

车载液晶显示器环境试验技术分析

李斌¹, 贾颖¹, 韩鑫², 李青永²

(1. 北京航空航天大学可靠性工程研究所, 北京 100083;

2. 北京京东方专用显示科技有限公司, 北京 518109)

摘要 与普通的家用液晶显示器相比, 车载液晶显示器应能耐受更严酷的环境条件。本文参照 GJB150 和 GB2423 的试验项目和试验应力, 提出了车载液晶显示器环境试验方案, 并在试验的基础上对出现的故障进行改进, 以提高车载液晶显示器的环境适应性。

关键词 车载液晶显示器 环境试验 环境适应性

1. 引言

车载液晶显示器(以下简称 LCD)是近年来新兴的产业, 其市场已呈现应用热潮。车载液晶显示器的结构主要由液晶显示模块、电源电路板、信号处理板、逆变器、前框、结构件^[1]和钢化玻璃等部件组成。

虽然车载 LCD 发展迅速, 但由于它是新兴产业^[2], 目前尚无国家标准。而且, 我国车载 LCD 的出现距今不过五年, 其故障率较高。国内目前针对车载 LCD 的环境试验研究较少, 本论文着重对车载 LCD 环境试验方案进行研究。

在没有国家标准的情况下, 试验以客户的要求为基础, 可参考 GJB150《军用设备环境试验方法》和 GB2423《电工电子产品基本环境试验规程》进行环境试验。

2. 环境试验设计

车载 LCD 与家用 LCD 相比, 应具有较强的环境适应性, 例如能够耐受汽车启动和运行时剧烈的振动和冲击, 对温度和湿度具有较强的适应能力, 在光照下具有较高的稳定性等^[3]。

根据实际使用反映的情况, 温度、湿度、振动、冲击等是其环境适应性的影响因素。因此, 试验方案包括: 高温试验、低温试验、温度冲击试验、振动试验、冲击试验和湿热试验。

3. 环境试验实施

3.1 试验顺序

根据 GJB150.1 中试验顺序的规定, 对于环境适应性试验的顺序, 一般可以分为从最严酷的试验项目开始和从最不严酷的试验项目开始。前者可以从试验顺序的早期阶段得到试验样品的失效趋势; 后者可以从试验样品损坏前得到更多的信息, 特别用于试验样品数目受限的情况。鉴于试验样机只有两台且实际使用反映中, 温度及湿度对车载 LCD 的影响较为突出。因此, 设计的试验顺序依次为: 振动试验、冲击试验、高温试验、低温试验、温度冲击试验和湿热试验。

3.2 振动试验

根据全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化委员会运输条件工作组实测的结果,汽车的振动情况基本上服从正态分布的宽带随机振动。不同级别的公路各轴总均方根加速度值不同,如二级公路垂直轴的振动量级为 $1.337g$,而三级公路垂直轴的振动量级为 $2.49g^{[4]}$,由于是车载环境下使用,故试验选取 GJB150 中 2.3.1 基本运输类的公路运输环境。样机通过钢架夹具固定在振动台上,并模拟公交车上的固定方式。振动试验时显示器处于工作状态,每个轴向振动 60 分钟,共计 3 个小时^[5]。

在垂直轴,纵轴和横轴三个轴向的振动中,样机均正常工作。试验后经检测各项性能正常。振动三个轴的振动谱如图 1~3 所示:

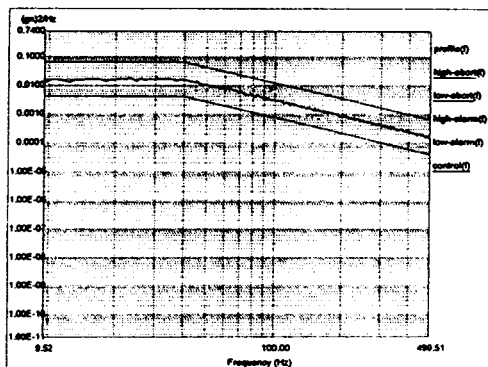


图 1 垂直轴振动谱

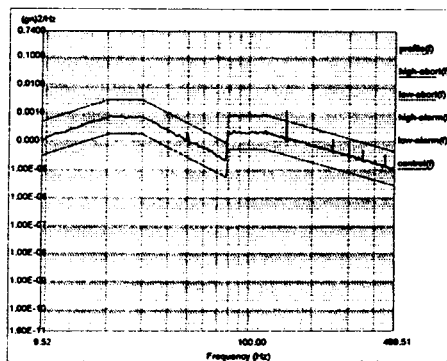


图 2 纵轴振动谱

实际使用中车载 LCD 只有一个接触点,因此用一个传感器,安装在样机背挂架与夹具固定的位置。夹具通过铝条,铁螺丝与振动台紧紧相连。保证振动台的运动正确地传递给样机。夹具横侧轴的振动谱均在设定值附近,说明夹具良好。

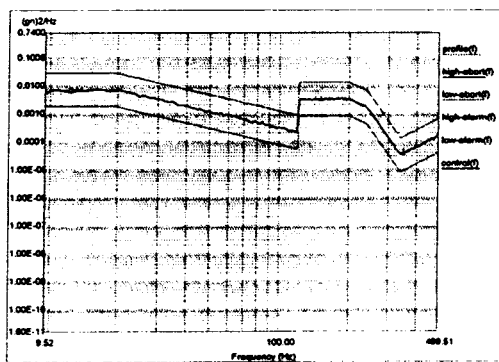


图 3 横轴振动谱

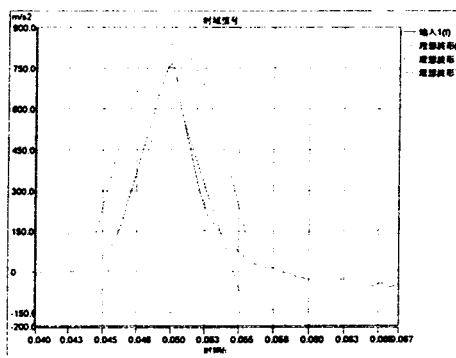


图 4 冲击谱

3.3 冲击试验

对车载 LCD 来说,显示面和背面是受到冲击最敏感的两个面,故只需做这两个面的冲击试验,这样既节省成本,又提高效率。GB2423 规定,装在标准公路的长途运输设备峰值加速度为 $50g$,而在公路中受到严酷装卸冲击的峰值加速度为 $100g^{[6]}$,车载环境中,LCD 所承受的冲击应较 GB2423 规定的公路中严酷的装卸冲击弱。根据测试结果可知,液晶显示模块至少可以耐受 $70g$ 的冲击。设定试验的峰值加速度为 $70g$,本试验中采用 $70g$ 的半正弦冲击脉冲波作用在样机上。样机通过夹具固定在冲击台面上。在每个方向上进行三次试验^[7]。在样机受到冲击作用时,样机正常工作。

两次冲击试验数据如表 1~2 所示:

表 1 仰面冲击 (3 次)

样品方向	仰面 (液晶屏向上)	直立 (加电测试、动态画面)	
平均加速度	77g	平均冲击时间	9.52ms

表 2 俯面冲击 (3 次)

样品方向	俯面 (液晶屏向下)	倒立 (加电测试、动态画面)	
平均加速度	76g	平均冲击时间	9.33ms

俯面第三次试验数据如表 3 所示, 冲击谱如图 4 所示。

表 3 第三次冲击参数值

测量通道	加速度测量值 (m/s^2)	加速度误差 (%)	脉宽测量值 (ms)	脉宽误差 (%)	速度变化量测量值 (m/s)	速度变化误差 (%)
参考标准	700.00		11.00		4.9	
通道 1	771.42	10.20	9.33	-15.22	3.57	-27.22

3.4 低温试验

3.4.1 低温贮存试验

在实验室条件下将样机放入试验箱内, 以不超过 $10^{\circ}C/min$ 将温度降到 $-30^{\circ}C$, 待温度稳定后保持 12 小时。样机在试验期间处于非工作状态。

3.4.2 低温工作试验

将样机放在正常试验大气条件下, 达到温度稳定后放入试验箱。点亮样机, 让其在常温下显示, 然后将试验箱内的温度以 $<10^{\circ}C/min$ 的速率降到 $-20^{\circ}C$ 并保持 4 个小时。由于需要观察显示器在温度变化时的显示效果, 故让样机一直处于工作状态。起始时画面正常, $-10^{\circ}C$ 时, 亮度降低, 为常温时的 80%~90%; $-18^{\circ}C$ 时, 画面出现 1s 的滞后, 之后的试验中没有再出现; 一个小时后, 亮度为常温时的 30%~40%。

3.5 高温试验

3.5.1 高温贮存试验

在实验室条件下将样机放入试验箱内, 以不超过 $10^{\circ}C/min$ 将温度升到 $+60^{\circ}C$, 待温度稳定后保持 24 小时。样机在试验过程中一直处于非工作状态。

3.5.2 高温工作试验

样机在正常试验大气条件下达到温度稳定后, 将其放入试验箱并点亮, 让样机在常温下显示, 然后将试验箱内的温度以不超过 $10^{\circ}C/min$ 的速率升到 $+50^{\circ}C$ 并保持 4 个小时。样机在此过程中一直处于工作状态。起始时画面正常, 随着温度的升高, 亮度增强。低温工作试验和高温工作试验时显示器的亮度问题均由冷阴极荧光灯引起。

冷阴极荧光灯 (CCFL) 是填充了惰性气体的密封玻璃管。其工作特性很大程度上受温度的影响。在低温下, 灯管亮度下降非常明显, 且灯管的启辉所需电压显著上升。CCFL 的亮度

与温度关系如图 5 所示, 启辉电压与温度的关系如图 6 所示^[8]。

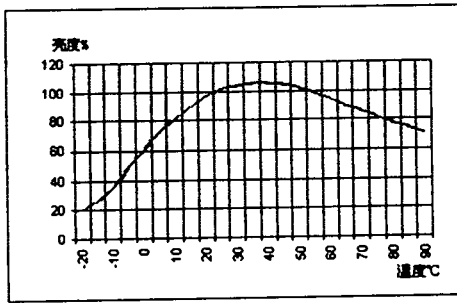


图 5 CCFL 亮度-温度关系

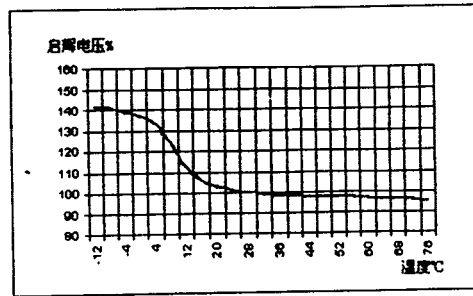


图 6 CCFL 启辉电压-温度关系

3.6 温度冲击试验

将样机在标准大气条件下达到温度稳定后放入试验箱。循环温度的下限为低温贮存试验的温度 -30°C , 上限为高温贮存试验的温度 $+60^{\circ}\text{C}$, 试验温度保持时间为 1 小时, 循环 3 次, 共计 6 小时 28 分。试验过程中样机处于非工作状态。

3.7 湿热试验

将样机放在正常试验大气条件下达到温度稳定后放入试验箱, 在 2 个小时内将试验箱内的温度升 $+60^{\circ}\text{C}$, 湿度为 95%RH, 1#样机在工作 4 个小时后黑屏, 根据 GJB150 总则 3.5.8 的合格判据, 样机的性能参数指标的偏离值超出规定值, 判定样机失效。根据 GJB150 中欠试验条件中断处理的方法, 将试验箱的温度恢复至常温, 取出失效的样机, 然后对 2#样机进行试验, 亮度过高, 其余正常, 持续 20 小时, 未失效的样机的试验时间为之前的 4 个小时加后续的 20 个小时。

4. 故障分析

检测电源电路板。用正常的电源电路板代替 2#样机的电源电路板, 显示器正常工作; 将 2#样机的电源电路板接入到其它液晶模块上, 显示器不工作。则得出结论: 2#样机的电源电路板出了故障。用万用表测出电路板的保险丝损坏, 更换保险丝, 将 2#电路板 MOSFET 用 1#电路板的 MOSFET 管替换, 2#电路板正常工作。因此原 2#电路板中只有 MOSFET 管损坏。原因是 PCB 板中设计的 MOSFET 管的管脚间距过大, 导致了在将 MOSFET 管焊接到 PCB 板上时, 管脚产生弯曲, 此过程造成 MOSFET 管失效。

试验完成后, 两台样机的钢化玻璃与前框粘合度均有下降。原因是在样机的制造过程中施加固定的压力过小或样机表面清洁不彻底, 致使样机在高温高湿的环境下粘合度下降。在正机的制造中, 应当注意胶带的正确使用。

5. 结论

振动试验中, 垂直轴振动的振动量级最大, 达到 1.04g, 样机在试验过程正常工作, 说明样机可以在国军标的规定的公路环境条件下正常工作。可以推断在城市的公路环境下, 样机可耐受其环境应力。冲击试验中的峰值加速度达到 70g, 而且冲击试验过程中样机处于工作状态, 并且可以在试验后正常工作, 说明样机可以承受较强的冲击。高温试验和低温试验主要参考了 GJB150, 对军标规定的试验时间进行了调整, 而温度冲击试验在严格依照 GJB150

来做, 试验后性能检测良好。在高温和低温时出现亮度的增强或减弱, 主要是由于背光源中冷阴极荧光灯的特性所引起的, 解决的办法之一是采用宽温型液晶材料。在湿热试验中, 液晶 LCD 中的液晶模块良好, 但是电源电路板和钢化玻璃出现了故障。

从试验可以看出, 对该型号车载 LCD, 振动和冲击并非是影响其环境适应性的主要因素; 影响的主要因素是高温和高湿。但是, 在湿热试验中出现的故障有没有受到前面振动试验, 冲击试验等的影响, 还需要通过试验进一步证实。

6. 结束语

本文通过对车载 LCD 环境试验的设计与实施, 找到了新研样机的薄弱环节。在试验设计时, 没有以单一地域的环境要求为依据, 而是选取了有代表性的环境应力来进行试验, 因而可以满足我国大多数城市的环境要求。不过, 本方法也有一定的不足, 例如冲击试验, 根据 GB2423 的要求, 对于车载设备的冲击波形应最好用后峰锯齿波, 但由于公司试验设备的原因只能作半正弦冲击脉冲波, 关于车载液晶显示器环境试验技术还需要进一步完善。



参考文献 (References)

- [1]. 陈玉仑, 细说液晶与纯平显示器选购、使用及检修窍门[M], 科学出版社, 2002
- [2]. 杨忠敏, 车载电视商机初现[J], 城市车辆, 2005.2
- [3]. 范志新, 液晶器件工艺基础[M], 北京邮电大学出版社, 2000
- [4]. 邢天虎, 王涌泉, 雷平森等, 力学环境试验技术[M], 西北工业大学出版社, 2003.9
- [5]. 中国国家军用标准 GJB150 《军用设备环境试验方法》, 军标出版发行部出版, 1987
- [6]. 中国国家标准 GB2423 《电工电子产品基本环境试验规程》, 机械电子工业部出版, 1989
- [7]. 宋永刚, 军用车载计算机环境及可靠性试验方法浅析[J], 专用汽车, 2006.2
- [8]. CCFL Characteristics, DISPLAY DRIVERS DALLAS SEMICONDUCTOR, 2005.3.19

作者简介:

李斌 (1981—) 男 北京航空航天大学可靠性工程研究所硕士研究生, 研究方向为电子元器件可靠性。通讯地址: 北京 85 信箱 1 分箱 邮编: 100083 E-mail: yclb2002@163.com

贾颖 (1961—) 女 北京航空航天大学可靠性工程研究所, 高级工程师, 中国电子学会可靠性分会委员, 主要从事电子元器件可靠性教学和科研工作。通讯地址: 北京 85 信箱 1 分箱 邮编: 100083 E-mail: jiayingbh@163.com