



## 基于 GPRS 模块的四层板射频硬件设计实例



## 一般事项

稳恒把本手册作为一项对客户的服务，编排紧扣客户需求，章节清晰，叙述简要，力求客户阅读后，可以快速的进行基于 GPRS 模块的二层板射频硬件设计，加快开发应用和工程计划的进度。

稳恒不承担对相关附加信息的任何独立试验，包含可能属于客户的任何信息。而且，对一个包含稳恒模块、大些的电子系统而言，客户或客户的系统集成商肩负其系统验证的责任。

由于产品版本升级或其它原因，本手册内容会不定期进行更新。除非另有约定，本手册仅作为使用指导，本手册中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。手册中信息修改，恕不另行通知。

## 版权

本手册包含上海稳恒电子科技有限公司的专利技术信息。除非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播，违规者可被追究支付赔偿金。对专利或者实用新型或者外观设计的版权所有，稳恒保留一切权利。

版权所有®上海稳恒电子科技有限公司

# 目录

目录.....	2
1 GPRS 射频硬件原理图设计.....	3
1.1 天线部分.....	3
1.1.1 天线端口阻抗为 50 欧姆.....	3
1.1.2 天线端口阻抗为非 50 欧姆.....	3
1.2 电源部分.....	4
2 PCB 布局和走线.....	5
2.1 天线部分.....	6
2.2 电源部分.....	9
3、四层板射频线处理.....	11
3.1 四层通孔板.....	11
3.2 1.0mm 四层盲埋孔板.....	11
附录 部分射频线处理不当的案例.....	13
A 走线曲折.....	13
B 射频走线阻抗不匹配.....	14
联系方式.....	16

## 1 GPRS 射频硬件原理图设计

在应用 GPRS 模块时，和射频相关的原理图设计主要有天线和电源两部分。这两方面设计的优劣会直接影响到终端的射频性能。

### 1.1 天线部分

根据天线端口阻抗的不同，天线可分为两种类型，即 50 欧姆和非 50 欧姆端口阻抗天线。一般来说，50 欧姆端口阻抗天线有车载天线、同轴线连接的天线等，非 50 欧姆端口阻抗天线有内置天线、FPC 天线等。相应的，天线部分电路设计可分为如下两类。

#### 1.1.1 天线端口阻抗为 50 欧姆

当天线端口阻抗为 50 欧姆时，模块的射频信号引脚 RF\_IN 可以直接和同轴线焊盘或者天线连接器连接，参考原理图如图 1 所示：

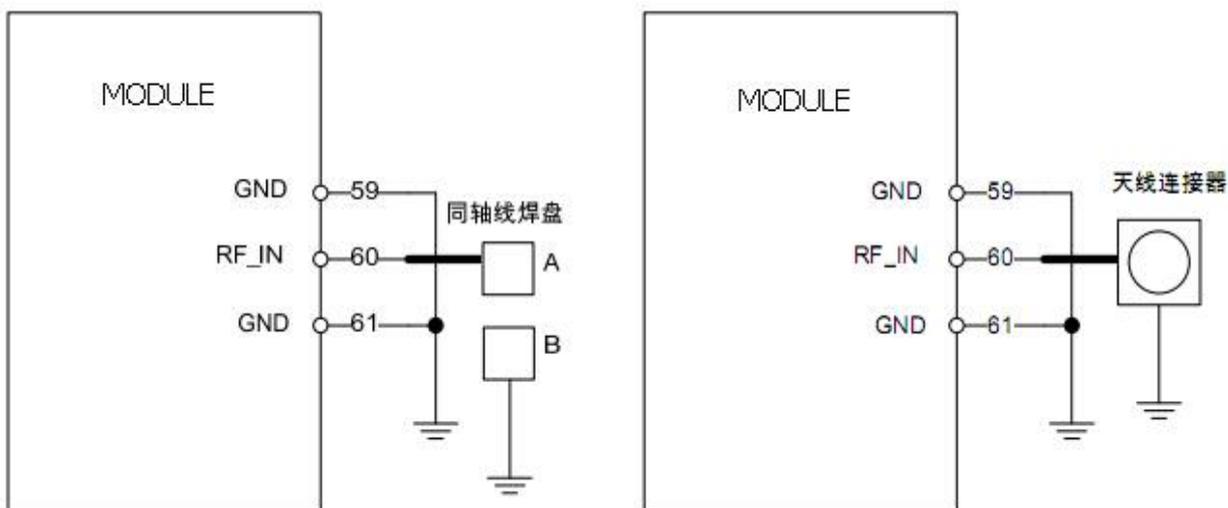


图1 50 欧姆端口阻抗天线参考原理图

#### 1.1.2 天线端口阻抗为非 50 欧姆

当天线端口阻抗为非 50 欧姆时，需要在 GPRS RF\_IN 和天线馈点间依次加入射频连接器(可选)和天线匹配网络，参考如图 2 所示：

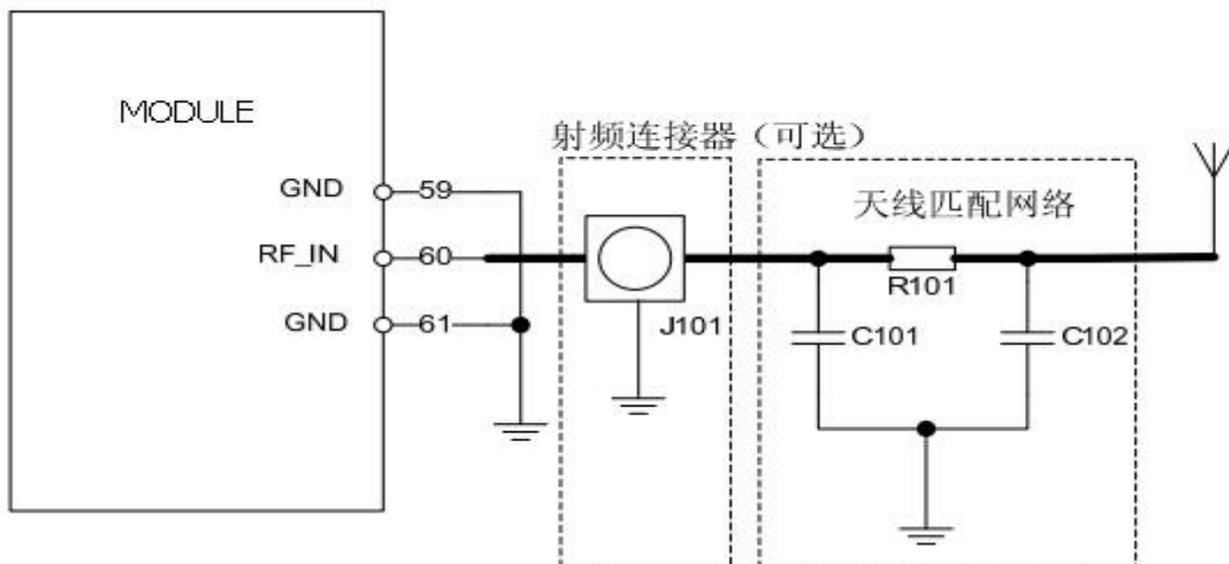
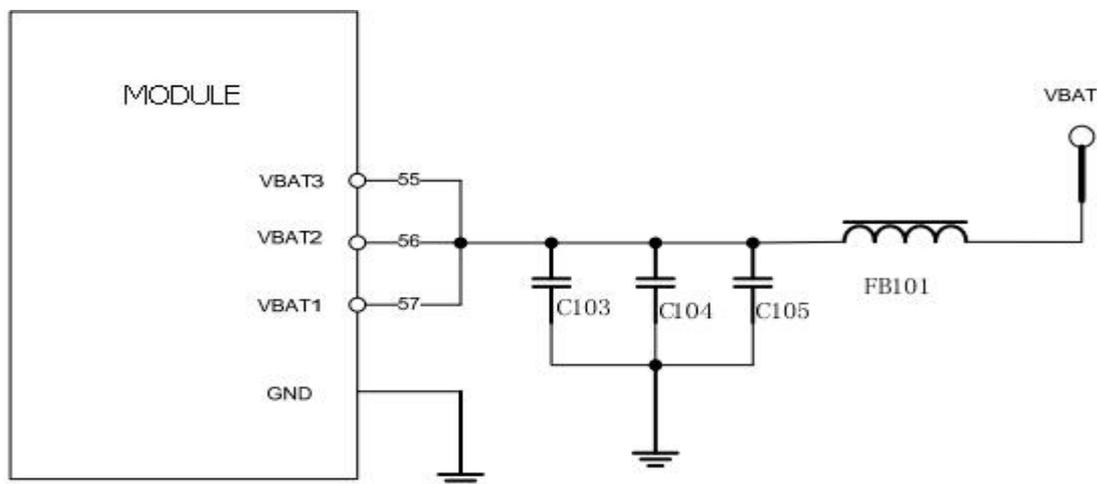


图 2 射频部分原理图

在 GPRSRF\_INPad 和天线馈点间依次加射频测试连接器、Pi 型天线匹配网络。其中射频测试连接器用于生产或认证时的传导射频性能测试，Pi 型天线匹配网络用于调节天线匹配，初始时 R101 贴 0R，C101、C102 不贴，天线厂调试好天线性能后，会提供 Pi 型匹配网络最终贴片值。

## 1.2 电源部分

为避免电源噪声影响系统性能，供给模块的电源须经过磁珠、滤波电容后连接到 SIM900 的 VBAT 引脚，如图 3 所示。

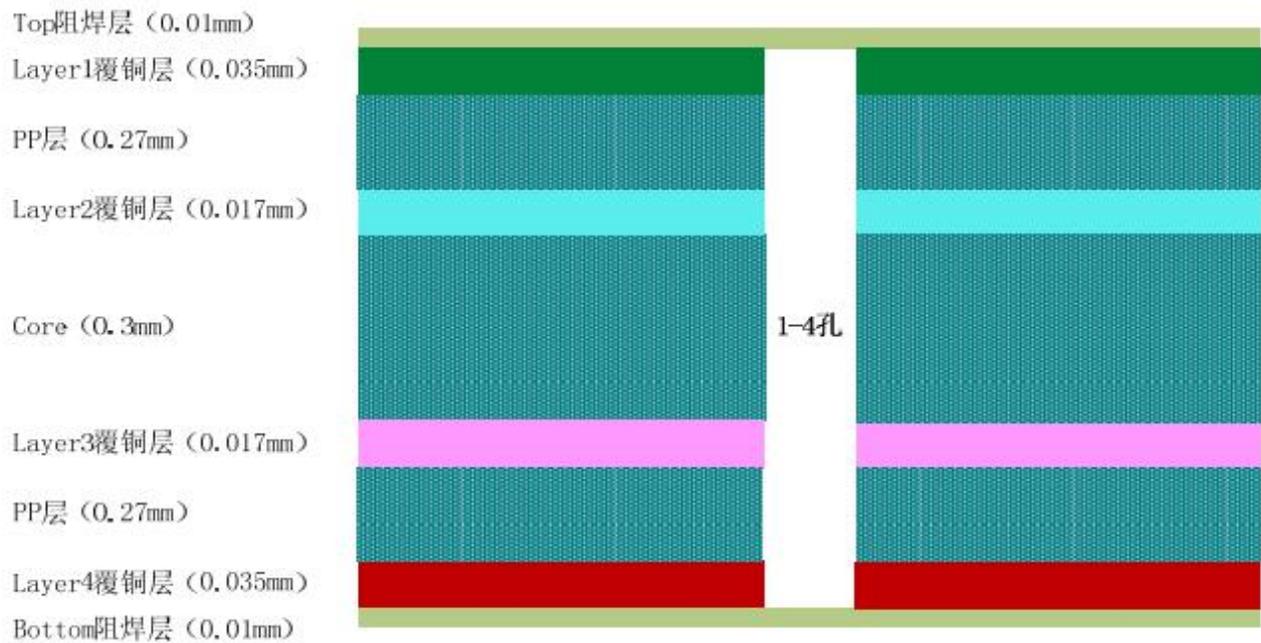


**图 3 电源部分参考原理图**

图 3 中，滤波电容 C103、C104、C105 分别选择 22PF、47PF、100UF 等不同电容值，用于滤除不同频率的电源噪声。

## 2 PCB 布局和走线

常用的四层 PCB 板有盲埋孔和通孔两种形式，下面分别给出常见的 1mm 和 1.6mm 厚的通孔板，以及 1mm 厚的盲埋孔板的叠层结构。


**图 4 1mm 厚通孔 PCB 板叠层示意图**

Top阻焊层 (0.01mm)  
Layer1覆铜层 (0.035mm)  
PP层 (0.27mm)  
Layer2覆铜层 (0.017mm)  
Core (0.9mm)  
Layer3覆铜层 (0.017mm)  
PP层 (0.27mm)  
Layer4覆铜层 (0.035mm)  
Bottom阻焊层 (0.01mm)

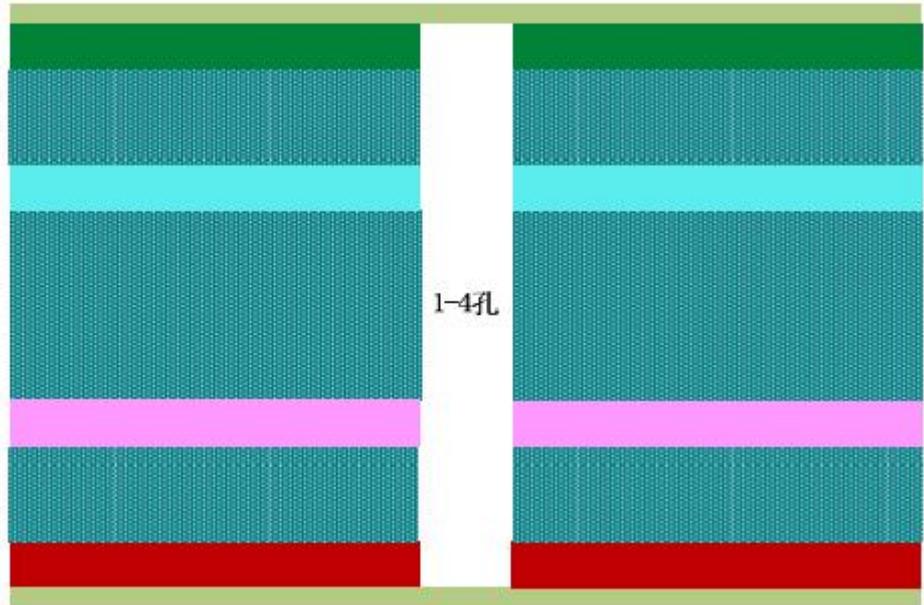


图 5 1.6mm 厚通孔 PCB 板叠层示意图

Top阻焊层 (0.01mm)  
Layer1覆铜层 (0.035mm)  
PP层 (0.07mm)  
Layer2覆铜层 (0.035mm)  
Core (0.665mm)  
Layer3覆铜层 (0.035mm)  
PP层 (0.07mm)  
Layer4覆铜层 (0.035mm)  
Bottom阻焊层 (0.01mm)

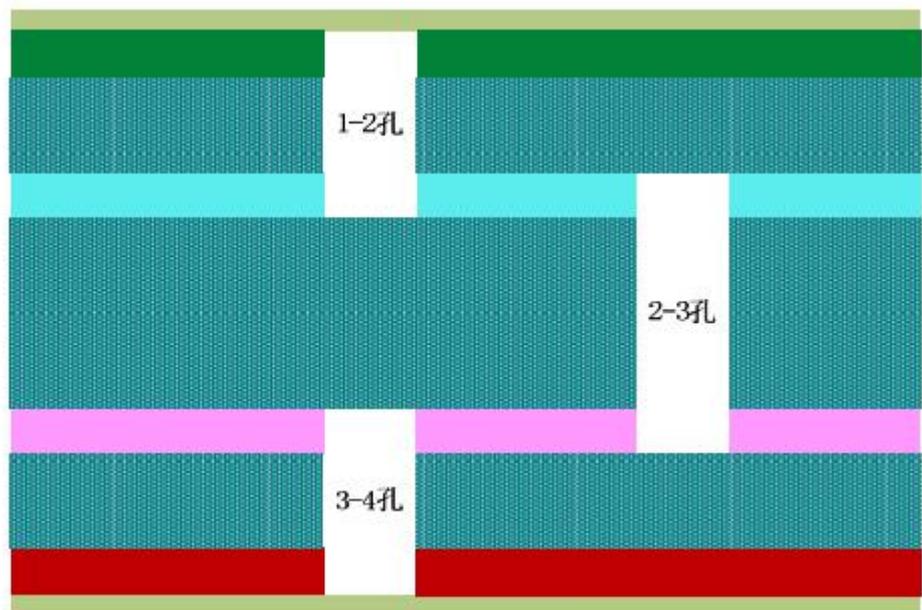


图 6 1mm 厚盲埋孔 PCB 板叠层示意图

## 2.1 天线部分

为减少干扰、确保整机性能，天线部分的 PCB 布局和走线应注意以下几点：

(1) 将用于射频传导测试的连接器、焊盘等尽量靠近 GPRS 的 RF\_IN 引脚，尽可能缩短该段连接线以避免 PCB 走线引入的阻抗失配、损耗。

- (2) 天线匹配网络应该靠近天线馈点。
- (3) 射频线应尽可能直且短。
- (3) 射频线应有完整的参考地，如图 7 所示。
- (4) 射频器件的地脚应该就近连接到参考地。
- (5) 射频线临层应禁止任何其他交叉或平行信号走线。
- (6) 射频线周围以及整个地平面区域多打地孔，以保证地的完整性，如图 8 所示。

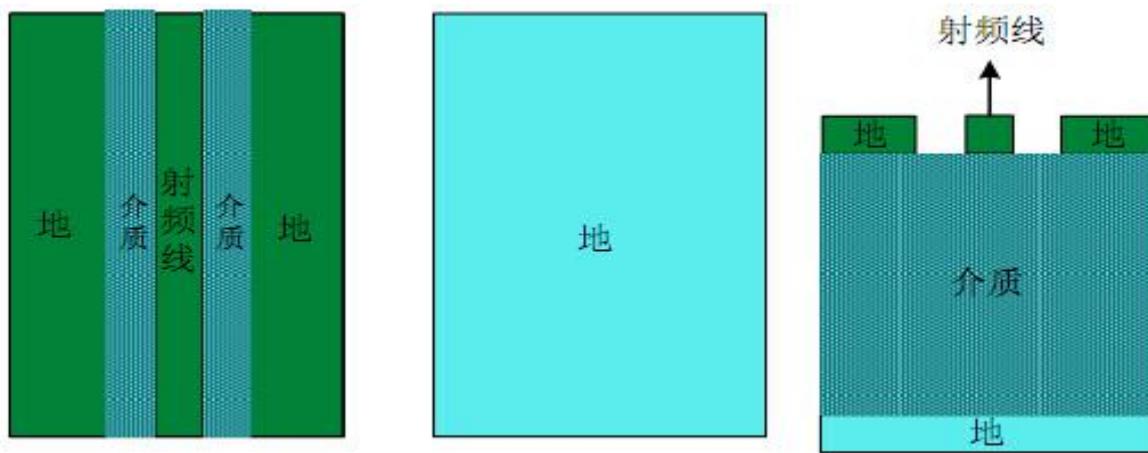


图 7 射频线下方完整参考地示意图

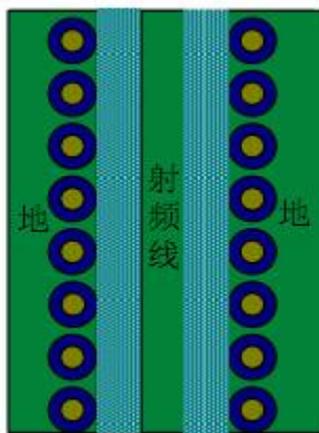
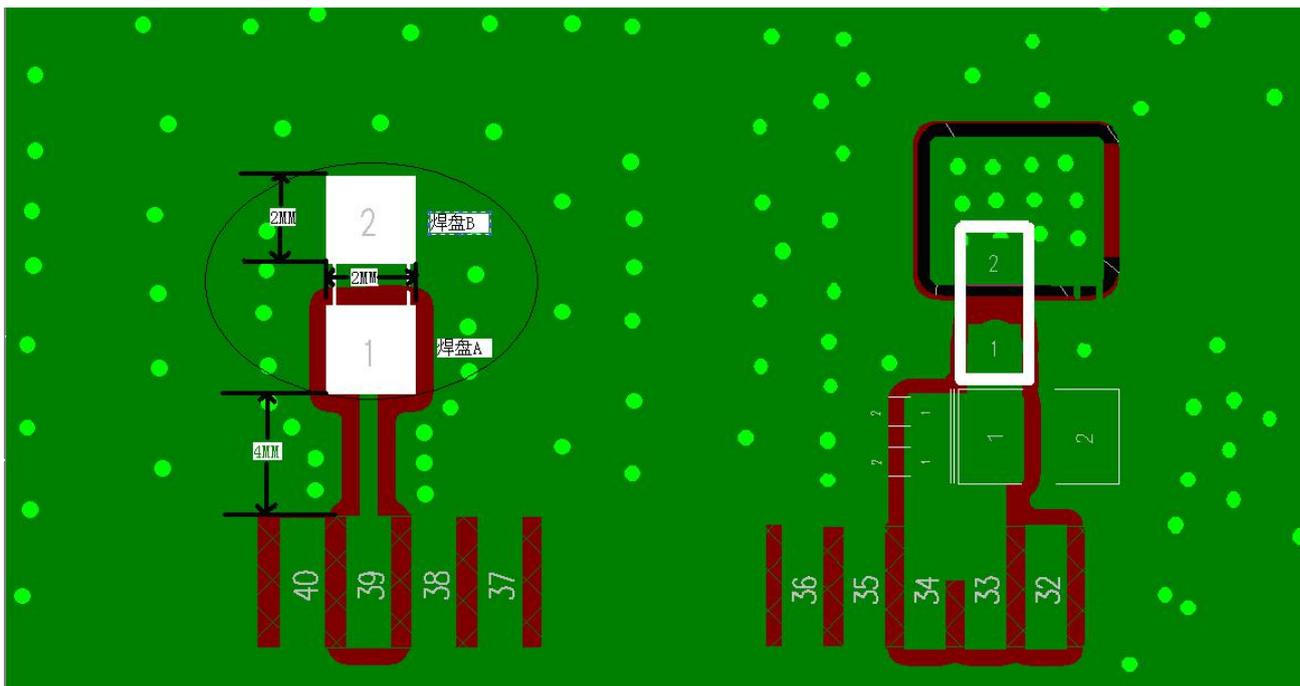


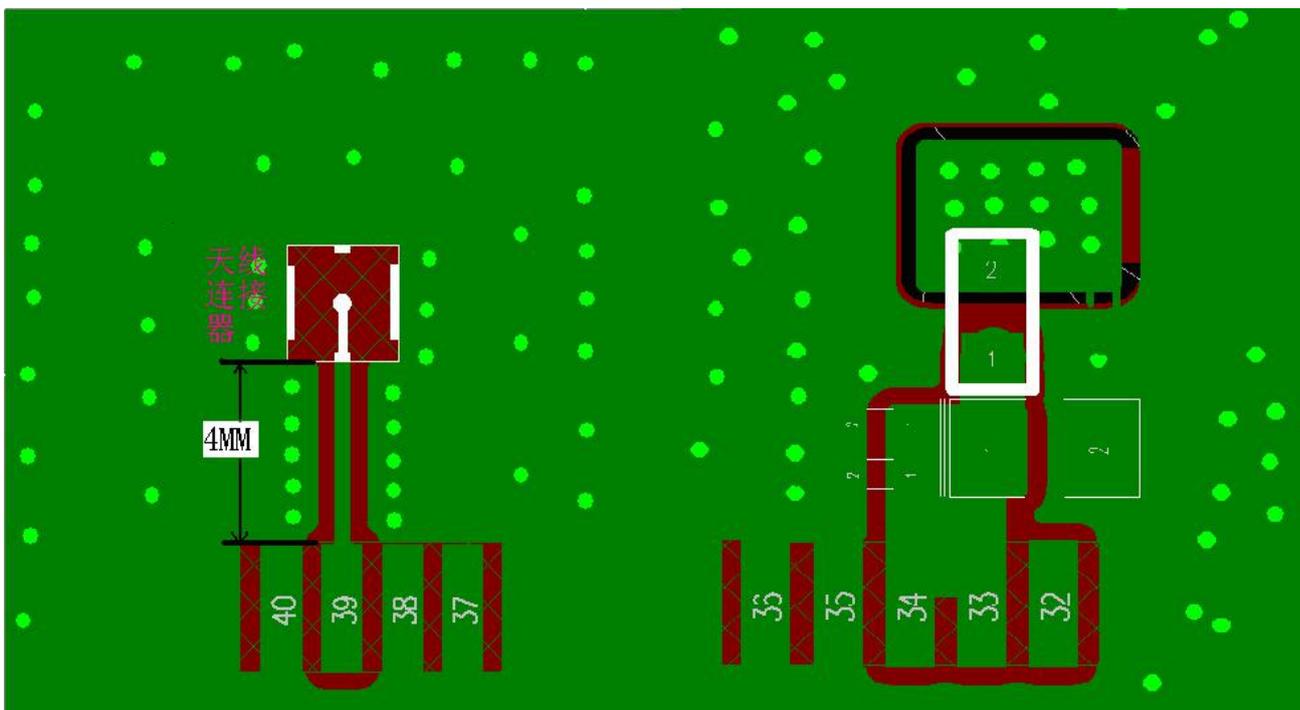
图 8 射频线周围地孔示意图

基于 GPRS 模块的天线部分四层板的 PCB 布局和走线，需要严格遵循上述原则，否则会影响到射频性能，附录上附有一些走线不当的例子。

50 欧姆阻抗天线和非 50 欧姆阻抗天线的 PCB 布局和走线，分别如图 9、图 10 所示。



(a) 同轴线焊接方式



(b) 天线连接器方式

图 9 50 欧姆端口阻抗天线射频布局和走线

在图 9(a)中, 焊盘 A、焊盘 B 用于焊接射频同轴线, 尺寸为 1.5mm\*1.5mm。其中焊盘 A 焊接同轴线内导体, 焊盘 B 焊接同轴线外导体。焊盘 A 与 GPRS RF\_IN 引脚间的射频线长度建议小于 4mm。在图 9(b) 的示例中, 天线连接器接口是 GSC, 也可以选用其他接口的连接器, 比如 SMA, TNC 等等, PCB 布局和走线是类似的。天线连接器与 GPRS RF\_IN 引脚间的射频线长度建议小于 4mm。

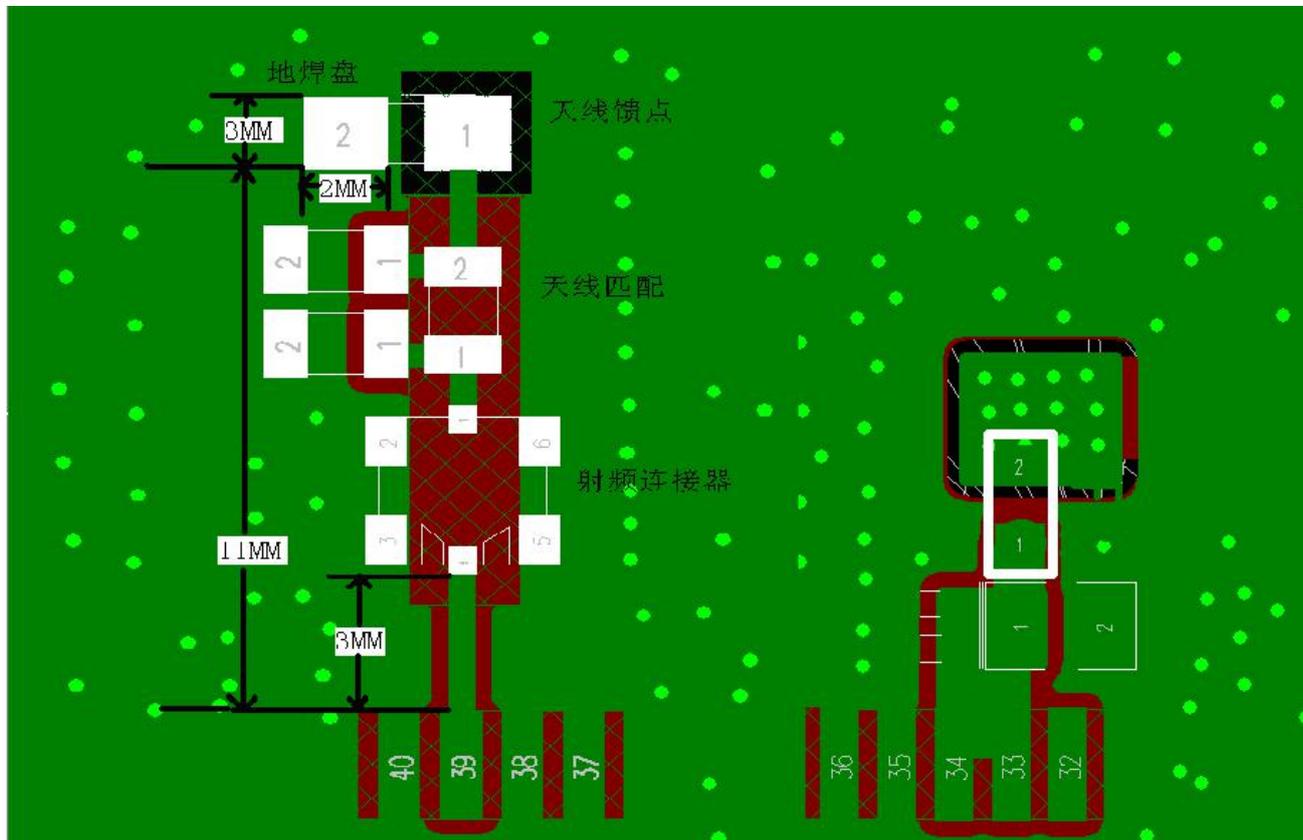


图 10 非 50 欧姆端口阻抗天线射频布局和走线

天线馈点周围 1mm 各层禁止铺铜, 如天线供应商有其他要求, 可根据其建议调整。射频连接器和 GPRS RF\_IN 引脚间的射频线长度建议小于 3mm, 天线馈点与 GPRS RF\_IN 引脚间的射频线长度建议小于 11mm。

## 2.2 电源部分

电源部分需要注意以下几点:

- (1) 电源线需避免闯过射频区域, 防止干扰射频信号。
- (2) 电源线宽度不得小于 2mm。
- (3) 电源滤波器件须靠近模块 VBAT 引脚放置, 排列次序如图 11 所示。
- (4) 电源线用尽可能宽的地包围。

(5) 利用四层板的布线优势，尽量安排一层主要走电源。

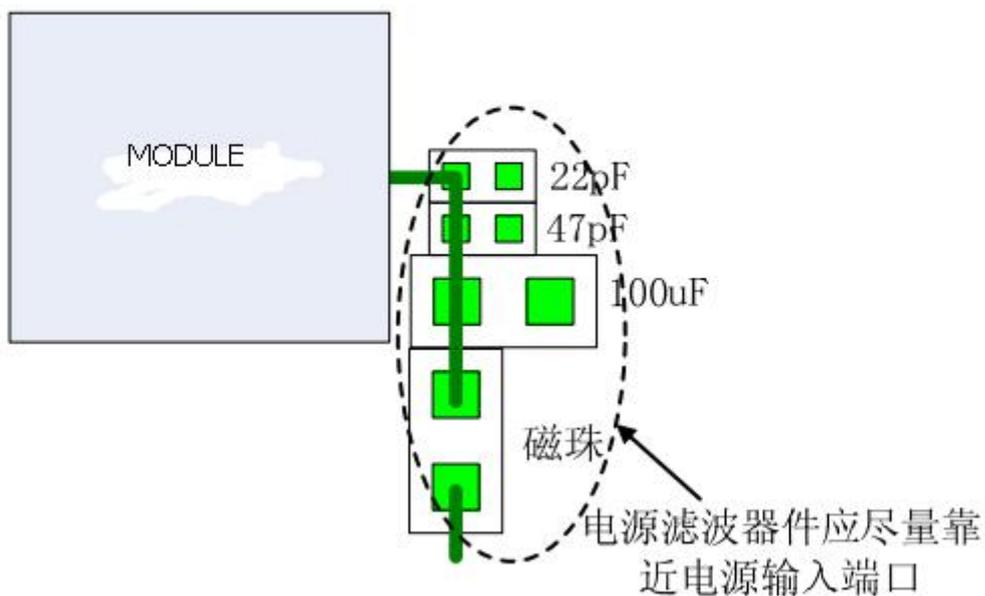


图 11 电源滤波器件布局示意图

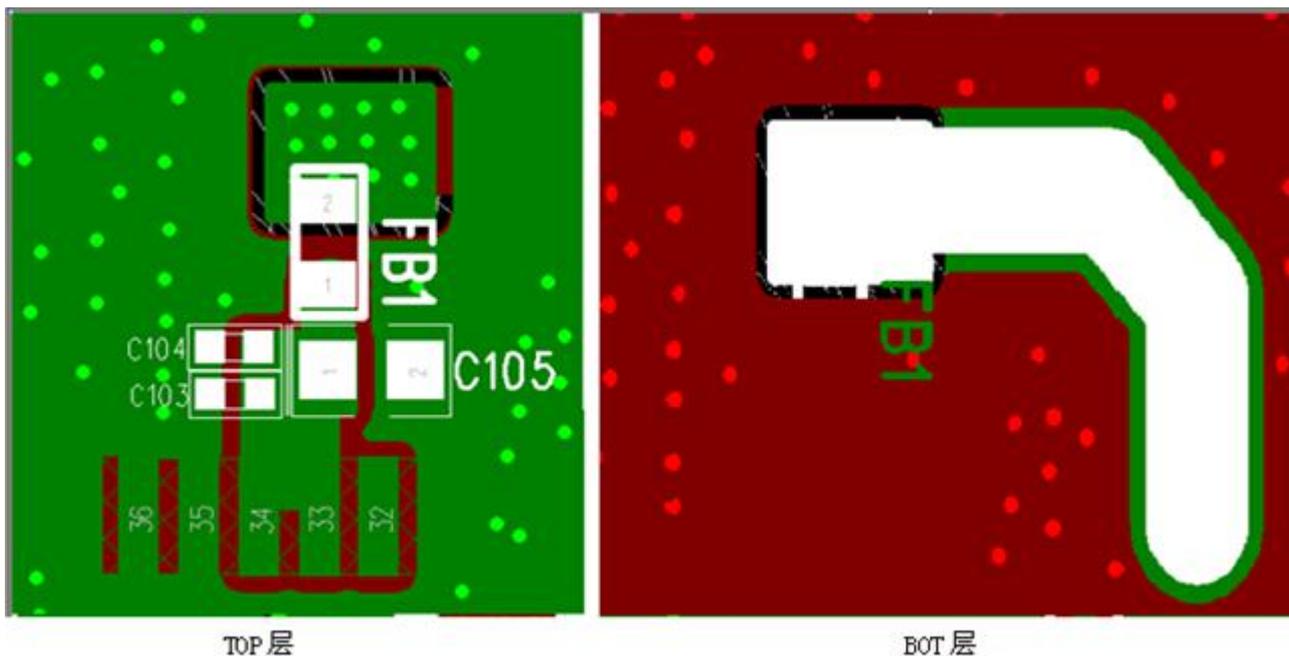


图 12 电源部分布局及走线

在图 12 中，磁珠 FB101，电容 C103，C104，C105 都在 TOP 层，靠近 GPRS VBAT 引脚放置。电源线从 Bottom 换到 TOP 层的磁珠时，过孔数目必须在 6 个以上，经过磁珠滤波后，分别经 C105、C104、C103 滤波后连接到 GPRS VBAT 引脚。

### 3、四层板射频线处理

射频线的特性阻抗与印制板的叠层厚度，走线的线宽和间距有关。

在设计四层板走线时，对于常用的板材，选取介电常数为 4.2，建议按照图 4~图 6 所示来安排叠层结构，以下所推荐的走线方式也是基于该种叠层结构的。

为了避免各种干扰，推荐射频线走表层，下方铺有完整的参考地层。

#### 3.1 四层通孔板

对于不同总厚度四层通孔板，可以通过调整叠层厚度中各介质层的厚度来固定表层走线的参数。

四层通孔板射频线可以按图 13 处理。

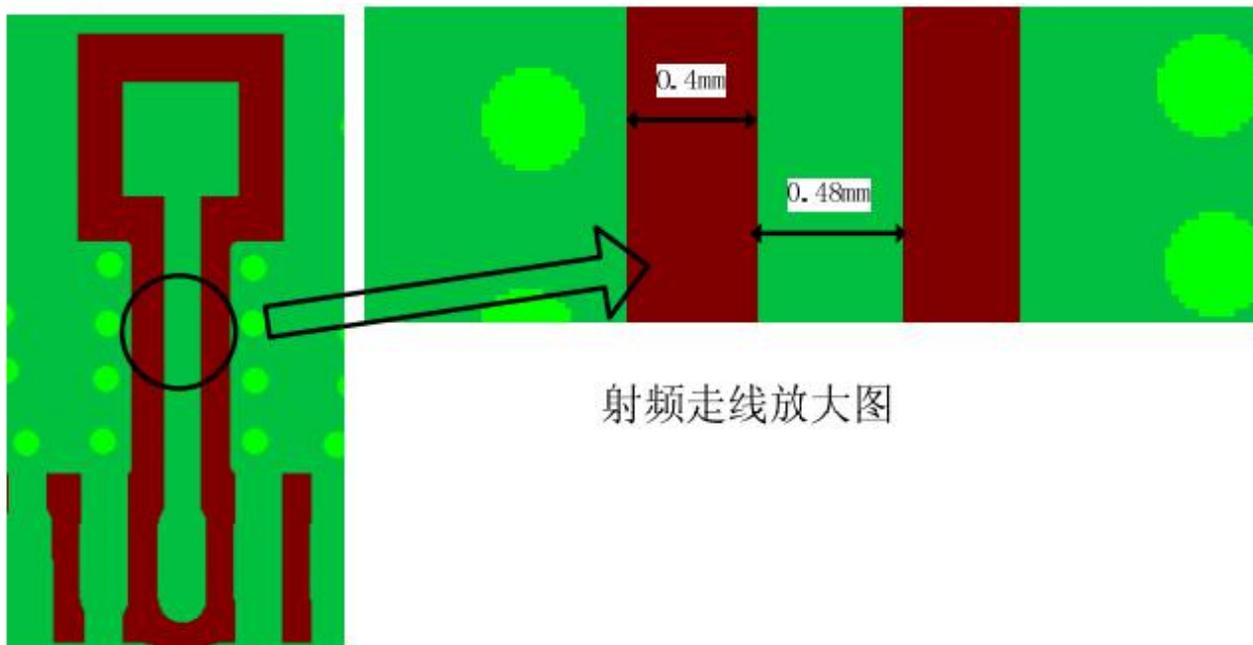


图 13 四层通孔板射频线处理方法示意图

在图 13 中，四层通孔板的射频线宽度为 0.48mm，与两侧地间距为 0.4mm。

#### 3.2 1.0mm 四层盲埋孔板

1mm 四层盲埋孔板按图 6 所示的典型叠层结构，射频线可以按图 14 处理。

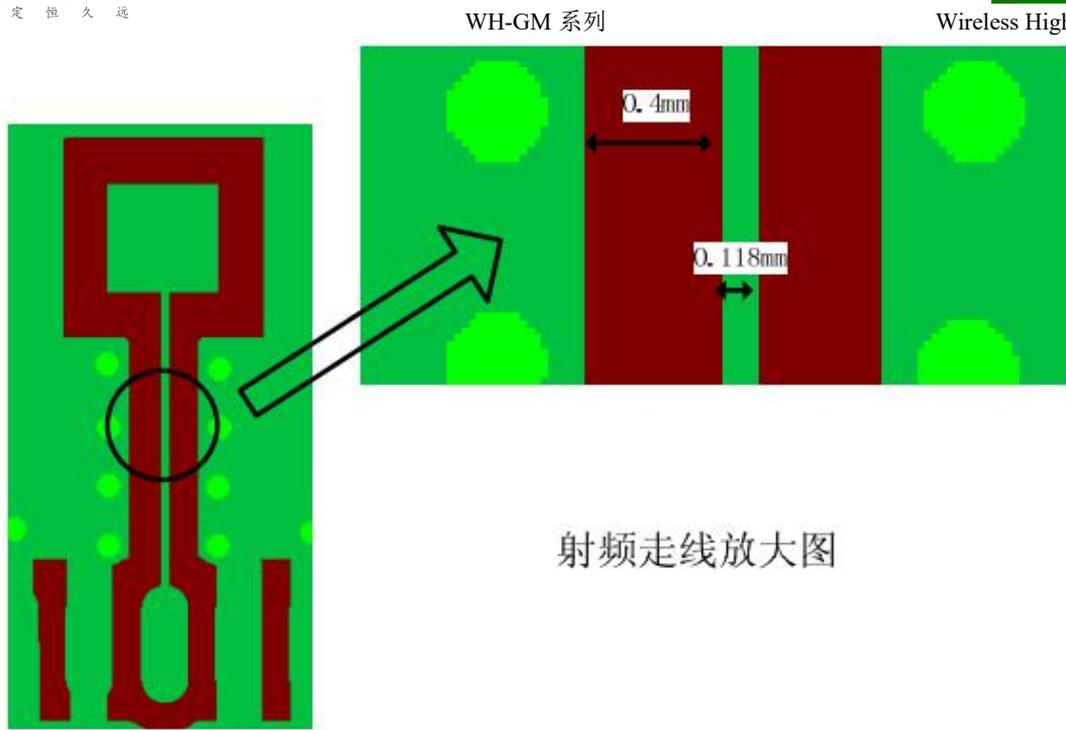


图 14 四层盲埋孔板射频线处理方法示意图

在图 14 中，四层通孔板的射频线宽度为 0.118mm，与两侧地间距为 0.4mm。

## 附录 部分射频线处理不当的案例

### A 走线曲折

在实际应用中，此种情况常常发生于忽视射频走线通畅的重要性，为了避让 现有 PCB 走线或者受到机械结构形态所限。

下面是一个相关实验的情况，用 GPRS 在下列两种走线的 PCB 板间作了比较：

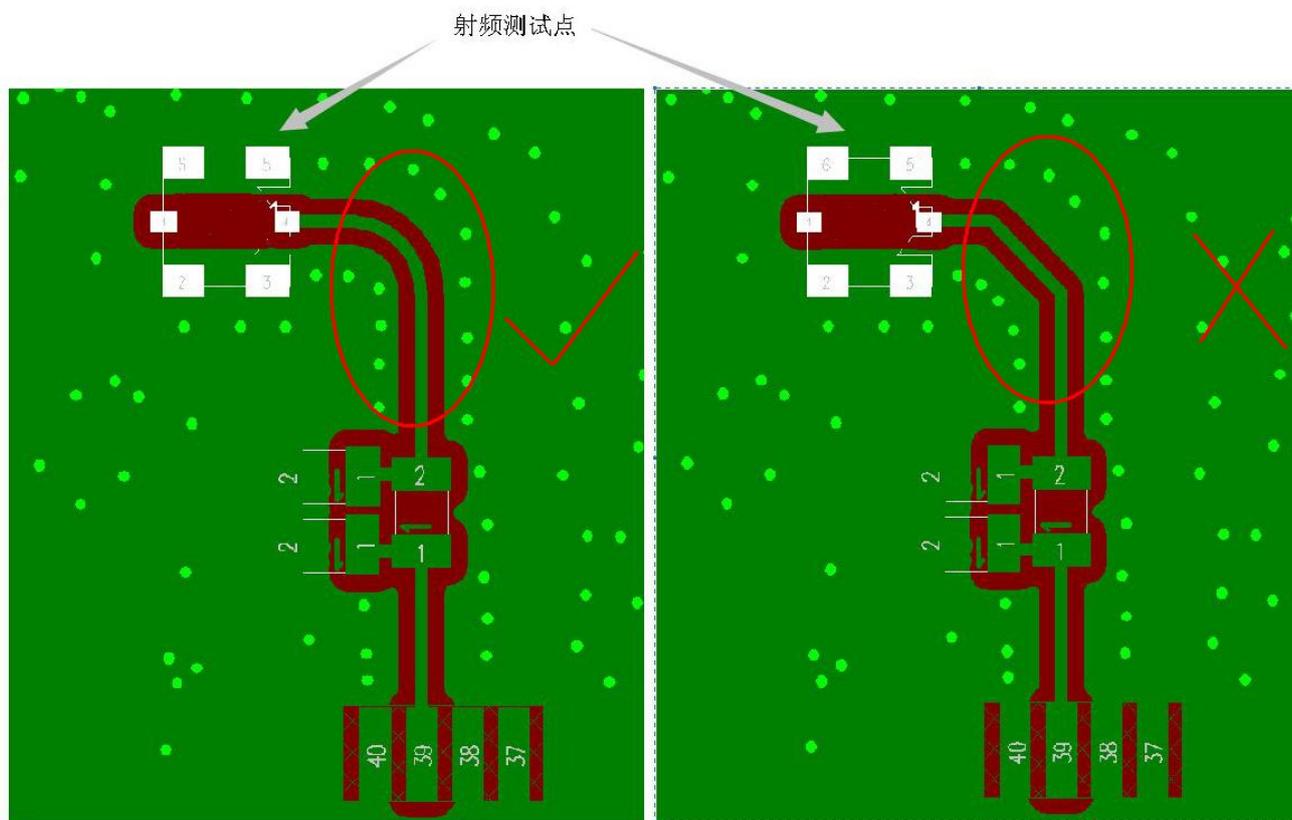


图 15 射频走线通畅和弯绕比较示意图

图中左边是合理的走线形式，右边是绕线的情况。

在这两种印制板上测试了 GPRS 的发射功率，结果如下表所示：

**表 1 射频走线弧线与曲折的发射功率比较**

	信道	弧线	曲线		信道	弧线	曲线
	GSM850	128	32.5		32.4	GSM900	1
189		32.6	32.4	62	32.7		32.5
251		32.6	32.4	124	32.7		32.6
	信道	弧线	曲线		信道	弧线	曲线
	DCS1800	512	29.7		29.3	PCS1900	512
698		29.8	29.4	661	30.2		29.5
885		30	29.4	810	30.2		29.6

可以看到，走曲线的情况下，各个频段，特别是高频段的发射功率都比合理走线时要低，没有发挥出模块应有的性能。

解决方法：

重视射频走线的通畅，在设计 PCB 板的布局阶段，就要考虑好射频部分的大致走向，在整个通路上不要安排过多不相关的电子元件和机械件影响走线的通畅。

## B 射频走线阻抗不匹配

在实际应用中，此种情况常发生于忽视射频线阻抗匹配的重要性，随意处理 印制板的叠层形式以及射频走线的线宽和对地间距。

以下是 PCB 板上两种不同阻抗走线对终端实际输出功率

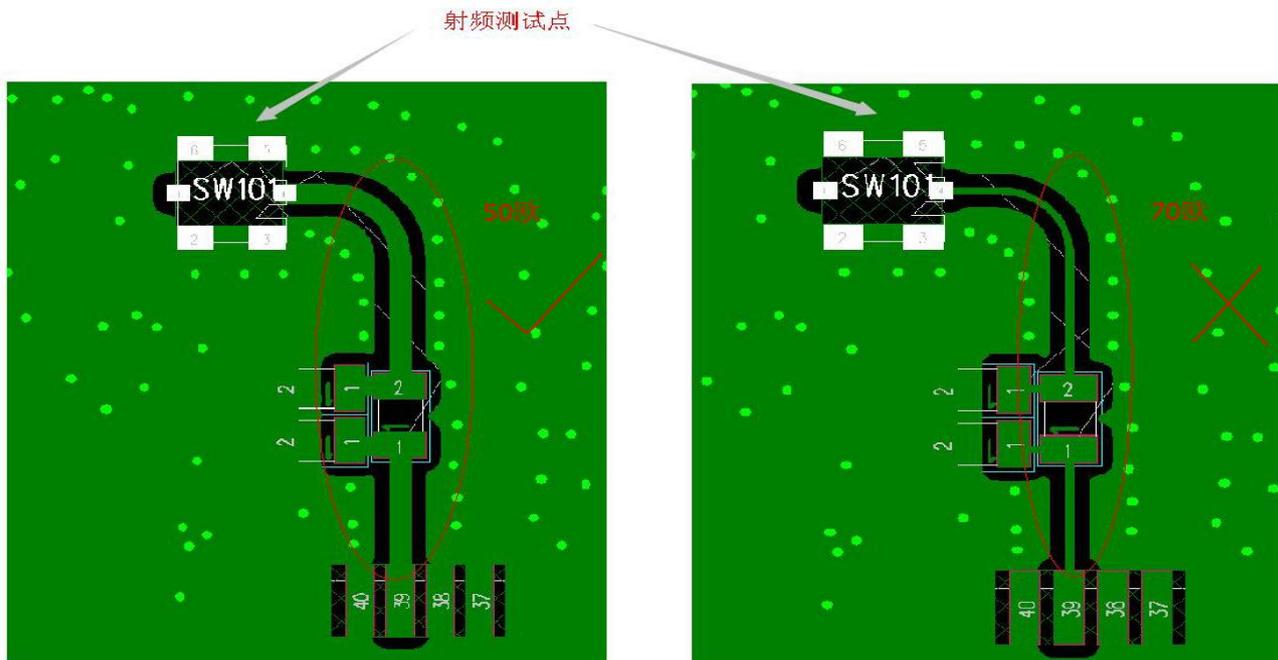


图 16 射频走线阻抗匹配和不匹配比较示意图

图中左边是完全遵照 50 欧姆匹配的走线，右边是阻抗不匹配的情况（此处选取了 75 欧姆的阻抗匹配参数）。在这两种印制板上测试了 GPRS 各频段的发射功率，结果如下表所示：

表 2 射频走线匹配与失配时的发射功率比较

GSM850	信道	50 欧	75 欧	GSM900	信道	50 欧	75 欧
	128	32.7	32.7		1	32.7	32.5
189	32.8	32.7	62	32.7	32.5		
251	32.7	32.6	124	32.7	32.5		
DCS1800	信道	50 欧	75 欧	PCS1900	信道	50 欧	75 欧
	512	29.3	27.8		512	30.1	28.6
	698	29.4	27.9		661	30.1	28.8
	885	29.7	28.2	810	30.1	28.9	

可以看到，在非 50 欧姆匹配的情况下，各个频段的发射功率都比 50 欧姆走线时要低，特别是高频段情况非常明显，整体性能严重恶化。

解决方法：

- 首先，要严格按照 50 欧姆原则进行射频线设计，根据叠层计算相应的线宽及间距。
- 其次，强烈建议在紧邻 GPRS 模块射频输入/出口处加射频测试座，以便于进行产品的传导性能测试。
- 最后，保证射频走线尽可能短，这样可以减少阻抗不匹配带来的影响，保证产品性能。

## 联系方式

公 司：上海稳恒电子科技有限公司

地 址：上海市闵行区秀文路 898 号西子国际五号楼 611 室

网 址：[www.mokuai.cn](http://www.mokuai.cn)

邮 箱：[sales@mokuai.cn](mailto:sales@mokuai.cn)

电 话：021-52960996 或者 021-52960879

使命：做芯片到产品的桥梁

愿景：全球有影响力的模块公司

价值观：信任 专注 创新

产品观：稳定的基础上追求高性价比