考核报告
（2022年9月-2022年12月）

报告人：梁诗怡

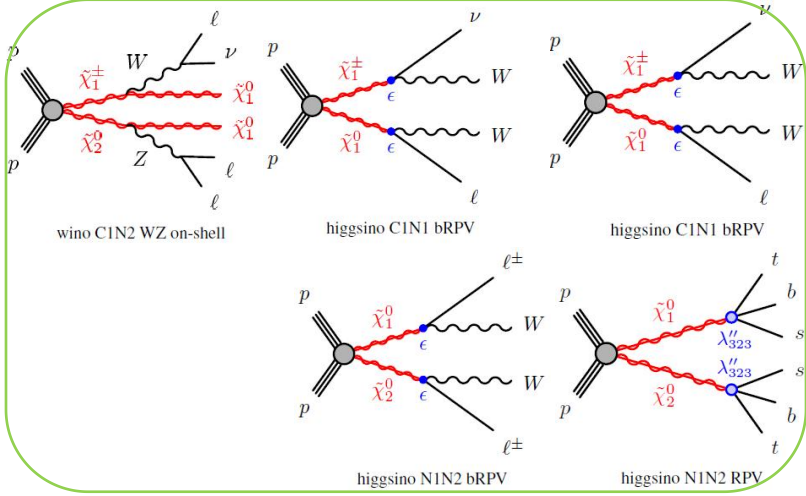
导师：庄胥爱

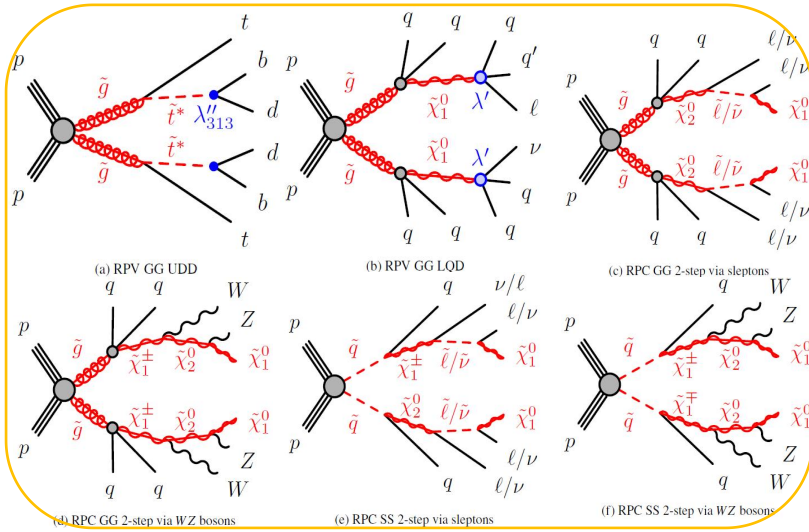
实验物理中心

2023年1月3日

简介

- 分析
  - SS/3L EWK末态超对称粒子的寻找
    - 工作：准备Hepdata；编辑support note
  - SS/3L strong末态超对称粒子的寻找
    - 工作：GG2stepWZ信号的所有分析；理论误差估计；编辑support note
  - Tau ID 鉴别效率修正
    - 工作：Run3的Tau ID 鉴别效率修正pre-recommendation；编辑support note
- 未来计划

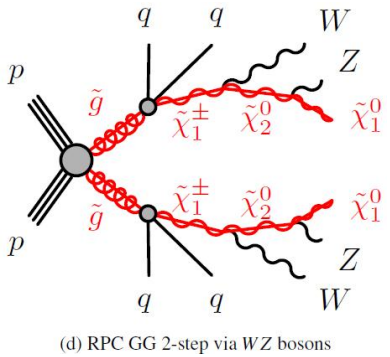




SS/3L strong末态超对称粒子的寻找

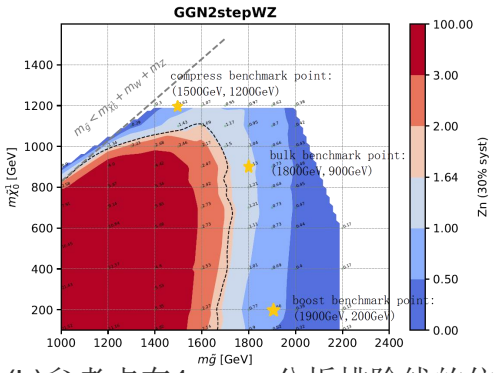
■ GG2stepWZ模型的排除限拟合

- 目的：SS/3L末态因低本底，高散射截面的特点有利于SUSY粒子的寻找，本次分析使用Run2的数据对GG2stepWZ模型进行更细致的研究。
- 工作：完成GG2stepWZ模型的**信号区定义**，用multi-bin fit提高排除能力；用HistFitter进行**排除限拟合**；编辑support note。
- 进展：本人在CLHCP（2022）展示了这一研究；本人展示了这个分析的接盲报告，该分析已通过**Unblinding**。
- 策略：定义了3个信号区，对每个信号点，选3个信号区CL值的最小值作为CL值，得到最终的排除限。
- 结论：相比于1 wave分析，新信号区拓展了bulk, boost区域的排除限，**gluino质量排除限从1600GeV提高到1950GeV**。
- 下一步：完成GG2stepWZ模型的分析的统计解释，计划今年年初发表文章。



(d) RPC GG 2-step via WZ bosons

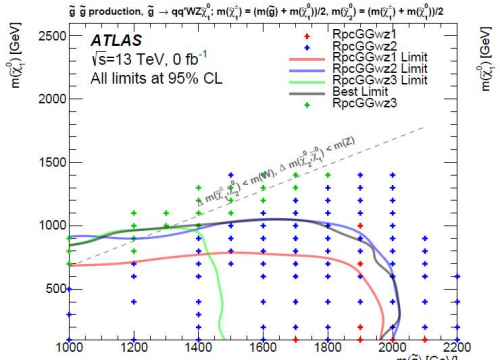
(a)信号模型



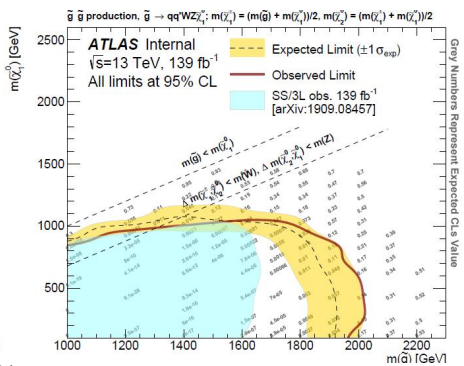
(b)参考点在1 wave分析排除线的位置

3个信号区的expected SM和Data

	SM	Data
RpcGGwz1	3.08 ± 0.58	2
RpcGGwz2	3.30 ± 0.94	2
RpcGGwz3	2.76 ± 0.60	5



(c)3个信号区的排除限与最大排除限



(d)最终排除限

信号区定义	nSigLep	nBJets20	nBaseLep	n jets	Jet Pt	met	meff	dPhiLLmet	met_Sig	meff/ht_lep	multi-bin fit
RpcGGwz1	>=2	=0	-	>=6	40 GeV	>150 GeV	>2100GeV	-	-	-	-
RpcGGwz2	>=2	=0	-	>=6	40 GeV	>190 GeV	>1300GeV	>0.8	-	-	meff bin in [1300 GeV, 2300 GeV]
RpcGGwz3	>=2	=0	>= 3	>=6	25 GeV	>200 GeV	-	>0.2	>6	>8	-

SS/3L strong末态超对称粒子的寻找

■ 理论误差

- 理论误差是SS/3L strong分析最主要的误差来源之一，SUSY信号理论误差约15%-35%。
- 进展：完成了所有理论误差计算所需样本的产生，完成了所有需考虑的本底（WZ, WW_ss, ttW, ttZ, 4tops）和所有6个信号的理论误差计算，编辑support note的理论误差部分。
- 本底理论误差来源：
  - multi-boson: Scale variations, matching scale variations, resummation scale variations, recoil scheme uncertainty
  - ttbar+x: Scale variations, Parton Shower uncertainties, Radiation uncertainties, PDF uncertainties, Hard Scatter uncertainty
- 本底理论误差计算策略：用SimpleAnalysis计算nominal sample和各variation sample的在对应信号区，控制区和验证区的yields，通过放松信号区筛选条件解决一些信号区yields统计量低的问题，对于事例数太少导致计算所得误差特别大的，取50%为理论误差。
- SUSY信号理论误差来源：factorization and renormalization scale (scup and scdw), merging scale varying xqcut (qcup and qcdw), radiation:(py1up,py1dw,py2up,py2dw,py3aup,py3adw,py3bup,py3bdw,py3cup,py3cdw)
- SUSY信号理论误差计算策略：事例产生，Truth Derivation， 用SimpleAnalysis计算nominal sample和各variation sample的在对应信号区的signal yields，计算每个信号点的理论误差，对每个模型取该模型所有信号点理论误差的加权平均值为该模型所有信号点的理论误差，通过放松信号区筛选条件解决一些信号区yields统计量低的问题。

(a)信号的理论误差

uncertainty[%]	radiation(up/down)	Merging scale varying xqcut(up/down)	QCD scale(up/down)
RpcGGwz1	+12.05/-12.70	+5.48/-5.56	+5.28/-5.24
RpcGGwz2	+9.65/-9.54	+4.31/-3.85	+3.82/-3.65
RpcGGwz3	+23.52/-22.35	+10.77/-10.99	+9.47/-8.96
RpvUDD1b	+38.91/-39.68	+15.67/-16.10	+16.20/-18.68
RpvUDD2b	+17.38/-19.16	+8.12/-7.93	+7.66/-7.53
RpvUDDge2b	+7.18/-6.44	+3.13/-2.85	+2.92/-2.70
RpvUDDge3b	+10.82/-11.03	+5.04/-4.85	+4.13/-4.14
RpvLQD	+17.62/-12.93	+5.92/-9.82	+3.68/-4.3
RpcSSslep1	+19.84/-20.94	+10.18/-5.57	+2.452.87
RpcSSslep2	+27.86/-30.83	+13.19/-10.03	+2.943.45
RpcSSslep3	+23.42/-23.82	+8.12 /-12.81	+2.102.35
RpcSSslep4	+33.41/-32.04	+13.22/-11.05	+2.302.61
RpcSSwz1	+36.40/-35.31	+18.01/-16.21	+0.92/-1.01
RpcSSwz2	+20.99/-23.78	+15.26/-13.08	+0.40/-0.45
RpcSSwz3	+34.72/-27.87	+12.57/-13.37	+0.93/-1.05
RpcSSwz4	+30.52/-29.14	+11.77/-12.21	+1.88/-2.22
RpcGGslep1	+15.19/-15.89	+9.30/-7.90	+2.08/-2.36
RpcGGslep2	+15.19/-15.89	+9.30/-7.90	+2.08/-2.36
RpcGGslep3	+15.19/-15.89	+9.30/-7.90	+2.08/-2.36

(b)本底的理论误差

uncertainty [%]	WZ (up/down)	$W^{\pm}W^{\pm}$ (up/down)	other multi-boson
CRWZ2j	+23.99/-22.92	+22.53/-22.8	+50.0/-50.0
VRTTV	+48.36/-52.95	+23.35/-23.16	+50.0/-50.0
VRWZ4j	+34.03/-26.55	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
VRWZ6j	+46.7/-34.42	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
VRTTW	+42.84/-43.86	+24.34/-25.32	+50.0/-50.0
VRTTW3j	+30.39/-62.21	+27.53/-30.12	+50.0/-50.0
RpcGGwz1	+52.26/-51.16	+28.51/-28.5	+50.0/-50.0
RpcGGwz2	+60.04/-79.98	+34.27/-25.45	+50.0/-50.0
RpcGGwz3	+39.65/-63.93	+20.36/-20.35	+50.0/-50.0
RpcGGslep1	+35.56/-37.37	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
RpcGGslep2	+40.8/-59.47	+22.3/-21.97	+50.0/-50.0
RpcGGslep3	+40.61/-32.07	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
RpvUDD1b	+49.96/-82.06	+55.12/-58.13	+50.0/-50.0
RpvUDD2b	+74.47/-54.35	+48.47/-47.39	+50.0/-50.0
RpvUDDge2b	+79.88/-66.62	+40.1/-57.46	+50.0/-50.0
RpvUDDge3b	+89.3/-88.65	+85.57/-85.54	+50.0/-50.0
RpvLQD	+36.49/-49.27	+22.09/-22.09	+50.0/-50.0
RpcSSslep1	+40.93/-30.13	+21.25/-21.45	+50.0/-50.0
RpcSSslep2	+40.61/-29.68	+21.56/-21.49	+50.0/-50.0
RpcSSslep3	+40.96/-32.37	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
RpcSSslep4	+39.17/-30.71	+22.5/-22.05	+50.0/-50.0
RpcSSwz1	+54.87/-48.12	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz2	+44.95/-39.41	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz3	+34.73/-32.08	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz4	+35.48/-34.02	+20.0/-20.0	+50.0/-50.0

uncertainty [%]	ttW (up/down)	ttZ (up/down)
CRWZ2j	+24.8/-14.08	+19.84/-18.72
VRTTV	+13.69/-12.35	+16.64/-15.54
VRWZ4j	+56.19/-28.19	+17.61/-19.96
VRWZ6j	+25.83/-30.47	+19.56/-18.56
VRTTW	+13.7/-12.76	+13.34/-14.76
VRTTW3j	+13.66/-12.48	+15.23/-14.96
RpcGGwz1	+47.72/-25.87	+67.49/-67.14
RpcGGwz2	+56.19/-25.02	+57.61/-57.33
RpcGGwz3	+56.98/-54.11	+31.63/-28.29
RpcGGslep1	+54.98/-47.56	+52.98/-55.35
RpcGGslep2	+29.35/-19.91	+31.53/-31.86
RpcGGslep3	+57.41/-28.98	+62.06/-62.12
RpvUDD1b	+30.12/-24.73	+65.78/-63.56
RpvUDD2b	+33.97/-24.84	+67.88/-44.0
RpvUDDge2b	+23.86/-20.64	+69.49/-46.79
RpvUDDge3b	+30.24/-19.08	+54.96/-44.85
RpvLQD	+32.61/-22.92	+31.02/-52.87
RpcSSslep1	+52.09/-51.63	+59.34/-61.31
RpcSSslep2	+22.42/-17.1	+52.2/-52.52
RpcSSslep3	+53.69/-52.46	+66.39/-76.34
RpcSSslep4	+25.97/-39.14	+53.89/-33.03
RpcSSwz1	+54.8/-52.99	+45.51/-58.73
RpcSSwz2	+206.59/-206.5	+56.79/-55.14
RpcSSwz3	+47.18/-44.77	+37.2/-24.91
RpcSSwz4	+31.7/-25.28	+46.92/-21.31

uncertainty [%]	4-top (up/down)	other top processes (up/down)
CRWZ2j	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
VRTTV	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
VRWZ4j	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
VRWZ6j	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
VRTTW	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
VRTTW3j	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcGGwz1	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcGGwz2	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcGGwz3	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcGGslep1	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcGGslep2	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcGGslep3	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpvUDD1b	+44.12/-36.34	+50.0/-50.0
RpvUDD2b	+43.28/-38.15	+50.0/-50.0
RpvUDDge2b	+34.51/-33.62	+50.0/-50.0
RpvUDDge3b	+23.37/-25.67	+50.0/-50.0
RpvLQD	+42.54/-37.4	+50.0/-50.0
RpcSSslep1	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSslep2	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSslep3	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSslep4	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz1	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz2	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz3	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0
RpcSSwz4	+18.0/-21.0	+50.0/-50.0

Tau ID 鉴别效率修正研究

- 目的：对tau ID鉴别效率进行修正以使蒙卡模拟更接近真实实验数据，作为tau recommendation.
- 工作：使用LHC run2 18年的数据，提取Z->tau tau衰变道的tau ID鉴别效率修正因子

$$\text{scale factor} = \frac{eff_{data}}{eff_{MC}} \quad \text{eff} = \frac{\text{true } \tau^{\text{pass the ID}}}{\text{true } \tau^{\text{all ID}}}$$

- 策略：用最大似然法拟合法提取tau ID鉴别效率修正因子并用data减本底估计法的结果作为参考。考虑tau横动量对tau ID鉴别效率修正因子的影响，分别估计tau横动量在20 GeV- 30GeV, 30 GeV- 40GeV以及在大于40GeV的区域的tau ID鉴别效率修正因子。为减轻没有tau ID选择时true tau含量低导致拟合结果不稳定的问题，把没有tau ID选择时的拟合的norm factor设为1。
- 进展：已提交tau ID鉴别效率修正因子结果作为Run3的Tau ID 鉴别效率修正pre-recommendation。
- 结果：

data减本底估计的tau ID鉴别效率修正因子

tau ID SF	e1p	e3p	mu1p	mu3p
Loose	0.99 +- 0.03	0.93 +- 0.08	0.97 +- 0.03	0.96 +- 0.08
Medium	1.02 +- 0.03	1.05 +- 0.09	1.00 +- 0.03	1.01 +- 0.08
Tight	1.05 +- 0.03	1.11 +- 0.10	1.02 +- 0.03	0.99 +- 0.08

最大似然法拟合得tau ID鉴别效率修正因子（Run3的pre-recommendation）

	20GeV-30GeV		30 GeV- 40GeV		> 40GeV	
tau ID SF	1p	3p	1p	3p	1p	3p
Loose	0.98+-0.10	0.93+-0.14	1.00+-0.08	1.00+-0.12	1.00+-0.08	1.02+-0.12
Medium	1.02+-0.10	1.04+-0.16	0.99+-0.08	1.01+-0.13	0.98+-0.08	1.00+-0.12
Tight	1.06+-0.10	1.09+-0.17	1.00+-0.08	1.00+-0.12	0.97+-0.07	0.97+-0.12

- 下一步：完成并提交support note；尝试优化本底估计，提取full Run2 data的tau ID鉴别效率修正因子。

未来计划

- SS/3L EWK末态超对称粒子的寻找：完成Hepdata，计划年初发表论文。
- SS/3L (strong)末态超对称粒子的寻找：完成GG2stepWZ模型的分析，计划年初发表文章。
- Full Run2 data的Tau ID 鉴别效率修正，提交为tau recommendation。
- HGTD束流测试和数据分析工作。

报告链接

- **2022 中国LHC大会分会报告**：https://indico.ihep.ac.cn/event/16608/contributions/121407/
- SS/3L (EWK)末态超对称粒子的寻找：
  - https://indico.cern.ch/event/1230134/contributions/5181630/attachments/2565955/4423726/EWK1213.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1221995/contributions/5141625/attachments/2547727/4387744/EWK1115.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1211926/contributions/5100823/attachments/2530187/4353189/EWK1018.pdf
- SS/3L (strong)末态超对称粒子的寻找：
  - https://indico.cern.ch/event/1199114/contributions/5041788/attachments/2505563/4304935/strong09009.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1203328/contributions/5060287/attachments/2514691/4323181/strong0922uncer.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1208977/contributions/5083941/attachments/2522949/4340807/strong1007.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1211511/contributions/5096108/attachments/2528461/4349770/strong1014.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1213140/contributions/5102818/attachments/2532727/4358180/strong1021.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1215906/contributions/5114740/attachments/2537592/4367620/strong1028.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1222442/contributions/5142943/attachments/2550254/4392774/strong1118.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1230025/contributions/5176039/attachments/2563191/4420134/strong1208.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1218817/contributions/5126648/attachments/2543381/4383029/strongFAR1109.pdf
- Tau Measurement and Calibration Subgroup Meeting：
  - https://indico.cern.ch/event/1203768/contributions/5065798/attachments/2515733/4325173/tauID-scale-factor-0926.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1211419/contributions/5098555/attachments/2529165/4351151/tauID-scale-factor-1017.pdf
  - https://indico.cern.ch/event/1211626/contributions/5099680/attachments/2530519/4353843/tauID-scale-factor-1018.pdf

谢谢！