

强流质子超导直线加速器关键技术研究集体

中国科学院近代物理研究所、中国科学院高能物理研究所

1、推荐意见

团队在强流超导直线加速器物理设计、常温 RFQ 和超导腔连续波运行关键技术等方面，实现了创新性突破，建成了世界最高平均流强的超导直线加速器。团队提出纵向能量分离设计，突破了运行流强极限；首次实现零氦压影响创新设计，首创束流自动恢复技术，显著提高了束流可用性。2021 年在国际上首次实现了 10 毫安(约是国际同类装置的 5 倍)连续波质子束的稳定运行，使我国在该领域具有显著优势。

团队克服了跨入高流强连续波加速器“无人区”面临的挑战，实现了“自强引领”，提供了利用强流加速器解决重大科学问题和需求的方案，奠定了国家重大基础设施 CiADS 和 HIAF 建设的技术基础。

我单位推荐该研究集体为 2023 年度“中国科学院杰出科技成就奖”候选集体。

2、代表性论文专著和核心知识产权列表

代表性论文专著

序号	论文（专著）名称	刊名	年卷页码 (xx年xx卷 xx页)	发表时间 (年月日)	全部作者及排名
1	Research of beam matching on RFQ for CADS proton linac	International Journal of Modern Physics E	2021年30卷 2150027页	2021年04月29日	王超、窦为平、王志军、冯驰、王旺生、陈伟龙、贾永智、刘淑会、何源、秦元帅、陶玥
2	Design, fabrication and test of a taper-type half-wave superconducting cavity with the optimal beta of 0.15 at IMP	Nuclear Engineering and Technology	2020年52卷 1777-1783页	2020年01月24日	岳伟明、张升学、李春龙、蒋天才、刘鲁北、王若旭、黄玉璐、谭腾、郭浩、Evgeny Zaplatin、熊平然、吴安东、王锋锋、张生虎、皇世春、何源、姚泽恩、赵红卫
3	In situ mitigation strategies for field emission-induced cavity faults using low-level radiofrequency system	Nuclear Science and Techniques	2022年33卷 1-15页	2022年11月08日	邱丰、何源、吴安东、朱正龙、江国栋、蒋天才、高郑、陈奇、薛纵横、马瑾颖、徐呈业、杨自钦、黄贵荣
4	Design and Development of the 200-kW Beam Dump	Nuclear Science and Engineering	第14届国际加速器应用会议特选	2022年12月23日	贾欢、牛海华、蔡汉杰、袁辰彰、张勋超、秦元帅、谢宏明、汪柏帆、张鹏、黄郁旋、朱铁明、彭天骥、陈伟龙、初青伟、吴建强、张生虎、李翔、贾端阳、张斌、何源、赵红卫、詹文龙
5	Fabrication and cold test of prototype of spatially periodic radio frequency quadrupole focusing linac	Nuclear Science and Techniques	2021年32卷 1-9页	2021年01月19日	于培炎、张斌、王锋锋、李晨星、孙国珍、王志军、刘鲁北、袁辰彰、何源、徐珊珊

核心知识产权列表

序号	知识产权 (标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家 (地区)	授权号(标准 编号)	授权(标准 发布)日期	发明人(标 准起草人)	发明专利 (标准) 有效状态
1	发明专利	一种同位素生产设备	中国	CN110223796B	2020-11-10	何源、王志军、窦为平	授权
2	发明专利	一种射频四极场加速器及其加速方法	中国	CN110267426B	2021-04-02	窦为平、王志军、何源	授权
3	发明专利	一种超导腔制造方法	中国	CN112756460B	2022-03-08	张新颖、刘德贵、潘卫民、李继贞、王光伟、赵光远	授权
4	发明专利	复合结构超导谐振加速腔的制备方法及其超导谐振加速腔	中国	CN113388872B	2022-11-15	何源、詹文龙、杨自钦、皇世春、徐孟鑫、游志明、张生虎	授权
5	发明专利	一种高稳定铌基超导加速腔及其制备方法	中国	CN113385895B	2022-04-26	何源、杨自钦、皇世春、张升学、张生虎	授权
6	发明专利	一种全固态功率源系统	中国	CN113406985B	2022-11-15	何源、孙列鹏、施龙波、金珂安、曾凡剑、江国栋、黄贵荣	授权
7	发明专利	四翼型射频四极场加速器腔体安装平台及其装配方法	中国	CN113601130B	2022-09-27	金晓凤、王锋锋、张斌、李晨星、张周礼、窦为平、王志军、何源	授权
8	发明专利	一种超导腔零部件表面化学缓冲全自动抛光设备	中国	CN109943851B	2021-04-27	游志明、何源、熊平然、郭浩、李璐、张生虎	授权
9	发明专利	一种用于低温下超导高频腔耦合度调整的机械结构	中国	CN109936908B	2021-04-16	刘鲁北、李春龙、张斌、何源	授权
10	发明专利	一种超导腔固体传导冷却结构	中国	CN113593768B	2022-11-01	杨自钦、何源、白峰、蒋天才、张军辉、张生虎	授权

3、研究集体成员贡献情况

姓名	人员类型	工作单位	主要贡献
何源	突出贡献者	中国科学院近代物理研究所	ADS 先导专项近物所总体技术负责人，提出了低频射频四极加速器（RFQ）+紧凑型半波长腔（HWR）的技术路线和全局优化动力学设计方法。提出了 HWR010 超导腔电磁机械结构耦合的优化设计和表面后处理工艺，主导了 RFQ 的合作研制并提出了耦合器、功率加载等关键问题解决方案，主持 25 兆电子伏质子超导直线加速器集成和高功率束流调试，为高功率稳定运行提出了纵向发射度控制、快速恢复等多项技术改进措施。
潘卫民	突出贡献者	中国科学院高能物理研究所	战略性先导科技专项“未来先进核裂变能—ADS 嬗变系统”专项负责人，项目二直线加速器负责人。总体负责高能物理研究所超导直线加速器的建设。负责协调 25 兆电子伏 sopke 加速单元及其附属设备的研制、系统集成和束流测试；负责研制了超导 HWR010 的高功率输入耦合器和 RFQ 备用高功率耦合器。
赵红卫	突出贡献者	中国科学院近代物理研究所	战略性先导科技专项“未来先进核裂变能—ADS 嬗变系统”项目二直线加速器负责人。总体负责近代物理研究所超导直线加速器的建设，组织协调项目实施。培养并建立了项目人才队伍。制定了 25 兆电子伏强流超导直线加速器的技术路线，确定关键技术的发展策略，制定了超导加速器研制进度计划，并对重大技术变更进行审核和决策。
詹文龙	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	战略性先导科技专项“未来先进核裂变能—ADS 嬗变系统”专项总指挥。提出总体设想，制定了中国 ADS 发展路线图。领导制定了强流超导直线加速器的发展目标和总体技术路线，并参与了关键技术讨论。
徐珊珊	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	战略性先导科技专项“未来先进核裂变能—ADS 嬗变系统”专项负责人，组织规划、编写了项目任务书和实施方案，协调各参与单位按任务、按计划推进项目，组织协调解决项目实施中遇到的重大技术问题。
张军辉	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	主导设计、加工、调试全国产液氦温区超导加速单元，设计完成整套液氦生产、传输分配、回收纯化装置并长期稳定运行。发展了大体积、高精度氢气钎焊技术，在国内多家大科学装置上得到广泛应用。

张生虎	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	负责超导腔的研制、表面处理、垂测、多腔集成与超导腔上线运行；主持制定超导腔研制规范和流程，为超导腔的成功研制提供技术保障；完成首台超导腔水平测试攻关和首次超导腔载束实验。
张斌	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	负责机械总体设计，研制测微准直望远镜的低温十字丝目标，研究束流位置监测器和低温螺线管联合标定新方法，完成了超导直线加速器元件的准直安装。开发 RFQ 高精度加工和焊接装配工艺。
王志军	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	负责 25 兆电子伏超导质子直线的物理设计和束流调试。负责完成了基于场模型的相位标定程序和 SVD 的自动轨道校正程序；在国际上提出了“单粒子—包络—多粒子”模型三步走的高功率束流调试策略。
贾欢	主要完成者	中国科学院近代物理研究所	负责强流中能传输线、高能束流传输线及百千瓦束流阻挡器研制及运行。负责射频四极加速器束流调试。深度参与定时系统设计，提出定时方案。提出了超导段场模型束流扫相方法，解决了扫相时遇到的物理问题。