2024年河南省高等职业教育技能大赛

集成电路应用开发赛项高职组（B卷）

[竞赛时长：150分钟]

竞

赛

任

务

书

加密号（工位号）：\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2024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验证、集成电路测试开发和职业素养等3个竞赛任务，各任务分值分别为35、55、10分，满分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，裁判宣布比赛结束时需立刻停止操作。

3.选手在竞赛过程中创建的程序和单片机程序，必须在比赛结束前存储到“2024JCDL”文件夹中留作备份，未按要求存储文件导致的后果由选手自行承担。

4.在未完成评测前，任务数据不得删除以及测试电路不得自行拆除，评测时不再允许进行工装板接线，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。

5.任务书中只得填写竞赛相关信息，选手在进行签字确认时，请签署“XX号工位确认”，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。

6.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。

7.测试任务提供统一数量的元器件，供选手自行选择，设计并制作测试电路。

8.选手须在竞赛开赛30分钟内确下发物料缺失情况，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。

9.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，一经发现直接取消竞赛资格。

10.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 集成电路设计验证**

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，使用指定设计软件及工艺库，设计集成电路原理图和版图，并进行功能仿真。

**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“或”运算** |
| 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。*

**一、设计要求如下**

1.MOS管仅可选用：018um工艺库中的n18、p18两种。

2.MOS管宽长要求： n18：宽1.12μm 、 长0.28μm

p18：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.进行DRC验证。

7.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。

**第二部分 集成电路测试开发**

**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**74HC00**，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1所示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 1 开短路测试任务表**

|  |  |
| --- | --- |
| **参数名称** | **测量结果** |
| VOS\_PIN2 |  |
| VOS\_PIN11 |  |

**（2）输出高电平电压测试**

要求：测试电流设置为-4mA，VCC设置为4.5V，按照表2所示管脚进行测试，并将测试结果显示到测试软件界面。**（要求测结果显示小数点后3位，并显示相应单位）**

**表 2 输出高电平电压测试任务表**

|  |  |
| --- | --- |
| **参数名称** | **测量结果** |
| VOH\_PIN3 |  |
| VOH\_PIN6 |  |

**（3）输出低电平电压测试**

要求：测试电流设置为4mA，VCC设置为4.5V，按照表3所示管脚进行测试，并将测试结果显示到测试软件界面。**（要求测结果显示小数点后3位，并显示相应单位）**

**表3 输出低电平电压测试任务表**

|  |  |
| --- | --- |
| **参数名称** | **测量结果** |
| VOL\_PIN3 |  |
| VOL\_PIN6 |  |

**（4）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74HC00芯片、拨码开关、电阻、电容、发光二极管等元器件，实现一个**振荡器电路**，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，发光二极管处于常亮状态；拨到反方向时，发光二极管处于闪烁状态。选手需自行搭建电路和编写测试程序，最终评判时以发光二极管的亮灭状态作为评判标准，同时裁判会要求选手取出芯片再次测试，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：**LM324**，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。*

**测试条件：**在下列测试任务中，如无特殊出说明，芯片LM324电源供电电压均为VDD=5V，VSS=0V。

**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**LM324**的输出短路电流、输入失调电压。

输出短路电流测量条件（Isc）：VDD=5V，VSS=0V，输出对地短接。

输入失调电压测量条件（Vos）：VDD=5V，GND=0V，Vic=1V，Vo=1.4V。

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。**（要求测结果显示小数点后3位，并显示相应单位）**

**表 4 参数测试任务表**

|  |  |
| --- | --- |
| **参数名称** | **测量结果** |
| Isc |  |
| Vos |  |

**（2）功能测试**

要求：要求选手在参数测试电路基础上运用剩余放大器设计一个**电压指示器，电压指示器由电压比较器和跟随器电路构成**。该电压指示器设置两个开关（**下发的拨码开关1和2**），用于切换不同的分压电路接入运放的同相端或者反相端，使用红色和绿色LED指示两路分压电压值的高低。需要实现的功能：当拨码开关1拨到“ON”，拨码开关2拨到“OFF”时，红色LED点亮（**此时跟随器输出为低电平**），绿色LED熄灭；当拨码开关1拨到“OFF”，拨码开关2拨到“ON”时，红色LED灯熄灭（**此时跟随器输出为高电平**），绿色LED灯点亮。同时要求选手同步显示跟随器的输出电压至测试机屏幕上，按照表5所示设置参数名称进行测试**（要求测结果显示小数点后3位，并显示相应单位，评分时选手不允许更改电路，只允许拨动拨码开关）**

**电路说明：**电压指示器电路包含**比较器电路**和**跟随器电路**，此电路仅可以输出高、低两种电平电压，**比较器电路**的特性为当运放的同相输入端电压高于反向输入端电压时，则运放输出高电平电压，反之运放则输出低电平电压；**拨码开关**在此处的作用为在不改动电路及程序的前提下改变运放两输入端输入电压从而调节运放的输出电压。**跟随器电路**的功能是增强电路的驱动能力。当电路输出不同的电平时，应点亮功能要求的**LED（LED二极管额定功率0.06W，设计电路时要考虑限流，以免损毁LED）**

**表 5 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6所示。

**表6 电路板功能引脚说明**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **引脚编号** | **功能说明** |
| 1 | PIN1 | 测试信号输入：可以输入直流信号（正负电压），交流信号 |
| 2 | PIN2 | 信号输出 |
| 3 | PIN3 | 模拟电路正电源输入，根据任务书要求输入 |
| 4 | PIN4 | 模拟电路负电源输入，根据任务书要求输入 |
| 5 | PIN5 | 编码输入，根据任务书要求设置 |
| 6 | PIN6 | 编码输入，根据任务书要求设置 |
| 7 | PIN7 | 编码输入，根据任务书要求设置 |
| 8 | PIN8 | 编码输入，根据任务书要求设置 |
| 9 | PIN9 | 编码输入，根据任务书要求设置 |
| 10 | PIN10 | 编码输入，根据任务书要求设置 |
| 11 | PIN11 | 悬空 |
| 12 | PIN12 | 数字电源输入，输入+5V |
| 13 | PIN29 | GND，接地输入 |
| 14 | PIN30 | DS1 显示编码输入 A |
| 15 | PIN31 | DS1 显示编码输入 B |
| 16 | PIN32 | DS1 显示编码输入 C |
| 17 | PIN33 | DS1 显示编码输入 D |
| 18 | PIN34 | DS1 小数点输入，输入高电平，DS1 小数点点亮 |
| 19 | PIN35 | DS2 显示编码输入 A |
| 20 | PIN36 | DS2 显示编码输入 B |
| 21 | PIN37 | DS2 显示编码输入 C |
| 22 | PIN38 | DS2 显示编码输入 D |
| 23 | PIN39 | DS2 小数点输入，输入高电平，DS2 小数点点亮 |
| 24 | PIN40 | 悬空 |
| 25 | J3~J10 | 编码输入，根据任务书要求设置 |

**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 **±10V** 。

♦固定PIN1输入信号为：**直流0.4V**。

♦调节J1端子短路帽处于短路帽接入PIN4位置、J2端子短路帽处于PIN12位置。

♦利用测试平台资源，使得综合应用电路板P1端子中的PIN5与PIN10短接，PIN6与PIN8短接，PIN7与PIN9短接。

♦**增益档位1**为：设置J3~J6、J8~J10端子短路帽处于+VCC端，**J7**端子短路帽处于 GND 端。

♦ DS1、DS2 显示 PIN2输出信号与PIN1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点为小数点。测试状态1对应的增益档位已告知选手，状态2对应的增益档位由裁判现场告知选手（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7 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 |  |  |  |  |