

“石化工业流程叶片泵高效可靠关键技术及产业化”项目公示内容

一、项目基本情况

项目名称：石化工业流程叶片泵高效可靠关键技术及产业化

完成人：张帆、袁寿其、曹璞钰、张金凤、洪秋虹、李贵东、陈轲、王文杰、洪文灿、李文进

完成单位：昆明嘉和科技股份有限公司，江苏大学，江苏大学镇江流体工程装备技术研究院

提名者：昆明经济技术开发区管理委员会

提名等级：云南省科学技术进步奖一等奖

二、项目简介

随着我国节能减排以及碳达峰/碳中和战略的大力实施，石油化工流程叶片泵高效可靠关键技术研究迫在眉睫。针对石油化工领域叶片泵急需解决的重大技术难题，为打破西方对高端石油化工输送叶片泵产品的技术封锁，实现国产替代进口的目标，项目组在云南省科技厅重大核心项目、国家自然科学基金杰出青年基金、国家自然科学基金重点项目等国家及省部级课题的支持下，联合依托江苏大学国家水泵及系统工程技术研究中心、流体机械及工程国家重点学科以及石油和化工行业泵及系统节能技术重点实验室平台，历经 10 余年，通过产学研深度合作方式对石油化工流程输送叶片泵高效设计和安全可靠等关键技术进行了长期、系统、深入的研究及推广应用，取得了一系列的创造性研究成果。主要成果指标达到了国际领先水平，项目形成了完整的知识产权体系，研究成果及产品已成功应用于中国石油化工股份有限公司茂名分公司、中国石油天然气股份有限公司锦州石化分公司、中国石油天然气股份有限公司大连石化分公司、中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司，取得了显著的经济和社会效益，为加快我国高端泵的国产化速度做出了重要贡献。

主要科技创新：（1）基于交换运动特点和动量守恒定律，创新提出了一种低比转速化工泵性能快速优化设计方法，并在无试验条件下验证优化结果的准确性，解决了石化领域低比转速叶片泵效率低的行业难题，技术指标经同行专家鉴定达到了国际领先水平。（2）提出了适用于叶片泵的高精度流固耦合计算方法，揭示了叶片泵的流动诱导振动规律和不稳定流动作用下的非定常流固耦合机理，有效地控制了石油化工输送叶片泵非稳定流固耦合振动，为石油化工流程系统的安全可靠运行提供了保障。（3）针对来流含气或易挥发介质输送工况需求，创造性提出了提高气液混输能力和效率的叶片泵结构，解决了石油化工流程叶片泵在气液混输条件下性能恶化的技术瓶颈。（4）研制出新型耐腐蚀、耐磨蚀特种

合金材料，并成功开发了石油化工耐腐蚀、耐磨蚀叶片泵，相较于普通金属叶轮，使用寿命提高了 30%以上。

本项目主要技术指标经专家鉴定达到国际领先水平，项目组获直接相关的国家授权发明专利 8 项，间接相关专利 20 余项；出版著作 2 部，发表高水平学术论文 60 余篇，并发布国家标准 1 项。

三、完成人及完成单位对项目的贡献情况

（一）完成人情况

第 1 候选人：张帆

项目总负责人，对高效高可靠性化工离心泵进行了长期、系统的研究和推广应用。构建超低比速化工泵快速优化设计方法和产品的研发，突破气液混输化工泵的技术瓶颈，申请并授权 3 项发明专利，发表与项目直接相关高水平论文 5 篇。

第 2 候选人：袁寿其

项目技术指导，协调项目进展中各单位的合作，长期从事高可靠性离心泵的研究。创建了适用于叶片泵高精度流固耦合计算方法，有效地控制了石油化工输送叶片泵非稳定流固耦合振动，并完成了产品开发和推广应用，申请并授权 6 项发明专利，出版著作 2 部，发表与项目直接相关高水平论文 2 篇。

第 3 候选人：曹璞钰

项目技术负责人，对高效高可靠性管道式离心泵进行了深入研究，主要负责技术转化、产品开发和推广应用。申请并授权 1 项发明专利，发表高水平论文 1 篇，制定国家标准 1 部。

第 4 候选人：张金凤

项目技术指导，对低比速叶片泵理论与设计进行了长期、深入研究，提出了低比转速化工离心泵优化设计方法，并进行了推广应用。申请并授权 5 项发明专利，发表高水平论文 1 篇。

第 5 候选人：洪秋虹

项目产品开发负责人，主要负责高效高可靠性技术成果的转化和耐磨耐腐材料的开发，成功地研制出悬臂式单级离心泵、两端支承式轴向剖分多级离心泵、两端支承式单壳体径向剖分多级离心泵、两端支承式双壳体径向剖分多级离心泵、立式悬吊式双壳体多级离心泵等典型产品。

第 6 候选人：李贵东

主要技术研发人员，对高气液混输化工离心泵进行了深入研究，主要负责技术转化、

产品开发和推广应用。申请并授权 1 项发明专利，发表高水平论文 1 篇，制定国家标准 1 部。

第 7 候选人：陈轲

主要技术推广人员，参与低比转速化工泵快速优化设计方法的构建，申请并授权 3 项发明专利。

第 8 候选人：王文杰

主要技术研发人员，深入研究流固耦合设计算法和高可靠性化工泵，申请并授权 1 项发明专利。

第 9 候选人：洪文灿

主要技术研发人员，主要负责耐磨耐腐材料的开发并应用到高可靠性化工泵，申请并授权 1 项发明专利。

第 10 候选人：李文进

主要技术研发人员，主要负责低振动高可靠性化工泵研发，申请并授权 1 项实用新型专利。

（二）完成单位情况

1、昆明嘉和科技股份有限公司

昆明嘉和科技股份有限公司是国家高新技术企业，自主研发研制出新型耐腐蚀、耐磨蚀特种合金材料，并成功开发了石油化工耐腐蚀、耐磨蚀叶片泵；同时，引进江苏大学的高效稳定快速设计方法，共同开发了悬臂式单级离心泵、两端支承式轴向剖分多级离心泵、两端支承式单壳体径向剖分多级离心泵、两端支承式双壳体径向剖分多级离心泵、立式悬吊式双壳体多级离心泵等典型产品，产品成功应用于中国石油化工股份有限公司茂名分公司，中国石油天然气股份有限公司锦州石化分公司，中国石油天然气股份有限公司大连石化分公司，中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司等。

通过本项目的研究，申报并授权发明专利 1 项，实用新型专利 1 项。

2、江苏大学

江苏大学作为高等院校全面负责和主持本成果的技术开发工作，主要贡献有：（1）基于交换运动特点和动量守恒定律，创新提出了一种低比转速化工泵性能快速优化设计方法，并在无试验条件下验证优化结果的准确性，解决了石化领域低比转速叶片泵效率低的行业难题，技术指标经同行专家鉴定达到了国际领先水平。（2）提出了适用于叶片泵的高精度流固耦合计算方法，揭示了叶片泵的流动诱导振动规律和不稳定流动作用下的非定常流固

耦合机理，有效地控制了石油化工输送叶片泵非稳定流固耦合振动，为石油化工流程系统的安全可靠运行提供了保障。（3）针对来流含气或易挥发介质输送工况需求，创造性提出了提高气液混输能力和效率的叶片泵结构，解决了石油化工流程叶片泵在气液混输条件下性能恶化的技术瓶颈。申报并授权发明专利 7 项，出版著作 2 部，发表论文 8 篇，制定出版国家标准 1 部。

3、江苏大学镇江流体工程装备技术研究院

江苏大学镇江流体工程装备技术研究院依托江苏大学国家水泵及系统工程技术研究中心成立，主要承担江苏大学流体机械工程技术研究中心的技术与产品的推广应用工作，在本项目中主要完成了超低比转速旋涡泵的快速优化设计方法的建立，并参与了项目的联合设计与开发工作，承担了试制、试验、验证等工作，尤其是与江苏大学合作共同研发了多个系列的化工用超低比转速叶片泵模型，并进行推广应用，形成发明专利 1 项，

四、获得知识产权情况

本项目共获得授权国家发明专利 8 件，实用新型专利 1 件；主持制定并发布国家标准 1 部；出版专著 2 部，发表论文 8 篇。

主要知识产权目录

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	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	一种侧流道泵水力性能快速优化设计方法	中国	ZL201710919478.8	2019.06.28	3436590	江苏大学镇江流体工程装备研究院	张帆 袁寿其 袁建平 张金凤 陈轲	有效
发明专利	一种提高侧流道泵效率的方法	中国	ZL201810330953.2	2021.01.15	4203937	江苏大学	张帆 陈轲 袁寿其 张金凤 魏雪园	有效
发明专利	一种低比转速叶轮及其叶片设计方法	中国	ZL201310256131.1	2015.07.29	1739120	江苏大学	张金凤 王文杰 袁寿其 袁野	有效

							陆伟刚 冒杰云 张云蕾	
发明专利	基于流固耦合计算的离心泵叶轮水力及结构设计方法	中国	ZL201510675930.1	2017.08.04	2573998	江苏大学	王文杰 裴吉 袁寿其 张金凤 顾延东	有效
发明专利	一种提高侧流道气液混输能力和效率的装置及设计方法	中国	ZL201710919478.8	2019.06.28	3436590	江苏大学	张帆 陈轲 袁寿其 张金凤 魏雪园	有效
发明专利	一种气液两相流相含率控制及气液两相混合装置	中国	ZL201410441228.4	2016.08.24	2204711	江苏大学	卢加兴 袁寿其 司乔瑞 周帮伦 骆寅	有效
发明专利	一种改善射流式离心泵空化性能的射流器	中国	ZL201610431975.9	2018.08.21	3041058	江苏大学	李贵东 王洋 赵立峰 冒杰云 曹璞钰 胡日新	有效
发明专利	一种耐硫酸腐蚀的合金球墨铸铁材料	中国	ZL200610010626.6	2007.10.17	352912	昆明嘉和股份有限公司	洪文灿	有效
实用新型专利	消除叶轮共振的多级离心泵	中国	ZL201720683152.5	2018.02.27	7024700	昆明嘉和股份有限公司	李文进 薛开勇 黄凯杰	有效
国家标准	旋涡式自吸电泵性能评价规范	中国	GB/T 3350-2017	2017.03.09	中国国家标准化管理委员会	江苏大学	王洋 曹璞钰 李贵东	有效

代表性论文专著

序号	论文、专著名称	刊名、出版社	通信作者/ 第一责任人、 第一作者	刊期、刊号	页码
----	---------	--------	-------------------------	-------	----

1	泵理论与技术	机械工业出版社	袁寿其	ISBN 978-7-111-45616-2	
2	离心泵内部流动与运行节能	科学出版社	袁寿其	ISBN 978-7-03-045767-7	
3	Energy loss evaluation in a side channel pump under different wrapping angles using entropy production method	International Communications in Heat and Mass Transfer	张帆	113	104526
4	Transient flow characterization in energy conversion of a side channel pump under different blade suction angles	Energy	张帆	161	635-648
5	Cavitation induced unsteady flow characteristics in the first-stage of a centrifugal charging pump	Journal of Fluids Engineering-Transactions of the ASME	张帆	139(1)	011303
6	Experimental investigation on the performance of a side channel pump under gas-liquid two-phase flow operating condition	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power & Energy	张帆	231(7)	645-653
7	Flow theory in the side chambers of the radial pumps: A review	Physics of Fluids	张帆	32(4)	041301
8	Spike-type disturbances due to inlet distortion in a centrifugal pump	Renewable Energy	曹璞钰	165 (2021)	288-300
9	Numerical investigation of the effects of splitter blade deflection on the pressure pulsation in a low specific speed centrifugal pump	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power & Energy	张金凤	4 (234)	420-432
10	不同叶片数下管道泵内部流动及振动特性的数值与试验研究	机械工程学报	袁寿其	49 (20)	115-122

五、项目产品获得认定情况

项目研发的超低比转速多相混输泵其优化技术及产品为我国低比转速叶片泵节能设计和安全运行提供系统的理论和实践经验，解决了石油开采、油站配送和化工过程中小流量、

高扬程且来流含气工况的用泵需求,具有广泛的经济和社会效益,经鉴定委员会一致认为:
该项目成果达到了国际领先水平。