

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

ISSN 2095-4239

CN 10-1076/TK

# 储能



未来科学城  
储能技术专刊

# 3

# 科学与技术

2020年5月  
Vol.9 No.3

## Energy Storage Science and Technology

□ 中国科学引文核心 □ 中国科技核心期刊 □ 中国化工学会会刊 □ 中国化工学会储能工程专业委员会会刊

储能科学与技术

第九卷 第三期

二〇二〇年五月



出版单位： 化学工业出版社有限公司

# 储能科学与技术

CHUNENG KEXUE YU JISHU

(2012年9月创刊, 双月刊)

中国科学引文核心数据库收录(CSCD)

中国科技核心期刊

2020年第9卷第3期(总第47期)

Vol.9 No.3 2020年5月5日出版

## 目次

未来科学城储能技术专刊

本期特邀主编: 缪平, 杨文强, 刘庆华

### 未来科学城储能技术专刊

锂离子电池全生命周期内评估参数及评估方法综述

..... 卢婷, 杨文强(657)

电池储能技术研究进展及展望

..... 缪平, 姚祯, LEMMON John, 刘庆华, 王保国(670)

燃料电池车载储氢瓶结构对加氢温升的影响

..... 许壮, 杨康, 董文平, 何广利(679)

燃料电池系统氢气利用率的试验研究

..... 翟俊香, 何广利, 熊亚林(684)

可再生能源电解制氢成本分析

..... 郭秀盈, 李先明, 许壮, 何广利, 缪平(688)

基于国产三型瓶的氢气加注技术开发

..... 何广利, 杨康, 董文平, 许壮(696)

35 MPa/70 MPa 加氢机加注性能综合评价研究

..... 赵月晶, 何广利, 缪平, 许壮, 杨康,  
田中辉, 董文平, (702)

碳布电极材料对全钒液流电池性能的影响

..... 杨虹, LEMMON John, 缪平, 刘庆华(707)

全钒液流电池碳纤维纸电极的表面改性

..... 王秋实, 孙苗苗, 刘庆华, 杨虹, 陈静允,  
刘均庆, 梁文斌(714)

潮汐式地热能储能供热调峰系统效益分析

..... 郑新, 孙雨潇, 张迪, 周杲昕, 李晶,  
王绪伟, 张小铮, 张金龙(720)

陆上风场液流电池储能经济性分析

..... 范永生, 赵璐璐, 刘庆华, LEMMON John, 缪平(725)

钢铁行业中低温烟气余热相变储热装置特性分析

..... 孙守斌, 姚华, 刘常鹏, 黄云, 马光宇,  
张天赋, 王向锋(730)

### 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 冯自平

符显珠 郭玉国 何向明

胡迎辉 胡勇胜 黄云

黄云辉 纪效波 江浩

蒋凯 金翼 李翀

李峰 李丽 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 石斌

沈浩宇 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

王守相 王婷婷 王永刚

王振波 王子冬 魏子栋

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 张宇 张洪涛

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 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：董小翠  
 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：北京艾普海德印刷有限公司  
 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：68元/期  
 国 外 定 价：68美元/期

购买本刊



淘宝购买二维码

基于价值流分析的微网储能系统建模与控制方法  
 .....李晓恩, 卢 婷, 赵璐璐, 周 友 (735)  
 水溶性沥青基多孔炭的电性能  
 .....张金亮, 康丹苗, 刘均庆, 苏志江, 梁文斌 (743)  
 铁-铬液流电池 250 kW/1.5 MW·h 示范电站建设案例分析  
 ...杨 林, 王 含, 李晓蒙, 赵 钊, 左元杰, 刘雨佳, 刘 赟 (751)  
**学术争鸣**  
 钠离子电池机遇与挑战.....曹余良 (757)  
**热点点评**  
 锂电池百篇论文点评(2020.02.01—2020.03.31)  
 .....金 周, 张 华, 田孟羽, 季洪祥, 田 丰, 起文斌, 武烽达,  
 詹元杰, 闫 勇, 俞海龙, 贲留斌, 刘燕燕, 黄学杰 (762)  
**储能材料与器件**  
 凝胶聚合物电解质在固态超级电容器中的研究进展  
 .....屈晨滢, 侯朝霞, 王晓慧, 王 健, 王 凯, 李思瑶 (776)  
 无纺布隔膜用于锂离子电池的研究进展  
 .....陈 莉, 王艳杰, 谭 菁 (784)  
 水合盐热化学储热材料的研究进展  
 .....郝茂森, 刘洪芝, 王婉桐, 吕 静 (791)  
 基于超级电容器的 MnO<sub>2</sub> 二元复合材料研究进展  
 .....侯朝霞, 王晓慧, 屈晨滢, 王 健 (797)  
 AgF 预处理稳定化锂负极及其在锂氧电池中的应用  
 .....卢天骄, 黄志梅, 谢美兰, 沈 越 (807)  
 高镍三元锂离子电池循环衰减分析及改善  
 .....张 欣, 孔令丽, 高腾跃, 李海涛, 姚晓辉, 李福轩 (813)  
 水热-炭化法制备菱角壳基硬炭及其储锂性能  
 .....王 超, 肖 祥, 钟国彬, 王 佩, 刘力铭,  
 赵亚彬, 时志强 (818)  
 高能效长寿命硅碳复合材料的制备及其电化学性能  
 .....张 刚, 刘兴稳, 张 帆, 陈至炜 (826)  
 基于三维分层结构的锂离子电池电化学-热耦合仿真及极耳优化  
 .....陈才星, 牛慧昌, 陆瑞强, 李 钊, 李 磊, 黄鑫炎 (831)  
 弯曲角度对扁平热管传热性能的影响  
 .....李新禹, 李 朋, 韩忠贤, 刘 涛, 王 雷, 陈 林 (840)  
 熔盐法再生修复退役三元动力电池正极材料  
 .....楼 平, 徐国华, 岳灵平, 李首顶, 程 琦,  
 曹元成, 邓鹤鸣 (848)  
 泡沫铅板栅的比表面积对铅酸电池性能的影响  
 .....沈浩宇, 陈 理, 王冰冰, 王鹏伟, 周志学 (856)

## 储能系统与工程

- 清洁供暖储热技术现状与趋势 .....凌浩恕,何京东,徐玉杰,王亮,陈海生(861)
- 飞轮储能在电力系统的工程应用.....涂伟超,李文艳,张强,王佳傲(869)
- 电动汽车混合储能系统自适应能量管理策略研究.....张骞,武小兰,白志峰,程靖宜(878)
- 基于液体介质的锂离子动力电池热管理系统实验分析 .....郑海,续彦芳,刘汉涛,陈凯,桂文龙(885)
- 基于储能效率分析的CAES地下储气库容积分析 .....蒋中明,郭菁,唐栋(892)
- 基于准PR控制的飞轮储能UPS系统 .....吕静亮,姜新建,张信真,盛爽(901)
- 基于磁悬浮储能飞轮阵列的地铁直流电能循环利用系统及实验研究.....刘平,李树胜,李光军,戴兴建(910)
- 基于天牛须搜索遗传算法的风光柴储互补发电系统容量优化配置研究  
.....李益民,王关平,马建立,杨浩,朱亮,闫红强,徐铮,朱冬琴(918)
- 基于SVPWM的二极管箝位逆变器中点电压控制.....陶彩霞,万应利,杜雪,付明禄(927)
- 飞跨电容型三电平电路在超级电容储能系统中的应用研究.....陈挺,崔文峰,邓谊柏,乔志军,阮殿波(935)
- 半球形顶太阳能蓄热水箱内置错层隔板结构及运行参数优化.....王烨,蔺虎相,胡悦,王苗,林源山(942)

## 储能测试与评价

- 基于反馈最小二乘支持向量机锂离子状态估计.....李嘉波,李忠玉,叶敏,徐信芯(951)
- 基于高斯混合回归的锂离子电池SOC估计.....魏孟,李嘉波,叶敏,高康平,徐信芯(958)
- 高电压锂离子电池间歇式循环失效分析及改善.....孔令丽,张克军,蔡嘉兴,李福轩(964)
- 基于锂离子电池简化电化学模型的参数辨识.....康鑫,时玮,陈洪涛(969)
- 基于反激变换器的串联电池组新型均衡方法研究.....郭向伟,耿佳豪,卜旭辉,侯瑞,余威(979)
- 基于动态综合型等效电路模型的动力电池特性分析.....封居强,司玉文,伍龙,黄凯峰,张星(986)
- 811型动力电池内部温度及生热特性测试与分析.....胡峰,王海民,陈思(993)

## 储能专利

- 基于专利的无机固态锂电池电解质技术发展研究.....周洪,魏凤,吴永庆(1001)
- 广告索引.....(683)

# Energy Storage Science and Technology (Bimonthly)

Vol.9 No.3 (Sum No. 47) May 2020

## Special Issue of Energy Storage Science and Technology in the Future Science City Contents

### Special Issue of Energy Storage Science and Technology in the Future Science City

Review of evaluation parameters and methods of lithium batteries throughout its life cycle

..... LU Ting, YANG Wenqiang (657)

Current situations and prospects of energy storage batteries

..... MIAO Ping, YAO Zhen, LEMMON John, LIU Qinghua, WANG Baoguo (670)

Effect of tank structure on hydrogen refueling temperature rise for fuel cell vehicles

..... XU Zhuang, YANG Kang, DONG Wenping, HE Guangli (679)

Experimental study on hydrogen utilization of proton exchange membrane fuel cell system

..... ZHAI Junxiang, HE Guangli, XIONG Yalin (684)

Cost analysis of hydrogen production by electrolysis of renewable energy

..... GUO Xiuying, LI Xianming, XU Zhuang, HE Guangli, MIAO Ping (688)

Filling technology development for Type III hydrogen tank

..... HE Guangli, YANG Kang, DONG Wenpin, XU Zhuang (696)

Study on comprehensive evaluation of 35 MPa/70 MPa hydrogen dispenser refueling performance

..... ZHAO Yuejing, HE Guangli, MIAO Ping, XU Zhuang, YANG Kang, TIAN Zhonghui, DONG Wenping, XIONG Yalin (702)

The effect of carbon cloth electrode material on the performance of vanadium redox flow battery

..... YANG Hong, LEMMON John, MIAO Ping, LIU Qinghua (707)

Surface modification of carbon fiber paper for vanadium redox flow battery

..... WANG Qiushi, SUN Miaomiao, LIU Qinghua, YANG Hong, CHEN Jingyun, LIU Junqing, LIANG Wenbin (714)

Benefit study of peak shaving energy systems using geothermal energy with storage in office buildings

..... ZHENG Xin, SUN Yuxiao, ZHANG Di, ZHOU Gaoxin, LI Jing, WANG Xuwei, ZHANG Xiaozheng, ZHANG Jinlong (720)

Economic analysis of flow battery energy storage for wind farm application

..... FAN Yongsheng, ZHAO Lulu, LIU Qinghua, LEMMON John, MIAO Ping (725)

Characteristics analysis of the phase change thermal storage equipment for medium and low temperature flue gas from steel industry

..... SUN Shoubin, YAO Hua, LIU Changpeng, HUANG Yun, MA Guangyu, ZHANG Tianfu, WANG Xiangfeng (730)

Modeling and control strategy for energy storage system of micro-grid based on value stream analysis method

..... LI Xiaoen, LU Ting, ZHAO Lulu, ZHOU You (735)

Electrochemical performance of water soluble pitch-based porous carbons

..... ZHANG Jinliang, KANG Danmiao, LIU Junqing, SU Zhijiang, LIANG Wenbin (743)

Introduction and engineering case analysis of 250 kW/1.5 MW·h iron-chromium redox flow batteries energy storage demonstration power station

..... YANG Lin, WANG Han, LI Xiaomeng, ZHAO Zhao, ZUO Yuanjie, LIU Yujia, LIU Yun (751)

### Contention of Sciences and Technologies of Energy Storage

The opportunities and challenges of sodium ion battery

..... CAO Yuliang (757)

## Research Highlight

Reviews of selected 100 recent papers for lithium batteries(Feb. 01, 2020 to Mar. 31, 2020)

..... JIN Zhou, ZHANG Hua, TIAN Mengyu, JI Hongxiang, TIAN Feng, QI Wenbin, WU Yida, ZHAN Yuanjie, YAN Yong, YU Hailong, BEN Liubin, LIU Yanyan, HUANG Xuejie (762)

## Energy Storage Materials and Devices

Research progress of gel polymer electrolytes on solid supercapacitors

..... QU Chenying, HOU Zhaoxia, WANG Xiaohui, WANG Jian, WANG Kai, LI Siyao (776)

Review on non-woven fabric-based separator for lithium ion batteries

..... CHEN Li, WANG Yanjie, TAN Jing (784)

Research progress of thermochemical heat storage materials of hydrated salts

..... HAO Maosen, LIU Hongzhi, WANG Wantong, LYU Jing (791)

Research progress of MnO<sub>2</sub> binary composites based on supercapacitors

..... HOU Zhaoxia, WANG Xiaohui, QU Chenying, WANG Jian (797)

Lithium anode stabilization via AgF pretreatment and its application in a Li-oxygen battery

..... LU Tianjiao, HUANG Zhimei, XIE Meilan, SHEN Yue (807)

Analysis and improvement of cycle performance for Ni-rich lithium ion battery

..... ZHANG Xin, KONG Lingli, GAO Tengyue, LI Haitao, YAO Xiaohui, LI Fuxuan (813)

Water chestnut-based hard carbon prepared by hydrothermal-carbonization method as anode for lithium ion battery

..... WANG Chao, XIAO Xiang, ZHONG Guobin, WANG Pei, LIU Liming, ZHAO Yabin, SHI Zhiqiang (818)

Preparation and electrochemical performance of high initial coulombic efficiency and long life Si/C composite material

..... ZHANG Gang, LIU Xingwen, ZHANG Fan, CHEN Zhiwei (826)

Electrochemical-thermal coupled simulation and tab optimization of lithium ion battery based on three-dimensional

multi-layer structure ..... CHEN Caixing, NIU Huichang, LU Ruiqiang, LI Zhao, LI Lei, HUANG Xinyan (831)

Effect of bending angle on heat transfer performance of flat heat pipe

..... LI Xinyu, LI Peng, HAN Zhongxian, LIU Tao, WANG Lei, CHEN Lin (840)

Degraded Li<sub>x</sub>Ni<sub>0.5</sub>Co<sub>0.2</sub>Mn<sub>0.3</sub>O<sub>2</sub> (0 < x < 1) via eutectic solutions for direct regeneration of spent lithium ion battery cathodes

..... LOU Ping, XU Guohua, YUE Lingping, LI Shouding, CHENG Qi, CAO Yuancheng, DENG Heming (848)

Influence of specific surface area of foam lead grid on performance of lead acid batteries

..... SHEN Haoyu, CHEN Li, WANG Bingbing, WANG Pengwei, ZHOU Zhixue (856)

## Energy Storage System and Engineering

Status and prospect of thermal energy storage technology for clean heating

..... LING Haoshu, HE Jingdong, XU Yujie, WANG Liang, CHEN Haisheng (861)

Engineering application of flywheel energy storage in power system

..... TU Weichao, LI Wenyan, ZHANG Qiang, WANG Jia'ao (869)

Research on adaptive energy management strategy of hybrid energy storage system in electric vehicles

..... ZHANG Qian, WU Xiaolan, BAI Zhifeng, CHENG Jingyi (878)

Experimental analysis of thermal management system of lithium ion power battery based on liquid medium

..... ZHENG Hai, XU Yanfang, LIU Hantao, CHEN Kai, GUI Wenlong (885)

Cavern volume of CAES system based on energy efficiency analysis

..... JIANG Zhongming, GUO Jing, TANG Dong (892)

A FESS UPS based on quasi-PR control method

..... LYU Jingliang, JIANG Xinjian, ZHANG Xinzhen, SHENG Shuang (901)

Experimental research on DC power recycling system applied in the subway based on the magnetically suspended

energy-stored flywheel array ..... LIU Ping, LI Shusheng, LI Guangjun, DAI Xingjian (910)

- Study on optimal capacity in the construction of wind-solar-diesel-battery hybrid power system based on beetleantennae search algorithm improved genetic algorithm ..... *LI Yimin, WANG Guanping, MA Jianli, YANG Hao, ZHU Liang, YAN Hongqiang, XU Zheng, ZHU Dongqin* (918)
- Common mode voltage and neutral point voltage balance control based on virtual vector diode clamped inverter ..... *TAO Caixia, WAN Yingli, DU Xue, FU Minglu* (927)
- Research on the application of flying capacitor three-level circuit in supercapacitor energy feedback system ..... *CHEN Ting, CUI Wenfeng, DENG Yibai, QIAO Zhijun, RUAN Dianbo* (935)
- Optimization of structure and operation parameters in solar energy storage water tank with hemispherical top and internal staggered obstacle ..... *WANG Ye, LIN Huxiang, HU Yue, WANG Miao, LIN Yuanshan* (942)

**Energy Storage Test: Methods and Evaluation**

- Lithium-ion state estimation based on feedback least square support vector machine ..... *LI Jiabo, LI Zhongyu, YE Min, XU Xinxin* (951)
- SOC estimation of Li-ion battery based on gaussian mixture regression ..... *WEI Meng, LI Jiabo, YE Min, GAO Kangping, XU Xinxin* (958)
- Analysis and improvement of interval cycle life for high voltage lithium ion batteries ..... *KONG Lingli, ZHANG Kejun, CAI Jiayang, LI Fuxuan* (964)
- Parameter identification based on simplified electrochemical model of lithium ion battery ..... *KANG Xin, SHI Wei, CHEN Hongtao* (969)
- Research on novel equalization topology of series battery pack based on flyback converter ..... *GUO Xiangwei, GENG Jiahao, BU Xuhui, HOU Rui, YU Wei* (979)
- Analysis of dynamic battery characteristics based on dynamic synthesis equivalent circuit model ..... *FENG Juqiang, SI Yuwen, WU Long, HUANG Kaifeng, ZHANG Xing* (986)
- Test and analysis of internal temperature and heat generation characteristics of 811 type power battery ..... *HU Feng, WANG Haimin, CHEN Si* (993)

**Energy Storage Patent**

- Research on the development of inorganic solid-state electrolyte for lithium battery based on patent analysis ..... *ZHOU Hong, WEI Feng, WU Yongqing* (1001)

**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	<b>http://</b>	<a href="http://www.energystorage-journal.com">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>	DONG Xiaocui
<b>Tel</b>	+86-10-64519601/9602(fax)/9643	<b>Printed by</b>	Beijing Aipu Haide Printing 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>	\$68

---