



2021年赵忠尧博士后申请

卢梦

中山大学

5 Jun 2021



简历



2020.07, 北京大学 粒子物理与原子核物理博士,
博士论文“矢量玻色子散射 $Z\gamma$ 过程的寻找以及反常耦合研究”,
指导老师:冒亚军, 李强

教育/研究背景

2021.04 - : 中山大学 博士后 (合作导师:尤郑昀)



2015.09 - 2020.07: 北京大学 博士 (指导老师:冒亚军, 李强)



2017.10 - 2019.10: CERN 公派留学



2011.09 - 2015.07: 厦门大学 物理学学士





研究经历: VBS $Z\gamma/W\gamma$ 分析

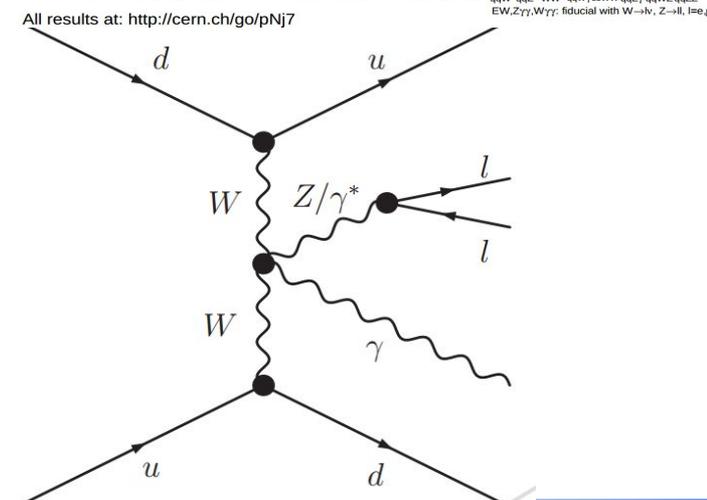
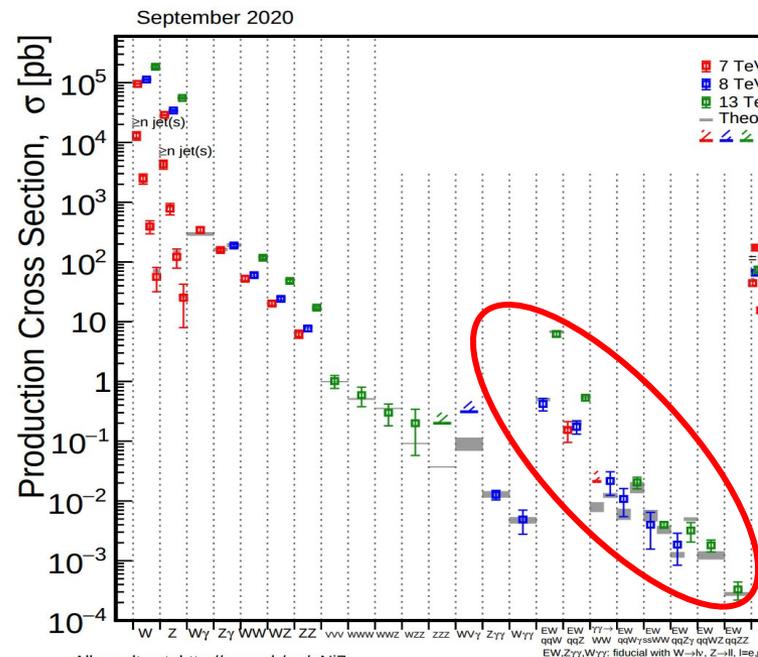


VBS $Z\gamma/W\gamma$

研究动机:

- VBS过程在树图水平是纯电弱过程, 被标准模型精确预言, 可以很好的作为验证标准模型的探针
- VBS过程具有三/四玻色子顶点, 可以用来寻找反常耦合

$$\mathcal{L}_{\text{eff}} = \mathcal{L}_{\text{SM}} + \sum_{n=5}^{\infty} \frac{f_n}{\Lambda^{n-4}} \mathcal{O}_n$$





研究经历:VBS $Z\gamma/W\gamma$ 分析



研究结果:

- VBS $Z\gamma$ (2016年数据) 测量显著度为3.9倍标准偏差, 该结果被[CMS news](#)报导。利用16年数据得到了反常耦合限制, 其中两项达到当时**世界最强限制**: [JHEP 2006\(2020\) 076](#), 分析负责人
- VBS $Z\gamma$ (2016-2018数据)测量显著度为9.6倍标准偏差, 以及测量了微分截面分布:[准备投稿, 分析审核报告](#)
- VBS $W\gamma$ (2016年数据)测量显著度为4.9倍标准偏差, 和2012年数据合并后, 以5.3倍标准偏差发现该过程:[Physics Letters B 811 \(2020\) 135988](#), 本底分析, 参与文章撰写

NEWS



[A BOSON-BOSON COLLIDER HIDING INSIDE PROTON-PROTON COLLISIONS](#)

15 JUL 2019 | FBLEKMAN | PHYSICS

Not many people know that there is a boson-boson collider hiding in the proton-proton collisions of the Large Hadron Collider. The idea is that during rare occasions other particles such as the photon and gauge bosons W and Z are created by the...

[READ MORE](#)

研究动机:

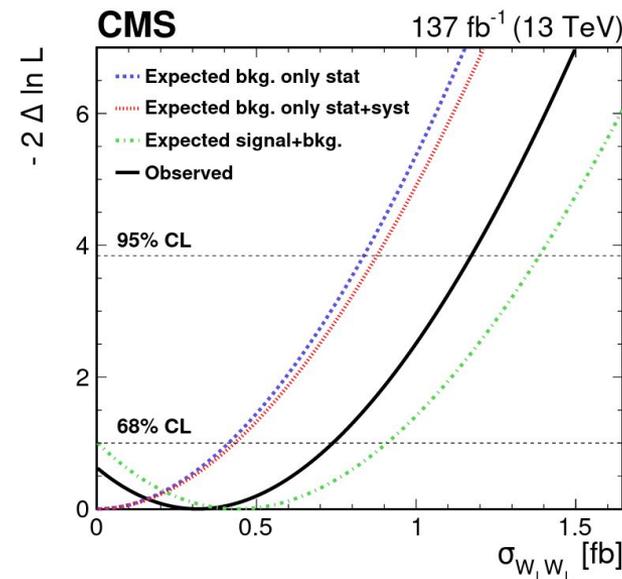
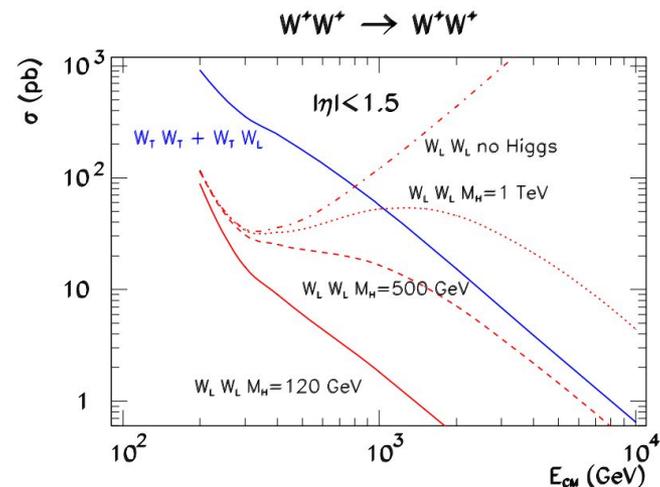
W/Z玻色子通过希格斯机制得到质量以及纵向极化,因此通过对W/Z玻色子纵向极化部分的研究可以直接研究希格斯机制。

研究结果:

- 得到第一个关于纵向极化的VBS测量,设置了同号VBS WW纵向极化的截面上限
- 在两种参考系中得到了LL+LT作为信号是的显著度
 - WW静止系: 测量(预期)显著度 2.3 (3.1) σ
 - pp静止系: 测量(预期)显著度 2.6 (2.9) σ

文章: [Physics Letters B 812 \(2021\) 136018](#), 信号过程研究以及模拟

另外: 参与两篇利用机器学习研究纵向极化散射的工作, [Phys. Rev. D 99, 033004](#), [PhysRevD.100.116010](#), 并于希腊MBI会议给予[大会报告](#)介绍





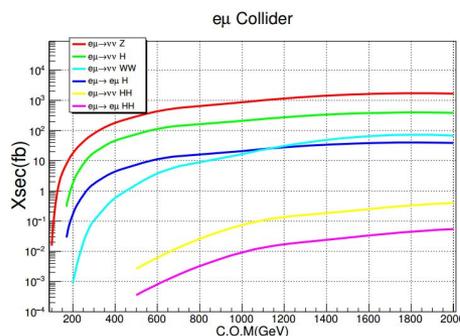
研究经历: e-mu collider物理



电子-缪子对撞机

研究动机:

- 希格斯工厂
- 低本底(主要过程在右图中, 且都是通过矢量玻色子散射过程进行)
- 丰富的物理课题 (标准模型检验, 带电轻子味破坏研究, 缪子物理, Higgs物理, B物理, 反常耦合)
- 可扩展性强, 可以从低能开始进行, 之后可以逐步升级, 最后可以和其他方案(缪子对撞机)做衔接。



Novel collider concept

Peking University physicists urge the community to consider the merits of a novel electron-muon collider (arXiv:2010.1514.4). Collisions between different species of lepton could reduce physics backgrounds for studies of charged-lepton flavour violation and Higgs-boson properties, and the asymmetric nature of the collisions could be used to control troublesome backgrounds caused by muon decays inside the accelerator, argue the authors. The preprint proposes 10 GeV electron and muon beams initially, and upgrades culminating in a TeV-scale muon-muon collider.

文章: [Adv. High Energy Phys. 2021 \(2021\) 6693618](#), 第一作者

该工作受到 **CERN Courier** 的关注并报导, [Link](#), Page 8



研究经历: 科普文章



中国科学: 物理学 力学 天文学

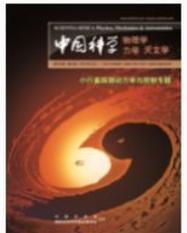
 Download PDF

中国科学: 物理学 力学 天文学, <https://doi.org/10.1360/SSPMA-2020-0370> 

F 大型强子对撞机上 CMS 实验矢量玻色子散射的物理研究

Meng Lu¹, Qiang Li², Zilin Dai², Qianming Huang², Ying An², Jie Xiao², Jing Peng², Zhe Guan², Yajun Mao², Yong Ban²

Accepted



- 博士生期间参与了一系列关于矢量玻色子散射的工作
- 2020年作为**一作**撰写了关于此方向的科普文章“大型强子对撞机上 CMS 实验矢量玻色子散射的物理研究”，文章已经预发表在《[中国科学:物理学 力学 天文学](#)》



研究经历:CMS服务工作及国际会议报告



软件:

- 2017/09~2019/09: 标准模型分析组MC样本产生负责人
- 2019/09 ~ now: CMS MC 验证组共同协调人 (Level-3)

硬件:

- CMS GEM 探测器 on-call 值班
- CMS GEM detector GE2/1: 在CERN期间参与组装以及质量检测
- 中大参与了CMS子探测器GEM的生产测试工作, 预计今年十月参加GE2/1的测试工作。

国际会议:

- 31st Rencontres de Blois: "Selected results on VBS and VBF processes from CMS", Jun 2019, Blois, France
- Multi-Boson Interactions 2019: "Polarization fraction studies in ssWW and VBS ZZ scattering using Deep Learning techniques", Aug 2019, Thessaloniki, Greece
- 受邀在CMS SMP workshop给予[VBF/VBS报告](#)



研究经历:CMS服务工作及国际会议报告



CERN期间参与GE2/1组装与质量检测

CMS SMP workshop
邀请报告

TUESDAY, 11 MAY

14:00 → 15:20 **Multibosons**
Conveners: Kenneth Long (CERN), Yacine Haddad (Northeastern University (US))

14:00 **Ongoing VV(V) measurements and run3 plans**
Speaker: Carlos Francisco Erice Cid (Universidad de Oviedo (ES))

SMP_Workshop_Mu...

14:40 **Ongoing VBS measurements and run3 plans**
Speaker: Meng Lu (Sun Yat-Sen University (CN))

2021_0511_VBS_st...

GEM 探测器on-call值班



研究成果

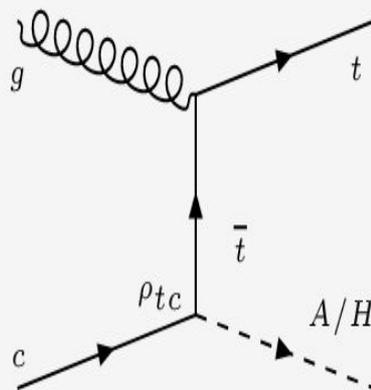
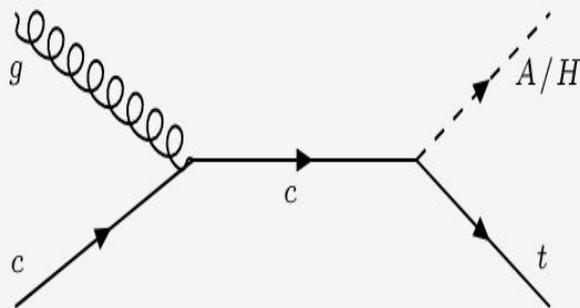
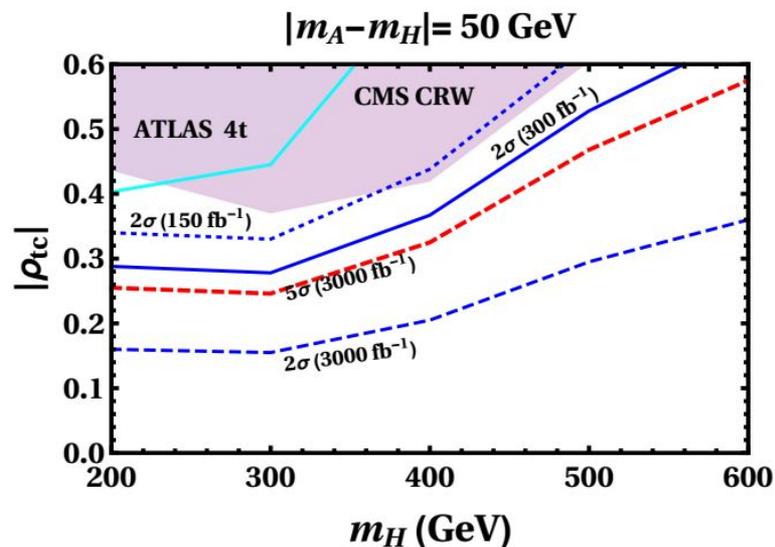


- “Measurement of the cross section for electroweak production of a Z boson, a photon and two jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV and constraints on anomalous quartic couplings”, **JHEP 2006(2020) 076**, 分析负责人, 并给予预审核报告
- “Observation of the electroweak production of $W\gamma$ in association with two jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, **Physics Letters B 811 (2020) 135988**, 本底分析, 是内部文档编辑之一
- “Measurement of the electroweak production of a Z boson, a photon and two jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV and constraints on anomalous quartic couplings”, 准备投稿, 给予分析审核报告
- “Measurements of production cross sections of polarized same-sign W boson pairs in association with two jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, **Physics letters B 812 (2021) 136018**, 信号过程研究以及模拟
- “The physics case for an electron-muon collider”: **Adv.High Energy Phys. 2021 (2021) 6693618**, 第一作者
- “大型强子对撞机上 CMS 实验矢量玻色子散射的物理研究”:《中国科学: 物理学 力学 天文学》, 预发表, 第一作者

与北京大学、台湾国立大学以及CERN合作

研究动机:

- 目前标准模型中希格斯区中只有一个希格斯二重态，标准模型需要扩展
- 双希格斯二重态(2HDM)，存在其他的希格斯粒子。
- 台湾组侯老师在该[文章](#)中系统回顾了2HDM的寻找，指出在某些相空间内2HDM还有可能存在。

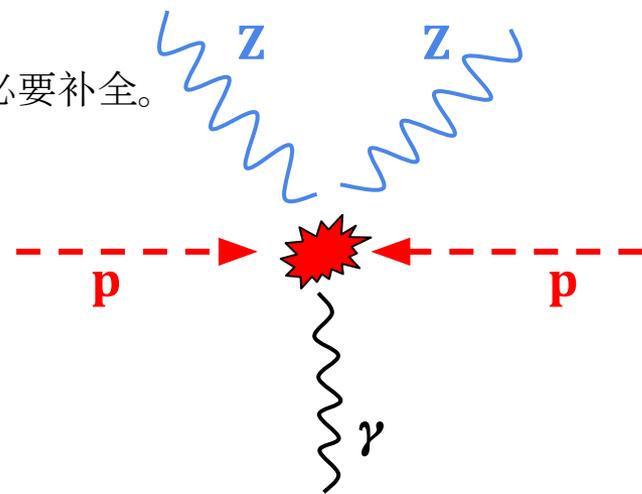
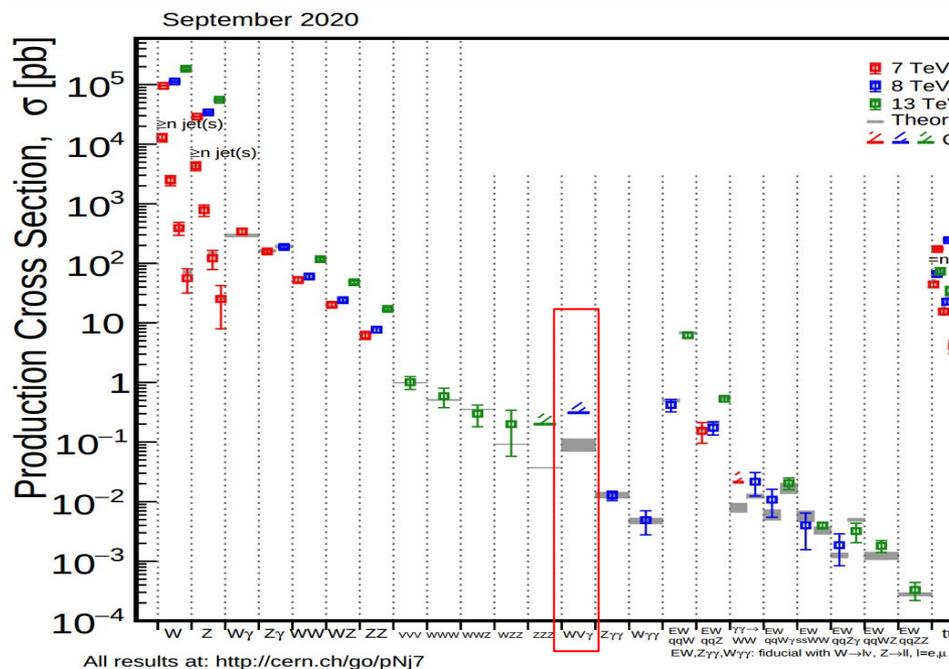


通过 $gc \rightarrow tA/H$ 道寻找额外的希格斯粒子。
 从 $A/H \rightarrow tc$ 开始，之后会延伸到 tt ，也就是末态为3个顶夸克。
 计划：目前有一些初步结果以及正在进行本底估计，预计今年有初步的完整结果。

与北京大学合作

研究动机:

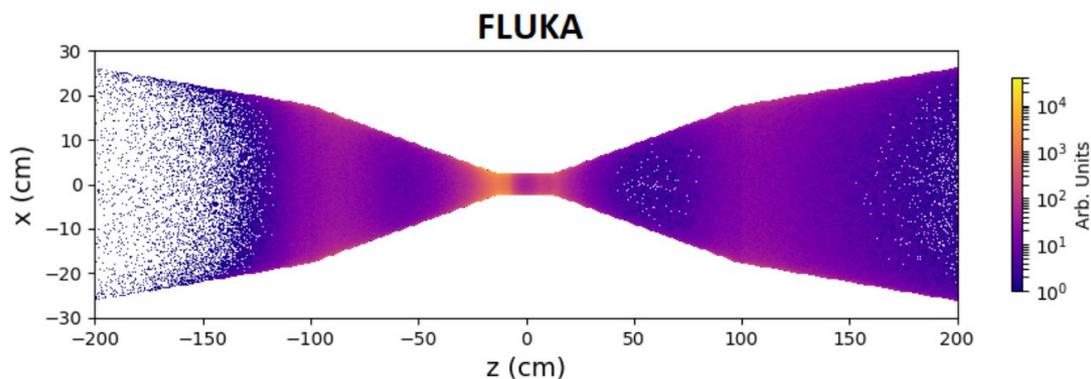
- 三玻色子末态过程具有四玻色子顶点, 因此可以研究四玻色子反常耦合,
- 其中 $ZZ\gamma$ 对于纯中性的反常耦合会很敏感。
- 另外 $VV\gamma$ 的分析目前还没有 13 TeV 数据的结果, 因此很有必要补全。



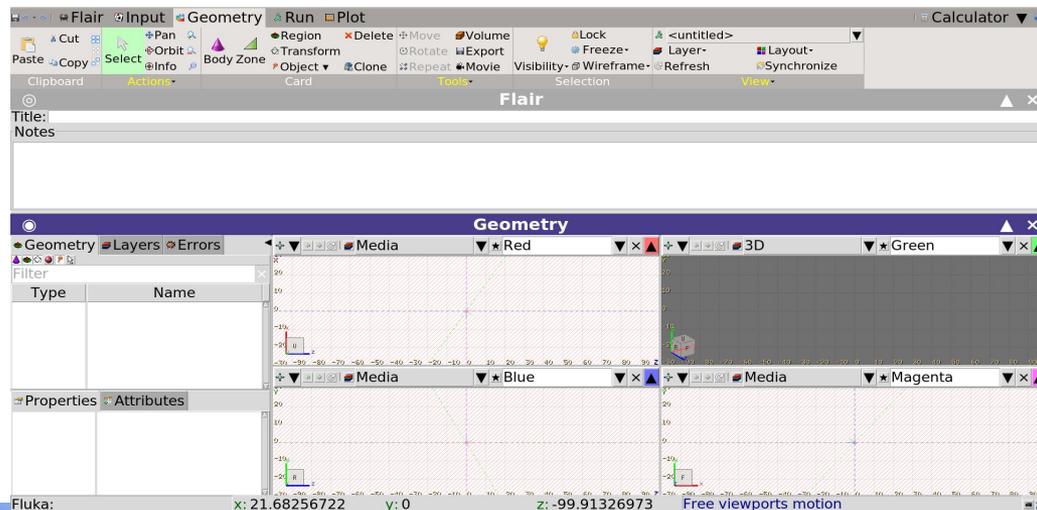
其中 $ZZ\gamma$ 比较有挑战性, 目前已有的 ZZ 分析显示出其截面很低, 再额外要求一个光子后将会更低。

计划: 预计今年内有初步结果

在之前文章的基础上, 进一步研究该对撞机上有趣的物理课题, 以及研究由缪子束流衰变 (BIB) 带来的本底影响。



左图为缪子对撞机合作组对于BIB的研究。



计划: 熟悉CERN开发的Fluka软件, 利用Fluka研究BIB, 为其他所有电子-缪子对撞机上的物理课题做好准备。



总结



- 2020年北京大学 博士, 论文: CMS 矢量玻色子散射 $Z\gamma$ 过程分析
- 研究成果:
 - 作为主要贡献作者发表 CMS 合作组论文 3 篇
 - 矢量玻色子散射 $Z\gamma$
 - 矢量玻色子散射 $W\gamma$
 - 纵向极化的同号 VBS WW
 - 第一作者论文 2 篇
 - 电子-缪子对撞机
 - 矢量玻色子散射科普
 - 国际会议报告 2 次
 - 担任 CMS level-3 协调人
- 未来工作计划:
 - 在 CMS 上寻找额外 Higgs 粒子
 - 在 CMS 上寻找 $VV\gamma$ 过程
 - 进一步研究电子-缪子对撞机物理



Thanks for your attention!



研究经历: e-mu collider 物理



$$\sigma = \sigma(\nu\nu H) \cdot BR(H \rightarrow b\bar{b}) = \frac{g_{HWW}^2 g_{Hbb}^2}{\Gamma_H}$$

$$\frac{\Delta g_{Hbb}}{g_{Hbb}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{\Delta\sigma}{\sigma}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \frac{g_{HWW}^2}{\Gamma_H}}{\frac{g_{HWW}^2}{\Gamma_H}}\right)^2}$$

文章着重研究了希格斯粒子与底夸克的耦合强度测量精度。

从左式得到: 该耦合的测量精度依赖于两项测量, 第一项为希格斯到两底夸克的截面测量精度, 在假设另一项的测量精度能达到CLIC的测量精度3%后, Hbb耦合在不同的对撞能量以及不同的积分亮度下能达到的测量精度见下表, 大约在2%的精度。

$\mathcal{L}_{\text{int}} [ab^{-1}]$	$\sqrt{s} [\text{GeV}]$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} [\%]$	$\frac{\Delta \frac{g_{HWW}^2}{\Gamma_H}}{\frac{g_{HWW}^2}{\Gamma_H}} [\%]$	$\frac{\Delta g_{Hbb}}{g_{Hbb}} [\%]$
0.5	447.2	2.5	3	2.0
	1095.4	1.4		1.7
1.5	447.2	1.4	3	1.7
	1095.4	0.8		1.6
2.0	447.2	1.2	3	1.6
	1095.4	0.7		1.6

CLIC