

# 储能

储能



# 储能科学与技术

CHUNENG KEXUE YU JISHU

(2012年9月创刊,月刊)

中文核心期刊 中国科技核心期刊  
中国科学引文核心数据库收录(CSCD)  
2022年第11卷第2期(总第58期)  
Vol.11 No.2 2022年2月5日出版

## 目次

### 特约论文

离子嵌入电化学反应机理的理解及性能预测:从晶体场理论到配位场理论

……王达,周航,焦遥,王佳民,施维,蒲博伟,李铭清,宁芳华,任元,喻嘉,李亚捷,李彪,施思齐(409)

### 储能材料与器件

实用大容量三电极方形锌空气电池

……胡铭昌,周雪晴,陈锦军,黄雪妍,陈玮,薛建军(434)

植物发供电技术的研究进展

……谢林翰,李万忠,张倩倩,曹高萍,邱景义,明海,封伟(442)

磷酸铁锂正极材料改性研究进展

……冯晓晗,孙杰,何健豪,魏义华,周成冈,孙睿敏(467)

锂离子电池多尺度非均匀性概述

……宋岚,熊若愚,宋华雄,谭鹏辉,张云,周华氏(487)

MOFs及其衍生物在锂-氧气电池正极中的研究进展

……贾林辉,盖泽嘉,李沫汐,梁华根(503)

基于模板法制备氧化铝纤维及其石蜡复合相变材料热性能

……郭云琪,盛楠,朱春宇,饶中浩(511)

雪花型翅片提高相变储热单元储/放热性能

……张永学,王梓熙,鲁博辉,杨胜旗,赵泓宇(521)

金属泡沫内石蜡固液相变蓄热/放热实验

……杜昭,阳康,舒高,韦攀,杨肖虎(531)

### 储能系统与工程

太阳能供暖二级水箱变容积蓄热系统能量及焓分析

……姜晓歌,王馨,司鹏飞,戎向阳(538)

基于VCALB的电池模组液冷管道优化设计

……王翔,徐晶,丁亚军,丁凡,徐鑫(547)

风冷电池模组热性能及成组效率的多目标优化

……徐晓斌,徐业飞,张恒运,朱顺良,王海峰(553)

压缩空气储能系统释能环节轴系建模与振荡分析

……刘迪,张甜甜,彭宇维,唐晓梅,王丹,毛承雄(563)

抽蓄电站提供多时间尺度备用的优化策略

……余晓鹏,李晓萌,张忠,郝元钊,李程昊,陈幸伟,崔惟,高泽(573)

MW级飞轮阵列在风光储能基地示范应用

……李树胜,王佳良,李光军,汪大春,崔亚东(583)

### 第三届《储能科学与技术》编委会

(以姓氏拼音为序)

#### 顾问委员会

主任委员:陈立泉

副主任委员:衣宝廉

委员:陈军 成会明 程时杰  
吴锋 杨裕生 周孝信

国际委员:ARMAND MICHEL

GUO Z X WILLIAMS R A

荣誉主任委员:丁玉龙

#### 编辑委员会

主任委员:黄学杰

常务副主任委员:陈海生 李泓

副主任委员:艾新平 程晓敏 来小康

马紫峰 潘正安 阮殿波

王保国 魏飞 温兆银

许晓雄 张华民 张子峰

委员:曹高萍 曹余良 陈永翀

程方益 崔光磊 戴兴建

邓永红 樊栓狮 冯旭宁

冯自平 符显珠 郭彬

郭向欣 郭玉国 何向明

胡勇胜 黄云 黄云辉

纪效波 江浩 蒋凯

金翼 李翀 李峰

李丽 李美成 李建林

李建强 李庆余 李先锋

李永亮 梁成都 梁宵

凌祥 刘庆华 马衍伟

麦立强 彭章泉 邱介山

施思齐 苏伟 孙杰

汤卫平 唐永炳 唐有根

王芳 王亮 王馨

王得丽 王庚超 王久林

王青松 王守相 王婷婷

王永刚 王振波 魏子栋

吴凡 吴鸣 吴兴隆

吴玉庭 夏定国 向晋

严川伟 严干贵 杨全红

杨晓伟 杨学林 姚霞银

于畅 余彦 俞振华

袁中直 张强 张洪涛

张桥保 张校刚 张信荣

张正国 赵海雷 赵金保

赵长颖 郑洪河 周友

周复 周豪慎 周晋

朱敏

**主 管:** 中国石油和化学工业联合会  
**主 办:** 化学工业出版社有限公司,  
 中国化工学会  
**主 编:** 黄学杰  
**常务副主编:** 陈海生, 李 泓  
**编 辑:** 《储能科学与技术》编辑部  
**出 版:** 化学工业出版社有限公司  
**编辑部主任:** 郝向丽  
**责 任 编 辑:** 郝向丽  
**通 讯 地 址:** 北京市东城区青年湖南街13号  
**邮 编:** 100011  
**电 话 / 传 真:** (010) 64519601/9602/9643  
**电 子 信 箱:** esst2012@cip.com.cn  
 esst\_edit@126.com  
**微 信 公 众 号:** esst2012  
**网 址:** www.energystorage-journal.com  
**印 刷:** 涿州市般润文化传播有限公司  
**发 行 范 围:** 公开发行  
**国 内 订 阅:** 全国各地邮政局(所)  
**邮 发 代 号:** 80-732  
**国 外 总 发 行:** 中国国际图书贸易集团有限公司  
**国 外 发 行 代 号:** BM9110  
**广 告 经 营 许 可 证:** 京东市监广登字 20170106 号  
**国 际 标 准 刊 号:** ISSN 2095-4239  
**国 内 统 一 刊 号:** CN 10-1076/TK  
**广 告 部 电 话:** 010-64519601  
**国 内 定 价:** 98元/期  
**国 外 定 价:** 98美元/期



本刊微信二维码

游梁式抽油机飞轮储能系统设计与实验  
 ..... 周 勇, 陈香玉, 简 霖, 王扶辉, 田德高, 韩传军 (593)

用于风电功率平抑的飞轮储能阵列功率协调控制策略  
 ..... 陈玉龙, 武 鑫, 滕 伟, 柳亦兵 (600)

液流电池封装压力计算  
 ..... 李 昂, 李晓蒙, 杨 林, 王 含, 项俊帆, 刘雨涵 (609)

基于双层规划模型的用户侧混合储能优化配置  
 ..... 郭 斌, 邢 浩, 姚 飞, 景小敏 (615)

基于“端-边-云”架构的园区综合能源系统协调优化调度  
 ..... 李 昊, 张 静, 刘 畅, 李 文 (623)

“双碳”目标下我国低碳清洁氢能进展与展望  
 ..... 刘 玮, 万燕鸣, 熊亚林, 刘 坚 (635)

### 储能测试与评价

一种可工程化检测磷酸铁锂电池问题的方法  
 ..... 赵尚玉, 张 震, 王宝源, 曾驱虎 (643)

全氟己酮及细水雾灭火装置对大容量三元锂离子电池的灭火实验  
 ..... 谢卓衡, 王子阳, 张 刚, 辜振宁, 石晓龙, 姚 斌 (652)

基于双自适应卡尔曼滤波的锂电池状态估算  
 ..... 黄鹏超, 鄂加强 (660)

基于SOC的动力电池组主动均衡研究 ..... 刘春辉, 任宏斌 (667)

基于EIS和神经网络的退役电池SOH快速估计  
 ..... 耿萌萌, 范茂松, 杨 凯, 赵光金, 谭 震,  
 高 飞, 张明杰 (673)

老化电池的放电性能与充放电产热特性  
 ..... 陈 兵, 郑莉莉, 李希超, 冯 燕, 许 卓, 戴作强 (679)

锂离子电容器自放电检测方法研究  
 ..... 袁玉和, 刘 亮, 张洪涛, 衣启正, 张永鹏,  
 郭延哲, 苑文畅, 李希超 (690)

锂离子电池建模现状综述 ..... 李建林, 肖 珩 (697)

### 储能技术经济性分析

双碳目标下储能参与电力系统辅助服务发展前景  
 ..... 刘志成, 彭道刚, 赵慧荣, 王丹豪, 刘育辰 (704)

梯次利用动力电池规模化应用经济性及其经济边界分析  
 ..... 李 雄, 李培强 (717)

### 储能教育

储能科学与工程本科专业核心课程建设探讨  
 ..... 谈 鹏, 胡茂彬 (726)

### 资讯聚焦

广告索引 ..... (441)

碳中和背景下太阳能光伏产业现状及发展  
 ..... 王 捷, 林余杰, 吴成坚, 杨斌浩 (731)

基于区块链的共享储能应用及交易模式探讨 ..... 闫 铮 (733)

全钒液流储能电池数学模型 ..... 瞿 娟 (735)

分布式化学储能系统数据分析模型构建 ..... 唐雨薇 (737)

# Energy Storage Science and Technology

Vol.11 No.2 (Sum No. 58) Feb. 2022

## Contents

### Invited Paper

Understanding and performance prediction of ions-intercalation electrochemistry: From crystal field theory to ligand field theory

··· WANG Da, ZHOU Hang, JIAO Yao, WANG Jiamin, SHI Wei, PU Bowei, LI Mingqing, NING Fanghua, REN Yuan, YU Jia, LI Yajie, LI Biao, SHI Siqi (409)

### Energy Storage Materials and Devices

Developing high-capacity prismatic zinc-air batteries with tri-electrode configuration

····· HU Mingchang, ZHOU Xueqing, CHEN Jinjun, HUANG Xueyan, CHEN Wei, XUE Jianjun (434)

Research advances in plant-power generation technology

····· XIE Linhan, LI Wanzhong, ZHANG Qianqian, CAO Gaoping, QIU Jingyi, MING Hai, FENG Wei (442)

Research progress in LiFePO<sub>4</sub> cathode material modification

····· FENG Xiaohan, SUN Jie, HE Jianhao, WEI Yihua, ZHOU Chenggang, SUN Ruimin (467)

Multiscale nonuniformity of lithium-ion batteries

····· SONG Lan, XIONG Ruoyu, SONG Huaxiong, TAN Penghui, ZHANG Yun, ZHOU Huamin (487)

Research progress of MOFs and their derivatives as cathode catalysts for Li-O<sub>2</sub> batteries

····· JIA Linhui, GAI Zejia, LI Moxi, LIANG Huagen (503)

Preparation of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fibers using a template method, and the investigation of the thermal properties of paraffin phase-change composite

····· GUO Yunqi, SHENG Nan, ZHU Chunyu, RAO Zhonghao (511)

Enhancement of charging and discharging performance of a latent-heat thermal-energy storage unit using snowflake-shaped fins

····· ZHANG Yongxue, WANG Zixi, LU Bohui, YANG Shengqi, ZHAO Hongyu (521)

Experimental Study on the Heat Storage and Release of the Solid-Liquid Phase Change in Metal-Foam-Filled Tube

····· DU Zhao, YANG Kang, SHU Gao, WEI Pan, YANG Xiaohu (531)

### Energy Storage System and Engineering

Energy and energy analysis of two-stage water tanks variable-volume thermal heat storage system for solar heating

····· LOU Xiaoge, WANG Xin, SI Pengfei, RONG Xiangyang (538)

Optimal design of liquid cooling pipeline for battery module based on VCALB

····· WANG Xiang, XU Jing, DING Yajun, DING Fan, XU Xin (547)

Multiobjective optimization of thermal performance and grouping efficiency for air cooling battery module

····· XU Xiaobin, XU Yefei, ZHANG Hengyun, ZHU Shunliang, WANG Haifeng (553)

Shaft modeling and oscillation analysis for expansion process of compressed air energy storage system

····· LIU Di, ZHANG Tiantian, PENG Yuwei, TANG Xiaomei, WANG Dan, MAO Chengxiong (563)

Research on the optimal strategy of pumped-storage power station to provide multiple time-scale reserves

····· YU Xiaopeng, LI Xiaomeng, ZHANG Zhong, HAO Yuanzhao, LI Chenghao, CHEN Xingwei, CUI Wei, GAO Ze (573)

Demonstration applications in wind solar energy storage field based on MW flywheel array system

····· LI Shusheng, WANG Jialiang, LI Guangjun, WANG Dachun, CUI Yadong (583)

Design and experimental research on flywheel energy storage system of beam pumping unit

····· ZHOU Yong, CHEN Xiangyu, JIAN Lin, WANG Fuhui, TIAN Degao, HAN Chuanjun (593)

Power coordinated control strategy of flywheel energy storage array for wind power smoothing

····· CHEN Yulong, WU Xin, TENG Wei, LIU Yibing (600)

Compression force calculation of redox flow battery

····· LI Ang, LI Xiaomeng, YANG Lin, WANG Han, XIANG Junfan, LIU Yuhan (609)

Optimal configuration of user-side hybrid energy storage based on bi-level programming model

····· GUO Bin, XING Jie, YAO Fei, JING Xiaomin (615)

Coordinated and optimized dispatching of park integrated energy system based on "End Edge Cloud" architecture ..... *LI Hao, ZHANG Jing, LIU Chang, LI Wen* (623)

Outlook of low carbon and clean hydrogen in China under the goal of "carbon peak and neutrality" ..... *LIU Wei, WAN Yanming, XIONG Yalin, LIU Jian* (635)

### Energy Storage Test: Methods and Evaluation

An engineering method for detection of problems of lithium iron phosphate batteries ..... *ZHAO Shangyu, ZHANG Zhen, WANG Baoyuan, ZENG Quhu* (643)

Experimental study on fire extinguishing of large-capacity ternary lithium-ion battery by perfluorohexanone and water mist fire extinguishing device ..... *XIE Zhuoheng, WANG Ziyang, ZHANG Gang, GU Zhenning, SHI Xiaolong, YAO Bin* (652)

State estimation of lithium-ion battery based on dual adaptive Kalman filter ..... *HUANG Pengchao, E Jiaqiang* (660)

Research on active equalization of power batteries based on state of charge ..... *LIU Chunhui, REN Hongbin* (667)

Fast estimation method for state-of-health of retired batteries based on electrochemical impedance spectroscopy and neural network ..... *GENG Mengmeng, FAN Maosong, YANG Kai, ZHAO Guangjin, TAN Zhen, GAO Fei, ZHANG Mingjie* (673)

Discharge performance and charge-discharge heat generation characteristics of aging batteries ..... *CHEN Bing, ZHENG Lili, LI Xichao, FENG Yan, XU Zhuo, DAI Zuoqiang* (679)

Study on self-discharge detection method of lithium-ion capacitors ..... *YUAN Yuhe, LIU liang, ZHANG Hongtao, YI Qizheng, ZHANG Yongpeng, GUO Yanzhe, YUAN Wenchang, LI Xichao* (690)

Review on modeling of lithium-ion battery ..... *LI Jianlin, XIAO Heng* (697)

### Technical Economic Analysis of Energy Storage

Development prospects of energy storage participating in auxiliary services of power systems under the targets of the dual-carbon goal ..... *LIU Zhicheng, PENG Daogang, ZHAO Huirong, WANG Danhao, LIU Yuchen* (704)

Analysis of economics and economic boundaries of large-scale application of power batteries in cascade utilization ..... *LI Xiong, LI Peiqiang* (717)

### Energy Storage Education

Discussion on construction of core curriculum of undergraduate major in energy storage science and engineering ..... *TAN Peng, HU Maobin* (726)

#### 声 明

为了实现科技期刊编辑、出版、发行工作的电子化，推进科技信息交流的网络化进程，本刊已入“万方数据资源系统（China Info）数字化期刊群”、“中国学术期刊（光盘版）”。所有向本刊投稿并录用的文章，将一律由编辑部统一纳入上述各期刊数据库，进入因特网提供信息服务。如作者不同意将文章编入数据库，请在来稿时声明，本刊将做适当处理，本刊所付稿酬包含刊物内容在因特网上的服务报酬，不再另付。本刊对所发表的文图拥有专版权，凡转载本刊作品的须注明转自本刊，并按规定支付报酬。



<b>Superintended by</b>	China Petroleum and Chemical Industry Association	<a href="http://www.energystorage-journal.com">http://www.energystorage-journal.com</a>
<b>Sponsored by</b>	Chemical Industry Press Co., Ltd., The Chemical Industry and Engineering Society of China	<b>Published by</b> Chemical Industry Press Co. Ltd.
<b>Editor in Chief</b>	HUANG Xuejie	<b>Editorial Director</b> XI Xiangli
<b>Edited by</b>	Editorial Department of Energy Storage Science and Technology (No.13 Qingnianhu South Street, Dongcheng District, Beijing 100011, China)	<b>Executive Editor</b> XI Xiangli
<b>Tel</b>	+86-10-64519601/9602(fax)/9643	<b>Printed by</b> ZhuoZhou Banrun Co., Ltd.
<b>E-mail</b>	esst2012@cip.com.cn; esst_edit@126.com	<b>ISSN</b> 2095-4239
		<b>CN</b> 10-1076/TK
		<b>Price</b> \$98

