

第十届全国大学生集成电路创新创业大赛

“曾益慧创杯”赛题解析

LDO芯片的设计验证和测试

赛题整合行业领先工具链平台和真实项目，贯穿专业基础课程知识强化和技能训练

以赛促教，以赛促学



关于我们

北京曾益慧创科技有限公司成立于2017年，深耕**半导体、通信、控制、测试测量**等交叉领域，提供自主研发、安全可控的新兴技术产品和服务，同时致力于引领本科工程教育和现代职业教育改革解决方案的研发，是一家专注于“**产教融合和科教融汇**”的**高新技术企业**。

总部位于**北京中关村**，同时在**上海、西安、深圳**设立区域总部，在**西安与广州**进行研发和生产布局。公司管理团队拥有**世界500强**企业多年的研发和高层管理经验，核心研发团队全部来自于**双一流高校**，具备丰富的**产业经验、全球化产业资源**和**国际化视野**。

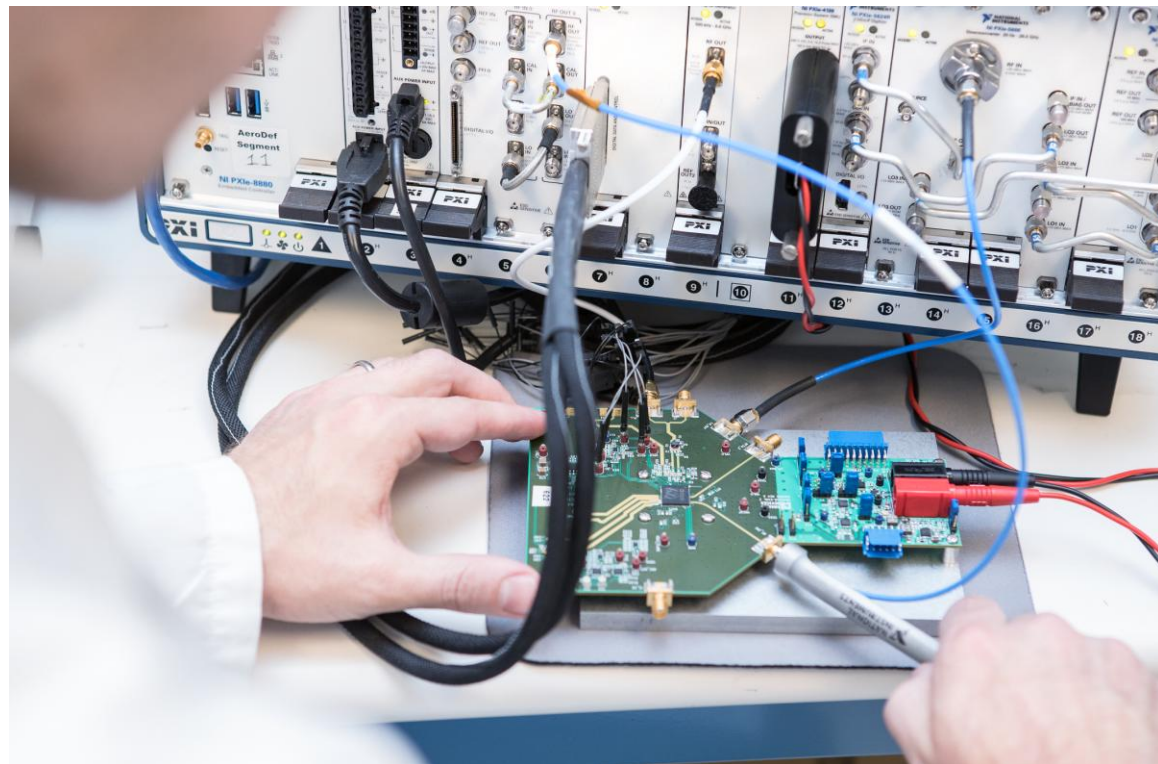
教育团队拥有多位**工程教育专业认证专家**，发布过混合所有制**产业学院ISO9001管理体系**等多项标准和白皮书，取得多项**教学改革成果和奖项**，推动多项**国际教育、科学和文化交流**，团队把助力我国高水平工程科技人才培养视为己任。

公司是**工信部**人才交流中心高校人才培养合作伙伴，**教育部**产学研合作协同育人、就业育人合作伙伴。教育部“**集成电路设计与集成系统**”虚拟教研室发起单位、**国家集成电路创新中心**战略合作伙伴。公司为全国大学生集成电路创新创业大赛和中国大学生工程实践与创新能力大赛提供竞赛设备和技术支持。与国内外多所高校创建联合研发中心和人才培养基地。



曾益慧创在**半导体集成电路测试领域**提供专业的解决方案和服务

- 半导体测试技术团队由来自**航天771所**（西安微电子技术研究所以）和**NI**的资深半导体测试工程师组成，熟悉半导体材料、器件和芯片的各类测试应用
- 主要服务于研究所、高校和企业的**实验室测试**解决方案开发和技术服务
 - 混合信号IC
 - RFIC
 - 功率器件
 - 存算一体芯片（阵列）
 - 光电探测器（阵列）



慧创教育研究院

全面赋能专业建设顶层设计、专业师资队伍建设、专业发展

专业建设 咨询

专业定位及人才培养目标：联合中国半导体行业协会等机构帮助高校充分了解最新行业人才需求

课程体系：联合西电等全国集成电路头部高校编制集成电路专业建设指南和知识图谱

工程教育专业认证：研究院拥有多位工程教育专业认证专家

师资 培训

定期师资培训：组织全国集成电路专业建设专家、骨干教师及行业企业专家实施师资培训

定制化师资培训：针对高校特定需求，策划和组织定制化师资培训

教学改革 成果

教学改革课题：设立集成电路专业建设专项教育部纵向和横向校企合作教学改革课题

教学改革论文：与高校骨干教师联合开展教学改革工作，联合发表教学改革论文

教材改革奖项申报：与高校基于教学改革成果，联合申报省部级、国家级教学改革奖项

专家 团队

工程教育专家

类型教育专家（研究性本科、应用型本科、职业教育等）

行业技术专家

教育评测专家

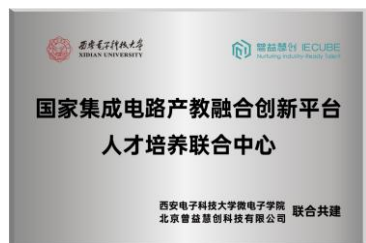


曾益慧创助力我国高校集成电路人才培养

教育部办公厅

教高厅函〔2022〕2号

教育部办公厅关于公布首批虚拟教研室
建设试点名单的通知



曾益慧创从2017年开始投入集成电路方向，在集成电路人才培养产教融合方面已经积累了多年探索实践经验，先后与西安电子科技大学、复旦大学、厦门大学、上海交通大学、北方工业大学、金陵科技学院、常州信息职业技术学院等近百所各类高校开展了集成电路人才培养合作；并从2018年开始连续支持全国大学生集成电路创新创业大赛，联合全球集成电路技术领军企业，在大赛中设立“曾益慧创杯”，从校企合作课程共建、竞赛、校企实习实践人才对接、科研应用成果转化等方面，全方位助力我国集成电路人才培养。

- 教育部“集成电路设计与集成系统专业虚拟教研室”发起单位
- 全国集成电路封测行业产教融合共同体副理事长单位
- 全国集成电路产教融合共同体常务理事单位
- 国家集成电路产教融合创新平台人才培养联合中心建设单位
- 国家集成电路创新中心战略合作伙伴
- 集成电路行业领军企业人才培养合作伙伴

Empyrean
华大九天



华润微电子
CR MICRO

芯海科技
CHIPSEA



HUA TIAN

全国大学生集成电路创新创业大赛

曾益慧创 IECUBE
Nurturing Industry-Ready Talent

支持全国百余所高校的集成电路专业建设

示范性微电子学院、应用型本科、高职院校、新型研发机构/政府产业园区



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



復旦大學



上海交通大學
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



武漢大學
WUHAN UNIVERSITY



中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY



武漢理工大學
WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



南京信息工程大學
Nanjing University of Information Science & Technology



河北工業大學
HEBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



上海大學
Shanghai University



山東大學
SHANDONG UNIVERSITY



湖南工商大學
HUNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND BUSINESS



臨沂大學
LINYI UNIVERSITY



煙台大學
YANTAI UNIVERSITY



北方工業大學
NORTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



金陵科技學院
JINLING INSTITUTE OF TECHNOLOGY



中國海洋大學
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA



山東理工大學
shandong university of technology



魯東大學
LUDONG UNIVERSITY



上海電力大學
SHANGHAI UNIVERSITY OF ELECTRIC POWER



廣東石油化工學院
Guangdong University of Petrochemical Technology



嘉善復旦研究院
JIASHAN FUDAN INSTITUTE



南京信息職業技術學院
Nanjing College of Information Technology



江蘇信息職業技術學院
JIANGSU VOCATIONAL COLLEGE OF INFORMATION TECHNOLOGY



常州信息職業技術學院
CCIT CHANGZHOU COLLEGE OF INFORMATION TECHNOLOGY



國家集成電路創新中心
NATIONAL INTEGRATED CIRCUIT INNOVATION CENTER



全國大學生集成電路創新創業大賽



曾益慧創 IECUBE (部分客戶列表)
Nurturing Industry-Ready Talent

iecube.com.cn

往届比赛回顾



理念：接轨行业领先技术和需求，真刀真枪的动手实践



“赛题令人印象深刻，通过测试比赛的方式培训并提升学生对实际电路的理解，希望后期能引入该培训至本校，助力本校新工科教育与专业学位人才培养！”

-----浙江大学队伍指导老师

“关进小屋2小时，真刀真枪PK，芯光不问赶路人，同学们加油！”

-----湖南工业大学队伍指导老师

历届“曾益慧创杯”竞赛现场



全国大学生集成电路创新创业大赛



曾益慧创 IECUBE
Nurturing Industry-Ready Talent

历届“曾益慧创杯”优秀队伍指导老师分享



【新年特辑】集创赛曾益慧创杯参赛锦囊第一期：重庆邮电大学张承杨老师谈“以赛促学、以赛促教”#集创赛#以赛促学#以赛促教#全国大学生集成电路创新创业大赛#曾益慧创杯@曾益慧创



【新年特辑】集创赛曾益慧创杯参赛锦囊第二期：曾益慧创杯体系化赛题设计有哪些特点？南京信息工程大学赵博士老师为你深入解析！#领取新年红包封面#夯实理论基础知识#真刀真枪练兵场#全国大学生集成电路创新创业大赛#集创赛#以赛促教#以赛促学#南京信息工程大学@曾益慧创



扫码关注
“曾益慧创”
公众号和视频号



【新年特辑】集创赛曾益慧创杯参赛锦囊第三期：想知道与高校人培方案高度契合的集创赛赛题吗？江西理...



集创赛曾益慧创杯参赛锦囊第四期，上海大学刘成老师：学生参赛相当于一次产教融合培养！快来报名吧！



集创赛曾益慧创杯参赛锦囊第五期：参赛同学经验分享，包含初赛、分赛区决赛、总决赛备赛全过程分享，...

西安电子科技大学 XIDIAN UNIVERSITY | 微电子学院 School of Microelectronics | VRS 虚拟现实

曾益慧创杯参赛经验分享

教育部集成电路设计与集成系统专业虚拟教研室
张弘
2022.11.27

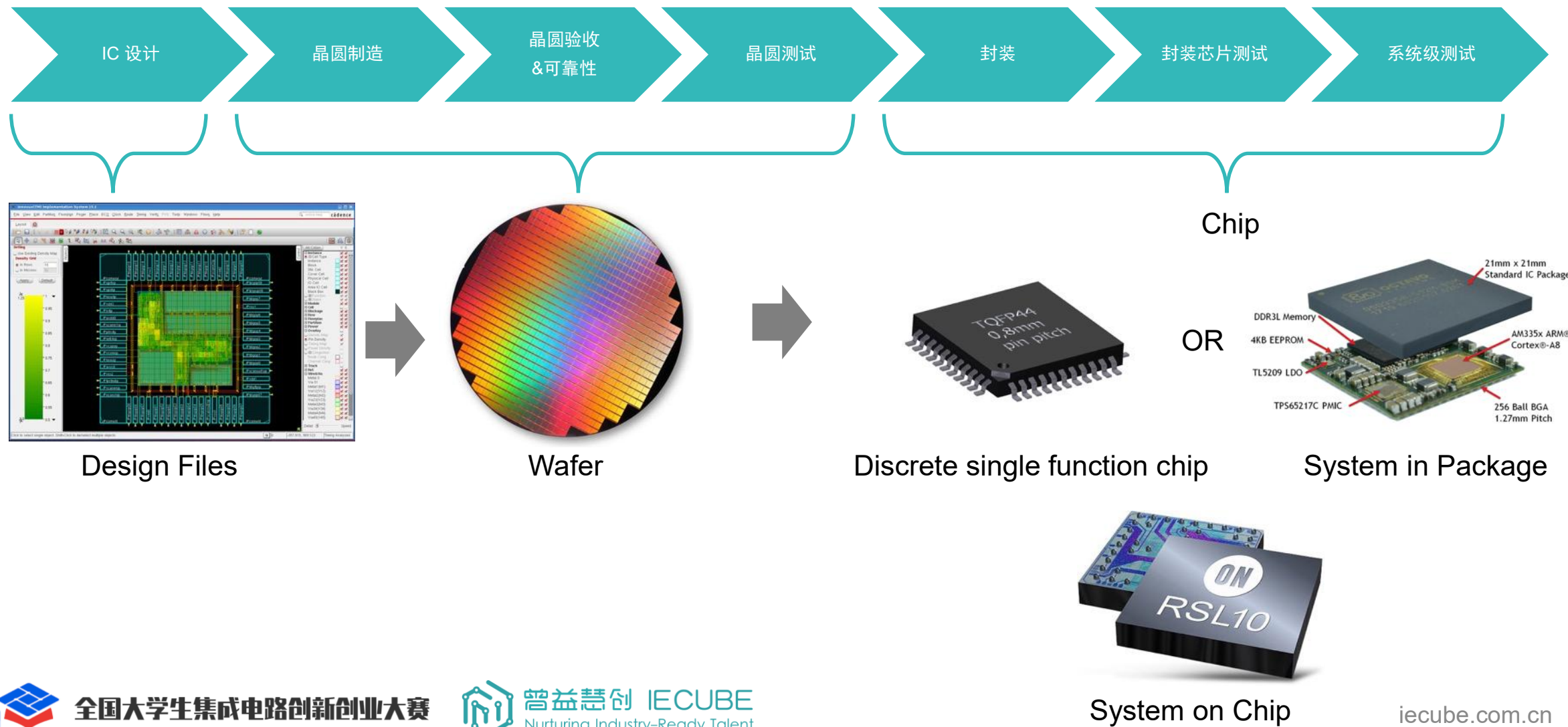
2022集成电路产教融合高峰论坛

“曾益慧创杯” 经验分享

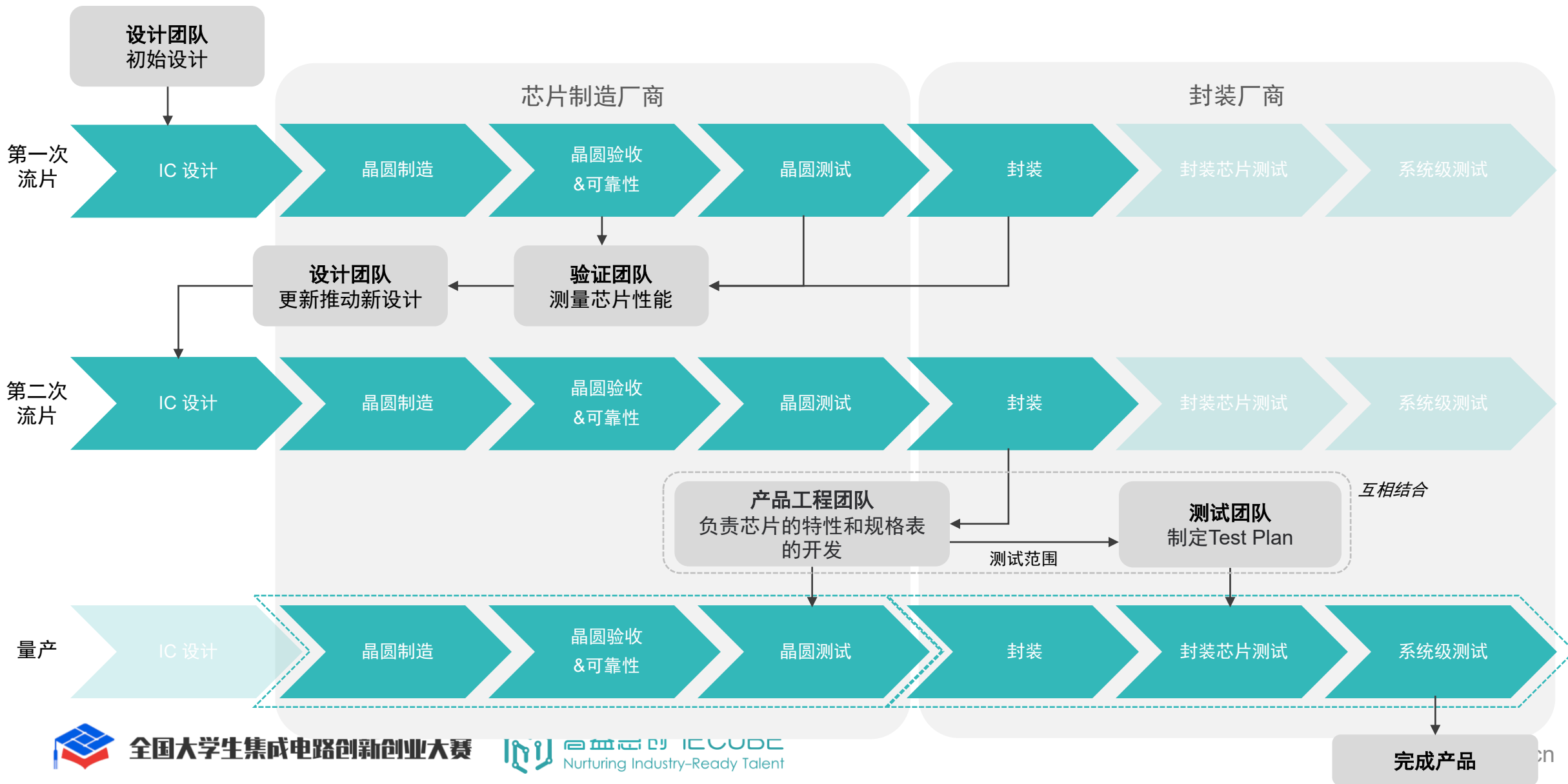
报告人：李建飞
齐鲁工业大学
2022.11.27

Why: 为什么这样设计赛题?

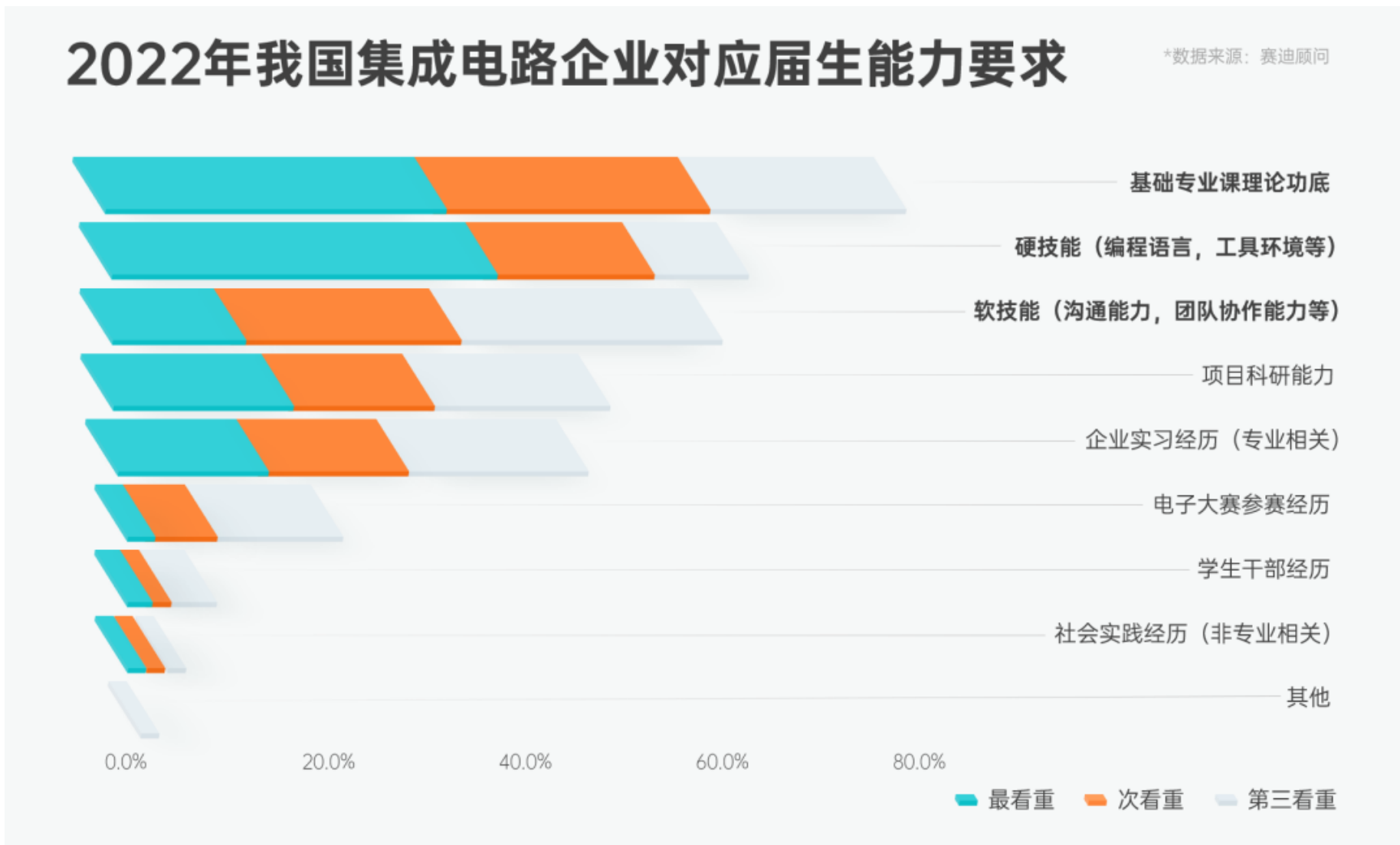
芯片是如何制造出来的？



芯片的设计验证和测试始终贯穿芯片从研发到上市的各个环节



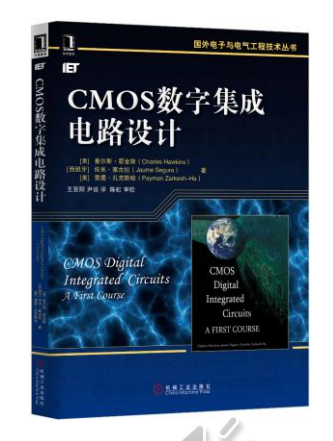
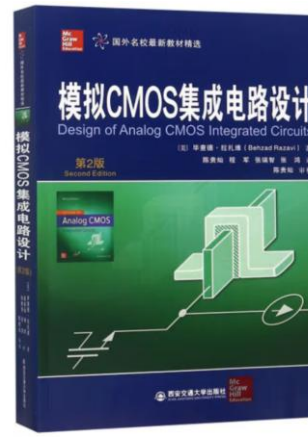
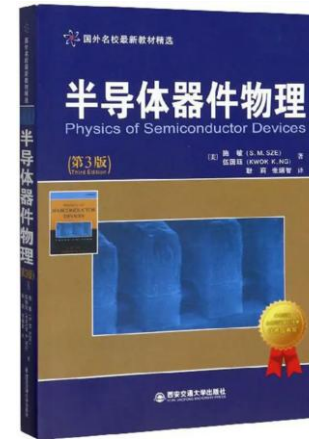
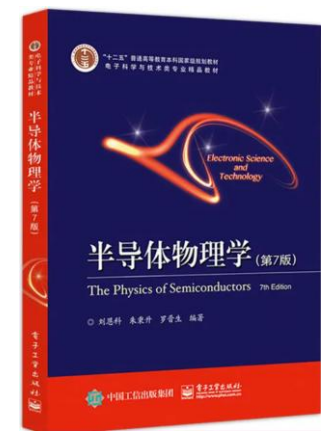
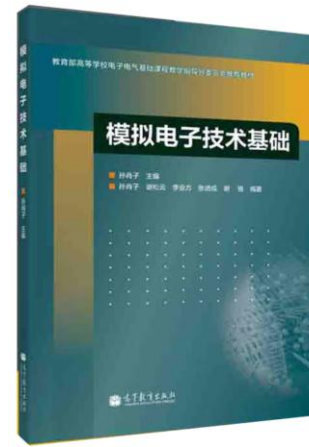
我国集成电路企业对应届生能力要求



我国高校的集成电路专业建设与人才培养体系

集成电路人才培养		集成专业课程设置	
西电科大《集成电路设计与集成系统》本科专业课程设置概况			
基础版块		方向版块	
物理基础	大学物理→现代物理基础→电磁场与电磁波→半导体物理导论→半导体器件物理(I、II)	材料器件工艺	物理基础→数学基础→集成电路制造技术与实践→化合物半导体材料与器件*→半导体光电子器件*→半导体传感器与MEMS技术*→有机半导体材料与器件*
数学基础	高等数学→线性代数→概率论与数理统计→场论与复变函数→数学物理方法*→数值计算方法*	数字集成电路设计	物理基础→数学基础→电路基础→工具基础→数字集成电路设计→集成电路制造技术与实践→专用集成电路设计(研讨课)*→集成电路测试技术与实践*
电路基础	电路分析基础→信号与系统→模拟电路与集成设计→数字逻辑与集成设计	模拟集成电路设计	物理基础→数学基础→电路基础→工具基础→射频电路与器件基础→模拟集成电路设计→集成电路制造技术与实践
工具基础	计算机导论与程序设计→图学基础与计算机绘图→硬件描述语言与可编程设计→集成电路EDA基础	系统芯片设计	物理基础→数学基础→电路基础→工具基础→系统基础→数字集成电路→模拟集成电路→纳米电子学基础*
系统基础	数字信号处理*→计算机原理与系统设计*→通信系统原理*→物联网技术*		

带*为选修课



参考自2022年10月4日庄弈棋教授在教育部“集成电路设计与集成系统专业虚拟教研室”的专题报告《对我国集成电路本科专业人才培养的若干思考》



围绕集成电路人才的核心知识和技能需求设计赛题

雄厚的**理论基础**

半导体物理与器件、电路、数学

娴熟的**实践能力**

设计语言、EDA软件、验证、测试

宽广的**系统知识**

计算机、通信、信号处理

迅捷的**自学能力**

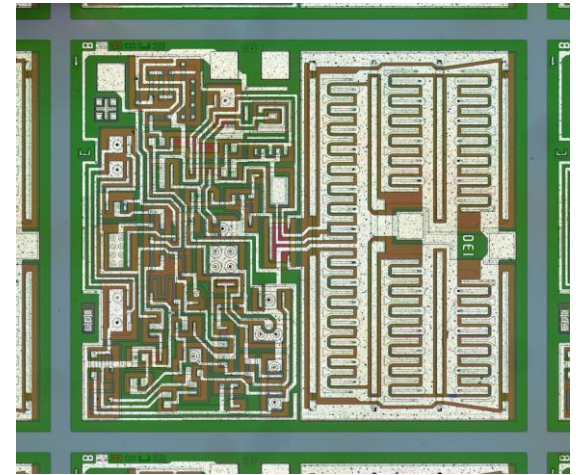
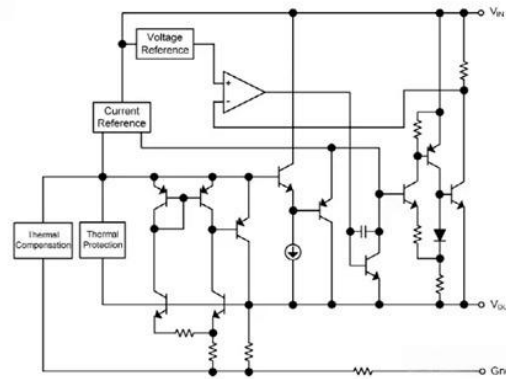
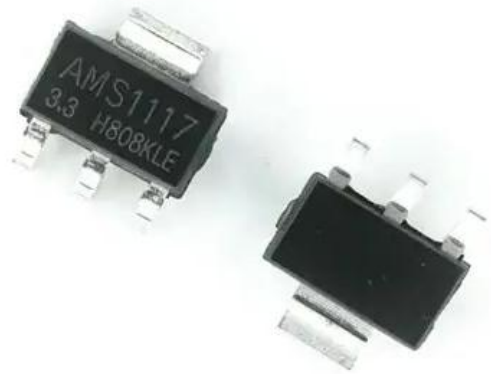
摩尔定律决定了集成电路技术的不断发展



What: 今年的赛题是什么?



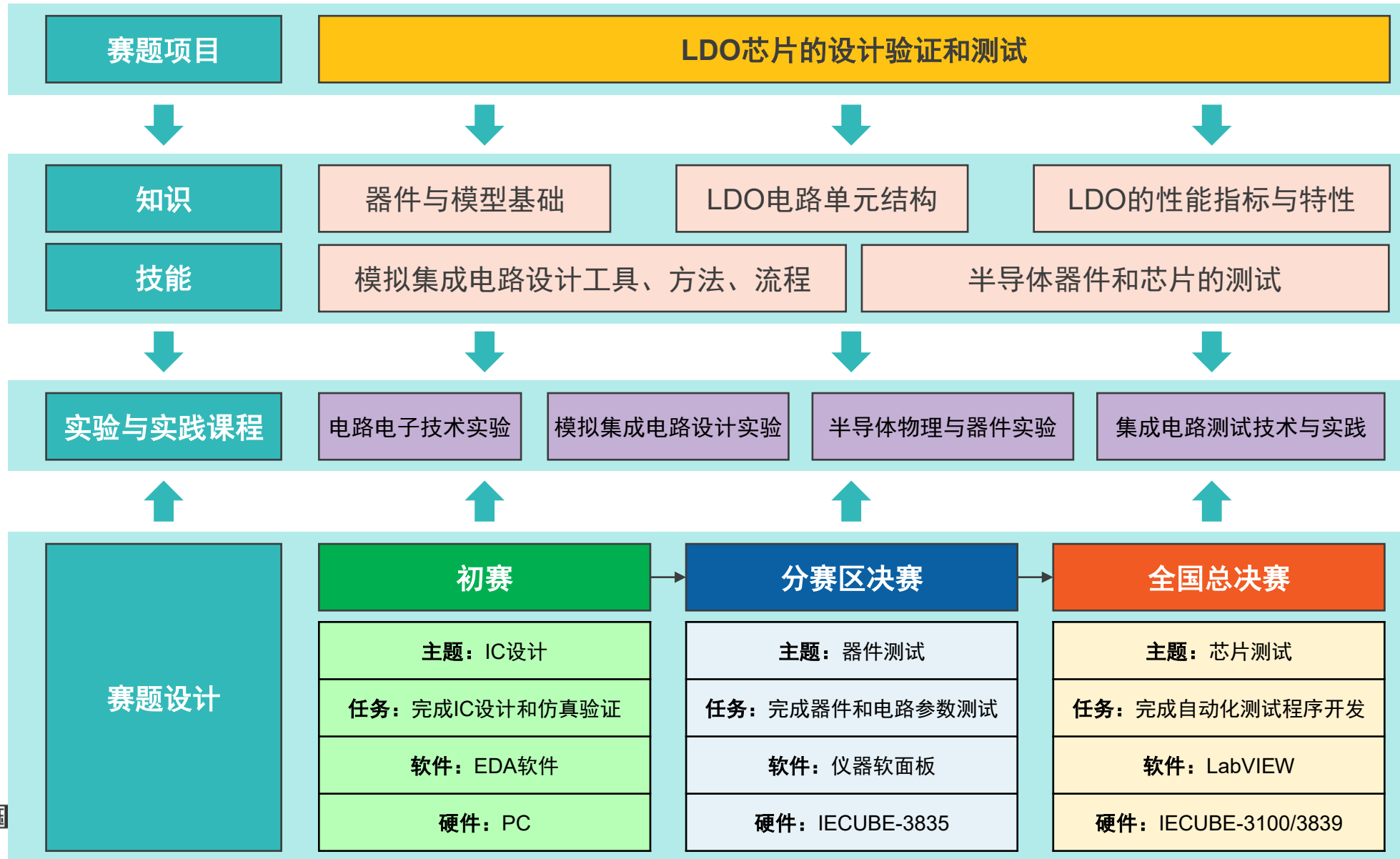
赛题方向：LDO芯片的设计验证和测试



LDO芯片堪称现代电子系统的“血液”与“基石”，其应用范围从可穿戴设备到工业控制、从通信基站到航天器无所不包。据行业统计，全球LDO类芯片的年出货量早已突破数百亿颗，这得益于其设计所实现的高效率、高稳定性和极高性价比。它是半导体器件物理、模拟电子技术及电源管理理论的精妙融合与经典工程实践。



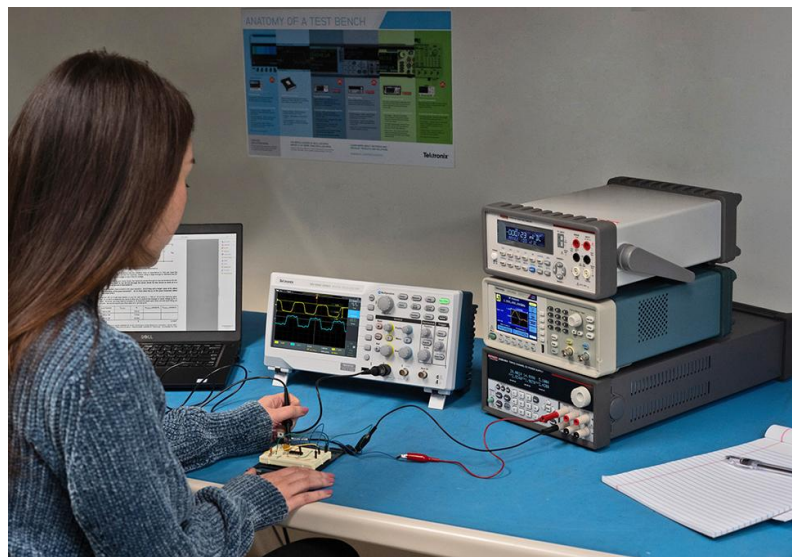
第十届全国集创赛 “曾益慧创杯” 赛题设计



竞赛场景：贴近集成电路产业芯片设计验证与测试场景



初赛：IC设计



分赛区决赛：器件测试



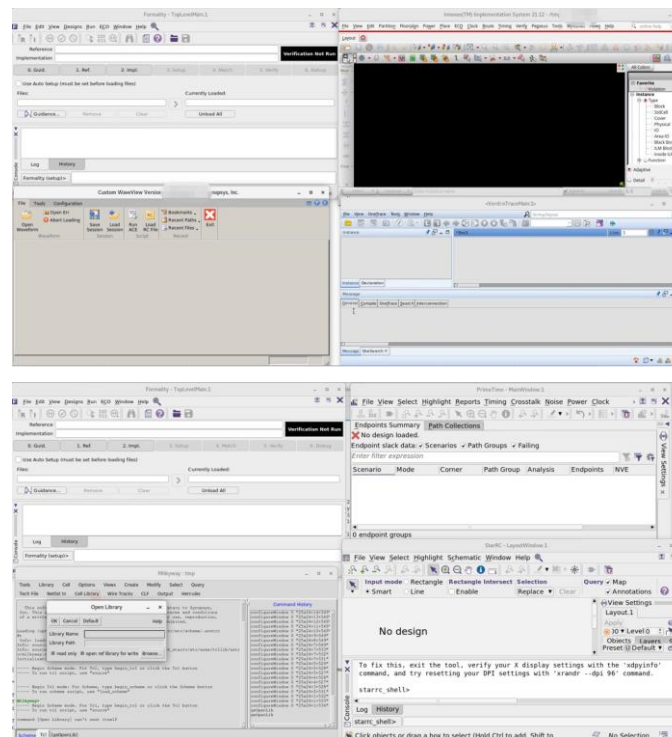
全国总决赛：芯片测试



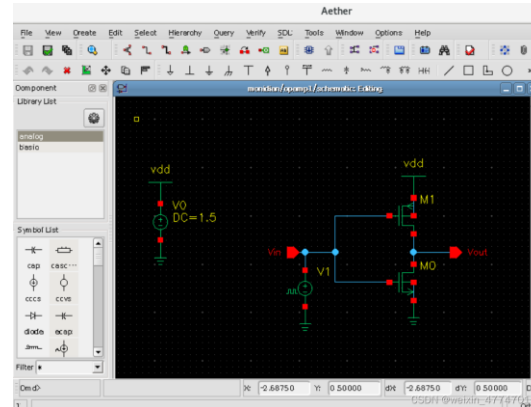
初赛主要使用工具：EDA软件



初赛：IC设计



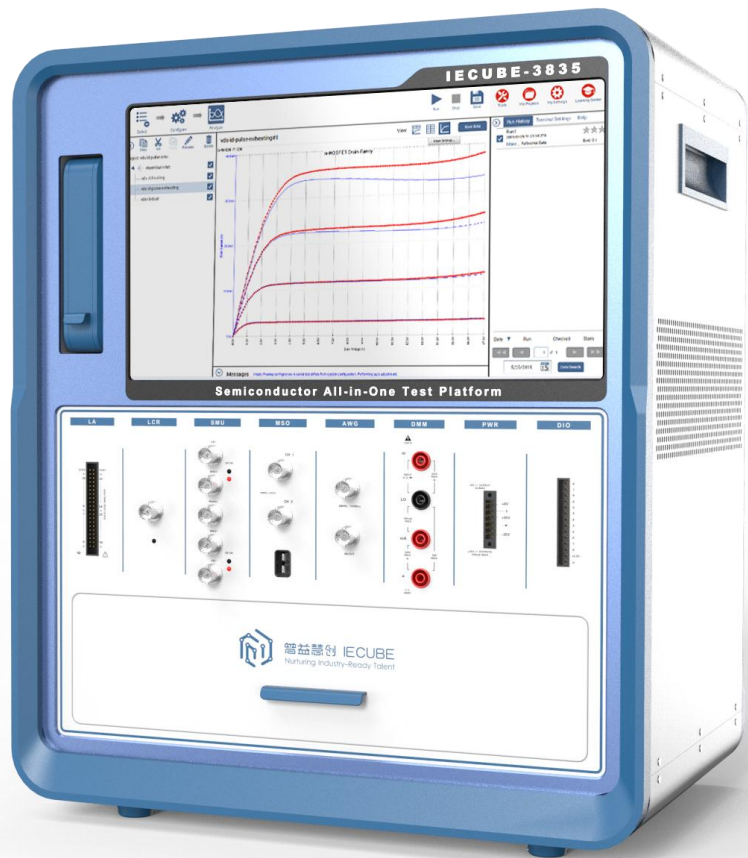
不限制
EDA软件工具



分赛区决赛主要使用工具： IECUBE-3835一体化半导体参数测试平台



分赛区决赛：器件测试



IECUBE-3835一体化半导体参数测试平台

- 内置PC
- 无需编程，通过仪器软件面板操作仪器完成测试
- 内置源测量单元（SMU）、阻抗分析仪（LCR）和其他半导体器件测试仪器（电源、信号源、示波器、数字万用表等）



全国总决赛主要使用工具： IECUBE-3100或者3839 芯片ATE测试平台



全国总决赛：芯片测试



IECUBE-3100

或者



IECUBE-3839

- 3839为3100的升级产品
3100和3839在芯片ATE测试软件开发的用户体验一致
- 内置信号源、示波器、可编程电源、数字万用表、逻辑分析仪、DIO、Digital Pattern等芯片测试仪器（注：Digital Pattern功能仅3839具备，本次赛题无需使用）
- 3100需外接PC使用，3839内置PC
- 使用LabVIEW软件编程实现芯片自动化测试



How: 怎么比赛?



“曾益慧创杯”赛题：综述

- **杯赛题目：LDO芯片的设计验证和测试**
- **赛题背景：**
 - LDO芯片算是迄今为止人类制造的最为伟大和流行的集成电路之一，它的应用范围从玩具到航天器无所不包，据说全球每年这颗芯片的产量超过了10亿颗！这得益于LDO芯片设计所带来的高通用性、高稳定性和高性价比，它是半导体物理与器件、模拟电子技术、模拟集成电路设计等集成电路相关理论的经典实践。今年曾益慧创杯的赛题就带大家一起来探索LDO芯片的设计验证和测试，用这个人类集成电路历史上堪称经典之作的芯片为载体，帮助参赛选手把半导体集成电路专业知识贯穿运用，加深理论理解的同时，锻炼动手实践技能，为未来的深造打下坚持的基础！
 - 赛题围绕微电子和集成电路专业本科生的专业核心基础课程中要求学生掌握的半导体集成电路专业知识和技能进行设计，选取LDO芯片为设计对象，通过“LDO芯片的设计验证和测试”这一任务贯穿始终，要求学生完成芯片的设计、硅前测试验证、硅后测试验证和量产测试等任务，考察学生对于专业基础知识的理解深度和专业必备技能的掌握程度。



“曾益慧创杯”赛题：综述

- **赛题任务：**
- 赛题分初赛、分赛区决赛和全国总决赛三个阶段：
- **初赛阶段**，参赛者需要在EDA工具中完成指定参数指标的LDO芯片的设计并完成在EDA工具中的仿真验证工作，根据提交的芯片设计和设计验证报告评分晋级分赛区决赛。
- **分赛区阶段**，参赛者拿到基于分立元器件搭建的LDO芯片内部电路板卡（电路中部分器件空缺），在规定时间内现场基于IECUBE-3835半导体参数测试平台完成电路板卡上空缺元器件的测试选型，并对整个电路完成现场要求的测试工作，根据现场的测试电路搭建以及测试结果评分晋级全国总决赛。
- **全国总决赛阶段**，参赛者拿到含有LDO芯片样片的Device Interface Board（DIB），现场基于IECUBE-3100或IECUBE-3839集成电路测试ATE平台完成芯片量产测试程序开发，实现芯片的自动化测试，根据现场的量产测试程序以及芯片的自动化量产测试结果评出奖项。



“曾益慧创杯”赛题：初赛环节

完成LDO芯片的电路和版图设计工作，包括设计阶段的前仿和后仿验证工作。
对于LDO芯片的设计和验证要求如下：

1. 初赛阶段

完成 LDO 芯片的电路和版图设计工作，包括设计阶段的前仿和后仿验证工作。

对于 LDO 芯片的设计和验证要求如下：

(1) 工艺与电源约束

- 工艺节点：0.18 μm CMOS 工艺；
- 额定工作范围（性能考核区）： $V_{IN} = 3.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$
- 输出电压（VOUT）：1.8V（固定输出）；
- 工作温度范围：-40 $^{\circ}\text{C}$ （工业级低温）~85 $^{\circ}\text{C}$ （工业级高温）。

(2) 核心性能指标

要求分为“基础要求”与“进阶要求”两个梯度。注意：除“低压差指标”外，所有指标均在 $V_{IN} = 3.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ 范围内测试。

指标类别	基础要求	进阶要求
输出精度	$\pm 2\%$ (25 $^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=3.3\text{V}$, $I_{LOAD}=10\text{mA}$)	$\pm 1\%$ (全温域, $V_{IN}=3.0\text{V}\sim 5.0\text{V}$)
负载调整率	$\leq 5\text{mV}$ ($I_{LOAD}=1\text{mA}\sim 100\text{mA}$)	$\leq 3\text{mV}$ ($I_{LOAD}=0.1\text{mA}\sim 200\text{mA}$)
线性调整率	$\leq 3\text{mV}$ ($V_{IN}=3.0\text{V}\sim 5.0\text{V}$)	$\leq 2\text{mV}$ ($V_{IN}=3.0\text{V}\sim 5.0\text{V}$)
静态电流	$\leq 10\mu\text{A}$ ($I_{LOAD}=1\text{mA}$)	$\leq 5\mu\text{A}$ ($I_{LOAD}=0.1\text{mA}$)
纹波抑制比	$\geq 60\text{dB}$ (1kHz)	$\geq 70\text{dB}$ (100Hz~10kHz)
低压差 (注 1)	$\leq 200\text{mV}$ ($I_{LOAD}=100\text{mA}$)	$\leq 150\text{mV}$ ($I_{LOAD}=200\text{mA}$)

注 1：低压差是一个独立的专项测试。为了验证“低压差”指标，允许你将输入电压降至最低 1.95V 左右。

此项仅测试芯片的输出驱动管在最小的电压下，是否还能输送大电流。这直接决定了功率管的大小。

高性能工作区 ($V_{IN} \geq 3.0\text{V}$)：当输入电压高于 3.0V 时，此时芯片供电充足，请在此条件下，全力优化芯片的参数，满足 $\pm 1\%$ 精度、 $\geq 70\text{dB}$ PSRR、 $\leq 5\mu\text{A}$ 静态电流等所有进阶指标。

EDA 设计工具不限制

(3) 要求提交芯片设计的技术文档和技术数据，依据评分标准评判成绩进入分赛区决赛，具体包括：

- 技术文档——详细设计方案：提交 Word 版本及 PDF 版本各 1 份，建议封面或目录后的第 1-2 页项目为重要内容预览页，包含作品重要核心亮点。正文内容包括系统架构分析、关键技术原理分析及电路指标要求；
- 技术数据——仿真实验文件：使用常见压缩格式对文件进行打包提交，内容包括前后仿真结果、原理图、版图及验证文件。



“曾益慧创杯”赛题：分赛区决赛环节

分赛区决赛的核心目标是从硬件搭建与实测的角度，验证参赛者对芯片内部电路的理解和动手操作能力。
比赛流程：

(1)赛场准备:参赛队伍进入赛场后，将拿到一个基于分立元器件搭建的、但部分器件空缺的LDO芯片内部电路板卡，以及所需的全部元器件、线缆和测试平台(IECUBE-3835)。

(2)任务执行:在规定时间内，队伍需要完成两大核心任务：

A.器件测试与选型:利用IECUBE-3835测试平台，对提供的空缺元器件(可能涉及晶体管、电阻、电容等)进行参数测试。参赛者需根据LDO的预期性能指标，从备选器件中筛选出最适合的型号，以完成电路板的搭建。

B.电路调试与性能测试:在补全电路板上的空缺器件后，需要对整个LDO电路进行上电调试，并完成赛题现场公布的各项性能测试任务，例如测量输出电压精度、负载调整率等关键参数。



“曾益慧创杯”赛题：全国总决赛环节

全国总决赛的核心目标是从软件编程与系统集成的角度，考察参赛者开发芯片自动化量产测试程序的能力。
比赛流程：

(1)赛场准备:决赛现场会提供一个已经硬件连接好的测试系统。该系统包括测试设备(IECUBE-3100或IECUBE-3839)、插有LDO芯片样片的专用测试板(DIB)以及安装了必要软件(如LabVIEW)的电脑。

(2)任务执行:参赛队伍需要在规定时间内，基于赛方提供的软件程序框架，进行二次开发，完成一个能够自动对LDO芯片进行全方位测试的程序。流程通常如下：

A.程序开发:在集成开发环境(如LabVIEW)中，根据赛题要求(考察点)编写代码，实现仪器控制、测试序列执行、数据采集和结果判断等功能。

B.调试与验证:运行程序，观察其是否能稳定、准确地完成所有测试项目，并输出符合预期的测试报告。

C.文件保存:完成所有考察点后，按照要求保存程序和相关文件。



“曾益慧创杯”赛题：评分标准

初赛阶段评分依据

评分大项	内容	分值	评分要求
性能指标 (50分)	电路指标	20分	1、满足芯片的功能指标。 2、满足一定工作温度要求。
	版图质量	15分	1.芯片版图布局合理。 2.完成DRC、LVS验证。 3.版图设计报告详细充分。
	设计完整性	15分	1.完整的电路图。 2.完整的版图设计。 3.完整的设计方案、仿真分析报告。
优化指标 (30分)	优化目标	30分	1.创新性：电路架构和算法是否有创新。 2.后仿真结果分析及优化。 3.满足技术指标下，面积和功耗越小越好。
文档撰写 (20分)	文档质量	20分	1.设计文档格式美观、重点突出、条理清晰。 2.设计方案原理分析合理、逻辑清晰。 3.分析和仿真验证报告内容详细充分。



“曾益慧创杯”赛题：评分标准

分赛区决赛和全国总决赛阶段评分依据

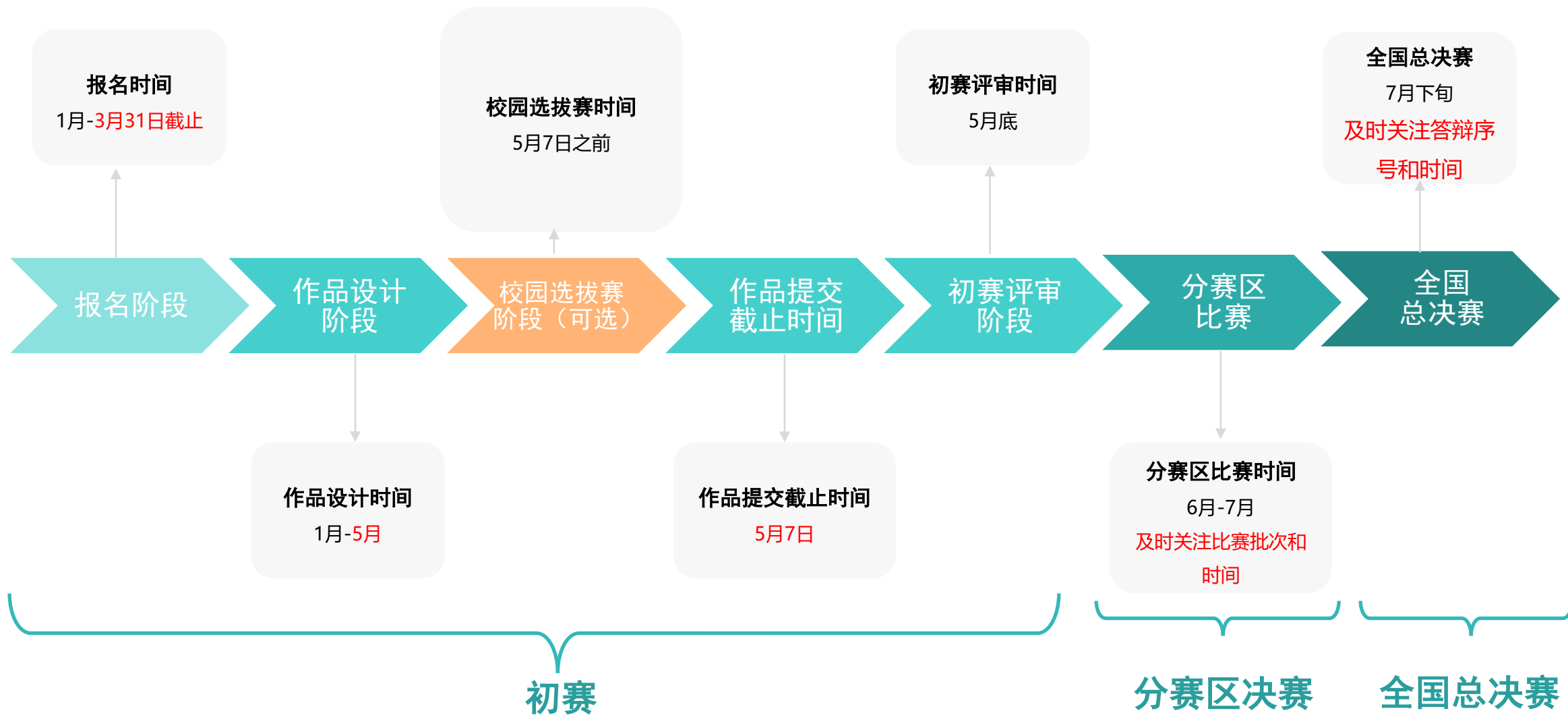
- (1) 现场硬件搭建、测试结果和测试程序的编写等情况
- (2) 测试程序的运行情况
- (3) 评审现场询问团队协作情况并打出部分分值，占比10%



When: 今年比赛的关键时间节点都有哪些?



2025年全国大学生集创赛Timeline



赛事保障：设备使用及培训安排

- 在全国四地（北京、深圳、西安、上海）**提供参赛设备的线下试用**，不在这四个城市的同学也不用担心，我们会**提供24h线上远程试用**，最大限度地保证帮助各参赛队伍取得优异成绩。
- 培训安排：

曾益慧创杯声明

曾益慧创杯的系列培训和设备申请使用是公益的，我们不会联系您收取任何费用，更不会索要银行卡等账户信息，如果有人打着曾益慧创杯的名义索要账户信息就是诈骗，请大家提高警惕！以防受骗！

时间	培训内容	培训形式	比赛通知&答疑
3月	赛题说明	线上	钉钉群 & 公众号
4月	芯片设计	线上	
4月-5月	半导体器件测试	线上	
	芯片测试	线上	

注：为帮助参赛学生顺利完赛，具体培训内容及时间会根据实际情况进行调整和增加，请大家关注钉钉群内通知了解相关信息。



扫码关注
曾益慧创官方公众号



曾益慧创 IECUBE

Nurturing Industry-Ready Talent

