

电磁兼容（EMC）简述

引言

电磁兼容性（EMC，即 Electromagnetic Compatibility）是指设备或系统在其电磁环境中符合要求运行并不对其环境中的任何设备产生无法忍受的电磁骚扰的能力。包括两个方面：电磁干扰(Electromagnetic Interference)和电磁敏感性(Electromagnetic Susceptibility)。本文将简单介绍电磁兼容的核心要素、测试的必要性及其标准体系。

电磁兼容的核心要素

电磁兼容是指设备或系统在其电磁环境中符合要求运行，且不对其他设备产生无法忍受的电磁干扰的能力。其核心包含两个方面：

1.电磁干扰（EMI）：设备自身产生的电磁噪声通过传导或辐射方式影响其他设备。

2.电磁抗扰度（EMS）：设备抵抗外部电磁干扰的能力。

电磁干扰的形成需同时满足三个条件：

1.干扰源：产生电磁噪声的设备或电路，如开关电源、高速数字电路等。

2.耦合路径：干扰能量的传播途径，包括传导、辐射和感应耦合。

3.敏感设备：对电磁干扰敏感的接收端，如射频接收机、模拟信号链电路。

电磁兼容测试的必要性

电子、电器产品的电磁兼容性（EMC）是一项非常重要的质量指标，它不仅关系到产品本身的工作可靠性和使用安全性，而且还可能影响到其他设备和系统的正常工作，关系到电磁环境的保护等问题。

进行 EMC 测试的原因是多方面的，主要包括以下几点：

1.保护电磁频谱：电磁频谱是有限的资源，用于各种无线电传输、通信等。电子产品即使不作为发射器，也会由于电子电路的开关电流和电压而产生电磁辐射。如果不对这些非预期的电磁辐射进行限制，可能会对为无线电传输保留的频带造成干扰，影响电磁频谱的正常使用。

2.确保设备安全：对于医疗、军事、工业、航空航天和汽车等领域的安全关键应用，EMC 性能至关重要。良好的 EMC 设计能够确保这些产品在复杂的电磁环境中稳定运行，避免因电磁干扰导致的安全事故。

3.满足法规要求：许多国家和地区对电子产品有严格的 EMC 标准和测试要求。通过 EMC 测试是产品上市的基本要求，有助于产品顺利进入市场并获得消费者的信任。

4.提升产品质量：EMC 测试有助于发现产品设计中的缺陷和不足，从而改进产品设计，提高产品的质量和可靠性。

5.维护公共利益：EMC 测试有助于确保电子设备不会对公共通信网络和其他关键基础设施造成干扰，维护社会公共利益和秩序。

电磁兼容标准体系

国际标准：

1.CISPR 系列：

CISPR11-2024：工业、科学和医疗（ISM）设备的射频骚扰限值。

CISPR22：信息技术设备（ITE）的发射标准，适用于计算机、显示器等。

CISPR25：汽车电子设备的电磁兼容性标准，2025 版强化了高频干扰测试和车载无线通信要求。

2.IEC61000 系列：

IEC61000-6-3：居住环境中设备的发射标准，2023 版新增直流供电系统测试要求。

IEC61000-4-2/3/4/5/6/8/11：分别对应 ESD、射频辐射、EFT、浪涌、传导抗扰度、磁场抗扰度和电压跌落测试。

地区与国家标准：

1.欧盟（EN）

EN55022：等同采用 CISPR22，覆盖信息技术设备。

EN55024: 信息技术设备的抗扰度标准。

2. 美国 (FCC)

FCCPart15: 无意辐射体 (如开关电源) 的发射限值。

FCCPart18: ISM 设备的发射要求。

3. 中国 (GB)

GB4824-2025: 替代 GB4824-2019, 等同采用 CISPR11-2024。

GB17799.3-2023: 居住环境中设备的发射标准, 新增直流供电系统测试。

行业标准:

1. 汽车电子

CISPR25: 汽车零部件的电磁兼容性标准。

ISO11452: 车载电子设备的抗扰度测试标准, 包括大电流注入 (BCI) 和射频辐射抗扰度。

2. 医疗设备

IEC60601-1-2: 2025: 医疗电气设备的电磁兼容性要求。

EN60601-1-2: 欧盟医疗设备的 EMC 标准。

3. 航空航天

RTCA-DO-160G: 航空机载设备的环境条件和测试程序, 包括电磁兼容性试验。

GJB3590: 航天系统的电磁兼容性要求, 规范航天器的设计与测试。

结论

电磁兼容是电子设备设计的核心挑战, 需从原理分析、抑制技术到标准合规进行全链路把控。当我们知晓了 EMC 测试的必要性和了解了 EMC 标准体系后, 就能够为不同国家地区、不同行业设计针对性的兼容方案, 推动电子设备在复杂电磁环境中的稳定运行。