

433M 天线设计调试及分析

433M 天线通信距离变小了

用户产品换代，天线更换前的天线对比。天线更换后，通信距离变短。

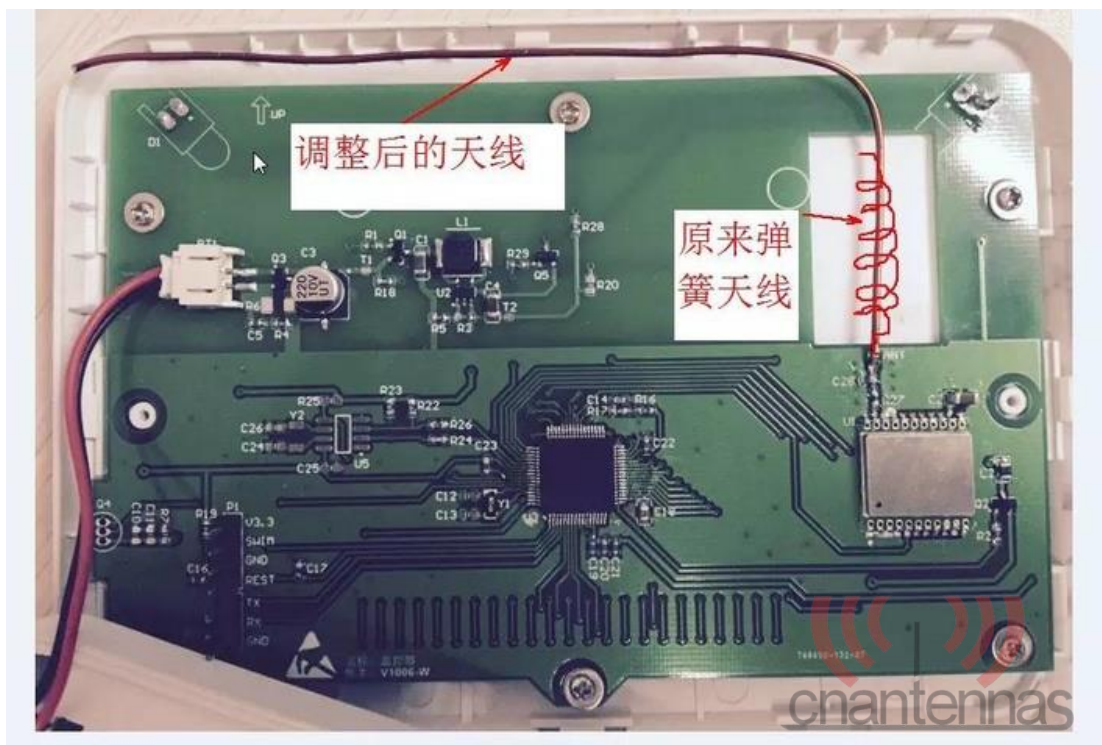


图 1 天线实物图

在收发天线极化匹配并忽略空气衰减的前提下，视距通信距离（r）的二次方与接收灵敏度（Pr）成反比、与发射功率（Pt）、发射天线增益（Gt）和接收天线有效面积（Aer）成正比；具体关系如著名的 Friis 传输公式所示。

$$r^2 = \frac{P_t G_t A_{er}}{4\pi P_r}$$

鉴于这个公式，由于接收灵敏度和发射功率这两个参数在模块出厂的时候已经确定，因此导致通信距离不足的主要问题点就落到了天线设计上。而客户原来设计的弹簧天线是触碰到了导体的，很明显会造成阻抗不匹配的问题。

阻抗不匹配为什么会影响通信距离

传输线与终端负载如果阻抗不匹配，电波从传输线传导到终端负载，由于阻抗特性的不同，一部分电磁波的能量被反射回来，使馈电线上同时存在入射波和反射波，如图 2 所示。在入射波和反射波相位相同的地方，电压振幅相加为最大电压振幅 V_{max} ，形成波腹；而在入射波和反射波相位相反的地方电压振幅相减为最小电压振幅 V_{min} ，形成波节。

在通信学中，我们就把电压波腹指与电压波节值之比，定义为电压驻波比（VSWR），其公式如下：

$$VSWR = \frac{|U|_{max}}{|U|_{min}}$$

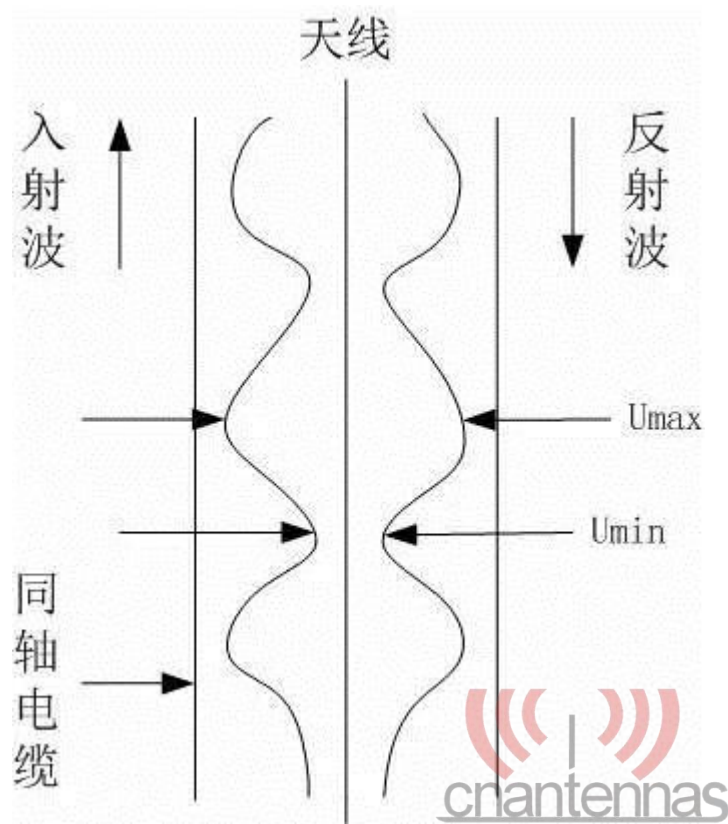


图 2 VSWR 示意图

这就很明了了，如果反射波越多，消耗的能量越大，其无线通信距离也就越小。于是不难看出，失配越严重 VSWR 越大。在其它参数不变情况下，VSWR 越小通信距离越远，VSWR 越大通信距离越近。

而经过实际测试，客户天线的 VSWR 已经高达 20，对天线的性能造成了严重的影响。由于在自由空间传输时 470MHz 的电磁波的波长为 64cm，于是我们使用四分之一波长的铜丝做天线，避开与导体的接触，就很顺利地解决这个问题啦。

如何掌握天线的设计

资深研发工程师给出以下建议：

第一，熟悉射频电路的理论基础。做天线设计只懂天线理论还不够的，需要研读电磁场与电磁波相关方面的书籍。只有对天线的理论基础熟练掌握，才能在出问题时根据实际情况，灵活处置。

第二，熟悉主要的天线设计模型。天线模型繁多，不同的电路板需要选取不同的模型来进行改进设计，不存在一种模型包打天下的情况。

第三，使用合适的测试设备。天线性能的调试需要使用专业仪器反复实测、反复调整才能达到最佳性能。通过对理论值和实测值进行比对，逐步修正是调试天线的唯一手段。