

# 无线 MIC 硬件设计指南

## Rev 2.1

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

版权所有，未经许可，禁止外传

## 修改记录

版本	更新日期	描述
V1.0	2022-02-23	文档初始版本
V2.0	2022-06-08	新增 JL7016M 支持，添加内置与外置 MIC 切换座子说明
V2.1	2022-07-22	新增 JL7018M 支持，添加游戏耳机 DAC 应用说明



## 目录

修改记录 .....	2
目录 .....	3
一、硬件设计说明 .....	4
1. 原理图设计总原则 .....	4
2. PCB 设计总原则 .....	4
3. 模具设计原则 .....	4
4. 电源模块：电源完整性设计 .....	5
5. RF 模块：天线设计及布局 .....	6
6. Audio 模块 .....	9
7. 防静电/浪涌设计 .....	12
8. 装配说明 .....	12
二、电气性能不良 Debug 流程 .....	13
1. DAC/功放输出 电流声较大 .....	13
2. RF 性能差 .....	13
3. 进入升级模式但无法升级 .....	14
4. 芯片不能开机 .....	14
5. 搜索不到 RF 设备 .....	14
6. 按键没有响应 .....	14
7. 耳机无声音或声音小 .....	14
8. 充电异常 .....	14
9. 芯片功耗大 .....	14
三、芯片封装 .....	15

## 一、硬件设计说明

硬件开发基于以下优先设计原则：产品结构->天线->地场->晶振->电源->敏感信号。

### 1. 原理图设计总原则

原理图设计要求性能达标。如稳定性，功耗，ESD，EMI 等。注意每个模块的元件选取保留余量。设计时，需要按模块设计进行分类，尽量避免模块间 IO 的复用。若产生复用，则需重点检查时序是否存在冲突等。

### 2. PCB 设计总原则

- (1) PCB 设计推荐 4 层板，叠层结构为 S-G-G-S。靠近主控芯片和信号线的中间层要保证完整，且表层信号层也应保证地完整。
- (2) 若 PCB 设计为 2 层，注意地线的铜箔尽量大且完整，用地线将敏感信号和干扰源隔开。用于隔开的地线，需布置过孔。
- (3) AGND 与 GND 的应在电池的负极单点连接。布局方面，模拟部分和数字部分尽量分开。
- (4) 元件布局尽量将敏感元件放在 PCB 中间，主控，FLASH，晶振等。其他非敏感元件可放在 PCB 边缘，减少敏感器件受静电放电损坏的几率。
- (5) RF 天线必须放置板边，朝向 PCB 板外，且在 PCB 最外面。天线周围尽量不要有金属，保证天线有足够净空区。如果天线没办法放在靠近模具的最外面，最好使用 FPC 天线。
- (6) 接口旁边可预留防 ESD 器件，如充电桩，USB 座等。
- (7) 为提高 PCB 良率，过孔孔径/焊盘大小优先采用 0.4mm/0.6mm，电源和数据线都采用此类过孔。可适当采用 0.3mm/0.5mm 过孔。走线设计，优先考虑最小线宽/线距=6mil/6mil，电源线和地线尽量加粗。

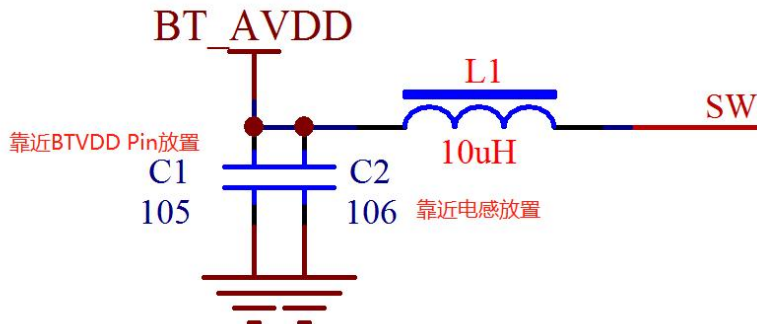
### 3. 模具设计原则

- (1) 无线 MIC 方案，模具设计要充分考虑 RF 天线与人体的分离程度，尽量避免天线设计贴近人体，优化天线的辐射性能。
- (2) MIC 孔的位置，应保证较好的采声路径，模具设计应保证 Speaker 与 MIC 的良好隔离，避免形成回声路径。
- (3) 喇叭单元应充分考虑受辐射的可能性，将其避开天线，电感，电池等辐射元件。
- (4) 项目立项前期应重点考虑产品结构，合理设计天线立体空间。

#### 4. 电源模块：电源完整性设计

##### (1) 原理图及其原理说明

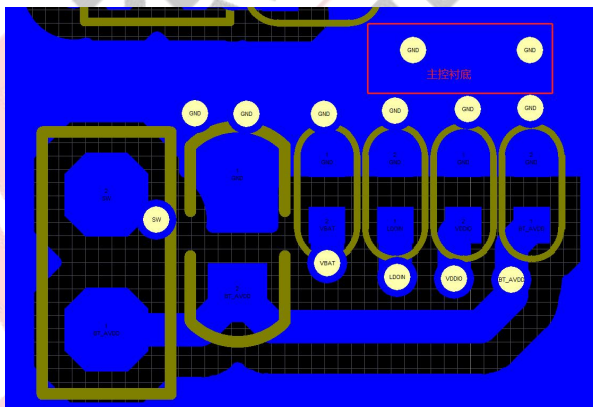
- a. DCDC 回路尽量靠近主控放置，退耦需保证较好的地回路到芯片衬底处。106 电容靠近电感放置，105 电容靠近 BTVDD 放置。
- b. 电感选型应充分预留余量，使用 10uH 绕线电感，饱和电流 > 150mA。



- c. 所有电源退耦电容应靠近主控管脚放置。
- d. VBAT、IOVDD、BTVDD 电容必需使用 16V 耐压值，其他为 6.3V 耐压值。

##### (2) PCB 设计说明

- a. DCDC 回路尽可能靠近主控放置，且退耦电容地多打过孔。

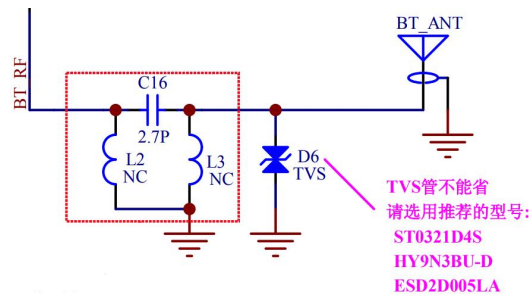


- b. 大功率元件应靠近电源口放置，减少轨道塌陷噪声。
- c. 大电流回路应避免敏感元件及模块，如 RF 地回路远离晶振，DAC，ADC 等。
- d. 为考虑地场完整性，建议使用 4 层板设计，有效降低地噪声。
- e. DCDC 模块电路尽可能远离天线，避免干扰。

## 5. RF 模块：天线设计及布局

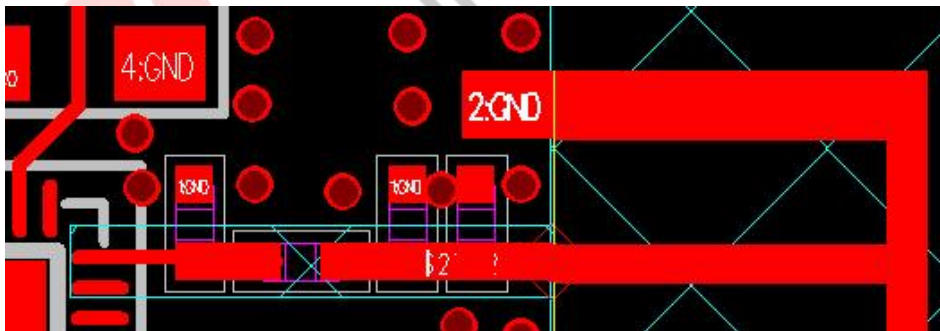
### (1) 原理图及其原理说明

- 天线效率上，单极>Loop>双极，但单极天线容易受周围材料影响，选型视结构、PCB 而定。
- 原理图上预留  $\Pi$  型匹配网络，实际参数根据天线进行匹配后确定。
- 为提升 ESD 性能，需在天线端增加 TVS 器件，要求结电容小于 1pF。



### (2) PCB 设计说明

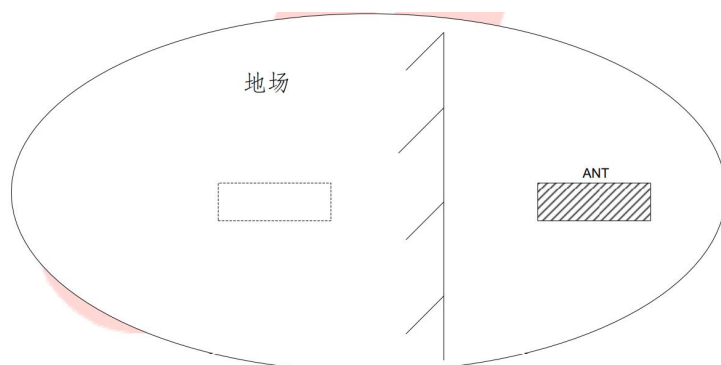
- 天线和地必须统一设计，不能脱离地场而把天线当作独立元件来设计。
- RF 电路需放置在 PCB 板边，天线朝向 PCB 板外，PCB 天线周边不要有金属。
- DCDC，高速信号线，音频线应避开天线放置，减少相互之间的干扰。
- 元器件尽量紧凑摆放，并保证主控芯片下方有完整地。
- RF 传输线要进行  $50\Omega$  设计，若要求高可要求板厂协助设计。
- 考虑地场完整性，若天线性能不达标，建议使用多层 PCB 设计。



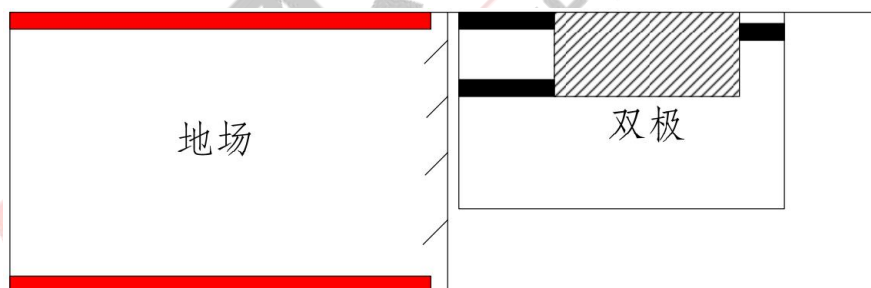
### (3) 天线场设计

天线辐射性能必须采用整体设计的思维，以使无线性能达到最优。要求地场设计完整，无破碎的地、板边可适当渡边、立体空间干净。

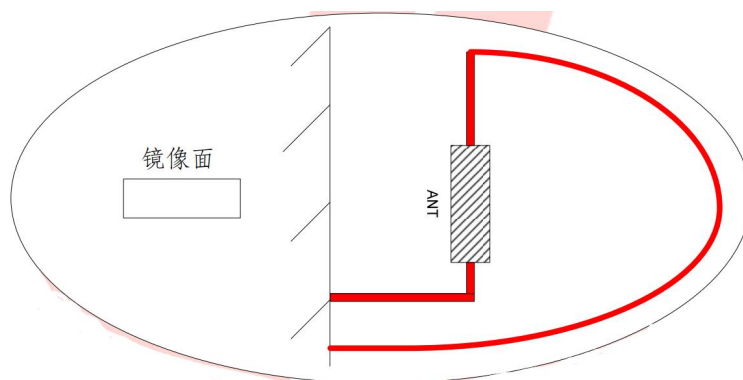
- ① **单极天线：**单极天线即单端天线，只有单臂，要设计具有出色性能的单极天线，必须考虑单极天线的镜像特性。因此设计具有足够尺寸的地场，且地场完整，才能提供单极天线所需的镜像面。



- ② **双极天线：**双极天线原则上应用于长条形板子中，双极天线两侧长边具有天线效应，两侧长边地也是天线的镜像面，红色板边处，因此必须设计出足够长度的地场，才能发挥双极天线的最优性能。

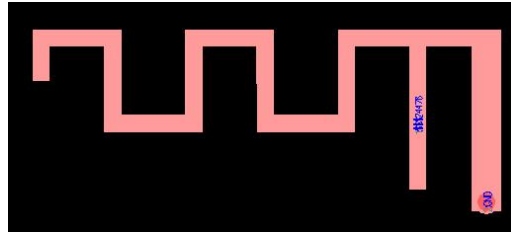


- ③ **回路天线：**回路（Loop）天线是单端且天线终端短路的天线，一般应用于圆形板子中，由于采用类圆形绕线设计，相对单极天线，理论上效率会降低，回路天线也需要镜像面，因此其地场设计也必须完整且尺寸足够。

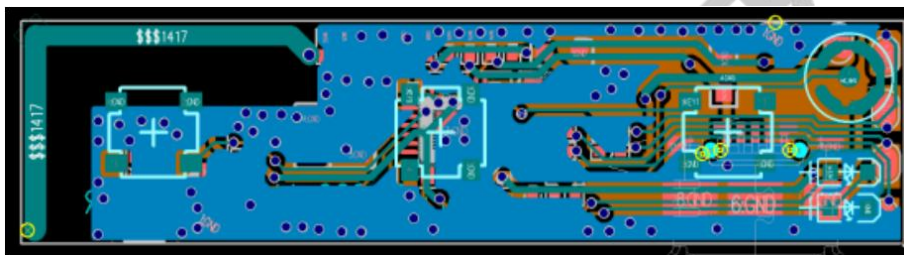




- ④ **板载天线：**板载天线设计基于 PCB 尺寸，一般应用于 PCB 尺寸较大的板子（大于半波长），优选“单极板载天线”、次之“双极板载天线”，可借助各类仿真软件，验证设计结果。在无仿真条件下，推荐使用标准倒 F 天线设计。

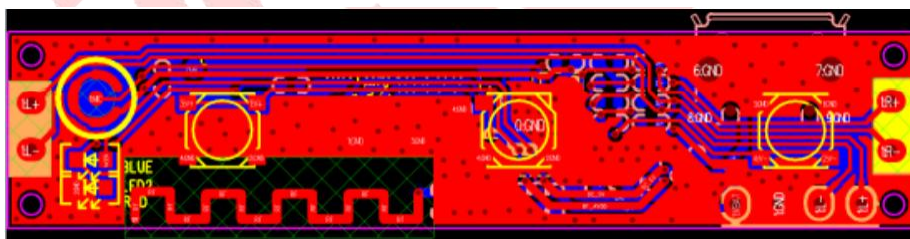


**单极板载天线：**适合各类形的板子，原理参见上述“单极”介绍。



- a 在保证地场尺寸和完整性的前提下，设计尽可能大的净空区。
- b 天线布局在外侧，即按键侧、背离人体侧等，无遮挡的一侧。
- c 走线等宽，尽可能保证线宽在 0.5mm 以上。
- d 地场完整、板边地连续。

**双极板载天线：**适合长条形板子，原理参见上述“双极”介绍



- a 天线尾端增加地平面，离地安全间距 0.6mm 以上。
- b 天线长度占 PCB 长度的一半左右。
- c 天线尺寸在 16x3.5 左右，可适当调整，离地的净空可适当加大。
- d 天线布局在外侧，即按键侧、背离人体侧等，无遮挡的一侧。
- e 走线等宽，尽可能保证线宽在 0.5mm 以上。
- f 地场完整、板边地连续

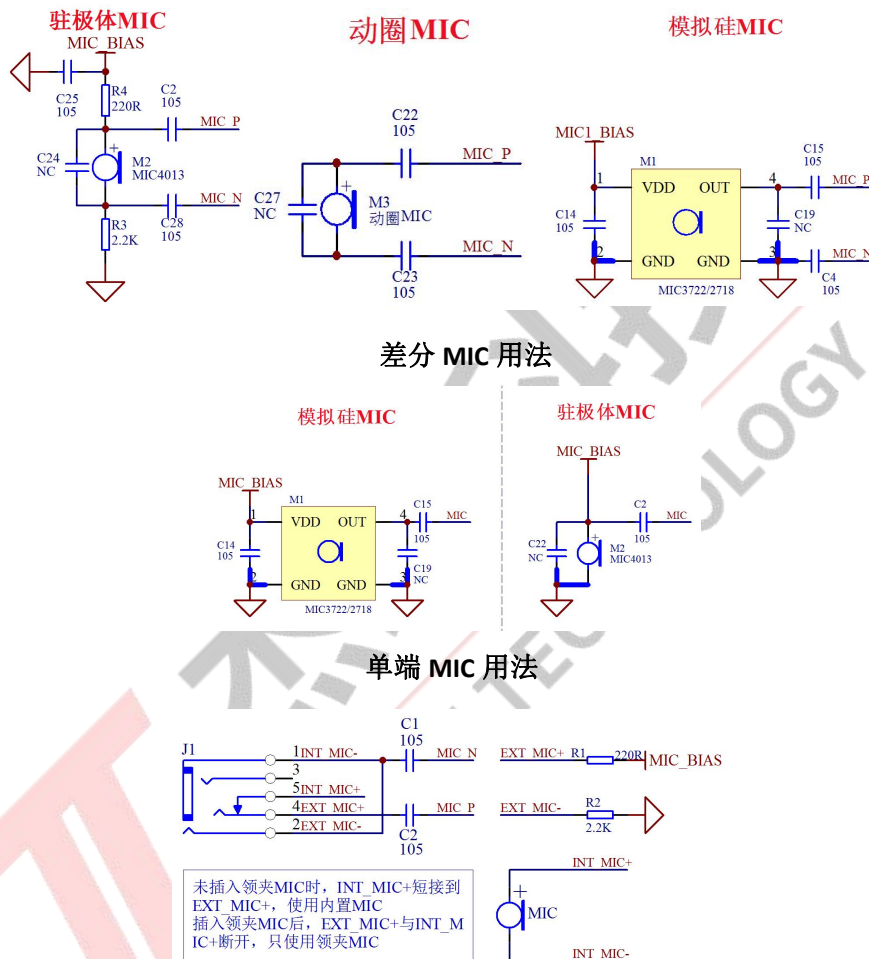


## 6. Audio 模块

### ADC:

#### (1) MIC 原理图及其原理说明

a. MIC 电路优先使用差分输入，需配合软件修改调试。



b. 动圈 MIC 使用差分时不需要接电源及地进行偏置，使用 MIC0 及 MIC\_BIAS0。

c. 兼容内置 MIC 与外置 MIC 时，可通过选取音频座子实现硬件切换，共用一组 MIC 口

d. MIC 电路若使用到 AGND，从主控单独拉 AGND 引出。

e. 预留足够的物料做调音或滤波使用。

#### (2) PCB 设计说明

a. 由于 MIC 电路增益较大，MIC 及走线需避开干扰元件如天线，电感。必要时，将其周围净空，减少地电流引起的辐射对其进行干扰。（带 RF PA 的案子尤其需要注意）

b. MIC 的 AGND 上不应有数字及 RF 电流流过，因此 AGND 需单独拉到电池处与 GND 短接。

## DAC:

### (1) DAC 原理图及其原理说明

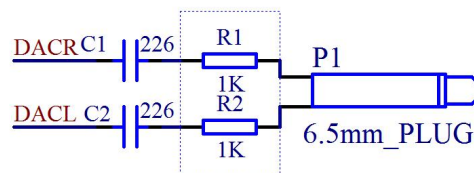
a. DAC 接法分产品形态：①万能麦方案（外置接收板）②嵌入式无线话筒 ③双工游戏耳机

#### ①万能麦方案



DA 优先采用差分输出，这样可以有效优化底噪和干扰。使用时 DAC 需隔值输出，若方案需要实现开机状态下充电功能，则 R1, R2 必须串 1K 电阻使用，（若 DAC 输出直接接耳机，则 R1, R2 为 0R）

#### 单声道差分音频输出



R1,R2一般可贴0R

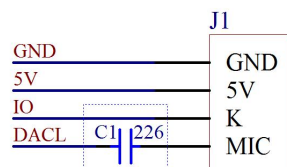
若方案为开机状态下充电，则R1,R2需贴1K电阻

#### ②嵌入式无线话筒方案



由于目前嵌入式无线话筒排线接口标准为（GND、5V、K、MIC），则 DA 采用单端隔值输出模式。

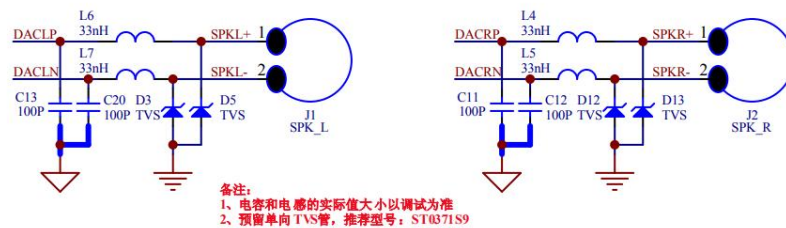
#### 单声道单端音频输出



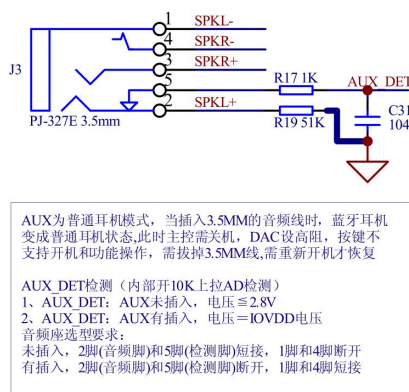
预留电容位置，后继有隔直则贴0R

内嵌无线话筒接收板标准4pin接口采用单端DAC模式

### ③ 双工游戏耳机方案

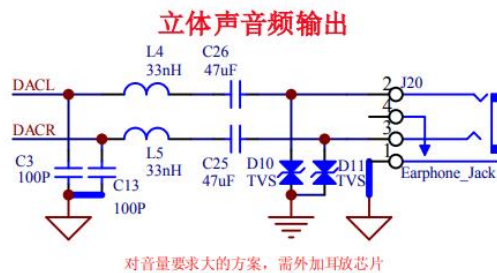


双工游戏耳机方案可采用 7018M 作为 earphone 端主控,具备 2 路差分 DAC 输出,可分别接至发声单元。



游戏耳机作为普通耳机使用时,音频座子则需选用 6pin 进行插入检测,对主控进行关机操作。

b. 立体声的应用, DA 参考地为 AGND, 且该 AGND 于电池处与 GND 短接。



c. PCB 单端功放的电路, AGND 端需单独从主控引出,并于电池处与 GND 短接,功放周围预留短接 GND 电阻位用于调试。

d. DAC 尽可能预留 LC 物料位置,用于滤除干扰或调音。

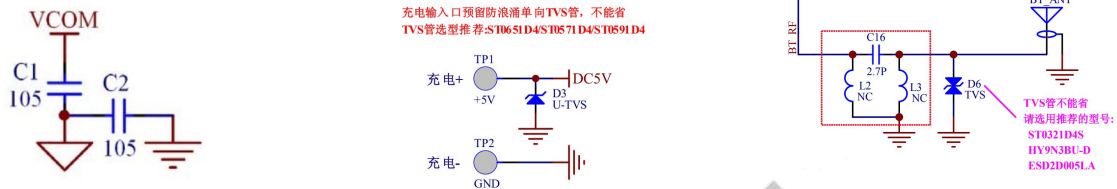
#### (2) PCB 设计说明

a. DAC 及 AGND 应并行走线减少共模干扰。

b. DAC 应远离干扰信号线及辐射器件,如天线,晶振,RF-PA 等,必要时将 DAC 周围净空处理。(带 RF PA 的案子尤其需要注意)

## 7. 防静电/浪涌设计

生产环境在干燥低温下容易积累大量的静电，造成电子器件的损坏。硬件必须做防静电设计，涉及普通 IO、DAC、电源、RF 的静电保护（使用场景及型号选择请参考标准原理图）。充电口需预留防浪涌单向 TVS 管。



PCB 设计时，为提升抗静电及浪涌能力，整体 PCB 地平面需完整，且 TVS 管泄放路径地完整。

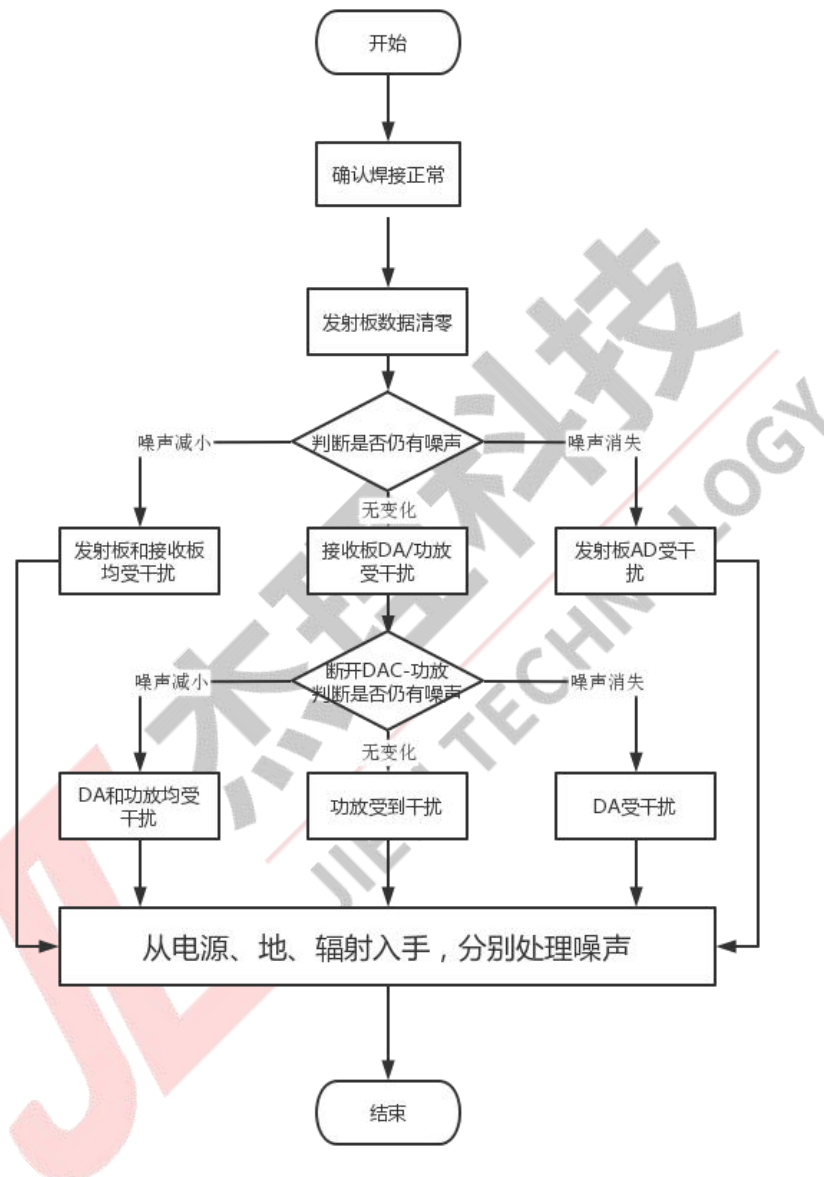
## 8. 装配说明

由于装配涉及到整机环境，必须严格控制装机的一致性。而“无线性能”和“音质”直接受整机环境影响，注意以下事项。

- 电池必须贴海绵胶垫高处理，且尽可能拉大与天线距离，这样可保证装配的一致性，且提供无线性能。同时针对辐射噪声，可起到将喇叭与 PCB 隔离的作用。
- 电池线及电池线、喇叭线、MIC 线必须避开天线放置。
- 电池线和喇叭线进行双绞线，且分开装配，可降低电池的辐射干扰，和喇叭回路耦合噪声。

## 二、电气性能不良 Debug 流程

### 1. DAC/功放输出 电流声较大



### 2. RF 性能差

- PCB 铺地是否完整，尽量保证中间有一层完整地，且表层地完整
- RF 周围是否存在其他干扰源
- 晶振地是否存在干扰电流经过
- RF 天线是否有效匹配
- RF TVS 管是否负载电容过大

### 3. 进入升级模式但无法升级

- a. 芯片系列与程序不对应
- b. USB 线过长或 USB 走线有电阻、磁珠。

### 4. 芯片不能开机

- a. 芯片虚焊
- b. DCDC 电感虚焊
- c. IOVDD、BTVDD 电压不正常

### 5. 搜索不到 RF 设备

- a. 芯片或电感虚焊
- b. 频偏过大
- c. BTVDD 电压异常

### 6. 按键没有响应

- a. 按键虚焊或损坏
- b. 相应按键 IO 设置错误

### 7. 耳机无声音或声音小

- a. DAC 串联物料阻值过大或对地电容值过大
- b. DAC 引脚虚焊或 Speaker 开路

### 8. 充电异常

- a. 电池无法充至 4.15V 以上，芯片未经过校准或电池内阻过大。
- b. 电池长时间无法充进电，电池可能已损坏
- c. 充电电流过大，充电口可能存在反接操作导致损坏

### 9. 芯片功耗大

- a. 确认芯片电压是否符合预期配置
- b. 保留最小系统排查是否外围电路引起漏电

### 三、芯片封装

