

近代物理所在超导离子源高电荷态铀离子束流强度研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6810.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！

近代物理所在超导离子源高电荷态铀离子束流强度研究中获进展。核物理是通过原子核反应研究物质核微观层次上的基本结构和相互作用，重要核反应的截面一般都非常低，要提高核反应事件率使重离子核物理获得突破性发现，关键瓶颈之一是如何提高加速器的重离子束流强度，提高重离子束流强度的关键是高电荷态离子源。中国科学院近代物理研究所离子源研究组近日在超导高电荷态离子源上产生了一系列高电荷态铀离子束流强度世界新纪录，为近代物理所已开工建设的国家“十二五”重大科技基础设施“强流重离子加速器装置HIAF”提供强流高电荷态极重离子束奠定了基础。

超导ECR(电子回旋共振)离子源是产生强流高电荷态离子束的磁约束等离子体装置，兰州重离子加速器研究装置所需的高电荷态重离子束主要由超导ECR离子源提供。近代物理所离子源研究组利用超导磁约束结构、磁场新构型和微波馈入新方法，解决了高电荷态等离子体约束和电子碰撞电离产生并引出高电荷态离子束的问题，自主设计研制的超导ECR离子源是目前国际上性能最好的高电荷态离子源之一(如图1所示)。绝大部分高电荷态重离子束流强度的世界纪录都是由近代物理所的超导ECR离子源产生或保持，只有高电荷态铀离子束的束流强度由于材料性能等原因稍逊于美国劳伦斯伯克利国家实验室的超导ECR离子源。该研究组通过数年的深入研究，自主研制成功高稳定性感应加热高温蒸发炉，可以在4特斯拉强磁场和超过2000度高温的条件下长期稳定工作，从而解决了铀蒸汽稳定供应问题。该研究组近期在国际上首次把Vlasov型微波辐射器应用于超导ECR离子源，改善了加热ECR等离子体的微波功率分布，提高了微波加热ECR等离子体的效率，形成了利于高电荷态离子产生的热电子能量和密度分布，在相同微波功率下把产生的高电荷态离子束流强度提高了13%-30%。近日该研究组在超导ECR离子源上利用24GHz和18GHz双频微波加热的方法以及感应加热高温蒸发炉，首次产生了 $^{238}\text{U}^{33+}$ 450 微安、 $^{238}\text{U}^{42+}$ 60 微安、 $^{238}\text{U}^{46+}$ 26微安和 $^{238}\text{U}^{54+}$ 2.6微安等高电荷态铀离子束(铀离子多电荷态谱如图2所示)，这是高电荷态铀离子束流强度最新世界纪录。

以上研究成果在9月1日至6日由近代物理所主办在兰州召开的第十八届国际离子源会议(18th International Conference on Ion Sources ICIS'19)上，以两个大会邀请报告和一个会议口头报告的形式进行了详细报告与交流，受到了国际同行的广泛关注和好评，来自日本理化学研究所(RIKEN)的T. Nakagawa博士在其大会的总结报告(Conclusion Remarks)中将上述研究成果作为大会亮点进行评述。该研究组博士郭俊伟因在微波匹配和新馈入模式研究方面的进展，经过会议国际评奖委员会评选，获得本次会议唯一的最佳口头报告即“青年科学家奖”(Young Scientist Award)。

本次国际离子源会议在兰州成功召开，来自全世界60多家科研机构和高校的200余名专家学者齐

聚一堂，交流探讨离子源物理、技术、应用及其相关领域的发展现状与趋势，会议情况及报告详见(<https://icis2019.impcas.ac.cn/event/1/>)。该系列国际会议始于1969年，每两年一次(70-80年代曾停办几届)，是国际上规模最大的以离子源为主题的国际学术会议。上一届会议2017年由欧洲核子中心(CERN)在瑞士日内瓦主办，下一届会议将于2021年由加拿大的TRIUMF实验室主办。

该研究工作得到中科院大科学装置维修改造项目、国家基金委和国家重点基础研究发展计划等资助。

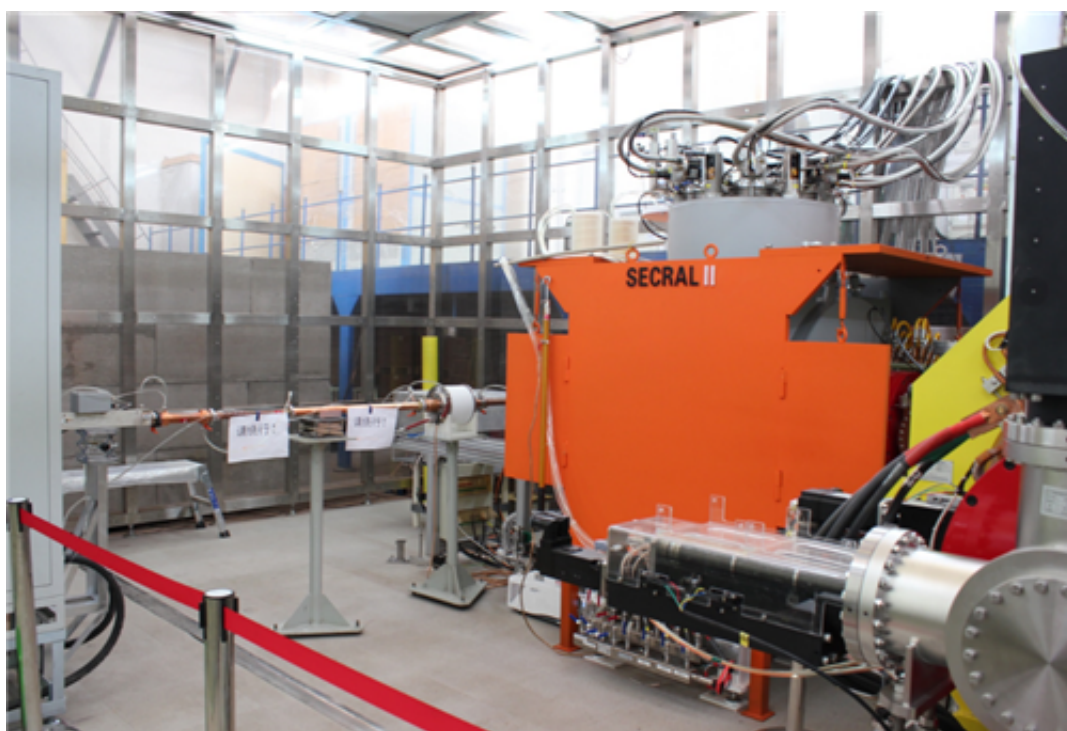


图1：超导ECR离子源SECRAL II

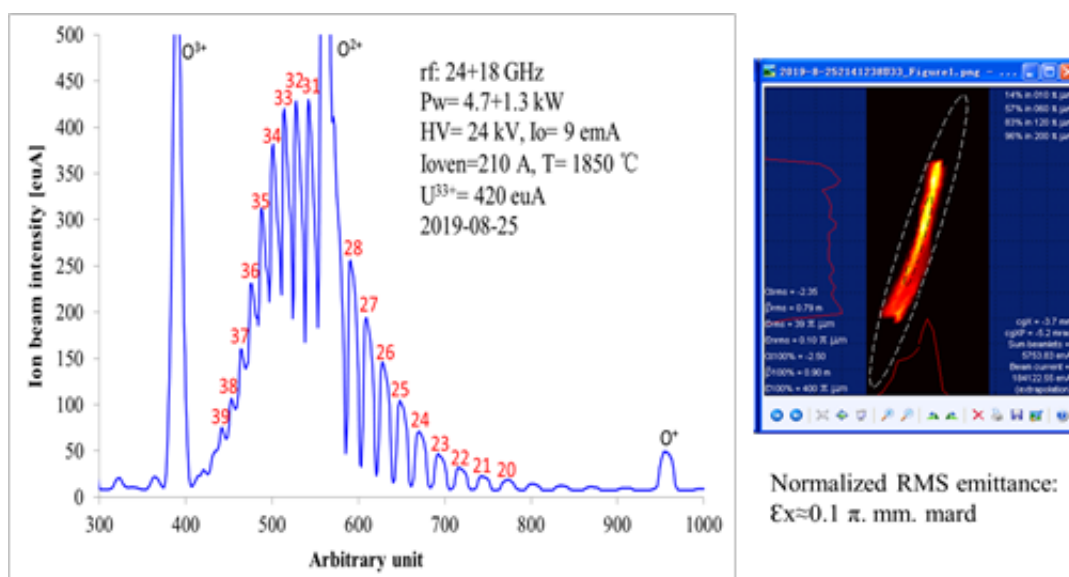


图2：优化420 e μ A $^{238}\text{U}^{33+}$ 时的多电荷态谱图和测量的水平方向束流发射度

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](https://www.iikx.com)转发