

军用地面装备加固液晶显示器环境适应性研究

苏兴荣, 尹聚文

(空军装备研究院雷达所, 北京 100085)

摘要: 通过对9家军用加固液晶显示器的环境适应性比对试验, 归纳分析了各家产品对温度、振动、冲击、湿度、盐雾等环境的适应能力, 提出改进措施建议, 为产品设计人员和军方采办提供参考。

关键词: 地面设备; 加固液晶显示器; 故障模式; 环境比对试验; 环境适应性

中图分类号: E9; TJ089; V216.5 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)05-0009-03

Research on Environmental Worthiness of Reinforced LCD for Military Ground Equipments

SU Xing-rong, YIN Ju-wen

(Institute of Radar and Electronic Countermeasures, Beijing 100085, China)

Abstract: By comparing tests of reinforced liquid crystal displays (LCDs) of nine factories, the environmental worthiness of LCD under the condition of temperature, vibration, shock, damp heat and salt fog was analyzed. Suggestions on improving environmental worthiness of LCD were put forward. The purpose was to provide reference for LCD designers and military procurement.

Key words: ground equipments; reinforced LCD; failure mode; environmental comparing tests; environmental worthiness

为考查和比较9个研制厂家生产的加固液晶显示器环境适应能力, 对按照规定要求设计生产的两型(I, II型)18台样机进行了环境比对试验。试验中, I型样机按厂家顺序从11, 21到91编号, II型样机从12, 22到92编号。两型样机技术指标相同, 外部连接安装结构有所区别。

1 比对试验方案及实施情况

试验项目和顺序为: 低温工作、低温贮存、高温工

作、振动、冲击、湿热和盐雾。其中两型样机都进行低温工作、低温贮存和高温工作试验, 然后I型样机进行振动、冲击和盐雾试验, II型样机进行湿热试验。

根据军用地面电子设备的预期环境要求, 试验条件设计为: 低温工作-10℃和-20℃各4h; 低温贮存-55℃共24h; 高温工作+50℃共4h; 振动按公路运输条件(垂直轴1.04g_{rms}、横侧轴0.20g_{rms}、纵轴0.74g_{rms}), 每轴向30min; 冲击为30g, 11ms半正弦波, 6个轴向各3次; 湿热条件为30℃/60℃交变、相对湿度95%, 共10个周期; 盐雾条件为35℃连续喷

收稿日期: 2012-04-13

作者简介: 苏兴荣(1965—), 女, 江苏人, 高级工程师, 研究方向为装备环境适应性与可靠性。

雾48 h。试验按照GJB 150有关规定执行。

与光学窗口、图形分辨率以及绝缘电阻等。

初始和最终检测:外观、图形分辨率、屏幕控制、将18台加固液晶显示器按照以上条件进行对比视频输入信号以及人机界面;中间检测:显示屏表面对试验,历时近2个月,试验情况统计见表1。

表1 环境应力对样机影响情况统计

Table 1 The statistic of environmental stress effect on LCDs

序号	试验项目	试验后样机变化情况描述
1	低温工作 (-20 ℃)	*2台样机(91,92号)第3次测量时出现汽雾现象。 *1台样机(31号)电源灯亮,其它指示灯均不亮,屏幕无任何显示。
2	低温贮存	6台样机(11,41,61,62,71,72号)边缘、棱角有涂层脱落,1台样机(22号)后盖板侧面有涂层脱落。 *2台样机(31,32号)显示屏外侧玻璃出现多条裂纹,其中样机裂纹周围出现气泡,裂纹处出现水珠。
3	高温工作	14台样机(11,12,21,22,31,41,42,51,52,61,62,72,91,92号)边缘或棱角有涂层脱落,1台样机(11号)前面板出现涂层鼓泡,3台样机(32,52,82号)前面板颜色不均匀。 *5台样机(31,32,41,61,62号)画面出现水纹状波纹,其中1台(62号)有大量水纹状波纹。 *1台样机(61号)在切换至DVI路信号时,画面不能正常显示,出现雪花屏。
4	振动试验	8台样机(21,31,41,51,61,71,81,91号)在前面板或棱角、棱边处有涂层脱落。 *1台样机(81号)显示画面出现花屏和分屏现象(维修后正常)。 *1台样机(61号)经分配器连接会有雪花屏现象(DVI信号)。 1台样机(71号)后盖板1个螺孔的钢圈垫脱落。 *1台样机(31号)显示器不能正常开机,内部插头紧扣件断裂,插头松脱偏离原位,无画面显示(维修后正常)。 7台样机(11,31,41,51,61,81,91号)前面板、后盖板或边棱处有涂层脱落。
5	冲击试验	1台样机(91号)后盖板标识牌脱落。 *1台样机(31号)右侧表面玻璃有较多裂纹,并在第一个轴向冲击试验后(纵向轴)出现故障,维修后进行另两个轴向的冲击。 *3台样机(32,72,92号)显示屏表面玻璃下方出现气泡,1台样机(12号)“加热”和“状态”指示灯出现小水珠。 *2台样机(42,82号)玻璃表面出现大量斑点或斑纹。 2台样机(22,82号)开机“加热”灯即呈绿色。
6	湿热试验	*1台样机(92号)“菜单”中的“+”键失灵。 *4台样机(22,32,42,92号)绝缘电阻小于2 MΩ。 5台样机(42,52,62,82,92号)后盖板出现涂层鼓泡或白色腐蚀或灰色现象,*其中1台样机(42号)后盖板涂层腐蚀面积达50%。 3台样机(22,42,52号)螺钉、垫片、插头出现红锈或白色腐蚀。 3台样机(42,72,92号)铭牌或标识上出现气泡、变色、晕散或模糊现象。
7	盐雾试验	2台样机(21,81号)螺钉根部出现涂层起泡,1台样机(11号)前面板背面出现黑色腐蚀,面积约占10%。 1台样机(11号)铭牌上出现黑色腐蚀,面积约占20%。 除3台样机未安装前面板螺钉、1台样机(81号)前面板1个螺钉出现少量红锈外,其余样机前面板8个螺钉都出现红锈。还有5台样机的后盖板或“信号地”、“安全地”的螺钉出现锈蚀现象。 *2台样机(61,91号)表面玻璃出现轻微发花现象,1台样机(11号)玻璃发花面积较大,约占40%。 1台样机(81号)开机“加热”灯即呈绿色。 *1台样机(61号)显示屏不亮,将显示屏面板拆下,清洗控制电路上的盐渍后,样机正常。 *1台样机(31号)内部积存大量盐溶液,无法通电,未能进行检测。

注:*为影响产品正常使用情况,判定为故障。

2 试验结果统计

2.1 各种环境应力对样机产生影响次数统计

从试验结果看,同一厂家的两型样机在同样的环境条件下故障再现性较好,如91,92号在低温工作试验中均出现汽雾现象;31,32号在低温贮存试验中表面玻璃均出现裂纹;31,32号和61,62号在高温工作中均出现水纹状波纹现象等。同时考虑影响程度等因素,在统计数据时遵循以下原则:

1)两型样机都参加同一项试验,现象相同时只统计1次(以下用1#,2#,…,9#代表1号、2号,…,9号厂家样机);

2)后续试验受前项试验影响的,统计时予以剔除;

3)原因相同时进行归类处理,具体包括:(1)低温贮存试验中已出现边缘、棱角涂层脱落现象的,不再计入高温工作的统计数据;(2)振动、冲击试验中的涂层脱落不计入统计数据;(3)盐雾试验中不同部位螺钉锈蚀只统计1次。

统计结果:总次数为71,比例为低温工作2.8%,低温贮存8.5%,高温工作21.1%,振动5.6%,冲击2.8%,湿热33.8%,盐雾25.4%,如图1a所示。

2.2 故障统计

故障数据统计原则:1)两型样机都参加同一项试验的只计入1次故障;2)轻微故障忽略不计。统计结果:故障总数27,比例为低温工作7.4%,低温贮存3.7%,高温工作14.8%,振动14.8%,冲击3.7%,湿热44.4%,盐雾11.1%,如图1b所示。

3 加固液晶显示器的环境适应能力分析

3.1 对温度环境的适应能力分析

1)低温工作中,温度 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,所有样机无故障;在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 工作时,只有9#样机出现了少量汽雾现象。说明液晶显示器在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下通过加热改善局部环境的技术已趋于成熟。另有3#样机不能正常工作,加温装置工作不稳定,属于特例。

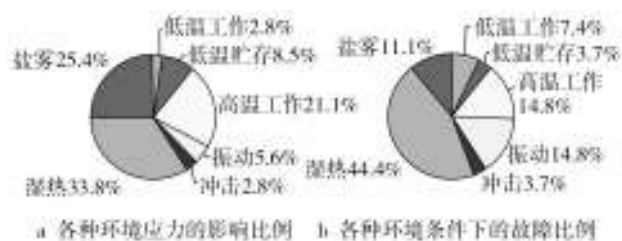


图1 各种环境因素对加固液晶显示器的影响

Fig. 1 Effects of environmental factors on reinforced LCDs

2)低温贮存中3#样机显示屏外侧玻璃出现多条裂纹,分析认为设计时没有考虑低温 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时液晶屏与安装外壳的压缩变形,没有为变形预留间隙,使显示屏玻璃受约束而产生疲劳破裂。

3)高温工作中3#,4#以及6#样机出现水纹状波纹,分析认为设计时在电子元器件选择和使用方面存在问题,没有进行足够的温度降额。

4)在低温贮存 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及高温工作 $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下,尤其是高温条件,所有样机均出现不同程度的涂层脱落、颜色不均匀或鼓泡现象,说明涂层工艺不能满足温度环境的使用要求。

3.2 对振动、冲击环境的适应能力分析

1)振动试验后,8#样机出现花屏和分屏现象,说明振动导致内部控制电路板元器件或接插件接触不良,产生动态位移。6#样机DVI信号经分配器连接会有雪花屏现象,说明振动后电路内部电气噪声增大,应改进设计。3#样机内部插头紧扣件断裂,插头松脱偏离原位,无法正常开机。

2)冲击试验后,9#样机标识牌脱落,说明在冲击作用下标识牌粘结力不够,使其移位而脱落。3#样机在冲击力作用下加剧了显示屏玻璃的裂纹程度。

3)多台样机涂层脱落主要原因为振动、冲击加剧了温度应力对涂层的影响。

3.3 对湿热环境的适应能力分析

1)湿热环境使材料的绝缘性能下降,有4台样机绝缘电阻低于 $2\text{ M}\Omega$,不能满足电气绝缘的要求,存在安全隐患。

2)3台样机显示屏表面玻璃下方出现气泡,说

(下转第111页)

- [5] 明波,杨洁,贾进峰.基于三维路面谱仿真履带车辆振动系统的动态模拟[J].装备环境工程,2011,8(2):85—88.
- [6] 易当祥,吕国志,张弛.随机路面激励下载无人机的载荷响应与仿真[J].飞机设计,2004(3):21—24.
- [7] SCHIEHLEN W,HU B. Spectral simulation and Shock Absorber Identification[J]. International Journal of Non-linear Mechanics, 2003, 38(2): 161—171.
- [8] ROBSON J D. Road Surface Description and Vehicle Response[J]. International Journal of Vehicle Design, 1979, 1(1): 25—35.

(上接第11页)

明加固玻璃与显示屏之间密封不好。

3) 6台样机出现腐蚀情况:显示屏表面玻璃下方出现大量斑点,插头垫片出现白色腐蚀,铜螺钉局部出现灰色腐蚀,后盖板出现较多灰色腐蚀,铭牌上出现气泡,螺钉垫片出现红锈,插头标识模糊,表面玻璃下方出现较多斑纹等等,腐蚀情况较为普遍和严重。这说明选材、工艺涂层等方面还需加强。

4) 1台样机开机有控制面板按键失灵现象,2台样机试验后开机“加热”灯亮。分析结果是按键开关和温度传感器不适应潮湿环境,未对其进行防潮设计。

3.4 对盐雾环境的适应能力分析

1) 盐雾试验后,1台样机无法通电工作,盐沉积影响了样机的电气性能,显示器密封不好造成样机故障现象的产生。

2) 9台样机全部出现不同程度的腐蚀情况:大部分螺钉出现锈蚀(红锈、铜锈绿等);有的前面板背面出现黑色腐蚀,面积约占10%;铭牌上出现黑色腐蚀,面积约占20%;部分螺钉根部由于电解作用而导致涂层起泡;2台样机表面屏幕玻璃出现发花(有的面积达到40%)现象等等。说明加固液晶显示器在防盐雾腐蚀方面还有许多工作要做,这也与装备实际使用情况相似。

3.5 各样机的环境适应性分析

从表1和第2.2节的故障数据统计来看,3#样机对每一种环境均不能适应,出现9次故障(占故障总数33.3%),完全不能适应军用装备的要求;5#未发生任何故障;2#和7#各发生1次故障,1#和8#各发生2次故障,基本能适应环境要求;4#,6#和9#各发生4次故障,需改进。

从上面的分析以及第2.2节的数据统计情况来

看,湿热环境对液晶显示器的影响较大,使用的环境应力为30℃/60℃温度交变,相对湿度为95%的10个周期湿热试验。此条件相对较为严酷,许多机载设备也在剪裁使用(降低60℃高温指标),但它可以重现湿热环境对装备的主要影响,并且可能诱发长期环境效应产生的故障,对于可能工作于高温高湿环境的地面电子设备来说,使用该条件是合适的,但需要生产厂家在湿热防护方面,做更深层次的工作。

4 结论和建议

比对试验结果说明,多数厂家生产的加固液晶显示器能在恶劣环境下工作,但普遍存在对湿热、盐雾环境适应能力不强的问题,经过总结分析得出以下结论。

1) 加固液晶显示器的低温局部加热技术已趋于成熟。军用地面设备的低温工作温度一般要求-40℃,考虑LCD的特殊性,其低温工作温度为-20℃,从试验结果来看,可以探讨研制更宽温度范围的加固液晶显示器。

2) 防腐选材、涂层工艺有待进一步改进。在低温、高温、湿热、盐雾试验后,腐蚀情况较为普遍和严重,需要在材料选择、工艺涂层等方面改进。

3) 应普及新装备的环境应力筛选。振动及温度试验的故障,可通过环境应力筛选进行早期剔除,在军品的采购中,应要求产品出厂时进行100%环境应力筛选,消除早期故障。

4) 环境防护设计还需进一步加强。如需考虑低温条件下材料变形、湿热条件材料绝缘、器件的隔湿防湿等问题。

参考文献:

- [1] GJB 150—1986,军用设备环境试验方法[S].
- [2] 张彩先,蒋晓彦,孙艳,等.直升机东南沿海地区环境适应性研究[J].装备环境工程,2009,6(1):66—70.