



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

计算机组成原理

--课程信息

卢建良

lujl@ustc.edu.cn

2022年春季学期

提纲

- 教辅团队
- 课程资源
- 参考教材
- 教学安排
- 成绩考核
- 学习建议
- 课程导论

教辅团队

■ 理论课

■ 教师：1人

卢建良

lujl@ustc.edu.cn 电三楼411室

■ 助教：6人

覃云集

qinyunji_21@mail.ustc.edu.cn

郑振东

zzd1411@mail.ustc.edu.cn

何旭

hexuustc@mail.ustc.edu.cn

梁峻滔

ljt990113@mail.ustc.edu.cn

郭记

guoji@mail.ustc.edu.cn

李雨航

hangge9468@mail.ustc.edu.cn

■ 实验课

■ 教师：4人（由张俊霞老师负责）

■ 助教：组成原理课程全体理论课助教

课程资源

■ 上课时间地点

- 1~15周, 周三 (6,7) 下午14:00~15:35, 3C103

- 1~15周, 周五 (6,7) 下午14:00~15:35, 3C103

■ 课程QQ群:

- 993174927

- QQ群是课程信息发布及讨论的主要途径

■ 课程主页:

- BB系统

- 网站: 待建设

■ 其它资源:

- VLAB平台: vlab.ustc.edu.cn

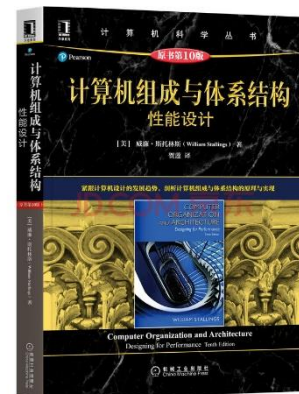
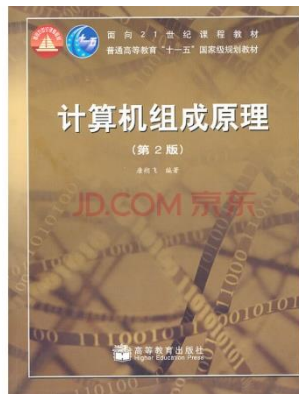
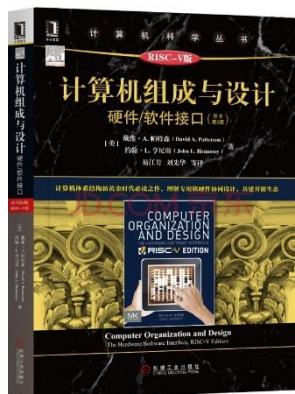
- 网络资源: bilibili、网易公开课、慕课等

- 李曦、王超老师的历年课程资源是本课程的重要参考

教材及参考书

■ 主要教材

- 《Computer Organization and Design: The HW-SW I/F》 RISC-V EDITION, 简称COD: RISC-V版



■ 辅助教材

- 《计算机组成原理》，第2版（第3版），唐朔飞，2008

■ 参考书

- 数字设计和计算机体系结构，第2版
- 计算机组成与体系结构：性能设计，简称COA，最新第10版

教材主要内容比较

COD: RISC-V

1. 计算机概念与工艺
 2. 指令
 3. 算逻运算
 4. RISC处理器
 - 单周期、多周期 (COD3)、流水线
 - 异常: CP0
 - 微程序: COD5 (C.9) \ COD3
 5. 存储器层次结构
 - SRAM、DRAM、FLASH、DISK
 - Cache、Cache控制器
 - 可靠性问题 (海明码)
 - 虚存
 6. 并行处理器
 - 硬件多线程
 - 多核
- COD5: “I/O不单独成章” !
 - 总线?

• COA9, 10: 以CISC为主

- 第一部分 概论
 - 性能
- 第二部分 计算机系统
 - 总线, 内存, Cache, 外存, I/O
 - OS (虚存) (唐本无)
- 第三部分 CPU
 - 算逻运算、ISA, CPU结构
 - 介绍RISC、流水线概念
- 第四部分 CU
 - A模型处理器
 - 多周期: 硬连线实现, 微程序实现
- 第五部分 并行 (唐本无)

• 强调系统完整性: 总线/内存/IO

• 考研: 唐朔飞or白中英

COD5 (CPU、存储器、Cache、异常、MMU) + 唐 (总线、I/O、中断、DMA)

教学安排

■ 基本遵从教材（COD: RISC-V）的内容及顺序

- ch0 课程介绍及背景知识介绍 (教材 附录A)
- ch1 计算机抽象及相关技术 (教材 第一章)
- ch2 指令：计算机的语言 (教材 第二章)
- ch3 计算机的算数运算 (教材 第三章)
- ch4 处理器 (教材 第四章)
- ch5 大而快：层次化存储 (教材 第五章)
- ch6 中断与异常 (RISC-V手册)
- ch7 总线及外设 (唐本 第三、五章)
- ch8 并行处理器：从客户端到云 (教材 第六章)

成绩考核

- 理论课：70%（发现抄袭，取消双方当次成绩）
 - 期末考试：60%（闭卷）
 - 课后作业：30%（不能补交）（面临挂科的同学除外）
 - 练习及实验：10%
- 实验课：30%（以下为2021年度实验安排）
 - 实验一 运算器及其应用 (1周)
 - 实验二 寄存器堆与存储器及其应用 (1周)
 - 实验三 汇编应用程序设计 (1周)
 - 实验四 多周期CPU设计 (3周)
 - 实验五 流水线CPU设计 (3周)
 - 实验六 综合设计 (2周)

学习建议

■ 建立信心——基础

- 大学所学都是非常成熟的课程，已有大量学生顺利完成了相关课程的学习
- 要相信自己的智商

■ 端正态度——方向

- 世上无难事只怕有心人
- 在学习上多花时间、多花精力

■ 掌握方法——效率

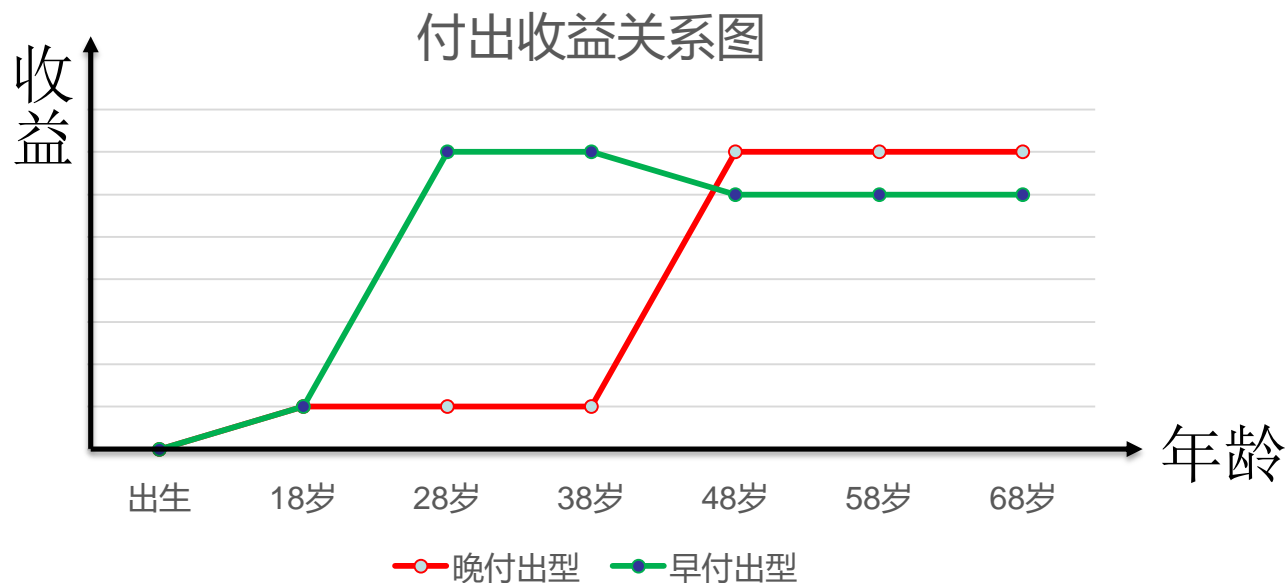
- 主动学习与被动学习的重要区别：课前预习！！！！
- 积极创造良好的学习环境，远离诱惑比遏制诱惑更容易
- 充分利用网络资源：B站上面啥都有



学习建议-续

■ “朝三暮四” 新解

- 狙公赋茅，曰：“朝三而暮四。”众狙皆怒。曰：“然则朝四而暮三。”众狙皆悦。名实未亏而喜怒为用，亦因是也。 —《庄子·齐物论》
- 【翻译】养猴人给猴子分橡子，说：“早上分给三升，晚上分给四升”。猴子们听了非常愤怒。养猴人便改口说：“那么就早上四升晚上三升吧。”猴子们听了都高兴起来。名义和实际都没有亏损，喜与怒却各为所用而有了变化，也就是因为这样的道理。
- 从统计意义上看：晚付出型（朝三暮四）与早付出型（朝四暮三）所产生的历史总收益（曲线面积积分）有巨大差别





中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

计算机组成原理 --导论

卢建良

lujl@ustc.edu.cn

2022年春季学期

“计算机组成原理” 是什么意思?

A

计算机的组成 && 计算机的原理

B

计算机的 (组成 && 原理)

C

(计算机的组成) 的原理

D

计算机的 (组成的原理)

E

其它

提交

什么是计算机组成原理

- 基本定义 (baidu)

- 在大学阶段开设的一门课程

- 基本性质 (baidu)

计算机组成原理在各个计算机应用中都有应用，大学中也有不少大学开设，使用的教科书也有些差别，但是都讲述了相近的知识。

- 计算机简史

- 冯 诺依曼计算机组成及相关思想

- 总线相关知识

- 存储器相关知识

- 处理器相关知识

- 数据计算，原反补移码

- 指令

- IO操作

为什么学习计算机组成原理

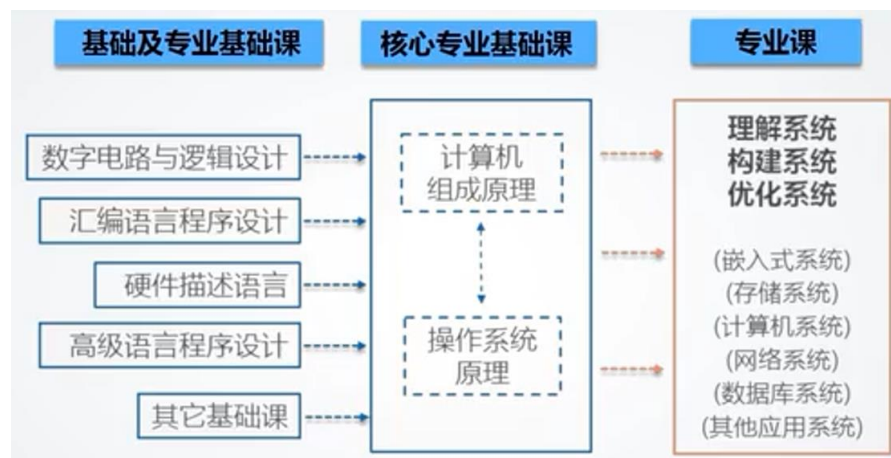
- 计算机专业核心基础课，在课程体系中起到承上启下的作用
 - 介绍运算器、控制器、存储器的结构、工作原理、设计方法及互连构成整机的有关技术

- 后PC时代技术发展的迫切需求

- 专业地位更加凸显
- 懂软件的硬件工程师
- 懂硬件的软件工程师
- 精通软硬件的系统架构师

- 信息产业发展的迫切需求

- 服务于国家战略的迫切需求



移动计算对信息智能终端在无线环境下的数据传输、数据处理及资源共享等应用提出了高效(资源占用少)、准确(可靠)、及时(执行速度快)等要求。

多核技术对计算系统微体系结构、系统软件与编程环境均有很大影响(并行程序设计)——提出了软、硬件深度协同的要求。

如何学好计算机组成原理

- 构造观、系统观、工程观的学习视角和学习方法
 - 构造观
 - 系统观
 - 工程观
- 多实践（实验课）
 - 利用仿真软件（Logisim、RARS等）进行设计或仿真
 - 在FPGA平台上完成部件及系统的设计、仿真及验证
- 多练习、多交流、多思考
 - 完成课上、课下练习
 - 完成实验课程内容
 - 多与老师、助教、同学进行交流
 - 多思考软硬件协同设计等相关问题

如何学好计算机组成原理

■ 自学

课程目标

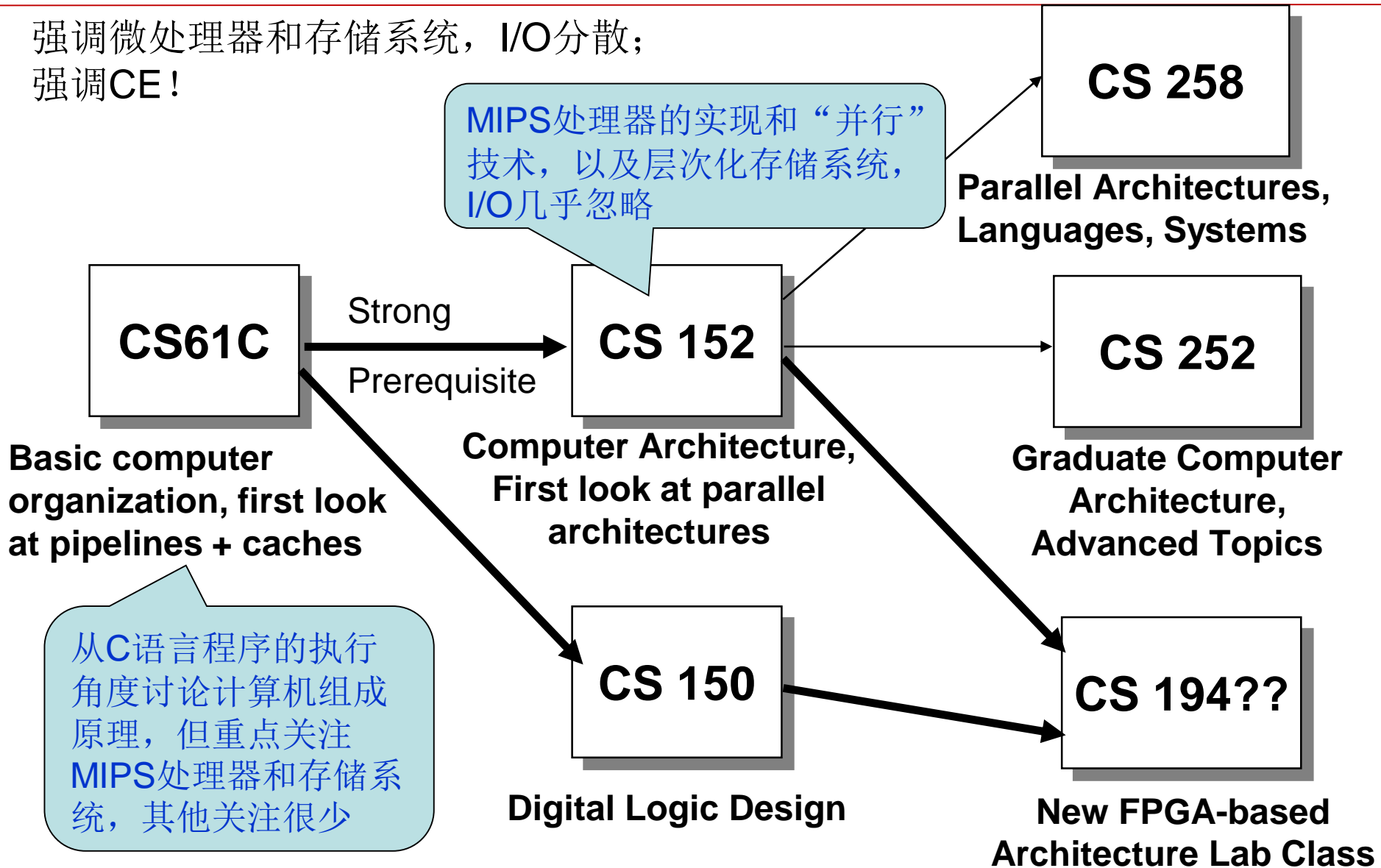
- 深刻理解现代数字计算机系统的工作原理，及软硬件设计折中
- 引导学生经历完整的设计过程，解决工程设计面临的实际问题
- 讨论计算机体系结构的变化历史，预测计算机设计的发展趋势

掌握计算机组成及工作原理

具备设计计算机原型系统的能力

UC伯克利相关课程

强调微处理器和存储系统，I/O分散；
强调CE！



USTC相关课程

- 模拟与数字电路：大二上
- 数字电路实验（VerilogHDL）：大二上
- 计算机组成原理（本课程）：大二下
 - 对计算机系统的基本组成结构和工作机制有比较透彻的理解
 - 重点讨论“单处理器”计算机系统
 - CPU：侧重COD的RISC-V模型（RISC）
 - 一般不涉及具体机型
- 微型计算机原理：大三
 - 突出应用，详细讲述X86微处理器编程结构、汇编语言、接口技术和应用编程方法
- 计算机体系结构：大三下
 - 计算机系统的设计优化技术和性能定量分析方法
 - 多处理器/多核，并行
- 本课程的目标
 - 深入理解计算机系统的硬件组成、工作原理和软硬件I/F
 - 深入理解处理器的内部结构和工作原理
 - 深入理解各个功能部件的系统级和RTL（寄存器传输级）设计过程

相关课程资源

- 美国UC Berkeley大学 “Machine Structure”2012年课程网站:
<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs61c/sp12/>
- 美国UC Berkeley大学 “Components and Design Techniques for Digital System”2012年课程网站: <http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs150/sp12/>
- 美国UC Berkeley大学 “Computer Architecture and Engineering”2012课程网站:
<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs152/sp12/>
- 美国Stanford大学 “Computer Organization and Systems” 2012年课程网站:
<https://courseware.stanford.edu/pg/courses/281000/cs107-spring-2012>
- 美国Stanford大学 “Digital Systems II”课程网站:
<http://www.stanford.edu/class/ee108b/>
- 美国Stanford大学 “Digital Systems II”课程网站:
<http://www.stanford.edu/class/cs110/>
- 美国Carnegie Mellon 大学 “Introduction to Computer Architecture”课程网站:
<http://www.cs.cmu.edu/~213/>
- 美国Carnegie Mellon 大学 “Introduction to Computer Architecture”课程网站:
<http://www.ece.cmu.edu/~ece447/>
- 美国Univ. Illinois at Urbana-Champaign “Computer Architecture II”课程网站:
<http://www.cs.uiuc.edu/class/sp11/cs232/>
- 美国麻省理工学院(MIT)“Computation Structures”课程网站:
<http://6004.csail.mit.edu>

请思考以下问题

- 程序是如何转换成机器语言的？
- 计算机硬件如何执行机器语言？
- 计算机硬件与软件的接口是什么？
- 哪些因素会影响到程序的性能？如何提高？
- 硬件设计者如何提高计算机性能？
- 什么是并行处理？如何实现？

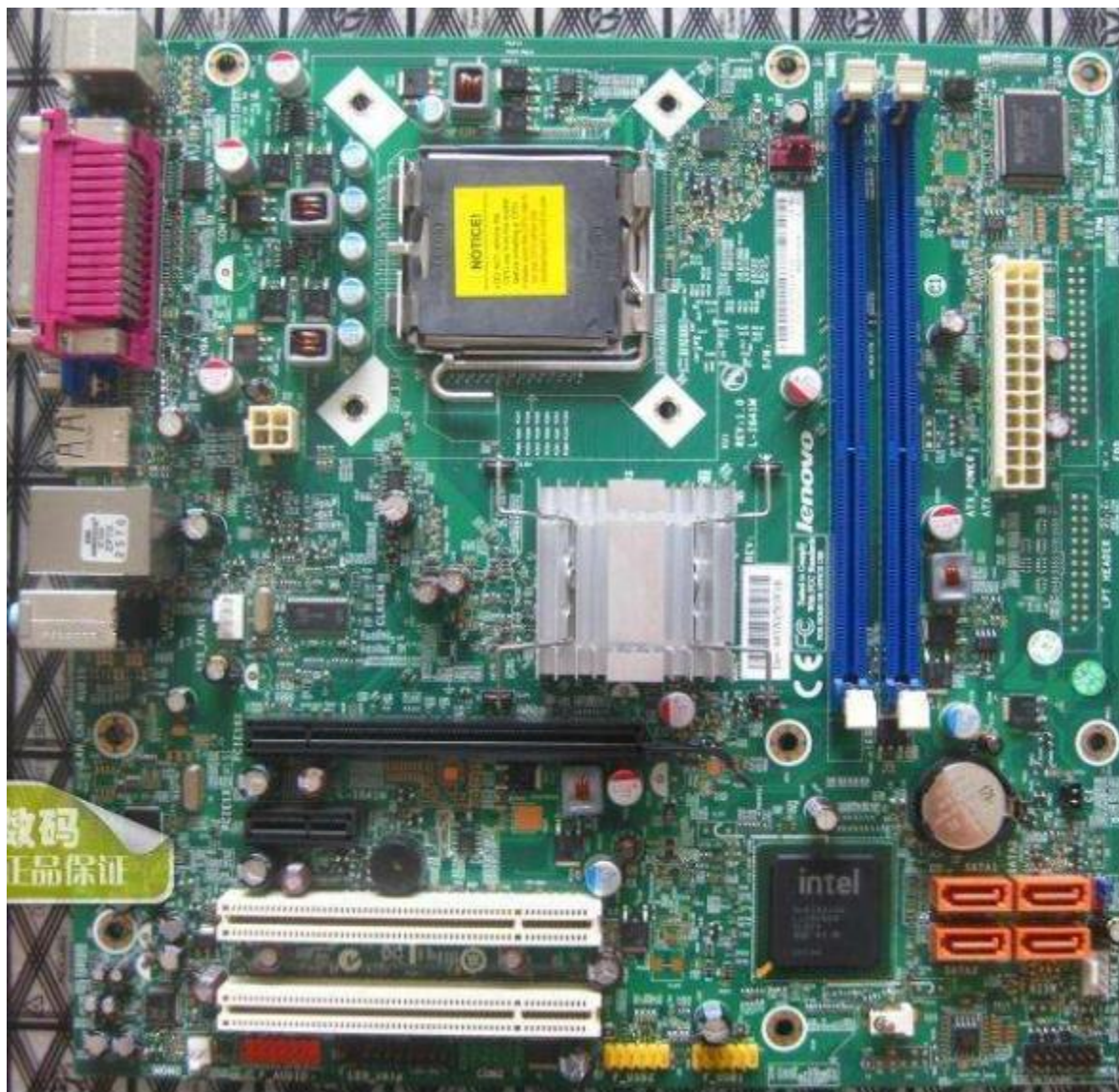
现场拆机实验



现场拆机实验



现场拆机实验



现场拆机实验

■ https://www.bilibili.com/video/BV1EX4y1F7nM?from=search&seid=6151589271298041935&spm_id_from=333.337.0.0

- 输入、输出设备
- 存储器：硬盘、内存、缓存
- 处理器：运算器、控制器
- 互联设备
- 电源
- 其它

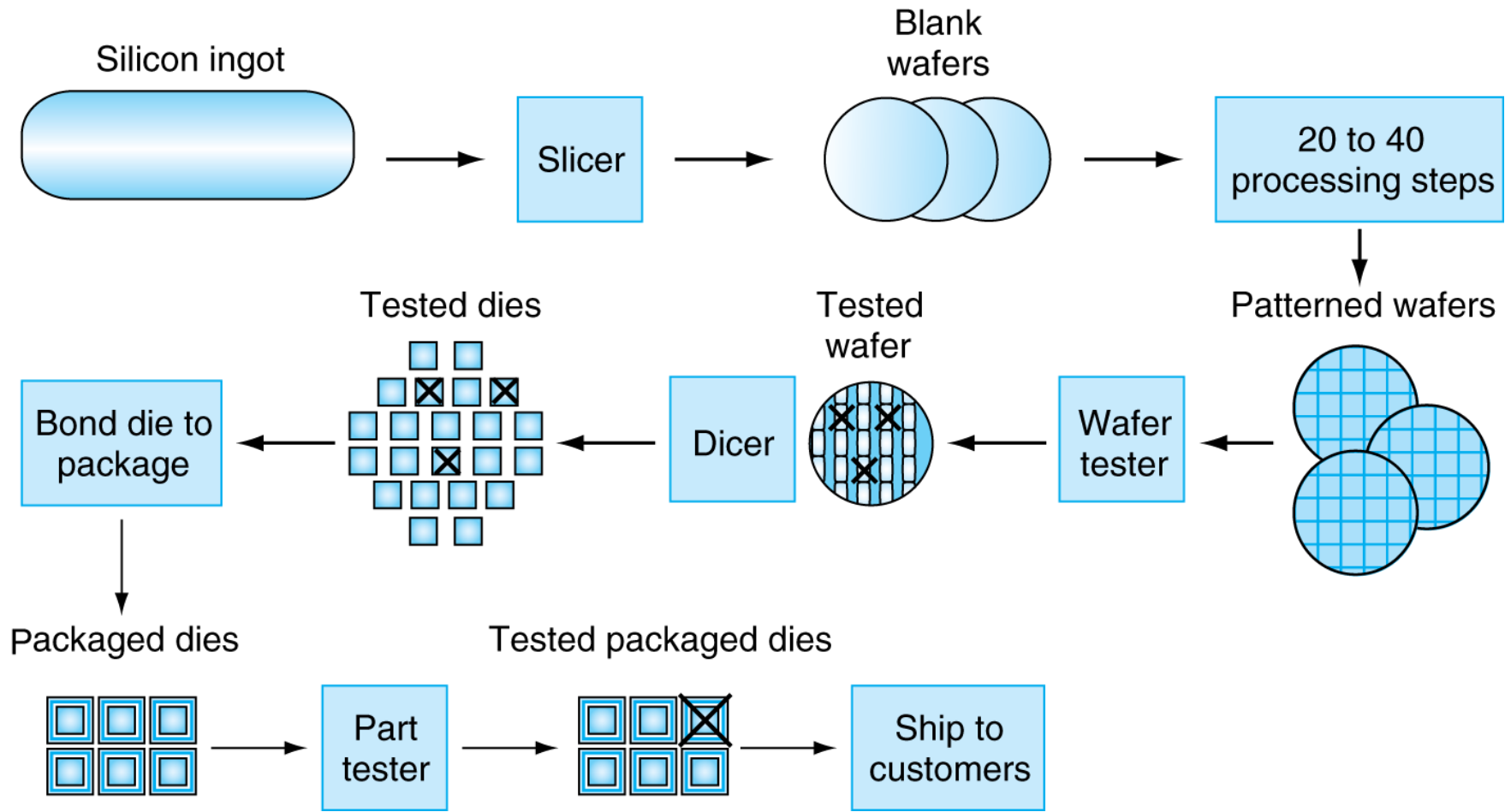


PCB + 芯片 + 其它

PCB制作

- 确定设计方案
- 绘制原理图
- 绘制PCB
- 加工PCB, 采购元器件
- 焊接PCB
- 调试
- https://www.bilibili.com/video/BV1AA411P7oS/?spm_id_from=autoNext
- 演示: <https://lceda.cn/>

芯片制作流程



从沙子到芯片

■ Intel

■ https://www.bilibili.com/video/BV1Rt411A7bV?from=search&seid=17847863675708071328&spm_id_from=333.337.0.0

■ 中芯国际

■ https://www.bilibili.com/video/BV1bE411C76e?from=search&seid=17847863675708071328&spm_id_from=333.337.0.0

■ 详细介绍

■ https://www.bilibili.com/video/BV1hL411473Y/?spm_id_from=333.788.recommend_more_video.0