# 2022年山东省职业院校技能大赛
# 集成电路开发及应用赛项
# 高职组

[竞赛时长：240分钟]

# 竞赛任务书

加密号（工位号）：_____

2022年12月

# 注意事项

## 一、竞赛任务概述

本赛项包括集成电路设计与仿真、集成电路工艺仿真、集成电路测试、集成电路应用和职业素养与安全生产等 5 个竞赛任务，各任务分值分别为 20、20、30、25、5 分，本赛项满分为 100 分。

## 二、注意事项

1.如出现任务书缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，并进行任务书的更换。

2.参赛队应在指定时间内完成任务书规定内容。

3.选手在竞赛过程中需自行创建测试程序，并存储到“D\2022JCDL”文件夹中，未存储到指定位置的运行记录或程序文件不作为竞赛成果予以评分。计算机编辑文件请实时存盘，建议 5-10 分钟存盘一次，客观原因断电情况下，酌情补时。

4.任务书中只得填写竞赛相关信息，不得出现学校、姓名等与身份有关的信息或与竞赛过程无关的内容，否则成绩无效。

5.由于参赛选手人为原因导致竞赛设备损坏，以致无法正常继续比赛，将取消参赛队竞赛资格，参赛选手在焊接等操作过程中应当严格遵守安全操作规范，注意安全用电，保持桌面整洁。

6.模拟测试任务提供部分元器件，供选手自行选择，设计并制作测试电路。

7.选手须在竞赛开赛 30 分钟内确认焊接套件的器件缺失情况，如有缺失可申请补领器件，开赛 30 分钟后补领元器件将按照规程要求扣分。集成电路测试部分任务不提供备用板供选手替换。综合测试装配的电路板现场评分结束后提交裁判评判，若选手装配的综合应用电路板功能不正确，仅提供套件供选手装配，但将按照规程酌情扣分。

8.选手仅可携带赛项规程中允许携带的物品进入赛场，其余电子产品不得带入赛场。

9.选手不得做出影响其他赛位选手比赛的行为，如大声喧哗等，必须按照裁判长的指挥完成竞赛任务。

# 第一部分 集成设计与仿真

选手使用下发的账号信息登录设计平台，详细说明请参考“U 盘下发资料”中的在线 EDA 管理实训平台使用说明，根据表 1 所示的集成电路真值表（其中 $X_0$~$X_7$、$Y_0$~$Y_7$将由裁判抽取），使用指定设计软件及 GPDK090 工艺库，设计集成电路原理图和版图，并进行功能仿真。

**一、设计要求如下：**

1.MOS 管仅可选用：nmos2v、pmos2v 两种

2.MOS 管宽长要求：　　nmos2v：宽 1.12μm 、 长 0.28μm

pmos2v：宽 2.24μm 、 长 0.28μm

3.芯片引脚：3 个输入端 A、B、C；3 个输出端 X、Y、Z；1 个电源端 VCC；1 个接地端 GND。

4.功能：按照表 1 所示的集成电路真值表， A、B、C 输入不同的逻辑电平， X 和 Y 输出对应逻辑电平。Z 输出 X 和 Y 的某种运算结果，该运算为“与、或、与非、或非、同或、异或”之一。

5.仿真设置：VCC 为+5V，A 为 1kHz，B 为 2kHz，C 为 4kHz，要求输出波形不少于两个完整周期且不超过 3 个完整周期。

6.使用 Assura 菜单下的“Run DRC”进行 DRC 验证。

7.使用 Assura 菜单下的“Run LVS”进行 LVS 验证。

8.所设计版图面积应尽量小。

**二、现场评判要求：**

1.比赛中应提前保存好仿真对应的 state，以便评判时现场运行仿真与展示要求。

2.评判时，选手需现场打开对应原理图进行电路仿真操作并展示仿真结果，裁判仅对现场展示的结果进行评分，不对选手提前保存的结果截图进行评判。

3.选手现场打开原理图对应的版图，并进行 DRC 检查和 LVS 验证展示验证结果、并现场测量和计算版图尺寸（版图单位 μm）。

4. 评判时不允许选手进行增加、删除、修改、连线等操作，出现此类情况者，判定为操作违规，本题计零分。

**表 1 集成电路真值表**

| 输入 | | | 输出 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | X | Y | Z=X ? Y |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | “?”为“与、或、与非、或非、同或、异或”之一 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | |

*注：表 1 逻辑电平为“正逻辑”，即低电平用“0”表示、高电平用“1”表示。*

# 第二部分 集成电路工艺仿真

## 一、登录考试平台

1.打开 Chrome 浏览器，在地址栏中输入以下网址来访问考试网站：

访问网址：http://192.168.0.2:8080/login（需使用英文输入法输入网址）

详细说明请参考“U 盘下发资料”中的工艺仿真登录说明。

2.在登录界面选择“考务系统”，选择“考生”身份，使用下发的账号信息进行登录

## 二、注意事项

1.选手登陆后依次进行集成电路制造工艺题、集成电路工艺交互动画实操等环节的答题。答题完成后，点击“提交”，即完成集成电路工艺仿真任务。

2.虚拟仿真交互作答时每一道题目都是相互独立的，每完成一个虚拟仿真的答题后，均需要点击下方的“提交此题”按钮，提交成功后会在下面的答题情况框中出现绿色勾，并自动跳转到下一题，不提交该道交互动画题将无成绩。

3.答题完成并确认无误后，可点击“提交试卷”按钮进行交卷。

注意：（1）提交试卷后无法再进行修改；（2）考试时间结束，系统将自动提交试卷。

## 三、竞赛内容

### 任务 1:集成电路制造工艺题

工艺题中涉及典型集成电路制造工艺的相关知识点，包含以下部分:版图设计、晶圆制造、流片工艺、晶圆测试工艺、集成电路封装工艺及集成电路测试工艺等流程知识点。题型包括了单选题、多选题和填空题。s

### 任务 2:集成电路工艺交互动画实操

交互动画实操涉及典型集成电路制造工艺的相关知识点，包含以下部分:晶圆制造、流片工艺、晶圆测试工艺、集成电路封装工艺及集成电路测试工艺等流程知识点。

# 第三部分　集成电路测试

## 一、任务描述

比赛现场下发比赛所需的集成电路芯片、配套的焊接套件及相关技术资料（芯片资料手册、焊接套件清单等）。参赛选手在规定时间内，按照相关电路原理与电子装接工艺，设计、焊接、调试集成电路功能测试工装板，借助于测试平台完成相应测试任务。

## 二、比赛内容

### 1.元器件核查

参赛选手按照赛题所提供的焊接套件清单进行元器件的辨识、清点和焊接。赛题所涉及的元器件种类可能包括：电阻、电容、电感、二极管、三极管、电位器、LED 发光二极管、MCU、晶振、74 系列芯片、CMOS 系列芯片、运算放大器芯片等，包含 DIP、SOP 等常见集成电路封装形式，具体涉及到的元器件以现场下发为准。

### 2.测试工装焊接调试

参赛选手针对现场下发的芯片，按照给定的芯片资料和现场下发的测试工装 DUT 板、Mini 转换板及综合应用电路板上焊接测试工装并调试，完成测试工装与测试平台之间的信号接入。测试工装电路板焊接调试完成后，必须用万用表测试测试工装板 VCC 及 GND 之间是否存在短路，若存在短路现象，必须排除后方可使用测试平台进行测试，以免造成设备损坏。

**注意：每个测试任务所需的工装仅装配在一个 Mini 转换板及 DUT 板中，选手演示测试结果供裁判评判时不得再次进行接线操作，仅允许选手更换测试程序接受测试。选手需要重新接线的测试任务，裁判将不予以测试，该任务以 0 分计入总成绩。**

### 3.集成电路测试程序的编写

参赛选手在 Windows10 操作系统的 Visual Studio 2013 开发环境下编写基于 C 语言的测试程序，赛题提供测试所用的相应函数，在提供的参考程序基础上按照任务书的要求编写测试程序并完成调试及测试任务。参赛选手根据任务书测试要求及被测集成电路的芯片资料，将需要测试的结果按照要求通过编写的上位机程序界面呈现。

### 4.芯片参数、基本功能及综合应用电路的测试

**测试时仅评判任务书要求测试的相关功能，对于选手未按照要求额外完成的功能不予以评判。测试结果在屏幕呈现，具体呈现要求见任务书描述。测试集成电路的某些基本参数时持续时间不能过长（例如运算放大器的最大短路输出电流），以免损坏芯片或者测试平台。**本测试任务中涉及的所有集成电路引脚从其第 1 脚开始编号依次为 PIN1、PIN2…….。

**5.测试辅助元件**

集成电路测试任务提供测试辅助元器件，其中电阻均为 0805 封装，电位器均为 3296 封装，可供选择的电阻阻值包括：100、1K、1.5K、2K、2.4K、2.7K、3K、3.3K、6.8K、7.5K、10K、15K、20K、100K（每个品种不少于 2 只），电位器阻值为：20K（2 只），数码管，拨码开关等。

**6.测试数据显示要求**

以下测试任务测量的数据显示要求：保留三位小数，其中涉及显示测量结果的单位时电流统一为“mA” ，电压统一为“V”。

**三、比赛任务**

**任务一、数字集成电路测试**

需要选手测试的数字集成电路型号为 74HC165，芯片参考资料参见下发资料中相应文档。

*此部分测试任务必须先行焊接芯片底座，再将 DIP 封装的芯片插入芯片底座。*

**任务要求：**选手应根据任务要求设计对应的测试工装电路，并在同一块 MiniDUT 板上进行测试电路的搭建，完成焊接装配后将 MiniDUT 板装入 DUT 转换板中，完成测试平台信号接入，根据测试任务要求，编写测试程序完成测试并将测试结果在屏幕显示，若需要显示的信息存在单位，必须同步显示，显示要求见相应任务说明。

**（1）开短路测试**

要求：对表 2 所示 I/O 管脚利用测试机编程施加-100μA 的电流进行开短路测试，并将测试结果显示到测试软件界面。**（要求任务测量结果最少显示小数点后 3 位，并显示相应单位）**

**表 2 开短路测试任务表**

| 参数名称 | 测量结果 |
|---|---|
| VOS_PIN2 | |
| VOS_PIN3 | |
| VOS_PIN7 | |
| VOS_PIN9 | |

（2）芯片应用功能测试

现要求充分利用测试平台资源和功能，根据现场下发的 74HC165 芯片、8 位拨码开关、排阻等元器件，实现一个**键盘扫描器**，选手利用拨码开关模拟按键控制输入信号，要求拨码开关拨到“ON”方向时为高电平状态，拨到反方向时为低电平状态，选手需自行搭建电路和编写测试程序读取输出状态，测试程序运行后能在测试软件界面显示 8 个串行输出的数据，显示时要求按照拨码开关序号，依次显示对应的电平状态，评分时裁判将拨动开关改变输入状态，并要求选手再次运行测试程序；评分时仅允许选手加载程序及接入测试电路板，未经裁判允许的情况下，严禁选手改动程序及电路，如有违反则取消此部分任务得分。

**任务二、模拟集成电路测试**

需要选手测试的模拟集成电路型号为：**TLV2462**，芯片参考资料参见下发资料中相应文档。

*此部分测试任务必须先行焊接芯片底座，再将 DIP 封装的芯片插入芯片底座。*

**任务要求：**选手应根据任务要求设计对应的测试工装电路，并在同一块 MiniDUT 板上进行测试电路的搭建，完成焊接装配后将 MiniDUT 板装入 DUT 转换板中，完成测试平台信号接入，再编写测试程序完成测试并将测试结果在屏幕显示，若需要显示的信息存在单位，必须同步显示，显示要求见相应任务说明。

（1）参数测试。

要求：选手需运用测试平台资源及下发的相关物料，自行编写测试代码及设计搭建电路，测试 **TLV2462** 的输入失调电压。

输入失调电压测量条件：VDD=3V，Vic=1.5V；按照表 3 所示设置参数名称进行测试，并将测试结果显示到测试软件界面。**（要求任务测量结果最少显示小数点后 3 位，并显示相应单位）**

**表 3　输入失调电压测试任务表**

| 参数名称 | 测量结果 |
|---|---|
| Vos | |

（2）功能测试。

要求：现要求选手在参数测试电路基础上设计一个同向加法电路，利用测试平台输入两个直流信号分别为 Ui1 和 Ui2（两输入信号范围为 0V~2V），并测得输出信号 Vout；输出信号 Vout 与 Ui1、Ui2 满足以下关系：Vout=(Ui1+Ui2)；现提供第一组测试参数 Ui1=1V，Ui2=1.5V，选手自行设置输入信号测试电路，评分时裁判将现场告知第二组测试参数，选手在裁判的监督下仅允许修改输入信号值（未经裁判允许的情况下，禁止修改其他程序内容和测试电路，如有违反直接取消此任务得分）。最终按照表 4 所示设置参数名称进行测试，并将测试结果显示到测试软件界面。**（要求任务测量结果最少显示小数点后 3 位，并显示相应单位）**

**表 4　输出信号测试任务表**

| 参数名称 | 测量结果 |
|---|---|
| Vout | |

**任务三、综合应用电路测试**

◆ 根据下发的元器件清单和装配位号图完成综合应用电路的装配。

◆ 根据测试状态设置及测试要求，测试综合应用电路的相关参数，完成测试任务。

◆ 裁判评判时，因选手未按照测试条件设置状态导致的测试结果偏差，后果由选手自行承担。

◆ 综合应用电路板功能引脚说明如表 5 所示。

**表 5 电路板功能引脚说明**

| 序号 | 引脚编号 | 功能说明 |
|---|---|---|
| 1 | PIN1 | 空脚（已与本板 PIN2 短接） |
| 2 | PIN2 | 空脚（已与本板 PIN1 短接） |
| 3 | PIN3 | 模拟电路信号输入，根据任务书要求输入 |
| 4 | PIN4 | 模拟电路信号输入，根据任务书要求输入 |
| 5 | PIN5 | 空脚（已与本板 PIN6 短接） |
| 6 | PIN6 | 空脚（已与本板 PIN5 短接） |
| 7 | PIN7 | 模拟电路信号输出 |
| 8 | PIN8 | 模拟电路信号输出 |
| 9 | PIN9 | 空脚（已与本板 PIN10 短接） |
| 10 | PIN10 | 空脚（已与本板 PIN9 短接） |
| 11 | PIN11 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 12 | PIN12 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |

| | | |
|---|---|---|
| 13 | PIN13 | 模拟正电源输入电源 |
| 14 | PIN14 | 模拟负电源输入电源 |
| 15 | PIN15 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 16 | PIN16 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 17 | PIN17 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 18 | PIN18 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 19 | PIN19 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 20 | PIN20 | 模拟电路增益选择（低电平有效） |
| 21 | PIN21 | GND |
| 22 | PIN22 | GND |
| 23 | PIN23 | GND |
| 24 | PIN24 | GND |
| 25 | PIN25 | GND |
| 26 | PIN26 | GND |
| 27 | PIN27 | GND |
| 28 | PIN28 | GND |
| 28 | PIN29 | GND |
| 30 | PIN30 | DS1 显示编码输入 A |
| 31 | PIN31 | DS1 显示编码输入 B |
| 32 | PIN32 | DS1 显示编码输入 C |
| 33 | PIN33 | DS1 显示编码输入 D |
| 34 | PIN34 | DS1 小数点输入，输入高电平，DS1 小数点点亮 |
| 35 | PIN35 | DS2 显示编码输入 A |
| 36 | PIN36 | DS2 显示编码输入 B |
| 37 | PIN37 | DS2 显示编码输入 C |
| 38 | PIN38 | DS2 显示编码输入 D |
| 39 | PIN39 | DS2 小数点输入，输入高电平，DS2 小数点点亮 |
| 40 | PIN40 | 数字电源输入 |
| 41 | H1 | 正电源选择端子 |
| 42 | H2 | 负电源选择端子 |

**说明：DS1 及 DS2 显示编码输入为 8421BCD 码，对应的 DCBA 输入 0000~1001，DS1 及 DS2 将对应显示 0~9。增益选择端口已内置上拉电阻。**

**任务要求：**

◆ 要求此部分任务工作电压为 **±5V** 。

◆ 调节短路帽将 H1 及 H2 端子排左边两个排针短接。

◆ 固定输入的直流信号为：0.6V。

◆ 增益选择为 PIN11 脚。

◆ DS1、DS2 显示 PIN7（PIN8） 输出信号与 PIN3（PIN4） 输入信号的放大倍率，按照四舍五入的原则保留小数点后 1 位，其中 DS1 显示高位，DS2 显示低位。DP 表示小数点。

电路板功能测试数据表如表 6 所示。状态 2 对应的增益选择脚由评分裁判现场告知（选手经裁判告知后，在裁判的监督下仅允许修改增益档位）。测试结果直接观察数码管的显示，不记录屏幕显示的测试结果。

**表 6 电路板功能测试数据表**

| 测试状态 | 增益选择 | DS1 显示 | DS2 显示 | DS1 的 DP 状态 | DS2 的 DP 状态 |
|---|---|---|---|---|---|
| **状态 1** | 增益档位 1 | | | | |
| **状态 2** | 增益档位 2 | | | | |

# 第四部分 集成电路应用

## 一、任务描述

选手利用 M0 主控模块、人机交互模块、DS18B20 温度传感器及交通灯模块实现温控灯系统。按照任务要求将以上模块使用杜邦线进行连接，然后根据下发资料中的案例程序实现相应功能，评分时仅允许选手按照裁判要求展示应用功能，禁止选手改动代码和硬件连接。

## 二、比赛内容

### 1.硬件级联说明

将 M0 核心主控模块、人机交互模块和所有应用模块进行级联，所有模块板之间的级联均采用杜邦线由选手进行连接，功能管脚由选手自行选择。

### 2.功能要求

**（1）开机自检功能**

编写代码实现开机自检功能，上电后，DS1 每个数码管均显示 5，DS2 显示 9；LED2 点亮，蜂鸣器响；LCD 显示屏在第二行以居中方式显示：温控灯系统。

按任意键后，DS2 消隐（不显示任何字符），LED2 熄灭，蜂鸣器不响，LCD 显示屏清屏（不显示任何字符）。

**（2）温度检测功能**

编写代码实现温度检测功能，由 DS1 显示。功能如下：

按下温度检测“启动键”（选手自行选定），DS1 可实时显示温度值（单位为摄氏度，小数点后保留一位）。发热体靠近温度传感器，DS1 显示值上升，发热体远离温度传感器，DS1 显示值下降。

按下温度检测“结束键”（选手自行选定），DS1 消隐。

**（3）温控灯功能**

编写代码实现温控灯功能，下文中的颜色灯都指交通灯模块中的颜色灯。按下温控灯“启动键”（选手自行选定），当传感器检测温度值低于 30℃时，G1、G2 两颗绿灯同时以 2Hz 频率呈现呼吸灯效果；当传感器检测温度值在 30~35℃之间时，Y1、Y2 两颗黄灯同时以 1Hz 频率

闪烁；当传感器检测温度值超过 35℃时，R1、R2 两颗红灯常亮。按下温控灯“结束键”（选手自行选定），颜色灯全部熄灭。在此过程中，LCD 显示屏在第二行以左对齐方式实时显示：温度值：XX.X 度（XX.X 表示温度值）。