

# 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

## 1、 推荐意见（不超过 300 字）

团队突破了强流超导直线加速器设计、高性能超导腔等关键技术，2017 年建成世界首台 25 兆电子伏连续波强流质子超导直线加速器。中科院组织测试，专家评价为“国际领先”。2017~2021 年，突破束流损失控制、负载效应、自动恢复等关键技术，在国际上首次实现了 10 毫安连续波质子束的稳定运行（约是国际同类装置的 5 倍）。专家现场测试束流可用性达到 93.5%。标志着我国在该领域具有显著的领先优势。

团队在超导直线加速器技术上，自立自强，为国家重大科技基础设施 CiADS 和 HIAF 的建设，解决重大科学问题、满足国家重大需求奠定了技术基础。

我单位推荐该研究集体为 2022 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	未来先进核裂变能——ADS嬗变系统	中国科学院院刊	2012年27卷375页	2012年5月22日	詹文龙, 徐珊珊
2	Beam Commissioning for a Superconducting Proton Linac	Physical Review Accelerators and Beams	2016年19卷120101页	2016年12月27日	王志军, 何源, 贾欢, 窦为平, 陈伟龙, 张晓龙, 刘淑会, 冯驰, 陶玥, 王旺生, 吴建强, 张生虎, 赵红卫
3	ADS Based on Linear Acceleration	Review of Accelerator Science and Technology	2015年8卷55页	2016年1月18日	潘卫民, 戴建樺
4	Physics design of the CIADS 25 MeV demo facility	Nuclear Instruments Methods in Physics Research A	2017年843卷11页	2016年11月1日	刘淑会, 王志军, 贾欢, 何源, 窦为平, 秦元帅, 陈伟龙, 闫芳
5	Design and construction of the MEBT1 for CADS injector scheme II	Chinese Physics C	2015年39卷107003页	2015年1月23日	贾欢, 何源, 原有进, 宋明涛, 皇世春, 张翔, 袁辰彰, 牛海华, 张鹏, 武军霞, 张雍, 康新才, 罗成

## 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	超导腔的制备方法	中国	CN103567726B	2015-01-07	何源, 岳伟明, 张生虎	授权
2	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
3	发明专利	一种射频大功率耦合器	中国	CN104378906B	2016-08-24	石爱民, 何源, 孙列鹏, 张周礼, 张斌, 张军辉, 王文斌	授权
4	发明专利	一种 spoke 超导腔调谐器	中国	CN105246242B	2017-07-28	米正辉, 孙毅, 潘卫民, 马强	授权
5	发明专利	一种四翼型 RFQ 加速器腔体冷模测量装置	中国	CN107271812B	2019-05-28	王锋锋, 张斌, 李晨星, 金晓凤, 赵博, 张周礼, 王志军, 张军辉, 何源, 于培炎	授权
6	发明专利	螺旋型多间隙高频谐振装置及聚束和加速方法	中国	CN102917529B	2016-01-13	孙列鹏, 赵红卫, 何源, 金鹏	授权
7	发明专利	一种小间隙超导腔内表面高压冲洗设备	中国	CN110328176B	2021-11-19	何源, 游志明, 郑海, 郭浩, 熊平然, 王旺生, 李璐, 张生虎	授权
8	发明专利	加速器运行在线连续可调圆孔限束光阑	中国	CN105355254B	2017-12-19	牛海华, 张斌, 袁辰彰, 武启, 王志军, 刘鲁北, 王锋锋, 何源	授权

### 3、研究集体成员贡献情况

姓名	人员类型	主要贡献
何源	突出贡献者	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	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	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。
徐珊珊	主要完成者	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	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	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	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	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	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。
詹文龙	主要完成者	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。