



化工进展

Chemical Industry and Engineering Progress

Vol.42 No.4
2023年4月

ATV 安特威
助您安心享受美好生活

高温、高压开关不卡涩
安特威软密封球阀，您安全的选择！

软密封球阀

- 彻底解决卡涩、泄漏难题；
- 弹性阀座设计，温度自适应、压力不敏感，轻松应对温度交变；
- 全系列API607防火认证，保障装置安全、稳定运行；
- 全流程、可视化智能制造，批量生产供货快、质量可靠；

广告

ISSN 1000-6613

9 771000 661232



主办 | 中国化工学会
化学工业出版社有限公司



目 次

特约评述

乙烯丙烯生产过程强化技术进展及思考 王子宗, 刘罡, 王振维(1669)

化工过程与装备

- 混合增强的微流控通道进展 田启凯, 郑海萍, 张少斌, 张静, 余子夷(1677)
表面强化镀层对高速轴承腔密封端面变形及摩擦磨损影响分析 马润梅, 杨海超, 李正大, 李双喜, 赵祥, 章国庆(1688)
偏心工况下梳齿、蜂窝与蜂窝-梳齿密封的泄漏特性 王文昊, 何立东, 王学志, 闫泽, 贾兴运, 刘春瑞(1698)
深度调峰锅炉水动力特性分析 庞力平, 袁虎, 丘文生, 段立强, 李文学(1708)
高温热泵蒸汽系统的动态响应及扰动优化 刘广平, 陆振能, 龚宇烈(1719)
自吸射流柔性搅拌桨振动特性 张成松, 张静, 龚斌, 李明洋, 袁佳新, 李宏业(1728)

能源加工与技术

- 油水体系水合物浆液流动保障研究进展 刘佳, 梁德青, 李君慧, 林德才, 吴思婷, 卢富勤(1739)
锂离子电池隔膜的发展现状与进展 于捷, 张文龙(1760)
 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ 钙钛矿涂层的抗结焦性能 梁贻景, 马岩, 卢展峰, 秦福生, 万骏杰, 王志远(1769)
煤泥间歇微波干燥模拟及介电性质 王光宇, 孟境辉, 张锴(1779)
均混预热电石熔炼新工艺的能耗特征与热经济成本分析 耿书阳, 姜泽毅, 张欣茹(1787)

工业催化

- 电催化氮还原合成氨 MOF 基催化剂研究进展 郭朋举, 何小波, 银凤翔(1797)
渣油加氢催化剂活性相结构调控及对反应性能影响 王嘉, 彭冲, 唐磊, 陆安慧(1811)
新型含氟替代品 1,1,2-三氟乙烯的合成工艺与催化剂研究进展
..... 李玲, 马超峰, 卢春山, 于万金, 石能富, 金佳敏, 张建君, 刘武灿, 李小年(1822)
甲烷催化部分氧化制合成气催化剂的研究进展 阮鹏, 杨润农, 林梓荣, 孙永明(1832)
二氧化碳/环氧化合物开环共聚催化剂进展 何志勇, 郭天佛, 王金利, 吕锋(1847)
铜催化剂在涉氢反应中的失活机制和稳定策略 舒铭, 郭晋, 庞纪峰, 吴鹏飞, 郑明远(1860)
合成气制高碳醇钴基催化剂研究进展 田园, 娄舒洁, 孟闪茹, 闫敬如, 肖海成(1869)
高水热稳定性介孔分子筛的低成本合成研究进展
..... 李云闯, 谢方明, 席亚男, 万新月, 孙玉虎, 赵永峰, 李根, 刘宏海, 高雄厚, 刘洪涛(1877)
Pd-Fe/MWCNTs 双金属催化剂制备及其脱氯动力学 葛伟童, 廖亚龙, 李明原, 嵇广雄, 郁家俊(1885)

材料科学与技术

- 沥青基多孔炭材料的制备及在超级电容器中的应用进展
..... 蔡江涛, 候刘华, 兰雨金, 张晨陈, 刘国阳, 朱由余, 张建兰, 赵世永, 张亚婷(1895)

- 生物质基炭材料孔径调控及电化学性能研究进展 刘静, 林琳, 张健, 赵峰(1907)
聚酰胺复合膜微孔支撑基底的研究进展 赵珍珍, 郑喜, 王雪琪, 王涛, 冯英楠, 任永胜, 赵之平(1917)
镁锂分离复合纳滤膜研究进展 叶海星, 陈宇昊, 陈仪, 孙海翔, 牛青山(1934)
MXene在生物质基储能纳米材料领域中的应用研究进展 万茂华, 张小红, 安兴业, 龙垠熳, 刘利琴, 管敏, 程正柏, 曹海兵, 刘洪斌(1944)
MOFs基丙烯/丙烷高效分离混合基质膜研究进展 常晓青, 彭东来, 李东洋, 张延武, 王景, 张亚涛(1961)
硫、氮共掺杂三维石墨烯的全固态超级电容器 王钰琢, 李刚(1974)
热还原氧化石墨烯/环氧树脂复合涂层的防腐性能 何阳, 李思盈, 李传强, 袁小亚, 郑旭煦(1983)
烷基季铵化壳聚糖的制备及其抗生物被膜的活性 王林, 辛梅华, 李明春, 张涛, 毛扬帆(1995)

生物与医药化工

- 脂质体递送系统功能结构设计与应用研究进展 李建雄, 耿爽, 胡树坚, 周明(2003)
生物合成氧化锌纳米颗粒材料及其抗菌应用 司银芳, 胡语婕, 张凡, 董浩, 余跃惠(2013)
基于液滴微流控技术的蛋白质结晶 吴霞, 蒋勋涛, 张余晓, 吕慧园, 黄方, 于筱溪(2024)

精细化工

- 取代烷基变化对芳炔单体及其聚合物性能影响 谭德新, 曾佳欣, 梁莉敏, 申思慧, 曾子倩, 王艳丽(2031)
 α -甲基苯乙烯马来酸酐共聚物微球固载 β -环糊精的制备及应用 赖槐东, 程德书, 王坚, 罗菊香(2038)

资源与环境化工

- 二氧化碳矿化高钙基固废制备微细碳酸钙研究进展 李文秀, 杨宇航, 黄艳, 王涛, 王镭, 方梦祥(2047)
“特殊稳定型”压力驱动薄膜复合(TFC)脱盐膜的研究进展 宗悦, 张瑞君, 高珊珊, 田家宇(2058)
新型相变有机胺吸收捕集CO₂技术研究进展 符乐, 杨阳, 徐文青, 耿鳌卜, 朱廷钰, 郝润龙(2068)
市政污泥热处理过程中磷迁移转化的研究进展 杨自强, 李风海, 郭卫杰, 马名杰, 赵薇(2081)
基于短程反硝化厌氧氨氧化新型污水生物脱氮工艺的研究进展 朱紫旋, 陈俊江, 张星星, 李祥, 刘文如, 吴鹏(2091)
飞灰含湿量对耦合电袋除尘器性能影响规律 夏少波, 段璐, 王建朋, 纪任山(2101)
废弃制冷剂R134a的光催化降解 杨状, 李闰华, 强增寿, 王雅君, 姚文清(2109)
降解偶氮染料嗜盐菌的分离、降解特性及机制 田芳, 郭光, 丁克强, 杨凤, 刘翀, 王慧雅(2115)
污泥和聚氯乙烯共热解三相产物特性 赵佳琪, 黄亚继, 李志远, 丁雪宇, 祁帅杰, 张煜尧, 刘俊, 高嘉炜(2122)
钨修饰对镍载氧体的沼气化学链重整制氢性能影响 龚陈俊, 梅道锋(2130)
电化学对循环冷却水系统碳钢的结垢与腐蚀影响 路思佳, 李晓良, 赵会艳, 田志娟, 郑兴(2142)
物理溶剂及有机胺的性质对相变吸收性能的影响 桑伟, 唐建峰, 花亦怀, 陈洁, 孙培源, 许义飞(2151)
餐厨厌氧沼渣生物炭吸附盐酸环丙沙星 王玉, 余广炜, 江汝清, 黎长江, 林佳佳, 邢贞娇(2160)
粗钨酸钠溶液亚铁盐沉淀法除铬、钒的热力学分析及实验验证 贺山明, 潘界昌, 徐国钻, 李文君, 梁勇(2171)
非生物改性对厌氧微生物产物光化学活性影响 范思涵, 于国熙, 来超超, 何欢, 黄斌, 潘学军(2180)
O₂/H₂O/SO₂对改性富铁凹凸棒石高温吸附PbCl₂的影响 赵重阳, 赵磊, 石详文, 黄俊, 李治尧, 沈凯, 张亚平(2190)

责任编辑：奚志刚

英文顾问：郭梅芳，金仁村，李保庆，龙秉文，王运东

Contents

Invited review

- Progress and reflection on process intensification technology for ethylene/propylene production WANG Zizong, LIU Gang, WANG Zhenwei (1669)

Chemical processes and equipment

- Advances in mixing enhanced microfluidic channels TIAN Qikai, ZHENG Haiping, ZHANG Shaobin, ZHANG Jing, YU Ziyi (1677)
Influence analysis of coating on deformation and frictional wear of mechanical seal end for high-speed bearing cavity MA Runmei, YANG Haichao, LI Zhengda, LI Shuangxi, ZHAO Xiang, ZHANG Guoqing (1688)
Leakage characteristics of labyrinth, honeycomb and honeycomb-labyrinth seals under eccentric conditions WANG Wenhao, HE Lidong, WANG Xuezhi, YAN Ze, JIA Xingyun, LIU Chunrui (1698)
Hydrodynamic characteristics during peaking operation in utility boiler PANG Liping, YUAN Hu, QIU Wensheng, DUAN Liqiang, LI Wenxue (1708)
Dynamic response and disturbance optimization of high temperature heat pump steam systems LIU Guangping, LU Zhenneng, GONG Yulie (1719)
Vibration characteristics of self-priming jet flexible impeller ZHANG Chengsong, ZHANG Jing, GONG Bin, LI Mingyang, YUAN Jiaxin, LI Hongye (1728)

Energy processes and technology

- A review of flow assurance studies on hydrate slurry in oil-water system LIU Jia, LIANG Deqing, LI Junhui, LIN Decai, WU Siting, LU Fugen (1739)
Development status and progress of lithium ion battery separator YU Jie, ZHANG Wenlong (1760)
Experimental investigation on the anti-coking performance of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ perovskite coating LIANG Yijing, MA Yan, LU Zhanfeng, QIN Fusheng, WAN Junjie, WANG Zhiyuan (1769)
Simulation of intermittent microwave drying of coal slime and dielectric properties WANG Guangyu, MENG Jinghui, ZHANG Kai (1779)
Analysis of energy consumption and thermoeconomic cost for a novel calcium carbide smelting process with homogenization and preheating GENG Shuyang, JIANG Zeyi, ZHANG Xinru (1787)

Industrial catalysis

- Research progress in MOF-based catalysts for electrocatalytic nitrogen reduction to ammonia GUO Pengju, HE Xiaobo, YIN Fengxiang (1797)
Modification of the active phase structure of residue hydrogenation catalyst and its catalytic performance WANG Jia, PENG Chong, TANG Lei, LU Anhui (1811)
Progress on the synthesis of 1,1,2-trifluoroethene and the catalysts LI Ling, MA Chaofeng, LU Chunshan, YU Wanjin, SHI Nengfu, JIN Jiamin, ZHANG Jianjun, LIU Wucan, LI Xiaonian (1822)
Advances in catalysts for catalytic partial oxidation of methane to syngas RUAN Peng, YANG Runnong, LIN Zirong, SUN Yongming (1832)
Progress of CO_2 /epoxide copolymerization catalyst HE Zhiyong, GUO Tianfo, WANG Jinli, LYU Feng (1847)
Deactivation mechanisms and stabilizing strategies for Cu based catalysts in reactions with hydrogen YIN Ming, GUO Jin, PANG Jifeng, WU Pengfei, ZHENG Mingyuan (1860)
Recent progress of Co-based catalysts for higher alcohols synthesis from syngas TIAN Yuan, LOU Shujie, MENG Shanru, YAN Jingru, XIAO Haicheng (1869)
Low-cost synthesis of hydrothermally stable mesoporous aluminosilicates LI Yunchuang, XIE Fangming, XI Yanan, WAN Xinyue, SUN Yuhu, ZHAO Yongfeng, LI Gen, LIU Honghai, GAO Xionghou, LIU Hongtao (1877)
Preparation and dechlorination kinetics of Pd-Fe/MWCNTs bimetallic catalyst GE Weitong, LIAO Yalong, LI Mingyuan, JI Guangxiong, XI Jiajun (1885)

Materials science and technology

- Preparation of pitch-based porous carbon materials and application in supercapacitors CAI Jiangtao, HOU Liuhua, LAN Yujin, ZHANG Chenchen, LIU Guoyang, ZHU Youyu, ZHANG Jianlan, ZHAO Shiyong, ZHANG Yating (1895)
Research progress in pore size regulation and electrochemical performance of biomass-based carbon materials LIU Jing, LIN Lin, ZHANG Jian, ZHAO Feng (1907)
Research progress on microporous supporting substrate of polyamide composite membrane ZHAO Zhenzhen, ZHENG Xi, WANG Xueqi, WANG Tao, FENG Yingnan, REN Yongsheng, ZHAO Zhiping (1917)

- Research progress of composite nanofiltration membrane for magnesium and lithium separation** YE Haixing, CHEN Yuhao, CHEN Yi, SUN Haixiang, NIU Qingshan (1934)
- Research progress on the applications of MXene in the fields of biomass based energy storage nanomaterials** WAN Maohua, ZHANG Xiaohong, AN Xingye, LONG Yinying, LIU Liqin, GUAN Min, CHENG Zhengbai, CAO Haibing, LIU Hongbin (1944)
- Recent progress on mixed matrix membrane for efficient C₃H₆/C₃H₈ separation** CHANG Xiaoqing, PENG Donglai, LI Dongyang, ZHANG Yanwu, WANG Jing, ZHANG Yatao (1961)
- S,N co-doped three-dimensional graphene for all-solid-state supercapacitors** WANG Yuzhuo, LI Gang (1974)
- Anticorrosion performance of thermal reduction graphene oxide /epoxy resin composite coating** HE Yang, LI Siying, LI Chuanqiang, YUAN Xiaoya, ZHENG Xuxu (1983)
- Preparation of alkyl quaternized chitosan and its anti-biofilm activity** WANG Lin, XIN Meihua, LI Mingchun, ZHANG Tao, MAO Yangfan (1995)

Biochemical and pharmaceutical engineering

- Research progress on functional structure design and application of liposome delivery system** LI Jianxiong, GENG Shuang, HU Shujian, ZHOU Ming (2003)
- Biosynthesis of zinc oxide nanoparticles and its application to antibacterial** SI Yinfang, HU Yujie, ZHANG Fan, DONG Hao, SHE Yuehui (2013)
- Protein crystallization research based on droplet microfluidics** WU Xia, JIANG Xuntao, ZHANG Yuxiao, LYU Huiyuan, HUANG Fang, YU Xiaoxi (2024)

Fine chemicals

- Effects of substituted alkyl on the properties of arylacetylenic monomers and their polymers** TAN Dexin, ZENG Jiaxin, LIANG Limin, SHEN Sihui, ZENG Ziqian, WANG Yanli (2031)
- Preparation and application of α -methyl styrene maleic anhydride copolymer microspheres immobilized β -cyclodextrin** LAI Huaidong, CHENG Deshu, WANG Jian, LUO Juxiang (2038)

Resources and environmental engineering

- Preparation of ultrafine calcium carbonate by CO₂ mineralization using high calcium-based solid waste** LI Wenxiu, YANG Yuhang, HUANG Yan, WANG Tao, WANG Lei, FANG Mengxiang (2047)
- A review on the pressure-driven thin film composite (TFC) membranes with special stability for desalination** ZONG Yue, ZHANG Ruijun, GAO Shanshan, TIAN Jiayu (2058)
- Research progress in CO₂ capture technology using novel biphasic organic amine absorbent** FU Le, YANG Yang, XU Wenqing, GENG Zanbu, ZHU Tingyu, HAO Runlong (2068)
- Review on phosphorus migration and transformation during municipal sewage sludge heat treatment** YANG Ziqiang, LI Fenghai, GUO Weijie, MA Mingjie, ZHAO Wei (2081)
- Research advances on novel wastewater biological nitrogen removal technology by partial denitrification coupled with Anammox** ZHU Zixuan, CHEN Junjiang, ZHANG Xingxing, LI Xiang, LIU Wenru, WU Peng (2091)
- Effect of water content of fly ash on the performance of coupling reinforced electrostatic-fabric integrated precipitator** XIA Shaobo, DUAN Lu, WANG Jianpeng, JI Renshan (2101)
- Photocatalytic degradation of waste refrigerant R134a** YANG Zhuang, LI Runhua, QIANG Zengshou, WANG Yajun, YAO Wenqing (2109)
- Isolation of halophilic bacterium and their decolorization characteristics and mechanism of azo dyes** TIAN Fang, GUO Guang, DING Keqiang, YANG Feng, LIU Chong, WANG Huiya (2115)
- Characteristics of three-phase products from co-pyrolysis of sewage sludge and PVC** ZHAO Jiaqi, HUANG Yaji, LI Zhiyuan, DING Xueyu, QI Shuaijie, ZHANG Yuyao, LIU Jun, GAO Jiawei (2122)
- Effects of tungsten decoration on the performance of a Ni-based oxygen carrier during chemical looping reforming of biogas for hydrogen generation** GONG Chenjun, MEI Daofeng (2130)
- Electrochemical effects on fouling and corrosion of carbon steel in circulating cooling water systems** LU Sijia, LI Xiaoliang, ZHAO Huiyan, TIAN Zhijuan, ZHENG Xing (2142)
- Effects of physical solvent and amine properties on the performance of biphasic solvent** SANG Wei, TANG Jianfeng, HUA Yihuai, CHEN Jie, SUN Peiyuan, XU Yifei (2151)
- Adsorption of ciprofloxacin hydrochloride by biochar from food waste digestate residues** WANG Yu, YU Guangwei, JIANG Ruqing, LI Changjiang, LIN Jiajia, XING Zhenjiao (2160)
- Thermodynamic analysis and experimental verification of chromium and vanadium removal by ferrous salt precipitation from crude sodium tungstate solution** HE Shanming, PAN Jiechang, XU Guozuan, LI Wenjun, LIANG Yong (2171)
- Effect of abiotic modification on photochemical activity of anaerobic microbial products** FAN Sihan, YU Guoxi, LAI Chaochao, HE Huan, HUANG Bin, PAN Xuejun (2180)
- Effect of O₂/H₂O/SO₂ on the adsorption of PbCl₄²⁻ by modified iron-rich attapulgite at high temperature** ZHAO Chongyang, ZHAO Lei, SHI Xiangwen, HUANG Jun, LI Zhiyao, SHEN Kai, ZHANG Yaping (2190)

Executive Editor: XI Zhigang

English Consultant: GUO Meifang, JIN Rencun, LI Baoqing, LONG Bingwen, WANG Yundong

广告索引

封面：苏州安特威阀门有限公司
封二：浙江久立特材科技股份有限公司
封三：北京世纪森朗实验仪器有限公司
封四：浙江天煌科技实业有限公司
彩插1：中船双瑞（洛阳）特种装备股份有限公司
彩插2、3：北京泽华化学工程有限公司
彩插4、5：中国石油化工股份有限公司
大连石油化工研究院
彩插6：青岛科大隆腾科技发展有限公司
彩插7：重庆江增船舶重工有限公司
彩插8：天津市新天进科技开发有限公司
彩插9：北京航天石化技术装备工程有限公司

彩插10：中国矿业大学碳中和研究院CCUS研究所
彩插11：一念传感科技（深圳）有限公司
彩插12：第二十四届中国国际气体技术、设备与应用展览会
彩插13：上海市离心机械研究有限公司
彩插14：上海蓝滨石化设备有限责任公司
彩插15：北京北化工程技术有限公司
彩插16：上海弗鲁克科技发展有限公司
彩插17：中石化南京化工研究院有限公司
内插1：华烁科技股份有限公司
内插2：南京佳华工程技术有限公司
内插3：南通富莱克流体装备有限公司
内插4：上海申银机械（集团）有限公司



化工进展

HUAGONG JINZHAN

（月刊，1981年创刊）
第42卷第4期（总第379期）
2023年4月出版
© 版权所有

Chemical Industry and Engineering Progress

(Monthly, Started in 1981)
Vol.42 No.4 (total No.379)
April 2023
© All Rights Reserved

主 管	中国科学技术协会	Superintended by	China Association for Science and Technology
主 办	中国化工学会	Sponsored by	The Chemical Industry and Engineering Society of China; Chemical Industry Press Co., Ltd.
出 版	化学工业出版社有限公司 (北京市东城区青年湖南街13号, 邮编100011)	Publisher	Chemical Industry Press Co., Ltd. (No.13 Qingnianhu South Street, Dongcheng District, Beijing 100011, China)
印 刷	北京科信印刷有限公司	Printed by	Beijing Kexin Printing Co., Ltd.
编 辑	《化工进展》编辑部	Editor	Editorial Department of Chemical Industry and Engineering Progress
主 编	谭天伟	Editor in Chief	TAN Tianwei
编辑部主任	黄丽娟	Managing Editor	HUANG Lijuan
编辑部电话	010-64519466/9499/9500/9501/9502	Telephone	+86-10-64519466/9499/9500/9501/9502
电子信箱	hgjz@263.net	E-mail	hgjz@263.net
网 址	www.hgjz.com.cn	Website	http://www.hgjz.com.cn
国内发行	中国邮政集团公司北京市报刊发行局	Domestic Distributed by	Local Post Offices
国外发行	中国国际图书贸易集团有限公司	Abroad Distributed by	China International Book Trading Corporation (P.O. Box 399, Beijing 100044, China)
广告发布登记号	京东市监广登字20170106号		

ISSN 1000-6613
CN 11-1954/TQ

国内邮发代号 82-311
国外发行代号 M3231

国内定价 180元
CODEN HUJIEK