

# 电源变换器测试工装设计方案

赵超娟

北京大华无线电仪器有限责任公司 北京 海淀 100083

**摘要:** PCB经过SMT制程后,生成电路板成品PCBA。但由于贴片精度,物料质量,人为误操作等原因,并不能保证所生产的PCBA都没问题,所以在SMT制程后端会加入一系列自动化测试设备,如ICT(在线测试仪),FCT(功能测试仪),AOI(自动光学测试),X-ray(X射线检测)等,用于减少PCBA量产过程中的不良率。

本单板测试方案结合常规测试项目和产品本身电气特性,设计单板测试工装,用于保证产品生产过程中PCBA的可靠性。

**关键词:** 测试工装; 针床; 探针板; 测试系统;

## 引言

DHS2000H系列电源变换器是高可靠性直流稳压稳流电源,可以实现恒压功能、恒流功能、电源的串并联功能、波形生成功能等。

DHS2000H系列电源变换器包括控制板DHS2000H-A1,控制板DHS2000H-A4,功率板DHS2000H-A2,跳档板DHS2000H-A7,前面板DH-FrontDisp。

在生产中,DHS2000H-A2,单板手动测试主要包括以下步骤:

a)检查各电解电容及整流桥正负焊接正确,无误后,进行下一步;

b)将功率板模块与整机连接,确保各接插件连接正确,无误后,进行下一步;

c)打开整机开关,测量TP201,TP202,TP301,TP302,TP402电压,测试点分别为5V,-15V,5V,-15V,-15V无误后,进行下一步;

d)关闭电源开关,分别将三路控制板(控制板已经过调试,功能均正常)插入P201,P301,P401,打开电源开关,测试功率模块跳档部分是否正常工作;分别使第一、二路输出从0V-满量程开始调节,观察对应跳档板LED701.LED702指示灯情况,当第一档时,LED701亮起LED702灭,第二档时LED701灭LED702亮起,第三档时,LED701和LED702同时亮起;如出现上述情况,则跳档板正常,进行下一步;

e)观察风扇是否以低速运转。

DHS2000H-A2手动测试中,步骤b连接需要插拔11个接插头,插头多是带卡扣的欧式插头,不容易插拔,一方面插拔插头花费大量时间,另一方面生产人员测试一天,手指磨损严重。这种方式不利于大批量生产。生产测试中步骤c需要用万用表手动测试多点电压,该测试方

式也会花费大量时间找测试点,并且带电测试也会有安全风险。

所以针对目前单板手动测试中一些不足,从提高测试效率,提高测试可靠性,提高测试安全性角度,需要设计单板测试设备,替代一些手动操作步骤,优化单板测试。

以DHS2000H-A2为核心,外部需要接2块DHS2000H-A1,1块DHS2000H-A4,1块DH-FrontDisp,组成DHS2000H电源工作系统。

所以DHS2000H-A2单板测试设备,需要将DHS2000H-A2转接的插件,待测的元件,以点的形式接入测试系统,进行测试。

## 1 设计方案

DHS2000H-A2单板测试设备通过使用探针方式,将电路板上的测试点以及需要插拔的端子引出来,接到测试系统里面,测试人员只需要将电路板放置到探针上,就可以替代插拔端子,万用表单点测试等操作。探针方式如图所示,在电路板底部加一定数量的探针。通过探针将电路板的点引出来。

DHS2000H-A2单板测试设备主要包括测试工装和测试系统。测试工装主要用于实现待测板的放置,压板,松板,以及为插座,按钮等提供安装载体。测试系统主要为待测板提供电源,激励信号,电压电流采集,数据交互处理等<sup>[1]</sup>。

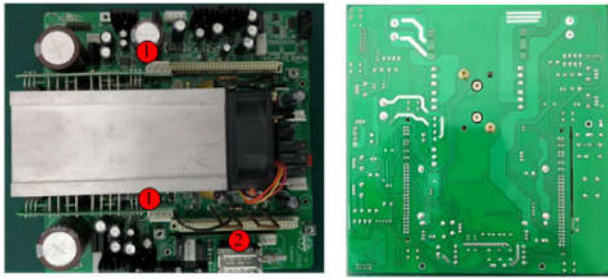
### 1.1 测试工装

测试工装材料主要为电木,电木具有较高的机械强度,良好的绝缘性,耐热耐腐蚀。测试工装主要由上面的针床和下面的工装盒组成。测试工装示意图如图所示。

### 1.2 针床

针床主要针对DHS2000H-A2定制制作,

DHS2000H-A2板如图所示。



标注1为换挡板上插座，下压板需要设计探针，针床下压时候能与1处插座接触。

标注2为开机按钮，工装上设计相应机制，可以从外面将2处按钮按下。

针床由探针板，保护板，下压板，下压机制组成。下压机制通过机械操作，将下压板压下，从而压紧电路板。

下压机制分为手动方式和气动方式，手动方式可用于电路板比较小，探针比较少的电路板，气动方式用于电路板尺寸大，针点多的电路板，因为探针是具有弹力的，针点多，电路板需要的下压很大的力，手动无法完成。另一方面，气动方式可以通过控制电磁阀，控制下压板自动下压和抬起。气动方式需要配备气泵，汽缸。针对DHS2000H-A2电路板，针点较少，可以实现手动下压机制。气动工装示意图如图所示。

#### 1.2.1 探针板

探针板主要由各种PCB探针组成，PCB探针是电测试的接触媒介，广泛用于PCBA的测试。

PCB探针制造工艺，一般针杆采用SK4镀铬，针管磷铜管镀金，弹簧琴线镀金，针套采用黄铜管镀金，国产寿命约2-5万次，进口寿命约8-30万次。PCB探针分多钟，如ICT探针，双头探针，开关探针，高频探针等，ICT探针在电路板测试中应用比较多，ICT探针一般间距在1.27mm, 1.91mm, 2.54mm，常用的系列：100系列，75系列，50系列，主要用于在线电路测试和功能测试。探针与针套一般配套使用，便于探针更换。

探针针头有多种头型可以选择，用于满足电路板测试点的不同特性。

#### 1.2.2 保护板

电路板放置到保护板上，保护板跟随电路板一起下压或者抬起，用于固定电路板位置，并且保护探针不会受到侧面力，导致探针压歪。

#### 1.2.3 下压板

下压板上有多个下压柱，均匀分布，保证电路板下压时候受力均匀。

#### 1.2.4 工装盒

工装盒主要由针床板，前面板，后面板，侧面板，底面板组成。主要用于放置固定针床和其他电气元件。

##### 1.2.4.1 针床板设计

针床板是工装盒的顶层板。

针床板用于固定针床，提供DHS2000H-A1板（2块），DHS2000H-A4板（1块）安装接口，提供DHS2000H前面显示屏固定，人机操作界面。

DHS2000H-A1电路板的针床板选用IDC焊线插座64PIN，插座焊线端直接焊接针床引出的对应位置的线。

DHS2000H-A4电路板的针床板选用14PIN双排插针，插针焊线端直接焊接针床引出的对应位置的线<sup>[2]</sup>。

DHS2000H显示屏垂直固定在针床板上，用于测试时候手动调试。

##### 1.2.4.2 前面板设计

DHS2000H前面板由表头，开关组成。

a)电源开关用于待测板电源，选用自锁带LED的开关。

b)交流表头，用于测量变压器输入端的电压电流。

c)直流电表用于测量待测板测试点电压。

##### 1.2.4.3 后面板设计

后面板主要包括电源插座，测试孔，DB9插座，DB15插座。

a)电源插座用于交流220V国标线接入。

b)测试孔备用。

c)DB9插座与PC通信。

d)USB与PC通信。

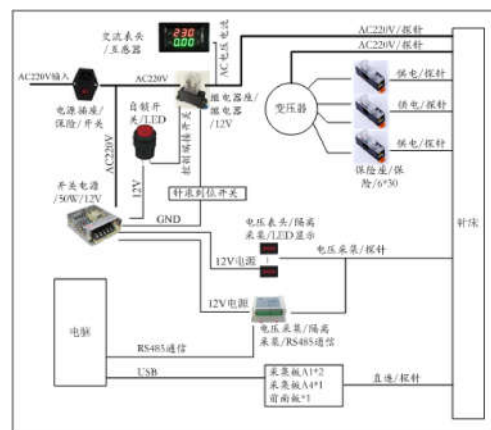
e)DB15插座，备用。

##### 1.2.4.4 底面板设计

底面板主要包括变压器，开关电源，保险座，电压采集模块，辅助电路板等

### 1.3 测试系统

测试系统主要由电源，信号控制和采集单元，数据显示和处理单元等组成。系统框图如图所示。



### 1.3.1 电源

a)测试模块电源选用明纬LRS-50-12, 功率50W, 输出12V, 4.2A。

b)DHS2000H-A2电源选用DHS2000H对应的变压器。

### 1.3.2 信号控制和采集

a)交流数字表头, 测量精度1%, 3位LED显示, 测量速度2次/每秒, 互感器与电表分离。

b)直流数字表头, 量程 $\pm 20V$ ,  $\pm 200V$ 配置, 6位LED显示, 隔离采集。

c)多功能采集卡, 多路直流电压采集, 通道之间隔离, 16位AD采样, 量程0-250V, RS485接口通信。采集卡如图所示。

d)DHS2000H-A1, DHS2000H-A4, 利用DHS2000H本身的采集板对功率板进行控制, 信号采集。

### 1.3.3 数据显示和处理

用USB转485转换器, 实现电脑与多功能采集卡通信。

用USB线, 实现电脑与DHS2000H系统通信<sup>[3]</sup>。

台式电脑选用知名品牌商务电脑, 至少带4个USB口。

## 1.4 测试流程

DHS2000H单板测试分为脱机测试和自动测试, 脱机测试不需要连接电脑, 测试参数需要观察读取判断, 自动测试需要连接电脑, 软件自动完成测试。

### 1.4.1 脱机测试

a)检查各电解电容及整流桥正负焊接正确, 并按下电路板上开关, 确认无误后放入针床, 并压下针床。

b)打开前面板电源开关, 观察各点表头电压是否在正常值范围, 观察风扇是否以低速运转。

c)调节CH1,CH2输出, 从0V-满量程, 观察表头电压变化是否正常。

d)关闭电路板上开关, 观察表头电压是否都为0。

e)关闭前面板电源开关, 抬起针床。

### 1.4.2 自动测试

a)检查各电解电容及整流桥正负焊接正确, 并按下电路板上开关, 确认无误后放入针床, 并压下针床。

b)打开前面板电源开关, 启动软件自动运行模式, 测试完成。

c)关闭电路板上开关, 观察表头电压是否都为0。

d)关闭前面板电源开关, 抬起针床<sup>[4]</sup>。

## 结束语

综上所述, 本文提出的DHS2000H-A2单板测试工装设计方案, 通过探针连接

测试点和测试系统, 简化了测试流程, 减少了手动操作, 提高了测试效率。同时, 测试工装和系统的结合确保了测试的可靠性和安全性。随着技术的不断进步, 该方案有望进一步优化, 以适应更多类型的电源变换器测试需求。未来, 将继续探索自动化测试技术, 为电子产品生产提供更加高效、便捷的测试解决方案。

## 参考文献

[1]李柯,杜凤婷,高航,等. 高频开关电源变换器的数字控制研究[J]. 通信电源技术,2024,41(7):127-129.

[2]张慧莹,赵子豪,罗晨曦,等. 一种可携带式电源变换器装置的设计与应用[J]. 中国新通信,2025,27(1):82-84.

[3]朱昱擎. 电源变换器的鲁棒控制[J]. 电气技术,2018,19(12):62-66.

[4]蔡嘉豪,马宗铭,王建冈. 基于GaN器件车用电源变换器的分析和设计[J]. 无线互联科技,2023,20(17):1-3. DOI:10.3969/j.issn.1672-6944.2023.17.002.