

智能电表液晶显示屏故障剖析及防范措施

尹章专¹, 肖琪经², 司浩天³, 徐京生¹, 董占国¹

(1. 华立科技股份有限公司, 浙江 杭州 310023; 2. 华立集团股份有限公司, 浙江 杭州 310023;

3. 国网安徽省电力有限公司宿州供电公司, 安徽 宿州 234099)

摘要: 智能电表的液晶显示屏在批产过程中可能会发生各种各样的问题, 其中就有重影问题。为了解决重影问题, 对液晶显示屏进行了深入分析。经过整理故障现象, 分析可能的原因, 并提出解决方案, 为下次生产和设计产品打下坚实的技术基础。

关键词: 液晶显示屏; 重影; 智能电表

中图分类号: TP2

DOI: 10.19768/j.cnki.dgjs.2022.12.041

Fault Analysis and Preventive Measures of LCD Screen of Smart Meter

YIN Zhangzhuang¹, XIAO Qijing², SI Haotian³, XU Jingsheng¹, DONG Zhanguo¹

(1. Holley Technology Co., Ltd., Hangzhou 310023, China; 2. Holley Group Co., Ltd., Hangzhou 310023, China;

3. State Grid Anhui Electric Power Co., Ltd., Suzhou Power Supply Company, Suzhou 234099, China)

Abstract: Various problems may occur in the LCD screen of smart meters during the mass production process, among which is the ghosting problem. In order to solve the ghosting problem, an in-depth analysis of the LCD screen is carried out. After sorting out the fault phenomenon, analyzing the possible causes, the solution is proposed, which will lay a solid technical foundation for the next production and design of products.

Key words: LCD screen; ghosting; smart meter

0 引言

智能电表的液晶显示屏在批产过程中可能会发生各种各样的问题, 其中就有重影问题。为了解决重影问题, 本文对液晶显示屏进行深入分析。根据整理故障现象, 分析故障可能的原因, 提出解决方案, 以期下次生产和设计产品打下坚实的技术基础。

1 问题概述

1.1 问题描述

智能电表在生产过程中, 出现液晶显示屏重影等情况。但此前已生产九十多万台智能电表, 未发现此问题。发现问题时, 已持续两天高温暴雨天气, 空气湿度大。

1.2 故障表描述

样机为智能电表, PCB 版本为 20-X09-08V1.0 2020.12.18, 问题器件为液晶显示屏 GSL86448AWM (驱动芯片为 AT7059)。

1.3 样表准备

为找到失效原因及机理, 准备了 3 个样品, 并分别进

行了编号: 正常表 1 台, 编号为 GB; 正常表 1 台, 编号为 GB1; 另外一款正常表 1 台, 编号为 GB2。

2 故障剖析

2.1 剖析对象

准备好已经标号的正常智能电表, 一共 3 款。

2.2 剖析过程

针对重影的问题, 设计了 2 个类型的试验来模拟和分析问题产生的原因, 并提出相应的解决方案和建议。

(1) 高温高湿试验 (75 °C、95%)^[1]。

(2) 沾水试验。

3 故障复现

3.1 高温高湿试验

对样表进行 2 h 高温高湿 (75 °C、95%) 试验, 测试正常样表是否会在高温高湿环境下复现液晶显示屏重影的问题。试验结束, 未发现液晶显示屏问题, 但是 GB1 出现按键无法唤醒情况。经测试, VDDA、MVDD、晶振正常, LCD 驱动 COM 上为稳态 3 V 信号。短接复位信号后, 电表恢复正常工作, 怀疑此时电表已经死机。后继续将 2 只表放进高低温试验箱进行试验, 没有复现死机的问题。低功耗死机问题非常严重, 将导致上电后也不能正常工作, 因

收稿日期: 2021-12-16

作者简介: 尹章专 (1987—), 从事电力能源系统 Linux 嵌入式设备开发及应用通信工程等相关工作。

此后续再取 30 只表进行了高温高湿试验，彻底排查该问题。经过排查，是高温高湿导致线路板短路，造成电表死机。

3.2 沾水试验

3.2.1 GB 沾水后液晶显示屏引脚波形分析

用湿手接触 GB 液晶显示屏引脚之后，液晶显示屏显示重影问题复现，显示效果如图 1 所示。



图 1 液晶显示屏重影图

用示波器观察 COM 口及 SEG 口的波形^[2]，沾水前后波形出现变化，如图 2 所示。

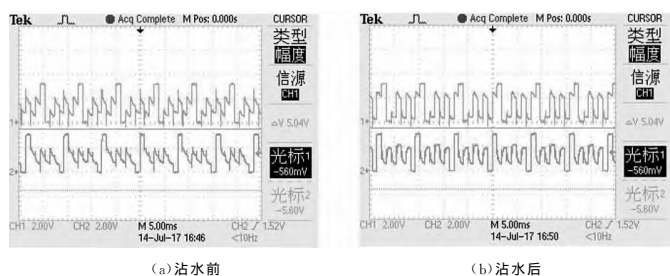


图 2 GB 液晶显示屏引脚的波形

从图 2 可看出，沾水后的液晶显示屏引脚波形出现了略微的改变，原来的抖波变成了更加接近于矩形波的方波。

3.2.2 GB2 沾水后液晶显示屏引脚波形分析

同样对 GB2（某其他表）进行沾水试验，发现 COM 口与 SEG 口的波形同样会发生变化，但是液晶显示屏的显示效果基本无明显变化。沾水前后 GB2 液晶显示屏引脚波形如图 3 所示。

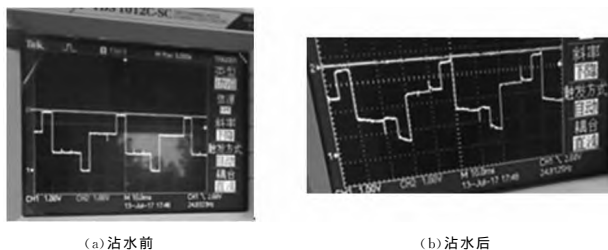


图 3 GB2 液晶显示屏引脚的波形

通过对比可发现，沾水前智能电表的液晶显示屏引脚驱动波形要好很多，而沾水后液晶显示屏引脚驱动波形差很多，因此怀疑 MCU 液晶显示屏驱动存在问题。经过软件和硬件排查，液晶显示屏驱动设计上没有问题。

3.2.3 GB1 液晶显示屏引脚串联 1 MΩ 电阻波形分析

将 GB1 液晶显示屏各引脚串联 1 MΩ 电阻到电源地^[3]，显示效果如图 4 所示。液晶显示屏引脚的波形如图

5 所示。



图 4 接电阻后液晶显示屏图

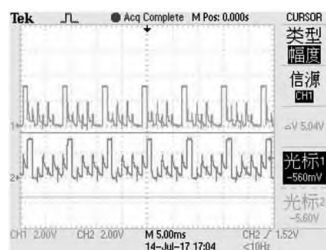


图 5 接电阻后液晶显示屏引脚图

液晶显示屏出现略微重影，主要原因为加电阻后负载变大，引脚输出电压变低，驱动电压与液晶显示屏所需要的电压有所偏差，导致显示出现重影，但是波形变化不大，从而排除芯片液晶显示屏驱动能力的问题，即软件开发时已按芯片的最大液晶显示屏驱动能力进行了配置。

3.2.4 GB 液晶显示屏未点亮段的引脚波形

继续取 GB 进行试验。从图 1 可以看出，重影主要原因是原本不点亮的液晶段被点亮，但是点亮效果不好，可能是电压存在问题，导致出现了重影的效果。于是对比沾水前后未点亮的液晶段 COM 与 SEG 脚的波形。

量取 COM1 和 SEG2 波形，波形如图 6 所示，上面为 COM1 的波形，下面为 SEG2 的波形。

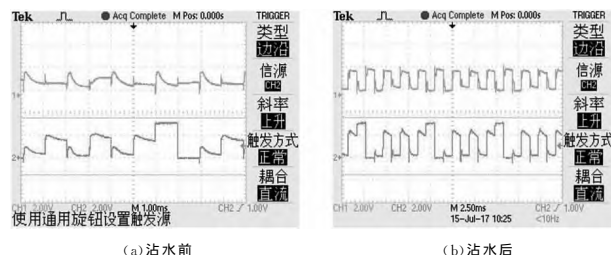


图 6 COM1 和 SEG2 波形

试验发现，沾水前后波形变化较大，特别是 SEG 脚的波形。沾水前，按键（虚线处）前后 SEG 脚波形变化不大；沾水后，SEG 脚的波形出现明显的变化，且按键前后 SEG 脚波形出现明显的变动，与实际液晶显示屏效果中，图 1 中第一个“8”的上段显示相符合。由此可判定，沾水后，液晶显示屏驱动中 SEG 脚电平引起的变化是导致出现重影的最主要原因。

3.2.5 GB 去掉液晶后，液晶显示屏引脚波形（未沾水）

将 GB 去掉液晶，量取主芯片液晶显示屏驱动引脚的波形（COM、SEG），波形如图 7 所示，上面为 COM 的波形，下面为 SEG 的波形。

（下转第 129 页）

电路的干扰和腐蚀,发射机在相关环境下能长期贮存和正常工作。

3 测试结果

工作频段为 S 频段(步进 0.5 MHz 跳频工作);频率稳定度为 $\pm 5 \times 10^{-6}$;调制码率为 (6.5536 ± 0.004) Mb/s;调制频偏为 $\pm (2.2 \sim 2.6)$ MHz;输出驻比为 1.3;输入 PCM 信号幅度为 0~5 V;输出杂波抑制为 -63 dB;输出谐波抑制为 -63 dB;输出端开路或短路不大于 30 min 时,设备能恢复正常功能,不会损坏。

遥测发射机模块要求应用在飞行器上,对其体积有着严格要求。在设计中采用了大量小体积元器件,同时使用高度集成的微波装配工艺,最终遥测发射机模块的体积小于 $100 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ 。外部供电电源为 5~24 V 可选;输入 PCM 信号接口根据要求可选;微波信号输出根据要求可选。

4 对比

目前,遥测发射机模块的构成方式主要有两种。一种是在频率源前端调频,经过倍频、滤波和放大等环节获得要求的已调制信号输出。这种调频源结构复杂、体积大,且容易产生难以抑制的杂散分量。另一种是基于 DDS 器件的线性调频方式。这种方式是通过编程改变 DDS 器件的配置,使器件输出频率或相位偏离,从而实

现调频。但 DDS 器件的输出带宽较低,杂散差,目前难以达到较高的频率。此方案需使用 DPS、FPGA 等高端芯片,但高端芯片的国产化尚不成熟,价格偏高无法大批量应用。

通过对比,本文采用的遥测发射机模块核心技术是双调谐端 VCO,在实现高速大数据传输的技术要求上,极大简化了电路设计,减少了发射机模块核心元器件数量,从而提高了整机可靠性,减小了体积、重量,节约了成本,形成标准接口、模块化单元,即插即用,适用于各种场景。

5 结语

从测试结果可看出,本遥测发射机模块具有体积小、可变频、发射功率中等、适合远距离传输信号、通用性强等优点,可作为标准件安装到各种飞行器上,所有使用的器件均实现国产,可靠性高,有着广泛的应用前景。

参考文献

- [1]费元春,陈世伟,孙燕玲.微波固态频率源:理论·设计·应用[M].北京:国防工业出版社,1994.
- [2]Guillermo Gonzalez. Microwave transistor amplifiers analysis and design[M].白晓东,译.北京:清华大学出版社,2003.
- [3]顾其铮.微波集成电路设计[M].北京:人民邮电出版社,1978.

(上接第 126 页)

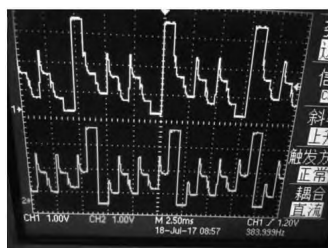


图 7 主芯片液晶显示屏驱动引脚的波形

上电和下电过程中,液晶的驱动频率最低为 32 Hz,最高为 128 Hz,液晶规格书给出的推荐值为 64 Hz。从图 7 中可看出,液晶驱动的波形有许多过冲的现象,这还是在没有带液晶情况下的波形,考虑是液晶驱动模块本身存在问题,还是固件代码的问题。检查液晶驱动代码,将液晶驱动频率改为 64 Hz 后,波形也是一样的,表明重影与液晶驱动代码没有关系。

4 结语

根据上述分析和探讨可以看出,液晶显示效果变差(出现重影)的关键原因是湿度大。本文主要从以下几个方面对故障原因进行了排查。

(1)固件降低液晶驱动的帧频率^[4],然后对比显示波形和效果。将液晶驱动频率降低为 64 Hz 后,显示的波形和效果没有差别,由此排除了这个影响因素。

(2)联系芯片厂家,排查液晶驱动是否存在问题。就这个问题已经与芯片厂家联系,芯片厂家需要 6 个月以上的时间分析和回复。

(3)联系液晶厂家,获取液晶引脚的具体阻抗值及液晶是否存在改善的空间的信息。这个问题已经联系厂家,进行了调整,但效果没有改善。

(4)加强工厂和参考环境的温湿度的控制、管理工作。经过对温湿度的控制,后面生产的智能电表没有再出现液晶显示重影的问题。

参考文献

- [1]韦朝云,桂卫华,李先怀,等.基于 71M6534H 的新型多功能电能表的设计与实现[J].电测与仪表,2009,46(11):46-51.
- [2]张华彬,杨明玉,张玲玲.基于 MSP430FE425 的单相多功能电能表设计[J].低压电器,2014(3):24-28.
- [3]余贻鑫,栾文鹏.智能电网述评[J].中国电机工程学报,2009,29(34):1-8.
- [4]徐京生,阎泽年.抗调光器干扰单相防窃电智能电表的设计及实现[J].电工技术,2019(2):38-41.