

文档编号: AN1073

上海东软载波微电子有限公司

# 应用笔记

---

## 骚扰功率测试和设计指南

## 修订历史

版本	修订日期	修改概要
V1.0	2024-3-26	初版

地址：中国上海市徐汇区古美路 1515 号凤凰园 12 号楼 3F

E-mail: [support@essemi.com](mailto:support@essemi.com)

电话: +86-21-60910333

传真: +86-21-60914991

网址: <http://www.essemi.com/>

版权所有©

### 上海东软载波微电子有限公司

本资料内容为上海东软载波微电子有限公司在现有数据资料基础上慎重且力求准确无误编制而成，本资料中所记载的实例以正确的使用方法和标准操作为前提，使用方在应用该等实例时请充分考虑外部诸条件，上海东软载波微电子有限公司不承担或确认该等实例在使用方的适用性、适当性或完整性，上海东软载波微电子有限公司亦不对使用方因使用本资料所有内容而可能或已经带来的风险或后果承担任何法律责任。基于使本资料的内容更加完善等原因，上海东软载波微电子有限公司保留未经预告的修改权。使用方如需获得最新的产品信息，请随时用上述联系方式与上海东软载波微电子有限公司联系。

## 目录

### 内容目录

<b>第 1 章</b>	<b>骚扰功率测试</b> .....	<b>4</b>
1.1	什么是骚扰功率测试 .....	4
1.2	测试方法 .....	4
1.3	测试要求 .....	4
1.4	待测设备和端口类型 .....	4
<b>第 2 章</b>	<b>失败分析和设计指南</b> .....	<b>5</b>
<b>第 3 章</b>	<b>骚扰功率案例分析</b> .....	<b>6</b>
3.1	项目简介 .....	6
3.2	问题描述 .....	6
3.3	问题分析 .....	6
3.4	整改措施 .....	7
3.5	小结.....	7

## 第1章 骚扰功率测试

### 1.1 什么是骚扰功率测试

骚扰功率测试是家电类、电动工具产品常见的 EMC 测试项。

### 1.2 测试方法

通常,当频率超过 30MHz 时,设备所产生的骚扰能量通过辐射传播到被骚扰的接收机。经验表明,大部分能量是由靠近设备的电源线及其他连线向外辐射的。因此,可用被测设备电源线和其他连线上的骚扰功率来定义其骚扰电平。

骚扰功率测试需要在屏蔽室内进行,以排除外界的各种电磁骚扰。测试时,被测设备置于高度为 0.8m 的非金属台子上,距其他金属物体或人体至少 0.8m。被测馈线应在台子上平直展开,其长度要足够放置吸收钳和必要时调整吸收钳的位置以获取大辐射值。将吸收钳套在被测馈线上,其电流变换器一端应朝向被测设备,以便测量馈线上的骚扰功率。测试平台如图 1-1 所示。

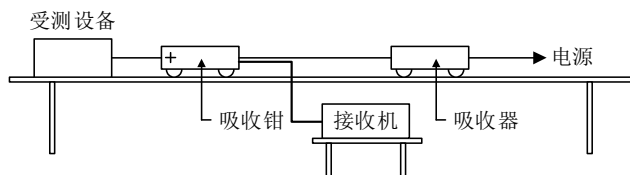


图 1-1 骚扰功率测试平台

### 1.3 测试要求

根据 GB4343.1 标准要求,骚扰功率在 30~300MHz 的测试限值为准峰值 45~55dB,平均值 35~45dB,如表 1-1 所示。

1	家用及类似电器		电动工具					
	2	3	4	5	6	7	8	9
频率范围			电动机额定功率≤700W		700W<电动机额定功率≤1000W		700W<电动机额定功率>1000W	
MHz	dB (pW) 准峰值	dB (pW) 平均值*	dB (pW) 准峰值	dB (pW) 平均值*	dB (pW) 准峰值	dB (pW) 平均值*	dB (pW) 准峰值	dB (pW) 平均值*
30~300	随频率线性增大							
	45~55	35~45	45~55	35~55	49~59	39~49	55~65	45~55

\* 当使用带准峰值检波器接收机测量时,如果符合用平均值检波器测量的限值,则认为受试设备符合两种限值,不必要用带平均值检波器接收机进行测量。

表 1-1 频率范围为 30~300 MHz 的骚扰功率限值

### 1.4 待测设备和端口类型

目前需要进行骚扰功率测试的产品类别主要包括: AV 类产品(收音机和电视机除外),家用电器和电动工具,从某种意义上,可认为骚扰功率测试在 30~300MHz 的频段范围内,可看作是辐射骚扰场强测试的替代法,因此这一测试涉及的产品比较多。

对于一台需要进行骚扰功率测试的设备而言,除了以太网口、RF 口和利用光纤通讯的端口之外,其余端口只要其接口线长度大于 25cm,都需要按照上述测试方法进行测试。

## 第2章 失败分析和设计指南

由于骚扰功率试验的频率较高（30~300MHz），且测试针对的是各种端子的连接线，因此导致试验失败的主要原因一般有以下几点：

- 1) 金属端子若没有和整机地相连，处于悬空状态，当金属端子的地上有干扰时，容易通过外接端子线传导出来；
- 2) 金属端子和金属机壳之间的搭接不理想，搭接处阻抗较大，会驱动干扰电流向外发射，成为一个共模干扰模型；
- 3) 样机内部 PCB 设计不合理，使高频信号不能在电路板内回流，或接口线缆之间发生了“串扰”；
- 4) 信号线缆上没有滤波电路，或滤波电路的特性不满足要求。

针对骚扰功率测试失败，有以下几点设计注意事项：

- 1) 在 PCB 设计阶段，需遵守 EMC 设计规范，合理布线。避免过长走线或面积过大的环路；
- 2) 若产品有金属端子，需注意良好接地，尽量降低接地阻抗；
- 3) 需合理处理产品内部各电路板之间的互联线，尤其是端子板连接线，避免信号“串扰”。对于某一端口骚扰功率测试超标，可以在该端口的内部排线上加入铁氧体磁环，消除高频干扰；
- 4) 在信号线路上加入磁珠/电阻/电感和电容，组成滤波电路。目的是将无用信号滤除。

## 第3章 骚扰功率案例分析

### 3.1 项目简介

某移动空调控制板项目，基于 48MHz 主频的 ES8H0173FLLK 微控制器开发。其 PCB 控制板采用精简的单面板布局，支持多个外部通信及检测接口。

### 3.2 问题描述

客户企标要求余量-5dB，实际骚扰功率测试时，在 96MHz 频点余量不足-2dB，如图 3-1 所示。



图 3-1 骚扰功率实测频谱

### 3.3 问题分析

- ◆ 干扰源
  - ◇ ES8H0173FLLK 主频为 48MHz，恰为 96MHz 一半，故怀疑干扰源为芯片 HRC 二次谐波。
  - ◇ 通过保持 MCU 复位状态或切断电源连接，并接 100Ω/1W 电阻作为电源负载测试，96MHz 处尖峰消失，确认干扰源来自 MCU。
- ◆ 发射端点
  - ◇ 频率在 30MHz 以上时，电磁骚扰通常以辐射方式进行能量传播；
  - ◇ 整机存在较多 1 米以上的排线，易形成天线；
  - ◇ 断开各排线逐一排查，最终确定发射端点为水位检测开关电路中的地线；
  - ◇ 水位检测开关由信号线和地线组成，干簧管处于常开状态，如图 3-2 所示。

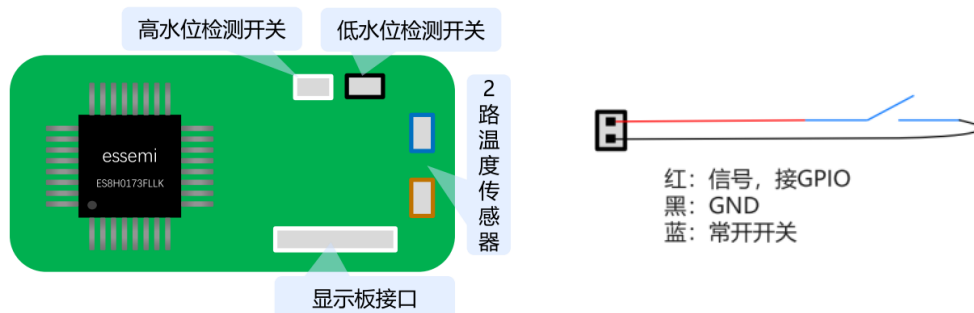


图 3-2 硬件电路示意图

◆ 分析结论

- ◇ MCU 的 48MHz 时钟信号耦合到 GND，频率越高，能量越强，降低主频会有效果；
- ◇ 时钟信号通过地线辐射，说明地线设计不合理。

### 3.4 整改措施

◆ 软件整改

- ◇ 降低 MCU 主频，由 48MHz 改为 16MHz；
- ◇ 软件整改效果：测试余量为 5.5dB。

◆ 硬件整改

- ◇ 对 PCB 板进行整改（如图 3-3 所示），有以下两种措施：
  - ◇ 措施 1：切断图中位置 1 走线，避免形成环地；
  - ◇ 措施 2：切断图中位置 2 走线，并改用 47Ω/0603 电阻连接，降低发射功率。
- ◇ 硬件整改效果
  - ◇ 仅措施 1：测试余量为 5.18dB；
  - ◇ 仅措施 2：测试余量为 6.48dB；
  - ◇ 措施 1 和措施 2 结合：测试余量为 10.68dB。

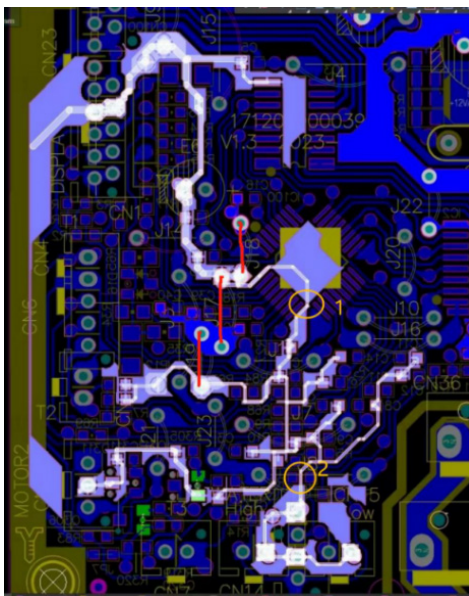


图 3-3 PCB 整改示意图

### 3.5 小结

- ◆ 骚扰功率整改，需先定位干扰源，再制定整改措施，最后通过测试来验证。
- ◆ 家电产品多采用单面板结构，无法实现大面积铺地，且走线较长，分布分散；需注意电源需采用单点供电和接地，且地线应尽可能宽（至少为 2 倍信号线宽）。