

交大对撞机实验团队在矢量玻色子散射研究方面取得了系列重要进展

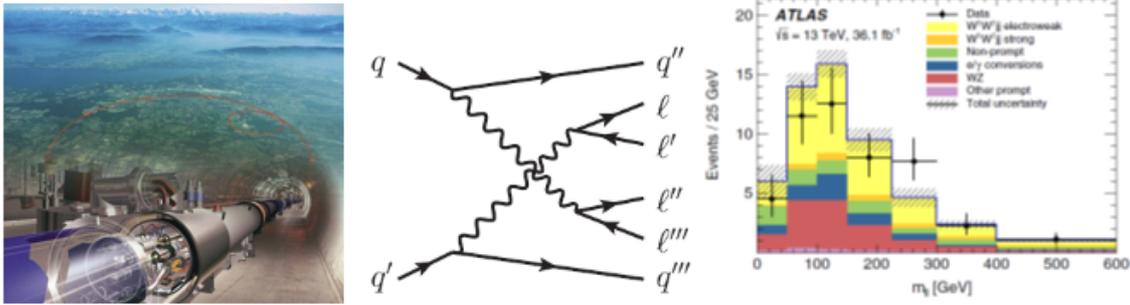
欧洲核子研究中心(CERN)大型强子对撞机(LHC)上的ATLAS大型国际合作实验组于2019年10月15日在物理学权威学术期刊《物理评论快报》【Phys. Rev. Lett. 123 (2019) 161801】上发表了同号电荷WW玻色子对散射的**首次发现** (6.5倍标准偏差显著度)。同时, WZ玻色子对散射也获得首次发现 (5.3倍标准偏差显著度), 成果发表在【Phys. Lett. B793 (2019)469】; VV玻色子(V =W/Z)散射过程的半轻子衰变道的统计显著度为2.7倍标准偏差, 成果发表在【Phys. Rev. D100 (2019) 032007】。ZZ玻色子散射过程的纯轻子衰变测量的统计显著度达到5.5倍标准偏差【ATLAS-CONF-2019-033,初步结果已经公布, **并将正式发表**】。交大相关团队对该系列重要发现作出了主要贡献。

PHYSICAL REVIEW LETTERS 123, 161801 (2019)

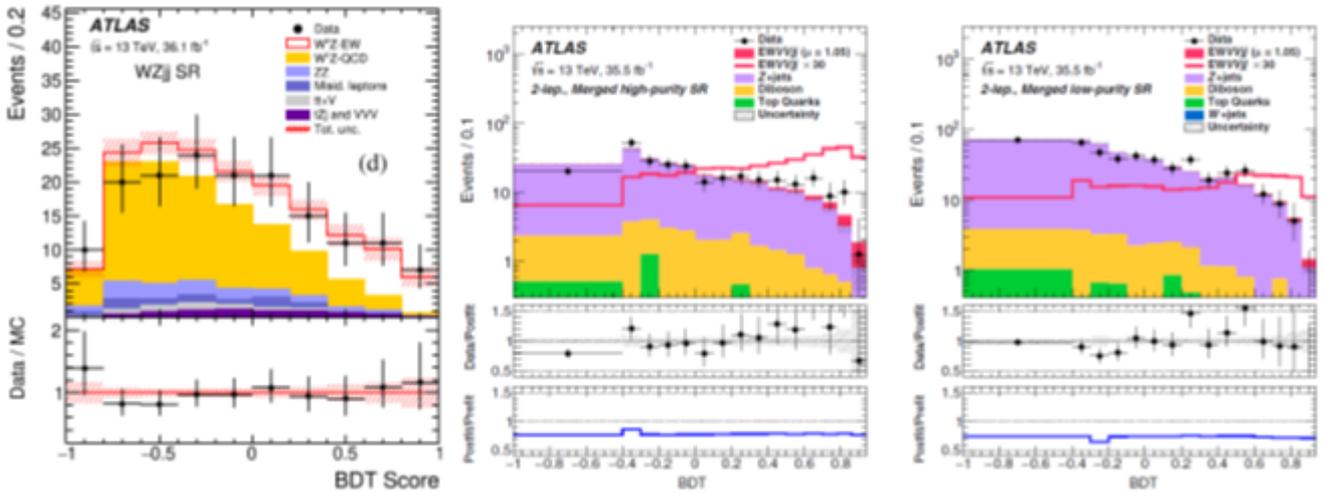
Observation of Electroweak Production of a Same-Sign W Boson Pair in Association with Two Jets in pp Collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS Detector

M. Aaboud *et al.*^{*}
(ATLAS Collaboration)

(Received 10 June 2019; published 15 October 2019)



左图: LHC; 中图: VBS产生过程费曼图; 右图: WW散射过程双轻子不变质量分布



WZ散射过程 (左图) 和VV 散射过程 (中图和右图) 的BDT分布

矢量玻色子散射 (Vector Boson Scattering, 简称VBS, 一般对于 $2\to 2$ 过程而言) 与矢量玻色子聚合 (Vector Boson Fusion, 简称VBF, 一般对于 $2\to 1$ 过程而言) 是TeV能区对撞机物理中重要的前沿研究课题。在无希格斯机制作用假设下的标准模型预言中, 纵向极化的W/Z矢量玻色子散射振幅将会随能量增加而发散, 最终在TeV的高能区破坏么正性。该过程既可以用来检验标准模型电弱相互作用的物理预期及电弱破缺机制, 又可以用来检验希格斯机制在电弱融合、散射过程中的么正化影响。同时可以用来探索除标准模型希格斯机制外的其他新物理机制存在的可能性。VBS过程的反应截面非常低, **之前从未在实验中被观测到**。高能量和高亮度的LHC实验在Run2期间 (2015-2018) 积累了大统计量数据, 为我们深入研究VBS稀有过程提供了难得的机会。



上海交通大学物理与天文学院和李政道研究所先后加入ATLAS国际合作组。目前团队拥有7名教师，5名博士后，20余名研究生，主要参与希格斯粒子性质测量，双玻色子物理，暗物质和新粒子寻找，以及缪子探测器升级。李政道研究所、物理与天文学院ATLAS团队与中国科学技术大学、密歇根大学等合作者紧密合作，对矢量玻色子散射的一系列研究和最终发现做出了主要贡献。

交大团队的Monika Mittal（博士后）、Elena Yatsenko（博士后），[李数](#)、[郭军](#)、[杨海军](#)等人对同号电荷 $WW\bar{W}W$ 散射过程作出了重要贡献，Elena Yatsenko担任该物理分析的**国际评审组成员 (Editorial Board)**。Elena Yatsenko和李数对WZ散射过程的发现作出了关键性贡献，Elena Yatsenko担任**WZ分析的课题负责人**。汪晨亮（研究生）、李京（研究生）、Nataliia Kondrashova（博士后）、Monika Mittal、郭军、李数、杨海军等人对VV玻色子散射的半径子衰变测量做出关键性贡献，Nataliia Kondrashova担任**VV分析的课题负责人**。ZZ \rightarrow ZZ散射过程目前亦取得超过五倍标准偏差最新成果并即将正式发表，李京代表合作组做了**Paper Presentation**。

李数作为上海交大李政道研究所的李政道学者，2017年至今先后担任**ATLAS标准模型电弱物理组负责人与LHC电弱多玻色子物理组负责人**，直接领导和推动了该项重要研究的开展和具体分析工作的顺利完成，作出了关键性贡献。

郭军是物理与天文学院特别研究员，2009年起参与ATLAS实验组，负责ATLAS量能器监测和数据质量管理工作。目前主要负责交大ATLAS缪子探测器升级项目和新物理寻找等课题，并作出重要贡献。

杨海军是物理与天文学院教授、李政道研究所兼职研究员，2016年起担任ATLAS 中国组（科大-山大-交大-李所）的负责人，2018年起担任ATLAS国际合作组顾问委员会成员。提出的BDT机器学习方法广泛应用于LHC实验物理分析，对希格斯粒子的发现和新物理的寻找作出重要贡献。

该系列工作获得了上海市粒子物理和宇宙学重点实验室，粒子天体物理与宇宙学教育部重点实验室，国家自然科学基金委重点国际合作与交流项目，科技部大科学装置前沿研究国家重点研发计划，上海市科委浦江人才计划等资助。

参考文献：