fm 应用
详细设计说明书

珠海市杰理科技股份有限公司
Zhuhai Jieli Technologyco.,LTD

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

修改记录

版本	更新日期	描述
V1.0		
V1.1		

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

目录

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

1. 引 言

1.1. 编写目的

该文档为基于杰理 BR 系列蓝牙音箱平台开发 fm 应用的人员提供相应的设计开发文档。也可以为测试 fm 应用的测试人员提供参考。

文档中详细定义了 fm 应用的总体功能、系统的接口和数据属性；

1.2. 参考资料

[1]

1.3. 术语和缩写词

缩写和术语	解 释
fm	FM 调频即收音机功能
Fm 频点	频点，指具体的绝对频率值
Fm 频道	具有有效信息的频点
Fm 虚拟频点	使用了数字序号 1、2、3 代替了 8750、8760、8770 等真实的频率

2. 总体设计

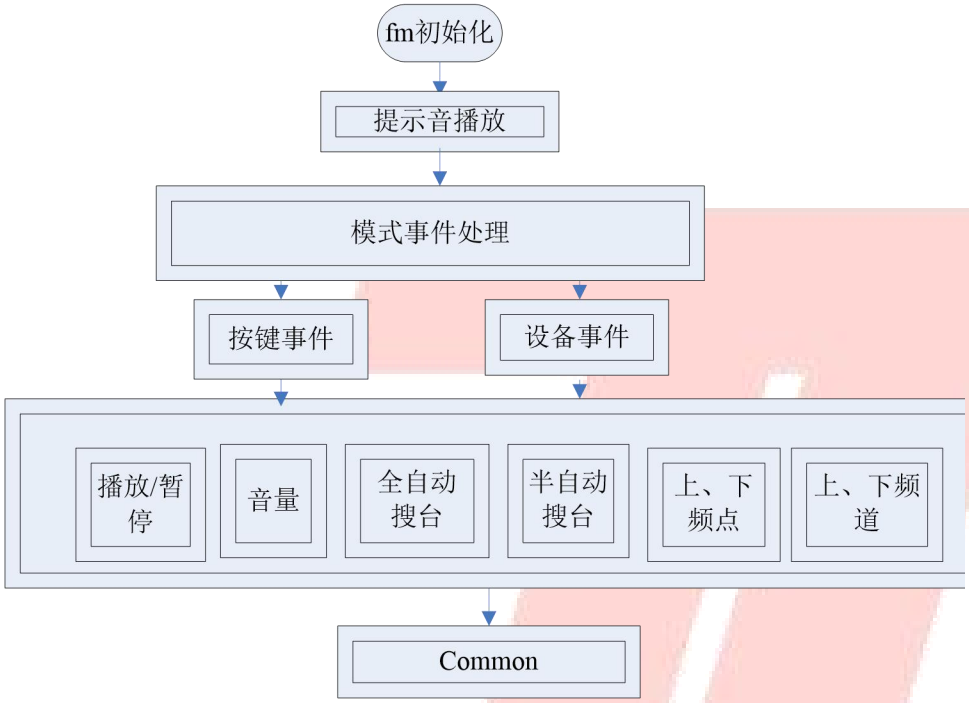
2.1. 需求概述

本应用实现的功能包括内部收音模块驱动和 linein 采集外部收音实现 fm 功能的播放。

2.2. 总体架构设计

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

(a) 总体架构图



上图体现了各个功能模块之间的调用关系。进入 fm 模式首先会对时钟和 ui 进行初始化，获取 fm 的 vm 保存信息，根据 vm 信息设置好播放发频点或者频道，然后播放 fm 模式的提示音，接着就是开启 fm 播放。

本应用的程序组织基本上是以界面来划分，加上一些附加子功能模块，每个模块都有清晰的接口，分别完成独立的功能，模块之间通过有机的结合组成一个功能强大的音乐播放器。本应用可以分为 4 个功能模块，具体划分详见下表。

模块名称	功能简述	对应文件
应用逻辑处理模块	应用初始化，参数恢复，备份，资源开关	fm.c
应用实现 api 模块	播放函数、暂停函数开启 fm 的实现	fm_api.c
应用 vm 存储模式	Fm 频点信息的保存接口	fm_rw.c
应用显示实现	fm 模式显示实现	ui_fm.c

2.3. 应用的生命周期

fm 应用在 fmtask 调用执行时生命周期开始，当 fmtask 应用被执行时，当从按键切换了其他的应用模

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

式、关机、插入 usb、退出 fm 应用，应用生命周期结束。

(a) 应用的启动

fm 应用由 app_fm_task 启动，随即调用 fm_app_init 进行了初始化，初始化主要工作为：设置 ui 界面为 fm 主页、设置 fm 空闲时钟、开启按键使能、初始化 fm。如图：

```
60
61 static void fm_app_init(void)
62 {
63     sys_key_event_enable();
64     ui_update_status(STATUS_FM_MODE);
65     clock_idle(FM_IDLE_CLOCK);
66     fm_manage_init();//
67     fm_api_init();//设置频率信息
68 }
69
```

(b) 应用的退出

当按键切换了模式，应用执行退出处理流程，应用退出是关闭显示主页、关闭 fm 模块、关闭模式提示音等。如图：

```
175
176 static void fm_app_uninit(void)
177 {
178     fm_api_release();
179     fm_manage_close();
180     /* tone_play_stop(); */
181     tone_play_stop_by_path(tone_table[IDEX_TONE_FM]);
182 }
183
184
```

2.4. 关键数据结构、变量说明

(a) fm api 数据结构

Api 中使用该数据结构进行信息存储：

```
struct fm_opr {
    void *dev;//未使用
    u8 volume: 7;//音量
    u8 fm_dev_mute : 1;//mute 状态
    u8 scan_flag;//搜索标志位,客户增加了自己了搜索标志位也要对应增加
    u16 fm_freq_cur;        // 这是虚拟频率,从 1 计算   real_freq = fm_freq_cur + 874
```


地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

```
    u16 fm_freq_channel_cur;//当前的台号,从 1 计算
    u16 fm_total_channel;//总共台数
    s16 scan_fre;//搜索过程的虚拟频率,因为--会少于 0，使用带符号
};

#define   SCANE_ALL              (0x01)//全自动搜台标志
#define   SEMI_SCANE_DOWN     (0x02)//半自动搜索标志位
#define   SEMI_SCANE_UP        (0x03)//半自动搜台标志
```

(b) Fm vm 数据结构

```
typedef struct _FM_INFO_ {
    u16 mask;//mask 标志
    u16 curFreq;//最近浏览的虚拟频点
    u16 curChanel;//最近浏览的频道
    u16 total_chanel;//搜索到频道数
    u8 dat[MEM_FM_LEN];//频道映射表
} FM_INFO;

#define FREQ_STEP                 (100)//100  步进

#define REAL_FREQ_MIN             (8750)//真实频点开始
#define REAL_FREQ_MAX             (10800)//真实频点结束

#define VIRTUAL_FREQ_STEP     (FREQ_STEP/10)//虚拟频点步进
#define REAL_FREQ(x)      ((REAL_FREQ_MIN-VIRTUAL_FREQ_STEP)+(x)*VIRTUAL_FREQ_STEP)
//虚拟频点转真实频点
#define VIRTUAL_FREQ(x)   ((x-(REAL_FREQ_MIN-VIRTUAL_FREQ_STEP))/VIRTUAL_FREQ_STEP)
//真实频点转虚拟频点
#define MAX_CHANNEL ((REAL_FREQ_MAX - REAL_FREQ_MIN)/VIRTUAL_FREQ_STEP + 1)
//最大频道数
```

3. 应用逻辑处理模块设计说明

3.1. 模块描述

本模块为 fm 应用的入口与出口，是顺序处理的模块，占用 app_core 任务。

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

3.2. 模块功能

本模块对应的文件是 fm.c，进入时负责系统的初始化，资源的打开，数据的恢复，在初始化完成后就自动进入播放状态,退出时负责数据的保存及资源的关闭。

3.3. 模块接口设计

app_fm_task

- 功能描述：
  fm 模式的主任务
- 函数原形：
  void app_fm_task()
- 输入参数描述
  无
- 输出参数描述：
  无

fm_app_init

- 功能描述：
  fm 模式初始化入口
- 函数原形：
- static void fm_app_init(void)
- 输入参数描述
  无
- 输出参数描述：
  无

fm_app_unint

- 功能描述：
  fm 模式退出释放入口
- 函数原形：
  static void fm_app_unint(void)
- 输入参数描述
  无
- 输出参数描述：
  无

fm_event_handler

- 功能描述：

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

fm 模式的设备消息和按键消息处理入口

- 函数原形：
  static int fm_event_handler(struct sys_event *event)
- 输入参数描述
  从主任务获取的消息
- 输出参数描述：
  True：当前消息已经处理，不需要发送 common 处理
  False：当前消息不是 fm 处理，发送到 common 统一处理

fm_key_event_opr

- 功能描述：
  Linein 消息按键处理入口

```
case KEY_MUSIC_PP://暂停播放
    /* app_task_put_key_msg(KEY_TEST_DEMO_0,1234);  //test demo// */
    fm_volume_pp();
    break;
case  KEY_FM_SCAN_ALL://全自动搜台
case  KEY_FM_SCAN_ALL_DOWN://全自动搜台
case  KEY_FM_SCAN_ALL_UP://全自动搜台
    fm_scan_all();
    break;
case  KEY_FM_SCAN_DOWN:
    fm_scan_down();//半自动搜台
    break;
case  KEY_FM_SCAN_UP:
    fm_scan_up();//半自动搜台
    break;
case  KEY_FM_PREV_STATION://下一台
    fm_prev_station();
    break;
case  KEY_FM_NEXT_STATION:
    fm_next_station();
    break;
case  KEY_FM_PREV_FREQ://下一个频率
    fm_prev_freq();
    break;
case  KEY_FM_NEXT_FREQ:
    fm_next_freq();
    break;
case KEY_VOL_UP:
    fm_volume_up();
    break;
case KEY_VOL_DOWN:
    fm_volume_down();
    break;
```

- 函数原形：
  static int fm_key_event_opr(struct sys_event *event)
- 输入参数描述
  事件的消息
- 输出参数描述：
  True：当前消息已经处理，不需要发送 common 处理
  False：当前消息不是 fm 处理，发送到 common 统一处理

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

4. Fm api 模块设计说明

4.1. 模块描述

该模块主要实现了 fm 的 api 功能。

4.2. 模块接口设计

- fm_api_init
- 功能描述：
  Fm 读取 vm 信息、初始化频点
- 函数原形：
  void fm_api_init()
- 输入参数描述
  Param = void
- 输出参数描述：
  无

- fm_api_release
- 功能描述：
  Fm api 的一些资源释放
- 函数原形：
  void fm_api_release()
- 输入参数描述
  Param = void
- 输出参数描述：
  无

- fm_scan_up、fm_scan_down
- 功能描述：
  Fm 半自动搜台功能，搜索下一个频点
- 函数原形：
  void fm_scan_up()、 void fm_scan_down()
- 输入参数描述
  Param = void
- 输出参数描述：
  无

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

- fm_scan_all
- 功能描述：
  Fm　全自动搜台功能，搜索所有频点
- 函数原形：
  void fm_scan_all()
- 输入参数描述
  Param =　void
- 输出参数描述：
  无

- fm_prev_freq、fm_next_freq
- 功能描述：
  Fm　设置下一个频点
- 函数原形：
  void fm_prev_freq()、void fm_next_freq()
- 输入参数描述
  Param =　void
- 输出参数描述：
  无

- fm_prev_station、 fm_next_station
- 功能描述：
  Fm　根据 vm 信息设置下一个频道
- 函数原形：
- void fm_prev_station()、void fm_next_station()
- 输入参数描述
  Param =　void
- 输出参数描述：
  无

- fm_volume_pp
- 功能描述：
  Fm 暂停、播放
- 函数原形：
- void fm_volume_pp()
- 输入参数描述
  Param =　void
- 输出参数描述：
  无

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

5. Fm vm 模块设计说明

5.1. 模块描述

该模块主要用来保存 fm 搜台信息。

5.2. 模块接口设计

- get_total_mem_channel
- 功能描述：
  获取 vm 保存的 fm 频道数
- 函数原形：
- u16 get_total_mem_channel(void)
- 输入参数描述
  Param = void
- 输出参数描述：
  频道数

- get_channel_via_fre
- 功能描述：
  根据真实频点获取频道
- 函数原形：
- u16 get_channel_via_fre(u16 fre)
- 输入参数描述
  真实频率
- 输出参数描述：
  频道

- get_fre_via_channel
- 功能描述：
  根据频道获取虚拟的频点
- 函数原形：
- u16 get_fre_via_channel(u16 channel)
- 输入参数描述
  频道
- 输出参数描述：
  虚拟频点

- clear_all_fm_point

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

- 功能描述：
  清理 vm 频道信息
- 函数原形：
- void clear_all_fm_point(void)
- 输入参数描述
  无
- 输出参数描述：
  无

- save_fm_point
- 功能描述：
  保存频点，用于搜台时候保存有效的频点
- 函数原形：
- void save_fm_point(u16 fre)
- 输入参数描述
  真实频点
- 输出参数描述：
  无

- delete_fm_point
- 功能描述：
  删搜索到的有效频点
- 函数原形：
- void delete_fm_point(u16 fre)
- 输入参数描述
  虚拟频点
- 输出参数描述：
  无

- fm_last_ch_save
- 功能描述：
  保存最近一次操作的频道
- 函数原形：
- void fm_last_ch_save(u16 channel)
- 输入参数描述
  频道
- 输出参数描述：
  无

- fm_last_freq_save
- 功能描述：
  保存最近一次操作的频点
- 函数原形：

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

- void fm_last_ch_save(u16 channel)
- 输入参数描述
  真实频点
- 输出参数描述：
  无

- fm_save_info
- 功能描述：
  保存 vm 信息
- 函数原形：
- void fm_save_info(FM_INFO *info)
- 输入参数描述
  Vm 信息结构体
- 输出参数描述：
  无

- fm_read_info
- 功能描述：
  保存 vm 信息
- 函数原形：
- voidfm_read_info(FM_INFO *info)
- 输入参数描述
  Vm 信息结构体
- 输出参数描述：
  无

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

6. Fm 调试说明

6.1. 基本配置

```
#define TCFG_FM_ENABLE                          ENABLE_THIS_MOUDLE //  fm 收音使能
//以下使能目前已有驱动的 FM 模块
#define TCFG_FM_INSIDE_ENABLE          ENABLE          //使能内置 FM
#define TCFG_FM_RDA5807_ENABLE         DISABLE
#define TCFG_FM_BK1080_ENABLE          DISABLE
#define TCFG_FM_QN8035_ENABLE          DISABLE

//以下是使用外挂 FM 使用模拟输入时做的一些配置
// 走模拟通道，使用的 ladc 通道，需要与 TCFG_FMIN_LR_CH 的序号一致
#define TCFG_FMIN_LADC_IDX        1
//走模拟通道，使用的 ladc 通道
#define TCFG_FMIN_LR_CH           AUDIO_LIN1_LR
//使用模拟通道
#define TCFG_FM_INPUT_WAY         LINEIN_INPUT_WAY_ANALOG
```

说明：
①内置 FM 接入芯片只有数字输入。
②.外挂 FM 接入芯片有模拟输入也有数字输入。使用模拟输入时，需要按以上模拟通道配置，实际上是使用了一路 linein 通道；当使用数字通道时，TCFG_FM_INPUT_WAY 需要配置为 LINEIN_INPUT_WAY_ADC。

2、起始频点和搜台步进设置

文件：fm_manage.h

```
14
15 #define FREQ_STEP           (100)//100 步进
16
17 #define REAL_FREQ_MIN       (8750)
18 #define REAL_FREQ_MAX       (10800)
19
20 #define VIRTUAL_FREQ_STEP   (FREQ_STEP/10)
21 #define REAL_FREQ(x)        ((REAL_FREQ_MIN-VIRTUAL_FREQ_STEP) + (x)*VIRTUAL_FREQ_STEP)
22 #define VIRTUAL_FREQ(x)     ((x - (REAL_FREQ_MIN-VIRTUAL_FREQ_STEP))/VIRTUAL_FREQ_STEP)
23 #define MAX_CHANNEL ((REAL_FREQ_MAX - REAL_FREQ_MIN)/VIRTUAL_FREQ_STEP + 1)
24
25
26 enum {
```

说明:REAL_FREQ_MIN 则代表应用 fm 频率的最小频点,用户可以自行修改，应用层和 vm 操作可以自动适配。REAL_FREQ_MAX 代表 fm 频率的最大频点。FM_STEP 100 表示步进为 100KHZ 的搜索频点，用户可以修改了 50、或者 200 步进，应用层是根据虚拟频点进行操作，可以自行适配。

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

6.2. 模块扩展

收音流程中，采用统一的接口方式来兼容多种收音模块。不同收音模块，只需要提供以下功能函数即可添加到收音流程中：
①启动/初始化函数
②关闭函数
③设置频点函数
④设置音量函数
⑤获取模块 ID 函数
以内置 FM 为例：

```
REGISTER_FM(fm_inside) = {
    .logo     = "fm_inside",
    .init     = fm_inside_init,
    .close    = fm_inside_powerdown,
    .set_fre  = fm_inside_set_fre,
    .mute     = fm_inside_mute,
    .read_id  = fm_inside_read_id,
};
```

6.3. 内置 FM 说明

1、内置 FM 清晰与不清晰电台特征判断

①清晰正常电台的特征:固定时间内的,对信号过零点统计值 seek_cnt 在相对较小的范围内,且信噪比 cnr 的值比较大。
②无台(白噪声)或不清晰的电台特征: seek_cnt 一般比较大, cnr 相对较小。

2、内置 FM 一般调试方式

①按默认的参数配置搜台, 如果搜台不满足要求,先检测硬件, 硬件没有问题,则继续第②步。
②执行一次搜台(按键消息 KEY_FM_SCAN_ALL_UP 或者 KEY_FM_SCAN_ALL_DOWN), 程序中开打印,初步统计一下各电台的过零点 seek_cnt, 信噪比 cnr。
典型搜台打印参数如下:

```
[freq: 875 seek_cnt: 554 cnr: 22]
[freq: 876 seek_cnt: 385 cnr:-21]
[freq: 877 seek_cnt: 545 cnr: 0]
```

根据需要调节信噪比阈值 fm_config_dat.cnr, 及过零点取值范围 [fm_config_dat.seek_cnt_min , fm_config_dat.seek_cnt_max], 当(cnr >= fm_config_dat.cnr)) && (fm_config_dat.seek_cnt_min <= seek_cnt) && (seek_cnt <=

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

fm_config_dat.seek_cnt_max])时，则当前电台判断为真台，否则判断为假台.
注意：搜台时同时打印 seek_cnt 和 cnr 信息,需要先调用以下函数打开库中的相关打印。
//1 打开库中的打印. 0 关闭库中的打印.
fm_inside_io_ctrl (SET_FM_INSIDE_PRINTF, 1);
若怀疑搜台时库中开打印,会影响到搜台参数，可以在搜台时关掉打印,搜完台时，在下面的函数统一把搜台参数打印出来(搜台时,已先把参数存到内部 RAM 中)
//打印 87.5 到 108.0 的搜台参数.
fm_insice_scan_info_printf(875,1080);

3、常见搜台问题处理

①收台数量不够:先调低 fm_config_dat.cnr,若还不行,再放宽[fm_config_dat.seek_cnt_min , fm_config_dat.seek_cnt_max]。
②假台数量过多:先调高 fm_config_dat.cnr，再缩窄[fm_config_dat.seek_cnt_min, fm_config_dat.seek_cnt_max].
代码如下:

```
u8 fm_scan_channal_cnr(long freq)   //NOTE
{
    s32 noise[16];
    s32 power[16], power_25[16], power_75[16], fm_signalcnt[16], fm_signalcnt2[16];
    s32 seekcnt[16];
    s32 cnr[5];
    u8 i, j;
    u8 n;
    s32 max_p, min_p, max_p1, min_p1, max_p2, min_p2, max_n, min_n, max_s, min_s/*,max_c,min_c,max_c2,min_c2*/;
    u8 seek_cnt_pass[5];
    u8 pass_cnr_cnt = 0, pass_seekcnt_cnt = 0;
    fm_config_dat.seek_cnt_min = 490;
    fm_config_dat.seek_cnt_max = 570;
    fm_config_dat.print_en     = 1;
    fm_config_dat.cnr          = 15;
    fm_config_dat.cnr_960      = 20;
    fm_config_dat.cnr_1080     = 15;
```

4、其他内置 FM 的 API 函数

①void fm_inside_set_stereo(u8 set); //双声道(立体声)效果设置. set 取值范围[0,128].
set 值为 0 时，相当于完全的单声道.
set 的值越接近 128 时,双声道效果越明显,
set 值为 128 时为双声道.
②void fm_inside_set_abw(u8 set); //音频带宽设置，set 取值范围[0,128].
set 的值越大，音频带宽越宽. 带宽可调范围[2k，16k]
③void fm_inside_deempasis_set(u8 set); //去加重参数设置. set 只能设置为 0 或 1.
set 值为 0 时，去加重时间参数为 50us.
set 值为 1 时，去加重时间为 75us.
④s16 fm_inside_rssi_read(void); //收音 RSSI 值获取. 单位为 dB.

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼 邮编：519015
电话：0756-6313088 传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

6.4. 内置 FM 快速调试

假台多：

无天线：

a.提高 CNR

b.提高 DIFFER_P_S_ANT

c .降低 DIFFER_N

有天线：

a.提高 CNR

b.提高 DIFFER_P_L_ANT

真台少：

无天线：

a.降低 CNR

b.降低 DIFFER_P_S_ANT

c.提高 DIFFER_N

有天线：

a.降低 CNR

b.降低 DIFFER_P_L_ANT

叠台多：

降低 AGC_N_AVG

长短天线判别 N_L_S_ANT：

尽量使用 15~20cm 天线时的 noise_avg。

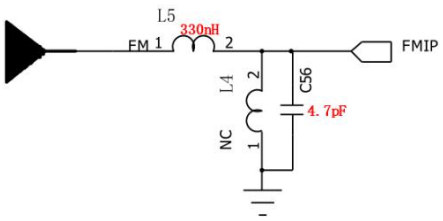
过零点数 SEEK_CNT:

人声的过零点数通常是在 512 左右。

6.5. 内置 FM 硬件

1、选频网络

选频网络可以提高 FM6dBm 的灵敏度



2、天线走线

①无地天线

直接 FMIP 天线引脚出来经过选频网络，立马打孔拉天线，减少地对天线的干扰。

②有地天线

直接 FMIP 天线引脚出来经过选频网络，立马打孔拉天线，其次，FM 无需分地处理，直接大面积回芯片地，保证芯片部分地完整，保证芯片地到电池地回路完整。

3、功放类型

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

不能使用 D 类功放

6.6. 内置 FM 参数介绍

请查看参数注释：

```
fm_inside.h+
//---------------------------------------
//内部FM 收台参数调节.
//当识别到为短天线时，使用前九个参数进行真假台判断。
//当识别到为长天线时，使用前七 + 第十个参数进行真假台判定。
//-------------------------------------------------------
#define FMSCAN_SEEK_CNT_MIN  425 //最小过零点数 u16
#define FMSCAN_SEEK_CNT_MAX  585 //最大过零点数 u16
#define FMSCAN_CNR           2   //主cnr s8
#define FMSCAN_960_CNR       31  //谐波96M的基础cnr s8
#define FMSCAN_1080_CNR      18  //谐波108M的基础cnr s8

#define AGC_N_AVG            -55 //AGC的noise阈值 s8
#define N_L_S_ANT            -67 //长短天线判断的noise阈值 s8

#define DIFFER_P_S_ANT       6   //短天线 cur_power_min - prev_power_max  u8
#define DIFFER_N             6   //短天线 cur_power_min - prev_noise_min 绝对值 u8

#define DIFFER_P_L_ANT       3   //长天线 cur_power_min - prev_power_max  u8
```

```
#define FREQ_STEP           (100)//100 步进

#if 1
#define REAL_FREQ_MIN       (875*10) //搜台最低频点，单位 10kHz
#define REAL_FREQ_MAX       (1080*10) //搜台最高频点，单位 10kHz

#define VIRTUAL_FREQ_STEP   (FREQ_STEP/10)
#define REAL_FREQ(x)        ((REAL_FREQ_MIN-VIRTUAL_FREQ_STEP) + (x)*VIRTUAL_FREQ_STEP)
#define VIRTUAL_FREQ(x)     ((x - (REAL_FREQ_MIN-VIRTUAL_FREQ_STEP))/VIRTUAL_FREQ_STEP)
#define MAX_CHANNEL ((REAL_FREQ_MAX - REAL_FREQ_MIN)/VIRTUAL_FREQ_STEP + 1)

#else

#define REAL_FREQ_MIN       (875)
#define REAL_FREQ_MAX       (1080)
#define REAL_FREQ(x)        ((REAL_FREQ_MIN-1) + x)
#define VIRTUAL_FREQ(x)     (x - (REAL_FREQ_MIN-1))
#define MAX_CHANNEL (REAL_FREQ_MAX - REAL_FREQ_MIN + 1)

#endif
```

6.7. 搜台参数设定

1、假如对比收音机只能收到：91.5M、99.1M、99.3M 三个有人声的台。
2、我们的收音机（插天线）：
①、开库打印

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

```
#ifdef CONFIG_RELEASE_ENABLE
#define LIB_DEBUG      1
#else
#define LIB_DEBUG      1
#endif
```

②、长短天线的判断阈值

作用：区分长短天线，提高真假台的判断正确率。短天线需要 power_differ 和 noise_differ，长天线只需要 power_differ。

操作：

寻找一根 15~20cm 的软线，焊在电路天线焊盘上。

按键搜台，记录 AGC 打印的 noise 平均值。

```
[00:42:58.670]fm scan dir = 1
[00:42:58.670]scan freq org = 108000

[00:42:58.670]AGC START
[00:42:58.920]AGC FINISH : LPF GAIN is 9; noise_avg is -60
[00:42:58.920]short antenna condition
[00:42:58.990][Info]: [FM][freq:108000kHZ seek_cnt:514 cnr:7 power:-60 noise:-67]

[00:42:59.040][Info]: [FM][freq:108000kHZ seek_cnt:467 cnr:-1 power:-67 noise:-66]

[00:42:59.040][Info]: [FM]power_differ = 0  noise_differ = 0
```

参数更改：

```
#define N_L_S_ANT              -60 //长短天线判断的noise阈值 s8
```

③、AGC 阈值

作用：匹配最优的增益等级。当信号较弱时，提高增益等级，从而提高真台率；当前信号较强时，降低增益等级，从而减少叠台率。

说明：叠台是内部 LPF 的增益过大，多个频点的能量泄漏叠加产生的电台。

操作：

在信号较强的地方（室外），用一根 1 米（甚至更长的天线），搜台或者随便切几个台，如果发现有叠台，则把阈值降低，让 AGC 判定在更低的阈值下，降低增益。反之，提高阈值，可以提高弱台搜索率。

参数更改：

```
#define AGC_N_AVG              -50 //AGC的noise阈值 s8
```

④、CNR、SEEK CNT、DIFFER 阈值

插上天线（最好是客户最终使用的天线），听台，并记录 91.5M、99.1M、99.3M 的打印

说明：依次切到每个频点，听我们的收音机是否有电台声音，如果有，那么就有机会搜到，如果没有，那么就跳过这个频点。然后记录有电台声的频点信息，具体如下：

切频点：

不插天线，同样操作一遍。

```
    case  KEY_FM_PREV_FREQ://下一个频率
        fm_prev_freq();
        break;
    case  KEY_FM_NEXT_FREQ:
        fm_next_freq();
        break;
```

插天线打印：（此次搜台是从 108M~87.5M）

```
[00:25:59.620][Info]: [FM][freq:91600kHZ seek_cnt:362 cnr:-19 power:-56 noise:-37]
[00:25:59.670][Info]: [FM][freq:91600kHZ seek_cnt:303 cnr:-11 power:-51 noise:-40]
[00:25:59.670][Info]: [FM]power_differ = 5  noise_differ = 3
[00:25:59.740][Info]: [FM][freq:91500kHZ seek_cnt:511 cnr:20 power:-40 noise:-60]
[00:25:59.790][Info]: [FM][freq:91500kHZ seek_cnt:499 cnr:20 power:-40 noise:-60]
[00:25:59.790][Info]: [FM]power_differ = 11  noise_differ = 0
```

power differ=cur_power_min - prev_power_max
power_differ = -40- (-51) = 11

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

```
[00:20:29.390][Info]: [FM][freq:99200kHZ seek_cnt:429 cnr:-6 power:-50 noise:-44]
[00:20:29.440][Info]: [FM][freq:99200kHZ seek_cnt:424 cnr:-7 power:-50 noise:-43]
[00:20:29.440][Info]: [FM]power_differ = 3  noise_differ = 11
[00:20:29.520][Info]: [FM][freq:99100kHZ seek_cnt:473 cnr:20 power:-38 noise:-58]
[00:20:29.570][Info]: [FM][freq:99100kHZ seek_cnt:511 cnr:20 power:-37 noise:-57]
[00:20:29.570][Info]: [FM]power_differ = 12  noise_differ = 6
```

```
[00:20:27.520][Info]: [FM][freq:99400kHZ seek_cnt:513 cnr:-7 power:-61 noise:-54]
[00:20:27.570][Info]: [FM][freq:99400kHZ seek_cnt:467 cnr:-7 power:-61 noise:-54]
[00:20:27.570][Info]: [FM]power_differ = -2  noise_differ = 0
[00:20:27.640][Info]: [FM][freq:99300kHZ seek_cnt:445 cnr:7 power:-54 noise:-61]
[00:20:27.690][Info]: [FM][freq:99300kHZ seek_cnt:444 cnr:7 power:-53 noise:-60]
[00:20:27.690][Info]: [FM]power_differ = 7  noise_differ = 0
```

不插天线打印：（此次搜台是从 108M~87.5M）

```
[01:44:34.460][Info]: [FM][freq:99400kHZ seek_cnt:513 cnr:3 power:-92 noise:-95]
[01:44:34.510][Info]: [FM][freq:99400kHZ seek_cnt:507 cnr:2 power:-94 noise:-96]
[01:44:34.510][Info]: [FM]power_differ = -2  noise_differ = 2
[01:44:34.580][Info]: [FM][freq:99300kHZ seek_cnt:462 cnr:10 power:-86 noise:-96]
[01:44:34.630][Info]: [FM][freq:99300kHZ seek_cnt:424 cnr:10 power:-86 noise:-96]
[01:44:34.630][Info]: [FM]power_differ = 6  noise_differ = 10
```

power differ=cur_power_min－prev_power_max
noise_differ=cur_power_min－prev_noise_min
power_differ＝-86－(－92)＝6
noise_differ＝-86－ (－96)＝10

```
[01:44:34.700][Info]: [FM][freq:99200kHZ seek_cnt:469 cnr:-11 power:-84 noise:-73]
[01:44:34.750][Info]: [FM][freq:99200kHZ seek_cnt:460 cnr:-10 power:-83 noise:-73]
[01:44:34.750][Info]: [FM]power_differ = 2  noise_differ = 12
[01:44:34.820][Info]: [FM][freq:99100kHZ seek_cnt:509 cnr:26 power:-70 noise:-96]
[01:44:34.870][Info]: [FM][freq:99100kHZ seek_cnt:503 cnr:25 power:-70 noise:-95]
[01:44:34.870][Info]: [FM]power_differ = 13  noise_differ = 3
```

```
[01:44:34.460][Info]: [FM][freq:99400kHZ seek_cnt:513 cnr:3 power:-92 noise:-95]
[01:44:34.510][Info]: [FM][freq:99400kHZ seek_cnt:507 cnr:2 power:-94 noise:-96]
[01:44:34.510][Info]: [FM]power_differ = -2  noise_differ = 2
[01:44:34.580][Info]: [FM][freq:99300kHZ seek_cnt:462 cnr:10 power:-86 noise:-96]
[01:44:34.630][Info]: [FM][freq:99300kHZ seek_cnt:424 cnr:10 power:-86 noise:-96]
[01:44:34.630][Info]: [FM]power_differ = 6  noise_differ = 10
```

筛选出最小 cnr、最小 seek_cnt、最大 seek_cnt。
单独筛选出插天线最小 power_differ。
单独筛选出不插天线最小 power_differ 和最大 noise_differ。

CNR:7　//值越大越严
SEEK_CNT_MIN:424　//值越大越严
SEEK_CNT_MAX:511　//值越小越严
DIFFER_P_L_ANT：7　//值越大越严
DIFFER_P_S_ANT：6　//值越大越严
DIFFER_N：10 //值越小越严

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

阈值稍微放宽

CNR:5

SEEK_CNT_MIN:400

SEEK_CNT_MAX:550

DIFFER_P_L_ANT：6

DIFFER_P_S_ANT：5

DIFFER_N：11

```
#define FMSCAN_SEEK_CNT_MIN  400 //最小过零点数 u16
#define FMSCAN_SEEK_CNT_MAX  550 //最大过零点数 u16
#define FMSCAN_CNR           5   //主cnr s8
#define DIFFER_P_L_ANT       6   //长天线 cur_power_min - prev_power_max  u8
#define DIFFER_P_S_ANT       5   //短天线 cur_power_min - prev_power_max  u8
#define DIFFER_N             11   //短天线 cur_power_min - prev_noise_min 绝对值 u8
```

⑤、设置晶振谐波的 cnr 阈值

说明：由于 96M 和 108M 是晶振 24M 的谐波，导致这两个频点的载噪比 cnr 会比较大。所以我们要单独提高这两个频点的 cnr。

找一个封闭的房间，调到 96M 和 108M 的频点，分别筛选出这两个频点的最大 cnr，更新参数即可。

```
#define FMSCAN_960_CNR       31 //96M频点的基础cnr
#define FMSCAN_1080_CNR      18 //108M频点的基础cnr
```

⑥、搜台

```
84      case  KEY_FM_SCAN_ALL://全自动搜台
85      case  KEY_FM_SCAN_ALL_DOWN://全自动搜台
86      case  KEY_FM_SCAN_ALL_UP://全自动搜台
87          fm_scan_all();
88          break;
89      case  KEY_FM_SCAN_DOWN:
90          fm_scan_down();//半自动搜台
91          break;
92      case  KEY_FM_SCAN_UP:
93          fm_scan_up();//半自动搜台
94          break;
```

6.8. 内置 FM 常用接口

1.外界立体声标识获取

```
24 u8 fm_get_stereo_flag(void); //获取电台的声道, 1: 立体声 0: 单声道
```

2.收音立体声设置

```
27 void fm_inside_set_stereo(u8 set);  //set[0,128], 0 mono, 128 stereo.
```

3.带宽设置

```
  void fm_inside_set_abw(u8 set);  //audio bandwidth set //set[0,127] <=>2k~16k
```


地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼　　邮编：519015
电话：0756-6313088　　传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com

地址：珠海市吉大石花西路 107 号 9 栋综合楼
邮编：519015
电话：0756-6313088
传真：0756-6313081
网站：www.zh-jieli.com