

全国职业院校技能大赛

赛项规程

赛项名称： 集成电路应用开发

英文名称： IC Development and Application

赛项组别： 高等职业教育

赛项编号： GZ099

一、赛项信息

赛项类别			
□每年赛 <input checked="" type="checkbox"/> 隔年赛 (□单数年/ <input checked="" type="checkbox"/> 双数年)			
赛项组别			
□中等职业教育 <input checked="" type="checkbox"/> 高等职业教育			
<input checked="" type="checkbox"/> 学生赛 (□个人/ <input checked="" type="checkbox"/> 团体) □教师赛 (试点) □师生同赛 (试点)			
涉及专业大类、专业类、专业及核心课程			
专业大类	专业类	专业名称	核心课程 (对应每个专业, 明确涉及的专业核心课程)
51 电子与信息	5101 电子信息	510101 电子信息工程技术	PCB 设计及应用
			单片机技术及应用
			电子装联技术及应用
			智能电子产品检测与维修
			传感技术及应用
			嵌入式技术及应用
		510103 应用电子技术	智能应用系统集成与维护
			电子产品制图与制版
			电子产品生产与检验
			电子产品生产设备操作与维护
			智能硬件的安装与调试
			单片机技术应用
	5104 集成电路	510401 集成电路技术	嵌入式技术与应用
			智能电子产品设计
			半导体器件与工艺基础
			半导体集成电路
			集成电路版图设计
			系统应用与芯片验证
		510402 微电子技术	FPGA 应用与开发
			电子产品设计与制作
			集成电路封装与测试
			Verilog 硬件语言描述
			集成电路导论
			半导体器件物理

		FPGA 应用与开发电路与模拟电子
对接产业行业、对应岗位（群）及核心能力		
产业 行业	岗位（群）	核心能力 （对应每个岗位（群），明确核心能力要求）
集成电 路	集成电路版图设计	具有集成电路版图设计和版图验证的能力；
	集成电路辅助设计	具有集成电路芯片逻辑提取和辅助设计的能力；
	集成电路应用	具有集成电路应用开发的能力；
	FPGA 应用	具有 FPGA 开发及应用的能力；
	集成电路制造和封装 测试	具有在集成电路封装、测试生产中解决实际问题的能力；

二、竞赛目标

本赛项旨深入贯彻习近平总书记关于职业教育工作的重要指示，落实党的二十大报告提出的“推动战略性新兴产业融合集群发展，构建新一代信息技术等一批新的增长引擎”和国家“十四五”规划提出的“加快培育新模式新业态发展”等部署落实落地，促进集成电路产业的发展，服务于国家“制造强国”等战略，集成电路应用开发赛项对接集成电路行业新技术、新工艺、新产业、新职业，坚持“以赛促教、以赛促学、以赛促改、以赛促建”，对接职业教育集成电路相关专业国家专业教学标准、职业技能等级标准、世界技能大赛规程，进一步推动集成电路相关专业“岗课赛证”综合育人。

集成电路应用开发赛项比赛面向电子信息类专业学生，内容涉及集成电路设计、制造、封测及应用等产业核心流程，采取多项目方式将自主芯片设计技术、国产 EDA 技术应用、工艺验证、测试技术和应用开发技术等融入赛项，各环节对应集成电路设计关键流程，与集成电路产业技术结合。有助于培养参赛选手的“现场工程师”思维，引导参赛师生深入底层技术，将硬件集成电路设计与软件系统设计相结合。

通过本赛项，将进一步搭建院校和企业之间的沟通桥梁，促进产教融合，科教融汇，实现产教协同育人目标，为集成电路产业培养用得上，更好用的技术技能型人才。

三、竞赛内容

本赛项围绕职业教育国家教学标准、真实工作过程任务要求和企业生产现实需要进行设计，旨在考查学生在集成电路设计验证、工艺仿真、测试开发等方面的专业核心能力和职业综合能力。竞赛内容由多个与集成电路应用开发相关的分项任务构成：

- 1.集成电路设计验证模块
- 2.集成电路工艺仿真模块
- 3.集成电路测试开发模块

具体竞赛内容如表 1 所示。

表 1 竞赛内容概述

模块		主要内容	比赛时长	分值
模块一	集成电路设计验证	数字集成电路和模拟集成电路设计工具的使用；使用设计工具实现指定的数字和模拟集成电路功能性能，并使用软硬件工具对所设计的电路进行验证。	3小时	45分
模块二	集成电路工艺仿真	集成电路制造工艺流程 集成电路制造设备的使用	1小时	20分
模块三	集成电路测试开发	完成集成电路测试系统的搭建； 完成集成电路自动测试代码的开发； 按照给定的测试要求，完成集成电路的功能测试。 考察参赛队现场组织管理、团队协作、工作效率、质量及安全意识等职业素养。	3小时	35分

四、竞赛方式

（一）竞赛形式

本赛项线下比赛。

（二）组队方式

本赛项高职学生组团体赛，以院校为单位组队参赛，不得跨校组队，同一学校参赛队不超过 1 支。每支参赛队由 3 名选手组成，其中队长 1 名。每支参赛队可配指导教师 2 名，指导教师须为本校专兼职教师。

（三）参赛资格

参赛选手的资格审查工作按照《全国职业院校技能大赛制度汇编》要求执行。高职组参赛选手须为高等职业学校专科、高等职业学校本科全日制在籍学生（以报名时的学籍信息为准）。五年制高职学生报名参赛的，四、五年级学生参加高职组比赛。原则上参赛选手经过各级选拔产生。凡在往届全国职业院校技能大赛中获一等奖的选手，不能再参加今年同一专业类赛项的比赛。

五、竞赛流程

（一）竞赛时间

赛项竞赛时长三天，正式比赛前一天报到，第二天正式比赛，时长为7小时（9:00-16:00），比赛后一天闭幕式。

（二）竞赛时间安排（以赛项指南为准）

竞赛时间安排如表2所示。

表2 竞赛时间安排表

日期	时间	事项
竞赛前一天	07:00~14:00	参赛队报到注册
	14:30~15:30	召开领队会、抽取检录序号
	16:00~16:30	选手熟悉场地、封存自带设备
	16:30~17:00	开赛式
竞赛第一天	8:30	选手到指定地点集合检录
	08:30~08:40	选手一次加密，抽取参赛号；二次加密，抽取赛位号；领取封存设备。
	08:40~08:50	设备工具检查并签字确认
	08:50~09:00	发放赛题（选手检查无误）
	09:00~16:00	正式比赛（包含就餐时间）
	16:00~18:00	申诉受理
	16:00~20:00	成绩评定
	20:00~22:00	解密并公示比赛成绩
竞赛后一天	09:00~11:00	闭幕式

(三) 竞赛流程图

根据大赛制度、考核内容以及赛题关联性，综合考虑学生身体素质集成电路应用开发竞赛流程制定如图 1 所示。

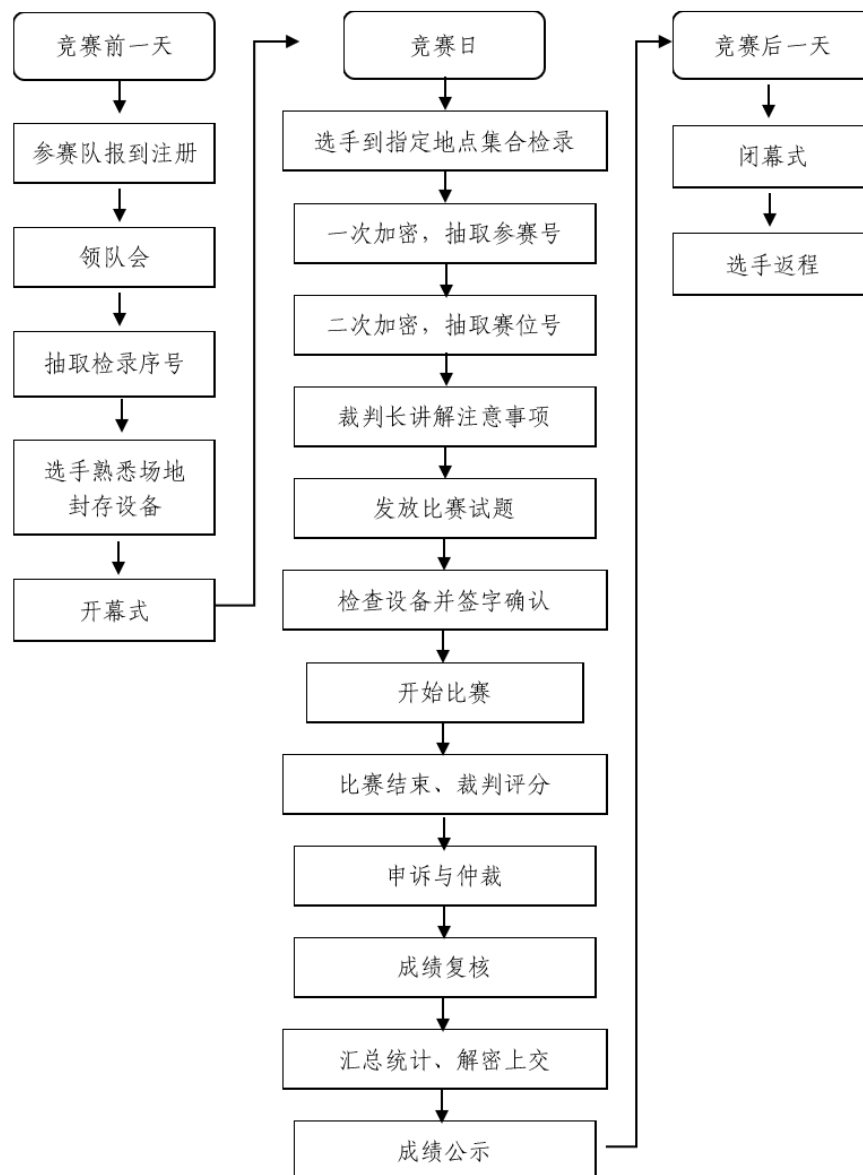


图 1 竞赛流程图

六、竞赛规则

（一）报名规则

本赛项为团体赛，以省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团为单位组织报名参赛。

参赛选手和指导教师报名获得确认后不得随意更换。如比赛前参赛选手和指导教师因故无法参赛，须由省级教育行政部门于开赛 10 个工作日之前出具书面说明，经大赛执委会办公室核实后予以更换；团体赛选手因特殊原因不能参加比赛时，由大赛执委会办公室根据赛项的特点决定是否可进行缺员比赛，并上报大赛执委会备案。如发现未经报备，实际参赛选手与报名信息不符的情况，不得入场。竞赛开始后，参赛队不得更换选手，若有参赛队员缺席，不得补充选手。

（二）赛前规则

1.正式比赛前 1 天，统一安排各参赛队有序地熟悉场地，熟悉场地限定在观摩区活动，不允许进入比赛区。

2.熟悉场地时严禁与现场工作人员进行交流，不发表没有根据以及有损大赛整体形象的言论。

3.熟悉场地期间严格遵守大赛各种制度，严禁拥挤，喧哗，以免发生意外事故。

（三）入场规则

1.参赛选手按规定的时间准时到达赛场检录区集合，接受工作人员对选手身份、资格和有关证件的检查。竞赛计时

开始后，选手未到，视为自动放弃。

2.一次加密时选手按抽签顺序号依次抽取参赛编号，二次加密时选手凭参赛编号抽取比赛赛位号，然后在指定区域等待；在工作人员的引领下统一有序进入赛场，按抽取的比赛赛位号就位，不得擅自变更、调整。

3.工作人员检验选手的工具、量具及书写物品，不允许携带任何通讯及存储设备、纸质材料等物品，检查合格后进入赛场抽签区参赛选手须提前到达检录现场，工作人员核查竞赛选手的身份证、学生证、参赛证并统一保管，对于违规物品立即收缴；如发现选手冒名顶替，应报裁判长按相关规定处理。参赛选手不得私自携带任何设备和工具（便携式电脑、移动存储设备、技术资源、通信工具等）。按工位号入座、检查比赛所需设备齐全后，由参赛选手签字确认。迟到超过10分钟不得入场。

（四）赛场规则

1.选手进入赛场后，必须听从现场裁判的统一布置和指挥。

2.比赛过程中，选手须严格遵守安全操作规程，并接受裁判员的监督和警示，以确保人身及设备安全。选手因个人误操作造成人身安全事故和设备故障时，裁判长有权中止该队比赛；如非选手个人原因出现设备故障而无法比赛，由裁判长视具体情况做出裁决。

3.比赛过程中若有问题，可示意现场裁判，由现场裁判解决。如更换设备或元器件、耗材，需记录更换原因、更换时间，并签工位号确认后，由现场裁判并确认签字。

4.选手在竞赛过程中不得擅自离开赛场，如有特殊情况，须经裁判人员同意。选手休息、饮水、上洗手间等，不安排专门用时，统一计在竞赛时间内，竞赛计时工具，以赛场设置的时钟为准。

5.参赛队须按照竞赛任务提交比赛结果（电子文件），文件按照竞赛现场的规定进行命名。配合裁判做好赛场情况记录，与裁判一起确认，参赛队以签工位号及手印确认。裁判要求确认时不得拒绝。

6.参赛队若要提前结束竞赛，应举手向裁判员示意，比赛结束时间由裁判员记录，参赛队结束比赛后不得再进行任何操作。

7.因故终止比赛，应报告现场裁判，要填写离场时间、离场原因并由现场裁判签名和选手签工位号确认。

（五）离场规则

比赛结束信号给出，由裁判长宣布终止比赛。现场裁判组织、监督选手退出工位，站在指定地点。裁判长宣布离场时，现场裁判指挥选手统一离开赛场。

（六）成绩评定与结果公布

赛项成绩解密、汇总后，经裁判长、监督仲裁组长签

字，在赛项执委会指定的地点，以纸质形式向全体参赛队进行公布。

七、技术规范

集成电路应用开发赛项按照《职业教育专业目录（2021年）》《高等职业教育专业简介（2022年修订）》中的集成电路类及电子信息类专业教学要求和《集成电路工程技术人员国家职业技术技能标准》，参照电子电气国家技术标准以及国内外集成电路行业技术标准，考查选手集成电路设计、工艺验证、集成电路测试与与开发等方面的知识和技能，考核选手半导体工艺维护和设备操作，集成电路辅助设计和版图设计、芯片应用开发和FPGA开发、集成电路制造及封测工艺维护等方面的能力。

（一）赛项涉及专业教学能力要求

1. 元器件参数及模型知识；
2. 基础电路结构知识；
3. 器件版图结构知识；
4. 版图设计工具基本操作知识
5. 数字逻辑电路基础知识；
6. 硬件描述语言基础知识；
7. 数字集成电路设计及验证基础知识。
8. 集成电路工艺设备使用和维护知识；
9. 器件工艺仿真知识；
10. 集成电路工艺原理知识。
11. 集成电路测试仪器设备相关使用知识；

12.集成电路的电参数测试相关知识;

13 测试结果采集、存储和计算知识。

(二) 本赛项遵循以下国家及行业技能标准(中华人民共和国职业分类大典 2022 年版)

集成电路工程技术人员(2-02-09-06)国家职业技能标准

(三) 本赛项遵循以下国家技术标准及国内外行业技术标准

1.GB/T14030-1992: 半导体集成电路时基电路测试方法的基本原理;

2.GB/T14028/-1992 : 半导体集成电路模拟开关测试方法的基本原理;

3.GB/T4377-1996: 半导体集成电路电压调整测试方法的基本原理;

4.GB/T6798-1996: 半导体集成电路电压比较器测试方法的基本原理;

5.GB/T14031-1992: 半导体集成电路模拟锁相环测试方法的基本原理;

6.GB/T14115-1993: 半导体集成电路采样/保持放大器测试方法的基本原理;

7.GB/T14114-1993: 半导体集成电路电压/频率和频率/电压转换器测试方法的基本原理;

8.GB/T17023-1997: 半导体器件集成电路第 2 部分:数

字集成电路第二篇 HCMOS 数字集成电路 54/74HC;

9.GB/T9424-1998: 半导体器件集成电路第 2 部分:数字集成电路第五篇 CMOS 数字集成电路 4000B 和 4000UB 系列;

10.GB/T17574-1998: 半导体器件集成电路第 2 部分:数字集成电路;

八、技术环境

（一）竞赛场地

设置竞赛区、裁判区、服务区、技术支持区，场地需满足参赛各功能区及参赛队伍数对应数量工位的占地面积。采光、照明和通风良好；提供稳定的水、电和供电应急设备。

1.竞赛工位

各参赛队工作区面积不小于 12 平方米、工作台面积不小于 3 平方米，确保参赛队之间互不干扰，提供 4 把工作椅（凳）。每个参赛队工作区采用 220VAC/50Hz 交流供电，供电负荷不小于 2kW，配备 220VAC/50Hz 交流电源接线板不少于 4 个，电源具有保护装置和安全保护措施。其中一个工作位符合电子装调工艺要求。各参赛队在本队工位上进行功能调试。

2.现场通用设备

（1）恒温烙铁与热风焊台。

（2）常用工具箱（带漏电保护的国标电源插线板、含螺丝刀套件、防静电镊子、吸锡枪、剥线钳、放大镜、扁嘴钳、防静电刷子、芯片盒、酒精壶、助焊剂、刀片、飞线、导热硅胶、吸锡线等）。

（3）数字万用表（4½位及以上，即 Count ≥ 20000）。

（4）数字示波器（双踪带宽 ≥ 100MHz，采样速率 ≥ 1GSa/s）。

(5) 信号发生器（双踪带宽 $\geq 10\text{MHz}$ ）。

(6) 直流稳压电源（至少 4 路输出，可支持两路 24V/1A 输出，可选择独立工作模式或串并联工作模式，具有有限流型短路保护功能）。

(7) 电脑（双核以上处理器，4G 以上内存，300G 以上硬盘，百兆网络接口，USB 接口，不低于 Windows7 操作系统 32 位）。所有比赛用电脑和 U 盘由承办校统一提供，参赛队不得携带电脑和存储设备（U 盘、移动硬盘、存储卡等）。

(8) 电脑须预装操作系统和相关软件

不低于 Windows7 操作系统 32 位、2007 版及以上 Office 软件、PDF 文档阅读软件、EDA 软件和相关工艺文件、FPGA 设计工具、工艺仿真软件等。以上软件由技术保障人员在赛项执委会专家组指导下安装在比赛电脑中，并在比赛正式开始的 24 小时之前完成调试。

3. 现场网络

各个参赛队内部可根据需要组建有线局域网进行数据交换，也可用 U 盘进行数据交换，不得采用无线方式和无线路由器。赛场采用网络安全控制，严禁场内外信息交互。

(二) 技术平台

1. 集成电路设计验证平台

(1) EDA 软件

1) 能够提供原理图编辑工具、版图绘制和验证工具、各种仿真验证等全流程工具;

2) 支持典型工艺制程及 PDK 库。

(2) FPGA 设计验证工具

1) FPGA 芯片规格和型号:支持 Xilinx Spartan 7 XC7S50 及以上;

2) 设计工具: 需提供相应的 FPGA 设计工具, 如不低于 Vivado2019.1 版本等, 这些工具提供了设计流程、仿真、综合、布局布线等各种工具和功能, 可以协助设计师完成设计、验证、下载等工作;

3) 设计语言: 可以使用 HDL 语言 (如 Verilog 等) 进行 FPGA 设计;

4) 仿真工具: 支持 ModelSim、ISE Simulator 等;

5) 下载工具: 支持 Xilinx JTAG、USB Blaster 等;

6) 开发板: 提供必要的接口和电源管理电路等。

2.集成电路工艺仿真平台

(1) 提供晶圆制造、芯片封装和测试等集成电路制造工艺流程的交互式虚拟仿真模型, 可进行典型集成电路制造工艺流程相关知识和技能的答题;

(2) 能够在平台内播放常见格式视频, 动画等, 可在线完成相关内容的答题;

(3) 能够完成相关答题内容的自动评分;

(4) 能够在比赛前一个月远程发布公开题库，为所有选手提供练习条件；

(5) 能够在比赛现场依据赛卷中选取的赛题，完成考题选配。

3. 集成电路测试开发平台

(1) 具备数字电路、模拟电路和数模混合电路测试功能；

(2) 数字通道数不少于 32；

(3) 数据速率不低于 100MHz；

(4) 根据实际使用要求，可配置不低于 12V 的高压电源驱动模块；

(5) 电源通道数不少于 4；

(6) 电源输出驱动电流可达 1A；

(7) 具有参考电压源通道，可提供 8V 参考电压；

(8) 具备多种波形发生模块，可以输出多种波形；

(9) 具备相应接口，能够进行 AD、DA 芯片测试。

九、竞赛样题

样题详见附件。

十、赛项安全

赛事安全是技能竞赛一切工作顺利开展的先决条件，是赛事筹备和运行工作必须考虑的核心问题。承办院校采取切实有效措施保证大赛期间参赛人员、裁判员、工作人员的人身安全、食品安全、财务安全、交通安全等。

1.赛项执委会和承办院校须在赛前组织专人对比赛现场、住宿场所和交通保障进行考查，并对安全工作提出明确要求。赛场的布置，赛场内的器材、设备，应符合国家有关安全规定。承办院校赛前须按照赛项执委会要求排除安全隐患。

2.赛场周围要设立警戒线，防止无关人员进入生意外事件。比赛现场内应参照相关职业岗位要求为选手提供必要的劳动保护。在具有危险性的操作环节，裁判员要严防选手出现错误操作。

3.承办院校应提供保障应急预案实施的条件。对于断电、防火、防水、疾病等突发情况的处置，必须明确制度和预案，并配备急救人员与设施。

4.严格控制与参赛无关的易燃易爆以及各类危险品进入比赛场地，所带物品应接受严格检查。

5.配备先进的仪器，防止有人利用电磁波干扰比赛秩序。大赛现场需对赛场进行网络安全控制，以免场内外信息交互，充分体现大赛的严肃、公平和公正性。

6.赛项执委会须会同承办单位制定赛场和赛事人员的疏导方案。赛场环境中存在人员密集、车流人流交错的区域，除了设置齐全的指示标志外，须增加引导人员，并开辟备用通道。

7.大赛期间，赛项承办院校须在赛场设置医疗医护工作站。在管理的关键岗位，增加力量，建立安全管理日志。

十一、成绩评定

(一) 评分标准

竞赛评分严格按照公平、公正、公开、科学、规范、透明的原则，从集成电路设计验证、集成电路工艺仿真、集成电路测试开发（包括综合素养）等3个模块评分，评分标准如表3所示。

表3 评分标准表

序号	评分模块	评分细则	分值	评分方式
1	集成电路设计验证 (45%)	模拟电路图设计符合要求，评分依据其仿真功能是否与题目要求一致	10	结果评分 (客观)
		模拟版图设计符合要求，评分依据其DRC检查和LVS验证结果	5	
		模拟电路版图设计符合要求，评分依据其DRC检查和LVS验证结果	5	
		FPGA应用系统扩展板和核心板连接正确	5	
		用硬件描述语言设计数字电路，功能符合要求，评分依据其仿真功能是否与题目要求一致	10	
		数字电路下载正确，验证功能正确	10	
2	集成电路工艺仿真 (20%)	采用虚拟仿真软件对集成电路制造工艺流程相关知识考核，根据结果自动评分	10	结果评分 (客观)
		采用虚拟仿真软件对集成电路制造工艺流程操作技能进行考核，根据结果自动评分	10	
3	集成电路测试开发 (35%)	数字电路功能和参数测试，评分依据为是否与赛题和芯片数据手册符合	10	结果评分 (客观)
		模拟电路参数测试，评分依据为是否在数据手册范围之内	12	
		综合电路功能和参数测试，评分依据为是否与赛题和芯片数据手册符合	8	

		考察参赛队现场组织管理、团队协作、工作效率、质量及安全意识等职业素养。	5	结果评分（主观）
--	--	-------------------------------------	---	----------

（二）评分方式

1.裁判员人数（含加密裁判）和组成条件要求

（1）参与大赛赛项成绩管理的组织机构包括检录组、裁判组、监督组、仲裁组等。

（2）裁判组实行“裁判长负责制”，本赛项裁判组成员预计36人，其中裁判长1名，加密裁判2名，现场裁判8名，评分裁判25名。裁判人数及专业等要求如表5所示。裁判员条件要求参照《2023年全国职业院校技能大赛专家和裁判工作管理办法》中裁判遴选条件。

2.裁判评分方法

（1）检录工作人员负责对参赛队伍（选手）进行点名登记、身份核对等工作；加密裁判负责组织参赛队伍（选手）抽签，对参赛队信息、抽签代码等进行加密、解密工作；现场裁判按规定做好赛场记录，维护赛场纪律；评分裁判负责对参赛队伍（选手）的比赛作品、比赛表现按赛项评分标准进行评定。

（2）监督组对赛项筹备与组织实施以及裁判组的工作进行全程监督，并对竞赛成绩抽检复核。

（3）仲裁组负责接受由参赛队领队提出的对不符合大赛和赛项规程规定的仪器、设备、工装、材料、物件、计算机软硬件、竞赛使用工具、用品，竞赛执裁、赛场管理，以及

工作人员的不规范行为等的申诉，组织复议并及时反馈复议结果。

3.成绩产生方法

(1) 成绩评定是根据竞赛考核目标、内容对参赛队或选手在竞赛过程中的表现和最终成果做出评价。

(2) 赛项总成绩满分 100 分，只对参赛队团体评分，不计个人成绩。

(3) 参赛队成绩由赛项裁判组统一评定。采用分步得分、错误不传递、累计总分的计分方式。比赛用时不计入成绩。

(4) 集成电路设计及工艺仿真模块由裁判到选手赛位上查看选手的仿真演示及软件操作评判，工艺仿真模块由系统自动评判。集成电路测试模块及集成电路应用开发模块由裁判到赛位上由选手演示、裁判现场评判。

4.成绩审核方法

(1) 裁判长正式提交赛位号评分结果并复核无误后，加密裁判在监督人员监督下对加密结果进行逐层解密。

(2) 为保障成绩评判的准确性，监督组将对赛项总成绩排名前 30%的所有参赛队伍（选手）的成绩进行复核；对其余成绩进行抽检复核，抽检覆盖率不得低于 15%。如发现成绩错误，以书面方式及时告知裁判长，由裁判长更正成绩并签字确认。复核、抽检错误率超过 5%的，裁判组将对所有成绩进行复核。

5.成绩公布方法

记分员将解密后的各参赛队伍（选手）成绩汇总比赛成绩，经裁判长、监督仲裁组签字，公示 2 小时（公示有效时间范围 07:00—24:00）且无异议后，公布比赛结果，将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统，经裁判长、监督仲裁长在系统导出成绩单上审核签字后，在闭赛式上宣布并颁发证书。

十二、奖项设置

1.团队奖励

各赛项设参赛选手团体一、二、三等奖。以赛项实际参赛队（团体赛）总数为基数，一、二、三等奖获奖比例分别为10%、20%、30%（小数点后四舍五入）。总成绩相同时，依序按照模块三集成电路测试开发、模块二集成电路工艺仿真、模块一集成电路设计验证得分高低进行排名，在前序模块得分相同的情况，按照后序模块得分排名。各赛项严格按照获奖比例设置奖项，如因成绩并列而突破获奖比例，则上报大赛执委会办公室批准。

2.优秀指导教师奖励

获得一等奖的参赛队的指导教师授予“优秀指导教师奖”。

3.优秀裁判员奖励

优秀裁判员由赛项执委会负责推荐。

4.优秀工作者奖励

赛项执委会负责推荐赛项专家、监督仲裁员；赛区执委会负责推荐赛区和承办学校工作人员；大赛执委会办公室负责推荐赛项监督仲裁员。

5.突出贡献奖

大赛执委会办公室根据绩效评价负责推荐优秀合作企业。赛区执委会负责推荐优秀承办院校。推荐的优秀裁判员、优秀工作者和突出贡献奖由大赛执委会审核批准。

十三、赛项预案

赛场提供占总参赛队伍 5%的备用赛位；预留充足备用个人电脑和设备。当出现意外或设备掉电、故障等情况时经现场裁判和裁判长确认后由赛场技术支持人员予以更换。

比赛期间发生意外伤害、意外疾病等重大事故，裁判长立即中止相关人员比赛，第一时间由承办校医疗站校医抢救，严重时立即呼叫 120 送往医院。

（一）比赛用计算机故障应急预案

比赛用的计算机出现故障，经裁判长、技术人员及仲裁现场判定后，予以更换备用计算机，做好相应现场情况记录（选手签字确认）。在比赛时间结束后，选手个人原因导致的故障不予以时间延迟补偿，如非选手个人原因可给予补偿。

（二）比赛时断电应急预案

1.比赛现场交流供电使用双路供电，确保其中一路出现问题时，可以启用备用线路供电。组织技术人员排除故障，确保双路供电恢复正常。

2.各赛位均设置独立的漏电保护器，因选手个人不当操作引起交流供电故障仅影响本赛位供电，避免影响其他赛位。

3.竞赛过程中出现断电、计算机故障，经裁判长、技术人员及比赛仲裁判定后，对于受到影响的赛位，做好相应现场情况记录（选手签字确认），在比赛时间结束后，酌情对该参赛队进行适量时间延迟补偿；若由于选手个人误操作导致，根

据竞赛规程，酌情扣分，不进行延时补偿。

十四、竞赛须知

（一）参赛队须知

1.参赛队名称统一使用规定的地区代表队名称，不使用学校或其他组织、团体名称。

2.参赛队选手在报名获得确认后，原则上不再更换，允许队员缺席竞赛。

3.参赛队按照大赛赛程安排凭大赛组委会颁发的参赛证和有效身份证件参加比赛及相关活动。

4.各参赛队按赛项执委会统一安排参加比赛前熟悉场地环境的活动。

5.各参赛队按赛项执委会统一要求，准时参加赛前领队会和抽签仪式。

6.各参赛队在比赛期间，应保证所有参赛选手的安全，防止交通事故和其它意外事故的发生，为参赛选手购买人身意外保险。

7.各参赛队要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。

8.竞赛所需的仪器设备及电脑由赛场统一提供，选手仅携带操作所需的基本工具。

（二）指导教师须知

1.指导教师要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。

2.指导教师应认真研究和掌握本赛项比赛的技术规则和赛场要求，指导选手做好赛前的一切准备工作。

3.指导教师应在赛后做好技术总结和工作总结。

（三）参赛选手须知

1.任务书如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，并进行更换；比赛结束后，所提供的所有纸质材料均须留在赛场，不得带离赛场，一经发现视为作弊处理。

2.在完成工作任务过程中，出现交流 220V 电源短路故障扣 5 分。

3.在完成工作任务的过程中，因操作不当导致人身或设备安全事故，扣 10~20 分，情况严重者取消比赛资格。

4.参赛选手有不服从裁判及监考、扰乱赛场秩序等行为扣 10 分，情节严重的，取消参赛队竞赛成绩。有作弊行为的，取消参赛队参赛资格。

5.违反赛场纪律，依据情节轻重，扣 1~5 分。情节特别严重，并产生不良后果的，则报赛项执委会批准，由裁判长宣布终止该选手的比赛。

6.现场裁判宣布竞赛时间结束，选手仍继续操作的，由现场裁判负责记录扣 1~5 分，情节严重，警告无效的，取消参赛资格。

7.参赛团队应在规定时间内完成任务书要求的内容，任务实现过程中形成的文件资料必须存储到任务书的指定位置，

未存储到指定位置造成裁判组无法检查结果，相应部分不得分。

8.比赛过程中，选手认定设备或器件有故障可向裁判员提出更换；如器件或设备经测定完好属误判时，器件或设备的认定时间计入比赛时间；如果器件或设备经测定确有故障，则当场更换设备，此过程中（设备测定开始到更换完成）造成的时间损失，在比赛时间结束后，酌情对该小组进行适当的时间延迟补偿。

（四）工作人员须知

1.工作人员必须服从赛项执委会统一指挥，佩戴工作人员标识，认真履行职责，做好竞赛服务工作。

2.工作人员按照分工准时上岗，不得擅自离岗，应认真履行各自的工作职责，保证竞赛工作的顺利进行。

3.工作人员应在规定的区域内工作，未经许可，不得擅自进入竞赛场地。如需进场，需经过裁判长同意，核准证件，由裁判跟随入场。

4.如遇突发事件，须及时向裁判员报告，同时做好疏导工作，避免重大事故发生，确保竞赛圆满成功。

5.竞赛期间，工作人员不得干涉职责之外的事宜，不得利用工作之便，弄虚作假、徇私舞弊。如有上述现象或因工作不负责任的情况，造成竞赛程序无法继续进行，由赛项执委会视情节轻重，给予通报批评或停止工作，并通知其所在单

位做出相应处理。

十五、申诉与仲裁

（一）申诉

1.各参赛队对不符合竞赛规定的仪器、设备、工装、材料、物件、计算机软硬件、竞赛使用工具、用品，竞赛执裁、赛场管理，以及工作人员的不规范行为等持有异议时，由各参赛队领队向赛项监督仲裁工作组提出书面申诉。

2.监督仲裁人员的姓名、联系方式、工作地点应该在竞赛期间向参赛队和工作人员公示，确保信息畅通并同时接受大众监督。

3.对场地、设备等的申诉需在比赛结束后（选手赛场比赛内容全部完成）2小时内由领队书面实名申诉，对成绩的异议是在赛项最终成绩由监督仲裁人员审核签字后公示2小时内（公示有效时间范围 07:00-24:00）书面实名申诉，超过时效不予受理。申诉报告应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述。非书面申诉不予受理。

6.申诉方必须提供真实的申诉信息并严格遵守申诉程序，不得以任何理由采取过激行为扰乱赛场秩序。

5.申诉方可随时提出放弃申诉。

（二）仲裁

3.赛项仲裁工作组在接到申诉报告后的2小时内组织复议，并及时将复议结果以书面形式告知申诉方。申诉方对复

议结果仍有异议，可由省（市）领队向赛区仲裁委员会提出申诉。赛区仲裁委员会的仲裁结果为最终结果。

4.仲裁结果由申诉人签收，不能代收，如在约定时间和地点申诉人离开，视为自行放弃申诉。

十六、竞赛观摩

竞赛期间设置赛场观摩通道，展示职业教育教学改革成果：

（一）观摩对象

与赛项相关的企业、单位、学院、行业协会等专家、技术人员、指导教师等。

（二）观摩方法

观摩人员可在规定时间，以小组为单位，在赛场引导员的引导下，有序进入赛场观摩。

（三）赛场观摩纪律

- 1.观摩人员必须佩带观摩证。
- 2.观摩时不得议论、交谈，并严禁与选手进行交流。
- 3.观摩时不得在赛位前停留，以免影响考生比赛。
- 4.观摩时不准向场内裁判及工作人员提问。
- 5.观摩时禁止拍照及摄录影像资料。
- 6.凡违反以上规定者，立即取消观摩资格。

十七、竞赛直播

1.在大赛执委会统一安排下，利用现代网络传媒技术对赛场的全部比赛过程直播。

2.利用多媒体技术及设备录制视频资料，记录竞赛全过程，为宣传、仲裁、资源转化提供全面的信息资料，赛后制作课程流媒体资源。

3.制作优秀选手、指导教师采访，制作裁判专家点评，在规定的网站公布，突出赛项的技能重点和优势特色，扩大赛项的影响力。

十八、赛项成果

在大赛执委会的领导与监督下，赛项承办院校应在赛后30日内向大赛执委会办公室提交资源转化方案，半年内完成资源转化工作。

(一) 资源转化方案及时间安排，如表4所示：

表4 资源转化方案及时间安排表

资源名称		成果形式	主要内容	目标数量	完成时间
基本资源	技能概要	文本文档	1. 微电子或集成电路专业技能介绍； 2. 集成电路开发及应用教学训练大纲； 3. 集成电路开发及应用竞赛技能要点。	1套	赛后60天内完成
	训练单元	演示文稿视频	IC测试课件：完善相关电子课件、图片等； IC测试云平台：教学资源由视频、PPT、文本、图片、VR视频等素材资源组成。	1套	赛后180天内完成
	训练资源	文本文档	微电子或集成电路专业教学资源库： 1. 完善集成电路版图设计教学案例 2. 完善集成电路制造工艺教学案例 3. 完善集成电路封装测试教学案例。	1套	赛后180天内完成
拓展资源	赛项宣传片	视频	10-30分钟视频文件涵盖产业发展、赛项背景、组织过程、竞赛选手竞技风采、专家访谈等内容。	1个	赛后30天内完成
	试题库	文本文档	集成电路应用开发实验案例	5套	赛后180天内完成
	案例库	文本文档	集成电路应用开发实验案例	5套	赛后180天内完成

(二) 资源转化途径

1. 文档及视频

根据上表中的要求，经大赛中相关内容优化整合，完成

相关文本文档，演示文稿及视频等。

2.完善微电子教学资源库建设

落实推进微电子技术、集成电路技术专业教学资源库建设，内容涵盖集成电路版图设计案例、集成电路封装测试案例、集成电路制造工艺案例、电子产品制造案例，建成一个切实发挥“能学、辅教”基本功能、应用广泛，具有可持续性发展的优质专业教学资源库，为提高相关专业人才培养质量、推动我国集成电路产业发展服务。

3.双师型教师培训

通过比赛资源向教学资源转化，开展专业教师的国培，开设面向教师的相关培训，有利于学校培养更多的双师型骨干教师，又可以提高教师自身的教学水平和实践技能。

4.总结推广培养模式

大赛前后组织参赛学校领导及师生进行座谈，总结推广优秀的培养模式及经验，帮助各参赛院校师生提高教学指导和技能训练水平。

附件：竞赛样题

GZ-099 2024 集成电路应用开发赛项赛题

集成电路应用开发赛项来源于集成电路行业真实工作任务，由“集成电路设计验证”、“集成电路工艺仿真”、“集成电路测试开发”三个模块组成。

一、集成电路设计验证

（一）子任务 1

使用集成电路设计软件，根据下面功能要求，使用 $0.18\mu\text{m}$ 工艺 PDK，设计集成电路原理图并进行功能仿真；在此基础上完成版图设计和验证。

1.任务要求

设计一个带两级 CMOS 反相器整形输出的低电压检测电路，即当电源电压由高到低变化，并且低于某一个设定值（低电压检测有效值 LVDA）时，该电路会产生一个有效的低电压检测信号；反之，当电源电压从零开始慢慢上升，当超过某一个设定值（低电压检测释放值 LVDR）时，该低电压检测信号被释放。

2.操作过程

（1）根据给定的工艺库选择 P 和 N 两种 MOS 管，这些 MOS 管的宽长比 $W/L=5\mu\text{m}/1\mu\text{m}$ ；MOS 管数量尽量少。

（2）使用的电阻数量尽量少，并根据给定的工艺库选择

高阻多晶电阻，确定相应的方块数，考虑到电阻版图精度，所有电阻方块数不少于 100。

(3) 设置电路引脚，包括 1 个电源 VCC(电源值为 5V)、1 个地信号 GND、1 个电压信号输出端 VOUT。

(4) 根据裁判现场抽取确定 LVDA、LVDR 值，选手运行仿真程序，确定影响这两个参数的电阻大小，并展示输出结果。

(5) 完成版图设计，需考虑放置焊盘和布局的合理性，并且版图面积尽量小。

(6) 通过 DRC 检查与 LVS 验证。

3. 现场评判要求

(1) 只允许展示已完成的电路图、仿真图、DRC 检查和 LVS 验证结果、版图及尺寸。

(2) 不能进行增加、删除、修改、连线等操作。

(二) 子任务 2

利用给定的 FPGA 芯片内部资源，根据要求设计逻辑模块，完成仿真并下载至 FPGA 应用系统板上进行功能验证。

1. 任务要求

完成图 1 数字时钟单元的设计、仿真，并下载到 FPGA 应用系统板上进行功能验证。

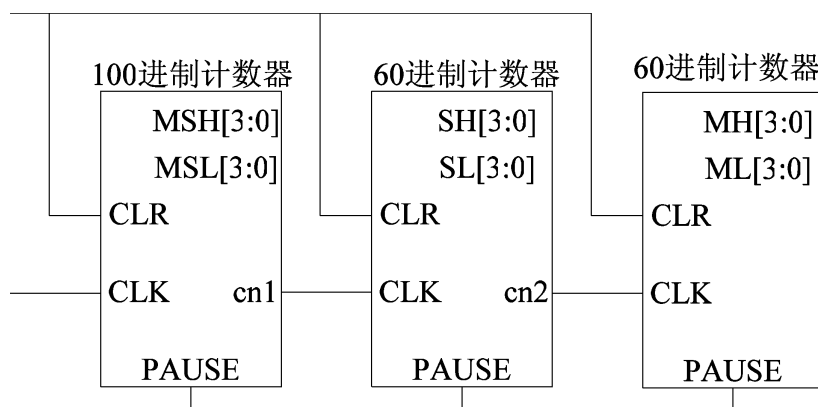


图 1 数字时钟单元功能框图

图 1 是一个带清零和暂停功能的“数字时钟驱动单元”，其中 CLK 为时钟信号；CLR 为异步复位信号；PAUSE 为暂停信号；MSH, MSL 为百分秒的高位和低位，SH, SL 为秒信号的高位和低位；MH, ML 为分钟信号的高位和低位。

2.操作过程

(1) FPGA 程序设计与下载验证

针对图 1 所示的数字时钟单元功能框图,使用相关软件、Verilog HDL 语言,完成电路设计和功能仿真验证。

(2) FPGA 应用系统板开发

根据比赛所提供的物料和装配图等,完成 FPGA 应用系统板的开发。

(3) FPGA 程序设计与下载验证

将设计好的数字时钟单元 Verilog 代码下载到 FPGA 应用系统板上,利用系统板上相关的资源进行验证,确保该单元功能完整。

3.现场评判要求

(1) 只允许展示已完成的电路图、验证结果等。

(2) FPGA 系统板不能进行增加、删除、修改、连线等操作。

二、集成电路工艺仿真

(一) 子任务 1

基于集成电路工艺仿真平台，回答集成电路制造环节相关知识方面的问题。

1. 单选题

(1) 单晶硅生长完成后，需要进行质量检验，其中热探针法可以测量单晶硅的 () 参数。

- A、电阻率
- B、直径
- C、少数载流子寿命
- D、导电类型

(2) 清洗是晶圆制程中不可缺少的环节，使用 S-2 清洗液进行清洗时，可以去除的物质是 ()。

- A、光刻胶
- B、颗粒
- C、金属
- D、自然氧化物

(3) 植球时，球和焊盘金属形成冶金结合，此时形成的焊点为 ()。

- A、第一焊点
- B、第二焊点
- C、第三焊点
- D、芯片焊点

(4) 引线键合最常使用的原材料是 ()。

- A、金线
- B、银线
- C、铜线
- D、铝线

(5) 制作开关器件通常背面蒸金，目的是 ()。

- A、减小掺杂浓度
- B、抑制寄生效应
- C、提高开关速度
- D、降低器件尺寸

(6) 掺杂结束后，要对硅片进行质量检测，造成硅片表面有颗粒污染的原因可能是 ()。

- A、离子束中混入电子
- B、注入机未清洗干净
- C、注入过程中晶圆的倾斜角度不合适
- D、离子束电流检测不够精确

(7) 在传统光刻机的光学镜头与晶圆之间的介质可用水替代空气，以缩短曝光光源波长和增大镜头的数值孔径，从而提高分辨率的光刻技术是 ()。

- A、极紫外光光刻
- B、电子束光刻
- C、离子束光刻
- D、浸润式光刻

(8) 切割完的晶圆取出后先用气枪将晶圆表面的()和硅粉尘进行初步的清理。

- A、晶圆碎片
- B、不良晶粒
- C、去离子水
- D、切割时产生的火花

(9) 芯片检测工艺中, 在外观检查时发现料管破损, 应()。

- A、继续使用
- B、及时更换
- C、对破损部位进行修补
- D、视情况而定

(10) 以下哪种情况, 探针针尖无法进行修复? ()。

- A、探针针尖被磨平
- B、探针针尖异常
- C、探针针尖有异物
- D、探针针尖氧化

2.多选题

(1) 高压氧化的作用有()。

- A、能抑制氧化层错
- B、压力增强, 迫使原子更快的穿越氧化层
- C、高压氧化, 可以降低温度
- D、相同温度, 速率更快

(2) 进行增粘处理式，涂布 HMDS 的方法有 ()。

- A、旋转涂布法
- B、蒸汽涂布法
- C、手动涂抹
- D、自动涂抹

(3) 探针卡是晶圆测试重要的材料，对测试结果起到重要作用。当探针卡使用次数过多会影响扎针测试结果。过多使用探针卡的表现有 ()。

- A、探针针尖过短
- B、探针针尖变粗
- C、探针针尖变细
- D、探针针尖断裂

(4) 晶圆检测工艺中，晶圆在烘烤过程所采用的设备称为 ()。

- A、高温烘箱
- B、高温干燥箱
- C、加热平板
- D、红外线加热器

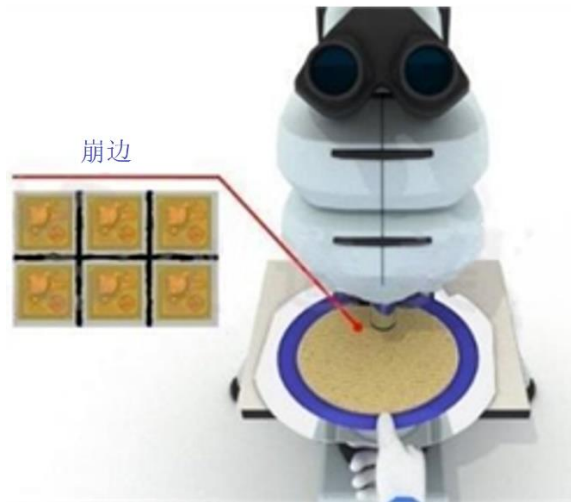
(5) 下列情况中，需要更换点胶头的有 ()。

- A、点胶头工作超过 2 小时
- B、更换银浆类型
- C、点胶头堵塞
- D、点胶头损坏

(6) 竖膜常常采用的加热方式有 ()。

- A、烘箱
- B、红外
- C、热板
- D、真空烘焙

(7) 晶圆划片后对其外观进行检查, 观察到视频中的不良现象, 出现该异常的原因可能有 ()。



- A. 载片台步进过大
- B. 划片刀磨损
- C. 划片刀转速过大
- D. 冷却水流量过小

(8) 砷化镓的湿法腐蚀溶液包括 ()。

- A、HF
- B、H₂SO₄
- C、H₂O₂
- D、H₂O

(9) 退火的方式有 ()。

- A、普通热退火
- B、快速热退火
- C、电阻丝退火
- D、氧化退火

(10) 装片机主要由 () 系统组成。

- A、视觉识别
- B、通信
- C、光敏
- D、控制

(二) 子任务 2

基于集成电路工艺仿真平台，进行集成电路制造环节相关技能方面的操作。

1. CMP 平坦化工艺

(1) 考核技能点

考查对 CMP 技术的认知与设备参数设置，通过操作设备完成平坦化表面、去除残留物等工作。

(2) 具体操作

在虚拟仿真中通过设置 CMP 设备参数、执行工艺流程并以操作、图片或问答的形式考查对研浆、抛光、清洗等工艺流程的理解。

2. 引线键合

(1) 考核技能点

考查对引线键合工艺的认知与设备参数设置，将芯片与封装基座连接的关键工艺，用于实现电信号传输和电源供应，并提供机械支撑和保护作用。

（2）具体操作

在虚拟仿真中通过设置引线键合机的设备参数、执行工艺流程并以操作、图片或问答的形式考查焊球制备、芯片定位、焊接加热与压力施加、焊点形成以及后续检测等工艺流程的理解。

3. 薄膜淀积

（1）考核技能点

考查对薄膜淀积技术的认知与设备参数设置，通过在材料表面上形成一层均匀、致密且具有特定功能的薄膜，以改变或增强材料的性质和实现特定应用需求。

（2）具体操作

在虚拟仿真中通过设置薄膜淀积机的设备参数、执行工艺流程并以操作、图片或问答的形式考查对清洗与预处理、薄膜淀积、后处理和退火等工艺流程的理解。

4. 芯片粘接与银浆固化

（1）考核技能点

考查对固晶技术的认知与设备参数设置，将芯片与载体基底牢固连接在一起，并建立电气连接，同时利用银浆的导电性能实现良好的信号传输。

（2）具体操作

在虚拟仿真中通过设置粘接机与银浆固化机的设备参数、执行工艺流程并以操作、图片或问答的形式考查对粘接剂选择、对准、压合、固化等工艺流程的理解。

5. 晶圆施加探针测试

(1) 考核技能点

考查对基于测试机，对圆片施加探针，进行功能和性能测试等能力。

(2) 具体操作

准确设置探针台参数，以确保测试的准确性和稳定性。此外完成扎针前的调参，以保证探针与晶圆良好接触，并避免损坏或测试误差；同时核对 MAP 图信息以确保在正确的位置进行晶圆测试；最后需要记录不合格品，准确记录测试结果并标记不合格晶圆，以便进一步处理和排查。

三、集成电路测试开发

参赛选手从现场下发的元器件中选取待测试芯片及工装所需元件和材料，参考现场下发的技术资料（芯片手册、元器件清单等），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、调试工装板，搭建和配置测试环境，使用测试仪器与工具，实施并完成测试任务。

集成电路测试共分为数字集成电路测试、模拟集成电路测试和专用集成电路测试三项子任务。

（一）子任务一：数字集成电路测试

例如待测 FV 转换器（例如 GP8101）。引脚图如图 2 所示。

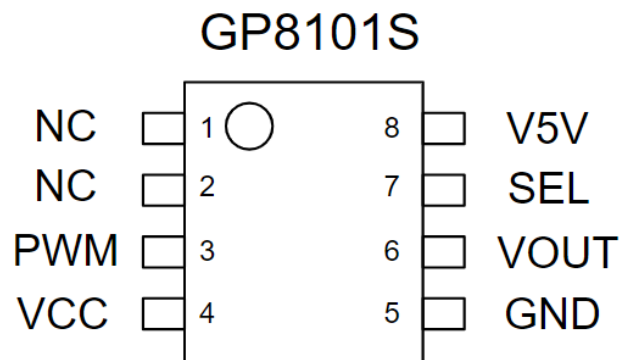


图 2 GP8101 引脚图

1. 参数测试

以下测试参数均在 VCC 供电+12V 的条件下进行测试。

任务测试要求：

- （1）对芯片各个管脚进行开短路测试，并记录数据。
- （2）测量静态下额定工作电流（ I_{CC} ）。
- （3）测量静态工作下第 8 管脚（V5V）的电压值。

(4) 测量静态工作下第 8 管脚 (V5V) 的最大驱动电流值。

2. 功能测试

根据芯片手册，设计、焊接、调试完成测试工装，用该数据 FV 转换器搭建并配置测试环境，并进行相关测试。

(1) 测试芯片输出电压误差值。

1) 测试条件：PWM 占空比 30%、50%、70%、100% 时，PWM 频率为 1KHz；

2) 测试要求：测量输出电压并计算误差值；

(2) 测量芯片输出电压范围

1) 测试条件：SEL 接地；

2) 测试要求：输出测试结果并标注单位；

(3) 测量芯片在 PWM 占空比 50% 时输出驱动电流。

1) 测试条件：SEL 接地，PWM 频率为 1KHz；

2) 输出测试结果并标注单位。

(二) 子任务二：模拟集成电路测试

例如器 (例如 AD8058)。二运放集成电路，它采用 8 脚双列直插塑料封装，内部包含四组形式完全相同的运算放大器，除电源共用外，二组运放相互独立。引脚图如图 3 所示。

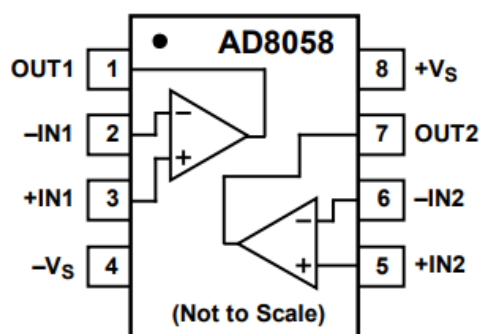


图 3 AD8058 引脚及功能示意图

图 3 中+VS 为正电源端；-VS 为负电源端；-IN 为反相输入端；+IN 为同相输入端；OUT 为输出端,电源:3V~12V。根据芯片手册进行参数测试:

1. 参数测试

(1) I_B 输入静态电流测试

1) 测试条件: $V_S = \pm 5V$ 、 $R_L = 100\Omega$;

2) 测试要求: 分别记录单电源及双电源供电时的测试结果并标注单位;

(2) V_{OS} 失调电压测试

1) 测试条件: $V_S = \pm 5V$ 、 $R_L = 100\Omega$;

2) 测试要求: 记录测试结果并标注单位;

(3) CMRR 共模抑制比测试

1) 测试条件: $V_S = \pm 5V$ 、 $R_L = 100\Omega$;

2) 测试要求: 记录测试结果并标注单位;

(4) A_{OL} 开环增益测试

1) 测试条件: 双电源 $\pm 5V$ 供电;

2) 测试要求: 记录测试结果并标注单位;

2.应用电路测试

利用比赛现场提供的 AD8058 芯片、万能板、各类阻容元件等，搭建一个如图 4 所示的全波整流电路。

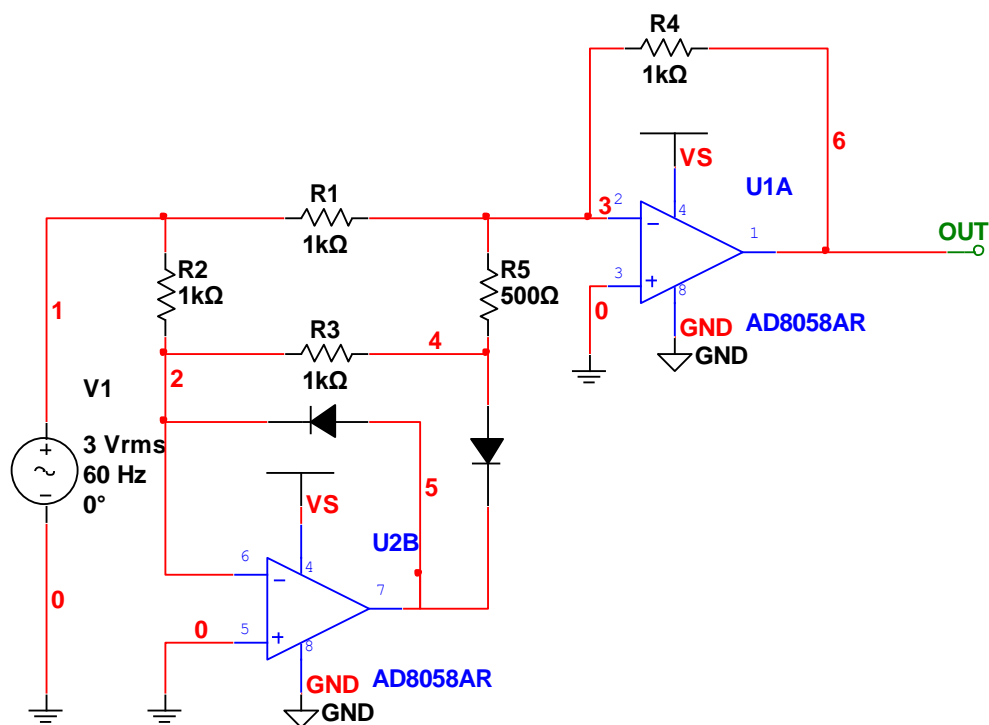


图 4 全波整流电路结构图

测试并记录以下数据；

- (1) 输出波形；
- (2) 输出电压以及纹波系数；
- (3) 改成双电源供电后的输出波形；
- (4) 改成双电源供电后的输出电压以及纹波系数；

(三) 子任务三：混合集成电路测试

例如待测芯片：AD7895，AD7895 是一款快速、12 位逐次逼近型模数转换器 ADC，采用+5V 单电源供电。

1.参数测试

(1) OS 开短路测试测试

编写测试程序,对该芯片所有管脚施加 $-100\mu\text{A}$ 的电流进行开短路测试,输出测试结果并标注单位;

(2) 最低有效位电压测试

- 1) 测试条件: $V_{\text{DD}}=5\text{V}$, $V_{\text{ref}}=2.5\text{V}$
- 2) 测试要求: 输出测试结果并标注单位;

(3) 功能测试

- 1) 测试条件: $V_{\text{DD}}=5\text{V}$, $V_{\text{ref}}=2.5\text{V}$, $V_{\text{in}}=3.07\text{V}$;
- 2) 测试要求: 输出测试结果并标注单位;

(4) V_{INH} 输入最高电压测试

- 1) 测试条件: $V_{\text{DD}}=5\text{V}$, $V_{\text{ref}}=2.5\text{V}$;
- 2) 测试要求: 输出测试结果并标注单位;

(5) I_{IN} 输入电流测试

- 1) 测试条件: $V_{\text{DD}}=5\text{V}$, $V_{\text{ref}}=2.5\text{V}$;
- 2) 测试要求: 输出测试结果并标注单位;

(6) V_{OL} 输出电压测试

- 1) 测试条件: $V_{\text{DD}}=5\text{V}$, $V_{\text{ref}}=2.5\text{V}$;
- 2) 测试要求: 输出测试结果并标注单位;

2.应用测试

根据芯片手册,利用比赛现场提供的 AD7895 芯片、单片机 8X51 模块、万能板、各类阻容元件等,搭建频率为室温采集电路。