FPGA设计实验箱说明书

1. **建设内容**

FPGA设计实验箱内硬件采用“核心板+底板”的结构，其中核心板与底板采用可插拔分离式设计；系统共提供一块8位微控制核心板、一块32位微控制核心板和一块FPGA核心板，核心板接口一致，可插拔，可替换。实验箱采取项目化设计模式 ，预设四个完整项目场景，包括智能农业、智能小车、智能音箱、工业互联网。本实验箱提供基于8位单片机、32位单片机、FPGA Verilog语言、FPGA Microblaze软核实验例程，包含但不限于底板各硬件单项实验、智能农业综合实验、智能小车综合实验、智能音箱综合实验、工业互联网综合实验。

## （一）硬件配置

1、8位微控制核心板：核心芯片采用主流品牌，板载256Kb外置SRAM存储器,板载2个100P BTB高速连接器用于与底板连接。

2、32位微控制核心板：核心芯片采用意法半导体的STM32F103ZET6，板载512Kb外置SRAM存储器,板载2个100P BTB高速连接器用于与底板连接。FPGA核心板：核心芯片采用XILINX的XC7A35T-2FGG484C，板载2Gbit DDR3内存芯片，板载QSPI Flash用于存储固化FPGA程序，板载2个100P BTB高速连接器用于与底板连接。底板：底板硬件资源按预设项目场景划分为不少于5个功能区，包含智能农业区、智能小车区、智能音箱区、工业互联网区、公共资源区，并且在底板上印刷有直观的框图文字进行区分。可通过核心板上的硬件拨码开关选择相关的功能区开展实验，无需使用杜邦线进行硬件连接，方便快捷。

## （二）功能区域资源

★公共资源区：

一个核心板接口，2个100P BTB高速连接器母座用于与核心板连接；

一个3.5寸TFT液晶彩屏，板载，分辨率为320\*480，16位真彩显示，自带电容式触摸屏，支持多点触摸；

一颗EERPROM存储器芯片，AT24C256，容量256K字节；一个 DS1302 时钟芯片，及后备电池接口；一路ISP下载接口，可用于8位/32位单片机程序下载；一个TF卡接口，支持SPI和SDIO接口协议；4排扩展IO插座；一个系统复位按键。

智慧农业区：

一个光敏传感器；一个DHT10温湿度传感器；一个反射式红外对管传感器；两个4位联体数码管；一颗高亮可调光LED灯珠；一个4相5线步进电机，及其驱动电路；

一个ASR语音识别芯片LD3320，及其外围电路，结合核心板可实现非特定人声语音识别；8个贴片led；

一个ESP32模块，wifi/蓝牙传输模块，支持Python编程开发，可实现对实验平台电源的电流（功耗）实时在线监控。

智能小车区：

两个直流减速电机，分别安装有码盘；一个红外对管测速传感器，与码盘对应安装；一个电位器；一个DS18B20温度传感器；一个蜂鸣器；一个超声波测距传感器；一个12864液晶模块。

智能音箱区：

一个高性能音频编解码芯片VS1053，及其外围电路；一个板载扬声器；一组4\*4矩阵按键。

工业互联网区：

一个百兆以太网接口，可通过8位/32位单片机进行控制；一个千兆以太网接口，可通过FPGA进行控制；一个板载摄像头，OV7670,可通过8位/32位单片机采集实时画面；一路继电器控制电路；一个高速AD和高速DA接口，最大转换速率125MSPS(DA) 32MSPS(AD),配合FPGA核心板可完成虚拟示波器、虚拟信号发生器等实验。

## （三）案例内容资源库

**1、跑马灯实验**

**实验目的：**理解并掌握led 灯的点亮原理；

理解并掌握单片机C语言编程方法；

理解并掌握单片机位操作与端口操作的方法；

**实验模块：**STC核心板+8位流水灯

**实验内容：**

（1）点亮第一个流水灯，对单片机端口的位操作进行演示；

（2）流水灯间隔点亮，对单片机端口操作进行演示；

**2、蜂鸣器实验**

**实验目的：**学习单片机控制蜂鸣器方法；

理解并掌握单个IO口的控制方法；

**实验模块：**STC核心板+蜂鸣器

**实验内容：**将程序写入开发板并观察蜂鸣器情况。

**3、红外对管检测实验**

**实验目的：**掌握单片机外部中断的使用方法；

**实验模块：**STC核心板+红外对管

**实验内容：**将程序写入开发板，利用单片机外部中断捕获红外管遮挡情况**。**

**4、继电器控制实验**

**实验目的：**掌握继电器开合原理；

理解并掌握单个IO口的控制方法；

**实验模块：**STC核心板+继电器模块

**实验内容：**将程序写入开发板并观察继电器开合情况**。**

**5、数码管实验**

**实验目的：**掌握7段数码管的控制显示方法；

掌握多位数码管的扫描显示方法；

**实验模块：**STC核心板+数码管

**实验内容：**将程序写入开发板可以观察到数码管由左到右依次显示0~7**。**

**6、矩阵键盘实验**

**实验目的：**掌握4\*4矩阵键盘的工作原理；

将矩阵键盘键值在TFTLCD屏上显示；

**实验模块：**STC核心板+矩阵键盘；

**实验内容：**将程序烧写至单片机并随机按下矩阵键盘按键，可以在TFTLCD屏上观察到相应的数值。

**7、红外对管测速实验**

**实验目的：**了解光电对管测速原理；

掌握定时器外部中断编程方法；

**实验模块：**STC核心板+直流电机+蜂鸣器+光电对管

**实验内容：**将程序写入开发板后观察电机是否启动并观察蜂鸣器随着电机转动发出规律性响声**。**

**8、直流电机驱动实验**

**实验目的：**了解直流电机驱动控制原理；

**实验模块：**STC核心板+直流电机

**实验内容：**将程序写入开发板后观察电机是否启动**。**

**9、步进电机实验**

**实验目的：**了解步进电机驱动控制原理；

掌握步进电机编程调速方法；

**实验模块：**STC核心板+步进电机

**实验内容：**将程序写入开发板后步进电机首先顺时针匀速转动接着减速停止最后重新开始匀速转动**。**

**10、12864液晶实验**

**实验目的：**掌握12864液晶屏的基本操作；

**实验模块：**STC核心板+12864液晶屏

**实验内容：**利用单片机驱动12864液晶屏显示相应字符串。

**11、串口测试实验**

**实验目的：**掌握单片机串口的操作；

**实验模块：**STC核心板

**实验内容：**利用串口调试工具向单片机发送16进制数据0x15后单片机会返回字符串“我爱单片机 ”**。**

**12、PWM调光实验**

**实验目的：**学会利用STC单片机的PCA模块输出脉宽调制波（PWM）；

**实验模块：**STC核心板

**实验内容：**利用单片机PCA模块输出一定频率和占空比的PWM，并对LED灯的亮度进行调节。

**13、TFTLCD显示实验**

**实验目的：**掌握单片机控制TFTLCD屏显示；

**实验模块：**STC核心板+TFTLCD41

**实验内容：**通过单片机控制TFTLCD屏使之显示不同内容同时对屏幕触屏进行检 测。

**14、RTC实时时钟实验**

**实验目的：**掌握单片机控制实时时钟芯片DS1302；

并通过TFT对当前时间进行实时显示；45

**实验模块：**STC核心板+DS1302模块

**实验内容：**通过单片机向DS1302芯片中写入时间；并读取时间实时显示在TFTLCD屏上。

**15、ADC电位器实验**

**实验目的：**掌握单片机内部的 A/D 转换器的使用；

通过A/D 转换器对外部电压进行采集并显示；49

**实验模块：**STC核心板+滑动变阻器

**实验内容：**将程序写入单片机中，单片机采集电位器电压；旋转电位器观察TFTLCD屏幕上的电压值变化。

**16、光敏传感器实验**

**实验目的：**掌握单片机内部的 A/D 转换器的使用；

**实验模块：**STC核心板+光敏传感器

**实验内容：**利用STC内部的ADC模块采集光敏传感器两端的电压值并通过TFTLCD屏幕进行显示。

**17、超声波测距实验**

**实验目的：**掌握单片机控制超声波模块HC-SR04；

并通过TFTLCD屏对距离进行实时显示；

**实验模块：**STC核心板+ HC-SR04

**实验内容：**通过单片机控制HC-SR04发送脉冲并读取距离数值，并通过TFTLCD屏对距离进行实时显示。

**18、IIC/EEPROM实验**

**实验目的：**学会IIC总线的驱动方法；

掌握单片机读写EEPROM芯片AT24Cxx的方法；

**实验模块：**STC核心板+ AT24C256

**实验内容：**单片机通过代码模拟IIC总线并对EEPROM芯片AT24C256进行读写，单片机会在0号地址读取字符‘F’并通过TFTLCD屏显示出来。

**19、触摸屏实验**

**实验目的：**掌握电容触摸屏的触控原理；

利用单片机对电容触摸屏触控进行读取；

**实验模块：**STC核心板+ TFTLCD

**实验内容：**利用单片机制作一个绘图板功能。

**20、温度传感器实验**

**实验目的：**学会1-Wire总线的驱动方法；

掌握单片机读写温度传感器DS18B20的方法；

**实验模块：**STC核心板+ DS18B20

**实验内容：**单片机通过代码模拟1-Wire总线并对DS18B20进行读写，并在TFTLCD屏幕上显示当前实时温度。

**21、温度湿度传感器实验**

**实验目的：**学会单片机控制DHT11温湿度传感器；

将读取的温度实时显示在TFTLCD屏上；

**实验模块：**STC核心板+ DHT11

**实验内容：**单片机通过读写DHT11的寄存器实现对温湿度实时检测并通过TFTLCD屏实时显示。

**22、SPI/SD卡实验**

**实验目的：**学习SD卡的通信方式，熟悉SD卡的寄存器和操作指令；

学会对SD卡的类型和容量进行判断与查询；

**实验模块：**STC核心板+ SD卡

**实验内容：**将SD卡插入开发板并烧写程序，开机后TFTLCD屏幕上会显示是否成功初始化SD卡并显示SD卡容量。

**23、FATFS实验**

**实验目的：**了解Fatfs文件系统的基本结构，并掌握不同层次的基本功能；

熟悉Fatfs文件系统的移植方法；81

**实验模块：**STC核心板+ SD卡

**实验内容：**学会将Fatfs文件系统移植到单片机中，若系统初始化成功TFTLCD屏上会显示FAFS OK。

**24、汉字显示实验**

**实验目的：**学会从SD卡或flash存储中加载字库文件；

利用字库文件数据在TFTLCD上显示汉字；

**实验模块：**STC核心板+ TFTLCD

**实验内容：**单片机首先挂载FATS文件系统，接着在加载指定路径下的字库文件，最终通过字库文件在TFTLCD屏上显示汉字。

**25、图片显示实验**

**实验目的：**了解常见图片格式的编码方式；

利用单片机对图片进行显示；

**实验模块：**STC核心板+ TFTLCD+SD卡

**实验内容：**首先在单片机上移植Fatfs文件系统，并从指定的文件夹中读取相应的图片文件。接着对图片进行解码并在TFTLCD屏幕上进行显示。

**27、音乐播放器实验**

**实验目的：**学会从在SD卡上挂载FATS文件系统并加载指定音乐；

学会利用单片机SPI总线控制VS1053音频解码芯片；

**实验模块：**STC核心板+ VS1053+SD卡

**实验内容：**单片机首先挂载FATS文件系统，接着在加载指定路径下的音频文件，最终通过VS1053解码并输出音频。

**28、百兆以太网实验**

**实验目的：**学会通过单片机SPI接口驱动以太网芯片W5500；

学会利用W5500搭建TCP服务器、TCP客户端、UDP模式；

**实验模块：**STC核心板+ W5500

**实验内容：**本节实验共包含三个实验，TCP服务器实验、TCP客户端实验、UDP模式实验，实验中需要在电脑端安装网络调试助手并用网线与电脑相连。

**29、摄像头实验**

**实验目的：**学习摄像头OV7670的驱动控制方法，了解OV7670摄像头捕捉图像原理；

**实验模块：**STM32核心板+ OV7670

**实验内容：**利用单片机驱动OV7670摄像头并实时捕获摄像头图像数据在TFTLCD屏上显示。