

# 《EMC指令》解读

## 应用文章

《EMC指令》中又增加了诸多电力工程技术人员所无法回避的测试与测量要求，理解这些规定不再是可有可无的事情——而且绝对值得去理解。

由于长期以来习惯了各种自愿性标准，因而电子行业对于法令性质的标准可能会不太适应。而这也是没有办法的事情——随着当今商业的全球化，任何重要市场的法规与标准都不容忽视。迄今为止，没有任何一条法规像欧盟的

《89/336/EE电磁兼容性指令》这样令产品设计人员感到害怕、不安、疑惑，英国贸易与工业部的Tony Bond早在1991年就称之为“布鲁塞尔制定的最为完善、最为复杂、可能最具争议性一条指令。”

自此之后，美国、大洋州、中东、远东地区等众多地区的标准机构纷纷基本、甚至完全采纳了欧盟关于电磁兼容性的定义，即“设备在其电磁环境中正常运行且同时不会给该环境内任何其他事务造成无法忍受的电磁干扰的能力”。由于1989年颁布的旧版指令现在已经被新版指令所代替，让我们来分析一下新标准对于从事交流电网、电能测量、电能质量分析工程的技术人员会带来哪些影响——其中主要谐波污染以及电压波动测试标准的变化尤为令人关注。

需要说明的是，本分析既不能代替正式的标准文件，也不能代替测试机构为其客户所作的专业分析。

### 何为《电磁兼容性指令》？

为了促进整个欧盟范围内的自由贸易，欧盟于1985年开始根据国际标准统一欧盟各成员国的技术标准——其目的在于为所有成员国创造统一的贸易条件。由于意识到了电磁兼容性对于不断发展的电气与电子设备市场的重要性，欧盟随后委托欧洲电工技术委员会（简称为CENELEC）制定限制电力以及射频干扰的相关标准——同时尽可能利用现有的IEC标准。国际电工委员会是1906成立的标准制定机构，负责电磁兼容性问题主要有两个技术委员会——国际无线电射频干扰特别委员会（法语简称为CISPR）以及负责制定IEC 61000系列标准的TC77技术委员会。

IEC标准属于自愿性标准，除非有管理机构采用，如CENELEC采用了61000系列标准。

任何标准，一旦经欧盟官方刊物公布将带有法律性质，同时成为欧洲标准（简称为EN）。一般欧盟的新标准颁布实施通知及标准修改都通过Europa网发布——见有用的链接。该网站不仅内容准确，而且内容从水果与蔬菜的形状标准至戒烟运动无所不包，现在该网站下的商业杂志如《测试与测量世界》以及《合规性工程》、《合规性期刊》、《评估工程》、《国际测量技术》等专业性刊物成为欧洲绝大多数工程技术人员的必读刊物。

《EMC指令》包括CISPR和IEC 61000标准以及部分基本的辐射与抗扰度标准，这些基本的辐射与抗扰度标准普遍适用于那些没有特定标准可用的产品。这些基本标准多的数不胜数，其中包括EN 50081、EN 55011、EN 55014、EN 55022等辐射标准以及EN 50082等抗扰度标准。产品制造商必须保证自己所有在欧盟范围内销售或使用的产品都符合相关的标准，否则将不允许佩戴CE标志——符合欧洲健康与安全标准的产品标志——或者在欧洲境内销售。其他适用的相关法令包括《低压指令》和《汽车EMC指令》，这些指令规定了

哪些标准适用于哪一类产品以及有关特定产品方面的标准，例如电能测量仪器的相关标准。在确定需要采用的标准之前，首先需要电能质量等使用非常普遍的部分重要概念。

### 电能质量与EN 50160标准

从消费者角度来看，电能质量的概念指电力传输过程中不会出现停电事故以及不会对广播接收等造成干扰。EN 50160是欧洲供电行业据以评估电力传输质量的标准，它规定一周95%的时间内，230V低压供电系统的电压波动范围不得超过额定电压的±10%，50Hz频率的波动范围不得超过±1%。另外，该标准还规定了瞬态过电压的极限值以及三相供电系统的电压不平衡度。如表1所示：

虽然多数其他国家都有专门的机构管理供电系统的IEC标准问题，但是美国却不同，美国没有专门负责供电问题的联邦机构——供电设施归各州管理，各州制定自己的服务质量标准。由于过去几年内美国全国经常出现大面积停电事故，使得当局不得不重新考虑整个国家的运作需求。为此，北美电力安全委员会制定了一系列的运作标准，极力倡导各州电力设施采用这些标准。不仅如此，为了保证国家整体的供电安全，该机构一直与美国联邦能源监管委员会探讨新的解决办法。许多观察人士都认为，由联邦政府对电力设施进行统一管理是不可避免的。

同时，ANSI C84.1-1989这一自愿性标准规定了美国120V低压标准的浮动范围为-13%~+6%。

德克萨斯州在这方面的规定比较有代表性，现摘录如下：“当接到客户的电能质量问题投诉时，所有供电设施应该提供、维护、校准、使用适当的电力监测仪器进行问题调查，以确定干扰产生的原因，找出供电系统存在的电能质量问题。在处理电能质量监测问题时，所有供电设施的部署应该本着合理、可行的原则，同时遵守《IEEE1159-1995年标准——电能质量监测推荐实施规范》或者其他相关IEEE标准，但是不得违反法律，包括州以及联邦的法令法规和相关政府规定。”

### 无功功率会影响供电电网的稳定性

从电力供应商的角度来看，使供电电网始终保持稳定至关重要。由于电容性与电感性负载会引起无功电流，从而影响电网的稳定性，因而电力供应商需要始终保持足够的电能，使电网即便在最差的条件下（影响发电效率）也能够保持供电的稳定性。在极端条件下，当电网的功率因数环境较差时，可能会发生跳闸事故，造成当地停电，甚至波及整个电网。

之所以会出现这些问题，是因为交流输电线的阻抗是有限的，不同插座的阻抗也不同。

|         | 供电系统的电压特征 (EN50160)               |                                       |
|---------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|         | LV (<1kv)                         | MV (<35kv)                            |
| 频率      | 一周内 95%的时间为 1%；100%的时间为-6%/+4%    | 一周内 95%的时间为 1%；100%的时间为-6%/+4%        |
| 电源波动幅度  | 一周内 95%的时间为±10%，10min rms         | ±一周内 95%的时间为 ### 10%，10min rms        |
| 快速电压波动率 | 正常电压的 5% 正常频率的 10% 一周内 95%的时间 P<1 | 正常电压的 4% 正常频率的 6% 一周内 95%的时间 P<1      |
| 暂态过电压   | <1.5kV                            | 170% (直接接地或电感性接地)<br>200% (不接地或谐振接地)  |
| 瞬态过电压   | 一般<6Kv<br>偶尔高于该值                  |                                       |
| 电源不平衡   | 一周内 95%的时间为 2%<br>部分位置为 3%        | 一周内 95%的时间为 2%<br>3%in some locations |

表1. EN 50160规定的欧洲电能可用性的标准。

图1所示为欧洲的参考阻抗，根据 IEC 60725规定，电网阻抗的95%应该等于或小于该值。采用专用电源提供可编程输入阻抗，以此模拟该模型以及其他模型，世界各地所采用的模型稍有不同。在本例中，编程数值为400 m和800 μH时接近 IEC 60725标准：

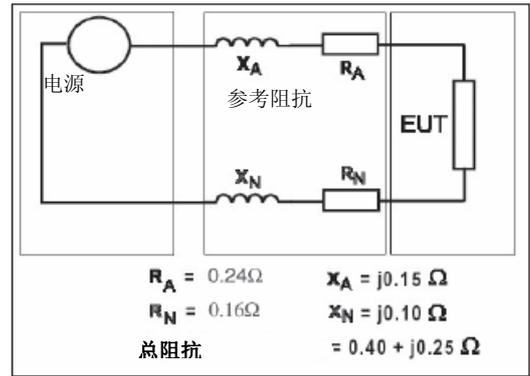


图1. IEC 60725标准规定的欧洲参考阻抗值

负载与该阻抗之间的交互取决于阻抗的大小以及负载的耗电情况。电阻性负载吸收的电路与电压波形同相，所得到的功率波形为正向正弦波，频率为工频的两倍。与此相比，纯电感性负载吸收的电路与电压波形相差 90°，得到的功率波形以 X 轴为对称轴，频率为工频的两倍。也就是说，电感器交替的从电网中吸收和释放电能。如果忽略静电容，则电机由电阻与电感串联而成，因而一定百分比的电网电能供电阻器使用，即提供有功功率，而其余部分则被交替吸收与释放，使得电流波形偏离 X 对称轴。而这种无功功率仅仅是影响供电效率的因素之一。

无功功率也会造成电能测量问题，因为传统的机电式测量仪表无法准确测量无功负载，常常出现充电不足的问题。因此，人们如今都采用电子式电能测量仪表——英文称为 e-meter——使电压与电流的波形数字化，以此计算真实的电网潮流值。电子式电能测量仪表通常测量瞬态有功功率，即任意时刻电压与电流波形的乘积，然后在通过算法计算出其他的量。

例如，在计算视在功率（单位为伏安(VA)）时，可以采取如下方法：首先计算出电压与电流的均方根值(rms)，方法是先求出一定数量的瞬间采样值的平方，然后取平均值，最后求出平均值的平方根值。接下来，利用算法求出电压与电流均方根值的乘积，得到视在功率的值，单位为VA，由此得到负载所消耗的最大实际功率。

为了表示平均有功功率（单位为瓦特）——即实际电网潮流（单位为焦耳/秒）——电子式电能测量仪表通常需要计算一秒时间内整数个电流周期的瞬时有功功率采样值的积分。

通过比较有功功率与视在功率的比值，我们可以得到功率因数—— $PF = W/VA$ ——该值对于电阻性负载为1，对于纯无功负载则为0。通常，电子式电能测量仪表还可以计算无功功率，单位为乏。方法是采用与有功功率相同的一组采样值，但是电压与电流之间的相位差为90°，然后再以电流瞬时值乘以电压瞬时值。通过这种方法可以直接比较有功与无功功率的大小。尽管这些值之间存在内在联系，但是电子产品设计人员最为关心的还是功率因数。由于几乎所有电子测量仪器中都会采用由整流器—电容器组成的前端电路，因而如果没有采取纠正措施，则会产生非线性电流，进而给电网造成谐波污染。如图2所示：

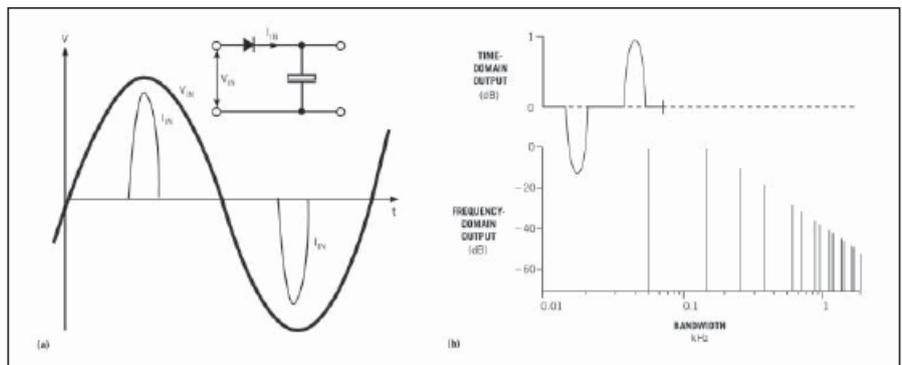


图2: 由二极管与电容器组成的前端电路给输入电容器充电，使其接近正弦波峰值(a)，从而产生高于1 kHz的电流谐波(b)。

从而导致交流电网波形出现平顶现象，即正弦波峰值附近的平滑曲线被压缩。为此，越来越多的设备开始使用有功功率校正电路对此加以校正，即在提供板级电压的降压转换器前串联一个开关升压转换器。升压转换器通过在中间高压电源中存储足够的电能，使负载处于去藕状态，从而无法从交流电网中吸收不规则的电流峰值，同时——通过电感器与电容器组成的滤波电路——隔断其他瞬态电流，防止其返回供电电网内。

### IEC/EN 61000-3-2—设备分类与限值

IEC/EN61000与CISPR标准不同，后者主要规定射频辐射方面的标准，而前者主要针对CISPR标准所没有涉及的EMC问题以及非特定产品性质的EMC问题，内容包括交流电网的EMC保护以及射频抗扰度测试，特别侧重于设备对于交流电网产生的低频干扰问题。IEC标准总体由以下部分组成：

- 第一章——介绍、基本原理、定义、术语
- 第二章——环境的描述与分类
- 第三章——辐射限制以及抗扰度限制
- 第四章——测试与测量技术
- 第五章——安装与降低干扰方面的规定
- 第六章——基本辐射与抗扰度标准
- 第九章——其他相关内容

61000-3-2标准规定了各相所用电流不超过16A的设备的谐波污染标准。

该标准的最新版本为2.1，于2004年1月1日生效。与以前的版本相比，2.1版本的主要变化在于对D类设备重新进行了分类，使该类设备只包括功耗在75 – 600W之间的电脑、监视器、电视设备。同时在谐波与间谐波测量方面参考了IEC 61000-4-7标准。61000-3-2将用电设备分为四类：

- A类——平衡三相设备以及尚未分类的所有设备
- B类——便携式电动工具
- C类——所有照明设备，不包括白炽灯调光器
- D类设备——功率在75 – 600W之间的电脑、监视器、电视设备

每一类设备都规定了谐波电流辐射的限值，如表2所示：

| 谐波阶数            | A类限值 (A,rms) | B类限值 (A,rms) | C类限值 (A,rms)          | D类限值 (A,rms) |
|-----------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 2               | 1.08         | 1.62         | 2%                    | N/A          |
| 3               | 2.3          | 3.45         | 30 times power factor | 3.4          |
| 4               | 0.43         | 0.65         | N/A                   | N/A          |
| 5               | 1.14         | 1.71         | 10%                   | 1.9          |
| 6               | 0.3          | 0.45         | N/A                   | N/A          |
| 7               | 0.77         | 1.16         | 7%                    | 1            |
| 8               | 0.23         | 0.35         | N/A                   | N/A          |
| 9               | 0.4          | 0.6          | 5%                    | 0.5          |
| 10              | 0.18         | 0.28         | N/A                   | N/A          |
| 11              | 0.33         | 0.5          | 3%                    | 0.35         |
| 12              | 0.15         | 0.23         | N/A                   | N/A          |
| 13              | 0.21         | 0.32         | 3%                    | 0.296        |
| 14 to 40 (even) | 1.84/n       | 2.76/n       | N/A                   | N/A          |
| 15 to 39 (odd)  | 2.25/n       | 3.38/n       | 3%                    | 3.85/n       |

表2: IEC/EN 61000-3-2标准中规定的A~D类设备的辐射限值

### 闪变与 IEC/EN 61000-3-3

对于各相电流在16A以下的用电设备来说，IEC/EN 61000-3-3标准带来的另外一个影响是规定了设备允许产生的闪变限值。同时，它还根据1995年标准的修订版（于2004年5月1日生效）进行了相应的修改，其中包括对部分限值以及测量方法的修改。另外，在闪变测量仪器的功能与设计规范方面，参考了IEC 61000-4-15标准。

除此之外，为了规范61000-3-3所没有涉及到的设备或安装方法，从2003年11月开始又推出了IEC/EN 61000-3-11标准。该标准针对的对象是各相输入电流高达75A的设备以及需要进行条件连接——即为了达到61000-3-3标准规定的电磁辐射限值而使参考阻抗低于IEC 60725标准——的设备。

那么什么是闪变呢？早在二十世纪四十年代，就有用户投诉由于电压的短时间波动导致照明灯泡的亮度发生变化，使其光线发生闪烁，就像蜡烛被风吹动变得摇曳不定一样。这种电压波动现象实际上就是电压重复性的骤降或骤升，其产生的原因在于本地配电网中多种负载之间的交互——其中破坏性最大的当属电弧炉、电焊机、电机等大型感性负载。

此类负载会吸收相当大的开启电流，或者在正常工作时会产生相当大的波动电流，而当峰值电流通过电网时造成短时间的电压骤降，该峰值电流会给当地造成电压波动，而且与谐波污染造成的影响不同，能够被用户直接察觉到。例如，电流为10A、功率因数为0.7的负载相当于IEC 60725参考阻抗会产生大约4.5V的压降。

一般而言，如果该压降为静态的，则产生的影响不会太大。但是，像激光复印机和打印机等能耗变化较快的常用设备，则比较容易引起闪变。因此，闪变测试设备与测试方法主要以人的认知系统为模型，其测量标准包括觉察力 (P) 与短期闪变指标Pst，其中Pst =1为人能够忍受的极限值。通过对处于230V/60W闪变灯泡照明条件下的1200名志愿者进行调查，我们了解到闪变的波动幅度和重复频率两个指标最为关键，其中人对于17.6 Hz的闪变频率最为敏感。该频率下，电压只要波动0.276%就相当于Pst = 1，对于人的影响相当于每分钟重复 0.8次的3%大小的电压波动对人造成的影响。图3所示为闪变频率高达30 Hz——此时人的觉察力急剧下降——条件下的电压波动图，图中所示为61000-3-3标准中规定的当人的容忍系数恒定时对应的闪变幅度与频率。如果负载在正常工作时需要吸收相当大的开启电流或者相当大的波动电流，则当峰值电流通过电网时造成短时间的电压骤降。

重复性电压波动会引起白炽灯泡和荧光灯的闪变，造成的影响程度各异，有的使人产生不适感，严重的会造成患有光敏性癫痫的人抽搐。前面我们提到过，闪变测试设备与测试方法主要以人的认知系统为模型，其测量标准包括觉察力 (P) 与短期闪变指标Pst，其中Pst =1为人能够忍受的极限值。图4所示为发生闪变时交流电网的波形：

**测量的含义**

所有电气与电子产品，只要属于欧盟EMC或电能质量规定或其地区性相当规定的管辖范围，

都必须满足其中的所有相关标准，并且满足行业最佳标准。这句话暗含的意思是：所有用于产品质量初测或全过程检测——常见于生产测量或质检测量——的仪器，都必须根据《国标》进行具有可追溯性的校准，只有测量不确定度满足要求才能进行相关测量。

IEC标准中包含了大量的测试方法方面的信息，IEC/EN 61000-3-2、3标准中都规定了电视、洗衣机等设备的测量要求，附录中还规定了产品进行型式实验的条件。

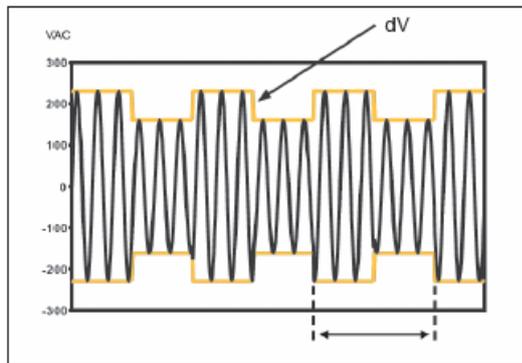


图 4. 采用举行振幅调制模拟简单的闪变现象

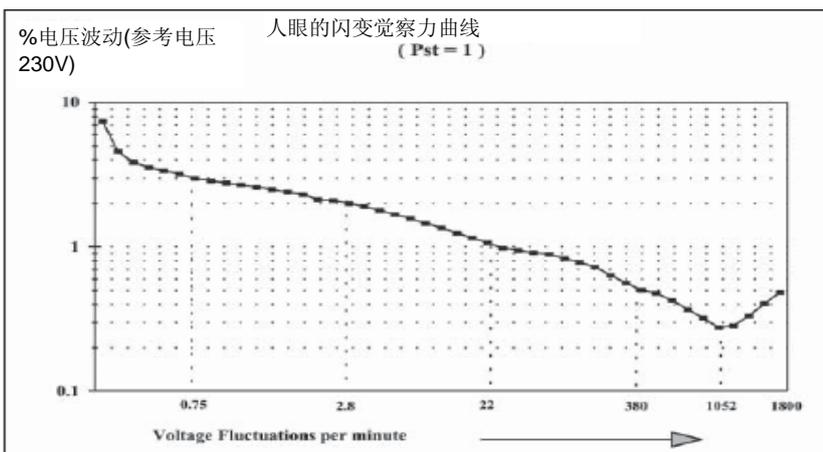


图3 IEC/EN 61000-3-3根据人眼对于闪变的反应情况制定了相应的闪变测量要求。

另外，IEC/EN 61000-4-7和IEC/EN 61000-4-15对于谐波与闪变测量作出了重要规定。用于有功测量的机电式测量仪表需满足IEC/EN 62053- 11标准的相关规定，其中该标准的第22、23条适用于2~0.2S级电子式测量仪表。从事电能质量测量工作的电力工程师还需要熟悉IEC/EN 61000-4-30标准。

## 61000-3-2 & 61000-4-7

与以前版本相比，61000-3-2的第2.1版在测量方法方面做了重要修改，其中第一项修改是关于数据采集要求方面的。测量时间窗从原来的320 msec (50 Hz)和266.7 msec (60 Hz)统一变成了200 msec矩形窗，分别为10和12个线周期长，最差情况下准确度为 $\pm 0.03\%$ 。所有测量不得存在缺口，观察周期必须足够长，以确保测量结果在 $\pm 5\%$ 波动范围内的可重复性。该标准中提出了一种新的谐波测量方法，即测量全部测试时间内2阶~40阶各谐波的电平，同时在最后平均阶段之前对所有谐波测量值进行一阶滤波处理，时间常数为1.5秒，各谐波的测量结果必须低于此类设备的相关限值。

这些变化对于因谐波电平发生波动而导致功耗大小发生变化的设备会产生很大影响。而原先允许百分之十的测量时间内谐波电平波动值可以达到极限值的150%的规定将不再适用。相反，每个200-msec时间窗内的谐波测量值在经过滤波处理后，均必须低于极限值的150%。同时，新标准还允许21阶~39阶奇次谐波允许超过其限值，条件是整组的平均值必须低于规定限值。由于C和D类仪器的限值与功率成比例，因而制造商必须说明其设备的功率等级，该功率等级必须处于测量值的 $\pm 10\%$ 范围内。

原先的61000-3-2标准的附录B中对测量提出了各种要求，例如总允许误差。而2.1版标准中没有了附录B，取代它的是第二版的IEC/EN 61000-4-7标准，其中对于谐波测量的方法以及谐波分析仪器的使用提出了建议。该建议以方块图的形式描述了谐波分析仪的结构，初看类似典型的电子式电能测量仪表，但是采样、转换、有功功率计算等模块的电压与电流输入是分开的一一见图5：

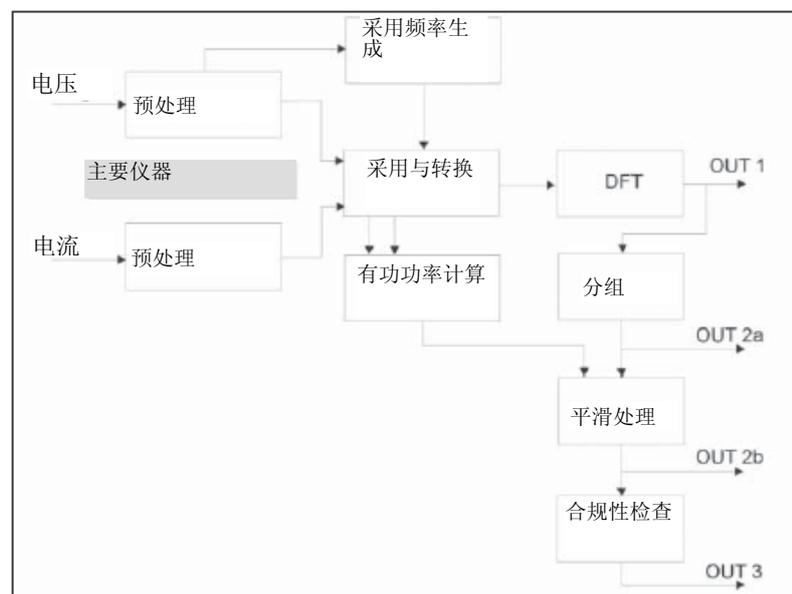


图5 IEC/EN 61000-4-7标准的谐波分析仪方块图

为了保证测量结果的可再现性并可直接进行相互比较，该标准采用了更为简单的离散傅立叶变换(DFT)测量法，然后再进行分组与平滑处理，使信号达到标准所要求的形状。通过这种信号连锁处理方式，在长度为200-msec的测量时间窗内，可以测量出直到40阶的各谐波值，测量的分辨率为5-msec。

它采用1.5-sec滤波器对处于各测量时间窗的谐波与间谐波进行分组和平滑处理。由于功率属于D类限值计算的一部分，因而有功功率计算与各组谐波一样，也要经过1.5-sec滤波处理。最后，仪器将各组谐波的测量结果与该类被测设备的规定限值进行比较。

表3所示为一类与二类测量仪器单频、稳态信号测量的最大允许误差，其中一类仪器适用于合规性测量，而二类仪器适合一般性测量使用。

表中的误差标准与61000-3-2中的限值有关，即允许值的5%，或者被测设备额定电流的0.15%，并取其中较大者。

| 分类 | 测量参数 | 条件  | 最大误差                                     |
|----|------|---|--|
| I  | 电压   | $U_m \geq 1\% U_{nom}$<br>$U_m < 1\% U_{nom}$   | 5% $U_m$<br>0,05% $U_m$                  |
|    | 电流   | $I_m \geq 3\% I_{nom}$<br>$I_m < 3\% I_{nom}$   | $\pm 5\% I_m$<br>$\pm 0,15\% I_{nom}$    |
|    | 功率   | $P_m < 150W$<br>$P_m > 150W$                    | $\pm 1,5 W$<br>$\pm 1\% \text{ of } P_m$ |
| II | 电压   | $U_m \geq 3\% U_{nom}$<br>$U_m < 3\% U_{nom}$   | 5% $U_m$<br>0,15% $U_m$                  |
|    | 电流   | $I_m \geq 10\% I_{nom}$<br>$I_m < 10\% I_{nom}$ | $\pm 5\% I_m$<br>$\pm 0,5\% I_{nom}$     |

U=V rms      m=测量值  
I=A rms      nom=额定值  
P=W

表3: IEC/EN 61000-4-7的最大测量误差极限值

仪器的额定测量带宽为2 kHz (50 Hz) 其特点在IEC 61000-4-15标准中有或2.5 kHz (60 Hz)。对于高出频率分量，规定——见图6:  
为了不影响测量结果，则采用抗迭混低通滤波器加以去除，

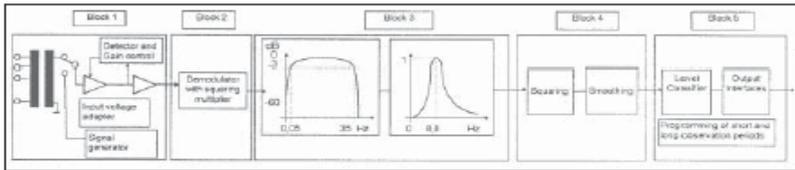


图6: 标准闪变计由五个功能单元组成

阻带的衰减必须大于50dB。另外，为了避免影响测量结果，被测设备的供电电压必须非常纯净，其中最差情况下3阶谐波失真为0.9%，而从11阶至40阶则下降到了0.1%。其他值得注意的要求包括电流感应元件及其接线的最大容许压降为0.5V。

### 61000-3-3 与 61000-4-15

为了评估被测设备引起闪变的能力，需要监测设备交流输入端的电压随时间变化情况，同时电源线的阻抗应该等于IEC 60725规定的参考值。此类测量所

用的传统设备为闪变计，根据61000-4-15标准，闪变计由五个功能单元组成。其中，第一个单元将交流输入电压转换为内部参考电平，使测量独立于输入电平进行。同时采用一个信号发生器作为现场校准检查装置。下一单元由一个解调器组成，对输入信号进行平方处理，从而还原电压波动信号。第三个单元由两个串联的滤波器组成，用以去除解调器输出信号中的直流成分和双频交流纹波，并对仪器的频率响应进行加权处理。第四个单元由一个平方乘法器和一个一阶滤

闪变计通过拉氏变换评估从设备打开开始的一系列相等的矩形间隔内测量的电压有效值，并以10分钟为周期进行积分处理，以此计算出Pst值。如果Pst < 1，则表明被测设备符合规定标准。进行评估时，对于一次连续工作30分钟以上的设备的评估时间需要两个小时或更长时间，同时任何两个小时周期的积分值，即最大允许长期闪变指标值 (Plt)不得超过0.65。图7所示为一个新的电源周期内测量参数的变化情况:

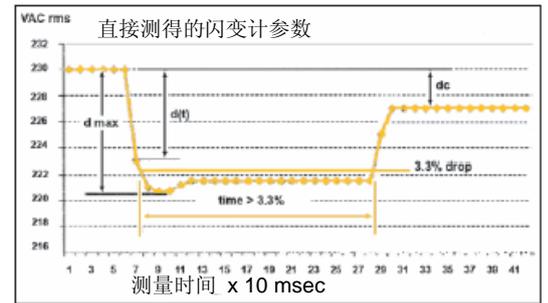


图7: 通过闪变计的测量值分析电压相对于时间的变化情况。

波器组成，与第二、三单元共同模拟人的认知系统对于闪烁灯光的响应能力。最后一个单元为数据处理子系统，用以计算闪变信号的电平。根据新修改的标准，直流相对压降不得超过3.3%；当时间窗超过500 msec时，瞬态值(t)不得超过3.3%；对于持续性使用的设备，最大相对压降d max不得超过4%（现在，对于手持式电动工具等开/关不太频繁的设备，浪涌电流允许6% - 7%）。为了避免设备在开启时电源相位的随机性以及由此导致的电流峰值变化，该标准提供了一种新的d max 测量方法，即取24个读数，去掉最低值与最高值，然后取其读数的平均值。

## 62053-11, -21 & -22

IEC/EN 62053中规定了电能质量测量仪器的欧洲标准,该标准对于测量有功功率的机电式仪表和静态仪表提出了要求——其中最引人注意是关于第一、二类仪器的EC/EN 62053-21标准,该标准取代了原来的IEC 61036标准——以及关于0.2S和0.5S类有功功率测量仪器的62053-22标准。

62053-23中规定了无功测量仪器的质量标准。如果仪器可以测量不止一种功率或者具有其他功能——例如定时开关或数据通信接口——则必须满足此类元件的相关标准。

IEC/EN 62052-11取代了以前的标准中的一般性要求,成为目前测试与测量条件的参考标准,对IEC/EN 62053系列标准起到了补充作用。同样,IEC/EN 62053-11、-21、-22、-23分别取代了以前的IEC 60521、60687、61036、61268标准,主要规定了测量和误差的极限值标准。表4所列为62053-21标准关于一类和二类有功功率测量仪器的误差极限值规定:

| V 电流值                         |                                | 功率因数       | 各类仪表的百分比误差极限值 |       |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|---------------|-------|
| 直连式测量仪表                       | 互感器式测量仪表                       |            | I             | Δ     |
| $0.05 I_b \leq / < 0.1 I_b$   | $0.02 I_b \leq / < 0.05 I_n$   | 1          | ± 1.5         | ± 2.5 |
| $0.1 I_b \leq / \leq I_{max}$ | $0.05 I_b \leq / \leq I_{max}$ | 1          | ± 1.0         | ± 2.0 |
| $0.1 I_b \leq / < 0.2 I_b$    | $0.05 I_n \leq / < 0.1 I_n$    | 0.5 电感性负载  | ± 1.5         | ± 2.5 |
|                               |                                | 0.8 电容性负载  | ± 1.5         | -     |
| $0.2 I_b \leq / \leq I_{max}$ | $0.1 I_n \leq / \leq I_{max}$  | 0.5 电感性负载  | ± 1.0         | ± 2.0 |
|                               |                                | 0.8 电容性负载  | ± 1.0         | -     |
| 如用户有特殊要求: 从                   |                                |            |               | ±     |
| $0.2 I_b \leq / \leq I_b$     | $0.1 I_n \leq / \leq I_n$      | 0.25 电感性负载 | ± 3.5         | ±     |
|                               |                                | 0.5 电容性负载  | ± 2.5         | ±     |

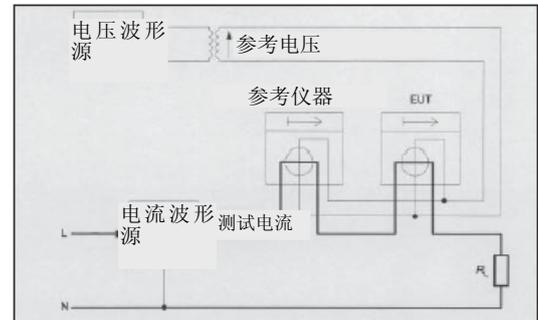
表4: IEC/EN 62053-21标准针对一类与二类电子式测量仪表规定的最大测量误差极限值。

该标准对于采用感应电阻器作为分流器直接连接进行测量的仪表和采用电流互感器或变送器的互感器式仪表采取了区分对待

总的来说,分流器的低电平线性度特性要优于电流互感器,正是由于认识到了这一点,标准针对不同类型的传感器规定了不同大小的测量电流 $I_b$ ——仪表的基本电流或满负荷额定电流。对于代表典型安装环境的三种功率因数条件,测量仪表的测量准确度必须保持标准水平。另外,当环境温度、电压(±10%)以及频率(±2%)等影响量发生变化时,仪表的测量准确度必须保持在小范围的误差百分比内。图8所示为功能测量的装置图:

图8: 电力仪表的测量装置图。

当存在谐波分量时,测试条件规定了额定工作电压、额定满量程电流的50%,以及基频条件下功率因数为1。当电压为额定工作电压的10%、电流为基本电流的40%时,干扰谐波为5阶谐波,并且谐波的功率因数为1,基本电压与谐波电压波形在正方向同相。



因此,当总的有功功率为基本值的1.04倍时,5阶谐波的功率大小为基本电流功率的0.04。图9所示为所有电子式测量仪表测量时所采用的次谐波波形。

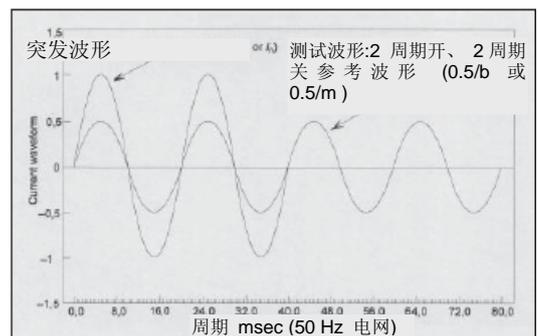


图9: 电子式测量仪表所使用的次谐波电流测试波形。

### 61000-4-30

IEC 61000-4-30描述了电能质量参数的测量与解读方法，但是没有给出任何极限值——由其他部分提供，例如61000-3-2和-3。61000-4-30中描述的方法有闪变、电压、电流谐波与间谐波的测量方法，以及如何评估电源与频率的稳定性——包括电压骤降、骤升、中断、瞬变等现象。标准的其他部分描述了以交流电力线作为信号线使用的特殊测量方法。

另外，该标准还规定了电力线频率测量的周期为10秒。除闪变外，在使用聚合合法时，各间隔所采用的电压和电流测量值为有效值。聚合周期是连续的，测量时间窗之间不存在缺口。为了避免在供电稳定性、闪变、谐波测量过程中使用不可靠的值进行计算，标准引入了标记法的概念。电压骤降、骤升、中断过程中可能会出现不可靠的值。具体如何评估标记数据由用户自己决定。值得注意的是，A类仪器电能质量测量准确度的要求为最大频率测量不确定度 $\pm 0.01$  Hz，

为了确保仪器在多种外部因素存在的情况下仍然能够准确地进行测量，

61000-4-30规定：被测参数的测量结果必须处于规定的测量不确定度范围内，同时其他所有参数的测量不确定度要保持在允许范围的。也就是说，在谐波、间谐波、闪变等干扰因素存在的情况下，A类仪器的电压测量不确定度必须保持 $\pm 0.1\%$ ——从而对A类仪器的校准源提出了更高要求，即当各种干扰因素存在时，为了确保测量结果的可靠性，要求总的测量不确定 $\leq 0.02\%$ 。表5所示为各种影响量以及A类仪器测量性能的标准范围：

| I 影响量                   | 变化范围  |
|-------------------------|---|
| 频率                      | 42.5Hz-57, 5 Hz — 50Hz 系统<br>51Hz-69Hz — 60 Hz 系统 |
| 电压幅度 (稳态)               | 0 % - 200 % of $U_{din}$                          |
| 闪变 ( $P_{st}$ )         | 0 - 20  |
| 不平衡度                    | 0 % - 5 %   |
| 谐波(THD)                 | IEC 61000-2-4, class 3 标准中规定值的两倍                  |
| 间谐波 (任意频率)              | IEC 61000-2-4, class 3 标准中规定值的两倍                  |
| 电源信号电源                  | 0 % - 9 % of $U_{din}$                            |
| IEC 61180 标准的瞬态电压       | 6 KV 峰值   |
| 快速瞬变                    | 4 KV 峰值   |
| 请注意: $P_{st}$ 由周期性调制所产生 |   |

表 5: 61000-4-30 中规定了多种影响量存在时的参数测试要求

标准根据测量性能将仪器分成两类：A类与B类。其中，A类仪器指用于进行合规性测量的仪器，B类主要用于故障检修。规范指出，对于不同的测量参数，仪器的测量性能等级可以不同。对于基本的200-msec十或十二周期测量时间窗内获得的测量数据，A类仪器采用三种时间间隔进行加总计算——50 Hz、150个周期或60 Hz、180个周期的间隔为3秒；10分钟间隔；2小时间隔。

额定电压值下电压的测量不确定度 $\leq \pm 0.1\%$ ，而对于谐波与闪变的响应能力要求，则是通过61000-4-7和61000-4-15规定的。标准的其他部分描述了仪器在测量电压骤降、骤升、中断、不平衡、交流电网信号方面的性能要求。重要的是，规范在性能确认公式中引入了一系列影响量。这反映出在其他外部因素的影响下，仪器的测量质量会下降，例如三相电压平衡测量会受到谐波的干扰。

参数测量的具体步骤如下：首先选择需要测量的参数——比如电压——然后将该参数的整个范围分成五个相等部分进行测量，同时使测试状态1内所有其他参数保持不变——见表6。因此，该项检查属于线性度测试，电压检查点分别为额定满量程电压的0%、50%、100%、150%、200%。接下来进入测试状态2和3，此时被测参数将相继与各种影响量组合——该过程中仪器的测量准确度必须符合规定的容许不确定度。

例如,电压的读数必须准确地反映基波与任意谐波的电源之和,同时谐波不得干扰仪器的电压不平衡度的测量。在进行这些检查的过程中,要求测试源能够自由的组合电压有效值、闪变、谐波等参考测试信号。

与其他类似欧洲标准一样,该指令的主要目的取消贸易壁垒,促进竞争,为制造商和消费者创造一个公平的竞争环境。

那么,它们之间的区别又在哪呢?主要的区别在于《欧洲测量仪器指令》中包含了许多成员国尚未制定相关标准的各种设备。

| 影响量  | 测试状态 1                       | T 测试状态 2   | 测试状态 3  |
|------|------------------------------|--|---|
| 频率   | $f_{nom} \pm 0,5 \text{ Hz}$ | $f_{nom} - 1 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$  | $f_{nom} + 1 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$   |
| 电压幅度 | $U_{din} \pm 1 \%$           | 由闪变、不平衡度、谐波、间谐波决定(如下所示)  | 由闪变、不平衡度、谐波、间谐波决定(如下所示)   |
| 闪变   | $P_{st} < 0,1$               | $P_{st}=1 \pm 0.1$ -1 分钟内变化 39 次的矩形调制  | $P_{st}=4 \pm 0.1$ -1 分钟内变化 110 次的矩形调制<br>请注意:仅限于 10 分钟测量值,其他值请使用 $P_{st}=0$ 至 0.1  |
| 不平衡度 | $U_{din}$ 的 0% 至 0.5%        | 75%±0.5% of $U_{din}$ Phase A<br>0.80%±0.5% of $U_{din}$ Phase B<br>0.87%±0.5% of $U_{din}$ Phase C<br>所有相位角为 120°                 | 1.52%±0.5% of $U_{din}$ Phase A<br>1.40%±0.5% of $U_{din}$ Phase B<br>1.28%±0.5% of $U_{din}$ Phase C<br>所有相位角为 120°                  |
| 谐波   | $U_{din}$ 的 0% 至 3%          | 10%±3% of $U_{din}$ 3 <sup>rd</sup> at 0°<br>5%±3% of $U_{din}$ 5 <sup>th</sup> at 0°<br>5%±3% of $U_{din}$ 29 <sup>th</sup> at 0° | 10%±3% of $U_{din}$ 7 <sup>th</sup> at 180°<br>5%±3% of $U_{din}$ 13 <sup>th</sup> at 0°<br>5%±3% of $U_{din}$ 25 <sup>th</sup> at 0° |
| 间谐波  | $U_{din}$ 的 0% 至 3%          | 1% ± 0,5% of $U_{din}$ at 7,5 $f_{nom}$  | 1% ± 0,5% of $U_{din}$ at 3,5 $f_{nom}$   |

表6: 61000-4-30标准规定的参数测量状态

B类仪器必须通过类似但是要求相对较低的多种干扰因素测试。同时,测量仪器的制造商必须说明相关测量间隔,并且解释仪器是如何获取和报告测量数据的。最大电压测量不确定度应该≤±0.5%,制造商同样要注明频率读数的不确定度和测量方法。

### 《测量仪器指令》

《欧洲测量仪器指令》从2006年10月30日开始生效,对各类称重和测量仪器的计量标准作出了规定,涉及的对象既包括气体、水、电测量仪表,也包括自动称重设备、废气分析仪器、加油泵、出租车计价器,甚至葡萄酒和啤酒杯。

《欧洲测量仪器指令》仅适用于新生产的计量产品,详细规定了制造商在欧洲地区出售或使用仪器时所必须满足的要求,其中包括所有仪器都必须满足的一般性要求,以及相关标准附录中的针对特定仪器提出的基本要求。与从前一样,该指令授权各指定机构——欧盟成员国范围内独立于国家性计量组织的测试机构——对产品进行达标测试,通过测试的产品将佩戴CE标志,该标志在整个欧洲都有效。由于《欧洲标准》中对被测设备需要测试的内容也作出了规定,因而测量产品的达标标准不会只有一个——请参照“2004年版EMC指令的变化”。

这些新的规定是否被采用将由各国自行决定——例如,一向要求严格的英国认为,对于不存在约束标准的仪器,则没有必要采用该新的标准。从制造商角度来看,自己的产品如果不采用统一的标准会节省相当大一部分开支,因为这样产品只需要进行一种型式测试而不是为了打入不同的目标市场需要进行多种测试。同时,灵活的允许制造商根据自身需要进行合规性测试对于比较简单的产品尤为有利,例如绝缘胶带的达标测量。对于多数电子行业而言,《欧洲测量仪器指令》不会带来太大的变化。

## 补充内容——2004版《EMC指令》的变化

由于《EMC指令》在适用范围方面的局限性，使得许多工程师对此望而却步。为了进一步理顺市场关系，欧盟最近又出台了《内部市场简化法》。根据该法，新的《2004/108/EC EMC指令》将取代1989年的《89/336/EEC指令》。从2007年6月20日开始，所有满足原先指令的设备在市场上的销售时间可以延长到2009年7月20日。新标准的附录1对此是这样描述的：“为了确保设备所产生的电磁干扰满足规定标准，从而不至于影响到周围的无线通讯或其他设备的正常工作，设备的设计与制造应该遵循最新的标准。同时，在正常使用过程中应该具备相应的抗电磁干扰能力，测量性能的变化应该保持在可以接受的水平上。”

其中最为显著的变化是关于与其他指令所涉及设施一起使用的固定式测量设备——例如可能会产生电磁干扰或受到电磁干扰影响的大型机器和网络。尽管此类设备可以采用不同的配置，但是却需要根据以后正常使用情况进行全面的EMC评估。指令还指出，所有供终端用户使用的组件或附属装置也应该遵守这一规定。重要的是，对于所引用的标准，新指令并没有进行修改——多数修改仅属于测量规程方面的修改。

例如，根据新指令，制造商可以通过两种途径满足自身产品的达标需要。第一种途径是采用内部生产控制法——又称自我认证法——即制造商（或者制造商的授权代表机构）根据统一的EN标准自行完成所有测试项目，保证自己的产品全面达到指令的相关要求。第二种途径是通过指定机构——即具备相关资质的测试机构——由其根据制造商的指示对

其设备进行评估，并且完成制造商一般无法完成的测试项目。

这两种途径都要求制造商提供技术文件证明产品的合格性，同时确保生产工艺符合指令的相关要求。指定机构负责对该文件进行检查，满意的话将提供产品的达标证明，与其他产品文件一并提供给用户。或者由选择进行自我认证的制造商自行负责产品的所有达标问题。无论采用何种方式，产品技术文件中都将提供产品的一般性描述，介绍产品的设计和制造工艺，同时提供产品的达标证明文件。如果产品只采用了部分标准，则文件中必须详细说明测量的具体内容，具体必须包括设计计算、EMC评估、检查的内容、测量报告等信息。

根据新的指令，为了获得CE标志，产品的达标声明必须参照指令的相关要求，设置产品编号，注明制造商或欧盟境内的授权代表机构，同时列出产品所采用的标准。公司的授权代表必须在声明文件上签字。尽管不具有强制性，但是，为了获得CE标志，绝大多数公司还是要借助于专业的测试机构。关于指定测试机构的目录，请访问Europa网的以下地址：<http://europa.eu.int/eur-lex/>

## 相关链接

美国国家标准学会 (ANSI)

[www.ansi.org](http://www.ansi.org)

合规性工程

[www.ce-mag.com](http://www.ce-mag.com)

合规性期刊

[www.compliance-club.com](http://www.compliance-club.com)

Europa欧盟官方刊物门户

<http://europa.eu.int/eur-lex/en/oj/>

评估工程

<http://evaluationengineering.com>

联邦能源监管委员会(FERC)

[www.ferc.gov](http://www.ferc.gov) International

国际电工委员会(IEC)

[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

国际测量技术

[www.metering.com](http://www.metering.com)

北美电力可靠性协会

[www.nerc.com](http://www.nerc.com)

测试与测量世界

[www.tmworld.com](http://www.tmworld.com)

# FLUKE.

**Fluke.** *Keeping your world  
up and running.*

**Fluke Corporation**

PO Box 9090  
Everett, WA USA 98206

**Fluke Europe B.V.**

PO Box 1186  
5602 BD Eindhoven  
The Netherlands

**For more information call:**

In the U.S.A. (800) 443-5853  
or Fax (425) 446-5116  
In Europe/M-East/Africa +31 (0)40 2 675 200  
or Fax +31 (0)40 2 675 222  
In Canada (800) 36-FLUKE  
or Fax (905) 890-6866  
From other countries +1 (425) 446-5500  
or Fax +1 (425) 446-5116

Visit us on the world wide web at:

**[www.fluke.com](http://www.fluke.com)**

© Copyright 2006, Fluke Corporation.  
All rights reserved. Printed in the Netherlands 02/06  
Data subject to alteration without notice.  
Pub\_ID: 11067-eng