

电磁兼容 (EMC) 详解下-电磁抗扰度 (EMS)

引言

EMS(Electromagnetic Susceptibility)测试,即电磁敏感度测试,是电磁兼容性(EMC)测试的重要组成部分。它主要评估电子设备在电磁骚扰环境下保持其正常性能的能力,即设备抵抗电磁干扰的能力。

电磁抗扰度 (EMS)

静电放电抗扰度 (ESD)、传导抗扰度 (CS)、辐射抗扰度 (RS) 是 EMS 测试中最基本、最强制性的三项测试,是绝大多数电子设备都必须进行的测试。

测试目的: 静电放电抗扰度测试、传导抗扰度测试与辐射抗扰度测试能够帮助工程师发现产品设计中潜在的电磁干扰问题,确保产品在复杂电磁环境中稳定运行。通过测试可以准确定位设备内部被复杂电磁环境干扰的电路或元件;指导工程师改进滤波电路、屏蔽措施和接地设计;减少外部复杂电磁环境的干扰对内部电路的影响,提高工作稳定性。同时,在设计阶段发现问题能够有效减少整改成本,缩短开发周期,加快市场推进进程。

静电放电抗扰度 (ESD)、传导抗扰度 (CS)、辐射抗扰度 (RS) 作为 EMS 测试的基础项目,其意义不仅在于满足法规要求,更是企业提升产品质量、增强市场竞争力的重要手段。通过专业的测试和整改,可以确保产品在复杂的电磁环境中稳定可靠地工作,为用户提供更好的使用体验。

EMS 核心测试项目

1. 静电放电抗扰度 (ESD)

测试含义: 模拟人体、物体携带的静电,在接触设备瞬间放电时,设备能否正常工作。

测试对象: 设备任何可能被操作人员触及的表面,如金属外壳、按键、显示屏、接口金属外壳等。

测试设备: 静电放电发生器。

接触放电: 放电枪头直接接触设备的金属可触及部分(如螺丝、连接器外壳),施加高压脉冲(典型等级: $\pm 2\text{kV}$, $\pm 4\text{kV}$, $\pm 6\text{kV}$, $\pm 8\text{kV}$)。

空气放电: 放电枪头快速接近设备的缝隙、孔洞或绝缘表面(如塑料按键、缝隙),利用空气电离放电(典型等级: $\pm 2\text{kV}$, $\pm 4\text{kV}$, $\pm 8\text{kV}$, $\pm 15\text{kV}$)。测试在设备典型工作状态下进行,对所有可触及点(水平和垂直耦合板也用于模拟间接放电)施加规定次数的正负极性放电。

测试环境: 测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行,以排除环境电磁波的干扰。

性能判据: 测试后,设备不应重启、死机、性能下降或损坏。允许有短暂的显示闪烁或误报警,但应能自动恢复。

2. 传导抗扰度 (CS)

测试含义: 评估电子设备在电源线、信号线等传导路径上抵抗电磁干扰能力。

测试对象: 设备的电源线、信号线、数据线。

测试设备: 射频信号发生器、功率放大器、耦合/去耦网络/CDN 或电流钳/电磁钳。

频率范围: 150kHz-80MHz(可扩展至 230MHz)。

测试环境: 测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行,以排除环境电磁波的干扰。

性能判据: 与辐射抗扰度类似,设备应能维持正常功能。

3. 辐射抗扰度 (RS)

测试含义: 评估设备在受到空间辐射的强射频电磁波干扰时的抗扰能力,模拟设备附近有对讲机、手机基站、广播天线、Wi-Fi 路由器等大功率射频设备在工作,这是最重要的 EMS 测试之一。

测试对象: 整个设备。

测试设备: 在射频信号发生器(频率范围: 80MHz-6GHz)、功率放大器、发射天线。

测试环境: 测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行,以排除环境电磁波的干扰。

性能判据: 设备功能不应丧失,性能指标应在允许的容差范围内。

EMS 其他测试项目

1. 电快速瞬变脉冲群抗扰度 (EFT)

测试含义：模拟电路中感性负载（如继电器、接触器、电机）断开时产生的成群出现的快速瞬态脉冲干扰。

测试对象：设备的电源线、信号/控制线。

测试设备：脉冲群发生器、耦合/去耦网络。

测试环境：测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行，以排除环境电磁波的干扰。

性能判据：设备不应死机或重启。允许有短暂的通信错误或指示灯闪烁，但干扰结束后应能立即恢复正常。

2. 浪涌（冲击）抗扰度 (Surge)

测试含义：模拟由雷电感应或大功率设备切换（如电网电容投切）引起的瞬时高能量过电压/过电流冲击。

测试对象：设备的交流/直流电源端口和长距离信号线（如电话线、网线）。

测试设备：组合波发生器、耦合/去耦网络。

模拟场景：间接雷击（感应到电线上）、电网开关操作。

测试环境：测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行，以排除环境电磁波的干扰。

性能判据：这是高能量测试，要求设备在测试后不损坏，并能恢复正常工作。可能会触发设备的保护电路（如保险丝、压敏电阻）。

3. 工频磁场抗扰度 (PMS)

测试含义：评估设备在强工频（50/60Hz）磁场中的抗扰能力。

测试对象：对磁场敏感的设备，如 CRT 显示器、霍尔传感器、磁簧开关等。

测试设备：感应线圈。

测试环境：测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行，以排除环境电磁波的干扰。

性能判据：设备显示不应扭曲，测量值不应漂移。

4. 电压跌落、短时中断和电压变化抗扰度 (DIP)

测试含义：模拟电网因故障或大负载启动而发生的电压跌落（暂降）或短暂断电（中断）。

测试对象：设备的电源输入端口。

测试设备：使电压跌落/中断发生器、可编程交流电源。

测试环境：测试必须在电波暗室或开阔试验场中进行，以排除环境电磁波的干扰。

性能判据：设备允许在暂降期间性能丧失或关机，但电压恢复后应按预定方式（如自动重启、保持关机状态）恢复正常，且不应损坏。

EMS 测试的通用概念

性能判据：在 EMS 测试中，根据设备功能或性能丧失的严重程度，通常分为几个等级：

判据 A：测试中及测试后，设备所有功能正常，性能在规范限值内。

判据 B：测试中功能或性能暂时丧失或降级，但测试后能自行恢复，无需操作者干预。

判据 C：测试中功能或性能丧失或降级，需要操作者干预（如手动重启）才能恢复。

判据 D：设备因测试而损坏，数据丢失，功能不可恢复。

严酷等级：每个测试项目都有不同的严酷等级，通过测试电平（如电压值、场强值）来体现。产品的标准会规定其需要满足的等级。

总结

随着电子设备的普及和电磁环境的复杂化，EMS 测试已成为确保产品可靠性和安全性的关键环节。评估产品在电磁环境中的稳定性和可靠性，确保设备在遭受特定电磁干扰时能正常工作，识别产品的电磁敏感性问题，为改进提供依据，满足市场准入的强制性要求，突破技术贸易壁垒。