

# APV25

## 多通道电子学系统研究

报告人：贾世海

中国原子能科学研究院

2021 年 10 月



中核集团  
CNNC

中国原子能科学研究院

CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY

# 主要内容

- 一. 研究背景
- 二. APV25 读出电子学介绍
- 三. GeoAPV 数据采集软件介绍
- 四. 总结与将来工作计划

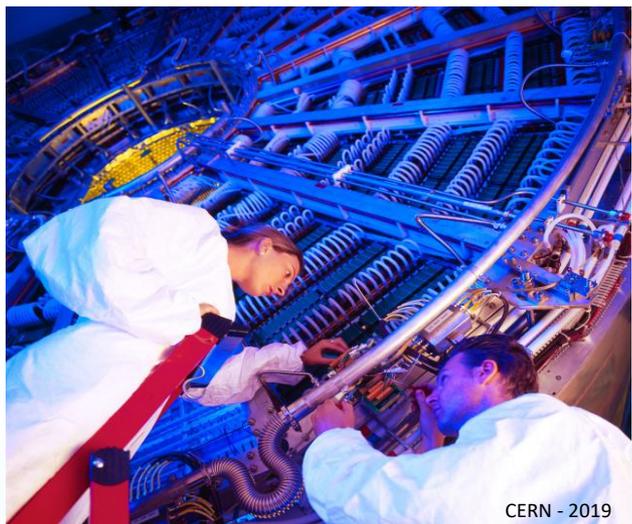


中核集团  
CNNC

中国原子能科学研究院

CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY

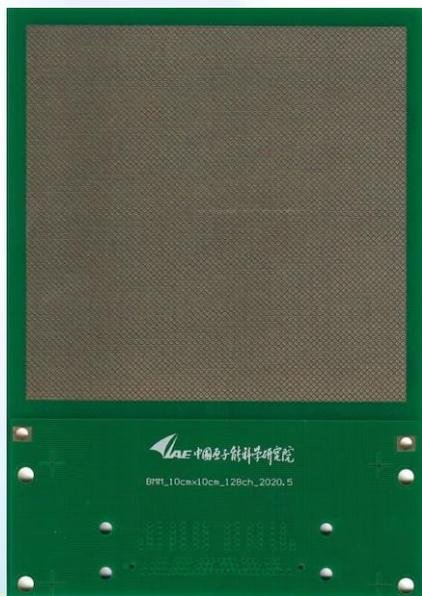
# 1. 研究背景



在粒子物理实验领域，读出系统是一套完整物理实验设备**必不可少**的部分

Micromegas 探测器的读出一般是条读出形式，往往需要几百甚至上千的电子学通道进行信号的读出

如果采用传统的分立式元器件构成的前放电路，不仅会导致设计非常**复杂**，体积**庞大**，而且众多元件之间的**一致性**也难以保证



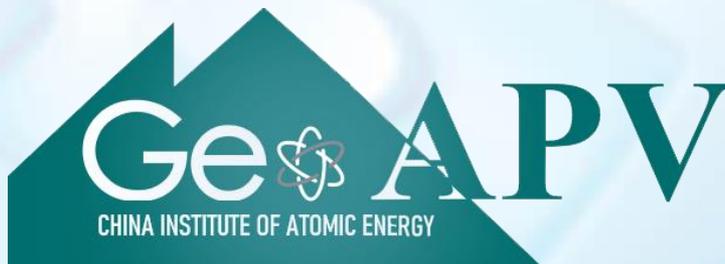
## 电子学硬件：

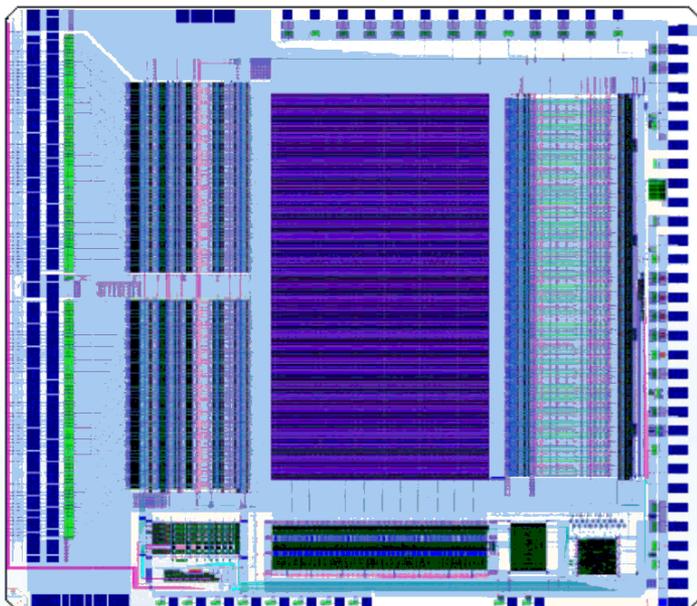
- APV25 前端板卡
- APV 背板
- APVDS 数字化板
- APVTTS 时钟触发板



## 数采软件：

- GeoAPV 数据采集软件

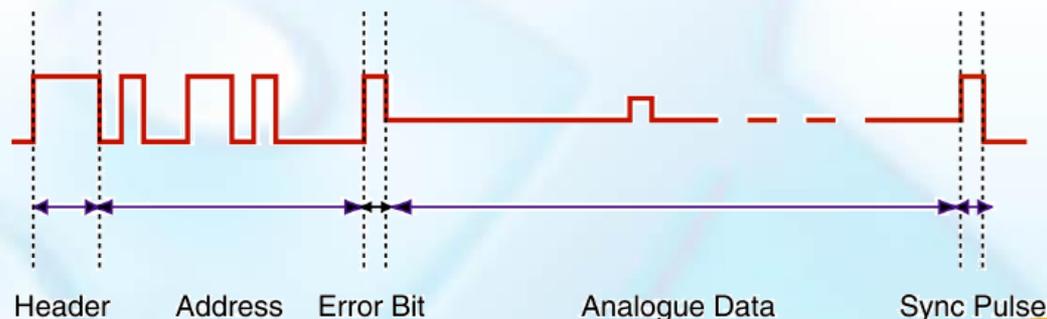




## APV25 主要性能:

- **128** 电子学通道读出
- **192** 深度采样电容阵列
- 采样率: **40 MSPS**
- 输入动态范围: **~ 20 fC**
- 等效噪声电荷: **2000 e @ Cd = 25 pF**
- 功耗: **2.31 mW/通道**

通过 I2C 接口进行寄存器配置，输出 LVDS 串行采样信号





中核集团  
CNNC

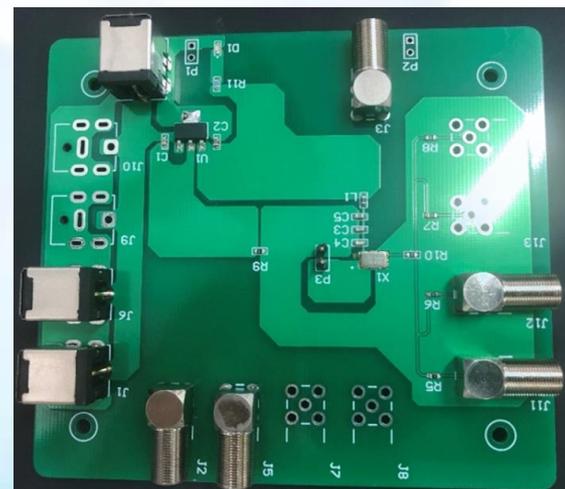
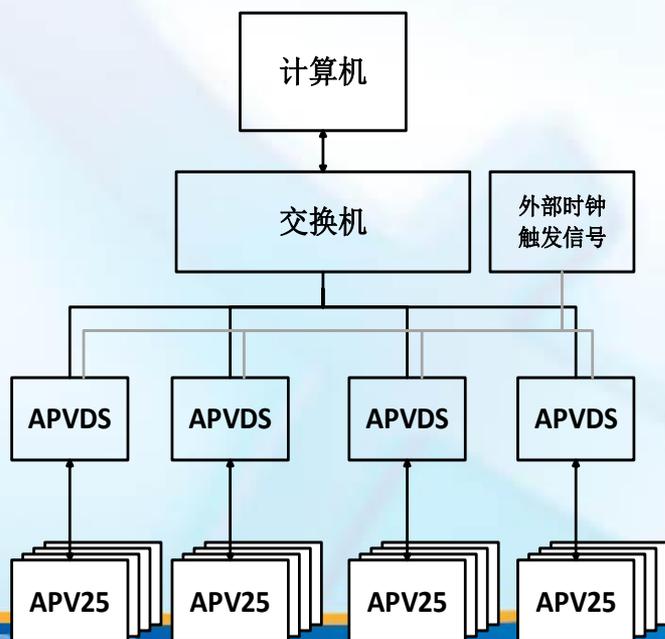
中国原子能科学研究院

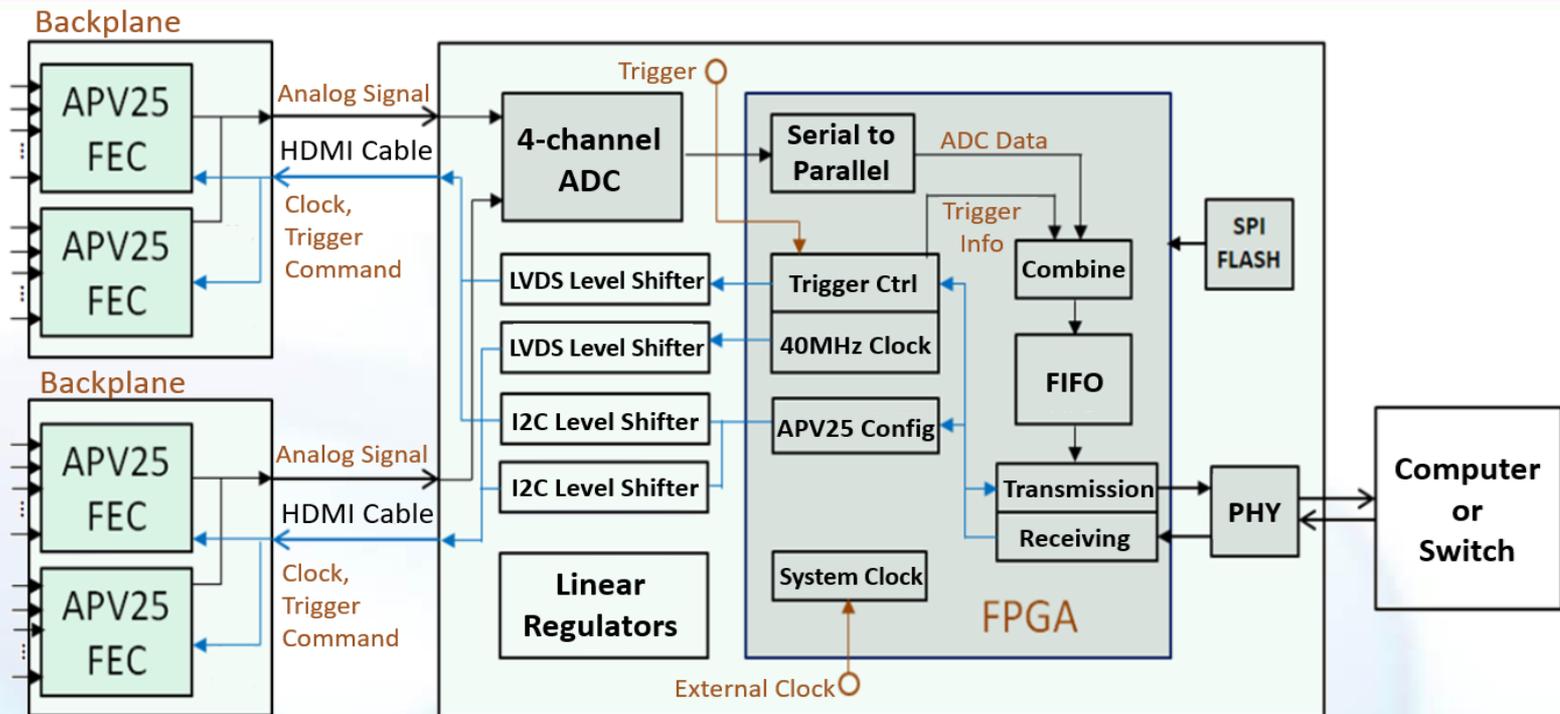
CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY

## 2. APV25 读出电子学介绍

## APV25 读出电子学主要参数：

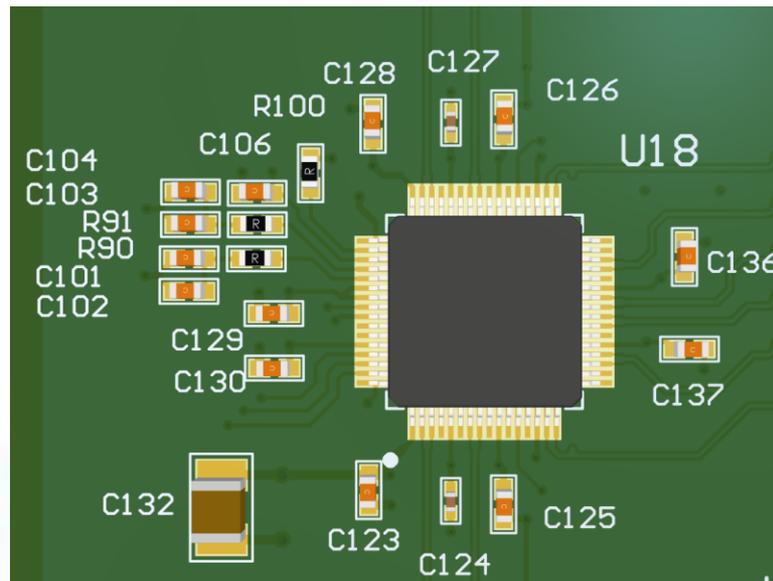
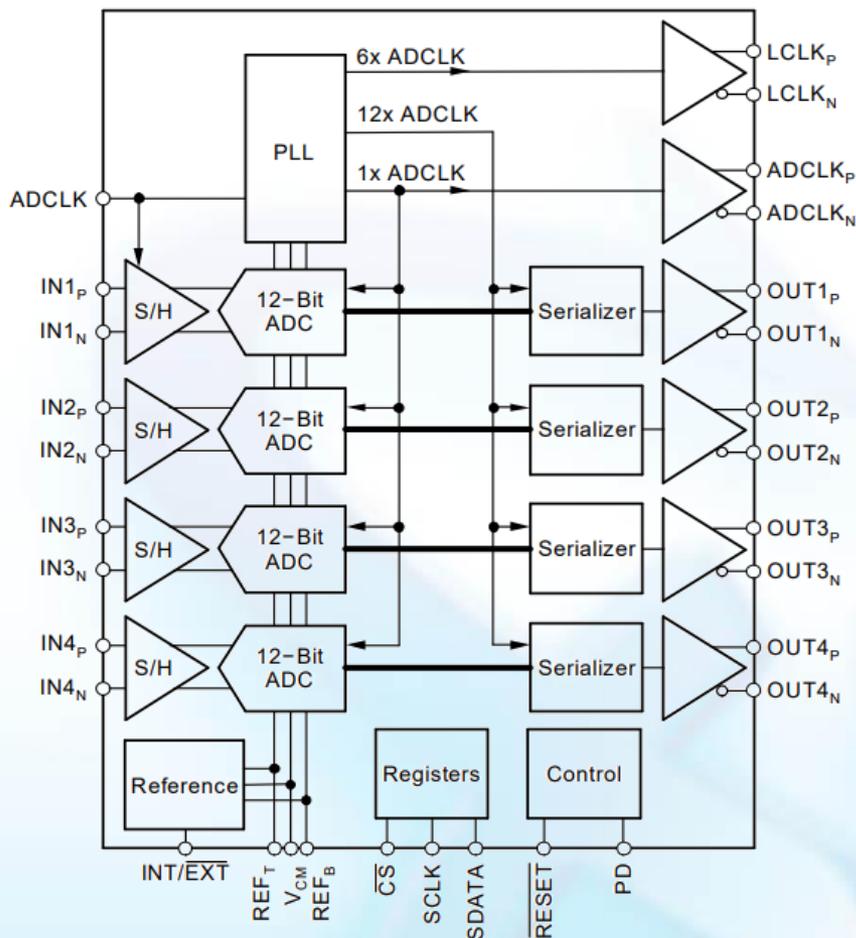
- 连续触发率：**285 kHz @ 128 通道**
- 连续触发率：**134 kHz @ 512 通道**
- 连续采样点数量：**31 个**
- 电子学通道数量：**1024 通道**
- 输入动态范围：**20 fC**





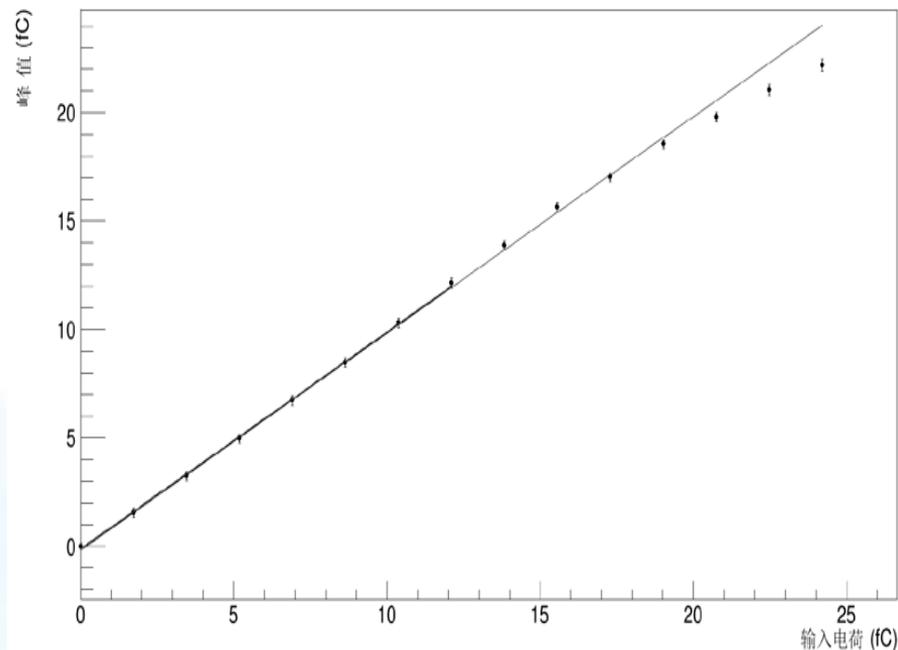
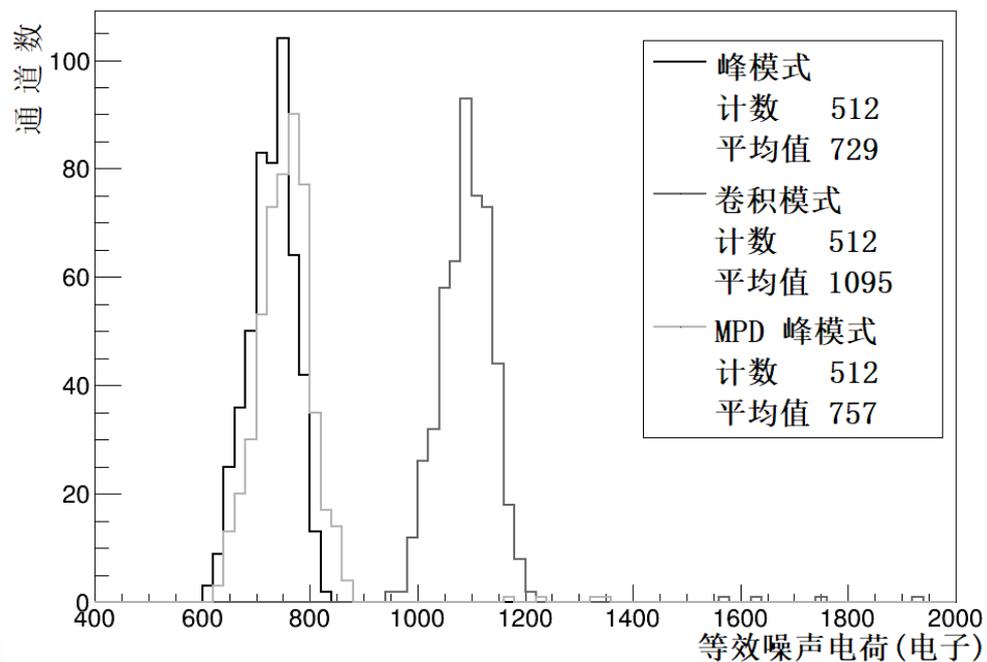
采用 Xilinx Spartan-6 **FPGA** 芯片来控制与**计算机的通信**、接收 ADC 输出数据并控制外围芯片

在接收到来自 **ADC** 的数据后，FPGA 内部会先将数据由串行数据转换为并行数据，结合对应事件的触发信息与计数信息**输入缓存区**，最后由 FPGA 内的**千兆全双工**以太网介质访问控制层将缓存内的数据发送至计算机



使用 TI ADS5242 进行模数转换:

- **12 位分辨率**
- **4 通道差分输入**
- **最大采样率 65 MSPS**
- **信噪比: 70.1 dBFS @ 20 MHz**
- **ADC 引入 ENC: 84 e**

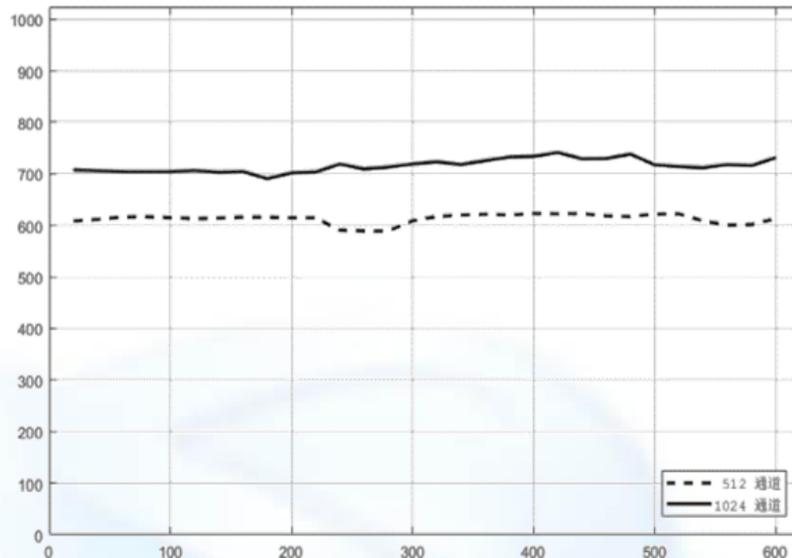
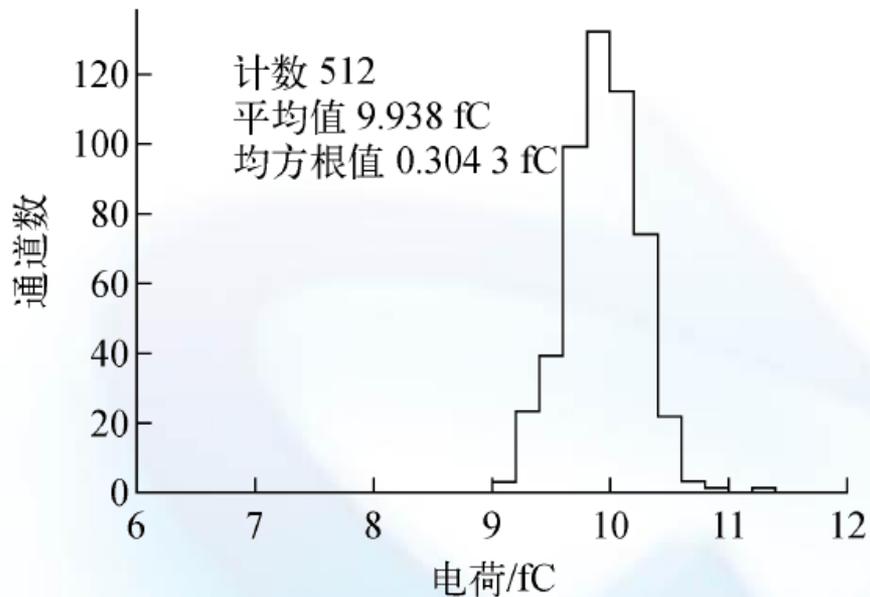


## 系统基线噪声

负载电容在 **25 pF** 内,  
 噪声不超过 **2000 e**

## 电荷脉冲响应

有效电荷输入范围达到 **20 fC**,  
 在 **12 fC** 内有良好线性

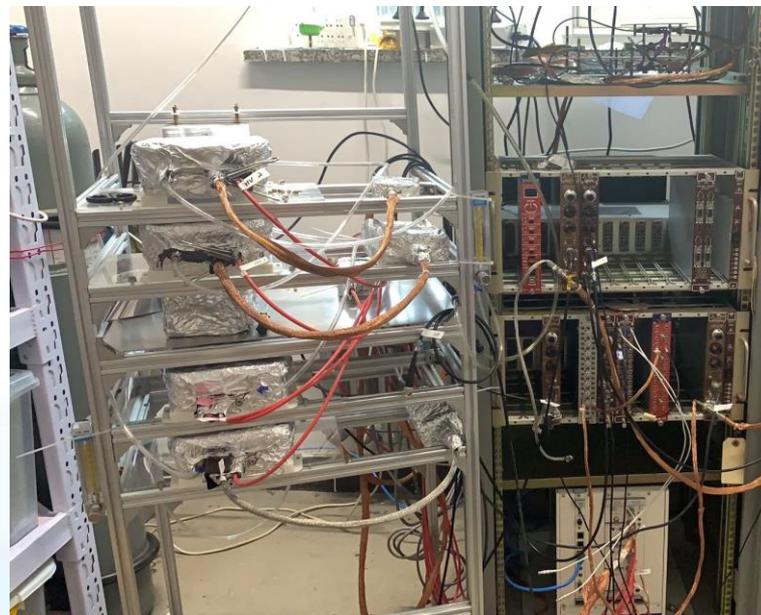
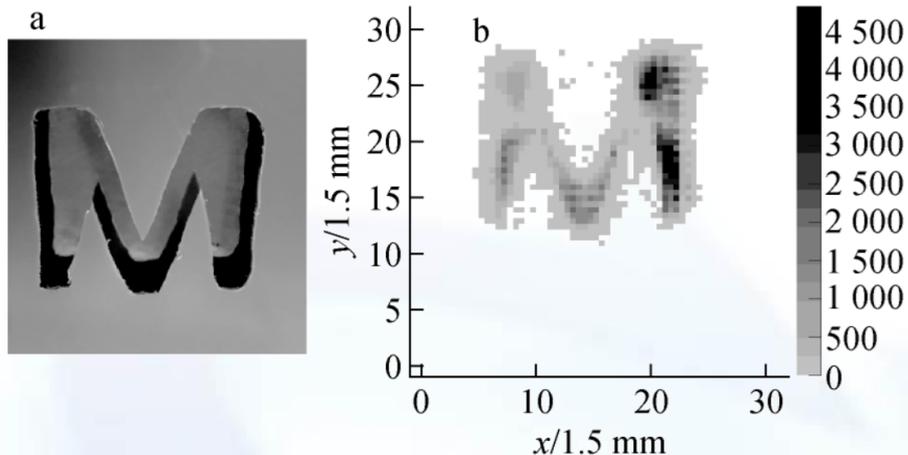


## 增益一致性

不同通道增益分布均方根值为 **0.3 fC**

## 连续触发测试

512通道配置下速率为 **610 Mbps**,  
1024通道下速率 **710 Mbps**



## 进行 $\alpha$ 成像

重心法计算位置，得到  $\alpha$  粒子在漂移区电离径迹的末端位置，准确反映图案信息

## 缪子成像

应用在了中高能物理组的缪子成像实验中

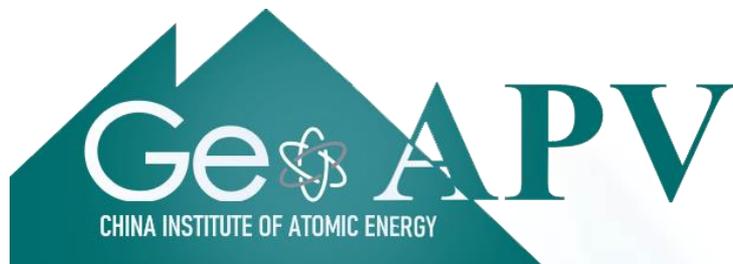


中核集团  
CNNC

中国原子能科学研究院

CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY

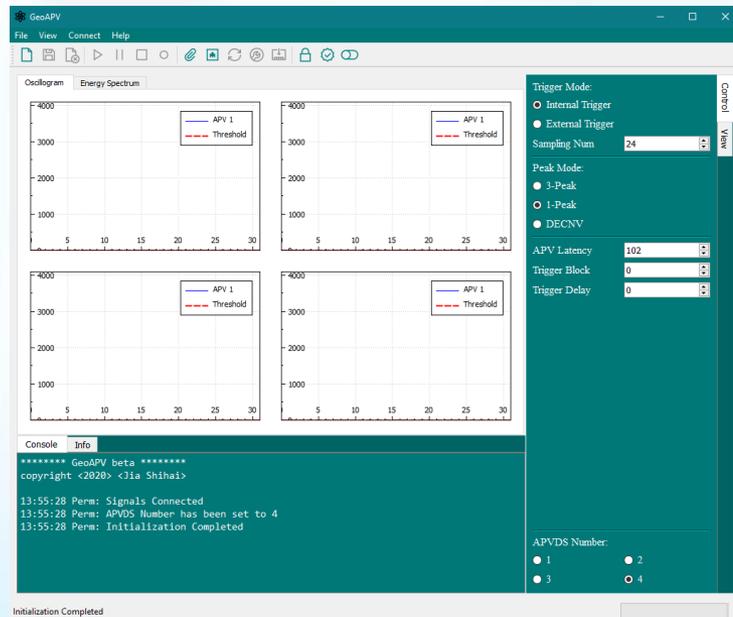
### 3. GeoAPV 数据获取软件介绍

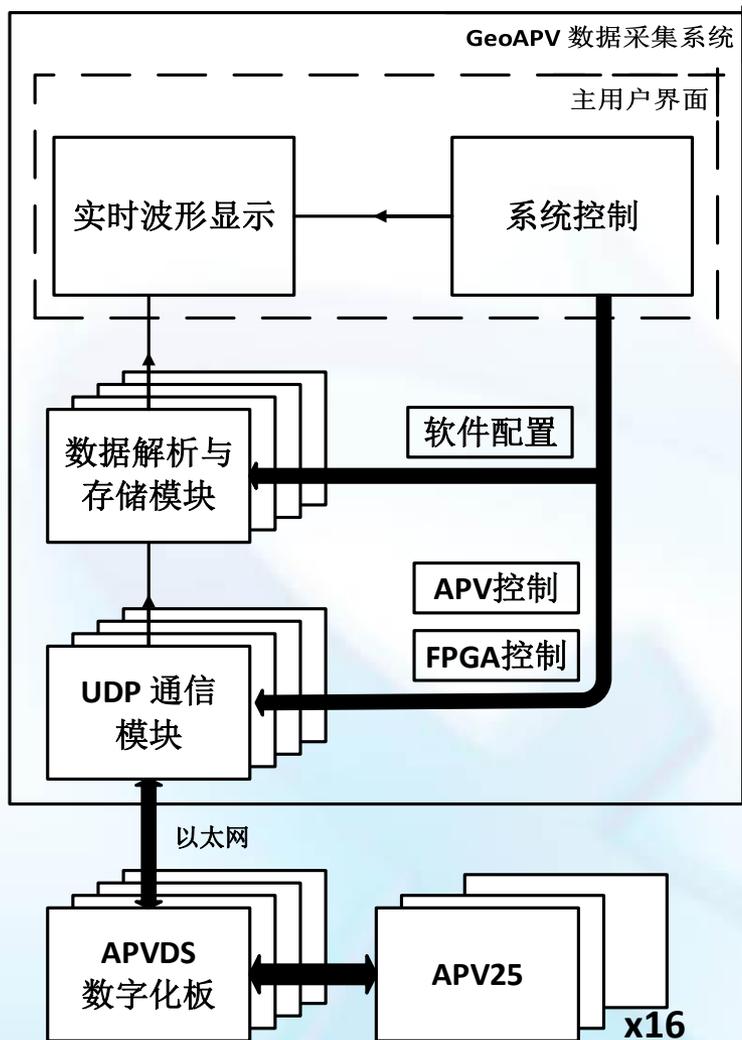


使用自主开发的**GeoAPV**软件进行数据的解析、存储以及波形显示等处理

## 特点

- **多线程**：进行了多线程优化
- **跨平台**：支持 Windows 及 Linux 平台
- **模块化**：功能模块化设计
- **可视化**：采用 Qt 框架



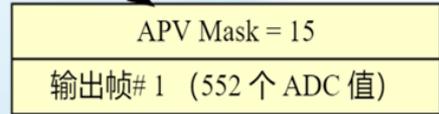
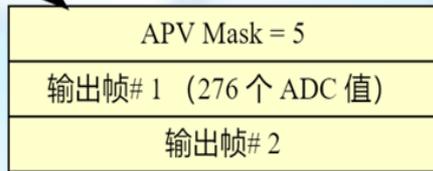
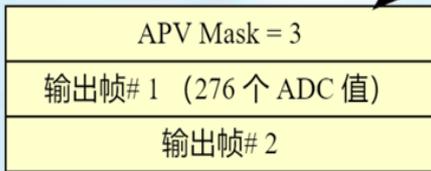
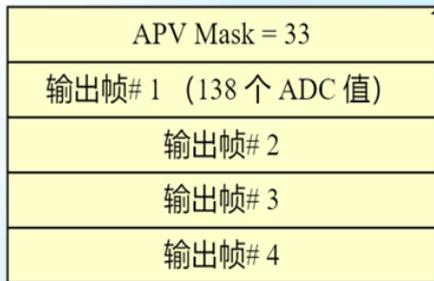


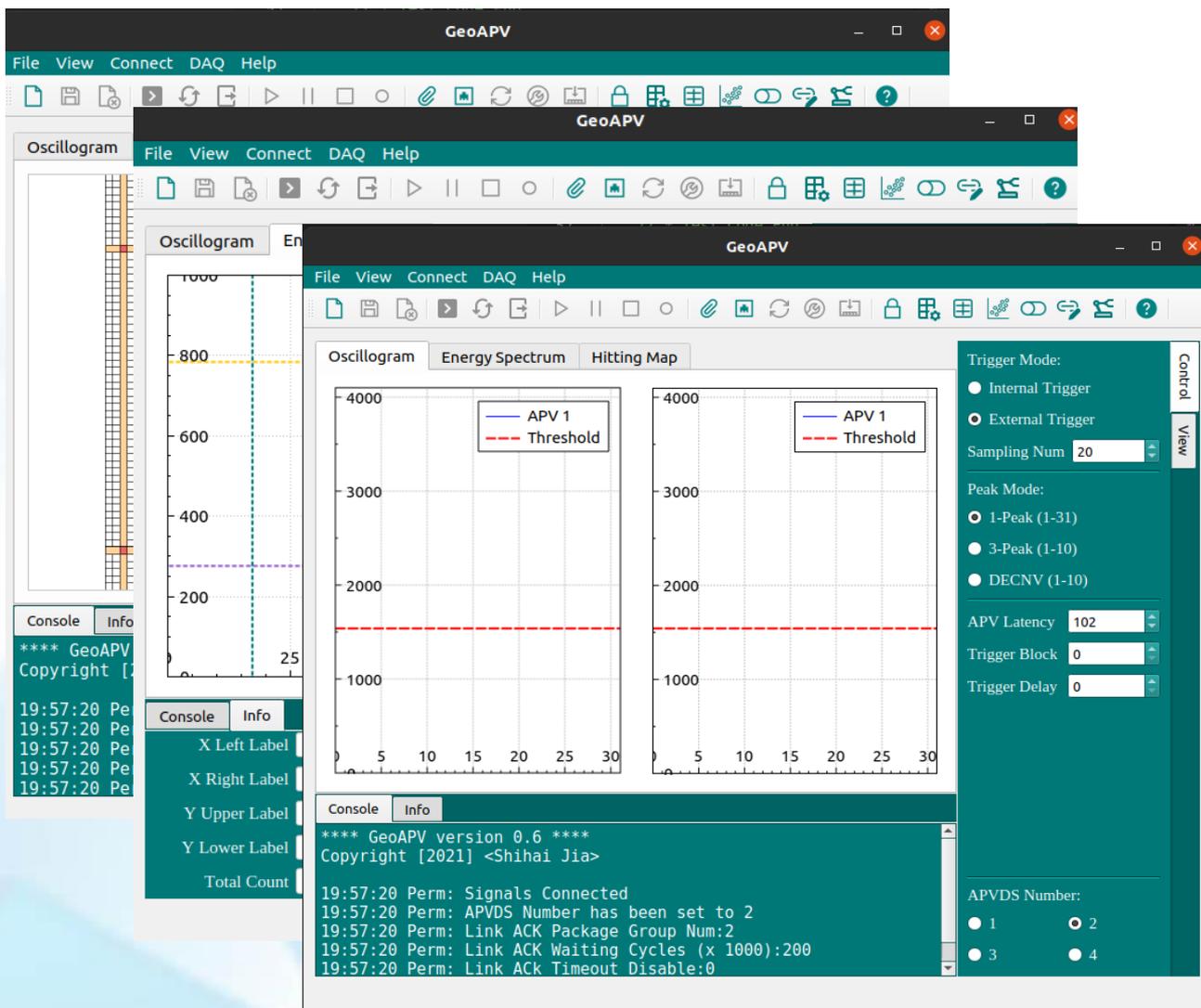
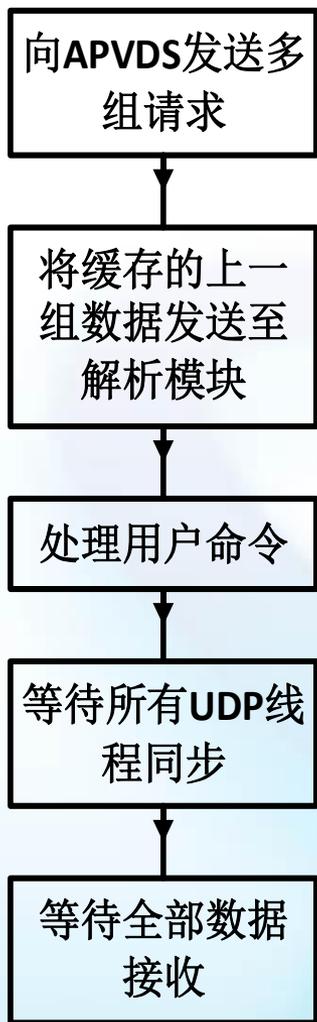
系统软件使用 C++ 编写，使用 Qt 框架来进行可视化以及模块设计，方便与 HDF5, ROOT 等标准或软件进行对接

软件整体采取多线程设计以实现大量数据的实时解析以及显示

模块化设计整体包含3个主要模块：

- UDP 通信模块
- 数据处理模块
- 主用户界面





## 4. 总结与将来工作计划

原子能院中高能物理组开发了一套基于 APV25 读出芯片的  
**读出电子学及数采软件**

APVDS 数字化版配合其它外围模块可以**实现 1024 通道**的信号读出与采集，发挥了 APV25 芯片**高通道数**，**高触发率**的性能优势，为搭建高空间分辨的粒子探测系统提供了基础

## 总结

## 下一步工作计划

调试多块 APVDS 同步功能，  
增加同步板分发触发信号与时间戳



中核集团  
CNNC

中国原子能科学研究院

CHINA INSTITUTE OF ATOMIC ENERGY

# 谢谢