

考核报告

(2022年5月 - 2022年8月)

报告人：蔡雨辰

导师：庄胥爱

实验物理中心

2022年9月2日

■ ATLAS实验物理分析

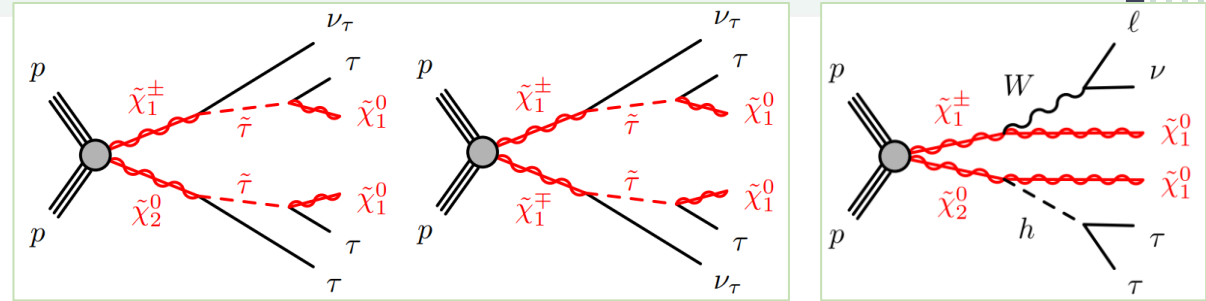
1. $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_1^\mp$ 与 $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\tau} \rightarrow \geq 2\tau + MET$ 过程
2. $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^0 \rightarrow Wh \rightarrow 2\tau + 1l + MET$ 过程
3. *pMSSM* Reinterpretation
4. *EWK 2-Tau* 分析的 RPC-to-RPV Reinterpretation
5. *EWK compressed*过程

■ ATLAS实验, tau子的in-situ能量刻度

■ 未来计划

ATLAS实验 $\tilde{\chi}_1^\pm$ 与 $\tilde{\chi}_2^0$ 的寻找

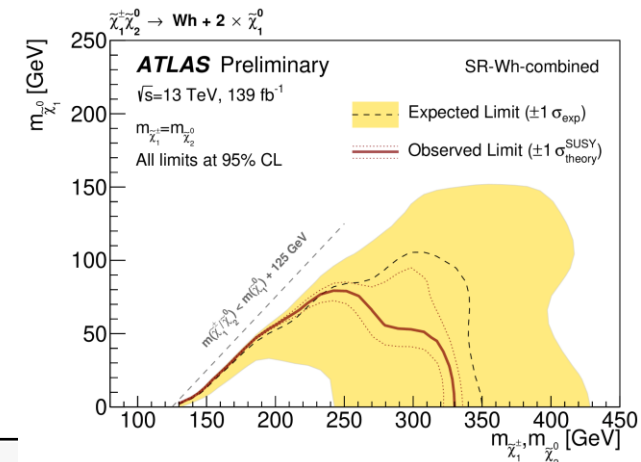
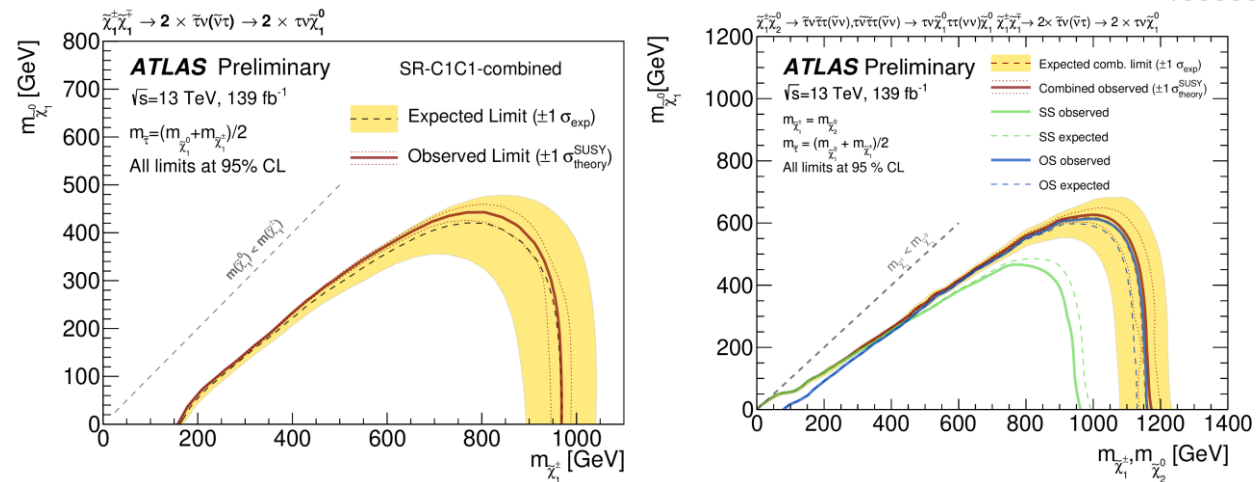
1. $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_1^\mp$ 与 $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\tau} \rightarrow \geq 2\tau + MET$ 过程
2. $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^0 \rightarrow Wh \rightarrow 2\tau + 1l + MET$ 过程: ATLAS首次研究



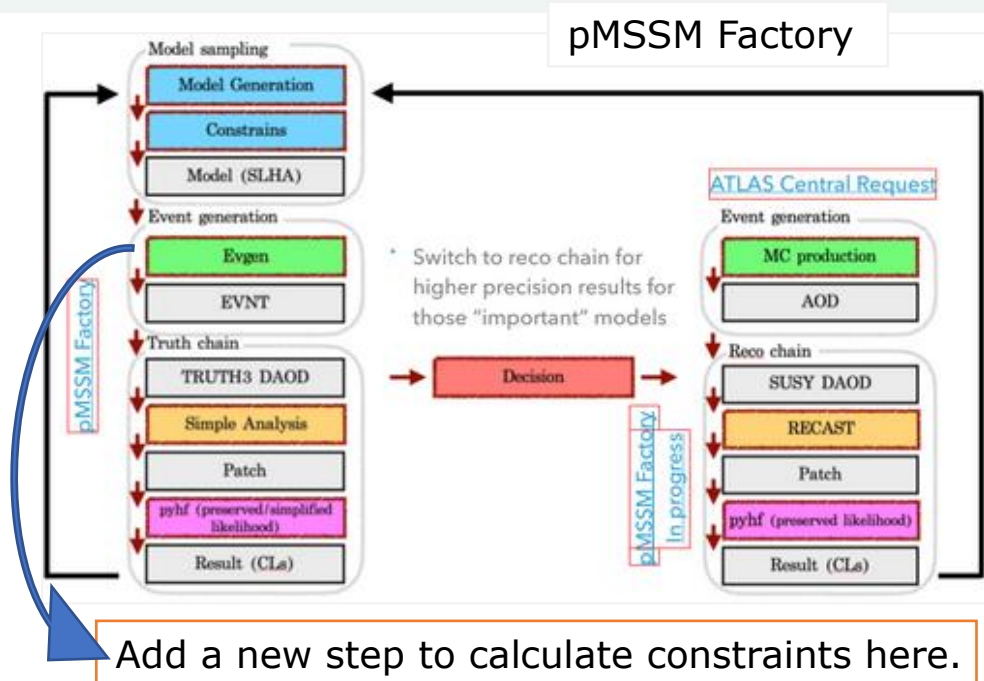
- 工作: 全组样本产生工作、分析(1)的理论误差计算与最终结果, 分析(2)的全部分析工作。担任Support note editor, 课题组SUSY3 derivation联系人、课题组EWK combination联系人

- 进展:
 - 发表了一篇 ICHEP 2022 会议文章。[ATLAS-CONF-2022-042], 对比部分Run2数据的结果有很大提升。
 - 本人进行了ATLAS Approval的报告, 也在今年的高能物理分会报告了此研究。

- 计划:
 - 完成收尾工作 (HEPData……)。
 - 计划在年底前发表一篇文章。



pMSSM Reinterpretation



■ 目的：目前ATLAS SUSY组主要使用SUSY简化模型的作为信号模型，并没有考虑超对称粒子间的关联，所以我们计划使用所有Run-2的分析定义的信号区限制pMSSM模型的参数，得到更真实的排除限。

■ 进展

- 在pMSSM Factory 框架上增加多个软件计算非直接寻找SUSY的实验对pMSSM参数的约束。
 - MicroMegs* : Relic density、DM-Nucleon SI/SD截面
 - GM2Calc* : 反常磁矩
 - SuperIso* : 稀有衰变
 - FeynHiggs* : W与higgs的质量
 - HiggsBounds* (讨论中): Higgs sector

- 将Run-2 强相互作用产生SUSY粒子的过程的文章加入了pMSSM Factory (Model independent fit、SimpleAnalysis、Workspace)，已经可以信号进行限制。
- 目前已通过对pMSSM参数撒点产生了10万个信号模型，下一步计划得到gluino或squark的初步排除限。
- 在SUSY Plenary上代表pMSSM组展示初步结果 [[preliminary-pmssm](#)]

■ 计划

- 完成General pMSSM scan的后续工作

Available resources from input analyses

The table details which analysis inputs are available (🟡), also validated (🟢), not yet available (🔴) or not yet checked (🟣).

Analysis	Glance	SimpleAnalysis	Cut&Count	Simplified likelihood	Full likelihood	RECAST	Implemented in pMSSMFactory	Derivation and p-tag	Observations for test runs with pMSSM points
2L jets MET	ANA-SUSY-2018-05	🟢	🟢	🟢	🟢	🟣	🟢	TBD	-
0L 2-6 jets MET	ANA-SUSY-2018-22	🟡	🟡	🔴	🟡	🟣	🔴	TBD	-
0L multi-jets moderate MET	ANA-SUSY-2018-17	🟡	🟡	🔴	🔴 The likelihood is not available in HEPdata.	🟣	🔴	TBD	-
1L jets MET	ANA-SUSY-2018-10	🟡	🟡	🔴	🟡	🟢	🔴	TBD	-
SS+3L	ANA-SUSY-2018-09	🟡	🟡	🟣	🔴 Each likelihood file only includes one SR.	🟣	🔴	TBD	-
photon(s)+MET	ANA-SUSY-2018-11	🔴	🔴	🔴	🟣	🟣	🔴	TBD	Probably not relevant for current pMSSM models (no photons)

RPC-to-RPV reinterpretation

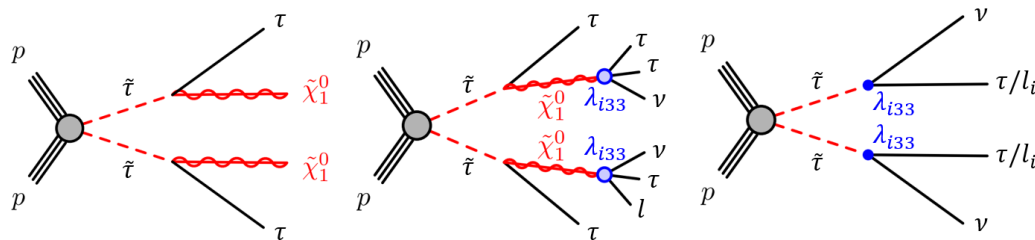
- 目的: N=1的SUSY模型中可以存在破坏重子数或轻子数守恒的项, 通过人为引入R宇称并要求R宇称守恒 (RPC) 可以使得重子数与轻子数的守恒。此研究的目的是使用RPC $\tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_1^\mp / \tilde{\chi}_1^\pm \tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\tau} / Wh \rightarrow \geq 2\tau(+1l) + MET$ 过程的信号区对RPV过程进行约束。

进展:

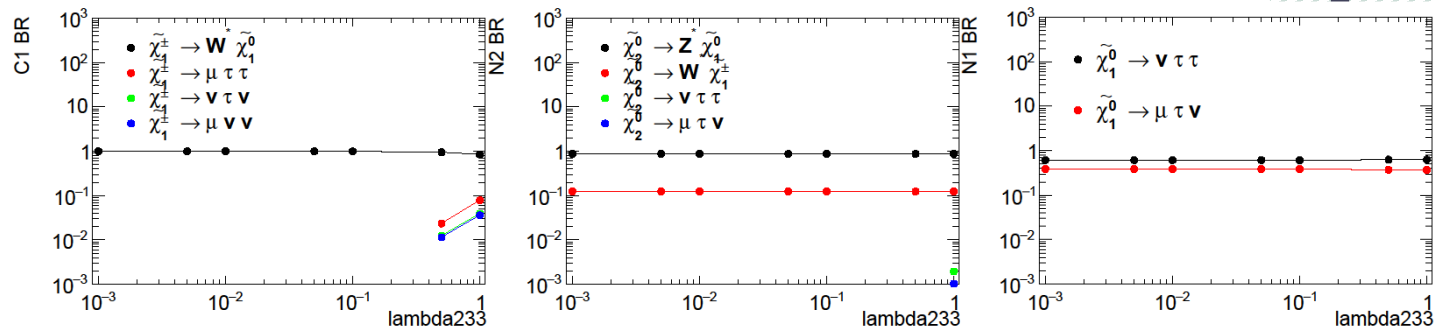
- 通过SPheno软件研究了轻子数破坏下各过程中超对称粒子衰变的分支比与RPV项系数的关系和分支比与SUSY粒子质量差异的关系:
 - Wino like C1 & N1
 - Higgsino like C1 & N1 & N2
 - Wino like C1/N2 decay to bino like N1
 - Wino like C1/N2 via stau decay to bino like N1

计划:

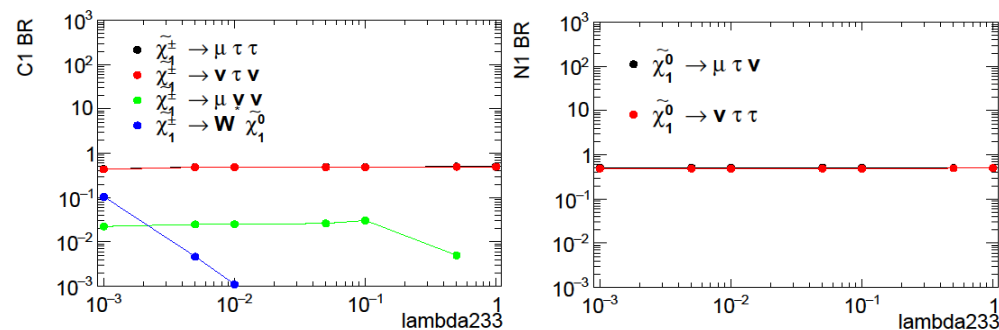
- 继续 Direct Stau pair production 的RPV过程的研究:



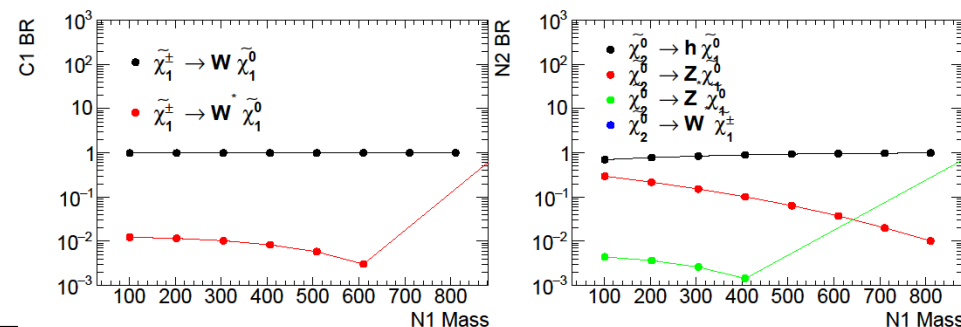
- 尽快完成 JO 并产生一些信号点的样本进行测试。



Higgsino like C1 & N1 & N2



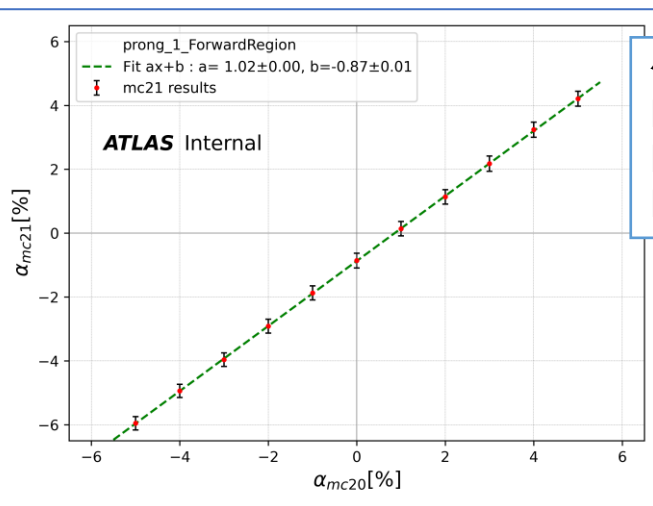
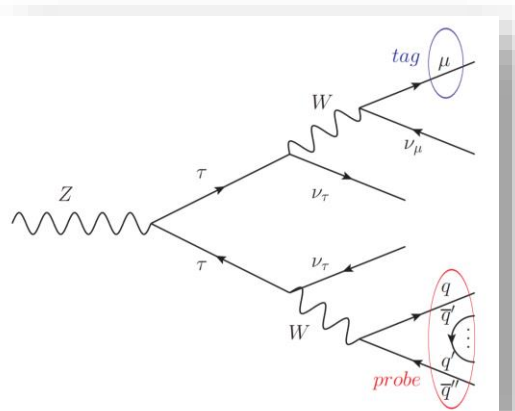
Wino like C1 & N1



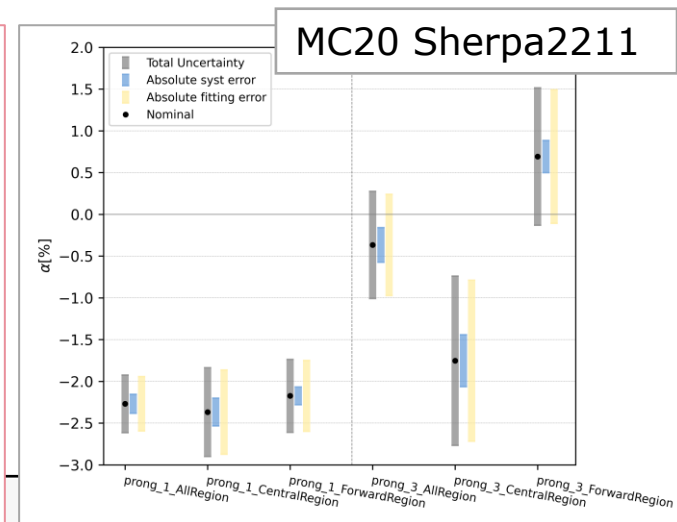
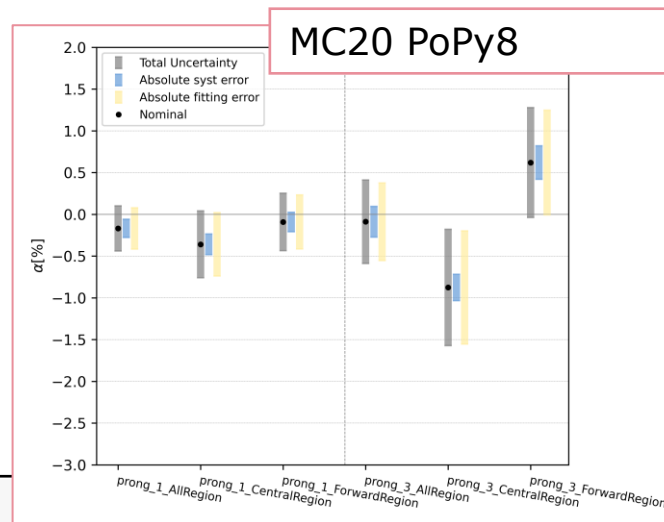
Wino like C1/N2 decay to bino like N1

ATLAS实验中tau子的in-situ能量刻度 (in-situ TES)

- 目的：使用tag-and-probe方法对 τ 子四动量修正以使蒙卡模拟更接近真实的实验数据，作为R22的tau recommendation
- 进展：
 - 相较于之前的研究，本次研究优化了拟合所用的 m_{vis} 范围与Bin宽度，而不再将范围与Bin宽作为额外的误差。
 - 使用了18年的R22 reprocessing data，分别研究了Sherpa2.2.11 和 PowhegPythia8产生子，完成了所有研究，得到的结果将作为 Run-2 reprocessing 的 pre-recommendation (MC20)。
 - 使用 MC 拟合到 MC 方法给出了ATLAS Run-3的pre-recommendation (MC21)。
- 计划：
 - 在Run-2 reprocessing结束后，将使用全部的数据给出最终的 Recommendation。
 - 准备Note所需的材料。



例：1-prong Forward Region中，MC21与MC20的PoPy8的TES关系。



未来计划

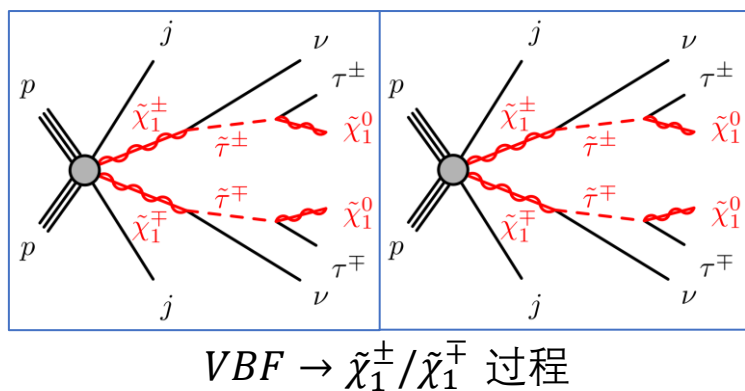
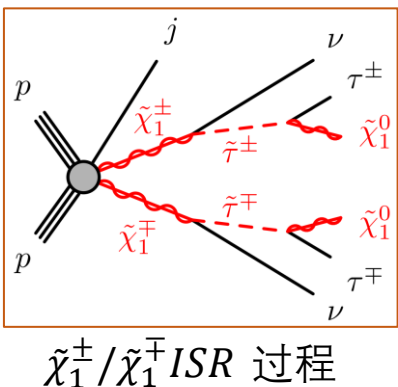
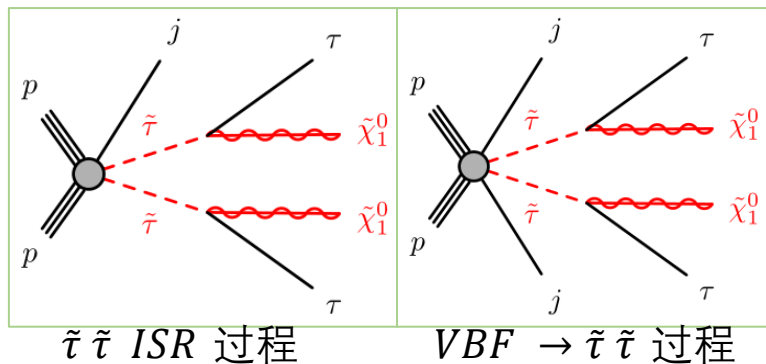
- Di-tau末态的electroweakino与stau的寻找：
 - 完成收尾工作，计划今年年底发表一篇文章
- Tau performance
 - 等待完整的Run-2 reprocessing data，得到full recommendation，计划明年发表一篇文章。
- pMSSM reinterpretation:
 - 继续研究，得到General pMSSM scan的结果，计划年底发表一篇文章。
- RPC to RPV reinterpretation:
 - 尽快产生JO以便进行后续的规划与研究，计划明年发表一篇文章。
- Ewk Compressed:
 - 继续进行信号申请的预研工作，计划在Run3早期阶段发表一篇文章。

报告链接

- SUSY Plenary, 代表pMSSM组展示初步结果: <https://indico.cern.ch/event/1182500/#7-first-preliminary-pmssm-resu>
- 2022中国物理学会高能物理分会: <https://indico.ihep.ac.cn/event/16065/contributions/114756/>
- Di-tau分析的 ATLAS Approval 报告: <https://indico.cern.ch/event/1175371/#1-analysis-presentation-collab>
- Tau Working group: <https://indico.cern.ch/event/1182200/#9-r22-tes-measurements>
- SUSY EWK-2tau Working group
 - <https://indico.cern.ch/event/1157492/#36-compressed-stau>
 - <https://indico.cern.ch/event/1160034/#36-compressed-stau>
 - <https://indico.cern.ch/event/1181398/#36-compressed-stau>
- General pMSSM meeting
 - <https://indico.cern.ch/event/1153597/#1-roundtable>
 - <https://indico.cern.ch/event/1168382/#1-roundtable>
 - <https://indico.cern.ch/event/1172985/#1-roundtable>
 - <https://indico.cern.ch/event/1185146/#1-roundtable>
 - <https://indico.cern.ch/event/1190010/#1-roundtable>
- RPV-meets-RPC
 - <https://indico.cern.ch/event/1189070/#6-round-table>
 - <https://indico.cern.ch/event/1186004/#6-round-table>
- Tau Measurement and Calibration Subgroup Meeting
 - <https://indico.cern.ch/event/1158483/#4-in-situ-tes-update>
 - <https://indico.cern.ch/event/1175370/#1-in-situ-tes>
 - <https://indico.cern.ch/event/1188428/#3-in-situ-tes-update-tau-id>
 - <https://indico.cern.ch/event/1189832/#5-in-situ-tes>
 - <https://indico.cern.ch/event/1191832/#1-in-situ-tes>
 - <https://indico.cern.ch/event/1194623/#1-in-situ-tes>

谢谢！

Ewk Compressed 的未来计划



- 目标: $\tilde{\tau}$ 与 $\tilde{\chi}_1^0$ 质量差异较小的模型可以降低LSP作为暗物质粒子时的 Relic density, 使其符合观测值, 但目前此区域并没有被寻找过。在Ewkino成对产生的过程中, $\tilde{\chi}_1^\pm / \tilde{\chi}_2^0$ 与 $\tilde{\chi}_1^0$ 质量差异较小的区域也没有被排除。均为ATLAS首次寻找。

- ISR过程: $\tilde{\tau} \tilde{\tau}$ 与 $\tilde{\chi}_1^\pm / \tilde{\chi}_1^\mp \rightarrow \text{lep-tau}/2\text{tau} + j + \text{MET}$
- VBF过程: $\tilde{\tau} \tilde{\tau}$ 与 $\tilde{\chi}_1^\pm / \tilde{\chi}_1^\mp \rightarrow \text{lep-tau}/2\text{tau} + 2j + \text{MET}$

■ 进展:

- 已完成Direct stau ISR过程与 VBF 产生 stau 过程的信号的申请。
- 正在准备C1C1/C1N2 ISR与VBF 过程的信号申请。

- 计划: 完成信号申请, 在Run3早期阶段完成研究, 发表一篇文章。

Parameter	Min value	Max value	Note
$m_{\tilde{L}_1} (= m_{\tilde{L}_2})$	90 GeV	4 TeV	Left-handed slepton (first two gens.) mass
$m_{\tilde{e}_1} (= m_{\tilde{e}_2})$	90 GeV	4 TeV	Right-handed slepton (first two gens.) mass
$m_{\tilde{L}_3}$	90 GeV	4 TeV	Left-handed stau doublet mass
$m_{\tilde{e}_3}$	90 GeV	4 TeV	Right-handed stau mass
$m_{\tilde{Q}_1} (= m_{\tilde{Q}_2})$	200 GeV	4 TeV	Left-handed squark (first two gens.) mass
$m_{\tilde{u}_1} (= m_{\tilde{u}_2})$	200 GeV	4 TeV	Right-handed up-type squark (first two gens.) mass
$m_{\tilde{d}_1} (= m_{\tilde{d}_2})$	200 GeV	4 TeV	Right-handed down-type squark (first two gens.) mass
$m_{\tilde{Q}_3}$	100 GeV	4 TeV	Left-handed squark (third gen.) mass
$m_{\tilde{t}_3}$	100 GeV	4 TeV	Right-handed top squark mass
$m_{\tilde{b}_3}$	100 GeV	4 TeV	Right-handed bottom squark mass
$ M_1 $	0 GeV	4 TeV	Bino mass parameter
$ M_2 $	70 GeV	4 TeV	Wino mass parameter
$ \mu $	80 GeV	4 TeV	Bilinear Higgs mass parameter
M_3	200 GeV	4 TeV	Gluino mass parameter
$ A_t $	0 GeV	8 TeV	Trilinear top coupling
$ A_b $	0 GeV	4 TeV	Trilinear bottom coupling
$ A_\tau $	0 GeV	4 TeV	Trilinear τ lepton coupling
M_A	100 GeV	4 TeV	Pseudoscalar Higgs boson mass
$\tan\beta$	1	60	Ratio of the Higgs vacuum expectation values

