

电工电子实验教学基本标准 的研究与实践

东南大学 胡仁杰

2016.10.29



实验教学的目标定位

- ▶ 实验教学是理论知识和实践活动、间接经验和直接经验、抽象思维和形象思维相结合的教学过程。
- ▶ 实验教学是科学思想、方法、技术相结合的过程。
- ▶ 实验教学具有直观性、实践性、物质性、技术性、综合性、科学性。

实验教学具有传授知识、培养能力、提高素质的全面作用，这是实验教学的基本任务。



美国高等教育体现“回归工程”

- 从过分重视工程科学转变到更多重视工程系统及其背景
- 注重工程实践能力的培养
- 强调应用“整合”或“集成”的思想，重建课程内容和结构
- 学会学习和终身教育



未来的工程师应当具备的素质

- 美国工程院对 21 世纪工程师职业形象的描述：
 - ◆ 里昂的聪明才智
 - ◆ 摩尔的解决问题能力
 - ◆ 爱因斯坦的科学洞察力
 - ◆ 毕加索的创造力
 - ◆ 怀特兄弟的果断
 - ◆ 比尔·盖茨的领导力
 - ◆ 罗斯福的道德心
 - ◆ 马丁·路德金的远见
 - ◆ 小朋友的好奇心



工程教育专业认证：毕业要求

- 1.工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业
知识用于解决复杂工程问题。
- 2.问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。
- 3.设计/开发解决方案：能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。



工程教育专业认证：毕业要求

- 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。
- 5.使用现代工具：能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。



工程教育专业认证：毕业要求

- 9.个人和团队：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。
- 10.沟通：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。
- 12.终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。



实验教学存在问题

- 专注知识传授，对智力的考察重视不够
 - ◆ 智力是人的大脑对客观事物和信息反映、认识、存储和处理的能力。包括：观察力、记忆力、注意力、思维力、想象力、操作力（是将智力转化为物质力量的能力）等。
- 专注技能训练，对能力的培养重视不够
 - ◆ 实际工作能力是人们与外界事物接触活动的能力。包括组织管理能力、适应能力、操作能力、研发创造能力、交往共事能力等。



实验教学存在问题

➤ 培养品格、提高素质不力

- ◆ 品格：是“品德”和“人格”的总和，即人的思想品质、道德品质和非智力因素的总和，包括：
- ◆ 素质：广义的素质是指人的品质、质量。包括：品格素质、科学素质、人文素质、专业素质、能力素质、信息素质、身心素质、审美素质等等。

➤ 不被重视的从属地位的表现比比皆是

实验教学不被重视的体现

1

实验教学没有规范准则（目标、任务、要求）可以引领、帮助教师实施教学活动

2

没有完备的教材、课外资源，知识、方法、技能主要依赖教师言传身教

3

教师缺乏学习、进修渠道，主要依靠自身积累经验，及相互间经验交流；影响教学指导

4

教学成效考核随意性大；终结性评价受环境条件因素影响大；



电工电子实验教学基本标准的研究

◆ 研究目的

- **为实验教学提供目标。** 指导系统构建实验课程、设置实验内容、制定教学计划、设计教学进程。
- **为师资队伍建设提出要求。** 教师根据教学基本标准设计安排教学活动、选择教学内容、引导学生实践，最终实现教学目标。
- **为实验教学综合环境建设提供参照系。** 包括教学与实验条件资源，实验教学运行管理机制，实验教学信息化管理



课题研究方法

◆采集教学需求样本

- 不同类型、不同层次学校不同电类专业的教学目标及教学要求;
- 工程教育专业认证对学生毕业的目标要求 ;
- 欧美国家同类课程教学要求与目标 ;
- 电子信息及电气工程等行业对人才培养的需求。



课题研究方法

◆采集教学需求样本

◆制定课题研究目标

从实验知识、实验技能、技术方法、实践能力、综合素质五个方面制定全面、明确、详细的38个大类、130项细则要求。



课题研究方法

◆ 采集教学需求样本

◆ 制定课题研究目标

◆ 设计推广应用方案

- 设计教学实施方案达成教学目标：教学内容设置、教学进程设计、教学模式改革、考核机制构建
- 检验、完善教学基本标准

1.实验知识

实验规范

电能产生传输

电能产生、电力输送

电压等级、用电设备设施

用电安全知识

实验场所供电设施及线路

安全电压、安全电流，触电防范及解救

电器设备接地、屏蔽

实验操作规范

出入实验室要求、设备领用、器材取用、安全卫生

预习、预约、派位、验收、考核

设备操作、电路搭试、通电测试

1.实验知识

电子 元器件特 性	器件识别	电阻、电位器、电容、电感、二 极管、三极管、MOS管、按键、 开关、显示器
	特征参数	
	参数测量	
	应用特点	
电气 元件 设备 结构 应用 特性	结构功能	接触器、按钮、保险丝、自耦变 压器、变压器、继电器、延时继 电器、直流电动机、交流三相电 动机、
	参数规格	
	应用条件	
	应用特点	

1.实验知识

测量对象与方法

电能量参数

电流、电压、功率

电信号特征

波形、幅度、频率、相位、噪声逻辑状态

电路参数

输入输出阻抗、品质因数、器件参数、增益、失真度

特性曲线

传输特性、伏安特性、频率特性、负载特性

测量方法

直接测量、间接测量、组合测量、比较测量

2.实验技能

通用仪器设备

仪器设备分类	功能分类，应用对象、范围、精度，
直流稳压源	电压、输出功率、输出稳定度、负载调整率、纹波噪声 应用方法：独立、串联、并联
数字万用表	测量对象，量程、精度 接线方法、功能选择、工作模式
数字示波器	量程、精度、输入阻抗、输入电压范围 模式、耦合、灵敏度、时基、触发、测量 波形、幅度、频率、相位、边沿 应用：李沙育频率测量、电压源噪声测量、电磁辐射测量、频谱分析
信号源	分辨率、范围、输出阻抗、输出功率 频率、幅度、波形、直流偏置、占空比、调制、扫频输出
电能表	电流、电压、功率，相位角、功率因数

2.实验技能

专用仪器设备

晶体管特性测试仪	基本使用方法；二极管、稳压管、双极性三极管、场效应管特性测试，
逻辑分析仪	使用方法：采样触发方式，存储深度
数字扫频仪	使用方法；无源RCL网络、有源放大器幅频特性、相频特性测试
高压隔离探头	使用方法；测量范围、测量精度
程控电压源	使用方法；电压范围，电流输出能力，电压精度、电压稳定度、纹波
频谱分析仪	使用方法；测量范围、中心频率、频率分辨力；跟踪源

连接线

连接线的类别	单股硬导线、多股软导线、屏蔽电缆、同轴电缆、双绞线 不同电缆的应用场合
--------	--

接插件

分类及特性	BNC、DIP插座、香蕉插头、凤凰端子、空中连接器
用途	电源连接（电流），电路连接（搭接方式）、信道连接（信号强弱、频率范围、阻抗匹配）

2.实验技能

设计仿真软件

软件应用分类

基本使用方法

应用技巧

Spice、Multisim、Tina、Matlab、Protel、FilterPro、SwitchPro

常用电路

信号发生

555振荡器、文氏振荡电路、晶体振荡电路尖脉冲、三角波、方波、噪声、单脉冲

信号转换

电压电流转换、隔离耦合、分压、限流、V/F、F/V、ADC、DAC、差分/共模、阻抗转换、过零比较器、施密特触发器

信号输入

开关输入、按钮输入、消抖动、电平转换、逻辑电平、差分信号、电桥

显示电路

状态显示、数据显示、曲线显示

驱动电路

电压放大、电流驱动、LED驱动、继电器驱动、直流电动机驱动、步进电机驱动、音频功率驱动、数码管驱动

3.技术方法

电路基础

线性元件特性	R、C、L元件伏安及频率特性
仪器设备特性	适用范围领域、测量对象及量程精度
电路定律应用	电路定理验证电路设计、参数测试及验证
无源网络特性	无源双端口网络伏安及频率特性
有源网络特性	有源网络等效分析及伏安、频率特性测试
谐振电路研究	谐振实现条件及品质因数
受控源电路	受控源特征分析、实现方法及有效范围
电压源特性	准确与稳定度，功率，噪声，电压调整率、负载调整率
电流源特性	准确度、稳定度，电压范围
交流电路测试	交流电路电流、电压、功率测量及分析
功率因数整	功率因数调整方法及调整程度
交流电路控制	交流电路设计、实现及调试

3.技术方法

模拟电路设计

二极管特性及应用	整流、检波，稳压，发光，变容
三极管电路参数	静态工作点调整、输入输出阻抗、信号失真原因分析、传输特性、频率特性
三极管应用电路	共集电路、共射电路、共基电路应用特点
场效应管应用电路	共源电路、共漏电路、共栅电路应用特点
差分放大电路	差模共模信号、基本差分放大电路特点、电流源电路
多级反馈放大电路	各级功能设置，输入阻抗设计、增益分配，反馈设计
功率放大	甲乙类功放，C、D类功放，集成功放等放大电路结构
信号产生及转换	信号产生及正弦波、脉冲波、三角波、脉冲波转换
运放基本应用	同相、相比比例放大，基本运算电路，比较器，检波整流
运放增益控制	多种增益控制方法
多级运放电路设计	输入输出阻抗，阻抗匹配，增益分配，带宽、带宽增益积，带内增益波动
滤波电路设计	低通、高通、带通、带阻滤波器；多阶、高阶滤波器、带内波动、带外衰减
线性电源设计实现	降压、整流、滤波、稳压、调压
DC/DC变换电路	升/降压、隔离/非隔离电路基本组态，输入电压范围，输出电压控制

3.技术方法

数字逻辑电路	门电路特性	电平与电压，灌入电流/拉出电流，上升下降边沿时间，门电路延时，输出电压与电流关系
	组合逻辑设计	驱动器、缓冲器、三态门特性及用途，电平转换，逻辑组合、转换、编码/译码、逻辑运算电路，逻辑运算、简化
	时序逻辑设计	触发器、移位寄存器、计数器、变量程计数器、变步长计数器
	混合逻辑设计	计算器、状态机、控制器、存储器
数模混合电路	ADC	转换方式、转换速度、转换精度，输入电压范围，参考电压
	DAC	转换速度、转换精度，输出方式（电压/电流），输出电压/电流范围，参考电压
	增益控制	数字电位器，模拟开关切换电阻，继电器切换电阻
	电压控制	数字电位器，模拟开关切换电阻，继电器切换电阻

4.实践能力

实验设计

基本信息	课程名称、实验名称、时间、地点、 班级、学号
实验原理	理论基础，实验构思
实验方案	实现方法、实验步骤、预期目标
电路设计	电路设计、元器件选择、仿真优化
测量方法	测量方法、测量仪器、测量电路， 仪器选择
实验进程	实验步骤，操作、测量先后次序
数据记录	数据表格设计、数据记录
结果分析	数据处理、误差分析、成效分析

4.实践能力

电路设计

电路选择	典型应用电路结构模型选择
电路设计	电路修改、自创设计
器件选择	规格、参数、精度、功率、材质、耐压、电流、封装
模块选择	现有器件、电路、模块选择
匹配参数	输入输出参数

电路实现

实现途径	面包板、通用孔板、印制电路板
实现方法	元件选择，电路布局，元件插接，连线焊接

调试测试

调试方法	单元电路、模块调试，级联调试，系统联调
调试内容	电路通断、电压状态、工作点、电路功能、性能指标
电路测试	静态测试、动态状态、极限测试

4.实践能力

故障排除

故障类型

故障分析

故障排除

故障检查
分析排除

供电与共地、仪器设备故障、电路连接、接触不良、器件损坏、阻抗匹配、电磁干扰

电源开路、短路、过流，频率范围、过压、欠压，电源线压降，共地、接地点；仪器自检，输入输出阻抗、耦合模式，衰减倍率，保险丝状态、探棒开路；连线错误、未连接、连接线断开、接触不良、虚焊；器件损坏、元件烧断、电容短路；电源纹波、器件噪声、环境干扰；级间参数配合、分布参数影响

4.实践能力

参数测量

仪器选择	激励源、频率、幅度、输出阻抗
参数类型	电阻测量、电容测量、电感测量，直
测量电路	流电压电流测量，交流电压电流测量，
测量方法	波形测量、高频信号、Q值、增益、 输入阻抗、输出阻抗

数据处理

表格设计	结构设计、参数选择（直接、间接）、 数据单位
数据记录	数位选择、记录次序
数据分析	真实性、合理性
数据处理	计算、处理（平均、去噪等）、排序、 显示
数据表示	数据列表，曲线、柱状图、饼图，

4.实践能力

误差分析

有效数字	仪器读数字位数选择，数据计算数字位数选取
误差类别	绝对误差、相对误差、引用误差
来源分析	仪器精度、器件参数精度、观察误差、接触电阻、电源噪声、线路分布参数
误差估算	损耗、阻抗匹配、电磁耦合干扰
误差消除	校正、替代、抵消，变换量程，平均值、均方根、平滑滤波、坏值剔除

4.实践能力

系统设计

需求分析

工程社会应用背景、技术方法研究现状、预期目标功能指标、应用测试检验方法

环境建立

仪器设备、器件模块、加工制作、软件工具、开发环境、经费支持

系统规划

功能指标、实现方法、方案论证；系统软硬件结构、模块划分、实现流程；项目进程，人力分配；

硬件设计

电路设计、元器件选择、仿真优化

系统实现

软件设计，硬件安装、焊接、调试

软件设计

标准化、通用化、模块化设计，调试

系统测试

模块功能调试，系统联调，功能测试，指标可操作性、稳定性、可靠性测试；系统优化

分析总结

实现方法设计优化、预期目标成效达成、成果拓展推广展望

展示演讲

设计总结报告，展板、PPT设计，演讲设计

5.综合素质

创新思维开拓精神

敏感度、领悟力、创意构思、创作激情；创造性、逻辑性、演绎推理

文献检索资料分析

文献查询、资料检索、信息统计、综合分析

问题分析工程建模

主动学习、终身学习、理论与实践结合

方案设计论证评估

信息资源、自我能力、知识结构、环境条件、核心问题、存在困难、

知识综合系统设计

自主学习、获取知识、灵活运用、知识方法融合

软件设计仿真优化

理论推导、建模分析、系统设计、仿真优化

争取资源创造条件

查询信息、创造条件、构建环境、获得帮助、寻求支持

工程实现综合测试

项目实施、工程实现、功能调试、性能测试

项目性能综合评价

研发、运行成本核算，成效性、性价比、可靠性、稳定性分析

工程项目综合管理

任务分工、目标分配、资源使用、人力分配、进程安排

团队合作沟通协调

组织领导、关系协调、学术交流、营造气氛

系统总结演讲表达

设计总结、成效分析、项目展望，书面、语言表达，自我展示

教学基本标准实施课程体系

设计规划了由5个教学模块构成的示范课程:

《电工电子实验方法》

《电路实验》

《模拟电子电路实验》

《数字逻辑电路实验》

《电子电路综合设计》

实验项目强化应用背景工程性、知识应用综合性、实现方法多样性、实现过程探索性”，每个项目设置**基本任务**、**提高要求**及**拓展要求**

教学基本标准达成体系-示范课程

电工电子实验方法					电路实验					模拟电子电路实验					数字逻辑电路实验					电子系统综合设计											
常用仪器使用及电子元器件识别	电子元器件参数测定	常用电气元件及应用	电路设计仿真及状态分析	电子电路实现方法	印制电路板设计	双端口网络频率特性测试	黑箱电路元件判别及测试测定	串并联谐振电路及谐振条件分析	受控源的设计	电压源的特性参数测试	交流电路参数测试	交流控制电路设计	三极管放大电路基本参数测量	放大电路的频率响应特性	多级放大电路设计及负反馈实验	运放比例运算电路设计及性能测试	信号的产生分解与合成	自动增益控制放大器的设计与实现	有源滤波器设计	音频功率放大电路设计	门电路静态与动态特性测试	2位二进制数比较器的设计	多路抢答器设计	变量程及变步长计数器设计	基于存储器的信号发生器设计	微波炉控制器的设计	温度的测量与控制	高精度电子称设计	电磁式继电器特征参数测试	转速控制系统的设计与实现	DC/D C 开关电源设计

教学基本标准实施课程体系

电工电子实验方法

电路实验

常用
仪器
使用
及电
子元
器件
识别

电子
元器
件参
数测
定

常用
电气
元件
及应
用

电路
设计
仿真
及状
态分
析

电子
电路
实现
方法

印制
电路
板设
计

双端
口网
络频
率特
性测
试

黑箱
电路
元件
判别
及测
试测
定

串并
联谐
振电
路及
谐振
条件
分析

受控
源的
设计

电压
源的
特性
参数
测试

交流
电路
参数
测试

交流
控制
电路
设计

教学基本标准实施课程体系

模拟电子电路实验

三极管放大电路基本参数测量	放大电路的频率响应特性	多级放大电路设计/负反馈放大器实验	运算放大器比例运算电路设计及性能测试	信号的产生分解与合成	自动增益控制放大器的设计与实现	有源滤波器设计	音频功率放大电路设计
---------------	-------------	-------------------	--------------------	------------	-----------------	---------	------------

数字逻辑电路实验

门电路静态与动态特性测试	2位二进制比较器的设计	多路抢答器设计	变量程及变步长计数器设计	基于存储器的信号发生器设计	微波炉控制器的设计
--------------	-------------	---------	--------------	---------------	-----------

教学基本标准实施课程体系

电子电路综合设计

温度的测量与控制

高精度电子称设计

电磁式继电器特征参数测试

转速控制系统的设计与实现

DC/DC开关电压源设计

示范教学体系-模拟电子电路实验

项目	实验内容	实验要求	教学目标
三极管放大电路基本参数测量	<p>① 研究静态工作点变化对放大器性能的影响。</p> <p>② 观察不同静态工作点对输出波形的影响。</p> <p>③ 通过调节电源电压、输入信号幅度、调节静态工作点观察饱和及截止失真。</p>	<p>① 调整电阻，使静态集电极电流 $I_C = 2\text{mA}$、1.5mA 至 2.5mA，测量电压 U_{CE} 增大值，观察输出电压波形是否出现截止失真。</p> <p>② 减小阻值，观察输出波形是否出现饱和失真。</p>	<p>① 掌握单级放大电路的工程估算、安装和调试。</p> <p>② 了解三极管各项基本器件参数、工作点、偏置电路、输入阻抗、输出阻抗、增益、幅频特性等的基本概念以及测量方法。</p> <p>③ 掌握基本的模拟电路的故障检查和排除方法，深化示波器、稳压电源、交流电压表、函数发生器的使用技能训练。</p>
放大电路的频率响应特性	<p>① 测量放大器幅频特性及相频特性曲线。</p> <p>② 测量负反馈对放大器性能的影响。</p> <p>③ 通过设计负反馈实现提高放大器的负载特性。</p>	<p>① 输入 U_i，$f = f_H$，$f = f_L$ 用示波器双踪显示输入输出波形，记录波形，测量两者间的相位差。</p> <p>② 增加反馈电阻 $R_F = 10\Omega$，测量电路增益、输入阻抗、输出阻抗、下限频率 f_L、上限频率 f_H、带宽 BW，分析结果。</p>	<p>① 掌握频率特性的基本概念以及测量方法。</p> <p>② 了解负反馈对放大电路特性的影响。</p>
多级放大电路设计/负反馈放大器实验	<p>设计一个分别由共源（CS）、共射（CE）和共集（CC）构成的三级放大电路，满足以下指标：$A_u > 100$，$R_i > 1\text{M}\Omega$，$R_o < 100\Omega$</p>	<p>① 设置合适的静态工作点；</p> <p>② 测量各级增益；</p> <p>③ 根据测量结果计算放大器的 A_u、R_i、R_o，与理论值比较。</p>	<p>① 掌握级联电路设计方法。</p> <p>② 掌握单级放大电路的工程估算、安装和调试。</p>

教学基本标准达成体系

课程		电工电子实验方法						电路实验						模拟电子电路实验						数字逻辑电路实验					电子电路综合设计							
类别	细目	常用仪器使用及电子元器件识别	电子元器件参数测量	常用元器件应用	电路仿真及状态分析	电路故障排除	印制电路板设计	双端口网络频率特性测试	非线性元件识别测试	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析	非线性元件特性分析		
		实验知识	实验规范	电能产生传输																												
用电安全知识	•																															
实验操作规范	•				•																											
电子元器件特性	器件识别		•	•				•	•	•					•		•										•	•	•	•	•	
	主要参数		•	•			•	•	•																		•	•	•	•	•	
	参数测量			•		•	•	•	•	•																	•	•	•	•	•	
	应用特点		•	•		•	•	•	•	•																	•	•	•	•	•	
电气元件结构与应用特性	结构功能				•																						•		•	•		
	参数规格				•																						•		•	•		
	应用条件				•																						•		•	•		
	应用特点			•																						•		•	•			
测量对象	电能参数																															
	电信号特征																															
	电路参数																															

矩阵图

示范教学体系

目标达成体系

实验知识

实验技能

技术方法

实践能力

综合...

+

:

←

教学基本标准达成体系

课程		电工电子实验方法				电路实验						模拟电子电路实验						数字逻辑电路实验				电子电路综合设计															
类别	细目	常用仪器仪表使用及元器件识别	电子元件参数测量	常用元件应用	电路计算及仿真分析	电子电路实验方法	印制电路板设计	双端口网络参数测量	三极管特性及典型应用电路	场效应管特性及典型应用电路	二极管特性及典型应用电路	稳压电源电路设计	交流电机控制	三极管放大电路基本参数测量	放大电路频率特性	多级放大电路设计/负反馈放大电路设计	运算放大器电路设计	运放增益控制	自激振荡电路的设计	功率放大器设计	门电路逻辑功能测试	2位二进制比较器设计	多路寄存器设计	集成计数器设计	基于寄存器的信号发生器设计	微波电路设计	恒流源设计	高精度设计	电磁兼容设计	电机驱动设计	变频调速系统设计与实现	DC/DC开关电源设计					
技术方法	模拟电路设计																																				
	三极管电路基本参数																																				
	三极管特性及典型应用电路																																				
	场效应管特性及典型应用电路																																				
	多级反馈放大电路设计																																				
	功率放大																																				
	信号产生及转换																																				
	运算放大器基本应用																																				
	运放增益控制																																				
	多级运放电路设计																																				
滤波电路设计																																					
PID控制参数设计																																					
线性电源设计及实现																																					

矩阵图

示范教学体系

目标达成体系

实验知识

实验技能

技术方法

实践能力

综合...



教学基本标准达成体系

课程		电工电子实验方法					电路实验						模拟电子电路实验					数字逻辑电路实验					电子电路综合设计															
类别	细目	常用仪器使用及元件识别	电子元件参数	常用元件应用	电路仿真及分析	电子电路实验方法	印制电路板设计	双口网络参数测试	无源元件识别及测量	串联电路及阻抗分析	并联电路及阻抗分析	受控源的设计	电压的特性参数测试	交流参数测试	交流电路实验	交流电路实验	三极管放大电路参数测试	二极管整流特性	多级放大电路/负反馈放大	运算放大器电路设计	信号的分与合	自动增益控制器的设计与应用	有源滤波器设计	音调放大器设计	门电路动态特性测试	2位二进制比较器的设计	多路器设计	变型变长计数器设计	寄存器的信号发生设计	微控制器的设计	温度的测量与控制	高精度电子称设计	电磁继电器参数测试	传动系统的设计与实现	DC/DC开关电源设计			
实验技能	其他设备	逻辑分析仪																																				
		数字扫频仪	•					•		•							•	•	•	•	•	•	•															
		高压隔离探头													•																							
		程控电压源	•																													•				•		
		频谱分析仪																•							•													
	连接线	连接线的类别	•	•	•		•	•								•	•														•	•	•	•	•			
							•	•								•	•																					
	接插件	分类及特性			•		•	•										•						•														
		用途			•		•	•										•							•								•	•	•	•	•	
	设计仿真软件	软件应用场合分类				•		•								•							•									•					•	•
		基本使用方法		•	•	•		•	•							•							•	•	•	•	•	•	•	•		•					•	•
		应用技巧				•		•	•							•							•	•	•	•	•	•	•	•		•					•	•
		信号发生																			•					•	•	•	•	•		•					•	•

教学基本标准达成体系

课程		电工电子实验方法					电路实验						模拟电子电路实验					数字逻辑电路实验				电子电路综合设计												
类别	细目	常用仪器仪表及元器件识别	电子元器件参数测量	常用元器件应用	电路仿真及分析	电子电路测量方法	印制电路板设计	双端口网络分析与测量	电阻元件识别与测量	电容元件识别与测量	电感元件识别与测量	二极管特性测试	三极管特性测试	放大电路频率特性测试	放大电路的解耦电路	多级放大电路设计/负反馈放大电路设计	运算放大器电路设计	信号产生与合成	自动增益控制器的设计与调试	有源滤波器设计	精密放大电路设计	门电路逻辑功能测试	2位二进制比较器的设计	寄存器设计	移位寄存器设计	寄存器信号发生器设计	子路的与生设计	微波控制器的设计	温度测控	高精度称设计	电桥传感器参数测试	转速系统的设计与实现	DC/DC开关电源设计	
实践能力	调试测试	调试内容																																
		电路测试					•	•							•		•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	故障排除	故障类型		•	•				•										•	•	•						•	•	•	•	•	•	•	•
		故障分析							•										•	•	•						•	•	•	•	•	•	•	•
		故障排除							•										•	•	•						•	•	•	•	•	•	•	•
		故障检查分析排除		•	•		•			•									•	•	•						•	•	•	•	•	•	•	•
	参数测量	仪器选择	•	•		•		•	•	•		•					•	•	•	•	•							•	•	•	•	•	•	
		参数类型	•	•		•		•	•	•		•					•	•	•	•	•							•	•	•	•	•	•	
		测量电路	•	•		•		•	•	•		•					•	•	•	•	•							•	•	•	•	•	•	
		测量方法	•	•		•	•		•	•		•					•	•	•	•	•							•	•	•	•	•	•	
	数据处理	表格设计		•		•			•							•					•	•			•			•	•	•	•	•	•	
		数据记录		•		•			•							•						•	•			•			•	•	•	•	•	
		数据分析		•		•			•							•						•	•			•			•	•	•	•	•	
		数据处理		•		•			•							•						•	•			•			•	•	•	•	•	
		数据表示		•		•			•							•						•	•			•			•	•	•	•	•	
		有效数字	•	•				•	•						•	•	•		•	•	•							•	•	•			•	



电工电子基础课程实验教学环境条件要求

- ◆ 充分满足学生信息检索、自主学习、研究探索、设计仿真、制作测试、总结交流等实践过程中研究、设计、分析、仿真、实验、制作、焊接、测试需求；
- ◆ 在时间、空间、内容、资源等多个方面实现充分的开放
- ◆ 学生能够随时随地进行自主学习与实践，并能够获得指导、支持、帮助。

电工电子基础课程实验教学环境条件要求

◆ 教学与实验条件资源

实验仪器及装备：实验室应配备电压源、数字万用表、信号发生器、数字示波器等通用实验仪器，以及逻辑分析仪、扫频仪、晶体管测试仪、电桥、RCL测试仪、虚拟仪器等专用仪器设备。并配备电子电路、交流电路、FPGA/CPLD、单片机/嵌入式系统，以及电子电路、交流电路的设计、分析、仿真、调试、制作等方面的软件工具，以温度、湿度、照度、重量、声音、速度、角度、位移等物理量为对象的测量或控制对象等

教学案例、工程案例等教学辅助资源。

电工电子基础课程实验教学环境条件要求

◆ 实验教学运行管理机制

实验室配置：实验中心应按功能设置基础、专业基础、专业等不同层次综合性实验室，提高空间、设备资源利用率；

运行管理制度：建立仪器设备维护维修制度，确保设备完好率；建立各种岗位责任制度，保障实验教学秩序。

开放管理机制：应有充裕的开放时间与开放空间；具备预约、派位、登录、退出等开放管理机制，有适应个性化实验的仪器设备、实验平台、元器件等资源的使用机制。

安全保障机制：建立安全及意外应急处理机制，配备安防、消防设施及意外处理用品。

电工电子基础课程实验教学环境条件要求

◆ 实验教学信息化管理

针对开放式个性化实验教学，信息化教学辅助与过程管理系统，应该涵盖：

课程组织计划实施、教学进程统筹安排
考核评价成绩统计、多元师生交互渠道
预约派位门禁管理、器件申请审批发放
实验信息现场采集、电子报告提交批改
实践项目进程管理、实验考试问卷调查
设备器件出入库管理



课题研究成果在应用中不断完善

▶ 与南航合作实施获国家教学成果一等奖

▶ 2016年江苏多校合作应用推广

南京邮电大学、南京师范大学

南京工程学院、常州大学



通过在线实验推广教学标准

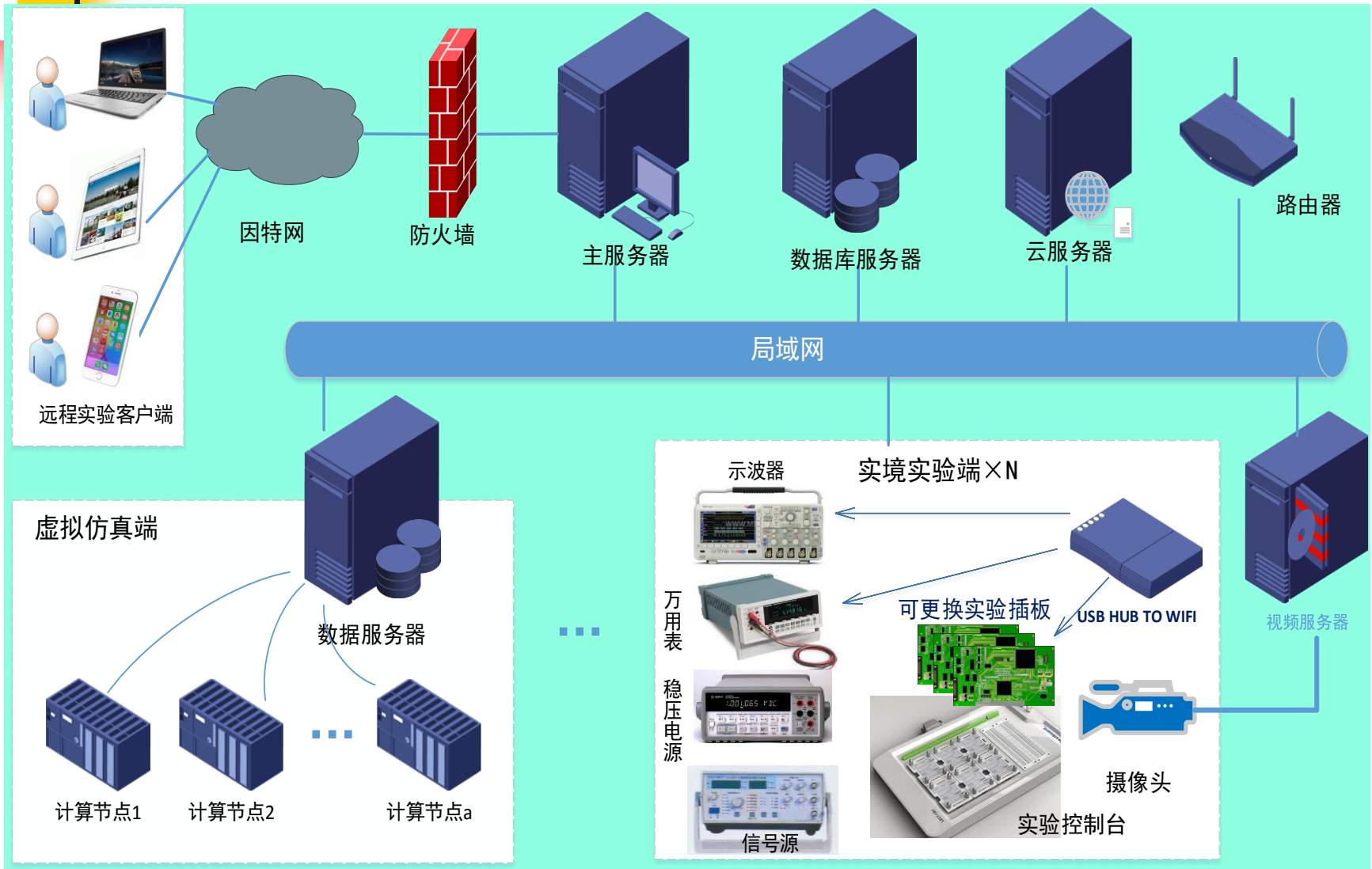
- 电工电子实验基础
- 电路实验
- 模拟电子电路实验
- 数字逻辑电路实验
- 电子系统综合设计

在线实验课程平台建设目标

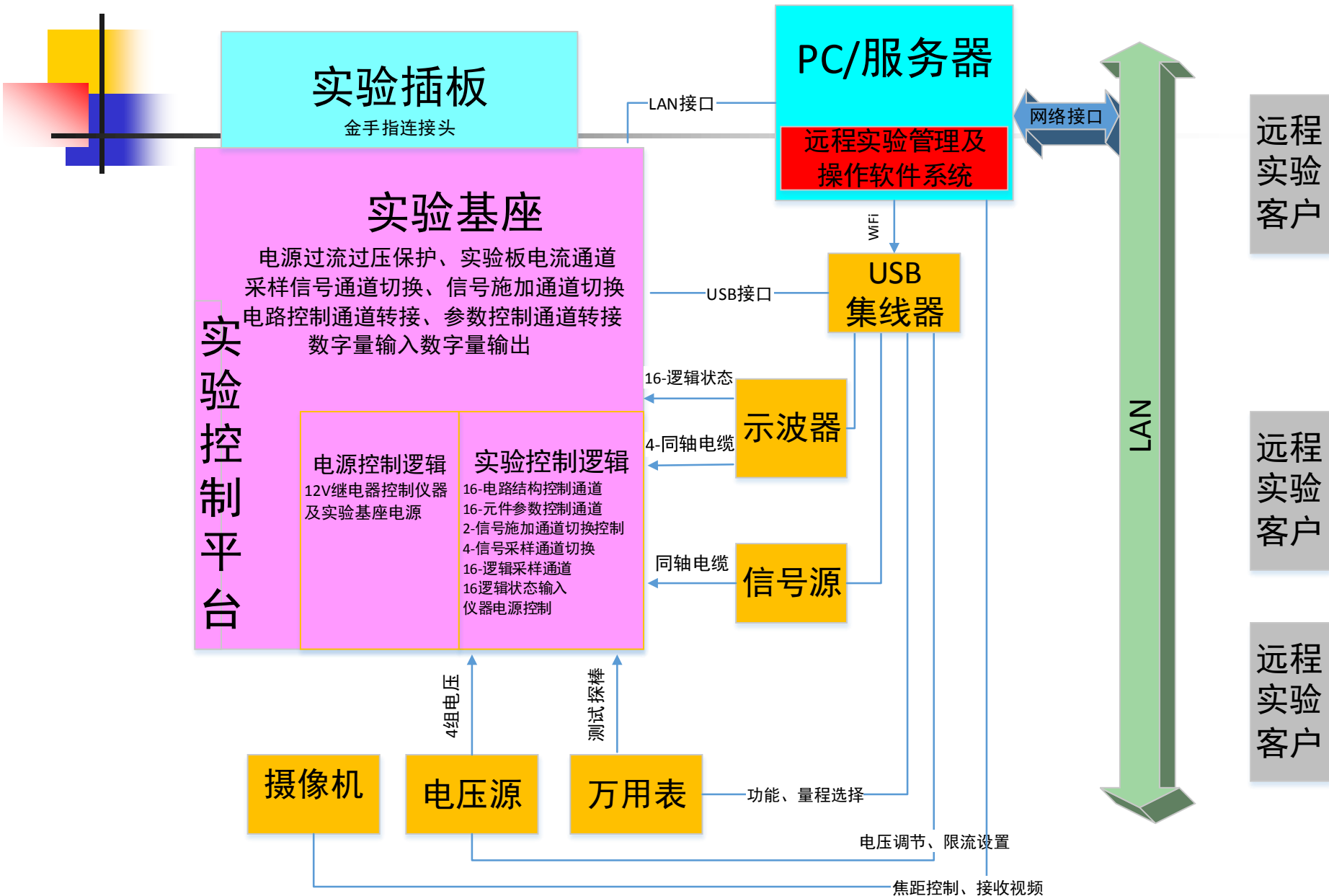
- 学习者在实验平台上可根据个人的知识背景、工作特点和兴趣爱好自由选择研习课程、实验项目、研究课题；
- 在自由的时间、方便的地点利用网络、软件工具、仪器仪表、电路模块、器件设备、测控对象等软硬件开放资源进行自主设计和开源上传。
- 服务对象：在校大学生、自主创业者、企事业工程技术人员、中小學生、老年兴趣爱好者

基于网络的在线教学与服务将成为实践教学改革与科技知识文化普及的主渠道之一。

在线实验平台体系结构

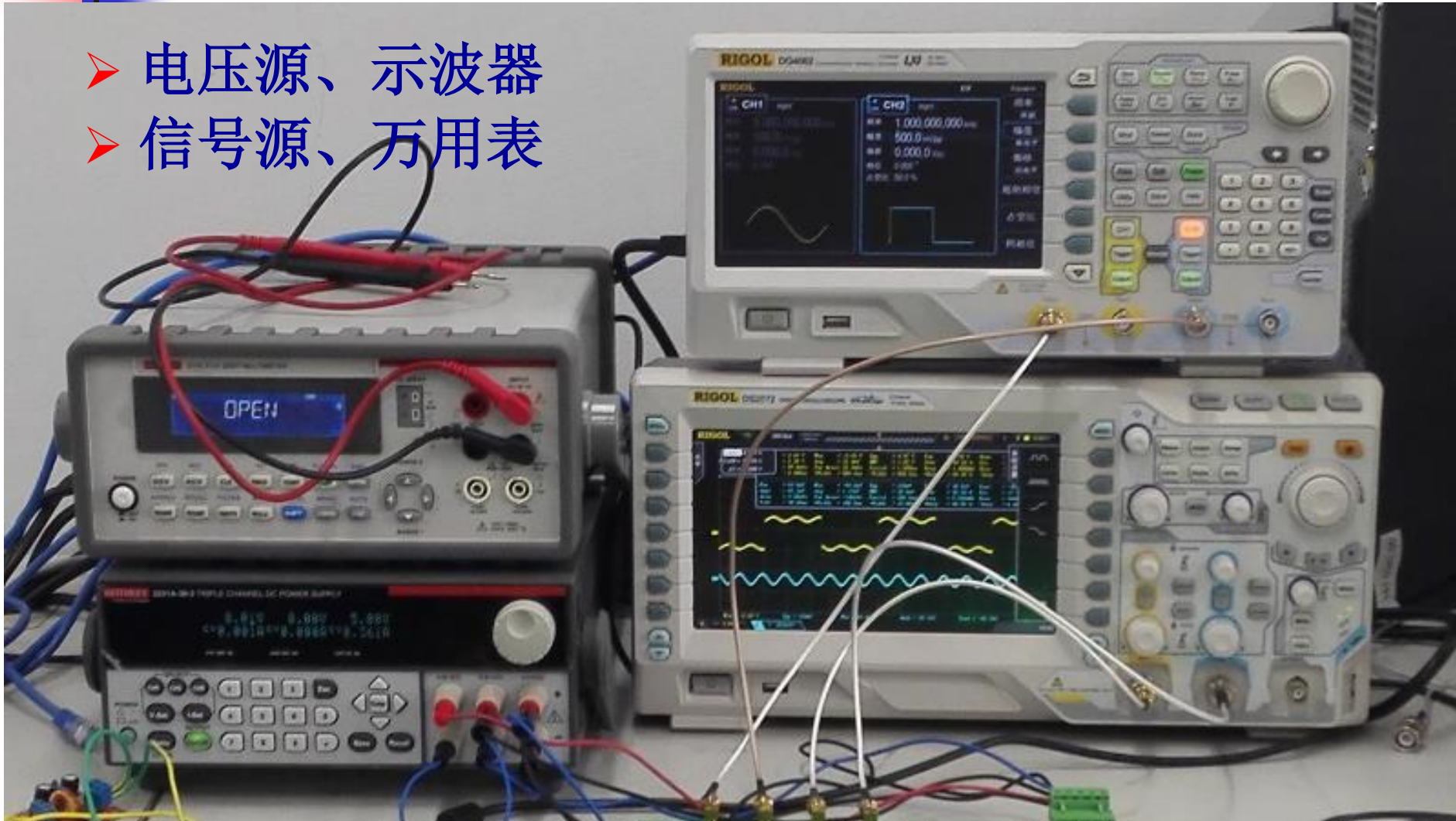


在线实境实验平台



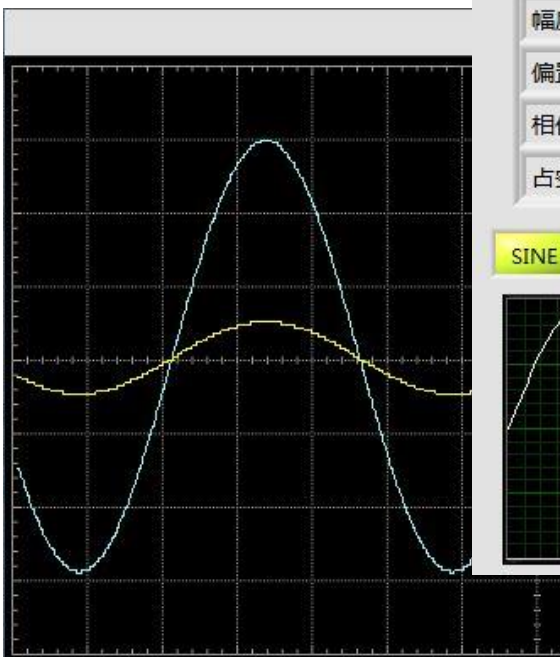
实验仪器设备的远程操控

- 电压源、示波器
- 信号源、万用表



实验仪器设备的远程操控

- 电压源
- 示波器

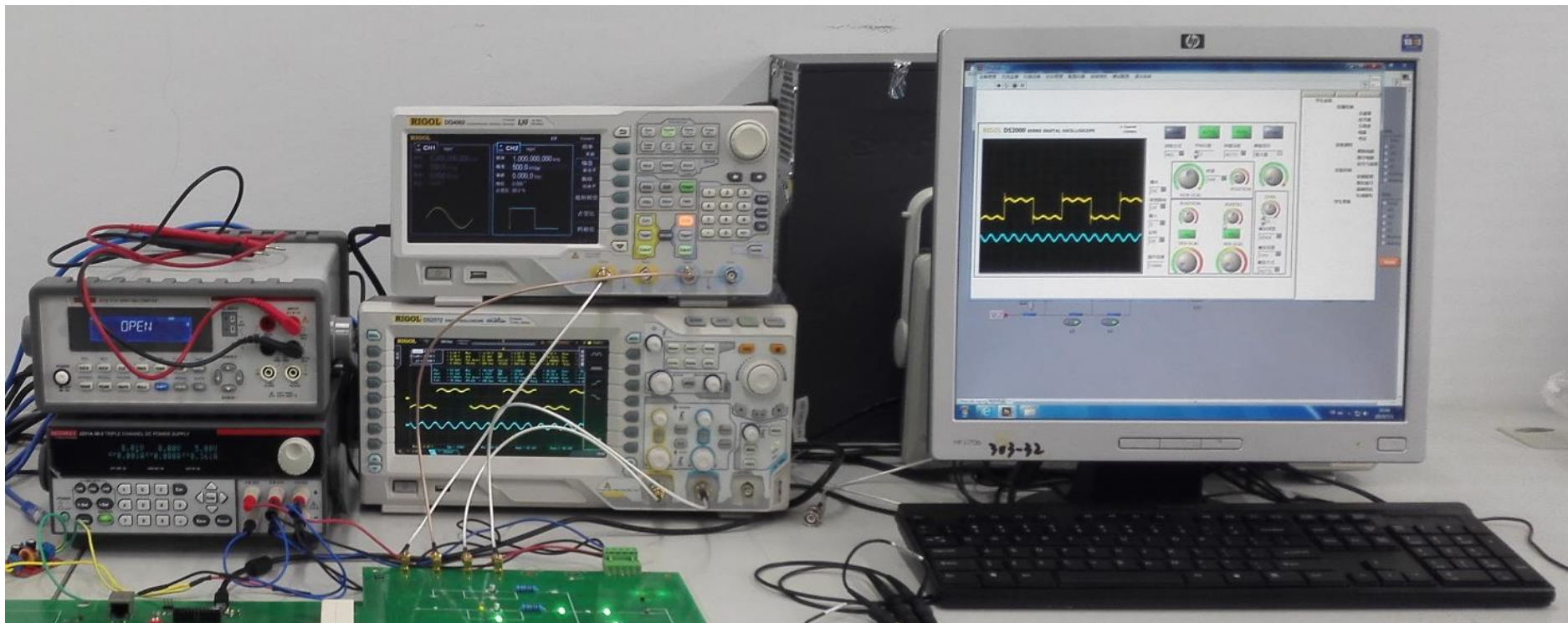


The image shows a remote control interface for a laboratory instrument. At the top, there is a label '当前值' (Current Value) and a display showing '0' and 'mV'. Below this, there are several measurement and control buttons arranged in a grid:

直流电压 —V	直流电流 —I	电阻测量 Ω	短路测试 短路	频率测量 频率
交流电压 ~V	交流电流 ~I	电容测量 - -	二极管 二极管	传感器 传感器

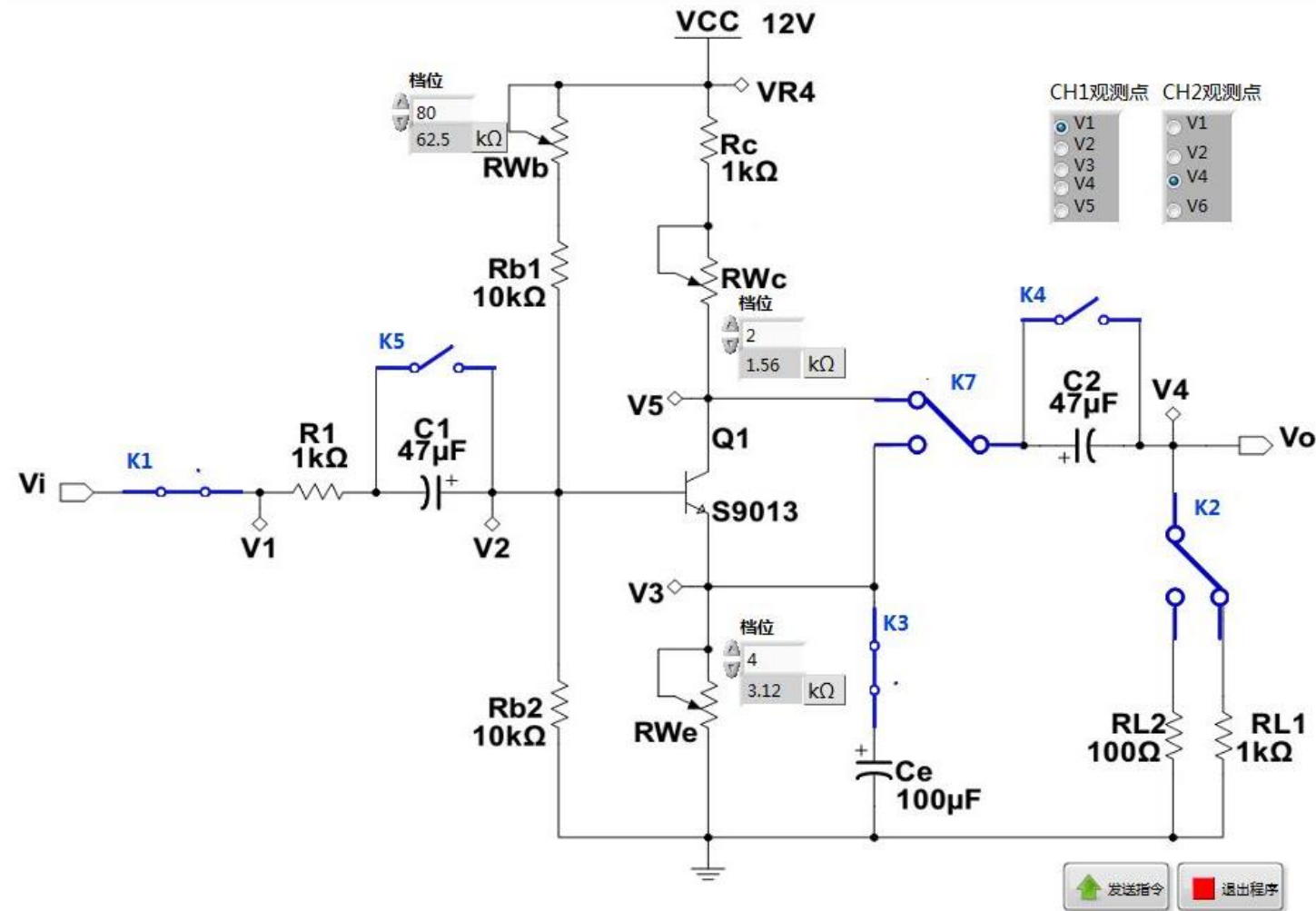
At the bottom, there are two large buttons: '初始化' (Initialize) with a green checkmark icon, and '停止' (Stop) with a red square icon.

实验仪器设备的远程操控



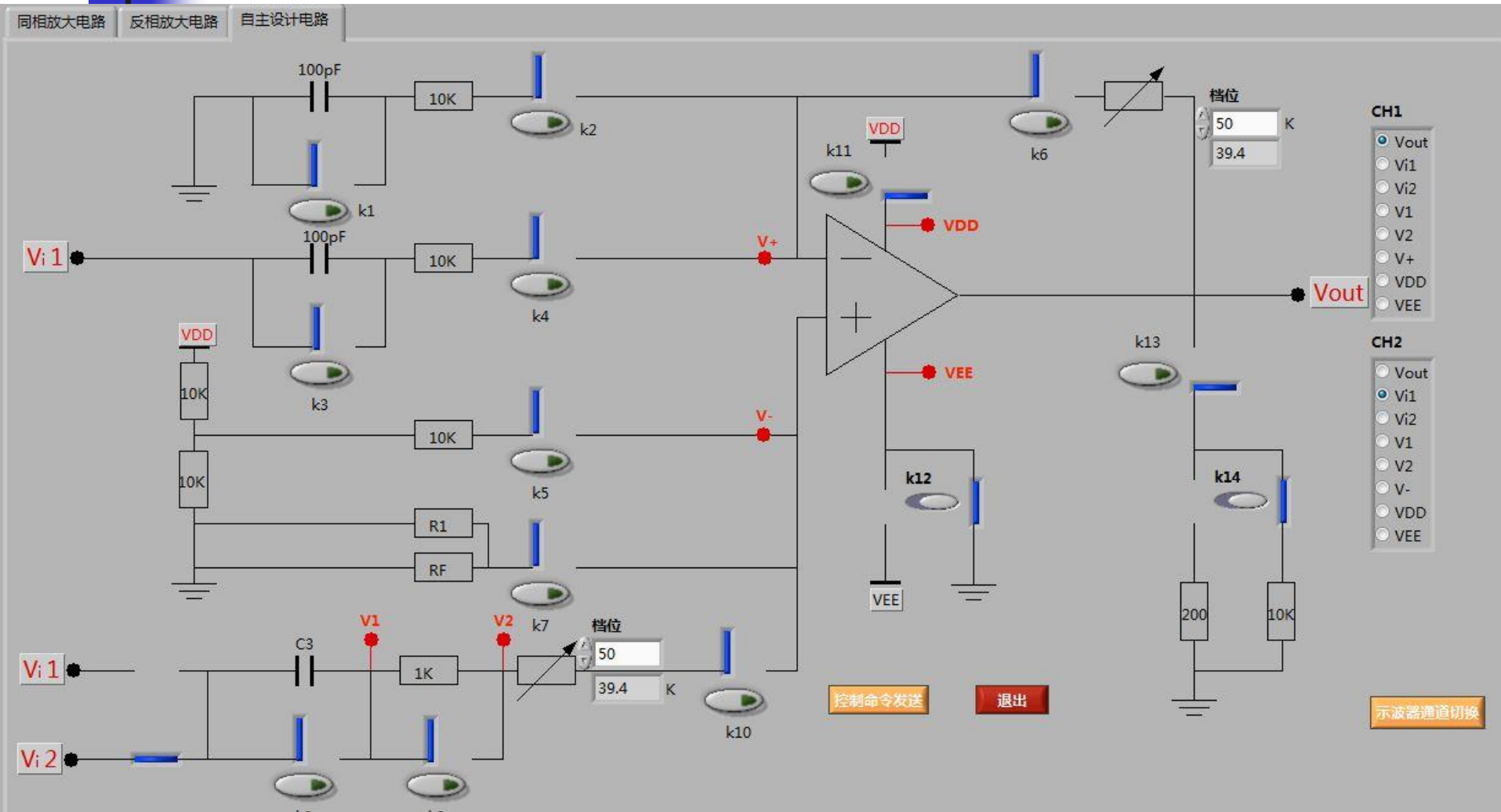
实验电路的远程设计控制

三极管应用电路



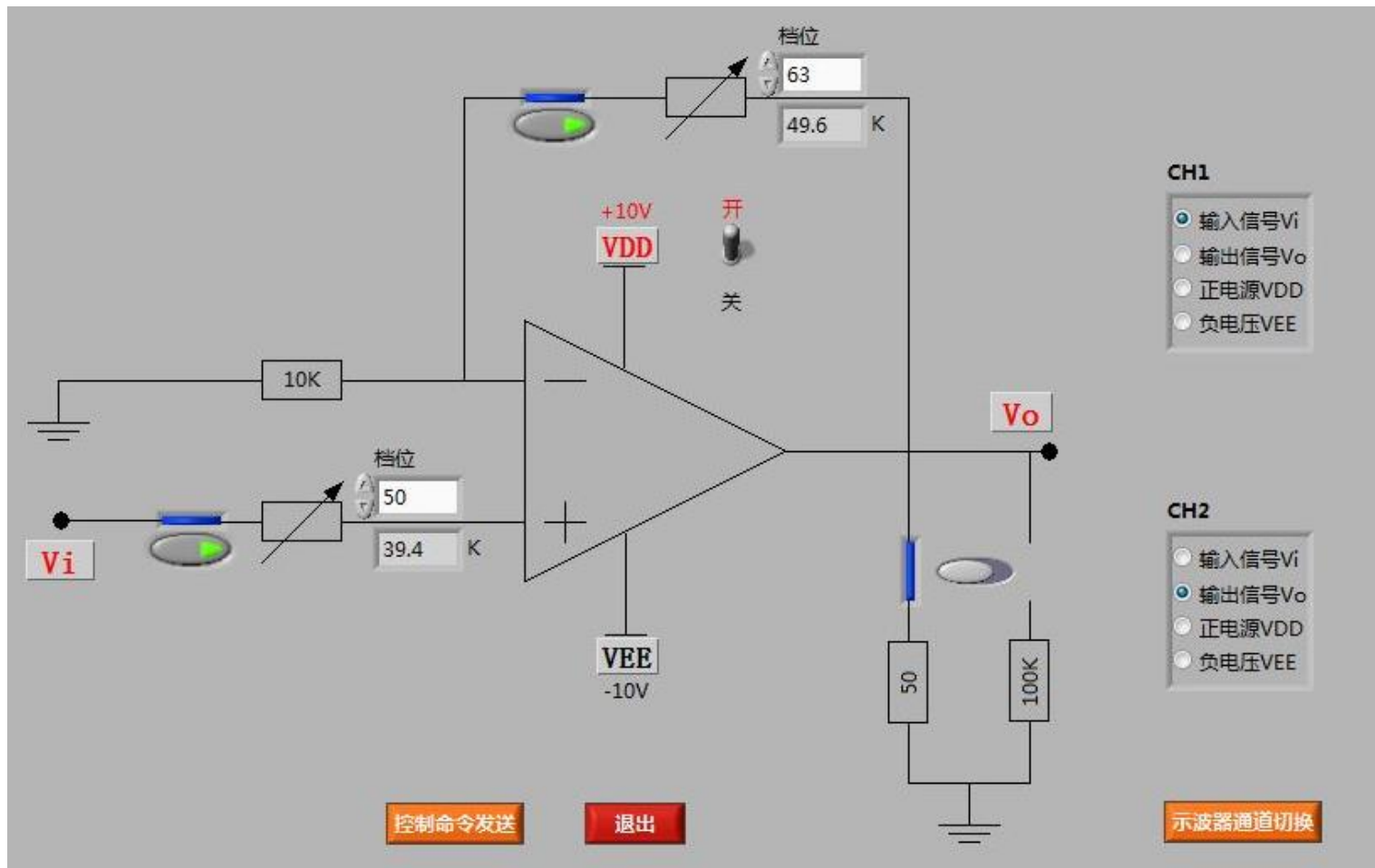
实验电路的远程设计控制

运算放大器应用

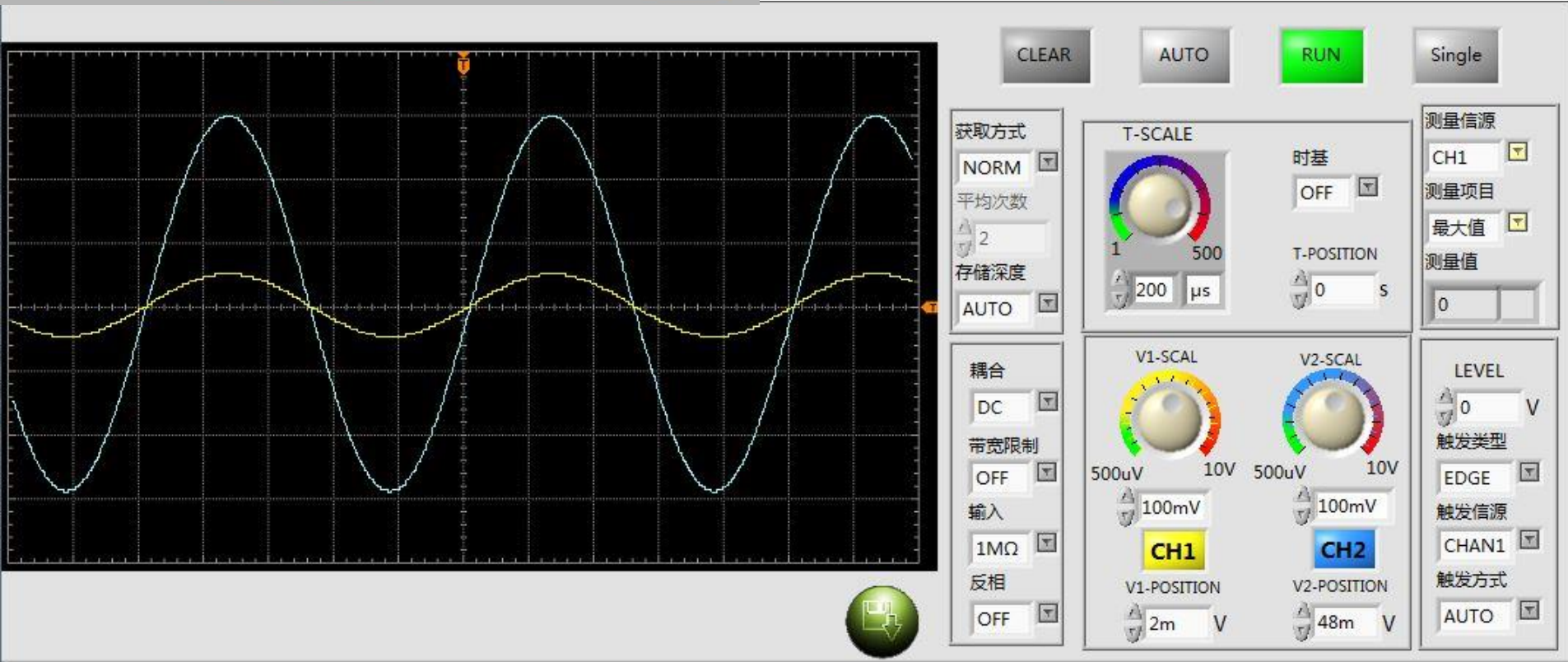
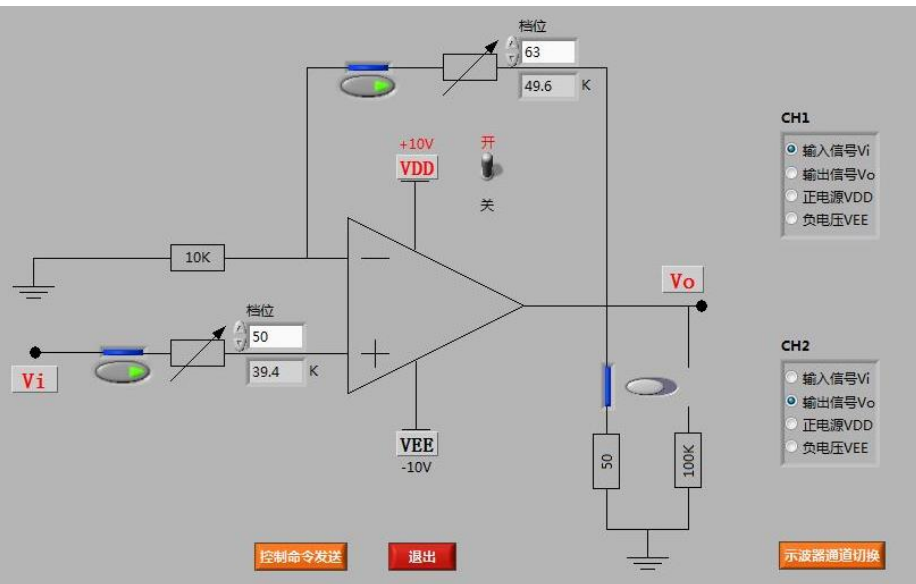


实验电路的远程设计控制

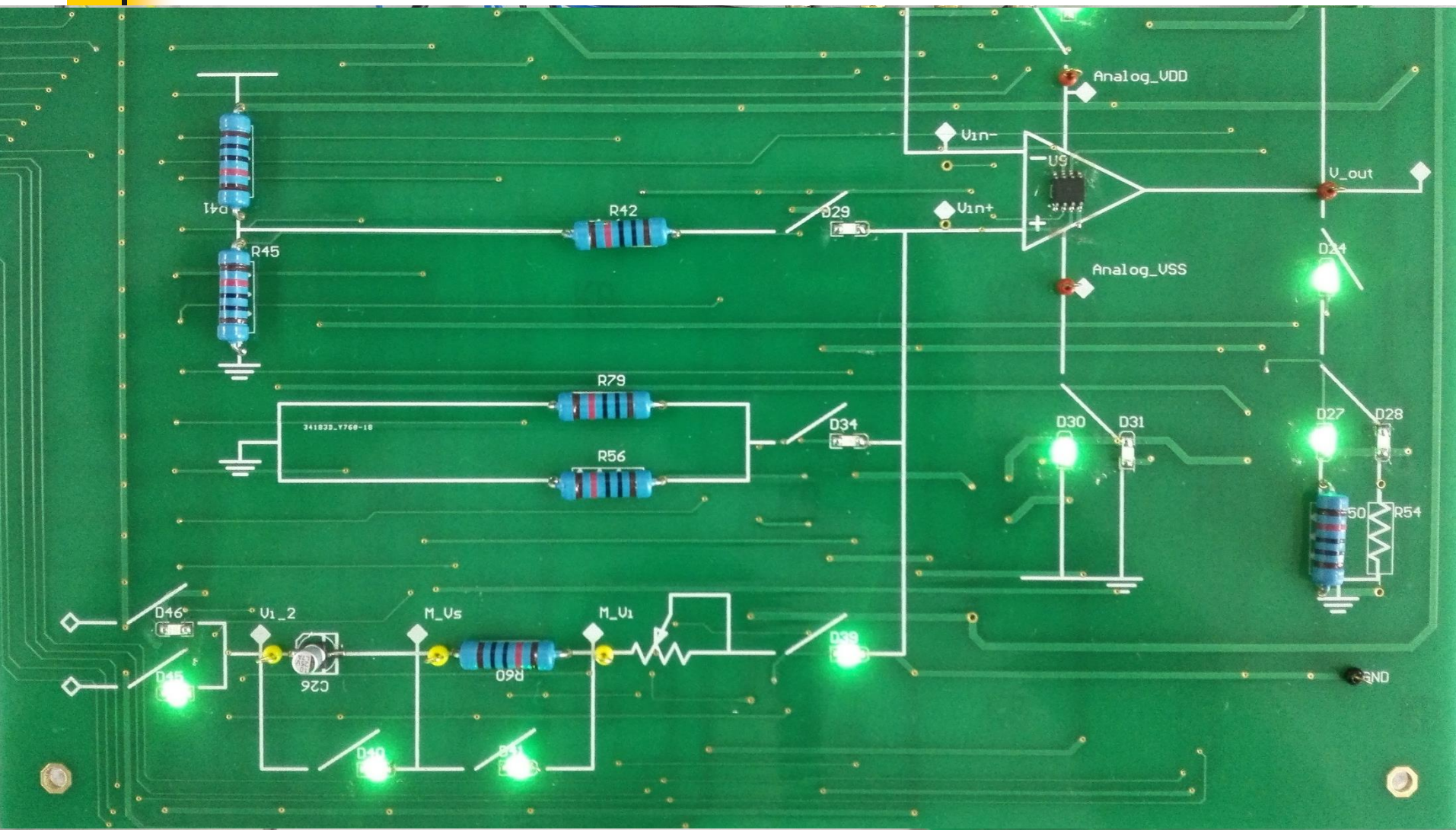
运算放大器应用



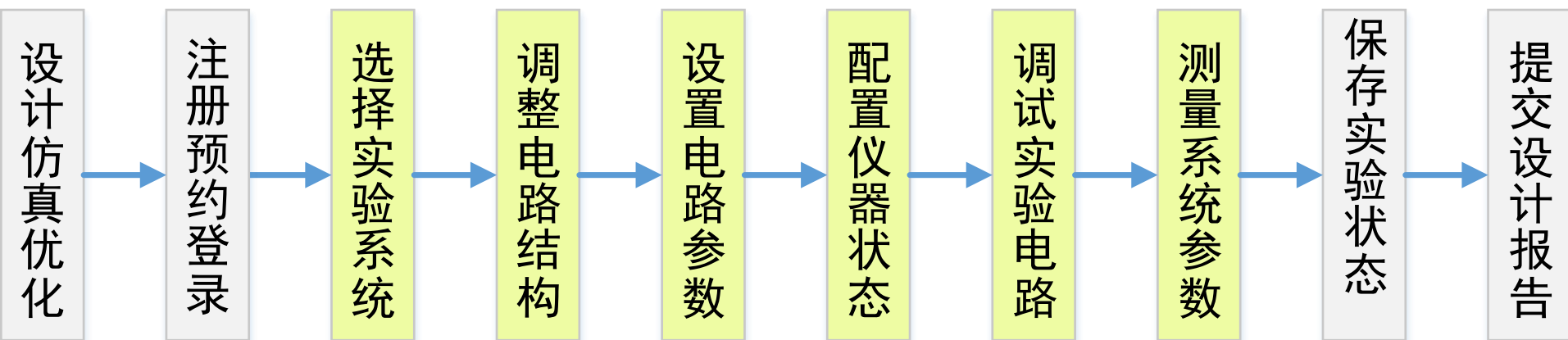
运算放大器应用



在线实境实验平台



在线实验流程



在线实验管理体系

实验过程管理功能

用户管理：
注册登录退出

实验安排：
预约合作观摩

实验计划：
项目开展时间

实验记录：
时间内容数据

调度信息：
时间内容容量

在线帮助：
方法步骤引导

实验报告：
撰写提交评价



特征特色

➤ 开放性

不受时间、空间、地域等各方面条件的限制，极大拓展了学习和实验模式，可以为全社会共享

➤ 方便性

可以为国外游学、出访交流、课外项目、伤残病患等各种不能参与现场实验的群体提供等效的服务；

可以为课堂教学、自主研学等非实验现场提供即时的实践资源服务。



特征特色

➤ 自新性

实验者可自主将创新的实验内容、方法、过程保存并提交系统，审核后可以成为新的实验资源。

➤ 交互性

实验现场可以询问、指导和讨论，可以多人合作或演示观摩，增强远程互动。

➤ 高效率

在线实境实验可以24小时不间断服务；并在中断实验后，迅速恢复保存的实验状态。



特征特色

➤ 普及性

可充分发挥优质教育资源的价值，使先进教学方法和优越的实验室条件为全社会应用，彻底摆脱局部资源条件的束缚。

➤ 终身性

使教学资源为全社会不同职业、不同年龄、不同资历的大众共享；不受学籍、学制等因素束缚，可帮助学习者完成学业、培养兴趣、提高修养、培训技能、重新择业、学习圆梦。

谢谢！