



中华人民共和国国家标准

GB/T 17624.1—1998
idt IEC 61000-1-1:1992

电磁兼容 综述 电磁兼容基本术语和定义的 应用与解释

Electromagnetic compatibility — General —
Application and interpretation of fundamental
definitions and terms

1998-12-14 发布

1999-12-01 实施

国家质量技术监督局 发布

目 次

前言	I
IEC 前言	II
IEC 引言	III
1 范围	1
2 术语的定义	1
3 电磁兼容术语和定义的应用	2
附录 A(标准的附录) 电磁兼容术语和定义的解释	10
附录 B(标准的附录) 标准化试验和现场试验	15
附录 C(提示的附录) 参考资料	16

前 言

本标准等同采用国际标准 IEC 61000-1-1:1992《电磁兼容 第 1 部分:综述 第 1 分部分 电磁兼容基本术语和定义的应用和解释》。本标准阐述并解释了对电磁兼容系统设计和评估中的基本概念和实际应用中的各种术语。

本标准的附录 A 和附录 B 都是标准的附录。

本标准的附录 C 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国电力工业部提出。

本标准由全国电磁兼容标准化联合工作组归口。

本标准负责起草单位:电力工业部武汉高压研究所、北方交通大学、上海电器科学研究所。

本标准主要起草人:郎维川、张林昌、楼鼎夫、邬雄、张文亮、万保权、聂定珍。

IEC 前言

1) 由于各技术委员会都有来自对相关制定项目感兴趣的所有国家的代表,所以 IEC 对有关技术内容作出的正式决定或协议都尽可能地表达国际一致的意见。

2) 所产生的文件可采用标准、技术报告或导则的形式出版,以推荐的方式供国际上使用,并在此意义上为各国家委员会所接受。

3) 为了促进国际上的一致,IEC 国家委员应尽可能最大限度地把 IEC 国际标准转化为其国家标准和地区标准,对相应国家标准或地区标准与 IEC 国际标准之间的任何分歧均应在标准中清楚地说明。

IEC 61000-1-1 是由 IEC 技术委员会 77(电磁兼容)委员会制定的。

本报告的文本基于下表中的文件:

DIS	表决报告
77B(CO)37	77B(CO)38

上表中的表决报告中可找到表决通过本报告的全部信息。

IEC 引言

本标准是 IEC 61000 系列标准的一部分,该系列标准构成如下:

第一部分:综述

综合考虑(概述、基本原理)

定义、术语

第二部分:环境

环境的描述

环境的分类

兼容性水平

第三部分:限值

发射限值

抗扰度限值(由于它们不属于产品委员会的责任范围)

第四部分:试验和测量技术

测量技术

试验技术

第五部分:安装和减缓导则

安装导则

减缓方法和装置

第六部分:通用标准

第九部分:其他

每一部分又可分为若干分部分,它们作为国际标准或技术报告出版。

中华人民共和国国家标准

电磁兼容 综述 电磁兼容基本术语和定义的应用与解释

GB/T 17624.1—1998
idt IEC 61000-1-1:1992

Electromagnetic compatibility — General — Application and interpretation of fundamental definitions and terms

1 范围

本标准的目的在于阐述并解释对电磁兼容系统设计和评估中的基本概念和实际应用具有重要意义的各种术语。此外,还注意区分对标准化的配置和在装置(设备或系统)被安装的场所(现场试验)所进行的电磁兼容性(EMC)试验之间的差别。

第2章中给出了这些术语和它们的定义,可参考IEV的第161章[1]。第3章叙述了术语的应用,附录中给出了对术语的定义的解释。

注:方括号内的数字指附录C中参考资料的编号。

2 术语的定义

以下是本标准中的重要术语的定义。凡是与[1]中给出的定义(及其随后的注释)相同时,在该术语的后面紧跟着它的是IEV序号;若不一致时,则在IEV序号后注有“/A”,或者说明该术语在IEC 60050(161)中没有定义。

术语和它们的定义可分为以下三类:

- a) 基本术语,例如:电磁兼容性、发射、抗扰度和水平;
- b) 复合术语,由基本术语复合而成,例如:发射水平、兼容水平和抗扰度水平;
- c) 关联术语,它们是一些互相有关联的复合术语,例如:发射裕量和兼容裕量。

2.1 基本术语

电磁环境 electromagnetic environment(161-01-01)

存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

注/A:一般地说,这个总和与时间有关,对它的描述也许要用统计的方法。

电磁骚扰 electromagnetic disturbance(161-01-05)

任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

注:电磁骚扰可能是电磁噪声、无用信号或者传播媒介自身的变化。

电磁干扰 electromagnetic interference(EMI)(161-01-06)

电磁骚扰引起的装置、设备或系统性能的降低。

注/A:骚扰和干扰分别为原因和结果。

电磁兼容性 electromagnetic compatibility(EMC)(161-01-07)

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能

力。

(电磁)发射 (electromagnetic) emission(161-01-08)

从源向外发出电磁能的现象。

(性能)降低 degradation(of performance)(161-01-19)

装置、设备或系统的工作性能与正常性能的非期望偏离。

注：术语“性能降低”可用于短时故障或永久性故障。

(对骚扰的)抗扰度 immunity (to a disturbance)(161-01-020)

在存在电磁骚扰的情况下，装置、设备或系统具有不降低其运行性能的能力。

(电磁)敏感性 electromagnetic susceptibility(161-01-021)

在存在电磁骚扰的情况下，装置、设备或系统没有不降低其运行性能的能力。

注：敏感性即缺乏抗扰度。

(某个量的)水平 level (of a quantity)(在 IEC 60050(161)中没有定义)

用规定方法计算得出的某个量的大小。

注：某个量的水平可以用对数来表示，例如相对于某一基准值的分贝数。这时，可称之为某个量的电平。在用来表示某个量的试验水平时，可称为试验等级。

2.2 复合术语

(骚扰源的)发射水平 emission level(of a disturbance source) (161-03-11)

用规定方法测得的由特定装置、设备或系统发射的某给定电磁骚扰的水平。

(来自骚扰源的)发射限值 emission limit(from a disturbance source) (161-03-12/A)

容许的最大发射水平。

抗扰度水平 immunity level(161-03-14/A)

用规定的方法注入在特定装置、设备或系统上不会出现运行性能降低的某给定电磁骚扰的最大水平。

抗扰度限值 immunity limit(161-03-15/A)

要求的最小抗扰度水平。

骚扰水平 disturbance level(在 IEC 60050(161)中没有定义)

用规定方法测得的某给定电磁骚扰的水平。

(电磁)兼容水平(electromagnetic) compatibility level(161-03-10/A)

一个规定的骚扰水平，在这个水平下应具有可以接受的高概率的电磁兼容性。

2.3 关联术语

发射裕量 emission margin(161-03-13/A)

电磁兼容水平与发射限值的比值。

抗扰度裕量 immunity margin(161-03-16/A)

抗扰度限值与电磁兼容水平的比值。

(电磁)兼容裕量(electromagnetic) compatibility margin(161-03-17/A)

抗扰度限值与发射限值的比值。

注/A：电磁兼容裕量是发射裕量与抗扰度裕量之积。

一般说明：当电平用 dB(.)来表示时，以上有关裕量的定义中应该用“差”代替“比值”，用“和”代替“积”。

3 电磁兼容术语和定义的应用

3.1 概述

第2章中所给出的定义是最基本的、概念性的定义。当这些定义用于特定情况下赋以规定的水平值时，有几个应该考虑的事项。本章列出了这些考虑事项，并举例加以阐明。有关所使用的术语的解释，可参看附录A和附录B。

系统的基本装置可以分成两类：

- a) 发射器：指可能发射骚扰电压、电流和电磁场的装置、设备或系统。
- b) 感受器：指由于受到这些发射的影响而可能使运行性能降低的装置、设备或系统。

某些装置可能同时属于以上两类。

3.2 各种水平之间的关系

3.2.1 发射水平和发射限值/抗扰度水平和抗扰度限值

对于单一发射器和感受器，图 1 示出了作为某个独立变量（例如频率）的函数的发射水平和发射限值/抗扰度水平和抗扰度限值之间的一种可能的组合。

图 1 中发射水平总是比它的最大允许水平即发射限值低，而抗扰度水平总比它的最低要求水平即抗扰度限值高。只有这样发射器和感受器才与它们的规定限值相符。此外，选取抗扰度限值高于发射限值，并且假定水平和限值是某一独立变量的连续函数。这些水平和限值也可能是某些独立变量的不连续函数。（参见 3.2.2 例 1）

应当注意考虑以下的事项：

- a) 在同一张图上画出的发射水平和抗扰度水平（及相应限值）曲线，除了明确地表示要考虑几个不同的骚扰并标明骚扰之间的关系外，一般假定只考虑一个特定的骚扰。

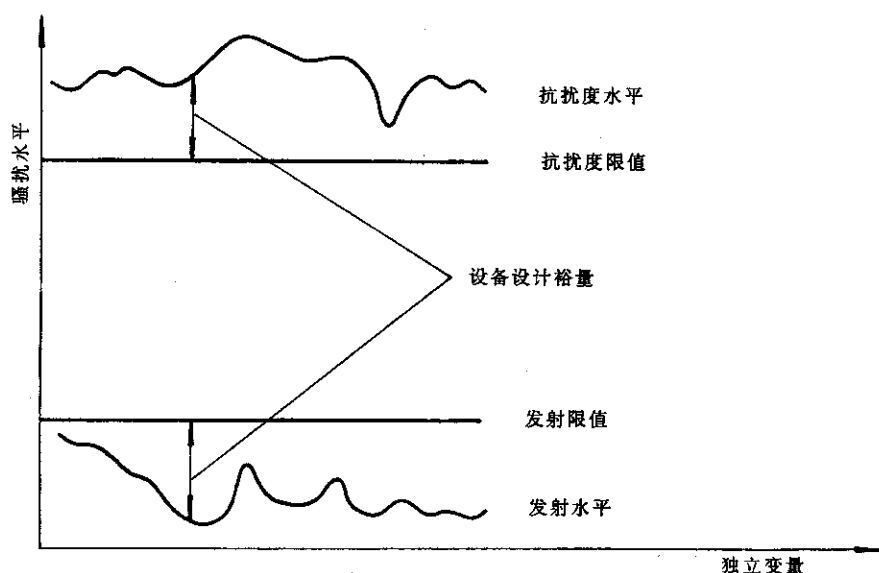


图 1 单台发射器和感受器的限值和水平
与某些独立变量（例如频率）的关系

- b) 当规定的测量特定骚扰发射水平的方法与规定的把该骚扰施加在被试设备上的方法之间有良好的相关性时，则应把发射水平和抗扰度水平画在同一张图上。图 1 表示的是一种电磁兼容的情况。图 1 中被测量的水平和它的限值之间有些裕量，这个裕量可称作“设计裕量”，也是为保证设备依照符合电磁兼容试验中的限值所设计的附加裕量。尽管这种考虑对制造厂商来说相当重要，但在 IEC 60050 (161)[1]和本标准中均没有规定这个裕量，因为设备的设计方案是制造商的权利。

3.2.2 兼容水平

图 2 表示图 1 的发射限值和抗扰度限值以及这些限值之间的兼容水平。虚线表示在单台发射器和感受器中可能出现的发射水平和抗扰度水平。在 3.2.1 中的考虑事项 a) 仍然有效。除此之外，还需考虑以下事项：

- c) 兼容水平是一个规定的骚扰水平，它的单位和发射限值的单位相同。如果发射限值和抗扰度限值不是关于同一个骚扰的，那么兼容水平的单位既可以与发射水平的单位相同，也可以与抗扰度水平的单位相同。（见下面例 2）

d) 如果电磁环境是可以控制的,则可以首先选定电磁兼容水平。然后,根据兼容水平推导出发射限值和抗扰度限值,以保证在该环境中具有一个可以接受的高概率的电磁兼容水平。

此项考虑表明:在一个可以控制的环境中,为了使在该环境中将要安装的所有设备获得合适的发射限值和抗扰度限值,从经济和技术两个方面去衡量时,首先选定兼容水平是获得电磁兼容性最经济有效的方法。

e) 如果电磁环境不可控制,则兼容水平应根据已存在的和预期可能出现的骚扰水平来选定。但是,为了保证新设备安装后,现有的和预期会出现的骚扰水平不再增加,并保证该设备具有足够的抗扰能力,仍需对发射限值及抗扰度限值进行评估。

如果试验或计算表明:按现有的状况必须要从技术和经济上加以改进,则对兼容水平和发射限值/抗扰度限值也要加以调整。从长远看,这样的调整对整个系统而言将会更加经济有效。

f) 从兼容水平出发确定的限值是按 3.3 中讨论的概率方法来考虑的。通常,这些限值与兼容水平的距离并不是相等的,参见 3.3。从附录 A6 可知,兼容水平是在假定概率密度函数已知的理想情况下确定的。

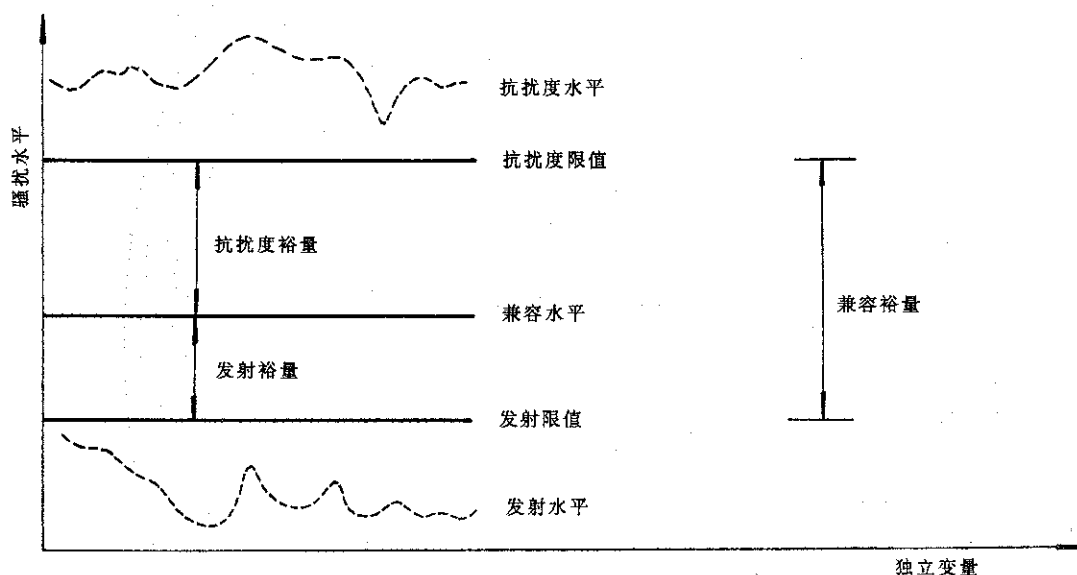


图 2 单台发射器和感受器的限值和水平
与某些独立变量(例如频率)的关系

以下举两个例子来进一步说明在 3.2.1 和 3.2.2 中考虑的一些事项。

例 1:

对连接到公用低压电网中的设备,假定抗扰度限值是依电网频率的谐波骚扰来确定的。此外,假定此电网只给设备供电,而不作信号传输使用等。由于本例只是对某些特性加以解释,因此讨论仅限于奇次谐波。

公用网络中的谐波骚扰水平是不易控制的。因此,讨论将从[2]中得到的兼容水平 U_c 开始。在[2]中该水平用额定电压的百分数给出,确定的方法如下(见图 3):

为保证获得可以接受的、高概率的电磁兼容性,必须要满足以下的两个要求:

a) 在每一个频率,网络中连接的所有骚扰源引起的骚扰电压水平 U_a 在大多数情况下应满足条件 $U_a < U_c$, U_c 为对长时期所规定的水平。

b) 在每一个频率,网络中连接的所有设备的抗扰度水平 U_i 在大多数情况下应满足条件 $U_i > U_a$ 。

从[2]中得出的兼容水平在很大程度上满足第一个要求。

图 3 也给出了单个骚扰源的发射限值,如果知道形成 U_a 的骚扰源的数量和谐波骚扰的叠加情况,就可以估计出网络的 U_a 值。当水平可以控制时,这是很有意义的,因为这种估计可以对此特定网络初步

选择 U_0 的值。当然,最终的选定还是要由抗扰度要求决定。

为了说明问题,还给出了发射限值,[3]的表 1 中发射限值是以最大允许谐波电流的形式给出的(单位:A),但图 3 中的图形要求发射限值以额定电压的百分数来表示。当已知网络阻抗时,后一种限值可以从前一种限值求出。假定网络阻抗与[3]中给出的参考阻抗相等,按上述同样的理由,图 3 标出了[3]的附录 A 中给出的最大谐波电压比。必须注意在[2]中列出了 3 的倍数的奇次谐波和不是 3 的倍数的奇次谐波之间的区别,[3]中对发射限值没有加以区别。

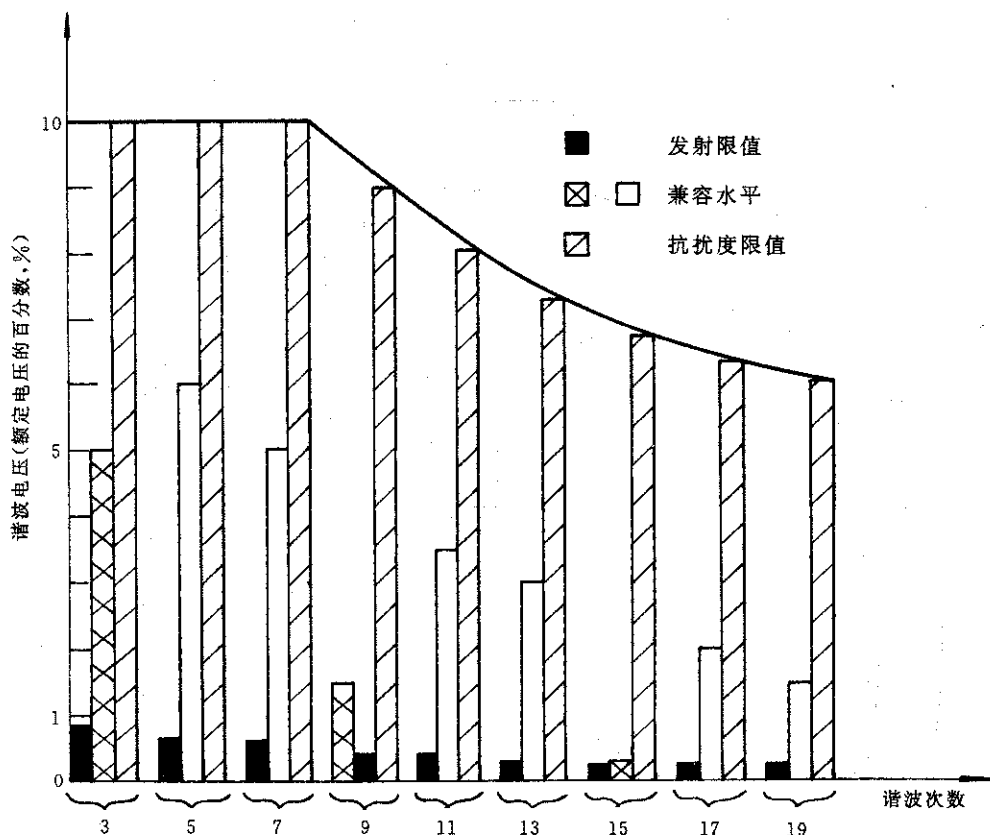


图 3 公用低压网络中奇次谐波的兼容水平 U_0 和有关发射限值和抗扰度限值的示例

实际的骚扰水平与骚扰源的数目,即与连接到网络中的运行设备的数目密切相关。在公用低压供电网中,能够显著地提供骚扰源的数目在低频部分一般比高频部分要大得多。因此,实际干扰水平在低频时的不确定性比高频时要多得多。从图 3 也可以看出这一点。较低频率时单一设备的发射限值与兼容水平之差(考虑了骚扰的叠加)比高频时大很多。这个差即所谓的发射裕量,将在 3.3 中加以讨论。

为了满足第 2 个要求,对抗扰度的要求是十分严格的,图 3 中给出了示例。这些限值和 U_0 (即抗扰度裕量,见 3.3)之间的距离是必需的,因为:

a) 在某些位置和某一时段内,仍存在较小概率的骚扰水平高于兼容水平;

b) 抗扰度试验中所骚扰源的内阻抗 Z_i 一般并不等于实际网络的内阻抗(关于抗扰度试验中所使用的 Z_i 值的讨论已超出了本标准的范围)。

正如图 3 所示,规定连续的抗扰度限值是可能的,这样做的优点是考虑了给定频率范围内的偶次谐波、谐间波及所有其他骚扰。因为开始时已假定网络作供电用,即不作电网信号传输使用,所以可选取一个连续的函数。试验中也许需要将图 3 中的抗扰度限值的百分数换算成绝对值。

例 2:

在有些情况下,发射水平、兼容水平、抗扰度水平和它们的限值可能使用不同的单位。

考虑设备对射频电磁场的抗扰度,该设备的尺寸比射频场的波长要小。众所周知,设备的抗扰度主

要取决于对设备连接引线内感应的共模电流的抗扰度[4]。因此,当力图达到电磁兼容时,必须考虑相互联系的辐射现象和传导现象。

由于其他的研究已建立了电动势和场强之间的关系,因此在 3.2.1 中可以把图 1 中的发射水平表示成电场强度(例如以 $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ 为单位),把抗扰度水平表示成骚扰源(如试验发生器)的电动势(例如以 $\text{dB}\mu\text{V}$ 为单位)。

按照图 2 和以上的考虑,兼容水平现在可用 $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ 或 $\text{dB}\mu\text{V}$ 作单位。显然,此水平与所选单位有关。此外,兼容水平的选择也可根据有关感受器的敏感性来确定。如果要预防的电磁干扰问题涉及到射频场的解调方面,则衰减(作为初步近似)与射频骚扰水平的平方成正比。因此,选择的抗扰度裕量可能比发射裕量大(见 3.3)。

3.3 概率特性和裕量

如果发射试验及抗扰度试验的设计方案和现有的电磁现象之间有很好的相关性,则可用图 4 中表示的位置来代表被研究的单台发射器和感受器的电磁兼容情况。

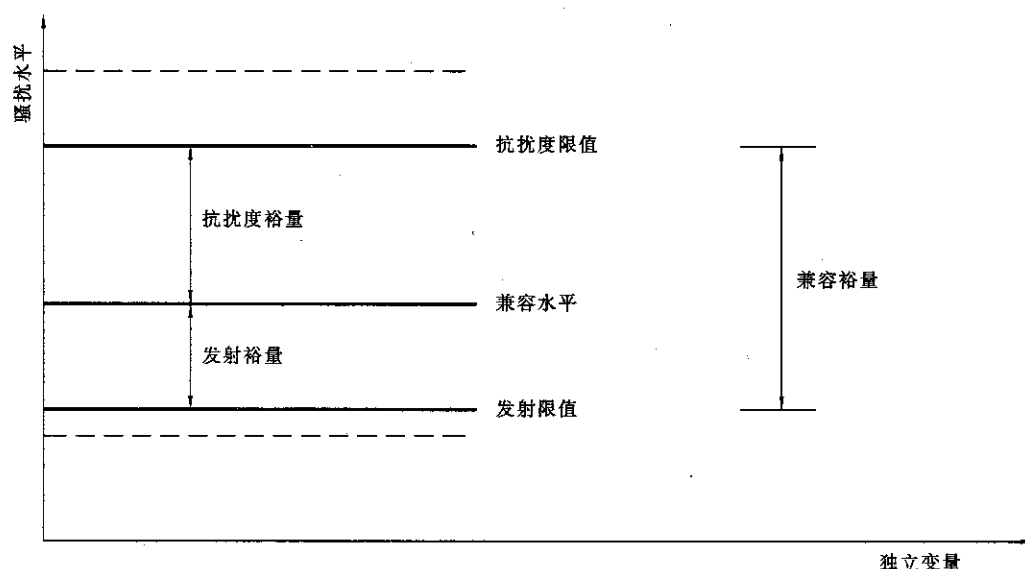


图 4 限值,电磁兼容水平和裕量与独立变量(例如频率)的关系

的确,从图 4 可以看出,抗扰度水平高于抗扰度限值,抗扰度限值高于发射限值,而发射限值又高于发射水平。然而,图 4 画出的位置并不能保证在实际的场合中是具有电磁兼容性的,因为在 3.2.2 的例 1 已简要提到过在实际情况中存在着许多不确定的因素。

由于这些不确定因素的存在,就意味着当兼容水平选定之后,在兼容水平与规定的发射限值和抗扰度限值之间需要有一个裕量。对 2.3 中定义的这些裕量在图 4 中用粗线表示,虚线是 3.2.1 中提过的由制造商选择的设计裕量。下面将对四个重要的不确定因素进行讨论。

3.3.1 标准化试验

在标准化试验中(见附录 B),有两个重要的不确定因素影响兼容水平和规定限值之间裕量的大小:

- a) 试验方法的贴切性;
- b) 批量生产设备的元器件特性通常具有的分散性。

——不确定因素 1:试验方法的贴切性

标准化的试验方法力图通过很有限的几种情况下的试验来包括设备必须令人满意地执行功能的几乎是无限多种的实际情况,然而,这种方法的适应范围是很有限的。

进行标准化试验时,总是使用规定好了的测量装置(电压传感器、天线等)与规定好了的测试设备相连接来代替敏感的感受设备。类似地,在标准化的抗扰度试验中,发射器是规定好了的带有规定的耦合装置的发生器,而不是实际的发射器。尽管如此,为了在实际的发射器和感受器相互影响的地方能够达

到电磁兼容,还是需要进行这些发射试验和抗扰度试验。

一般来说,标准化的试验只考虑一段时间内的一种现象,如传导发射或辐射发射。对抗扰度试验也采用类似的考虑。然而,在实际情况中,所有的现象是同时作用的,这种作法便降低了标准化试验的贴切性。

由于标准化试验的贴切性有限,所以考虑在电磁兼容水平与发射限值和抗扰度限值之间的裕量是必需的。

——不确定因素 2: 元件特性的正常分散性

并非所有的装置、设备或系统,特别是那些批量生产的设备在安装前都做过测试。假如对所有的设备都进行测试,由于元件特性的分散性,将会发现测试数据是分布的,这在图 5 中已经示出。因此,从批量生产的设备中随意抽出的一台设备是否符合所选择的限值则是不确定的。这个不确定因素在[5]的第 9 章中详细考虑过,称之为“80%/80%合格原则”,其分布也是由试验方法的可复现性决定的。

应当指出,那些与图 5 中相似的曲线也可在前述的对每一个独立变量的 EMC 试验中找到。因此,图 5 只适用于单个独立变量的试验数据。

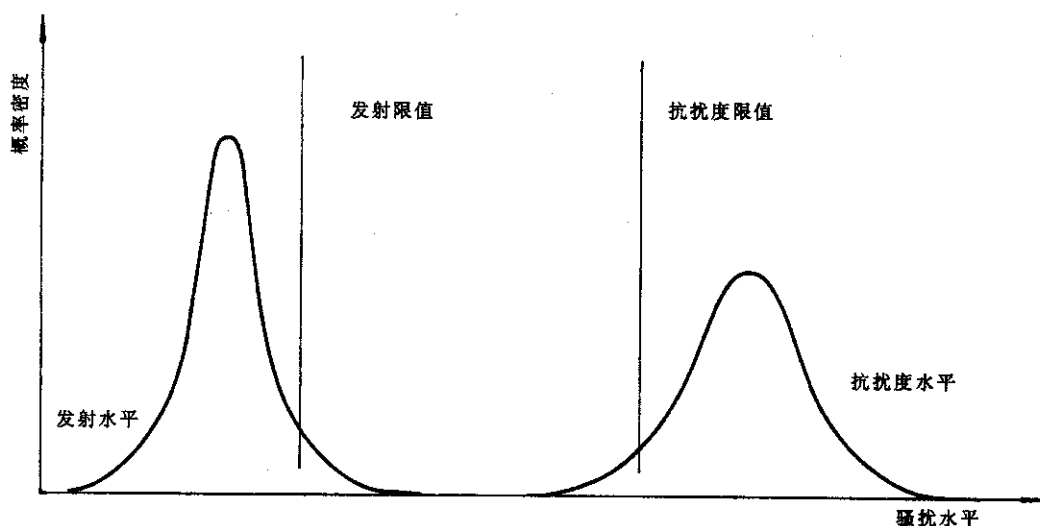


图 5 在单个独立变量时发射水平和抗扰水平的概率密度的例子

从图 5 可以得出结论:不符合选定限值的设备的概率很小,并且由于已经选好了兼容裕量,所以在这种情况下发生 EMI 问题的可能性可以忽略不计。此外,图 5 还表明制造商已经选好一定的设计裕量。在某些情况下,例如参见[5],[6],按 80%/80%合格原则,需要选定一个与 EMC 试品尺寸有关的最小的设备设计裕量。

3.3.2 现场试验,谐波叠加

除了在 3.3.1 中所述的两个不确定因素以外,还有设备中由各种骚扰源产生的骚扰叠加而形成的不确定因素。

这个不确定因素与试验的贴切性有关。还应当指出:在现场试验中,即在被试设备的使用处进行的试验与标准化试验的规定是不同的,参见附录 B。特别是发射器的负荷阻抗通常是未知的,并且与时间有关。例如,除了其他方面以外,不同运行方式下的网络阻抗与连接到网络中的设备的接入或切除有关。类似的评价也适用于对抗扰度的考虑。因此,在设备安装中选定的裕量与标准试验中选定的裕量有可能不相同。

——不确定因素 3: 叠加效果,多维准则

在感受器安装处,电磁环境是由所有发射电磁能的装置、设备和系统决定的。因此,许多不同类型的骚扰(“类型”还包括波形,例如正弦波、脉冲波)可能会同时存在。如果在给定位置处考虑一给定的骚扰,则骚扰水平由以下情况确定:

a) 同一类型骚扰的叠加。其中,每个骚扰分量的大小与发射器的负荷状况、发射器与感受器之间的电磁传播特性以及时间等有关。

b) 其他类型的骚扰在感受器接受波段内提供的分量。其中,每个分量的大小受到上述 a) 中所提到的几个方面的影响。

由于最终的骚扰水平实际值的不确定性,所以有必要建立一个裕量。

例:

图 6 所示为 a) 中提到的骚扰叠加的例子。在这个例子中,假定有 3 种类型的发射器发射同一类型的骚扰。如根据图 5,某一时刻只能考虑某一个独立变量值的结果,三个相关联的概率密度函数由 $p_{s_i}(D)$ ($i=1,2,3$) 表示。本例中,最终概率密度函数 $p(D)$ 在很大程度上是由 $p_{s_3}(D)$ 决定的。应当指出:密度函数一般是与时间有关的,因为它依赖于正在运行的发射源的数量。

在本标准的示例中采用的是高斯分布,而其他类型的分布也是可能的。

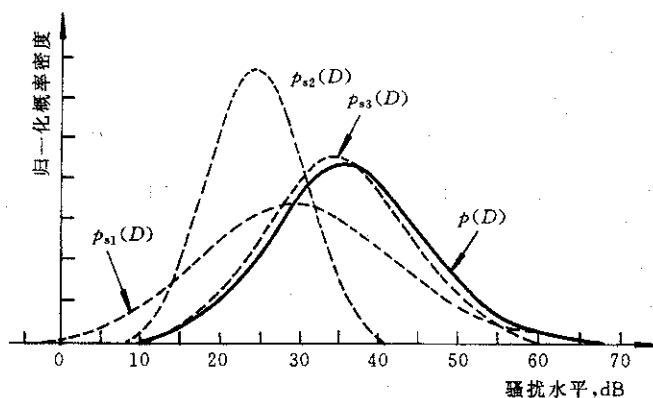


图 6 骚扰叠加的例子,由各种源的概率密度 $p_{s_i}(D)$ 确定的最终骚扰水平概率密度 $p(D)$

最终骚扰水平对于在特定位置处(在特定系统中)的所有可能的感受器来说是很重要的,即使各种类型的感受器都必须遵守同一个抗扰度限值,但每种类型的感受器都有它自己特有的抗扰特性。此外,在装置、设备或系统的安装处,各种类型的骚扰可能同时进入感受器,这是另外一种形式的叠加。一种类型骚扰的抗扰度水平可能会由于其他类型骚扰的出现而受到负面的影响(参见附录 B)。因此,也有必要设立裕量。

3.3.3 数据不足

——不确定因素 4: 数据不足

通常,没有时间或者也不可能所有可能的感受器安装处测量骚扰水平。因此,图 7 中给出的骚扰概率密度是很少知道的。而且,抗扰度分布常常是未知的。这种分布是指这样一种情况,当超过抗扰度水平时会导致一个(高的)损坏感受器的风险率,而这个抗扰度是按照电磁骚扰水平“是——否”等于(或高于一个经同意的)所要求最小的抗扰度水平,即抗扰度限值来测试的。这种缺乏支持数据的事实再一次说明了有必要在兼容水平和上述限值之间建立裕量。

如果一个起初在专用的环境中运行,后来成为广泛使用的设备,那么在某些情况下,所缺乏的某些骚扰源数据可能就是些重要的数据。例如,关于工频电网及其谐波以及关于与差模传导骚扰有关的关联阻抗了解得很多,而对实际状况下由这些骚扰引起的磁场却知之甚少。从视频显示装置和电子显微镜(在高技术产业中)使用不断增加的观点来看,这些场现在是非常重要的,因为这些场可能强烈地影响这一类设备中电子束的偏转(并且,不可能以经济有效的方法屏蔽低频磁场)。

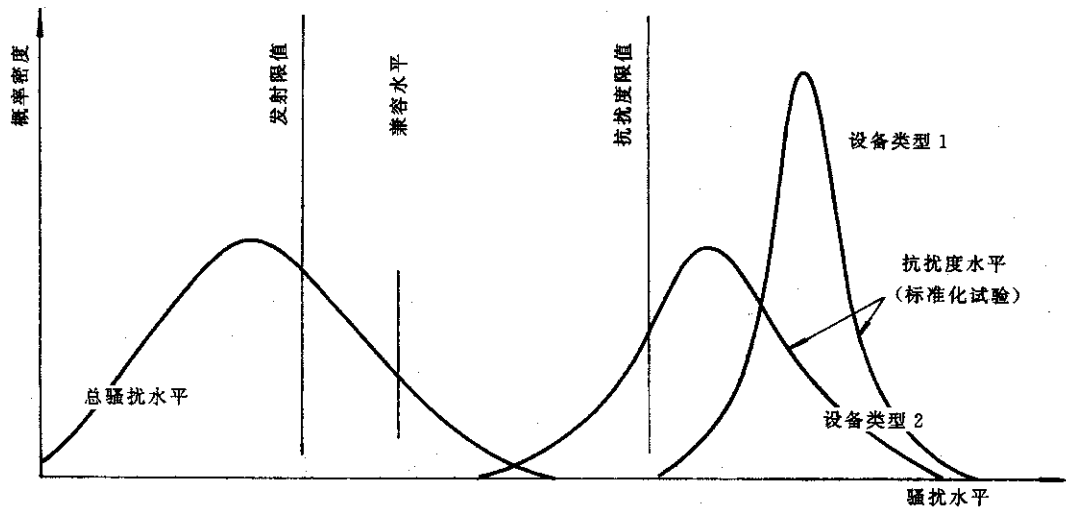


图 7 最终骚扰水平的概率密度(各种发射器产生的骚扰水平)和两类感受器的抗扰度水平的示例

附录 A

(标准的附录)

电磁兼容术语和定义的解释

A1 概述

本附录对第 2 章中的术语和定义进行了讨论,目的在于说明有关所选择的定义的背景资料和在阐述 EMC 要求时使用术语的重要性。

A2 电磁干扰,电磁兼容性和电磁环境

随着电力电子设备使用数量的不断增加,运行中出现的困难也日益增加。构成运行困难的原因之一是在使用过程中由于装置(设备或系统)所包含的电磁特性而出现的相互干扰。如果所有这些设备都能和谐地共处在一起,则这种情况是电磁兼容的。然而这种情况并不是普遍存在的,因此,必须要解决电磁干扰问题。

在电磁兼容状态下的电磁环境是一种在该环境中的每一个事物都能和谐共处的环境。

A2.1 电磁干扰(EMI)

由于存在电磁干扰就有必要考虑电磁兼容性,所以首先考虑电磁干扰(EMI)的定义。

电磁干扰:EMI(缩写词)由电磁骚扰引起的装置、设备或系统性能的降低。

在这个定义中所说的电磁骚扰的定义为:

电磁骚扰:任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

可能要注意以下的一些说明:

a) 干扰(interference)/骚扰(disturbance)

英语单词“interference”和“disturbance”常常是不加区别地使用。然而应该指出:“interference”(干扰)指的是一种有害的性能降低,而“disturbance”(骚扰)则指的是引起这种性能降低的一种电磁现象。

因此,如果用一个可以测量的量,譬如电压来描述那种现象时,应该称之为骚扰电压(disturbance voltage),而不是干扰电压(interference voltage)([1],161 章第 4 节)。

b) EMI 问题的基本形式

EMI 的定义是“由……引起……的性能降低”。这就意味着任何一个 EMI 问题就它的基本形式而言都由三个部分组成(见图 A1),即:

- 1) 发射器,即发射电磁骚扰的源;
- 2) 感受器,即表现出性能降低的敏感的装置、设备或系统;
- 3) 位于其间称为耦合路径的媒体。

因此,EMI 问题有两个关键的方面:发射和敏感性。而在下面将会看到 EMC 问题也具有这两个关键的方面。

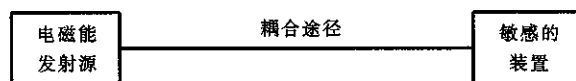


图 A1 EMI 的基本形式

c) 性能降低

性能降低这个术语的定义如下:

性能降低:装置、设备或系统的工作性能与正常性能非期望的偏离。

重要的是要注意到所用的形容词是“非期望的”,而不是别的形容词,比如“任何的”。当制定 EMC

技术规范时,这是很重要的。在那些技术规范中,必须要弄清楚在运行性能方面哪一类的偏离被认为是非期望的。

例:

假设某计算机系统在系统电网的供电电压出现某种形式的中断时其运行性能不得降低。由于这些中断引起的计算误差总是构成了不希望有的偏差。若利用备用蓄电池来避免性能降低,那么将会发现电压中断使计算时间稍有增加,这是因为系统必须从电网切换到蓄电池,或者反之。在很多情况下这种偏差是完全可以接受的。

A2.2 电磁兼容性(EMC)

在 A2 的开头曾指出:“如果所有的装置都能和谐的共处在一起,那么这个环境将是电磁兼容的”。在电磁兼容的情况下,电磁环境是这样一种环境,在该环境中的每一个事物都能和谐共处。如果把一台装置加入到该环境中而不会引起 EMI 时,那么就意味着这台装置具有电磁兼容的特性。因此,EMC 的定义为:

电磁兼容性:设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

所希望的和谐共处有两种重要的方式值得注意,它们也是电磁兼容的两个关键方面。

a) “能正常工作”,意思是指装置(设备或系统)是“能容忍其他事物的影响”,即装置(设备或系统)对在它的环境中出现的骚扰是不敏感的。

b) “不会构成不能承受的骚扰”,意思是指装置“不给其他事物产生侵害”,即装置(设备或系统)的发射不会导致电磁干扰。

关于已知 EMI 的两个关键方面:发射和敏感性,也是 EMC 的关键方面。通过图 A2 的图示表明了这一点。

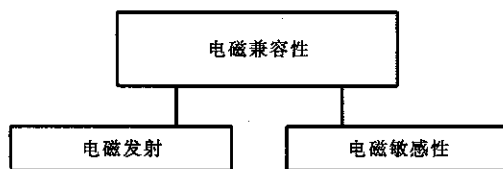


图 A2 EMC 的关键问题

A2.3 电磁环境

在实际生活中常常存在许多电磁骚扰发射源(人为的或自然的),它们所建立的电磁环境中可能有感受器存在。由于实际情况千差万别,要对电磁环境作全面的描述是非常复杂的。

正常地,必须通过分别地测量(计算)所涉及位置处电磁现象的某些参数,例如:电压、电流、场等来确定环境。在大多数情况下,可发现这些量是随时间变化的。因此,在 EMC 的定义中所使用的电磁环境的定义为:

电磁环境:存在于给定场所的所有电磁现象的总和。

注:一般地说,这个总和与时间有关,对它的描述也许要用统计的方法。

在 EMC 的定义中关于术语电磁环境的使用可以作出以下的解释:

a) 它的环境

EMC 定义中指的是“它的”环境,而不是指“任一”环境或“每一”环境。这就意味着,假如一个装置在一特殊的环境中具有电磁兼容性,但在另一种环境中它将并不一定也是电磁兼容的。在大多数情况下,从未 100%地预测过电磁环境的特性,因为它们是与地点以及时间有关的。这就暗示着只能按照这样一种方式来制定 EMC 规范:对于一确定的环境,装置是在一个商定的或可接受的概率下具有电磁兼容性的。

b) 在该环境中的任何事物

EMC 定义指的是“在该环境中的任何事物”。这就意味着,除了装置、设备或系统外,应该还包括各

种生物体。在为实现电磁兼容性而进行确定电磁场的发射水平时,这是很重要的一个方面。

例:

考虑一台大型射频加热设备产生的电磁场。已知射频设备与可能有的敏感装置的距离较远,并且受到某些建筑物的衰减。由此可以选定一个对于这些设备可以接受的限值。但是,在距射频设备很近的大楼内工作的人员可能会由于场强随着与源的距离的变化而暴露在不能忍受的电磁场中。

A3 敏感性/抗扰度

由于敏感性是 EMC 和 EMI 问题的两个关键方面之一,因此,敏感性的定义是广泛适用的,其定义如下:

敏感性:在有电磁骚扰存在的情况下,装置、设备或系统没有不降低其运行性能的能力。

与敏感性对立的概念是抗扰度。抗扰度的定义为:

抗扰度:在有电磁骚扰存在的情况下,装置、设备或系统具有不降低其运行性能的能力。

可以很容易地看出:抗扰度和敏感性的定义只有一字之差,其中抗扰度的定义中用的是“具有能力”,而在敏感性的定义中用的是“没有能力”。于是可能出现这样一个问题:既然这两个定义仅是一字之差,那么删去其中的一个术语是否合理?如果是,应该删去哪一个术语?但是,回答是肯定的:“不是的”,其理由如下:

正如在 A2 中所指出的,之所以需要考虑 EMC 是因为存在有 EMI,并由此而存在有对其敏感的设备。一般来说,总可以找到引起装置性能降低的电磁骚扰。因为敏感性几乎是每一装置都具有的基本特性,所以人们不得不考虑 EMC 问题。在 IEC 60050(161)中也指明了这一点,该章中敏感性定义后的附注指出:敏感性就是“缺乏抗扰度”[1]。因此,关于这个基本特性需要有一个名称。当然这个特性也可以称之为“缺乏抗扰度”。但是,更合理的是选择一个词语:敏感性。

由于最终的目标是要达到一个电磁兼容的环境,因而非常需要有抗御干扰的装置、设备或系统。因此,在 EMC 技术规范中使用抗扰度这个术语是一个贴切的术语。一般而言,抗扰度是通过采取防御和调整措施来达到的。应该指出,抗扰度要求总是对以规定方式进入的给定类型的电磁骚扰来规定的。也请参见 A5。

A4 水平和限值

在制定 EMC 技术规范时,必须要对在特定情况下的电磁骚扰的水平指定一个规定值。水平的定义为[7]:

(某个量的)水平:用规定方法计算得出的某个量的大小。

电磁骚扰的定义为:

电磁骚扰:任何可能引起装置、设备或系统性能降低或者对有生命或无生命物质产生损害作用的电磁现象。

如果一定要以规定的方式评估一个量,那么就必需要知道所指的是哪一个量。因此,骚扰水平的定义必须反映这个要求,所以其定义为:

电磁骚扰水平:用规定方法测得的某给定电磁骚扰的水平。

在其他的水平,诸如“发射水平”、“敏感性水平”等的定义中也可以找到形容词“给定的”。

严格地讲,可以说附加的短语“用规定方法测量”不是必需的,因为在水平的定义中指的就是“用规定方法计算的”。然而,可能会把“规定的方法”误解为只适用于测量装置和它的指示仪表。短语“用规定方法测量的”暗示着对骚扰源的负荷状况的规定,以及对试验布置的详尽描述,由此可综述如下:

用规定方式/方法进行的计算/测量:

在确定和选择好测量装置时应该考虑到被测量骚扰的类型,并注意到所期望信号的特性可能会受到发射测量方法的影响。

在确定和选择好测量设备时应该考虑到被测定骚扰的类型及其附属的性质。骚扰的特性例如有：峰值、能量、上升率、重复率等。

应该对骚扰源的负荷状况加以描述。测量配置将对受试设备(EUT)中的骚扰源提供一定的负荷阻抗。这些阻抗可能是标准的，例如在型式试验中；或者与设备安装处的条件有关，例如在现场试验的情况中(也请参见附录B)。

试验布置必须要加以详细地描述。这种描述应考虑到参考点(地)的选择，EUT和测量设备关于参考点的位置和与参考点的连接，带有测量装置的EUT和其他设备的相互连接，不连接到测量装置的终端端子的连接，以及在试验过程中EUT的运行条件。此外，还必须描述关于最大发射水平的系统元件和配置的布局，电缆的长度，系统元件的去耦。

一旦确定某个水平之后，就必须进行评估：这个水平是否是被容许的？是否是所要求的水平？等等。在制定EMC技术规范时，其中所包含的部分是在可接受的水平上取得意见一致的，因此，把这种水平称之为限值。在电磁骚扰的情况下，骚扰限值的定义如下：

骚扰限值：容许的最大电磁骚扰水平。

应当指出，在这个定义中所包含的电磁骚扰水平暗示着这个限值是对于用规定方法测量的某一给定的电磁骚扰所规定的。这也适用于对其他限值的定义，例如“发射限值”，“抗扰度限值”。

A5 发射和抗扰度

由于发射是EMC和EMI问题的另一个关键方面，因此，发射的定义是相当广泛的，其定义为：

(电磁)发射：从源向外发出电磁能量的现象。

在这个定义中的源，通常就是装置、设备或系统，但是，它还可以例如是人的身体，或者是一件家具。当考虑静电放电现象时，最后被称之为“源”的这两个是很重要的。自然源的例子是雷电。

一般地是为了预防EMI才去确定发射。然而，一个困难的问题是：“什么是要被确定的、贴切的电磁能参数？应当怎样去确定它们？”这个难题在于很少准确地知道装置、设备或系统的敏感特性。换句话说，很少确切地知道如何准确地“测量和检查”这些设备的发射，而且严格地说，不知道必须要测量的是什么。

经验表明，测量某些类型的发射是必要的。事实上，所有这些测量只不过是按规定的测量方法，企图利用确定好的测量设备来代替可能的敏感装置。因此，定出的发射水平可能是很精确的。但是，其最后结论却只能是一个将要达到EMC的概率指标。

如果满足如A4中所讨论的确定一个水平的要求，那么电磁能的发射量可以用发射水平来表示(参见2.2关于它的定义)。

在这种情况下，还必须给出骚扰的类型，这就意味着必须指出考虑的是被发射电磁能的哪一些参数。这些参数例如有：磁场强度、电场强度、共模电流、V-端子电压[1]。因此，这些参数代表了一定的电磁现象(说得更精确一些，即是骚扰，参见A4)，在这种电磁现象中，表现为发射的部分电磁能。在这里，“部分”是特意写出的，因为电磁能一般是从源通过传导和辐射同时发出的。

按照与讨论发射测量相同的路线讨论抗扰度测量。唯一重要的差别是规定的测量设备(装置+仪器)被规定的骚扰源(发生器+耦合网络)所代替。这个源的任务就是利用一个可以重复工作的、规定的发射器代替各种可能的发射器(由于经常不知道阻抗特性)。

图A3给出了发射和抗扰度测量各个方面的概貌。按标准化试验和现场试验划分的细节将在附录B中讨论。应当注意，图A3中每一列的最下面的箭头从“(试验)限值”指向“(试验)水平”，以表示最大容许的水平 and 最小要求的水平，即这些限值(参见2.2)是一些经过商定的值。

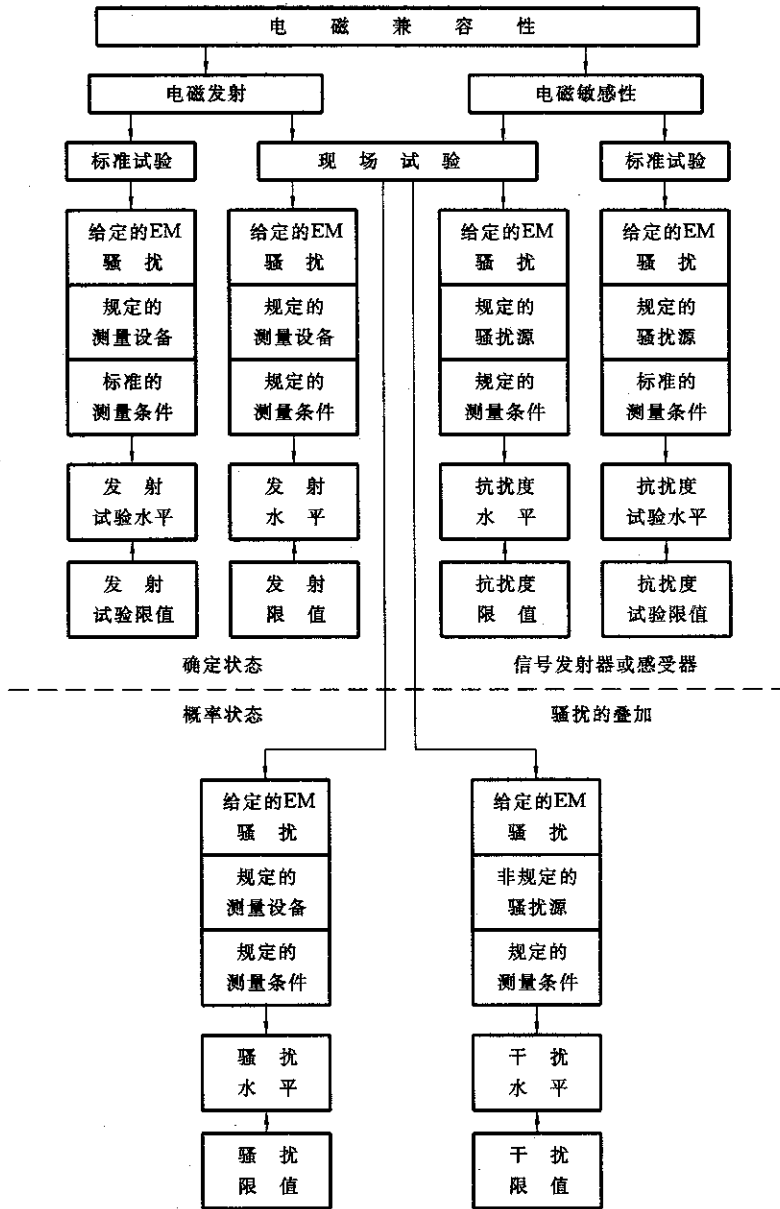


图 A3 各种 EMC 术语和测量条件的概貌

在达到引起性能下降的水平之后,即在出现“缺乏抗扰度”之后,才能知道抗扰度水平。从而,可观察到敏感性。抗扰度水平常常是不知道的,假如超过这个水平,就会导致损坏装置的(巨大)危险。如果这个危险是存在的,一般地要进行功能试验(“go-no go” test),试验最高到电磁骚扰水平等于(或经商定的一个值,高于)最小要求的抗扰度水平,即抗扰度限值(也请参见 2.2)。

A6 兼容水平和裕量

从以上几章可清楚看出,要保证达到完全的 EMC,即便不是实际上不可能,但这也常常是困难的,尤其是因为 EMC 的定义指的是“它的电磁环境”,这就意味着是出现在装置所在处的(与时间有关的)电磁现象的全体。正如第 3 章中所说明的,为了达到一个可接受的、高概率下存在的电磁兼容性(对于某些类型的电磁骚扰而言),必须要使用概率(统计分布)的概念。

在 2.2 和 2.3 中定义了,并在 3.2.2 中已经讨论过的兼容水平和它的裕量可能要按以下(理想的)路线确定。

如果考虑在一定独立变量的值时某一类型的骚扰,并且假设相关的骚扰水平的概率密度 $p(D)$ 和

抗扰度水平的概论密度 $p(I)$ 是已知的。此外,可以假设关于 EMC 的条件是由 $(I-D)>0$ 给出的。为了找到 $(I-D)>0$ 时的概率 C ,即 $C=P((I-D)>0)$, 概率密度 $p(I-D)$ 是最先计算的。在这之后可以计算概率 $C=P((I-D)>0)$, 式中 C 是在 $(I-D)>0$ 时, 曲线 $p(I-D)$ 下方的面积。图 A4 给出了一个数值实例, 假设骚扰水平和抗扰度水平是对数正态分布的。结论是: 除了曲线 $p(D)$ 和 $p(I)$ 的重叠外, 有一个达到 EMC 的高概率。

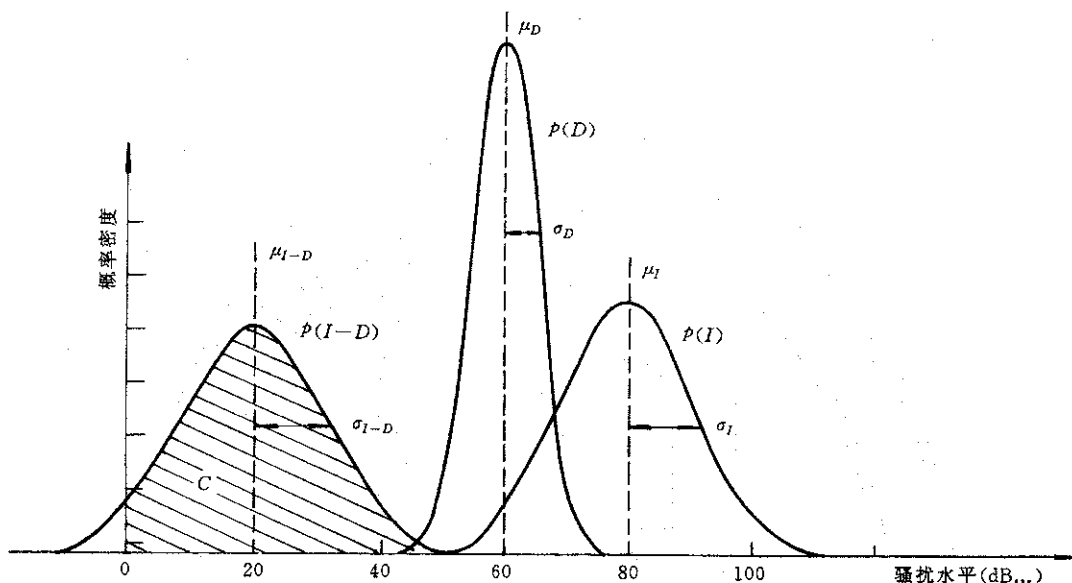


图 A4 概率密度 $p(D)$, $p(I)$ 和合成的 $p(I-D)$ 的例子。当 $(I-D)>0$ 时, 曲线 $p(I-D)$ 下方的面积 C 为被考虑的独立变量值时具有 EMC 的概率

为获得 EMC, 可按以下步骤进行。选好 C 值, 根据密度函数的频宽和 C 值限制 $p(D)$, $p(I)$ 的相对位置。从 $p(D)$ 和辐射限值、 $p(I)$ 和抗扰度限值的关系可得出辐射限值与抗扰度限值的关系。因此, 也就知道了电磁兼容裕量, 再从经济和技术上加以考虑, 选定兼容水平、辐射限值、抗扰度限值, 这些限值相应与兼容水平的位置见 3.2.2 和 3.3。确定这些限值时, 必须从可能的状态入手, 如同标准试验从可能的实际状态入手一样。

兼容水平定义为:

(电磁)兼容水平: 一个规定的骚扰水平, 在这个水平下应具有可以接受的高概率的电磁兼容性。

可以作出以下的评注:

a) 定义中使用了“骚扰水平”。因此, 它与采用规定的方法测定给定的骚扰有关。还应注意它是一个骚扰兼容水平, 例如一个网络的谐波水平、磁场兼容水平等。

b) 兼容水平指出了电磁兼容的概率, 但只是对某一规定的场所规定的水平, 正如定义中表明的是它的环境中的兼容水平。因此, 这个水平没有必要是处处适用的, 在很大程度上, 水平的选择依赖于设备安装处的条件。

c) 一旦确定了兼容水平, 必须由涉及兼容水平的有关专业标准化技术委员会会对“可接受的高概率”作出明确的解释。

附录 B

(标准的附录)

标准化试验和现场试验

为了检验电磁兼容的规范, 建议在标准化条件下进行发射测量和抗扰度测量, 以便在世界范围内对这些规范进行验证。然而, 这些测量对正在使用中的装置、设备或系统也是有意义的。例如, 对大型系统

来说,它只能进行现场实测或者检验标准化试验的结论是如何在实际装置中起作用的。

标准化试验

为了在世界范围内重现测量水平值,标准化试验应具有三个基本特点:

- a) 在某一时间内只考虑某一种类型的电磁骚扰;
- b) 在发射试验时,用于确定骚扰类型的敏感装置和指示器是给定的;在抗扰度试验时,产生电磁骚扰的源和耦合网络是规定好的。
- c) 测量条件是给定的和标准化的。

这些特点的详细情况已在 A4 和 A5 中进行了讨论。

标准化试验的电磁环境总是可以控制的,因此发射水平和抗扰度水平是可以测量的。由于装置所处的电磁环境不总是可控制的,所以这些需求并不总能满足。

现场试验

使用中的装置、设备或系统的安装位置可以有上述的前两个特点,而只是在一定的范围内,才能具有第三个特点。实际上,A5 中提到的负荷条件并不都是标准化的。为了对标准化试验和对某一装置现场试验所得结果加以区别,最好分别论及发射/抗扰度试验水平,发射/抗扰度试验限值;发射/抗扰度水平,发射/抗扰度限值,见图 A3。

例:

假如在标准化试验中骚扰电压是用 V 形网络[1]在参考接地与相线(或中性线)之间测得的,称之为 V 端子电压[1],而在现场试验中,则是在事先不知道骚扰源的负荷阻抗的情况下,测量的是安全接地与相线(中性线)之间的电压。如果测量这个阻抗,通常可发现它是与时间有关的,因为此阻抗与网络的负荷情况有关,所以在长的时间间隔内给定位置处的水平不一定是一个常数。因而,不可能在世界范围内实现重现测量水平。

在发射测量中,可能其他类型的骚扰源发射的骚扰水平比被测骚扰源的要高,以至被试验的装置(设备或系统)的骚扰分量完全被淹没,或至少测量结果会受到环境噪声的影响。在这种情况下,不再表明测量到了发射水平,而只能说明测量到的是骚扰水平(参看 A4)。

在特定的感受器上,一种类型骚扰的抗扰度水平不必独立于其他类型的骚扰。

例:

当一数字系统受到来自广播发射器的强磁场作用时,该系统对线路中瞬变的抗扰度可能会明显地降低,这种降低是由于系统中使用的非线性半导体装置检测到射频信号而引起的。在这种情况下,不再可能表明确定的是抗扰度水平/限值,而只能说明确定的是干扰引起的水平,称之为干扰水平。

应该指出,由于各种不同电磁骚扰的叠加,需要确定骚扰水平和干扰水平。就发射而言,最终骚扰水平是由(不同源发射的)某给定类型的电磁骚扰叠加后确定的。就“抗扰度栏/干扰栏(见图 A3)”而言,把(由不同源发射的)各种电磁骚扰叠加来确定某特定感受器的最终干扰水平。

附录 C

(提示的附录)

参考资料

[1] IEC 60050(161):1990,国际电工辞典(IEV)第 161 章:电磁兼容

[2] IEC 61000-2-2:1990,电磁兼容(EMC) 第 2 部分:环境

第 2 分部分:低压供电系统中低频传导骚扰及电网传输信号的电磁兼容

[3] IEC 61000-3-2:1995,电磁兼容(EMC) 第 3 部分:限值

第2分部分:谐波电流发射的限值(设备每相输入电流 ≤ 16 A)

- [4] IEC CISPR 出版物 20:1985,用注入电流法测量频率在1.5 MHz~30 MHz范围内的音响和电视广播接收机及相关设备的抗扰性
 - [5] IEC CISPR 出版物 16:1987,无线电干扰测量仪及测量方法的技术规范
 - [6] IEC CISPR 出版物 14:1985,家用电器、便携式工具及类似电气设备的无线电干扰特性的限值和测量方法,欧洲标准 EN 55014,CENELEC,布鲁塞尔,比利时,1986
 - [7] G. Bell & Sons Ltd. :1966,韦伯斯特第三版国际英语大词典,p1300
-