



核物理与核技术国家重点实验室 内部简报

(第 13 期, 2013 年 07 月 30 日)

重要事项

重点实验室召开学术委员会年度会议

2013 年 3 月 21 日下午, 核物理与核技术国家重点实验室(北京大学) 2012 年度学术委员会会议在北京大学加速器楼 408 会议室召开。学术委员会主任沈文庆院士以及近 20 位委员和资深顾问专家出席会议。北京大学科研部副部长吴朝东和基地建设办公室主任郑英姿出席会议。实验室负责人和部分骨干参加会议。会议由学术委员会主任沈文庆院士主持。实验室主任叶沿林教授向学术委员会汇报了一年来实验室发展的基本情况和四个研究方向的典型进展, 并提出了关于形成创新特点的分析等。随后曹庆宏、冒亚军、许甫荣课题组在会上作了优秀研究成果报告。

委员们在讨论中充分肯定了实验室在过去一年多各个方面取得的成绩, 特别是包括 3 位青年千人和 4 位北大百人计划在内的 10 位青年教师的引进; 实验室继续以第一单位发表大批优秀学术论文(含 5 篇 PRL 和 3 篇 PLB, 在国外杂志共发表 114 篇); 放射性核束物理方向 973 项目、科技部重大仪器专项等一批重大重点项目申请成功; 聚变等离子体中子诊断、中子成像、辐射材料等应用课题取得显著进展等等。委员们希望实验室更加注重理论与实验的深度有机结合从而创造引领性的创新成果; 某些长期形成的特色技术要持续突破并努力形成阶段性应用成果; 继续发挥青年队伍和优秀研究生生源的优势, 增强队伍活力和可持久创新能力等。



图 会议现场

中美奇特核物理理论研究所在北大成立

2013 年 5 月 7-9 日, 中美两国核物理同行 70 余人在北京大学举行“中美奇特核物理理论研究所(China-U.S. Theory Institute for Physics with Exotic Nuclei, 简称 CUSTIPEN)”成立大会暨“奇特核

性质以及对核反应和核天体的影响”学术研讨会。成立仪式由 CUSTIPEN 中方共同主任、北京大学核物理与核技术国家重点实验室叶沿林教授主持，美方共同主任、美国密歇根州立大学 Danielewicz 教授介绍了美国 FRIB 装置情况，原国家基金委副主任沈文庆院士、中国核物理学会理事长张焕乔院士、原北京大学校长陈佳洱院士、中国高能物理学会理事长赵光达院士、北京大学物理学院院长谢心澄教授、中科院近代物理研究所副所长徐珊珊研究员、中科院理论物理所所长邹冰松研究员等在成立仪式上致辞，祝贺 CUSTIPEN 成立并对这种新的合作方式寄予厚望。CUSTIPEN 首席科学家、美国德州 A&M 大学 Bao-An Li 教授介绍了 CUSTIPEN 的宗旨和合作内容与合作方式。CUSTIPEN 执行主任、北京大学核物理与核技术国家重点实验室许甫荣教授介绍了中国核理论研究现状。中美双方就“今后如何开展有效的合作研究”进行了充分的交流和讨论。

成立仪式后，在北京大学举办首届“奇特核性质以及对核反应和核天体的影响”研讨会，中美两国核物理同行报告了他们近期的主要科研成果和进展，深入讨论了相关的物理问题。



图 中美奇特核物理理论研究所第一次研讨会与会人员合影

北京大学-德克萨斯大学物理交流

北京大学与德克萨斯大学奥斯汀分校于 2013 年 5 月 20 日至 24 日，在物理学院量子材料科学中心举办了物理学术交流会。此次会议基于双方签订的交换生协议，以学术报告和教师间个人交流等方式，寻找共同兴趣，期待在研究小组间启动交流合作。

德克萨斯大学奥斯汀分校的代表团由牛谦组织带队，包括 Michael Downer、Elaine Li、Chih-kang Shih、Ken Gentle。我方代表由吴飙组织，包括任泽峰、颜学庆、李焱、孙栋、江颖、陈剑豪、李博。会前，吴飙从学科建设、人才培养、师资队伍、教学科研等各方面介绍了物理学院及量子材料科学中心。

本次物理交流会是由 2011 协同创新中心和物理学院量子材料科学中心共同承办。

我实验室博士生获国际学术会议“最佳海报奖”

我实验室博士生孔淑妍同学的研究工作“The irradiation tolerance of ZrO₂/W Multilayered nanocomposites under He ion irradiation”，在第十七届绝缘体辐照效应（REI-17）国际会议上荣获“最佳海报奖”（Best Poster Award）。

研究进展

理论物理方向陈斌研究组最新研究成果

1. Kerr/CFT 对应关系：通过对黑洞视界热力学的研究发现其内视界热力学与其全息描述间存在着密切的联系。这种联系可以让我们很快地读出相应 CFT 的信息。我们比较了这种基于热力学的方法与其它方法如渐近对称性分析、低频散射的关系，并研究了其在三维高曲率引力中的应用；

B. Chen, J.-j. Zhang, J.-d. Zhang and D.-l. Zhong, JHEP 1304, 055 (2013).

B. Chen, Z. Xue and J.-j. Zhang, JHEP 1303, 102 (2013).

2. 三维高自旋引力理论中的黑洞的相结构：我们解析地研究了高自旋黑洞的热力学结构，显示了在温度变化时可能存在的相变；

B. Chen, J. Long and Y.-N. Wang, JHEP 1303, 017 (2013). Phys. Rev. D 88, 066007 (2013).

3. 三维高自旋引力理论的经典解、黑洞的对称性：我们提出了通过在无穷远处定义的 Wilson 圈来刻画理论中的 conical defects 以及黑洞解的对称性，系统分析了解所保持的对称性，并进一步分析了超对称高自旋引力中的超对称黑洞解位形；

B. Chen, J. Long and Y.-N. Wang, JHEP 1306, 025 (2013).

4. Lovelock 引力中的推广引力熵：我们的研究发现 Lovelock 引力中的推广引力熵与通常的全息纠缠熵可能是不一样的，需要对 cosmic string 附近的几何做更仔细的研究；

B. Chen and J.-j. Zhang, JHEP 1307, 185 (2013).

5. Renyi 熵的小间隔展开：我们一般性的研究了 2DCFT 中有两个间隔时的 Mutual Renyi information。我们通过讨论在小间隔极限下 Twist operator 的 OPE 展开，计算了 Renyi entropy，发现与引力的全息计算得到的结果完全一致。

B. Chen and J.-j. Zhang, JHEP 1311 (2013) 164.

李重生研究组最新进展

李重生研究组在和 Phys.Rev.D 和 JHEP 上共计发表论文 4 篇，主要成果如下：

在文(1)中，利用软共线有效理论研究了 LHC 上标准模型 Higgs 玻色子对产生过程，在次领头对数阶的水平上计算了总截面及不变质量分布，结果表明，重求和效应增长了次领头阶结果 20%，标度依赖性被约化到 8%。发现总截面及不变质量分布强烈依赖于 Higgs 玻色子自耦合参数。指出，随着 LHC 测量精度的提高，可通过不变质量分布及总截面来抽取 Higgs 玻色子自耦合参数。

在文(2)中, 运用软共线有效理论, 研究了顶夸克对在强子对撞机上产生的横动量重求和。推导了在小横动量区域顶夸克对产生的因子化表达式。发现在误差范围内, 重求和结果与实验结果符合很好。最后, 研究了前后不对称性对横动量分布的依赖。这种方法可直接推广到带色有质量粒子对产生的过程。

在文(3)中, 使用软共线有效理论在 QCD 次领头阶对数阶的精度上研究了在 LHC 上 WW, ZZ 和 WZ 对产生过程的横向动量重求和效应。计算中还包括了非微扰效应, 并对 PDF 的不确定性的进行了讨论。发现次领头阶对数阶重求和效应可以显著的减少横向动量分布对因子化标度的依赖性。其结果与 CMS 的实验数据一致。

在文(4)中, 研究了矢量和轴矢量算符诱导的暗物质和光子联合产生信号, 包括 QCD 次领头阶效应。发现 QCD 次领头阶修正减小了标度依赖性, 其 K 因子随暗物质质量增加而变大。QCD 次领头阶结果改进了 CMS 实验给出的新物理标度的限制, 并给出寻找光子和丢失横能量信号的蒙特卡罗数值模拟, 以及 LHC 上发现实验信号所需亮度。

附: 发表论文目录:

- 1) Threshold resummation effects in Higgs boson pair production at the LHC

Ding Yu Shao, Chong Sheng Li, Hai Tao Li, Jian Wang

JHEP 1307:169-1~27, 2013

- 2) Top quark pair production at small transverse momentum in hadronic collisions

Hai Tao Li, Chong Sheng Li, Ding Yu Shao, Li Lin Yang, and Hua Xing Zhu

Phys. Rev. D 88, 074004-1~19 (2013)

- 3) Transverse-Momentum Resummation for Gauge Boson Pair Production at the Hadron Collider

Yan Wang, Chong Sheng Li, Ze Long Liu, Ding Yu Shao, Hai Tao Li

Phys. Rev. D 88, 114017-1~12 (2013)

- 4) Searching for the signal of dark matter and photon associated production at the LHC beyond leading order

Fa Peng Huang, Chong Sheng Li, Jian Wang, Ding Yu Shao

Phys. Rev. D 87, 094018-1~10, 2013

激光加速团队发现等离子体透镜中存在新型电子加速机制并获得实验验证

利用超强激光与等离子体相互作用产生高能电子, 目前最主要的途径是在激光尾波场中实现。然而这种尾波场产生的电子束密度很低, 电子数目很少。我们最近的研究发现在临界密度等离子体中, 激光被自聚焦到通道中心 (PRL 107, 265002 (2011)), 同时它可以俘获高密度的电子束。这些被俘获的电子, 会不断调整自身的频率和相位自动实现共振匹配加速, 进而可以产生具有过临界密度, 螺旋结构的准直电子束 (PRL 110, 045002 (2013))。这些共振电子的加速过程非常类似于最早提出的逆自由电子激光加速机制。这种自匹配共振加速的电子束具有广泛的应用前景, 比如可以用于离子加速或者用于同步辐射的 X/伽马射线源等。理论研究表明临界密度等离子体可以作为透镜实现对激光的自聚焦、自调制和脉冲净化, 同时用于粒子加速还可以有效地增加离子能量~3 倍。我们在卢瑟福 RAL-Germina 联合实验中, 成功证实激光可以在临界密度透镜中同时得到聚焦和整形。如果在碳纳米靶之前放置临界密度碳纳米管, 可以将碳离子由 84MeV 增加到

240MeV，最大质子能量由 13MeV 增加到 29MeV。

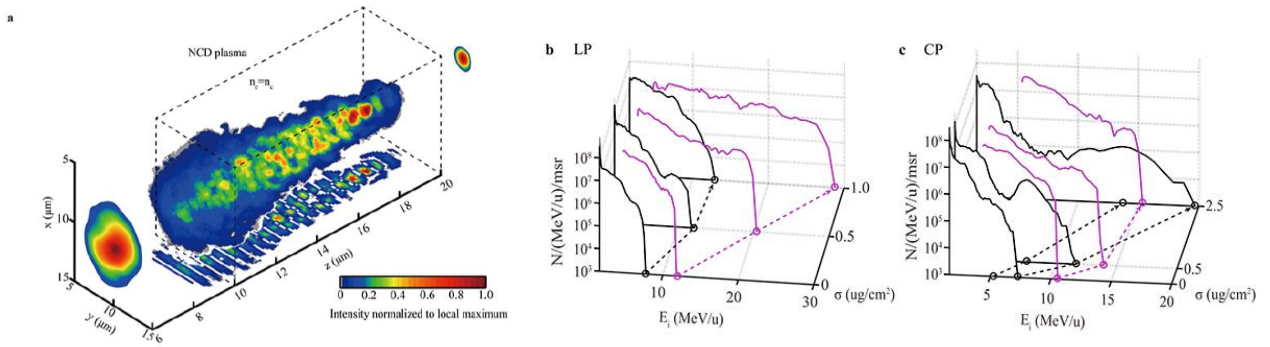


图 成功证实等离子体透镜可以用于聚焦/整形/提高离子加速效率 2.7 倍

北京大学研制的超导腔全面达到 ILC 要求

北京大学近期又研制成功一只高质量 9-cell 超导加速腔，加速梯度达到为 32.6MV/m，品质因数大于 1.1×10^{10} ，性能指标全面达到国际直线对撞机 (ILC) 的要求 (31.5MV/m, $Q_0 > 1.0 \times 10^{10}$)。射频超导课题组自 2008 年开始 1.3GHz TESLA 型 9-cell 射频超导加速腔的研制，在研制前三只超导腔的基础上，通过不断改进精密加工、电磁场调平、表面处理和电子束焊接等工艺流程，采用国产大晶粒铌材于 2013 年初研制成功第四只 9-cell 超导腔，并于 2013 年 2-5 月在日本 KEK 射频超导实验室进行了加速梯度测试。这是国内第一只全面达到国际直线对撞机 ILC 的实用型超导腔，表明我国已经掌握了高水平超导加速腔的研制技术，为未来参加 ILC 国际合作以及建设其它采用射频超导加速技术的大科学装置打下了基础。

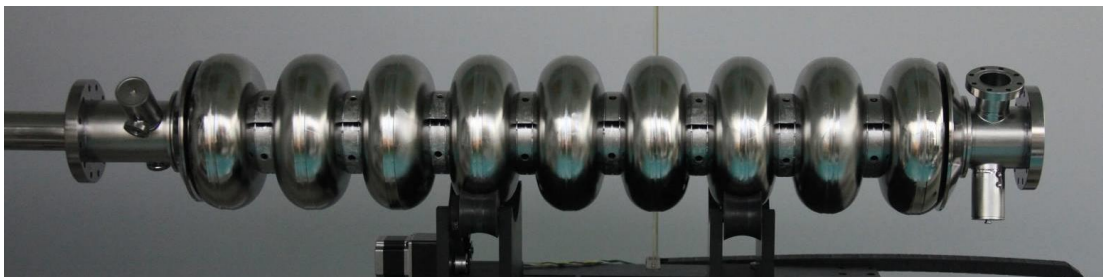


图 1 大晶粒 TESLA 型 9-cell 超导加速腔 (PKU4)

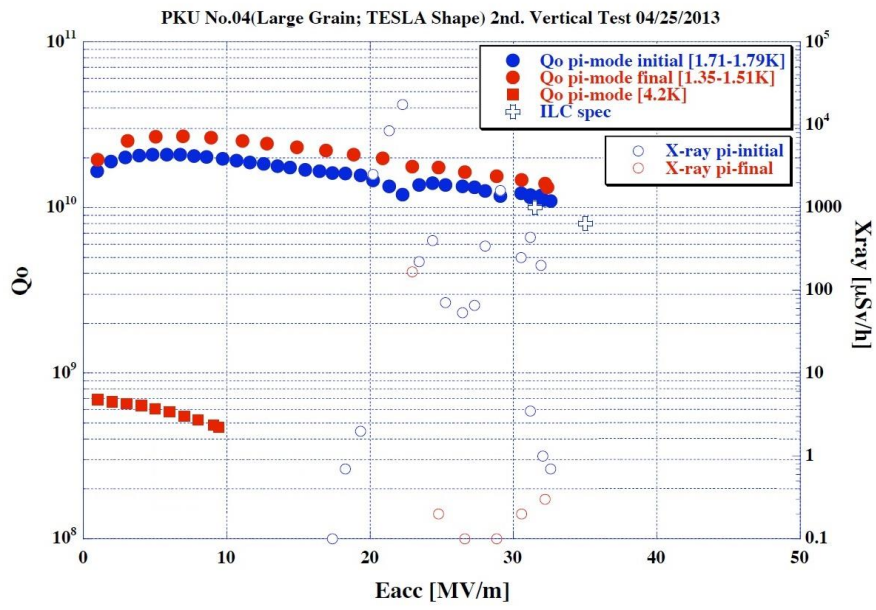


图 2 PKU4 加速梯度测试结果