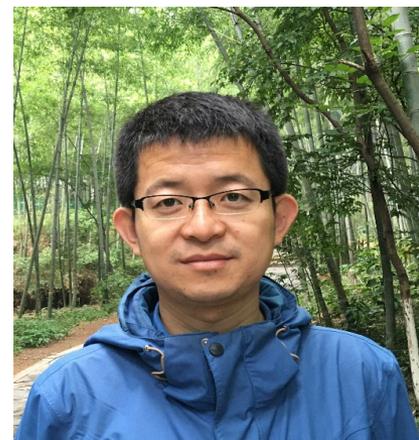




TDL? 李改道研究所

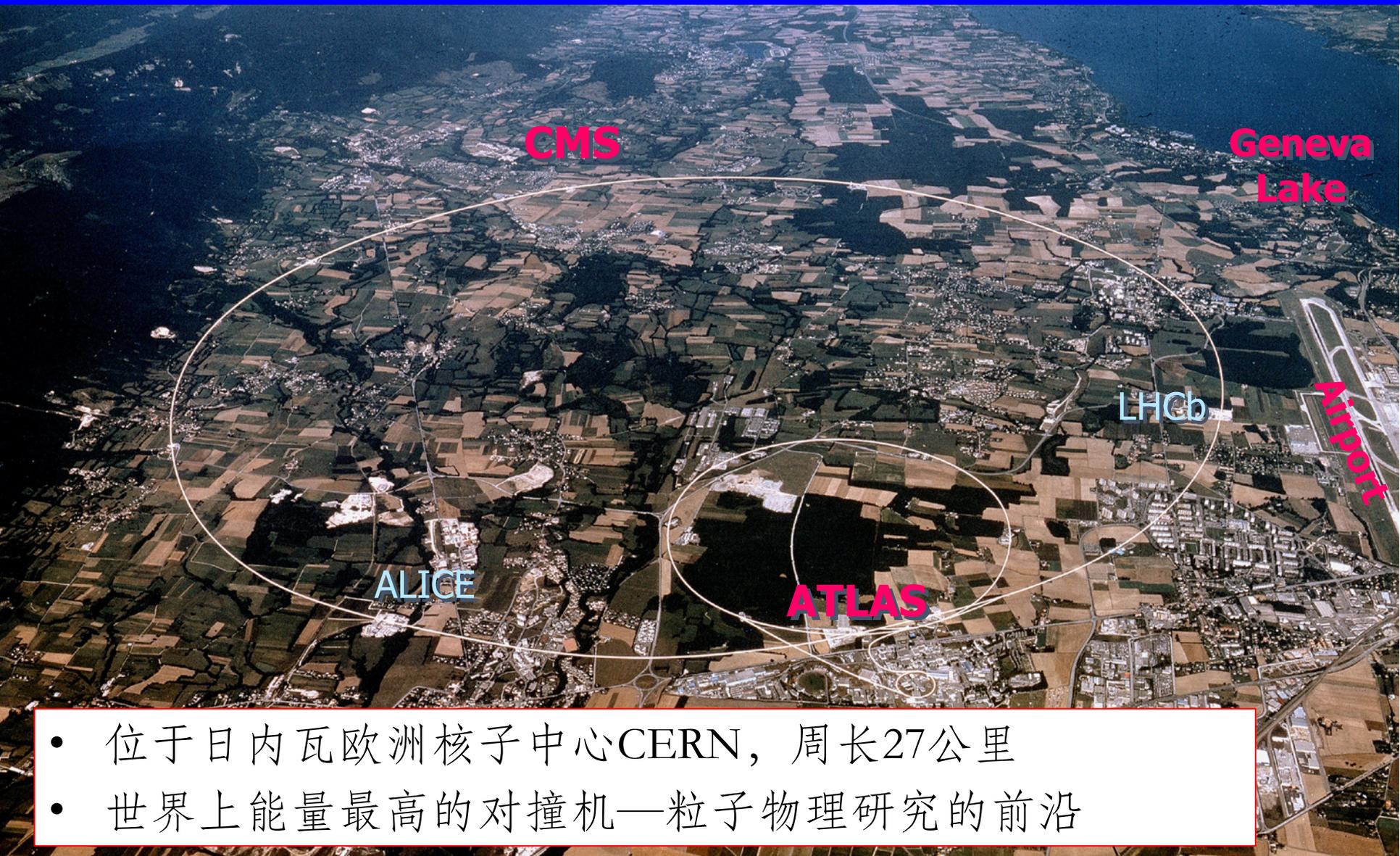
# ATLAS中国组进展总结

张雷 (南京大学)  
代表ATLAS中国组



第八届中国LHC物理工作会议，南京师范大学，2022/11/23-27

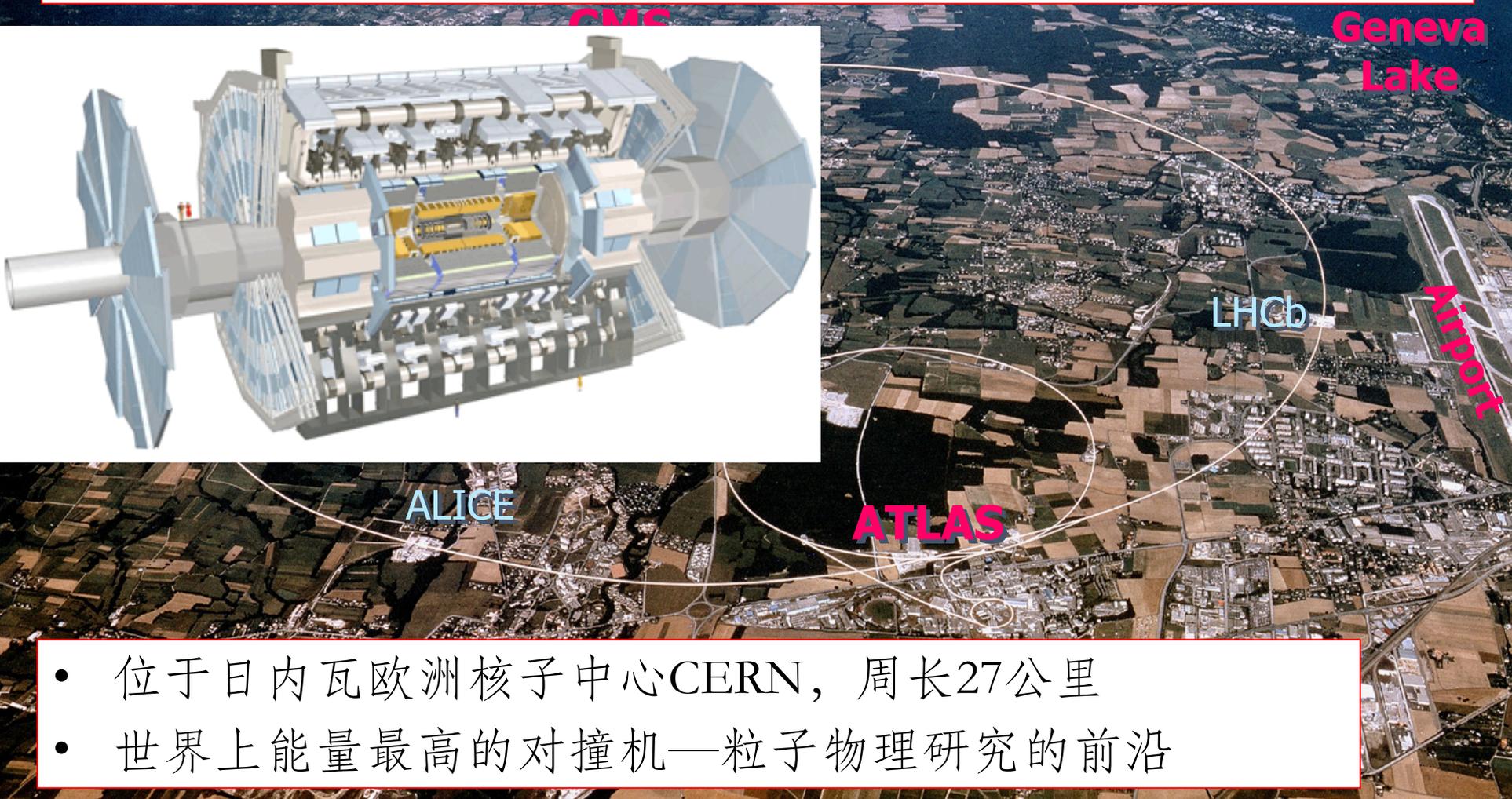
# 大型强子对撞机LHC



- 位于日内瓦欧洲核子中心CERN，周长27公里
- 世界上能量最高的对撞机—粒子物理研究的前沿

# 大型强子对撞机LHC

- ATLAS是LHC上两大通用实验之一，是最大的对撞机实验探测器。



- 位于日内瓦欧洲核子中心CERN，周长27公里
- 世界上能量最高的对撞机—粒子物理研究的前沿

# ATLAS实验国际合作组

- 38个国家、180多个单位的3000名科学家组成



# ATLAS中国组

- ATLAS中国组有两个联合组，7家单位，50多名教职员
- 中国参加LHC实验最大的研究队伍
  - 院士1名；万人领军/千人/杰青等9名；青千/优青/百人等27名
  - 博士后、学生和工程师及技术人员，共200多人

## IHEP-NJU-THU-SYSU Cluster(高能所-南大-清华-中山联合组)

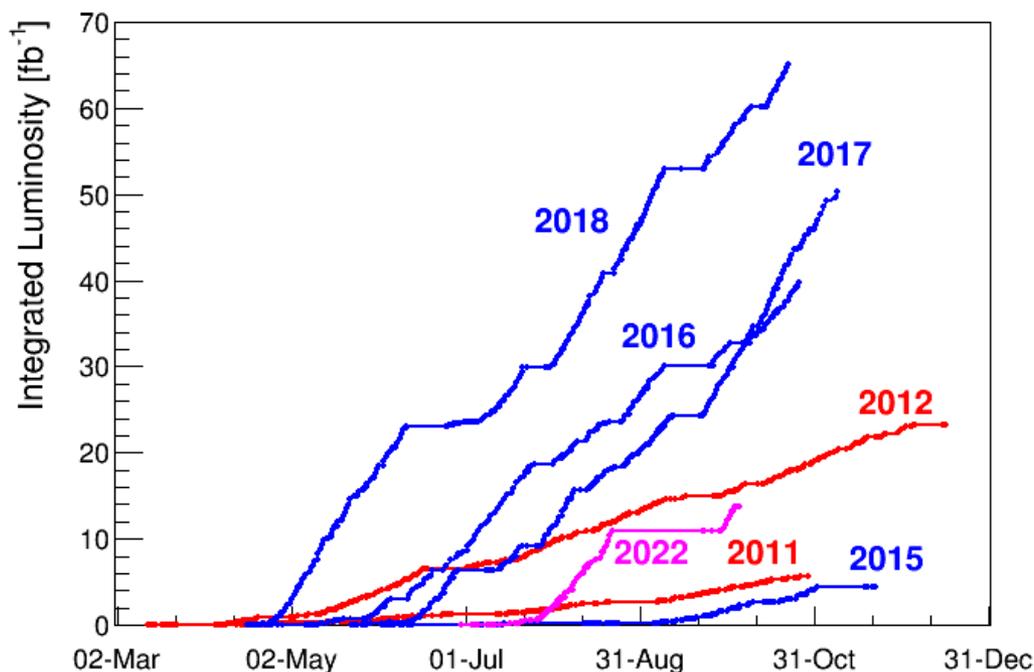
- 中科院高能所：娄辛丑（千人A）、Joao Costa(外专千人)、欧阳群、庄胥爱（百人）、方亚泉（青千）、黄燕萍（青千）、梁志均（百人）、史欣（青千）、Hideki Okawa(大川)（青千）、李一鸣（青千）、吕峰、单连友、徐达、刘佩莲（青千）、徐子骏(百人)、赵梅、张杰、樊云云(百人)
- 南京大学：金山（杰青）、陈申见、张雷（优青）、祁鸣、闵天觉、夏力钢
- 清华大学：陈新（青千）
- 中山大学：刘洋

## USTC-SDU-SJTU Cluster (科大-山大-交大/李所联合组)

- 中国科技大学：赵政国（院士、千人）、韩良（杰青）、蒋一、刘衍文（优青）、刘建北（杰青）、彭海平（杰青）、朱莹春、刘明辉、吴雨生（青千）、孙勇杰、R. Ospanov、A. Baroncelli、徐来林（青千）、杨思奇、杨洪洮（海优）
- 山东大学：张学尧、冯存峰、祝成光、马连良（青千）、李海峰(齐鲁)、李冰(齐鲁)、胡坤(齐鲁)
- 上海交通大学/李政道研究所：杨海军（青千）、李亮（青千）、郭军（青千）、周宁（青千）、邬维浩（青千）、李数（青千）、刘坤（浦江）

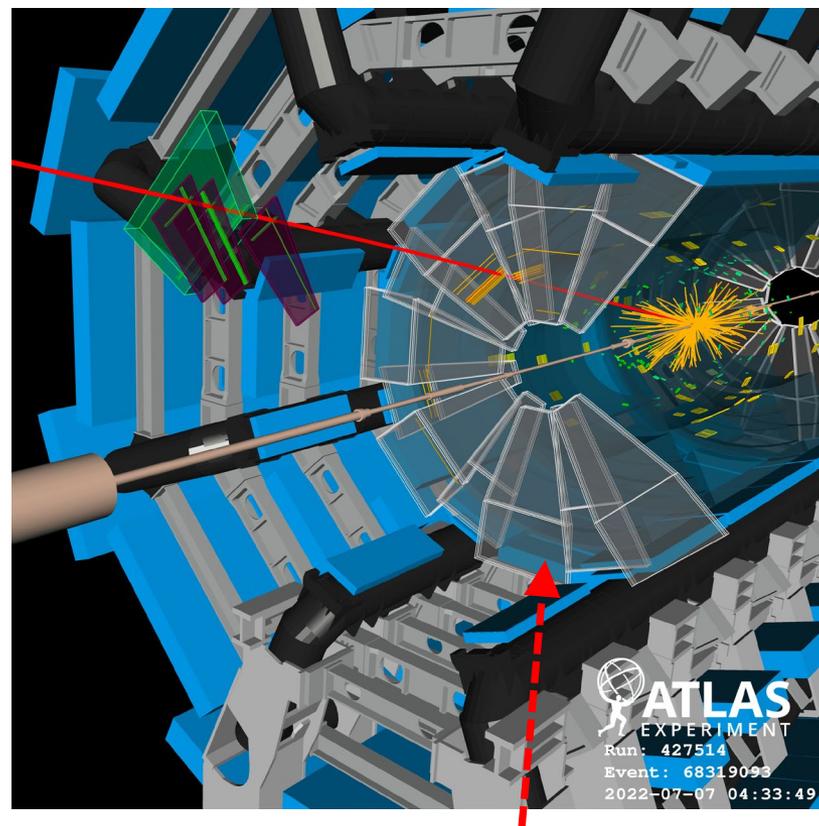
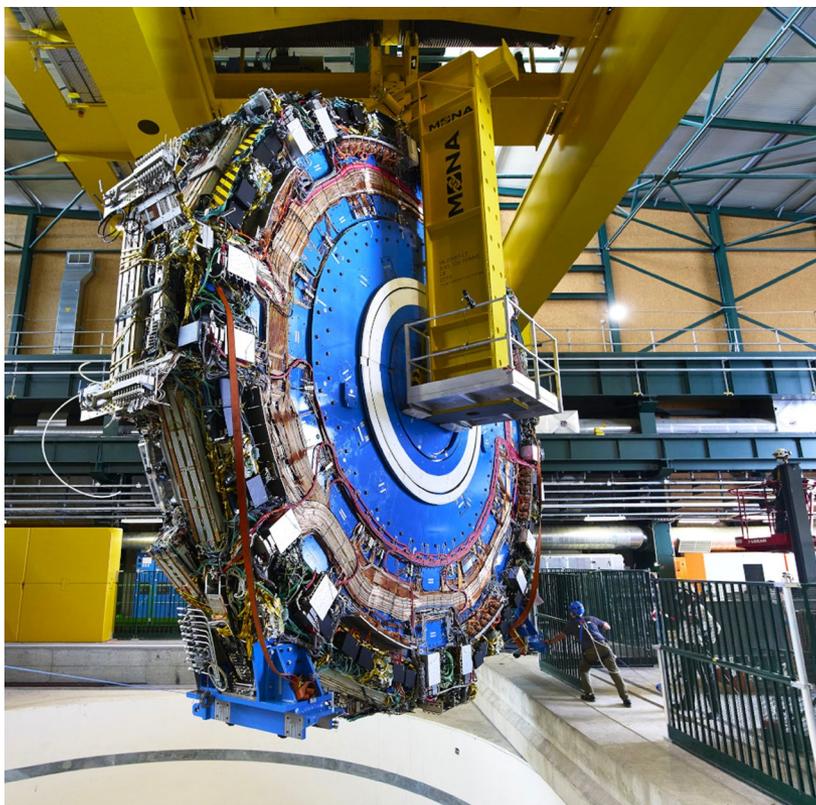
# ATLAS 实验运行取数

- Run-1: 2010-12 7-8TeV 质子-质子对撞  $\sim 26 \text{ fb}^{-1}$
- Run-2: 2015-18 13TeV 质子-质子对撞  $\sim 139 \text{ fb}^{-1}$
- Run-3: 2022-24 14TeV 质子-质子对撞  $\sim 350 \text{ fb}^{-1}$ (预计)
  - 取数进展顺利



# ATLAS 实验运行取数

- New Small Wheel (NSW) 安装到 ATLAS 探测器，开始运行
  - 缪子探测器第一阶段升级 (Phase-I)，中科大-山大做出重要贡献



灰色的部分是NSW探测器

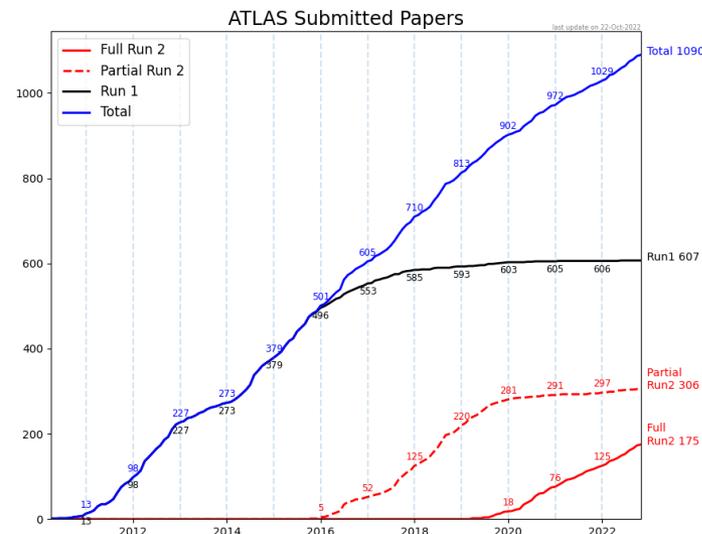
# 报告内容

- 主要物理成果总结
- 探测器升级
- 总结

# 主要物理成果总结

## 研究重点：

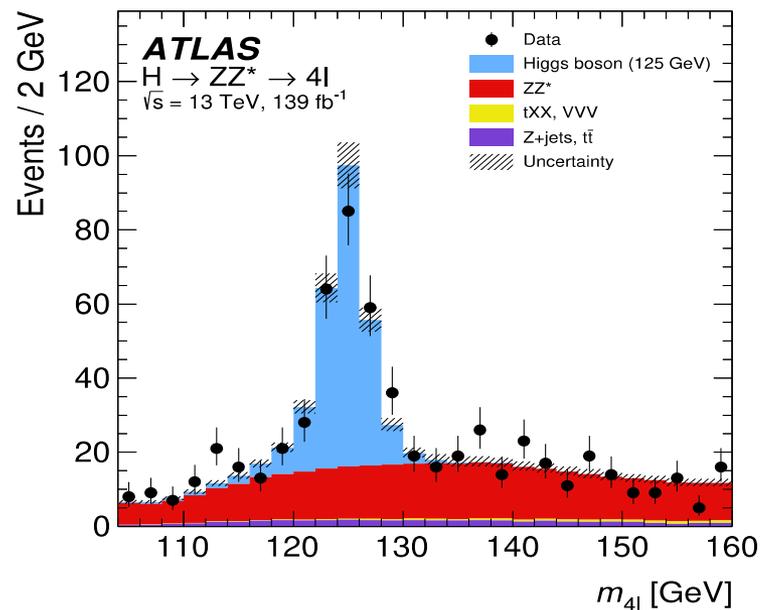
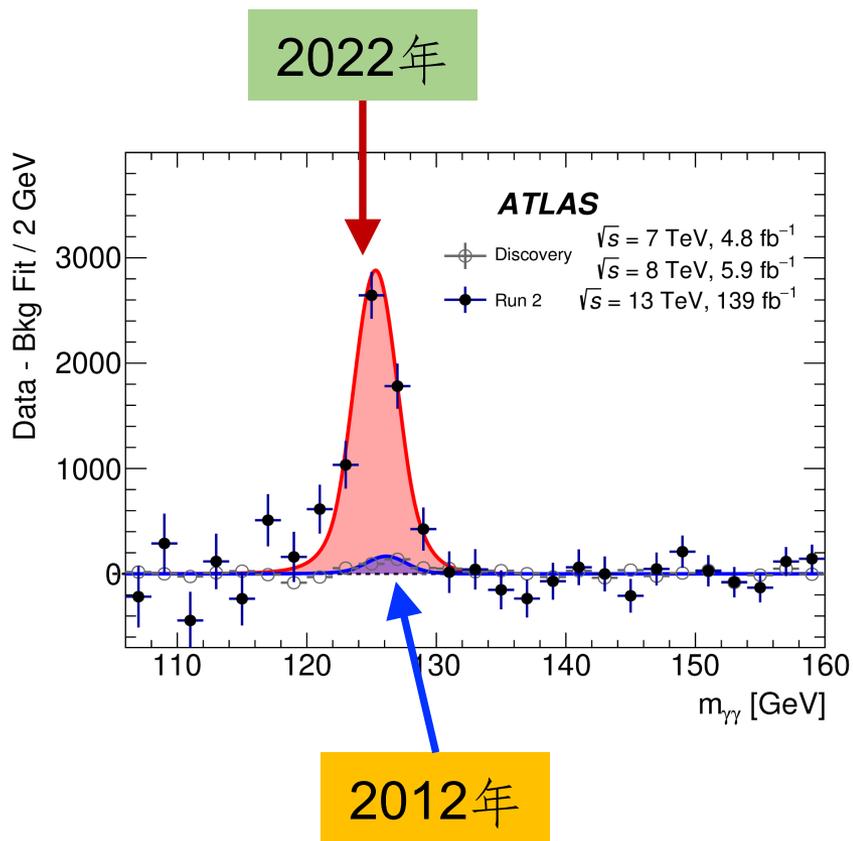
- 希格斯粒子性质研究，理解电弱对称破缺机制的本质
- 标准模型物理过程精确测量和检验
- BSM新物理直接寻找



**贡献的说明：** ATLAS物理分析大都多单位集体合作的成果，一般而言：

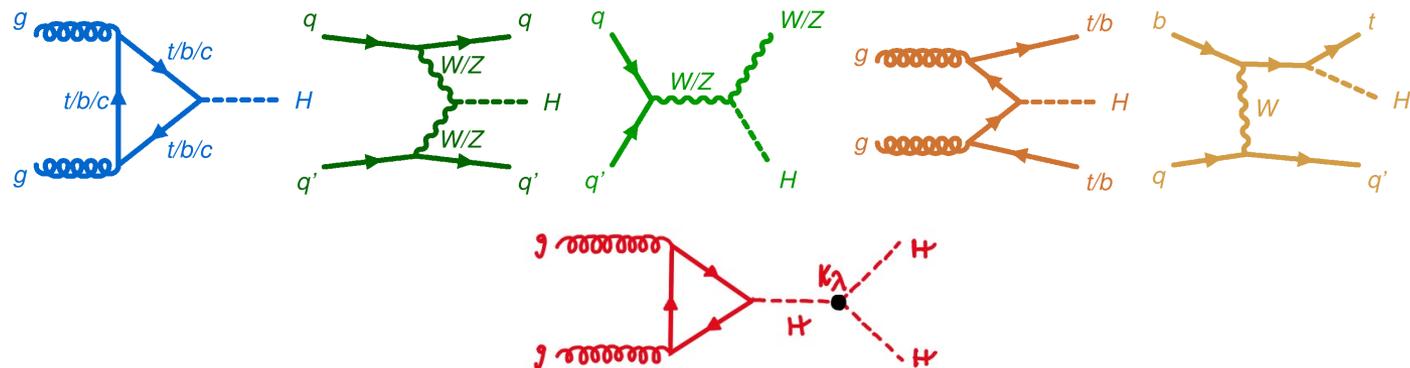
- **分析联系人**(Analysis Contact)、**文章编辑**(Paper/ Contact Editor)对该物理分析的整体起到在协调组织和领导的作用，简称**主导贡献**
- 对于分析有极重要贡献的成员，会代表团队做合作组内各级的**批准报告**(Approval talk)或担任**内部支持文档的编辑**(Internal/Supporting Note Editors)或代表合作组在**国际会议报告**与该分析相关的研究成果，简称**重要贡献**

# 希格斯粒子发现十周年

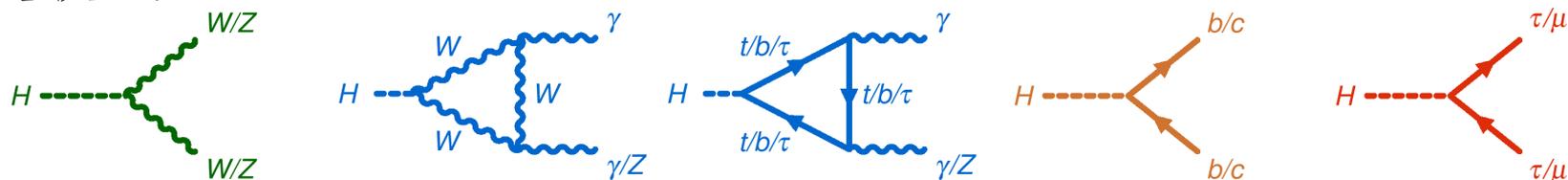


# 十年磨一剑

- 产生模式



- 衰变模式

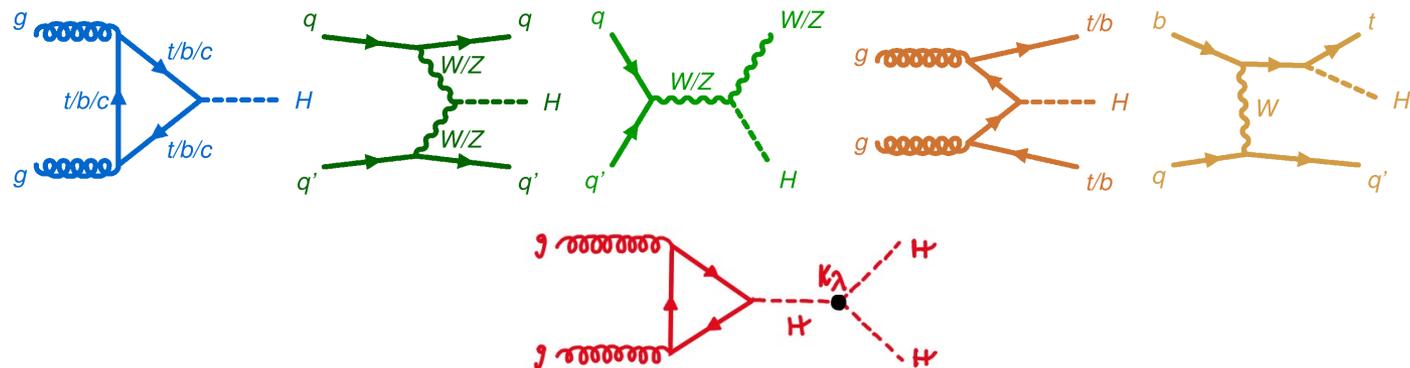


## ATLAS 合作组希格斯物理研究的组织

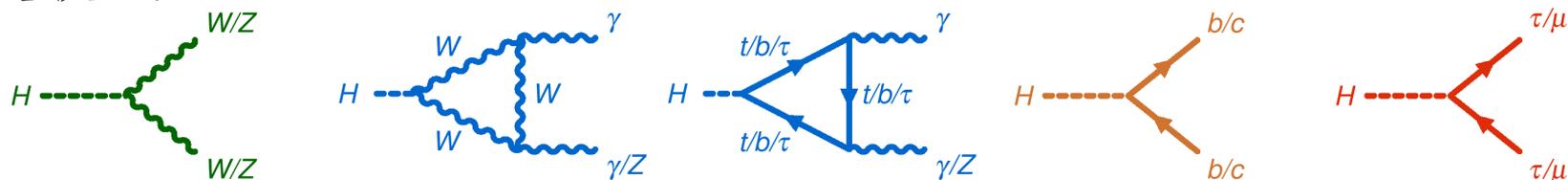
- 7个工作组精确测量:  $Hg\mu$ ,  $HZZ$ ,  $HWW$ ,  $H\text{lepton}$ ,  $Hbb$ ,  $H\text{top}$ ,  $H\text{Com}$
- 2个工作组寻找新过程:  $\text{Di-Higgs}$ ,  $\text{Higgs (H)BSM}$

# 十年磨一剑

- 产生模式



- 衰变模式



## ATLAS 合作组希格斯物理研究的组织

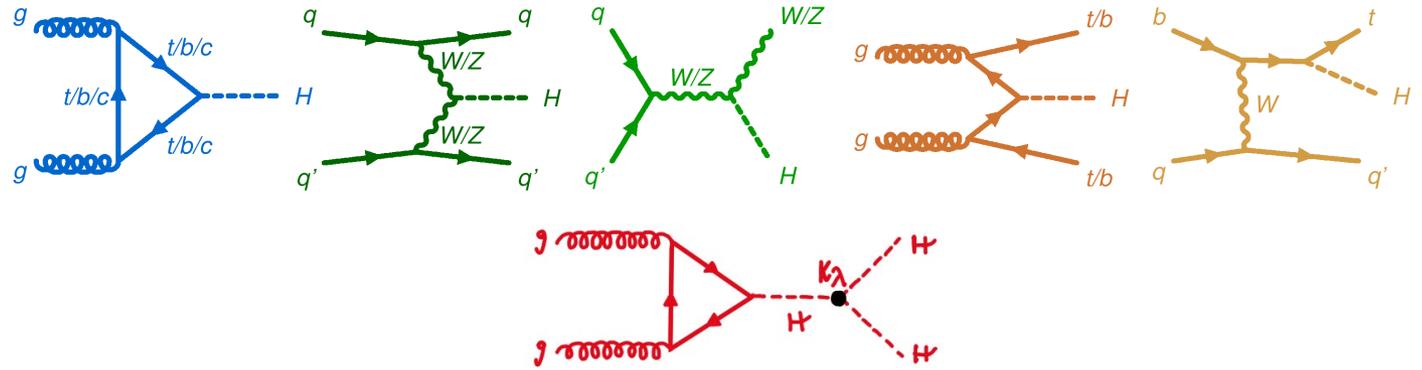
- 7个工作组精确测量:  $Hg\mu$ ,  $HZZ$ ,  $HWW$ ,  $H\text{lepton}$ ,  $Hbb$ ,  $H\text{top}$ ,  $H\text{Com}$
- 2个工作组寻找新过程:  $\text{Di-Higgs}$ ,  $\text{Higgs (H)BSM}$

## 中国团队在各个工作组都做出了重要贡献

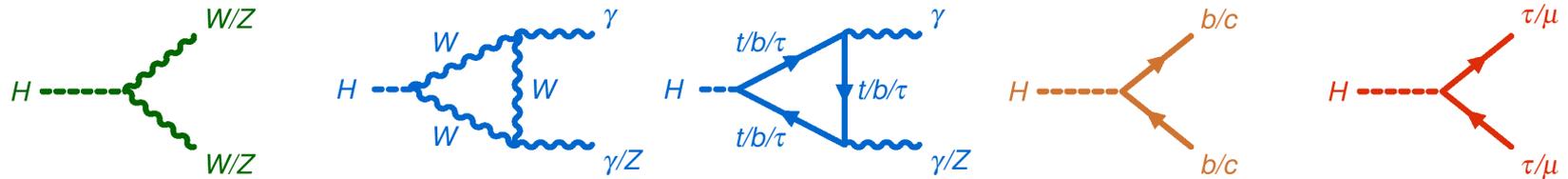
- 担任分析负责人、撰稿人, 以及重要的“批准报告”等

# 十年磨一剑

- 产生模式



- 衰变模式



ATLAS 合作组希格斯物理研究的组织

中科大: 杨洪涛

- 7个工作组精确测量: **Hgam**, HZZ, **HWW**, **Hlepton**, Hbb, Htop, HCom

- 2个工作组寻找新过程: Di-Higgs, **Higgs (H)BSM**

中国团队(曾)担任工作组  
负责人(convenor)

高能所:  
C. Bertella

南大: 张雷

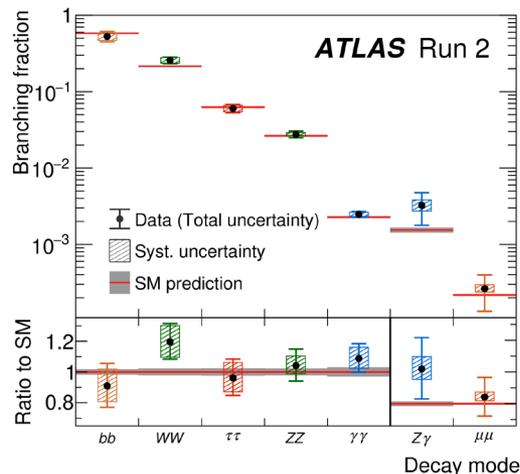
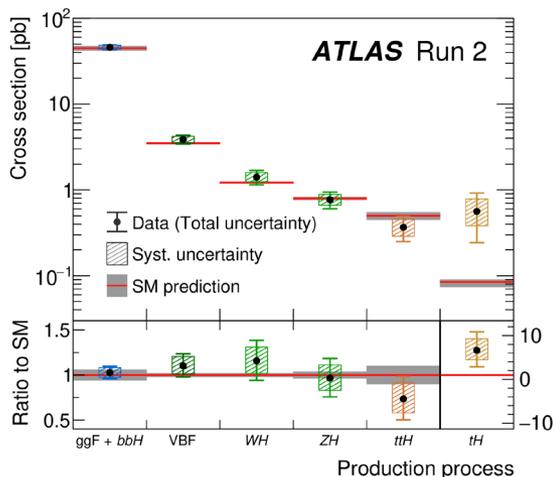
南大:  
Antonio De Maria

# 十年磨一剑

## 成功的物理测量离不开优异的探测器性能研究

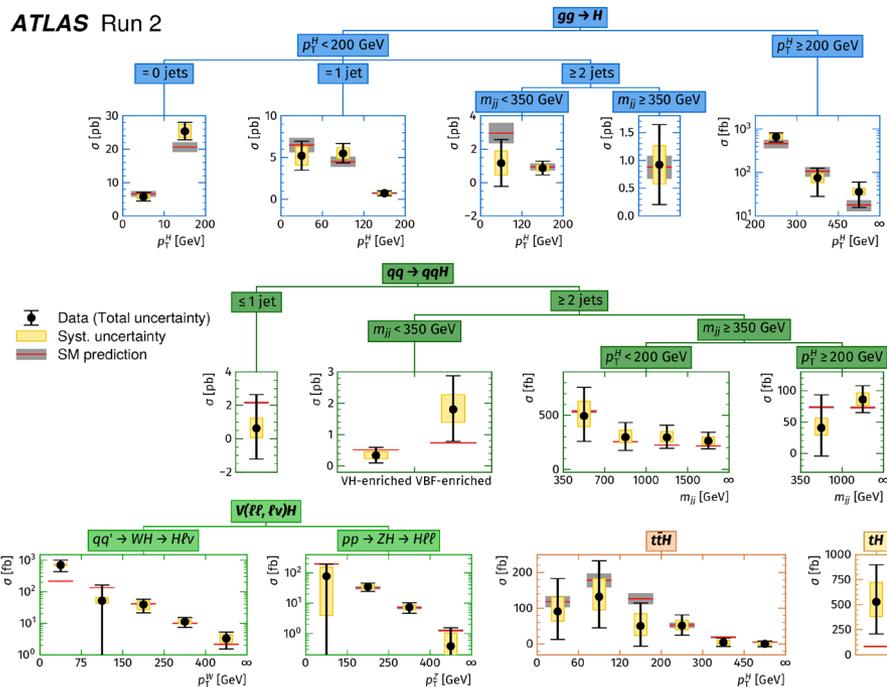
- **光子和电子:**
  - 黄燕萍 (高能所): E/ $\gamma$ 刻度组召集人(2019-21), PhotonID组召集人 (2016-18)
  - 刘坤 (交大): PhotonID组召集人 (2022至今)
- **缪子:** 中科大和山大做出长期重要贡献
  - Rustem Ospanov, Muon RPC 数据质量检测组协调人(2020 – 2021)
- **B夸克:** 李昌樵 (交大) Xbb tagging 组召集人 (2022-)
- **Tau轻子:**
  - M. Ayoub (高能所): Fake Tau 组召集人 (2020-21)
  - 刘洋 (南大/高能所): Tau 组鉴别和刻度组召集人: (2021/10-至今)
  - A. Maria (南大): Tau 触发组召集人(2020-), Fake Tau组召集人 (2018-19)
- **理论模型-产生子:**
  - 李数 (交大): ATLAS 产生子开发/调试组召集人 (2018-19)
  - 徐来林 (中科大): ATLAS 产生子组弱玻色子组召集人 (2019-2021)

# 希格斯粒子发现十周年



精确测量

- 产生模式的截面
- 衰变模式的分支比

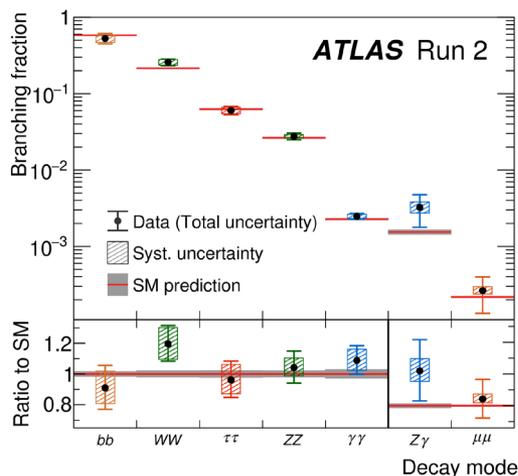
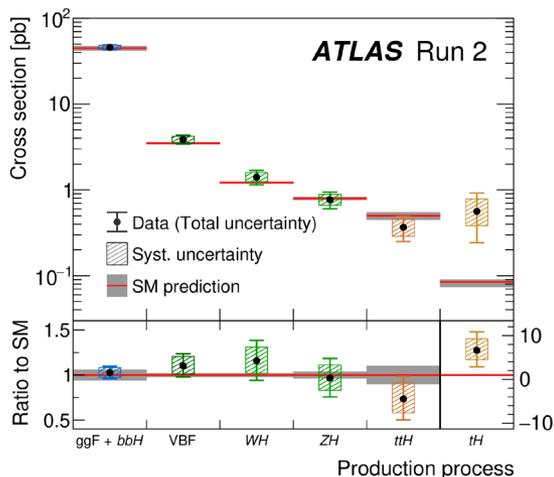


进一步“剖析”希格斯粒子

- 测量不同动量段、不同伴随粒子数下的希格斯产生截面，称为“简化模板截面(STXS)”

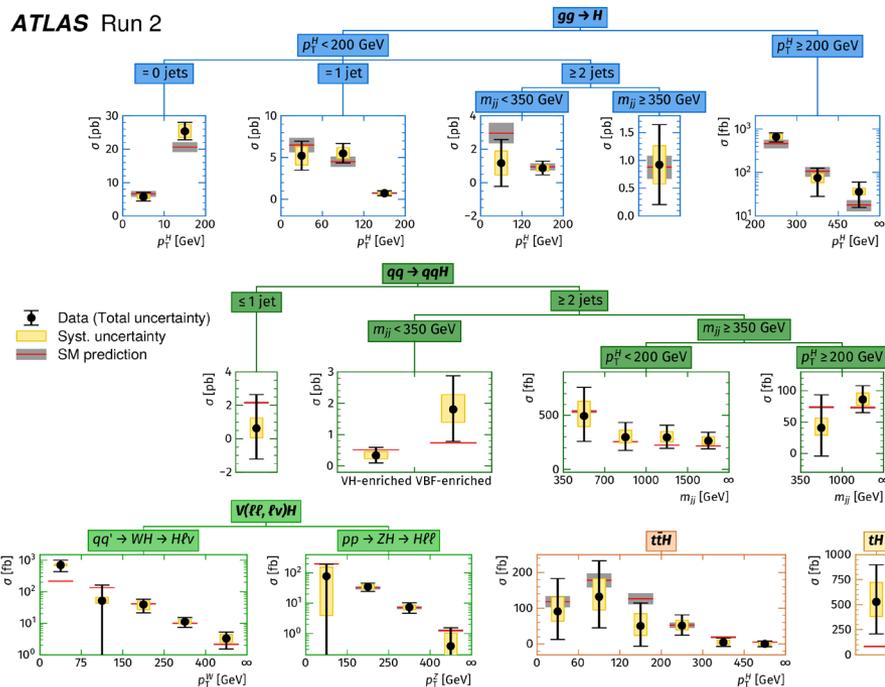
Nature volume 607, pages 52–59 (2022)

# 希格斯粒子发现十周年



## Nature 文章(Combination)

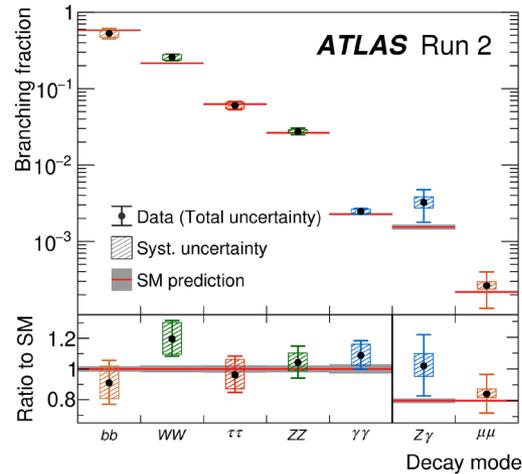
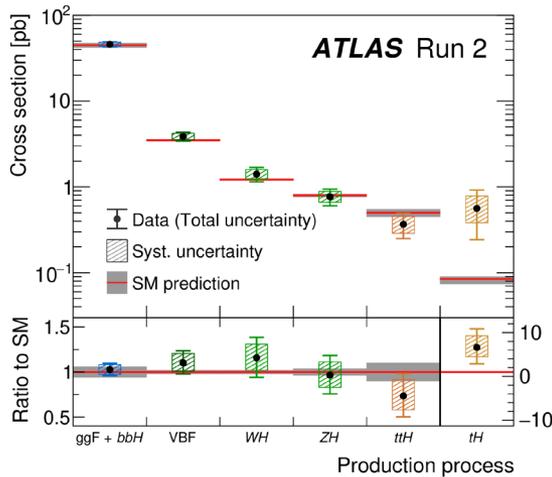
- 高能所: 分析负责人 (Analysis Contact)
- 高能所、上交大都担任内部文档撰稿人



## 中国组作重要或主导贡献的领域

- 高能所  $H \rightarrow 2\gamma$ ,  $\rightarrow Z\gamma$ ,  $\rightarrow bb$
- 南京大学  $H \rightarrow \tau\tau$ ,  $\rightarrow 2\gamma$
- 山东大学  $H \rightarrow \mu\mu$ ,  $\rightarrow bb$ ,  $\rightarrow WW$ ,  $ttH$
- 中科大  $H \rightarrow bb/cc$ ,  $\rightarrow \mu\mu$ ,  $\rightarrow ZZ$ ,  $\rightarrow WW$
- 上交大  $H \rightarrow bb$ ,  $\rightarrow ZZ$ ,  $ttH$
- 都参与了联合分析(combination)

# 希格斯粒子发现十周年



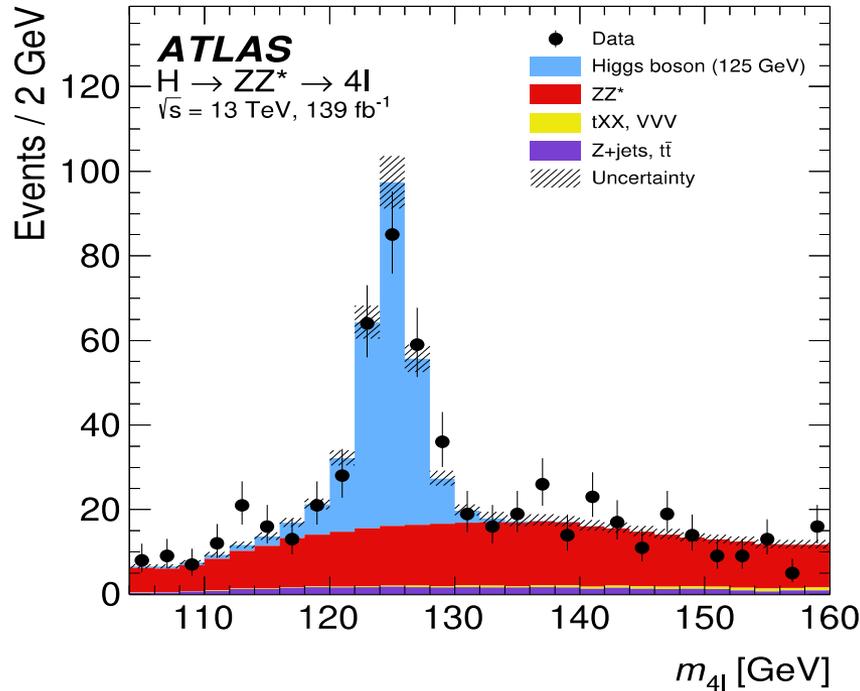
## Nature 文章(Combination)

- 高能所：分析负责人  
(Analysis Contact)
- 高能所、上交大都担任内部文档撰稿人

## 2022年希格斯耦合测量的新结果：

- $H \rightarrow \gamma\gamma$  耦合，arXiv:2207.00348, Submitted to JHEP；高能所重要贡献
- $H \rightarrow WW$  耦合，arXiv:2207.00338, Submitted to PRD；山大和中科大做重要贡献
- $H \rightarrow cc$  耦合，EPJC 82 (2022) 717；中科大做重要贡献
- $H \rightarrow \tau\tau$  耦合，JHEP08(2022)175；南大主导贡献

# 希格斯粒子质量和宽度



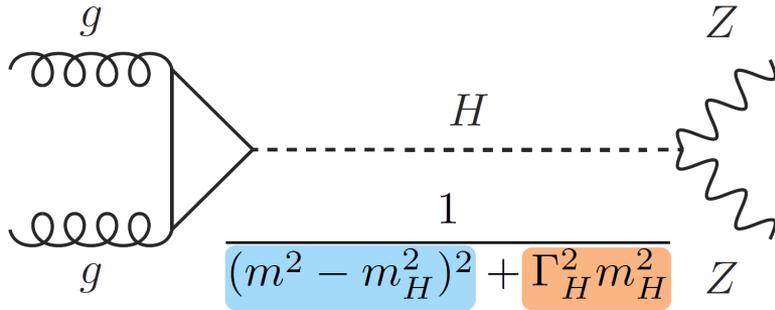
- 精确测量希格斯粒子的质量
  - 利用 $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$ , 精度达 0.2%
  - 山大重要贡献, 做“批准报告”

$$m_H = 124.94 \pm 0.17(\text{stat.}) \pm 0.03(\text{syst.}) \text{ GeV},$$

arXiv:2207.00320

- 希格斯粒子宽度 (极其挑战! )
  - 标准模型值极小:  $\Gamma_H^{\text{SM}} = 4.07 \text{ MeV}$ , 探测器分辨率是其1000倍

# 希格斯粒子宽度

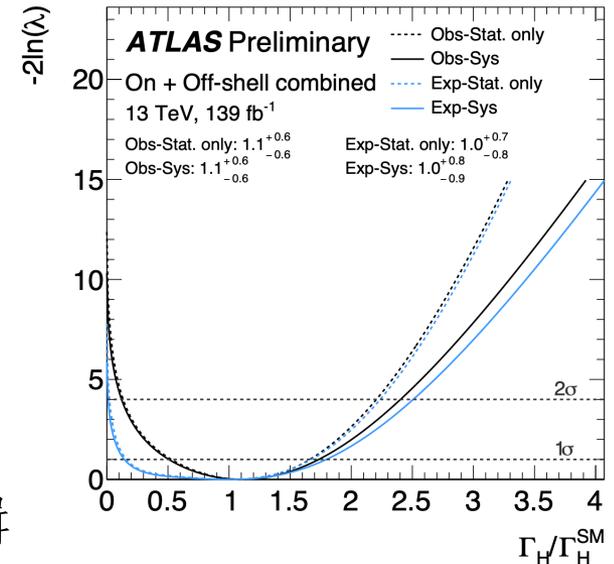
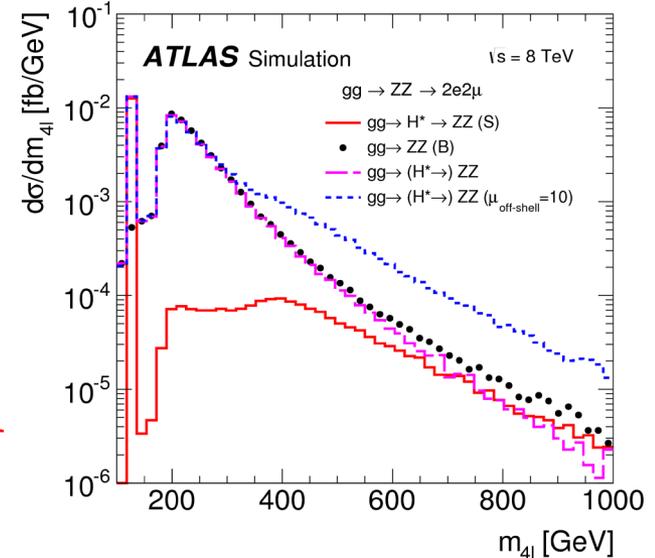


希格斯共振峰：on-shell, 远离共振峰：off-shell

$$\sigma_{vv \rightarrow H \rightarrow 4\ell}^{\text{on-shell}} \propto \frac{g_{\text{gluon}}^2 g_V^2}{\Gamma_H}$$

$$\sigma_{vv \rightarrow H \rightarrow 4\ell}^{\text{off-shell}} \propto g_{\text{gluon}}^2 g_V^2$$

- 通过测量on-shell 和 off-shell的比值
  - 间接测量希格斯粒子宽度
- Off-shell信号观测显著性  $3.2\sigma$ 
  - 得到希格斯粒子宽度  $\Gamma_H = 4.6^{+2.6}_{-2.5}$  MeV
- 中科大主导贡献, 担任了分析负责人和文章编辑

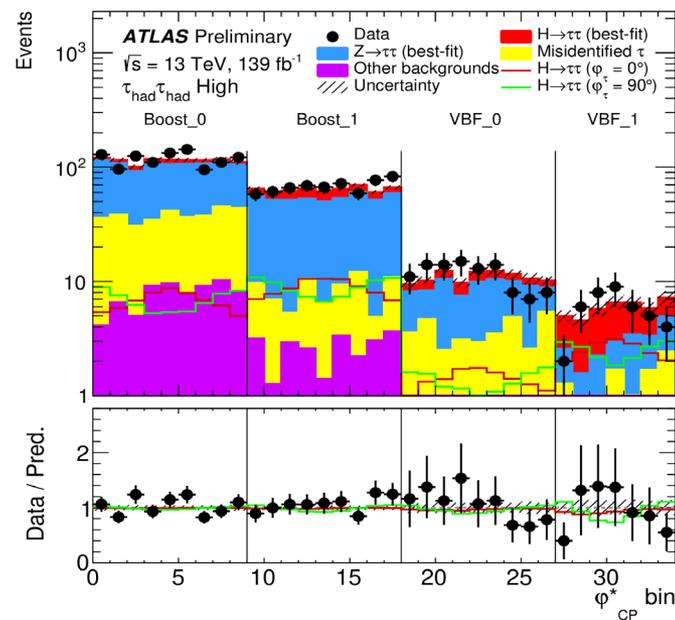
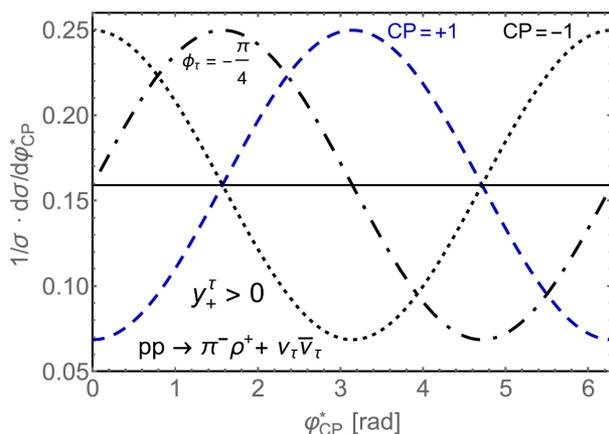
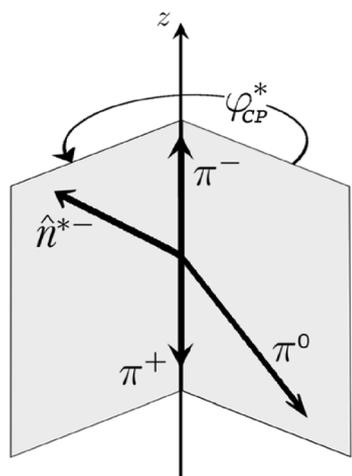


# 正反物质不对称

- 正反物质不对称之谜：为什么物质多与反物质？
  - 预示存在较强的电荷(C)和宇称(P)联合变换 (CP) 对称性破坏过程
- 标准模型希格斯粒子CP为偶(even)
  - 如果发现CP为奇(odd)成分的混合，将是新的CP破坏来源，也是直接的新物理证据
- 在希格斯与费米子、与玻色子的耦合中寻找CP破坏
  - 基本思路：构建相关的产生或衰变平面，利用与希格斯的量子关联，探索希格斯的CP性质

# 希格斯与陶轻子耦合的CP性质

- $\tau$ 轻子是希格斯衰变产物中唯一可以构建衰变平面的费米子
  - $H \rightarrow \tau\tau$  衰变平面间的夹角  $\varphi_{CP}^*$  可以测量希格斯的CP性质

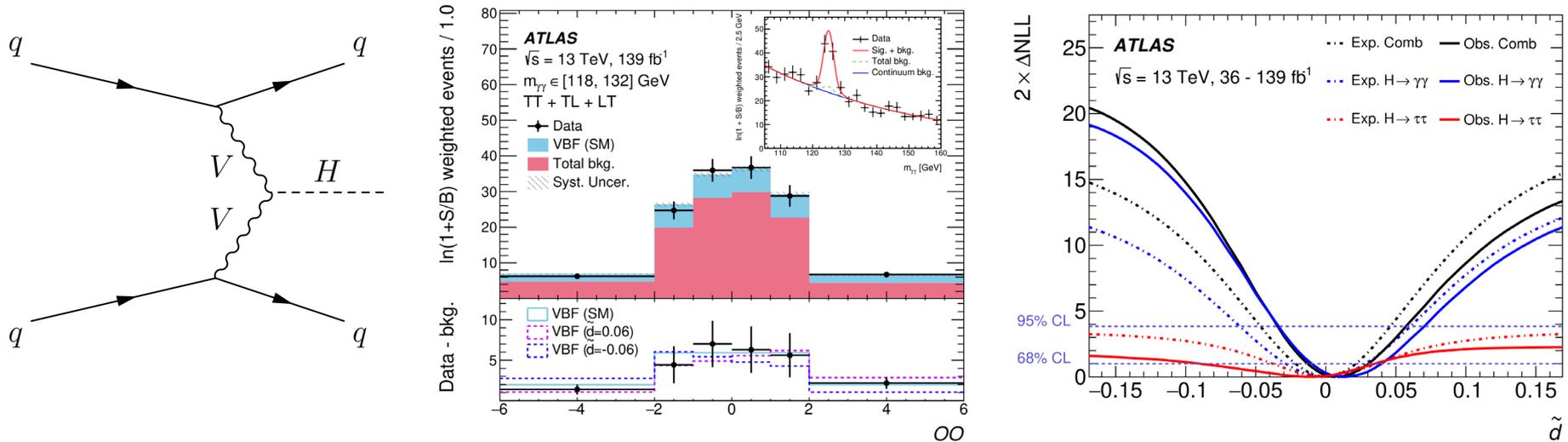


- 在  $3.4\sigma$  显著性上排除了纯CP odd的希格斯
  - 南京大学做重要贡献，内部文档编辑，批准报告

ATLAS-CONF-2022-032

# 希格斯与玻色子耦合的CP性质

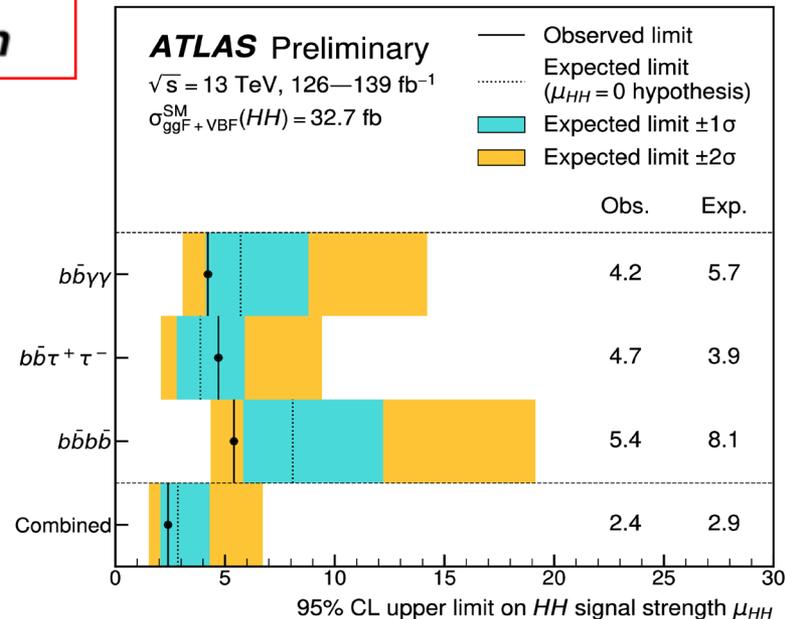
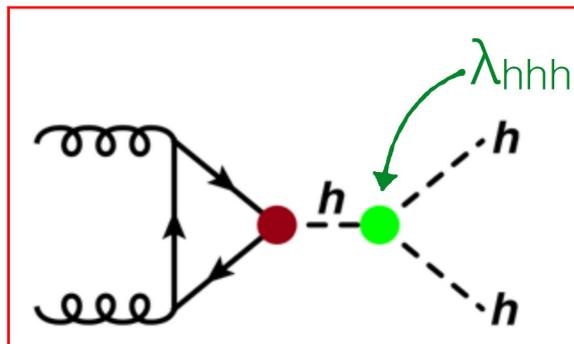
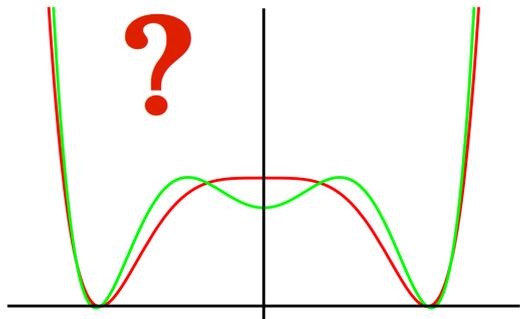
- 利用 VBF  $H \rightarrow \gamma\gamma$  测量  $HVV$  耦合的 CP 性质
  - 最严格的 H-W 耦合的 CP 破坏实验限制，是  $H \rightarrow VV$  衰变测量精度的 2 倍



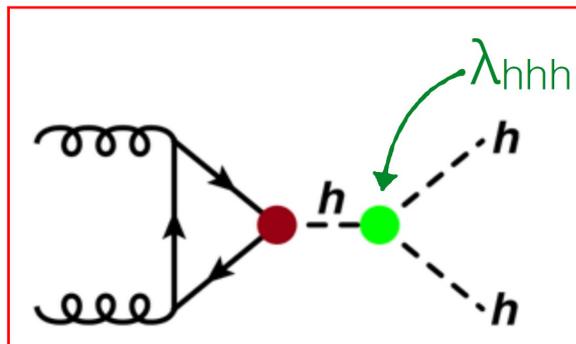
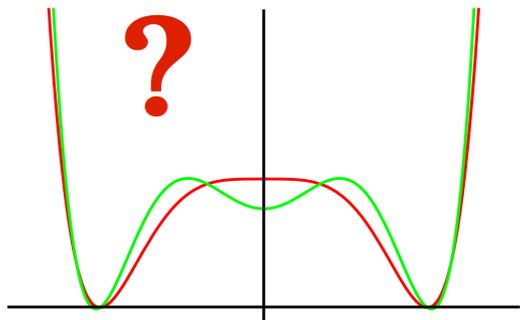
- 高能所和南京大学主导贡献：
  - 担任分析负责人，文章及内部文档撰稿人

arXiv:2208.02338,  
文章投稿PRL

# 希格斯场势能和双希格斯产生



# 希格斯场势能和双希格斯产生



- $HH \rightarrow b\bar{b}\gamma\gamma$ : [PRD 106 \(2022\) 052001](#)

- 高能所-南大做主导贡献，分析负责人

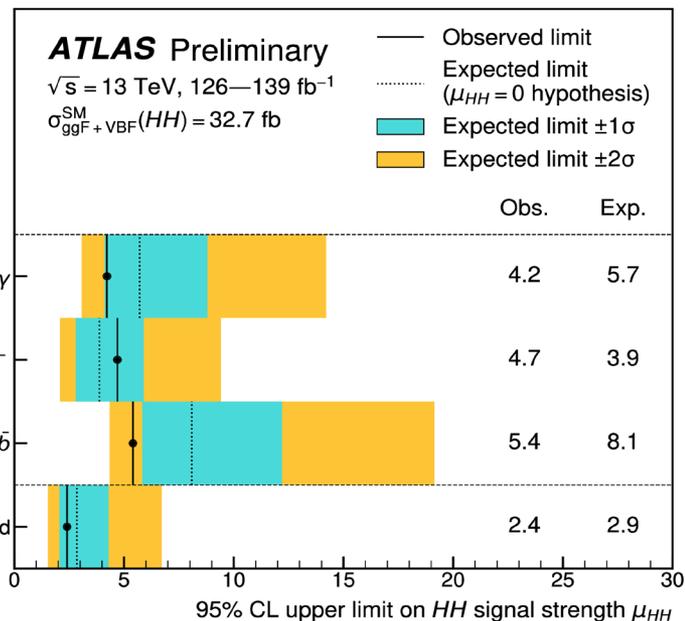
- $HH \rightarrow b\bar{b}\tau\tau$ : [arXiv:2209.10910](#)

- 南大做重要贡献，批准报告，负责

$\tau_{\text{had}}\tau_{\text{had}}$ 道

- 统计合并(Combination): [arXiv:2211.01216](#)

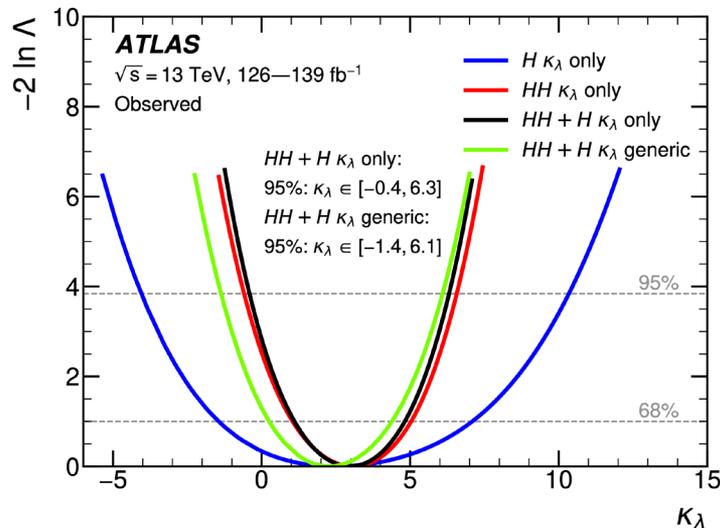
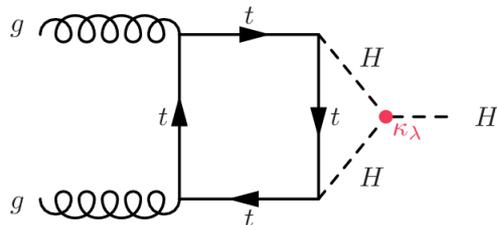
- 高能所-南大联合团队、上交大分别都担任了担任了支持文档撰稿人，并做“批准报告”；中科大参与了统计分析



# 希格斯性质的间接测量

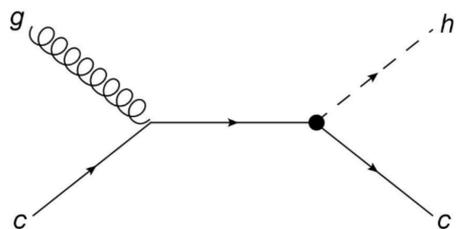
arXiv:2211.01216

- 联合分析single-H和HH，进一步约束希格斯场自耦合

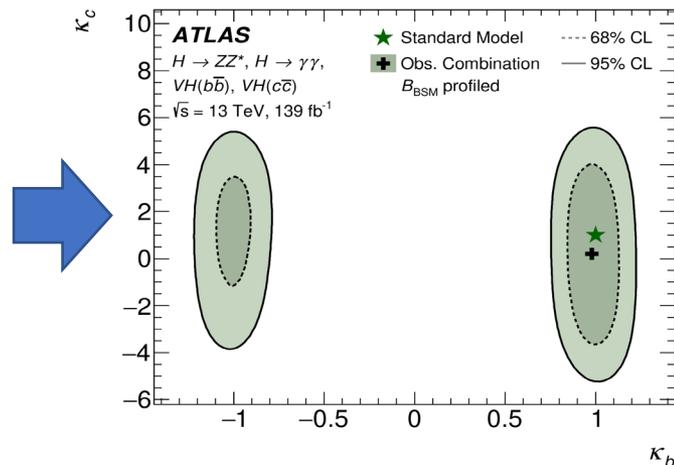
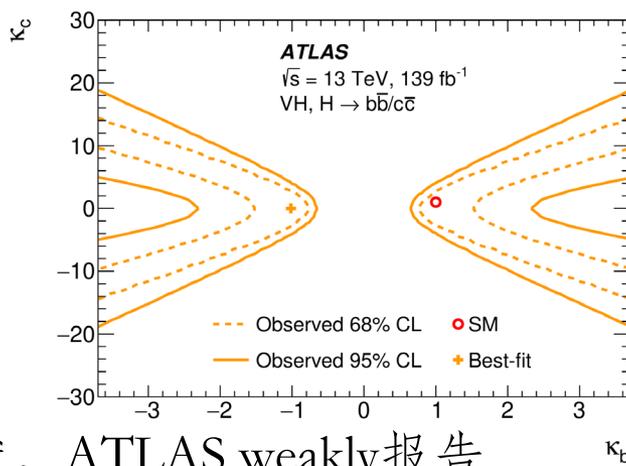


- 高能所-南大联合团队、上交大、中科大

- 希格斯横动量的测量可以约束希格斯与粲夸克的耦合



arXiv:2207.08615

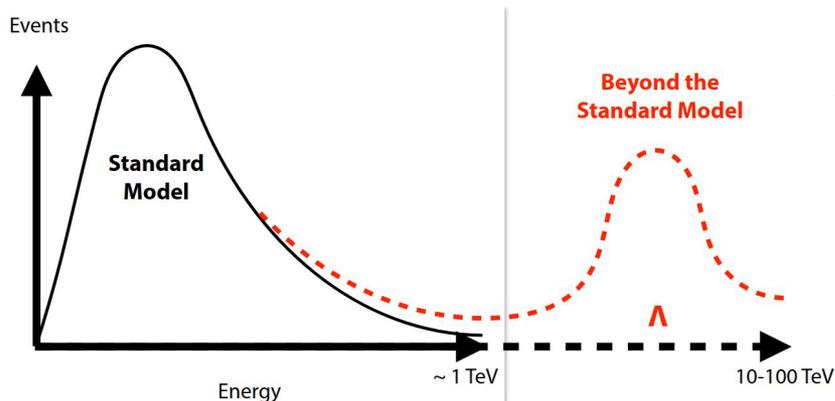


- 中科大作重要贡献，ATLAS weakly 报告

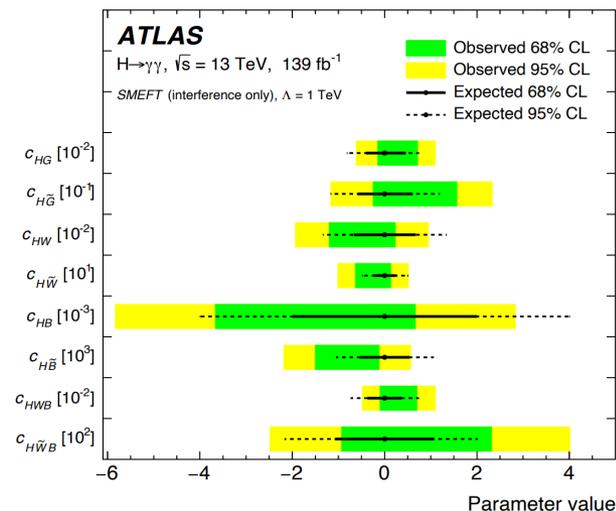
# 有效场论EFT研究希格斯物理

- 间接探测高能标新粒子的效应

$$L_{\text{EFT}} = L_{\text{SM}} + \sum_i \frac{C_i^{(6)}}{\Lambda^2} \mathcal{O}_i^{(6)} + \sum_i \frac{C_i^{(8)}}{\Lambda^4} \mathcal{O}_i^{(8)} + \dots$$



JHEP 08  
(2022) 027



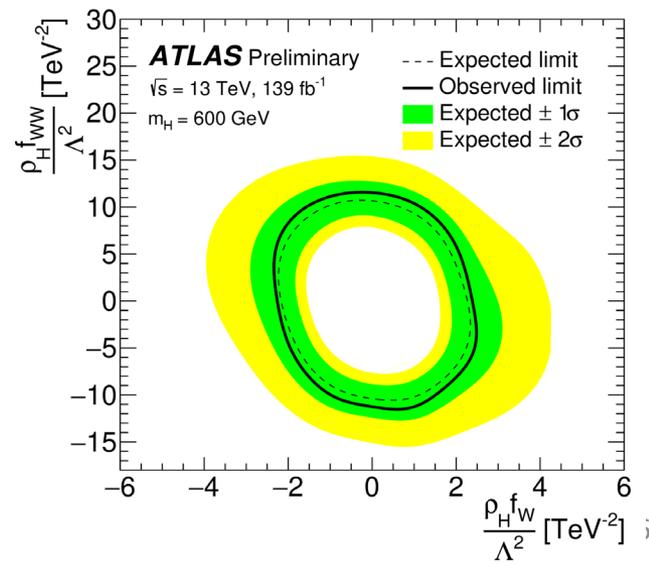
- 测量  $H \rightarrow \gamma\gamma$  的微分截面，约束EFT算符

- 高能所做重要贡献：批准报告，内部文档编辑

- 高质量希格斯粒子

- 利用有效场论方法，模型无关地寻找
- 清华大学主导贡献：分析负责人

arXiv:2211.02617



# 首次观测到电弱产生的ZZjj过程

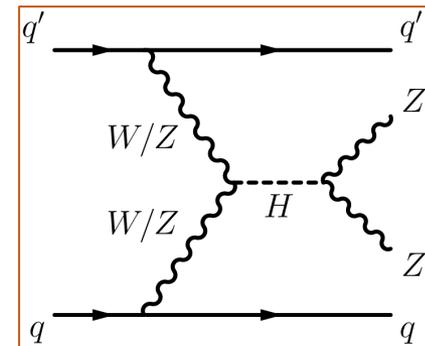
- 矢量玻色子散射 (VBS)
  - 检验希格斯机制，理解电弱对称性破坏有重要的意义

- ATLAS实验首次发现 ZZ VBS 过程

- 科大和山大分别担任分析负责人和文章编辑
- 科大/上海交大做批准报告

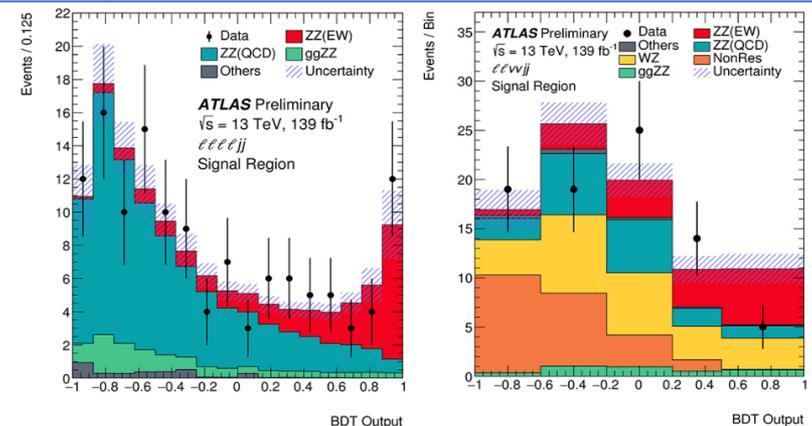
arXiv:2004.10612  
(accepted by Nature Physics)

## Study Higgs without Higgs



## New milestone reached in the study of electroweak symmetry breaking

ATLAS observes the electroweak production of two jets in association with a Z-boson pair



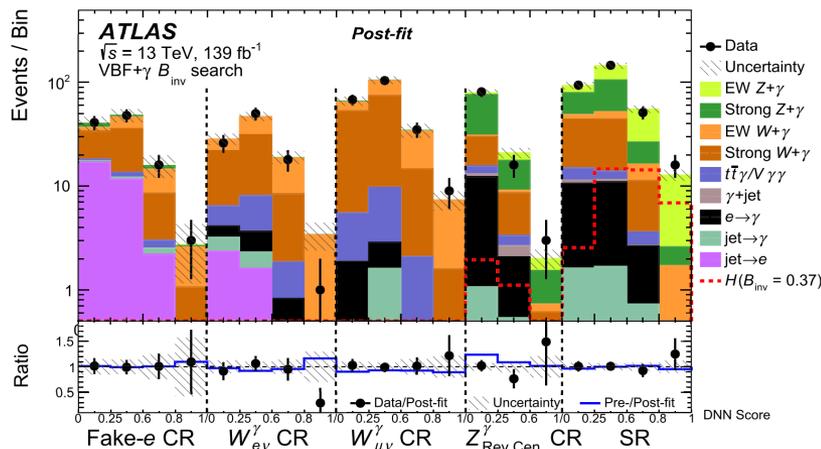
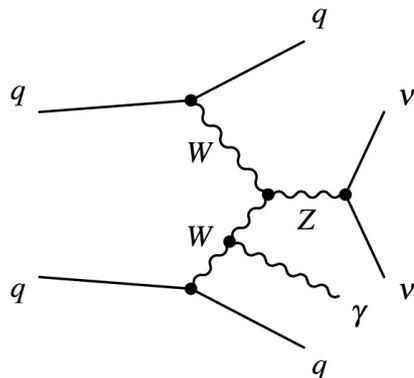
Observed and predicted BDT distributions in the signal regions (left for the four-lepton channel and right for the two-lepton and two-neutrino channel). (Image: ATLAS Collaboration/CERN)

# 精确测量Zγ+jets过程

- LHC上首次观测到电弱产生的Z(vν)γ + 2jets过程

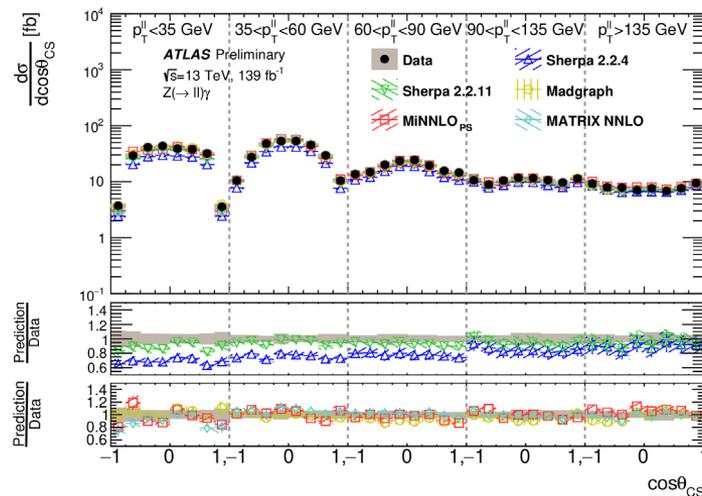
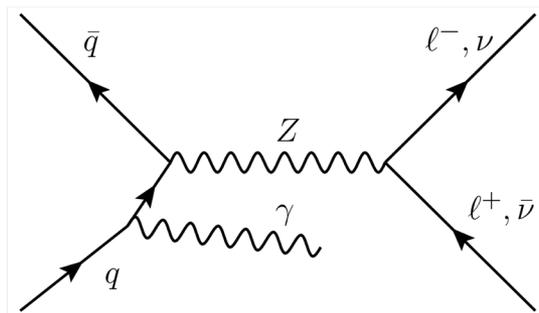
EPJC 82 (2022) 105

高能所与上交紧密合作



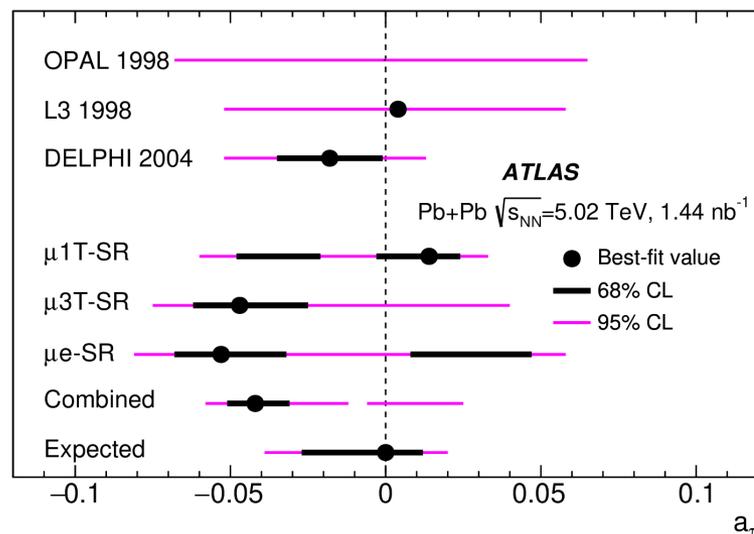
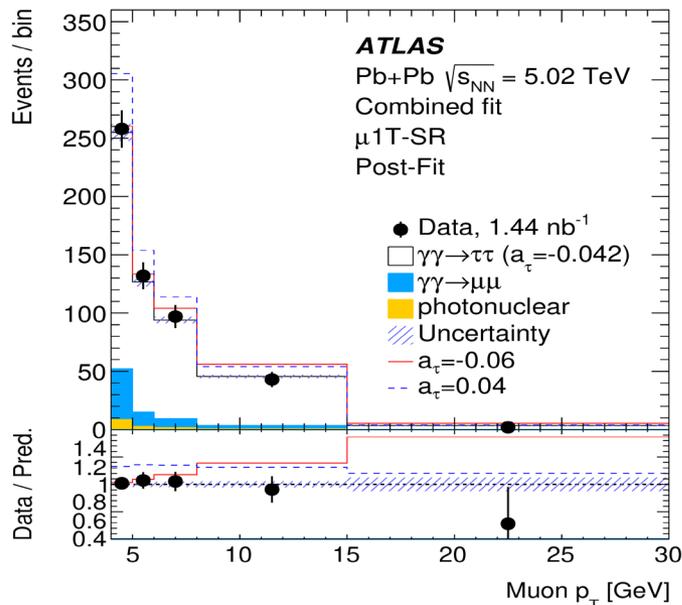
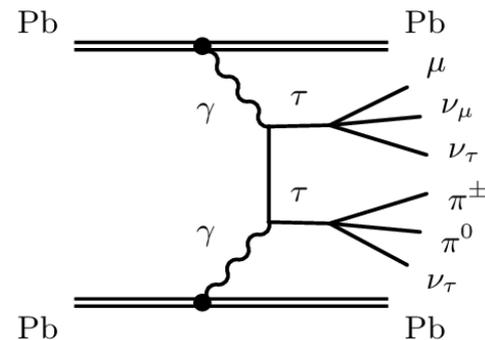
- Z(l)γ + jets 的微分截面测量

- 高能所主导贡献：分析负责人
- 上交做批准报告/内部文档撰稿人



# 低能标物理的精确测量

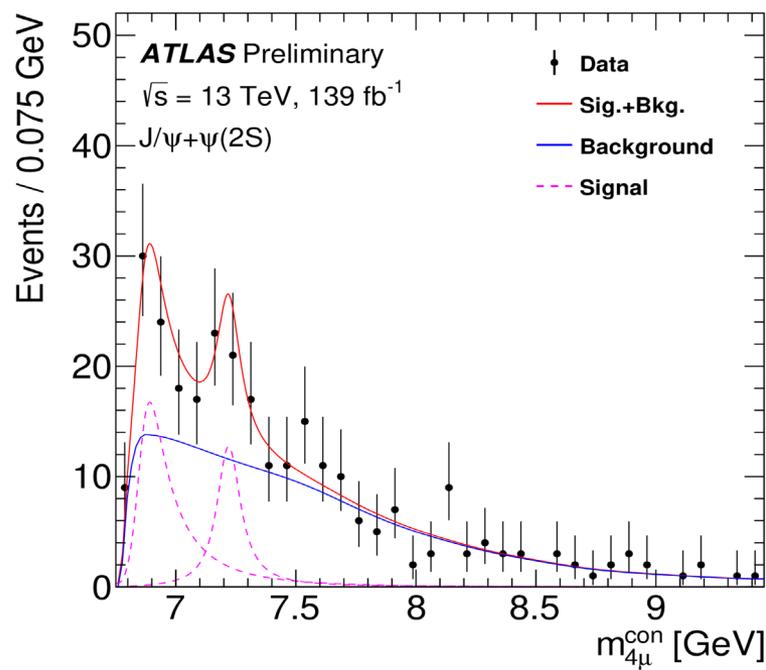
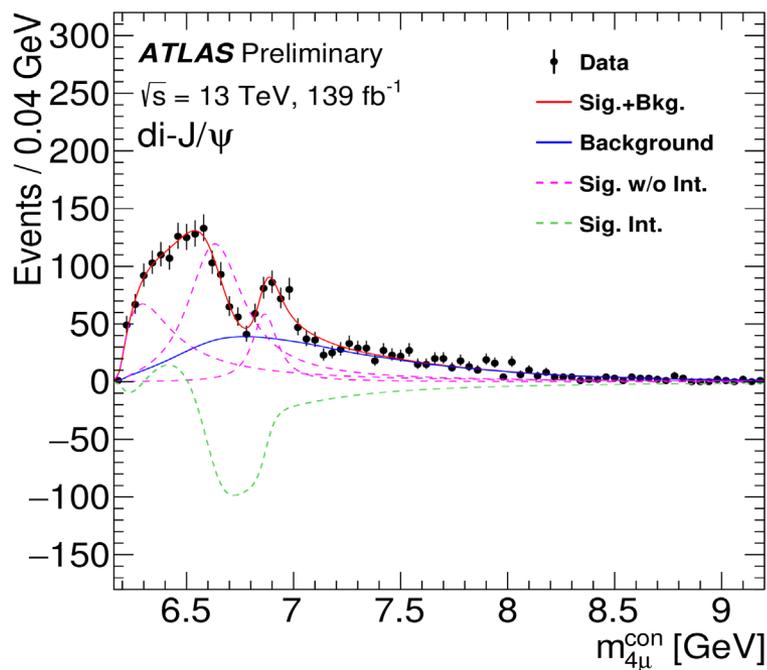
- 重离子的远距离对撞 (大于核子半径)
  - 强相互作用被压低, 电磁相互作用占主导
- 观测到双光子对撞产生陶轻子对
  - 自LEP实验以来, 首次更新了陶轻子反常磁矩测量
  - 山大主导贡献: 分析创始阶段的负责人(co-contact)



arXiv:2204.13478, accepted by PRL

# 多夸克奇异强子态

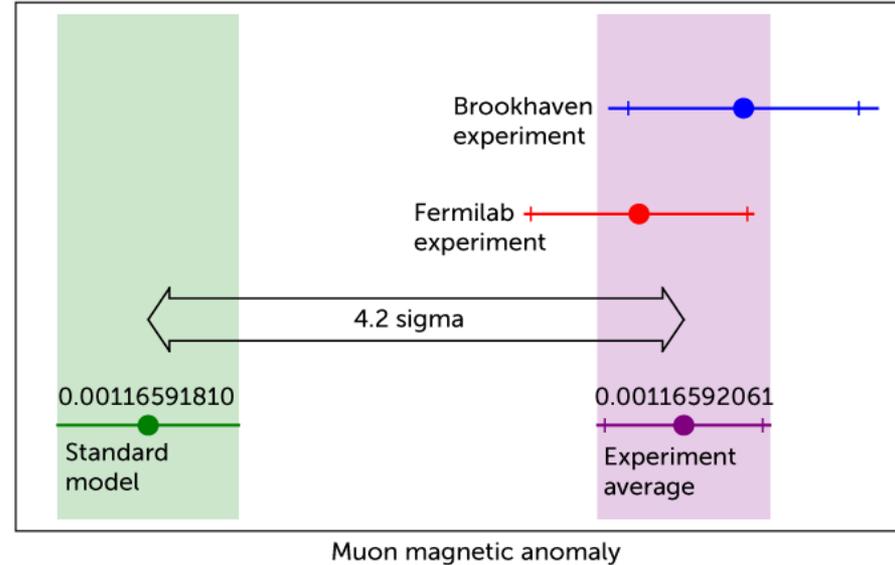
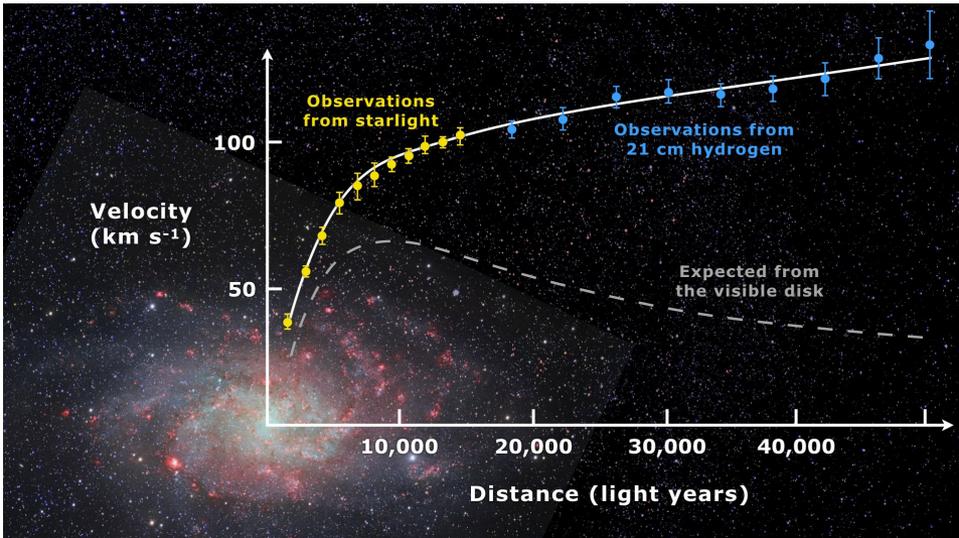
- 在4缪子末态寻找了双粲偶素共振态
  - J/ $\psi$ -J/ $\psi$ 质量谱：确认了LHCb实验发现的疑似四粲夸克共振态( $T_{cccc}$ )
  - J/ $\psi$ - $\psi(2S)$ 质量谱：看到共振态迹象，需要更多实验数据来确认



- 清华大学做主导性贡献：负责整体分析

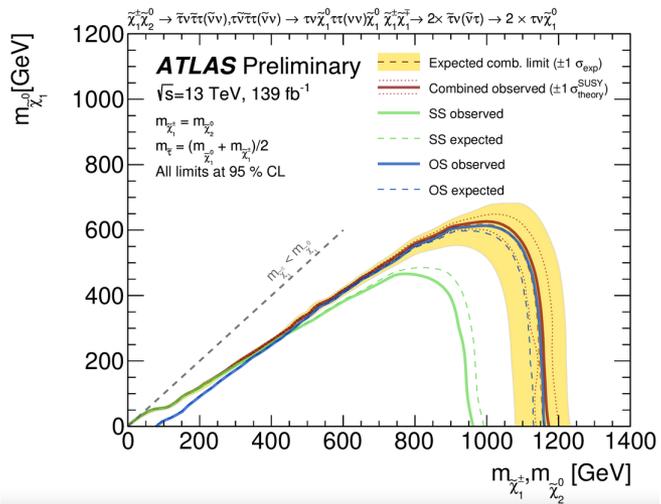
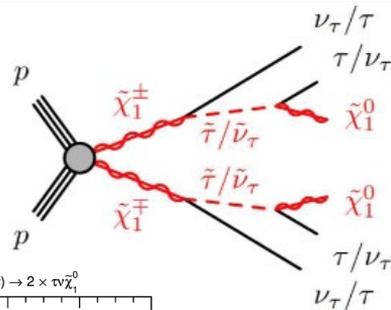
# 直接寻找超出标准模型新物理

- 标准模型无法解释：暗物质寻找、味物理反常根源等



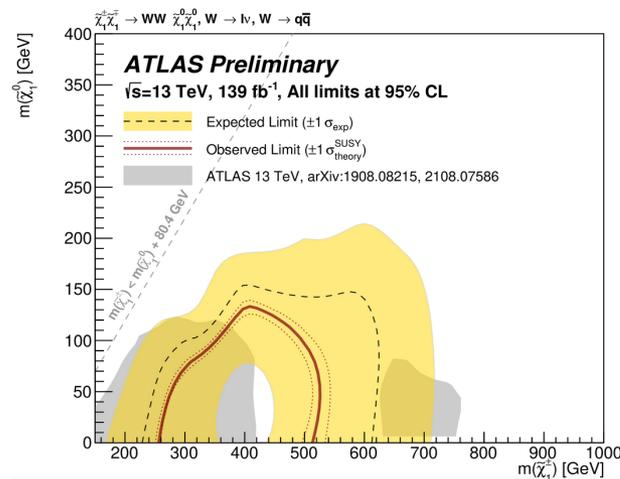
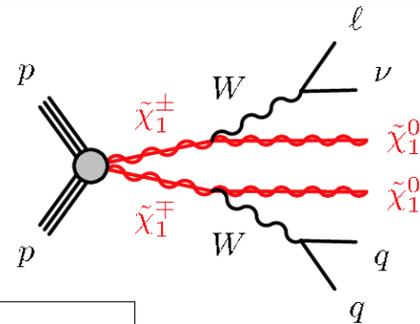
# 寻找Gaugino: $\tau_{\text{had}}$ 末态和VV末态

ATLAS-CONF-2022-042



- 首次引入同号 $\tau\tau$ ，大幅度提高了紧致质量参数空间的信号灵敏度
- Wh过程首次通过H $\rightarrow\tau\tau$ 过程寻找SUSY粒子

ATLAS-CONF-2022-059

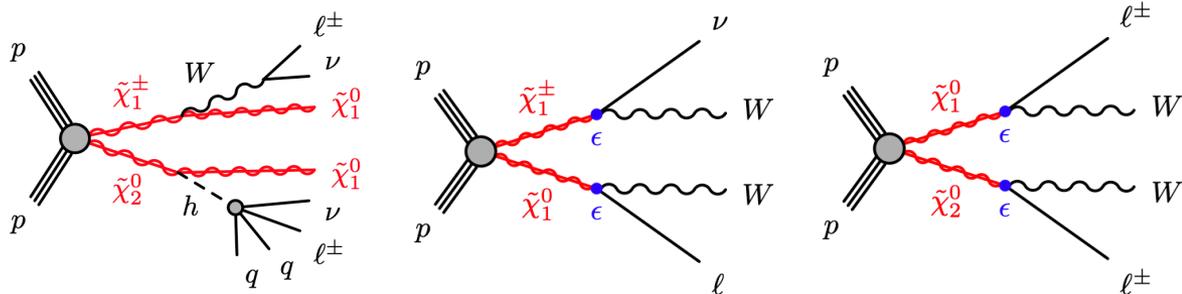


- 首次研究单轻子末态，使用Boosted boson tagging技术，显著提升gap区间测量灵敏度

高能所-南大联合团队做主导贡献：负责整体分析

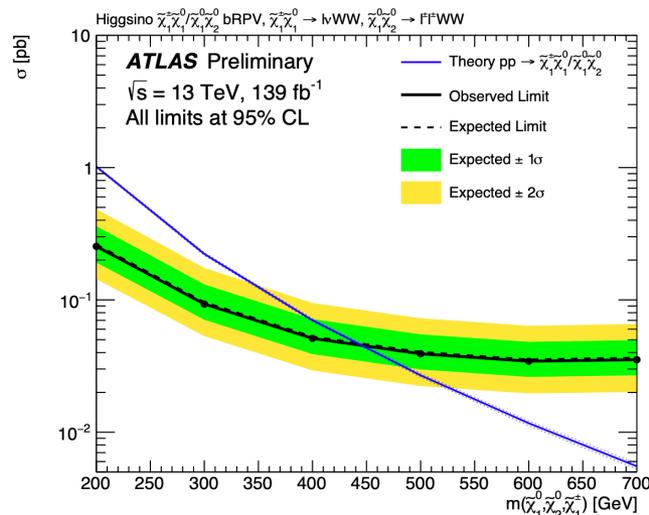
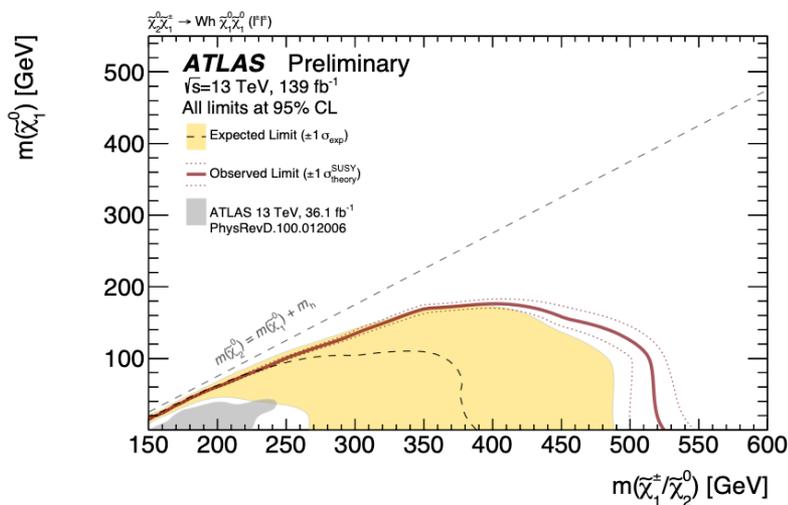
# 寻找Chargino-Neutralino: 同号轻子对末态

- 同号(SS)双轻子或三轻子末态本底极低, 对多种BSM模型敏感



- Wino via Wh/WZ RPC 模型
- bilinear RPV和 Higgsino-like RPV 相关模型

ATLAS-CONF-2022-057



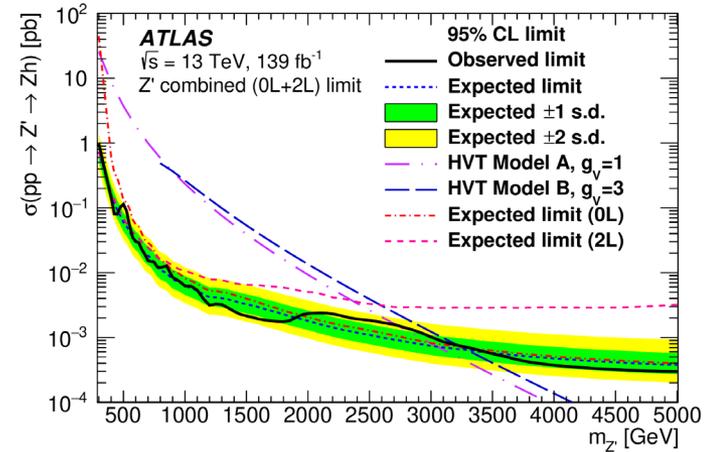
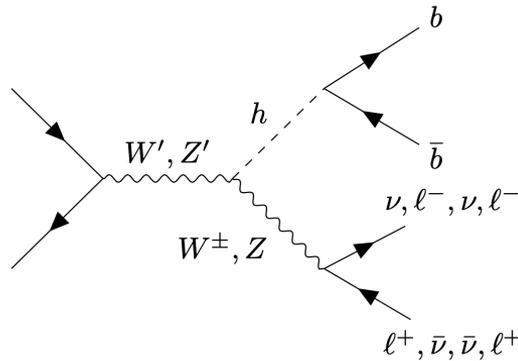
高能所-南大联合团队做主导贡献: 负责整体分析

# 双玻色子末态寻找高质量共振态

- Vh末态中寻找Vh共振态:  $V \rightarrow lep, h \rightarrow bb$  ( $m_h = 125$  GeV)

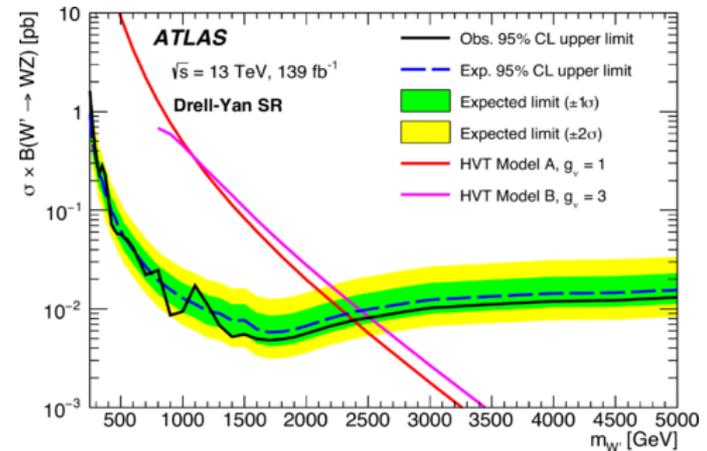
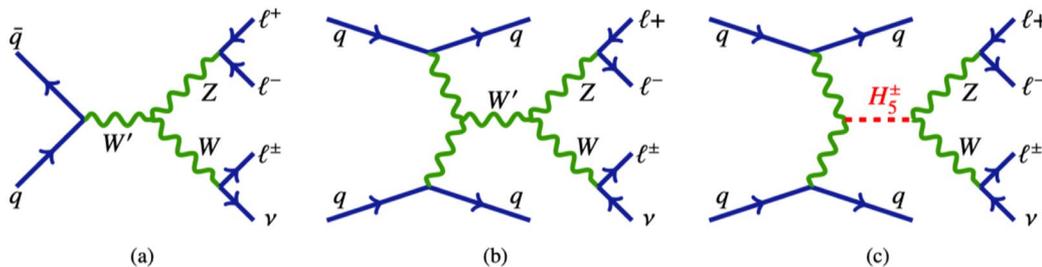
arXiv:2207.00230

- 山大重要贡献: 1轻子分析道, 统计分析



- WZ 末态寻找共振态

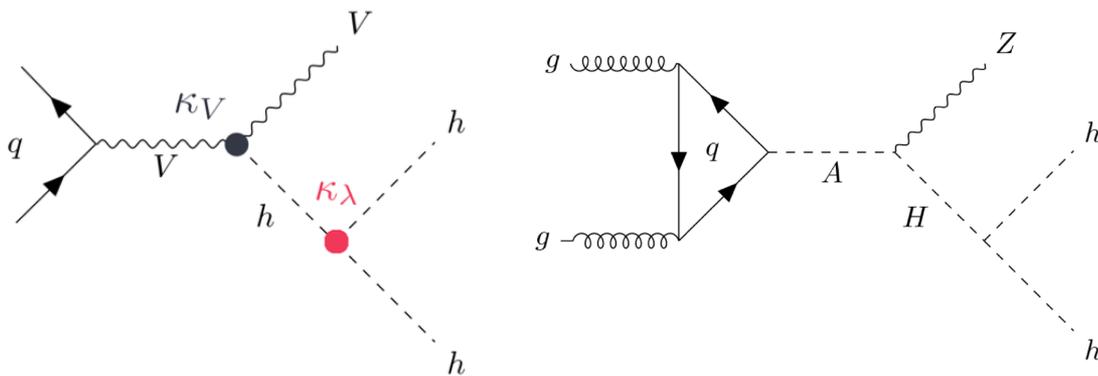
- 中科大主导贡献: 分析负责人等



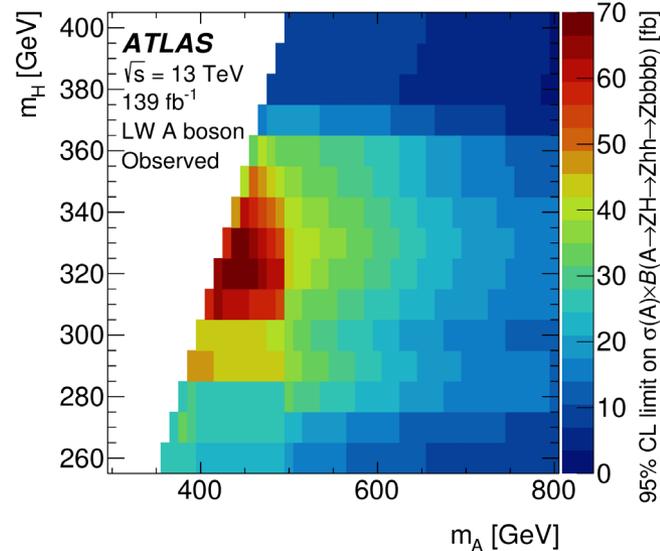
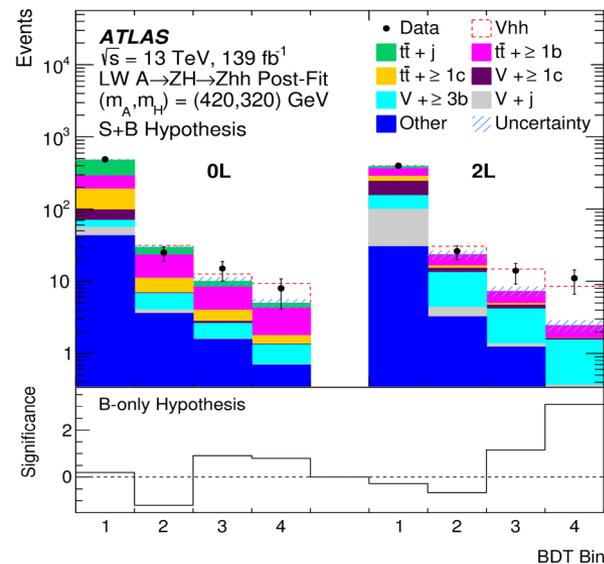
arXiv: 2207.03925

# 首次寻找 Vhh 过程

- ATLAS 上首次开展 Vhh 末态研究
  - 物理内容丰富：非共振(hh)和共振(如  $A \rightarrow ZH, H \rightarrow hh$ ) 过程等
  - 山大主导性贡献：分析负责人，批准报告



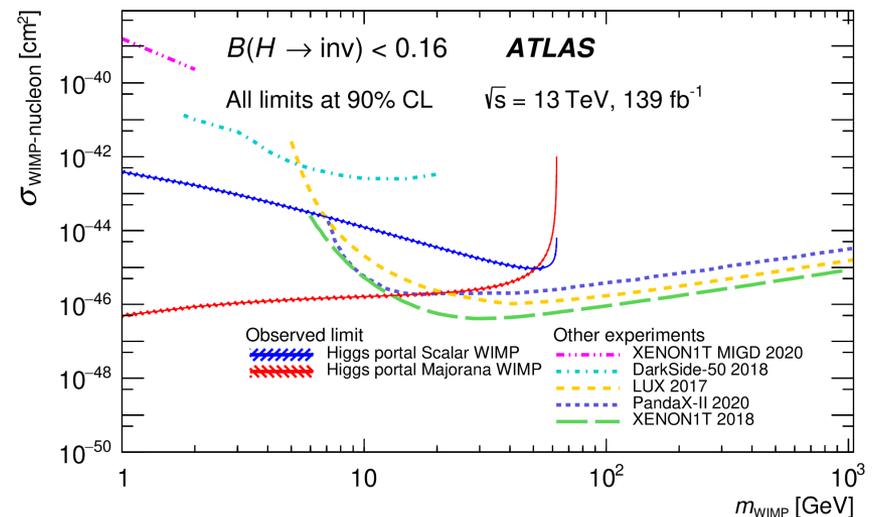
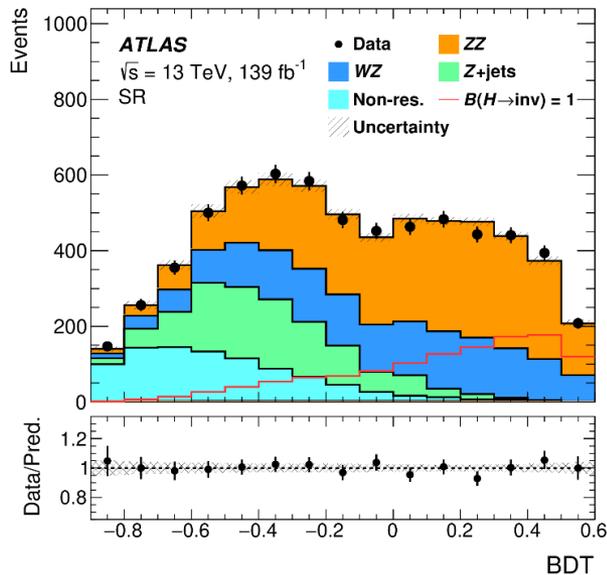
- 在  $(m_A, m_H) = (420, 320)$  GeV处，观察到局域(全局)显著性为 3.8 (2.8)  $\sigma$  的超出



arXiv:2210.05415

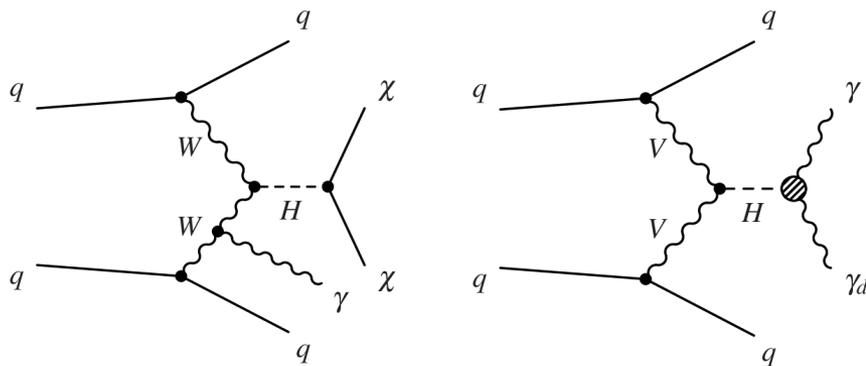
# 对撞机上暗物质研究

- 希格斯粒子不可见衰变，研究希格斯粒子与暗物质的通道
  - $ZH, Z(\rightarrow \text{dilepton}) + H(\rightarrow \text{inv.} \rightarrow \text{MET})$  末态本底干净
  - ATLAS-CONF-2022-042, 单个分析道得到  $B(H \rightarrow \text{inv}) < 19\%$  at 95% CL
  - 中科大做出主导性贡献, 担任分析负责人

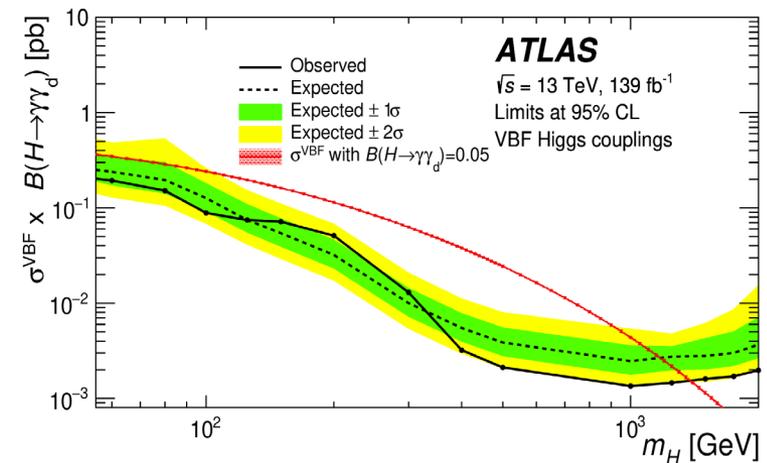


# 对撞机上暗物质研究

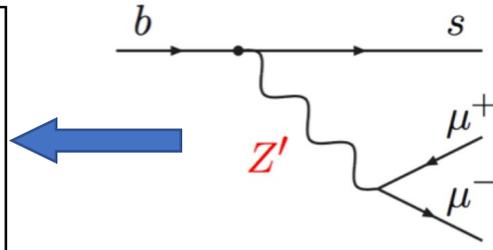
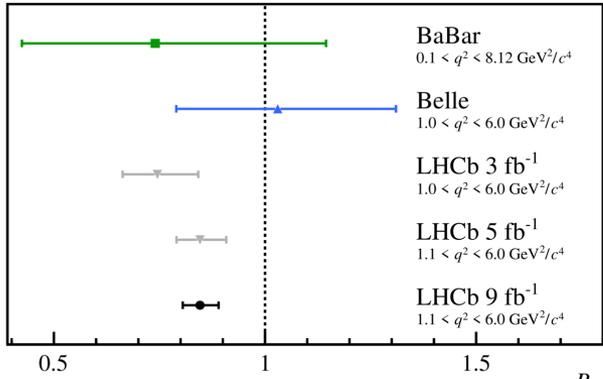
- 前述电弱产生的  $Z(\nu\nu)\gamma + 2\text{jets}$  过程分析的诠释 (Interpretation)
  - 约束希格斯不可见衰变和暗光子
  - 高能所重要贡献，做“批准报告”



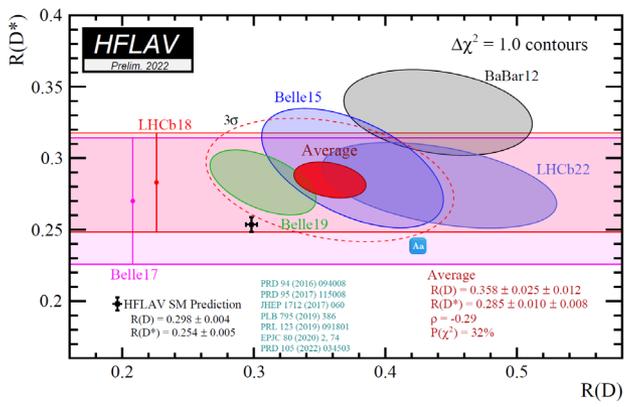
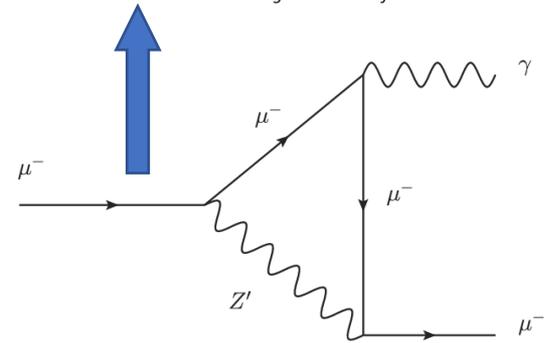
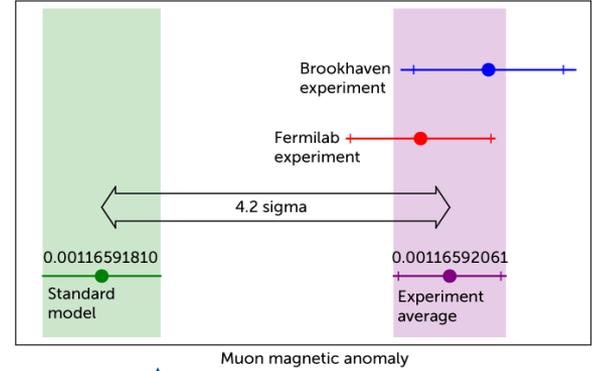
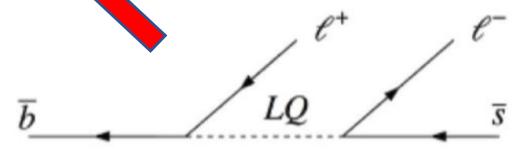
EPJC 82 (2022) 105



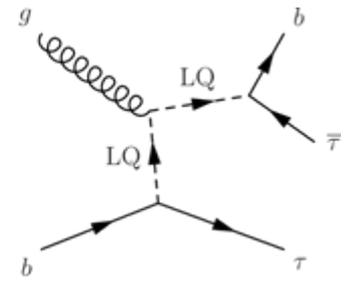
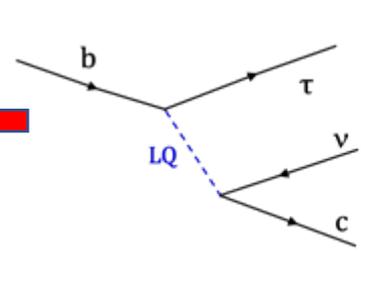
# 味物理反常



$R_K$



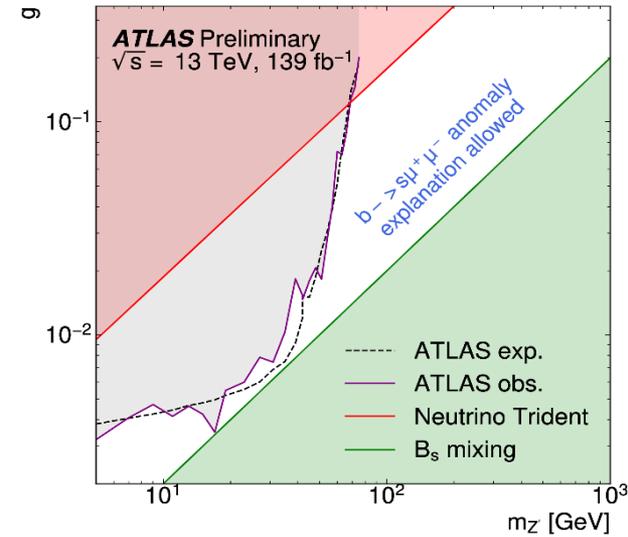
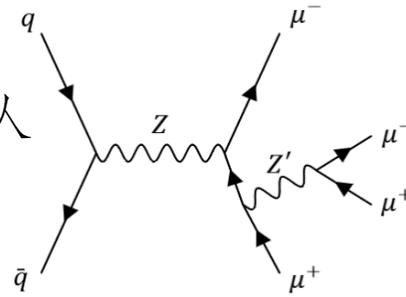
$R(D)$



# 理解味物理反常的起源

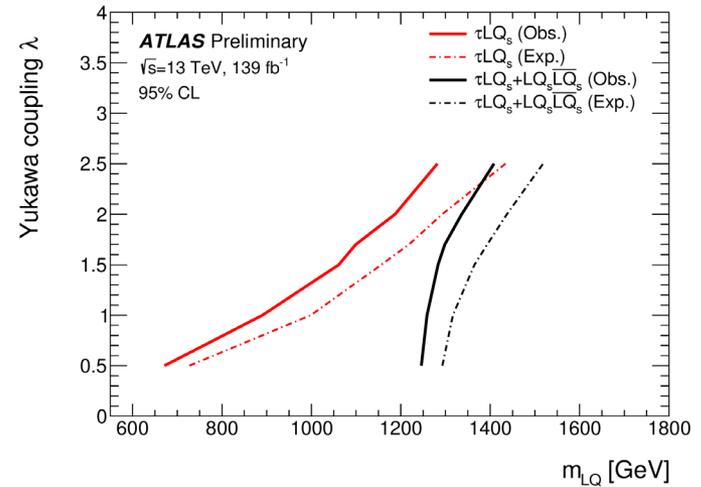
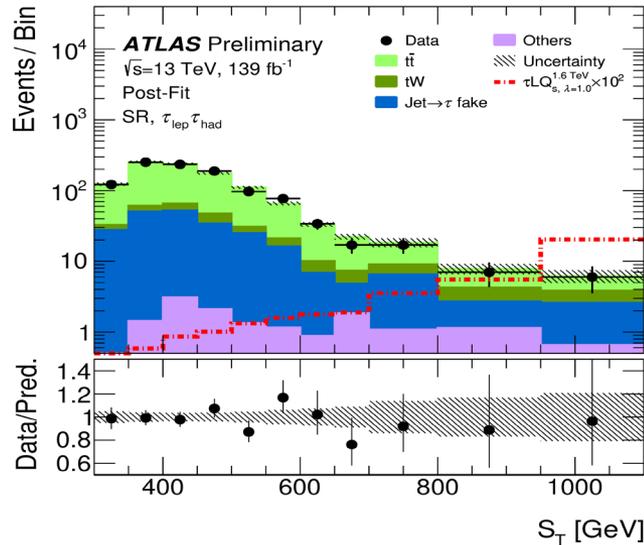
- 4 $\mu$ 末态寻找额外规范玻色子Z':

- 分析道:  $Z \rightarrow \mu\mu$   $Z' (\rightarrow \mu\mu)$
- 山大主导贡献: 分析负责人  
ATLAS-CONF-2022-041



- 寻找第三代Leptoquark:  $LQ \rightarrow b\tau$

- 南京大学担任分析负责人, 负责整个研究

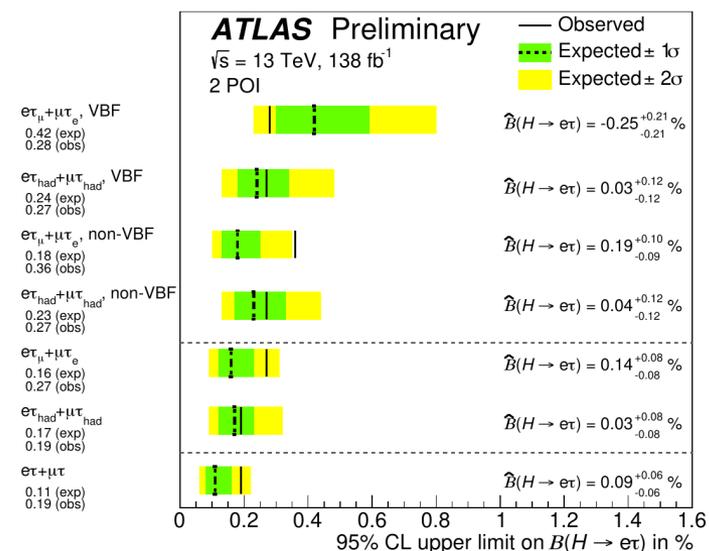
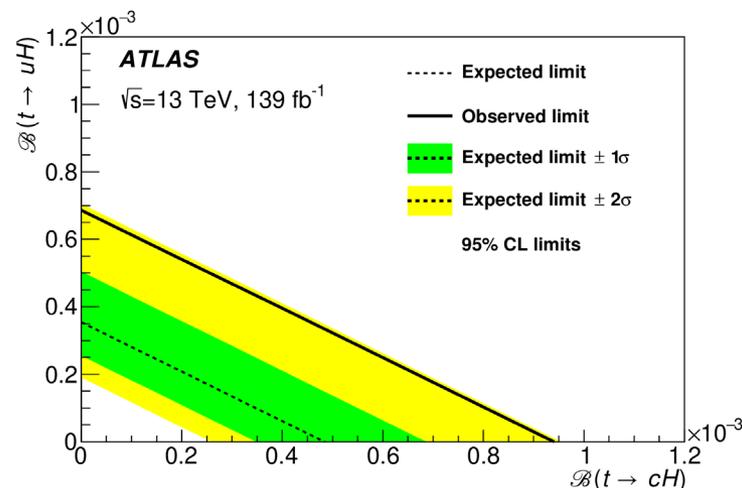


# 费米子味改变中性流过程

- 夸克味道改变中性流过程 (FCNC)
  - SM极度压低, 但在多种BSM理论中增强
- 寻找  $top \rightarrow h u/c, h \rightarrow \tau\tau$ 
  - 清华主导贡献, 负责整体分析

arXiv:2208.11415, 投稿JHEP

- 寻找  $h \rightarrow e\tau$  和  $\mu\tau$  的轻子味道破缺衰变
- 初步结果为: obs. (exp.)
  - $B(H \rightarrow e\tau) < 0.19$  (0.11)
  - $B(H \rightarrow \mu\tau) < 0.18$  (0.09)
- 清华大学参与了:
  - 选择优化, 本底处理, 系统误差, 统计

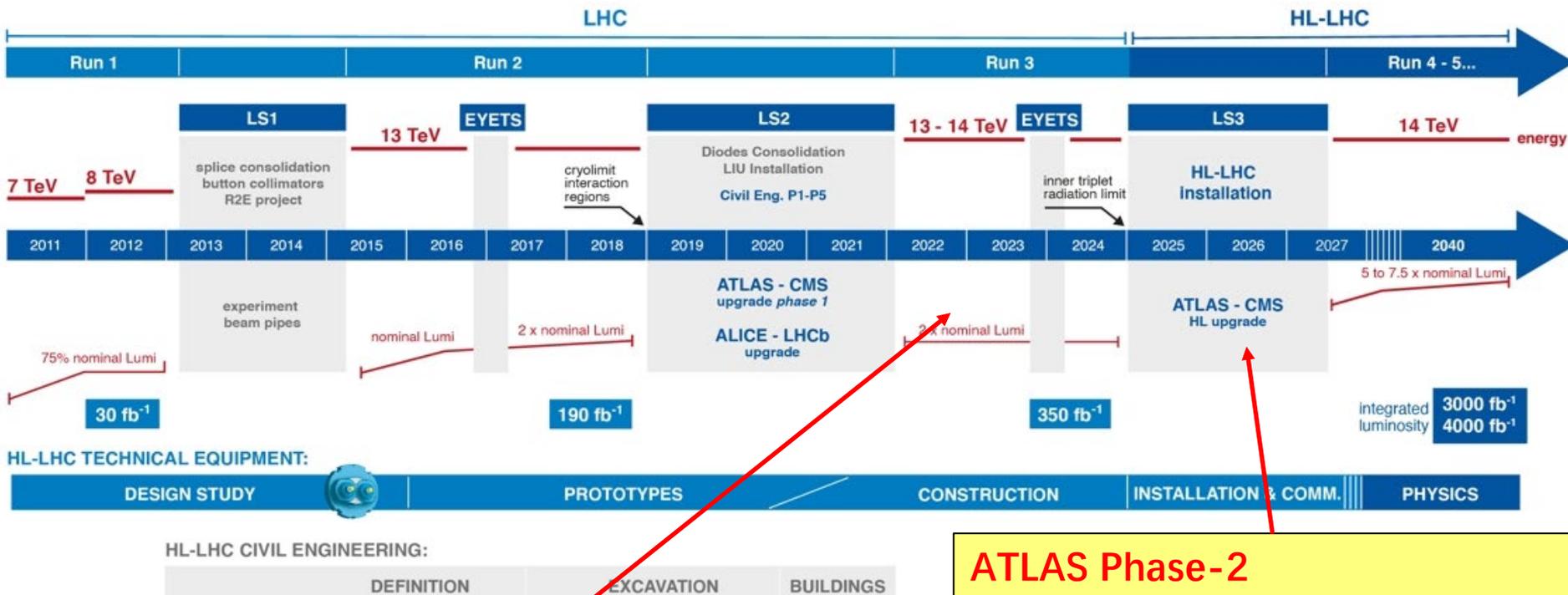


[ATLAS-CONF-2022-060](#)

# LHC升级计划



## LHC / HL-LHC Plan



现在位置

**ATLAS Phase-2**

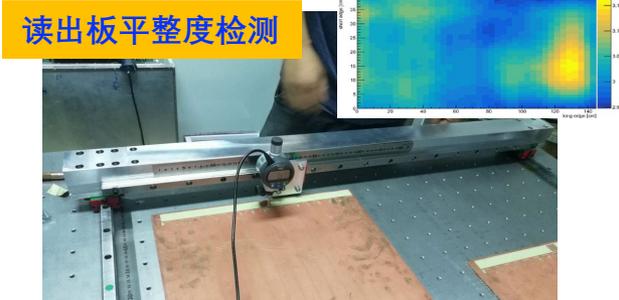
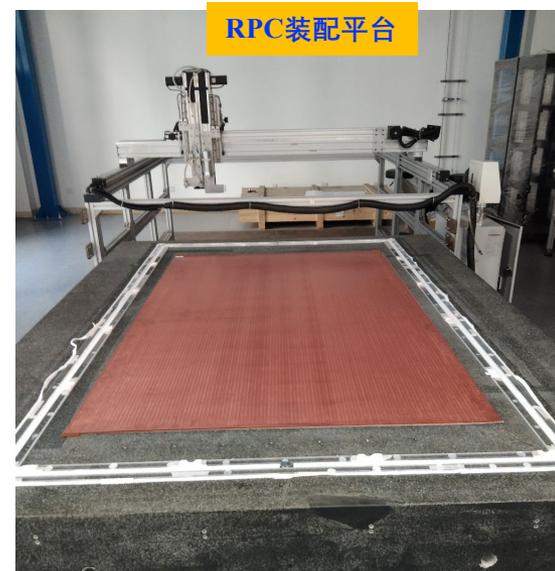
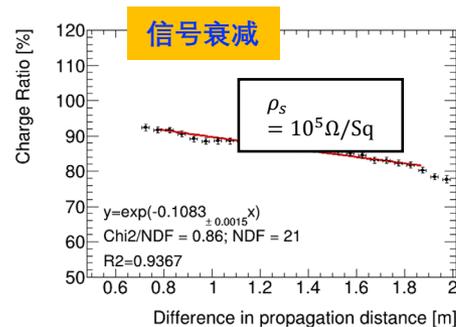
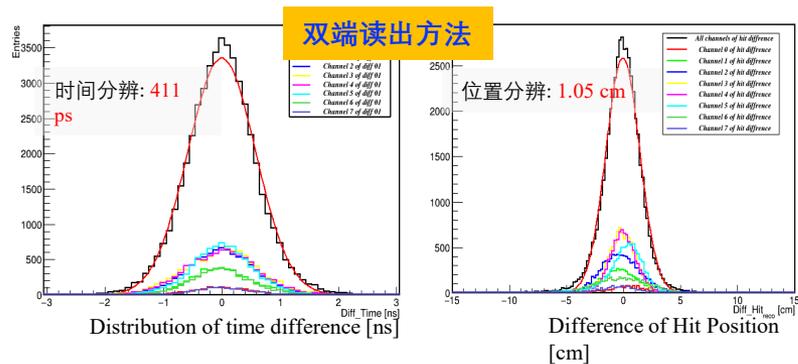
- ITK: 高能所/清华
- RPC: 科大/山大/交大
- HGTD: 高能所/科大/南大/山大

- 未来还有~20倍的数据

# ATLAS Phase-II 缪子谱仪升级

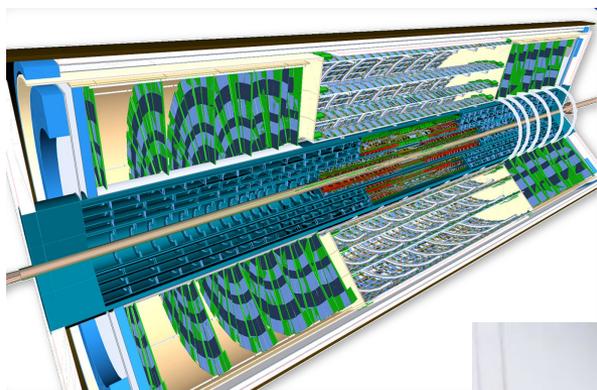
- 桶部内层新建高分辨RPC:  $\sim 1400 \text{ m}^2$ ,  $\sim 10$ 万通道
  - 中科大-山大-上交大:  $\sim 600$  RPC读出板,  $\sim 7000$ 前端电子 ( $\sim 54\%$ )
  - 全面参与探测器研发与设计, 通过工程建造掌握大面积探测器制作关键技术

- 目前: 探测器性能研究, 大面积生产、装配的研究

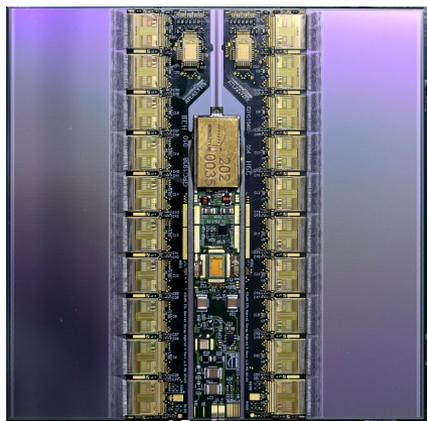


# ATLAS硅微条内径迹探测器升级

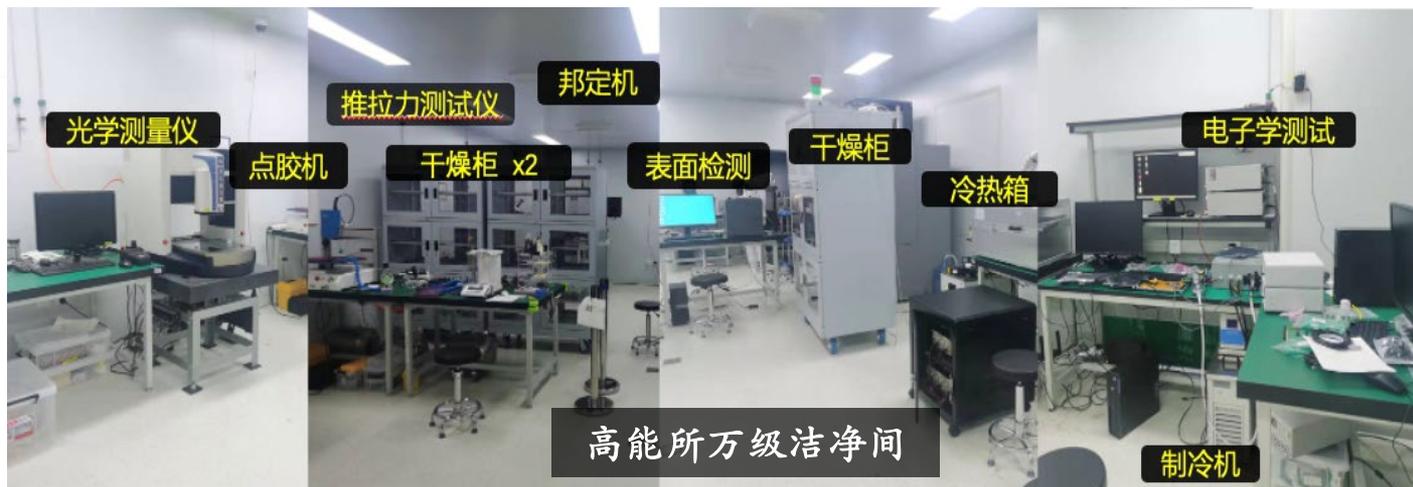
- 高能所/清华团队负责研制桶部10%硅微条探测器模块（1000个，约10m<sup>2</sup>）
  - 高能所站点已经通过探测器模块预生产考核，开始模块预生产
  - 高能所史欣作为中国-英国集群负责人，协调桶部径迹探测器50%的研制任务



- 未来将开展硅径迹探测器系统安装及联调（常驻英国卢瑟福实验室）



短微条模块 (5120道)



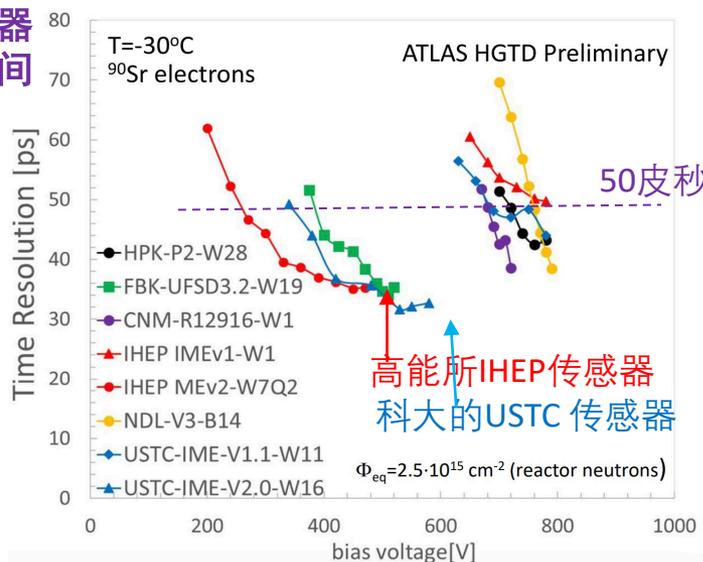
# 高颗粒度时间探测器 (HGTD)

- HGTD 高时间分辨 (50 ps)
  - 提高HL-LHC阶段ATLAS实验排除事例堆积的能力
  - 中国组 (Prof. Joao Da Costa) 担任了项目负责人 (project leader)
  - 规模: 6.4 m<sup>2</sup> 硅探测器, 约3.6M通道
  - 挑战: 高辐照环境,  $2.5 \times 10^{15}$  N<sub>eq</sub>/cm<sup>2</sup>, 2 Mgy

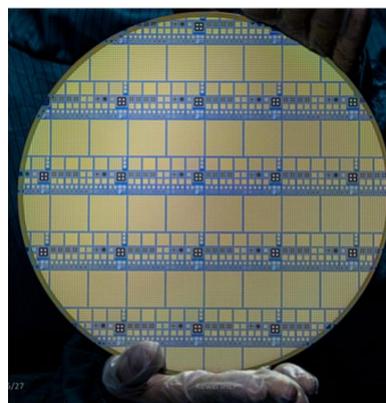
# 高颗粒度时间探测器 (HGTD)

- HGTD 高时间分辨 (50 ps)
  - 提高HL-LHC阶段ATLAS实验排除事例堆积的能力
  - 中国组 (Prof. Joao Da Costa) 担任了项目负责人 (project leader)
  - 规模: 6.4 m<sup>2</sup> 硅探测器, 约3.6M通道
  - 挑战: 高辐照环境,  $2.5 \times 10^{15} \text{ N}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$ , 2 Mgy
- 传感器: 高能所与科大自主研发国产超快硅传感器 (LGAD)
  - 性能优秀, 通过CERN的市场调研的考核

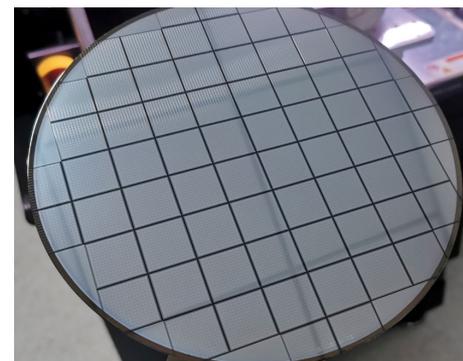
各国传感器  
辐照后时间  
分辨率



IHEP LGAD on wafer



USTC LGAD on wafer



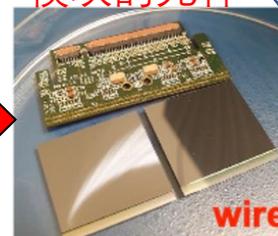
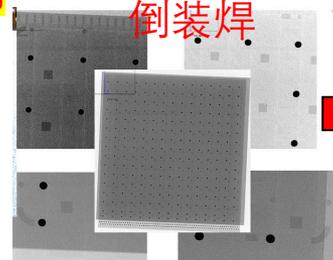
# 高颗粒度时间探测器 (HGTD)

- 探测器模块：
  - 高能所研制出首批全尺寸模块
  - 山大开发了模块芯片测试板和 Flex板原型
  - 中国组（高能所、中科大）将组装~4000个模块，占项目45%

高能所模块研制

ASIC与传感器  
倒装焊

模块的元件

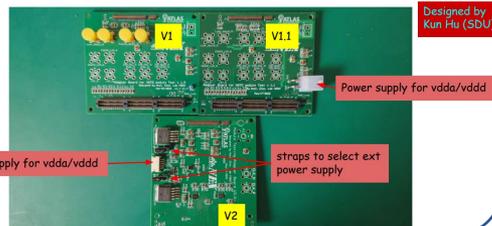


全尺寸模块

自动组装

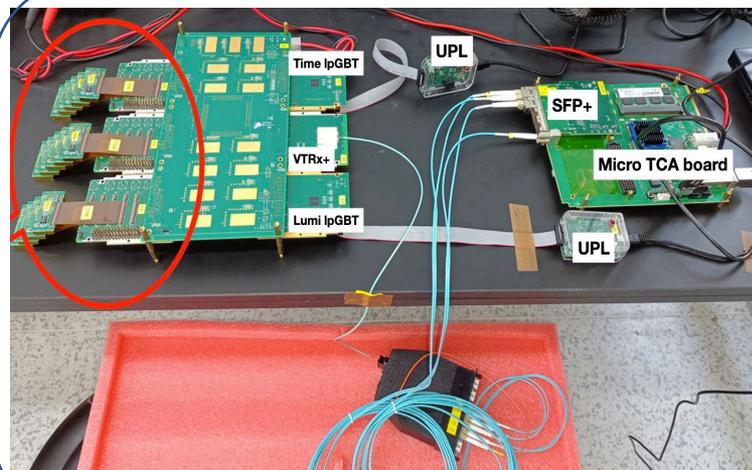


山大测试系统



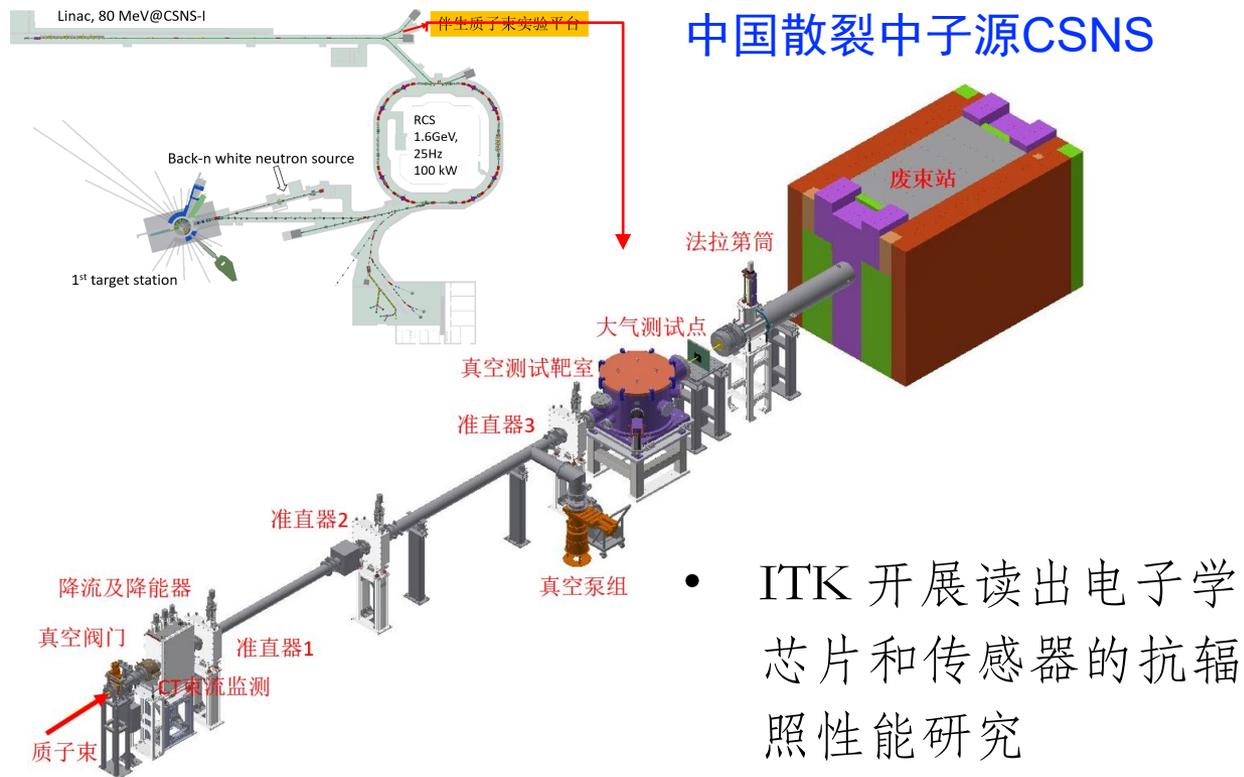
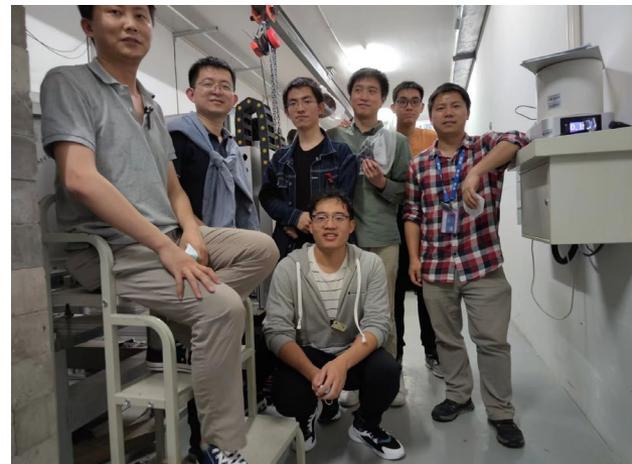
- 外设电路：
  - 南大和高能所完成了读出电路系统的原型机，正在进行最终电路板的开发
  - 高能所设计和提供多路高精度高压电源原型机

南大与高能所研制的外设电路板的原型机



# 国内测试束流平台

- MUX64芯片研制和测试
  - HGTD外设电路必需的
  - 南大联合高能所、美国SMU等多家单位完成
  - MUX芯片的质子辐照测试



- ITK 开展读出电子学芯片和传感器的抗辐照性能研究



# 中国组在ATLAS合作组内职务

## • 组织管理:

- ◆ 执行委员会委员: Joao (2021-至今), 金山(2016-2017)
- ◆ **ATLAS**合作组委员会顾问组成员: Joao (2022-2023), 黄燕萍 (2020-2021), 杨海军 (2018-2019), 庄胥爱 (2016-2017), 赵政国 (2012-2013), 金山 (2010-2011)
- ◆ **HGTD**项目经理: Joao (2021-至今); 副经理(2020-2021)
- ◆ **Publication committee**: 梁志均 (2020-至今)
- ◆ **ITk UK-China Cluster Manager**: 史欣 (2022-至今)
- ◆ **HGTD Risk Manage**: 张照茹 (2021-至今)
- ◆ **HGTD Steering Committee**: Joao、梁志均、张杰、赵梅、吴雨生、张照茹 (2020-至今)
- ◆ **Speakers committee** (deputy) chair: 吴雨生 (2020-2021)
- ◆ **HGTD Speaker Committee member & chair**: 刘衍文 (2021-2022)
- ◆ **Muon Institute Board Chair**: Toni Baroncelli (2017-2021)
- ◆ **Muon Phase-II Upgrade Resource Coordinator**: Toni Baroncelli (2019-2024)
- ◆ **ITK Institute Board**: 娄辛丑 (2016-2018)
- ◆ **Pixel Institute Board**: Joao
- ◆ **Pixel Technical Coordinator and Steering Committee**: JuanAn Pascual

# 中国组在ATLAS合作组内职务

## 物理组和基础软件组:

近几年统计

- ◆刘坤 (交大): Photon Identification and Efficiencies组召集人 (2022至今) ,
- ◆李昌樵 (交大): Xbb tagging 组召集人(2022-至今)
- ◆李冰 (山大): ATLAS SM电弱物理组召集人 (2022-), ATLAS B物理夸克偶素组召集人 (2018 - 19)
- ◆ Antonio Giannini (科大): Exotics DBL convener 2022-2024
- ◆刘洋 (南大/高能所): ATLAS Tau 组鉴别和刻度组召集人: (2021/10-至今)
- ◆Antonio De Maria (南大): ATLAS Hlepton组召集人 (2021-至今) , Tau 触发组召集人(2020-), ATLAS Fake Tau组召集人(2018-19)
- ◆吴雨生 (科大): HGTD simulation/performance/physics组召集人(2020-至今), 夸克产生和b截面测量组召集人(2017-2019)
- ◆李数 (交大): LHC 多玻色子组召集人(2018-至今); ATLAS 产生子开发/调试组召集人(2018-19); ATLAS SM 电弱组召集人 (2017-18)
- ◆张雷 (南大): BSM Higgs 组召集人 (2020-22), LHC Higgs Cross Section bbH/bH 组召集人 (2017-20)
- ◆黄燕萍 (高能所): E/Gamma calibration组召集人(2019-2021), Photon ID组召集人(2016-2018)
- ◆杨洪洮 (科大): Higgs gamma gamma convener 2021-2023
- ◆徐来林 (科大): PMG subgroup convener weak boson:2019 -2021
- ◆徐达 (高能所): SUSY EW组召集人 (2019-2020)
- ◆Claudia Bertella (高能所): HWW组召集人(2018-2019)
- ◆Mohamad Kassem Ayoub (高能所): ATLAS Fake Tau 组召集人 (2020-2021)
- ◆Nishu Nishu (交大): PMG jet&photon组召集人 (2019-2021)

## 探测器运行组:

- ◆梁志均 (高能所): HGTD项目探测器Level-2组召集人 (2020-至今)
- ◆张杰 (高能所): HGTD项目外围电路Level-3协调人(2020-至今) , 探测器模块电路Level-3协调人 (2020-至今)
- ◆赵梅 (高能所): HGTD项目传感部分level-2召集人 (2021-至今)
- ◆樊磊 (高能所): HGTD高压电路Level-3 协调人 (2021-至今)
- ◆孙勇杰(科大): RPC Level-3 coordinator (2019-至今)
- ◆Joao (高能所): HGTD项目资源管理与风险管理召集人 (2019-2020)
- ◆JuanAn (高能所): HGTD 项目触发与数据获取组召集人 (2019)
- ◆JuanAn (高能所): Pixel Run Coordinator (2018/4-2018/9)

# 总结与展望

- 在ATLAS希格斯物理研究领域，发挥更加重要的作用
  - 希格斯十周的Nature的总结文章，中国组起到了重要作用
  - 担任了多个工作组的召集人，更多的分析负责人，文章编辑等
- 在VBS等标准模型精确测量，超出标准模型新物理寻找等方面有出色成果
- 第三期取数运行已经顺利开始，相信不久会有更精彩的成果
- 探测器而且升级，中国组在ITK，RPC，HGTD发挥重要作用
  - 逐步起到领导作用，如高能所担任了HGTD的项目负责人、ITK集群负责人
- 感谢基金委、科技部和中科院以及全国同行的大力支持！



南京大學

NANJING UNIVERSITY

backup