
高电荷态离子光谱的精密测量研究取得新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37855.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

高电荷态离子光谱的精密测量研究取得新进展

。近日，中国科学院近代物理研究所与复旦大学的合作团队在高电荷态离子精密光谱实验研究方面取得新进展。团队首次观测到类硼氯离子（B-like Cl₁₂₊）超精细分裂，并提取了原子核结构信息；实现了类铍硫离子（Be-like S₁₂₊）和类铍氯离子（Be-like Cl₁₃₊）在极紫外EUV波段的高精度光谱实验，实现目前该波段精度最高的实验测量，并精确检验了量子电动力学（QED）效应。相关研究成果分别发表于期刊《Physical Review A》和《Spectrochimica Acta Part B: Atomic spectroscopy》上，为极端物理条件下的基础理论检验与核结构研究提供了重要实验依据。

高电荷态离子是一种被移除了绝大部分核外电子的原子，是物质在极端高温、高能量环境下（如恒星内部、实验室高温等离子体）存在的一种特殊形态。而高电荷态离子的超精细分裂源于原子核与核外电子之间的电磁相互作用，其能级结构对核磁矩、核电四极矩以及强场QED修正高度敏感，成为研究核结构与基本相互作用的重要物理量。

由于高电荷态离子制备条件苛刻、多电子体系能级结构复杂，对其开展高精度实验测量长期面临较大的技术挑战。研究团队依托高温超导电子束离子阱（EBIT）实验平台，首次成功观测到类硼氯离子（Cl₁₂₊）中2P_{1/2}和2P_{3/2}能级的超精细分裂结构，并通过高分辨谱线拟合获得了相应的超精细结构常数，利用第一性原理理论计算，成功提取该离子原子核的磁偶极和电四极超精细结构常数。该工作为中等原子序数高电荷态离子超精细结构的理论研究提供了重要实验基准。

在极紫外光谱研究方面，团队利用自主研制的高分辨率极紫外光谱仪（EUV），对类铍硫离子（S₁₂₊）和类铍氯离子（Cl₁₃₊）在EUV波段的电偶极跃迁进行了高精度测量，获得了该波段迄今精度最高的实验数据。通过与包含高阶QED效应的第一性原理理论计算结果对比，实验数据与理论预测在误差范围内高度吻合，从而对二阶QED效应进行了有效验证，为后续开展少电子高电荷态离子精密光谱研究奠定了坚实基础。

在上述研究工作的推动下，团队还成功研制出新一代高温超导电子束离子阱装置——SL-EBIT。该装置在电子束能量范围、离子产生效率及离子引出能力等方面均有显著提升，未来将支撑更高精度的高电荷态离子光谱及相关交叉学科实验的开展。

相关论文链接：<https://link.aps.org/doi/10.1103/5dls-tz48>

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0584854725002344>

作者：叶满山 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发