

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2018.04.09

显示屏闪烁率与响应时间计量标准装置的研制

刘宏欣, 刘玉龙, 江铖, 黎俊
(苏州市计量测试研究所, 江苏 苏州 215125)

摘要: 介绍了显示屏闪烁率和响应时间的测量方法, 并根据平板显示行业所特有的溯源需求进行校准装置的设计, 研制出内置函数信号发生器的亮度、闪烁率和响应时间可调的标准屏, 搭建了包括标准屏、高速光度探头和高精度示波器的显示屏闪烁率计量标准装置, 对装置的计量特性进行研究, 并对装置的测量结果进行验证。研究表明, 该校准装置满足计量标准的溯源要求, 可用于显示屏闪烁率和响应时间的校准。

关键词: 闪烁率; 平板显示屏; 校准装置; 计量标准

中图分类号: TB96

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2018)04-0039-04

The Research of Flicker and Response Time Calibration System for the Flat Panel Display

LIU Hongxin, LIU Yulong, JIANG Cheng, LI Jun

(Suzhou Institute of Measurement and Testing Technology, Suzhou 215125, China)

Abstract: This paper introduces the principle, measurement steps and calculation methods of the flat panel display (FPD) flicker and response time, and the system for flicker and response time calibration is developed for fully meeting calibration requirements in the FPD industry. The flicker and response time calibration system includes standard screen, photometric detector with high speed and high precision of the oscilloscope. Also we performed experiments for flicker and response time calibration system's characteristic and measurement verification. The major achievement of this project is the success of the flicker and response time calibration.

Key words: flicker; response time; flat panel display; calibration system; measurement standard

0 引言

随着平板显示行业的日益发展以及消费者对显示屏质量要求的逐步提高, 人体工学设计已融入到显示屏设计和生产中。影响到人眼视觉疲劳的闪烁率参数和响应时间参数已成为衡量显示屏性能的重要指标^[1], 因此越来越多的显示屏生产企业和研发机构需要对显示屏闪烁率进行测试。目前用于测量显示屏闪烁率和响应时间的计量器具多为国外制造, 国内对各类显示屏的闪烁率和响应时间评价, 甚至各种光源的闪烁率和响应时间评价都较少研究, 这是因为国内尚未建立闪烁率参数和响应时间参数的计量标准, 各显示屏厂家的测量仪器也不一致, 造成闪烁率测量仪和响应时间测量仪在国内无法溯源。本文研制了一个亮度、闪烁率和响应时间可调的标准屏, 搭建了显示屏闪烁率与响应时间计量标准装置, 旨在提供量值传递服务, 解决企业的量值溯源需求。

1 闪烁率与响应时间定义及测量方法

闪烁是指人眼对显示屏亮度快速变化的一种主观

感受。屏幕亮度按照一定的调制频率快速的变化, 当频率足够大时, 人眼就感受不到闪烁, 即认为是无闪烁状态, 能否感知到闪烁的临界频率被称为临界闪烁频率^[2]。IDMS (Information Display Measurements Standard) 组织指定的临界闪烁标准为 60 Hz。人眼在不同频率下感知闪烁的灵敏度曲线如图 1 所示。

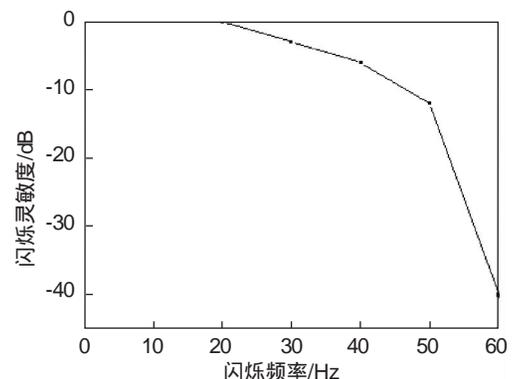


图 1 人眼在不同频率下感知闪烁的灵敏度曲线

目前国内外普遍应用的闪烁率的计算方法主要有以下三种:

1) FMA 法^[3]

FMA 法即亮度对比方法, 是 Flicker Modulation Amplitude 的缩写, 此方法通过测量显示屏的亮度随时间的调制幅度来计算闪烁率。假如显示屏的亮度变化如图 2 所示, 亮度的交流部分即为亮度的最大值 V_{\max} 与最小值 V_{\min} 之差, 亮度的直流部分即为亮度最大值与最小值之和的一半, 亮度交流部分与直流部分的比值即为闪烁率。FMA 法的闪烁率计算公式

$$\text{Flicker(FMA)} = \frac{2(V_{\max} - V_{\min})}{V_{\max} + V_{\min}} \times 100\% \quad (1)$$

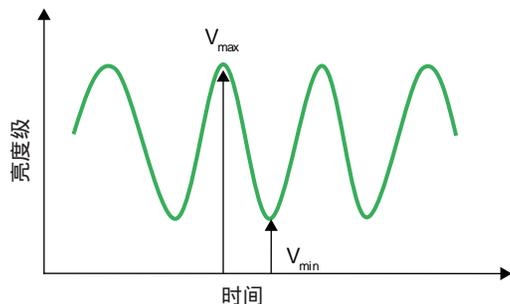


图 2 FMA 法亮度变化示意图

2) JEITA 法

JEITA 法是日本电子信息技术产业协会 (Japan Electronics and Information Technology Association) 标准中所规定方法的简称, 该方法的测试步骤为: ①测量显示屏的亮度, 将显示屏的亮度值转换成为数字信号; ②将数字信号经快速傅立叶变换 FFT 转换成为每个频率的幅值; ③将每个频率的幅值乘以人眼闪烁灵敏度曲线对应频率处的灵敏度因子 (Flicker Sensitivity), 找到最大幅值 P_{\max} ; ④根据 JEITA 标准提供的公式计算出最大闪烁率值。JEITA 法的闪烁率计算公式为

$$\text{Flicker(JEITA)} = 10\log_{10}\left(\frac{P_{\max} \times \text{Flicker Sensitivity}}{P_0}\right) \quad (2)$$

3) VESA 法^[4]

VESA 法是视频电子标准协会 (Video Electronics Standards Association) 标准中所规定方法的简称, 该方法的测试步骤与 JEITA 法的测试步骤相同, 只是其计算公式参照了 IDMS (Information Display Measurements Standard) Ver. 1.03 中规定的计算公式, 与 JEITA 法的公式在表达上略有不同。VESA 法的闪烁率计算公式为

$$\text{Flicker(VESA)} = 20\log_{10}\left(\frac{2 P_{\max} \times \text{FlickerSensitivity}}{P_0}\right) \quad (3)$$

响应时间是指显示屏各点像素在激励信号的作用下, 其亮度由暗变亮和由亮变暗的全过程所需要的时间。

上升时间指显示屏亮度从 10% 上升到 90% 所用的时间, 下降时间指显示屏亮度从 90% 下降到 10% 所需要的时间。如图 3 所示, 响应时间等于上升时间 ($t_2 - t_1$) 与下降时间 ($t_4 - t_3$) 之和。

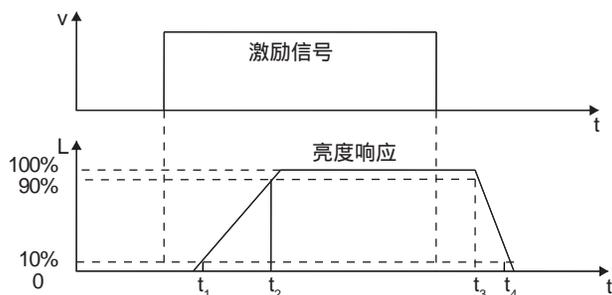


图 3 响应时间示意图

2 计量标准装置

本文提出的闪烁率与响应时间计量标准装置如图 4 所示, 主要包括内置函数信号发生器的标准显示屏、高速光度探头、高精度示波器和计算程序。为了满足平板显示行业所需的闪烁率参数和响应时间参数的工作范围, 研制了一个内置函数信号发生器的亮度、闪烁率和响应时间可调的标准屏。可以通过标准屏的操作界面来设置标准屏的亮度、波形等参数, 改变标准屏的亮度、闪烁率和响应时间^[5]。



图 4 显示屏闪烁率计量标准装置图

该计量标准装置的工作步骤为: 利用高速光度探头扫描标准屏, 将标准屏的亮度信号转换为电压信号, 从而获得标准屏的模拟亮度波形信号; 使用高精度示波器将模拟亮度波形信号转化为数字亮度波形信号, 对数字亮度波形信号进行傅立叶变换, 获得特定频率波的幅值; 通过自编的计算程序, 利用示波器的输出信号分别计算出标准屏闪烁率的 FMA 值、JEITA 值与 VESA 值以及标准屏的响应时间, 以其作为标准屏闪烁率的响应时间的标准值; 再使用待测的闪烁率测定仪或响应时间测定仪分别对相同工作条件下的标准屏进行测试, 从而得到待测的闪烁率测定仪或响应时间测

定仪的测定值，并与标准值进行比对，分别计算出测量不确定度。

该闪烁率和响应时间计量标准装置可以校准显示屏闪烁率的 FMA 值、JEITA 值与 VESA 值以及显示屏的响应时间。通过对以上三种闪烁率的评价方法的分析比对，发现 FMA 方法是用亮度变化的交流分量比直流分量来计算闪烁率参数，适用于单一频率下的闪烁率参数的评价，而 JEITA 方法和 VESA 方法则是用 FFT 分频计量闪烁各频率的幅值，再对全频谱积分来找到最大分贝值，适用于复杂波形的闪烁率参数的评价，而实际的显示屏的闪烁都不是单一频率的正弦波信号。当显示屏的闪烁为复杂波形时，适宜采用频谱

分析法^[6]。市场上常见的闪烁率测定仪使用 VESA 方法的较多。在实际校准闪烁率测定仪的过程中，一般按照待测闪烁率测定仪所依据的标准计算方法来选择计量标准计算程序的工作模式，从而确定标准闪烁率值。

该计量标准装置的亮度、时间频率都可以实现溯源至国家计量标准。其中高速光度探头溯源至苏州计量所的亮度标准装置，再溯源至中国计量院的光亮度工作基准装置；高精度示波器的时间参数溯源至苏州计量所的示波器校准仪校准装置，再溯源至脉冲波形参数基准装置；函数发生器的时间参数则直接溯源至脉冲波形参数基准装置^[7]。量值溯源如图 5 所示。

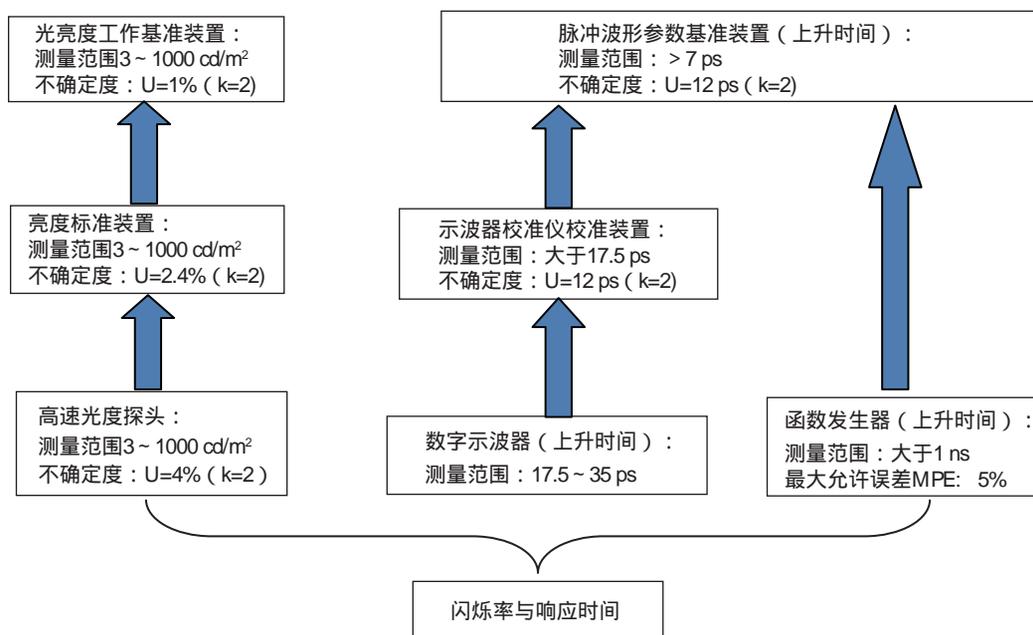


图 5 显示屏闪烁率与响应时间计量标准装置量值溯源图

3 校准结果的分析

经过市场调研发现，平板显示行业所使用的闪烁率测定仪及响应时间测定仪多为进口设备，其中闪烁率测定仪以台湾和日本所生产的为主，约占市场份额的 30% 以上；响应时间测定仪以美国和德国所生产的为主，约占市场份额的 35% 以上^[8]。因此，本文使用该闪烁率与响应时间计量标准装置并改变标准屏的闪烁率参数和响应时间参数，分别使用具有代表性的台湾和日本所生产的闪烁率测定仪(仪器 A 和仪器 B)及美国和德国所生产的响应时间测定仪(仪器 C 和仪器 D)对相同设置条件下的标准屏进行闪烁率和响应时间的测试。闪烁率校准数据如表 1 所示。

表 1 闪烁率校准数据比对

标准屏闪烁频率/Hz	闪烁率标准值/%	60 Hz 滤波后的闪烁率值/%	仪器 A 测量值/%	仪器 B 测量值/%
30.0	10.2	10.2	10.6	10.7
78.5	5.4	0.1	5.6	0.2
220.1	32.5	0.6	33.1	0.7
359.6	2.1	0.7	2.3	0.8

表 1 的第一列为标准屏的闪烁频率，即 FFT 变换后的峰值所在的频率；第二列为经过闪烁率标准装置测得的闪烁率标准值(以 VESA 值为例)；第三列为将 IDMS 规定的临界闪烁频率(60 Hz)以上的高频闪烁部分进行低通滤波处理后再计算得到的闪烁率标准值，

可以看到显示屏的闪烁率会下降非常多；第四列和第五列分别为仪器 A 和仪器 B 所测得的闪烁率值，可见，仪器 A 可以测量出低频部分和高频部分的闪烁，测量结果与闪烁率标准值接近，而仪器 B 则认为人眼无法识别超过 60 Hz 的闪烁，因此仪器 B 的测量范围为 60 Hz 以下的低频闪烁部分。通过测试结果的比对发现，不同品牌的仪器由于测量方法的不同，对同一被测样品的测量结果存在较大的差异，其主要原因是不同品牌的仪器算法不一样，对于不同仪器的计量必须考虑其自身的特性。

装置不仅可以对闪烁率测定仪进行校准，还可以对显示屏的响应时间进行校准。以将标准屏设置为最大亮度 200 cd/m²，最小亮度 0 cd/m²，周期 500 ms 的方波信号为例，响应时间测定仪(仪器 C 和仪器 D)的数据如表 2 所示，可以满足市场上常见的响应时间测量仪的计量要求。

表 2 响应时间校准数据比对 ms

阶段	响应时间标准值	仪器 C 测量值	仪器 D 测量值
上升时间	9.5	9.5	9.4
	18.8	18.7	18.7
	28.0	27.8	27.7
下降时间	9.8	9.7	9.9
	19.9	19.8	20.1
	30.0	30.0	30.3
响应时间	19.3	19.2	19.3
	38.7	38.5	38.8
	58.0	57.8	58.0

4 结论

本文通过对闪烁率三种测量方法以及响应时间测量方法的分析,研制了满足平板显示行业所需工作范

围的显示屏闪烁率与响应时间计量标准装置,能够提供可靠的量值传递服务,解决了显示屏企业的量值溯源需求,给平板显示产业的发展提供了有力的保障。

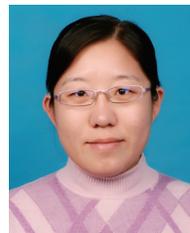
参考文献

- [1] 慕建伟. 液晶显示器响应时间测量方法和系统的研究[D]. 浙江: 浙江大学, 2007.
- [2] Rovamo J, Donner K, Näsänen R, et al. Flicker sensitivity as a function of target area with and without temporal noise[J]. Vision Research, 2000, 40(28): 3841-3851.
- [3] Thompson P, Stone L S. Contrast affects flicker and speed perception differently[J]. Vision Research, 1997, 37(10): 1255-1260.
- [4] IDMS Version 1.03 Information Display Measurements Standard[S]. 2012.
- [5] 戴叶, 康志聪. 一种用于测量液晶模组 FLICKER 闪烁值的方法及装置. CN: 103676231 B[P]. 2016.
- [6] 褚楚, 刘文德, 樊其明, 等. 显示器闪烁度测量方法的研究[J]. 计量技术, 2017(3): 3-6.
- [7] 高执中, 易庆祥. 脉冲光光度计量国家标准[J]. 现代计量测试, 1996(4): 38-41.
- [8] 唐进. 液晶显示器显示闪烁研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2008: 30-40.

收稿日期: 2018-03-29; 修回日期: 2018-04-17

基金项目: 江苏省质量技术监督局科技项目(KJ168365)

作者简介



刘宏欣(1980-), 女, 博士, 工程师, 中国标准化创新战略联盟人体环境舒适性专业委员会委员, 中国电子视像行业协会显示与视觉健康创新分会会员。主要从事光学仪器、光学计量与光电显示器件测试等领域的研究。