



恩宁 ENNING

# 工业产品如何实现电磁兼容性

恩宁安全技术（上海）有限公司 徐强华

# 目 录

第一部分 工业产品的电磁兼容性特点

第二部分 工业产品的电磁兼容标准

第三部分 如何实现工业产品的电磁兼容

第四部分 工业4.0时代，EMC要做些什么？

# 第一部分 工业产品的电磁兼容性特点

## 1.1 工业环境分类

### 1.1.1 轻工环境

### 1.1.2 重工环境

## 1.2 电磁环境特点

## 1.3 多变的电磁环境

# 1.1 工业环境分类

## 1.1.1 轻工环境

## 1.1.2 重工环境

## 1.2 电磁环境特点

- 1、大兼容与小兼容的关系；
- 2、大电磁环境与小电磁环境的关系；
- 3、产品内部的电磁兼容与系统间的电磁兼容
- 4、电磁密度不断增加等等。

# 1.3 多变的电磁环境

- 1、电磁场的恒定电磁场和交变电磁场；
- 2、用电器的开机组合；电器的增减；工作模式改变；电器的移动等等；
- 3、将电磁辐射控制在合理范围内，各国都制定了相应的电磁辐射控制标准。
- 4、为了限制强电磁泄漏，减少环境中的污染源，防止电磁辐射对灵敏电子设备的干扰，对电工产品需规定允许产生无线电干扰水平的限值。

## 第二部分 工业产品的电磁兼容标准

**GB-T 17799.1** 电磁兼容 通用标准 居住商业和轻工业环境中的抗扰度试验；**GB-T 17799.2** 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验；**GB-T 17799.3** 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射标准；**GB-T 17799.4** 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射标准；**GB 17625.1** 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$ )；**GB 17625.2** 电磁兼容 限值 对每相额定电流 $\leq 16\text{A}$ 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制。

# 第三部分 如何实现工业产品的电磁兼容

3.1 基本要求

3.2 风险评估

3.3 正向设计

3.4 现场适应性



电磁兼容研习社



# 3.1 基本要求

- 1、国际标准、国家标准
- 2、行业标准
- 3、企业标准
- 4、客户的特殊要求
- 5、使用环境要求

## 3.2 风险评估

电磁兼容试验只是最终验证产品是否满足设计需求的手段，要开发一个可以满足电磁兼容要求的电子电器产品，需要在对电子电器产品开发整个生命周期的EMC 风险进行管理，通过整个开发流程的管控可以有效避免不必要的电磁兼容问题的发生，同时可以通过布局、布线、滤波、接地等方法，寻求低成本的解决很多电磁兼容问题，通过合理规划和管理的最终达到节约研发成本，提高研发效率的目的。

## 3.3正向设计

在产品设计的各个阶段，所要做的工作有：

- 1) 产品总体方案设计
- 2) 产品详细方案设计
- 3) 产品的原理图设计
- 4) 产品的PCB设计
- 5) 产品结构试装（工程样机）阶段
- 6) 确认或验证测试

# 电磁兼容的正向设计

## 1) 产品总体方案设计

在总体方案设计阶段，要对产品的总体规格进行EMC设计方面的考虑。

主要内容有：产品销售的目标市场，需要满足国家或地方制定的EMC标准、法规要求，客户要求的产品电磁兼容性以及潜在目标市场的EMC方面的标准和法规要求。基于目标市场或企业客户对产品EMC性能的要求，需要提出产品的EMC总体设计框图，并根据经验，制定产品EMC设计总体方案。

总体方案的内容基本上包括：产品的结构如何，屏蔽如何设计，接地如何设计，滤波如何设计；新的国家或地区、或是新的客户，对于产品的EMC性能是否有新的要求；结合具体的测试要求，是否需要在产品设计阶段格外关注某一设计要点。

# 电磁兼容的正向设计

## 2) 产品详细方案设计

在产品详细方案设计阶段，产品的硬件实现方案已经确定，可以作为EMC设计的基础。我们可以依据产品的结构设计图和电路框图，提出产品总体的EMC设计方案，如：电源接口、信号接口、电缆选型和接口结构等关键部位的设计要求和方案。我们需要特别注意相关方面提出的、对于EMC方面的新要求，这些新的要求经常会使原有的设计有所改变。

# 电磁兼容的正向设计

## 3) 产品的原理图设计

在原理图设计阶段，检查表中涉及的核查内容举例如下：

- a) 电源部分 主要有，电源板输入端有没有预留Y电容；在变压器次级，各输出电压线路有没有预留滤波电感和滤波电容；电源输入端是否预留压敏电阻或稳压二极管。
- b) 主控制板 主要有，数据总线是否有匹配的电阻或排阻；晶振输出管脚是否有RC滤波电路；IC的电源管脚处是否有滤波电容；输出信号排线，在端子位置是否有磁珠或者电阻与电容组成滤波电路。
- c) 输入和输出端子板 音、视频端口是否有电容—电感—电容（CLC）或电容—电阻—电容（CRC）滤波电路，要求耳机端的两个滤波电容都为1000pF；R、G、B信号线上是否有磁珠或者电阻；以太网口位置是否有防雷器。

通过上述的核查，可以认为满足条件的原理图基本上符合EMC设计要求。

# 电磁兼容的正向设计

## 4) 产品的PCB设计

对于EMC方面，在检查PCB设计图纸时，需要用到EMC设计检查表。

在PCB设计阶段，检查表中涉及的核查内容举例如下：

a) 电源板 电源板次级是否有预留到地的固定螺丝锁合孔的位置。

b) 主电路板 时钟线上如有过孔，则时钟的换层过孔附近是否有到地层的过孔存在；主芯片和存储芯片是否在PCB的同一层；数据总线的走线是否在同一平面上；电源线是否与数据线、时钟线有相邻的平行布线现象，如有平行，则应尽量使其走线满足3W原则（即走线间距的大小一般为2倍之线宽）；晶振外壳是否留有接地点，且晶振与芯片的回路应尽量小；电源层是否比地层内缩20H，H为电源层与地层之间的距离；PCB布线时，是否是地线宽度 > 电源线宽度 > 信号线宽度；不同的PCB之间，互联排线的端子是否在相邻的一方。

实际上，结合具体的电子产品，关于PCB的EMC设计检查表，由于加入了研发工程师和EMC工程师的实际开发经验，会有很多详细和特别的规定。

# 电磁兼容的正向设计

## 5) 产品结构试装（工程样机）阶段

在这个阶段，产品的工程样机已经做好。我们可以利用这个样机来验证产品的EMC性能。验证的主要方法是进行EMC测试。在测试之前，我们还需要进行一项工作，主要是对样机的结构进行检查。需要检查的内容有：不同PCB板之间的互联排线，其长度是否过长；PCB的接地点选择是否合理，接地电阻大小是否满足要求；屏蔽层是否接地。当然，这些内容也可以列入EMC设计检查表中，将来作为标准的核查事项。通常在这个阶段的检查当中，都会发现一些结构和工艺设计方面的缺陷，或者是内部电缆走线方面的错误。这些缺陷和错误需要采取措施尽可能地消除。

对于在原理图和PCB设计阶段由于某种原因遗留的、未解决的问题，和工程样机阶段的遗留问题一起，需要总结并一一列出，这些问题可以作为将来进行电磁兼容整改的参考。



# 电磁兼容的正向设计

## 6) 确认或验证测试

在上述的设计检查完成后，需要对样机进行一次EMC方面的全项目测试，以便找出所有的潜在问题点。因为即使使用目前先进的仿真设计软件，其结果也代替不了实际的测试。产品的EMC性能还是取决于实际的测试情况。经测试发现问题后，依据EMC三要素方法进行整改，寻找干扰源，切断传播途径，或者降低敏感设备的敏感度。整改的方法，大致可分为滤波、接地和屏蔽等措施，具体的技术细节不在本文中讨论。

需要注意的是，一个经过前期良好设计的样机，即便是在这一阶段出现EMC测试不合格的问题，一般也不会很严重，整改起来也容易得多。并且设计阶段的一些预防措施，可以为后续整改提供方便，对样机的改动一般也不会很大。

## 3.4 现场适应性

现场安装使用，并实现电磁兼容性



电子研习社

# 第四部分 工业4.0时代，EMC要做些什么？

4.1 什么是“工业4.0”？

4.2 “工业4.0”的意义

4.3 工业4.0的精髓是什么？

4.4 工业4.0时代，EMC要做些什么？

# 4.1 什么是“工业4.0”？

工业4.0，即工业四代(Industry4.0)。什么是工业4.0？主要相对于前三次工业革命而言：

工业一代（Industry1.0）指的是18世纪开始的第一次工业革命，实现了机械生产代替手工劳动；

工业二代（Industry2.0）第二次工业革命始于20世纪初，依靠生产线实现批量生产；

工业三代（Industry3.0）则为现代人所熟悉，指的是20世纪70年代后，依靠电子系统和信息技术实现生产自动化。

工业四代(Industry4.0)是指利用物联信息系统(Cyber—Physical System简称CPS)将生产中的供应，制造，销售信息数据化、智慧化，最后达到快速，有效，个人化的产品供应。

# 4.1 什么是“工业4.0”？



# 4.1 什么是工业“工业4.0”？

颠覆工业传统的“工业4.0”



“工业4.0”正在颠覆工业里传统工业的整个生产模式。

## 4.2 “工业4.0” 的意义？

“工业4.0”不仅仅影响中国的经济，也影响整个中国未来的发展。

- 1) 它会影响中国的就业，因为在制造领域里，就业人员达8000万以上。
- 2) 影响中国的经济出口。
- 3) 会影响中国的军事国防。影响到我们所有的产品生产、制造、流程、供应链，所以说“工业4.0”正在颠覆工业里传统工业的整个生产模式。

## 4.3 工业4.0的精髓是什么？

- 1、数据自动流动是工业4.0的精髓
- 2、企业内部数据流动是打造智能工厂的基础
- 3、互联网+实现企业内外的数据自动流动
- 4、智能工厂，数据自动流动无极限



## 4.4 工业4.0时代，EMC要做些什么？

德国默克尔总理在汉诺威工业博览会的开幕式宣布：

德国为“工业4.0”要做的十件大事，其中包括将德国宽带提速到50M、加快公共区域免费WiFi建设、推进大数据的安全与政策的平衡、把德国制造打造为数字安全的先进品牌、推动交通联网与汽车联网技术的大力发展等。

对于产品：只有电子电器产品的电磁兼容性正向设计，才能适应工业4.0的要求。

对于系统：对数据处理系统进行EMC风险评估，确保数据流动的电磁兼容性与可靠性。



谢谢大家

徐强华

13621858185

[13621858185@139.com](mailto:13621858185@139.com)

恩宁安全技术（上海）有限公司