火萤科技立项书

——自动化电控测试仪

前言

本项目致力于解决火萤科技电控产品生产过程中，人力消耗大、测试过程繁琐、生产测试流程没有标准化的问题；测试仪覆盖电控系统中的功能性测试项目，包括主电源电压、内置副电源电压、开伞电流、外设信号逻辑、外设功能、传感器功能等（见需求详单）；不包括安规测试、信号完整性测试、EMI/EMC测试、老化测试，仅在PCBA生产完成后，进行基础性的功能验证；测试仪同时具备生产烧录、SN码写入、配置项写入、测试记录保存与上传的功能，将分阶段逐步实现。

**自动化测试仪测试对象：**

1. 降落伞电控模块；（OWL,OWL-M30, UPF, Manti 3, UPF-TA101, UPF-MMC20）
2. 落水漂浮气囊电控模块；
3. 其它火萤将来开发的电控模块；

**自动化测试仪使用者：**

1. SMT供应商产测工人；
2. 火萤来料检测工人；
3. 火萤成品检测工人；
4. 火萤电控系统研发工程师；

VER：V0.1

REV：20220801 初版

AUT：Jerrick

# 项目需求与设计理念：

##### 工作稳定可靠；

##### 测试结果可信，可复现；

##### 面向生产线操作人员，铺设难度低，一键启动测试，所有测试项自动完成；

##### 兼容不同的电控产品，同一套测试仪软硬件，可测试不同的电控板；

##### 电源测试；

##### 点火电路测试；

##### 通信接口测试；

##### RGB LED 色彩测试；

##### 蜂鸣器鸣叫测试；

##### 自检信息读取比对；

##### 编译配置检查；

##### 存储器有效性测试；

##### 测试结果反馈：UI上显示整体和单项PASS或FAIL；

##### 测试记录：生成测试记录文档保存在本地存储卡，联网时同步上传到远程服务器；

##### SN码设置；

##### 硬件版本设置；

##### 传感器静态测试；

##### 传感器动态测试；

##### 传感器0偏校准；

##### 具有测试仪自检、自校准功能；

##### 具有生产日期与合格报告写入功能；

# 需求分解：

## 工作稳定可靠

### 硬件

使用独立的市电电源适配器，即插即用；

供电电路有过压、过流、ESD、反向电压保护；

接插件中与IO相连的Pin要设置保护电路，防止主板IO被轻易损坏；

### 软件

杜绝死机、跑飞等软件故障；

按钮、开关、指示灯、UI提示含义清晰，操作与反馈没有预期外的状态；

每个测试项均有超时时间，无响应的测试项应判断为FAIL；

任意失效的测试项不应导致测试仪挂起；

对测试仪本身有自检机制，测试仪出现故障时应能够及时检出。

### 结构

接插件耐用，防反插，无接触不良;

外置单一的接线座，用单一的线束与测试治具相连；

测试仪有外壳；

启动按钮安装在外壳显眼位置，按钮固定牢靠。

## 测试结果可信，可复现；

### 硬件

所有影响测量准确性的硬件，如衰减电阻、采样电阻、运放等，均应使用高精度器件；

测量电路模块之间互相去耦合，不能因为测量模块之间相互干扰导致测试结果不可信。

### 软件

测试结果能够表示被测设备的真实状态，不能出现残留状态或测试仪引起的错误状态；比如上一次测量的结果，在启动下一轮测试时，没有正常更新，导致显示结果错误；或由于测试电路故障，导致异常结果被检测为正常。

各子项应独立测试，不互相依赖或嵌套，每个PASS结果都具有实际意义，而非总结性地将过去的测试结果合并。

同一个被测设备，重复测试的结果要保持一致，除非是DUT自身的原因引起的。

### 结构

LED/LCD 等显示器件在测试过程中不会受到遮挡，颜色可清晰辨认，相邻LED点亮时，不能因为混色导致辨认困难。

## 面向生产线操作人员，设置难度低，一键启动测试，所有测试项自动完成；

一套完整的测试仪的正常部署流程应遵循：“放置 -> 插线 -> 开机 -> 使用”；尽可能避免多余的步骤；测试仪部署完成后，测试流程应遵循以下步骤：  
“DUT放置 -> 插入DUT外设 -> 按下启动按钮 -> 等待测试完成 -> 拔线 -> 卸下DUT”。

### 硬件

测试仪面向用户的器件有启动按钮、LED指示灯、LCD显示屏、测试治具插座、电源插座。

所有测试流程中涉及到的接线步骤，必须采用线束+防反插接插件，而不能是散线或端子；避免多个线束用同一型号的接插件。

### 软件

同一时刻只进行一项测试，一个测试项结束后，自动开始下一个测试项；LCD/LED上实时显示测试项目的状态。

### 结构

引出线束尽可能少，每个线束使用不同接插件，不允许使用单端子的散线作为终端线束；如果被测设备本身的不同接口使用了同型号的接插件，要明确标注接插件的对应插座，且对线束做一定的限位，防止插错；

## 兼容不同的电控产品，同一套测试仪软硬件，可测试不同的电控板

### 硬件

测试治具插座引脚定义长期保持不变；

测试治具插座预留6 Pin NC，以备未来升级；

### 软件

测试仪要有配置接口，通过简单的配置过程，就能应用到不同的火萤电控产品；配置更换目标测试产品后，只需更换相应产品的测试治具等，即可切换到对应的平台。

### 结构

测试仪外壳设置有1个插座用于连接测试治具，接插件型号长期保持不变；

## 电源测试；

### 硬件

DUT主供电通过测试仪获得，测试仪对其进行电流采样，接入测试仪主控ADC；

ADC测量接口，引出到治具插座，每路ADC均衰减10倍，电压测量范围0~33V；

### 软件

电源测试项包含：主供电电压、主供电电流、备用电池电压、5V、4V、3.3V、1.8V 四路中间电压，并预留增加路数的升级空间；

不同的目标DUT配置，对应不同的阈值电压，和使用的ADC路数；

## 点火电路测试；

### 硬件

点火电压需要测量点火电压输出端口2端，点火电流需要通过点火负载电阻进行计算；

提供4路GPIO，用于读取点火电平信号；

### 软件

需要测量：

1. 保护继电器短路电阻；
2. 继电器开路时静态电压；
3. 点火IO所有电平组合下，继电器开路时的静态电压；
4. 点火时开路电压；
5. 假负载点火峰值电流；
6. 点火峰值电流保持时间；

以上所有条件均满足时，本项才能判断为PASS

### 结构

点火电路假负载为白炽灯，点火时会发光，但亮度较低，外壳要有白炽灯发光窗口；

## 通信接口测试；

### 硬件

提供1路CANBUS,2路UART,2路PWM IO,2路GPIO,1路USB\_OTG,用于连接到DUT，进行通信接口有效性测试；

### 软件

每个通信接口进行简单收发/交互测试，确认接口硬件功能正常；

简单收发/交互测试通过后，进行协议测试，确认协议正常运行；

## RGB LED 色彩测试；

### 硬件

提供1路I2C接口用于连接颜色传感器,多个传感器共用同一个I2C总线；

### 软件

通过颜色传感器获得被测LED的点亮状态，向DUT发送LED测试指令调整为显示特定的颜色，测试仪进行比对，从而实现自动化LED测试；

当LED故障形式是RGB顺序错误时，自动排列出正确的LED顺序，向DUT发送LED顺序调整指令，作为正确的出厂设置；

### 结构

每个颜色传感器对应一个被测RGB LED，且被测LED被封闭遮光，防止环境光干扰

## 蜂鸣器鸣叫测试；

### 硬件

提供一路模拟或数字的声音传感器，具有测量声强、声频能力；

### 软件

发送命令使得DUT发声，通过声音传感器，测量声强及声频，在阈值范围则PASS;

具有多频点测试能力，向DUT发送不同频点的测试命令，校对多个频点的声强、声频；

能够为不同的DUT，设置不同的声强与声频阈值；

### 结构

声音探头与DUT蜂鸣器的间距要固定，且避免环境声影响测试结果

## 自检信息读取比对；

### 硬件

提供1路UART，接入DUT调试端口，用于向DUT发送指令，接收DUT反馈信息；

### 软件

具有console指令收发解析能力，指令协议参考POSIX terminal interface；

具有二进制流协议收发解析能力，协议文本按照后续定义的协议文档实施；

## 编译配置检查；

### 硬件

同2.10

### 软件

读取DUT的编译配置：如功能开关、软件版本等信息，确认DUT符合产品出货标准；

标准根据不同DUT的具体要求，动态设置；

## 存储器有效性测试；

### 硬件

同2.10

### 软件

向DUT发送存储器自检指令，确认存储器在DUT端工作正常；

向DUT发送文件读写命令，写入随机内容的二进制文件；然后回读该文件，确认DUT存储器正常；

DUT存在多个存储器硬件时，对每个存储器进行相同操作进行校验；

## 测试结果反馈：UI上显示整体和单项PASS或FAIL；

### 硬件

UI包括LED灯光状态，LCD图形界面内容；

### 软件

* LED熄灭表示对应的测试项未开始；
* LED显示黄色闪烁表示对应的测试项正在进行；
* LED显示绿色常亮表示对应的测试项通过；
* LED显示红色常亮表示对应的测试项不通过。

日程表

描述已自动生成

### 结构

在测试仪外表设置30个LED灯光显示窗口，每个LED显示一个测试项，每个测试项定义根据不同的DUT，使用标签贴纸进行标注；

## 测试记录：生成测试记录文档保存在本地存储卡，联网时同步上传到远程服务器；

### 硬件

提供RJ45 Ethernet网络接口，具有联网功能；

提供TF卡或SD卡硬件，具有数据存储功能；

### 软件

实现TCP/IP协议栈，数据上传使用自定义协议，协议根据后续协议文档实施；

### 结构

RJ45网口，TF卡在测试仪外观可见，插拔操作方便；

## SN码设置；

### 硬件

同2.10

同2.14.1

### 软件

发送设备信息，向远程服务器申请产品SN码，协议根据后续协议文档实施；

获得SN码后，通过调试口，向DUT写入。

## 硬件版本设置；

### 硬件

同2.10

### 软件

当出现与标准硬件不一致的硬件时，如LED RGB顺序发生变更，传感器发生变更，而DUT固件本身有兼容性设计时，向DUT发送硬件版本设置；

## 传感器0偏校准；

### 硬件

同2.10

### 软件

持续从DUT读取传感器的原始数据，分别旋转到6个基准面，对DUT进行基础6面体0偏校准动作，采集DUT在此过程中的运动数据，计算出校准常数，通过调试口，向DUT写入；

### 结构

要求测试治具在该测试项中，能够使DUT进行绕三维x,y,z轴旋转90°/-90°运动；

在DUT静止时，需要使DUT基准面保持水平。

## 传感器静态测试；

### 硬件

同2.10

### 软件

持续从DUT读取传感器的原始数据，DUT在测试治具中保持静止，测试仪对传感器数据进行采样和评估，确认DUT的传感器符合标准；

### 结构

要求测试治具在该项测试中保持静止，且DUT被固定牢固；

## 传感器动态测试；

### 硬件

同2.10

需要提供1路PWM输出，用于输出变气压动态测试风扇驱动信号；

需要提供1路UART，用于向转台发送操作指令；

### 软件

持续从DUT读取传感器的原始数据，DUT在测试治具中按照特定轨迹运动，测试仪对传感器数据进行采样和评估，确认DUT的传感器符合标准；

驱动风扇改变DUT的环境气压，确认DUT的气压计曲线符合标准；

由于治具风扇改变气压值误差较大，软件应具有方便调整气压阈值的方法；

### 结构

要求测试治具在该测试项中，能够使DUT进行绕三维x,y,z轴旋转90°/-90°运动；

在DUT静止时，需要使DUT基准面保持水平；

要求测试治具提供由PWM驱动的风扇，用于改变DUT的环境气压，风扇应固定安装在治具上，并确保风向和风阻的稳定性，以增加重复测试的一致性；风扇要有保护结构避免伤人。

## 具有测试仪自检、自校准功能；

### 硬件

所有电源应连接到测试仪自身ADC通道，已供自检使用；

需要对测试仪自身供电进行电流采样；

### 软件

测试仪应能够对自身的基础状态进行自检，如电源电压、电流，网络连通性，电路模块连通性等，自检内容待定（TODO）

准备标准DUT，已校验测试仪自身是否正常。

## 具有生产日期与合格报告写入功能；

### 硬件

同2.10

测试仪提供RTC硬件，能够提供可靠的实时时间；

掉电后，RTC要能够靠电池维持走时；

RTC电池电压应能够被ADC检测

### 软件

生产时期以All pass为准，每次测试All pass，向DUT写入生产日期和PASS记录，既合格报告，合格报告格式待定（TODO）；

测试仪应有联网自校时功能，维持生产日期的准确性；

RTC电池低电量时，测试仪自检不通过；

# 需求总结

## 硬件:

### 接口清单：

##### 启动按钮（GPIOx1）

##### LED指示灯（GPIOx1）

##### LCD显示屏(SPIx1)

##### 命令输出接口（UARTx1）

##### 测试仪自身调试接口（UARTx1）

##### 电源测试（ADCx8）

##### 点火电路测试（ADCx2、GPIOx4）

##### 通信测试接口（CANBUSx1,UARTx2,PWM IOx2,GPIOx2,USB\_OTGx1）

##### 色彩测试（I2Cx1）

##### 鸣叫测试（I2Sx1）

##### 网口（ETHx1）

##### 存储卡（SDIOx1）

##### 转台操控（UARTx1）

##### RTC（I2Cx1）

## 软件：

##### 防止死机、挂起

##### 操作简单

##### 自动化测试

##### 测试过程、测试结果清晰无歧义

##### 软件兼容性强

##### 结果、故障有记录

## 结构：

# 工作计划

## 阶段0.1

基于UPF平台，实现简单的自检状态显示，加速UPF硬件交付流程。

2022年8月中完成

## 阶段0.2

搭建基础的电源测试平台，实现电源测试半自动化，既需求2.5；

2022年8月末完成

## 阶段0.3

在阶段0.2的基础上实现需求2.6点火电路测试；

2022年9月初完成

## 阶段1

构建满足所有需求的基础硬件平台，实现需求2.5、2.6、2.7、2.10、2.11、2.16，并满足需求2.1、2.2、2.3

2022年11月初完成

## 阶段2

## 阶段3

# 附录

## 缩写注释

##### DUT:(Device Under Test) 被测设备

# 修订记录

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **发布日期** | **变更** | **修订人** |
| 20220803 | 初版 | Jerrick |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |