

研究生季度考核

汇报人：冯铭婕

导师：李一鸣

高能物理组

2022年8月至12月

1. ATLASPix3 Telescope 系统

- 校准时钟
- 优化Trimming速度
- 宇宙线测试
- 会议海报: 2022 CEPC workshop

2. AMS Single Baby Sensor 宇宙线测试

3. LHCb上B和D介子关联产生的研究

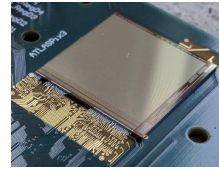
- 亮度计算
- 参考道拟合和效率估计

1.1 ATLASPix3 Telescope System

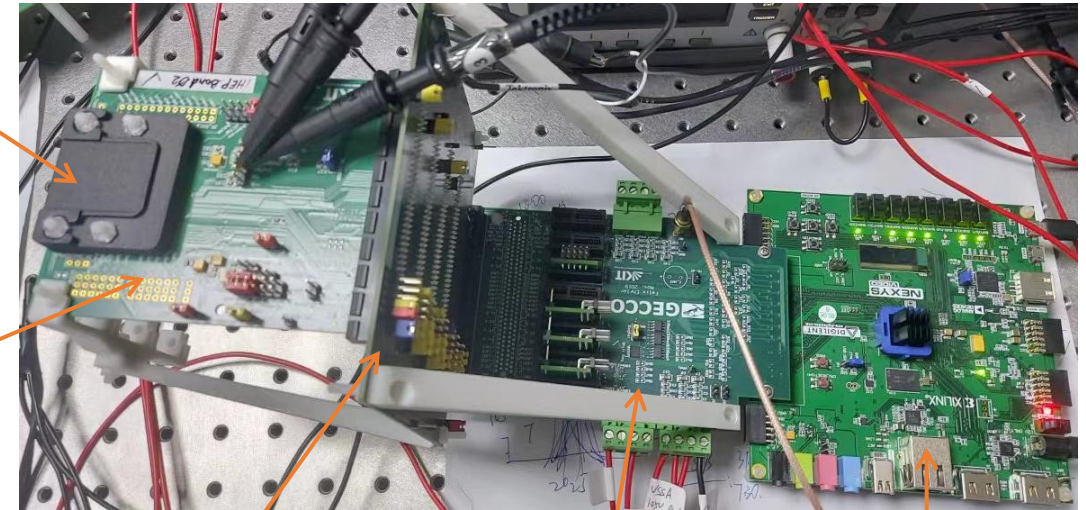


Sensor 基本参数:

- Chip Size: $20.2 \times 21.4 \text{ mm}^2$
- Pixel Size: $150 \times 50 \mu\text{m}^2$
- 372 rows and 132 columns
- Triggerless/triggered readout



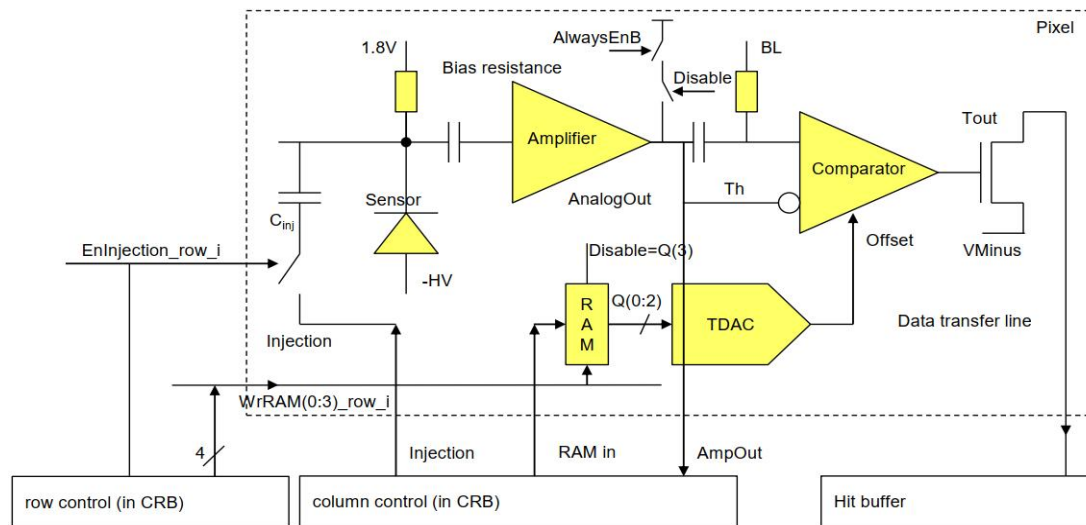
Chip Carrier board



Telescope board

GECCO board

NexysVideo board



Pixel schematic

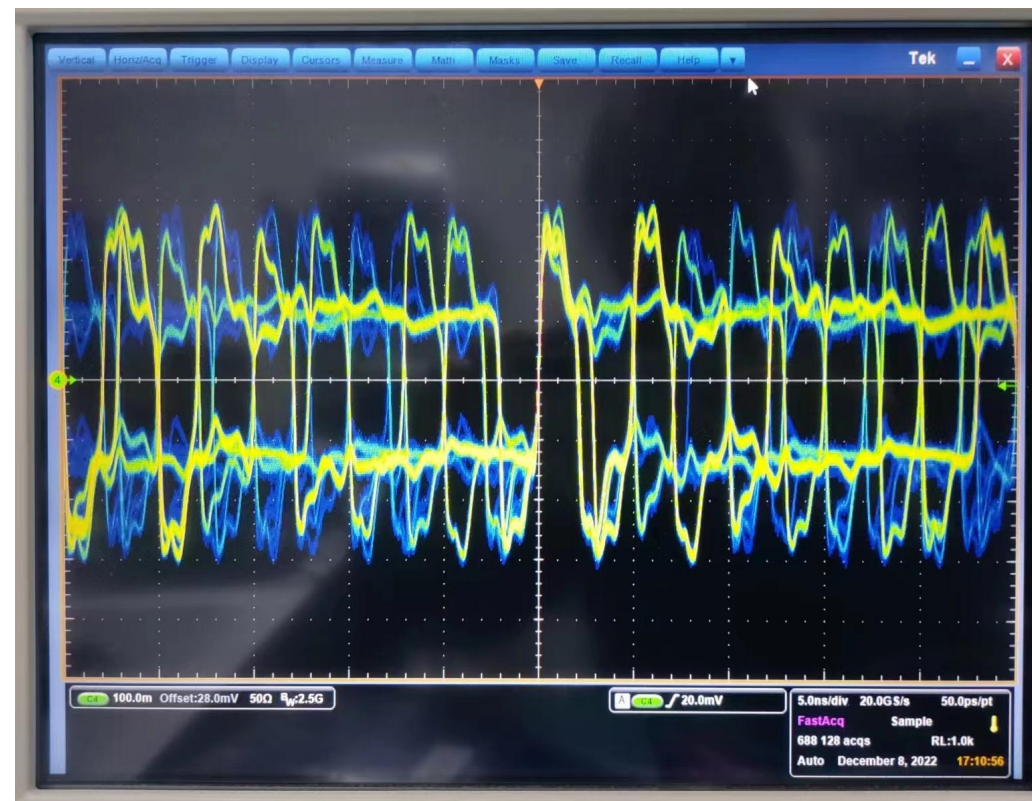
- Telescope系统可以同时搭载4个sensors
- 使用Vivado 2017编译FPGA
- 使用Qt框架设计软件界面

1.2 时钟校准

ATLASPix3 Telescope 系统不稳定（出现超出范围的像素点）！



时钟不对称



输出的数据流不清晰

1.2 时钟校准

```
assign ckext = ~use_CkRef & (enable[3:0] != 4'b0) & clock;
```



删除固件中对时钟的操作

修改时钟后



时钟对称



输出的数据流清晰

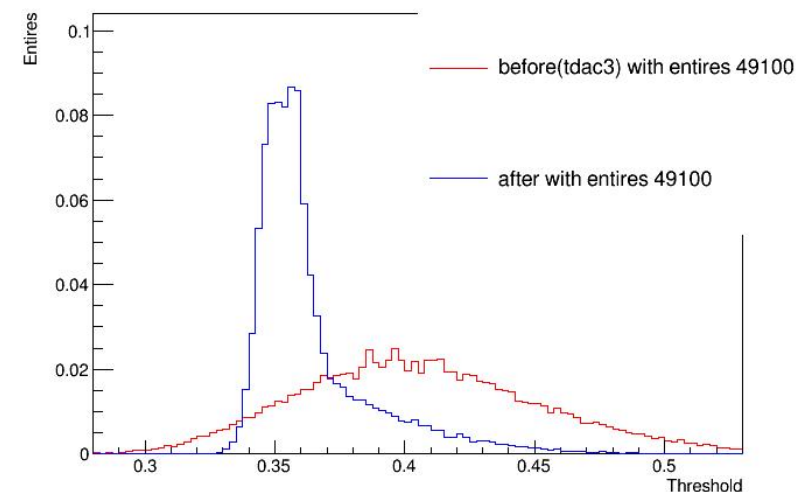
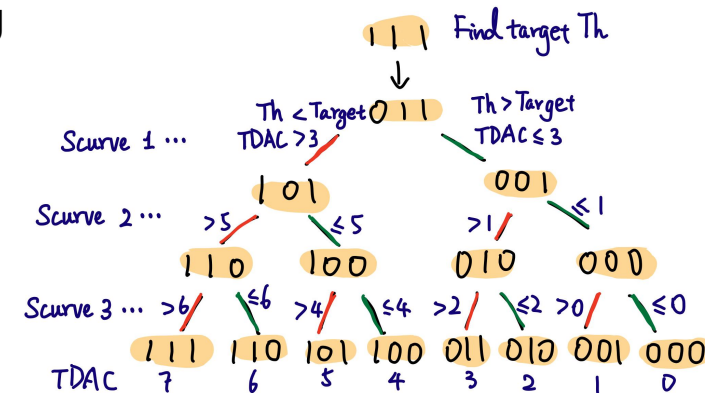
Trimming: 使sensor上所有的pixel的阈值都接近一致, 对于每一个pixel, trimming时只需要改变TDAC值 (阈值的一个补偿, 共有8个值)

Trimming 时间优化方法:

- 增加每次同时注入电荷的pixel的数目 (最好控制在22个pixels以内)
- 设置一个更高 (或更低) 的目标阈值来减少TDAC = 7 (或0) 的像素点的数目
- 在软件部分增加一个可以自定义目标阈值的模式

优化的效果 (7.5h to 5.5h) :

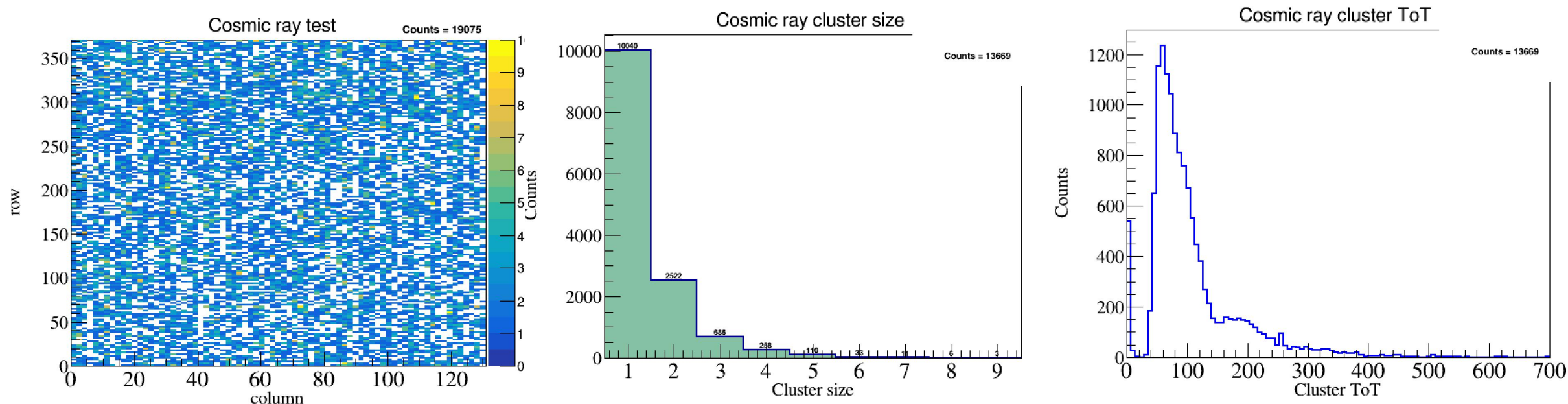
1. 增加每次同时注入电荷的pixel数目 (20 to 22)
2. 设置更低的目标阈值 (trimming前的阈值分布的1% to 0.1%)



1.4 宇宙线测试



- 使用ATLASPix3.1-05 ~ 24h
- 理论上sensor 表面一分钟内能够接收4个muons
- 仅使Layer4工作
- 由于还没有做ToT刻度, 所以这里没有移除噪音

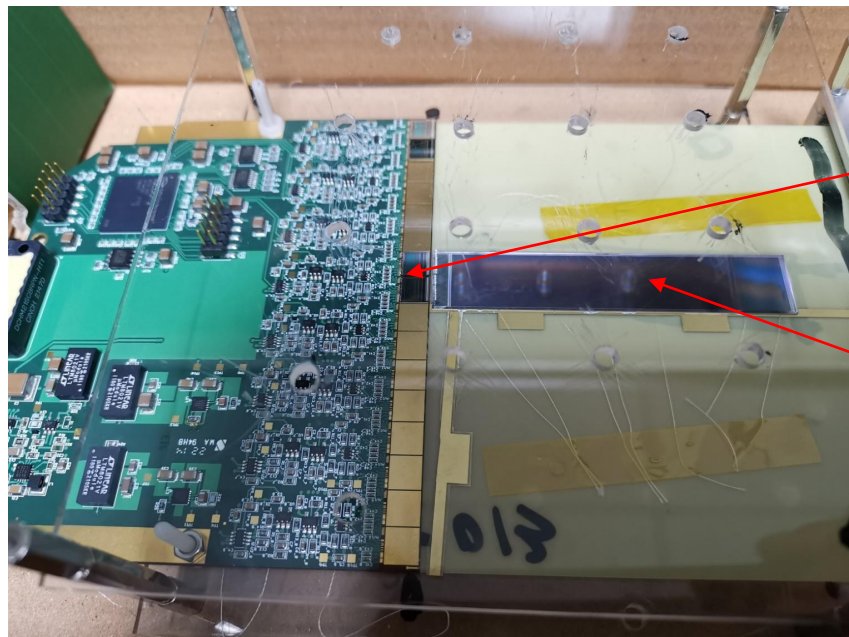


Trimming优化和宇宙线测试的结果在2022 CEPC workshop中以海报形式展示

2 AMS Single Baby Sensor宇宙线测试



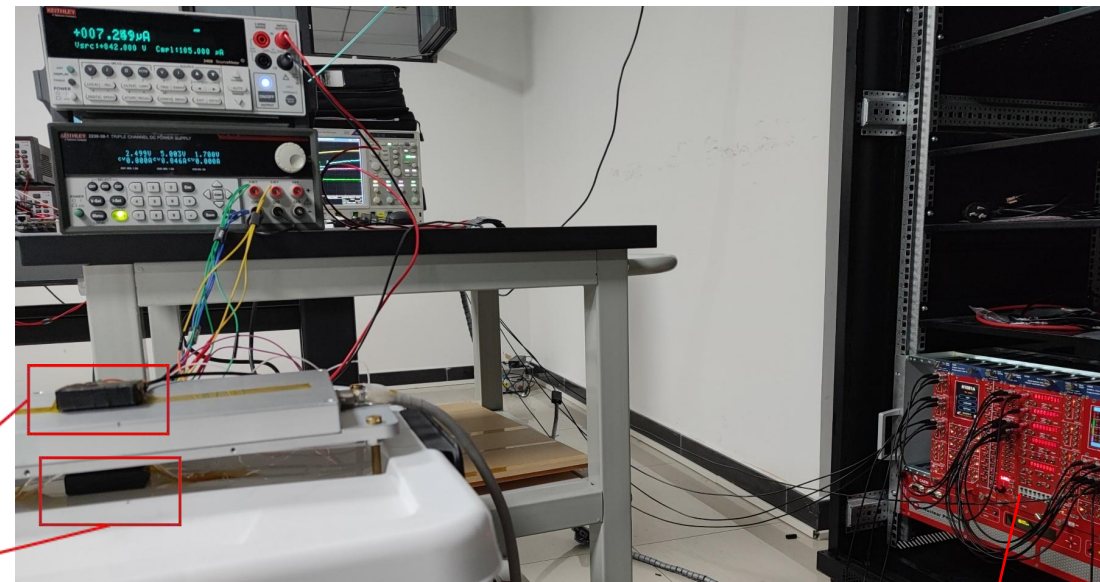
LEF_v1



IDE1140

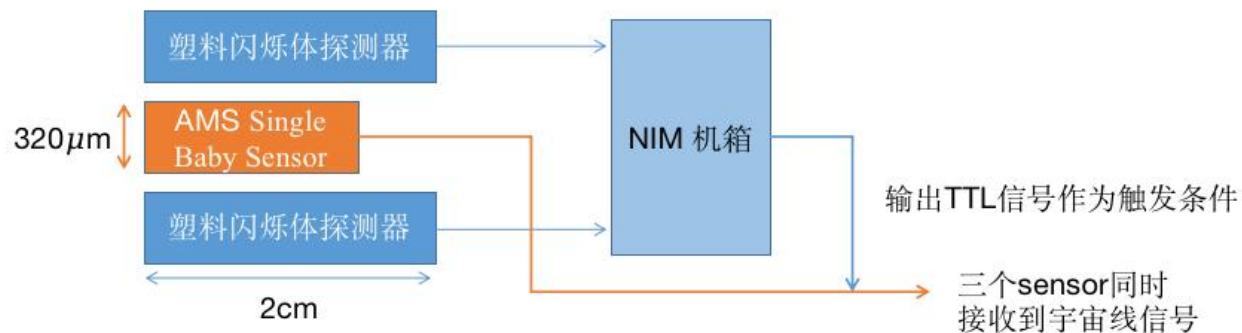
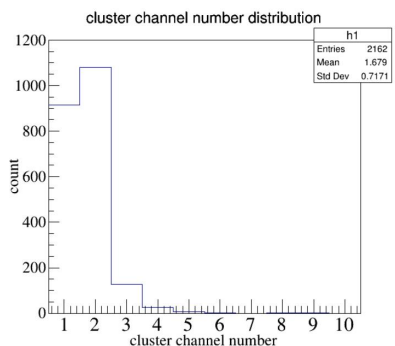
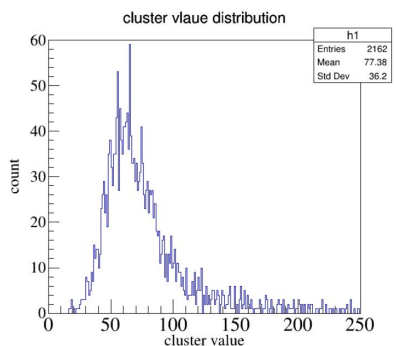
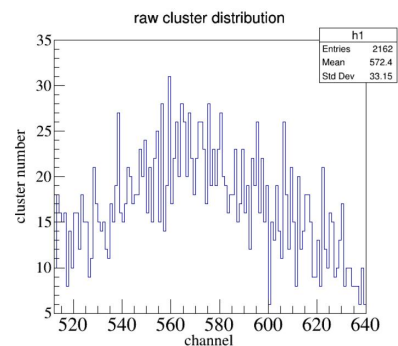
Sensor baby1_3
(1.3cm*8cm)

2*(塑料闪烁体+ SiPM), 2cm*4cm



NIM机箱

读出闪烁体信号，并对此进行“与”操作



搭建塑料闪烁体探测器 (复旦大学提供) + NIM机箱 + AMS硅微条Single Baby Sensor 宇宙线测试系统

LHCb上B和D介子关联产生的研究

Quan Zou, Yiming Li, Nate Grieser, Jianchun Wang, Mingjie Feng

➤ 衰变道: $pp \rightarrow B^\pm D^0 / \bar{D}^0 X$ with $B^+ \rightarrow J/\psi(\mu^+\mu^-)K^+$, $D^0 \rightarrow K^-\pi^+$

➤ 分析目标:

1. 利用LHCb上13TeV pp对撞数据测量关联产生截面 σ_{BD}

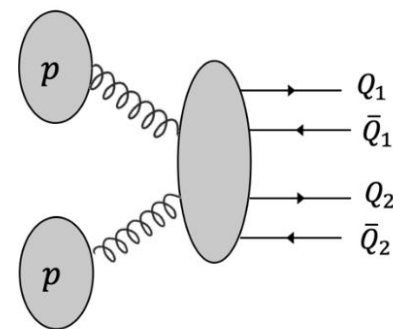
2. 测量双部分子有效截面 $\sigma_{eff} = \frac{\sigma_B \times \sigma_D}{\sigma_{BD}}$

3. 寻找可能的 B_c 和 T_{bc} 激发态

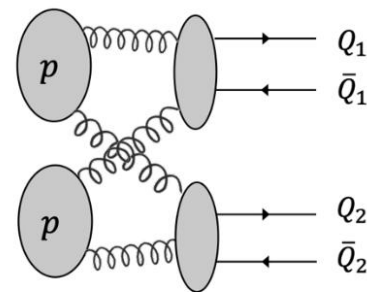
➤ 本人在此分析中的主要贡献:

1. 亮度计算

2. 参考道拟合和效率估计



单部分子散射
Single-Parton Scattering



双部分子散射
Double-Parton Scattering

➤ 衰变道: $pp \rightarrow B^\pm D^0 / \bar{D}^0 X$ with $B^\pm \rightarrow J/\psi(\mu^+\mu^-)K^\pm, D^0 \rightarrow K^-\pi^+$

- 测量道: $pp \rightarrow B^\pm D^0 / \bar{D}^0 X$
- 参考道: $pp \rightarrow B^\pm X$

➤ 分析策略: 引入参考道, 测量 r 值

$$\bullet \quad r = \frac{\sigma_{BD}}{\sigma_B} = \frac{1}{\mathcal{B}_{D \rightarrow K\pi}} \times \frac{N_{BD}^{fit}}{N_B^{fit}} \times \frac{1}{\varepsilon_D} \quad \text{其中, } \varepsilon_D = \varepsilon_D^{acc} \times \varepsilon_D^{rec\&sel} \times \varepsilon_D^{PID}$$

$$\bullet \quad \sigma_{BD} = r \times \sigma_B^{pub.}$$

$$\bullet \quad \sigma_{eff} = \frac{\sigma_B \times \sigma_D}{\sigma_{BD}} = \frac{\sigma_D}{r}$$

$$\sigma_{BD} = \frac{N_{BD}}{\mathcal{L} \times \varepsilon_{BD} \times \mathcal{B}_{BD}}$$

$$\sigma_B = \frac{N_B}{\mathcal{L} \times \varepsilon_B \times \mathcal{B}_{B^+ \rightarrow J/\psi K}}$$

➤ 选择条件:

- LHCb run2 2016 至 2018年的数据
- 官方提供了准确积分亮度的event
- data quality = OK
- 只保留与MC样本有相同L0触发条件的数据样本

➤ 亮度计算方法

根据每个event的run number从LHCb官方提供的亮度表中得到该event的精确积分亮度, 所有event的精确积分亮度之和即本分析数据样本的积分亮度

➤ 本分析数据样本的积分亮度

$$4.72 \pm 0.09 \text{ fb}^{-1}$$

参考道 $pp \rightarrow B^\pm X$

➤ 选择条件: 参考道和测量道选择条件保持一致

➤ 拟合PDF:

- 信号PDF: Double Sided Crystal Ball + Gauss
- 本底PDF: Exponential

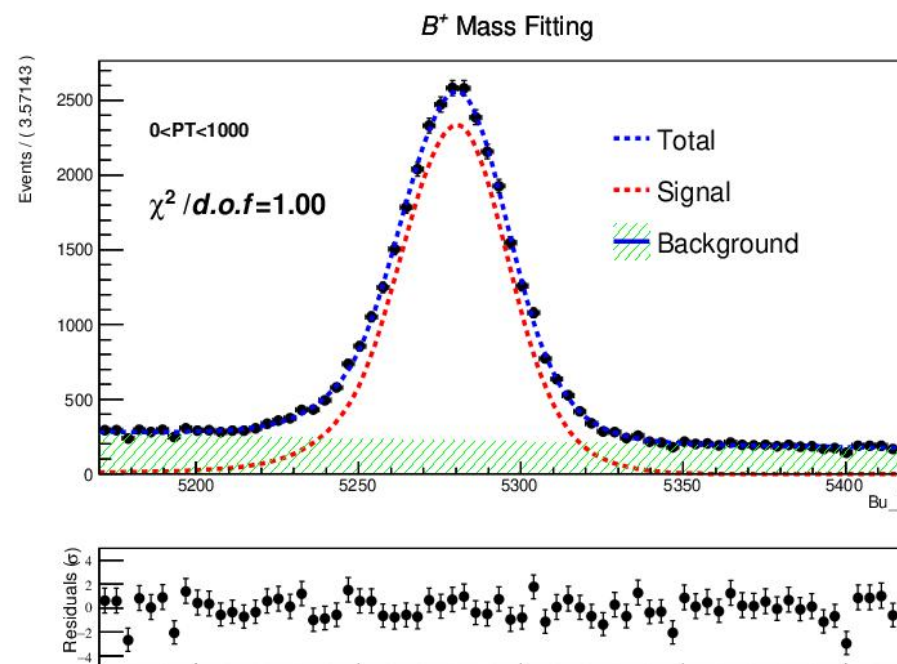
$$B^+ \rightarrow J/\psi(\mu^+ \mu^-) K^+$$

对 P_T 的分bin 拟合

$$0 \text{ GeV} < P_T < 40 \text{ GeV}$$

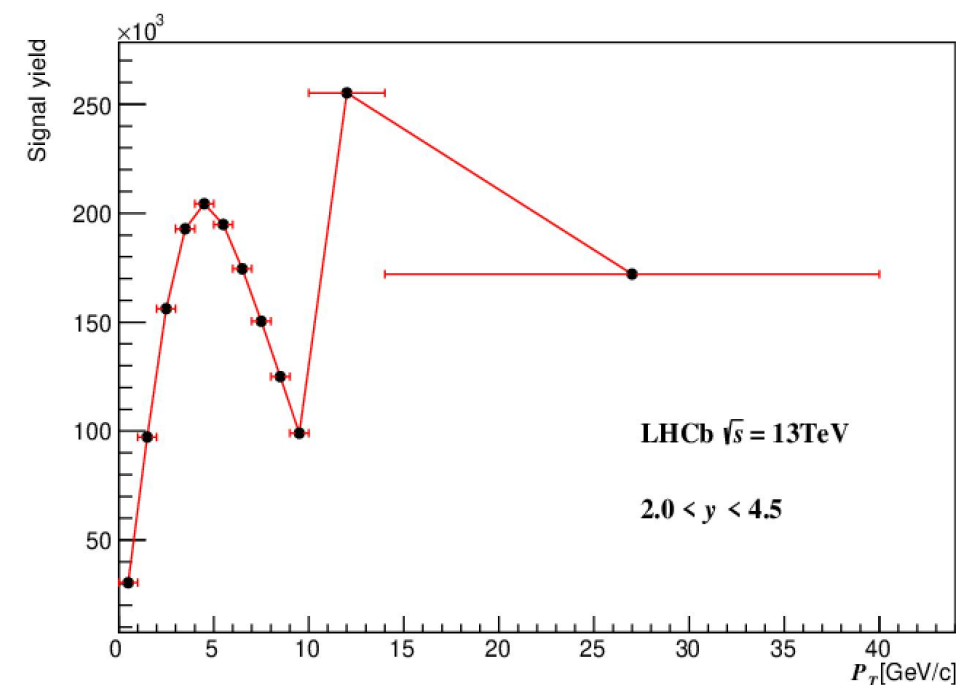
$$5170 < M(B^+) < 5420$$

$$2 < y < 4.5$$



$$\varepsilon^{fit} = \frac{nsig([5170, 5420])}{nsig([5150, 5510])} = \frac{sigPDF \text{ Integral in } [5170, 5420]}{sigPDF \text{ Integral in } [5150, 5510]}$$

- R 值的计算需要的 N_B^{fit} 是全区间的 N_B
- 拟合只对其中特定区间 $[5170, 5420] \text{ MeV}/c^2$ 拟合
- $N_B^{corr} = N_B^{fit} / \varepsilon^{fit}$



➤ 总结

1. 在徐子俊老师的指导下参与了ATLASPix3和AMS相关的一些实验工作
2. 在李一鸣老师和邹全师兄的指导下参与物理分析工作，学习LHCb物理分析思路

➤ 会议报告

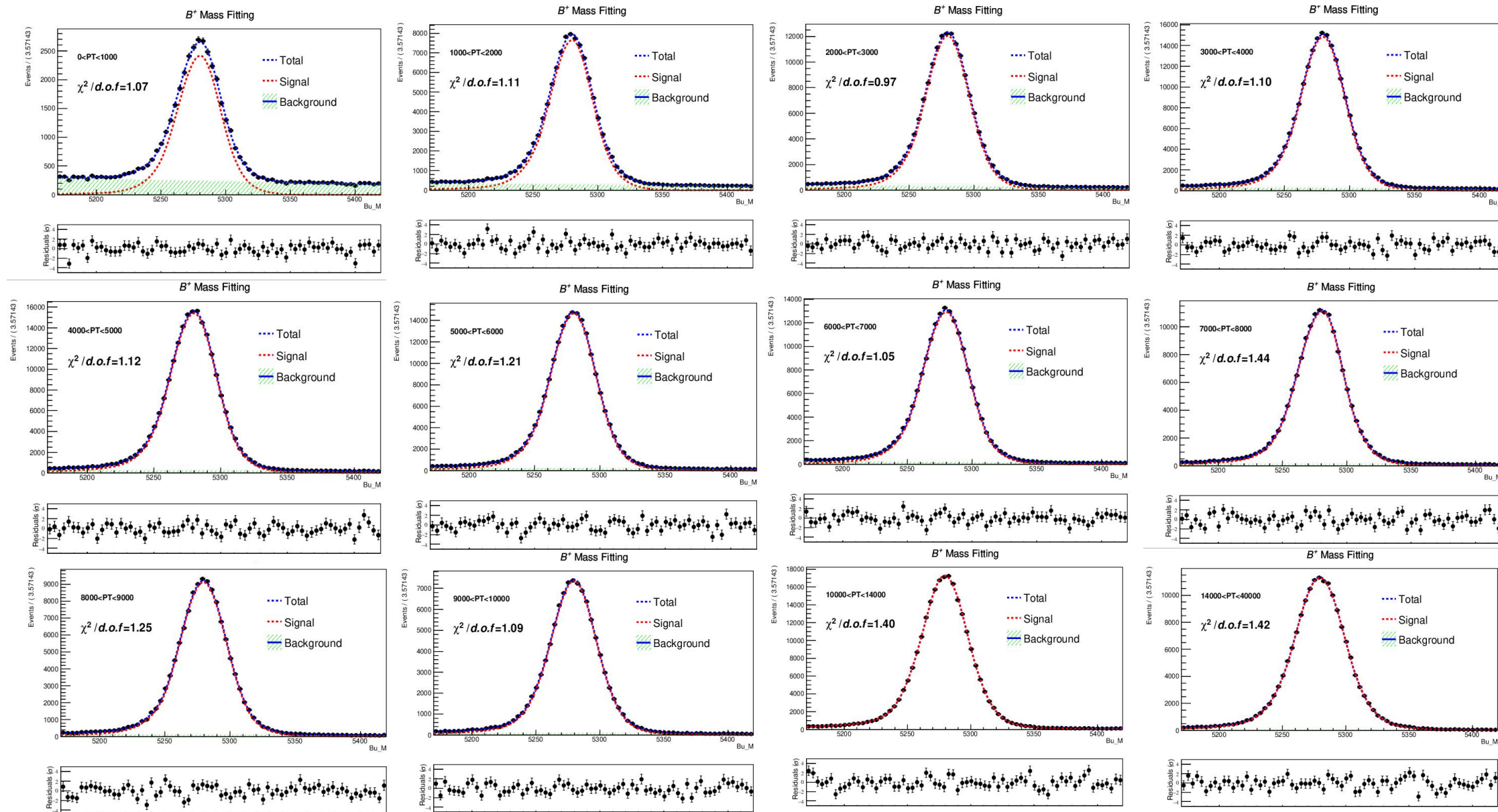
在2022 CEPC workshop上针对ATLASPix3 telescope系统的测试结果做了海报展示

➤ 展望

- ATLASPix3 telescope 系统
 1. 继续寻找ATLASPix3 telescope系统不稳定的来源，并且试图解决不稳定性问题
 2. 利用塑料闪烁体探测器作为触发条件，搭建ATLASPix3 + 闪烁体探测器的宇宙线测试系统
- 物理分析
 1. 使用LHCb run3的数据重新测量 σ_{BD}
 2. 计算 B^+ 介子和其他 D 介子（如 D^+ , D_s^+ , Λ_c ）联合产生截面

Thanks

Backup



$P_T(\text{GeV}/c)$	$\chi^2/d.o.f$	signal yield (fitted)	Fitting efficiency	signal yield (corrected)
0 -1	1.07	30199 ± 254	0.993	30399 ± 256
1-2	1.11	95704 ± 413	0.984	97268 ± 420
2-3	0.97	153315 ± 515	0.982	156187 ± 524
3-4	1.10	190473 ± 578	0.983	193804 ± 588
4-5	1.12	200982 ± 582	0.984	204353 ± 592
5-6	1.21	191066 ± 556	0.981	194842 ± 567
6-7	1.05	169301 ± 491	0.990	170956 ± 496
7-8	1.44	147995 ± 481	0.984	150420 ± 489
8-9	1.25	122606 ± 444	0.981	124985 ± 453
9-10	1.09	99405 ± 373	0.982	101178 ± 380
10-14	1.40	244707 ± 641	0.959	255200 ± 669
14-40	1.42	168624 ± 539	0.980	172065 ± 550