

# 研究型实践教学

## ——探索与环境建设

东南大学电工电子实验中心

胡仁杰 2010.11.12

[hurenjie@seu.edu.cn](mailto:hurenjie@seu.edu.cn) 13805172201



# 实践教学的目的

---

引导学生：

- ❖ 用探索的眼光发现社会生活和工程实践中存在的问题
- ❖ 在实践中学习科学研究的基本方法
- ❖ 应用掌握的专业知识和技术技能去解决问题



# 实践教学的目的

---

- ▶ 学以致用：运用知识解决问题、解释现象
- ▶ 需以致学：任务驱动 → 拓展知识、学习方法
- ▶ 研究创新：发现问题、探索解决方案
- ▶ 全面发展：分析研究、自主创新、知识综合、系统设计、规划管理、工程实践、团队合作、交流沟通。



# 实践教学改革的目標

---

- 设计构造：综合运用知识解决问题，在实践中发现自身不足，拓展知识、探索方法、自主创新的场景与条件
- 促进学以致用、需以致学、研究创新
- 全面培养学生科学研究、规划管理、工程实践、团队合作、交流沟通等综合能力和素质



# 研究探索与创新性实验项目

## ■ 电子元器件参数测量

- ◆ 在介绍了电流电压表的物理模型后，要求学生设计测量大、小电阻（ $100\ \Omega$ ， $1\text{M}\ \Omega$ ）的电路；设计多种测量电容、电感参数的实验电路；分析测量结果差异的原因
- ◆ 设计电路测量稳压二极管的 $V-I$ 特性，以及随电流变化、温度变化的规律
- ◆ 给出标准电阻，通过测量估测电流表、电压表的阻抗。

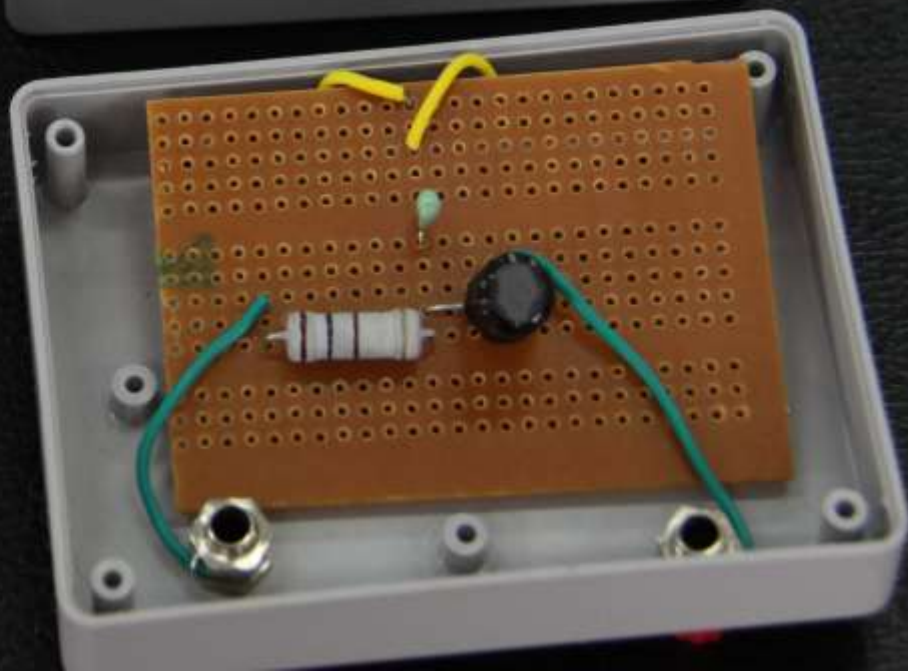
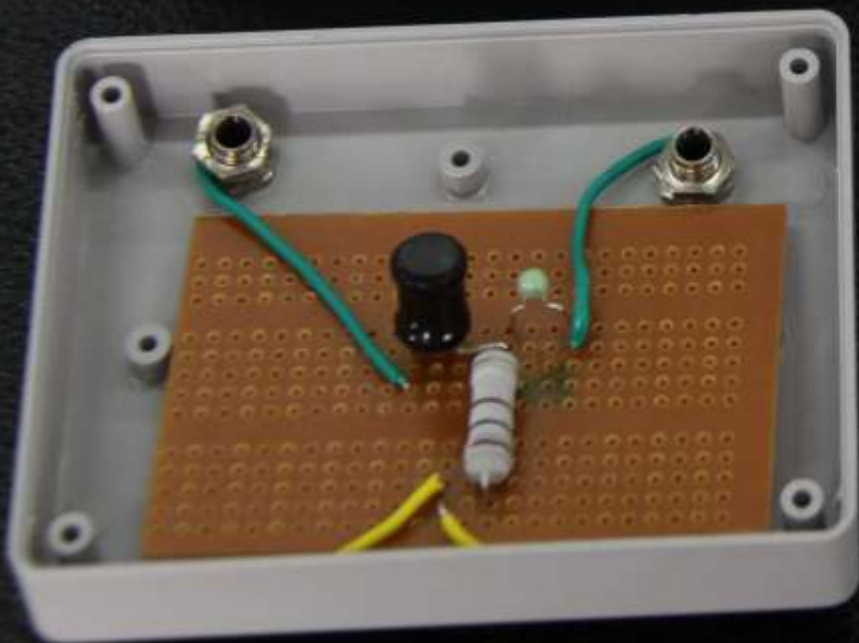


# 研究探索与创新性实验项目

---

## ■ 双端口网络结构与参数回归

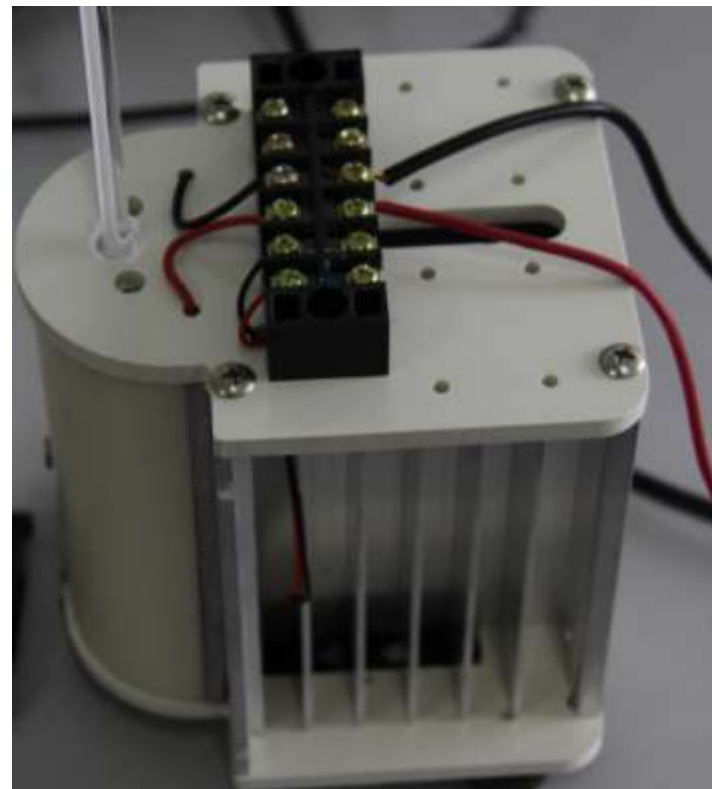
- ◆ 用多种测量方法，观察、测量R-L-C双网络的幅频、相频特性，比较各方法的特点、效率、精度
- ◆ 采用测量的方法识别“L”和“T”型网络中各元件的性质，并算出其参数
- ◆ 通过实验建立未知无源双端口网络的等效电路及参数



# 研究探索与创新性实验项目

## ■ 数字式温度计设计

- ◆ 各自采用不同的方法测量温度，温度范围 $20\sim 70^{\circ}\text{C}$
- ◆ 以数字方式显示温度
- ◆ 实现温度控制功能，温度误差 $\leq \pm 2^{\circ}\text{C}$





# 研究探索与创新性实验项目

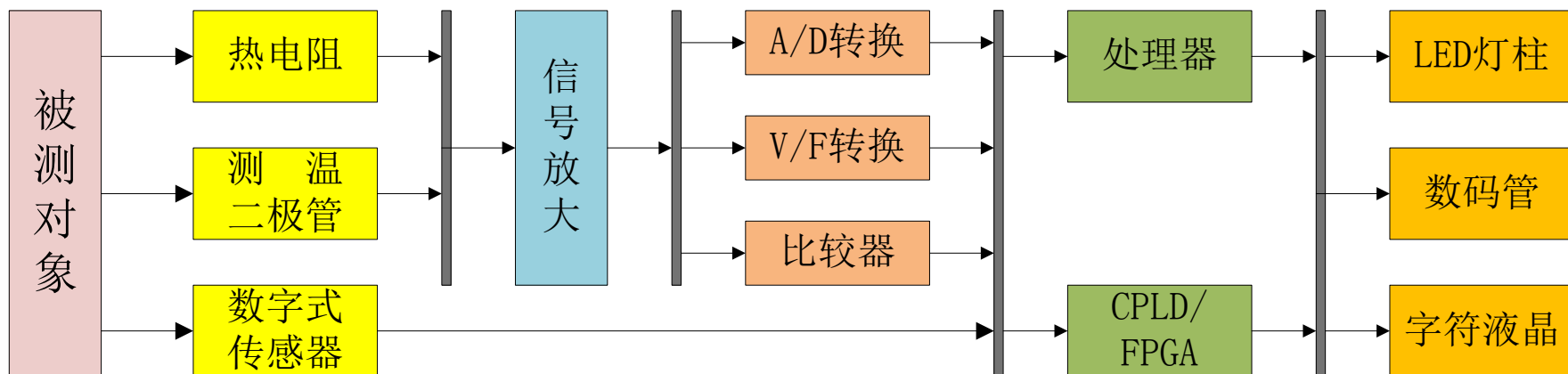
## 数字式温度计设计

### ◆ 研究调查，收集资料，寻找实现途径

- 选择传感器
- 信号调理
- 信号转换
- 数据显示

### ◆ 方案分析对比

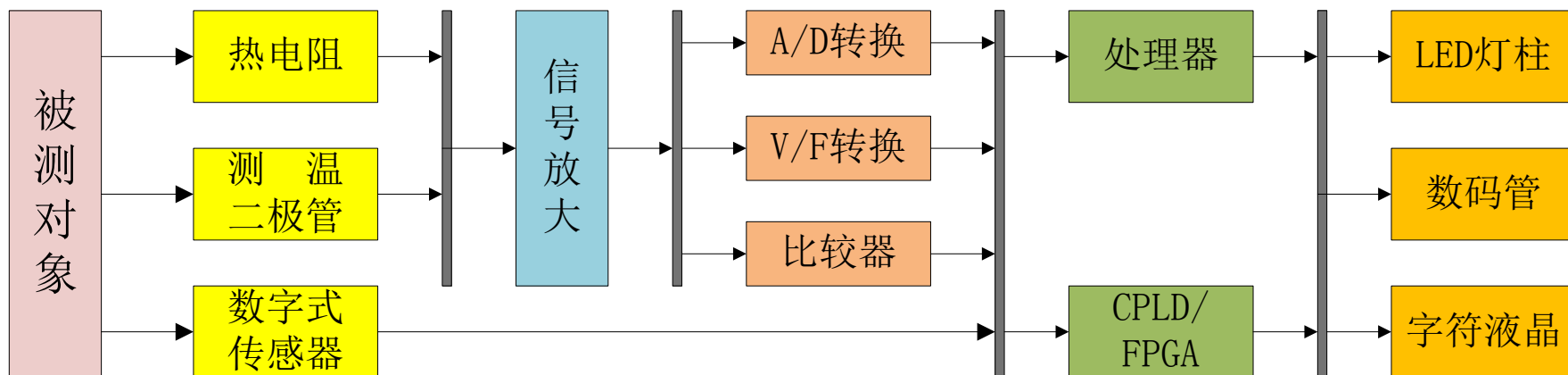
- 先进性、合理性
- 技术状况、设备条件
- 时间、经费投入



# 研究探索与创新性实验项目

## 数字式温度计设计

- ◆ 数据采集与调理：模拟电子技术
- ◆ 数据显示：数字电子技术
- ◆ 数据转换：模数混合
- ◆ 温度控制：控制方法





# 基于项目的综合性课程设计

---

➤ 项目具有实际意义和应用背景，并考虑到目前教学的基本内容和新技术的发展趋势

- ◆ 着重基础知识
- ◆ 扩展知识范围
- ◆ 侧重系统设计
- ◆ 强调创新发挥

# 课程的规划设计

- 学生根据所学专业和兴趣爱好选择具有工程背景的课题作为课程实践项目，自主制定课题的详细功能、规模和性能指标；经教师确认课题合理性、可实现性、知识广度、专业深度与工作量，选择工作平台，开始系统分析、研究设计与工程实现
- 学生进行项目总结，撰写设计报告，制定测试和演示方案；教师对作品进行验收、质询；最终分组进行项目演讲。



# 数字系统课程设计 (2009国家精品课程)

---

## ➤ 第一阶段：理论知识授课

- 介绍现代数字电子系统构建、设计方法。
- 运用硬件描述语言设计系统的过程与技巧，开源IP的应用等。
- 通过工程案例，介绍系统的设计、仿真、调试、测试的方法，以及项目的规划管理



# 数字系统课程设计

---

## ➤ 第二阶段：自主选题与项目

- 在大量搜索、筛选信息的基础上，独立构思一个课程设计项目。
- 设计规划项目需要实现的功能、达到的指标；提出系统结构、实现方案和人机交互操作等技术方案。
- 与教师面对面交流后确认课题。

# 数字系统课程设计

## ➤ 第三阶段：项目设计与实现

- **系统结构设计**：将系统划分为多个功能模块，设计各模块的功能以及模块间接口
- **设计方案论证**：根据方案的先进性、合理性，结合自身技术状况、实验条件等因素，论证设计方案
- **电路设计**：在QuartusII软件平台上进行各功能模块的电路设计、仿真和优化
- **系统调试与测试**：选择FPGA/CPLD、电源、输入输出接口、人机交互等模块构建项目平台；下载、调试功能、测试性能指标



# 数字系统课程设计

---

## ➤ 第四阶段：系统验收与总结

- 撰写项目设计报告
  - 项目构思设计
  - 核心问题分析、实现思路方法、项目实施进程
  - 理论推导计算，软件设计仿真，电路参数设计
  - 设计实现调试、数据测量分析
  - 得失分析展望
- 从课题“创意构思、先进性、功能指标、完善程度”等方面，对作品实物质询、验收
- 结合项目演讲的思路、表达与应变等进行综合考评





系统理论授课



师生研讨交流



专题技术讲座

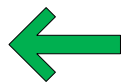


选题规划确认

## 综合性课程设计教学进程



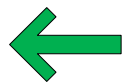
项目总结演讲



作品验收答辩



自主设计实现



现场实践指导





# 项目申请

---

## ➤ 课题背景

- 存在问题
- 应用背景

## ➤ 实现价值

- 功能指标规模
- 应用推广价值

## ➤ 实现方案

- 系统结构
- 核心问题
- 解决方案
- 实现方法



# 项目实施

---

## ❖ 项目设计规划

- 功能、指标、规模
- 外观、重量、体积
- 使用、操作、测试



# 项目实施

---

## ❖ 核心技术分析

- 实现方法研究
- 技术水平分析

## ❖ 设计计算仿真

- 理论计算推导
- 分析设计仿真



# 项目实施

---

## ➤ 工作环境建立

- 软件设计、分析、仿真工具
- 仪器设备、实验平台
- 加工、安装、调试设施



# 项目实施

---

## ❖ 功能部件设计

- 结构、布局设计
- 操作面板设计
- 系统资源分配
- 电源设计、设计
- 电路、布线设计
- 零部件、元器件选择、订货、采购
- 程序设计



# 项目实施

---

## ❖ 加工、制作、安装

- 电路板制作
- 机械加工
- 机械、电气安装
- 布线

## ❖ 调试、测试、完善

- 模块功能功能
- 系统联合调试
- 性能指标测试
- 系统完善提高



# 项目总结

---

## ❖ 验收总结

- 编写使用说明文件
- 对照项目认定计划逐一测试
- 分析成功、失败原因
- 前景展望、后续工作设想





# 项目总结

---

## ❖ 演讲答辩

- 选题背景意义
- 核心问题分析
- 解决思路方法
- 理论计算仿真
- 设计实现测试
- 得失分析展望



# 考核评价

---

## ❖ 考核评价

- 以考核模式引导学生的学习和实践
- 重在考察实践过程中的表现与能力
  - 研讨交流中表现出的理解、思维、表达能力和创造性
  - 考察基础知识、基本技能与方法的掌握程度，项目计划组织、工程实现、总结表达能力
  - 观察实践过程中构思、方法、设计等方面闪光点



# 研究创新性实践教学实施要点

---

- ▶ 重点在于教学内容、实现方法的开放
  - ◆ 给出基本、提高和创新等不同层次要求
  - ◆ 学生自行拟定实验方案、过程
  - ◆ 学生可根据需求自选实验仪器，自组实验平台
  - ◆ 所需知识来源的多样性：系统理论知识、多种方法集成、最新产品技术
  - ◆ 实验形式的多样性：设计、分析、仿真、实验



# 研究创新性实践教学实施要点

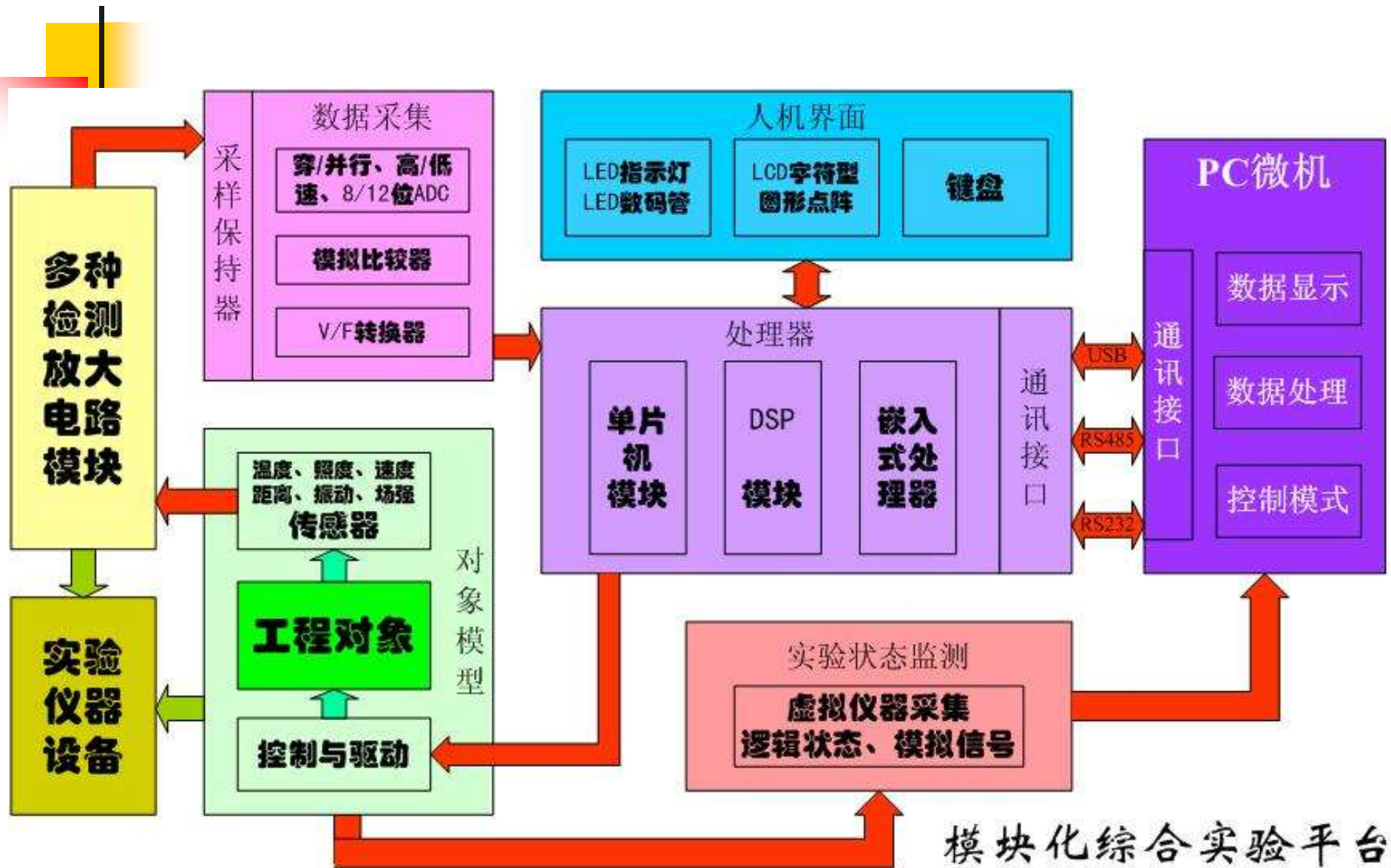
---

## ▶ 实践环境

满足学习、研究、设计、分析、仿真、实验、制作、焊接、测试等不同环节的软硬件需求

- ◆ 计算机、网络、软件工具、开发平台
- ◆ 获取知识、方法的多种渠道
- ◆ 不同种类、规格、指标的仪器设备
- ◆ 综合、丰富、多样，有充分选择空间的实验平台

# 实践环境



# 实验室仪器设备配置

常用实验仪器

计算机与网络

EDA软件工具

基于PC的虚拟仪器

网络化教学资源

建立自主研学实践助学平台

师生交互平台

实验教学管理

电子技术实验室

# GW2002 综合测试仪/实验数据采集器



数字存储示波器  
逻辑分析仪  
任意信号发生器  
频谱分析仪  
频率计

双通道500MHz Sa/s 实时采样，60MHz 带宽，模拟荧光示波器效果  
128K 存储深度，8位垂直分辨率  
16通道逻辑分析仪，30MHz 信号源，5MHz 任意波发生器。

# 虚拟仪器配置

The image displays a virtual instrument (VI) configuration window for a LinScope. The main window is divided into several sections:

- System Menu:** Includes options for 系统 (System), 测量 (Measurement), 示波器 (Oscilloscope), 逻辑分析仪 (Logic Analyzer), 数据采集 (Data Acquisition), and 帮助 (Help).
- Controls:** Features buttons for AUTO, RUN/STOP, and a waveform preview.
- Vertical Offset:** Sliders for CH1 and CH2, with a vertical offset control for CH2.
- Waveform Display:** Shows two channels (CH1 and CH2) with settings: CH1: 1V/div, CH2: 1V/div, Time: 2.5us/div. The waveform shows a blue signal and a yellow signal.
- Vertical Scale and Coupling:** Includes knobs for vertical scale (5mV to 200mV) and coupling (DC, AC) for both channels.
- Horizontal Scale and Trigger:** Includes a time scale knob (25ns to 250ms) and trigger settings (触发源: CH1, 斜率: 上升沿, 触发模式: AUTO).
- FFT Window:** A separate window titled "FFT" showing the frequency spectrum of the signal. The x-axis ranges from 0MHz to 10MHz, and the y-axis ranges from 0 to -100. The spectrum shows a peak at approximately 1MHz.





# 综合电子系统设计

Composite Electronic System Design

- 东南大学电工电子实验中心



- 网站首页
- 课程介绍
- 课程公告
- 教学要求
- 教学课件
- 教学录像
- 设计范例
- 电子书
- 系列讲座
- 器件手册
- 实验平台
- 学生作品
- 工具软件
- 精品课程申报

## 课程介绍 / Introduce



《综合电子系统设计》课程通过综合电子系统的研究、设计与实现,使学生能将已学过的模拟电路等多门课程知识综合运用于电子系统的设计与实现中,培养学生知识综合应用、系统分析与设计等多方面能力与素质,这是所有实践性课程中最具活力,最能培养学生的自主学习与实践能力和培养学生创新思维的课程之一... [详情>>]

## 联系我们 / Contact us

东南大学电工电子实验中心  
 邮政编码: 210096  
 联系电话: 025-83792790  
 Email: hurenjie@seu.edu.cn

## 教学资源 001



**教学课件**  
 综合电子系统设计 MORE>>

《综合电子系统设计》课程全部教学课件,以及课程相关知识教学电子教案。



**设计范例**  
 综合电子系统设计 MORE>>

列举几个针对课程教学与课程项目设计实现要求的综合电子系统设计报告实例。



**系列讲座**  
 综合电子系统设计 MORE>>

近年来结合课程教学,介绍电子信息与计算机领域最新动态、实现方法与应用技术的专题知识讲座现场录像。



**教学录像**  
 综合电子系统设计 MORE>>

《综合电子系统设计》课程部分教学现场录像: 电子系统设计导论、综合电子系统设计实例分析、VHDL程序设计等。

## 教学要求 002



- 《综合电子系统设计》教学大纲
- 《综合电子系统设计》教学计划
- 《综合电子系统设计》教学目标
- 《综合电子系统设计》教学内容
- 《综合电子系统设计》考核方法
- 《综合电子系统设计》教学提纲

## 课程公告 / What's New

**2008-05-19 黄慧春:**  
关于课程项目设计方案讨论的通知

**2008-05-14 黄慧春:**  
关于可控整流与逆变技术专题讲座时间调整的通知



## 学生设计报告 003

- 陈琼: DC-DC电压源报告
- 尤星: 步进电机控制设计报告
- 孔蕾: 电机转速控制报告
- 朱立华: 可数控制增益的测量放大器
- 王志城: 简易信号发生器报告

# 工具软件在实验教学中应用

# QuetusII

The image displays the Quartus II software interface, showing the simulation results of a digital circuit. The main window is titled "Quartus II - E:/exp/a - a - [Simulation Report - Simulation Waveforms]". The interface includes a Project Navigator on the left, a central area for simulation reports, and a right-hand pane for simulation waveforms.

The Project Navigator shows the following structure:

- Files
  - Device Design Files
    - a.bdf
  - Software Files
  - Other Files

Quartus II - E:/exp/a - a - [Simulation Report - Simulation Waveforms]

File Edit View Project Assignments Processing Tools Window Help

Project Navigator

Files

- Device Design Files
  - a.bdf
- Software Files
- Other Files

Status

Module	Progress %	Time
Simulator	100 %	00:00

Option	Value
Location	Pin_62

Simulation Report

- Legal Notice
- Flow Summary
- Flow Settings
- Simulator
  - Summary
  - Settings
  - Simulation Waveforms
  - Simulation Coverage
  - JNI Usage
  - Messages

Status

Module	Progress %	Time
Simulator	100 %	00:00

Message: 0 of 13

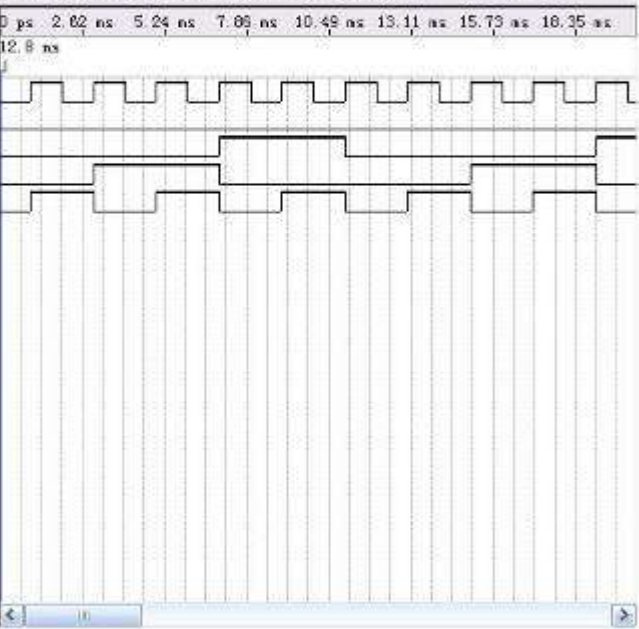
Simulation Waveforms

Simulation node: Timing

Master Time Bar: 12.8 ns

Pointer: 137.87 us Interval: 137.86 us Start: End:

Name	Value at 12.8 ns
clk	V 0
q3	V 0
q2	V 0
q1	V 0
q0	V 0



System Processing Extra Info Info Warning Critical Warning Error Suppressed

Message: 0 of 13

For Help, press F1

# 工具软件在实验教学中应用

# Matlab

The image displays the MATLAB 7.4.0 (R2007a) environment. The main window is the Command Window, showing the current directory as C:\Documents and Settings\Kang Kai. The Command Window contains the following text:

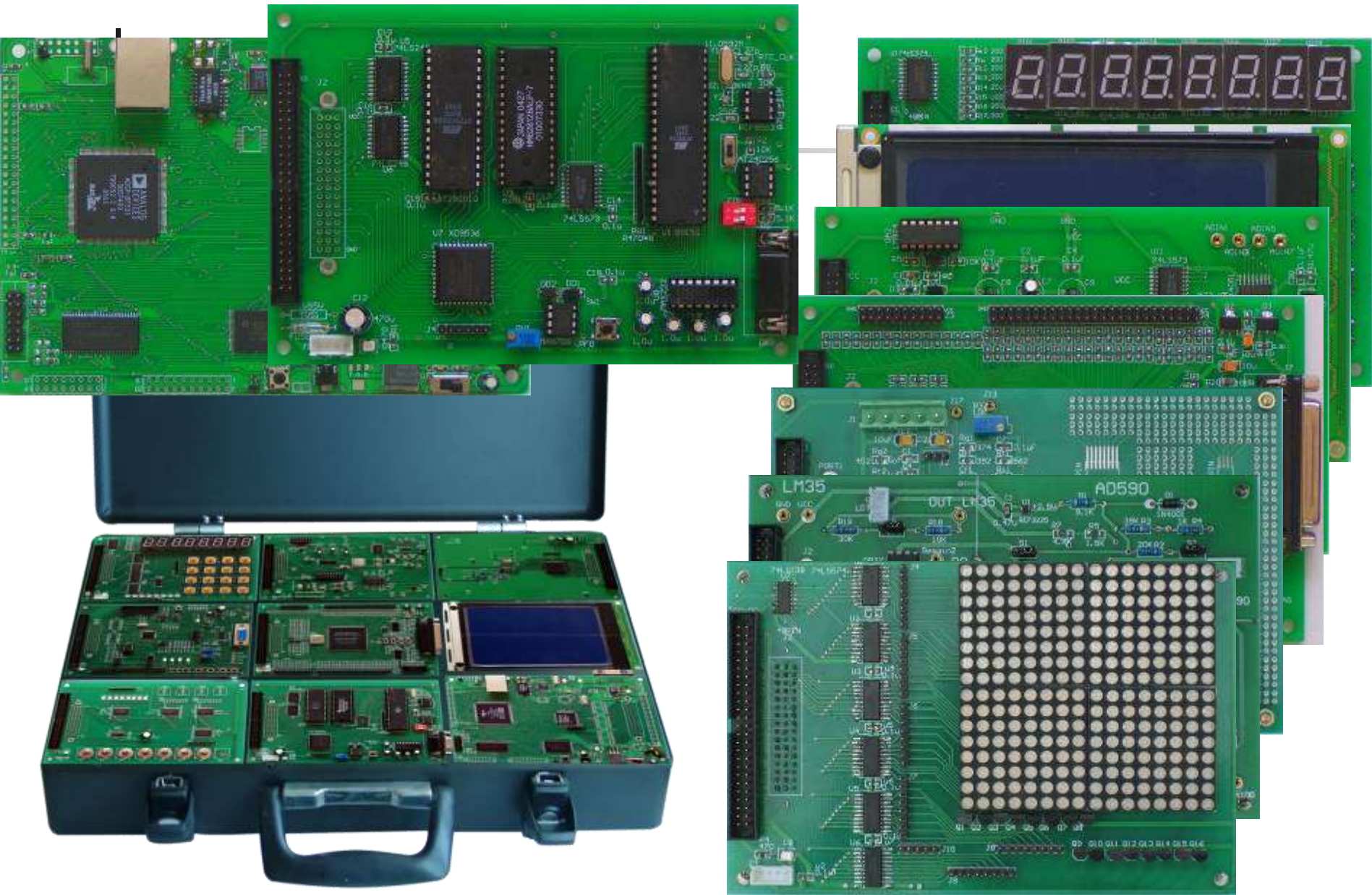
```
To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.  
ans =  
Sampling Frequency  
Passband Edge  
3-dB Point  
6-dB Point  
Stopband Edge  
Passband Ripple  
Stopband Atten.  
Transition Width  
ans =  
0.3504  
ans =  
0.1867  
View the publish  
>>
```

The File Explorer on the left shows the current directory structure, including folders like .designer, Application Data, CMB, Contacts, Cookies, Favorites, Local Settings, My Documents, NetHood, Phone Browser, PrintHood, Recent, SendTo, and Templates.

The Discrete Fourier Transform tool is open, showing a waveform plot and a magnitude spectrum plot. The waveform plot displays a sine wave with a peak amplitude of 1 and a period of approximately 0.2 seconds. The magnitude spectrum plot shows the frequency components of the signal, with a peak magnitude of approximately 40 dB at 10 Hz. The tool also includes a control panel on the right with the following settings:

- Signal: sine
- Window: rectangle
- Fundamental: 98732
- Buttons: Info, Close

# 模块化电工电子综合设计训练平台



灵活选择模块构、配置系统，自主调整电路、选择元件  
最大程度地借助现有工具、条件，构建高水平研究实践平台，  
进行更深层次学习研究



- 减少设备投资，服务多种环节
- 灵活组合构架，促进系统设计
- 开架自助实验，充分自主开放
- 个人实验系统，拓展实践时空

# 模块化工程对象

- ◆ 直流、步进电机驱动与控制
- ◆ 转速测量
- ◆ 距离位移测量
- ◆ 扭矩测量
- ◆ 载荷测试
- ◆ 应变
- ◆ 振动测量 (径向/轴向)
- ◆ 角度测量

## 机械传动实验平台

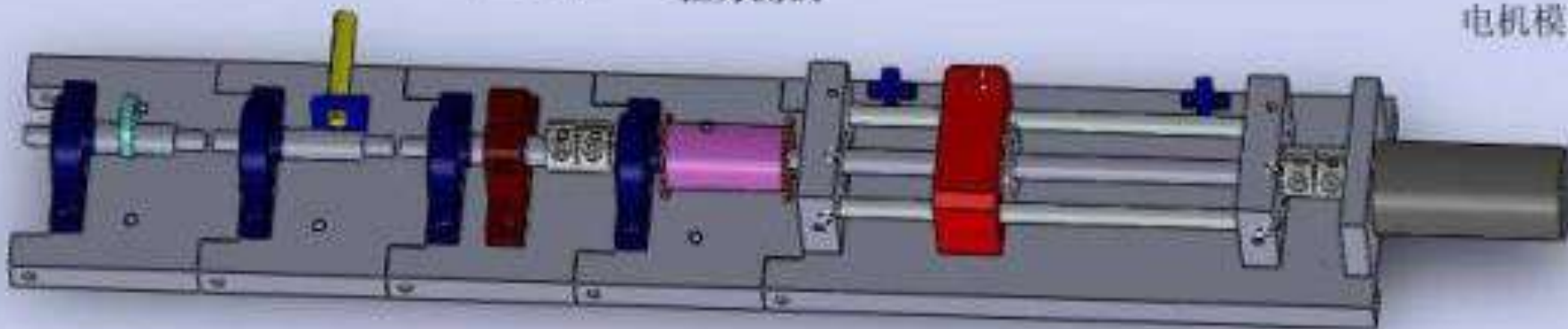
偏心轮

接近开关

阻尼调节

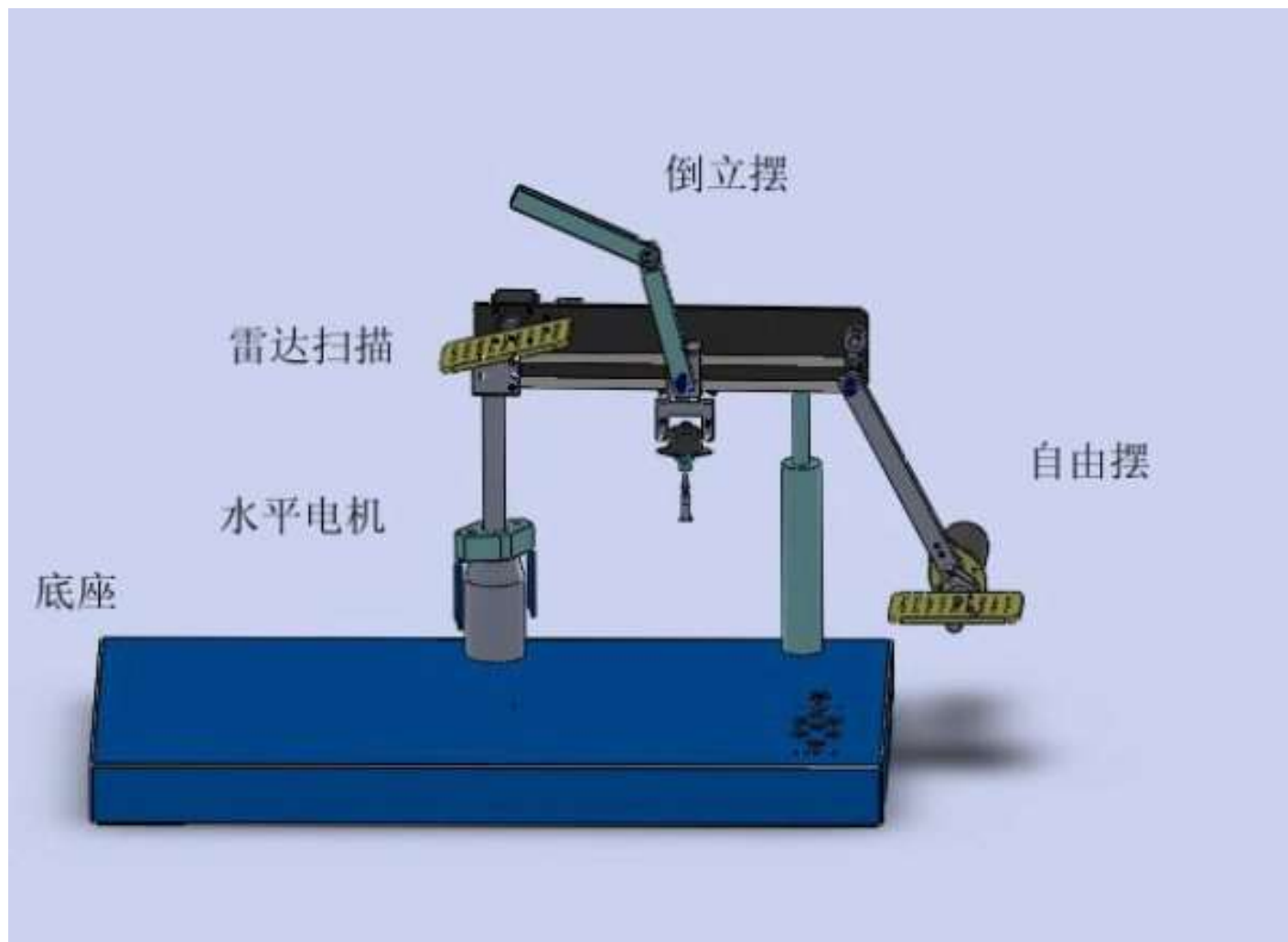
扭力测试

电机模块



# 模块化工程对象

## 运动控制实验平台





# 研究创新性实践教学实施要点

---

## ➤ 质量保障

在人员、内容、要求自主开放的情况下：

### ◆ 教学秩序的维持

- 上下课、开关门
- 人员、设备、实验室安全

### ◆ 教学要求的保证

- 验收、检查、考核

### ◆ 教学质量的把握

- 实践过程监控



# 教学管理

学生派位终端

掌上电脑

电源控制系统

硬件支持系统

实

实验教学管理系统

教

SRP

运用现代网络信息技术与手段

解决个性化实验教学与开放式实验  
过程管理、教学质量监控与保障、  
实验室与仪器智能管理方面问题，  
提高管理效率与资源使用效益，减  
少重复劳动。

解决方案系统构成

# 实验教学管理体系

## 实验教学管理系统

### 主系统

教学体系管理

课程班级管理

实验室管理

学生成绩管理

开放实验管理

系统安全管理

站内交流

仪器设备管理

值班管理

低值品管理

### 学生个人实验门户

我的班级

实验预约

站内信件

实验记录查询

### 实验登录与派位系统

学生教师开卡

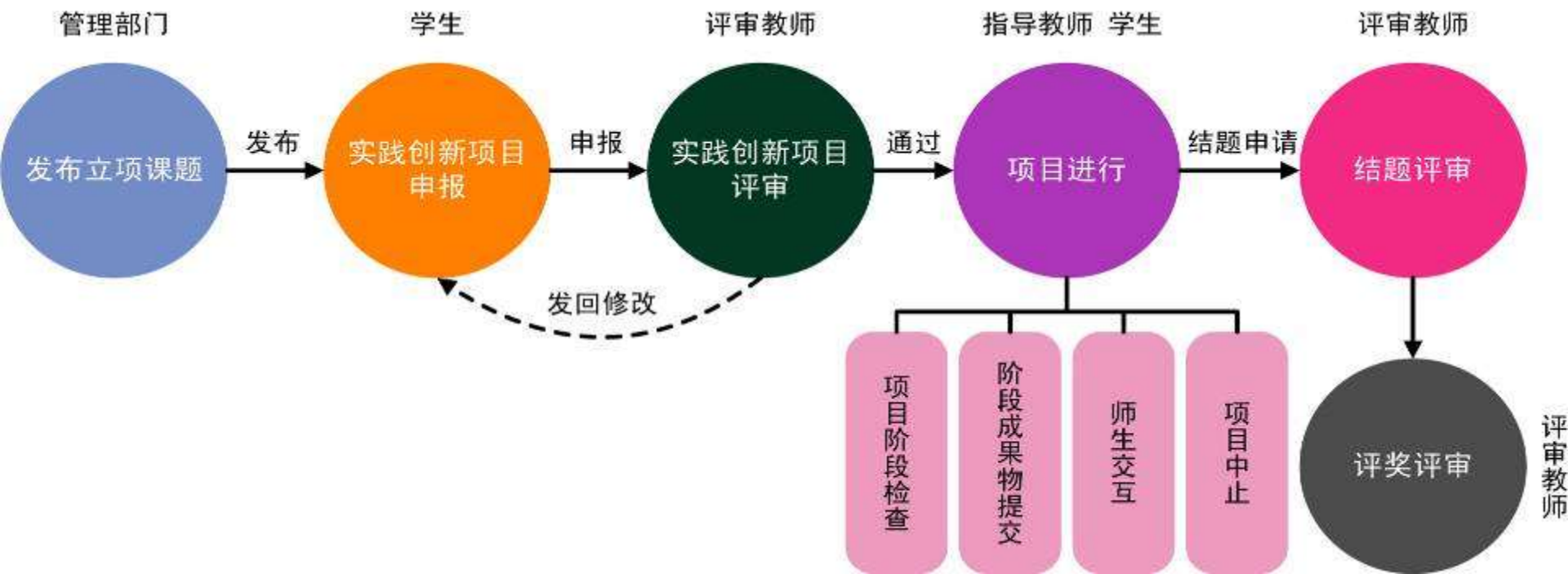
学生实验登录

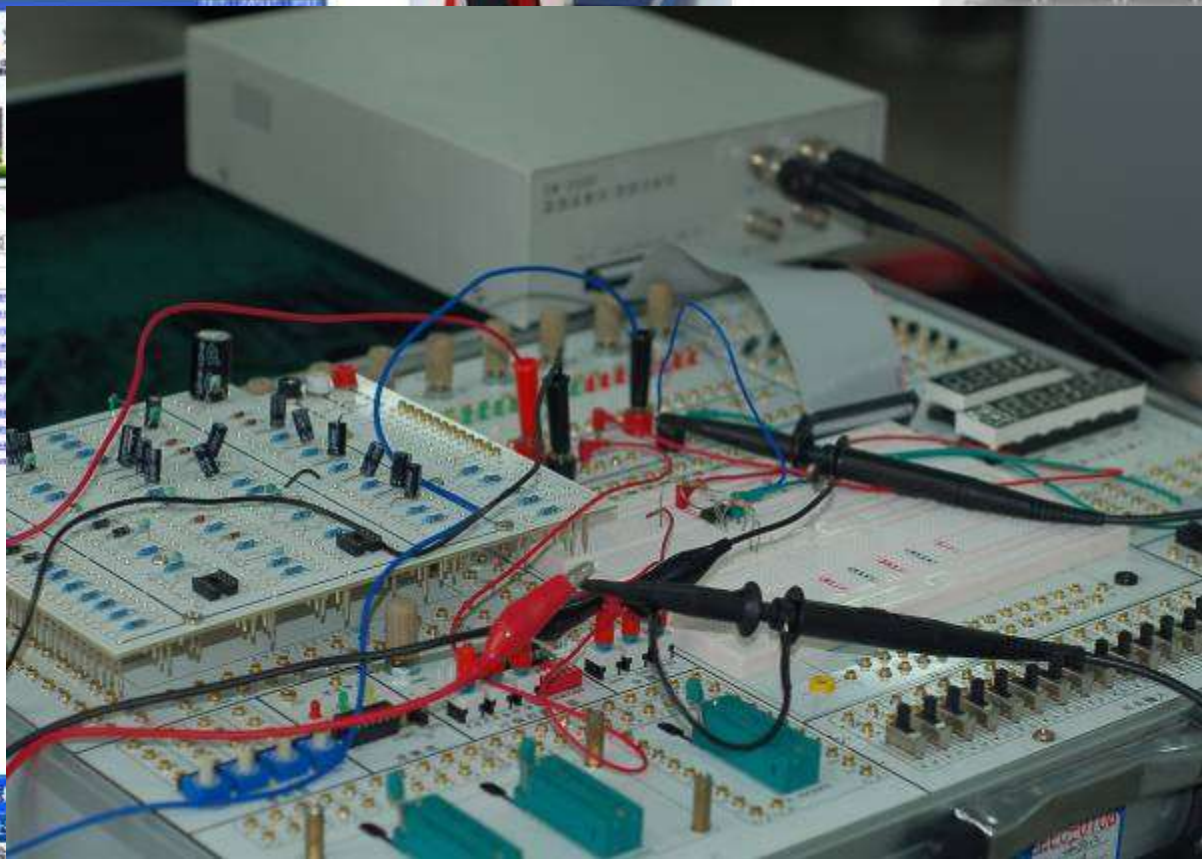
实验室状态查询

实验室状态管理

# 实践项目管理

实现在线项目申报、审批、阶段汇报、网上研讨、结题申请、验收评价等功能。为研究创新性实验、综合课程设计、学生课外研学创新及毕业设计提供过程管理的网络平台。





开放自主  
实验

实验状况  
记录

序号	模拟运算电路	学时
1	预习情况	4h
2	实验态度	5h
3	熟练程度	3h
4	完成情况	3h
5	调试能力	3h
6	实验报告	4h

实验项目总评: 4-

确定 取消

查看 工具

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4000	-1.0000		

0.5V

Power PC

Internet Explorer

21:38

实验状况

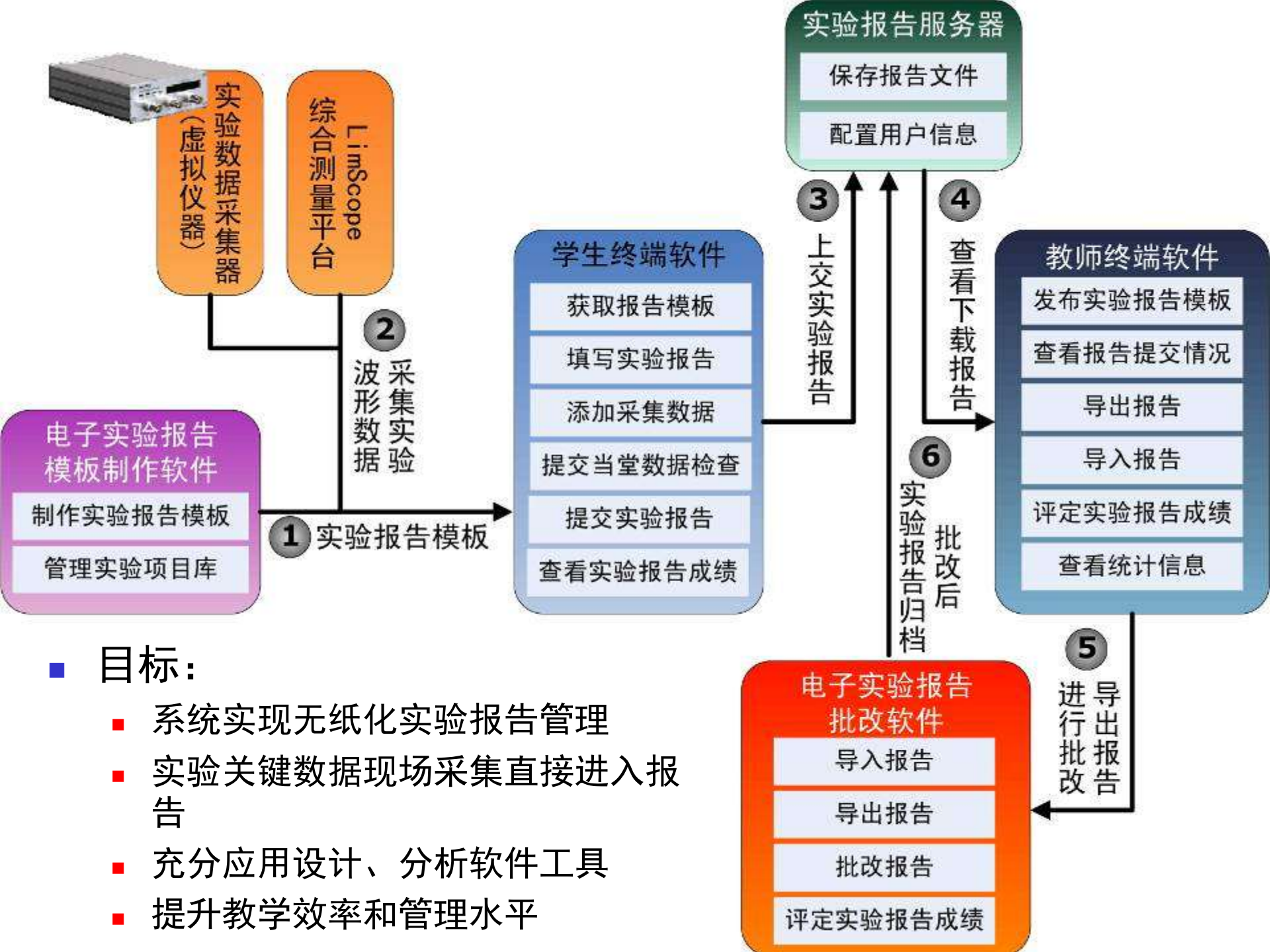
实验态度: N/A

实验熟练程度: N/A

实验完成程度: N/A

实验报告: N/A

查看 工具



## 目标:

- 系统实现无纸化实验报告管理
- 实验关键数据现场采集直接进入报告
- 充分应用设计、分析软件工具
- 提升教学效率和管理水平





# 研究创新性实践教学实施要点

---

## ➤ 条件保障

- ◆ 设备维护
- ◆ 元器件供给
- ◆ 仪器设备借还
- ◆ 实验室运行状况维持



# 研究创新性实践教学实施要点

---

## ▶ 师资队伍

- ◆ 教学思想转变
- ◆ 知识能力提高
- ◆ 教学水平提升
- ◆ 服务意识加强





# 研究创新性实践教学的核心要素

---

- 精心构架课程体系
- 精心构思实验内容
- 精心组织教学过程
- 精心构建实践环境
- 精心设计考核指标