

2022年5-8月研究生考核报告

➤ 报告人：鲁港成

➤ 导师：黄燕萍

实验物理中心高能量物理组

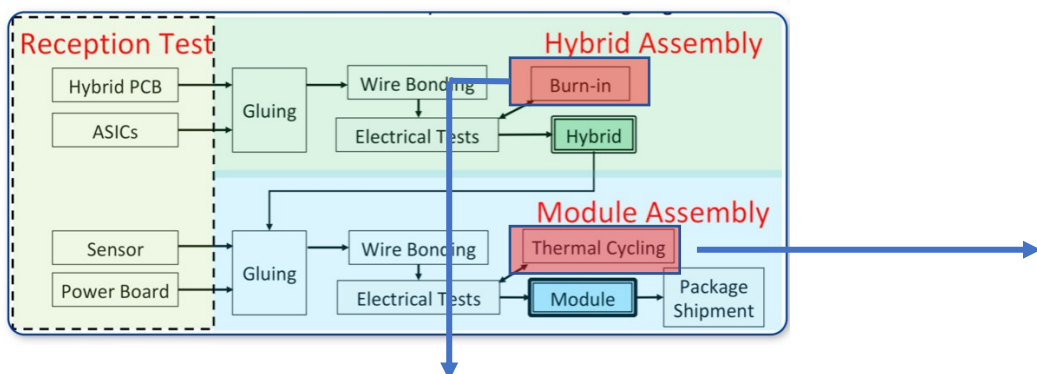
工作总览

- ATLAS ITk Strip module的产生和测试
- ATLAS探测器上对Higgs玻色子的物理分析
 - 寻找高质量共振态衰变到 $Z\gamma$ 末态
 - Higgs耦合性质的联合测量
 - Higgs和双Higgs耦合性质的联合测量

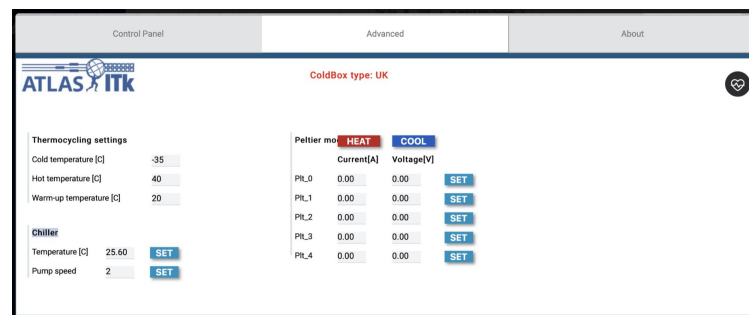
ATLAS ITk Strip的产生和测试

- Itk硅微条探测器是为高亮度LHC升级准备的ATLAS Inner Tacker的子系统。
- 本人主要工作于hybrid的burn-in测试以及最终模块的冷热循环测试(thermal cycling)
 - Burn-in cate目前已经组装完毕，接下来计划安装好GUI，完成电路的连接，然后接入产生好的hybrid做老化测试
 - Thermal cycling的软件系统已经配置完毕，经测试可以和硬件正常连接以及和browser PC传输数据。目前已经可以手动操控GUI实现单次的冷热循环，最终目标是实现module空载时整个冷热循环流程（10次）的自动化运转。

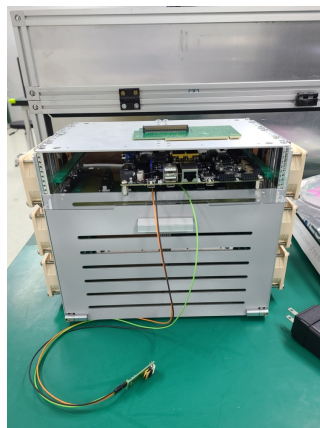
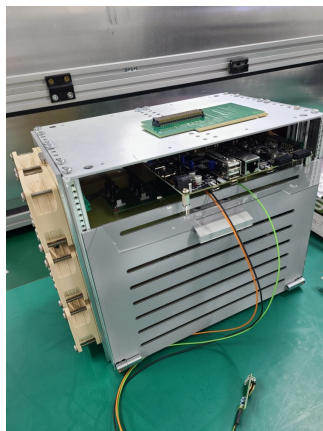
Strip module的生产流程



Thermal cycling的GUI (top: 控制面板, bottom: 监测面板)

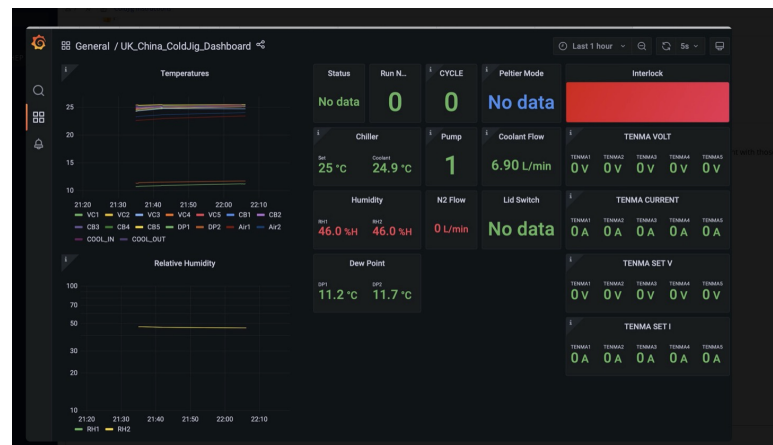


组装完毕的Burn-in crate



- ↓ [Introduction](#)
- ↓ [Shopping list](#)
- ↓ [Powerplug](#)
- ↓ [Software links](#)
- ↓ [How to build the KM6-II crate](#)
- ↓ [How to install InfluxDB and Grafana](#)
 - ↓ [Debian/Ubuntu](#)
 - ↓ [Cent OS 7](#)
- ↓ [How to install the burn-in GUI](#)
- ↓ [How to run the burn-in GUI](#)
- ↓ [Expert information](#)
- ↓ [To run the cooling system](#)
- ↓ [Run tests on the real panel \(version A/DESY Z\)](#)
- ↓ [Run tests on the real panel \(version B/UofT\)](#)
 - ↓ [I2C pinout PMOD](#)
 - ↓ [Dummy pb documentation](#)
 - ↓ [ITSDAQ integration](#)
- ↓ [Meetings](#)

here



寻找高质量本征态衰变到 $Z\gamma$ 末态

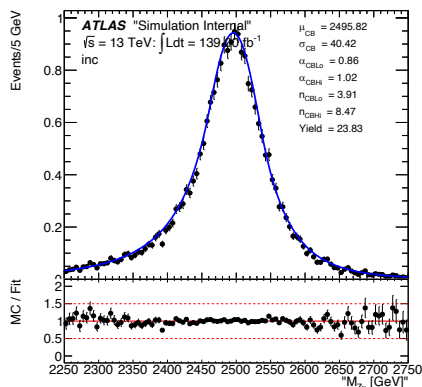
研究动机

- Higgs粒子衰变到Z玻色子加光子末态是研究Higgs粒子的重要衰变道，分支比约为0.15%。根据Z衰变成 ee 或者 $\mu\mu$ 末态，可以将该过程分为di-electron和di-muon两个channel
- 寻找衰变到 $Z\gamma$ 末态的高质量本征态是寻找超越标准模型的新物理的一个重要线索

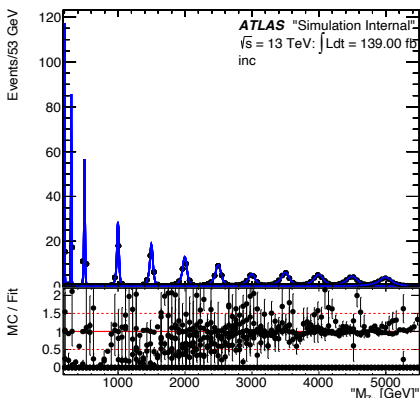
信号和本底参数化是对 ee 和 $\mu\mu$ 两个category分别进行的（以下仅以muon为例），最后构建一个联合的统计学模型测量截面

信号参数化（多共振态同时拟合）

2.5 TeV共振态处的拟合结果

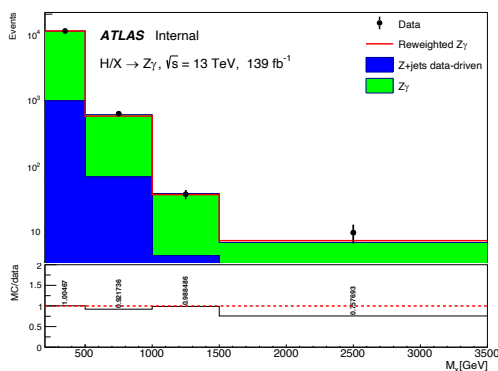


同时拟合质量谱

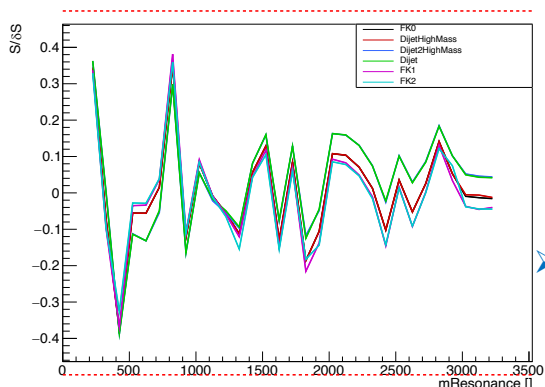


本底函数的选择与 spurious signal 系统误差估计

Data和MC本底的符合度检验

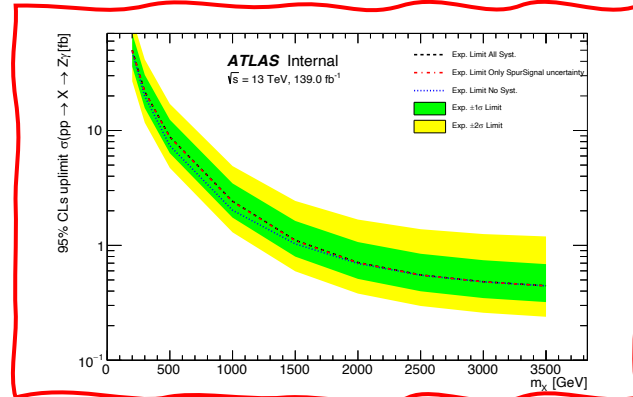


伪信号 $S/\delta S$ 关于扫描点的分布



构建统计学模型测量截面置信区间

$\sigma(X \rightarrow Z\gamma)$ 95%置信区间上限关于共振态质量的分布



工作内容

- di-muon channel的信号参数化
- data和MC本底之间的符合程度检验; 并基于simulated background做spurious signal测试, 寻找伪信号最小的本底形状
- 基于以上结果构造联合的workspace, 使用统计学方法对 $\sigma(X \rightarrow Z\gamma)$ 的置信区间上限进行测量。初步测量结果接近以前的发表。

进度以及计划

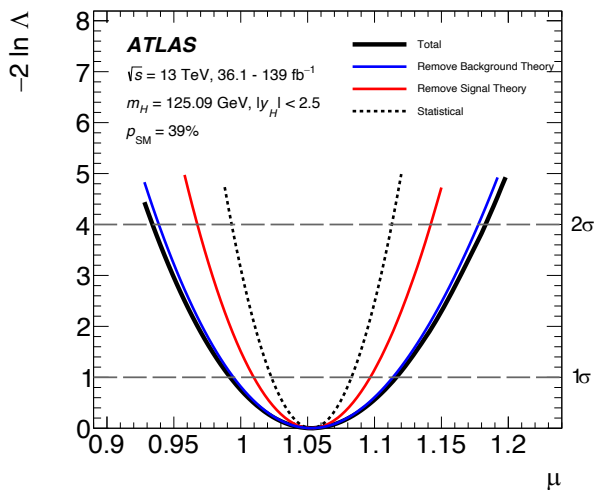
- 已经在HGam subgroup上进行了EB request, 初步的supporting note已经完成, 目前在接收和处理comments的阶段。

Higgs耦合性质的联合测量

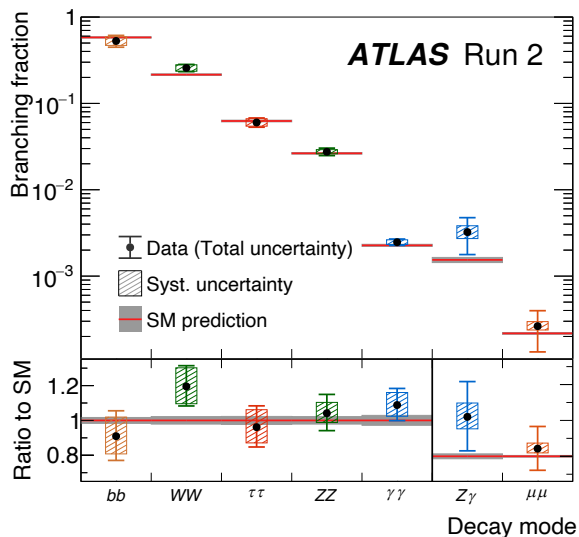
研究动机

- 对Higgs所有衰变道的联合测量能够提供对其性质研究的最大精度
- 测量Higgs粒子与每种费米子和玻色子耦合的信号强度，与标准模型预测值相比较，更加深入了解耦合性质

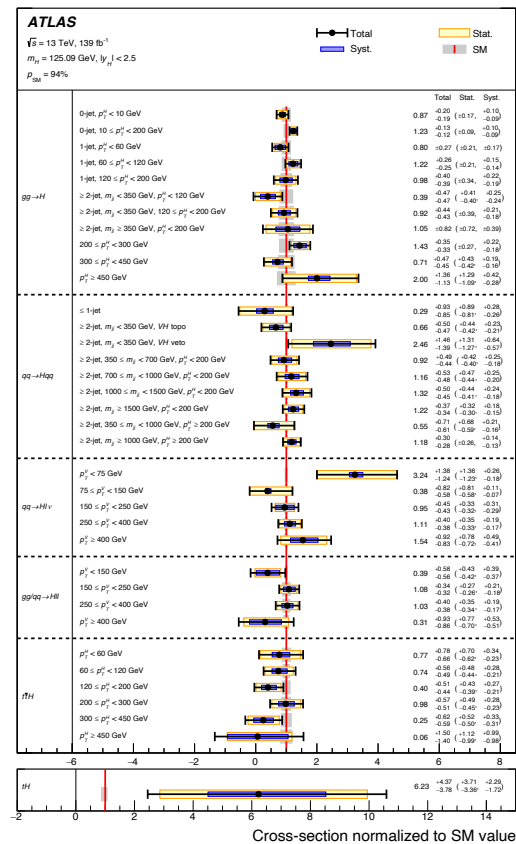
全局信号强度的初步测量结果：
 1.05 ± 0.06 , 相比上一轮有1%的提升



衰变分支比的测量结果



STXS测量结果



进度以及计划

- 结果已于7月4日正式发表在 [Nature 607, 52–59 \(2022\)](#)。《A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery》
- 本人代表合作组在中国物理学会高能物理分会第十一届全国代表大会暨学术年会上给了一个关于此分析的[报告](#)。

工作内容

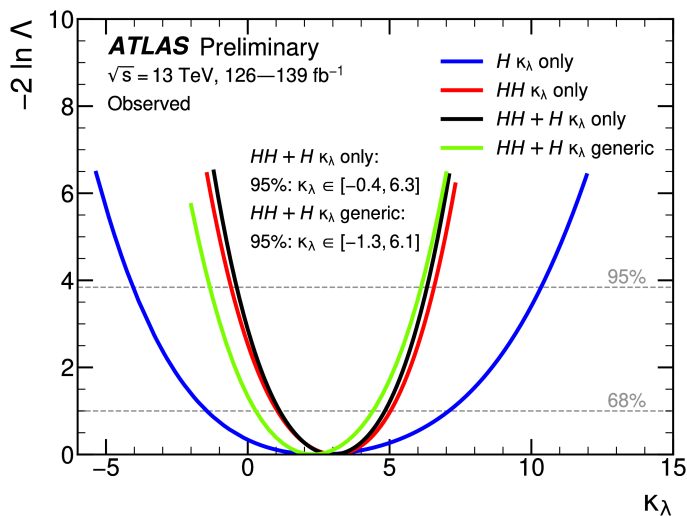
- 2021/8/20 本人负责了最新一轮中的全局信号强度(global mu), 衰变分支比(7 BR)和STXS截面这三个model的测量。以及关于最后使用的STXS模型granularity的研究。

Higgs和Di-Higgs的联合测量

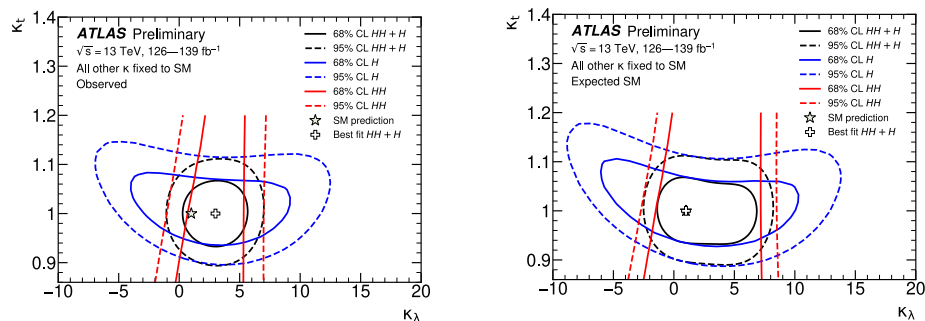
研究动机

- Di-Higgs的研究提供了直接测量Higgs自耦合参数 λ_{HHH} 的机会。Single-Higgs的研究提供了精确测量Higgs玻色子和其他每一种费米子或玻色子的耦合强度的机会，可以更加深入了解其耦合性质。
- Single-Higgs和Di-Higgs的联合能显著增加统计数据量，帮助更好地约束Higgs自耦合参数，以及更加精确地测量其性质。

κ_λ 的拟合结果及其95%置信区间



κ_λ VS κ_t 的测量结果 (left: observed right: SM expected)



κ_λ 在各种情况下的测量结果。此分析提供了最严格的关于 κ_λ 的约束

Combination assumption	Obs. 95% CL	Exp. 95% CL	Obs. value $^{+1\sigma}_{-1\sigma}$
HH combination	$-0.6 < \kappa_\lambda < 6.6$	$-2.1 < \kappa_\lambda < 7.8$	$\kappa_\lambda = 3.1^{+1.9}_{-2.0}$
Single-H combination	$-4.0 < \kappa_\lambda < 10.3$	$-5.2 < \kappa_\lambda < 11.5$	$\kappa_\lambda = 2.5^{+4.6}_{-3.9}$
HH+H combination	$-0.4 < \kappa_\lambda < 6.3$	$-1.9 < \kappa_\lambda < 7.6$	$\kappa_\lambda = 3.0^{+1.8}_{-1.9}$
HH+H combination, κ_t floating	$-0.4 < \kappa_\lambda < 6.3$	$-1.9 < \kappa_\lambda < 7.6$	$\kappa_\lambda = 3.0^{+1.8}_{-1.9}$
HH+H combination, $\kappa_t, \kappa_V, \kappa_b, \kappa_\tau$ floating	$-1.4 < \kappa_\lambda < 6.1$	$-2.2 < \kappa_\lambda < 7.7$	$\kappa_\lambda = 2.3^{+2.1}_{-2.0}$

进度以及计划

- 目前整个分析工作已经完成，并发表在[ATLAS-CONF-2022-050](#)。预计之后会提交《Physics Letter B》发表一篇paper

工作内容

- 本人及组内成员独立完成了一整套结果的测量，即 κ_λ -only和 κ_λ vs κ_t 这两个模型在single-Higgs, Di-Higgs以及H+HH三种情况下的结果，并报告在内部组会上。结果和其他组的cross check符合得非常好。

总结

➤ 各项工作进展

➤ ATLAS Itk Strip

- Burn-in cate目前已经组装完毕，接下来计划安装好GUI，完成电路的连接，然后接入产生好的hybrid做老化测试
- Thermal cycling的软件系统已经配置完毕，经测试可以和硬件正常连接以及和browser PC传输数据。目前已经可以手动操控GUI实现单次的冷热循环。

➤ ATLAS探测器上的分析

- 寻找高质量本征态衰变到 $Z\gamma$ 末态
 - 在组内会议上做了数次报告
 - 已完成初步的信号参数化过程以及截面的95%置信区间上限的测量。此分析已在内部会议上通过了EB request，初步的supporting note已经完成，正在收集和解决comments
- Higgs耦合性质的联合测量
 - 结果已于7月4日正式发表在《Nature》上 [【link】](#)
 - 本人代表合作组在中国物理学会高能物理分会第十一届全国代表大会暨学术年会上给了一个关于此分析的[报告](#)。
- Higgs和Di-Higgs耦合性质的联合测量
 - 在ATLAS内部会议上给了数次报告，关于最新的测量结果
 - 7月发表在[ATLAS-CONF-2022-050](#)。预计之后会发表一篇paper

➤ 2 篇正式发表的journal paper和1篇ATLAS conference note

- A detailed map of Higgs boson interactions by the ATLAS experiment ten years after the discovery [Nature 607, 52–59 \(2022\)](#)
- Measurements of the Higgs boson inclusive and differential fiducial cross-sections in the diphoton decay channel with pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. [J. High Energ. Phys. 2022, 27 \(2022\).](#)
- Constraining the Higgs boson self-coupling from single- and double-Higgs production with the ATLAS detector using pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. [ATLAS-CONF-2022-050](#)

➤ 2 次大会报告

- Higgs Potential 2022 [【链接】](#)
- 中国物理学会高能物理分会第十一届全国代表大会暨学术年会 [【链接】](#)

备注