

电子衡器电磁兼容性试验的几个问题探讨

□山东金钟科技集团股份有限公司 沈立人

【摘要】针对电子设备，目前国际上出版了许多关于电磁兼容性试验的标准，我国也基本上等同采用了这些标准。电子衡器作为电子设备的一种产品，国际法制计量组织出版的多个衡器国际建议，也引用了部分电磁兼容性试验的内容，至于我国的电子衡器产品是否都必须需要进行这些项目的试验？这是本文探讨的问题。

【关键词】电子衡器；电磁兼容性试验；问题探讨

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2024）06-0020-05

1 引言

1.1 电磁兼容性简介

EMC（电磁兼容性）（Electro Magnetic 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干扰的能力，是产品质量最重要的指标之一。测试目的是检测电器产品所产生的电磁辐射对人体、公共场所电网以及其他正常工作之电器产品的影响。

因此，EMC 包括两个方面的要求：一方面是指设备在正常运行过程中对所在环境产生的电磁干扰不能超过一定的限值。另一方面是指器具对所在环境中存在的电磁干扰具有一定程度的抗扰度，即电磁敏感性。

1.2 我国执行的电磁兼容性标准

我国国家标准化管理委员会（SAC），将国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）颁布的关于电磁兼容性方面的标准等同转换为我国的相关标准。例如，本文中介绍的《GB/T 17626.X 电磁兼容试验和测量技术》^[1]系列标准，其中大部分内容就是等同采用了国际标准IEC 61000-4-X^[2]系列。介绍的《GB/T 21437.X 道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰》^[3]系列标准，大部分内容就是等同采用国际标准ISO 7637^[4]系列国际电工委员会的标准。

1.2.1 GB/T 17626.X 系列国家标准

过去机电装置和系统对电磁骚扰（即传导、辐射电磁骚扰和静电放电）并不敏感，或者即使有电磁骚扰，人们也未引起足够的重视。目前所使用的电子元件和设备对这些骚扰则要敏感得多，尤其是对“高频”和“瞬态”现象。电和电磁的骚扰引起的严重误动作、损坏等危险也随之增加。国家有关专业标准化技术委员会推荐性GB/T 17626.X 系列标准，截止目前，现行最新的国标GB/T 17626.X 一共27个。目前，我们所看到的衡器国际建议中出现了6个，分别为：“静电放电抗扰度”“射频电磁场辐射抗扰度”“射频场感应的传导骚扰抗扰度”“电快速瞬变脉冲群抗扰度”“浪涌（冲击）抗扰度”“电压暂降 短时中断抗扰度”。

1.2.2 GB/T 21437.X 系列国家标准

国家推荐标准《GB/T 21437.X 道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰》系列标准，现行一共有5个，目前我们所看到的衡器国际建议中出现了2个，分别为：“沿供电线路的电气瞬态传导”“通过电源线以外的线路进行的电气瞬态传导”。

近年来，由于车辆大量安装了用于实现控制、监视和显示等各种功能的电气/电子部件和系统，其容易受到车辆自身电气/电子系统（例如：点火系统，发电机/交流发电机系统，电动机和执行器等）产生的骚扰而发生性能下降（暂时故障，甚至是永久损

坏)。GB/T 21437《道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法》旨在确定道路车辆用电气/电子部件的电瞬态传导发射和抗扰性试验方法。

1.3 电子衡器的EMC要求

(1) 由于元器件噪声, 发布电容电感引起的电磁感应, 长线传输中波的反射, 多点接地引起的电位差, 电源系统引入的干扰等系统结构、制造工艺、安装等内在原因引起的内部干扰, 和由于大功率设备、输电线路发生的电磁场, 广播和通信设备发射的无线电波, 自然界天体辐射、雷电、气温、湿度等原因引起的外部干扰。电子衡器与消费电子、工业控制, 还是汽车电子、军工电子一样, 都需要通过电磁兼容性(EMC)的检测, 才能保证能够达到应用要求。

(2) 电子产品的工作环境所要求的EMC测试标准是不同的, 每个试验又分了很多的等级。虽然GB/T17626.X系列标准包括27个标准, 但是对于不同产品的要求也是不一样的, 有的产品只需要完成其中几项试验即可。由于每个试验涉及的试验概念、试验等级、试验布置、试验程序、试验结果分析等内容较多, 本文只是对几个试验进行简述, 详细介绍可以参考的标准文本内容。

(3) 在1992版的R76《非自动衡器》^[5]国际建议中, 强制性要求对电子衡器进行“短时电源电压降低”“脉冲串”“静电放电”“抗电磁场辐射”四项试验。随着IEC(国际电工委员会)标准的修改, 2006版的R76^[6]国际建议将强制性电磁兼容性试验增加为7项, 分别为“电压暂降短时中断抗扰度”“电快速瞬变脉冲群抗扰度”“静电放电抗扰度”“浪涌(冲击)抗扰度”“射频电磁场辐射抗扰度”“射频场感应的传导骚扰抗扰度”“道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰”。随后修订出版的其他7个自动衡器国际建议, 和称重传感器国际建议也相继引用了这些试验项目。

(4) D11《电子测量仪器的通用要求》^[7]国际文件是针对“电子测量仪器”的要求, 所以对于电子衡器产品来讲也是适用的。包括相关气候试验、机械试验、电磁试验方面试验内容, 其中有11项涉及电磁兼容性试验要求^[8]。

2 问题

2.1 电子衡器是否都需要进行电磁兼容性试验

我认为在讨论这个问题时, 应该将“非自动衡器”与“自动衡器”分开来分析。

2.1.1 对于非自动衡器的电磁兼容性试验

绝大部分非自动衡器是在民用、商用、轻工业工作环境下使用。电子案秤、电子台秤主要是应用于民间贸易中, 电子天平等主要应用于实验室中, 对其影响比较大的主要是手机, 按照GB/T 17626.3-2016中E.2一般用途的试验等级(见表3), 受影响的程度与使用手机的距离是有关的。电子汽车衡、数字指示轨道衡等大型衡器, 虽然应用于工矿企业、港口码头、仓库等称量大宗货物, 但是安装环境中也很少有大型电动设备使用, 而使其产生影响的主要是室外环境和大功率设备、输电线路发生的电磁场的干扰。

如果说按照R76《非自动衡器》国际建议的要求, 只是进行上述6个抗扰度试验, 在正常情况下是能够满足电子衡器产品使用要求的。当然, 对于射频电磁场辐射抗扰度试验和射频场感应传导骚扰抗扰度试验中严酷等级场强要求达到“10 V/m”, 在国内外衡器行业内还是有一定的质疑声音, 普遍认为民用的、非工业环境中使用的非自动衡器电磁干扰并没有影响日常贸易活动。

2.1.2 对于自动衡器的电磁兼容性试验

上述6个电磁抗干扰试验放到自动衡器领域, 可能就存在有许多问题了, 因为许多自动衡器使用环境的电磁干扰影响比较大。而大多数自动衡器是在大型电动机、大型工业窑炉、大型运输机械工作环境下使用, 特别是连续累计自动衡器。

在冶金行业, 特别是有色金属企业都是采用电炉冶炼, 这些电炉磁场对附近使用的电子衡器影响就比较大, 那么就必须考虑其他的抗扰度试验要求, 比如GB/T 17626.8《电磁兼容试验和测量技术工频磁场抗扰度试验》。

在有电阻焊接机、轧钢机、带有变化负荷大型电动机使用场所的设备启动时, 电压波动主要由电网电压的波动, 以及大中型电机变负荷的频繁启动造成, 所以在这些场所使用的电子皮带秤、电子配料秤, 必须考虑GB/T 17626.14《电磁兼容试验和测

量技术电压波动抗扰度试验》。而低压网络中使用的大量电器所产生的电压波动一般是不明显的，这样环境中使用的电子衡器产品就没有必要进行此项试验了。

2.2 非自动衡器与自动衡器判定合格的标准不应该相同

2.2.1 几乎所有衡器的国际建议都规定：在有干扰和无干扰情况下，示值变化应不大于 e ，或者衡器应能检测到显著增差，并对其做出响应。

而国家推荐性《GB/T 17626.X 电磁兼容试验和测量技术》系列标准对于这个问题给出了非常明确的评定建议。试验结果应依据受试设备在试验中的功能丧失或性能降低现象进行分类，相关的性能水平由设备的制造商或需求方确定，或由产品的制造商和购买方双方协商同意。建议按如下要求分类：

①在制造商、委托方或购买方规定的限值内性能正常；

②功能或性能丧失或降低，但在骚扰停止后能自行恢复，不需要操作者干预；

③功能或性能暂时丧失或降低，但需操作者干预才能恢复；

④因设备硬件或软件损坏，或数据丢失而造成不能恢复的功能丧失或性能降低。

由制造商提出的技术规范可以规定对受试设备产生的某些影响是不重要的，因而是可接受的试验影响。

在没有合适的通用、产品或产品类标准时，这种分类可以由负责相应产品通用标准、产品标准和产品类专业的标准化技术委员会制定用于作为明确性能判据的指南，或作为制造商和购买方双方协商的性能判据的框架。

2.2.2 实际上，由于非自动衡器和自动衡器所使用的环境情况是不同的，这里不谈两类衡器的操作方式不同，单就两类衡器的使用环境就不能一概而论地采用一个标准进行判定合格与否。

①非自动衡器大多数情况下都是非连续称量，称量过程中出现了问题可以停下来重新称量，如同汽车是在陆上跑的，出现了故障可以停下来进行维修一样。

②自动衡器基本上都是连续称量，如同飞机在

天上飞，出现了故障后果是非常严重的。即使像动态公路车辆自动衡器是非连续称量，也是因为公路收费站往往等候排队的车辆太多，出现了故障会造成收费站工作停止。

2.3 道路车辆提供供电电源的特殊EMC试验的必要性问题

看到国际法制计量组织发布的多个国际建议中，大多数产品要求进行ISO 7637-2和ISO 7637-3“道路车辆提供供电电源的特殊EMC试验”。我们就不明白，许多衡器就没有可能会在这种情况下使用车载电源，为什么也要提出这些要求？下面针对各类衡器的使用情况进行一一分析：

2.3.1 R76 非自动衡器

这些电子衡器中小型产品有电网供电和干电池供电两种供电模式，大型产品基本上都是采用电网供电，在极少数没有电源的条件下，也是使用UPS不间断电源。因为道路车辆提供的供电电源不是很稳定，一般不会使用这种电源供电。即使起草人考虑“移动式电子衡器”的供电问题，“车载固定式衡器”是针对安装在车辆上的完整衡器（如邮政秤），“车载嵌入式衡器”是利用车辆局部作为衡器（如垃圾秤、病床秤、托盘秤、叉车秤、轮椅秤等），这些衡器大部分是可以采用干电池供电的。不知道为什么R76（2006版）增加ISO 7637-2和ISO 7637-3这两种试验要求？

2.3.2 R50 连续累计自动衡器^[9]

连续累计自动衡器基本上都是安装在工业环境现场的，由于物料输送系统动力也需要电网供应电力，所以这个R50国际建议中也没有涉及车载电池电源的试验要求。

2.3.3 R51 自动分检衡器^[10]

按照X类自动分检衡器的使用范围，这类产品主要包括：检重秤、标签秤、计价标签秤等，所检测的物品都是在电动输送线上，在供电条件充沛的情况下使用的，没有必要由道路车辆单独向称重仪表供电。

按照Y类自动分检衡器的使用范围，这类产品主要包括：车载式检重秤、车辆组合检重秤等，这些移动式衡器有可能需要道路车辆中的车载电池电源向称重仪表进行供电，所以ISO 7637-3标准所规定的

试验是必须要做的。

2.3.4 R61 重力式自动装料衡器和R107 非连续累计自动衡器

在R61（2004版）国际建议^[11]还没有ISO 7637-2和ISO 7637-3的试验要求，而到了R61（2017版）国际建议^[12]中就增加了这两个标准的试验要求，而且还增加了IEC 61000-4-17（GB/T 17626.17）《直流电源输入端口纹波抗扰度试验》和ISO 16750-2《道路车辆外部12V和24V电池供电》^[13]。R107（2007版）国际建议^[14]也增加了这两个标准的试验要求。基于实际上这两类电子衡器基本上都是固定安装使用的自动衡器，而且被称物料给排料过程的设备和系统控制都离不开交流电网供电。所以基本上不会出现车载电池电源供电和直流电源供电的可能性，自然也就没有必要进行这些抗扰度试验了。

2.3.5 R106 自动轨道衡^[15]

自动轨道衡和数字指示轨道衡都是安装在铁路上使用的衡器，由于铁路系统有完整的电网供电系统，所以轨道衡上使用的称重仪表，就没有必要考虑按ISO 7637-2和ISO 7637-3标准规定进行试验，可能这也就是这个国际建议中没有涉及到这两项试验的要求。

2.3.6 R134 动态公路车辆自动衡器^[16]

在R134国际建议明确规定，该类衡器仅适用于安装在称量控制区内的产品，没有包括便携式轴重秤。而在控制区内的称重系统完全可以有条件采用电网供电，没有必要考虑车载电池电源供电，也就没有必要考虑按ISO 7637-2和ISO 7637-3标准规定进行试验了。但是不知为什么R134（2006版）国际建议中增加了这两个标准的试验要求。

2.3.7 R150 拱形滑槽式连续累计自动衡器^[17]

2020年正式颁布的R150《拱形滑槽式连续累计自动衡器》，可能也是考虑到物料输送系统需要使用电网供电，如同R50一样没有执行ISO 7637-2和ISO 7637-3标准。

2.4 不要将可能作为必须

通过对以上各类电子衡器的使用情况分析，只有极少数种类的电子衡器有可能使用车载电源向称重仪表供电。如果说这些少数需求也是必须的话，

那么是否“电子衡器的防爆问题”也应该写入标准中？

当然，也可以说，如果没有此方面的情况可以不进行这些试验。但是，为什么不说不说如果有特殊要求可以按照相关标准进行相应的试验呢？实际上什么样的衡器产品使用在什么环境下，作为制造商、委托方和购买方是最了解的。制造商为了自己产品的声誉，为了自己的市场，是最清楚应该向购买方提供什么样性能的产品。而购买方为了采购的产品能够长期稳定运行，也会在采购时提出相关的性能和功能要求，制造商可以按照合同规定提供符合要求的产品。

3 建议

3.1 对待电子衡器的电磁兼容性试验不要一刀切

在选择环境现象的抗扰度水平和特定类别仪器的相关测试水平时，应考虑以下方面情况。如同我们身边的许多情况一样，不要动不动就采用一刀切的管理方法。一刀切的管理方法可以减少管理者的工作量，但是却增加了被管理者的负担和成本。不要认为被管理者会在产品上总是想偷工减料，实际上产品质量的优劣是每一个生产者的关注目标。如果所生产的产品不能被消费者接受，就会直接影响制造商的生存。这也就是目前国家市场监督管理总局为了进一步改善营商环境，提出了“放管服”改革的目的所在。

3.2 电子衡器的电磁兼容性试验项目的选择要实事求是

对于一些产品由于应用现场条件电磁影响比较强烈，应该增加的项目一定不能回避。而只有极个别可能出现的现象，不要强行添加一些试验项目。这样不但会增加制造商的生产成本，而且也可能增加管理成本。

4 疑问

在本文第二章讨论了自动衡器使用环境严酷度比非自动衡器更需要加强对抗干扰性能的能力，特别是对使用于干扰度比较强现场的自动衡器。但是在OIML R61^[11]的10.1.1条中指出：

It is generally not possible to apply the influence factors or disturbances to AGFIs which process material automatically. The AGFI shall therefore be subjected to the influence factors or disturbances under static conditions or simulated operation as defined herein. The permissible effects of the influence factors or disturbances, under these conditions, are specified for each case.

一般来讲，不应将影响因素或干扰应用于自动称量物料的装料衡器上。因而，装料衡器应在本建议规定的静态条件下或模拟操作下受到影响因素或干扰。在这些条件下，对每种情况规定了影响因素或干扰的允许效果。

这里的这种规定，可能是现在没有条件对使用中自动衡器进行影响因子或干扰试验的原因，还是只要通过了静态条件下的影响因子或干扰试验自动衡器就一定能够保证在现场使用的性能？如本文所述，自动衡器使用现场的情况远远比实验室的条件复杂，许多影响因子与干扰是同时影响到使用的衡器上，这些问题都是制造商为了自己的设备达到预期的功能保障安全使用所考虑的。

参考文献

- [1] GB/T 17626.X 电磁兼容试验和测量技术[S].
- [2] IEC 61000-4-X 电磁兼容试验和测量技术[S].
- [3] GB/T 21437.X 道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰[S].
- [4] ISO 7637.X 道路车辆由传导和耦合引起的电骚扰术[S].
- [5] OIML R76《非自动衡器》国际建议(1992E) [S].
- [6] OIML R76《非自动衡器》国际建议(2006E) [S].
- [7] OIML D11《电子测量仪器通用仪器》国际文件(2013E) [S].
- [8] OIML D11《电子测量仪器通用仪器》简介衡器2023 04[J].
- [9] OIML R50《连续累计自动衡器》国际建议(2006E) [S].
- [10] OIML R51《自动分检衡器》国际建议(2006E) [S].
- [11] OIML R61《重力式自动装料衡器》国际建议(2004E) [S].
- [12] OIML R61《重力式自动装料衡器》国际建议(2017E) [S].

[13] ISO 16750-2《道路车辆外部12 V 和24 V 电池供电》[S].

[14] OIML R107《非连续累计自动衡器》国际建议(2007E) [S].

[15] OIML R106《自动轨道衡》国际建议(2011E) [S].

[16] OIML R134《动态公路车辆自动衡器》国际建议(2006E) [S].

[17] OIML R150《拱形滑槽式连续累计自动衡器》国际建议(2020E) [S].

作者简介

沈立人，1947 年出生，高级工程师。现为中国衡器协会发展战略咨询委员会委员。