

# 探测器模拟与数据分析

(DETECTOR SIMULATION AND DATA ANALYSIS)

2023-2024学年春季课程

课程编号： 180081070202P3006H

授课人：

董燎原（中国科学院高能物理研究所）

平荣刚（中国科学院高能物理研究所）

曹国富（中国科学院高能物理研究所）

# 任课老师简介

2

**董燎原：**中国科学院高能物理研究所**研究员**，1998年博士毕业，长期从事高能物理实验的数据获取和物理分析工作（**BES** (1995-2002), **BESII** (2002-2004), **Belle** (1999-2004), **Babar** (2004-2009), **BESIII** (2009-至今)：振幅分析和Dalitz图分析）。现任BESIII合作组Charm physics Convenor (粲物理组召集人)。

**平荣刚：**中国科学院高能物理研究所**研究员**，2002博士毕业，长期从事实验数据分析工作和**BESIII**事例产生子软件设计和维护工作。

**曹国富：**中国科学院高能物理研究所**研究员**，2009博士毕业，长期从事探测器（**BESIII**，**Belle2**，**大亚湾中微子**，美国**EXO**双beta衰变，**江门中微子**等）模拟软件开发。

**麦迪娜：**中国科学院 高能物理研究所 **副研究员**，助教。

**沈文涵：**中国科学院大学 物理科学学院 博士研究生，学生助教。

# 教学内容

3

第一章：计算物理导引（1学时） 授课老师：董燎原

第二章：Linux使用与C++语言入门（3学时） 授课老师：董燎原

Linux使用、文本编辑工具、SHELL脚本语言（重点）、GCC编译器使用、程序开发与测试、C++语言基本语法（重点）、对象与类

第三章：实验统计分析工具（12学时） 授课老师：董燎原

统计分析工具ROOT框架、ROOT的数据管理（重点）、数据图形表达、直方图分析（重点）、数据拟合（重点）、统计检验（重点）、多变量分析技术及工具TMVA（难点）

第四章：蒙特卡洛模拟（9学时） 授课老师：平荣刚

蒙特卡洛模拟原理和方法（重点、难点）、蒙特卡洛模拟物理中的应用。

第五章：物理事件产生器（6学时） 授课老师：平荣刚

高能物理中强子化模型和通用事例产生器PYTHIA，BES能区的产生子工作原理，介绍亮度测量产生子、连续能区强子截面测量产生子和粲偶素衰变产生子。

第六章：探测器模拟（15学时） 授课老师：曹国富

探测器模拟原理、方法和对象（重点、难点）、GEANT模拟工具介绍和使用（重点）、GEANT模拟软件实例简介

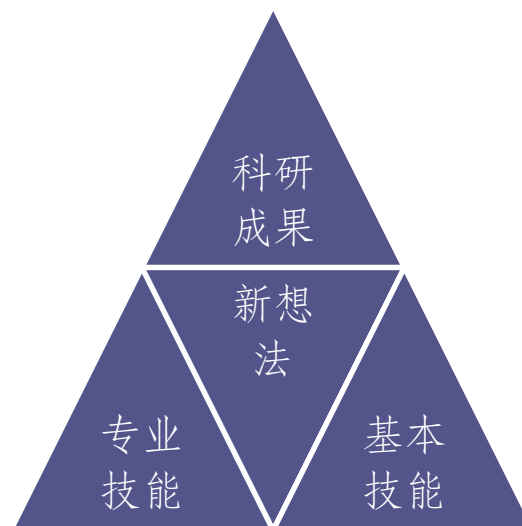
第七章：粒子物理实验软件与分析框架系统（2学时） 授课老师：董燎原

大科学装置实验软件框架；实验数据流系统（期末考试2小时）

# 教学目的

4

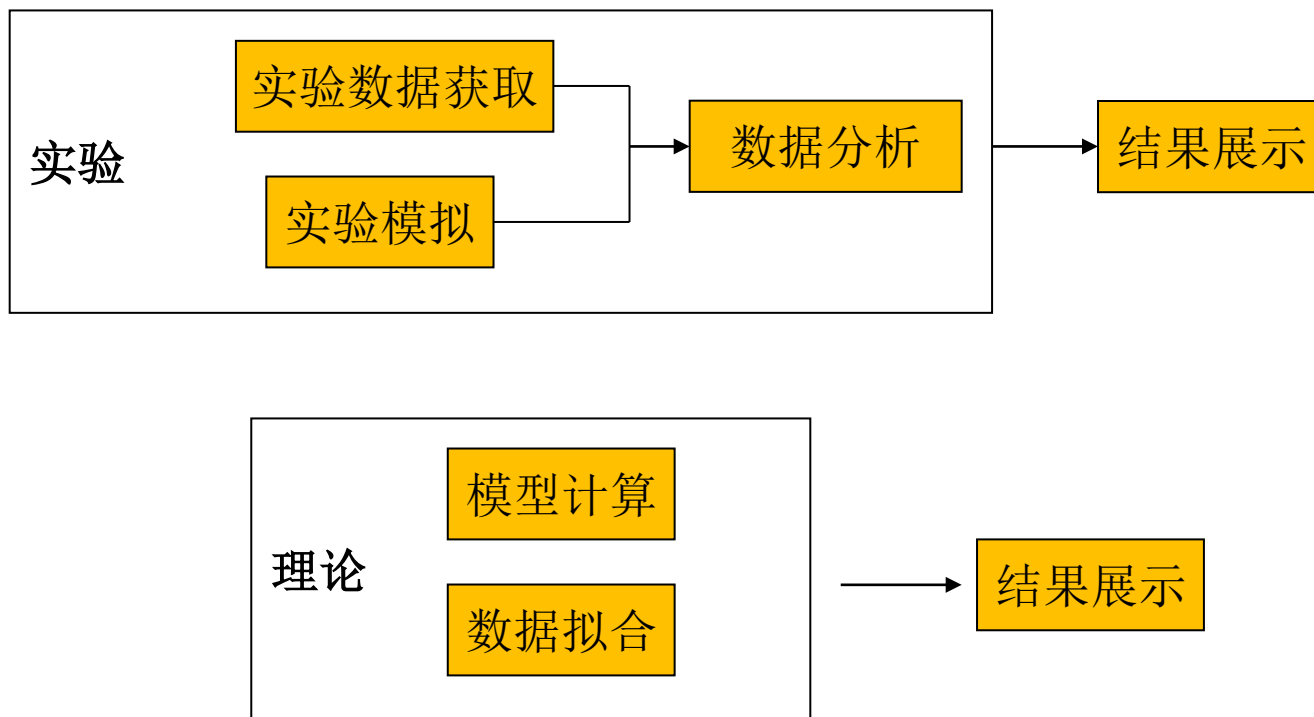
- 专业技能：专业基础知识  
专业相关领域前沿
- 基本技能：**计算机**和英语
- 新想法：科学思维方式  
独立思考能力



- 了解物理研究中各种常用的计算机系统与工具
- 准确快捷地将想法付诸实施：**计算物理学**
- 充分熟悉和掌握**必要的**计算机工具，  
使之成为将来科研上的利器

# 物理研究中的分析工具

5



通过对各种物理分析工具的学习，  
了解和熟悉物理研究中的数据分析方法。

# 你能(应)学到什么

6

## 利用计算机实现：

- 数据存储和读取
- 实验数据分析和提纯
- 数据信号成份测量和拟合
- 数据统计分析和检验
- 分析结果图形表达
- 物理事例模拟原理和应用
- 探测器模拟工具原理和应用

# 知识准备与学习材料

7

## Basics:

- ▣ Statistics
- ▣ Linux: any Linux introductory book
- ▣ C++: good C++ book

## References:

- 朱永生/胡红波译 《高能物理数据分析统计方法实用指南》，2019年，中国科学技术大学出版社
- 朱永生 《实验数据多元统计分析》，2009年，科学出版社
- “The ROOT Users Guide” , <http://root.cern.ch>
  1. RooFit Users Manual
  2. Minuit Reference Manual
  3. TMVA User Guide
- PYTHIA, <https://pythia.org/>
- GEANT Manuel, <http://cern.ch/geant4>



# 教学计划

8

- 课堂讲授+作业讨论+课下上机
- 课下自学练习：**非常重要**  
课堂讲义，网上资源，操作练习。
- 作业与答疑：
  - 作业：上机作业传到教学服务器
  - 答疑：微信群+qq群(文件共享)  
**提问时需提供详细信息，以便解答。**
- 考核：作业(50%)+期末考试(50%)  
**作业很重要，一定得按时完成！**

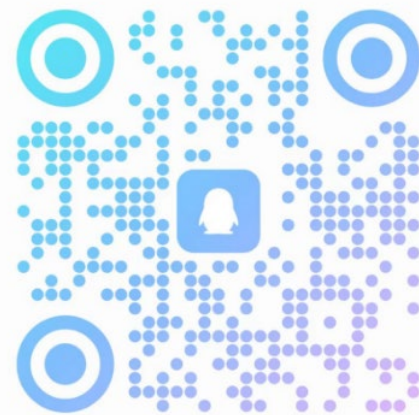
微信群

群聊：探测器模拟与数据分析



探测器模拟与数据分析

QQ群





# 教学服务器

9

- 提供Linux环境用于课下机操作练习和完成作业

- IP: 192.168.122.1 (校园网内登录)

IP有可能变动, 留意课程“微信群”的通知。

- 操作系统: CentOS 8

- 用户名和密码:

- 登陆方式: ssh + scp:

Windows下登陆软件: **XManager** (推荐, 不免费)

**MobaXterm:** <https://mobaxterm.mobatek.net/> (<https://zhuanlan.zhihu.com/p/56341917>)

校外无法访问教学服务器。

如有可能, 同学们可在自己的电脑或笔记本安装Linux系统。