

团 体 标 准

T/KJDL 005.1—2023

消费电子产品模组件电磁兼容通用要求 第1部分：辐射骚扰测量方法

General requirements for electromagnetic compatibility of modular components in
consumer electronic products - Part 1: Measurement methods for radiated
disturbances

2023-12-28 发布

2024-01-01 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 2

4 性能判据 2

5 实验条件 2

6 实验设备 2

 6.1 屏蔽室 2

 6.2 频谱分析仪 2

 6.3 前置放大器 2

 6.4 近场探头 3

 6.5 探头定位和数据采集系统 3

7 测量配置 3

 7.1 实验布置 3

 7.2 EUT 布置 4

 7.3 EUT 的运行检查 4

 7.4 频谱仪设置 4

 7.5 测量区域及高度设置 4

8 测量程序 5

9 试验报告 5

 9.1 测量条件 5

 9.2 探头设计和校准 5

 9.3 测量数据 5

 9.4 后处理 6

附 录 A （资料性） 模組件的分类 7

附 录 B （资料性） 特定模組件的特殊要求 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东产品质量监督检验研究院提出，由广州市空间地理信息与物联网促进会归口。

本文件为消费电子产品模组件电磁兼容通用要求，由以下部分组成：

第1部分：辐射骚扰测量方法；

第2部分：瞬态抗扰度测量方法；

第3部分：射频抗扰度测量方法。

本文件起草单位：广东产品质量监督检验研究院、扬芯科技（深圳）有限公司、移动通信国家工程研究中心、深圳市恒创技术有限公司、华勤技术有限公司、广州市空间地理信息与物联网促进会、广电计量检测集团股份有限公司、深圳东昇射频技术有限公司、广东中认华南检测技术有限公司、深圳传音控股股份有限公司、湖南省计量检测研究院、湛江市泰康投资有限公司、深圳职业技术大学。

本文件主要起草人：石光明、杨红波、钟远生、杨志奇、丁凯明、刘化龙、岳浩、阮鹏、戴林军、陈卉、姚家俊、卢炎汉、黄志红、梁永贤、毛雅琴、杨邦、刘可儿、陈庆雄、纪卓巧。

消费电子产品模组件电磁兼容通用要求

第1部分：辐射骚扰测量方法

1 范围

本文件适用于居住、商业和轻工业环境中使用的消费电子产品的电子类模组件，包括测试这些模组件的实验条件、实验设备、测量配置、测量程序和试验报告。

本文件适用的测量的频率范围为30MHz~6GHz。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 4343.1-2018	家用电器电动工具和类似器具的电磁兼容要求 第1部分 发射
GB/T 4365-2003	电工术语 电磁兼容 (IEC 60050(161):1990+A1:1997+A2:1998, IDT)
GB/T 9254.1-2021	信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分：发射要求
GB 17799.3-2012	电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射
IEC 61967-1:2018	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 1: General conditions and definitions
IEC TS 61967-3:2014	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions – Part 3: Measurement of radiated emissions – Surface scan method
IEC 61967-6:2008	Integrated circuits – Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz – Part 6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method

3 术语、定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

GB/T 4365-2003、IEC 61967-1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

高度 altitude

近场探头的顶端与扫描参考平面（例如PCB、封装的上表面）之间的距离。

注：术语“高度”在本文件中是指笛卡尔坐标系中垂直方向（Z轴）的高度。

3.1.2

探头因子 probe factor

近场评估中规定位置的电场强度或磁场强度与在探头输出端测量的或施加给探头输入端的信号电平之比。

3.1.3

空间分辨率 spatial resolution

探头区分两点之间测量场的能力。

3.1.4

扫描步距 scan step distance

横向、纵向两个方向上相邻的测量点间距离的长度。

3.1.5

消费电子产品 consumer electronics
是指供日常消费者生活使用之电子产品。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。
EMC 电磁兼容性 electromagnetic compatibility
EUT 受试设备 equipment under test
FPC 柔性电路板 flexible printed circuit
PCB 印制电路板 printed circuit board

4 性能判据

用户根据辐射骚扰测试结果对应下列限值提供EUT的等级划分,并在试验报告中注明。

表1 辐射骚扰限值

频率范围	限值	等级	等级描述
30MHz-6GHz	-90dBm	等级1	EUT对外部系统或临近系统工作无影响
	-80dBm	等级2	EUT对外部系统或临近系统工作可能产生有限影响 ^a
	-70dBm	等级3	EUT对外部系统或临近系统工作可能产生局部影响 ^b
	-60dBm	等级4	EUT对外部系统或临近系统工作可能产生明显影响
^a 可能使某个工作功能或性能指标达不到预期。 ^b 可能使某个工作功能或性能指标明显下降或不达标,需要采取措施才能正常工作。			

注1:为操作方便,用电平表示场强值,换算关系是: dBuV/m=dBm+Cf_dB+107, dBuA/m=dBm+Cf_dB+56.5, Cf_dB 是探头校准因子。

注2:因不同类别模组相差很大,以上限值仅适用于摄像头模组、显示模组、触控模组,其他模组在统计数据后设定限值,或由供需双方协商确定。

5 实验条件

在考察的频段内,EUT应在产生最大发射的工作状态下进行测量,测量期间受试设备的配置和工作状态都应正确地记录在检验报告中。

EUT应在规定的温度、湿度和大气压力下工作,在额定电压下进行测量,可能影响测量结果的所有其他环境条件都必须记录在测量报告中。

6 实验设备

6.1 屏蔽室

进行发射测量时提供一个受控的环境可能需要使用屏蔽室,环境噪声电平应比规定限值至少低6dB。

6.2 频谱分析仪

考虑到测量效率、经济性等综合因素,本测量方法统一采用频谱分析仪使用电场或磁场探头测量辐射发射强度。频谱分析仪的频率范围应覆盖30MHz-6GHz,分辨率带宽应根据所选的测量程序进行调整,以确保至少在分辨率带宽100kHz时,底噪裕量应优于限值6dB以上,同时具有足够的扫描时间。视频带宽不应小于3倍的分辨率带宽。分辨率带宽、视频带宽、扫描时间等应记录在试验报告中。

6.3 前置放大器

低噪声高增益前置放大器可用于提高灵敏度。为了获得更低的测量底噪，放大器应使用尽可能短的电缆连接到探头。

6.4 近场探头

根据用户的优选、被测场的类型、测量设备的能力以及测量所需的分辨率，用于表面扫描的近场探头可选取不同的形式。有些探头只接收特定方向的场，为了接收多个方向的场，需要在扫描过程中更换探头或旋转探头。如果单个探头不能覆盖整个频率范围，则可以将整个频率范围分成多个子频率范围，以允许使用多个探头，每个探头适合单独的子频率范围。测量探头的简要描述应包含在试验报告中。

注：磁场探头、电场探头的结构以及探头校准的详细信息参考 IEC TS 61967-3。

6.4.1 磁场（H）探头

对于磁场测量，通常使用单匝或多层微型磁环探头。考虑到EUT的尺寸和扫描步距，典型的磁场探头由PCB走线或其他适当材料组成。用于小于4mm测量步距的磁场探头，其探头感应部分尺寸应满足宽度小于7mm，厚度小于2mm。

注：过宽和过厚的探头更不容易到达 EUT 表面，容易导致测量结果存在偏差的可能。

6.4.2 电场（E）探头

对于电场测量，通常使用微型电场探头。典型的电场探头由导线、同轴电缆、PCB走线或其他适当的材料组成。

6.5 探头定位和数据采集系统

本测量方法需要精确的探头定位系统和数据采集系统。探头定位系统使用笛卡尔坐标系扫描，应能在x方向场和y方向场（平行于EUT表面）上移动探头，且测量系统的移动最小步距应优于0.5mm，重复精度应优于 $\pm 0.05\text{mm}$ 。在某些情况下，探头定位系统需具有旋转探头的机械结构以调整探头方向，它可以由数据采集系统控制。旋转后近场探头的 x、y 和 z 位置可能会出现对不准的情况。需注意通过对探头重新定位以补偿由此产生的偏移，摄像头、激光器和其他此类技术均可用于辅助对齐。图1给出了一个探头定位系统的示例。

EUT要安装在试验夹具上以提高稳定性，然而这些细节未在图1中示出。

数据采集系统通常是安装了特定软件的计算机，该软件能实现所需的扫描参数，控制测量仪器和探头扫描系统，并采集数据。系统配置和控制软件都应在试验报告中描述。

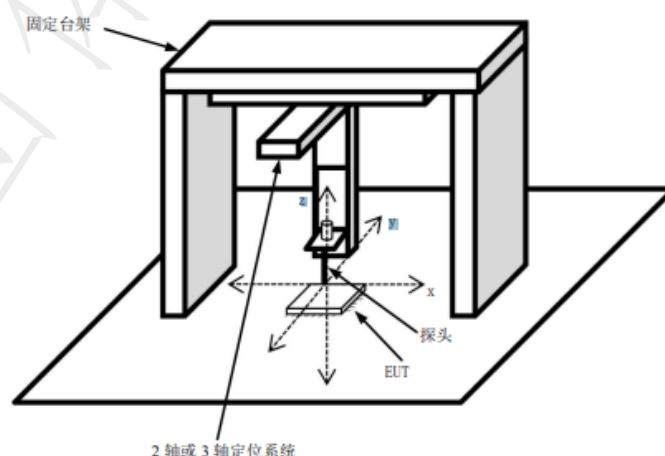


图1 探头定位系统的示例

7 测量配置

7.1 实验布置

图2给出了一般试验布置。

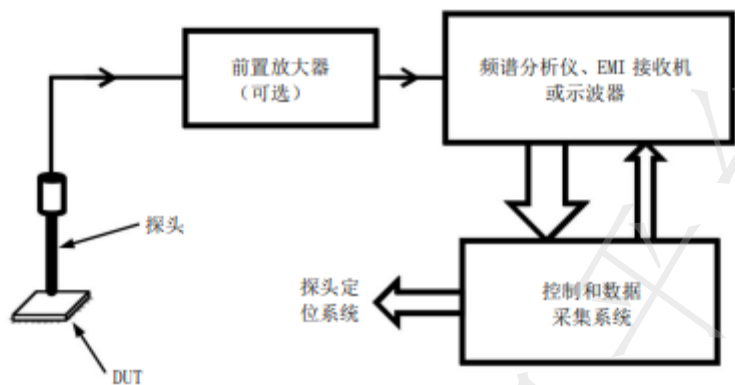


图2 一般实验布置

7.2 EUT 布置

EUT应牢固地安装在探头定位系统中以提高试验的复现性。这应通过使用一个对辐射场具有有限影响的试验夹具来实现。

7.3 EUT 的运行检查

根据第5章实验条件，给EUT通电并完成运行检查以确认其功能正常（例如运行EUT试验代码），EUT的功能必须保持稳定，确保结果在预期的偏差范围内，试验报告中应包含软件的描述。

7.4 频谱仪设置

如无其他要求，应仔细选择扫频频带、分辨率带宽、视频带宽和扫描时间，以便测量能覆盖EUT的完整运行周期。扫描时间宜远大于EUT功能执行的时间，以确保捕获所有预期的发射（脉冲、脉冲群等）。这些参数应包含在试验报告中。

表2 频谱仪通用设置要求

扫频频带	30MHz-6GHz
分辨率带宽 (RBW)	10kHz-100kHz，根据实际情况选择
视频带宽 (VBW)	3倍RBW
扫描时间 (Sweep Time)	具体功能，可能较长时间，如1秒
测量单位	dBm
扫描点数 (Points)	≥4001
衰减 (Atten)	根据EUT发射功率调整，确保频谱仪不过载
标度 (Scale)	10dB/div
检波方式	峰值 (Peak)
保持方式	最大保持 (Max hold)
扫描次数	≥3次

附录B给出了几种常见电子模组件的频谱仪设置的示例。

7.5 测量区域及高度设置

如无其他特别要求，扫描区域应在EUT的最大轮廓边界向外延10mm以上，应确保在要求的扫描区域内没有可能损坏探头的障碍物。对于探头能达到的EUT表面，其表面最高与最低点高度差小于1mm±0.1mm，应保持探头感应部分的底部和EUT表面高度距离为1mm。若表面高度差大于1mm±0.1mm，则应选择辐射发射最不利的表面高度以1mm测量高度进行测量，也可以采用表面贴合的扫描方式以1mm高度进行测量。

考虑测量效率及数据量，对于扫描区域小于50mm*50mm的EUT，扫描步距应设置为1mm。若EUT大于该尺寸，应优先采用不大于4mm步进初次扫描，从扫描结果中找出最不利的区域进行1mm步距再次扫描。对于用户自定义的初次扫描步距，应有说明能从扫描结果中找出最不利的区域进行再次扫描，并在报告中详细记录。

注：1mm 的扫描步距足以覆盖绝大部分探头的 6dB 空间分辨率，有利于减少测量误差。

附录B 给出了几种常见电子模组件的测量区域和高度设置的示例。

8 测量程序

所用测量程序取决于EUT的设置、试验设备、定位系统和数据采集系统以及用户的优选：

按照6.1进行环境噪声电平确认。

按照7.2进行EUT安装。

按照7.3进行EUT检查运行状态。

按照7.4确定频谱仪设置。

按照7.5确定扫描区域、扫描步距和恒定测量高度。

在进行发射测量前必须对环境噪声电平进行验证。验证时，EUT 按照其测量时的方式进行设置。EUT 不启动(例如不接电源)。此时进行扫描以测量环境噪声。周围环境的描述是测量报告的一部分。如果测量的环境噪声电平过大，应检查整个测量系统的完整性，尤其是互连电缆和连接器。如有必要，应使用屏蔽壳体，前置放大器，或更窄的分辨率带宽。

测量扫描程序在EUT表面的水平面中进行，通常是在EUT上方的恒定高度进行，围绕EUT的轮廓及周围区域进行扫描。

如果使用电场探头，则只需测量x或y任意一个方向。

如果使用磁场探头测量单方向的场，其可以在每个位置自动旋转以测量例如x方向场和y方向场。通常将探头固定在一个方向上，扫描完整个表面，然后将其旋转90°（与原测量方向正交），再重新扫描表面。在所有情况下，都应注意确保转换后探头相对于EUT的角度和位置都正确。

数据采集系统存储每个位置，探头方向 and 不同频率时测得的探头输出的信号强度。后处理需考虑前置放大器，电缆等产生的增益、损耗。可以使用探头校准数据将测得的信号强度进行转换。EUT的图像也可被记录并用作场测量的背景（见图3）。

以上程序的简要描述也应包括在试验报告中。

9 试验报告

9.1 测量条件

所有测量条件都应记录在试验报告中。典型的测量条件包括扫描频率、扫描区域、扫描探头高度，扫描步距和探头方向，EUT运行相关的软件或驱动信息等。与数据采集软件和辅助对准有关的信息也可记录在试验报告中。

9.2 探头设计和校准

探头的物理结构设计，校准程序和校准数据都应在试验报告中描述。

9.3 测量数据

通过近场扫描测量获取的数据量非常大，很难进行查看和分析。为了提供有关EUT近场辐射有意义的信息，信号强度的测量可用灰度或色度轮廓图表示。可将数据阵列叠加显示在EUT的图像上，从而方便展示信号强度的区域分布。图3给出了数据阵列的示例。测量数据也可包括在图形、表格或任何其他表示形式中，便于用户观察结果。



图3 覆盖在 EUT 图像上的数据示例（轮廓图）

9.4 后处理

对采集的近场扫描数据进行后处理可显著提高其分辨率和显示效果，并减少数据采集时间。后处理的方法应包括如下基本功能：

- a) 显示任意测量点的频谱曲线；
- b) 显示任意频率的场强分布；
- c) 显示最大场强分布频谱曲线。

附录 A (资料性) 模组件的特点

A.1 使用环境

本部分包括的环境是居住、商业和轻工业场所的室内和室外环境。下面列出的场所(不限于)对环境做了一些说明,它们包括:

- 居住场所,例如住宅、公寓等;
- 零售网点,例如商店、超市等;
- 商用楼宇,例如办公室、银行等;
- 公共娱乐区,例如电影院、公共酒吧、舞厅等;
- 户外场所,例如加油站、停车场、游乐场和运动中心等;
- 轻工业场所,如:车间、实验室、维修中心等。

凡是通过公用电网直接获得低压供电的场所均属于居住商业和轻工业环境。

A.2 消费电子产品分类举例

消费电子产品种类繁多,根据不同应用场景的主要分为以下几类:

- 1) 移动设备类:包括手机、平板电脑、智能手表等;
- 2) 家用电器类:包括电视、音响、家庭影院等;
- 3) 个人计算机类:包括台式电脑、笔记本电脑等;
- 4) 监控、摄像、摄影设备类:包括数码相机、摄像机等;
- 5) 其他类:包括游戏机、智能家居设备等。

A.3 产品使用的模组件举例

本文件所涉及的消费电子产品模组件常见的如下列所示,不包含在此列中的模组件请相似参考。

- 1) 摄像头模组;
- 2) 显示模组;
- 3) 触控模组;
- 4) 电池模组;
- 5) 射频组件;
- 6) 指纹模组;
- 7) 触摸屏;
- 8) 显示屏;
- 9) 蓝牙模组;
- 10) WiFi 模组;
- 11) 2G/3G/4G/5G 模组;
- 12) NB-IoT 模组;
- 13) Lora 模组;
- 14) 接近光传感器;
- 15) 环境光传感器;
- 16) 激光传感器;
- 17) 雷达模组;
- 18) 视频成像模组;
- 19) TOF (Time of Flight) 传感器。

A.4 通常以下模组件不是本文件关注类别:

- 1) 独立的天线模组件;
- 2) RFID;
- 3) 独立的电源模组件;
- 4) 无线充电模组件;

- 5) 电机驱动模组;
- 6) 不具备可组合性和互换性的PCB或模组件。

A.5 模组件特点

这些模组件特指嵌入（固定）在产品内部PCB上的功能载体，由多个电子元器件为基础、集成在小型电路板上的独立模块，集成了感知、存储、计算、通信、显示、交互与控制（或几种功能的组合），依赖于PCB供电且配置一个或多个通常用于信息传递的端口。

以上电子类模组件具有标准化、通用化、规格化的特征，用它能组成新的系统，也能从系统中拆分、添加和替换，这些模组件的EMC性能对整机产品质量起着关键作用。

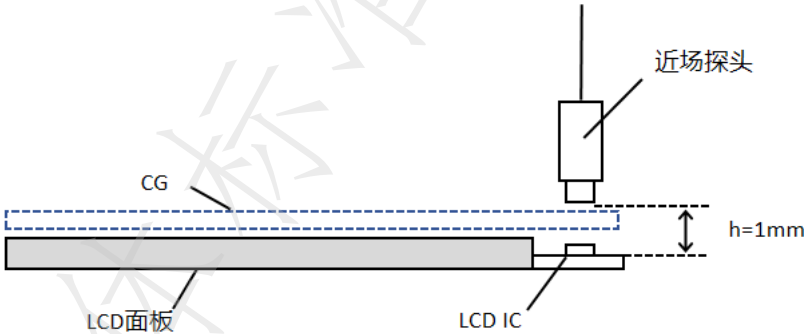
附录 B
(资料性)
特定模組的特殊要求

B.1 模組辐射骚扰频谱设置

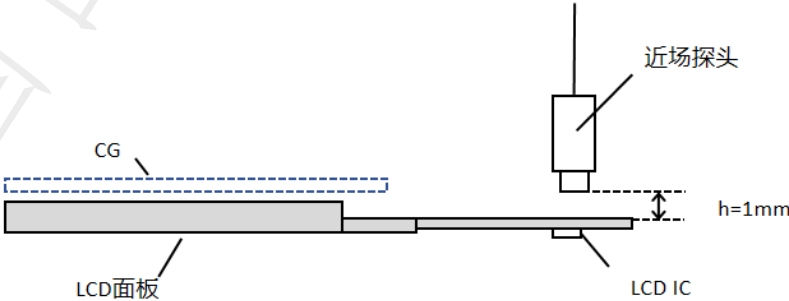
表B.1 辐射骚扰测量频谱仪参数设置参考

扫频频带	30MHz-6GHz
分辨率带宽	100kHz
视频带宽	300kHz
扫描时间	500ms
测量单位	dBm
扫描点数	≥4001
衰减	0dB
标度	10dB/div
检波方式	Peak
保持方式	Max hold
扫描次数	3次

B.2 LCD 模組辐射骚扰频谱测试配置图



图B.1 LCD 正面辐射骚扰测量布置示意图



图B.2 LCD 背面辐射骚扰测量布置示意图

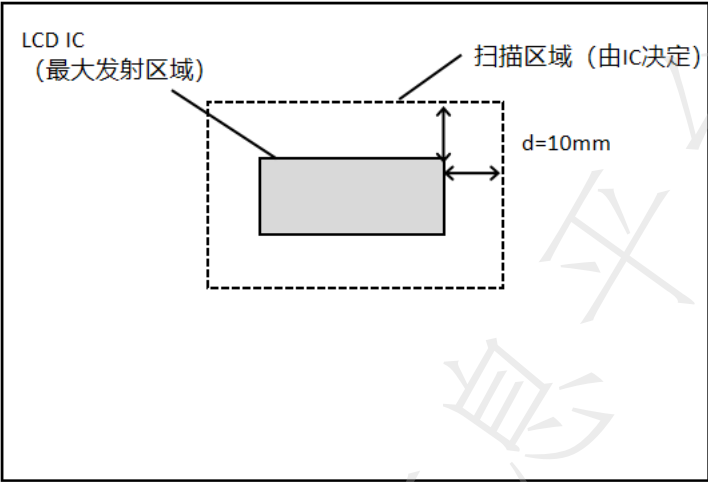


图 B. 3 LCD 辐射骚扰测量范围示意图

B. 3 Camera 模组件辐射骚扰测量配置图

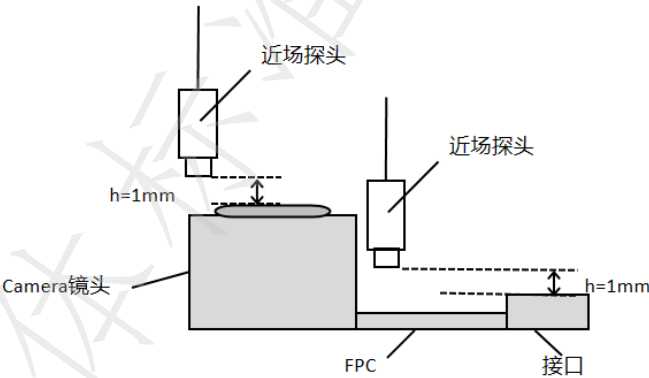


图 B. 4 Camera 模组件辐射骚扰测量布置示意图

B. 4 指纹模组件辐射骚扰测量配置图

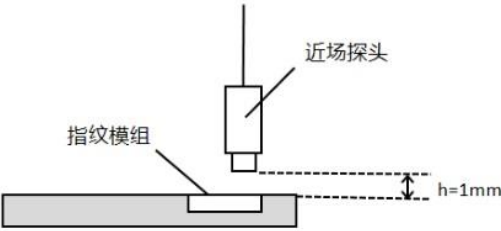


图 B. 5 指纹模组件辐射骚扰测量系统框图

B.5 传感器模组件辐射骚扰测量图

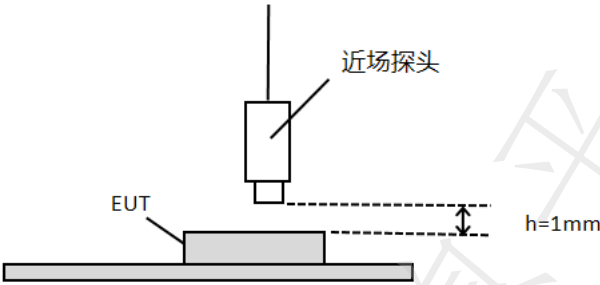


图 B.6 传感器模组件辐射骚扰测量系统框图