

刘言东

✉ ydliu@pku.edu.cn · ☎ (+86) 13511073508

基本信息

性别：男
学历：博士

出生年月：1986-04
毕业院校：中国科学院理论物理研究所

工作经历

北京大学物理学院 博士后 2014年6月 – 至今

教育背景

中国科学院理论物理研究所, 北京 2008-09 – 2014-06

学位：博士
专业：粒子物理与场论
研究方向

- 粒子物理唯象, 对撞机物理, 暗物质

导师：李田军研究员

中国科学技术大学, 合肥, 安徽 2004-09 – 2008-06

学位：学士
专业：理论物理

主要研究方向

- 对撞机物理**：在对撞机上精确检验标准模型以及寻找超出标准模型的新物理。
- 暗物质**：研究暗物质的粒子性质, 以及暗物质的直接和间接探测。
- 新物理模型构造**：构造新物理模型解释超出标准模型的新物理现象。

获奖情况

- 中国科学院理论物理研究所：2011, 2012 理论物理所优秀学业奖二等奖
- 中国科学技术大学：2004, 2006 中国科学技术大学优秀学生奖学金三等奖

研究经历

粒子物理标准模型作为一个低能有效理论是非常成功的, 其所有的预言都在实验上得到很好的验证, 包括所预言的希格斯粒子也于 2012 年在欧洲大型强子对撞机上被发现。标准模型中希格斯粒子与电弱对称性破缺紧密相关, 其通过电弱对称性自发破缺给出电弱理论的标度, 并且给出其它粒子的质量。因此对希格斯粒子性质的研究有助于理解电弱对称性自发破缺, 同时精确测量希格斯粒子的性质也会对寻找新物理给出一些启示。

尽管粒子物理标准模型在实验上非常成功, 在理论上也是自洽的, 但仍有一些实验现象, 比如宇宙中正反物质的不对称性, 中微子振荡, 宇宙中存在暗物质等与标准模型不相容, 因此我们只是把标准模型看成是一个低能有效理论。要解释这些超出标准模型的新现象, 需要对其进行扩展。

本人的具体工作如下:

一, 希格斯粒子唯象学:

对希格斯粒子性质的研究包括在新物理模型中如何正确的给出希格斯粒子质量, 和如何在对撞机上精确测量其与标准模型中其它粒子的耦合常数。

希格斯粒子质量的解释：在工作 [2] 中，我们基于超对称反跷跷板模型，详细讨论了圈图修正后的希格斯质量。该类模型可以解释中微子质量，同时其所引入的新物理的标度可以在 TeV，从而使得该类模型可以在大型强子对撞机上检验。该结果更正了文献中存在的错误，并给出了修正所对应的费曼图来源。

希格斯粒子耦合常数的测量：

- 希格斯粒子三线性顶点的测量：希格斯粒子的三线性顶点不仅与电弱对称性自发破缺紧密相关，同时也与电弱重子生成，以及真空稳定性紧密相连。在工作 [11] 中，我们提出可以在大型强子对撞机上用 WHH 和 ZHH 的产生过程来测量希格斯粒子自相互作用三线性顶点。该研究结果表明，在测量效果上，该过程可以与之前文献中被认为测量效果最好的过程相比拟。
- 希格斯粒子顶夸克耦合常数及其总宽度的测量：希格斯粒子和顶夸克的耦合常数在目前实验中的测量依赖于对希格斯粒子各衰变道分支比的假设。在工作 [12] 中，我们提出通过用四个顶夸克的产生过程来测量希格斯顶夸克耦合常数。与文献中其它测量方法相比，该过程不依赖于希格斯粒子衰变宽度等假设，可以直接得到耦合常数的测量结果。同时，由于标准模型预言的希格斯粒子的宽度只有 4MeV，这远远小于实验能量分辨率，因此目前实验上是通过干涉来测量希格斯粒子的宽度。作为对目前实验测量希格斯粒子总宽度的一个补充，我们提出可以联合上述四个顶夸克以及额外 $t\bar{t}H$ 的产生过程来给出希格斯粒子总宽度的信息。

二，新物理在对撞机上的寻找：

尽管有新的实验现象（正反物质不对称，中微子振荡，暗物质）表明有超出标准模型新物理的存在，但是到目前为止我们在对撞机仍未发现新物理存在的直接证据。本人对新物理寻找的研究工作如下：

奇异电荷粒子的寻找：在超出标准模型的新物理模型中，尤其在解释中微子质量的模型（例如第二类翘翘板模型）中，带双倍电荷的标量粒子经常出现。在工作 [5] 中，我们考虑了如何在大型强子对撞机上寻找带双倍电荷标量粒子，与过去的实验对这个粒子的寻找主要集中在其质量大于 200GeV 的区域不同，而我们的研究集中在其质量区域为 100 – 150GeV 范围，从而补充目前实验寻找的空白。

简并粒子谱的寻找：在包含暗物质的新物理模型中，暗物质粒子在对撞机上表现为一个丢失的横动量，这是新物理存在的一个典型信号。在一类新物理模型中，新粒子的质量都比较简并，导致新粒子在对撞机上产生之后，其进一步衰变到暗物质粒子和标准模型粒子的相空间非常小，因此该过程中产生的标准模型粒子非常软，丢失横动量也非常小，导致该种事例在对撞机上很难被重构出来，同时其与标准模型背景的分度不大。在工作 [7] 中，与以往文献中用来区分大丢失横动量信号不同，我们提出用 MT_2 这一运动学变量来有效的区分信号与背景。

包含 boosted 粒子的信号的寻找：随着大型强子对撞机对撞能量的增加，对新物理寻找的能标也在逐步提高。使得我们所寻找的新物理粒子质量逐步变大。在对这些大质量新物理粒子的寻找过程中，其衰变到的标准模型粒子（顶夸克， W/Z 规范玻色子，希格斯粒子）会被 boost 起来，使得这些 boosted 粒子的进一步衰变产物会集中到一个小的空间区域，进而表现为一个大的喷注。因此对于重的新物理粒子的寻找不可避免的需要对包含这种大的喷注信号进行研究。

- 含有 boosted 希格斯粒子以及 Z 规范玻色子的寻找：在工作 [6] 中，我们详细讨论了如何在**对撞机上通过 boosted 希格斯粒子加 Z 规范玻色子来寻找新的的标量粒子**。通过这一信号对一个新的标量粒子的寻找，不仅能告诉我们超出标准模型新物理的存在，同时也可以告诉我们这一新粒子有着不同于标准模型希格斯粒子（CP-even）的 CP 变换性质（CP-odd）。
- 含有 boosted W 规范玻色子对以及大丢失横动量的寻找：一般对有暗物质粒子模型新物理的寻找，由于暗物质在对撞机上不能直接重构出来而表现为丢失横动量，我们并不能给出新物理的能标。在工作 [10] 中，我们讨论了 boosted W 规范玻色子对加大丢失横动量信号的寻找，我们利用 boosted 喷注算法重构出两个 W 喷注，同时利用 MT_2 变量，不仅有效地重构信号压低背景，也可以给出新物理粒子的能标。

三，暗物质模型：

从宇宙尺度到星系尺度的各种证据都表明暗物质的存在，但是我们对其作为粒子的性质却知之甚少。本人对所研究的新物理模型中的暗物质候选者的粒子做了剩余丰度，直接探测的计算。在工作 [2] 中，我们研究了其中的一个标量粒子作为暗物质候选者，我们计算了其剩余丰度，讨论了其直接探测。在工作 [1] 中，我们讨论了模型中包含的 Pseudo-Dirac 费米子作为非热产生暗物质粒子的可能性。

研究成果

已发表文章 [引用次数]:

- [1] Zhaofeng Kang, **Yandong Liu**, Guo-Zhu Ning, “Highlights of Supersymmetric Hypercharge ± 1 Triplets”, JHEP 09 (2013) 091 [17 次]
- [2] Jun Guo, Zhaofeng Kang, Tianjun Li, **Yandong Liu**, “Higgs Boson Mass and Complex Sneutrino Dark Matter in the Supersymmetric Inverse Seesaw Models”, JHEP 02 (2014) 080 [13 次]
- [3] Jun Guo, Zhaofeng Kang, Jinmian Li, Tianjun Li, **Yandong Liu**, “Simplified Supersymmetry with Sneutrino LSP at 8 TeV LHC”, JHEP 1410 (2014) 164 [12 次]
- [4] Zhaofeng Kang, P. Ko, Tianjun Li, **Yandong Liu**, “Natural X-ray Lines from the Low Scale Supersymmetry Breaking”, Phys. Lett. B742 (2015) 249-255 [36 次]
- [5] Zhaofeng Kang, Jinmian Li, Tianjun Li, **Yandong Liu**, “Doubly Charged Scalar Searches at the LHC”, Eur.Phys.J. C75 (2015) 12, 574 [25 次]
- [6] Ning Chen, Jinmian Li, **Yandong Liu**, Zuowei Liu, “LHC searches for the CP-odd Higgs by the jet sub-structure analysis”, Phys. Rev. D91 (2015) 7, 075002 [9 次]
- [7] Zhenyu Han, **Yandong Liu**, “MT2 to the Rescue – Searching for Sleptons in Compressed Spectra at the LHC”, Phys. Rev. D92 (2015) 1, 015010 [8 次]
- [8] Ning Chen, Jinmian Li, **Yandong Liu**, “LHC searches for heavy neutral Higgs bosons with a top jet sub-structure analysis”, Phys.Rev. D93 (2016) 9, 095013 [9 次]
- [9] Qing-Hong Cao, **Yandong Liu**, Ke-Pan Xie, Bin Yan, Dong-Ming Zhang “The Diphoton Excess, Low Energy Theorem and the 331 Model”, Phys.Rev. D93 (2016) 7, 075030 [90 次]
- [10] Qing-Hong Cao, Chuan-Ren Chen, **Yandong Liu** “Testing LHT at the LHC Run-II” Phys.Rev. D94 (2016) 5, 055033 [1 次]
- [11] Qing-Hong Cao, Shao-Long Chen, **Yandong Liu** “Probing Higgs Width and Top Quark Yukawa Coupling from $t\bar{t}H$ and $t\bar{t}t\bar{t}$ Productions” Phys.Rev. D95 (2017) no.5, 053004 [8 次]

待发表文章 [引用次数]:

- [12] Qing-Hong Cao, **Yandong Liu**, Bin Yan, “Measuring Trilinear Higgs Coupling in WHH and ZHH Productions at the HL-LHC”, [arXiv:1511.03311] [17 次]
- [13] Qing-Hong Cao, **Yandong Liu**, Ke-Pan Xie, Bin Yan, Dong-Ming Zhang “A Boost Test of Anomalous Diphoton Resonance at the LHC” [arXiv:1512.05542] [156 次]

参与 report[引用次数]:

- [1] R. Contino (CERN and LPHE, Lausanne) et al.. “Physics at a 100 TeV pp collider: Higgs and EW symmetry breaking studies”, [arXiv:1606.09408] [22 次]

参加学术活动

- 5th Asian Winter School on Strings Particles and Cosmology, Jeju Korea, 2011
- Taipei School on MadGraph for LHC Physics, National Taiwan University, Taipei, 2012
- SUSY2012 pre-School and Conference, Peking University
- KEK Theory Meeting (KEK-PH 2013), KEK Japan
- Summer School on Particle Physics, ICTP, Trieste Italy, 2013
- SUSY2013 pre-School and Conference, Trieste Italy
- MC4BSM-2014, Dajeon, South Korea
- Summer School on Particle Physics, ICTP, Trieste Italy, 2015
- Summer Institute 2015, Beijing