

电气照明及类似设备无线电骚扰新标准测量配置

徐剑坤（北京信测（XUTEK）技术服务中心）

最新版国标 GB17743-2007《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》等同于 CISPR15:2005 及其 A1:2006 修正案。相对以前标准做了大幅度的改动。增加了新的测量方法，如 CDN 独立测量法；增加了新的规范引用文件。本文介绍了针对这些测量方法如何配置测量设备；以及在相关规范引用文件不断更新的背景下，选择测量设备时应考虑的隐性指标，例如 CISPR 新检波器、测量不确定度等。

标准新要求

最新版国标 GB17743-2007《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》等同于 CISPR15:2005 及其 A1:2006 修正案。新版标准相对于 1999 版标准做了较大幅度的改动，其中主要的区别是：

1. 将测试频率从原来的 30MHz 扩展到 300MHz。对于这部分扩展频段的辐射骚扰，引入了 CISPR22 的 10 米法测量方法，并介绍了 CDN 的独立测量法。这两种方法并列有效，且分别规定了相应的判定限值。
2. 随着 CISPR 标准的细化，规范引用文件中也按照相应的改变做了引用。和测量设备相关的原 CISPR16-1，改为 CISPR16-1-1、CISPR16-1-2、CISPR16-1-4。这里要特别提一下 CISPR16-1-1，这个标准规定了测量的主要设备：测量接收机。测量接收机作为整个 EMI 测试中最重要的设备，其性能直接关系到测量结果的合格与否。所以 EMI 测试都会引用这个标准。另一方面，这个标准近年来也发生了较大的变化。引入了新的 AVG 检波器、RMS-AVG 检波器和 APD 检波器，并正逐步废除 RMS 检波器及旧的 AVG 检波器。
3. 负载端与控制端的骚扰电压分开叙述并分别给予判定限值。
4. 增加了独立式启动器和触发器的限值和测量方法。

测量接收机

正如前面提到，测量接收机是整个 EMI 测试中最重要的一环。它直接关系到测试结果的可靠性。若接收机能完全满足 CISPR16-1-1 所有参数的要求，我们就称之为全兼容接收机，也就是通常所说的认证级测量接收机。在 GB17743-2007 版里引用的是 CISPR16-1-1-2003，按照规定，当引用的标准有更新时，也应该引用更新的标准。CISPR16-1-1 近几年较大的更新是增加了新的检波器 AVG（Cispr-AVG）、RMS-AVG 和 APD，并废除及即将废除原 AVG 及 RMS 检波器。

在衡量一台接收机的时候，使用者一般会深入比较一些技术参数，如精度、分辨率、带宽等。但作为一个测量试验室的管理者，除了以上那些基本参数外，还应该重点考虑的是测量不确定度。测量不确定度表达的是测量结果的分散性，是反映一个实验室测量结果可信度的最主要指标。近年来正不断被重视而引入电磁兼容测试结果评价。它由代表各种不确定度来源的众多分量组成，包括测量设备、测量过程的设计、测量人员及测量的环境等因素。其中测量设备的贡献较为固定且不容易改善，所以显得尤为重要。测量设备里又以测量接收机贡献的权重最大，所以应在选型初期考虑。去年我们在介绍测量不确定度时，还只是局限于需要将它体现在测试报告里，以反映试验室整体水平。而今年我们介绍它的时候，则已经考虑用它来修正实际的测量结果了。今后您可能需要将您实验室的不确定度 U_{lab} 同 CISPR 规定的容许范围 U_{Cispr} 比较，并将这种差异反映到测量结果的判断上。请参见图 1。

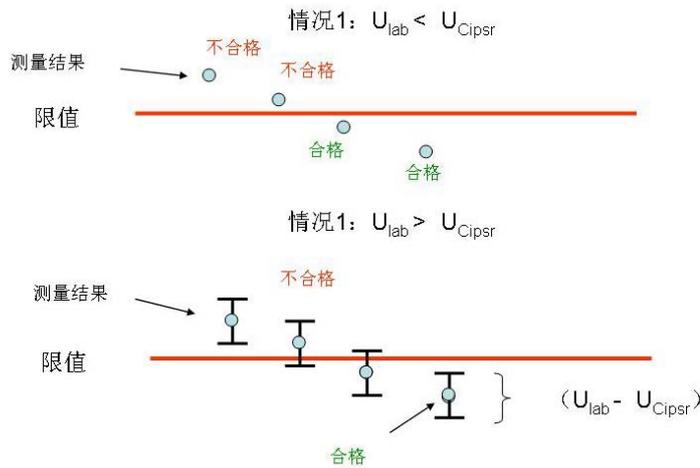


图 1：今后我们的标准可能会要求结果的判定同不确定度相关

这里需要说明的是以上的测量不确定度是指整个试验室的不确定度，是由这个试验室各项不确定度分量累计得到。

项目 (接收机参数)	CISPR 规定的 测量不确定度 (dB)	PMM9010 接收机 测量不确定度 (dB)
接收机读数	± 0.1	± 0.1
接收机修正:		
正弦电压	± 1.0	± 0.15
脉冲绝对校准	± 1.5	± 0.2
脉冲重复频率 @1Hz	± 2	± 0.2

表 1：不确定度简单比对举例

表 1 列举了我们试验室现在使用的接收机的测量不确定度同 CISPR 允许的测量不确定度之间的比较。可以看出这台测量接收机的一些参数甚至和 CISPR 允许范围有数量级的减小。这样的结果除了单纯从测量设备方面降低了测量不确定度，从试验室整体来看，测量接收机这个不确定度的重要来源节省出来的不确定度余量，也可以减轻我们在试验室其他不确定度分量控制上的难度。

骚扰电压

骚扰电压的测量需要一台全兼容测量接收机，以及人工电源网络。接收机的频率范围至少覆盖 9KHz~30MHz，照明设备大多是单相供电，所以人工电源网络可以选择单相 16A。也可以选择带单相 16A 输出的三相 32A 人工电源网络。

我们试验室现在使用的接收机配有一个电脑测试软件。这款软件是免费的，可自由下载，而且不断更新功能。控制电脑与接收机之间采用高速 USB 线缆连接，可支持长距离控制。甚至可以将控制电脑搬离屏蔽室外进行测量，以最大限度降低电脑对测量结果的干扰。软件可控制人工电源网络在不同的相线之间自动切换，并自动记录每个相线的测量值。这些详细的记录非常有利于事后的整改分析。

辐射电磁骚扰

目前 GB17743-2007 标准要求辐射电磁骚扰测量到 300MHz。9K~30MHz 使用三环天线进行测量，30MHz~300MHz 频段是这次标准新增的要求，有两种测量的方法：1) 微波暗室 10 米法；2) CDN 独立测量法。这两种方法评价的频率范围一样，但测试方法截然不同，并各有判定的限值。

做这个测试的时候，我们使用了一个频率扩展模块。将原有接收机的测试频率扩展至 3GHz。这个频率扩展模块可以直接放置在暗室内接收天线后端，接收的射频信号被转换为光信号通过高速光纤传输到暗室外的接收机机上进行测试分析。这种特殊的连接方式是一项革命性的突破。测量模块直连接接收天线可以避免信号的衰减损耗；继而的信号传输由光纤完成，可以省掉昂贵的同轴线缆，更重要的是可以避免即使昂贵的同轴线缆都无法完全避免的信号耦合及线缆损耗；光纤直接由波导口穿出暗室，避免了传输面板接口之间的信号不匹配，等等这些独创的技术，在实际的测试中可以降低暗室的背景噪声、降低整个试验的测量不确定度、增大测量动态范围，当然也可以节约预算。

使用 10 米法(或 3 米法)的微波暗室进行辐射电磁骚扰的测量是借鉴 CISPR22 的方法。这种方法由于需要建造暗室而限定了其推广。幸而 GB17743-2007 标准里规定了另外一种替代的方法，CDN 独立测量法。

独立测量法

独立测量法是 2007 版新标准里最引人注目的亮点。它通过 CDN 在普通环境中即可完成辐射电磁骚扰的测量。标准里规定了针对这种测量的限值，结果与 10 米法并行被认可。连屏蔽室都不需要，这让实验室得以用极低的成本即可开展测量。

测量的布置图：

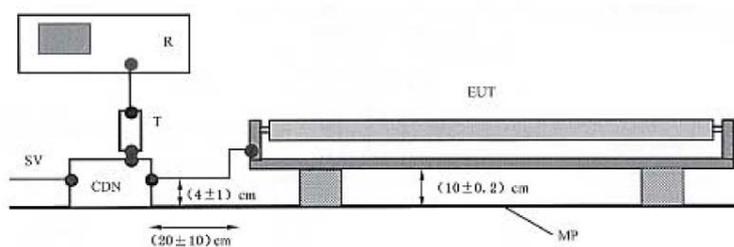


图 2：CDN 独立测量法

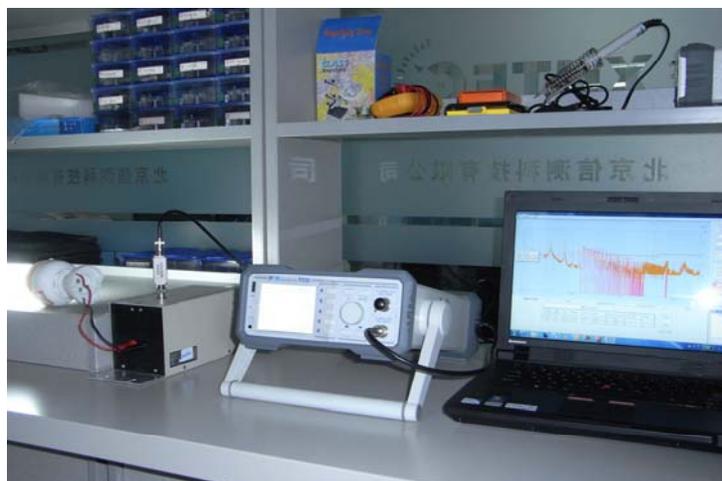


图 3：CDN 独立测量法实测图（拍摄于 XUTEC 实验室）

图 3 是实际测试的布置，拍摄于我们试验室。照明设备放置在一个 10cm 高的木块上，木块及测试设备放置在一块金属板上，金属板的尺寸足够大（至少比照明设备大 20cm），照明设备通过一根 20cm 的电源线同 CDN 相连接，电源线距金属板 4cm 左右。这里的 CDN 按照 IEC61000-4-6 要求，但需要做 CISPR15 校准，并将转换因子输入接收机。

面对这种新的测量方法，我们直观的反应是它与 10 米法的结果之间有怎样的联系？经过实际的测量，以及同其他试验室的交流后发现这两种方法之间并没有必然的关系。他们是两种完全不同的分析手段。我们所能确认的只是这两种方法自身的不确定度，对于两种方法如果出现结果矛盾的情况，我们建议只针对测量方法来评价测量结果。