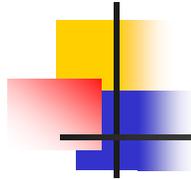
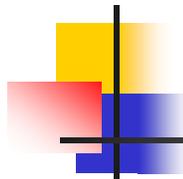


电子系统设计概论

2009 Spring
Duan@pku.edu.cn

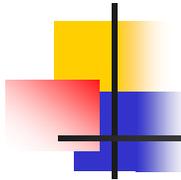


- n 课程简介
- n Lec1 电子系统设计概论



课程目的

- n 使学生掌握电子系统（模拟/数字）的设计过程及方法
- n 使学生掌握以CPU为核心的智能电子系统的设计方法
- n 使学生学会对电子系统的指标测试
- n 使学生学会技术开发文档的编写
- n 锻炼电子系统设计的综合能力



教学内容

- n Lec1: 电子系统设计概论
- n Lec2: 设计实例研究
- n Lec3: 专题讲座:
 - n 项目专题介绍
 - n PCB设计专题



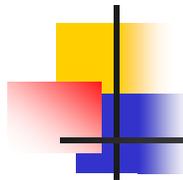
教员

n 授课教师:

- n 段晓辉, duan@pku.edu.cn, 理科2号楼2460, 62757531
- n 王志军, zjwang@pku.edu.cn, 理科2号楼2255, 62757494
- n 高繁民, gaofm@pku.edu.cn, 理科2号楼2541, 62763330
- n 张云峰, yfzhang@pku.edu.cn, 理科2号楼2543, 62754253

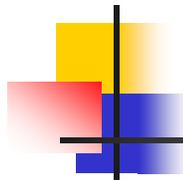
n 助教:

- n 孟玥婷 mengyueting@gmail.com
- n 曹勇



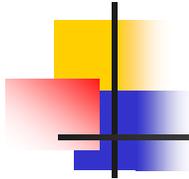
项目内容

- n 该课主要训练学生的综合实验能力，要求学生综合利用学过的理论知识和实验技能去实现一个比较完整的电子系统。每个实验分为基本部分和发挥部分。
 - n 一、数字化语音存储与回放系统
 - n 知识点：语音信号的采集、编码及滤波器的设计。
 - n 二、数控直流电压源
 - n 知识点：稳压电源的性能指标及实现。
 - n 三、实用信号源的设计和制作
 - n 知识点：信号生成及直接数字合成（DDS）方法。
 - n 四、视频时间字符叠加器
 - n 知识点：视频信号知识及FPGA应用。

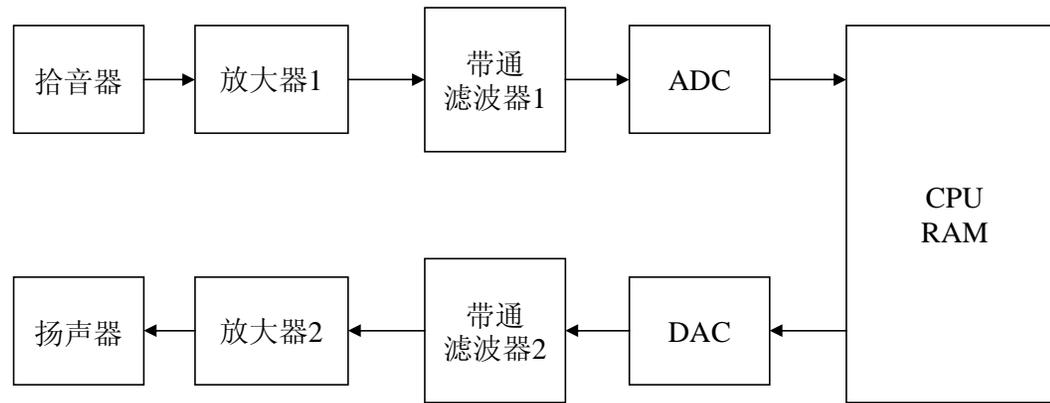


教学方式

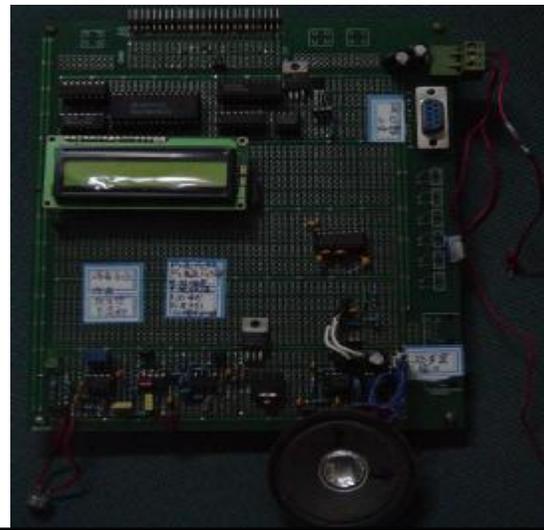
- n 自学/Project
- n Project驱动
 - n 3人组队
 - n 团队合作
- n 介绍视频

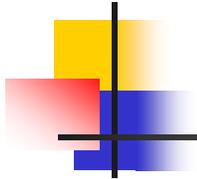


项目一、数字化语音存储与回放系统

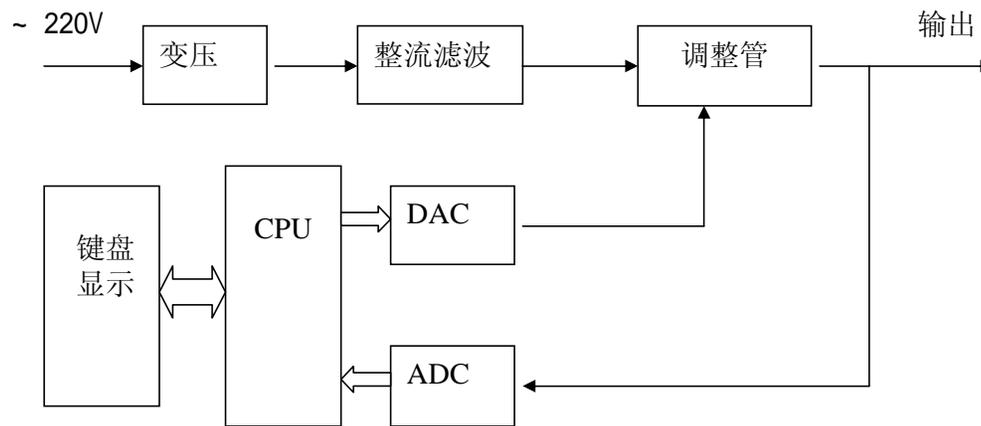


作品



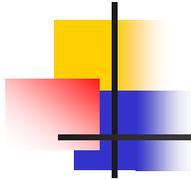


项目二、数控直流电压源

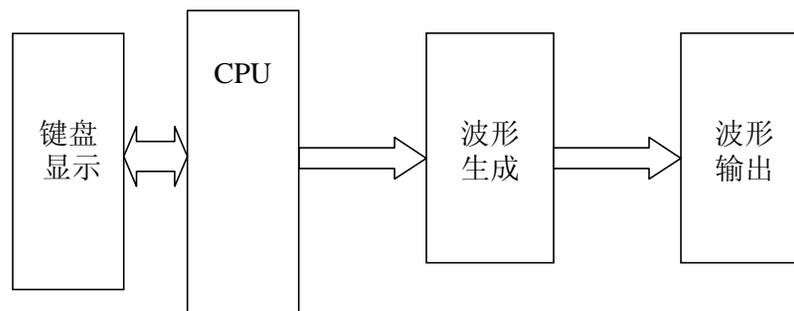


作品



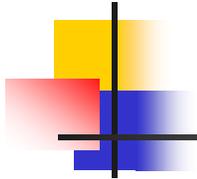


项目三、实用信号源的设计和制作

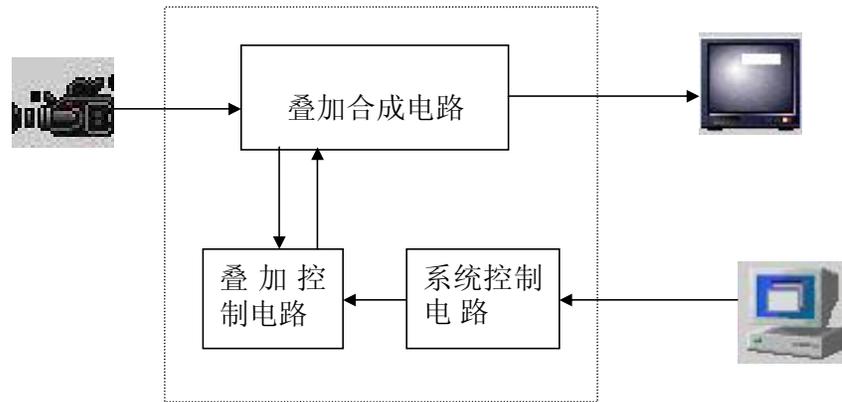


作品

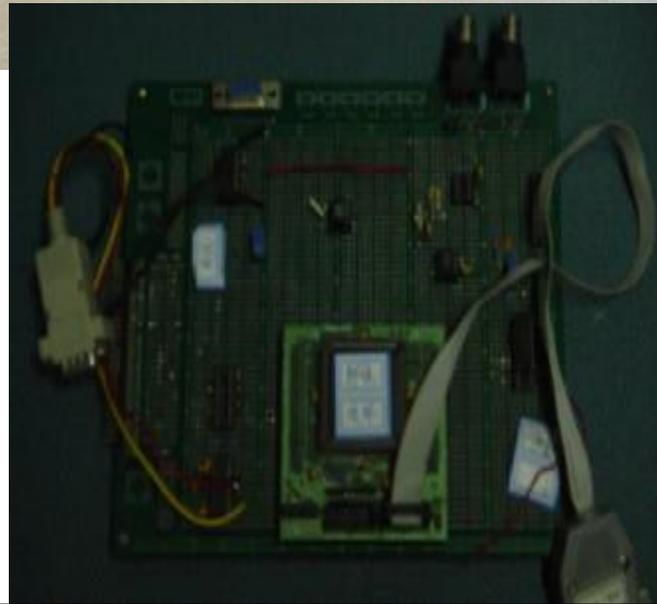


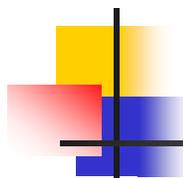


项目四、视频时间字符叠加器



作品

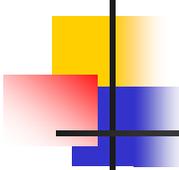




教学日程

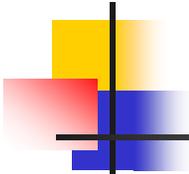
教学日程

Weeks	周一日期	Work	Checkpoint	Remark
1	2/16			
2	2/23	设计大课(1)—系统设计概论		2月22日
3	3/2	设计大课(2)—设计实例研究		3月1日
4	3/9	设计大课(3)—项目专题/PCB 专题 总体方案设计		3月8日
5	3/16	开发环境搭建		
6	3/23	模块硬软件设计仿真	提交系统方案设计报告	
7	3/30	硬件电路图设计		
8	4/6	关键模块验证测试 PCB 设计绘制		
9	4/13	PCB 制作加工	提交系统详细设计报告	
10	4/20	模块电路焊接/测试		
11	4/27			
12	5/4	基本系统联调	中期检查	
13	5/11	扩展系统联调		
14	5/18	系统初步测试		
15	5/25			
16	6/1	项目验收 项目答辩 (6/7)	验收演示系统功能 提交项目设计报告	
17	6/8			
18	6/16			



系统方案设计报告

- n 1) 设计要求：
 - n 系统主要技术指标与功能
- n 2) 设计思路：
 - n 分析题目要求，划分模块，系统组成框图，模块功能，系统工作原理，采用的技术，扩展的功能
- n 3) 调试/测试方案
- n 4) 日程安排
- n 5) 项目组织分工



系统详细设计报告

- n 1) 设计要求:
 - n 系统主要技术指标与功能
- n 2) 总体方案
 - n 总体框图, 关键方案论证与比较计算
- n 3) 硬件详细设计
 - n 硬件模块框图, 模块方案分析比较, 模块方案选择, 模块设计计算
- n 4) 软件详细设计
 - n 软件框图, 软件总体流程图, 软件模块流程图
- n 5) 调试/测试方案
- n 6) 附录:
 - n 电路原理图, PCB布线图

项目设计报告

(一) → 摘要

对本项目及完成情况的概要介绍，关键词。

(二) → 系统方案论证

对本项目采用的系统方案进行论证，要有多种方案的比较，给出所采用方案的系统框图。

(三) → 理论分析与计算

对本项目采用的部件（元器件）、方法、算法进行理论分析与计算，证明其符合要求。

(四) → 重要电路设计

对本项目采用的关键电路进行设计分析、比较，给出原理图。

(五) → 软件流程

软件流程图、模块说明。

(六) → 系统功能及使用方法

使用说明书。

(七) → 系统测试及结果分析

给出测试方法、所使用仪器、测试数据及测试结果分析（误差分析）。

(八) → 进一步讨论

系统性能的进一步改进措施等。

(九) → 结束语

(十) → 附录

参考文献

电路图/PCB图/实物照片

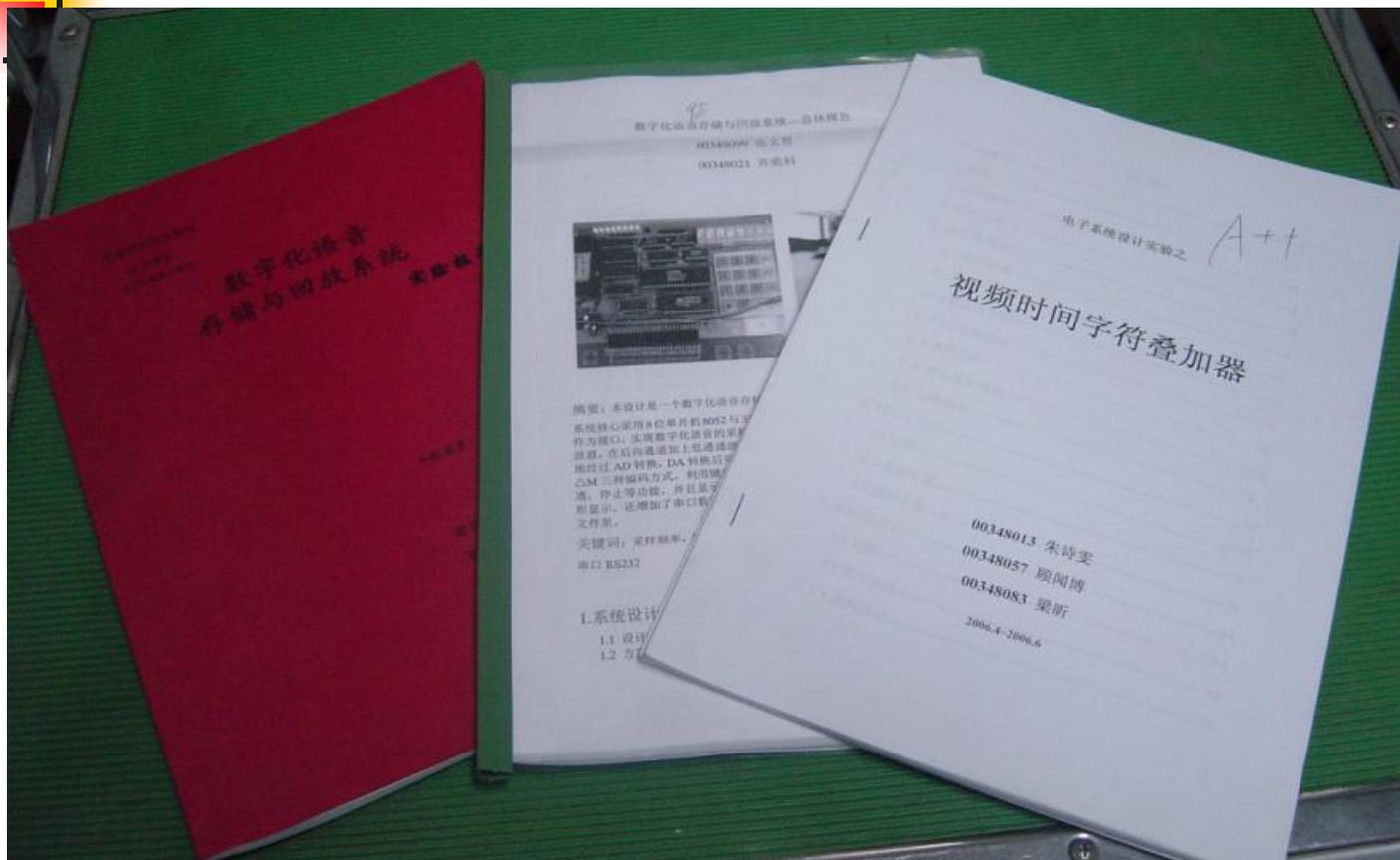
元器件清单（BOM）

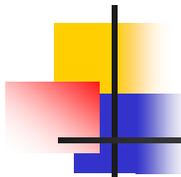
程序源代码

FPGA设计源代码

用户使用手册（系统说明，功能说明，使用说明，注意事项）

最终项目报告

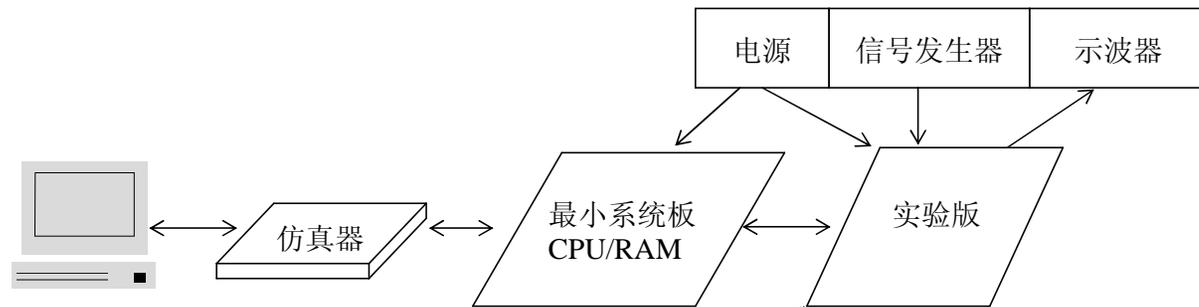




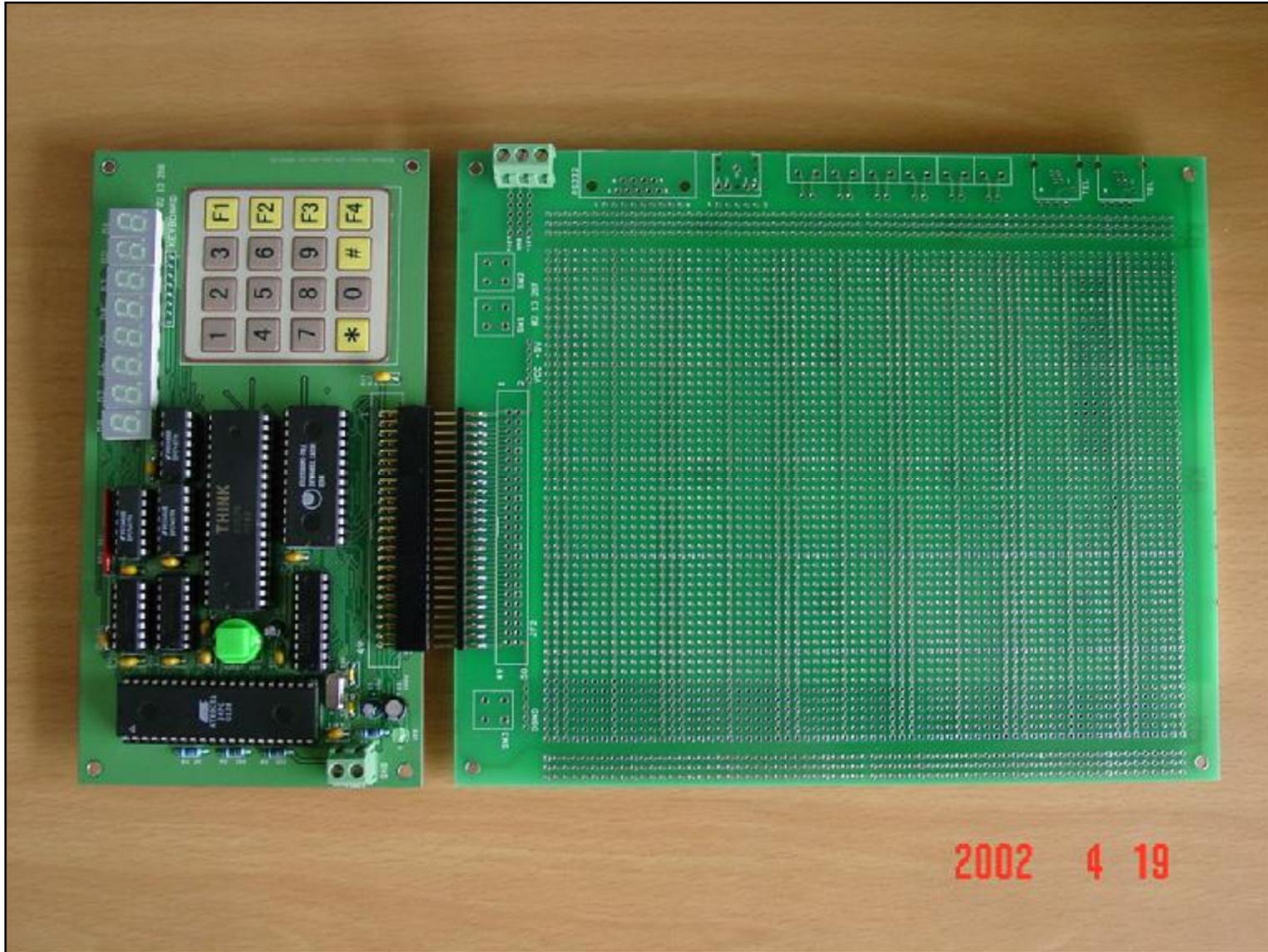
项目答辩

- n 答辩时间：6月7日
- n 答辩地点：另行通知
- n 答辩形式：PPT讲解，
 - n 小组为单位，每组10分钟，提问5分钟
- n 提交材料：
 - n 实验报告打印版
 - n 答辩PPT讲稿（电子版）,实验报告, 软硬件原码
- n 答辩分组：另行通知

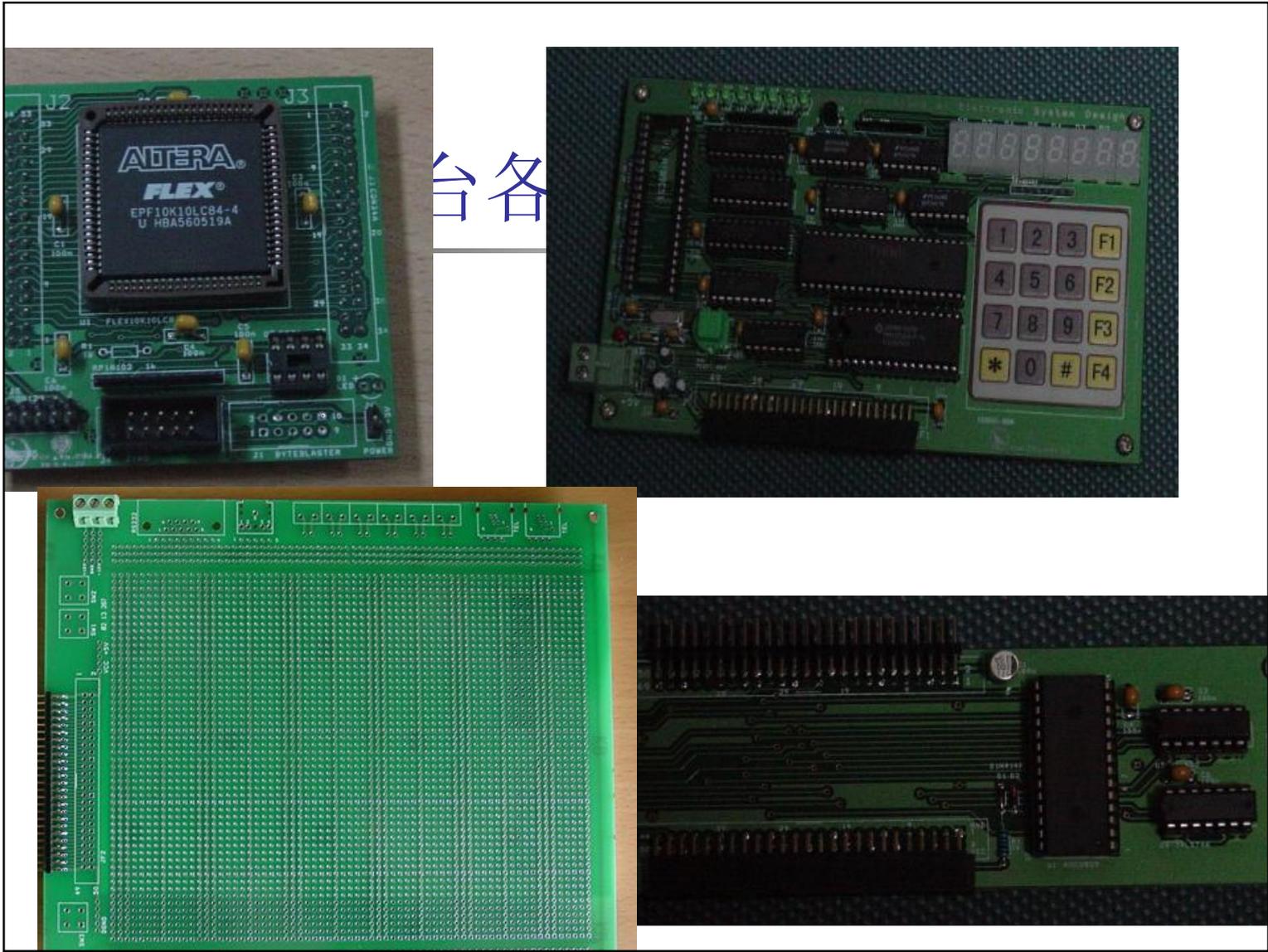
实验平台与设备



实验一~实验四
PCB制板,电路焊接、调试



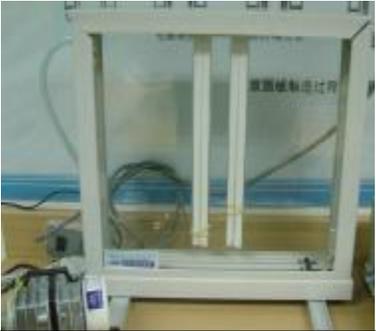
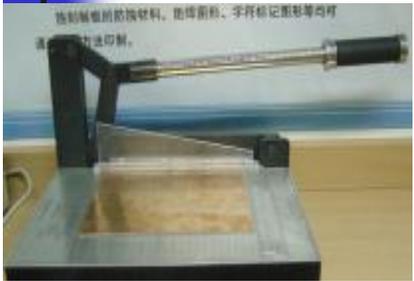
2002 4 19

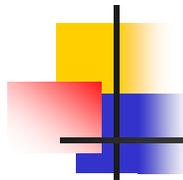


PCB制版



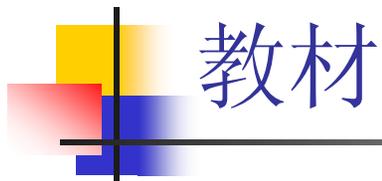
PCB制板





成绩评定

n	文档提交:	40分		
	n	书面系统方案设计报告	10分	迟交扣2分
	n	书面系统详细设计报告	20分	迟交扣2分
	n	书面项目设计报告	10分	迟交扣2分
n	平时表现:	5分		
n	中期检查:	5分		
n	验收测试:	40分		
	n	测试数据:	20分	
	n	布局布线:	10分	
	n	创新表现:	10分	
n	答辩表现:	10分		



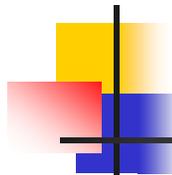
教材

n 教材

- n 电子系统设计实验讲义/实验指导(自编)

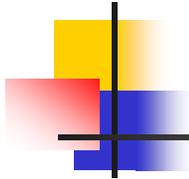
n 教学参考书

- n [1] 电子系统设计,何小艇,浙江大学出版社,2000
- n [2] 全国大学生电子设计竞赛训练教程,黄智伟,电子工业出版社,2005
- n [3] EDA技术实用教程,潘松,科学出版社,2002



相关链接

- n [1] www.21ic.com IC & Papers
- n [2] www.zlgmcu.com 8051
- n [3] www.altera.com.cn CPLD/FPGA
- n [4] www.analog.com AD analog devices
- n [5] www.maxim-ic.com.cn Maxim IC
- n [6] www.ti.com.cn TI IC
- n [7] www.fpga.com.cn 可编程逻辑器件中文网站



- n **EElab.pku.edu.cn**

- n Lecture

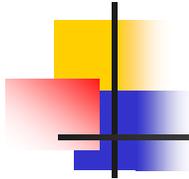
- n Schedule

- n Name list

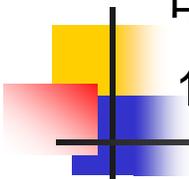
- n System Board Schematics: D51_sch.pdf, fpga.pdf, ad_da.pdf

- n Test program: Board_test.asm

- n IC Material List: Ic_list.txt



Lec1 电子系统设计概论



电子系统设计

1、概述

n 系统

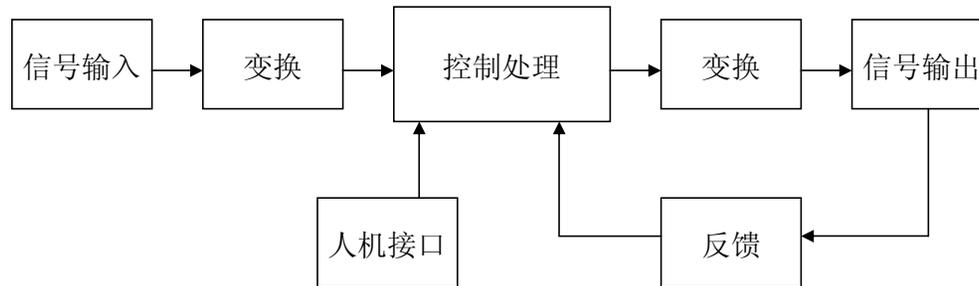
n 由两个以上各不相同且互相联系、相互制约的单元组成的、在给定环境下能够完成一定功能的综合体

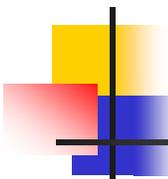
n 电子系统

n 由电子元器件或部件组成的，能够产生、传输或处理电信号及信息的客观实体

电子系统设计

1、概述





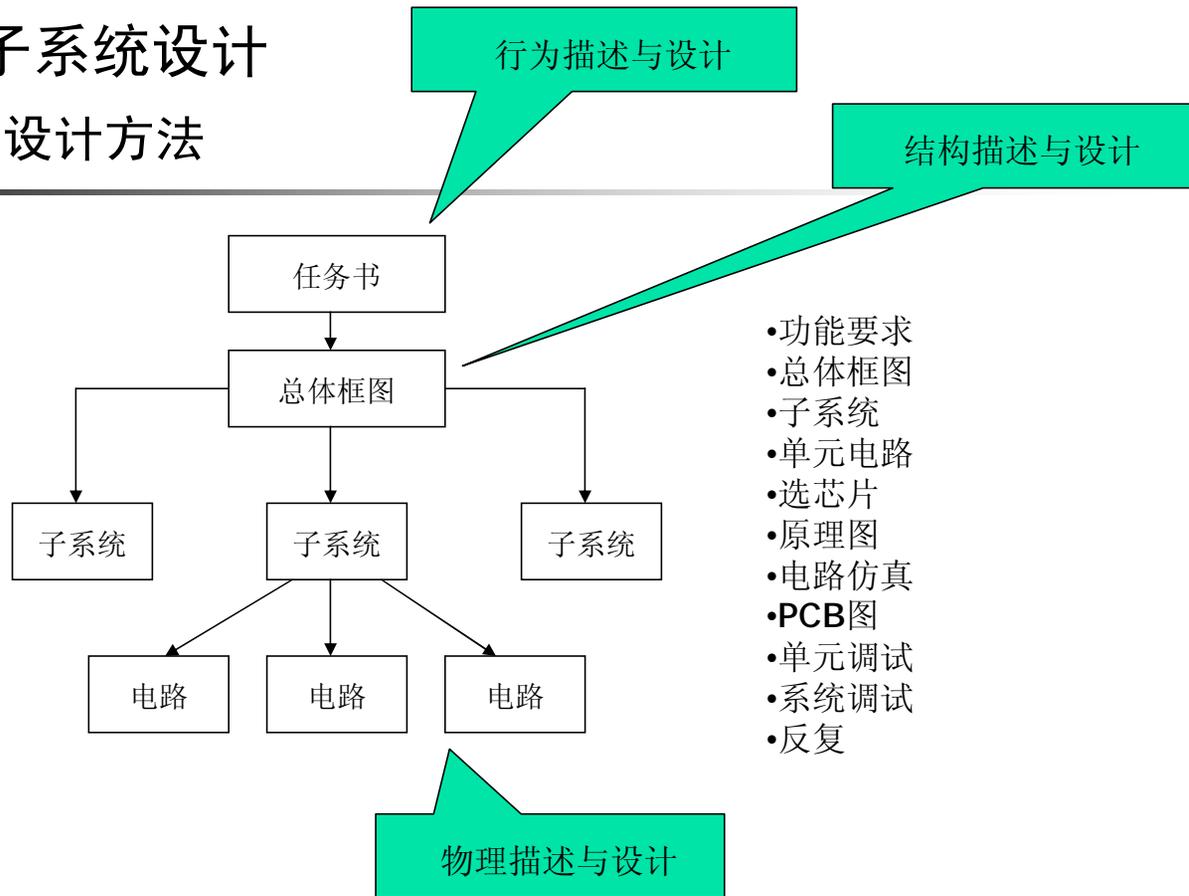
电子系统设计

2、设计方法

- n Top-Down
 - n 概念驱动
- n Bottom-up
 - n 部件驱动
- n TD&BU Combined

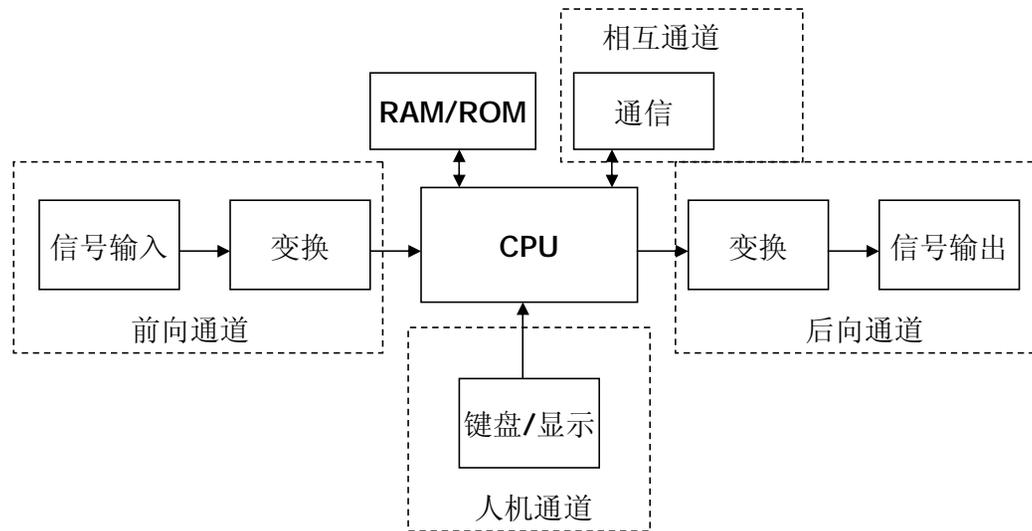
电子系统设计

2、设计方法



电子系统设计

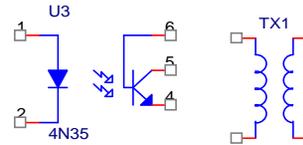
3、单片机为核心的电子系统



电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（前向通道）

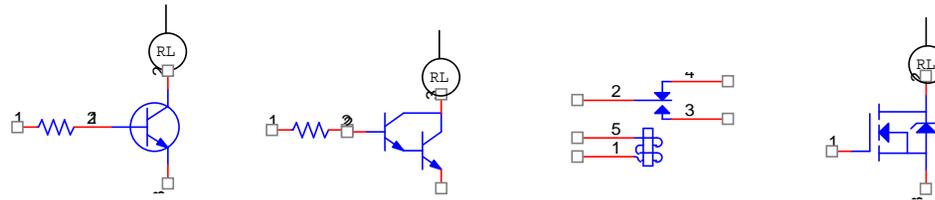
- 信号 { 模拟信号 (V、I) : 隔离/放大 → 滤波 → A/D
数字信号 (开关、数字) : 放大整形 → 隔离
- 隔离: 光电隔离 (数字/模拟) ; 变压器 (模拟)
- 放大: 运算放大器 (低噪声: NE5532)
- 滤波: RC有源滤波器
- A/D { 逐次逼近: 快、抗干扰差 (ADC0809: 8位、100us)
双积分: 慢、抗干扰好
- 传感器、变送器: { **I: 0mA~10mA、4mA~20mA**
V: 0~5V、1~5V



电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（后向通道）

- 输出 { 隔离 → 功率驱动（开关量、数字量）
D/A → 滤波 → 隔离 → 功放（模拟量）
- 功率驱动：功率管、达林顿管、继电器、场效应管

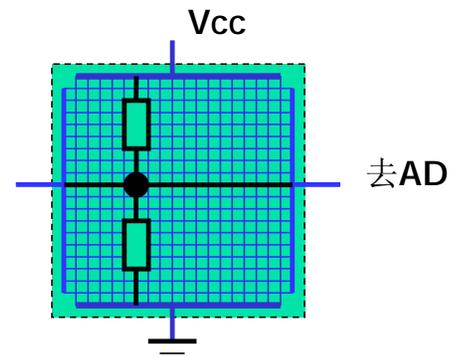
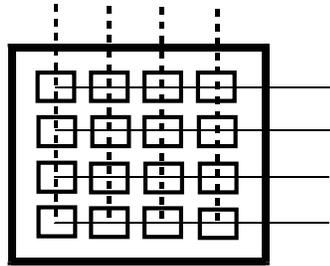


- D/A: DAC0832（8位、1us）
- 功放：甲类、乙类、丙类、功放模块

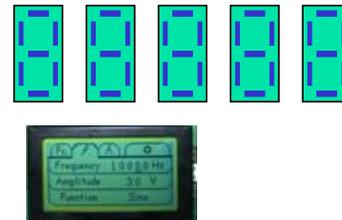
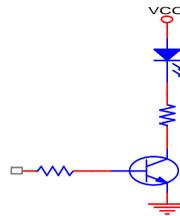
电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（人机通道）

- 键盘、红外遥控、触摸屏



- 显示：LED、LCD、CRT
- 打印机接口
- 8279、8255



电子系统设计

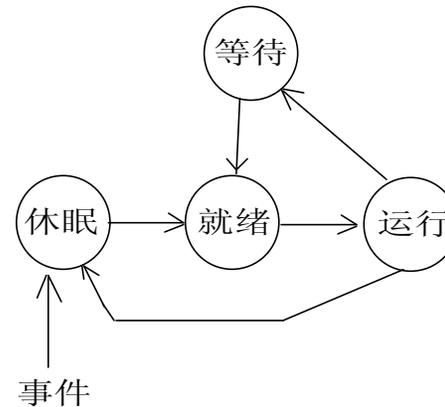
3、单片机为核心的电子系统（相互通道）

- 信道 {
 - 有线: {
 - 基带: RS232 (15m/19.2K)、422/485 (1km/115.2K)
 - 调制: modem (FSK、PSK) 等
 - 无线: modem (FSK、GMSK) 等
- 长线传输的驱动、匹配、隔离
- 通信规程: ARQ反馈重发等
- RS232异步通信: 8251/16C550

电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（软件）

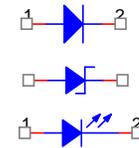
- 实时多任务方法编程
- 任务 { 休眠态：无事情
就绪态：等待CPU任务调度
运行态：CPU执行任务
等待态：自行延时一段时间
- 事件（中断）激活；
- 任务调度（优先级）
- 避免占用CPU执行等待
- 软件与硬件结合考虑
- 异常情况处理
- 汇编、C语言、VHDL、嵌入式操作系统



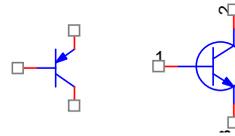
电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（元器件选择）

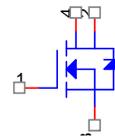
- 二极管：压降、最大容许电流、反向耐压、速度
整流、开关、检测、稳压、发光



- 三极管：硅/锗、放大倍数 β 、
最大电流、耐压、带宽



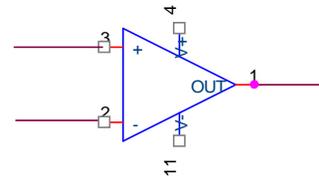
- 场效应管：电压驱动
最大电流、耐压、带宽

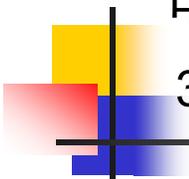


电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（元器件选择）

- 模拟器件：
运算放大器、比较器、模拟开关、V/F、F/V
乘法器、对数放大器、滤波器等
- 运算放大器：
开环增益：70dB~100dB
带宽：GB=增益*带宽为常数，几兆
输入阻抗：250K
输出阻抗：150Ω
失调电压：mV
共模抑制：80dB
输入噪声：uV
- 比较器





电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（元器件选择）

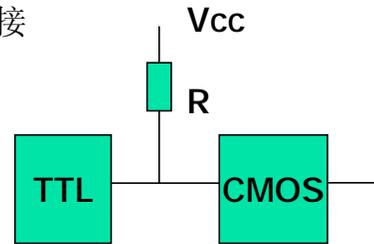
- 数字器件：
组合电路、时序电路、特殊功能电路
速度、电源电压、功耗、功能等
- LS系列：速度快、功耗大
- CMOS 4000系列：速度慢、功耗小
- HC系列：速度快、功耗小

电子系统设计

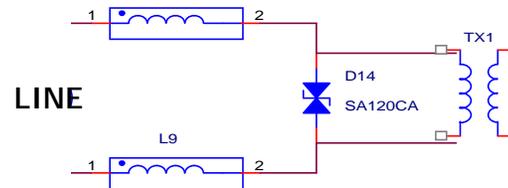
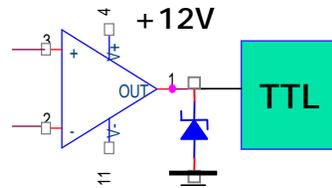
3、单片机为核心的电子系统（接口）

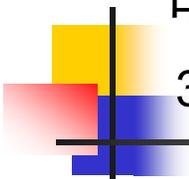
- 模拟电路：阻抗匹配、输出驱动
- 数字电路：负载能力、门电路连接

驱动门	负载门
$V_{OHmin} > V_{IHmin}$	
$V_{OLmax} > V_{ILmax}$	
$I_{OHmax} > I_{IHmax}$	
$I_{OLmax} > I_{ILmax}$	



- 接口保护





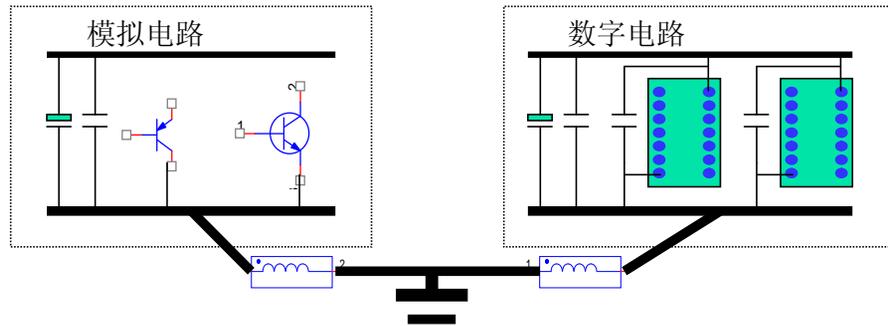
电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（抗干扰）

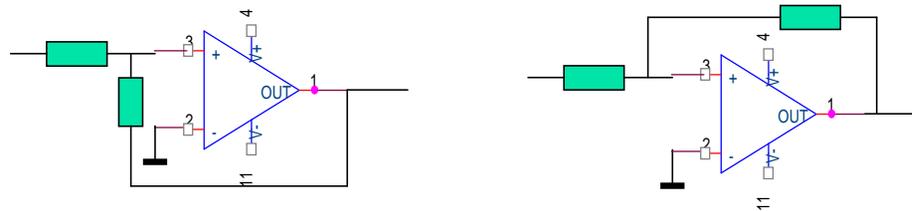
- 干扰 {
 - 空间干扰：（小，屏蔽）
 - 供电干扰：（交流稳压、隔离变压、低通滤波、直流稳压）
 - 通道干扰：（PCB的布局、布线）
- 数模混合电路相互干扰，数字干扰模拟；
- 怕干扰区远离噪声元件（晶体）；
- 振荡电路、高频电路用地线圈起来；
- I/O驱动、大功率器件靠近电路板边缘；
- 布线走弧线，避免90度折线；
- 时钟线要远离I/O线，或垂直于I/O线；
- 每个集成芯片要加一个去耦电容；
- 弱信号、高频、大功率输入输出使用屏蔽线；
- 数字地与模拟地分离，不交叉；
- 数字地、模拟地、电源地采用一点接地；
- 数字地、模拟地、电源地连接使用串接电感

电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（抗干扰）



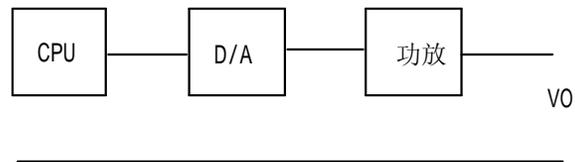
- 反馈布线



电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（调试）

- 系统调试：
单元电路调试：满足设计指标
单元与单元电路连接调试：注意接口
系统调试：软硬件，满足系统指标
- 误差分析：



D/A量化误差、D/A基准电压误差（温漂）、功放误差
系统最大误差为各最大误差之和

电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（性能指标）

- 系统功能
- 可靠性
- 低功耗：

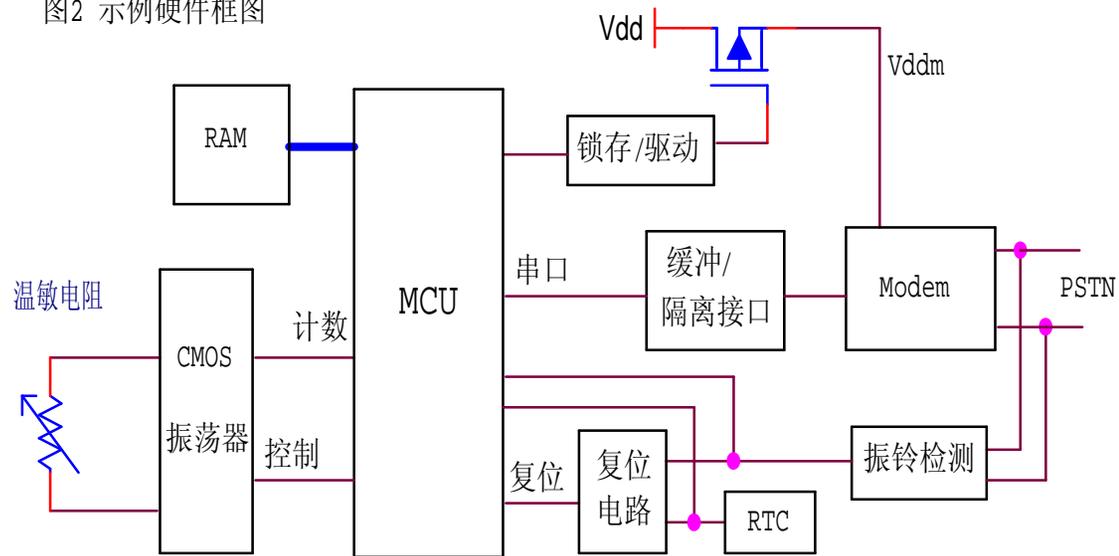
$$P_S = \frac{1}{2} \times f \times V_{dd}^2 \times \sum_{g \in S} A_g \times C_L^g$$

- 降低电源电压 V_{dd}
- 降低电路活跃因数 A
- 减少门数
- 降低时钟频率 f
- 降低 CPU 外活动度
- 电源管理

电子系统设计

3、单片机为核心的电子系统（性能指标）

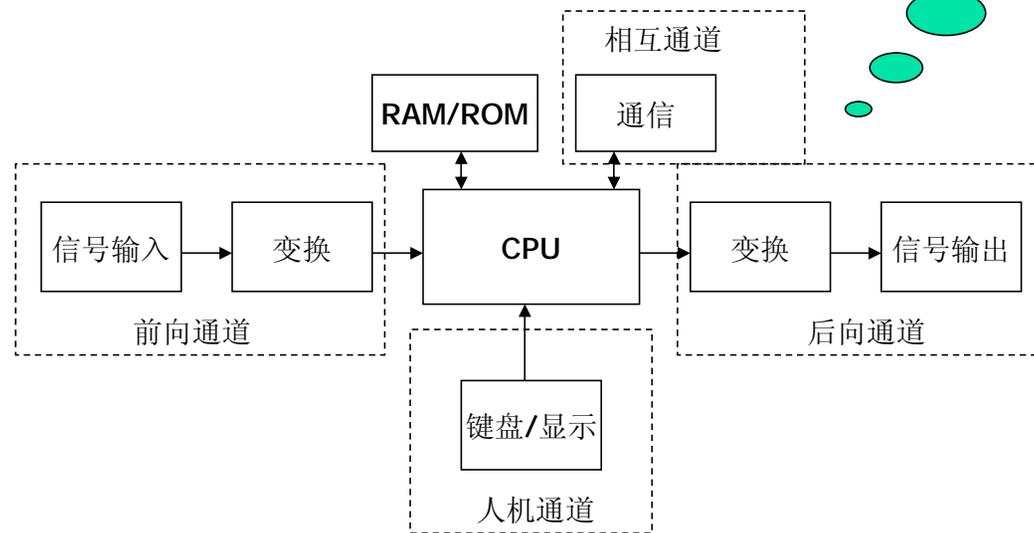
图2 示例硬件框图

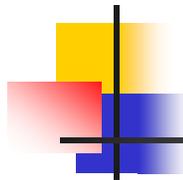


Review:

单片机为核心的电子系统

系统指标





Q & A

- n Thanks for your attention
- n Any questions?