

2023 年度“楚怡杯”湖南省职业院校技能竞赛

赛项规程

一、赛项名称

1. 赛项名称：集成电路开发及应用
2. 赛项组别：高职高专组
3. 赛项归属：电子信息大类

二、竞赛内容

本赛项包括集成电路工艺仿真、集成电路测试、集成电路应用三个任务。

1. 任务一：集成电路设计与仿真

主要考核集成电路的设计。使用集成电路设计与仿真软件，完成电路原理图设计与仿真、版图设计及仿真。

2. 任务二：集成电路工艺仿真

主要考核集成电路多种工艺，如晶圆制造工艺、流片工艺、封装工艺等。利用集成电路制造工艺虚拟仿真训练平台进行典型集成电路制造工艺流程的模拟测试。

3. 任务三：集成电路测试

主要考核内容为测量数字集成电路的基本参数、功能，测量模拟集成电路的基本参数、功能，模拟应用电路和数字应用电路的综合装调。

4. 任务四：集成电路应用

完成典型电子产品的装调，编写功能程序代码，实现指定功能。

三、竞赛方式

本赛项采用团体赛方式组队报名参赛，每个参赛队由 3 名选手组成，其中设队长 1 名。3 名选手须为同校在籍学生，性别和年级不限。

四、竞赛时量

总时量：240 分钟。

五、名次确定办法

按照竞赛总成绩从高到底排列名次，竞赛总成绩相同时，扣分少者名次列前；总成绩及扣分相同者，则集成电路应用得分高者列前。本赛项不设并列名次。

六、评分标准与评分细则

1. 评分标准

表1 集成电路开发及应用赛项评分标准

评分项目	考核内容	分值	评分方式
集成电路设计与仿真 (10%)	使用集成电路设计与仿真软件, 完成电路原理图设计与仿真、版图设计及仿真。赛前一个月免费提供软件/平台训练。	10	结果评分 (客观)
集成电路工艺仿真 (15%)	选手完成集成电路制造相关工艺的仿真操作。赛前一个月免费提供软件/平台训练。	15	结果评分 (客观)
集成电路测试 (40%)	(1) 选手完成集成电路测试所需工装的设计及制作。 (2) 选手完成常见数字电路基本参数, 功能及应用电路测试; 模拟集成电路基本参数、应用电路测试; 模拟和数字集成电路综合应用电路测试。	40	结果评分 (客观)
集成电路应用 (30%)	选手完成典型电子产品的装调, 编写功能程序代码, 实现指定功能。	30	结果评分 (客观)
职业素养与安全生产 (5%)	考核参赛选手在职业规范、团队协作、组织管理、工作计划、团队风貌等方面的职业素养养成。	5	结果评分 (客观)
扣分项	超过规定时间补领元器件 (每个)	1	过程评分 (客观) (由评分裁判根据测试记录的结果进行评判)
	更换电路板套件 (限 1 次)	3	
	更换竞赛设备配件 (限 1 次)	5	
	违纪扣分	视情节而定	裁判长
总计	100		

2. 评分细则及说明

(1) 具体的评分细则根据命制的试题进行制定。

(2) 在竞赛过程中, 参赛选手如有作弊, 情节轻微的扣 5 分, 情节严重的取消竞赛资格, 竞赛成绩以 0 分计算。在竞赛过程中, 不服从裁判判决, 扰乱赛场秩序等行为, 情节轻微的扣 5 分, 情节严重的取消竞赛资格, 竞赛成绩以 0 分计算。(情节轻重由裁判组判定)

(3) 在竞赛过程中, 出现交流 220V 电源短路故障扣 5 分, 因操作不当导致设备损坏事故, 扣 20 分。导致人身事故, 取消比赛资格, 竞赛成绩以 0 分计算。

(4) 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 5 分, 情节严重, 警告无效的, 竞赛成绩以 0 分计算。

(5) 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。

七、赛点提供的设施设备仪器清单

表 2 赛点提供的设备及参数

序号	设备名称	技术参数
1	集成电路测试平台	具有接口与参考电压板 (IV)、电源与测量板 (PM)、数字功能管脚板 (PE)、模拟功能板 (WM)、专用测试与模拟开关板 (CS)
2	集成电路应用开发资源系统	一、系统规格： 测试接口 2 个、测试区 1 个、面包板面积 180mm*190mm、虚拟万用表接口 4 个、虚拟示波器接口 5 个、测试模块 6 块、SCSI100P 连接线 1.5m、杜邦线 若干/接口 HDMI 二、虚拟万用表、虚拟示波器 直流电压测量、模拟带宽 70MHz
3	集成电路制造工艺虚拟仿真训练平台	平台自主研发，包括： 1. 融合集成电路多种工艺，如晶圆制造工艺、流片工艺、封装工艺等。 2. 行业级模拟仿真，仿真模型基于国内外 IC 厂家工业现场的行业设备直接建模、虚拟化。 3. 微电子领域知名专家指导，融合多家国内外先进 IC 设计厂家资源。 4. 平台提供晶圆制造、流片生产、芯片封装等集成电路制造工艺流程的交互式虚拟仿真模型，用户可进行典型集成电路制造工艺流程的学习和模拟测试，真实体会行业设备的运作细节。
4	计算机	1. 电脑主机（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）。 2. 电脑预装操作系统（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、单片机下载器驱动、Keil-uVision V5.20 及以上、Multisim12.0 及以上试用版编程软件等。
5	单片机程序下载器	J-LINK

备注：所有比赛用电脑、单片机程序下载器由承办校统一提供，参赛队不得携带电脑。

八、选手须知

1. 选手自带工（量）具及材料清单

- (1) 万用表、恒温烙铁、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）。

2. 主要技术规范及要求

本赛项遵循以下国际相关标准，国家相关标准和行业相关标准：

- SJ/T 11383-2008 泄漏电流测试仪通用规范
- SJ/Z 11352-2006 集成电路 IP 核测试数据交换格式和准则规范
- SJ/Z 11355-2006 集成电路 IP / SOC 功能验证规范
- SJ 20961-2006 集成电路 A/D 和 D/A 转换器测试方法的基本原理
- JJG 1015-2006 通用数字集成电路测试系统检定规程

- SJ/T 10805-2018 半导体集成电路 电压比较器测试方法
- ISO9000:2008 质量管理体系
- GB/T9813-2000 微型计算机通用规范
- GB 4943-2011 信息技术设备的安全
- GB/T 15651.3-2003 半导体分立器件和集成电路 第5-3部分：光电子器件 测试方法
- 职业编码 6-26-01-33 电子元器件检验员国家职业标准
- 职业编码 6-21-04-01 电子专用设备装调工国家职业标准
- 职业编码 X2-02-13-06 计算机程序设计员国家职业标准

3. 选手注意事项

(1) 参赛选手应根据赛项规定自带相关设备与工具，不得私自携带赛项规程规定以外的任何物品。

(2) 各参赛队应在竞赛开始前一天规定的时间段进入赛场熟悉环境。熟悉场地时，不得触碰竞赛平台和比赛现场的设备。

(3) 竞赛时，更换测试工装仅限更换综合应用电路的测试工装（仅提供待装配的电路板及散件供选手装配，不提供成品电路板），选手自制的其他测试工装不提供备用件，由选手自行制作，因选手个人原因导致该部分竞赛任务无法完成，后果由选手自行承担。

(4) 竞赛时，更换应用功能电路的电路板仅限更换集成电路应用模块的电路板，该电路板由选手自行完成装配并实现相关功能，若因选手个人原因装配的电路板无法实现功能，可以使用原厂配备的开发板和备用功能电路板实现相应功能，但根据规定酌情扣分。

(5) 竞赛过程中，因严重操作失误或安全事故不能进行比赛的（例如因所调试的功能电路板发生短路导致赛位断电的、造成设备不能正常工作的），现场裁判员有权中止该队比赛。

(6) 在焊接、装配调试期间，参赛选手限于自己工作区内活动，违者取消参赛队比赛资格。

(7) 竞赛时，各参赛队自行决定分工和时间安排，在指定赛位上完成竞赛项目，严禁作弊行为。选手在比赛时间内连续工作，食品、饮水等由赛场统一提供。选手休息、饮食或如厕时间均计算在比赛时间内。

(8) 比赛过程中焊接所用的元器件及套件统一由主办方提供，不得使用任何自带的元器件，如有违反，以舞弊论处，取消该队参赛资格。

(9) 参赛选手要注意及时存盘，由于操作不当引起死机导致文件丢失的，由选手自行负责。工作人员（含裁判员）不得私自操作参赛队电脑。比赛结束按照任务书要求提交技术相关文档。

(10) 参赛队欲提前结束比赛，应由队长举手示意，由现场裁判员记录比赛终止时间，比赛终止后，不得再进行任何与比赛有关操作，比赛结束前不得离场。

4. 竞赛直播

- (1) 赛点提供全程无盲点录像。
- (2) 可在赛点指定区域通过网络监控观摩比赛。

九、样题（竞赛任务书）

2023 年度“楚怡杯”湖南省职业院校技能竞赛
高职高专组电子信息类集成电路开发及应用赛项

[时量：240 分钟，试卷号：]

(样卷)

竞 赛 任 务 书

场次号：_____ 机位号（工位号、顺序号）：_____。

2022 年 12 月 28 日

2023 年度“楚怡杯”湖南省职业院校技能竞赛

赛项样题

集成电路开发及应用赛项来源于集成电路行业真实工作任务，由“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”四部分组成。

第一部分 集成电路设计与仿真

使用集成电路版图设计软件，根据表 1-1 所示的集成电路真值表（输出值 $Y_0 \sim Y_{15}$ 随机抽取），使用指定工艺 PDK，设计集成电路原理图和版图，并进行功能仿真。

设计要求如下：

1. 芯片引脚：4 个输入端 A、B、C、D；2 个输出端 Y、Y'；1 个电源端 VCC；1 个接地端 GND。
2. 功能：按照表 1-1 所示的集成电路真值表，A、B、C、D 输入不同的逻辑电平，Y 和 Y' 输出对应逻辑电平。上述逻辑电平为“正逻辑”，即低电平用“0”表示、高电平用“1”表示。输出值 $Y_0 \sim Y_{15}$ 由比赛现场裁判员长抽取的任务参数确定。
3. 仿真设置：VCC 为+5V，A 为 1kHz，B 为 2kHz，C 为 4kHz，D 为 8kHz。
4. 通过 DRC 检查和 LVS 验证。
5. 使用 MOS 管数量应尽量少。
6. 所设计版图面积应尽量小。

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。

表 1-1 集成电路真值表

输入				输出	
A	B	C	D	Y	Y'
0	0	0	0	Y_0	Y_{15}
0	0	0	1	Y_1	Y_{14}
0	0	1	0	Y_2	Y_{13}
0	0	1	1	Y_3	Y_{12}
0	1	0	0	Y_4	Y_{11}
0	1	0	1	Y_5	Y_{10}
0	1	1	0	Y_6	Y_9
0	1	1	1	Y_7	Y_8

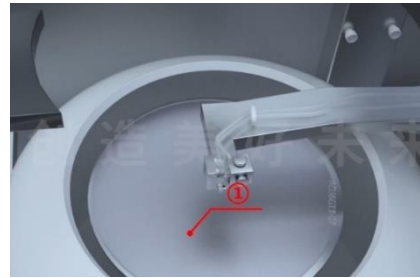
1	0	0	0	Y ₈	Y ₇
1	0	0	1	Y ₉	Y ₆
1	0	1	0	Y ₁₀	Y ₅
1	0	1	1	Y ₁₁	Y ₄
1	1	0	0	Y ₁₂	Y ₃
1	1	0	1	Y ₁₃	Y ₂
1	1	1	0	Y ₁₄	Y ₁
1	1	1	1	Y ₁₅	Y ₀

第二部分 集成电路工艺仿真

选择题应根据工艺问题或视频片断选择适合的答案，漏选、多选、错选均不得分。仿真操作题应根据题目要求，按照集成电路工艺规范，在交互仿真平台进行仿真操作。

1. (单选) 在视频中，①标注的是选项中的哪种溶液？

- A.二甲苯
- B.KOH
- C.去离子水
- D.丙酮



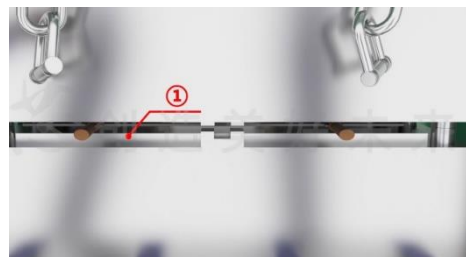
2. (单选) 视频中正在进行对刀操作，若①与②两者未对齐就进行划片，则会造成 () 现象。

- A.晶圆沾污
- B.晶圆整片划伤
- C.蓝膜切透
- D.切割处严重崩边



3. (单选) 视频中正在进行塑封作业，若①部件闭合压力不足，可能会造成 ()。

- A.塑封料填充不足
- B.开模失败
- C.溢料
- D.塑封体变色



4. (单选) 视频展示的装片机外观中, 进行芯片粘接动作的位置是 () 标注的区域。

- A. ①
- B. ②
- C. ③
- D. ④



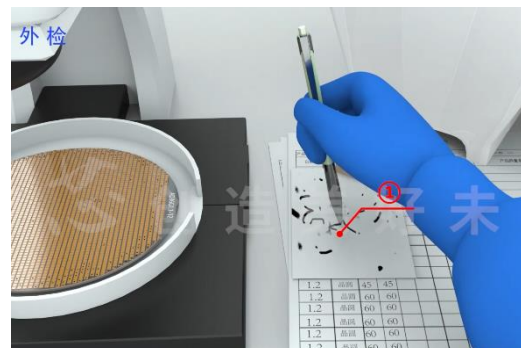
5. (单选) 视频中是塑料封装时的操作, 如果在视频结尾处时未及时取塑封料, 而是静置一段时间后再将塑封料投入塑封机, 此时可能会造成 () 。

- A. 塑封体气泡
- B. 塑封体上的打标字迹模糊
- C. 塑封溢料
- D. 塑封料流动性差



6. (多选) 视频中表述的是在晶圆外检过程中使用油墨笔进行打点的操作。在操作过程中, 如果跳过标注为①的操作, 可能会出现怎样的异常现象?

- A. 无影响
- B. 墨点沾污到其他合格晶粒
- C. 墨点偏大
- D. 墨点偏小



7. (多选) 晶圆外检过程中, 若发现不良晶粒未正常打点, 则需要人工补墨点。

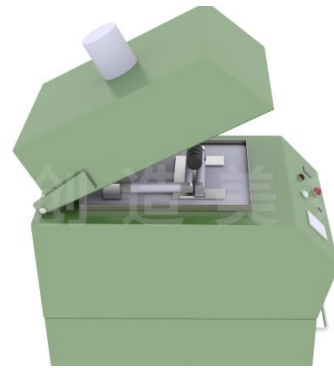
视频所示的补点方式其特点包括 ()。

- A. 操作简单, 技术要求较低
- B. 技术要求较高
- C. 墨点较精确
- D. 墨点大小不可控



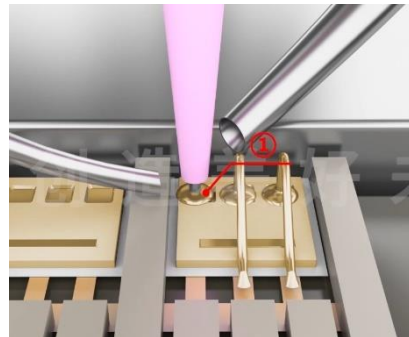
8. (多选) 塑料封装时, 视频中的操作是模压过程 (传统模) 中不可或缺的一步, 该操作的作用有 ()。

- A. 去除塑封料中的水分
- B. 制作高质量塑封料
- C. 提高塑封料的可重复使用率
- D. 加快模压过程, 提高塑封机工作效率



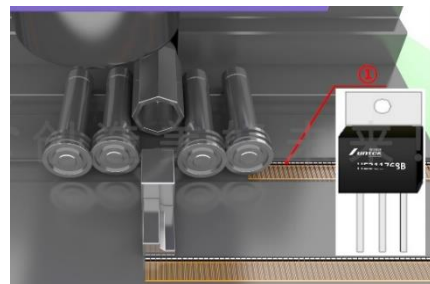
9. (多选) 视频表述的是封装工艺中引线键合的操作过程, 其中①指示的部位是 ()。

- A. 第一焊点
- B. 第一键合点
- C. 第二焊点
- D. 第二键合点

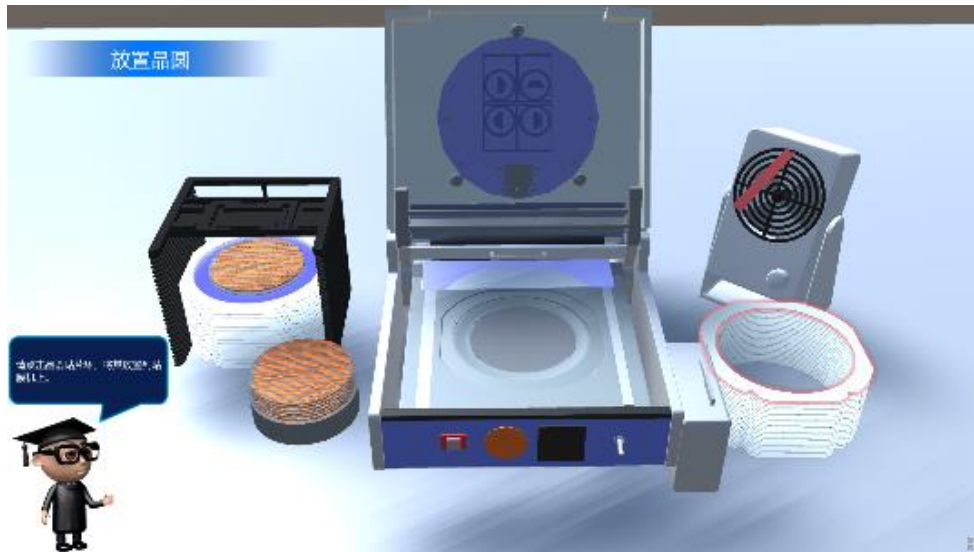


10. (多选) 激光打标是为芯片打上标识的过程, 当大量出现视频中①标注的现象时, 下列操作正确的有 ()。

- A. 继续完成本批次作业
- B. 暂停设备作业
- C. 将存在该问题的芯片报废处理
- D. 技术人员检修光路



11. (仿真操作) 晶圆贴膜—运行：集成电路制造封装工艺的晶圆贴膜部分贴膜机操作过程



12. (仿真操作) 激光打标—结批：集成电路制造封装工艺激光打标部分故障排除和作业结批过程



13. (仿真操作) 转塔式分选机—设备运行：集成电路制造芯片测试工艺转塔式测试分选环节分选机设备运行



14. (仿真操作) 单晶硅生长—拉晶与检测：集成电路制造晶圆制造工艺单晶硅生长环节的拉单晶和单晶硅质量检测



15. (仿真操作) 物理气相淀积—参数设置与淀积：集成电路制造流片工艺金属化部分的物理气相淀积设备操作环节的参数设置和淀积设备运行



第三部分 集成电路测试

一、比赛要求

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，填写测试报告。比赛现场的计算机中提供一个测试程序示例，选手根据提供的示例程序编写符合赛题各任务要求的测试程序。

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。

(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、转换板及综合电路功能板上自行焊接测试工装电路板并调试，自行完成测试工装与测试平台之间的信号接入。

电路板焊接调试完成后，必须用万用表测量功能测试电路板 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。

(3) 集成电路测试程序的编写

参赛选手在 Windows XP/WIN7（32 位）操作系统的 Visual Studio 6.0 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，其余代码由选手自行编写并完成调试。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

参赛选手在完成规定测试任务后填写相关测试报告。

任务一：数字集成电路测试

比赛涉及到需要测试的数字集成电路类型、型号、性能参数（包含芯片功能验证测试）如下：

①数字集成电路类型

- ◆ TTL、HCMOS、CMOS 系列，如 74LS**，74HC**，CD4*** 系列等。
- ◆ 基本数字门电路芯片、组合逻辑电路芯片（编码器、译码器、传输门及数据选择器等）及时序逻辑电路芯片（缓冲器、锁存器及计数器等）

②数字集成电路型号：

74LS00（或 74HC00），74LS161（或 74HC161），74LS393（或 74HC393），74LS595（或 74HC595），74LS138（或 74HC138），CD4011，CD40193，CD4510，CD4511，CD4512，CD4514，CD4017，CD4022 等。

③测试参数：

竞赛测试的参数（均为常见参数）或者功能包括：

- ◆ 开短路测试；
- ◆ 输出高、低电平（ V_{OH} 、 V_{OL} ）；
- ◆ 输入高低电流测试（ I_{IH} 、 I_{IL} ）；
- ◆ 电源电流；
- ◆ 噪声容限；
- ◆ 芯片的功能。

因芯片性能、制造工艺及功能存在差异，因此不同芯片测试的测试参数及要求可能存在差异，实际比赛时测试的参数可能是上述给出的参数中的一种或者多种组合，具体由裁判长抽取的比赛参数确定。

④比赛赛题的示例如下：

SN74HC245 总线收发器，是典型的 CMOS 型三态缓冲门电路。主要用于实现数据总线的双向异步通信。

◆测试芯片输出的高电平、低电平（ V_{OH} 、 V_{OL} ）。

◆开短路测试。

◆芯片功能测试要求（如附表 2 所示）：从输入端输入 10101010 和 01010101 电平。测得在两种方向情况下的对应输出端电平值，将输出端电平值在屏幕显示并记录至测试报告。

测试电流设置为 1mA（其中 X 代表任意电平，L 代表低电平，H 代表高电平）

附表 2 功能测试要求

Control Inputs 控制输入	Operation 运行	工作状态
G	DIR	
L	L	B 数据到 A 总线
L	H	A 数据到 B 总线
H	X	隔离

参赛选手根据以上测试条件编写测试程序，判断 SN74HC245 的双向功能是否正常，并将上述测试结果填入测试报告。

以上为示例，具体要求由裁判长根据参数要求现场确定。

任务二、模拟集成电路测试

比赛涉及到需要测试的模拟集成电路类型、型号、性能参数、典型应用电路功能如下：

①模拟集成电路类型：

◆JFET 输入类型、双极型输入类型、MOS 输入类型，BIMOS 输入类型等。

◆运算放大器（通用类型、低电压类型及轨到轨输出类型等）。

②模拟集成电路型号：

LM324（或者 LMV324、LM324A）、LF353、TL072、TL074、TL084、

LM358（或者 LMV358），MCP6004、OPA365、TLV2316、
NCS/V20081/20082/20084、NCS/V20091/20092/20094、FAN4174 / FAN4274、
TLV271/272/274、NCV272/274、TLV9061/9062/9064、
TLV2451/2452/2453/2454、OPA703/OPA2703/ OPA4703、
OPA704/OPA2704/OPA4704、OPA347/OPA2347/OPA4347 等。

③测试参数：

竞赛可能测试的参数或者功能包括：

- ◆输入失调电压
- ◆电源供电电流
- ◆输出短路电流
- ◆输出电压范围
- ◆共模抑制比
- ◆开环增益
- ◆芯片的典型应用电路功能

因芯片性能、制造工艺及功能存在差异，因此不同芯片测试的测试参数及要求可能存在差异，实际比赛时测试的参数是上述给出的参数中的一种或者多种组合，具体由裁判长抽取的任务书确定。

④比赛赛题的示例如下：

参赛选手利用 LM358 芯片按照下列要求，完成测试工装板的设计及装配，任务要求如下：

- ◆测试输入失调电压；
- ◆利用 LM358 和给定的其他元器件，设计一个输入为 1.5V，输出为-3.5V 的放大器，利用测试平台测量相关参数并记录至测试报告。

以上为示例，具体要求由裁判长根据参数要求现场确定。

任务三：综合应用电路功能测试

综合应用电路为典型的模拟和数字集成电路组成的综合应用电路，两者功能相互独立，所使用的芯片可能是集成电路分选任务所分选出的芯片。选手根据现场下发的任务书中描述的要求，借助于测试平台编写相关代码，测试综合应用电路的相关功能参数，所需完成的任务要求如下：

- ①根据现场下发的元器件清单、套件及装配图完成综合应用电路的装配；
- ②根据任务书要求，制作测试工装；
- ③根据任务参数设置及测试要求要求，完成相关参数的测试，填写测试报告。

第四部分 集成电路应用

一、比赛要求

选手利用现场提供的集成电路应用装置，编写符合要求的测试程序，实现任务书要求的相关功能。

二、比赛内容

1.本任务涉及的模块可能包含：

- (1) 主控板单元：基于 Cortex-M0 内核（如 LK32T102）或者 Cortex-M3 内核（如 STM32F103VET6）；从支持国产集成电路的角度出发，同等条件下，比赛考虑优先支持使用国产自主知识产权的芯片。
- (2) 显示单元：12864 液晶模块（串行接口），LED 数码管；
- (3) 信号调理单元：模拟信号调理；
- (4) 执行对象：直流电机或者舵机（采用 PWM 方式控制）；
- (5) 键盘单元：4*4 键盘；
- (6) 传感器：电阻应变片式压力传感器，温度传感器，超声波传感器，红外测温传感器等；
- (7) 比赛现场下发相关资料。

2.竞赛任务：

- (1) 选手根据现场下发的任务要求，完成集成电路应用装置相关电路板的装配和连接。
- (2) 选手根据任务书要求，需要将传感器接入信号调理单元，借助于主控板完成相关参数的采集、标定和调试；
- (3) 根据现场下发的任务书要求，利用提供的集成电路应用装置，编写功能代码，调试并实现相关功能。

具体的集成电路应用装置由专家组确定。