



计算机组成原理

主讲教师：秦磊华

abc_119@126.com

Lhqin@mail.hust.edu.cn

目录



1.1为什么要学习计算机组成原理



1.2 课程学习的主要内容

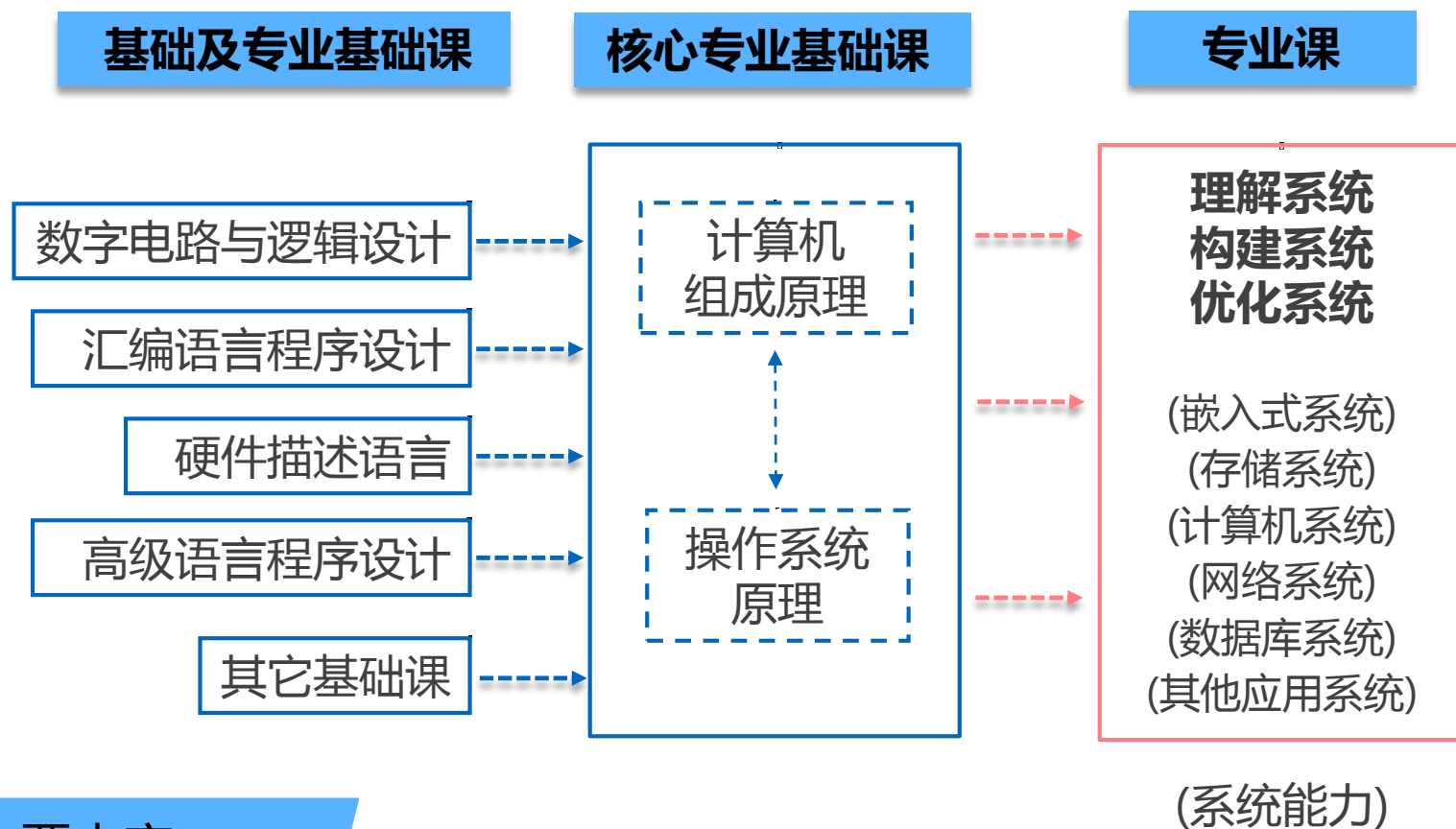


1.3如何学好计算机组成原理



1.4 参考资料及成绩管理

1 核心专业基础课，在课程体系中承上启下的作用



课程主要内容：

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。

2

后PC时代技术发展的迫切需求- 专业地位更加凸显

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。



时代需要大量 “懂软件的硬件工程师” 、 “懂硬件的软件工程师” 、 “懂安全的工程师” --- 系统级安全工程师！

3

我国信息产业发展的迫切需求



过去我国信息产业从源头上受制于人：CPU、操作系统、数据库等核心基础硬/软件、办公软件等；

“Wintel” 联盟制定的PC产业标准，在全球PC产业形成了“双寡头垄断” 格局。我国信息安全态势愈发严峻；



“没有自主可控的电子信息产业，就没有真正意义上的信息安全”。
(自主可控是指依靠自身研发设计，全面掌握信息系统产核心技术，实现信息系统从硬件到软件的自主研发、生产、升级、维护的全程可控)。

4

服务于国家战略的迫切需求

“互联网 +”

信息技术和传统产业的“生态融合”，发展壮大新兴业态，打造新的产业增长点，为产业智能化提供支撑，增强新的经济发展动力，促进国民经济提质增效升级。



1. 计算机系统概述

- ◆ 冯诺依曼结构计算机工作原理
- ◆ 计算机系统层次结构
- ◆ 计算机系统性能评价

2. 数据表示

- ◆ 机器数及特点
- ◆ 定点数与浮点数据表示
- ◆ 数据校验基本原理
- ◆ 奇偶校验及其实现
- ◆ CRC校验及其实现
- ◆ 海明校验及其实现

3. 运算方法与运算器

- ◆ 补码加/减运算
- ◆ 溢出检测
- ◆ 补码加/减运算器设计
- ◆ 补码一位乘法
- ◆ 乘法运算器设计
- ◆ 补码一位除法
- ◆ 除法运算器设计
- ◆ 浮点数加减运算

4. 存储系统

- ◆ 存储系统层次结构
- ◆ 主存的工作原理及数据组织
- ◆ 静态存储器工作原理
- ◆ 动态存储器工作原理
- ◆ 存储器扩展
- ◆ 多体交叉存储器
- ◆ Cache的基本原理
- ◆ 全相联映射
- ◆ 直接映射
- ◆ 组相联映射
- ◆ 替换算法
- ◆ Cache例题选讲(一)
- ◆ 页式虚拟存储器的工作原理
- ◆ TLB的工作原理
- ◆ 磁盘工作原理
- ◆ RAID技术

5. 指令系统

- ◆ 指令系统概述及指令格式
- ◆ 指令的寻址方式
- ◆ 操作数寻址方式
- ◆ 数据寻址方式特点对比分析
- ◆ 指令格式设计
- ◆ MIPS指令系统简介

6. CPU

- ◆ CPU的组成与功能
- ◆ 数据通路
- ◆ 数据通路与时序结构
- ◆ 数据通路实例
- ◆ 指令周期
- ◆ 总线结构CPU指令周期
- ◆ 硬布线控制器
- ◆ 微程序控制器
- ◆ 微指令格式
- ◆ 单周期CPU
- ◆ 多周期CPU
- ◆ CPU设计

7. 系统总线

- ◆ 总线的特征及应用
- ◆ 总线性能与总线事务
- ◆ 总线连接方式
- ◆ 总线仲裁和数据传输
- ◆ 总线标准

8. 输入/输出系统

- ◆ 输入输出接口概述
- ◆ 输入输出方式
- ◆ 中断请求与响应
- ◆ DMA
- ◆ 应用举例

1 构造观+系统观+工程观的学习视角和学习方法

构造观- 掌握设计方法

01 如何设计功能部件: 基本编码/解码器、运算器、控制器、存储器

02 如何设计系统:简单计算机系统

03 利用仿真软件 Logisim (开源)

1 构造观+系统观+工程观的学习视角和学习方法

系统观— 软/硬协同的视角

理解计算机系统的构成及各部分之间的相互影响；

理解不同系统/结构对程序的影响(包括功能、性能、可移植性等方面)



理解数据表示、校验技术、运算器结构、存储器组织、寻址方式等对程序运行结果正确性、效率等方面的影响；

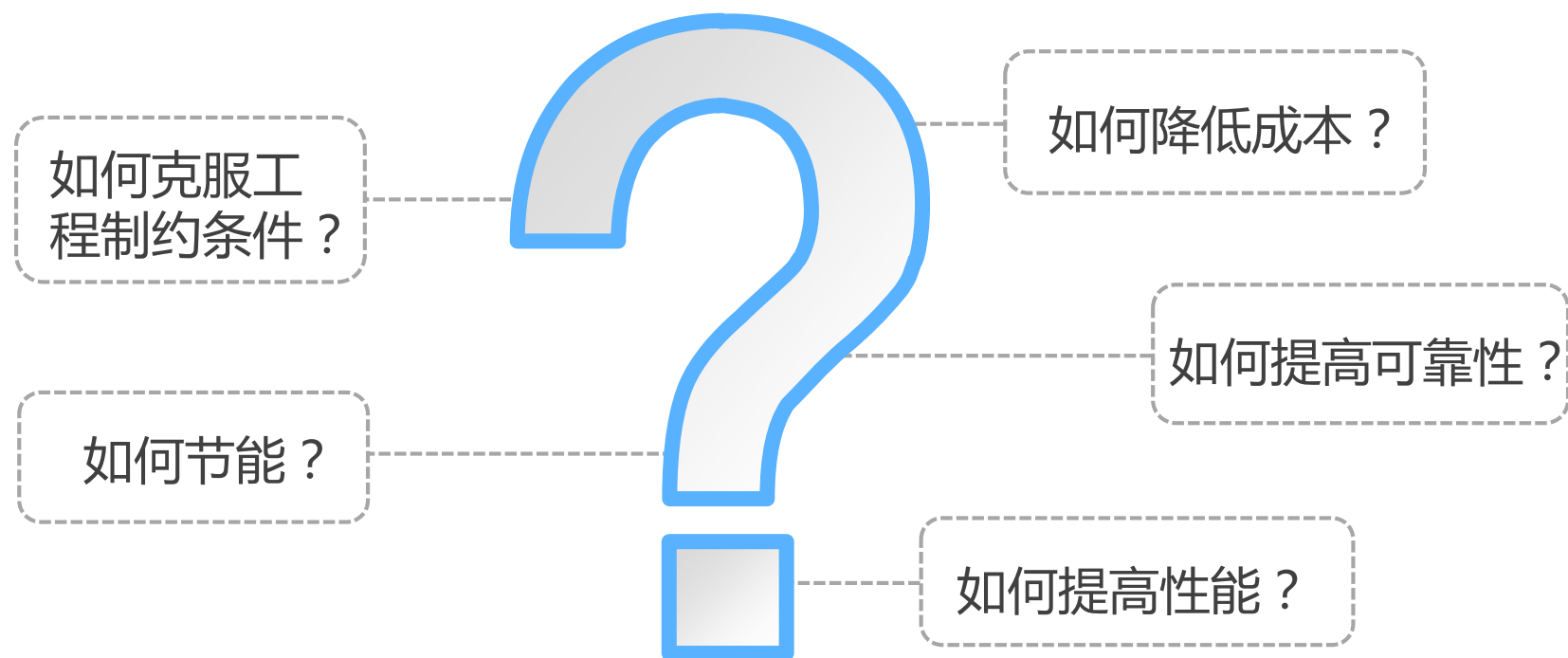


牢固树立软/硬协同的观念：程序员要充分了解并利用硬件的特性！

1 构造观+系统观+工程观的学习视角和学习方法

工程观— 系统实现视角

如何高效实现所设计硬件功能部件或系统



2

多实践



01

利用仿真软件 Logisim 设计学习过的硬件功能部件或系统；

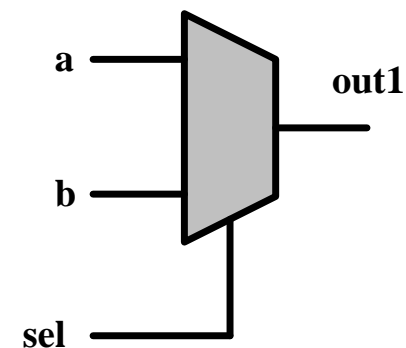
02

尽量在 FPGA开发板上基于EDA软件实现所设计的部件或系统。

一般使用连续赋值assign语句描述，主要用于组合逻辑电路建模。

```
module mux2_1(out1, a, b, sel) ;  
    output out1;  
    input a, b;  
    input sel;  
  
    assign out1= sel ? b : a;  
  
endmodule
```

```
module mux2_1(out1, a, b, sel) ;  
    output out1;  
    input a, b;  
    input sel;  
  
    assign out1=(sel & b) | (~sel & a);  
  
endmodule
```

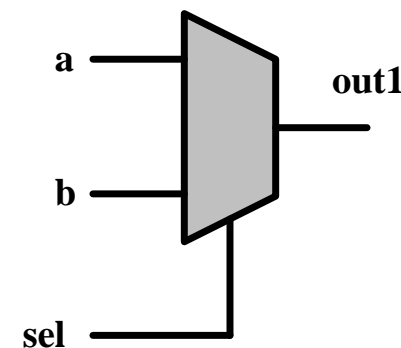


数据流描述

一般使用Initial或Always语句描述，可以对组合、时序逻辑电路建模。

```
module mux2_1(out1, a, b, sel) ;  
    output out1;  
    input a, b;  
    input sel;  
    always @(sel or a or b)  
    begin  
        if (sel)  
            out1 = b;  
        else  
            out1 = a;  
        end  
    end  
endmodule
```

```
module mux2_1(out1, a, b, sel) ;  
    output out1;  
    input a, b;  
    input sel;  
    always @(sel or a or b)  
    begin  
        case (sel)  
            1'b0 : out1 = a;  
            1'b1 : out1 = b;  
        endcase  
    end  
endmodule
```



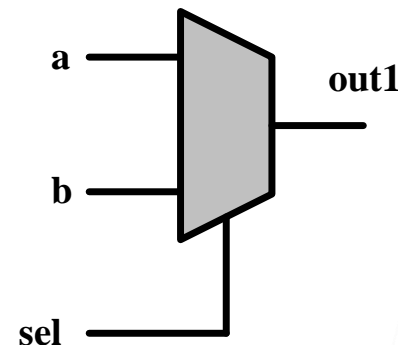
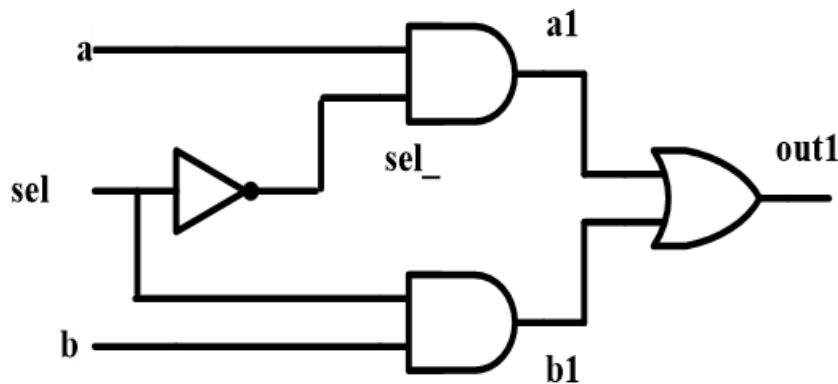
行为描述

2

多实践

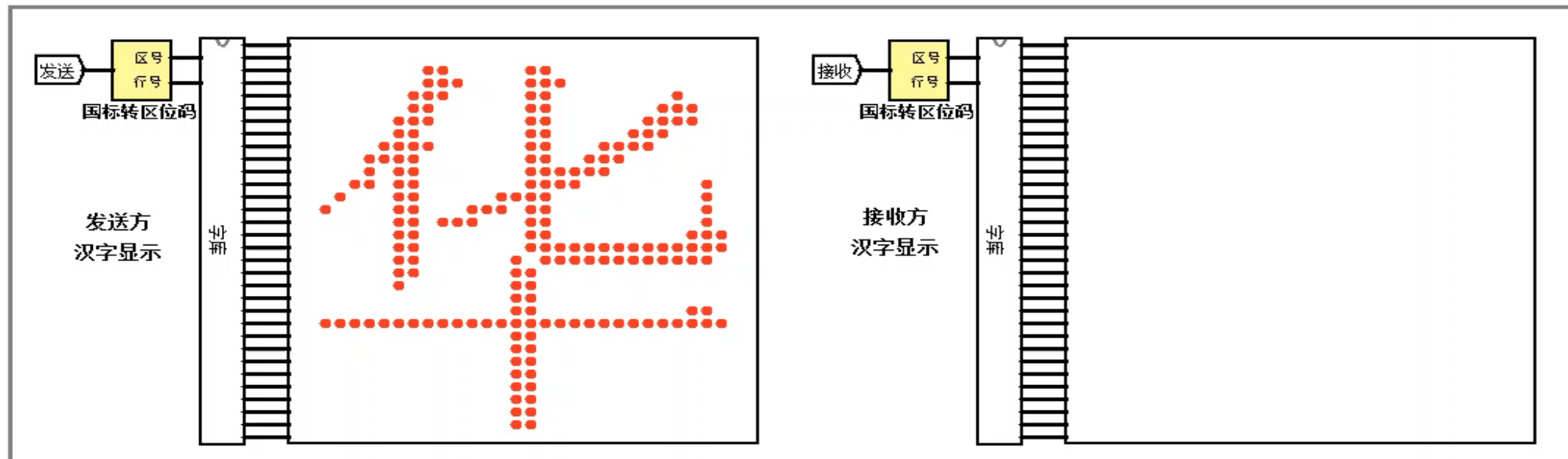
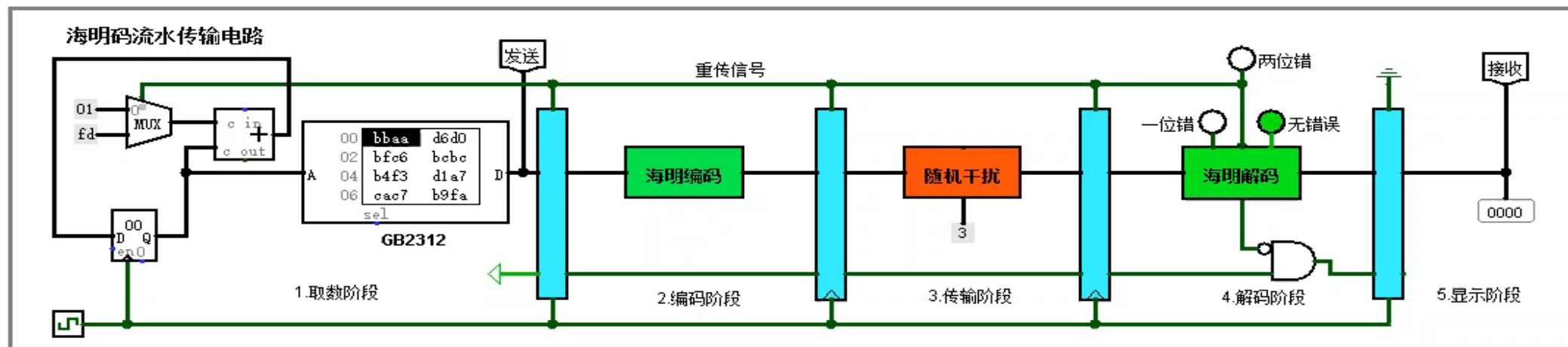
一般使用内部元件（ Primitive ）、自定义的下层模块对电路进行描述。主要用于层次化设计中。

```
module mux2_1(out1,a,b,sel);  
    output out1;  
    input a,b,sel;  
  
    not (sel_, sel);  
    and (a1, a, sel_);  
    and (b1, b, sel_);  
    or (out1, a1, b1);  
  
endmodule
```

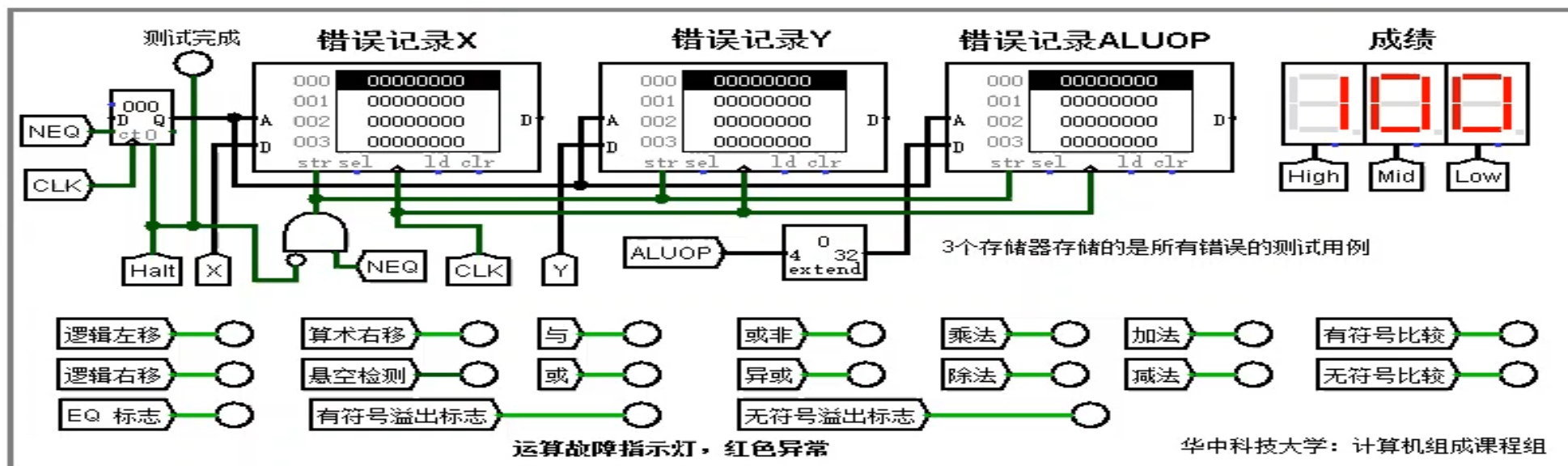
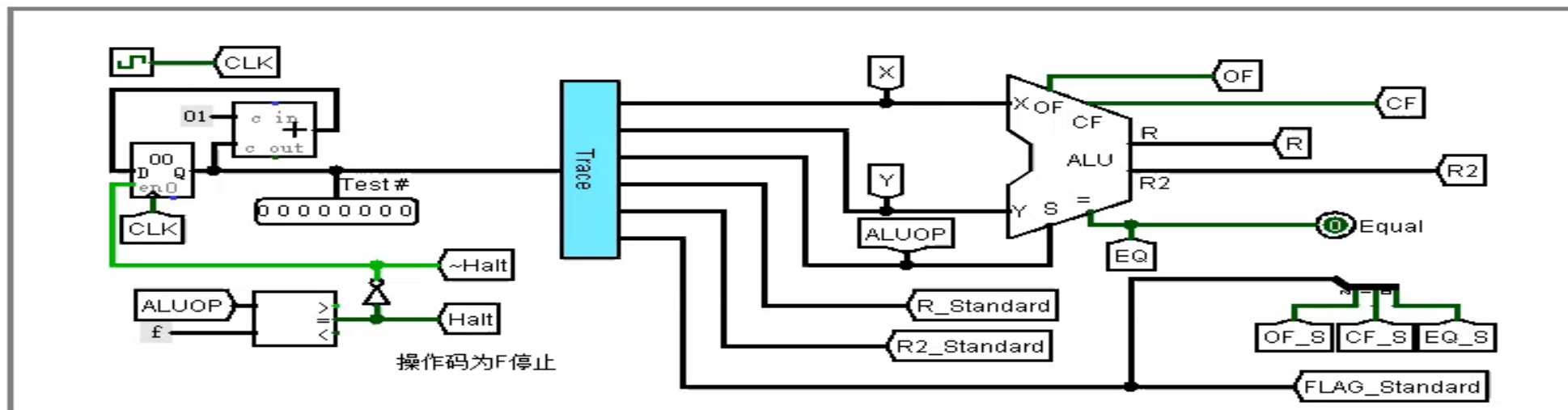


结构描述

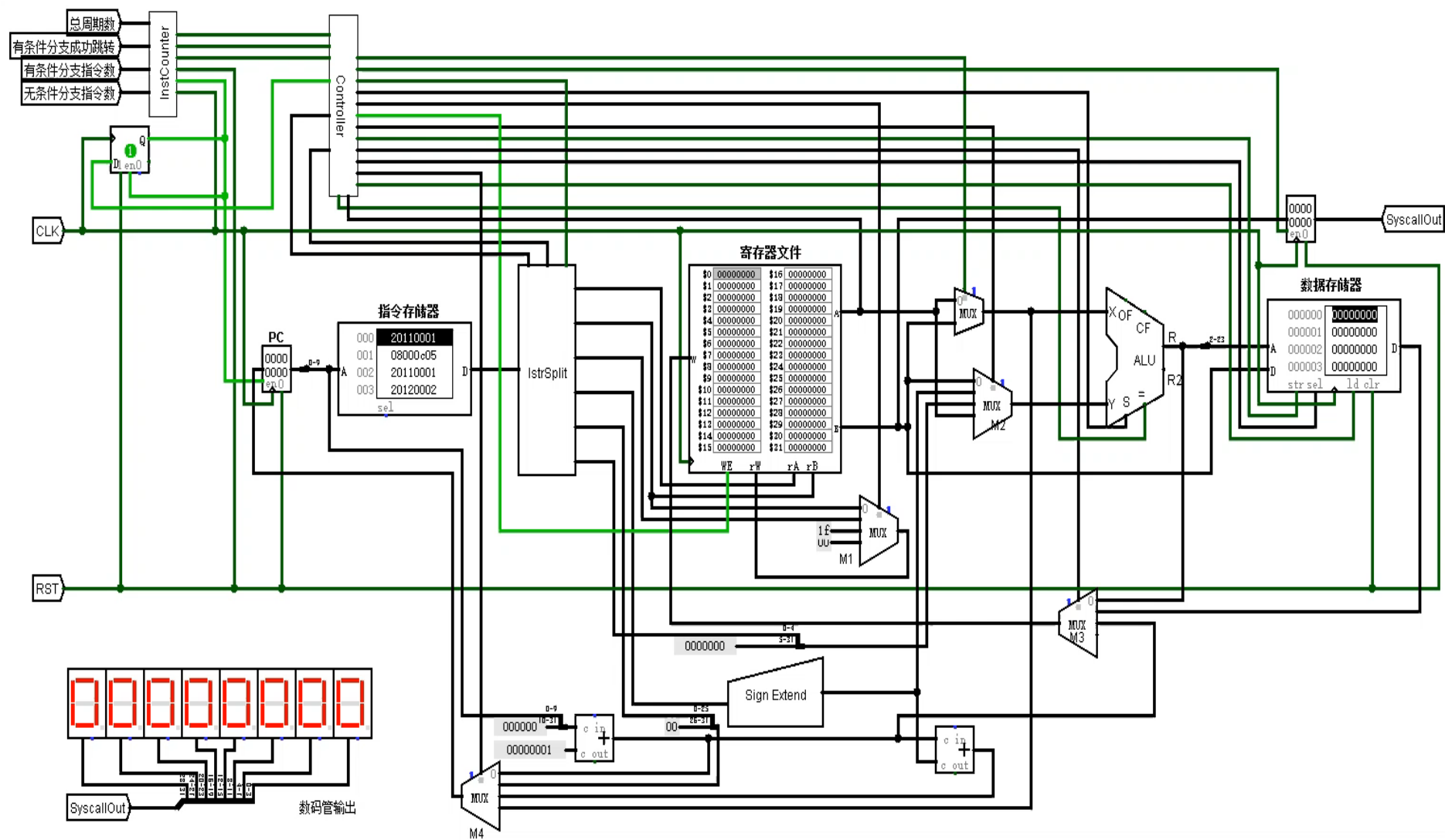
海明校验编/解码电路设计及应用



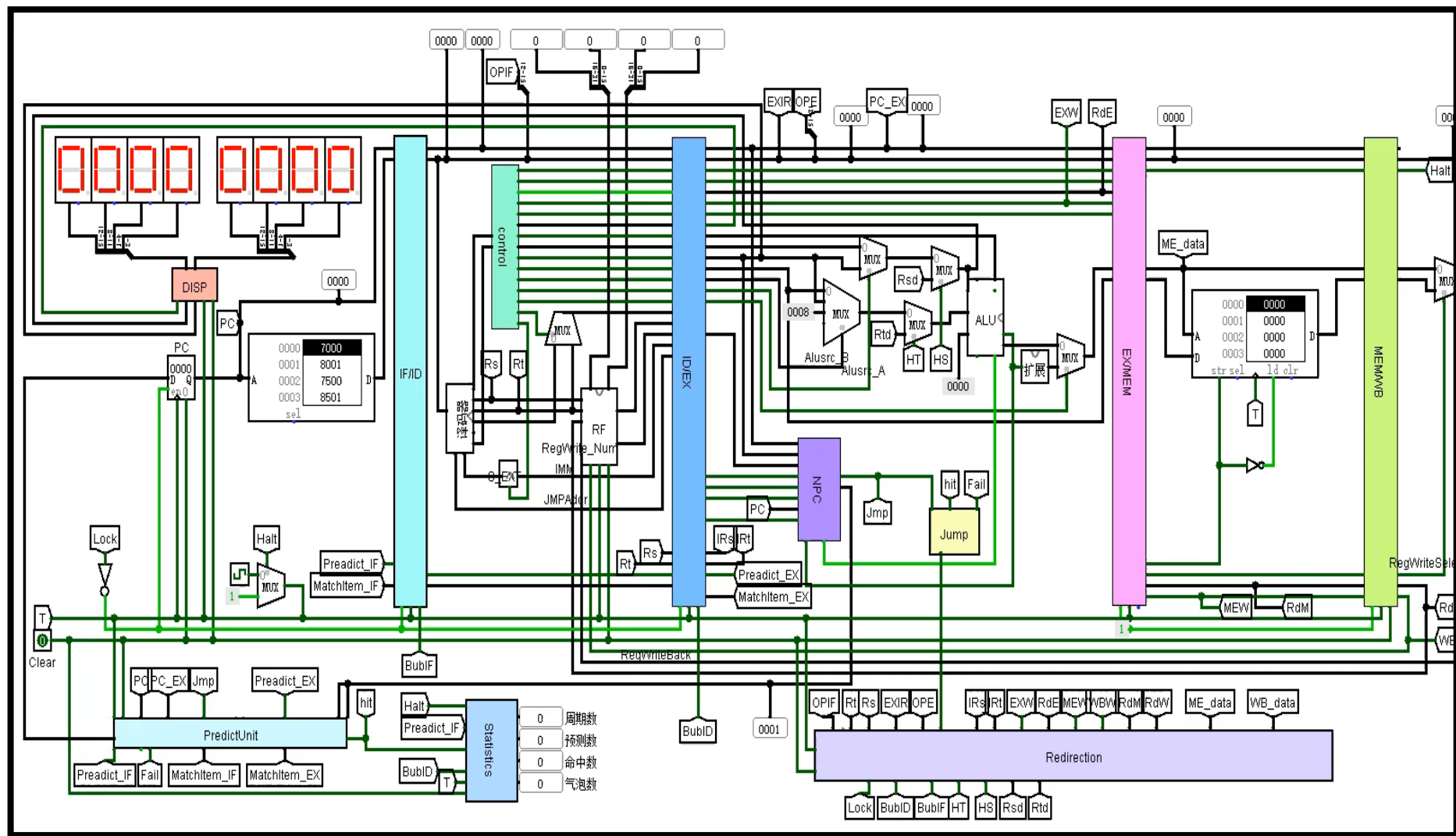
具有溢出检测功能的简单运算器



单周期CPU

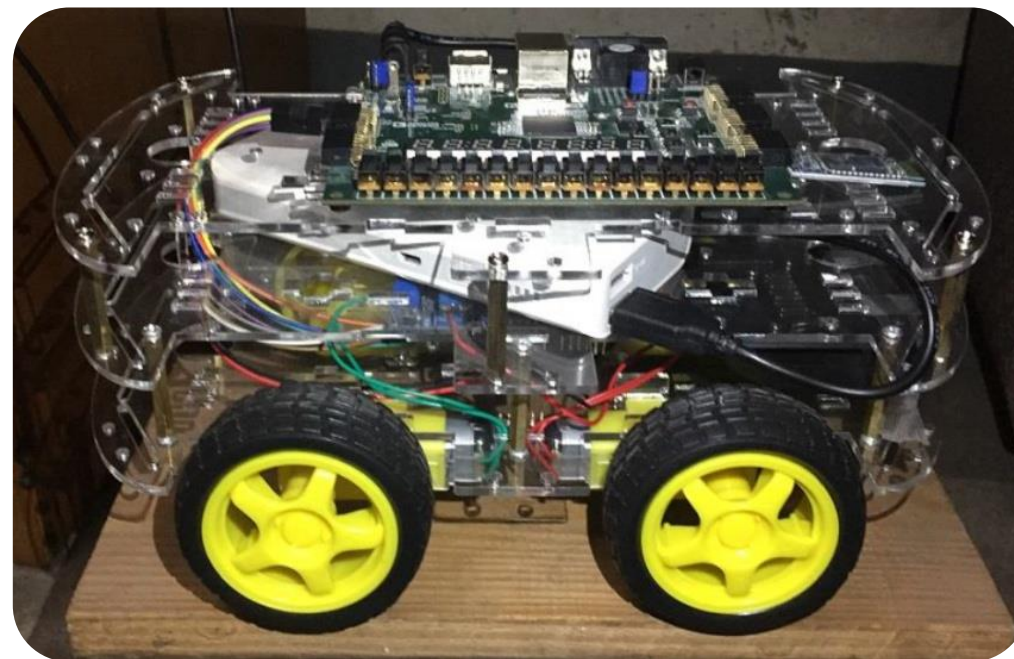


5段MIPS流水线CPU,支持动态分支预测、中断异常处理





简单计算机系统



系统能力综合实践: 遥控智能小车

3

多练习、多交流、多思考



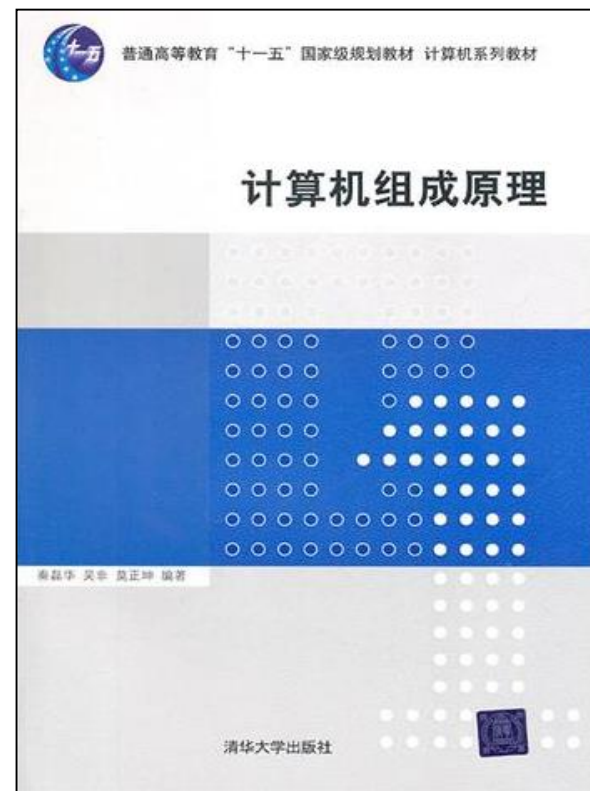
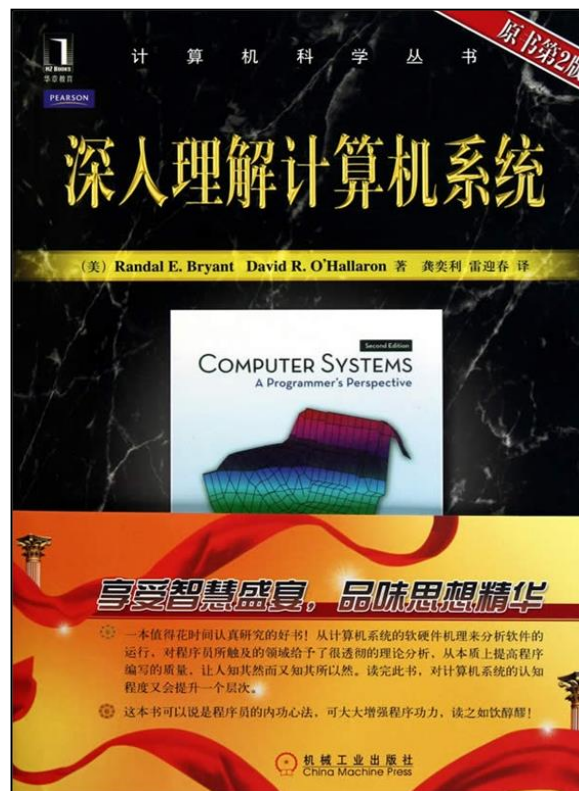
按时做MOOC平台提供的练习；

有问题多在MOOC交流平台交流；

多思考软/硬协同的问题。

1

参考资料



1.4 参考资料及成绩管理

1

参考资料

<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs61c>

(UC Berkeley Machine Structure)

<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs150>

(UC Berkeley Components and Design Techniques for Digital System)

<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs152>

(美国UC Berkeley Computer Architecture and Engineering)

<http://www.stanford.edu/class/ee108b>

(美国Stanford Digital SystemII)

<http://www.ece.cmu.edu/~ece447/>

(Carnegie Mellon Introduction to Computer Architecture)

<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>

Mit计算机科学与工程系计算机系列课程网站