
赵忠尧奖学金评选报告

报告人：于丹

博士生导师：阮曼奇 / Vincent Boudry

博士后合作导师：阮曼奇

个人简历

- 2008-2011
 - 哈尔滨工业大学核物理专业 本科
- 2011-2012
 - 法国里尔一大基础物理专业 本科
- 2012-2014
 - 法国巴黎综合理工高能物理专业 硕士研究生
 - SDHCAL校准; ECAL探测器优化;
- 2014-2018
 - 法国巴黎综合理工LLR实验室+中科院高能物理研究所
 - 博士论文题目: 未来正负电子对撞Higgs工厂中的轻子 (Tau) 鉴别 ²



研究内容

- CEPC/ILC 中的轻子鉴别
- CEPC/ILC 中Higgs到tau的衰变分支比测量（全模拟分析）
- CEPC 的探测器优化
- Arbor粒子流算法的优化

轻子鉴别

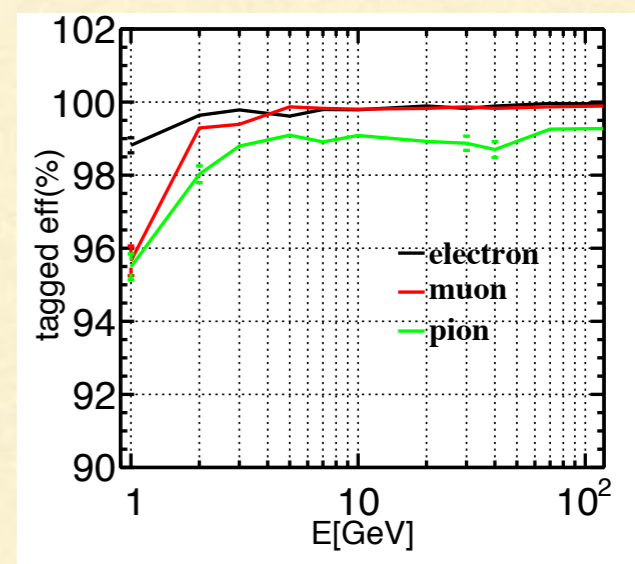
- 对CEPC物理测量至关重要
- 完成LICH通用轻子鉴别算法开发。
 - 性能最优（在目前所有正负电子Higgs工厂研究中）
 - 对于2GeV以上的轻子鉴别效率达到99.5%以上，误判率<1% (比ALEPH好3倍, 比CLIC好接近一个量级)
 - 是CEPCSOFT、ILCSOFT官方软件
 - 发表文章：Eur. Phys. J. C (2017) 77:591

轻子鉴别

单粒子性能接近物理极限：误判由不可约本底导致（如Pion衰变）

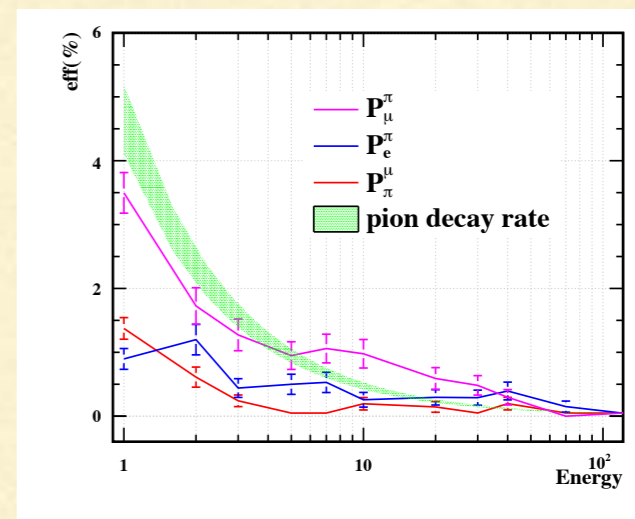
40GeV 单粒子效率与误判率 (LICH)

Type	$e^- \text{ like}$	$\mu^- \text{ like}$	$\pi^+ \text{ like}$
e^-	99.71 ± 0.08	< 0.07	0.21 ± 0.07
μ^-	< 0.07	99.87 ± 0.08	0.05 ± 0.05
π^+	0.14 ± 0.05	0.35 ± 0.08	99.26 ± 0.12



2GeV以上轻子效率与误判率 (ALEPH *Eur.Phys.J.C20:401-430,2001*)

Type	$e^- \text{ like}$	$\mu^- \text{ like}$	$\pi^+ \text{ like}$	undefined
e^-	99.57 ± 0.07	< 0.01	0.32 ± 0.0	0.09 ± 0.04
μ^-	< 0.01	99.11 ± 0.08	0.88 ± 0.08	0.01 ± 0.01
π^+	0.71 ± 0.04	0.72 ± 0.04	98.45 ± 0.06	0.12 ± 0.03



物理事例中性能同单粒子级别性能吻合。eeH/ $\mu\mu$ H中一对轻子探测效率：97% / 98%

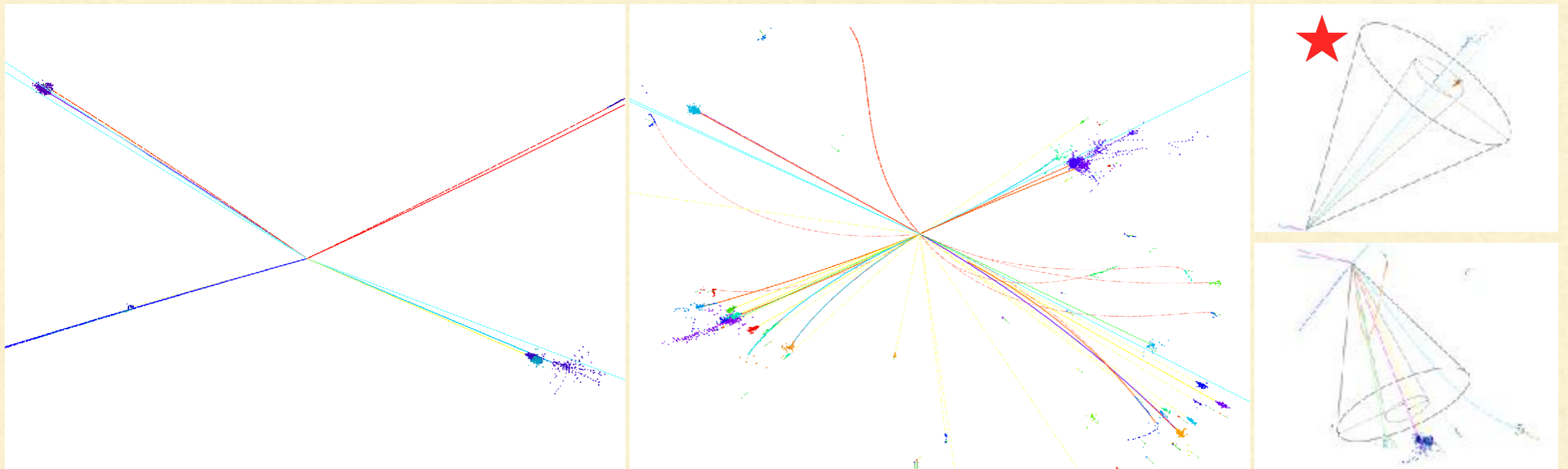
误判 (<1%) / 探测器接受度 (<1%) / 粒子重叠 (<1%)

H \rightarrow $\tau\tau$ 分析

- Higgs耦合常数最大的轻子
 - H \rightarrow $\tau\tau$ 分支比CEPC最重要的标志性的测量之一
- 我的工作：
 - Tau Finding: 根据不同的事例拓扑开发相应Tau Finding算法
 - 系统整合粒子流算法提供的精确信息 (di- τ , di-jet, vertex)
定义最优化的选择条件
 - 结论: H \rightarrow $\tau\tau$ 分支比相对精度达到0.81%

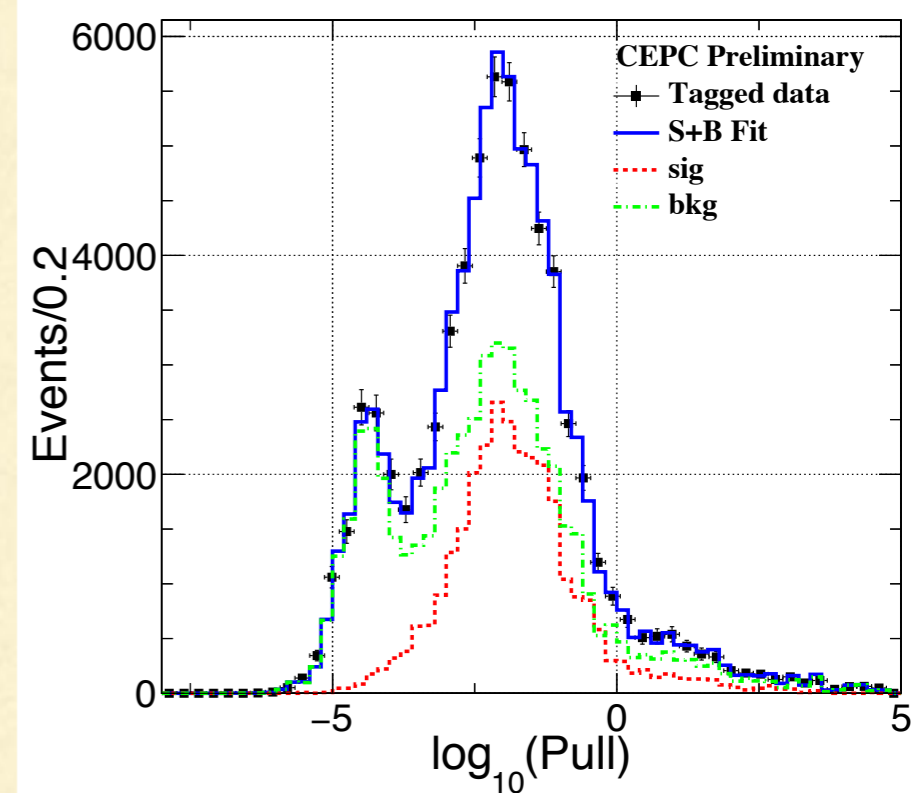
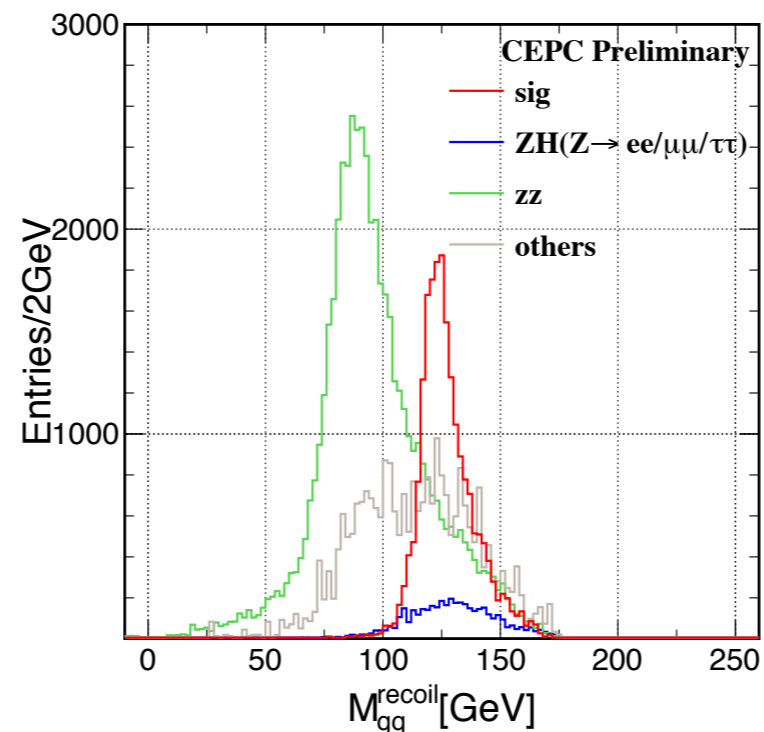
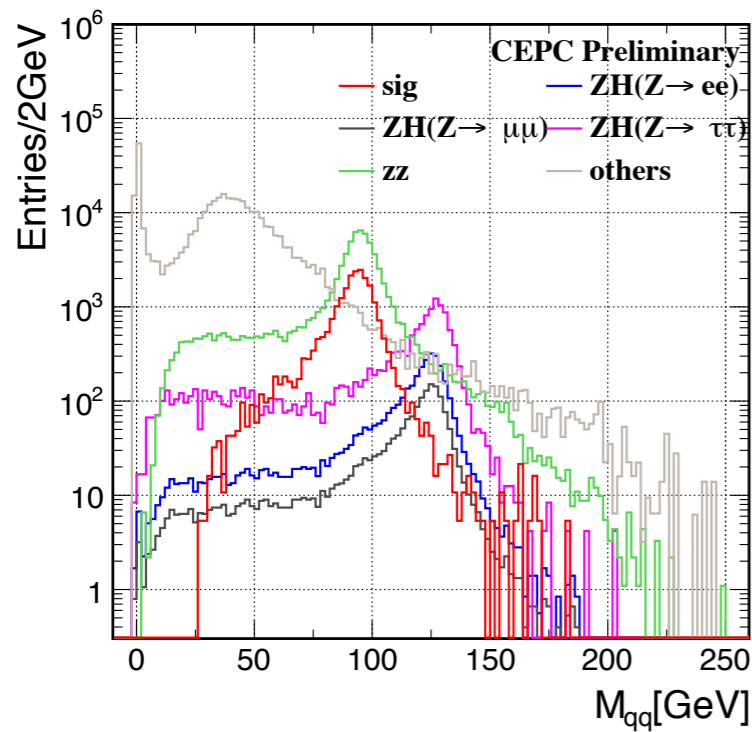
τ -Finder

- 根据事例不同的拓扑结构进行区分：llH/qqH



粒子流算法信息

- qqH中可利用信息： di- τ 系统, di-jet系统
- 鉴别依据：
 - τ 粒子衰变末态
 - $\tau\tau$ 不变质量 (qqH)
 - qq不变质量、反冲质量(qqH)
 - 碰撞常数(Impact Parameter)



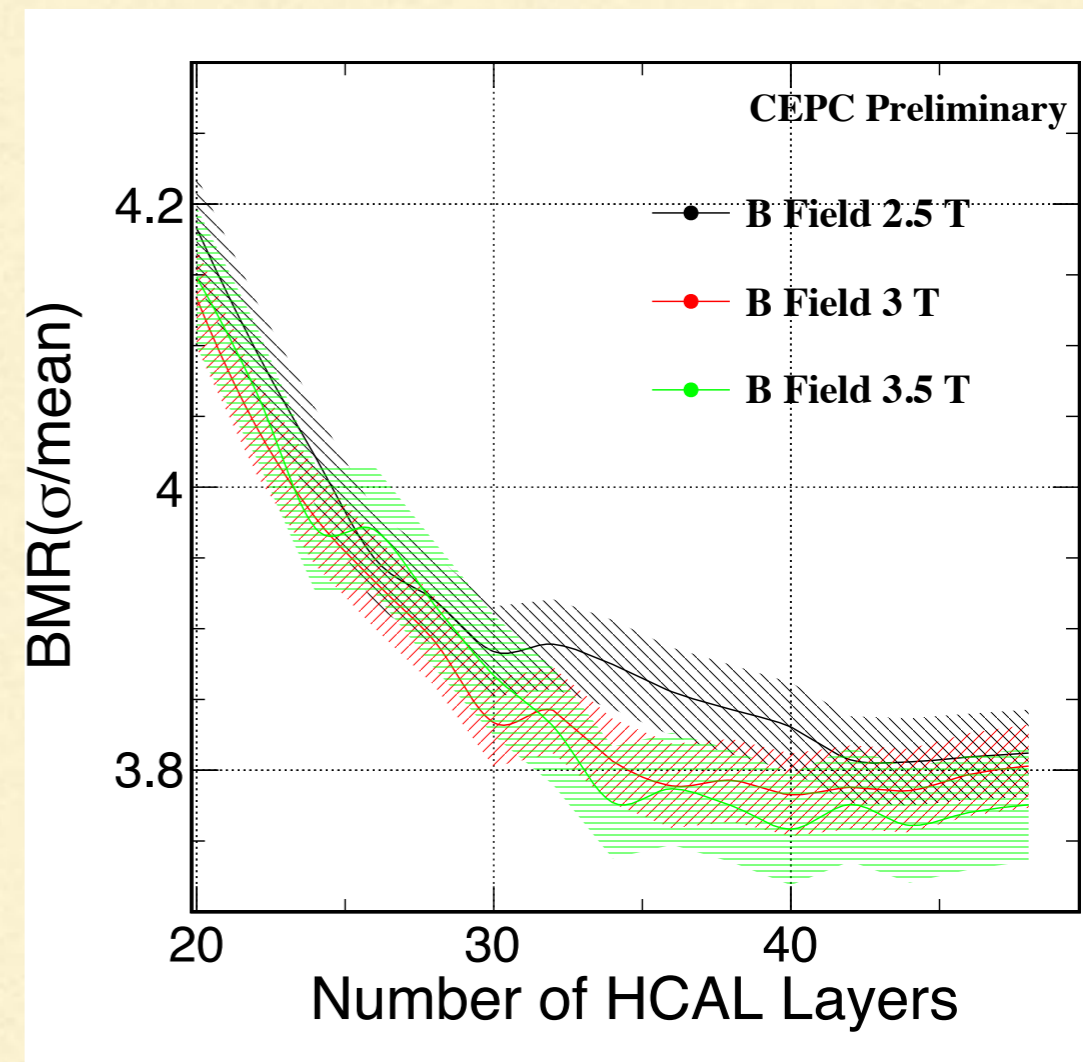
H \rightarrow $\tau\tau$ 分析结论

- 高纯度高效率的 τ 粒子鉴别方法
- 粒子流算法提供了 $g(H\tau\tau)$ 的精确测量（喷注的信息）
- 探测器设计使碰撞参数(impact parameter)得以应用
- 测量精度达到1%以下(0.81)

	CEPC	ILC(L)	ILC(R)
Luminosity(ab^{-1})	5	2	2
Polarization(e^{-}, e^{+})	-	(0.8, -0.3)	(-0.8, 0.3)
Total Higgs	1.06M	0.60M	0.40M
Accuracy(%)	0.81	1.13	1.22

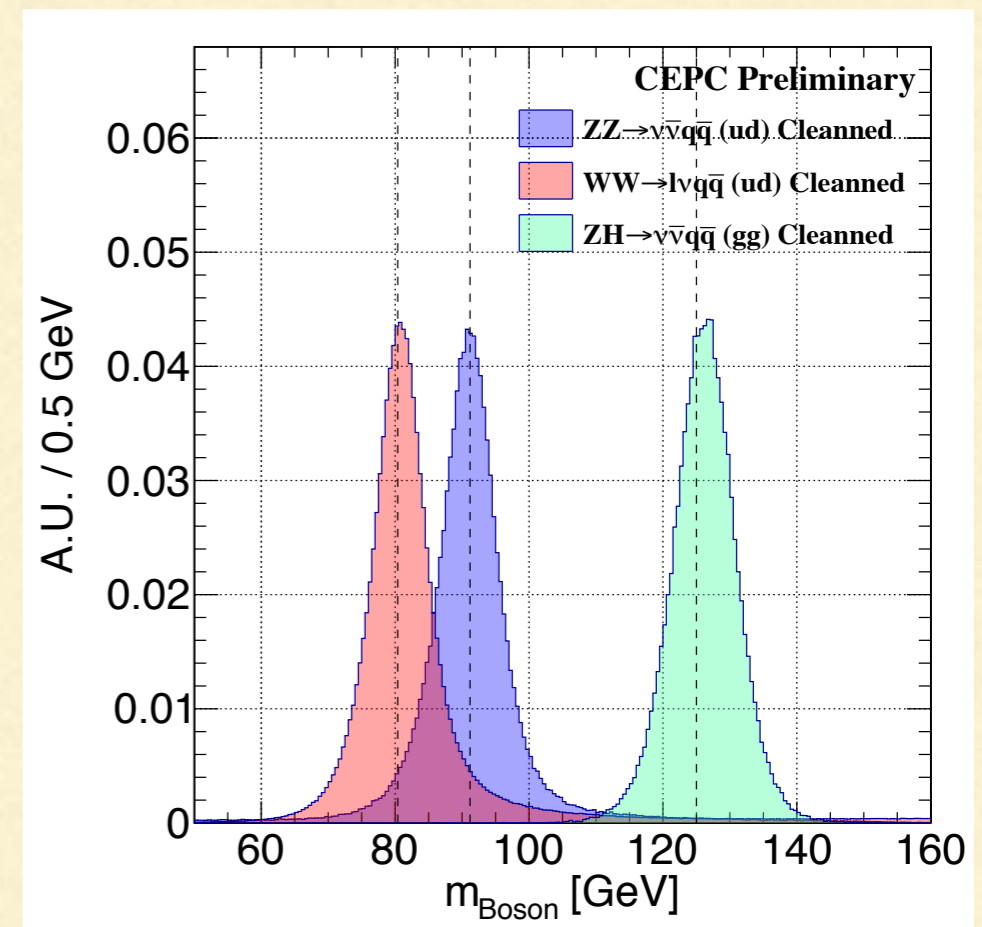
探测器优化

- 对于HCAL层数与磁场强度的研究
- CEPC Pre-CDR:
 - HCAL 48层；磁场强度 3.5T
- CEPC CDR:
 - HCAL 40层；磁场强度 3T
- 其他：
 - 对于冷却系统与探测器性能的研究
 - ECAL探测器的优化



粒子流算法优化

- 调试Arbor粒子流算法
 - Higgs质量分辨率达到3.8% (4.5% at v2, 2016), 达到4%的物理需求
 - 通过加入时间信息提高了光子重建效率
- 为组内各分析道提供技术支持 (全模拟、重建)



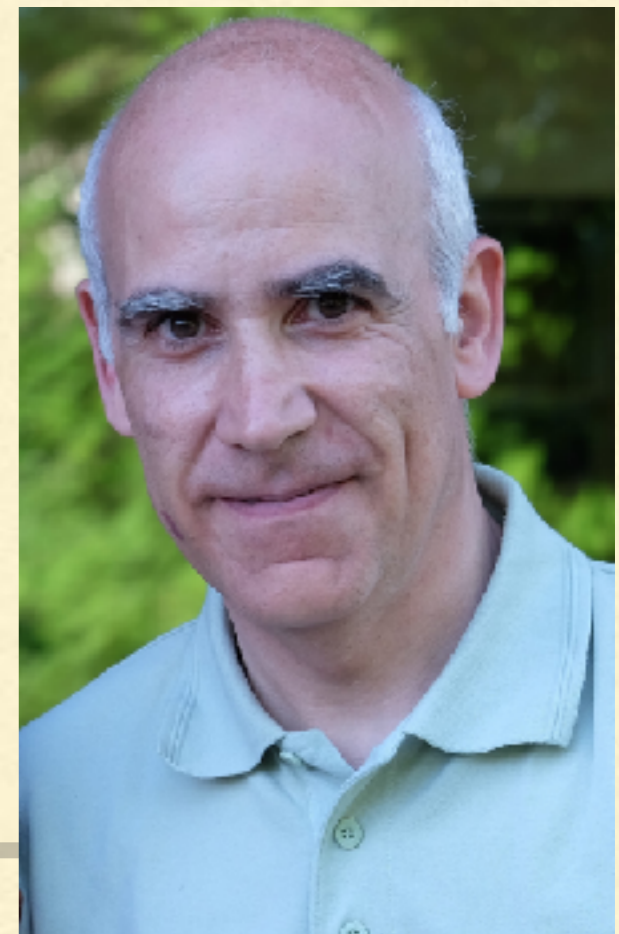


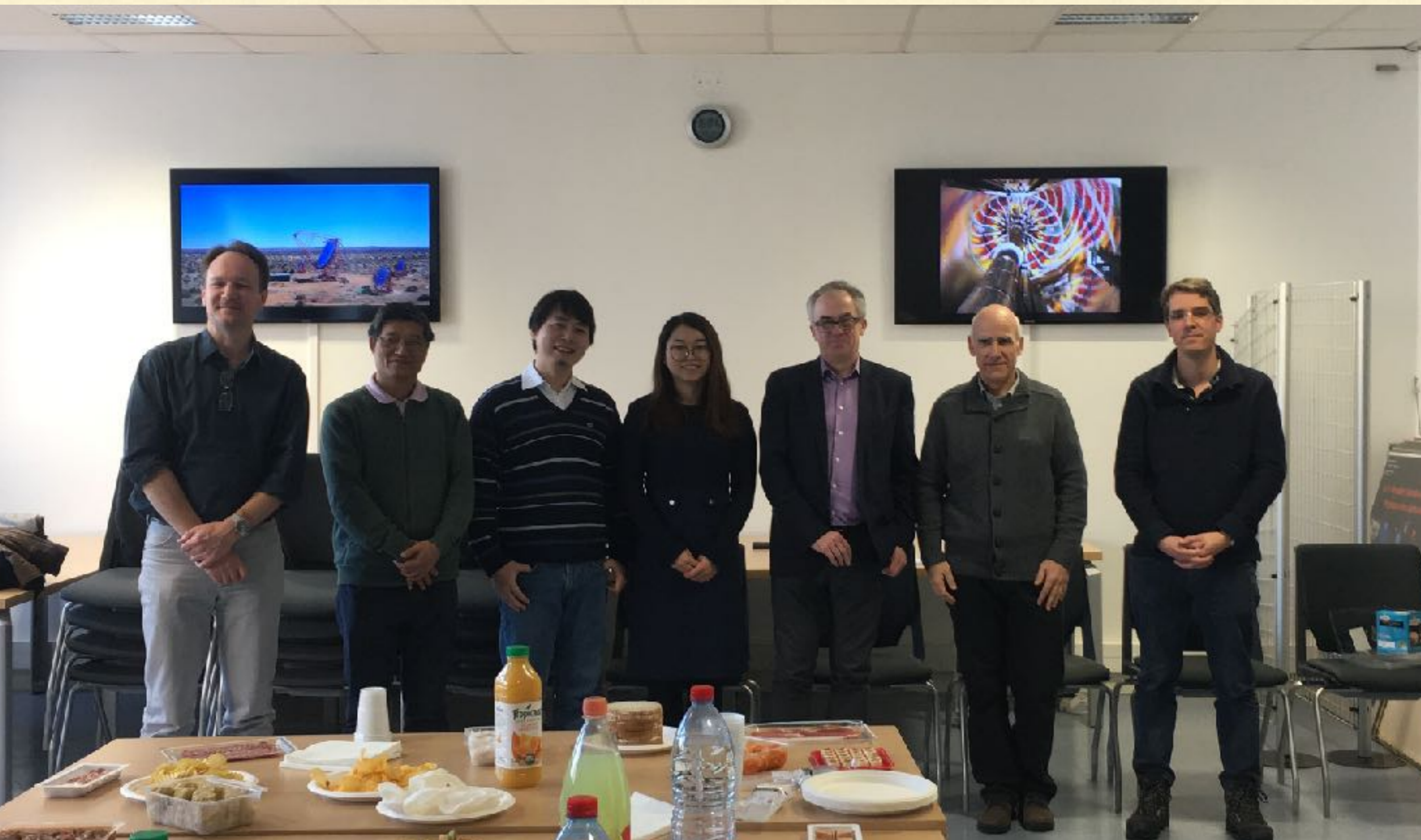
“The breadth and quantity of the research is impressive. These simulation studies are not trivial and the volume of new work presented in this thesis is clearly above threshold for the award of a PhD.”

–Professor Mark Thomson (Executive Chair of the STFC, Co-spokesperson of the DUNE collaboration, Author of PandoraPFA)

“The studies performed in this thesis are original and comforting as support material for future e^+e^- colliders.”

–Professor Luca Malgeri (CMS physics coordinator before 2016, deputy Upgrade Coordinator.)





博士后工作计划

- 完善CEPC的重建软件
 - Arbor 发布到 ILC/CMS
- τ 粒子完整的物理分析
 - 极化、衰变末态等
- CEPC探测器的优化与设计

谢谢!

Backup

后续tau分析

- 完整tau-finder的效率及误判率
- 极化
- 不同tau衰变末态及效率