

2022年5月-8月考核报 告

辛水艇

导师：娄辛丑，方亚泉，伍灵慧

摘要

- ◆ ATLAS di-Higgs multilepton 分析
- ◆ HGTD 数据库研发和束流测试
- ◆ CEPC cluster counting 研究

ATLAS di-Higgs multilepton analysis

研究动机及研究内容：在 ATLAS 探测器上利用多轻子末态寻找 di-Higgs 产生（包含 ggF 和 VBF）

- Higgs 衰变过程 ($H \rightarrow WW/ZZ/\tau\tau$ 等) 不可知，只对相同末态执行相同的分析策略。
- 根据轻子数对末态分类，主要为轻子末态 (ML) 和双光子加轻子末态 ($\gamma\gamma + ML$) 共有9个分析道，保证正交性。所有道均为MVA based 分析，用决策树输出作为观测量（或用作信号区间划分）。
- 可约本底的估计使用统一方法，charge flip 本底使用likelihood fit，fake lepton本底基于template fit，fake tau 本底基于fake factor/scale factor。
- 主要不可约本底考虑CR 进行修正。

	bb	WW	$\tau\tau$	ZZ	$\gamma\gamma$
bb	34%				
WW	25%	4,6%			
$\tau\tau$	7,3%	2,7%	0,39%		
ZZ	3,1%	1,1%	0,33%	0,069%	
$\gamma\gamma$	0,26%	0,10%	0,028%	0,012%	0,0005%

本人主要工作

- $2\ell SS0\tau$ 分析
- Combination 协调人，internal note editor。

$\gamma\gamma + ML$: 2 photons with light leptons and τ_h , $\gamma\gamma + 1\ell 0\tau$, $\gamma\gamma + 0\ell 1\tau$, $\gamma\gamma + 2L$.

Two same-sign light lepton wi/wo τ_h : $2\ell SS0\tau$ and $2\ell SS1\tau$

Three light leptons: 3ℓ

One/Two light leptons and two τ_h : $1\ell + 2\tau_h$ and $2\ell + 2\tau_h$

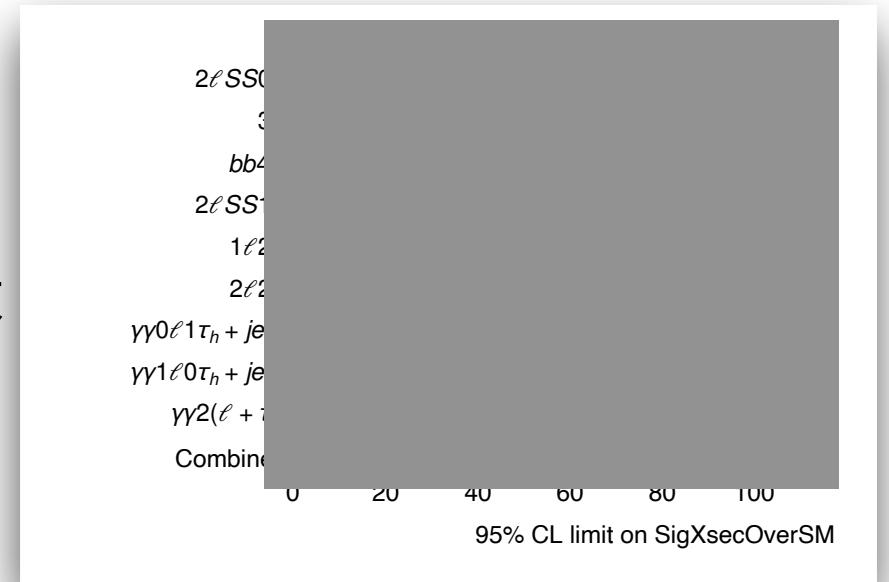
$HH \rightarrow ZZb\bar{b}$: 4 light leptons originated from $H \rightarrow ZZ$ and 2 b-jets: $b\bar{b}4\ell$

	$2\ell SS$	$2\ell SS+1\tau_{had}$	3ℓ	$b\bar{b}4\ell$	$1\ell+2\tau_{had}$	$2\ell+2\tau_{had}$	$\gamma\gamma+1\ell 0\tau_{had}$	$\gamma\gamma+0\ell 1\tau_{had}$	$\gamma\gamma+2L$
BDT trained against	VV, $t\bar{t}$ and V+jets separately	VV	total background	total background	VV	VV	continuous background		
Discriminant	Combined BDT	BDT	BDT	BDT	BDT	BDT	$m_{\gamma\gamma}$ in BDT regions		
Control regions	5	3	4	4	1	1	-	-	-
Non-prompt lepton strategy	TF	TF	TF	TF	-	-	-	-	-
Fake tau strategy	-	SF	-	-	FF	FF	-	-	-

multilepton analysis status

◆ $2\ell SS0\tau$ 分析

- 分析策略：同电荷双轻子末态，压低大量SM 过程本底。使用3维 BDT的信息提取信号。本底分析包括：
- main prompt background: WZ/VVjj CR 分别修正。
- charge flip electron: 从SS 和 OS 的 $Z \rightarrow ee$ 过程使用极大似然估计得到charge flip rate。
- fake background: 构造5个CR 同时对 internal/material conversion electron, heavy flavour e/mu 过程修正。
- 下一步是联合拟合以及理论（和系统）误差的研究



◆ Combination:

- 得到初步的combination 结果。下一步需要进一步考虑系统误差的关联性和浮动归一化参数。

◆ Internal note 情况:

- 负责了绝大部分内容的撰写和修改。
- 已经回答 CDS comments。



ATLAS Note
ANA-HDBS-2019-04-INT1
25th August 2022



1
2 **Search for non-resonant di-Higgs production with**
3 **multiple lepton final states using $139 fb^{-1}$**
4 **proton-proton collision data at $\sqrt{s} = 13$ TeV**
5 **recorded by the ATLAS detector**

6 Babar Ali^a, Susan Bataju^b, Josefine Bjorndal Robl^d, Djamel Eddine
7 Boumediene^c, Angela Maria Burger^c, Huirun Chen^e, Allison McCarn Deiana^b,
8 Yaquan Fang^f, Thibault Mark Fleischmann^d, Yesenia Hernández Jiménez^g,
9 Xiaozhong Huang^e, Aurelio Juste Rozas^h, Anna Kaczmarskaⁱ, Katharine Leney^j,
10 Chihao Li^k, Liang Li^l, Xinchou Lou^f, Abdualazem Fadol Mohammed^f, Rohin
11 Thampilali Narayan^b, Merve Nazlim Agaras^h, Santosh Parajuli^l, Océane Perrin^c,
12 Arantxa Ruiz Martínez^m, Qiyu Sha^f, Varsha Senthilkumar^m, Andre Sopczak^a,
13 Rui Wang^o, Yusheng Wu^k, Shuiting Xin^f, Wei-Ming Yao^p, Bartłomiej Henryk
14 Zabinskiⁱ, Bowen Zhang^e, Kaili Zhang^f, Lei Zhang^e, Yulei Zhang^l

HGTD database & beam test

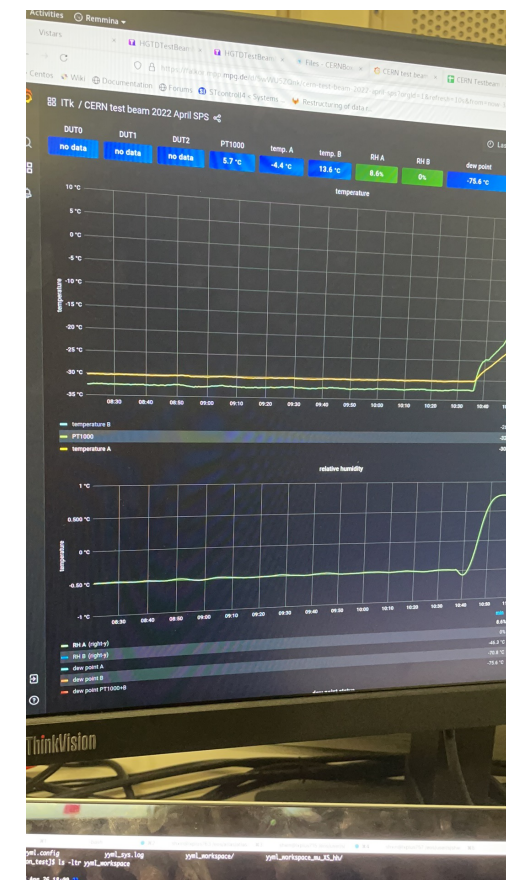
◆ HGTD production Database development

- 在HGTD mini workshop 给了QT summary talk (in person) 。
- 进行了开发网站的测试和反馈。调研分析了itk database 的解决方案。



◆ HGTD May beam test

- Control room 值班以及测试台检测



Cluster counting

◆ 基于cluster counting technique 的粒子鉴别算法的研究

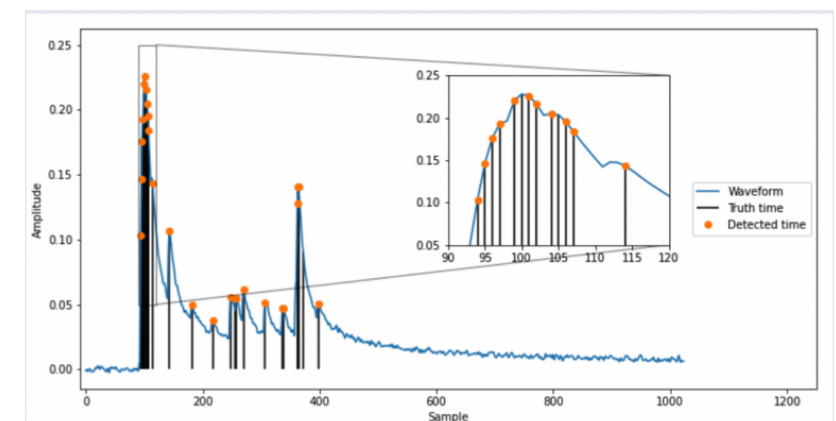
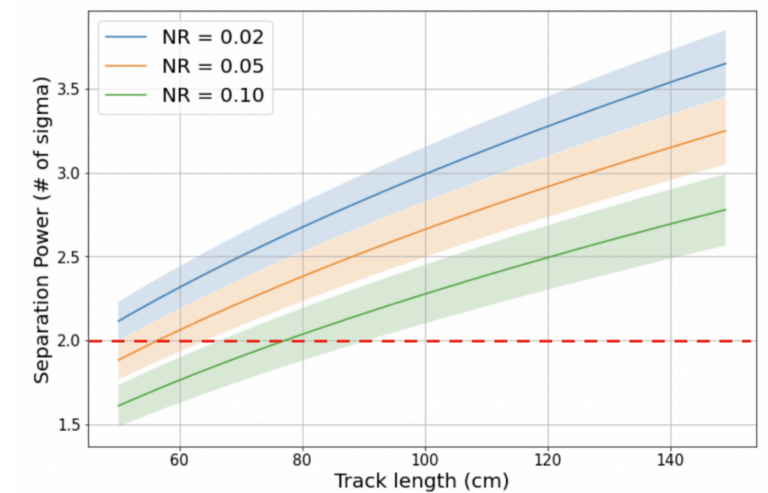
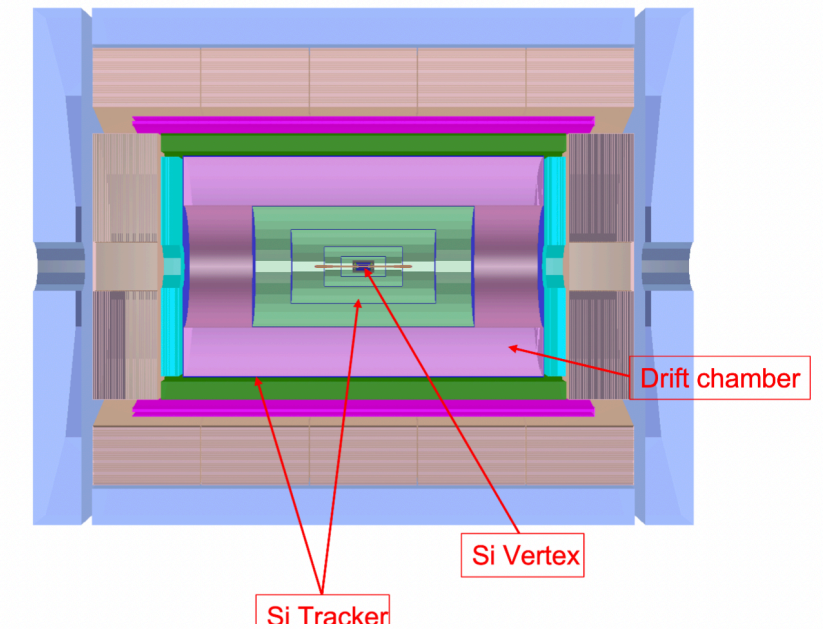
- 在 CEPC 漂移室的模型上，利用模拟样本探究了带电强子鉴别的能力
- cluster counting 通过测量初级电离的统计量，从而避免了转换能量的涨落带来的影响（造成Landau distribution）。
- 主要难点在于：1) 算法上：高效，稳定的从波形重建出信号峰的个数。2) 硬件上：实际电子学达到理想的信噪比，以及对该理论的实验验证。

◆ 本人主要工作内容：

- 使用传统的导数方法对全动量区间进行估计。
- 对结果的推论到不同长度探测器的情况。
- 使用模拟数据，探究了机器学习方法的可能性：用 RNN网络对时间序列训练。效果对比传统方法有很大改进。

◆ 其他正在进行的研究：

- 基于 MC 的 ML 数数算法的研究（参与研讨）。
- Beam test 数据分析（由idea 合作组对漂移管测试得到的数据），主要研究对数据的半监督学习，因为实际数据无标注。



总结

◆ HGTD database

- 开发完成了第一版database, 正在进行第二版数据表的开发 (根据数据实际情况提出解决方案)。

◆ ATLAS di-Higgs multilepton analysis

- 代表分析小组做了 EB request talk。
- 目前完成了CDS comment 和 closure slides。
- 希望该分析能在明年夏季前完成。

◆ Cluster counting study

- 在ICHEP 大会上作了 Particle identification with a drift chamber for CEPC 报告 (远程)。
- 计划发表一篇在BES3可行性研究的文章。