



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences



CEPC360GeV下WWfusion过程的 截面测量

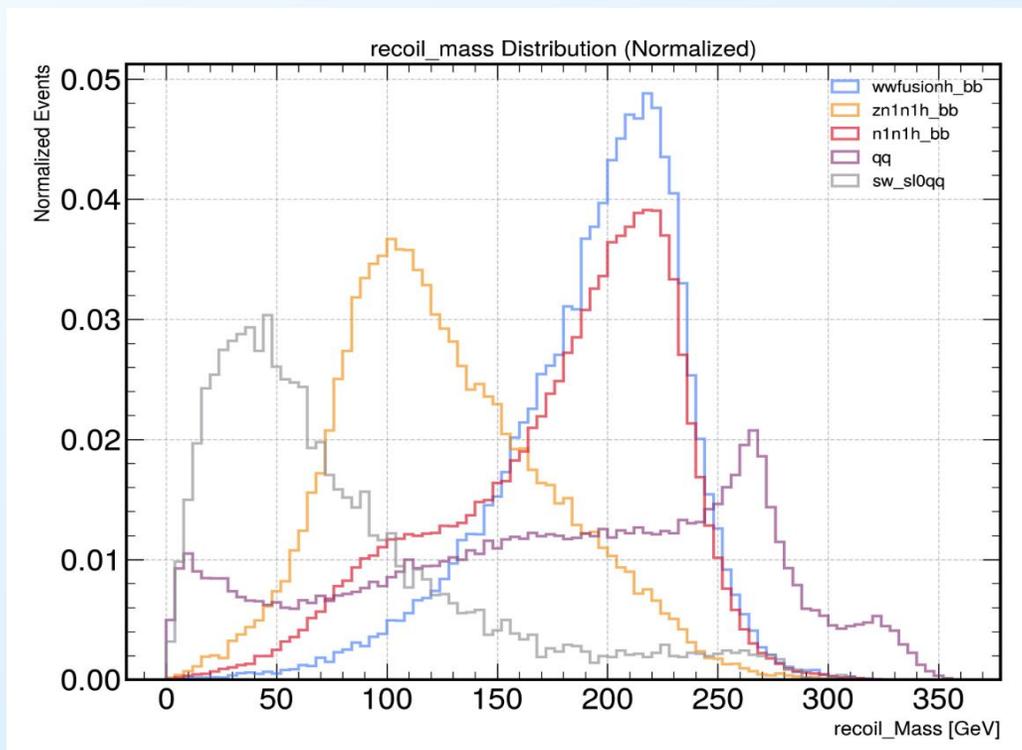
报告人：侯瑛琦

Hongbo Liao, Taozhe YU, Yingqi Hou, Kaili Zhang, Gang Li

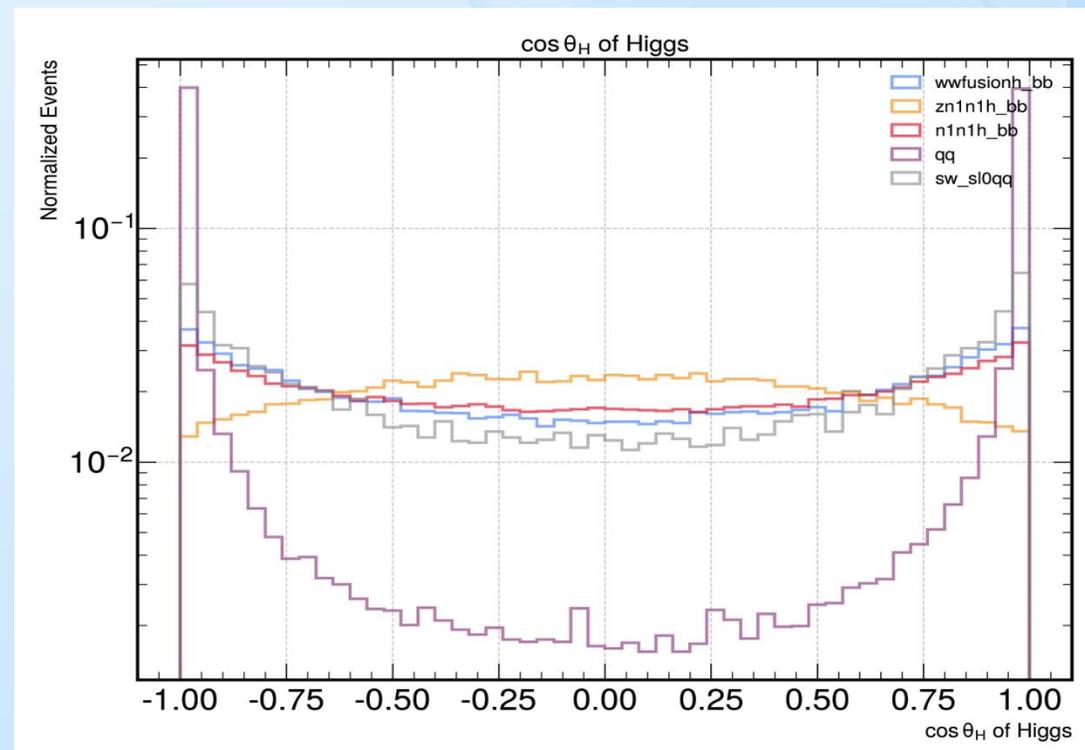
2025.5.21

► 分析策略

- ✓ **反冲质量(recoil_mass)**是区分wwfusion(信号)和znnH,H->bb(主要不可约本底)的有效变量。
- ✓ **higgs极角(polar_angle)**也是区分wwfusion(信号)和znnH,H->bb(主要不可约本底)重要的运动学变量。



- ZH, Z-vv,H->bb过程的反冲质量在Z玻色子质量(91 GeV)处有一个峰；而wwfusion, H->bb过程的反冲质量在Z玻色子质量点处没有峰。



- ZH, Z-vv,H->bb过程的Higgs极角是凸起的，与wwfusion过程的下凹形状有明显的区分。

► 分析策略

- ✓ 我们从MC数据中得到 ww fusion过程，ZH过程和其他本底（包括干涉项和其他本底）关键变量的PDF。
- ✓ 然后用这三个PDF去拟合伪数据集（inclusive过程加其他本底）来提取信号强度。

🔍 具体方法

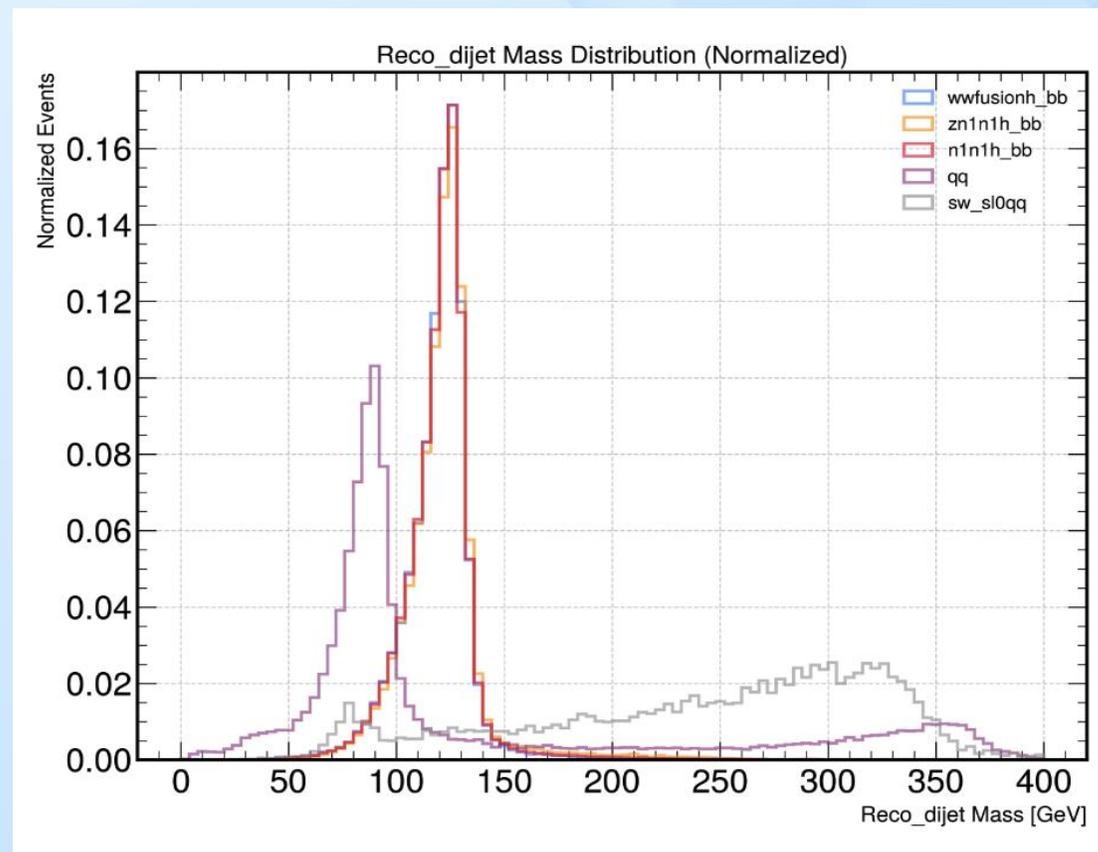
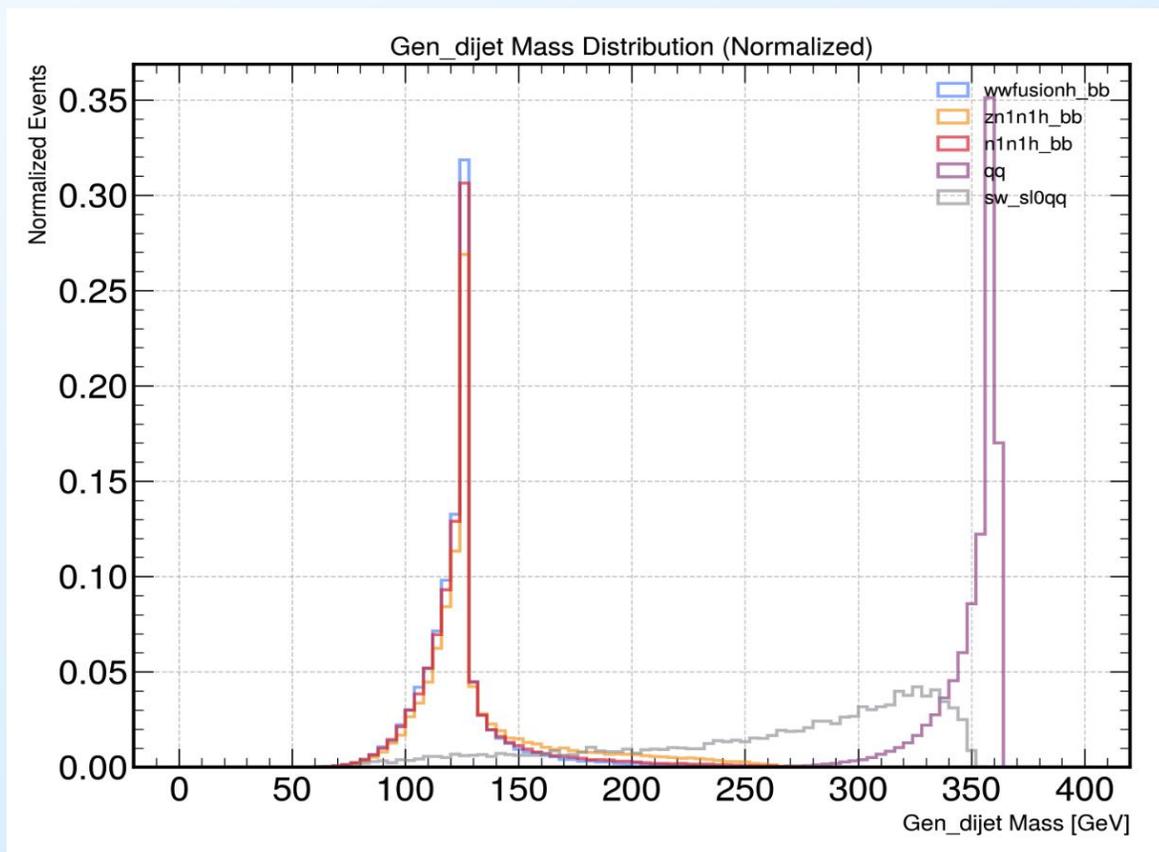
- 对做完cut之后的数据分别进行反冲不变质量和Higgs极化角的一维拟合；然后进行两个关键变量的二维拟合。
- 看机器学习方法是否可以提高信号和不可约本底的区分度。

★ 当前困难

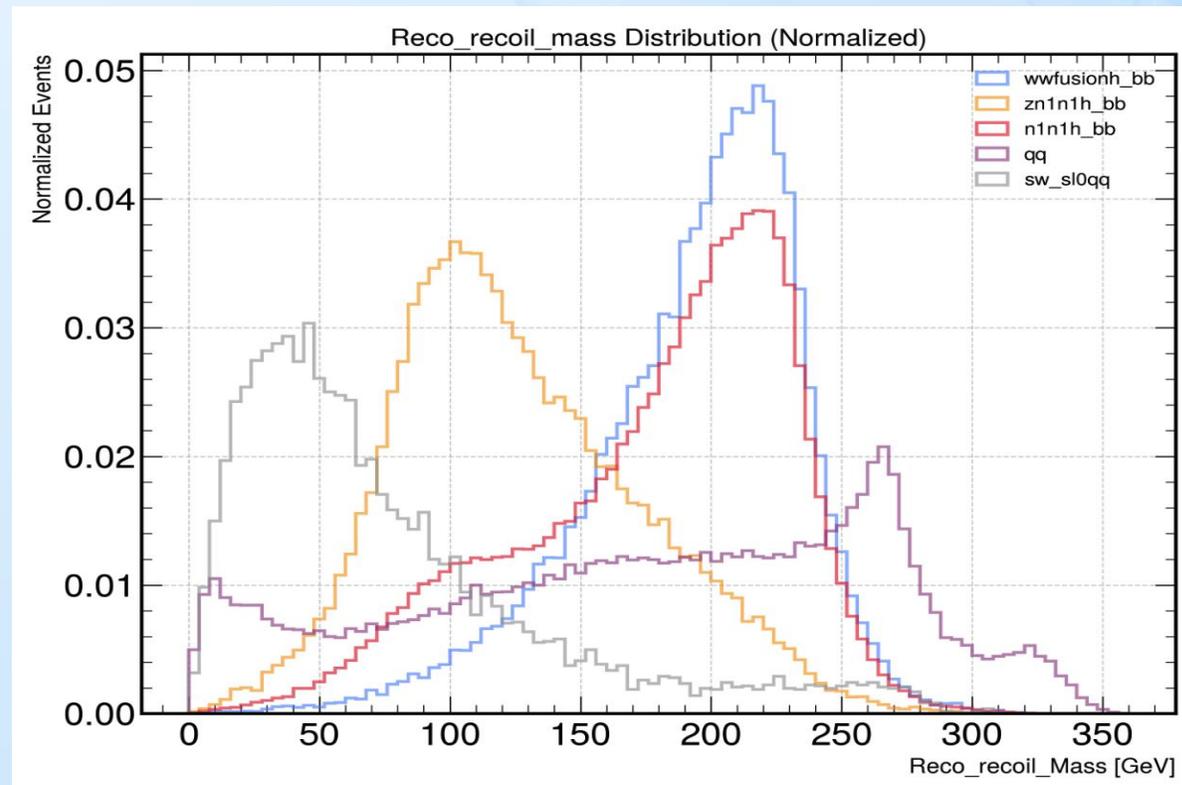
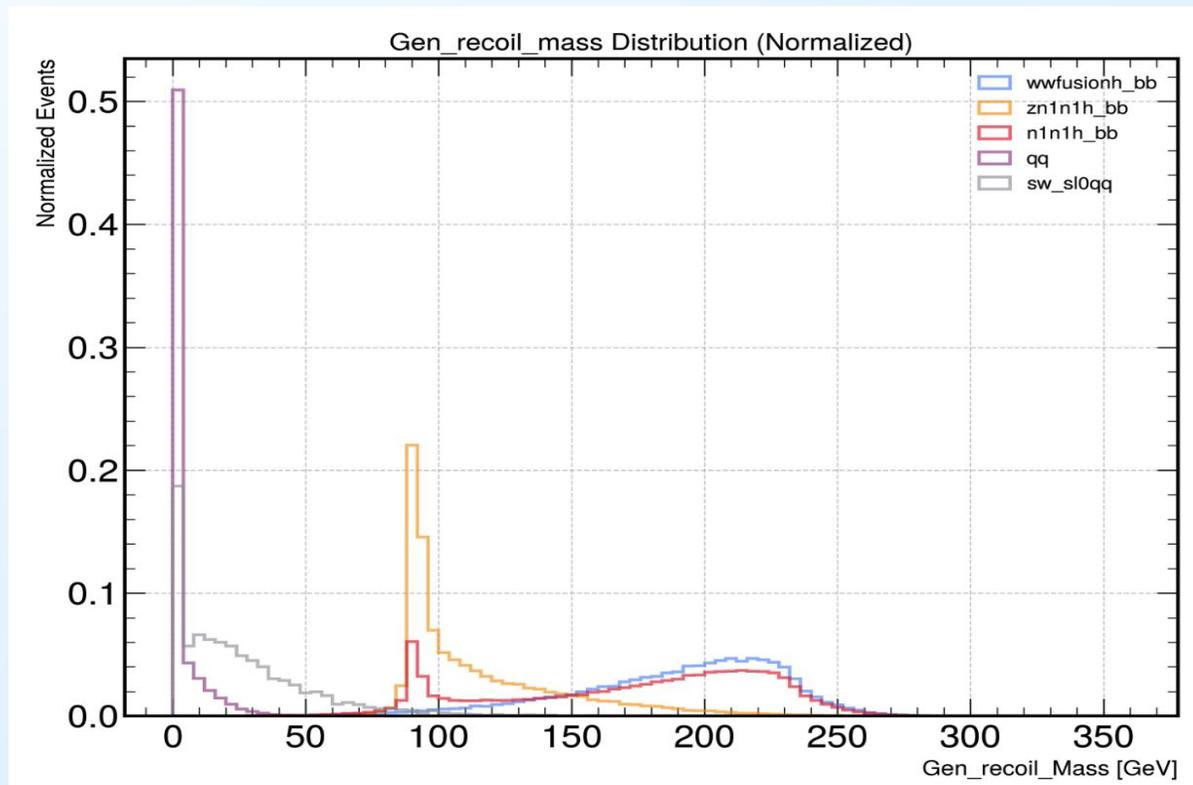
- ✓ 由于信号和不可约本底都是 $b\bar{b}$ 末态，通过研究各个本底的末态发现，除了 qq 本底真正包含 $b\bar{b}$ 末态，其它本底末态都不包含 b ，所以 b tag可以帮助我们去除绝大部分本底。但是目前的CEPCSW还未能使用这一功能。

产生了主要样本wwfusion_bb、zn1n1h_bb、n1n1h_bb、qq、sw_sl0qq，查看其中一些变量的分布。（其中qq和sw_sl0qq在truth下进行了要求必须包含一对bbar并且其反冲质量大于50的filter;但这一做法其实并不合理）

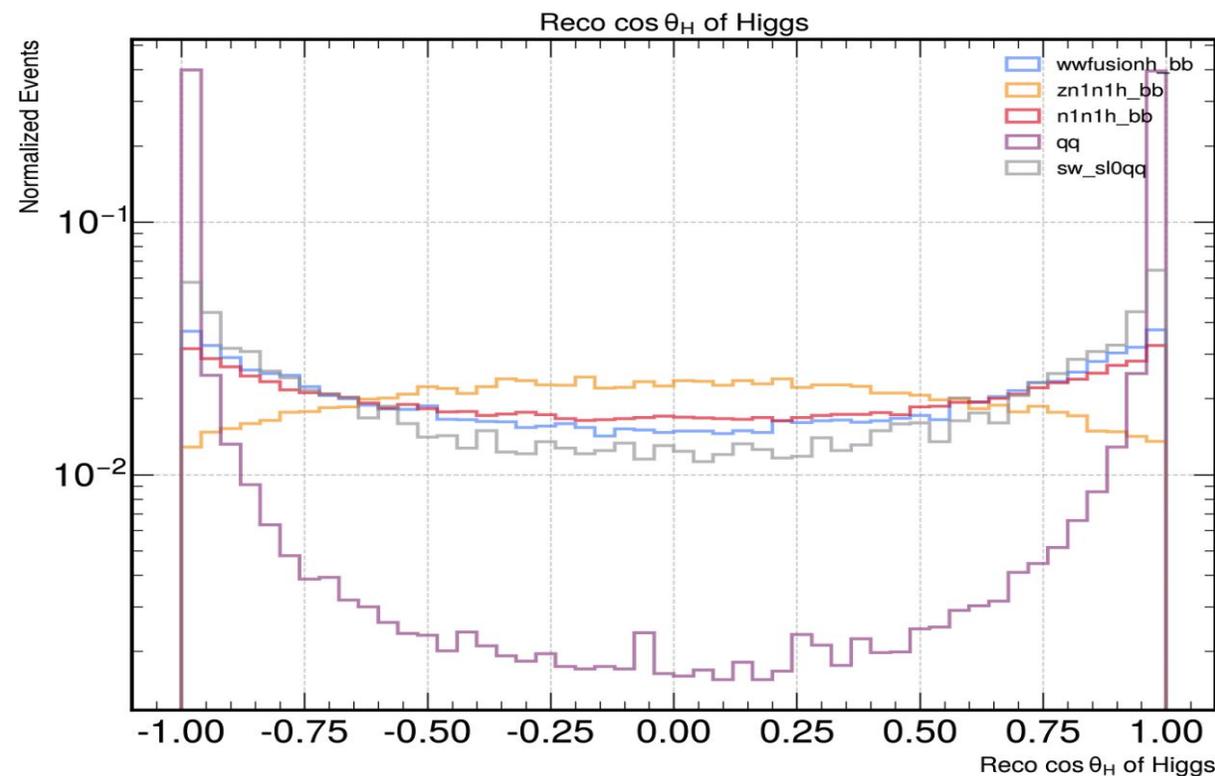
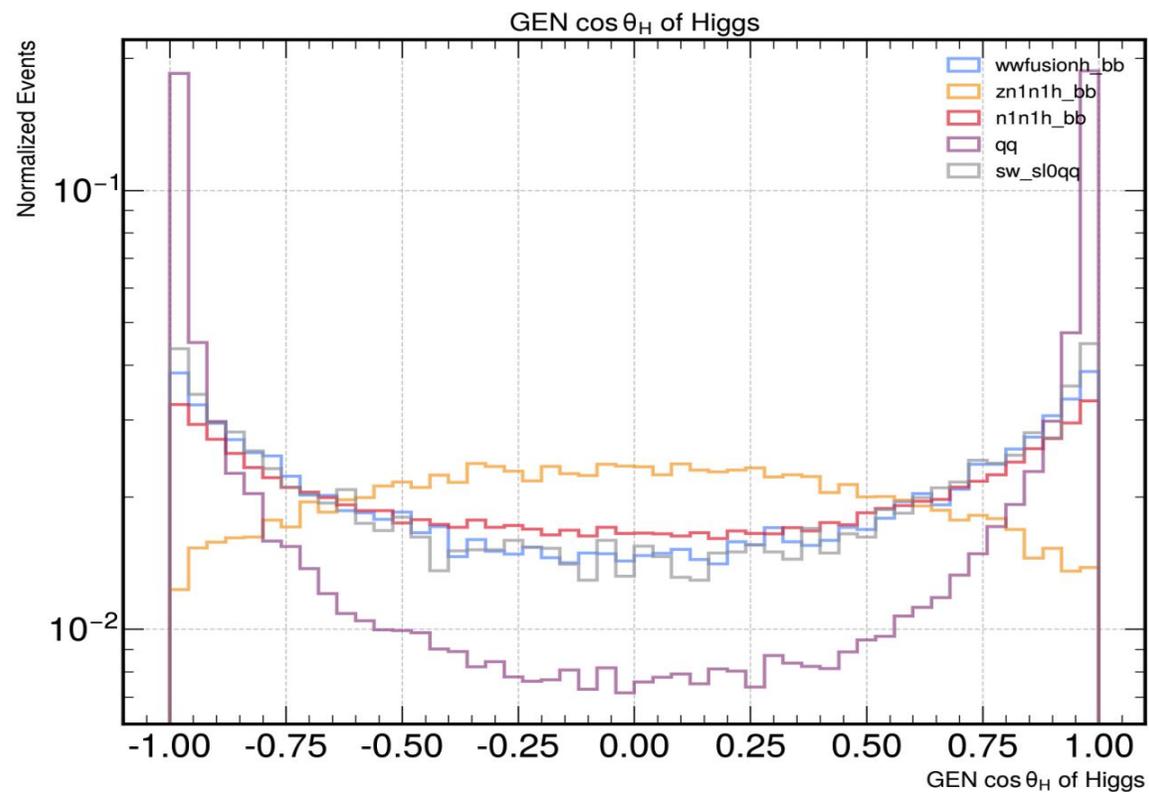
➤ dijet_mass



➤ recoil_mass



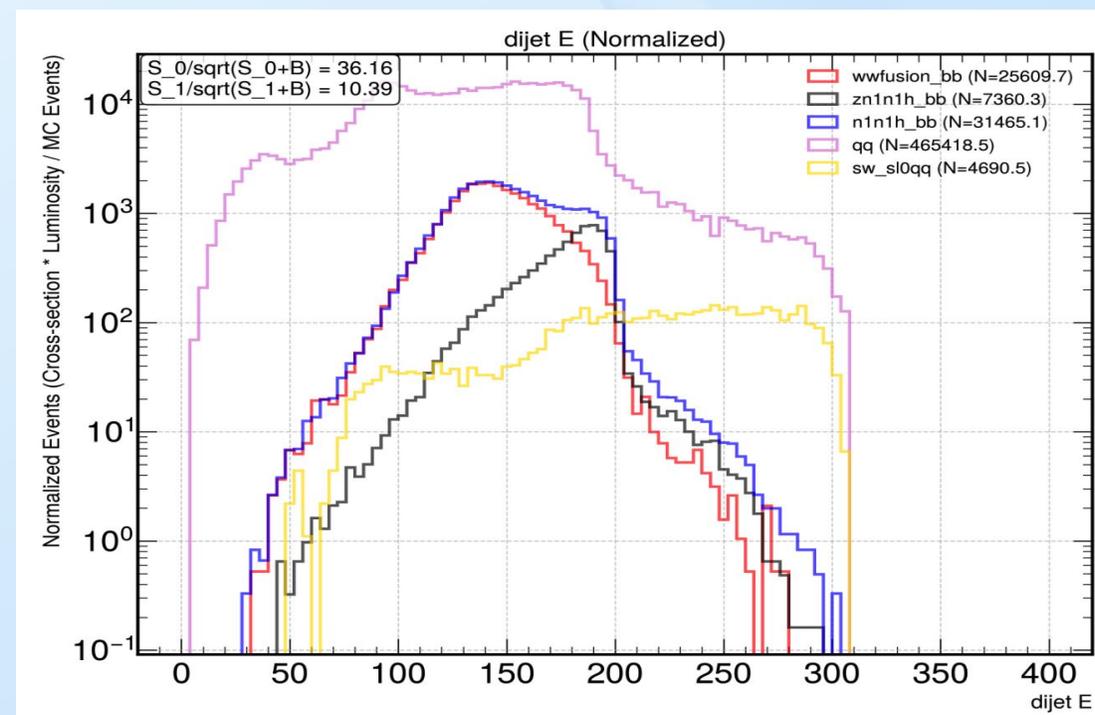
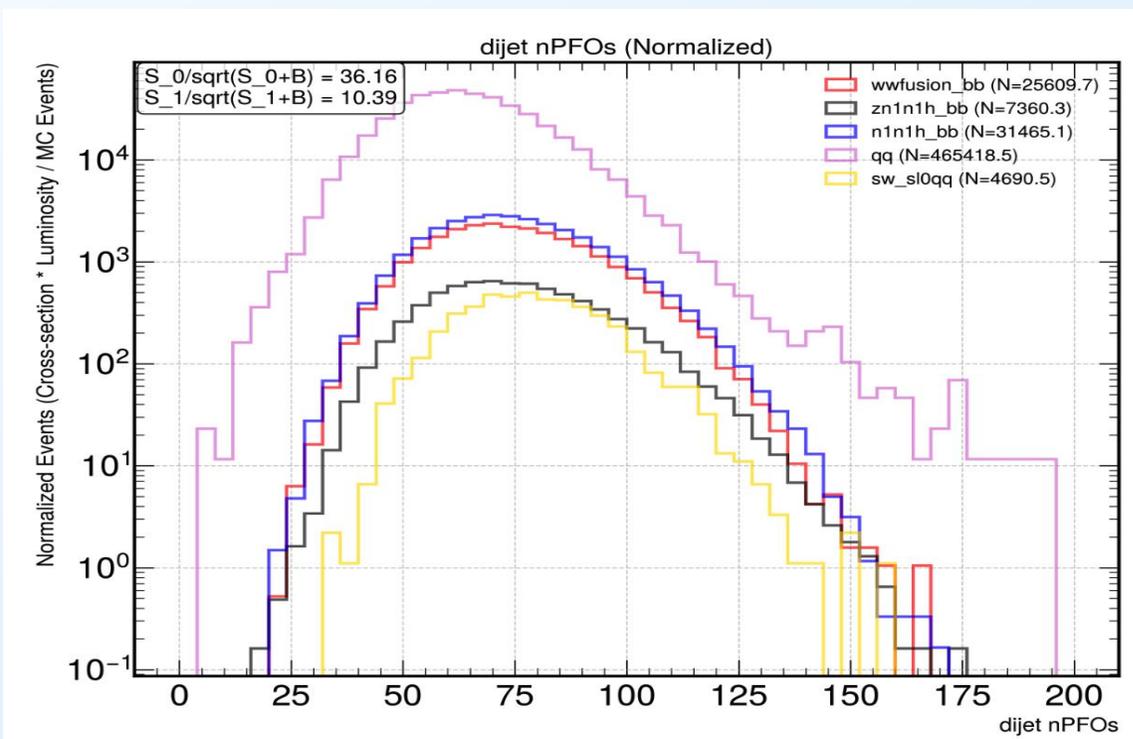
➤ costheta of higgs



➤ cut相关变量分布 (归一到亮度, no cut)

nPFOs > 30

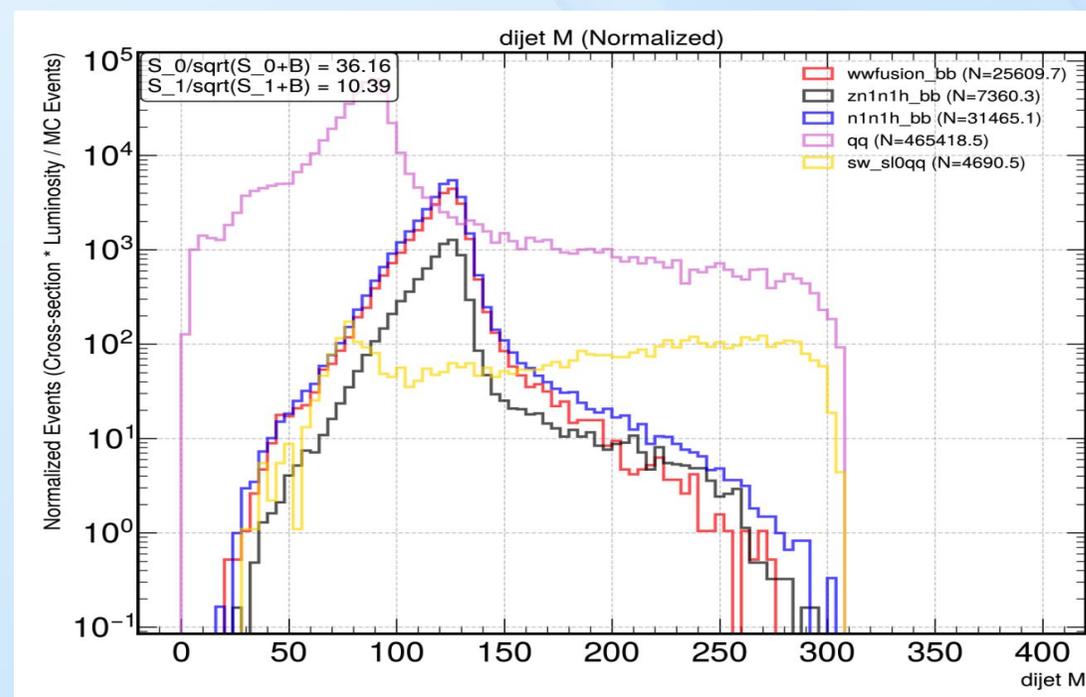
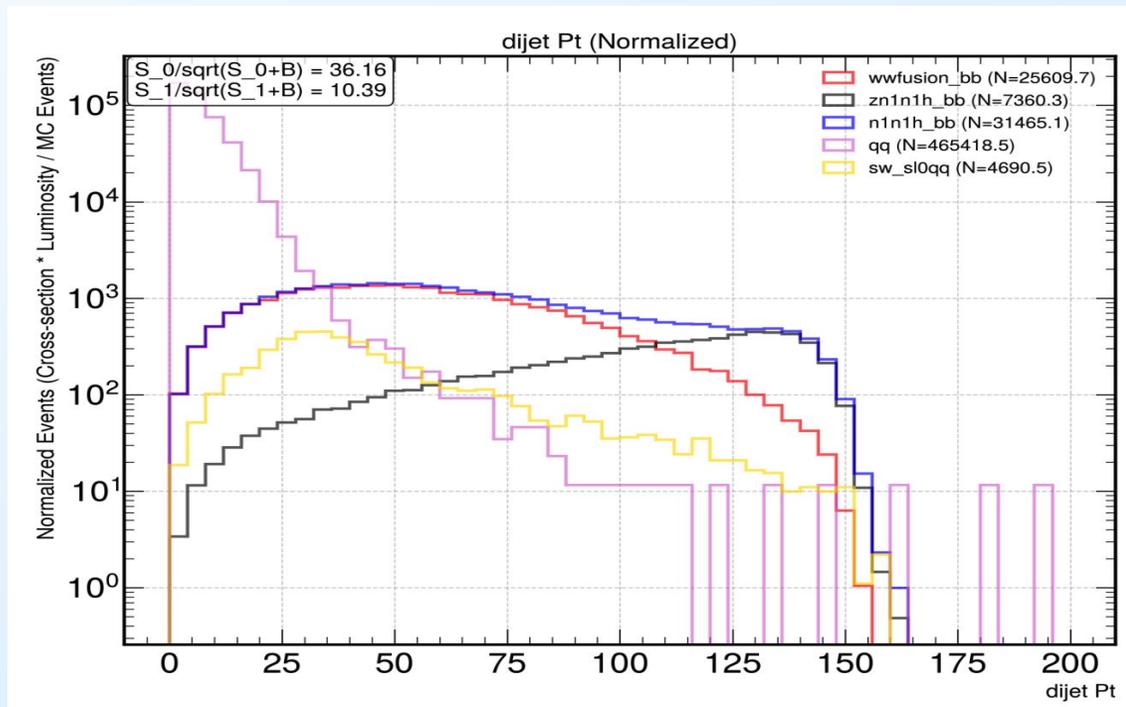
100 < E < 250



➤ cut相关变量分布 (归一到亮度, no cut)

Pt > 10

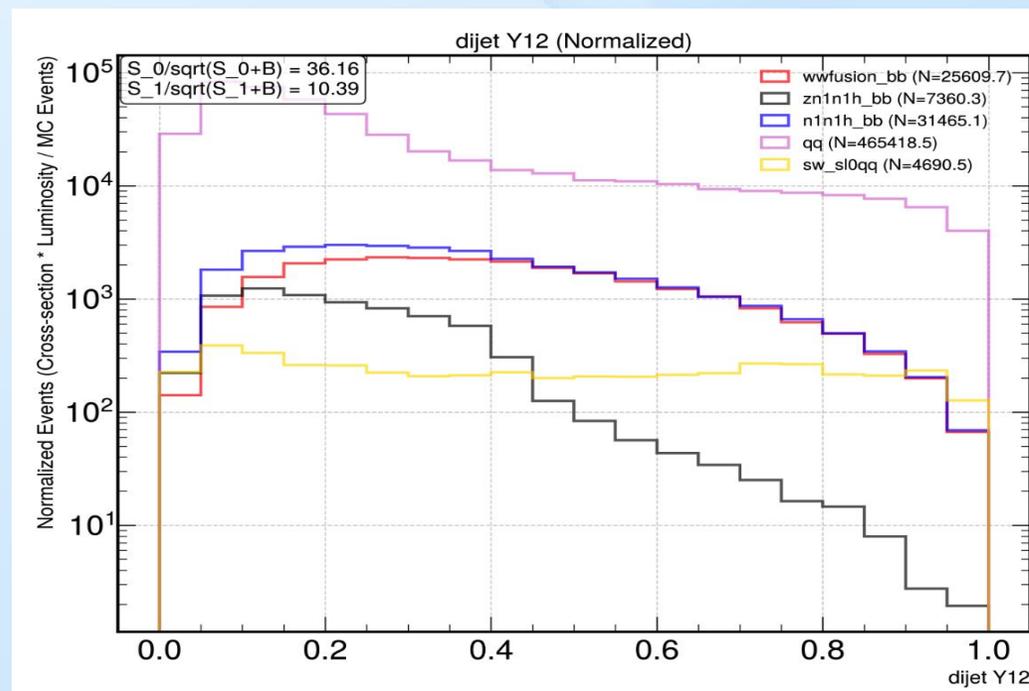
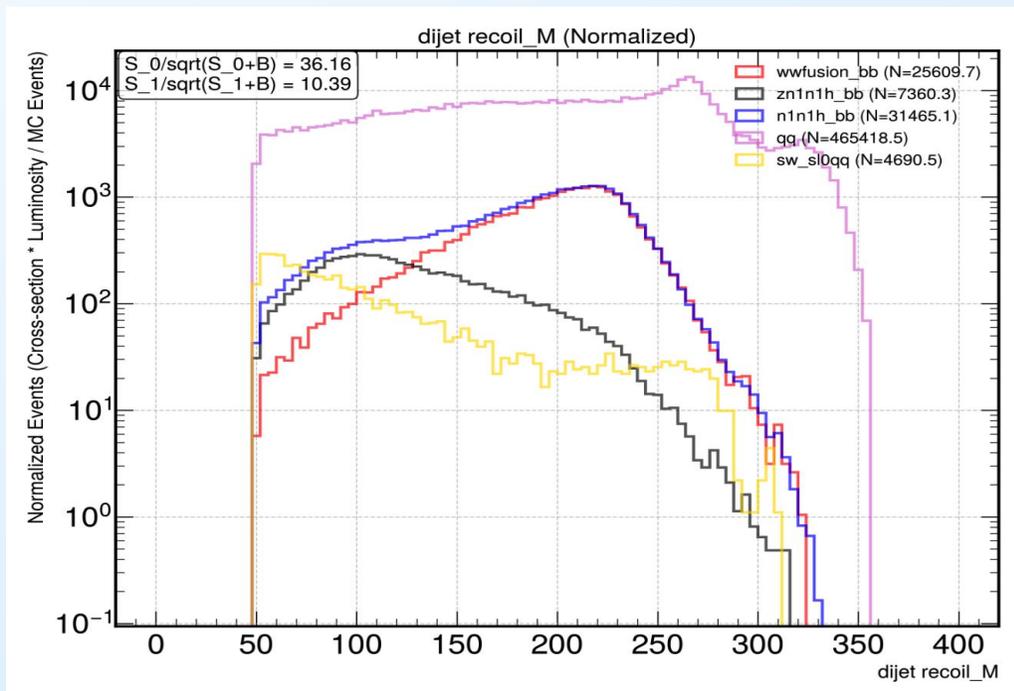
100 < M < 150



➤ cut相关变量分布 (归一到亮度, no cut)

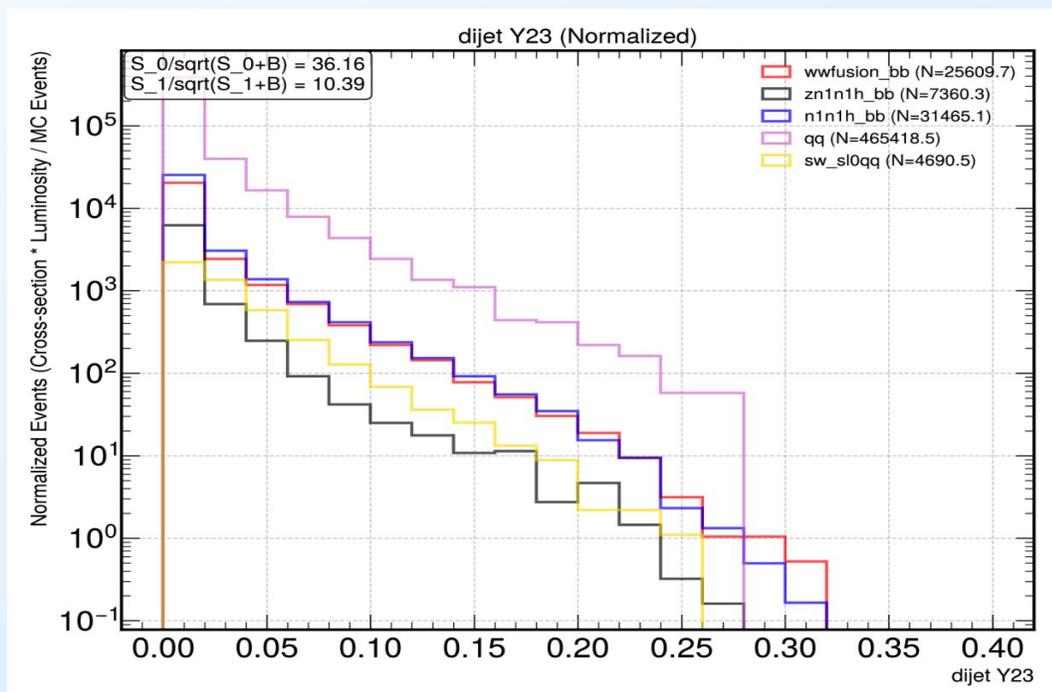
$50 < m_{\text{recoil}} < 250$

$Y_{12} > 0.15$

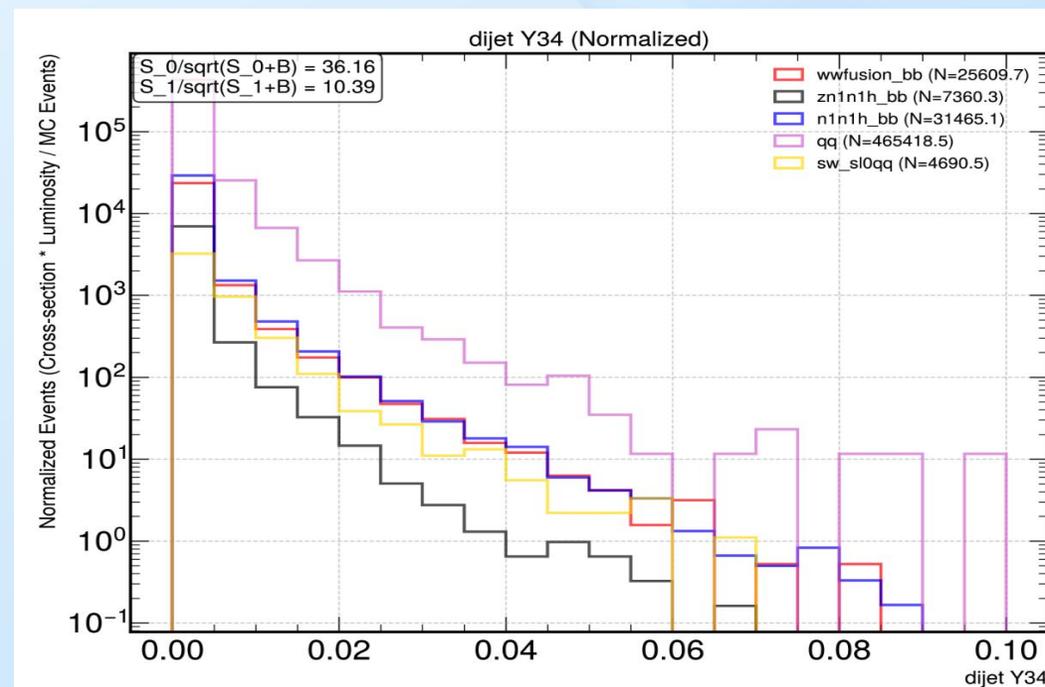


➤ cut相关变量分布 (归一到亮度, no cut)

Y23 < 0.06

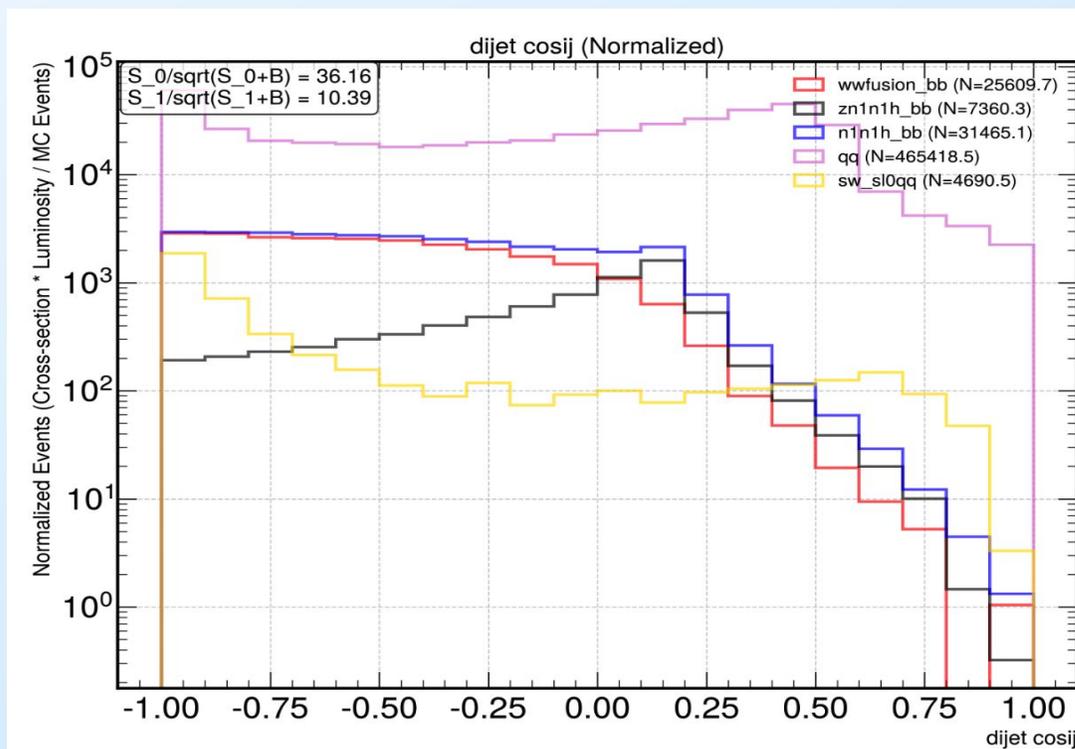


Y34 < 0.01



➤ cut相关变量分布（归一到亮度，no cut）

$-0.99 < \cos i_j < 0.25$



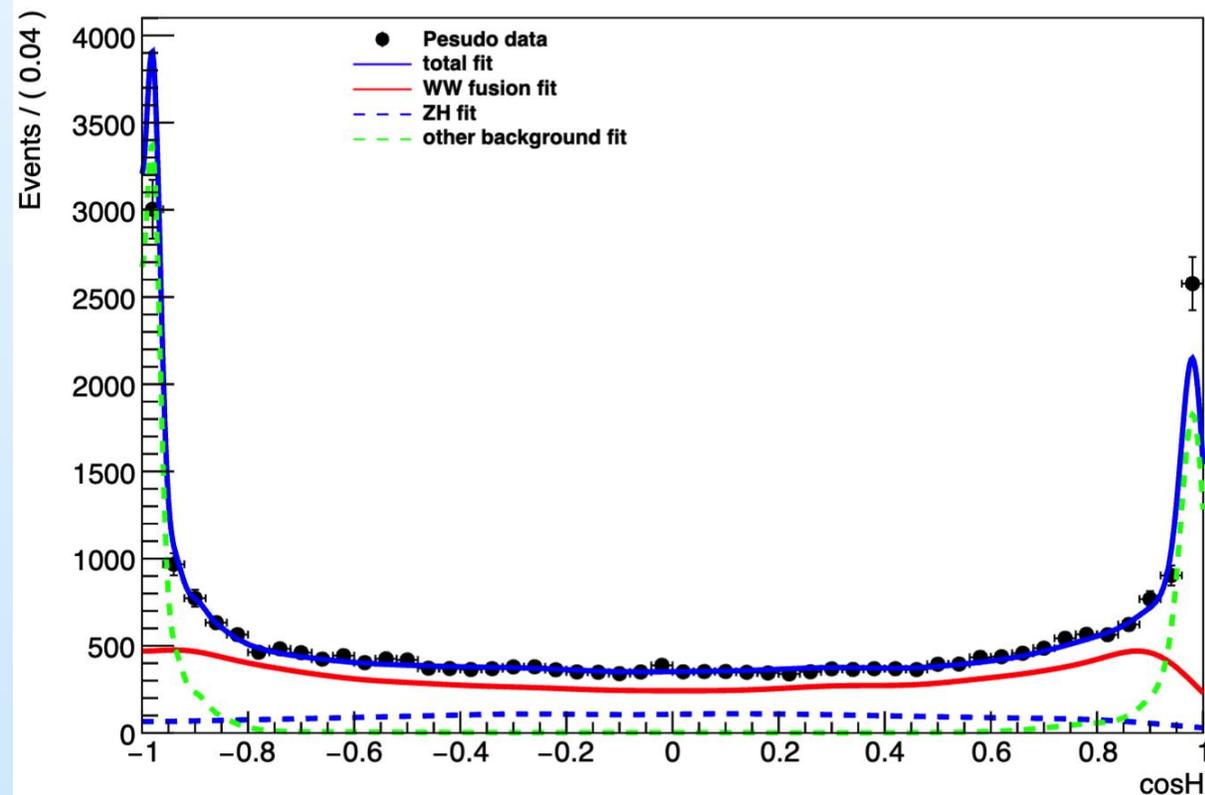
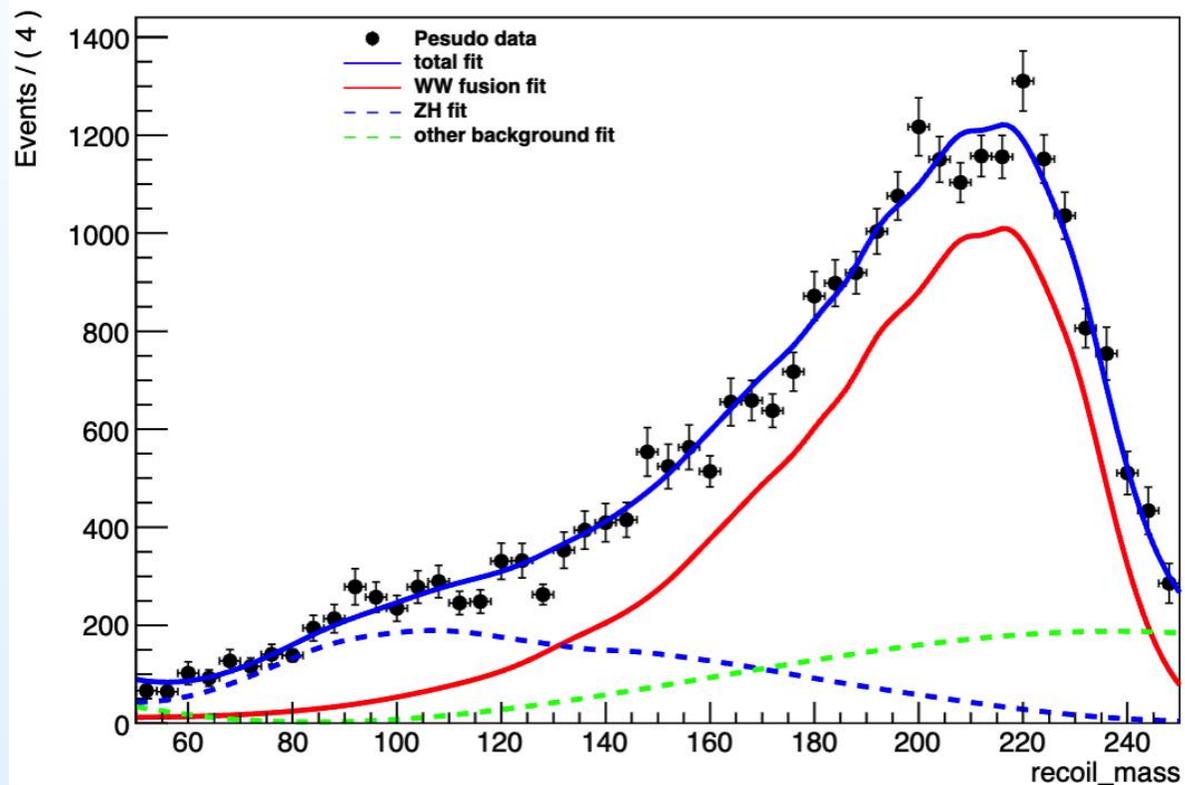
初步结果



• cut flow(在尽可能保留信号和ZH的情况下，去其它除本底)

cut	wwfusion (0.8649)	zn1n1h (0.8649)	nnhbb (0.8649)	qq	sw_sl0qq	$S/\sqrt{S+B}$
pre_sele(bb and recoilM>50)	25610	7360	31465	644475	11734	30.88
nPFOs>30	25591	7356	31443	639542	11734	30.97
100<E<250	24817	7257	30618	384843	4269	38.30
pt>10	24229	7237	30033	90487	4189	68.61
50<m_total<150	23796	6972	29358	76509	1713	72.55
50<m_recoil<250	23233	6506	28275	67579	1234	74.56
y12>0.15	20787	4196	23724	36169	446	84.62
y23<0.06	19598	4123	22511	35141	360	81.34
y34<0.01	19201	4120	22115	34772	305	80.29
-0.99<cosij<0.25	18902	3809	21538	17363	187	95.61
b_tag						

➤ fit with cut



- Pseudo data=inclusive sample+2/4fermion background
- Other background=interference+2/4fermion background

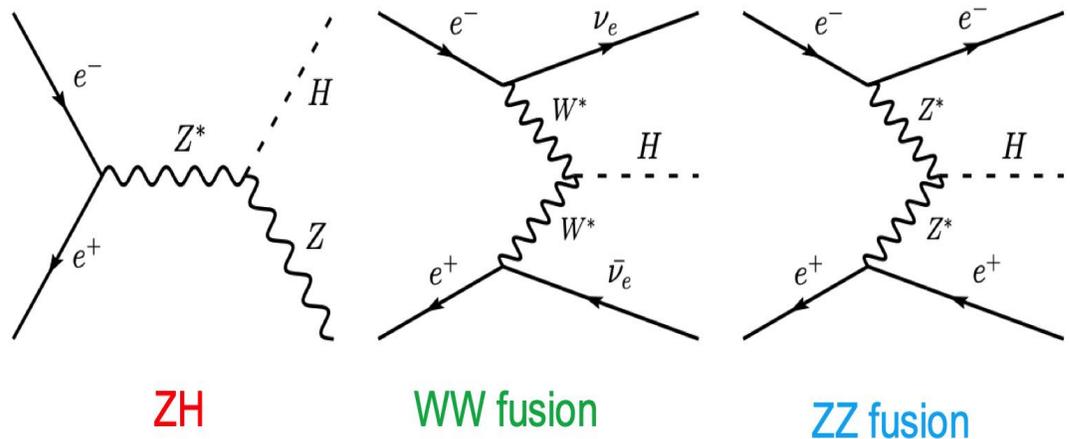
- 检查归一化的问题
- 重新做filter other background
- 应用btag
- 尝试二维拟合
- 查看BDT结果



谢谢

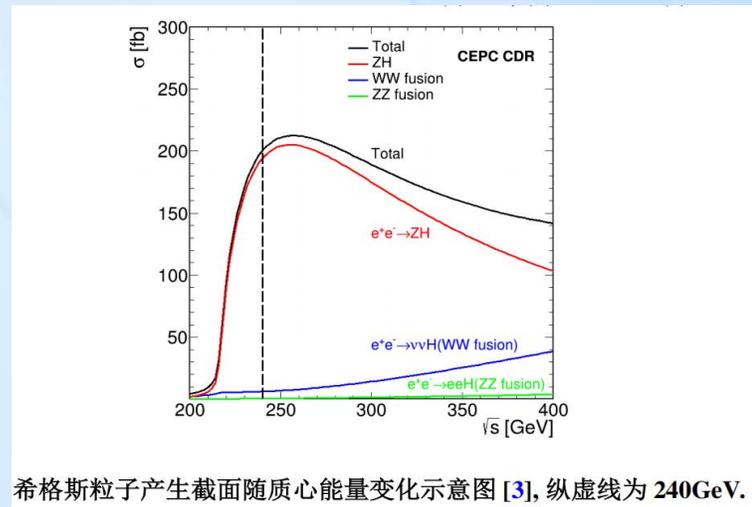
THANK YOU

汇报人：侯瑛琦



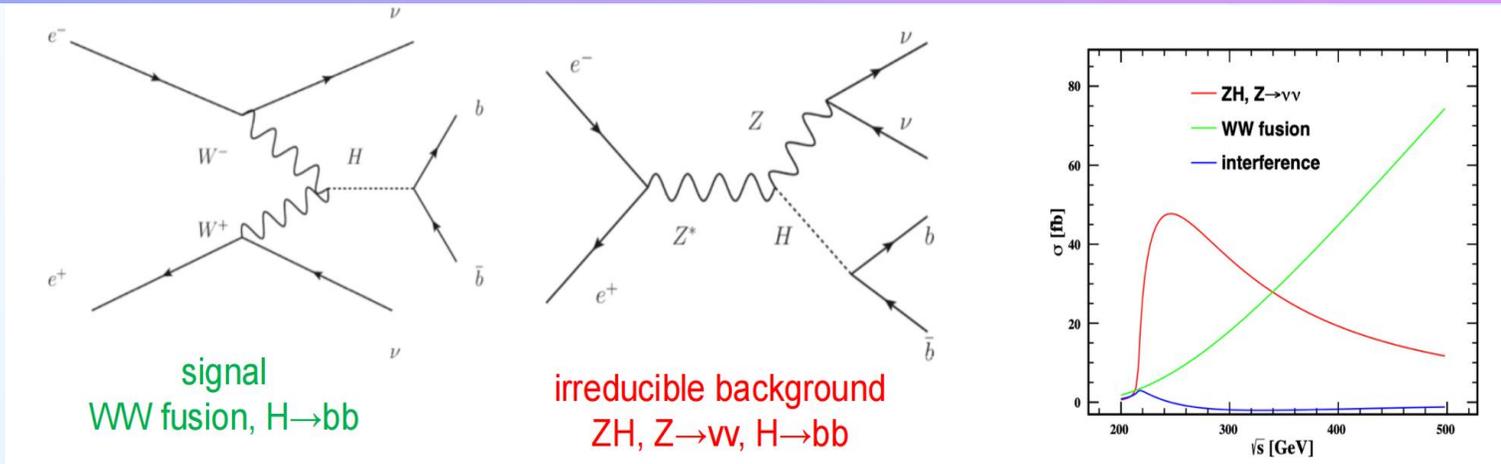
$$\Gamma_H / \Gamma_H^{SM} = \frac{\mu_{ZH}^2 \mu_{WW\text{fusion}, H \rightarrow bb}}{\mu_{ZH, H \rightarrow WW^*} \mu_{ZH, H \rightarrow bb}}$$

公式【1】



- 在CEPC的对撞中，希格斯粒子最主要的产生模式为：ZH(a)、wwfusion(b)、zzfusion(c)。
- 公式【1】最精确的计算希格斯玻色子宽度的方法，因而希格斯玻色子测量结果的精度由这一最精确的方法主导。使用这种方法来测量希格斯玻色子宽度，其误差由wwfusion, H->bb过程信号强度的测量误差主导。
- ZH 过程具有最大的产生截面，而wwfusion过程在240GeV能量下截面约为ZH的 3%，在360GeV下有所提高(约为ZH的五分之一)。
- ZH 过程可以直接测量希格斯粒子与Z玻色子间的耦合常数，而wwfusion过程可以提供另一组独立的希格斯粒子与W玻色子的耦合关系,因此对希格斯宽度测量精度有着很大的贡献。
- 单独240GeV 20ab⁻¹下，higgs宽度的测量精度达1.5%，而单独360GeV 1ab⁻¹测量精度为3.3%，这两个数据点相互独立，联合起来higgs宽度的测量精度可以达到1.0%。
- 因此在360GeV下测量wwfusion过程的截面是有必要的，本分析是在质心能量360GeV下进行的。

挑战



➤ ZH、Z \rightarrow $\nu\nu$ 、H \rightarrow bb过程与wwfusion、H \rightarrow bb具有完全相同的最末态，所以两个过程会发生干涉，截面存在干涉项。

➤ 因此如何消除不可约本底ZH、Z \rightarrow $\nu\nu$ 、H \rightarrow bb，如何处理干涉项对本分析来说具有挑战性。

- 在360GeV下，干涉项/WW融合贡献为-5.8%
- 要使希格斯粒子宽度测量精度达到约1%，相互作用项不可忽略。

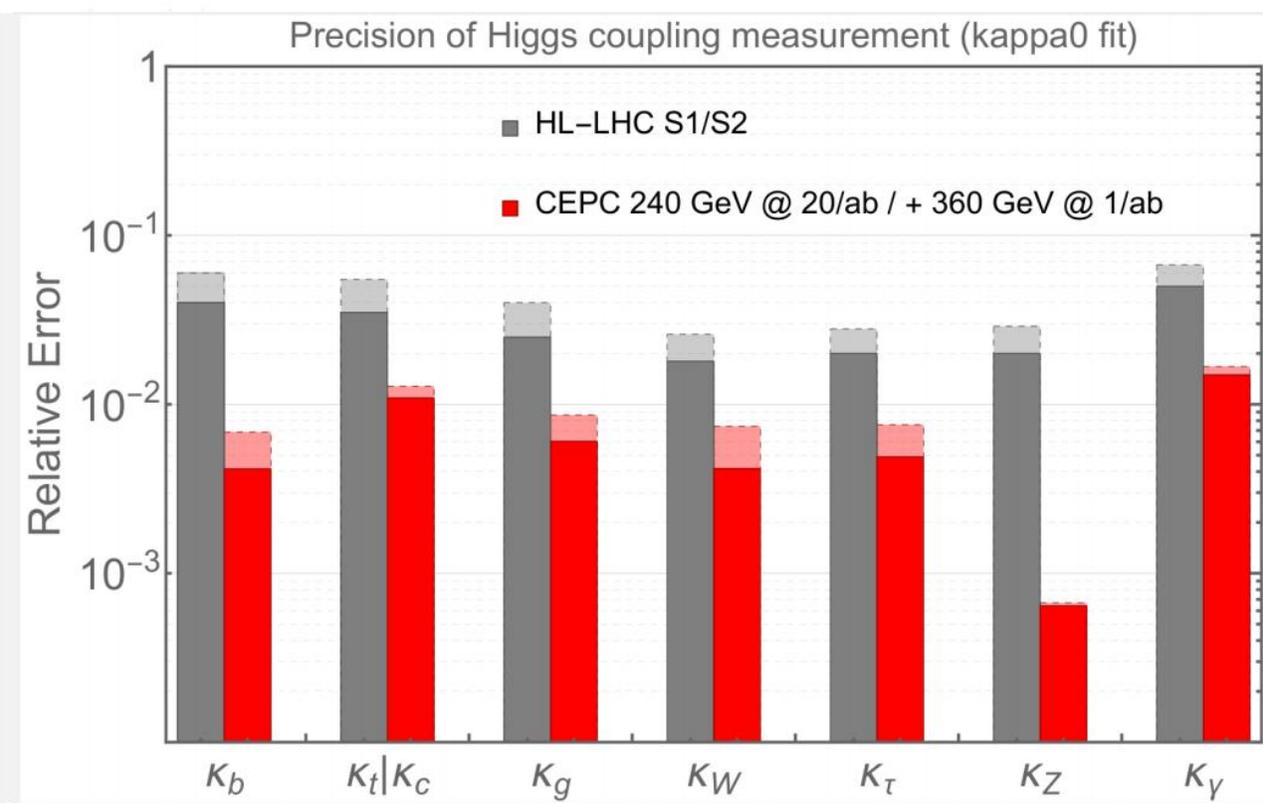
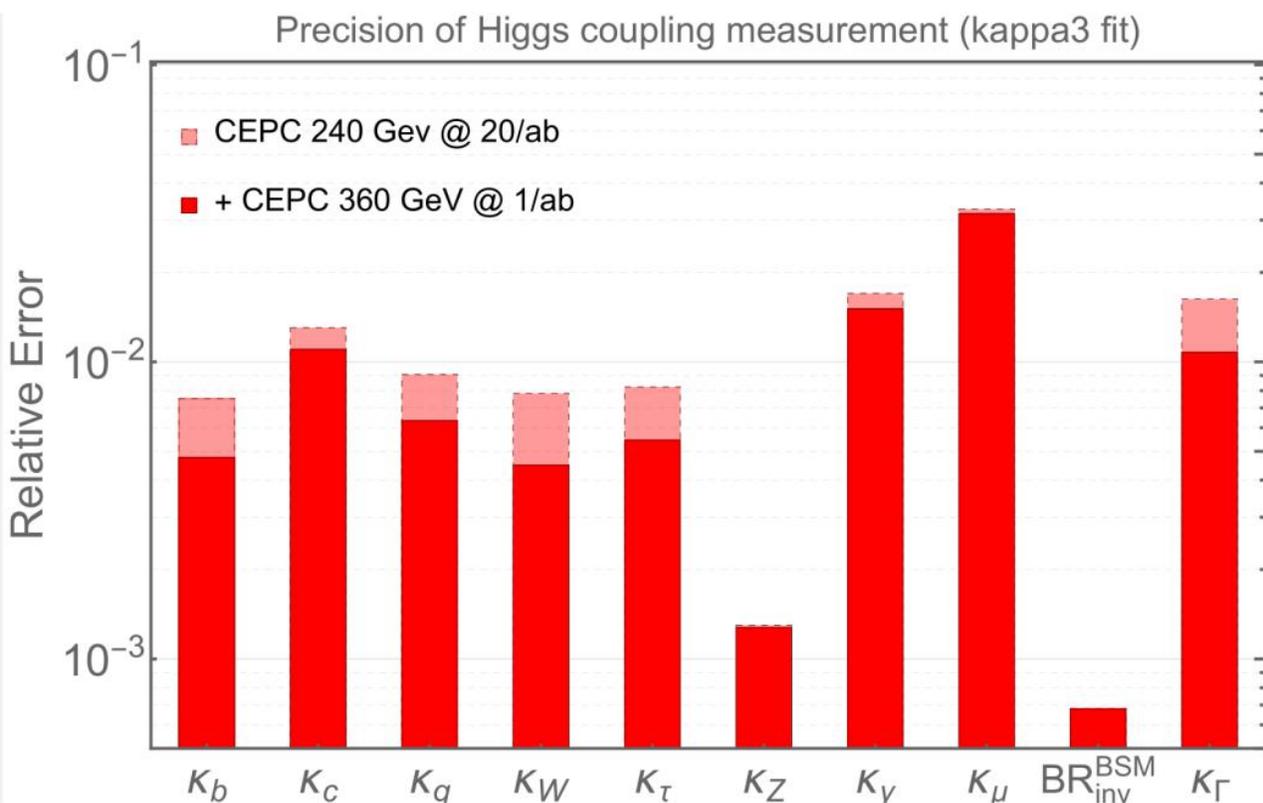
- 🔍 当前软件无法生成干涉样本。
- 🔍 但我们可以产生包含干涉项的样本 $\nu_e\nu_e H, H\rightarrow bb$ 的inclusive样本并通过下面的公式来处理干涉项：

table: the fraction of ZH, WW fusion and Inter. in total

\sqrt{s} (GeV)	ZH(%)	WW fusion(%s)	Inter.(%s)	Inter./WW fusion
240	87.5	11.7	0.8	6.8%
250	86.3	14.3	-0.6	-4.3%
360	43.7	59.8	-3.5	-5.8%

$$\sigma_{\text{interference}} = \sigma_{\text{inclusive } \nu_e \nu_e H} - \sigma_{\text{WW fusion}} - \sigma_{\text{ZH} \rightarrow \nu_e \nu_e H}$$

κ : CEPC latest



For κ_{0} and κ_{3} fit and the comparison among future colliders, see [de Blas, J. *et al.* arXiv:1905.03764]