡的名字, aw-alsa-lib中都需要通过该名字找到对应的声卡

codec: codec结构体, 根据实际使用的codec进行配置, 如R328的audiocodec, 使用sun8iw18_codec; 如
ac108, 使用ac108_codec

platform_type: 与linux中ASOC框架类似, 也需要指定使用哪种类型的platform, 如CPUDAI, DAUDIO等

举例:

注册V459 audiocodec声卡

```
snd_card_register("audiocodec", &sun8iw19_codec, SND_PLATFORM_TYPE_CPUDAI);
```

注册AC108声卡

```
snd_card_register("ac108", &ac108_codec, SND_PLATFORM_TYPE_DAUDIO0);
```

4.4 aw-alsa-lib 插件配置

aw-alsa-lib 与 linux 上 alsa-lib 一样支持多种插件, 插件的选择、使用, 需要在代码中进行配置, 路径如下:

在每个方案目录下面:

```
hal/source/sound/component/aw-alsa-lib/alsa_config.c
```

下面根据插件类型进行简单说明。

4.4.1 hw 插件

```
static const snd_pcm_hw_config_t snd_pcm_hw_config = {
    .card_name = "audiocodec",
    .device_num = 0,
};
```

card_name: 声卡名称, 需要与card_default.c中注册声卡时指定的名称一致

device_num: pcm设备序号, 目前仅支持一个pcm设备, 所以只能为0

4.4.2 dmix 插件

```
static const snd_pcm_dmix_config_t snd_pcm_dmix_config = {
    .type      = "dmix",
    .ipc_key   = 2222,
    .slave = {
        .pcm      = "hw:audiocodec",
        .format   = SND_PCM_FORMAT_S16_LE,
        .rate     = 48000,
        .channels = 1,
    },
};
```

```
.period_size      = 1024,  
.periods        = 4,  
},  
};  
  
type:          插件类型dmix  
ipc_key:       需要进行混音的均要指定同一ipc_key  
slave:         pcm从设备的信息  
pcm:           pcm设备的名称,必须为hw类型  
format:        采样格式  
rate:          采样率  
channels:      通道数  
period_size:   period_size大小,决定中断触发频率  
periods:       periods大小,决定buffer size大小
```

4.4.3 dsnoop 插件

```
static const snd_pcm_dsnoop_config_t snd_pcm_dsnoop_ref_config = {  
.type          = "dsnoop",  
.ipc_key       = 1114,  
.slave = {  
.pcm          = "hw:ac107",  
.format        = SND_PCM_FORMAT_S16_LE,  
.rate          = 16000,  
.channels      = 1,  
.period_size   = 1024,  
.periods       = 4,  
},  
};  
  
type:          插件类型dsnoop  
ipc_key:       需要进行同时录音的均要指定同一ipc_key  
slave:         pcm从设备的信息  
pcm:           pcm设备的名称,必须为hw类型  
format:        采样格式  
rate:          采样率  
channels:      通道数  
period_size:   period_size大小,决定中断触发频率  
periods:       periods大小,决定buffer size大小
```

4.4.4 softvol 插件

```
static const snd_pcm_softvol_config_t snd_pcm_softvol_config = {  
.type          = "softvol",  
.slave = {  
.pcm          = "PlaybackPlug",  
},  
.control = {  
.control_name  = "Soft Volume Master",  
.card_name    = "audiocodec",  
},  
.min_db       = -51.0,
```

```

    .max_dB      = 0.0,
    .resolution  = 256,
};

type:          插件类型softvol
slave:         pcm从设备的信息
pcm:          pcm设备的名称,必须为hw类型
control:       控件信息
control_name: 控件名称
card_name:    声卡名称, 指定控件位于哪个声卡中
min_dB:        最小衰减
max_dB:        最大衰减
resolution:   精度

```

说明

在第一次使用 **softvol** 插件进行播放时才会生成该控件; 如果想要在声卡驱动加载的时候就添加该控件, 请修改对应的 **codec**

文件, 例如 **sun8iw18-codec.c** 中添加了下面的代码:

```
SND_CTL_KCONTROL_USER("Soft Volume Master", 255, 0, 255)
```

4.4.5 asym 插件

```

static const snd_pcm_asym_config_t snd_pcm_asym_config = {
    .type      = "asym",
    .playback_pcm  = "PlaybackSoftVol",
    .capture_pcm   = "CaptureDsnoop",
};

type:          插件类型softvol
playback_pcm: 指定播放设备的名称
capture_pcm:  指定录音设备的名称

```

4.4.6 route 插件

```

static const snd_pcm_route_config_t snd_pcm_route_config = {
    .type = "route",
    .slave = {
        .pcm = "PlaybackRate",
        .channels = 1,
    },
    .ttable = {
        {0, 0, 0.5},
        {1, 0, 0.5},
        TTABLE_CONFIG_END
    },
};

type:          插件类型route
slave:         pcm从设备的信息
pcm:          pcm设备的名称
channels:    通道数
ttable:        各通道配置, 上面的配置表示将输入的两声道数据分别作0.5倍衰减, 然后合成单声道数据
第一个值表示输入的通道序号

```

第二个值表示输出的通道序号
第三个值表示衰减值
ttable配置最后请务必添加TTABLE_CONFIG_END,表示配置结束

4.4.7 rate 插件

```
static const snd_pcm_rate_config_t snd_pcm_rate_config = {  
    .type      = "rate",  
    .slave = {  
        .pcm      = "PlaybackDmix",  
        .format    = SND_PCM_FORMAT_S16_LE,  
        .rate      = 48000,  
    },  
    .converter = "speexrate",  
};
```

type: 插件类型rate
slave: pcm从设备的信息
pcm: pcm设备的名称
format: 采样精度
rate: 采样率
converter: 指定使用的重采样算法,建议使用speexrate

4.4.8 file 插件

```
static const snd_pcm_file_config_t snd_pcm_file_cap_config = {  
    .type      = "file",  
    .slave    = {  
        .pcm      = "CaptureDsnoop",  
    },  
    .format    = "raw",  
    .mode      = "adb",  
    .port      = 20191,  
};
```

type: 插件类型file
slave: pcm从设备的信息
pcm: pcm设备的名称
format: 音频格式, 目前仅支持raw
mode: file插件保存数据的模式, 目前支持adb, network
port: 端口号
server: 服务器端ip, 当mode为network时才有效

4.4.9 multi 插件

```
static const snd_pcm_multi_config_t snd_pcm_3mic_1ref_config = {
    .type      = "multi",
    .slaves    = {
        { "a", "CaptureDsnoop3Mic", 3 },
        { "b", "CaptureDsnoopRef", 1 },
        { NULL, NULL, -1 },
    },
    .bindings  = {
        { 0, "a", 0 },
        { 1, "a", 1 },
        { 2, "a", 2 },
        { 3, "b", 0 },
        { -1, NULL, -1 },
    },
};

type:          插件类型multi
slaves:        pcm从设备的信息,上述配置表示同时对a,b两个pcm设备进行录音
               第一个参数表示pcm设备的别名,方便后续bindings域指定不同的pcm设备
               第二个参数表示pcm设备的名称
               第三个参数表示通道总数
               注意请在配置最后添加{ NULL, NULL, -1 },表示结束
bindings:     指定多个声卡的通道数排列,上述配置表示a声卡的3通道分别作为通道0,1,2输出,b声卡的通道0作为通
               道3输出
               第一个参数表示录音输出的通道序号
               第二个参数表示指定声卡的通道序号
               注意请在配置最后添加{ -1, NULL, -1 },表示结束
```

4.4.10 plug 插件

```
static const snd_pcm_plug_config_t snd_pcm_plug_config = {
    .type      = "plug",
    .slave    = {
        .pcm      = "PlaybackDmix",
        .format   = SND_PCM_FORMAT_S16_LE,
        .channels = 1,
        .rate     = 48000,
    },
    .rate_converter = "speexrate",
    .route_policy   = "default",
    .ttable        = {
        TTABLE_CONFIG_END
    },
};

type:          插件类型plug
slave:         pcm从设备的信息
pcm:          pcm设备的名称
format:       采样格式
channels:     通道数
rate:         采样率
rate_converter: 指定使用的重采样算法名称
route_policy:  使用route插件时的策略,可选average,copy,duplicate,default即为copy
```

5 常用工具及调试方法

5.1 aw-alsa-utils

aw-alsa-utils 是基于 aw-alsa-lib 实现的一些常用工具，例如 amixer, aplay, arecord

5.1.1 amixer

amixer 可以操作控制音频驱动中创建的控件 (kcontrol)，例如设置 mixer, mux, 音量等

使用方法：

命令	功能
-c	指定要操作的声卡，默认为声卡 0，可以指定声卡名称，如 audiocodec
controls	列出指定声卡的所有控件
cget	获取指定控件的信息
cset	设定指定控件的值

举例：

```
获取audiocodec声卡的所有控件名：  
amixer -c audiocodec controls  
  
根据控件numid,可以进行获取、设置操作  
lineout音量控件的numid=5  
  
获取当前硬件音量：  
amixer -c audiocodec cget numid=5  
  
设置当前硬件音量：  
amixer -c audiocodec cset numid=5 25
```

5.1.2 aplay

aplay 是播歌测试工具，支持播放 wav 音乐文件

代码路径：
hal/source/sound/component/aw-alsa-utils/aplay.c

选项	功能
-D	指定 pcm 设备名称
-p	指定 period size
-b	指定 buffer size
-l	循环播放测试
-s	停止循环播放测试
-v	播放时列出各个插件的详细信息
-h	列出使用说明

如果配置了 CONFIG_BUILTIN_WAV_FILE, 默认会把两个 wav 文件编译到固件包中, 通过 aplay -h 会打印出当前 builtin 的 wav 文件:

```
cpu1>aplay -h
Usage: aplay [option] wav_file
-D,      pcm device name
-p,      period size
-b,      buffer size
-l,      loop playback test
-s,      stop loop playback test
-v,      show pcm setup

builtin wav file:
16K_16bit_1ch
8K_16bit_2ch
```

通过 aplay 指定内置 wav 名字即可播放 (不指定的话默认为第一首), 如:

- aplay 16K_16bit_1ch
- aplay 8K_16bit_2ch

另外可以指定文件系统上的音频文件 (请参考文件系统相关使用说明文档, 将 wav 文件放入文件系统中), 如:

- aplay /data/test.wav

如果定义了不同的插件, 可通过-D 指定进行测试:

- aplay -DPlaybackDmix /data/test.wav

5.1.3 arecord

arecord 是录音测试工具。

代码路径：
hal/source/sound/component/aw-alsa-utils/arecord.c

选项	功能
-D	指定 pcm 设备名称
-r	指定采样率
-f	指定采样精度
-c	指定通道数
-p	指定 period size
-b	指定 buffer size
-d	指定录音时间
-l	循环录音测试, 录音数据不会保存
-k	停止循环录音测试
-h	列出使用说明
-t	录音结束后紧跟着播放 (注意仅用于测试, 录音太长会申请大内存)

使用举例：

执行命令:arecord -r 16000 -f 16 -c 3 -d 5 /data/test.wav
他会录制得到5s的16K,16bit,3通道的音频数据,保存在/data/test.wav

循环录制老化：
执行命令:arecord -l
它会一直执行录音操作, 并且录音内容不会保存, 再输入arecord -k可以停止录音

注意, 因为当前文件系统写入速度较慢, 如果边录边保存, 会导致overrun, 所以程序会在一开始申请足够大的内存, 并把录制数据均保存在内存中, 等录制时间到了后, 再一起写入文件系统中。

5.1.4 soundcard

soundcard 查询声卡信息的工具。

代码路径：
hal/source/sound/component/aw-alsa-utils/card.c

选项	功能
-c	指定声卡序号
-l	列出当前已经注册的声卡
-i	列出指定声卡的详细信息
-s	列出指定声卡的详细播放/录音信息, 0-playback; 1-capture

使用举例：

```
soundcard -l
列出当前已加载的声卡:
Sound Card list:
card_num          card_name
      0          audiocodec

soundcard -c 0 -i
列出声卡0的详细信息
Sound Card:          0  audiocodec
PCM device:          0
Playback stream: PCM AC-codecdai Playback
Capture stream: PCM AC-codecdai Capture

soundcard -c 0 -s 0
列出声卡0的播放流信息
Sound Card:          0  audiocodec
PCM device:          0
Playback stream: Open
rate:                48000
channels:            1
period_size:         1024
periods:              4
buffer_size:         4096
hw_ptr:              0x96c0
appl_ptr:            0x0

soundcard -c 0 -s 1
列出声卡0的录音流信息
Sound Card:          0  audiocodec
PCM device:          0
Capture stream: Closed
```

5.2 dump 寄存器

5.2.1 通过 reg_read/reg_write 命令

reg_read/reg_write 命令可以读写 SoC 上的寄存器，可以通过查看 SoC 的 user manual, 得到具体模块的寄存器地址

举例：

```
audiocodec模块寄存器地址为0x5096000
将0x5096000开始后面4个寄存器打印出来:
reg_read 0x5096000 0x10

将0x5096010的值设置为0x60004000
reg_write 0x5096010 0x80004000
```

5.2.2 通过 audiocodec 驱动接口

需要修改下面源文件, 打开宏 SUNXI_AUDIOCODEC_REG_DEBUG

hal/source/sound/codecs/sun8iw19-codec.c

然后在想要打印 audiocodec 寄存器的地方, 加入函数 sunxi_audiocodec_reg_dump

打印的结果如下:

SUNXI_DAC_DPC	[0x000]: 0x80000000
SUNXI_DAC_FIFO_CTL	[0x010]: 0x63004000
SUNXI_DAC_FIFO_STA	[0x014]: 0x3e04
SUNXI_DAC_CNT	[0x024]: 0x3e800
SUNXI_DAC_DG	[0x028]: 0x0
SUNXI_ADC_FIFO_CTL	[0x030]: 0xe000400
SUNXI_ADC_FIFO_STA	[0x038]: 0x0
SUNXI_ADC_CNT	[0x044]: 0x0
SUNXI_ADC_DG	[0x04c]: 0x0
SUNXI_DAC_DAP_CTL	[0x0f0]: 0x0
SUNXI_ADC_DAP_CTL	[0x0f8]: 0x0
SUNXI_HP_CTL	[0x300]: 0x0
SUNXI_MIX_DAC_CTL	[0x303]: 0x40
SUNXI_LINEOUT_CTL0	[0x305]: 0xd0
SUNXI_LINEOUT_CTL1	[0x306]: 0x13
SUNXI_MIC1_CTL	[0x307]: 0x34
SUNXI_MIC2_MIC3_CTL	[0x308]: 0x4
SUNXI_LADCMIX_SRC	[0x309]: 0x4
SUNXI_RADCMIX_SRC	[0x30a]: 0x8
SUNXI_XADCMIX_SRC	[0x30b]: 0x10
SUNXI_ADC_CTL	[0x30d]: 0x3
SUNXI_MBIAS_CTL	[0x30e]: 0x21
SUNXI_APT_REG	[0x30f]: 0xd6
SUNXI_OP_BIAS_CTL0	[0x310]: 0x55
SUNXI_OP_BIAS_CTL1	[0x311]: 0x55
SUNXI_ZC_VOL_CTL	[0x312]: 0x2
SUNXI_BIAS_CAL_CTRL	[0x315]: 0x0

图 5-1: R329 audiocodec 寄存器

著作权声明

版权所有 © 2021 珠海全志科技股份有限公司。保留一切权利。

本文档及内容受著作权法保护，其著作权由珠海全志科技股份有限公司（“全志”）拥有并保留一切权利。

本文档是全志的原创作品和版权财产，未经全志书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制、修改、发表或传播本文档内容的部分或全部，且不得以任何形式传播。

商标声明

  **全志科技**  (不完全列举) 均为珠海全志科技股份有限公司的商标或者注册商标。在本文档描述的产品中出现的其它商标，产品名称，和服务名称，均由其各自所有人拥有。

免责声明

您购买的产品、服务或特性应受您与珠海全志科技股份有限公司（“全志”）之间签署的商业合同和条款的约束。本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您所购买或使用的范围内。使用前请认真阅读合同条款和相关说明，并严格遵循本文档的使用说明。您将自行承担任何不当使用行为（包括但不限于如超压，超频，超温使用）造成的不利后果，全志概不负责。

本文档作为使用指导仅供参考。由于产品版本升级或其他原因，本文档内容有可能修改，如有变更，恕不另行通知。全志尽全力在本文档中提供准确的信息，但并不确保内容完全没有错误，因使用本文档而发生损害（包括但不限于间接的、偶然的、特殊的损失）或发生侵犯第三方权利事件，全志概不负责。本文档中的所有陈述、信息和建议并不构成任何明示或暗示的保证或承诺。

本文档未以明示或暗示或其他方式授予全志的任何专利或知识产权。在您实施方案或使用产品的过程中，可能需要获得第三方的权利许可。请您自行向第三方权利人获取相关的许可。全志不承担也不代为支付任何关于获取第三方许可的许可费或版税（专利税）。全志不对您所使用的第三方许可技术做出任何保证、赔偿或承担其他义务。