

ISSN 2095-9419 (网络) | ISSN 0023-074X (印刷)

# 科学通报

## Chinese Science Bulletin

2023年3月 第68卷 第9期

北京大学重离子物理研究所成立40周年  
暨陈佳洱院士90华诞专辑

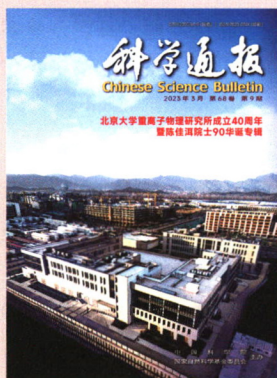


QK2256092



中国科学院  
国家自然科学基金委员会 主办





## 封面简介

北京大学重离子物理研究所创建于1983年5月,是在北京大学原技术物理系(成立于1955年)的基础上发展起来的.2007年,通过整合重离子物理研究所和技术物理系的主要力量,重离子物理教育部重点实验室升级为核物理与核技术国家重点实验室,重离子物理研究所及技术物理系成为该重点实验室的主要依托力量.重离子物理研究所现有核技术及应用、医学物理与工程、等离子体物理、高能量密度物理4个二级学科,技术物理系现有粒子物理与原子核物理1个二级学科.各学科在充分发挥北京大学基础研究优势的基础上,针对核物理、核能源、大科学装置、国防安全、先进制造和核医学等领域开展创新研究,勇于探索科学前沿,承接国家任务和重大需求,学科声誉不断提升.本期专辑集中展示了近年来北京大学核学科研究领域取得的主要研究进展,以表达对重离子物理研究所成立40周年和陈佳洱院士90周年华诞的美好祝福.

## ■ 北京大学重离子物理研究所成立40周年暨陈佳洱院士90华诞专辑

### 编者按

993 细推万物理,一字亦当核  
薛建明,华辉

996 北京大学重离子物理研究所40年发展历程  
薛建明,颜学庆,刘克新,郭之虞

1000 陈佳洱与北京大学重离子物理研究所的粒子加速器研究  
郭之虞,刘克新,颜学庆

### 进展

1004 轻丰中子核的奇特结构研究进展  
楼建玲,叶沿林,杨再宏,李奇特,许金艳

不稳定核的奇特结构,例如集团结构、闯入态等,是放射性核束物理研究的热点方向之一.直接核反应是研究这些奇特结构的重要实验手段之一.针对“轻丰中子核的奇特结构”这个核心科学问题,依托国内外的大科学装置,利用自主研发的高精度、大立体角、模块化、多用途的带电粒子探测阵列,北京大学核物理实验组在轻丰中子核的奇特结构研究方面取得了一系列重要进展.

1016 第一性原理介质相似重整化群理论  
胡柏山,袁琪,范思钦,孙中浩,许甫荣

第一性原理计算已经摘取了“圣杯”原子核— $^{208}\text{Pb}$ ,正在迈向描述核素版图中所有原子核的阶段.然而,光怪陆离的原子核世界涌现出纷繁复杂的结构,尤其是弱束缚或非束缚的奇特核以及具有大的内禀形变或形状共存的原子核,是第一性原理计算的“拦路虎”.本文简要回顾了第一性原理计算的现状,重点介绍了最新发展的第一性原理理论对这些“拦路虎”原子核的描述.

**1026 北京大学射频四极场加速器研究及创新实践**

陆元荣, 颜学庆, 王智, 朱昆, 郭之虞, 方家驯, 陈佳洱

北京大学射频四极场加速器研究一直紧跟国际发展前沿, 先后开展了四杆型、四翼型、分离作用型、开窗型等多种腔型的研究, 开发了一系列用于射频四极场加速器动力学设计软件、腔体测量平台等先进研发工具, 做出了一系列有影响力的工作. 本文对北京大学射频四极场加速器的发展做了简要回顾.

**1036 直流-射频超导光阴极电子枪**

黄森林, 刘克新, 赵夔, 陈佳洱

北京大学射频超导加速器实验室长期致力于超导光阴极电子枪研究, 2001年提出DC-SRF光阴极电子枪概念, 解决了半导体光阴极与超导加速腔的兼容问题. 经过20年的努力, DC-SRF光阴极电子枪由概念逐步发展为综合性能领先的装置, 可输出兆赫兹至百兆赫兹重频、兆电子伏能量的高亮度连续波皮秒脉冲电子束, 是超导光阴极电子枪的一个成功范例.

**1047 激光加速器中的靶科学与技术**

马文君

激光加速器通过激光打靶产生高能带电粒子, 是一种极具潜力的新型加速器. 与“靶”相关的科学与技术, 对激光加速器性能的提升、设备的实用化与普及起着至关重要的作用. 本文概述靶科学与技术对激光加速器的重要意义, 探讨其中的关键问题, 着重介绍了北京大学重离子物理研究所研究团队在相关领域取得的进展.

**1054 用于不稳定原子核研究的共线激光谱仪研制进展**

张鹏, 刘寅坤, 白世伟, 杨晓菲, 王姝婧, 刘永超, 胡晗睿, 郭洋帆, 林喆阳, 严周, 杜泽宇, 梅文聪, 叶沿林, 李奇特

共线激光谱技术通过测量不稳定原子(离子或分子)的超精细结构和同位素移位, 核模型无关地同时提取原子核基态和长寿命同核异能态的基本性质(如自旋、磁矩、电四极矩和电荷半径等). 本文简述了国际上激光谱学技术的发展现状和实验原理, 详细介绍了国内发展的基于荧光探测的共线激光谱系统的技术细节以及近期的优化升级和离线测试现状, 并展望了进一步的研究计划.

**1066 微观核裂变动力学研究进展**

裴俊琛

核裂变是核体系一种极端复杂的运动形态. 微观裂变动力学可以帮助我们深刻地理解裂变机制, 包括非平衡、非绝热、涨落效应、耗散效应、对关联效应、碎片纠缠机制、能量相关性等. 近年来, 微观裂变动力学研究取得了很大进展, 有望发展成定量计算多种裂变观测量的裂变模型, 可以为实验很难测量的核区和能区提供关键补充.

**1074 原子核相对论密度泛函理论**

王亚坤, 许方方, 黄天行, 赵鹏巍

原子核相对论密度泛函理论在描述和解释原子核各种性质方面取得了很大成功. 本文介绍了相对论密度泛函理论的基本概念及其在描述原子核性质方面的优势和特点, 讨论了相对论密度泛函理论在原子核质量、手征进动和裂变动力学方面的最新应用. 此外, 本文简要综述了相对论第一性原理计算的最新成果, 这些成果为构建微观普适的第一性原理相对论密度泛函奠定了基础.

**1082 A~60和A~80质量区原子核磁转动研究进展**

罗迪雯, 徐川, 吴鸿毅, 张双全, 李湘庆, 李智焕, 华辉

近年来, 人们在很多原子核中发现了磁转动结构, 这已经成为原子核高自旋态的研究热点. 北京大学实验核物理研究组最近在A~80和A~60质量区开展了一些研究工作, 在<sup>75</sup>As、<sup>79</sup>Se和<sup>62</sup>Cu核中发现了高激发磁偶极带结构. 本文对相关工作进行了介绍.

**1090 基于载能重离子的超薄薄膜纳米孔制备技术**

刘子荣, 李冬娜, 盛倩, 苏士皓, 朱昆, 薛建明, 王宇钢

主要介绍北京大学重离子物理研究所在基于载能重离子辐照技术研制超薄薄膜纳米孔技术方面的进展, 包括核径迹刻蚀有机高分子薄膜和以石墨烯、二硫化钼为代表的新型二维材料的制备及应用.

**1096 北京大学静电加速器及其应用**

徐川, 付恩刚, 高原, 任晓堂

粒子加速器是人类探索微观世界的重要工具, 如今加速器的应用已远远超出了基础研究领域, 在工、农、医等方面也发挥了重要作用. 20世纪90年代左右, 北京大学先后引进和建造了1.7 MV串列加速器、4.5 MV单级静电加速器和6 MV串列加速器等3台加速器. 它们主要用于离子辐照、离子束分析以及核物理基础与应用等研究工作, 为相关课题组的科研任务提供了重要技术支持.

**1104 北京大学辐射防护科研组环境放射性核素研究进展**

郭秋菊

展示了北京大学技术物理系辐射防护科研组在环境放射性领域的部分代表性工作. 关于天然辐射中公众剂量最大的贡献者——氡钍射气, 对不同环境介质中氡的连续测量成果进行了重点介绍; 对与核军工和核电密切相关的人工放射性核素, 介绍了超铀核素钚和核电基地外围环境中<sup>14</sup>C精准测量和迁移行为的成果.

**评述****1112 激光加速质子束肿瘤治疗研究现状与展望**

吕建锋, 罗筠彬, 王超, 马宇琦, 赵兴益, 吴笛, 王科栋, 赵家瑞, 徐圣宣, 耿易星, 赵研英, 朱昆, 林晨, 马文君, 陈佳洱, 颜学庆, 杨根

激光加速器提供了一种新的肿瘤治疗途径. 激光加速质子束具有超短脉冲长度和超高瞬时剂量率等特点, 有利于满足肿瘤FLASH放疗的要求, 同时可能激活体内免疫系统并实现远端肿瘤的治疗. 本文着重探讨了剂量递送与生物学效应方面的研究进展和面临的问题, 并对激光质子放疗的未来发展前景进行了讨论和展望.

**1125 基于界面和纳米析出相材料的抗辐照损伤机制研究进展**

杜进隆, 徐川, 付恩刚

基于先进核能系统对可靠结构材料的迫切需求, 抗辐照损伤机理研究具有重要科学和实际意义. 本文综述了界面结构及其增强材料抗辐照性能机理研究成果. 在此基础上, 介绍了纳米晶ODS钢研究进展, 并重点介绍了最近提出的基于第二相纳米粒子动态有序-无序循环转变的抗辐照损伤机制和策略.

- 993 **The 40th anniversary of the Institute of Heavy Ion Physics, Peking University: Multi observation, careful scrutiny, one word also the center**  
Jianming Xue & Hui Hua
- 996 **Forty years developments of the Institute of Heavy Ion Physics, Peking University**  
Jianming Xue, Xueqing Yan, Kexin Liu & Zhiyu Guo
- 1000 **Jiaer Chen and the particle accelerator research at the Institute of Heavy Ion Physics, Peking University**  
Zhiyu Guo, Kexin Liu & Xueqing Yan
- 1004 **Progress of exotic structure studies in light neutron-rich nuclei**  
Jianling Lou, Yanlin Ye, Zaihong Yang, Qite Li & Jinyan Xu
- 1016 ***Ab initio* in-medium similarity renormalization group**  
Baishan Hu, Qi Yuan, Siqin Fan, Zhonghao Sun & Furong Xu
- 1026 **RFQ accelerator research and innovation practice at Peking University**  
Yuanrong Lu, Xueqing Yan, Zhi Wang, Kun Zhu, Zhiyu Guo, Jiaxun Fang & Jiaer Chen
- 1036 **DC-SRF photocathode gun**  
Sentlin Huang, Kexin Liu, Kui Zhao & Jiaer Chen
- 1047 **Science and technologies in targets for laser accelerators**  
Wenjun Ma
- 1054 **Progress on the development of the collinear laser spectroscopy setup for the study of unstable nuclei**  
Peng Zhang, Yinshen Liu, Shiwei Bai, Xiaofei Yang, Shujing Wang, Yongchao Liu, Hanrui Hu, Yangfan Guo, Zheyang Lin, Zhou Yan, Zeyu Du, Wencong Mei, Yanlin Ye & Qite Li
- 1066 **Recent progress in microscopic nuclear fission dynamics**  
Junchen Pei
- 1074 **Relativistic density functional theory in nuclear physics**  
Yakun Wang, Fangfang Xu, Tianxing Huang & Pengwei Zhao
- 1082 **Progress on the magnetic rotation in the nuclei of A~60 and A~80 mass regions**  
Diwen Luo, Chuan Xu, Hongyi Wu, Shuangquan Zhang, Xiangqing Li, Zihuan Li & Hui Hua
- 1090 **Preparation techniques of nanopores in ultrathin membranes using energetic heavy ions**  
Zirong Liu, Dongna Li, Qian Sheng, Shihao Su, Kun Zhu, Jianming Xue & Yugang Wang
- 1096 **Electrostatic accelerator facilities and their applications at Peking University**  
Chuan Xu, Engang Fu, Yuan Gao & Xiaotang Ren
- 1104 **Research progress on environmental radionuclides by the Radiation Protection Research Group, Peking University**  
Qiuju Guo
- 1112 **Research status and prospect of tumor therapy by using laser-accelerated proton beams**  
Jianfeng Lü, Yunbin Luo, Chao Wang, Yuqi Ma, Xingyi Zhao, Di Wu, Kedong Wang, Jiarui Zhao, Shengxuan Xu, Yixing Geng, Yanying Zhao, Kun Zhu, Chen Lin, Wenjun Ma, Jiaer Chen, Xueqing Yan & Gen Yang
- 1125 **Recent progress in the study of mechanisms for enhancing radiation tolerance of materials based on interfaces and nanoprecipitates**  
Jinlong Du, Chuan Xu & Engang Fu



科学家交流的平台 | 国际科学研究的展台 | 向世界展示的窗口

# 科学通报

CHINESE SCIENCE BULLETIN

第 68 卷 第 9 期 2023 年 3 月 30 日出版 (旬刊)

(© 2023 《中国科学》杂志社, 未经许可, 不得转载)

主管	中国科学院	出版	《中国科学》杂志社
主办	中国科学院 国家自然科学基金委员会	印刷装订	北京(100717)东黄城根北街16号
编辑	中国科学院 《科学通报》编辑委员会	总发行处	北京科信印刷有限公司
主编	高福	订购处	北京报刊发行局 全国各邮电局 《中国科学》杂志社发行部

为加强版权保护, 本刊自2020年起在封面加贴《中国科学》杂志社防伪标签, 每个防伪标签上均有编号, 验伪请拨打010-64019709. 凡未贴防伪标签为盗版, 违法必究.



《科学通报》官方  
微信订阅号

万方数据

CN 11-1784/N ■ ISSN 0023-074X ■ eISSN 2095-9419

国内邮发代号: 80-213

广告发布登记: 京东市监广登字20170194号

每期定价: 160.00元 全年定价: 5760.00元

ISSN 0023-074X



9 770023 074234