

数字逻辑设计

秦阳

School of Computer Science

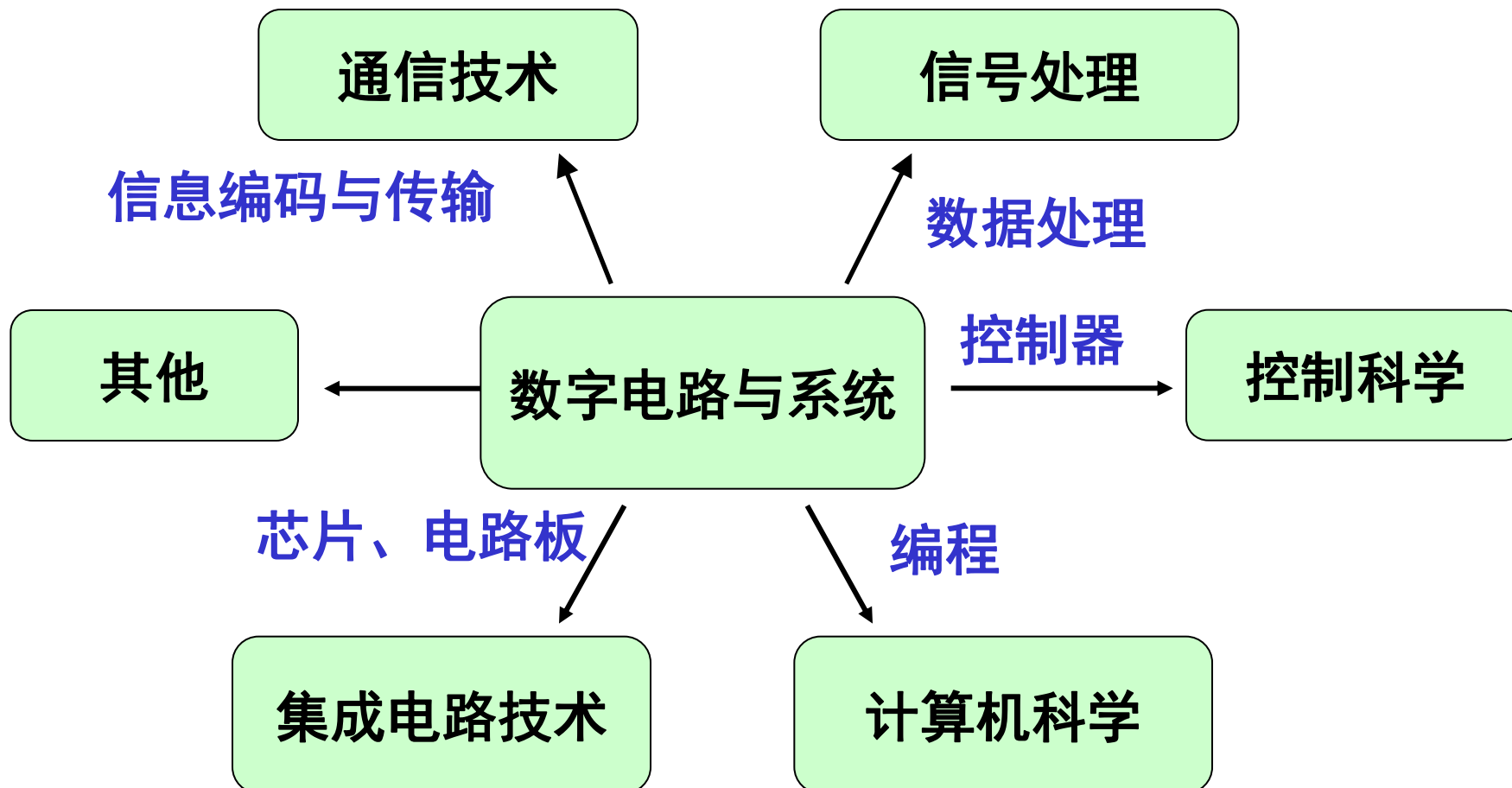
csyqin@hit.edu.cn

目 录

- **课程概述**
- **本门课程主要内容和考核办法**

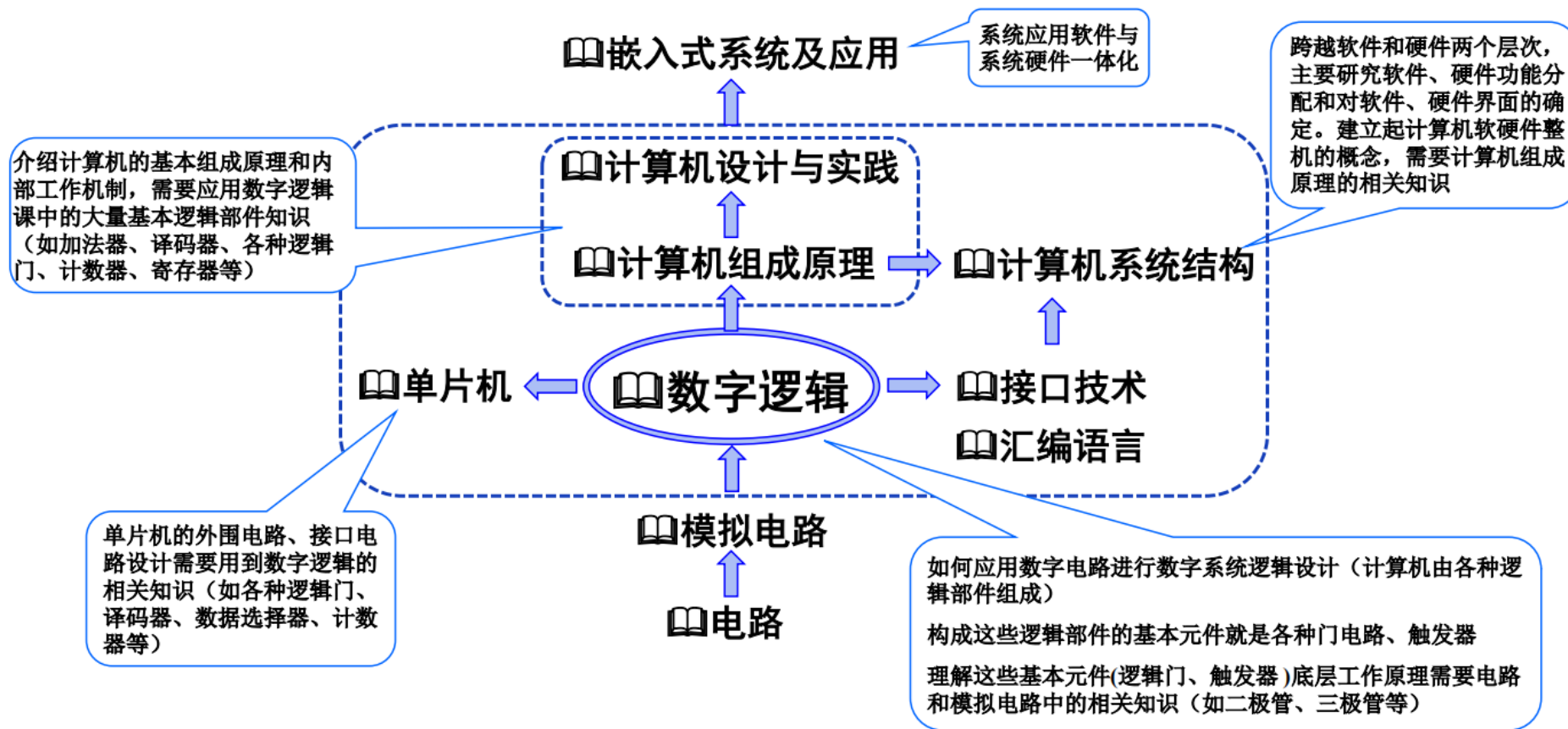
课程定位

工科电类专业的专业基础课



与其他计算机课程的关系

数字逻辑课与其他硬件课程的耦合



“数字逻辑设计” (Digital Logic Design)

- 又称“逻辑设计” (Logic Design)
- 设计的目标是构建系统 (Build System)
- 数字设计是系统工程，工程意味着“解决问题”
- (Problem Solving)

- 只有 5%-10% 是数字设计的创造性部分，其余90%-95% 都是常规的设计方法

模拟与数字(Analog versus Digital)

- 自然界的物理量，按其变化规律可分为两类：

{ 模拟量：数值和时间都可以连续取值

数字量：时间上离散，值域内只能取某些特定值

Analog
模拟量

声音
压力
速度
气味
温度
电压值
流量

Digital
数字量

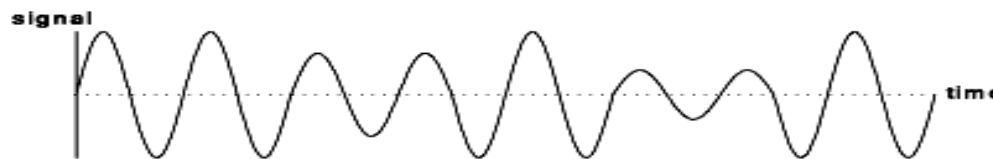
人数
模拟量的数字形式
语言和文字
编码

模拟 vs. 数字

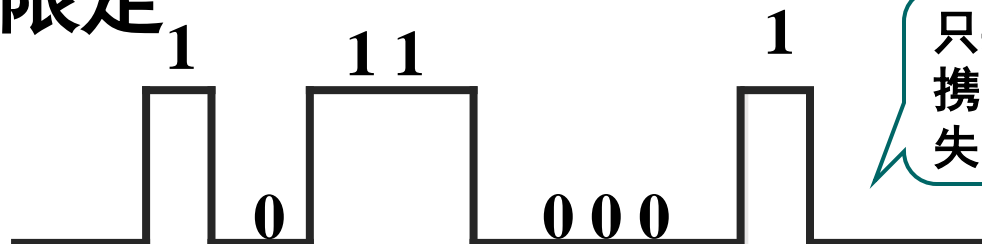
- 模拟信号：数值的变化在时间上是连续的，在一定范围可取任意值

如：语音信号

信息由幅值（频率、相位等）携带，处理时须保持其波形精确不变，易失真

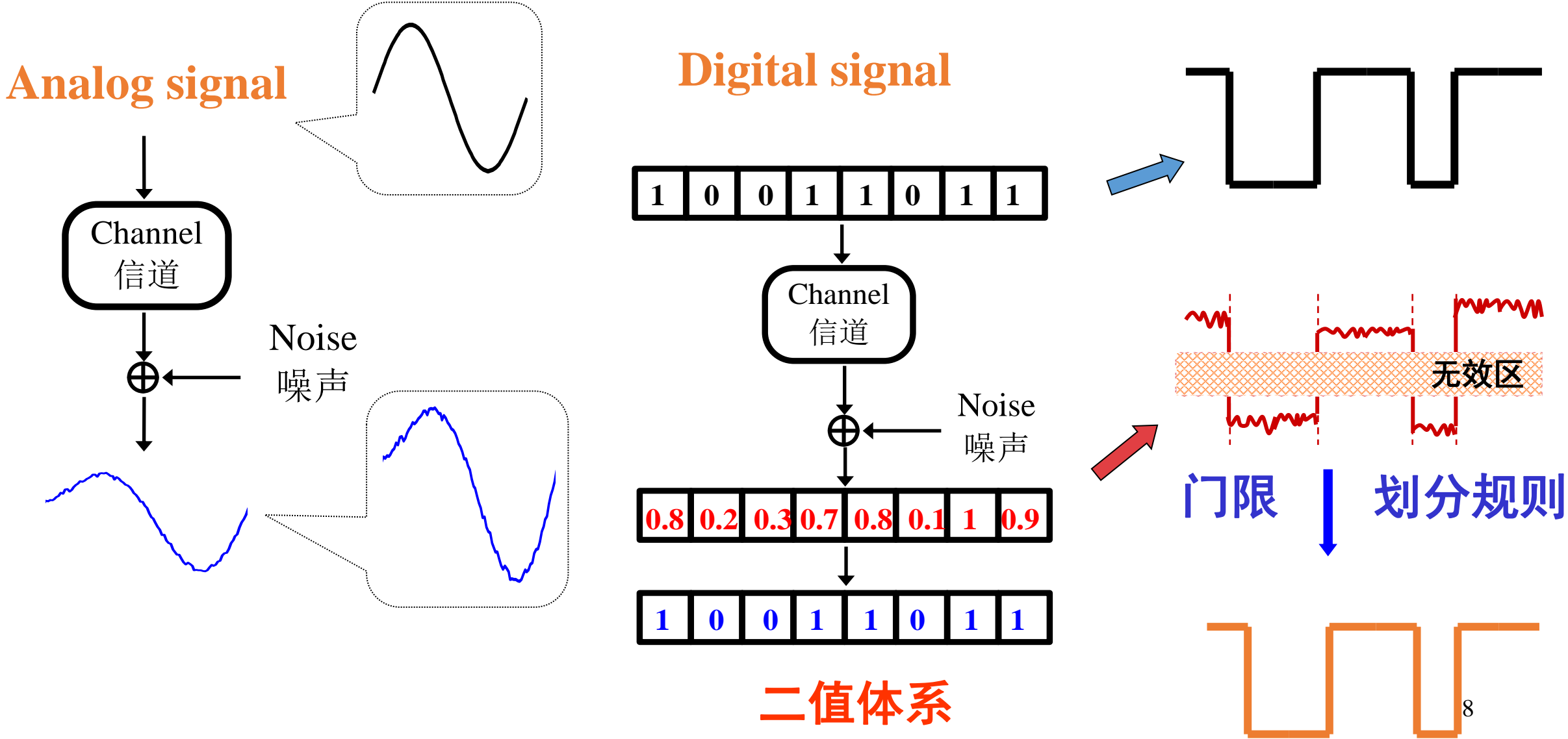


- 数字信号：数值的变化在时间上是不连续的，取值有限定



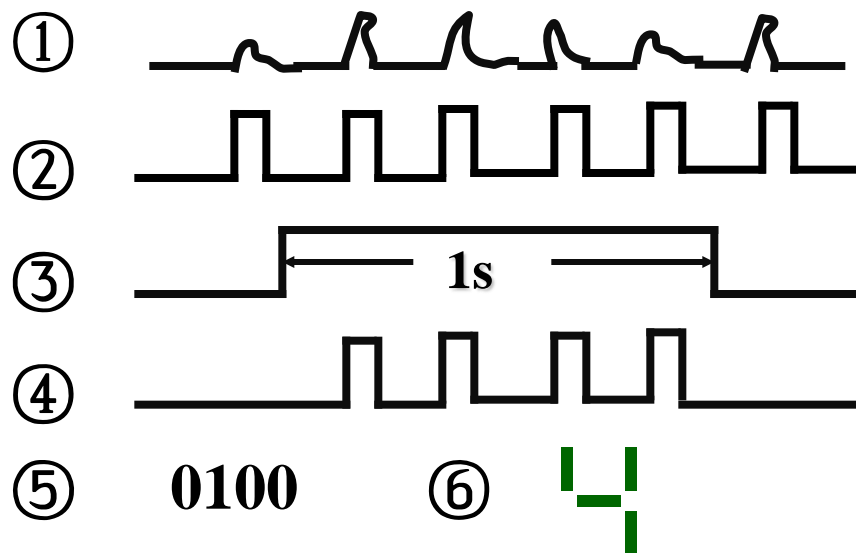
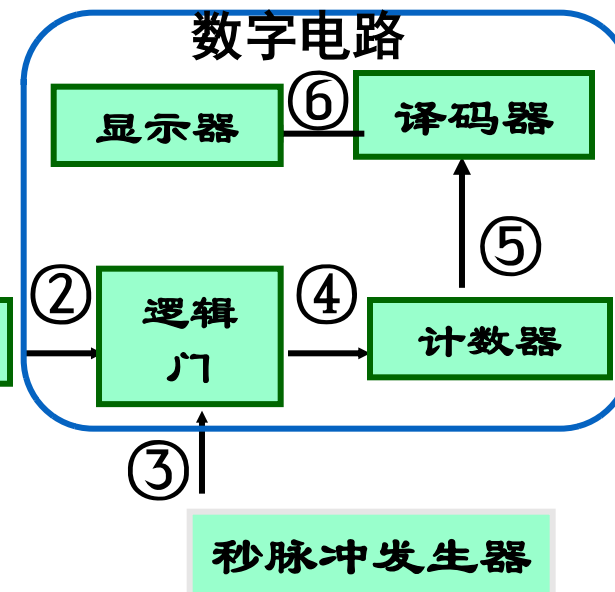
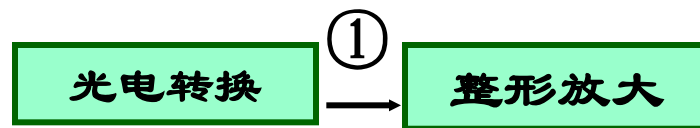
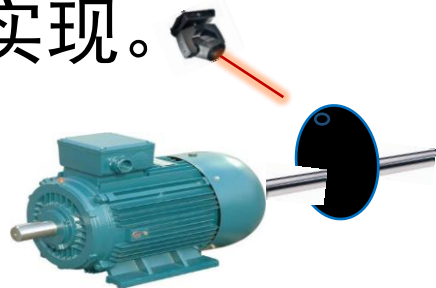
只要幅值高低不混淆，携带的信息就不会丢失，所以可靠稳定

模拟信号 vs. 数字信号

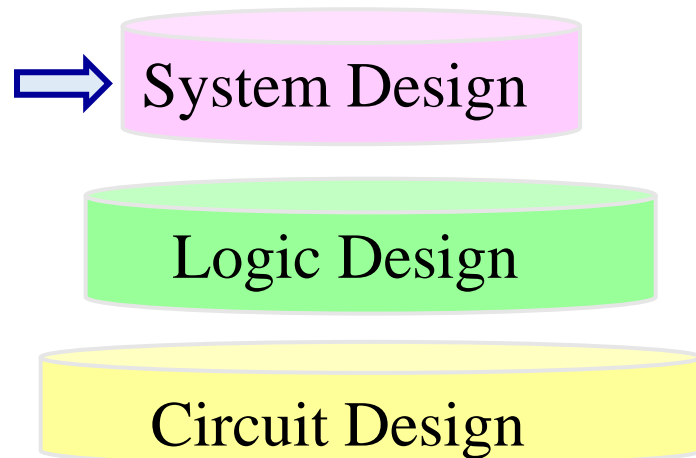


关于数字设计

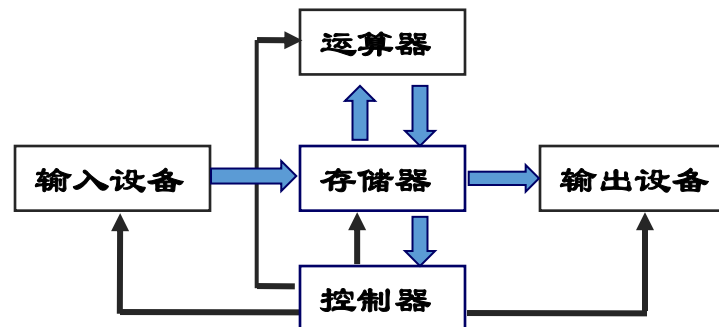
- 信号的运算处理，与软件结合可以完成复杂的运算和处理过程，同样功能的电路若用模拟电路实现，其复杂程度将大大增加，甚至无法实现。



数字系统的设计



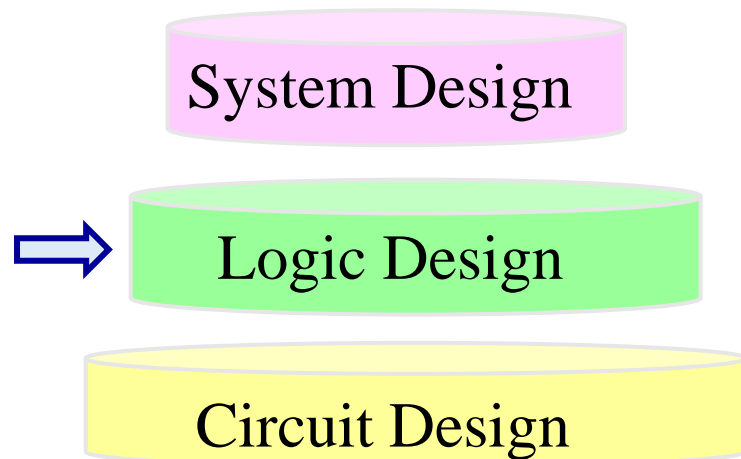
- 划分成子系统
- 确定各子系统特性



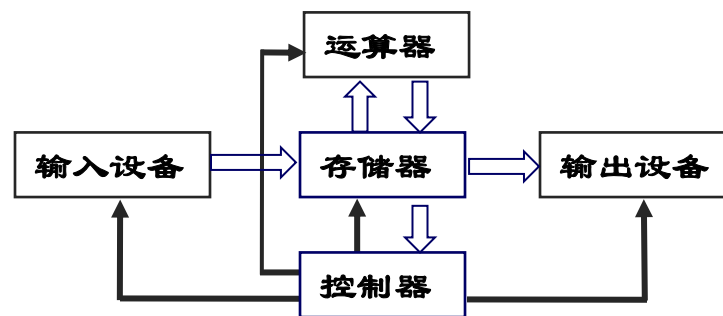
例如：计算机的系统设计

- 存储单元，运算单元，输入输出设备…….
- 各个子系统之间的互连及控制

数字系统的设计——续

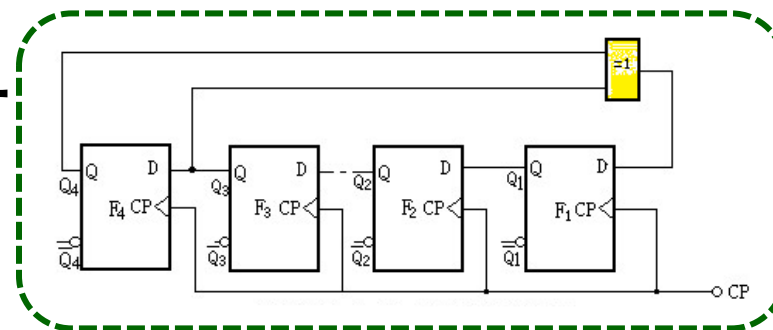


- 实现各子系统的逻辑功能
- 将各个功能模块互连



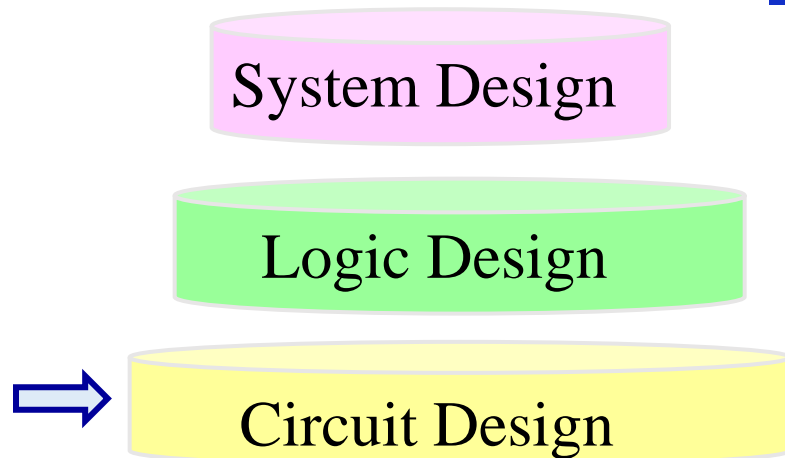
例如：寄存器设计

- 如何用逻辑门和触发器设计实现？



数字系统的设计——续

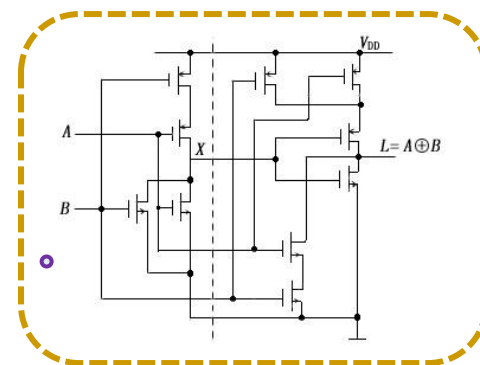
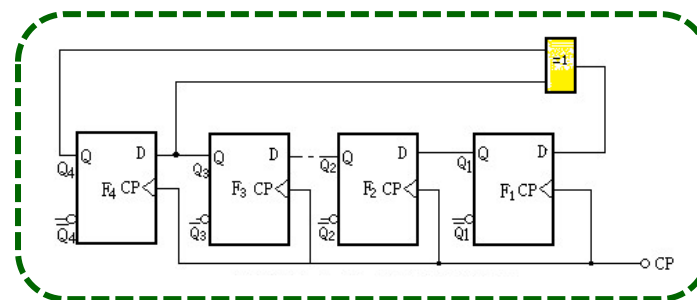
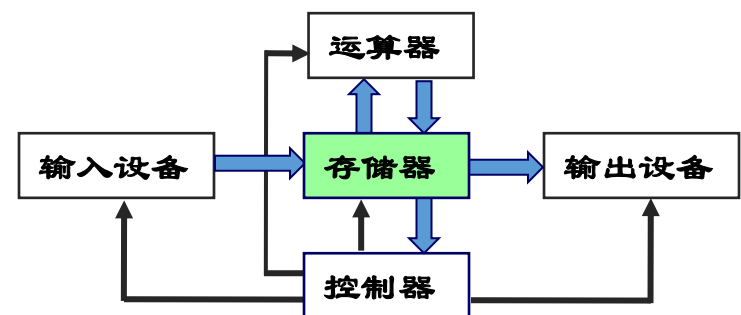
■ 确定特定逻辑器件的实现和连接



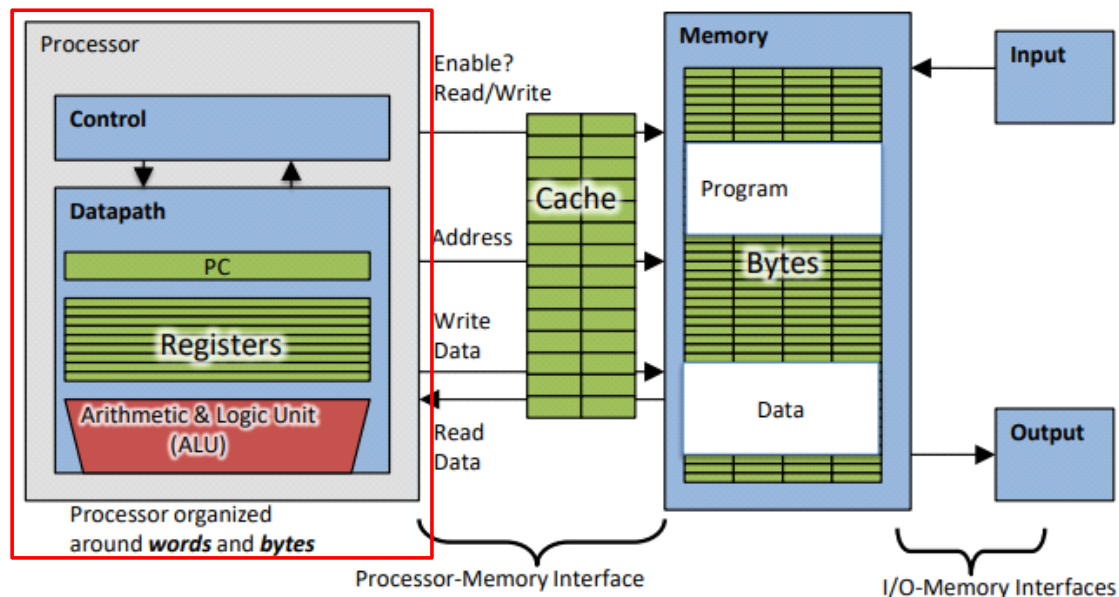
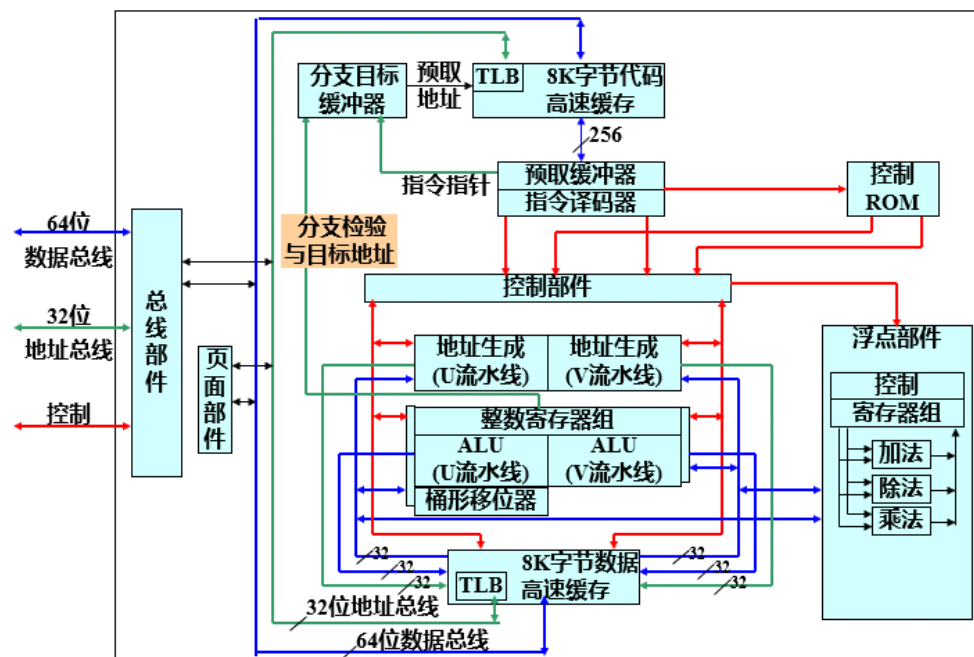
例如：逻辑门、触发器设计

- 二极管、三极管、电阻……
- 各逻辑器件的互连

已封装在芯片中



数字系统实例棗 计算机系统



数字系统应用——续

—— Computers 计算机

计算机是一种典型的
数字系统的应用。

Computer

{ CPU
Memorizer
I/O interface }

digital circuit




Laptop



Tablet
平板电脑



iMac 一体机 

数字系统应用——续

—— Mobile-phone 手机

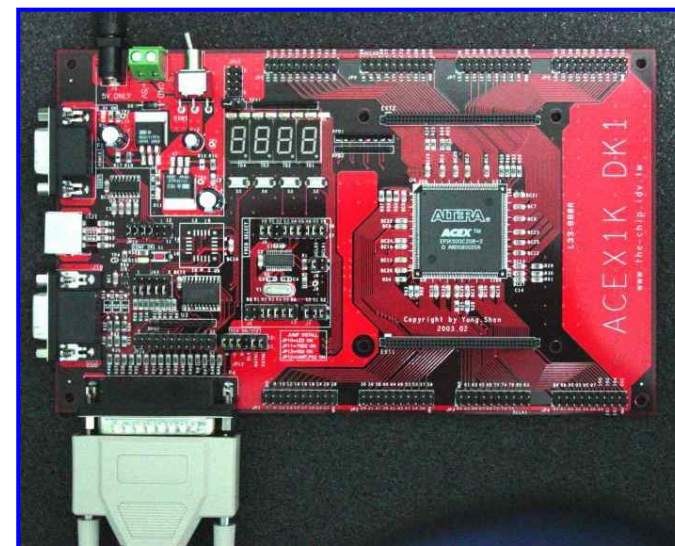
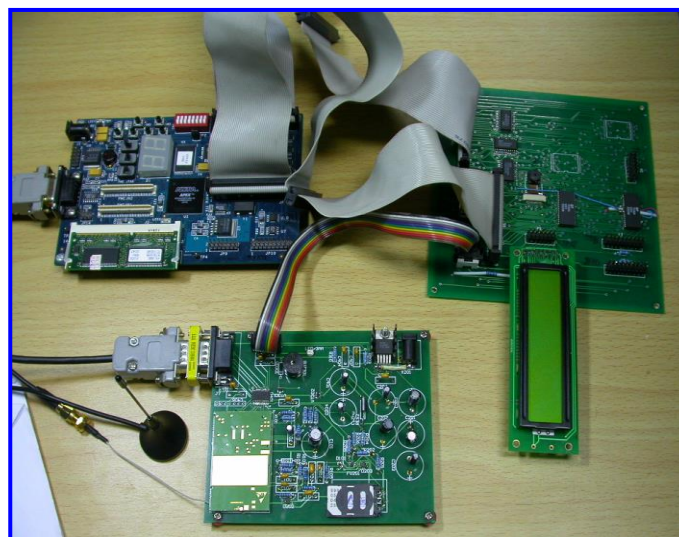
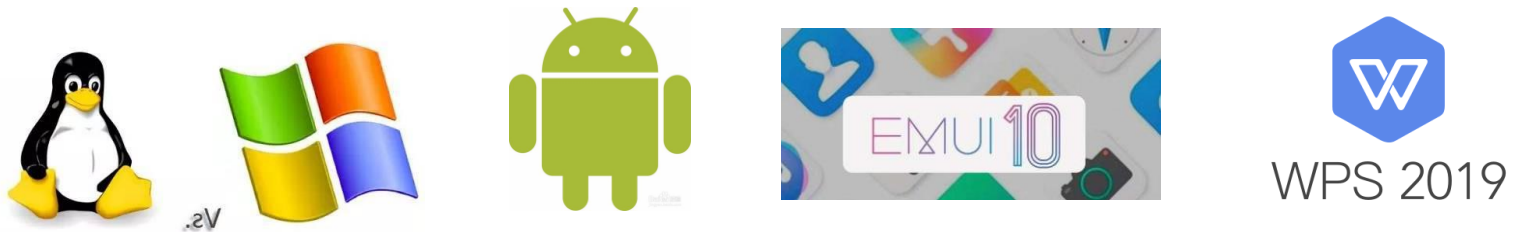
便携式电话终端。全数字制式



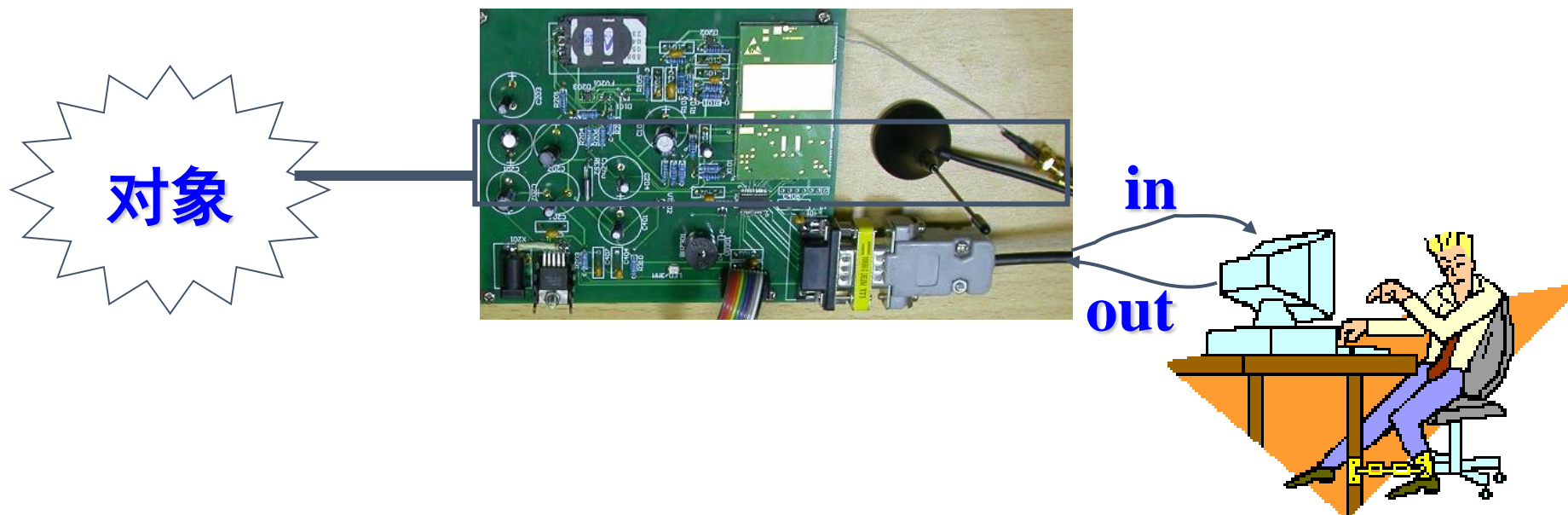
除了典型的电话功能外，还包含了掌上电脑、游戏机、MP3、照相机、摄影、录音、GPS、上网等更多的功能。



软件 vs. 硬件



软件能力+硬件能力=双腿走路



数字系统的优点

- (1) 稳定性高, 可靠性好
- (2) 易于设计
- (3) 表征数学量精度高、范围大

(4) 可编程性



VS



CD 光盘

(5) 快速, 低功耗

● Life 寿命: 10 years

VS

50 years

(6) 批量生产, 低成本

● Tone 音质: Noise 噪声

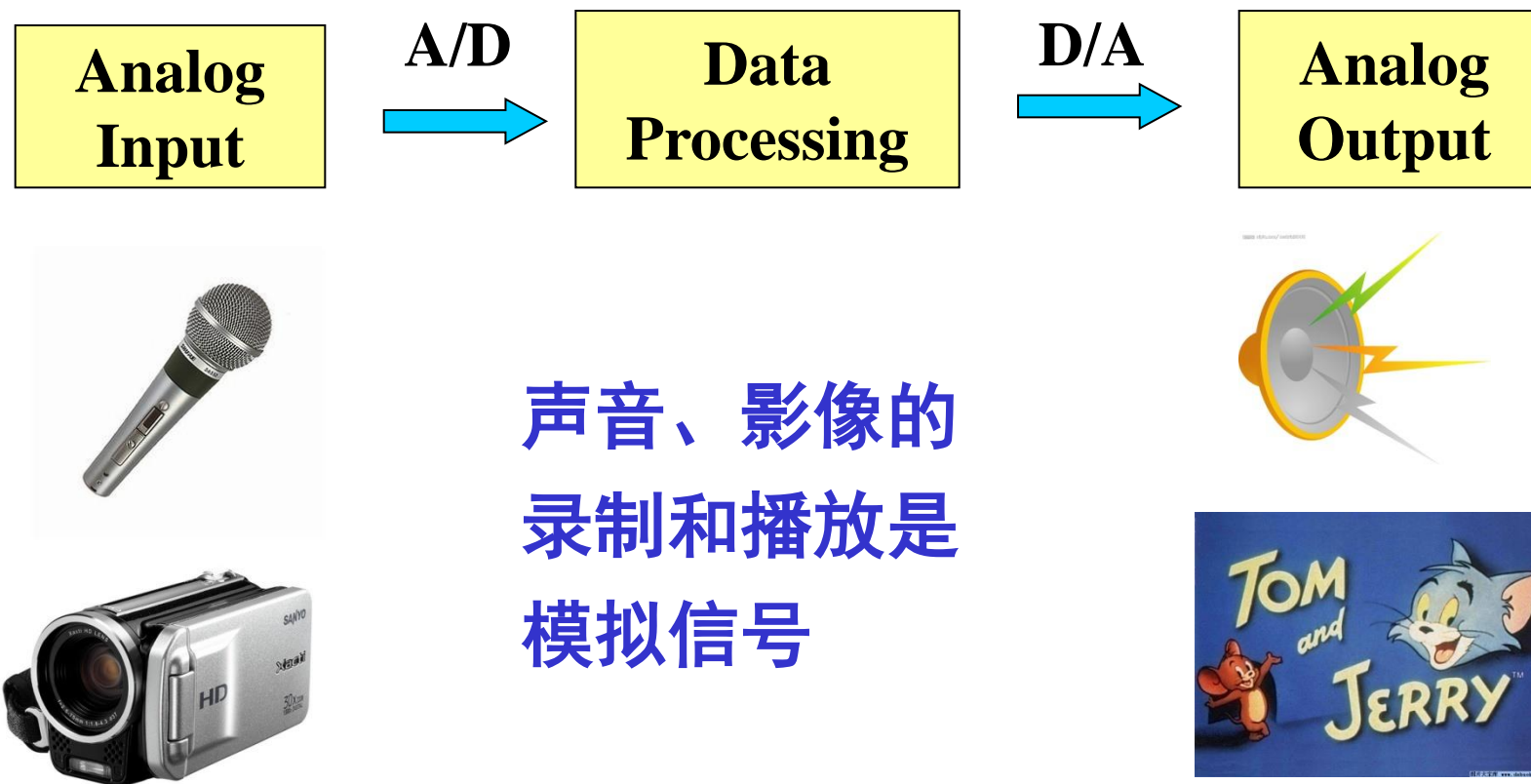
VS

Hi-Fi 高保真



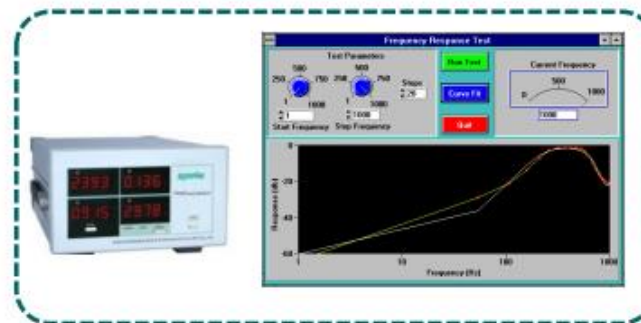
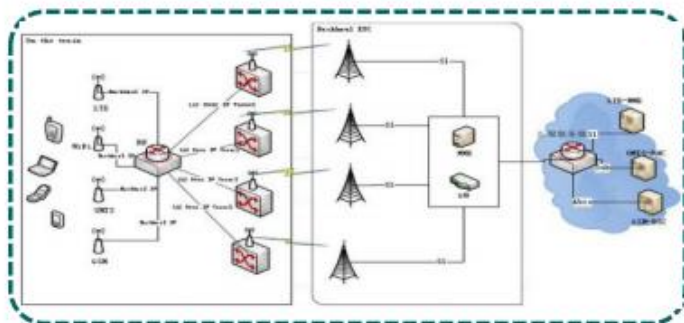
laptop

数字系统不能完全替代模拟信号



数字系统的应用

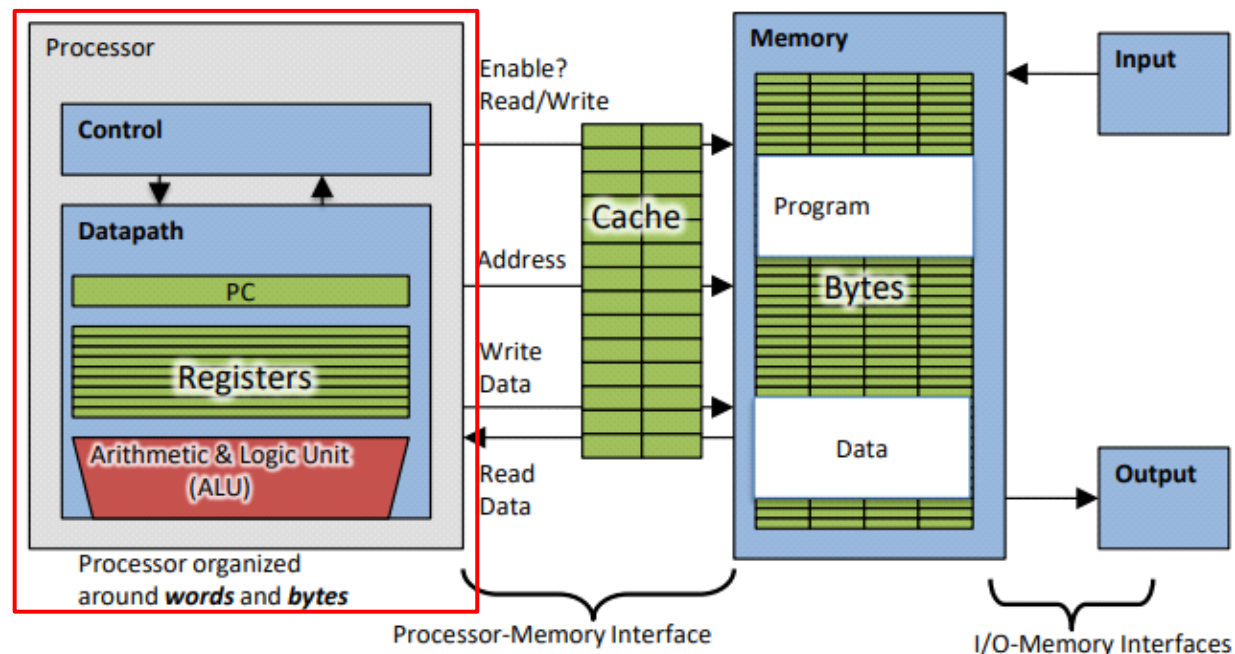
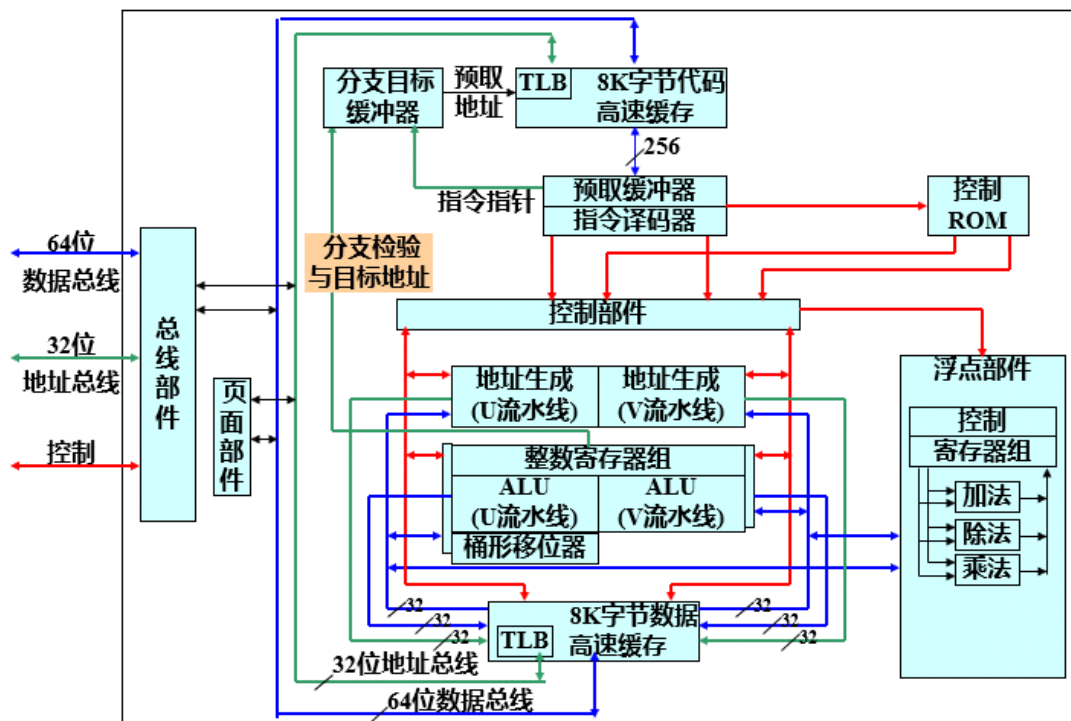
👉 • 数字通讯、数字控制、数字测量……



👉 • 从天上到陆地，从陆地到海洋……
• 大到卫星、飞船，小到玩具、手表……



数字系统实例棗 计算机系统



课程内容

- 绪论
- 布尔代数
- 组合电路分析及设计
- 时序电路分析及设计
- 可编程逻辑器件
- 硬件描述语言
- 总结

教材及参考书

- 逻辑设计基础(第7版), Charles Roth [著] 解晓萌等译. 清华大学出版社
- 数字设计原理与实践(第5版), John F. Wakerly著, 林生等译. 机械工业出版社
- 搭建你的数字积木——数字电路与逻辑设计 (Verilog HDL&Vivado版) . 汤勇明、张圣清等著. 清华大学出版社.
- 数字逻辑实用教程. 王玉龙. 清华大学出版社

考核方法

讲课 —— 44 学时

实验 —— 20 学时

总计 64 学时

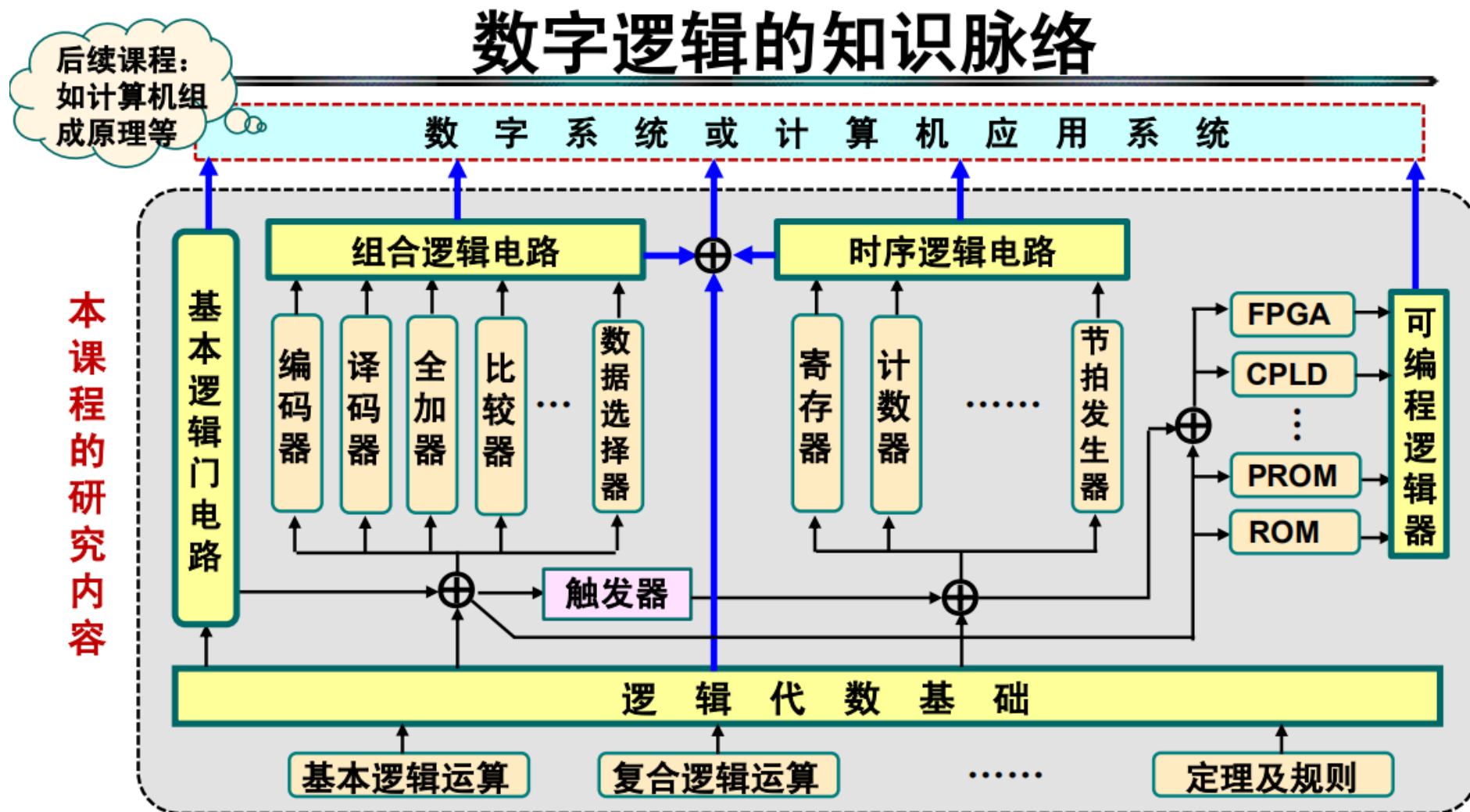
成绩

考 试：60% (约10% Verilog)

大作业：20%

实 验：20%

知识体系

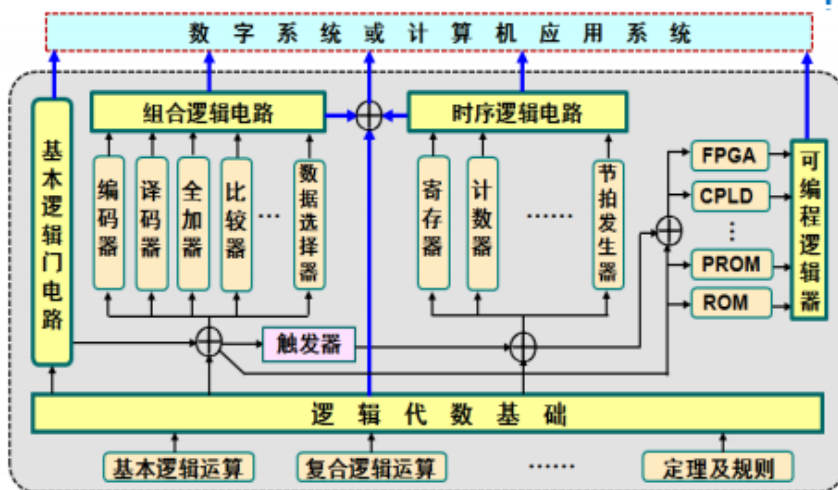


学习方法建议

- 熟练使用布尔代数工具
- 注重外部特性、注重应用
- 实践出真知：Logisim, Vivado

课程目标

本课程的研究内容



- 掌握逻辑代数基础，具有利用逻辑代数原理及基本逻辑门构造典型逻辑组合部件的能力
- 掌握组合逻辑电路的分析方法及设计方法，具有利用基本逻辑部件及中规模芯片构造组合逻辑电路的能力；
- 掌握时序逻辑电路的分析方法及设计方法，具有利用触发器、逻辑门、基本逻辑部件及中规模芯片构造时序逻辑电路的能力；
- 了解可编程逻辑器件的基本工作原理，具有利用可编程逻辑器件设计逻辑电路的能力。
- 培养自主学习的能力，通过查阅器件资料及参考文献，能利用各种基本逻辑部件、中规模芯片及可编程逻辑器件设计一个较为复杂的完整的数字系统。

课程目标

课程结束应具备以下能力——

- 具有查阅手册合理选用中、小规模数字集成电路组件的能力。
- 具有用逻辑思维方法分析常用数字电路逻辑功能的能力。
- 初步具备设计数字电路的能力。

课程目标

- **初步掌握数字系统工程师所需要的技能技巧**
- **初步体验成为一位数字系统工程师**