

数字逻辑设计

王鸿鹏
计算机科学与技术学院
wanghp@hit.edu.cn

目 录

- 学习方法建议
- 基本概念
- 本课程主要内容和考核方法

学习建议

- 线上 vs 线下?
- 学习目的：应试？能力？
- 关于考勤
- 熟练使用布尔代数
- 注重外部特性、注重应用
- 实践出真知：Logisim, Verilog...

数字逻辑

数字逻辑2023秋-...

97

上课

本科生

消息

数逻知识库

计算机科学速成Cr...

Pin

+

数字逻辑设计课程学习指南

此知识库为**测试用**，有些信息链接可能有误，敬请谅解。
有何建议，请在下方留言。

课前热身

- [天才乔治布尔的纪录片](#)（可以暑假看）
- ▶ [科普视频——计算机科学速成课](#)
- ▶ [阅读 编码-隐匿在计算机软硬件背后的语言](#) 第10章“逻辑与开关”
- [信息论之父香农的纪录片](#)（可选，闲暇时看看）
- ▶ [布尔代数_百度百科 \(baidu.com\)](#)（浏览即可，不用逐字逐句读懂）

课件

序号	名称	格式	备注
1	绪论	PPT	
2	布尔代数	PPT	
3	组合逻辑	PPT	
4	时序逻辑	PPT	
5	Verilog	PPT	
6	Logisim	PPT	

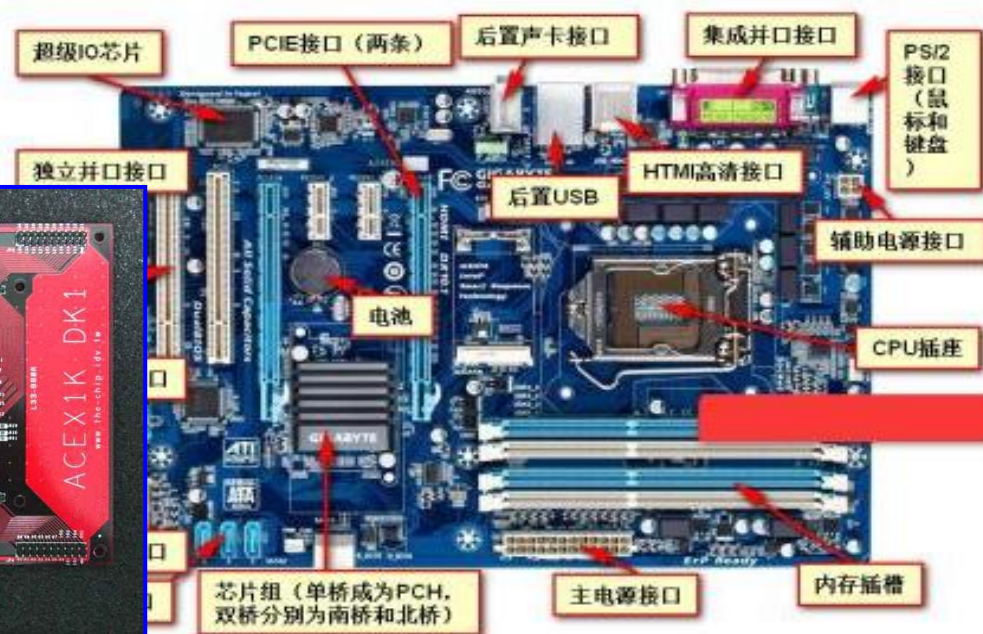
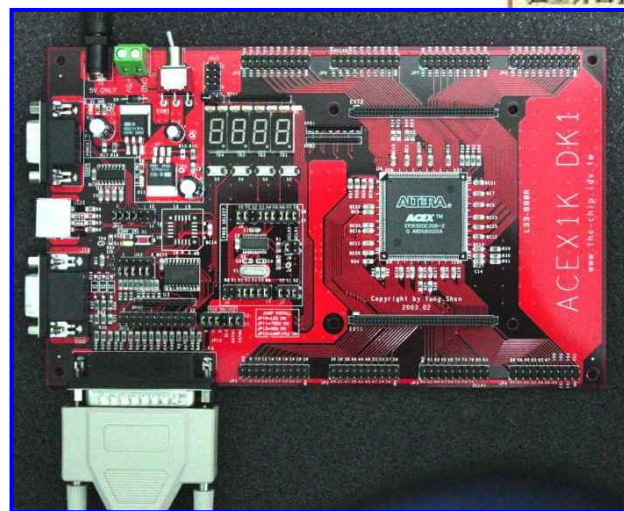
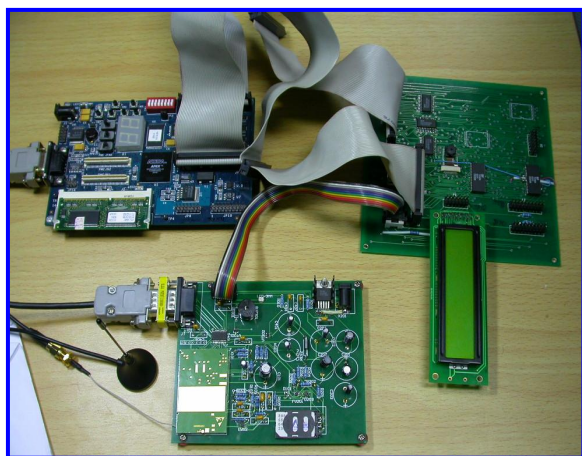
基本概念

- 软件 vs. 硬件
- 数字 vs. 模拟
- 开关器件
- 门电路
- 集成电路
- 可编程逻辑器件

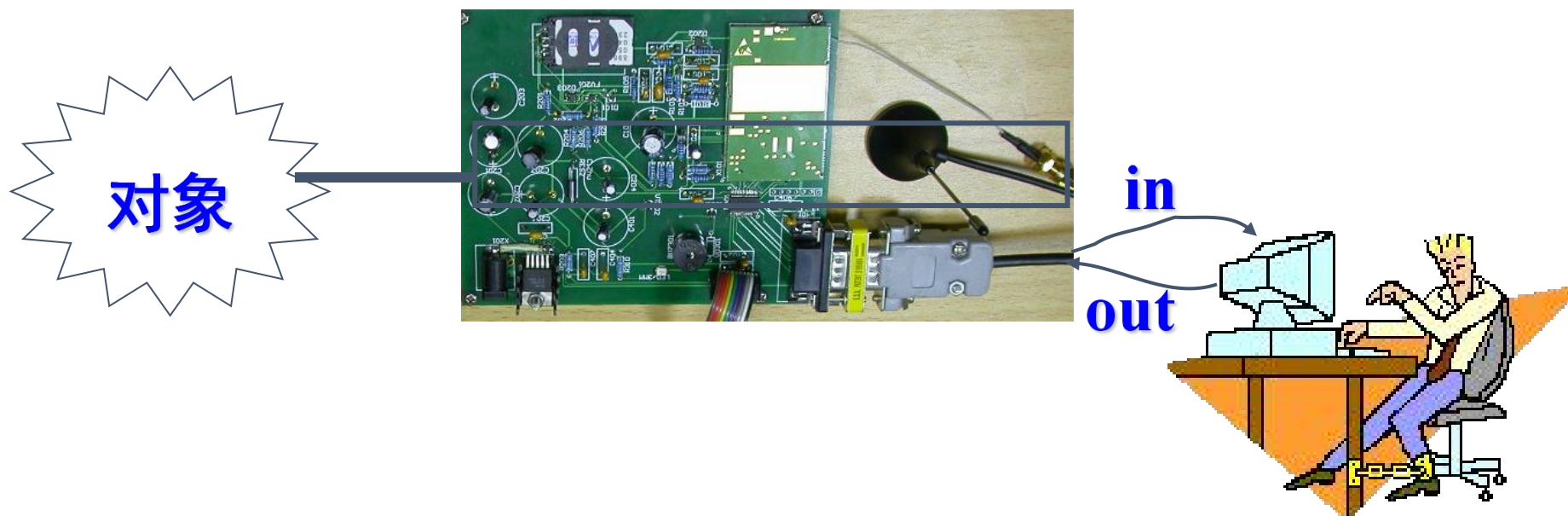
软件 vs. 硬件



WPS 2019



软件能力+硬件能力=双腿走路



“在异构计算的时代程序员必须对于算法和硬件模型融汇贯通，才能写出高质量的代码。因此，未来的程序员也必须懂硬件！”

——图灵奖得主David Patterson

我们的竞争力在哪里？

不安全 | www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/jiuye/gzdt/202108/t20210816_420736.html

2021年08月31日 中文 | 加入收藏



中华人民共和国人力资源和社会保障部
Ministry of Human Resources and Social Security of the People's Republic of China

民生为本 人才优先

当前位置: 首页>就业创业>工作动态

[返回首页]

2020年北京市外来新生代农民工监测报告发布

发布日期: 2021-08-16

来源: 农民工工作司

打印本页

为了进一步做好农民工服务工作，了解外来农民工在京工作、生活需要，国家统计局北京调查总队在全市范围开展了农民工市民化进程动态监测调查。2020年监测数据显示，新生代农民工占比达到50.1%，男性占比高于女性。新生代农民工中男性占比为66.3%，比上年提高4.6个百分点；男性占比高于女性32.5个百分点，比上年提高9.1个百分点。就业集中于劳动密集型行业，从事信息传输、软件和信息技术服务业的新生代农民工占比大幅提高。2020年就业人数前五位的行业依次为居民服务、修理和其他服务业，制造业，建筑业，批发和零售业，住宿和餐饮业，共吸纳67.2%的新生代农民工就业。

“数字逻辑设计” (Digital Logic Design)

- 又称“逻辑设计”
- 设计的目标是构建数字系统
- 构建系统是工程，意味着“解决问题”
- 5%-10%是数字设计的创造性部分，其余是常规设计方法

模拟量与数字量

- 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
温度
电压值
....

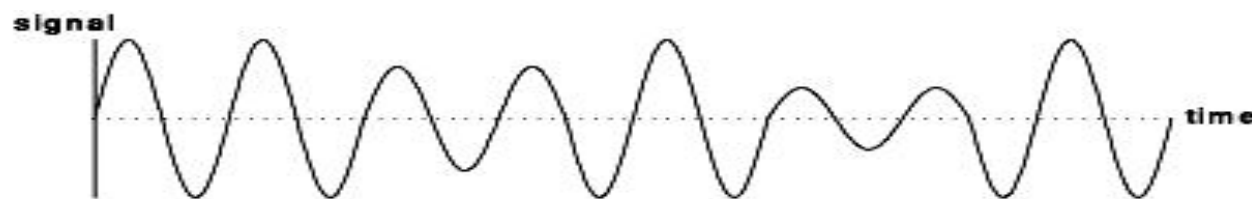
Digital
数字量

{
人数
语言和文字
编码
模拟量的数字形式

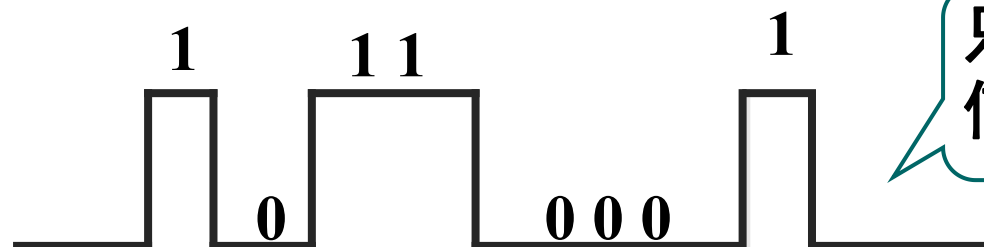
模拟与数字(Analog vs. Digital)

- 模拟信号：数值随时间连续变化，在一定范围可取任意值

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

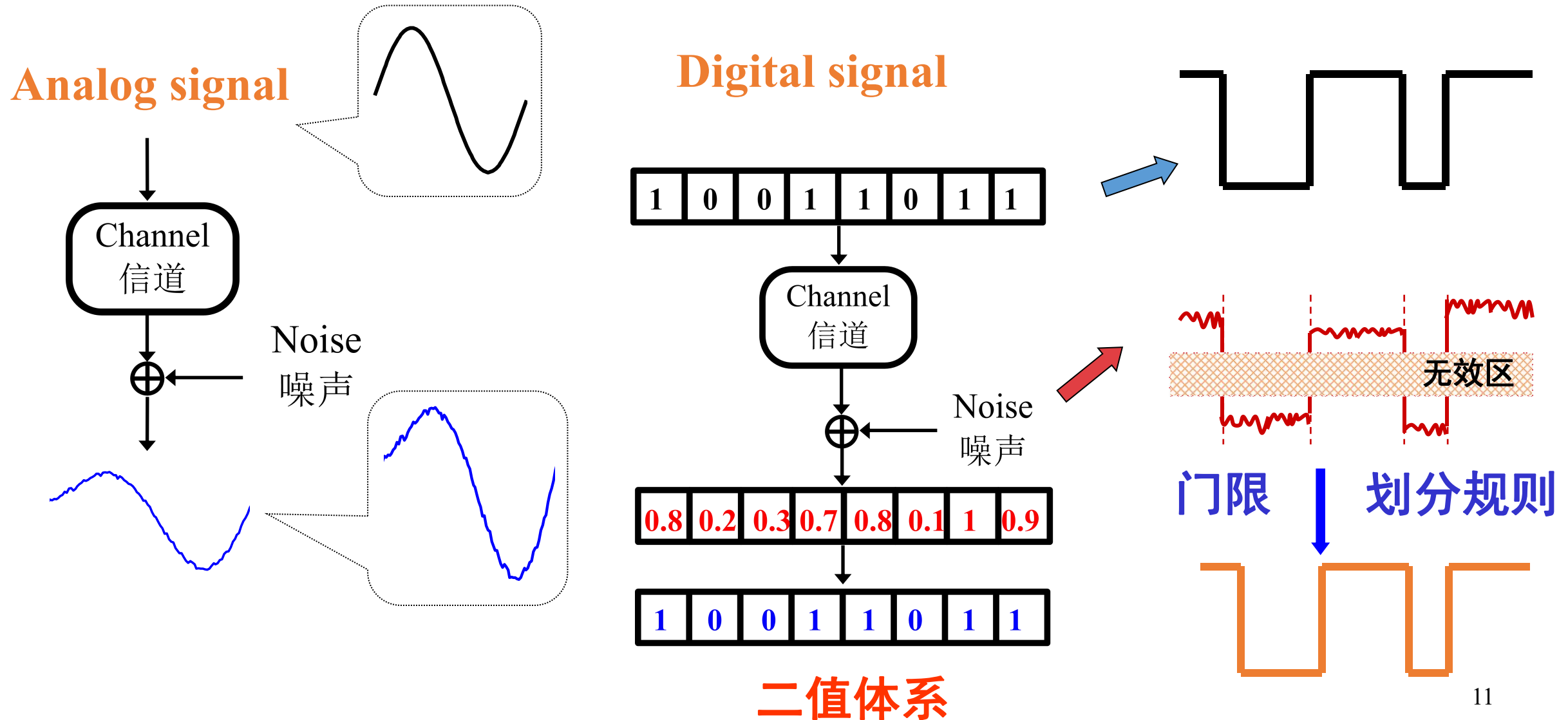


- 数字信号：数值变化在时间上是不连续的，取值有限定



只要幅值高低不混淆，携带的信息就不会丢失，可靠稳定

模拟信号 vs. 数字信号



数字电路和模拟电路的分析方法

模拟电路

微变等效电路
——电路分析

数字电路

逻辑分析方法

数学工具：布尔代数（开关代数）

描述方法：

真值表

表达式

功能表等

问题：为何使用二进制？

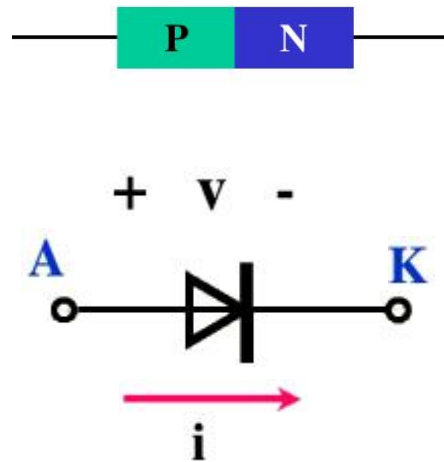
- 电路简单
- 对电器元件要求不高
- 可靠稳定
- 精确
- 易于存储
- 方便计算机处理

开关器件——二极管

数字系统使用的是具有两种状态的开关器件

- 如：二极管、三极管

二极管由PN结组成，具有单向导电性



$$V \geq V_{ON}$$

二极管导通

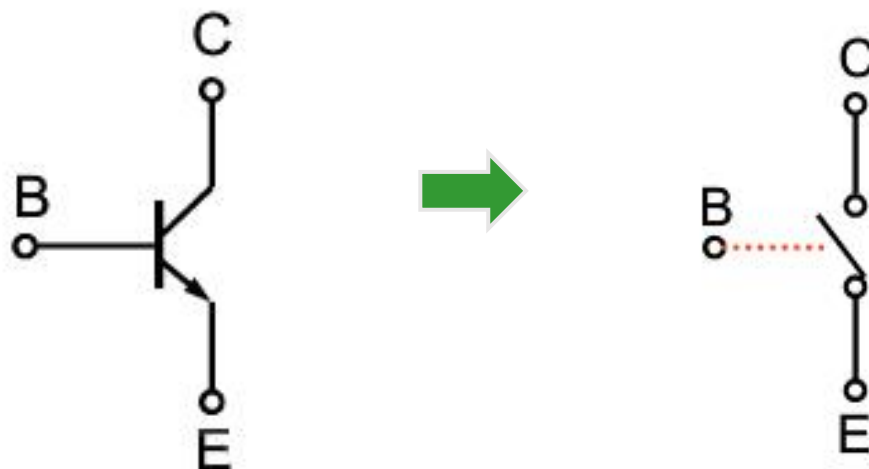
$$V < V_{ON}$$

二极管截止



开关器件——三极管

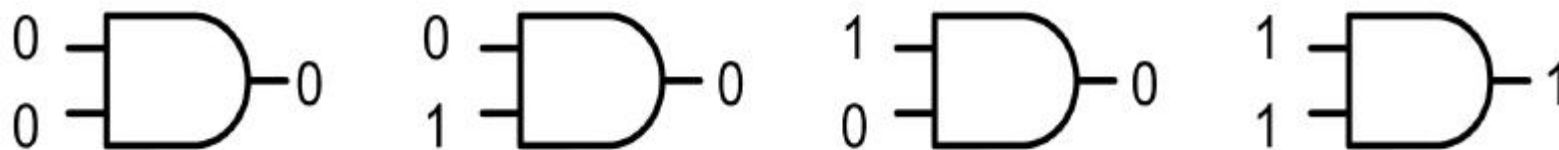
- 利用三极管的饱和、截止状态作开关
- 三极管开关的通、断受基极B的电位高低控制



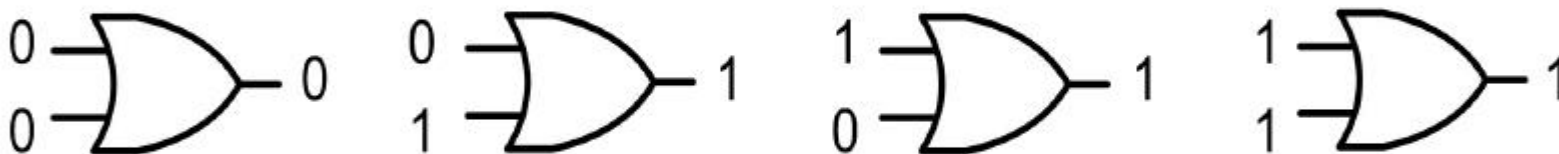
大多数开关器件只能取两个不同的值——>数字系统使用二进制

逻辑电路和门电路

(a) AND Gate
与门



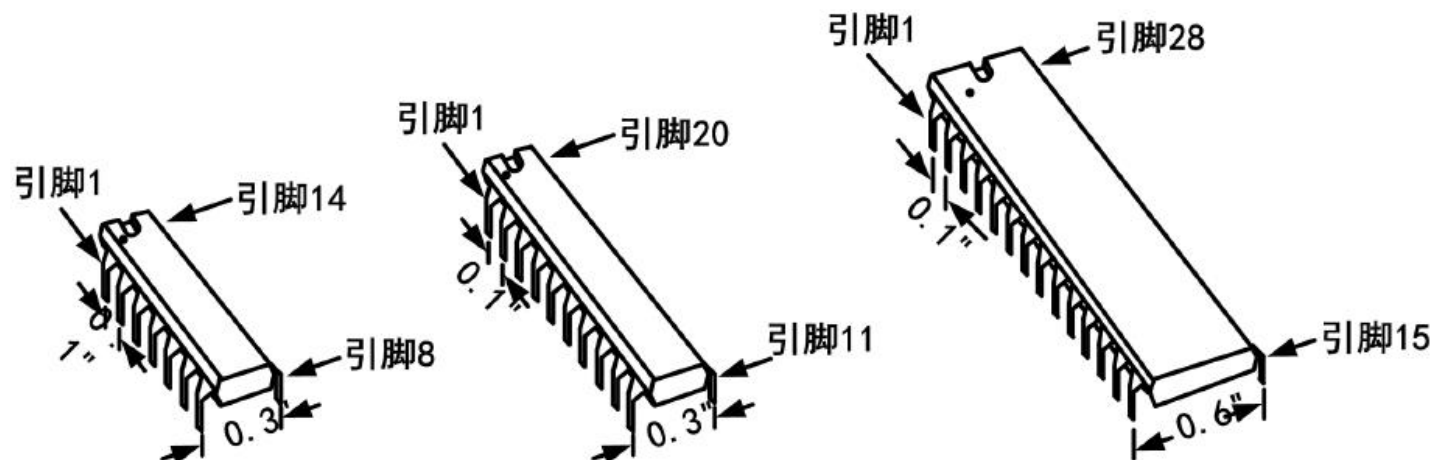
(b) OR Gate
或门



(c) NOT Gate/Inverter
非门/反相器



双列直插式封装DIP
(Dual Inline-pin Package)



集成电路

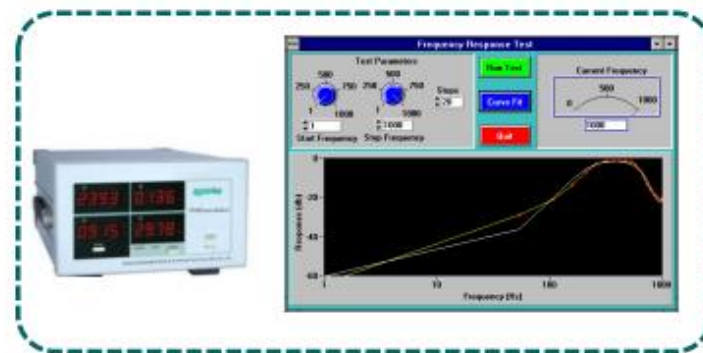
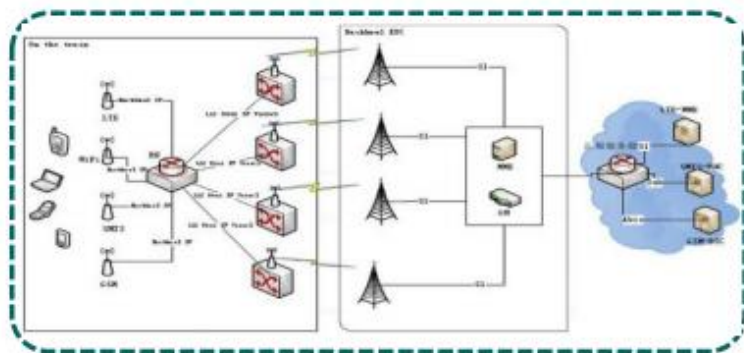
- 小规模集成电路 (Small-Scale Integration): 1-20 门
- 中规模集成电路 (Medium-Scale Integration): 20-200 门
- 大规模集成电路 (Large-Scale Integration): 200-1,000,000 门
- 超大规模集成 (Very Large-Scale Integration): 1,000,000 门

可编程逻辑器件

- 可编程阵列逻辑(PAL, Programmable Array Logic)
- 可编程逻辑器件(PLD, Programmable Logic Device)
- 复杂可编程逻辑器件(CPLD, Complex PLD)
- 现场可编程门阵列(FPGA, Field-Programmable Gate Array)

数字系统的应用

- 数字通讯、数字控制、数字测量...



- 卫星、飞船... —————> 消费类电子产品



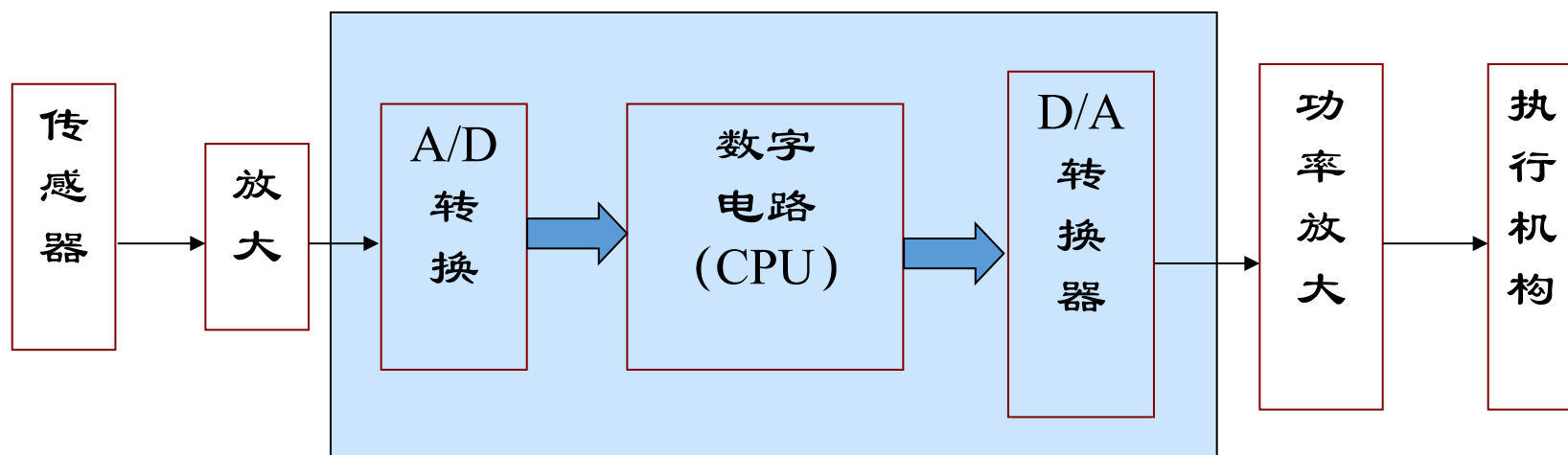
数字系统应用

- 掌上电脑
- 游戏机
- MP3
- 照相机、摄像机、录音笔
- GPS导航仪
- 智能手机
- ...



数字系统的应用——信号处理

- 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。



数字系统应用——计算机

计算机是一种典型的数字系统

{ CPU
Memory
I/O interface
.....



笔记本电脑



平板电脑



个人电脑



数字系统的优点

- 表征数学量精度高、范围大
- 稳定性好，可靠性高
- 易于设计
- 可编程性
- 快速，低功耗
- 批量生产，低成本

Tape 磁带



VS



CD 光盘

● Life 寿命: 10 years

VS

50 years

● Tone 音质: Noise 噪声

VS

Hi-Fi 高保真



单片机

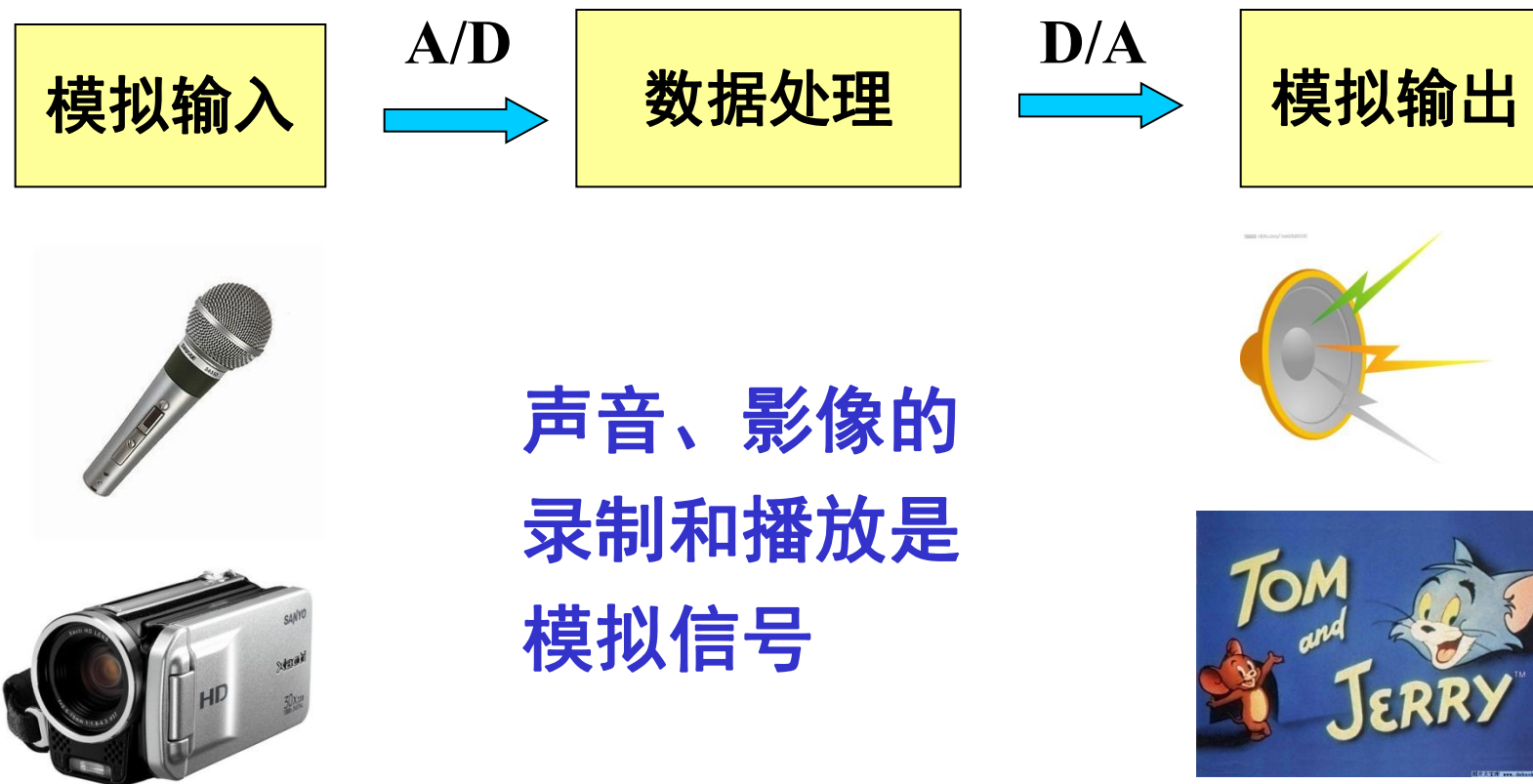


现场可编程门阵列
FPGA



Laptop

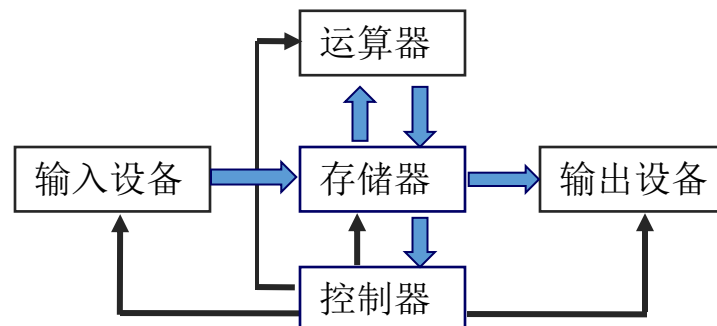
数字系统不能完全替代模拟系统



数字系统的设计——系统设计



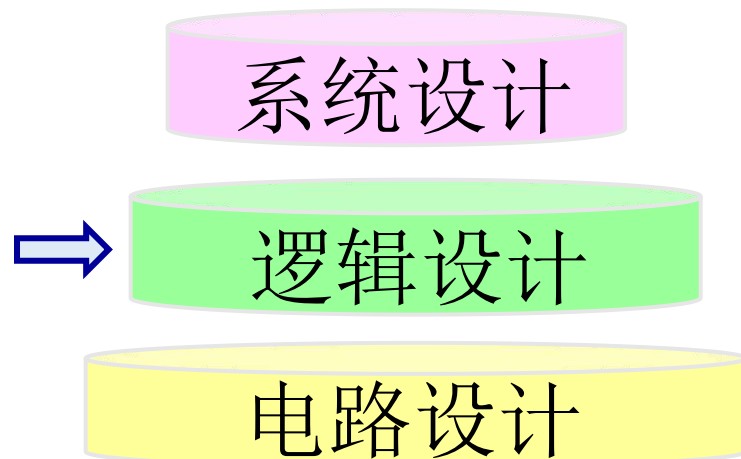
- 划分成子系统
- 确定各子系统特性



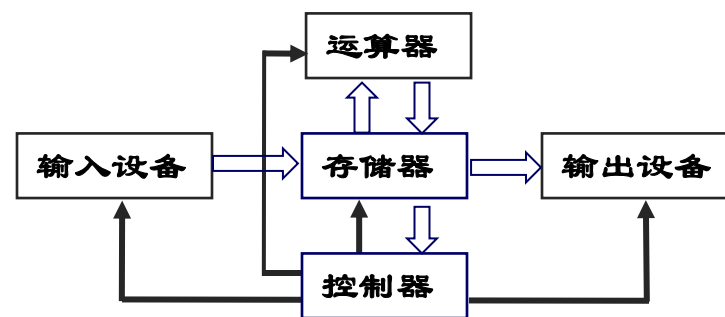
例如：计算机的系统设计

- 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——逻辑设计

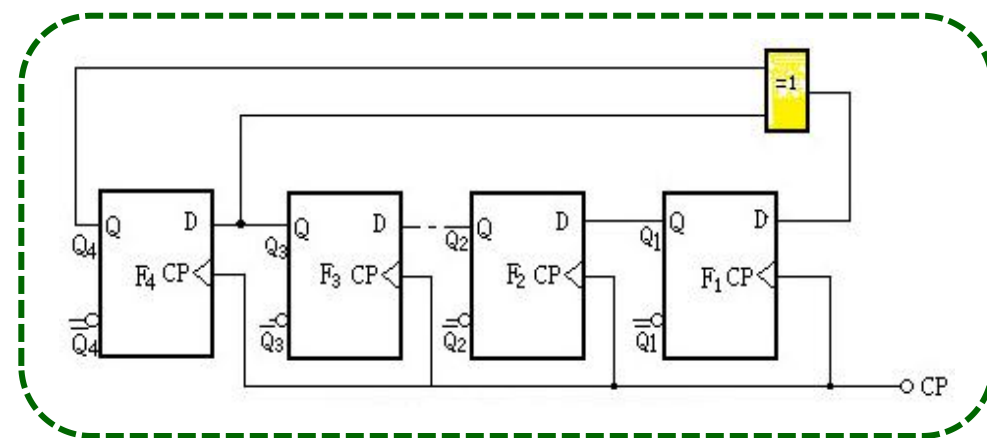


- 实现各子系统的逻辑功能
- 将各个功能模块互连



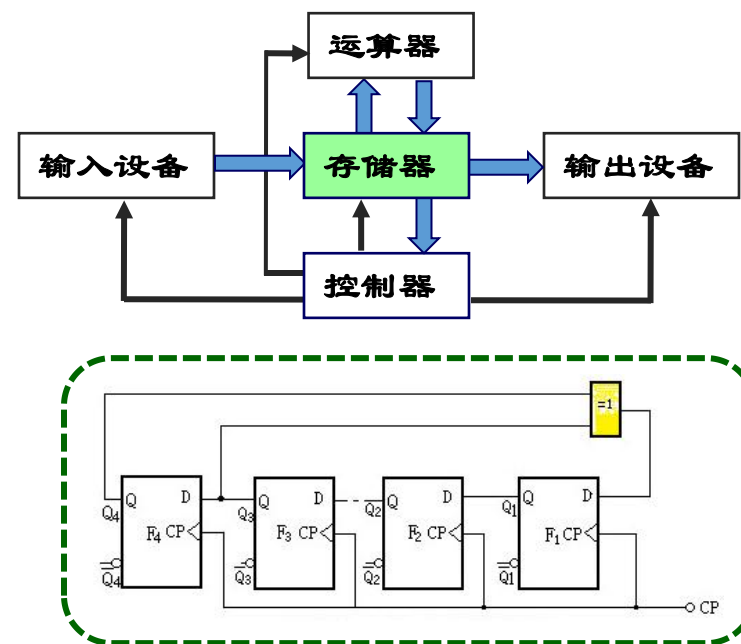
例：存储器（寄存器）设计

- 如何用逻辑门和触发器实现？



数字系统的设计——电路设计

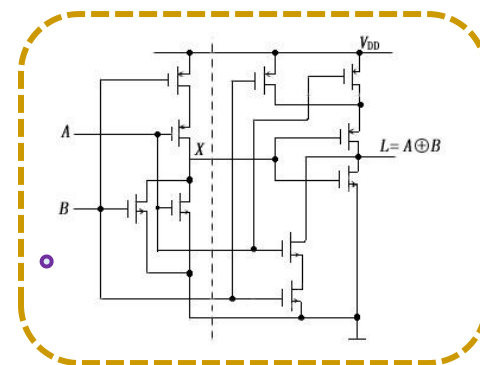
■ 确定特定逻辑器件的实现和连接



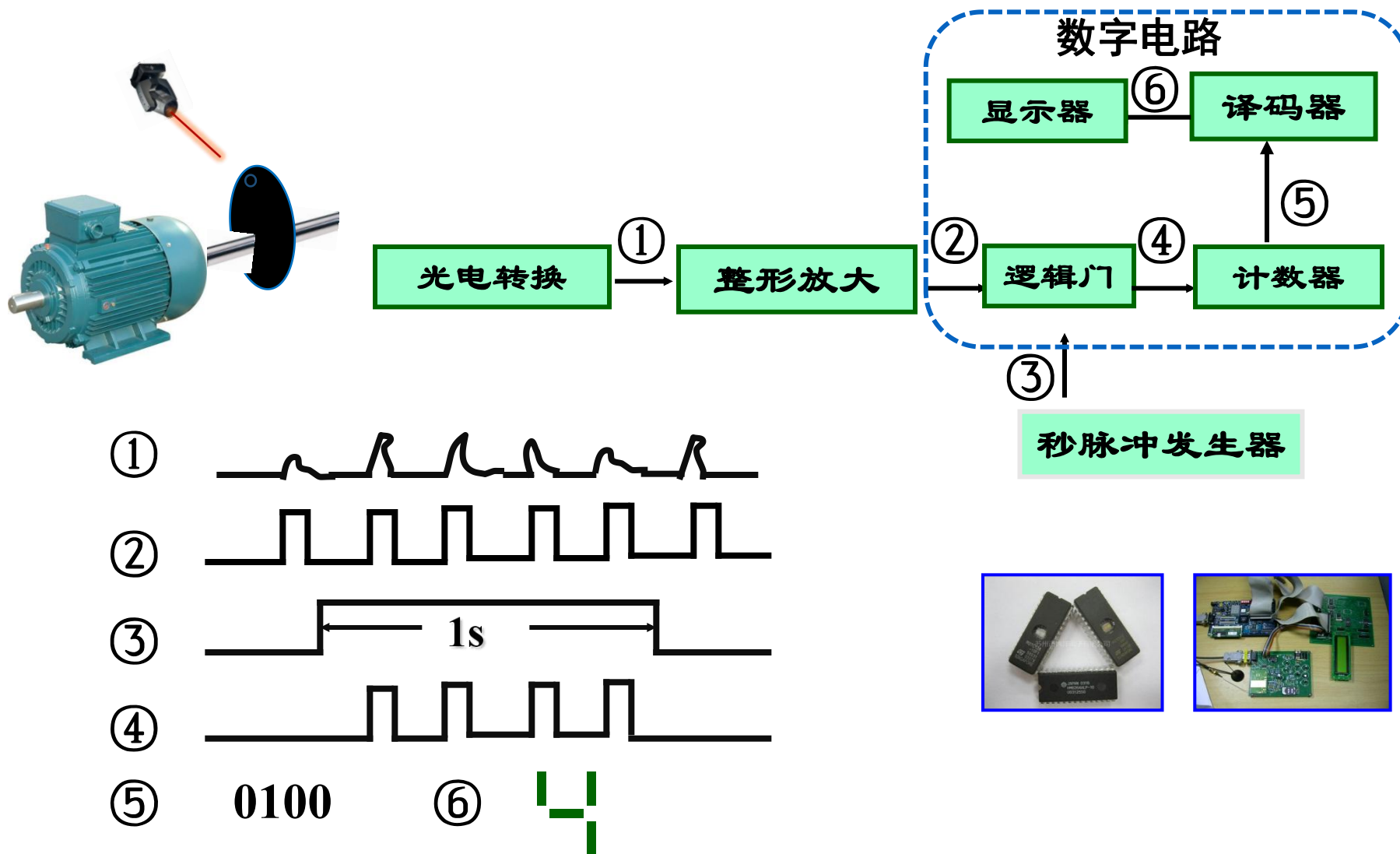
例如：逻辑门、触发器设计

- 二极管、三极管、电阻……
- 各逻辑器件的互连

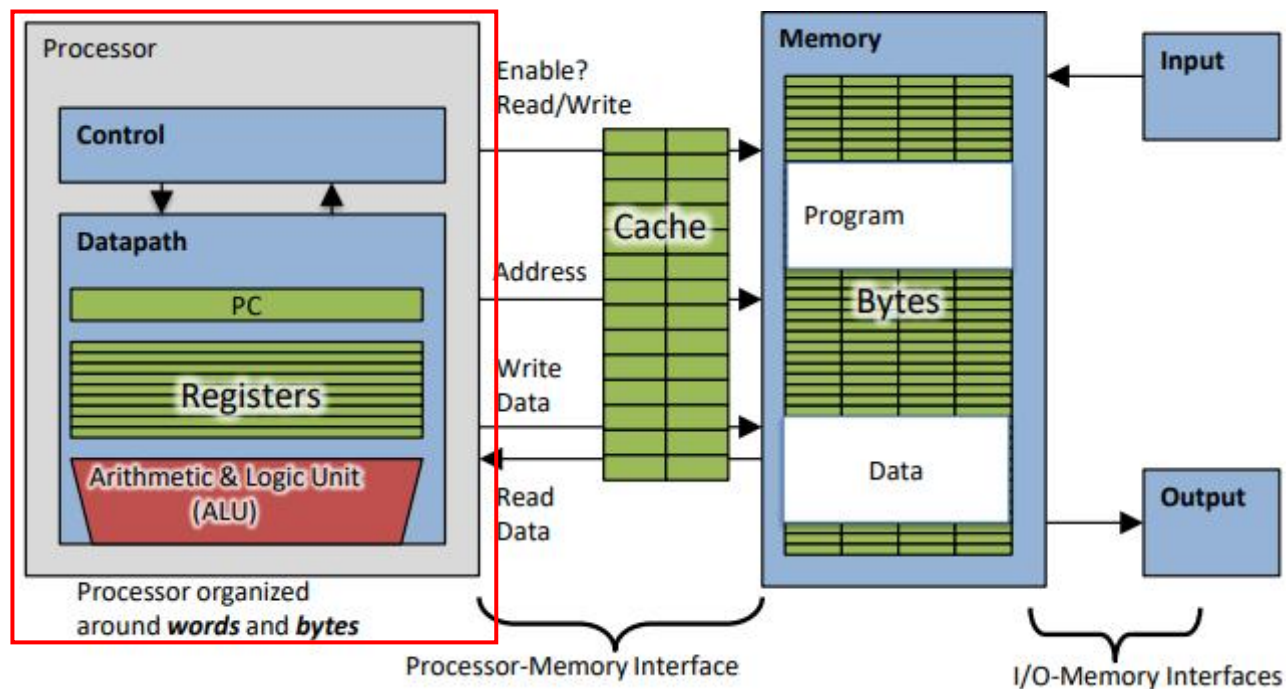
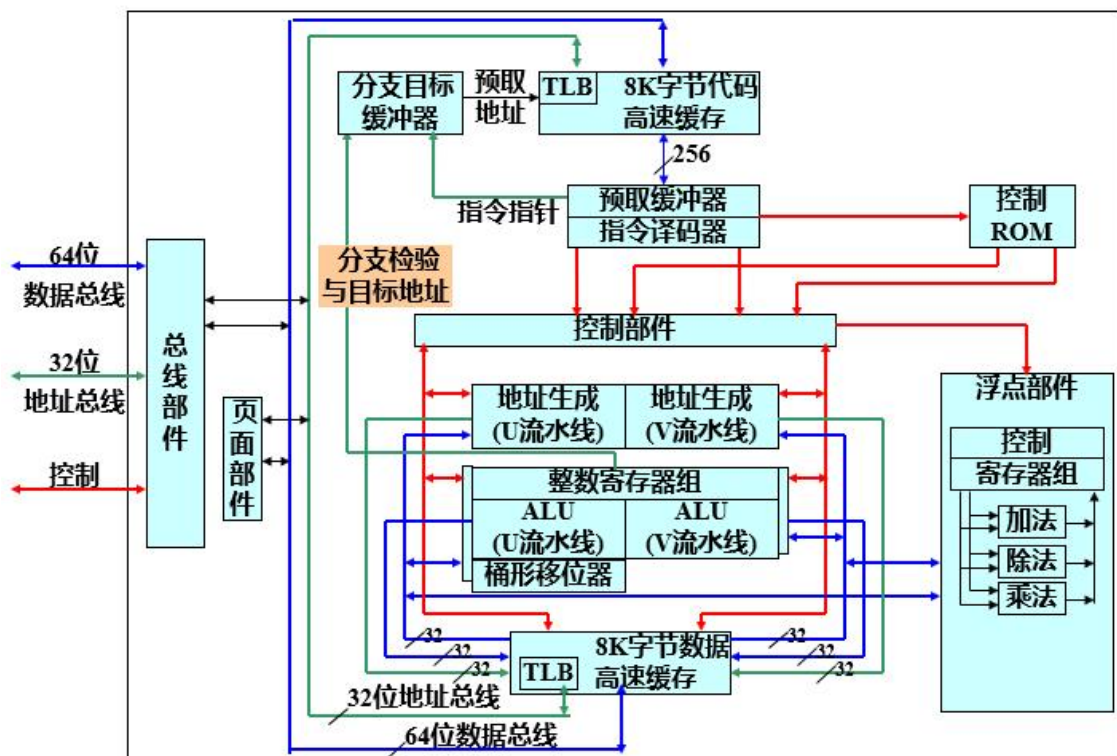
已封装在芯片中



数字系统实例——测量电机转速



数字系统实例——计算机系统



数字逻辑的知识脉络

后续课程：
如计算机组成原理等

本课程的内容

