

# 大学核物理实验平台建设

核探测与核电子学国家重点实验室  
中国科学技术大学近代物理系

梁福田 姚远

# 内容提要

- 教学实验现状
- 实验平台概述
- 平台建设
  - 数据采集与重构、虚拟仪器、教学与管理
- 实例展示
  - 放射性核素半衰期测量
  - X射线吸收和特征谱测量
- 总结、展望



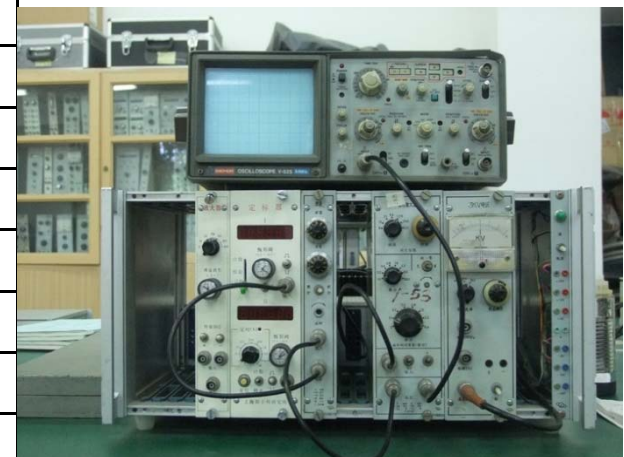
# 教学实验现状

基础实验	专业实验
1. $\alpha$ 粒子的能量损失实验	1. $\beta$ - $\gamma$ 符合法测量放射源的绝对强度
2. $\beta$ 射线的吸收实验	2. 半圆磁谱仪测量 $\beta$ 能谱和居里描绘
3. $\gamma$ 射线的吸收实验	3. 逆矩阵法解 $\gamma$ 谱
4. X射线的吸收实验和特征谱测量	4. 放射性核素半衰期测量
5. 电流电离室实验	5. 正电子寿命测量
6. $\text{BF}_3$ 正比计数器实验	6. 延迟符合法测量核激发态寿命
7. G-M计数器的性能测量	7. $^{60}\text{Ni}$ 的 $\gamma$ - $\gamma$ 角关联实验
8. 多丝正比室实验	8. 14MeV中子通量的绝对测量实验
9. 漂移室实验	9. 快中子全截面测量实验
10. NaI (TL) 闪烁谱仪	10. 飞行时间法中子能量测量实验
11. 长塑料闪烁体计数器实验	11. 源激发X射线荧光分析实验
12. 半导体 $\alpha$ 探测器	12. 粒子卢瑟福散射实验
13. Si(Li) X射线谱仪	13. 康普顿散射实验
14. Ge(Li) $\gamma$ 射线谱仪	14. 穆斯堡尔效应实验
15. 闪烁体荧光时间特性的观测与分析实验	
16. 低能X射线谱仪	

中国科学技术大学  
《核与粒子物理实验》  
基础实验 16个  
专业实验 14个

实验具有代表意义

探测器+NIM仪器



# 教学实验现状

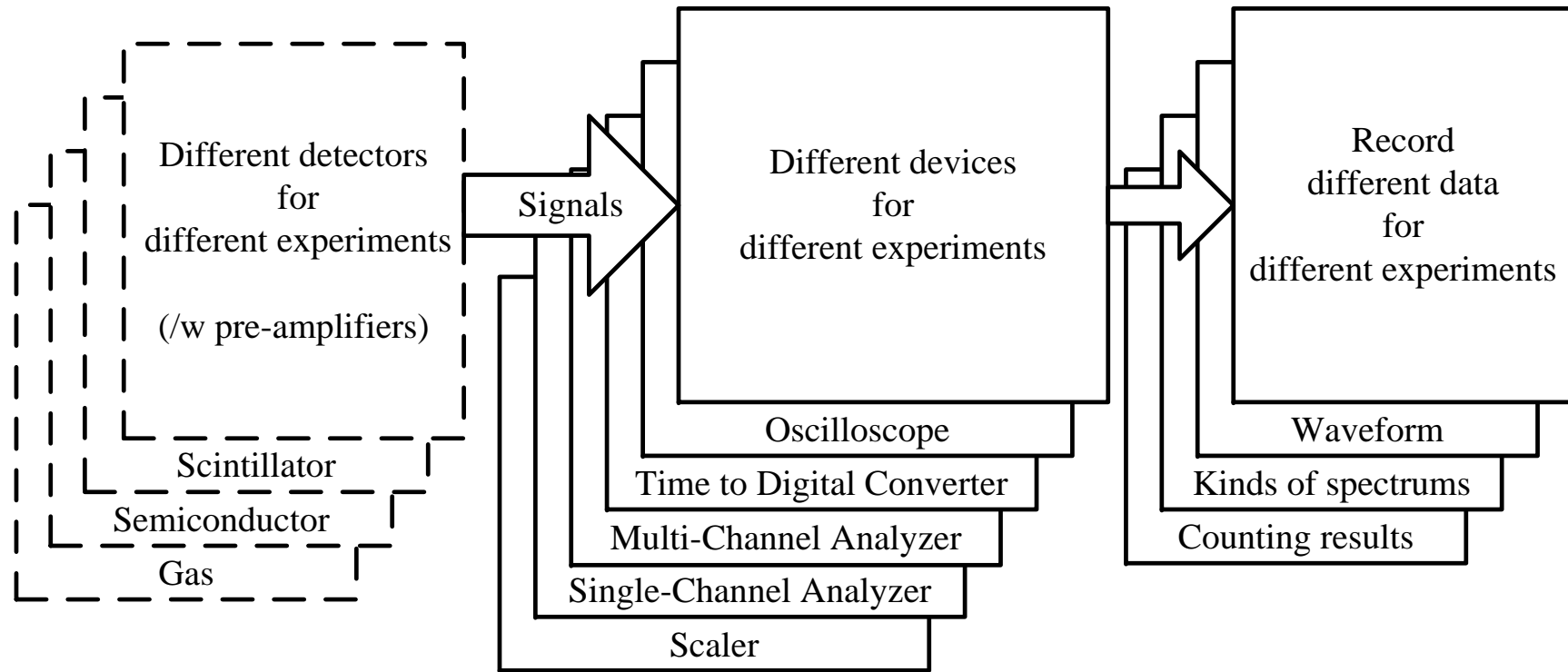
- 实验目的不同，需要不同探测器，不同的测试模块，记录数据内容及形式也不同。
- 若要同时开展多项实验，则需要多种探测器与测量设备。
- 无论从经济投入，设备维护方面，还是实验开展与管理方面，都需要较大投入。
- 学生在面对不同实验，不同设备时，也会遇到较多困难。



# 实验平台概述

- 利用可重构技术,用一个硬件平台完成所有的大学核物理实验
- 具体内容
  - 可连接多种探测器
  - 可按实验内容进行实验
  - 可实现网络化管理
- 先进的测量技术完成经典的核物理实验
  - 加深理解,锻炼动手能力
  - 为学生进行实验创新,想法验证提供了绝佳的条件与机会。



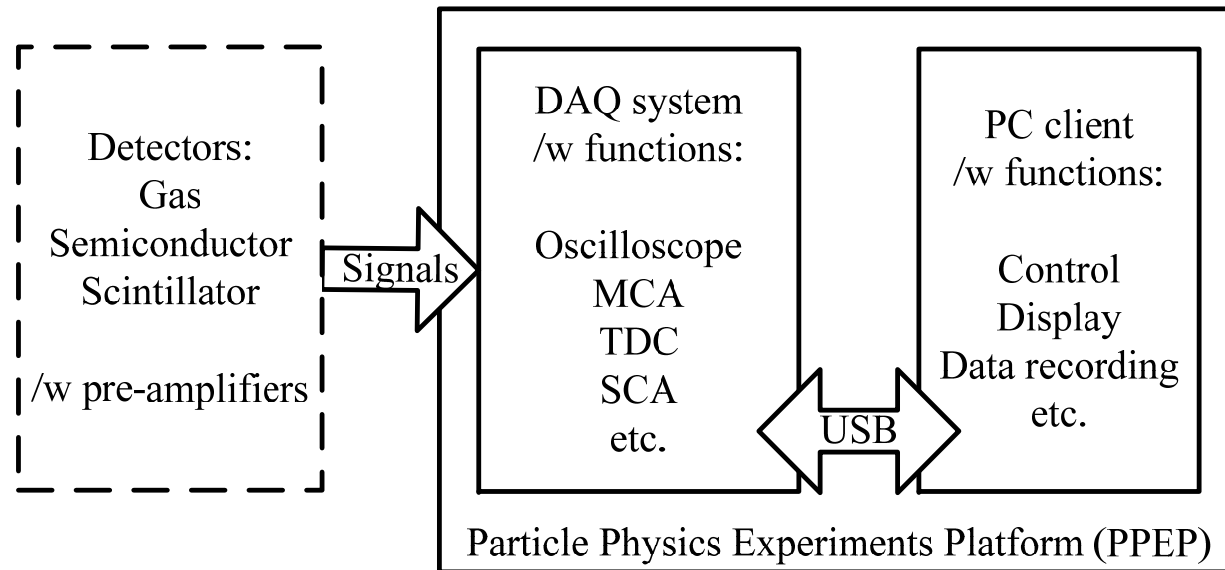


测量分为三类：

- 1.幅度测量：记录波形或统计幅度，使用示波器和多道分析器等；
- 2.计数测量：统计信号、脉冲数量，使用甄别器，定标器，单道分析器等；
- 3.时间测量：测量信号的时间差、晃动和分布，使用时间数字变换，时间符合等。



# 实验平台概述

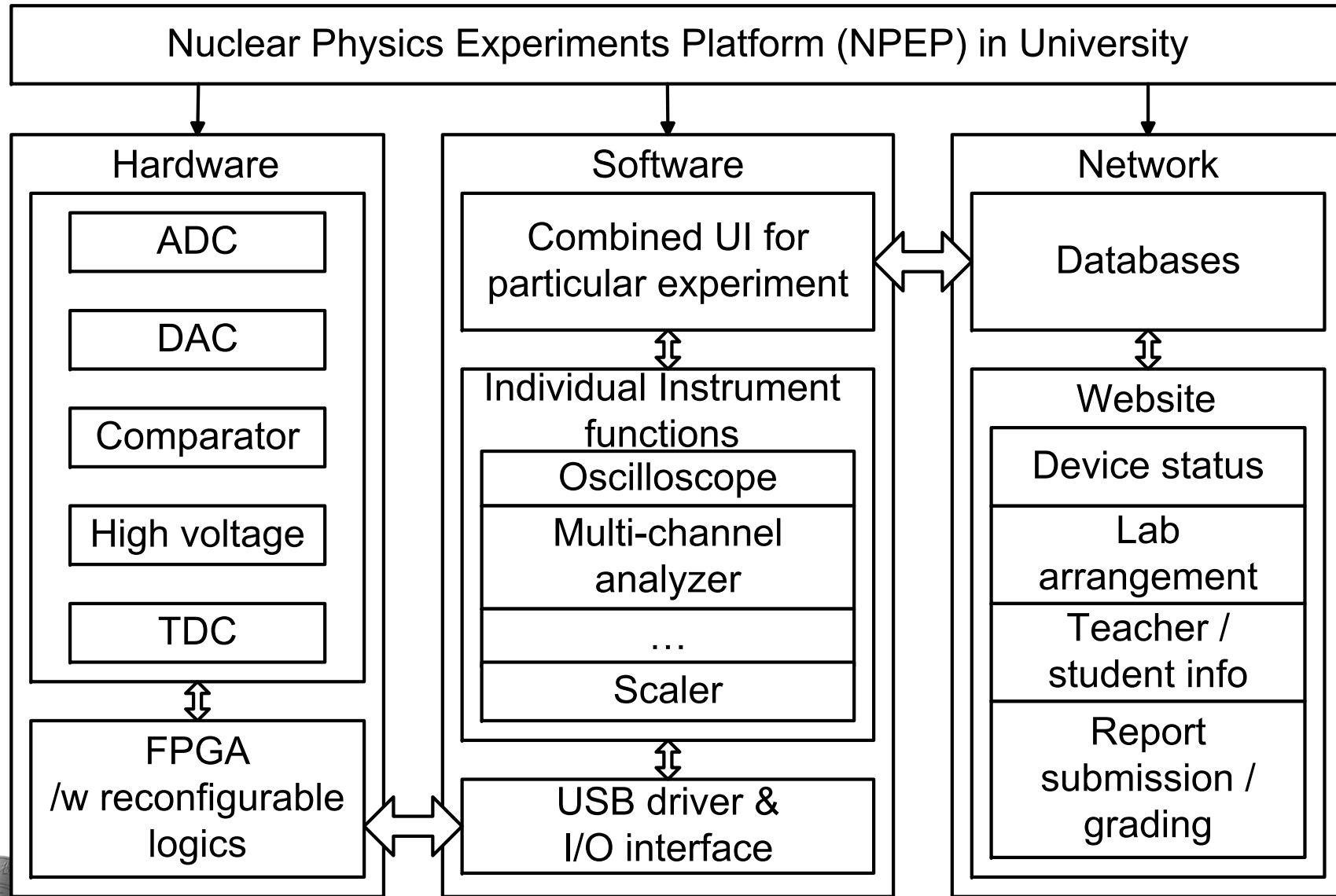


利用大学核物理实验平台的新实验方案



# 实验平台系统结构

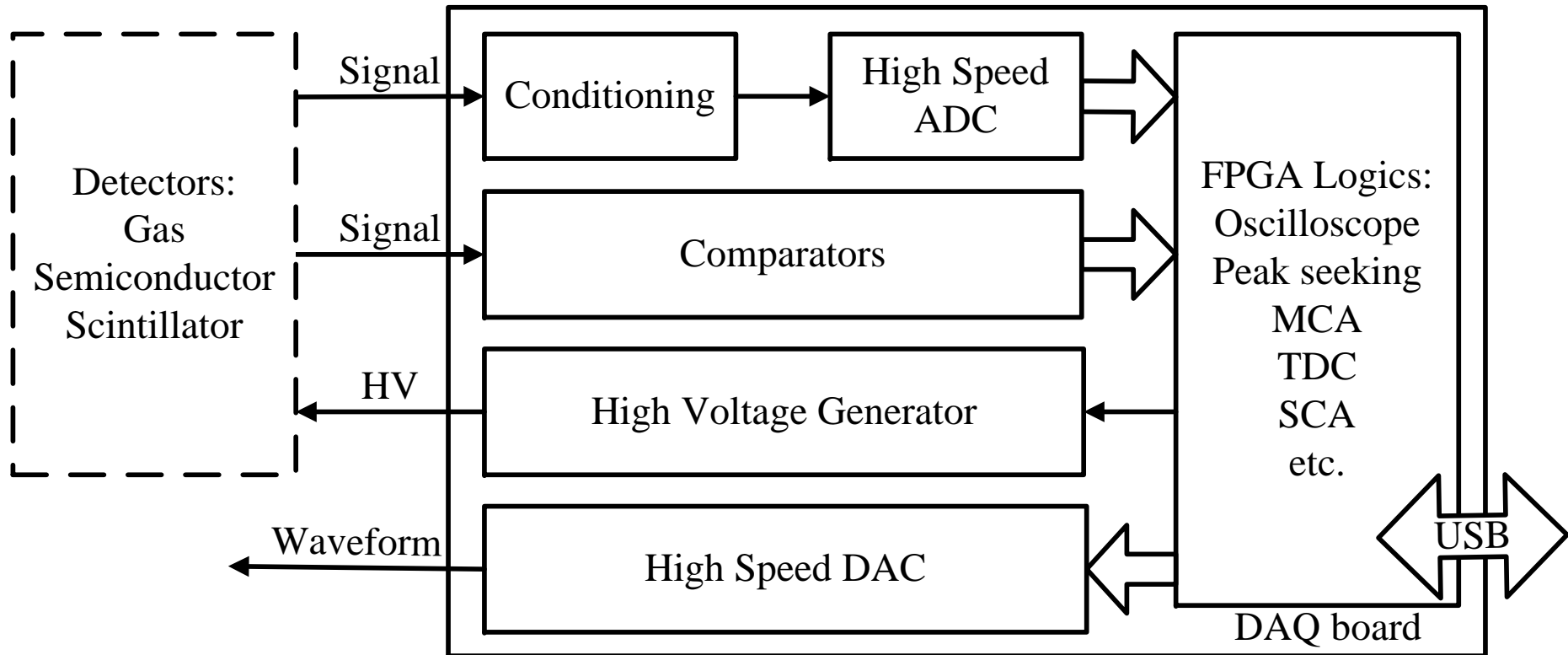
The structure of the NPEP in university





# 数据采集与重构

The block diagram of the DAQ board



- 1) 信号调理+高速ADC：  
数字示波器，数字寻峰，多道等多种功能；
- 2) 比较器（甄别器）：  
单道分析器，时间测量等多种功能。



# 实验界面

The screenshot displays a complex software interface for nuclear physics experiments. It features several overlapping windows:

- 大学核物理实验启动向导 (University Nuclear Physics Experiment Start Guide):** A sidebar menu listing experiments such as  $\alpha$  particle energy loss,  $\beta$  ray absorption,  $\gamma$  ray absorption, and X-ray absorption characteristics.
- 24.1 Am能谱测量实验 (24.1 Am Energy Spectrum Measurement Experiment):** A window showing a spectrum plot with a peak at approximately 24,100 counts. It includes a control panel with a green "USB设备连接正常" (USB device connection normal) indicator, a threshold of 200 mV, and measurement time settings.
- 放射性核素半衰期测量 (Radioactive Nucleus Half-life Measurement):** A window displaying a decay curve of blue data points. The y-axis ranges from 0 to 1284, and the x-axis from 0 to 9000. It also features a control panel with a threshold of 200 mV and measurement time settings.
- 数字示波器 (Digital Oscilloscope):** A window showing a red waveform on a grid. The scale is 50mV/div and 100ns/div. The signal amplitude is 580 mV. It includes controls for triggering (continuous or single), zooming, and positioning.

At the bottom of the interface, there is a text area with the following content:

14MeV中子通量的绝对测  
快中子全截面测量实验  
飞行时间法中子能量测

始发挥了重要作用。随着  
具有较强的生命力。

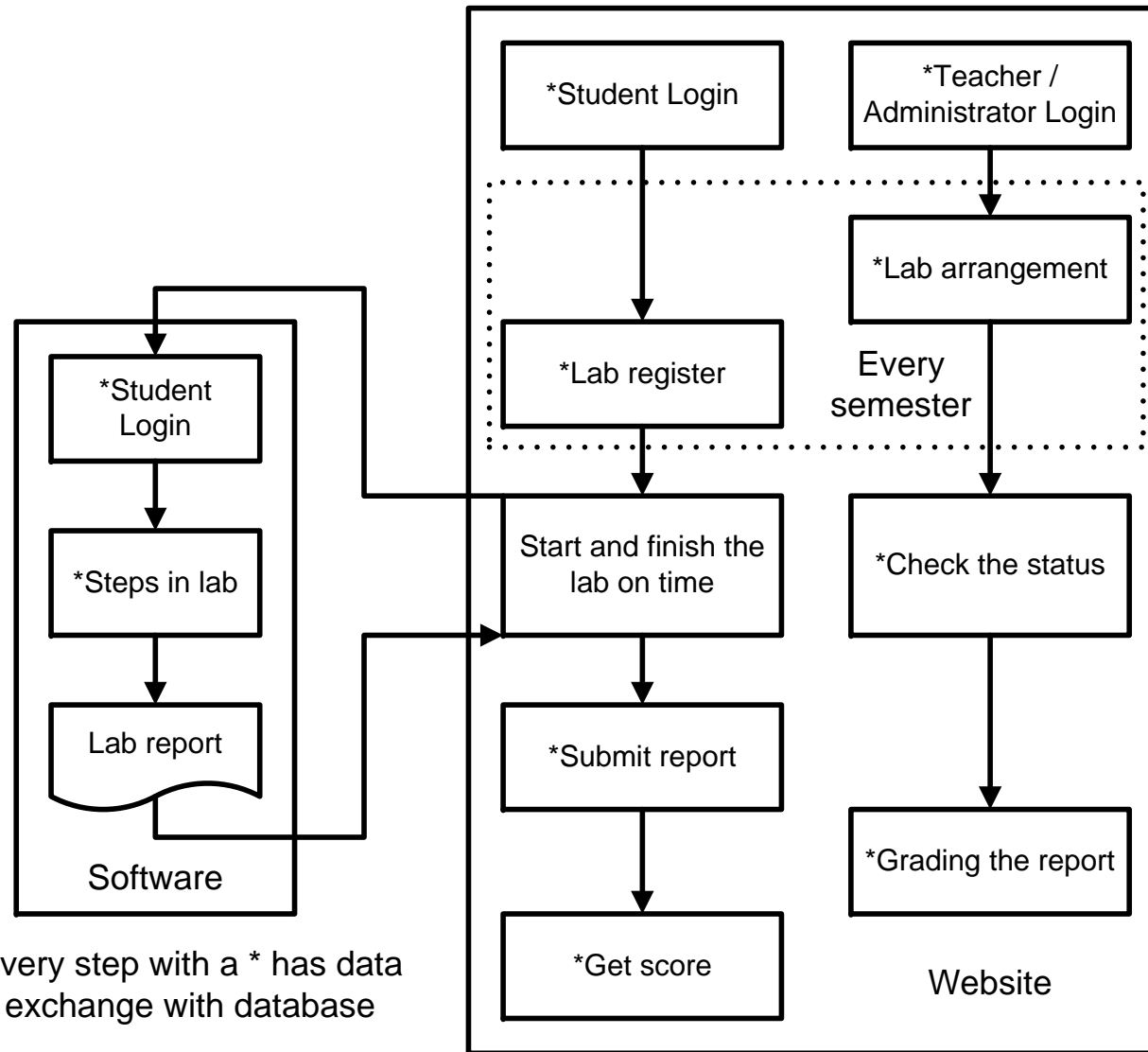
按照中子学的工作技术

Buttons for "退出" (Exit) and "注销" (Logout) are visible at the bottom left.



# 教学与管理

Activity diagram of a lab session



Every step with a \* has data exchange with database



# 网站展示

[返回首页](#)

大学核物理实验平台

请选择要选修实验课：中子探测 的时间。

今天是：2012年5月15日 星期二

今天: 2012年5月15日 星期二

首页

欢迎登陆大学核物...

实验简介:

特色教学

实验安排及预约

成绩查询及报告提交

帮助

关于我们

今天: 2012年5月15日

实验安排及预约

成绩查询及报告提交

帮助

日期	上午	下午	晚上
2012-09-03 星期一	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 2/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>
2012-09-04 星期二	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>
2012-09-05 星期三	已选: 1/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>
2012-09-06 星期四	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>
2012-09-07 星期五	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>
2012-09-10 星期一	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>	已选: 0/3 <a href="#">选课</a>

**已选实验**

课程名称	预约日期	预约时间	状态	退选
中子探测	2012-09-03	下午	已选中	<a href="#">退选</a>
激光教班	2012-09-06	下午	已选中	<a href="#">退选</a>
闪烁体	2012-09-10	上午	已选中	<a href="#">退选</a>
宇宙线	2012-09-10	晚上	已选中	<a href="#">退选</a>



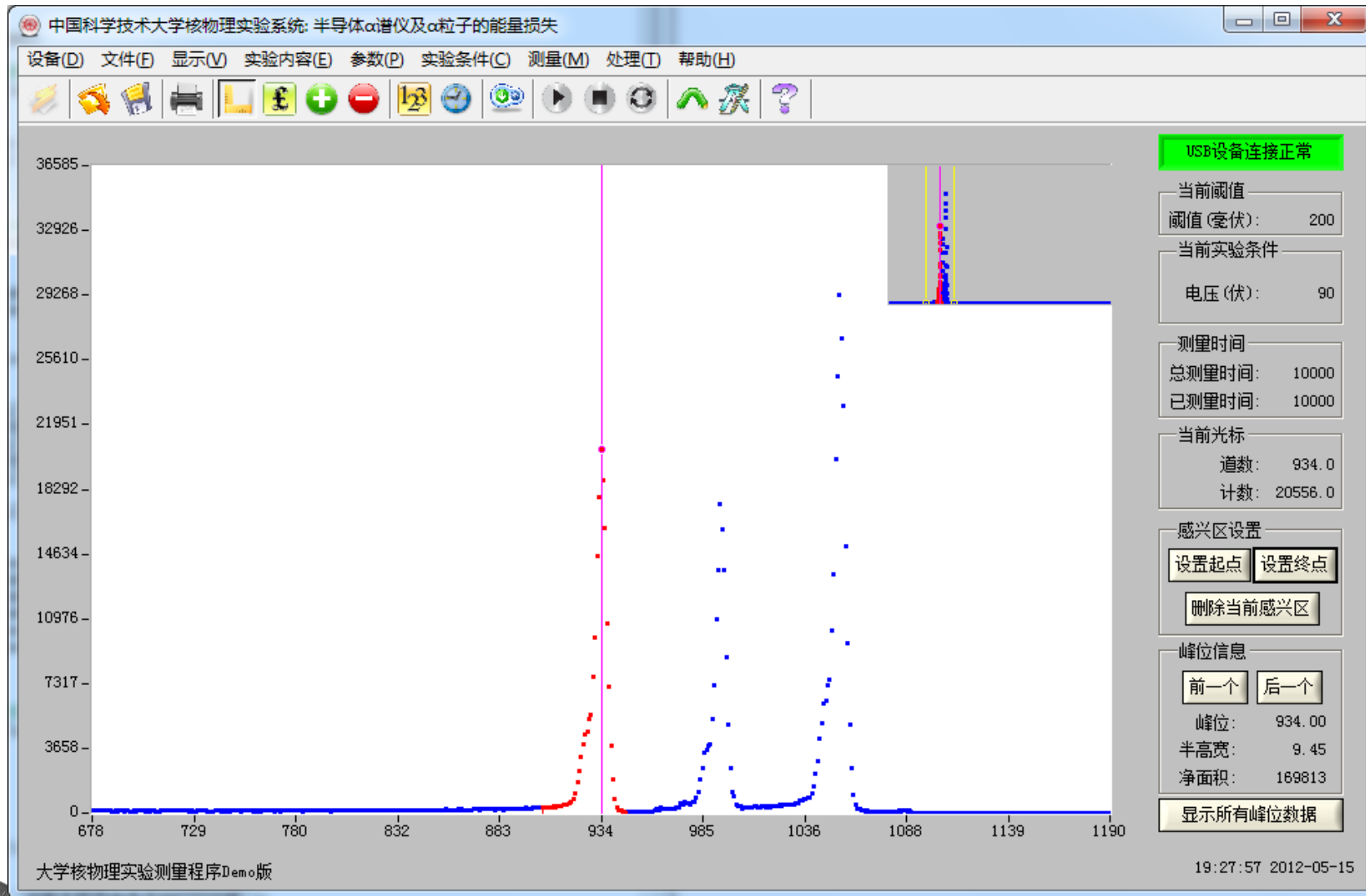
中国科学技术大学  
大学核物理实验平台建设

关于我们  
中国科学技术大学 近代物理系  
核探测与核电子学国家重点实验室

联系我们  
安徽省合肥市金寨路96号  
Tel: 0551-XXXXXXX  
Fax: 0551-XXXXXXX

链接  
中国科学技术大学  
近代物理系

# X射线吸收和特征谱测量



# 总结、展望

- 覆盖大学核物理实验的相关内容
- 技术指标：
  - 多道分析器，输入范围0 ~ 5V，4096道
  - 定标器，最高计数率45M/s
  - 时间测量，分辨率40ps
- 达到商用产品水平
- 可以在更多领域直接使用

