

# 电子技术课程设计

## 绪 论 课

清华大学自动化系检测与电子技术研究所/  
电工电子实验教学中心

任艳频 [renyp@tsinghua.edu.cn](mailto:renyp@tsinghua.edu.cn)

秦俭 [lysh@tsinghua.edu.cn](mailto:lysh@tsinghua.edu.cn)

# 教学团队

任艳频 秦 俭 赵晓燕 李振刚

苗 准 李 瑄 户孝围 宋新芳

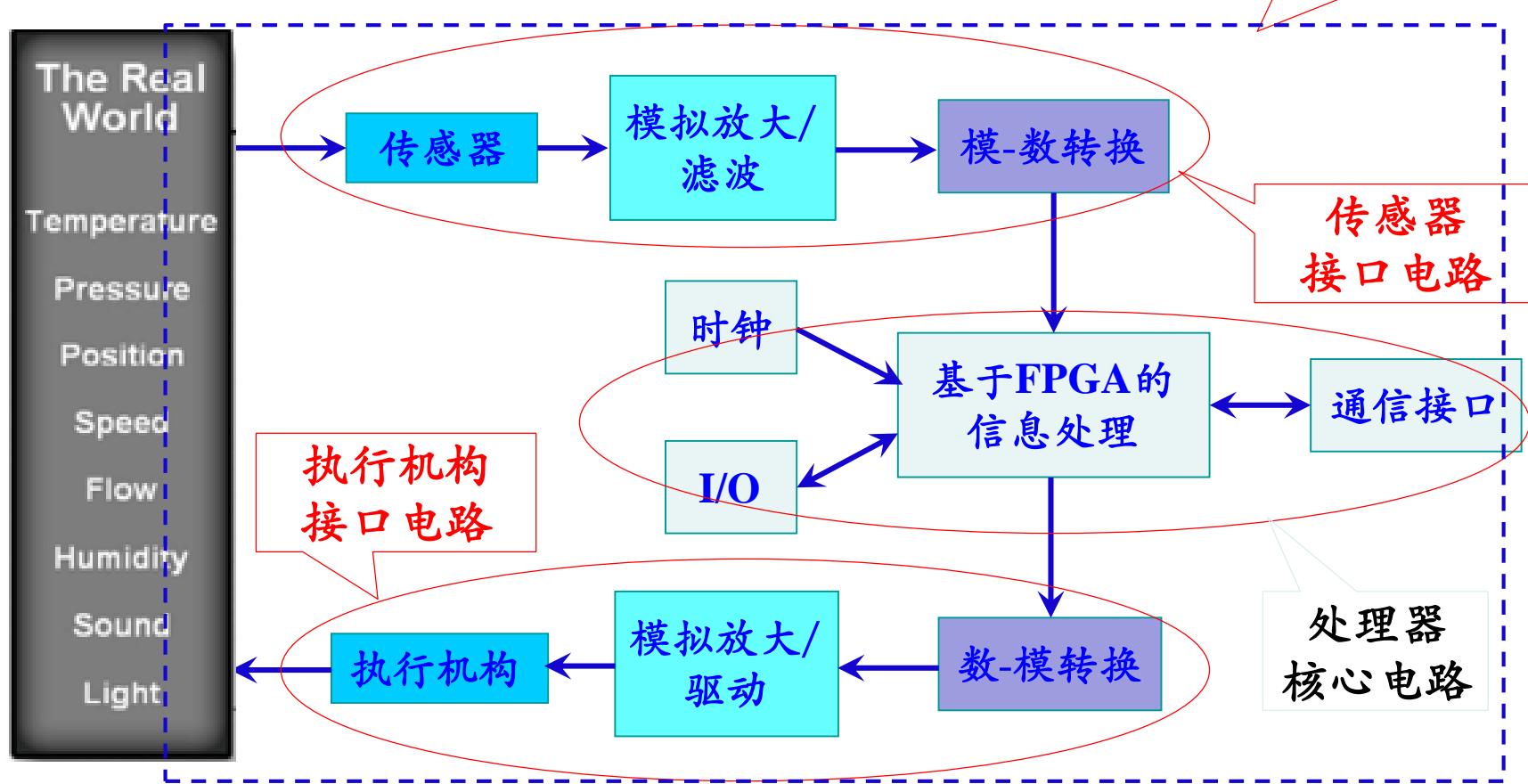
刘 桥 黄 俊 郭东旭 郭玉成

# 主要内容

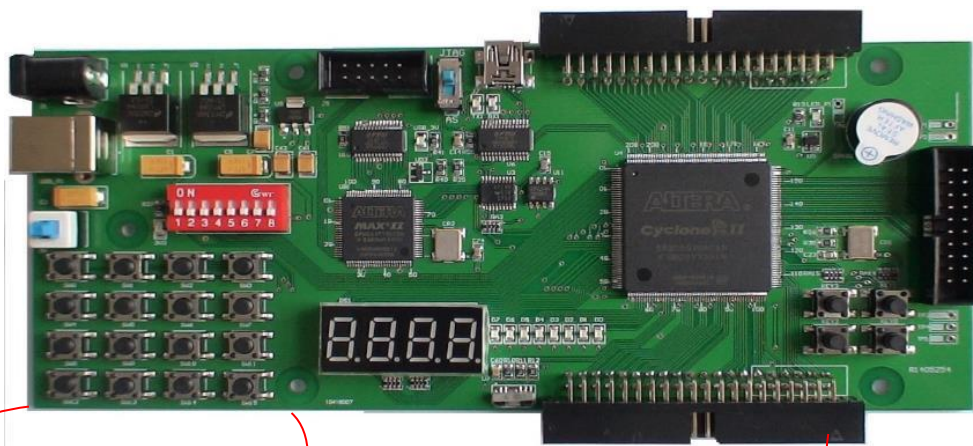
- 课程简介与教学安排
- 课程训练题目的选择
- 电源管理电路的实现
- 课程的成绩评定方法
- 实验环境与器件支持

# 教学内容-基于FPGA的电子系统设计与实现

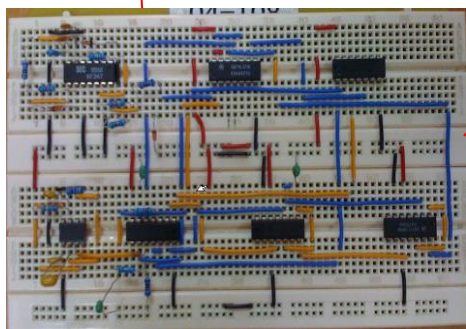
学堂在线MOOC课程：智能车制作-电子技术



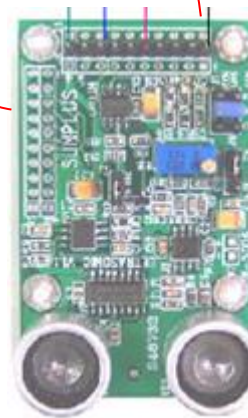
# 教学内容-基于FPGA的电子系统设计与实现



FPGA核心板



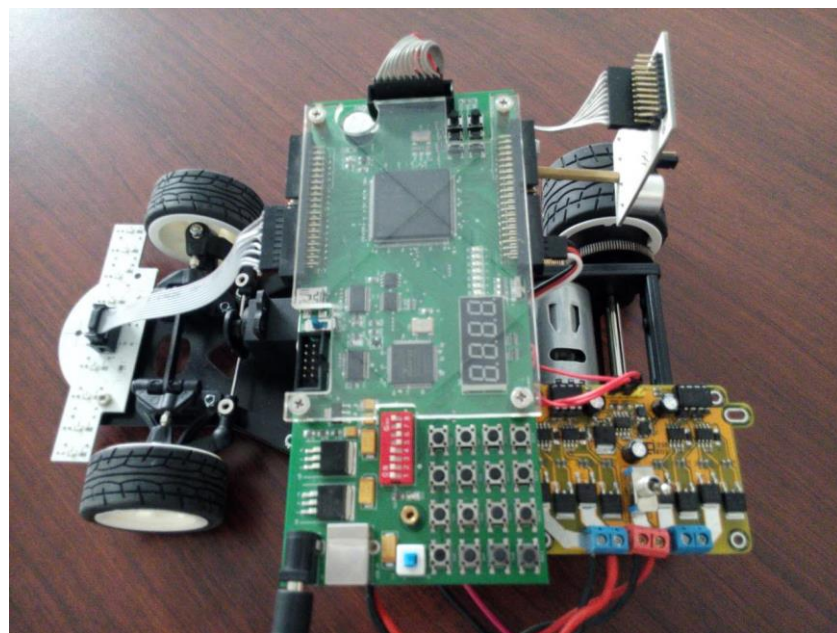
传感器及执行机构  
接口电路  
电源管理电路



# 教学内容-基于FPGA的智能小车示例

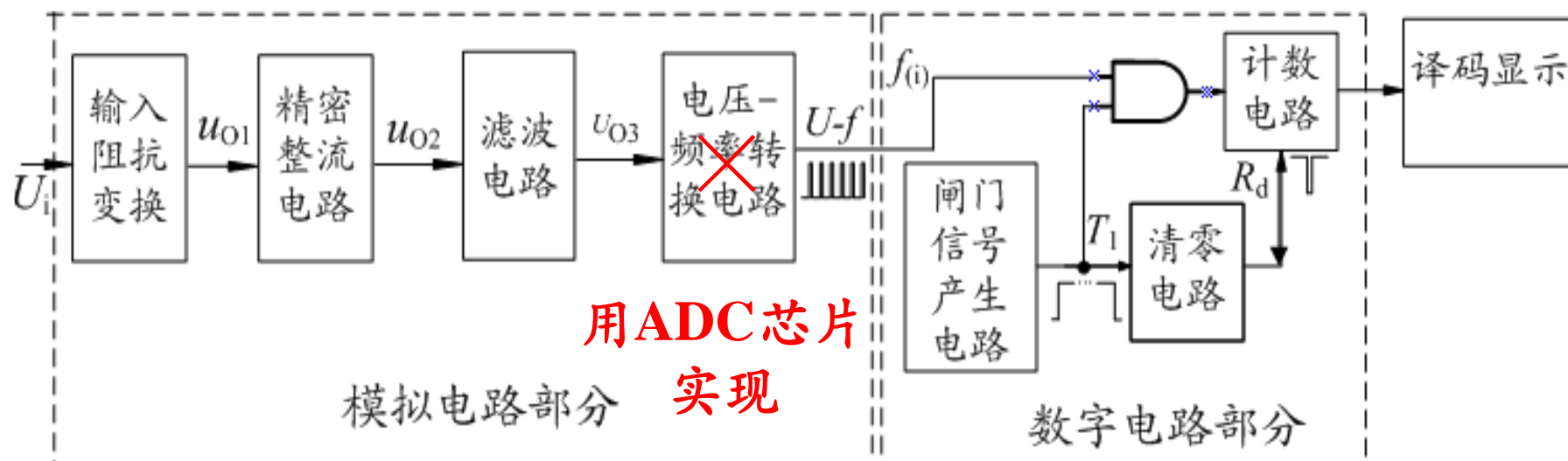


车模



安装了处理器核心板、接口电路板和电源管理电路板后的车模

# 教学内容-鼓励采用业界主流技术方案、主流器件



- ✓ 学习这些芯片的工作原理
- ✓ 学习如何用FPGA控制这些芯片的工作
- ✓ 有没有更优的技术方案?

# 教学安排-教学组织形式

✓2人一组，自由组合

班级	实验地点	教学内容		
		第10周 (8.28~9.1)	第11周 (9.4~9.7)	第11周 (9.8)
自51~自53	西主楼 3区228/229	选题报告 综合实验	综合实验	交流答辩
自54~自56	西主楼 4区209南/北	选题报告 综合实验	综合实验	交流答辩



# 教学安排-教学环节

✓ 完成课题选择和初步设计（参考文献）；

✓ 元器件准备；

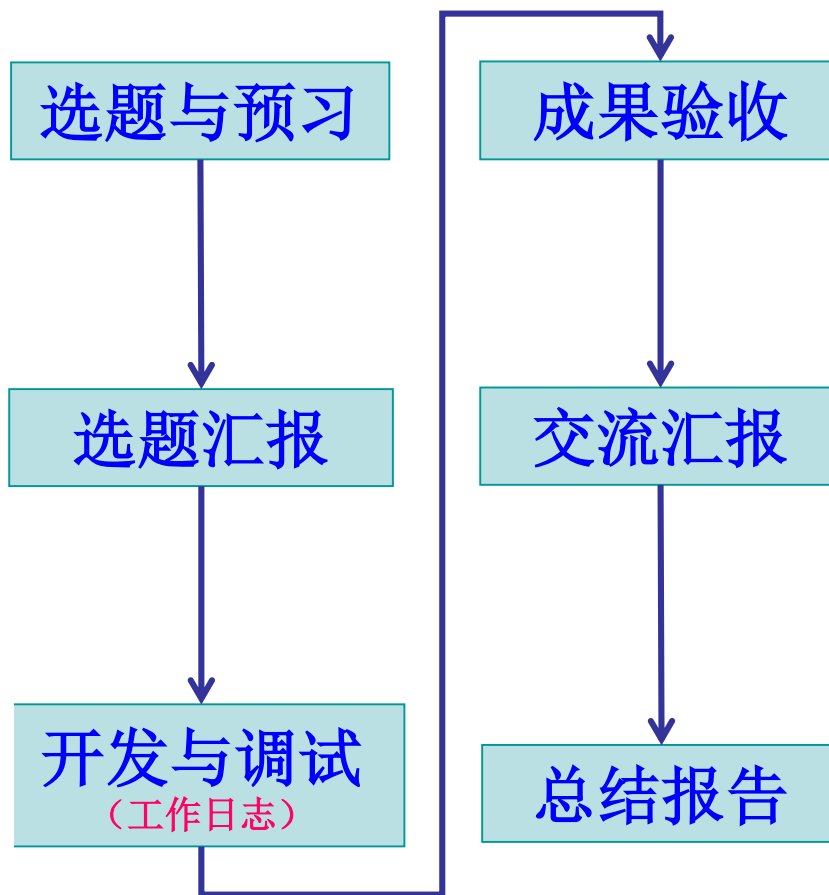
✓ 8.27晚12:00前上传预习报告到网络学堂

● 准备PPT；

● 第10周周一上午每组单独汇报

✓ 第10周周一~周五，第11周周一~周四8:30~16:30；

✓ 每半天为单位记录工作日志。



- ✓ 完成的功能；
- ✓ 达到的性能指标；
- ✓ 你所做的有益尝试
- ✓ 验收后拍摄视频，带解说，归还器件；

- 9.8周五上午进行；
- 准备PPT；
- 每组宣讲<8分钟，每人汇报各自工作；
- 交流设计思想/实现方法/调试体会。

- ✓ 实验结束后三天内提交至网络学堂；
- ✓ 每组提交一份报告即可；
- ✓ 组内贡献互评。

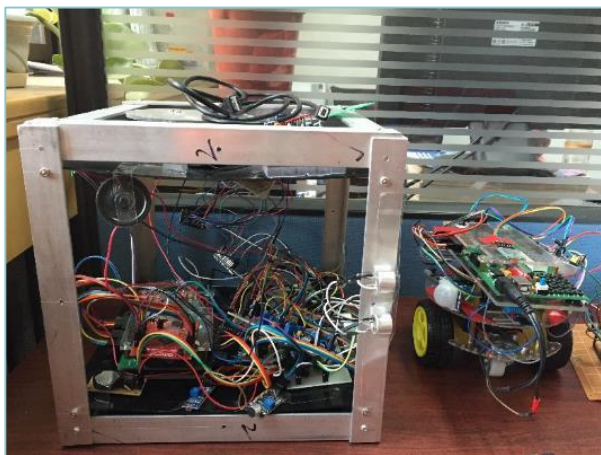
# 教学安排—预习/总结报告内容要求

- ✓ 选题背景及课题简介;
  - ✓ 方案比较与选择 (参考文献评述);
  - ✓ 基于**FPGA**的数字系统框图;
  - ✓ 传感器/执行机构接口电路图;
  - ✓ 基于**Webench**的电源电路仿真;
  - ✓ 课题开发与调试中出现的问题分析;
  - ✓ 创新点 (如有);
  - ✓ 附完整源码;
  - ✓ 附工作日志;
  - ✓ 附作品的视频。
- } 预习报告内容

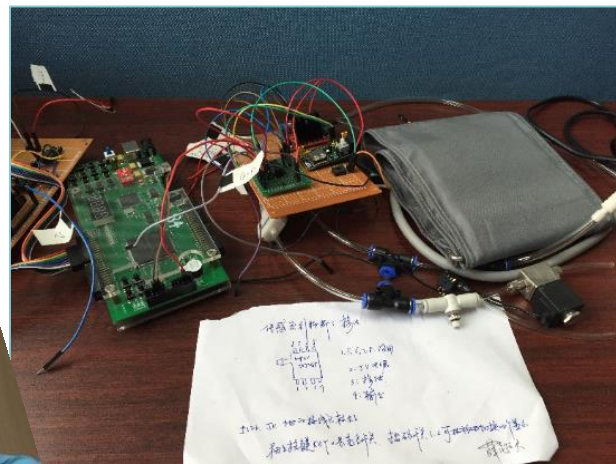
# 主要内容

- 课程简介与教学安排
- 课程训练题目的选择
- 电源管理电路的实现
- 课程的成绩评定方法
- 实验环境与器件支持

# 课题选择- “智能家居” (2015年)



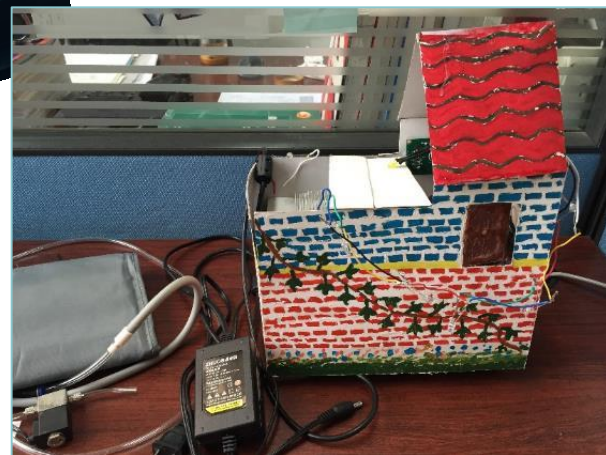
多功能传感器箱



血压计



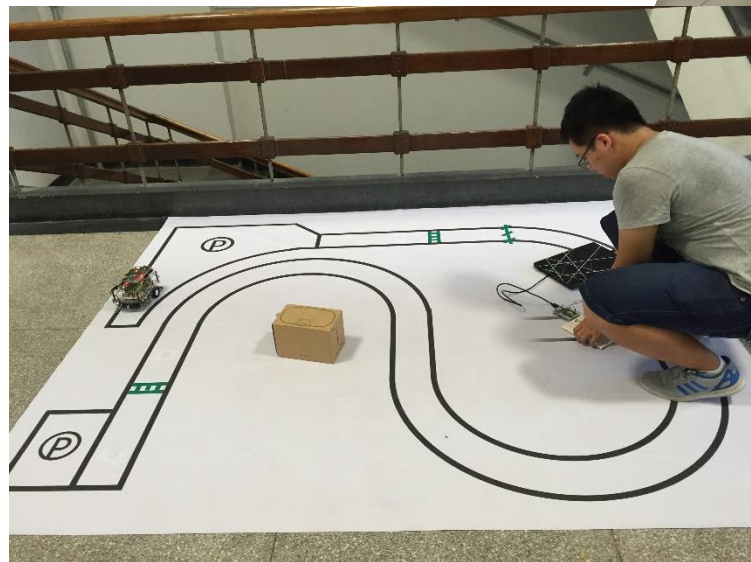
智能晾衣架



智慧小屋



# 课题选择- “智能交通” (2016年)



# 课题选择-今年

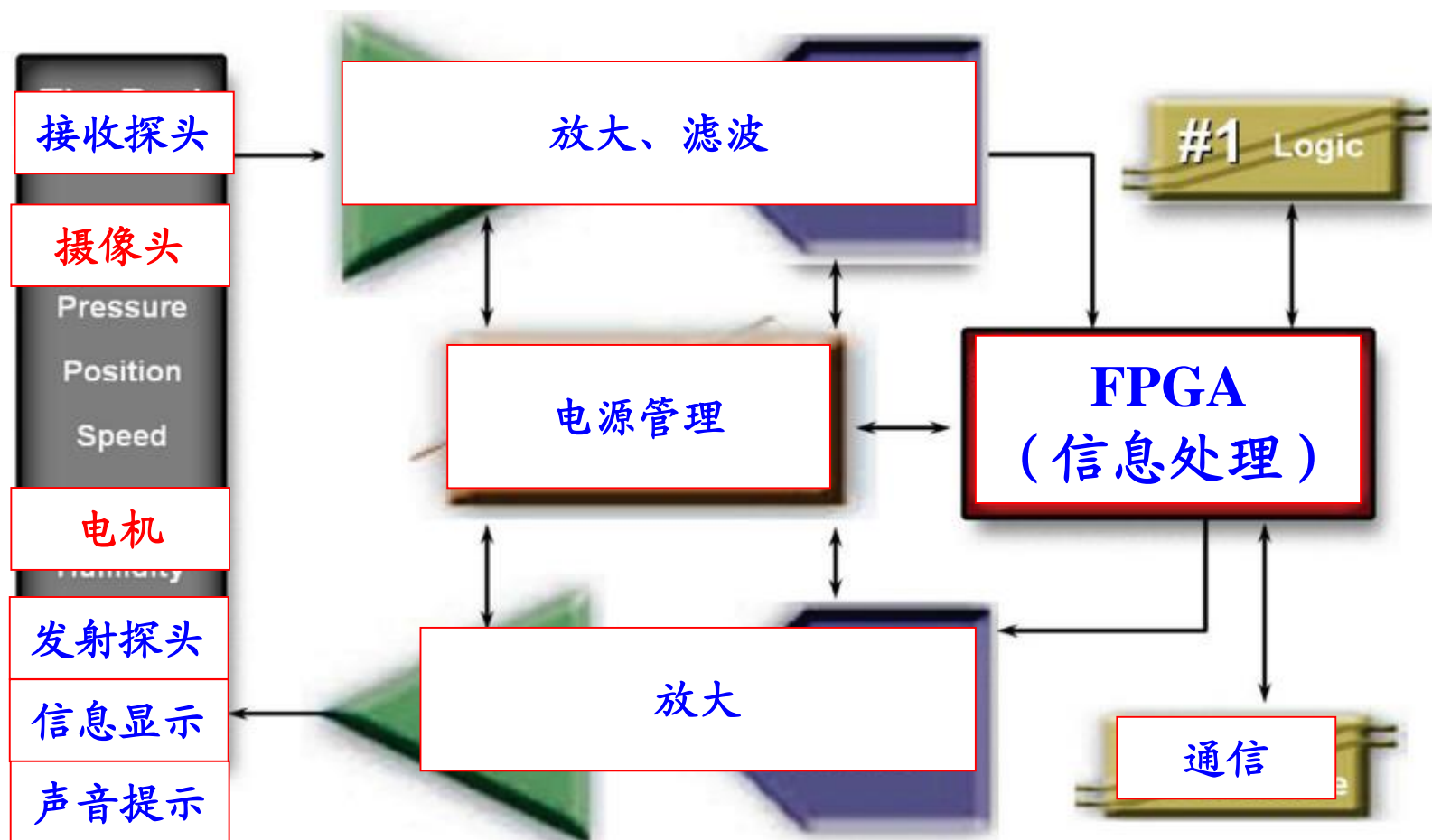
- 选题方向1：围绕**智能交通**主题自由选题
  - 两人一组，畅想未来智能交通的应用场景，**自行设定**你想实现的一个电子产品或应用；
  - 选择合适的**传感器和执行机构**，完成该电子产品或应用的方案设计；
  - 完成**传感器信号处理、执行机构驱动接口电路、电源管理电路**的设计和调试，完成基于**FPGA**的数字系统的设计、开发和调试；
  - 完成系统联调，**展示**你们所实现的电子产品或应用。

# 课题选择-今年

- 选题思路

- 高级驾驶辅助系统**ADAS**: 前车碰撞, 车道线偏离, 行人预警, 盲点探测
- 车路协同, 实现**智能驾驶或无人驾驶**: 通过传感器感知道路、障碍物等信息, 自动泊车
- 或报名**特别行动小组**: 基于**TI单片机和模拟器件的智能小车** (绪论课后即接受现场报名和邮件报名, 综合考察后录用**4人**, **6.26**前通知)

# 基于超声波测距的汽车防撞雷达



自动泊车系统

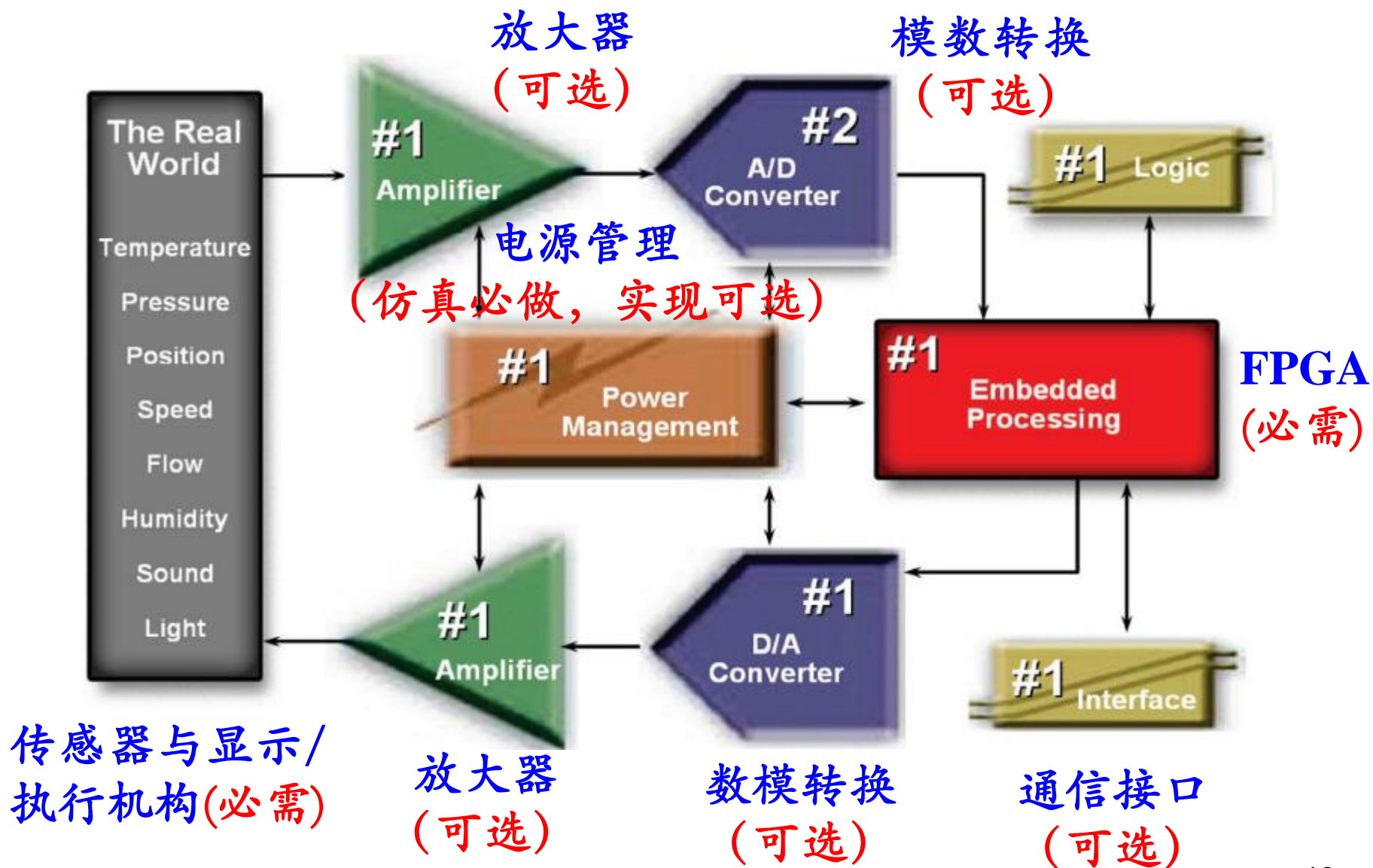


# 课题选择-今年

- 选题方向2：围绕智能服务主题自由选题
  - 两人一组，畅想未来智能服务系统的应用场景，自行设定你想实现的一个电子产品或应用；
  - 可以借助小车作为移动平台，武装智能感知、智能控制和智能行驶等功能，辅助构成智能服务系统；
  - 可有的服务应用：智能家居、智能仓库、智能物流、智能医疗
  - 或报名特别行动小组：无人购物商店原型搭建-智能货架（绪论课后即接受现场报名和邮件报名，综合考察后录用3人，6.26前通知）

# 选题要求

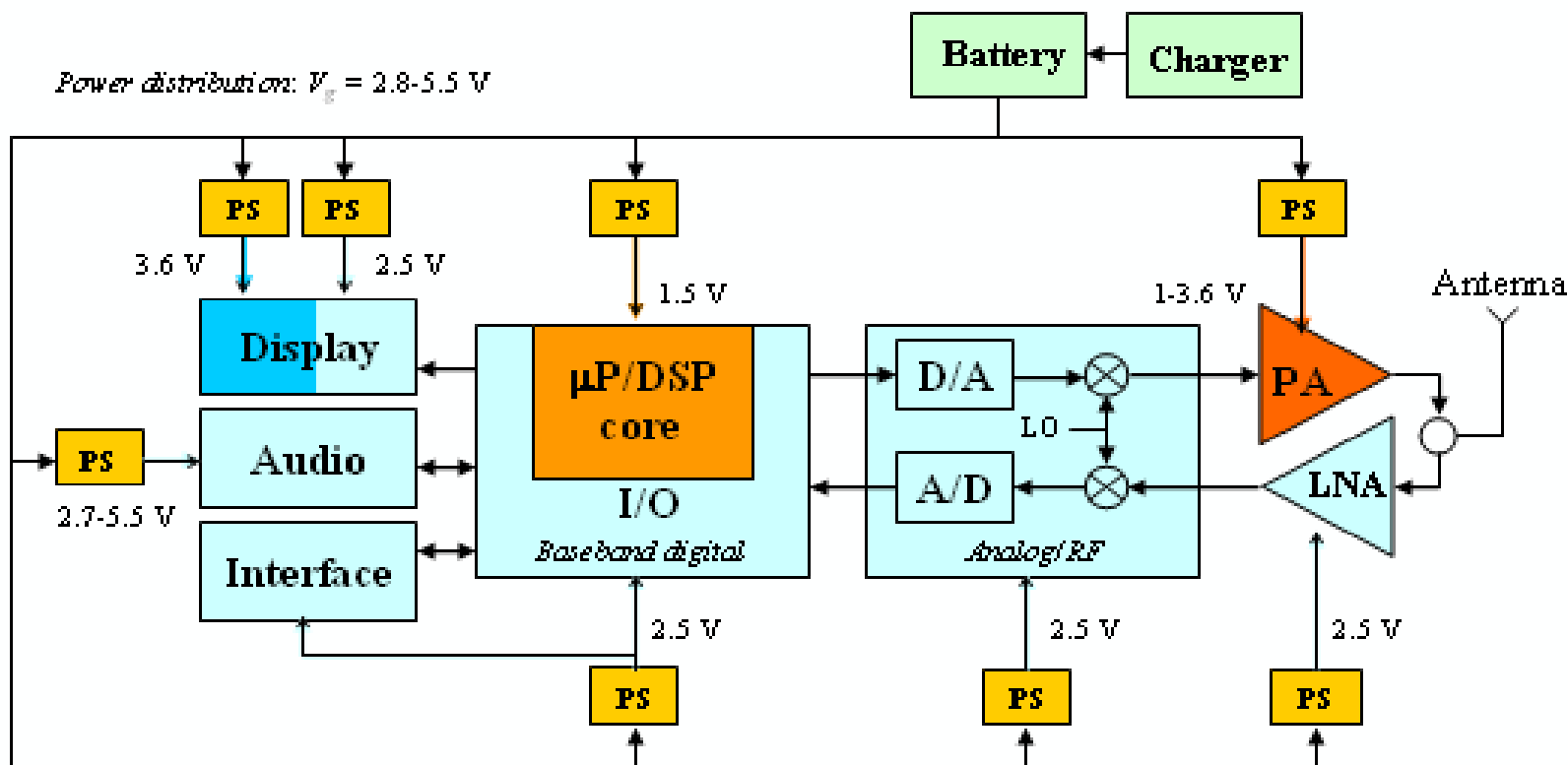
要求必须包含模拟电路部分



# 主要内容

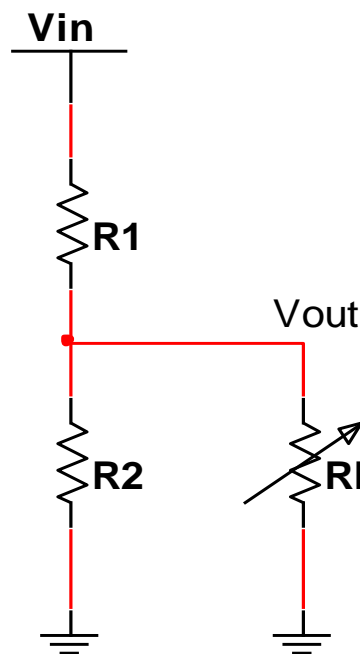
- 课程简介与教学安排
- 课程训练题目的选择
- 电源管理电路的实现
- 课程的成绩评定方法
- 实验环境与器件支持

# 电源管理

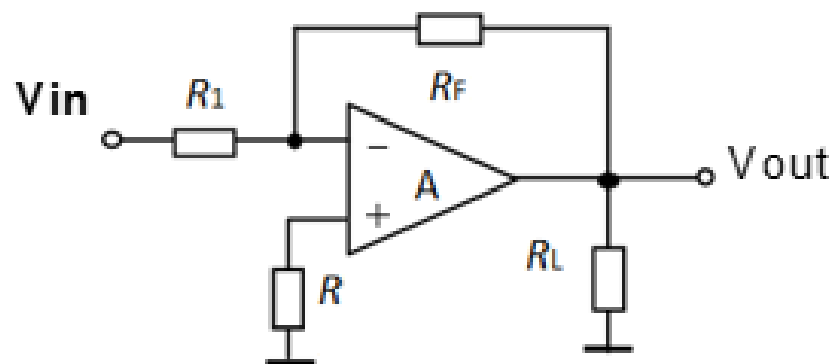


在输入电压有波动和输出端负载有变化的情况下，  
为电子设备各模块电路提供稳定的直流电源供电。

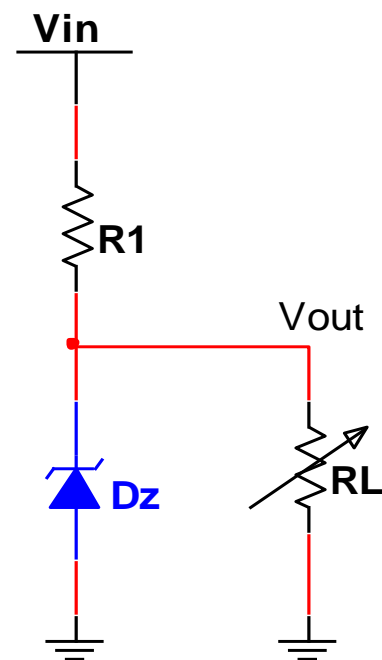
# 电源管理



概念错误



概念错误



不理想

# 电源管理



## DC-DC变换电路原理及应用入门

*Starter's Guide to Principle and  
Application of DC-DC Conversion Circuit*

*Published in Nov., 2015*

# 电源管理

第一章 DC-DC变换电路及其分类

第二章 线性稳压器

第三章 开关稳压器

详见MOOC课程

第四章 选型与设计

第五章 应用实例

第六章 开关稳压器电路的PCB布局布线

# 电源管理电路的仿真设计



**WEBENCH® Designer** *My Designs*

Clocks	Filters	Sensors
<b>Power</b>	FPGA/μP	LED

Enter your power supply requirements:

☒ DC ☐ AC

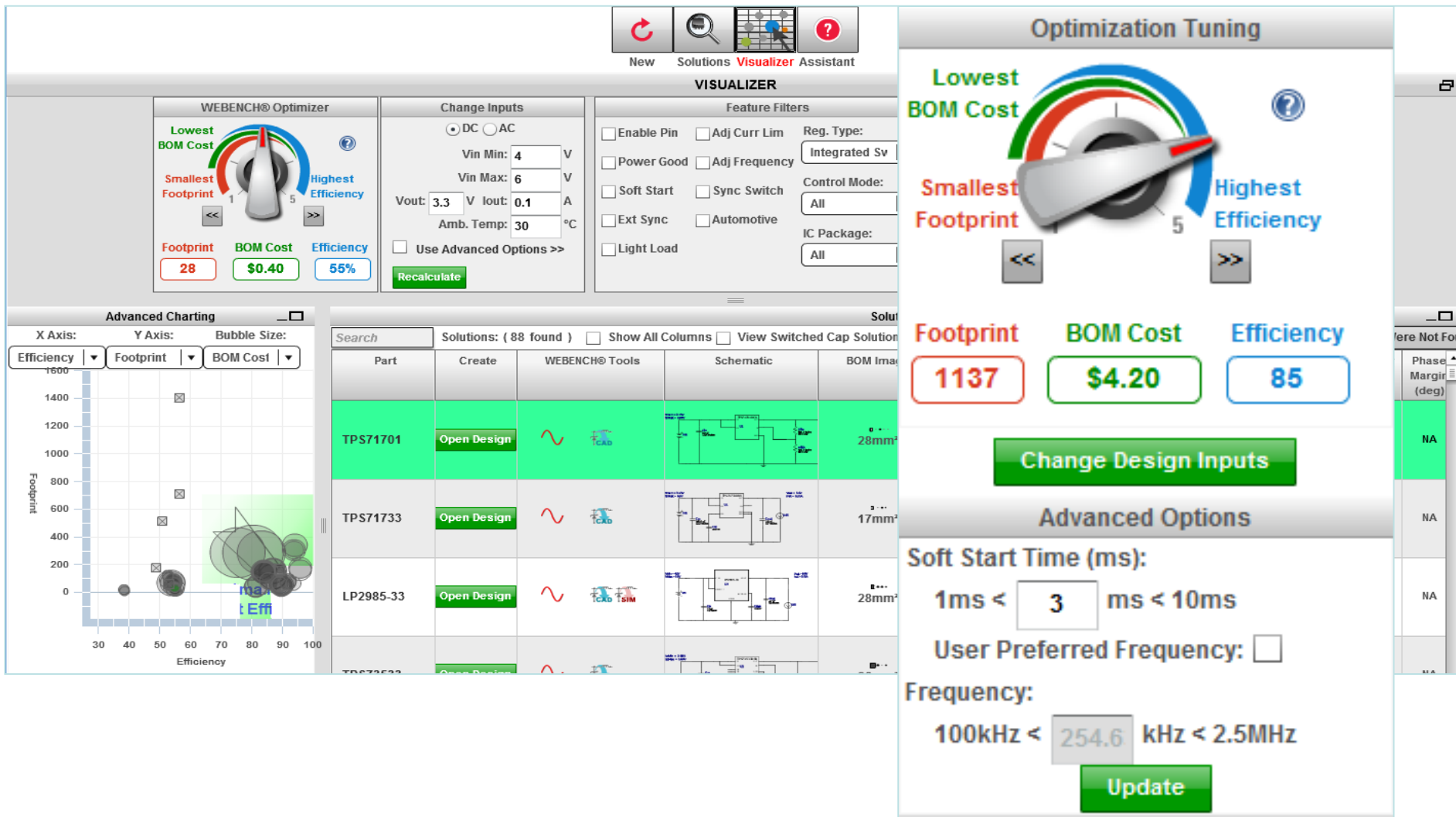
	Min		Max	
Vin	<input type="text" value="4"/>	V	<input type="text" value="6"/>	V
	Vout		Iout	
Output	<input type="text" value="3.3"/>	V	<input type="text" value="0.1"/>	A
Ambient Temp			<input type="text" value="30"/>	°C

Multiple Loads  Single Output

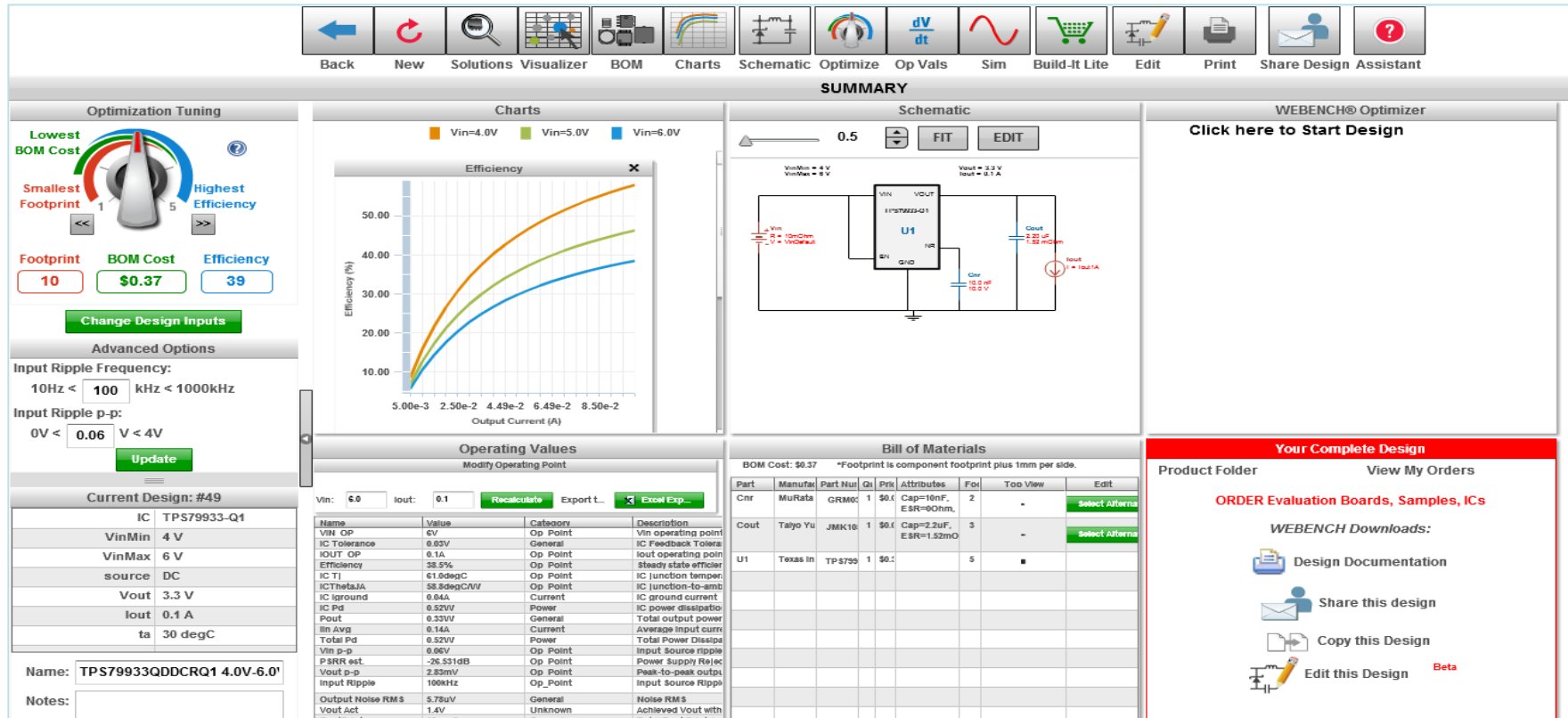
电源设计在线工具WEBENCH



# 电源管理电路的仿真设计



# 电源管理电路的仿真设计



# 主要内容

- 课程简介与教学安排
- 课程训练题目的选择
- 电源管理电路的实现
- 课程的成绩评定方法
- 实验环境与器件支持

# 成绩评定

- 预习20分： 按时提交、内容完整、选题有创意
- 实验完成情况60分： 工作量、难度、技术创新
- 总结报告15分： 按时提交、内容完整、总结到位
- 交流汇报5分： 每人分别汇报
- 器件整理2分： 如不按要求整理和归还，扣1-2分
- 接口电路PCB制作加分： 加分1-2分
- 组内贡献比例互评

# 主要内容

- 课程简介与教学安排
- 课程训练题目的选择
- 电源管理电路的实现
- 课程的成绩评定方法
- 实验环境与器件支持

# 实验室环境



四区209

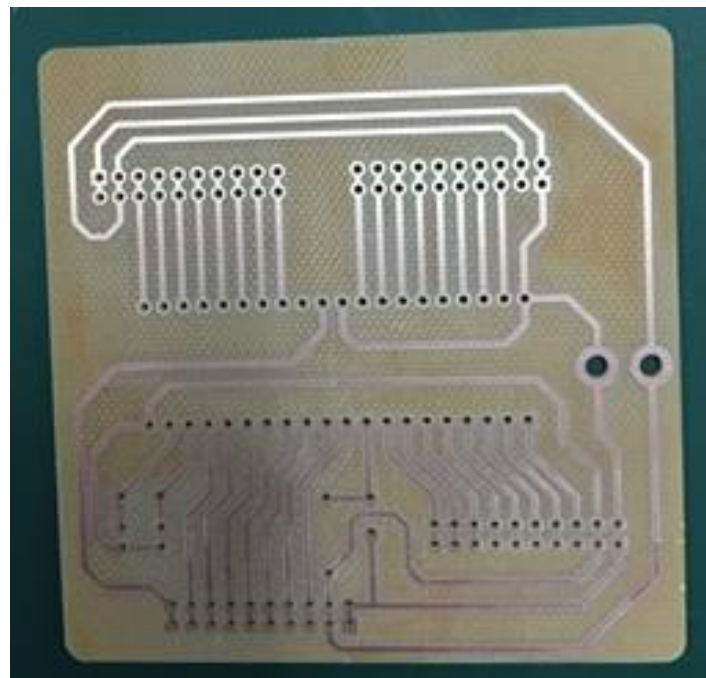
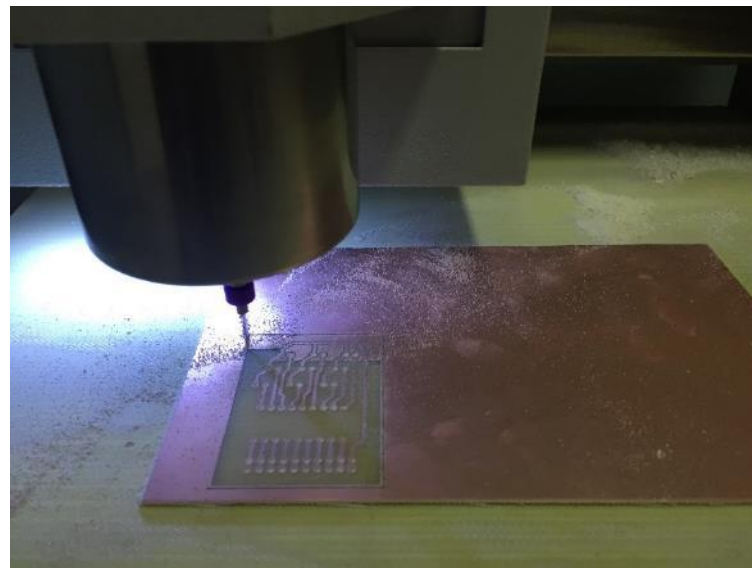
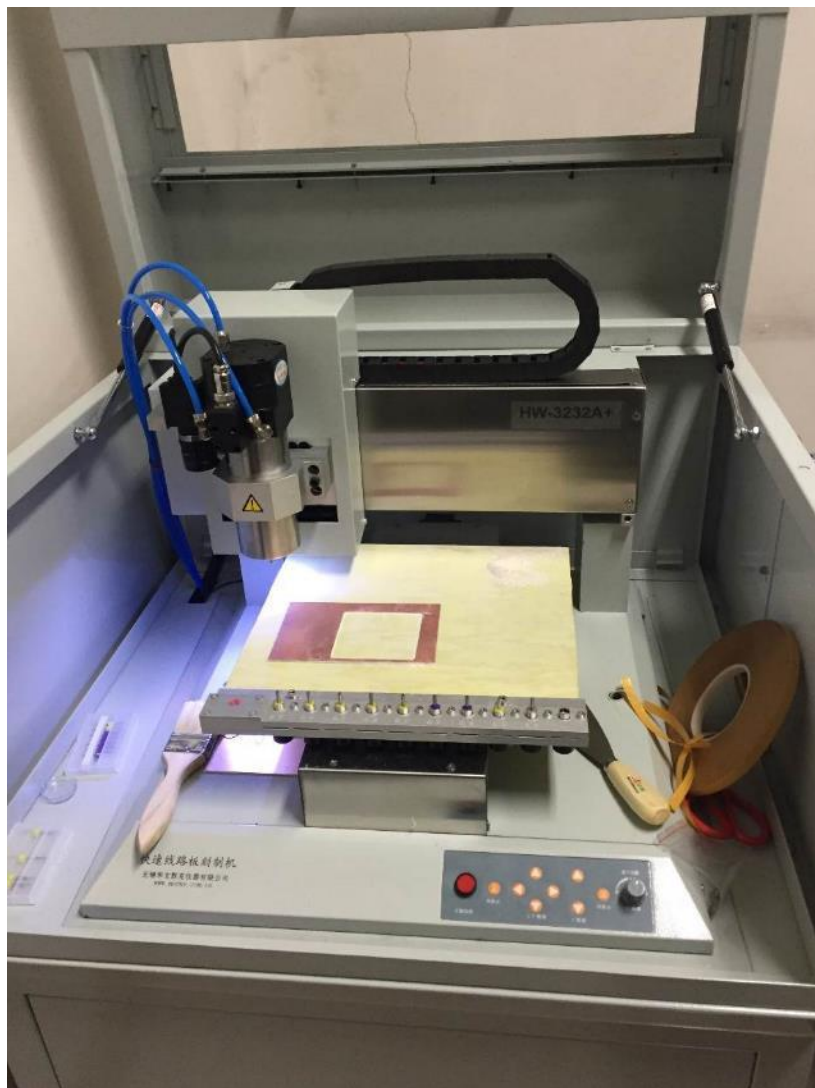
- 计算机
- 信号发生器
- 示波器
- 集成电路测试仪



三区228/229

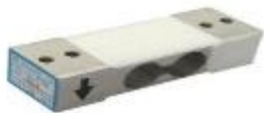


# 新购PCB雕刻机



三区224

# 传感器-请同学们自行采购



压力传感器



超声波传感器



温度湿度传感器



振动传感器



气体传感器



线性CCD



摄像头



# 模拟器件-TI捐赠芯片清单，其余TI芯片可自行申请免费样片

仪表放大器INA128PA, INA333AIDGKT

采样保持LF398AN

模数转换TLC0820AIN

数模转换TLC7524IN, TLV5617AID

电源升压TPS61040DBVR

电源降压TPS54160DGQ

电源升-降压TPS63000DRCT

线性稳压器LM27761DSGT, LM7905CT

三端稳压器LM340T-5.0

USB充电BQ24295RGET

<http://www.ti.com.cn>

## 按产品浏览

放大器和线性器件

音频

宽带 RF/IF

时钟和定时

数据转换器

裸片/晶圆解决方案

DLP® 产品和 MEMS

高可靠性产品

接口

隔离器件

逻辑

电机驱动器

电源管理

嵌入式处理器

- ARM® 处理器

- 数字信号处理器 (DSP)

- 微控制器 (MCU)

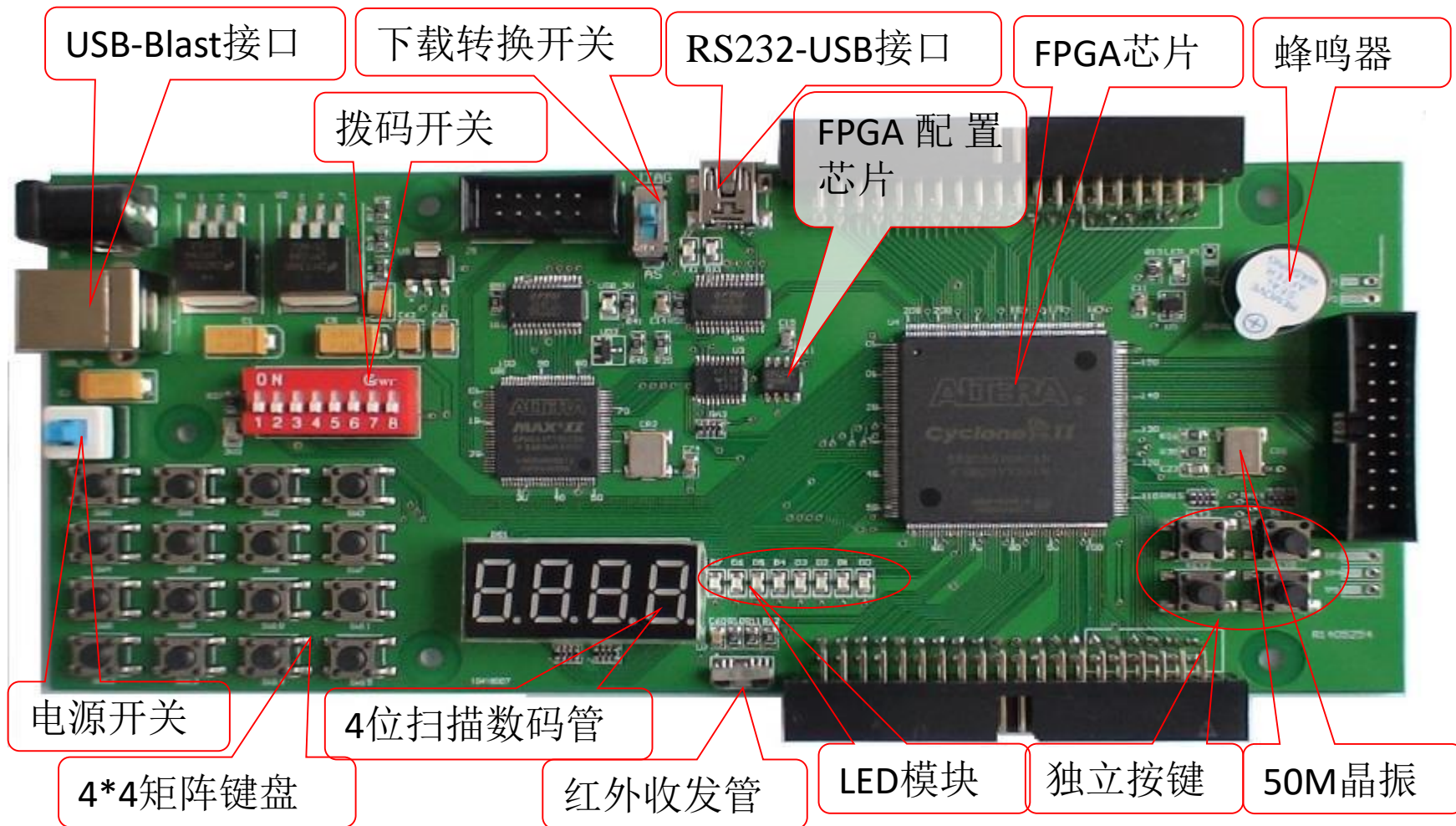
宇航产品

开关和多路复用器

传感器产品

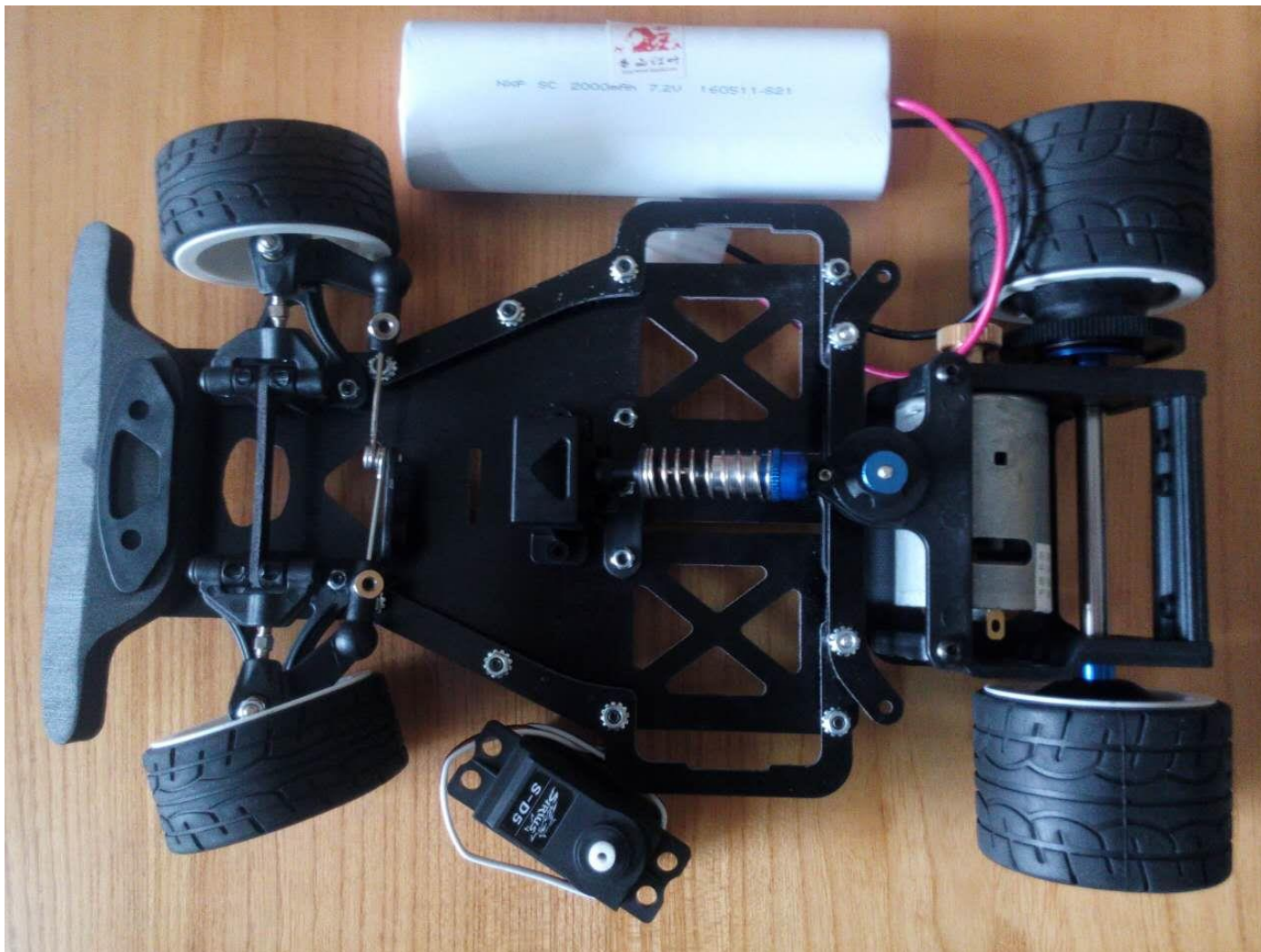
无线连接

# FPGA开发板及其资源



- FPGA芯片型号：EP2C5Q208C8
- FPGA配置芯片型号：EPCS4，存储量为4 Mbits
- 红外收发器型号：HSDL-3201
- RS232 - USB芯片型号：FT232R

# 车模-实验室的储备足以满足每组一辆车





# 车模部件介绍

- 电机、舵机参数：

## B车模540电机技术参数

VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY					STALL	
OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE	OUTPUT	EFF	CURRENT	TORQUE
		r/min	A	r/min	A	mN.M	W	%	A	mN.M
5.4V-9.0V	7.2V	21000	2.4	17300	11.6	24.8	51.49	67.7	52.8	168.7
GENERAL TEST TOLERANCE		±10%	2.8max	±10%	13.9max	20.58min	42.9min	62.5min	44min	140.7min

## B车模S-D5数码舵机参数







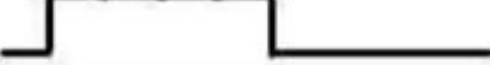



工作电压：4.5-5.5v  
工作电流：200mA  
堵转电流：800mA  
PWM频率：50-300Hz

速度：0.16-0.14sec/60° (负载)  
扭力：5kg/1cm  
尺寸：40.5x20.5x38(mm)  
重量：44g

- 注意事项：

1. 电机工作时电流较大，设计驱动电路时要考虑启动电流等
2. 舵机的转角只与高电平脉宽有关，与占空比无关

# 车模部件介绍

输入正脉冲宽度 (T=20ms)	舵机转动角度
0.5ms 	 $\approx -90^\circ$
1ms 	 $\approx -45^\circ$
1.5ms 	 $\approx 0^\circ$
2ms 	 $\approx 45^\circ$
2.5ms 	 $\approx 90^\circ$

舵机转角与PWM脉宽关系对照表



# 车模部件介绍

- 电池参数:



# 接下来你该做什么？

- ✓ 物色心仪的队友
- ✓ 有意报特别行动小组的向任老师报名
- ✓ 8.28-9.8期间出国交换的请向任老师说明
- ✓ 开始学习MOOC课程
- ✓ 选题，完成预习报告和选题报告PPT
- ✓ 8.27之前在网络学堂提交预习报告和选题报告PPT

暑假期间有任何问题，随时邮件联系。

Q&A