



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics Chinese Academy of Sciences



2022年1-3月研究生考核报告

报告人：袁家荣

导师：庄胥爱

实验物理中心

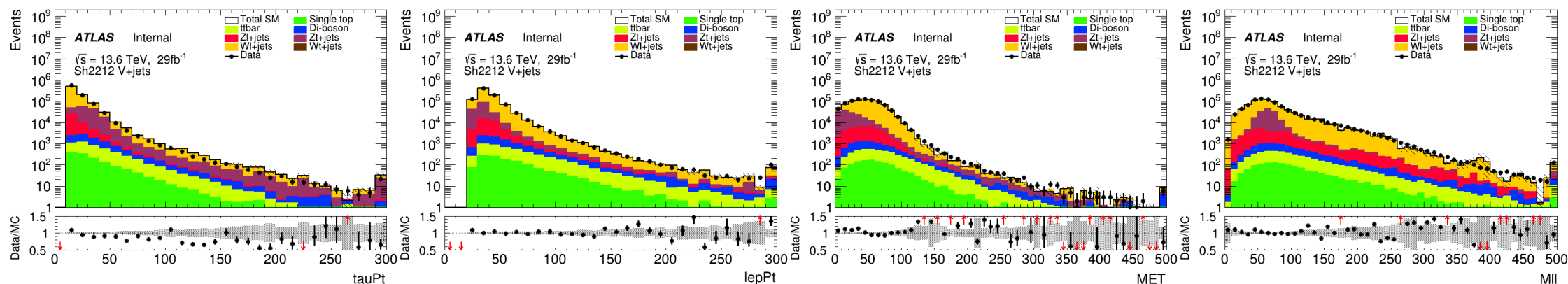
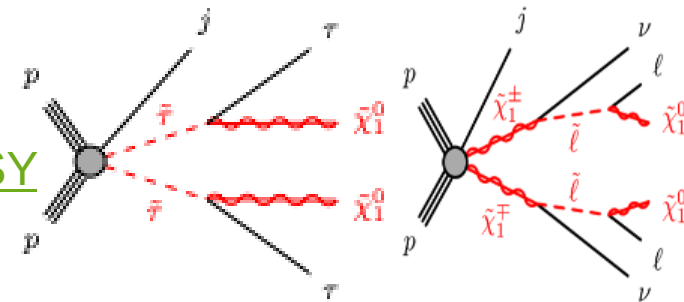
2023年4月23日

内容简介

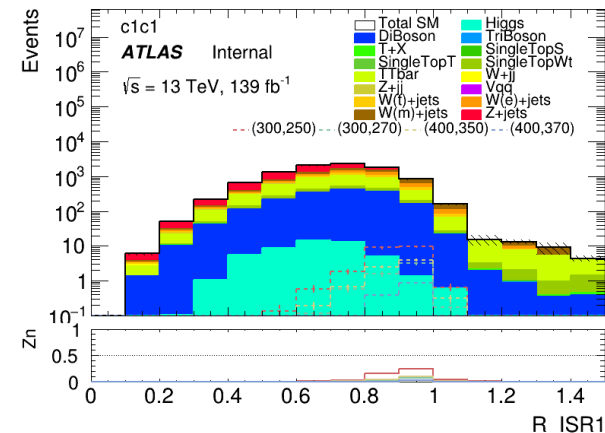
- ATLAS SUSY过程寻找
 - EWK Compressed Ditau 过程的寻找
 - EWK Ditau 分析 RPC-meets-RPV Reinterpretation
- ATLAS实验Tau鉴别效率修正
- CEPC上Slepton Pair Production的前景研究

EWK Compressed Ditau 过程的寻找

- 目标过程: Stau, Electroweakino 对产生 + ISR jet 过程, **ATLAS首次研究**
- 工作1: 检查了MC modeling, 研究了各种trigger选择, 在[SUSY WG Plenary](#), [SUSY EWK Meeting](#), [SUSY Background Forum](#)进行了报告。



- 工作2: 寻找具有分辨力的新变量。
 - 使用末态对象尝试重建出更高级的系统。
 - 重建tau变量: 假设MET的来源是tau衰变末态中的不可探测部分, 并将MET分配到tau可见部分的方向上, 并使用新重建后的tau计算不变质量, 横质量等变量。
 - 递归拼图重建: 将事例以Thrust轴垂直方向分为两个系统, 包含MET的系统是SUSY系统, 另一个是ISR系统, 使用两个系统计算pT比例, 不变质量, Phi角差等变量。

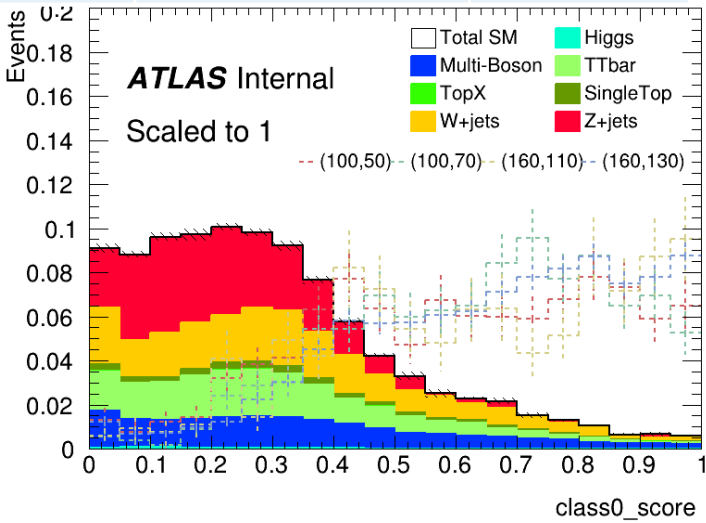
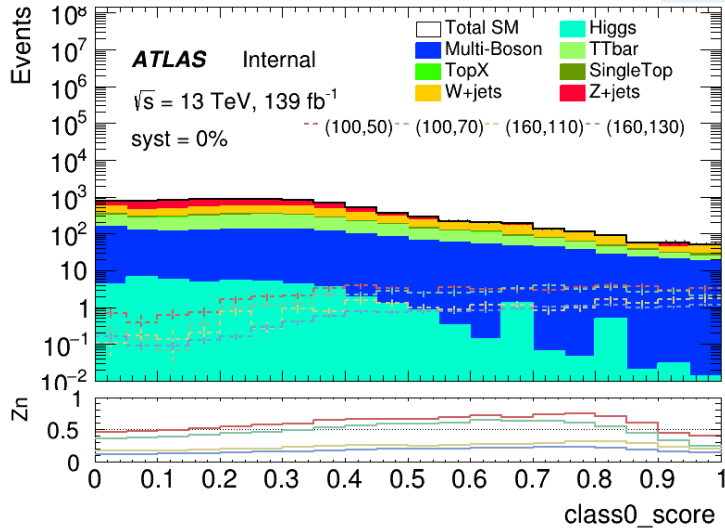


EWK Compressed Ditu 过程的寻找

- 工作3：搭建了使用神经网络的信号区优化框架。尝试了不同的网络结构进行优化：DNN, Attention，由于信号样本数据量小选择使用DNN，使用交叉验证对超参数进行网格扫描，得到了初步的信号显著性结果。

- 极度不平衡的样本，小统计量：

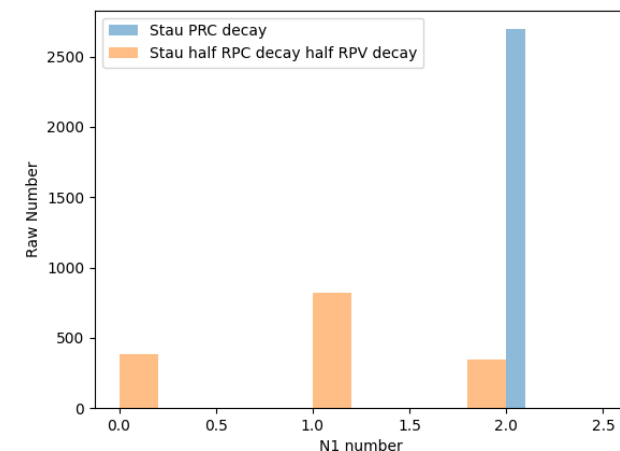
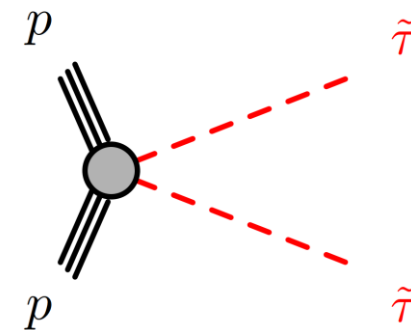
	Signal(stau)	Bkg
Yields	122.404	8719.17
Raw Num	4716	433625



- 计划
 - 继续探究信号的特征、寻找具有分辨力的新变量。
 - 使用full run-2+partial run-3数据推动、完成该分析

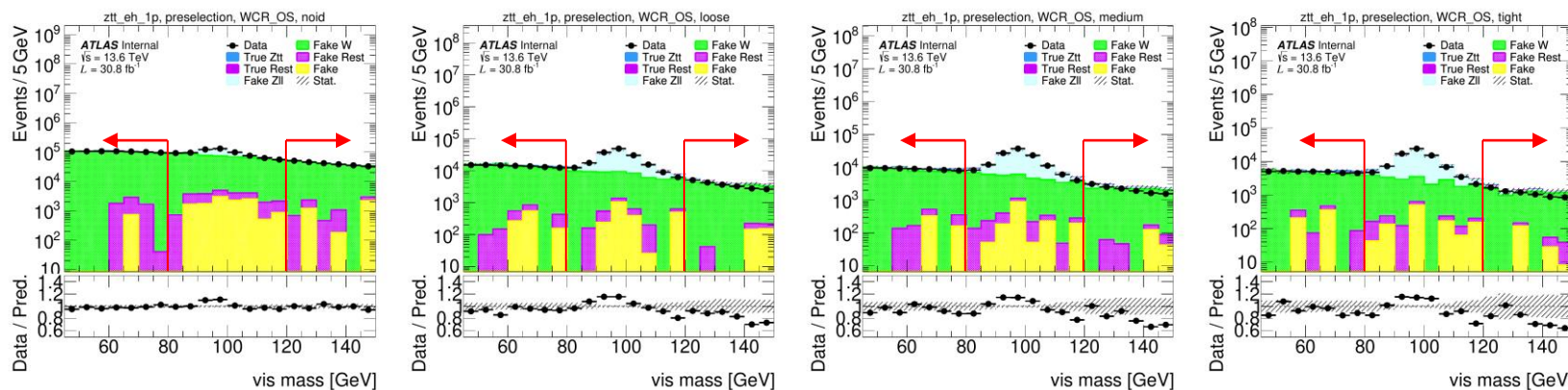
RPC-meets-RPV Reinterpretation

- 研究内容：
 - 使用RPC Ditau分析的信号区对RPV过程进行reinterpretation
 - 在RPV理论中，N1可以衰变为SM粒子，现有的RPV分析对N1寿命较大的信号排除能力较强，预计本分析使用的RPC信号区对N1寿命较短的信号有较强的排除能力
 - ATLAS首次研究
- 工作进展：
 - 产生了新信号样本。
 - 产生信号ntuple，在ntuple中新保存了信号过程中的SUSY粒子的信息用于区分不同衰变模式下的信号事例，可以用于对不同衰变模式的信号样本进行reweight来模拟不同分支比下的信号过程。
- 计划：
 - 产生系统误差ntuple，得到排除限。



Tau鉴别效率修正

- 目的：对MC的tau鉴别效率进行修正，使其更接近真实数据，作为 [run-3 tau recommendation](#)
- 研究内容：使用partial run-3数据，计算 $Z \rightarrow \tau\tau$ 衰变道的tau鉴别效率修正因子，特别关注低动量区域。这将是ATLAS上第一次对低于20 GeV的强衰变tau给出推荐，这将对紧致空间中的新物理的寻找有很大提升。
- 进展：
 - 在[TauCP + Hlepton Workshop](#)报告了初步结果。
 - 产生了新的ntuple，包含了 $P_T(\tau) < 20$ GeV的事例，使用了新版本DAOD，包含了新的可用的run-3 pre-recommendation SF.
 - 优化W-CR，提高了W+jet过程的纯度。



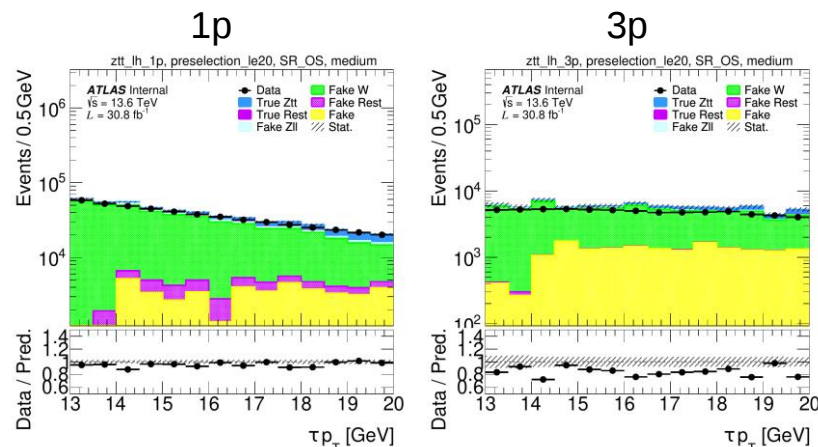
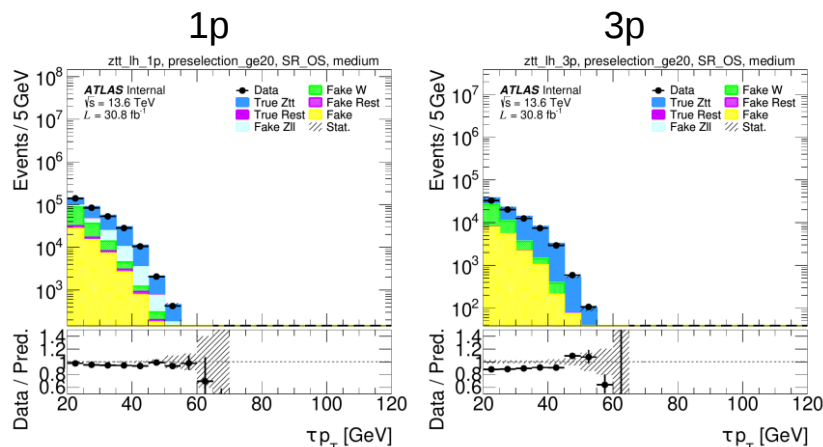
Tau鉴别效率修正

- 进展：对高、低动量区域分别进行本底估计，并分别检查在不同Tau鉴别条件下各个channel的变量分布,得到初步结果。

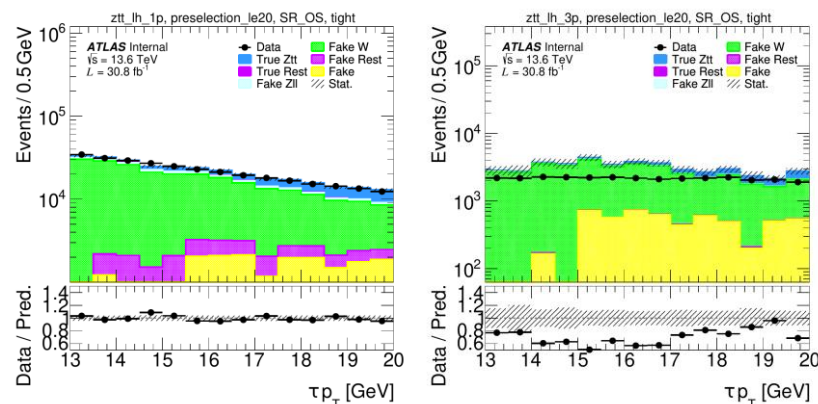
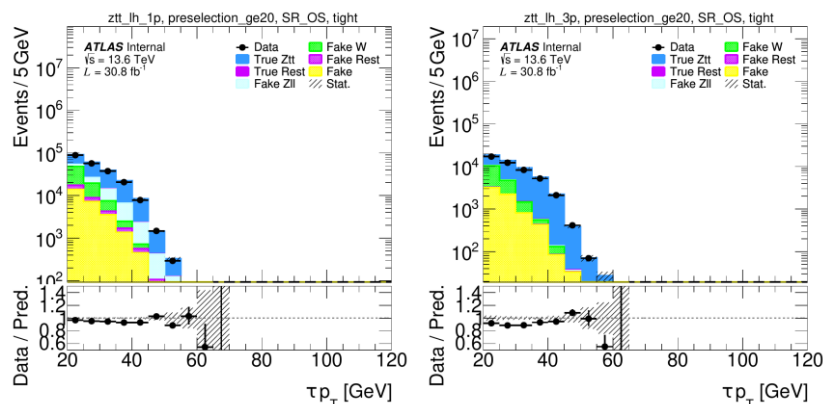
SR(high pT region)

SR(low pT region)

Medium ID



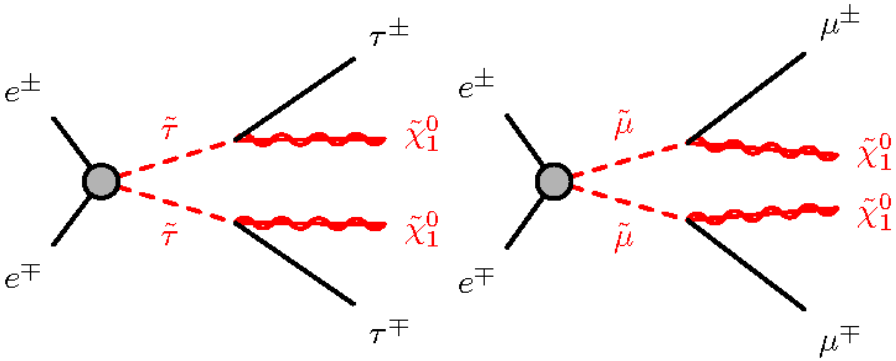
Tight ID



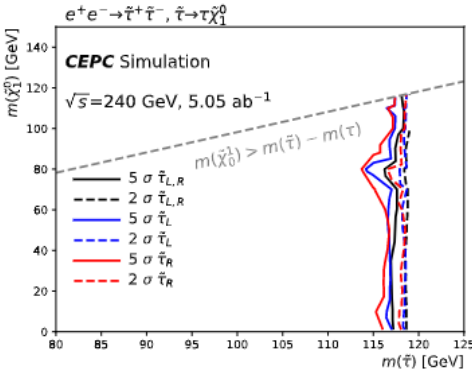
- 计划：优化区域定义，提取tau鉴别效率修正因子，给出run-3 tau recommendation

CEPC上Slepton Pair Production的前景研究

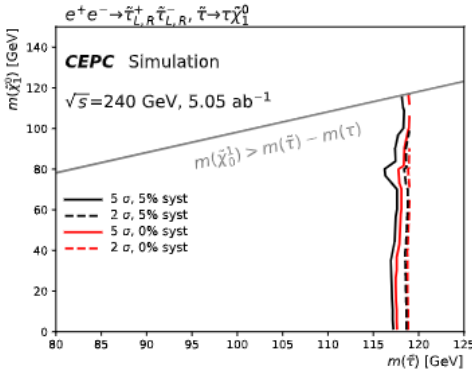
- 目标过程: tau slepton, muon slepton对产生
- 理论动机
 - 在R宇称守恒的模型中, LSP是稳定的, 而且是暗物质的候选者。
 - 轻stau粒子SUSY理论模型给出的暗物质遗迹密度与宇宙观测值是一致的。
 - 质量较轻的smuon可自然解释实验上观测到的 $(g - 2)_\mu$ 的超出现象。
 - 某些SUSY破缺模型预测slepton的质量在100 GeV数量级。
- 工作进展: 正在完善论文初稿, 准备投稿。 [arXiv:2203.10580](https://arxiv.org/abs/2203.10580)



SR-highDeltaM	SR-midDeltaM	SR-lowDeltaM
$E_{\tau^\pm} < 34 \text{ GeV}$	$E_{\tau^\pm} < 15 \text{ GeV}$	
$\text{sum} P_T > 70 \text{ GeV}$	$\text{sum} P_T > 40 \text{ GeV}$	-
-	$0.2 < \Delta\phi(\tau, \tau) < 1.2$	$ \Delta\phi(\tau, \tau) > 0.6$
$0.4 < \Delta R(\tau, \tau) < 1$	$2.4 < \Delta\phi(\tau^\pm, \text{recoil}) < 3$	$ \Delta\phi(\tau^\pm, \text{recoil}) > 2.3$
	$0.4 < \Delta R(\tau, \tau) < 1.6$	-
	$\Delta R(\tau^\pm, \text{recoil}) < 3.1$	$\Delta R(\tau^\pm, \text{recoil}) < 2.9$
$M_{\tau\tau} < 50 \text{ GeV}$	$M_{\tau\tau} < 40 \text{ GeV}$	$M_{\tau\tau} < 18 \text{ GeV}$
$M_{\text{recoil}} > 90 \text{ GeV}$	$M_{\text{recoil}} > 130 \text{ GeV}$	$M_{\text{recoil}} > 210 \text{ GeV}$



(a) systematic uncertainty = 5%



(b) comparison between systematic uncertainty = 0% and 5 %

未来计划

- EWK Compressed Ditau 过程的寻找：
 - 利用full run-2 + partial run-3数据完成该分析。预计2024年发表。
- EWK Ditau 分析 RPV Reinterpretation：
 - 产生系统误差tuple，得到排除限，预计今年夏天发表一篇summary paper.
- Tau鉴别效率修正：
 - 优化区域定义，提取修正因子，给出run-3 recommendation，计划发表一篇pub note.
- CEPC上Slepton Pair Production的前景研究：
 - 准备完善论文初稿，准备投稿。 [arXiv:2203.10580](https://arxiv.org/abs/2203.10580)

报告链接

- TauCP + Hlepton Workshop: [22 Feb 2023](#)
- SUSY组会议: [SUSY WG Plenary 3 Mar 2023](#)
- SUSY EWK会议: [Friday 24 Feb 2023](#)
- SUSY本底论坛: [Tuesday 28 Mar 2023](#)
- SUSY EWK ditau 会议
 - [Wednesday 11 Jan 2023](#)
 - [Wednesday 18 Jan 2023](#)
 - [Wednesday 8 Feb 2023](#)
 - [Wednesday 22 Feb 2023](#)
 - [Wednesday 22 Mar 2023](#)
 - [Wednesday 29 Mar 2023](#)
- RPV-meets-RPC 会议: [Thursday 16 Feb 2023](#)
- Tau Measurement and Calibration会议: [Monday 3 Apr 2023](#)

The image features a white background with abstract, overlapping blue geometric shapes in the corners. These shapes consist of various triangles and polygons in different shades of blue, creating a modern, architectural feel. The shapes are positioned in the top-left, top-right, and bottom-right corners, leaving the center area clear for text.

The End