



电力自动化设备

Electric Power Automation Equipment

中文核心期刊 中国科技核心期刊 CSCD 核心期刊 《工程索引》(Ei) 核心期刊 RCCSE 权威学术期刊(A+) SA/INSPEC、AJ、C



Q K 2 2 2 6 8 3 4

朝刊

新 / 型 / 电 / 力 / 系 / 统 / 关 / 键 / 技 / 术

广义负荷

智能认知与高效调控

Intelligent Observation/Perception and Efficient Dispatch/Control of Generalized Loads

专 辑



广告

★本期为“新型电力系统关键技术：广义负荷智能认知与高效调控”专辑

ISSN 1006-6047



9 771006 604226

万方数据

南京电力自动化研究所有限公司
国电南京自动化股份有限公司

主办

2022 7
第42卷 第7期
Vol. 42 No. 7

月刊



电力自动化设备

DIANLI ZIDONGHUA SHEBEI

(月刊,1973年创刊)



“新型电力系统关键技术： 广义负荷智能认知与高效调控”专辑

1 特约主编寄语

鞠平

►► 广义负荷等值建模与智能认知

3 基于模体挖掘与调和函数半监督学习的非侵入式负荷监测

周勇军,吴元香,董智华,胡誉蓉,肖先勇,张 姝

11 基于实测数据跳变及稳态点的负荷模型参数快速辨识方法

孟 贤,沈一鸣,陈宇杰,曾丕江,吴 浩

18 新型电力系统综合负荷广义离散等值模型

沈 赋,李施伟,陈雪鸥,翟苏巍,杨志文,杨光兵

25 分布式光伏与风电机组 LVRT 及电流限幅环节的等值建模

陈海东,潘学萍,黄 桦,孙晓荣,和大壮,雍成立

33 基于MMoE多任务学习和长短时记忆网络的综合能源系统负荷预测

吴 晨,姚 菁,薛贵元,王剑晓,吴 垠,何 凯

40 非侵入式负荷识别的电流序列可视化方法

崔昊杨,吴轶凡,江友华,江 超,韩 韬,许永鹏

46 基于投票方差的非侵入式负荷波动检测

杨丹旭,宋亚奇,岳建任,李 莉

51 基于快速动态时间弯曲和最小覆盖球的多日负荷曲线聚类方法

刘晓峰,康 进,马 翔,沃建栋,吕磊炎,吴 浩

59 考虑信息动态表达的异常用电模式识别云边协同方法

刘慧自,汪 颖,胡文曦,肖先勇

68 面向云计算应用的用电负荷数据差分隐私保护方法

于 群,沈志恒,孙飞飞,李知艺

►► 广义负荷响应特性与聚合运营

76 计及广义负荷不确定性和激励型需求响应的电力现货市场竞价方法

魏聪颖,汪 旻,徐 浩,徐 箭,孙元章

84 计及用户参与不确定性的虚拟电厂分布鲁棒优化模型

刘 鑫,李 扬,史云鹏,沈运帷

94 基于高斯过程回归的工业用户需求响应潜力评估方法

吴 迪,王韵楚,郁春雷,刘晟源,林振智,杨 莉

102 计及可再生能源可靠性的虚拟电厂动态聚合方法

白雪岩,樊艳芳,王天生,刘雨佳,聂昕磊,颜晨煜



7月
2022 年

第 42 卷 第 7 期
(总第 339 期)
2022 年 7 月 10 日出版

名誉编委 (按姓氏笔画排序)

王成山 王锡凡 卢 强 严 璋 杨以涵
杨奇逊 吴青华 吴复立 余贻鑫 辛耀中
宋永华 宋璇坤 张丽英 张伯明 陈 陈
陈德树 罗 安 周有庆 周孝信 洪佩孙
贺家李 钱清泉 徐文远 韩英铎 韩祯祥
程时杰 舒印彪

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁 明 于继来 卫志农 王守相 王克文
王增平 韦 化 文劲宇 文福拴 尹项根
艾 芊 艾 欣 卢志刚 朱守真 刘天琪
刘玉田 刘向杰 刘明波 刘俊勇 刘宪林
刘 健 江全元 孙元章 孙宏斌 毕天姝
阮新波 严干贵 严 正 李生虎 李永丽
李庚银 李 斌 束洪春 别朝红 何正友
辛焕海 闵 勇 张 尧 张 兴 张 波
张保会 张道农 陆于平 陈星莺 陈维荣
陈皓勇 邵能灵 林中达 林湘宁 和敬涵
周 浩 周维维 赵争鸣 赵建国 赵剑锋
赵晋泉 胡家兵 胡敏强 段献忠 袁 越
贾宏杰 夏 清 徐丙垠 徐 政 徐殿国
高仕斌 高厚磊 郭创新 郭效军 唐 炬
涂春鸣 黄学良 梅生伟 曹一家 符 杨
康重庆 康 勇 董朝阳 董新洲 程浩忠
曾祥君 曾 嵘 谢少军 蔡泽祥 廖瑞金
薄志谦 穆 钢 鞠 平

主 编 郭效军

- 111 考虑替代效应的电动汽车负荷参与调频辅助服务市场出清方式
崔 杨,周飞杰,赵钰婷,刘新元,韩传鼎
- 120 可调节负荷资源参与电力辅助服务市场规则分析与思考
周 竞,耿 建,唐 律,赵一琰,张 思
- 128 基于自供给模式的电动汽车换电站供需均衡运营策略
代 亮,刘治南,陈天泉,秦 雯
- 134 计及用户响应电价关联与多主体共赢的电动汽车充放电定价优化
董运昌,刘世民,曲朝阳,宋佳骏,王 蕾,薄小永
- 143 面向配电网弹性提升的需求响应优化配置策略
李志浩,赵 波,林 达,倪筹帷,秦 清,韩 蓓,李国杰
- 150 考虑负荷裕度的区域综合能源系统储能双层优化配置
刘书琪,顾 洁,赖柏希,金之俭

►► 广义负荷多元互动与优化调控

- 159 考虑分布式新能源动态不确定性的配电网灾后时序负荷恢复方法
刘 菲,林超凡,陈 晨,刘瑞环,李更丰,别朝红
- 168 消纳风电预测偏差功率的电采暖负荷群运行调度策略
严干贵,赵 阳,杨玉龙,赵磊洋,阚天洋,杨森林,卢晓东
- 174 基于群体智能的分布式柔性资源有功平衡调度架构及策略
李亚平,杨胜春,毛文博,高冠中,陆亚楠,黄展鸿
- 183 基于电压灵敏度的配电网DG接纳能力不确定性分析
晋 飞,刘静利,刘晓亮,温国强,董逸超,王守相,赵倩宇
- 190 基于风电出力概率预测模型的源荷储日前概率优化调度
张紫菁,张 芳,姚文鹏
- 198 含光伏的油田综合能源系统的热电厂和需求响应协同调峰能力分析
王艳松,宋阳阳,倪承波,衣京波,邹 璞
- 205 负荷频繁波动情景下梯级水电站实时调度策略
杨钰琪,莫 莉,周建中,效文静,徐占兴
- 212 计及源荷不确定性及频率安全的电力系统区间优化调度方法
宋晓芳,周海强,薛 峰,高 超,赵春祝,颜云松
- 221 考虑供气约束与净负荷预测误差的电-气综合能源系统调度策略
赵曰浩,鞠 平
- 229 基于负荷模式能量的电力系统低频振荡抑制策略
刘 钺,王 旭,蔡国伟,张宇驰
- 236 基于事件触发控制的时滞电力系统负荷频率控制
周一辰,章 露,李永刚,李 沙,孙佳辉,马 静
- 244 需求响应视角下有源配电网分层分区切负荷方法
徐俊俊,陈洪凯,张腾飞,王 冲
- 253 基于深度强化学习的配电网负荷转供控制方法
王光华,李晓影,宋秉睿,张 沛
- 261 频率安全分段控制下轮次切负荷协调优化策略
秦 川,任 伟,江叶峰,熊 浩,徐 贤,鞠 平

第三届国家期刊奖提名奖获奖期刊

中文核心期刊

《工程索引》(Ei)核心期刊

中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊

中国科技核心期刊

RCCSE 中国权威学术期刊(A+)

入选《能源电力领域高质量科技期刊分级目录》(T2)

入选《科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告》

英国《科学文摘》(SA, INSPEC)收录期刊

美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊

荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)来源期刊

俄罗斯《文摘杂志》(AJ, VINITI)收录期刊

美国 EBSCO 学术数据库收录期刊

日本科学技术振兴机构数据库(JST)收录期刊

美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊

第七届华东地区优秀期刊

中国电力报刊协会优秀期刊

EPAE 电力自动化设备杂志社
EPAE Periodical Press

主管单位 中国华电集团有限公司

主办单位 南京电力自动化研究所有限公司

国电南京自动化股份有限公司

编辑出版 《电力自动化设备》编辑部

地 址 南京高新技术产业开发区星火路8号

邮政编码 210032

社 长 康鲁豫

编辑部主任 李育燕

编辑部副主任 李 莉、李 玲

广告部主管 张芳芳

发行部主管 于娜娜

本期栏目统筹 李 玮

美 术 编 辑 卞金晶

电 话 (025)51859278(社长室)

(025)83537347, 51859279(编辑部)

(025)83537349(广告部)

(025)51859280(发行及读者服务部)

(025)51183898(平面设计部)

网 址 www.epae.cn

电子信箱 epae@sac-china.com

发行范围 国内外公开发行

印 刷 中闻集团南京印务有限公司

国内发行 江苏省邮政管理局

邮发代号 28-268

订 阅 处 全国各地邮局

国内定价 每期50.00元,全年600.00元

海外总发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(100048)

海外发行代号 MO-4802

ISSN 1006-6047

中国标准连续出版物号 CN 32-1318/TM

国际刊名代码(CODEN) DZSHFK



关注微信



访问官网

广告发布登记通知书编号:广登32010000078

Special Issue:Key Technologies toward New-Type Power Systems: Intelligent Observation/Perception and Efficient Dispatch/Control of Generalized Loads

EQUIVALENT MODELING AND INTELLIGENT PERCEPTION OF GENERALIZED LOADS

- 10 Non-intrusive load monitoring based on motif mining and harmonic function based semi-supervised learning
ZHOU Yongjun, WU Yuanxiang, DONG Zhihua, HU Yurong, XIAO Xianyong, ZHANG Shu
- 17 Fast identification method for load model parameters based on jumping and steady-state points of measured data
MENG Xian, SHEN Yiming, CHEN Yujie, ZENG Pijiang, WU Hao
- 24 Generalized discrete equivalent model of composite load for new-type power system
SHEN Fu, LI Shiwei, CHEN Xueou, ZHAI Suwei, YANG Zhiwen, YANG Guangbing
- 39 Equivalent modeling of LVRT and current limiting links for distributed photovoltaic and wind turbine generators
CHEN Haidong, PAN Xueping, HUANG Hua, SUN Xiaorong, HE Dazhuang, YONG Chengli
- 39 Load forecasting of integrated energy system based on MMoE multi-task learning and LSTM
WU Chen, YAO Jing, XUE Guiyuan, WANG Jianxiao, WU Yin, HE Kai
- 45 Current sequence visualization method of non-intrusive load recognition
CUI Haoyang, WU Yifan, JIANG Youhua, JIANG Chao, HAN Tao, XU Yongpeng
- 110 Non-intrusive load fluctuation detection based on voting variance
YANG Danxu, SONG Yaqi, YUE Jianren, LI Li
- 58 Clustering method for multi-day load curves based on fast dynamic time warping and minimum covering sphere
LIU Xiaofeng, KANG Jin, MA Xiang, WO Jiandong, LÜ Leiyan, WU Hao
- 67 Cloud-edge collaboration method for abnormal power consumption pattern recognition considering dynamic expression of information
LIU Huizi, WANG Ying, HU Wenxi, XIAO Xianyong
- 75 Differential privacy protection method of electrical load data towards cloud computing applications
YU Qun, SHEN Zhiheng, SUN Feifei, LI Zhiyi

RESPONSE CHARACTERISTICS AND AGGREGATED OPERATION OF GENERALIZED LOADS

- 83 Bidding method of electricity spot market considering uncertainty of generalized load and incentive-based demand response
WEI Congying, WANG Yang, XU Hao, XU Jian, SUN Yuanzhang
- 93 Distributionally robust optimization model of virtual power plant considering user participation uncertainty
LIU Xin, LI Yang, SHI Yunpeng, SHEN Yunwei
- 101 Demand response potential evaluation method of industrial users based on Gaussian process regression
WU Di, WANG Yunchu, YU Chunlei, LIU Shengyuan, LIN Zhenzhi, YANG Li
- 110 Dynamic aggregation method of virtual power plants considering reliability of renewable energy
BAI Xueyan, FAN Yanfang, WANG Tiansheng, LIU Yujia, NIE Xinlei, YAN Chenyu
- 119 Clearing mode of electric vehicle load participating in frequency regulation ancillary service market considering substitution effect
CUI Yang, ZHOU Feijie, ZHAO Yuting, LIU Xinyuan, HAN Chuanding
- 127 Rule analysis and cogitation for adjustable load resources participating in ancillary service market
ZHOU Jing, GENG Jian, TANG Lü, ZHAO Yiyan, ZHANG Si
- 182 Supply-demand equilibrium operation strategy of electric vehicle battery swapping station based on self-supply mode
DAI Liang, LIU Zhinan, CHEN Tianquan, QIN Wen
- 142 Charging and discharging pricing optimization of electric vehicles considering correlation of user response to electricity price and win-win results of multi-stakeholder
DONG Yunchang, LIU Shimin, QU Zhaoyang, SONG Jiajun, WANG Lei, BO Xiaoyong

Competent Authorities China Huadian Corporation Ltd.

Publication Number ISSN 1006-6047

Sponsor Nanjing Electric Power Automation Research Institute Co., Ltd.
Guodian Nanjing Automation Co., Ltd.

Editor and Publisher Electric Power Automation Equipment
Editorial Department

Editor in Chief GUO Xiaojun

Add 8 Xinghuo Road, Pukou District, Nanjing, China

Web Site www.epae.cn

Post Code 210032

E-mail epae@sac-china.com

Tel 86-25-51859278, 83537347, 83537349

- 149 Optimal allocation strategy of demand response for improving distribution network elasticity
LI Zhihao, ZHAO Bo, LIN Da, NI Chouwei, QIN Qing, HAN Bei, LI Guojie
- 158 Bi-level optimal allocation of energy storage in regional integrated energy system considering load margin
LIU Shuqi, GU Jie, LAI Boxi, JIN Zhijian

DIVERSIFIED INTERACTION AND OPTIMIZED DISPATCH/CONTROL OF GENERALIZED LOADS

- 167 Post-disaster time-series load restoration method for distribution network considering dynamic uncertainty of distributed renewable energy
LIU Fei, LIN Chaofan, CHEN Chen, LIU Ruihuan, LI Gengfeng, BIE Zhaohong
- 173 Operation scheduling strategy of electric heating load group for wind power forecast deviation absorption
YAN Gangui, ZHAO Yang, YANG Yulong, ZHAO Leiyang, KAN Tianyang, YANG Senlin, LU Xiaodong
- 182 Active power balance scheduling architecture and strategy of distributed flexible resource based on collective intelligence
LI Yaping, YANG Shengchun, MAO Wenbo, GAO Guanzhong, LU Yanan, HUANG Zhanhong
- 189 Uncertainty analysis of DG hosting capacity in distribution network based on voltage sensitivity
JIN Fei, LIU Jingli, LIU Xiaoliang, WEN Guoqiang, DONG Yichao, WANG Shouxian, ZHAO Qianyu
- 197 Day-ahead probabilistic optimal dispatching of source-load-storage based on probabilistic prediction model of wind power output
ZHANG Zijiang, ZHANG Fang, YAO Wenpeng
- 204 Cooperative peak load regulation ability analysis of thermal power plant and demand response for oil field integrated energy system with photovoltaic
WANG Yansong, SONG Yangyang, NI Chengbo, YI Jingbo, ZOU Pu
- 260 Real-time dispatching strategy of cascaded hydropower stations under frequent load fluctuation
YANG Yuqi, MO Li, ZHOU Jianzhong, XIAO Wenjing, XU Zhanxing
- 220 Interval optimal dispatching method of power system considering source-load uncertainty and frequency security
SONG Xiaofang, ZHOU Haiqiang, XUE Feng, GAO Chao, ZHAO Chunzhu, YAN Yunsong
- 228 Scheduling strategy of integrated electricity and gas system considering constraint of gas supplying and prediction error of net power load
ZHAO Yuehao, JU Ping
- 235 Power system low-frequency oscillation suppression strategy based on load mode energy
LIU Cheng, WANG Xu, CAI Guowei, ZHANG Yuchi
- 243 Load frequency control of power system with time-delay based on event-triggered control
ZHOU Yichen, QIN Lu, LI Yonggang, LI Sha, SUN Jiahui, MA Jing
- 252 Hierarchical and partitioned load shedding method of active distribution network in demand response perspective
XU Junjun, CHEN Hongkai, ZHANG Tengfei, WANG Chong
- 260 Load transfer control method of distribution network based on deep reinforcement learning
WANG Guanghua, LI Xiaoying, SONG Bingrui, ZHANG Pei
- 268 Coordinated optimization strategy of wheel load shedding under frequency safety subsection control
QIN Chuan, REN Wei, JIANG Yefeng, XIONG Hao, XU Xian, JU Ping

《电力自动化设备》部分重点专题汇集

近年来，结合中国能源与电力领域发展的新形势，《电力自动化设备》追踪行业热点问题，陆续推出了诸多重点专题。现整理部分专题信息如下，欢迎读者参阅。未来《电力自动化设备》亦将继续推出更多热点专题，敬请关注！



1 面向高比例新能源电力系统的储能规划、调控与运营技术专题

专题特约主编：清华大学梅生伟教授、青海大学陈来军教授、华南理工大学朱建全副教授



2 未来能源系统的转型与变革：低碳与清洁技术专题

专题特约主编：东南大学顾伟教授、清华大学郭庆来教授、河海大学陈胜副教授



3 中低压直流配电系统稳定与控制专题

专题特约主编：天津大学李霞林副教授、天津大学王成山教授、山东理工大学彭克副教授



4 电力系统广义同步稳定性与宽频谐振稳定性专题

专题特约主编：浙江大学徐政教授



5 区块链技术在能源系统中的应用专题

专题特约主编：清华大学张宁副教授、上海交通大学陈思捷特别副研究员、清华大学康重庆教授



6 大型交直流混联电网运行控制与保护专题

专题特约主编：清华大学董新洲教授、中国电科院汤涌教授级高工、中国电科院卜广全教授级高工、清华大学王宾副研究员



7 综合能源系统安全分析与优化控制技术专题

专题特约主编：河海大学卫志农教授、天津大学王丹副教授、河海大学孙国强教授



8 “智能电网+”专题

专题特约主编：河海大学鞠平教授、秦川副教授



9 新能源与新负荷背景下的电网安全专题

专题特约主编：河海大学鞠平教授、余一平教授



10 多能协同综合能源系统专题

专题特约主编：清华大学郭庆来教授、广州供电局刘育权教授级高工

DJ-1000 高压电缆在线 监测与故障定位系统

适用于110kV及以上电压等级的电
缆线路。实现对高压电缆线路故障及
缺陷的有效监测和分段、定位。



● 技术特点 / Features

- ▶ 非接触式行波浪涌传感器耦合电压、电
流波信号, 安全、可靠
- ▶ 混合及T型线路故障区段判定
- ▶ 护层绝缘状态分析诊断
- ▶ 双端行波法测距原理实现电缆故障(缺陷)
的在线定位
- ▶ 测距精度: 线路全长 $\times 0.2\% \pm 5$ 米

地址: 山东省淄博市张店区三赢路16号

电话: 0533-3181567

传真: 0533-3818921

客户服务电话: 400-0533-069

客户服务邮箱: 400@kehui.cn

网址: www.kehui.cn

科汇济南分公司

武汉科汇方得电子有限公司

青岛科汇电气有限公司

电话: 0531-66777667

电话: 027-82668396

电话: 0532-68012536

传真: 0531-88064061

传真: 027-67848757

传真: 0533-68012533



山东科汇电力自动化股份有限公司
Shandong Kehui Power Automation Co., Ltd.

广告