



编者按

原子核协变密度泛函理论及其应用专辑

# 原子核协变密度泛函理论及其应用专辑·编者按

原子核是由质子和中子组成的强相互作用有限量子多体系统。由于核子-核子之间的短程强排斥相互作用、自旋和同位旋自由度,以及求解多体问题的困难,至今尚无一个能够统一描述所有原子核结构的理论模型。

密度泛函理论被广泛应用在物理、化学、材料等领域,是最成功的多体理论之一。经过近半个世纪的努力,核物理学家成功地将密度泛函理论推广用于描述原子核这一独特自束缚多体系统。由于在描述原子核诸多性质方面取得的成功,密度泛函理论被广泛认为是统一描述所有原子核结构的候选“标准模型”。

原子核协变密度泛函理论也称为相对论密度泛函理论,近年来在核物理学界受到了广泛的关注。它具有自然给出自旋轨道相互作用、赝自旋对称性物理起源、核物质新的饱和机制、自治处理奇时间场以及与基本物理学理论相联系等优点,并在描述原子核基态和激发态性质、中子星物态方程、宇宙演化过程中的元素合成等方面取得成功。

原子核协变密度泛函理论的迅速发展和应用,使得定期举办原子核物理中的协变密度泛函理论系列讲习班变得非常必要。首先,经过多年努力,中国已经有了一定规模的原子核协变密度泛函理论研究队伍;其次,许多研究组近年来做出了有影响的工作;最后,至少从我个人的角度看来,有必要有一个能够相互学习的机会,了解相关进展及其对学科推动的意义。这样的讲习班,不仅可以互相交流,更重要的是促进彼此的学习和合作。

自从 2010 年在北京航空航天大学举办第一次讲习班以来,这个讲习班就吸引了许多有志青年学生参加学习。参与第一次讲习班授课的同行,把相关报告内容进行归纳和整理,以“原子核物理中的协变密度泛函理论”为题发表在《物理学进展》第 31 卷第 4 期。这为以后的讲习班打下很好的基础,也为参加讲习班的同学提供了很好的参考资料。这篇文章有两个特点:第一个是内容比较全面。如果能够掌握相关内容,有望成为密度泛函理论领域的专家。第二个特点是,由于成文过程比较仓促,错误难免,所以不认真读,要想读懂不容易。

第二届至第五届原子核物理中的协变密度泛函理论讲习班分别在兰州大学、安徽大学、广西师范大学和山东大学举行。安徽大学讲习班中,由于日本新潟大学教授和研究生参与,讲习班采用上午英文、下午中文的交流方式。山东大学威海校区举办的第五期讲习班,首次由实验同行承办,表明了实验同行充分认识到原子核协变密度泛函理论的重要性。

2015 年 5 月,第六届原子核物理中的协变密度泛函理论讲习班在四川大学顺利举行,本次讲习班内容兼顾基础与前沿、理论发展与实际应用,涵盖原子核结构、协变密度泛函理论、手征核力、重整化群方法、相对论对称性、格林函数协变密度泛函理论、复标度方法、有限温度相对论 Hartree-Fock-Bogoliubov 理论、集体模型、相对论准粒子无规相位近似等理论方法,以及在研究费米海与狄拉克海中的单粒子态、原子核磁矩、对关联相变、原子核高自旋态、磁转动、反磁转动、手征对称性与手征转动、摇摆运动、自旋同位旋集体激发态、双 $\beta$ 衰变、 $\beta$ 衰变寿命、核物质对称能、中子皮厚度、非对称核物质中的中子-质子对关联、奇异夸克物

引用格式: 孟杰. 原子核协变密度泛函理论及其应用专辑·编者按. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2016, 46: 012001  
Meng J. Nuclear covariant density functional theory and its applications (in Chinese). Sci Sin-Phys Mech Astron, 2016, 46: 012001,  
doi: 10.1360/SSPMA2015-00611

质、“镭之谜”等方面的应用和进展。基于此次讲习班，我们在《中国科学: 物理学 力学 天文学》期刊组织了本期专辑，在此，谨向对专辑做出贡献的各位作者表示感谢。

感谢四川大学承办第六届原子核物理中的协变密度泛函理论讲习班，感谢白春林和龙炳蔚老师辛勤的组织工作以及与会老师和同学的积极参与。最后，还要感谢《中国科学: 物理学 力学 天文学》编辑郭媛媛老师的耐心和认真细致的工作。正是因为她坚持不懈的努力，才使得本专辑得以早日出版。

由于篇幅和时间所限，本专辑未能覆盖原子核协变密度泛函理论及其应用所涉及的所有相关问题，也不能代表我国学者在此领域的所有进展，但我们希望能抛砖引玉，吸引更多学者对此领域的关注和兴趣，继而推动此学科的进一步发展。

孟杰  
北京大学物理学院  
2015年12月