

## 一. 天线布局

天线 PCB 设计如图 1，通过在 PCB 上面画多个圈的方式完成。根据需要读卡距离远近，可以将天线画成不同圈数，不同大小的。天线越大，读卡距离越远。当天线面积达到  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  以后，再增大天线，读卡距离没有明显提升。天线线宽选择  $0.5\text{mm}-1\text{mm}$ 。为了减小 EMC 辐射干扰，需要将 PCB 走线转角处画成圆弧。

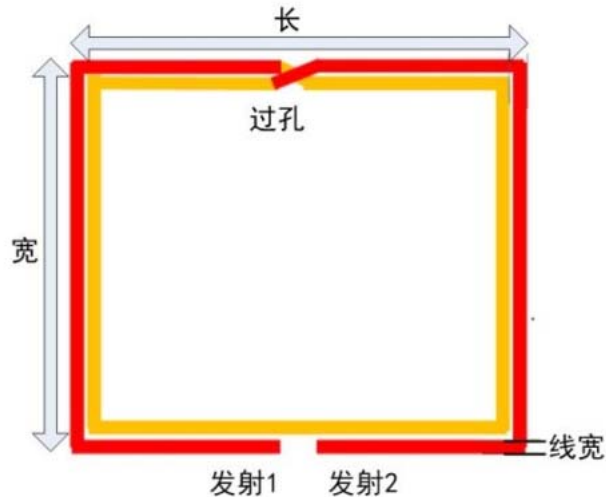


图 1

图 2 是 FM175xxDemo 板的 PCB 天线。天线在  $4\text{cm} \times 4\text{cm}$  区域内由  $0.8\text{mm}$  的线画了 4 圈。画天线时需要注意以下几点：

- 元件摆放不可过于密集，否则将来调试动电烙铁不方便
- 两只 L0 电感应该用 0805 以上的封装，以保证有足够的电流通过
- 两只 L0 电感摆放不可靠近，以免互相干扰（互感效应）
- 对线圈部分，不可敷铜，否则会引起磁场涡流效应造成能量严重损耗
- 要注意线圈范围内不可有大面积的金属元件、金属物体、金属镀膜
- 天线区域内和天线边缘禁止将信号、电源和地线画成圈或者半圆。
- 天线 1 欧姆或者 0 欧姆电阻不是直接接地图 4，必须接到天线上，天线中心抽头接地图 2 天线电路。
- 天线线宽必须在  $0.5-1\text{mm}$  范围内。
- 天线大于  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  不能多于 3 圈，小于  $3\text{cm} \times 3\text{cm}$  不能少于 4 圈。
- 天线 PCB 绕线方式是相对的，不是同向。

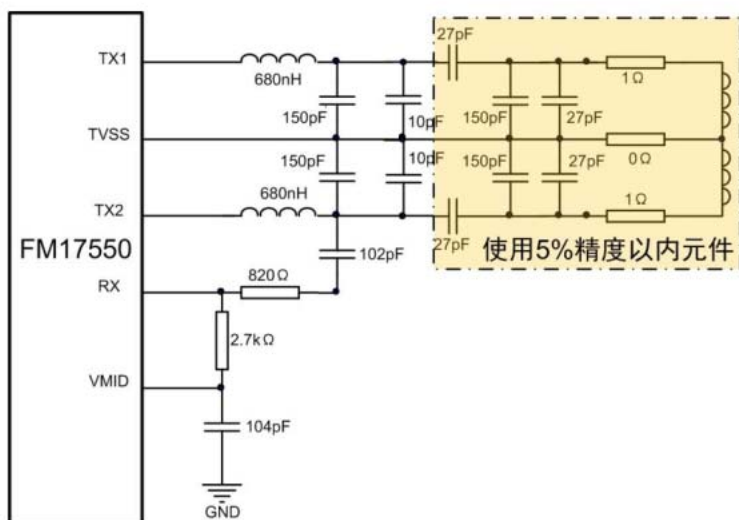


图 2

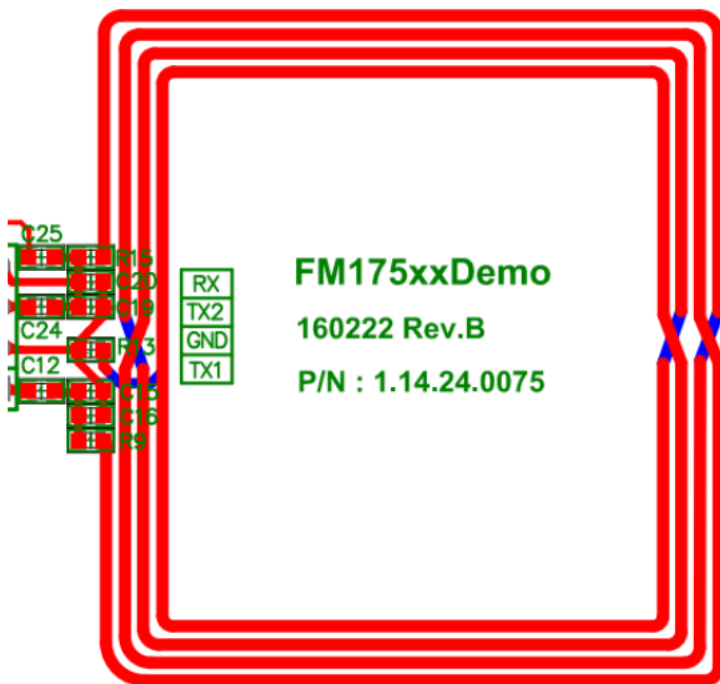


图 3

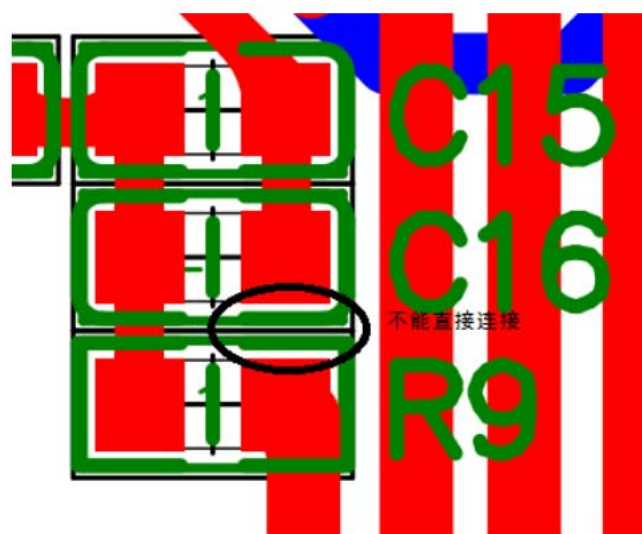


图 4

表 3 天线大小和读卡距离关系

线圈大小	线宽	圈数	M1 卡距离	身份证	CPU 卡
2cm×2cm	0.8	5	4	1	1
3cm×3cm	0.8	4	6	2.5	2.5
4cm×4cm	0.8	4	8	4.5	4.5
5cm×5cm	0.8	2	10	5.5	5.5

## 二. 网络分析仪调试

网络分析仪调试需要先匹配扫描频率在 10MHz 到 17MHz，扫描点数为 1000 点，选择 S11 功能。当空载时，史密斯原图的标点应落在最右侧的一点，如果偏离，必须先进行校准。双驱动天线将测试端子的两端接在芯片 TX1 和 TX2 引脚连接的两个电感处图 5 的 L0 左侧。单端驱动天线将测试端子两端接在芯片 TX1 和地。将测试端子和网络分析仪 S1 连接。

以 90Ω 天线匹配为例：先调节 C2 使得谐振点到 13.56MHz 附近，接着调节 C1 使得阻抗在 90Ω 左右，最后调节交叉点在中轴线左右。

谐振频率调节，C2 每增加 3pF 左右，谐振频率减少 0.1MHz。

根据 C1+C2 和不变，谐振频率不变的原则，C1+C2 和减少，谐振频率上升。如果输出阻抗小于 90Ω，调节 C2 使谐振频率调到 13.56MHz 高 0.2MHz，增加 C1，输出阻抗增大同时，谐振频率会下降，如果输出阻抗大于 90Ω，调节 C1 谐振频率调到 13.56MHz 低 0.2MHz，减少 C1，输出阻抗减少同时谐振频率会上升。

交叉点只和 LC 滤波电路参数有关表 4，增加 C0 会使得交叉点顺时针移动。

交叉点在中轴线下，电路偏电感性，需要增大 C0，交叉点在中轴线上，电路偏电容性，需要减少 C0。

谐振频率和输出阻抗对天线性能影响最大。对应单卡片操作天线，由于卡片谐振频率在 13.8-14.1MHz 左右，读卡器载波频率在 13.56MHz。天线谐振频率在 13.56MHz-13.8MHz 之间比低于 13.56MHz 要好。

由于 M1 卡读取需要能量很少，而 B 卡都需要较大能量。虽然增加输出阻抗使得天线电压幅度上升，但电流会相应减少，A 卡读卡距离能提升，但 B 卡距离会下降，同时天线信号打开和关闭容易导致过冲。

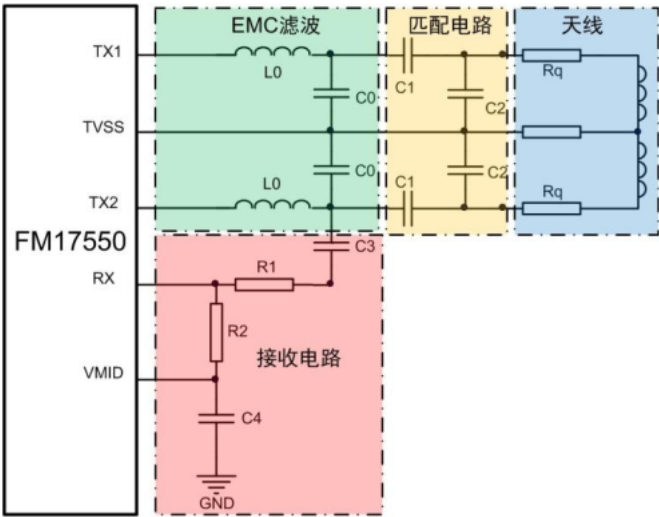
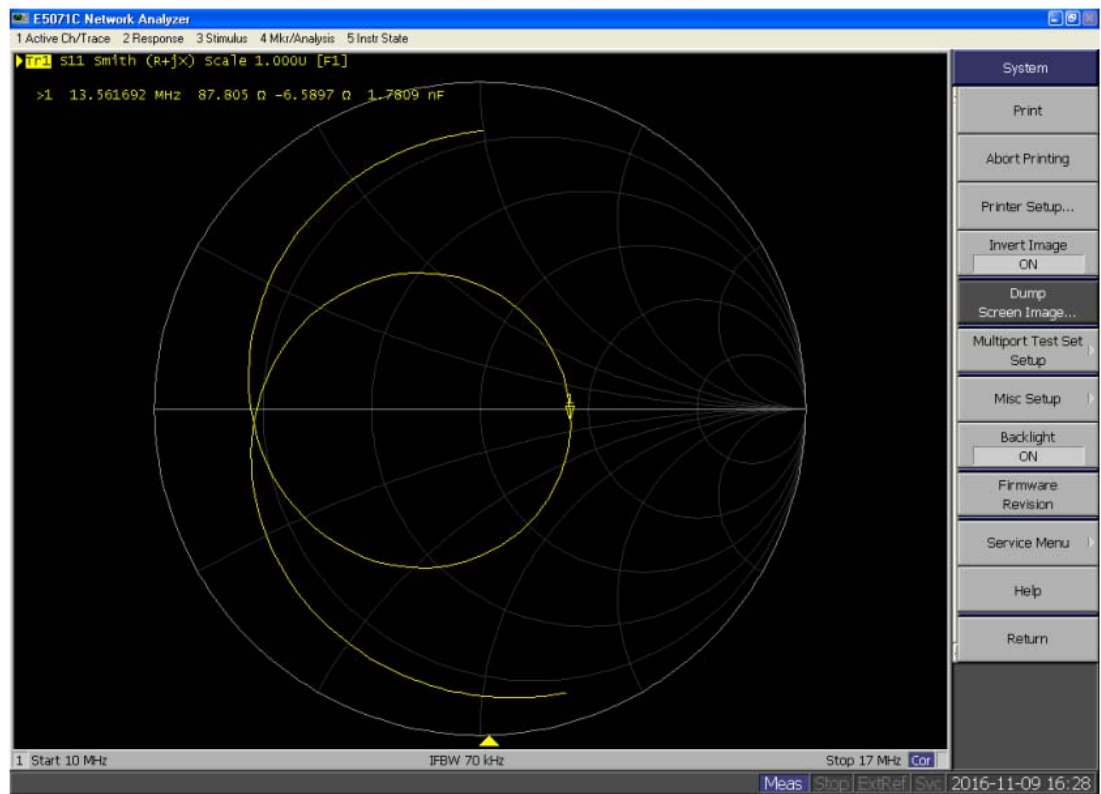


图 5

表 4 滤波电路参数

L0(nH)	C0(pF)
470	250
680	180
1000	120

表 4



调试最终结果图（FM17550 天线阻抗匹配 90 欧姆）