

工程实践课程及对工程实用工具的使用训练



袁焱

上海交通大学 电子信息与电气工程学院

2013年12月





- 对电子线路教学的一些个人观点
- 我校电院的工程实践系列创新性实验课程
- 训练学生综合使用各类工具
- 结语



- 对电子线路教学的一些个人观点
- 我校电院的工程实践系列创新性实验课程
- 训练学生综合使用各类工具
- 结语

对电子线路教学的一些个人观点



(本人只是一名负责工程实践课程的实验室老师，没有直接参与模电数电课程教学，以下个人看法难免有不全面或不准确之处)

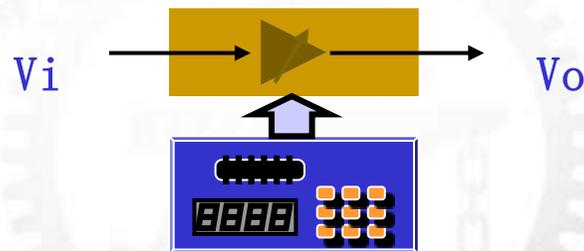
➤ 让学生懂得：电子线路教材讲授的数学模型不是“万能”的

以二极管为例，教材中对二极管器件的建模并不能包罗工程实践中的“万象”

现实中，整流电路、稳压电路、过压保护电路、指数运算电路、倍频器、调频器、鉴相器……各色应用电路中，使用到形形色色不同材质工艺、不同用途的二极管，常常需要专门化的数学模型来辅助分析。

➤ 让学生懂得：电子线路教材讲授的数学模型不是无条件成立的

以一个工程实践教学实例说明（源自“工程实践与科技创新2A”课程，该课程面向二年级本科生，是电子线路的初学者）

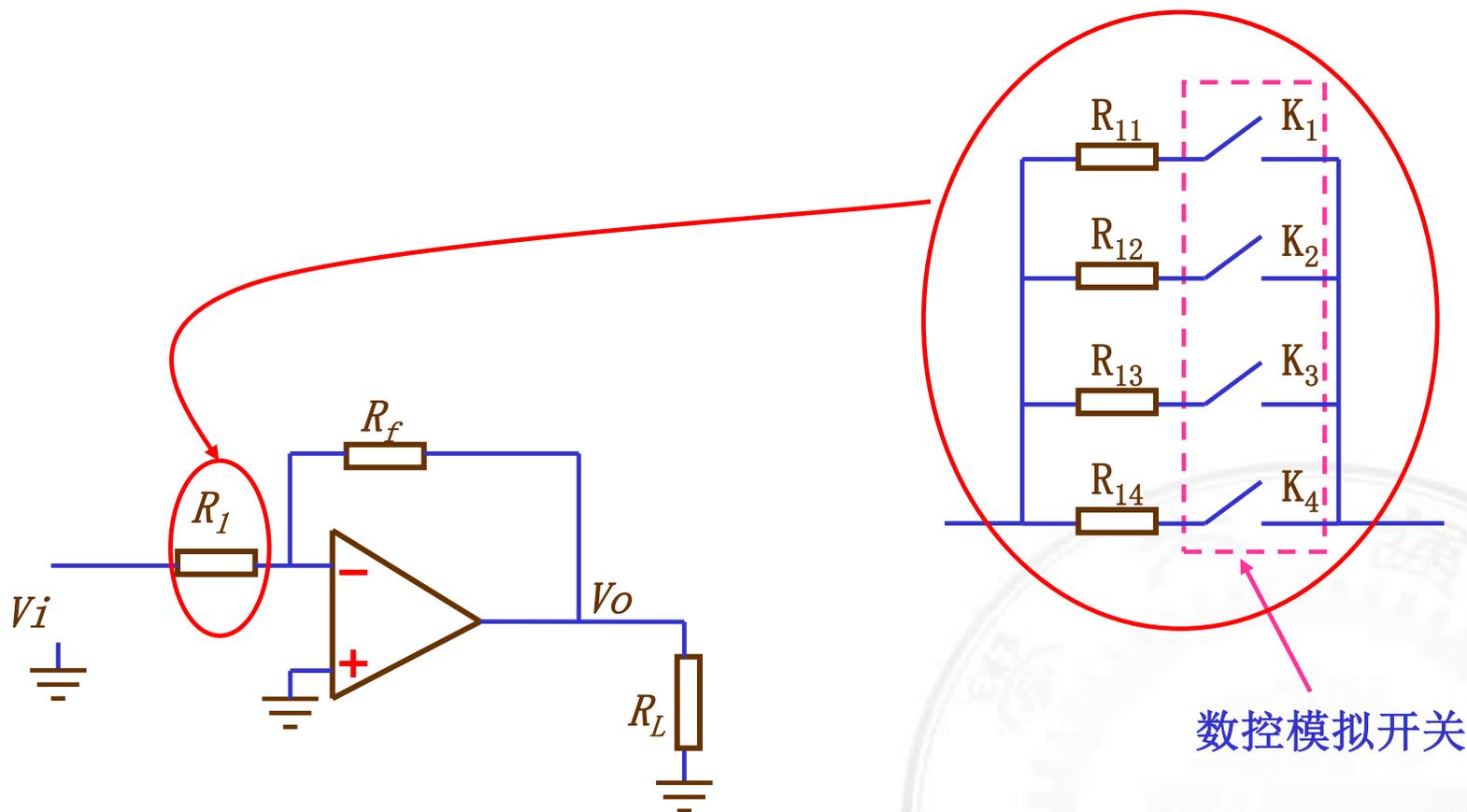


数控（程控）增益音频放大器

对电子线路教学的一些个人观点



以一个工程实践教学实例说明（源自“工程实践与科技创新2A”课程，该课程面向二年级本科生，是电子线路的初学者）

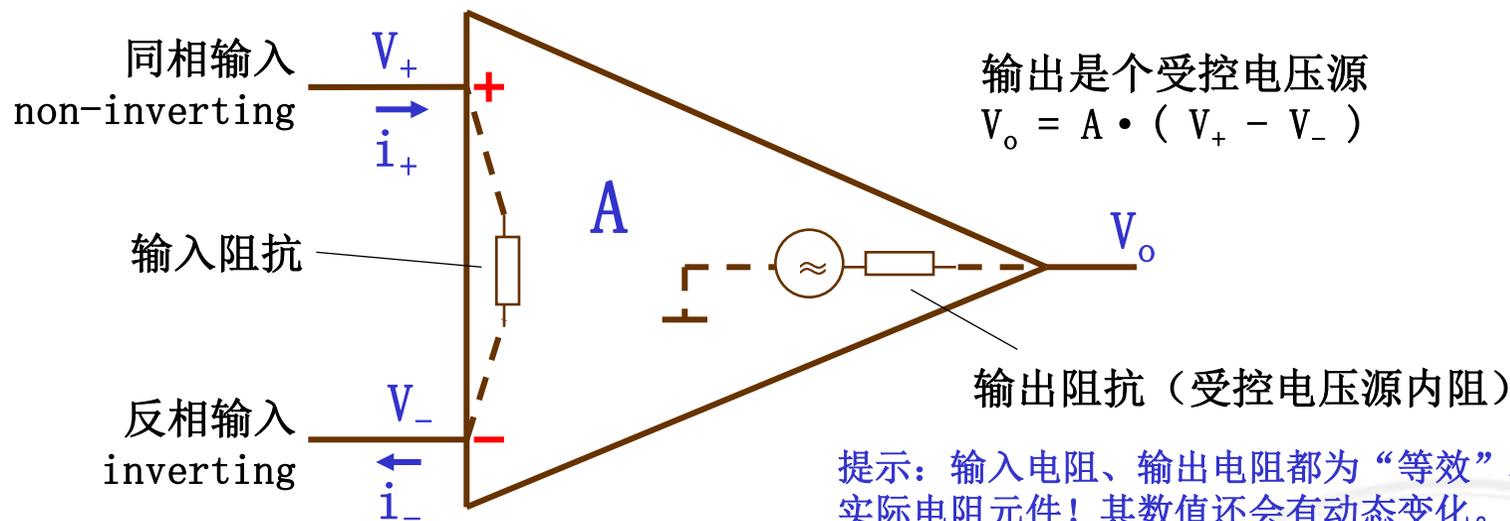


90%的学生会采用这个电路方案（老师给出提示，但没有给出全部参数）

对电子线路教学的一些个人观点



以一个工程实践教学实例说明（源自“工程实践与科技创新2A”课程，该课程面向二年级本科生，是电子线路的初学者）



假设1. 虚短: $(V_+) \approx (V_-)$, 相当于开路增益无穷大 $A = V_o / (V_+ - V_-) \rightarrow \infty$

假设2. 虚断: $(i_+) \approx 0$ $(i_-) \approx 0$ 相当于输入电阻无穷大

假设3. 零输出电阻: 输出端可视作一个内阻为0的受控电压源

大部分学生在设计或装配电路过程中, 不会意识到现实器件与理想模型之间的辩证关系和本质区别! 于是, 容易犯各种好笑的错误。

对电子线路教学的一些个人观点



以一个工程实践教学实例说明（源自“工程实践与科技创新2A”课程，该课程面向二年级本科生，是电子线路的初学者）

- 第1步：基于理想化模型
- 第2步：务必要考虑“理想与现实的距离”

	理想运放模型	实际运放
输入阻抗	∞	典型：1 M Ω 以上
输出阻抗	0	几十 Ω
开路电压增益	∞	典型：100 dB （约10万倍）
输出电压范围	未明确限制	$-V_s < V_o < V_s$ （ $\pm V_s$ 电源电压）
输入电压范围	未明确限制	$-V_s < V_i < V_s$

对电子线路教学的一些个人观点



➤关于电子线路课程实验几点粗浅看法

- 1、基于计算机仿真的实验不能完全代替基于实体电路的实验。
- 2、在基于实验箱的连线式验证性实验之外，应适当配以学生自主设计和动手焊接装配的实验。

学生在亲自设计、亲手焊接的电路上做实验，才能获得更接近实战的体验。

- 3、关于设计手段、观测方法（仪器工具使用）的教学内容应成为实验教学重要环节

仪器传统功能的熟练掌握，比如如何防止学生过度依赖示波器的AUTO键。

仪器新功能的尝试使用，比如新型数字示波器的多模式触发功能。

新的设计工具、测量工具的尝试使用，比如TI FilterPro等滤波器辅助设计工具，如何用LabVIEW驱动传统仪器组建测量方案平台，定制虚拟仪器系统。



- 对电子线路教学的一些个人观点
- 我校电院的工程实践系列创新性实验课程
- 训练学生综合使用各类工具
- 结语



电院的工程实践系列课程



➤ 兼顾“两类导向”的实践课程体系（以信息工程专业为例）

以学习经典理论为导向的传统实验课程：

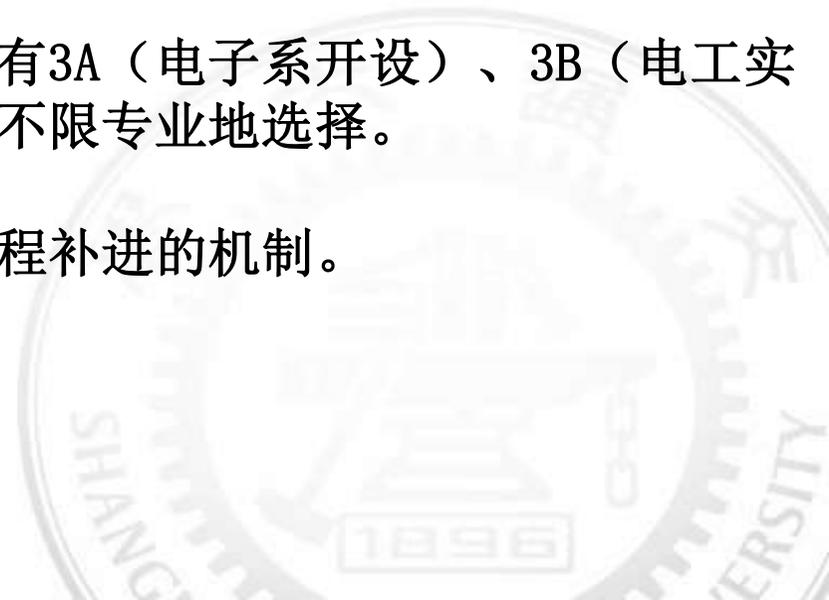
模拟电子线路实验、数字电路实验、通信基本电路实验、通信原理实验，等等。

以解决工程问题为导向的工程实践（创新性）实验课程：

在电院，形成了4个递进式阶段的系列课程，每个阶段有若干个2学分的模块课程供学生选修，在毕业前修满至少8个学分（每个阶段选修2学分）。

比如，“工程实践与科技创新”第三阶段，就有3A（电子系开设）、3B（电工实验中心开设）、3C（电气系开设），学生可以不限专业地选择。

在这个框架下，有利于形成旧课程退出，新课程补进的机制。



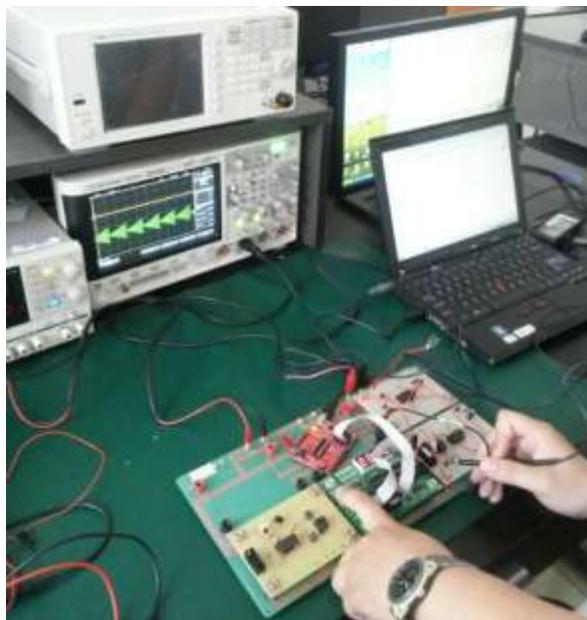
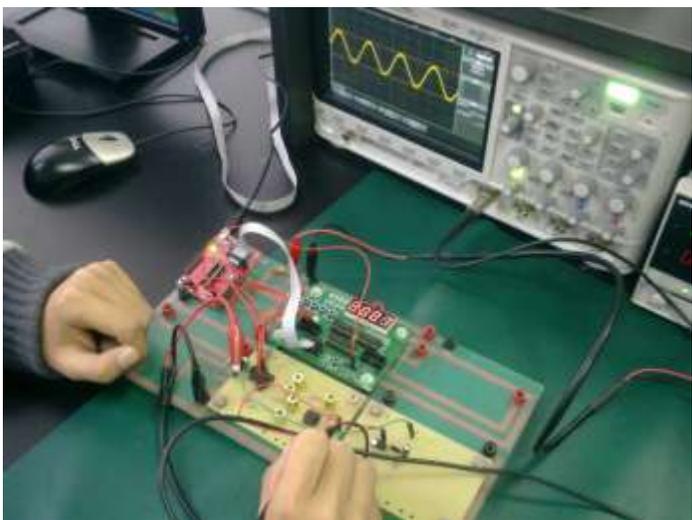
电院的工程实践系列课程



► 一门工程实践课程的典型运作

学生以三人小组为单位，承担工程性小项目，以较为逼真的方式开展“研发”。通过解决一系列工程问题，制作出工程原型电路或装置。

基础部分为老师命题，并给参考设计方案；拓展部分由老师给出提示，但不给完整的方案；有能力的学生可增加自主创意部分。



工程实践与科技创新2A作品：
正弦波发生（拓展），

调幅波形发生（拓展），

音乐合成（自主创意）



- 对电子线路教学的一些个人观点
- 我校电院的工程实践系列创新性实验课程
- 训练学生综合使用各类工具
- 结语



训练学生使用各类工具的能力



➤工程实用工具是往往是传统教学中忽略的环节

优秀的工程师一定是善于使用工具的人！

传统教学中有过度关注理论的倾向，容易忽视工具在工程实际中的作用。

在我们的工程实践课程中，自然但有意识地穿插了使用典型工程实用工具的环节。

➤工程实用工具的分类

机加工工具和器械：台钻、手电钻、PCB雕刻机、台虎钳、钢锯等

仪器工具：MSO/DPO数字示波器、任意波信号发生器、带TG频谱分析仪等

开发板卡：单片机/嵌入式板卡、FPGA板卡等

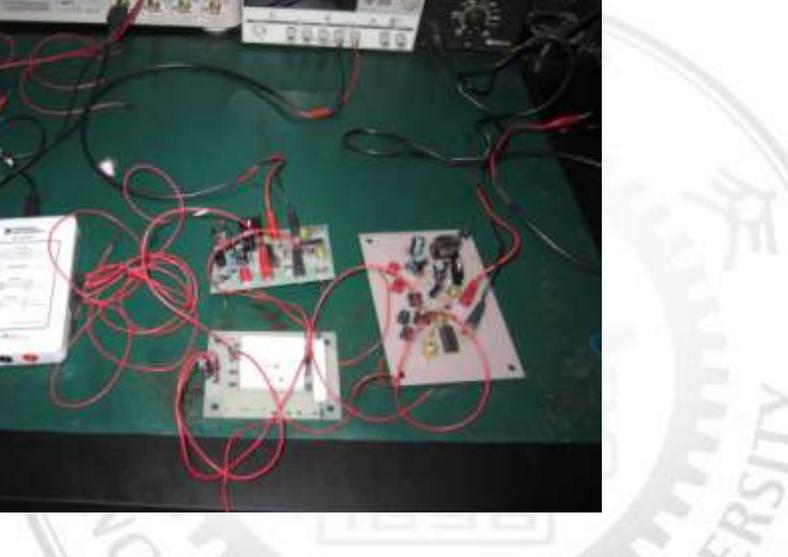
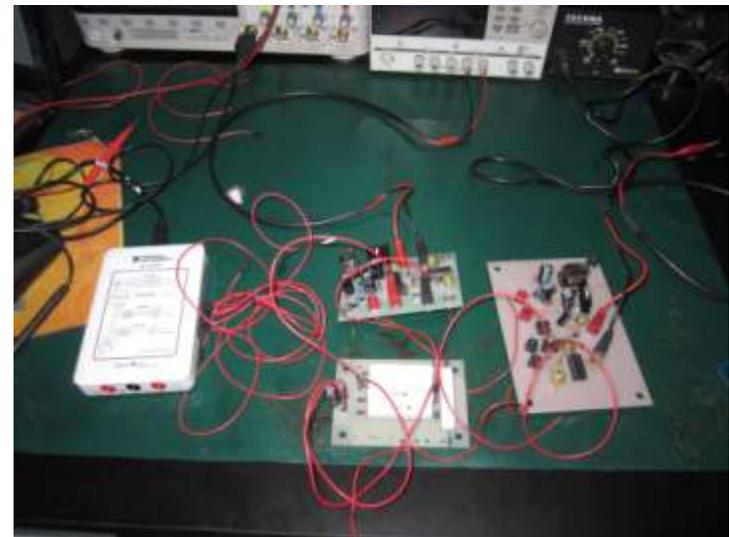
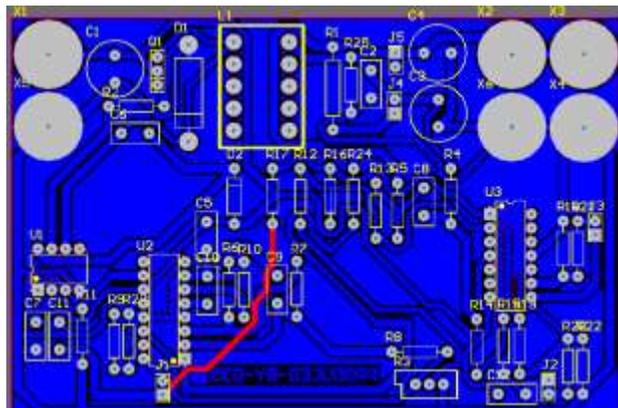
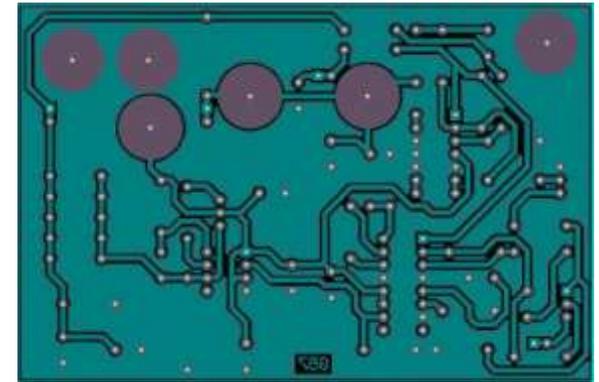
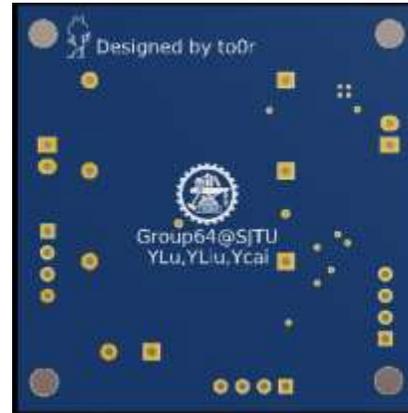
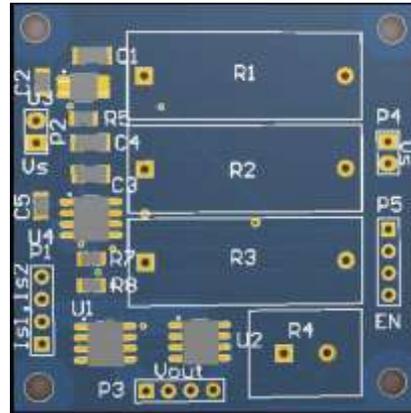
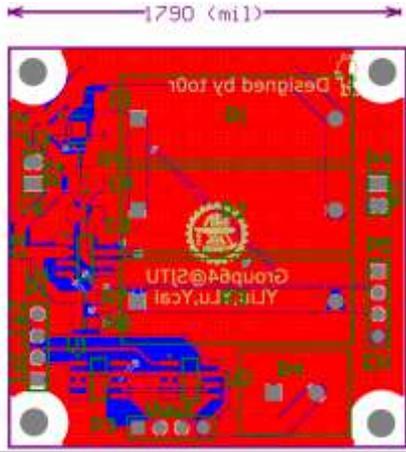
工程软件：AltiumDesigner, LabVIEW, MultiSIM, CCS, FilterPro, MATLAB等

训练学生使用各类工具的能力



➤ 印刷电路板设计与加工

学生利用电路板布线工具软件设计PCB，利用雕刻机加工或送专业厂家加工

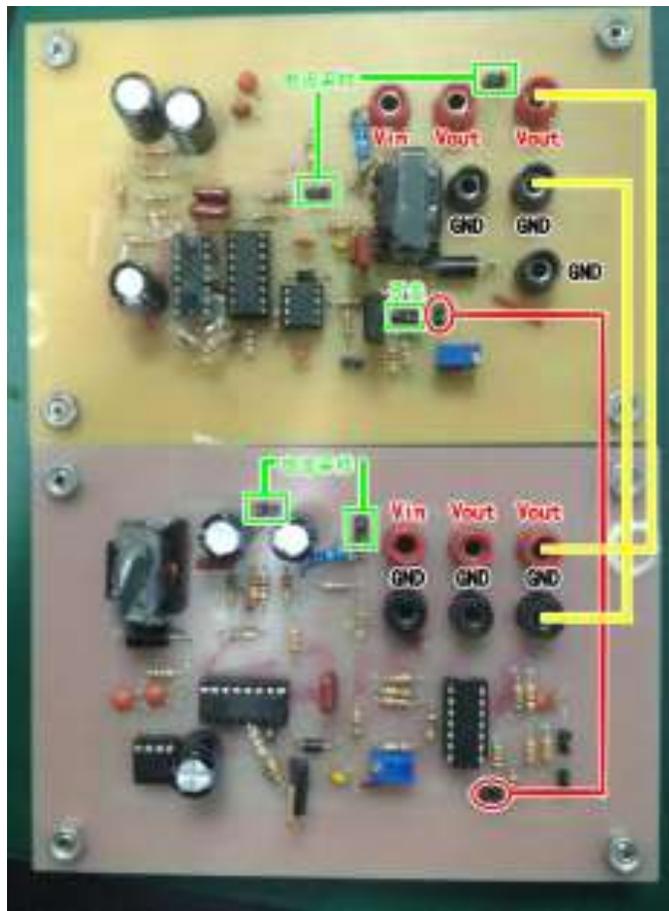
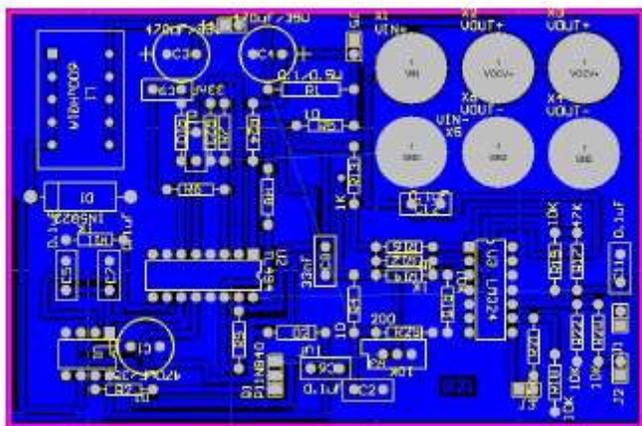
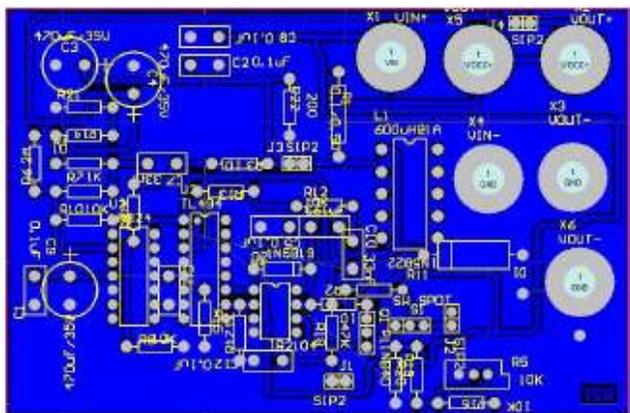


训练学生使用各类工具的能力



➤ 印刷电路板设计与加工

学生利用电路板布线工具软件设计PCB，利用雕刻机加工或送专业厂家加工



学生的PCB设计图和制作实物

训练学生使用各类工具的能力



➤ 工程设计软件

引导学生利用TI FilterPro等滤波器辅助设计软件

FilterPro - Create New Design

Step 1: Filter Type

Please select a filter type:

- Lowpass
- Highpass
- Bandpass
- Bandstop / notch
- Allpass (Time Delay)

Passband, Stopband, Stopband ripple

Magnitude vs. Frequency

A Lowpass filter allows low frequency signals to pass through and attenuates those higher than the cutoff frequency.

Back Next Exit Wizard

Filter Solutions Ver. 8.1

Filter Type: Low Pass, Filter Order: 2

Filter Attributes: Standard Pass Band Filter, Pass Band Freq: 35000

Active Design: Ideal Filter Response, Transfer Function, Pole-Zero Plots, Frequency Response

2nd Order Low Pass Butterworth

Pass Band Frequency = 35.00 kHz

Circuit Diagram: 10.00 kΩ, 643.1 pF, 10.00 kΩ, 321.5 pF, Op-Amp (Q = 2071, Fo = 35.00 kHz)

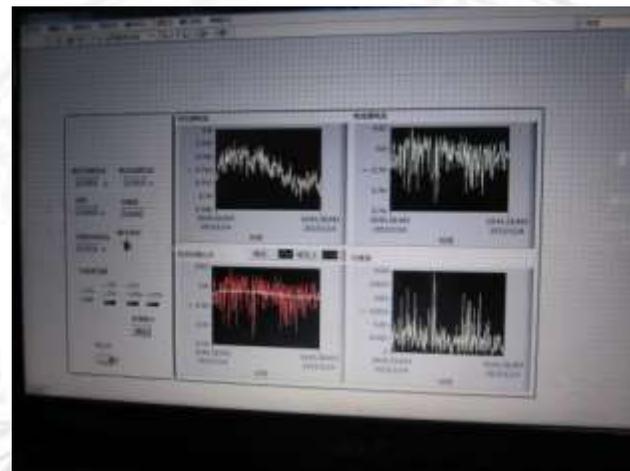
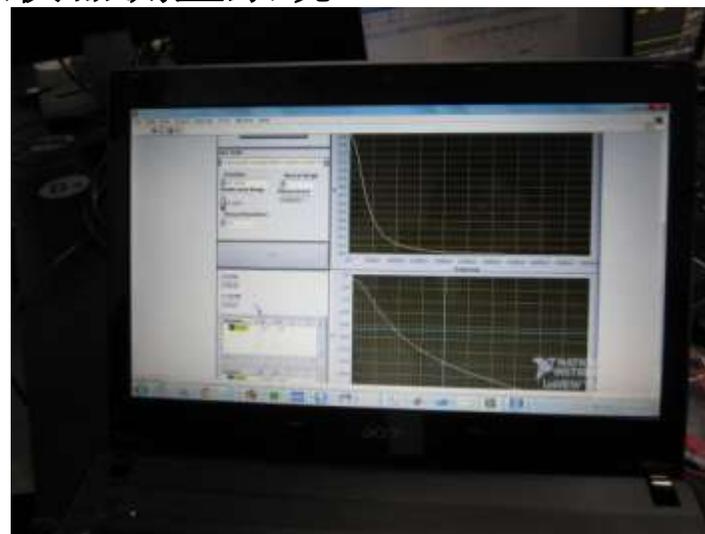
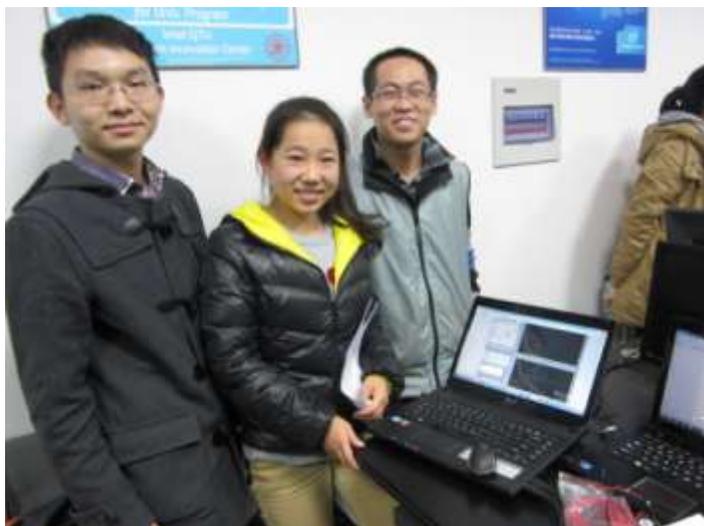


训练学生使用各类工具的能力



➤ 工具使用：仪器设备

LabVIEW程控传统仪器设备，定制构成虚拟仪器测量系统



训练学生使用各类工具的能力

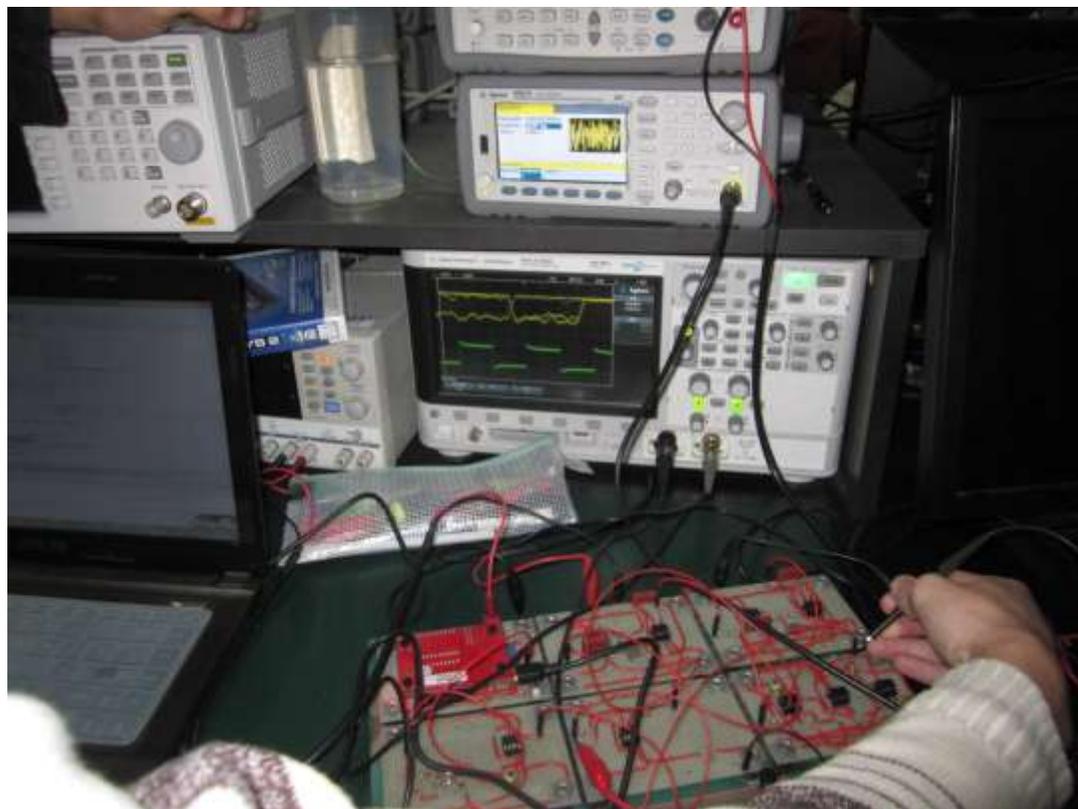


➤工具使用：仪器设备

一些较特别的观测项目，学生自行操作，“逼迫”学生放弃对示波器AUTO键的依赖



观测自制电源模块的输出电压纹波（用AUTO键只能使示波器跳转到直流耦合！）



观测“眼图”

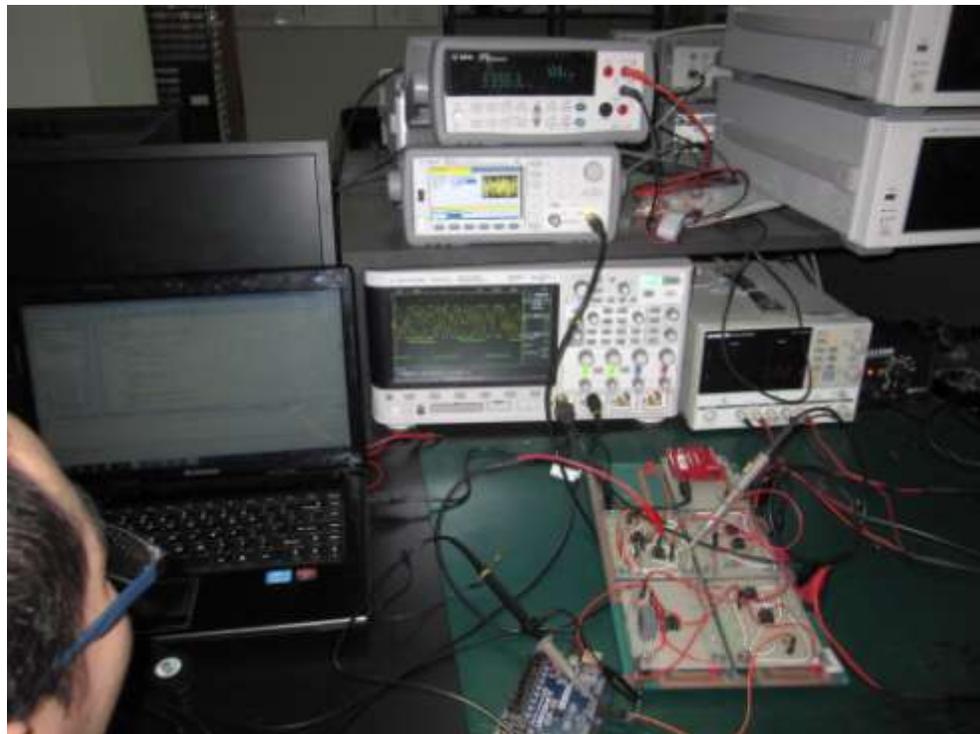


训练学生使用各类工具的能力



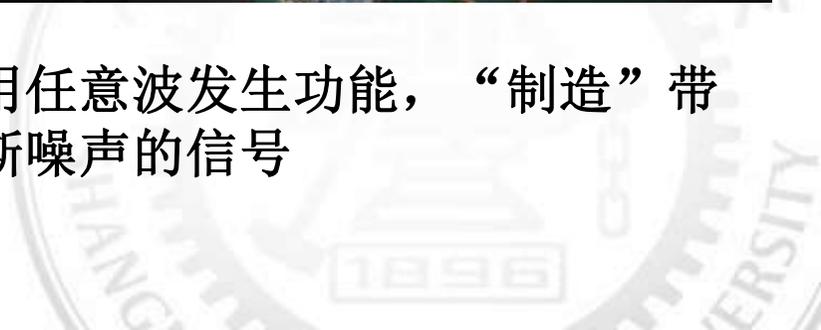
➤ 工具使用：仪器设备

一些较特别的实验项目，训练使用新设备功能



观测和验证自制的位同步锁相提取能有效工作，使用“长余辉”功能

使用任意波发生功能，“制造”带高斯噪声的信号





- 对电子线路教学的一些个人观点
- 我校电院的工程实践系列创新性实验课程
- 训练学生综合使用各类工具
- 结语





➤ 我们为什么要设立工程实践课程？

传统应试教育，在知识传授方面有其扎实有效的一面，但弊端也非常明显。

我们接触的不少低年级本科生习惯了应试训练，只做“纸面文章”（很少动手操作），求解只有唯一正确答案的纸上问题，且止步于获得“正确”答案。

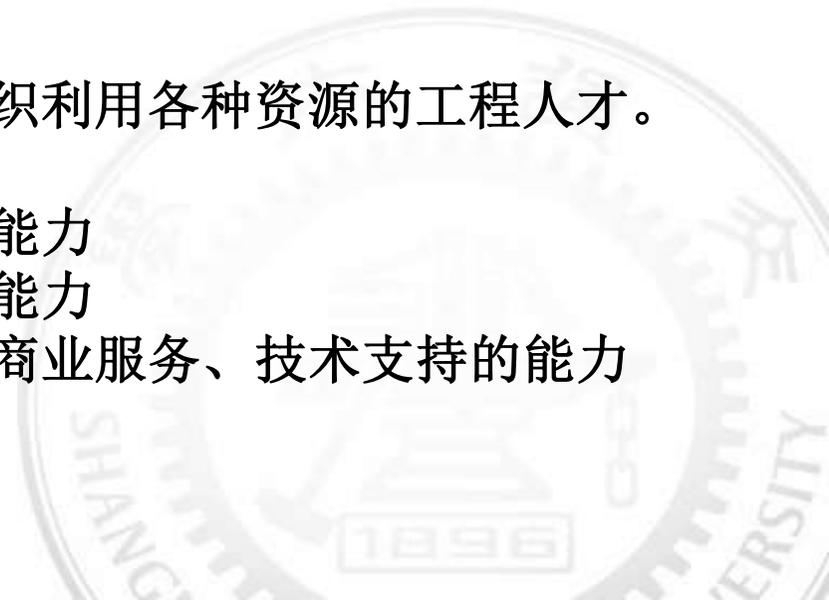
他们严重缺少在实践中边做边学的勇气，不习惯自主发现问题的思维方法，对灵活运用自身知识和技能解决实际问题缺乏信心。

我们认为，高等工程教育应当培养出能有效组织利用各种资源的工程人才。

对人的组织：合作伙伴关系的建立和维持能力

对工具的组织：配置和组建适用工具链的能力

对社会资源的组织：现实世界中广泛获得商业服务、技术支持的能力



结语



►我们的教学实践表明，工程实践课程可以与理论学习为主的传统课程有效搭配，且一定程度上可自成体系，不严格受限于后者

提供学生一个新的视角，以解决实际工程问题为导向展开思维和学习；打破应试教学形成的“没学过就不要会”的定式，引导学生在实践中边做边学；训练使用现代工程工具，为学生步入职业道路做一些准备。

►规模化开展的工程实践课程对教学实验室的配套建设、运作模式和服务质量提出现实挑战





感谢 !

