

电网技术

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

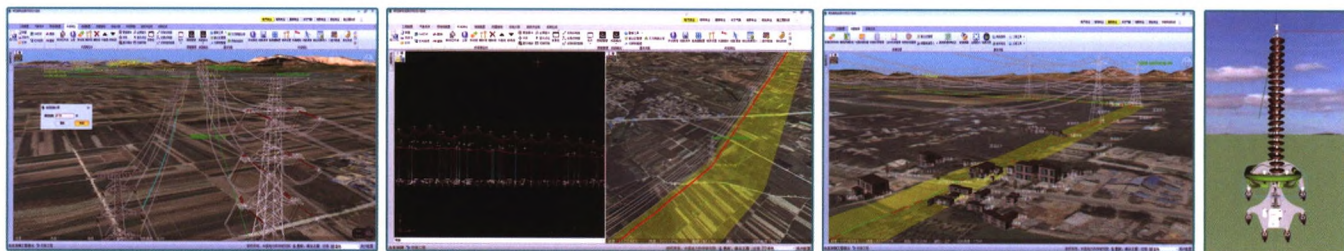


第43卷8期
Vol.43 No.8



中国电力科学研究院有限公司 ——架空输电线路三维协同设计系统

架空输电线路三维协同设计系统适用于架空输电线路工程可研、初设、施工图、竣工图阶段设计全过程。系统具备电气、结构、测量、技经等全专业协同设计功能，并结合二、三维GIS模块，实现设计过程三维可视化。涵盖输电线路杆塔、金具通用设计等基础数据模型库，其中包含杆塔模型2869基，金具串型1742种，基础4类14种；内置全国范围高精度基础地理数据，其中影像数据精度达0.5m，高程数据精度达15m。系统自2016年推广以来，在潍坊-临沂-枣庄-菏泽-石家庄1000千伏特高压交流输变电工程、青海-河南±800千伏特高压直流工程及30余项110千伏-750千伏架空线路工程的三维设计工作中得到广泛应用。系统在保证设计质量的同时有效控制工程造价，为建设坚强智能电网提供技术保障，提升了我国输电线路工程设计水平，为建设资源节约型、环境友好型社会做出了巨大贡献。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

单位：中国电力科学研究院有限公司
地址：北京清河小营东路15号

邮编：100192
电话：(010) 82812114

ISSN 1000-3673



万方数据



国家电网有限公司 主办

《电网技术》

编辑委员会

主任：刘振亚

委员（按姓氏笔画排序）：

Wei-Jen Lee 丁明 尹积军 文福拴

王敏 王成山 王相勤 王益民

Haifeng Wang (王海风) 韦化

帅军庆 伍萱 刘广迎 刘开俊

刘开培 刘玉田 刘建明 印永华

孙昕 汤涌 纪延超 吴云

吴玉生 Qinghua Wu (吴青华)

张文亮 张丽英 张启平 张运洲

张春城 张智刚 李卫东 李文毅

李向荣 李庆林 李成榕 李群湛

杜至刚 杨庆 肖世杰 肖立业

陈峰 陈月明 周浩 郑宝森

K L Lo (罗国麟) 段献忠 赵庆波

Wilsun Xu (徐文远) 索南加乐

栾军 郭剑波 康重庆 曹一家

曹均正 曹志安 黄强 程浩忠

舒印彪 葛正翔 路书军 廖瑞金

穆钢 鞠平

顾问委员会

主任：陆延昌

副主任：周孝信 郑健超

委员（按姓氏笔画排序）：

马伟明 王锡凡 卢强 孙才新

朱英浩 严陆光 余贻鑫 宋永华

Felix Wu (吴复立) 杨奇逊 汪植生

沈国荣 邱爱慈 陆佑楣 陈清泉

赵遵廉 唐任远 顾国彪 黄其励

程时杰 韩祯祥 潘家铮 薛禹胜

目次

· 新电改背景下电力现货市场建设关键技术 ·

电力现货市场下不平衡费用构成及分摊机制研究

.....龙苏岩, 冯凯, 徐骏, 杨争林, 冯树海 (2649)

机组运行约束对机组节点边际电价的影响分析

.....史新红, 郑亚先, 薛必克, 冯树海 (2658)

基于条件风险价值的微电网现货市场两阶段调度

.....郭红霞, 高端, 杨萃 (2665)

现货市场环境下载模式对光伏电站投资的影响研究

.....郭红霞, 高端, 张节谭, 郭树峰, 杨立斌, 张臻 (2674)

适应可再生能源配额制的电力市场交易体系研究

.....张翔, 陈政, 马子明, 夏清, 戴晓娟, 卢冬雪, 赵燃 (2682)

高比例新能源接入下电网灵活性爬坡能力市场化获取机制现状分析及思考

.....王蓓蓓, 丛小涵, 高正平, 谈健, 吴晨, 顾伟扬, 谢明成 (2691)

富余风电参与调峰权交易的电力市场均衡分析

.....程基峰, 贡靖洋, 严正, 张焰, 李明节 (2702)

美国加州辅助服务市场发展解析及其对我国电力市场的启示

.....喻洁, 刘云仁, 杨家琪, 高赐威, 杨颖霞, 丁怡 (2711)

差价合同分解算法的市场力抑制作用分析

.....张琛, 颜伟 (2718)

两级电力市场环境下载及风险的省间交易商最优购电模型

.....郭立邦, 丁一, 包铭磊, 曾丹 (2726)

电力市场环境下载典型发电容量充裕性机制及对我国的启示

.....喻芸, 荆朝霞, 陈雨果, 季天瑶, 张兰 (2734)

电力差价合约机制设计与应用

.....骆子雅, 季天瑶, 荆朝霞, 何爱民 (2743)

考虑用户贡献度的售电商购售电策略

.....奚迅, 王俊, 邵平, 郭艳敏, 张鑫 (2752)

电力现货市场下载及售电商长期收益的需求侧响应

.....冯小峰, 谢添阔, 高赐威, 林国营, 陈亮, 卢世祥 (2761)

基于配网节点电价的产消者日前优化调度

.....胡俊杰, 李阳, 吴界辰, 艾欣 (2770)

跨区域现货市场下载多主体购售能主从博弈模型

.....杨皓钦, 魏震波, 黄宇涵, 隋东旭 (2781)

基于两阶段随机规划的热电机组深调峰辅助服务竞价策略

.....田亮, 谢云磊, 周桂平, 葛维春 (2789)

考虑不确定性的风储电站参与电力现货市场竞价策略

.....德格吉日夫, 谭忠富, 李梦露, 杨萃博, 马佳乐, 谭清坤, 张晨 (2799)

辅助服务市场中集成商的资源集成投标策略

.....张粒子, 杨萌, 梁伟, 车权, 李伟, 李昭炯 (2808)

基于合作博弈论的风储联合参与现货市场优化运行策略

.....武昭原, 周明, 姚尚润, 李庚银, 张岩, 刘晓娟 (2815)

· 国家重点研发计划 ·

光伏直流并网系统控保协同故障区段辨识方法

.....朱瑞, 贾科, 赵其娟, 毕天姝, 王聪博, 冯涛 (2825)

计及能源品位差异的园区多能源系统综合能效评估

.....刘洪, 赵越, 刘晓鸥, 张强, 葛少云, 刘静仪 (2835)

计及多能耦合机组不确定性的综合能源系统运行优化模型研究

.....蒋超凡, 艾欣 (2843)

直流控保设备互感器数据异常快速识别策略

..... 栾洪洲, 殷伟, 周飞, 吕东, 王冬青 (2853)

基于鲁棒容积卡尔曼滤波的同步发电机实时动态状态估计方法

..... 刘朋成, 项中明, 江全元, 耿光超, 孙维真, 熊鸿韬 (2860)

基于虚拟线路阻抗的 MMC-HVDC 输电系统单端故障测距方法

..... 薛士敏, 陆俊弛, 刘冲, 范勃暘, 史哲, 廉杰 (2868)

· 电力系统 ·

微网逆变器虚拟柴油发电机组暂态功率均分控制方法

..... 黄家豪, 王谱宇, 王金全, 黄克峰, 陈静静 (2876)

适用于三相并网逆变器的新型谐振控制方法

..... 马文杰, 欧阳森, 杨林 (2884)

提高弱电网下并网逆变器电流质量的自适应控制方法

..... 马兴, 徐瑞林, 陈民铀, 付昂, 杨爽 (2892)

互联微电网孤岛运行频率稳定性协调控制策略

..... 崔嘉, 杨俊友, 葛维春, 周小明, 王安妮, 关晓林 (2901)

双馈风电机组限功率运行下频率稳定的变系数控制策略

..... 李颖颖, 王德林, 范林源, 苑承勋, 赵迎弟, 康积涛 (2910)

双馈式可变速抽水蓄能机组无功特性分析

..... 王欣竹, 韩民晓, Bitew Girmaw Teshager (2918)

基于能值分析的多能互补综合能源系统价值评估方法

..... 田立亭, 程林, 郭剑波, 孙树敏, 程艳, 魏大钧 (2925)

基于级联高频变压器的多端口直流电能路由器

..... 段青, 徐嘉超, 盛万兴, 沙广林, 李振, 刘斌, 苏赋文, 王丹 (2934)

基于 HPWM 调制的动态电压恢复器最大电平输出特性研究

..... 涂春鸣, 张丽, 郭祺, 姜飞, 孙勇 (2942)

基于取能电源负载调节的 MMC 不控预充电阶段电容电压平衡控制方法

..... 马明, 白士贤, 雒龙飞 (2952)

基于新一代调相机的多目标无功电压协调控制系统研究

..... 李锴, 邵德军, 徐友平, 申旭辉, 孙海顺, 张宛楠 (2961)

低频振荡类型多判据综合辨别实用化方法

..... 孙铭, 陈磊, 徐遐龄, 闵勇, 徐友平 (2968)

基于响应信息的分散式低频减载方案

..... 王怀远, 何培灿, 温步瀛 (2976)

基于变电站-用户双层结构的变电站负荷聚类研究

..... 何哲楠, 吴浩, 程祥, 占震滨, 孙维真 (2983)

中压馈线最优分段数的通用量化表达式

..... 曹华珍, 陈一铭, 吴亚雄, 高崇, 张俊潇, 刘涌 (2991)

· 自动化 ·

负序方向元件适应性分析及与 MMC-HVDC 控制策略协同配合方法

..... 梁莹玉, 卢正杰, 李武林, 霍姚彤, 许冠军, 王聪 (2998)

基于几何表征和差分算法的微网保护方法

..... 程启明, 魏霖, 高杰, 程尹曼, 王玉娇, 沈磊 (3007)

基于控制绕组电流基频分量的磁控式并联电抗器匝间保护新原理

..... 郑涛, 刘校销 (3016)

基于图论的不接地系统在线故障定位方法

..... 张利, 赵波, 王丽婕, 范新桥 (3025)

· 高电压技术 ·

GIL 管廊结构参数对接地系统电气特性参数的影响

..... 汤亮亮, 刘刚, 吴敏, 赵淳, 徐霞, 黄道春 (3032)

电热型复合绝缘子防覆冰性能分析

..... 胡琴, 夏翰林, 张宇, 谢松, 蒋兴良, 舒立春 (3039)

凝露状态对硅橡胶绝缘表面闪络特性影响的实验研究

..... 刘轩东, 胡钰骁, 李亚伟, 孙文健, 郑琳子 (3047)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊
2015 和 2017 年度中国“百强报刊”
中国最具国际影响力学术期刊
中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
全国中文核心期刊
RCCSE 中国权威学术期刊
《科学文摘》(SA) 收录期刊
《文摘杂志》(AJ) 收录期刊
中国科学引文数据库 (CSCD)
中国期刊方阵双效期刊
电力行业优秀科技期刊

《电网技术》(月刊)

第 43 卷 第 8 期 (总第 429 期)

主 管: 国家电网有限公司

主 办: 国家电网有限公司

编 辑: 中国电科院期刊中心

《电网技术》编辑部

出 版: 《电网技术》杂志社有限公司

主 编: 张文亮

副主编: 郭剑波 汤 涌

编辑部副主任: 李兰欣 010-82812543

广告部经理: 齐 华 010-58386112

发 行: 闫 岷 010-82812465

编 辑: 010-82812523/2672/2981/2982

网上投稿: <http://www.dwjs.com.cn>

电力系统内部电话: 91862+后四位

传 真: 010-82812980

地 址: 100192 北京清河小营东路 15 号

中国电力科学研究院有限公司内

印 刷: 北京科信印刷有限公司

北京市昌平区七北路马连店甲 6 号

总发行: 北京报刊发行局

国外发行: 中国国际图书贸易总公司

订 阅: 全国各地邮局

邮发代号: 国内 82-604 国外 1474M

中国标准连续出版物号: ISSN 1000-3673

CN 11-2410/TM

广告经营许可证号: 京海工商广字第 0168 号

POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2019, Vol. 43 No. 8 (Ser. 429)

Contents

· Key Technologies of Spot Market Construction Under New Power Industry Reform Background ·

- Research on Unbalanced Cost Composition and Allocation Mechanism in Spot Electricity Market**
..... Long Suyan, Feng Kai, Xu Jun, Yang Zhenglin, Feng Shuhai (2649)
- Effect Analysis of Unit Operation Constraints on Locational Marginal Price of Unit Nodes**
..... Shi Xinhong, Zheng Yaxian, Xue Bike, Feng Shuhai (2658)
- Two-stage Dispatch of Microgrid Based on CVaR Theory Under Electricity Spot Market** Guo Hongxia, Gao Rui, Yang Ping (2665)
- Impact of Trading Modes on PV Plant Investment Under Electricity Spot Market Environment**
..... Guo Hongxia, Gao Rui, Zhang Jietan, Guo Shufeng, Yang Libin, Zhang Zhen (2674)
- Study on Electricity Market Trading System Adapting to Renewable Portfolio Standard**
..... Zhang Xiang, Chen Zheng, Ma Ziming, Xia Qing, Dai Xiaojuan, Lu Dongxue, Zhao Ran (2682)
- Status Analysis and Thoughts of Market-oriented Acquisition Mechanism on Flexible Ramp Capability for Power Grid With High Proportion of Renewable Energy** Wang Beibei, Cong Xiaohan, Gao Zhengping, Tan Jian, Wu Chen, Gu Weiyang, Xie Mingcheng (2691)
- Equilibrium Analysis of Peak Regulation Right Trading Market Between Wind Farms and Thermal Power Plants Considering Deep Peak Regulation** Cheng Jifeng, Yun Jingyang, Yan Zheng, Zhang Yan, Li Mingjie (2702)
- Analysis of Development of California Ancillary Service Market and Its Enlightenment to China's Power Market**
..... Yu Jie, Liu Yenren, Yang Jiaqi, Gao Ciwei, Yang Yingxia, Ding Qia (2711)
- Research on Impact of Decomposition Algorithms for CfD on Mitigating Market Power** Zhang Chen, Yan Wei (2718)
- An Optimal Power Purchase Model of Inter-provincial Traders in Two-level Electricity Market Considering Risk Management**
..... Guo Libang, Ding Yi, Bao Minglei, Zeng Dan (2726)
- Typical Generation Resource Adequacy Mechanism in Electricity Market and Enlightenment to China**
..... Yu Yun, Jing Zhaoxia, Chen Yuguo, Ji Tianyao, Zhang Lan (2734)
- Design and Application of Contract for Difference in Electricity Market** Luo Ziya, Ji Tianyao, Jing Zhaoxia, He Aimin (2743)
- Purchase-sale Strategy of Power Retailers Considering User Contribution Degree**
..... Dou Xun, Wang Jun, Shao Ping, Guo Yanmin, Zhang Xin (2752)
- A Demand Side Response Strategy Considering Long-term Revenue of Electricity Retailer in Electricity Spot Market**
..... Feng Xiaofeng, Xie Tiankuo, Gao Ciwei, Lin Guoying, Chen Liang, Lu Shixiang (2761)
- A Day-ahead Optimization Scheduling Method for Prosumer Based on Iterative Distribution Locational Marginal Price**
..... Hu Junjie, Li Yang, Wu Jiechen, Ai Xin (2770)
- Multi-agent Purchase and Sale Master-slave Game Model in Cross-regional Spot Market**
..... Yang Haoqin, Wei Zhenbo, Huang Yuhan, Sui Dongxu (2781)
- Deep Peak Regulation Ancillary Service Bidding Strategy for CHP Units Based on Two-stage Stochastic Programming**
..... Tian Liang, Xie Yunlei, Zhou Guiping, Ge Weichun (2789)
- Bidding Strategy of Wind-storage Power Plant Participation in Electricity Spot Market Considering Uncertainty**
..... De Gejirifu, Tan Zhongfu, Li Menglu, Yang Shenbo, Ma Jiale, Tan Qingkun, Zhang Chen (2799)
- Bidding Strategy of Resource Integration for Aggregator in Ancillary Service Market**
..... Zhang Lizi, Yang Meng, Liang Wei, Che Quan, Li Wei, Li Zhaojiong (2808)
- Optimization Operation Strategy of Wind-storage Coalition in Spot Market Based on Cooperative Game Theory**
..... Wu Zhaoyuan, Zhou Ming, Yao Shangrun, Li Gengyin, Zhang Yan, Liu Xiaojuan (2815)
- National Key Research and Development Program of China ·**
- Fault Section Identification of Flexible DC Collection System Based on Collaborated Control-protection Method**
..... Zhu Rui, Jia Ke, Zhao Qijuan, Bi Tianshu, Wang Congbo, Feng Tao (2825)
- Comprehensive Energy Efficiency Assessment of Park-level Multi-energy System Considering Difference of Energy Grade**
..... Liu Hong, Zhao Yue, Liu Xiaou, Zhang Qiang, Ge Shaoyun, Liu Jingyi (2835)
- Integrated Energy System Operation Optimization Model Considering Uncertainty of Multi-energy Coupling Units**
..... Jiang Chaofan, Ai Xin (2843)
- A Fast Recognition Strategy for Abnormal Transformer Data in DC Protection and Control Device**
..... Luan Hongzhou, Yin Wei, Zhou Fei, Lü Dong, Wang Dongqing (2853)
- Real-time Dynamic State Estimation for Synchronous Machines Based on Robust CKF**
..... Liu Pengcheng, Xiang Zhongming, Jiang Quanyuan, Geng Guangchao, Sun Weizhen, Xiong Hongtao (2860)
- A Novel Method of Single-terminal Fault Location for MMC-HVDC Transmission System Based on Virtual Line Impedance**
..... Xue Shimin, Lu Junchi, Liu Chong, Fan Boyang, Shi Zhe, Lian Jie (2868)

• Power System •

- Transient Power Equalization Control Method of Virtual Diesel Generator Set for Microgrid Inverter**
.....Huang Jiahao, Wang Puyu, Wang Jinquan, Huang Kefeng, Chen Jingjing (2876)
- A New Resonant Control Strategy for Three-phase Grid Connected Inverter**.....Ma Wenjie, Ouyang Sen, Yang Lin (2884)
- Adaptive Control Method for Improving Current Quality of Grid-connected Inverter Under Weak Grid**
.....Ma Xing, Xu Ruilin, Chen Minyou, Fu Ang, Yang Shuang (2892)
- Coordinated Control Strategy for Interconnected Microgrids in Islanded Mode Considering Frequency Stability**
.....Cui Jia, Yang Junyou, Ge Weichun, Zhou Xiaoming, Wang Anni, Guan Xiaolin (2901)
- Variable Coefficient Control Strategy for Frequency Stability of DFIG Under Power-limited Operation**
.....Li Yingying, Wang Delin, Fan Linyuan, Yuan Chengxun, Zhao Yingdi, Kang Jitao (2910)
- Reactive Power Characteristic Analysis of Doubly-fed Adjustable-speed Pumped Storage Unit**
.....Wang Xinzhu, Han Minxiao, Bitew Girmaw Teshager (2918)
- Multi-energy System Valuation Method Based on Emergy Analysis**
.....Tian Liting, Cheng Lin, Guo Jianbo, Sun Shumin, Cheng Yan, Wei Dajun (2925)
- Multi-port DC Electric Energy Router Based on Cascaded High Frequency Transformer**
.....Duan Qing, Xu Jiachao, Sheng Wanxing, Sha Guanglin, Li Zhen, Liu Bin, Su Fuwen, Wang Dan (2934)
- Study on Maximum Level Output Characteristics of Dynamic Voltage Restorer Based on HPWM Modulation**
.....Tu Chunming, Zhang Li, Guo Qi, Jiang Fei, Sun Yong (2942)
- A Capacitor Voltage Balance Method Based on Self-power Supply Load Regulation for MMC Uncontrolled Pre-charging Stage**
.....Ma Ming, Bai Shixian, Luo Longfei (2952)
- Research on Coordinated Multi-objective Reactive Voltage Control System Based on New Type Synchronous Condenser**
.....Li Kai, Shao Dejun, Xu Youping, Shen Xuhui, Sun Haishun, Zhang Wannan (2961)
- Synthetic Multi-criterion Method for Type Discrimination of Low Frequency Oscillation**
.....Sun Ming, Chen Lei, Xu Xialing, Min Yong, Xu Youping (2968)
- Decentralized Under-frequency Load Shedding Scheme Based on Response Information**
.....Wang Huaiyuan, He Peican, Wen Buying (2976)
- Substation Load Clustering Based on Substation-consumer Two-level Structure**
.....He Zhenan, Wu Hao, Cheng Xiang, Zhan Zhenbin, Sun Weizhen (2983)
- General Quantitative Expression of Optimal Segment Number of MV Feeder**
.....Cao Huazhen, Chen Yiming, Wu Yaxiong, Gao Chong, Zhang Junxiao, Liu Yong (2991)

• Automation •

- Adaptability Analysis of Negative Sequence Directional Element and Cooperative Method With Control Strategy of MMC-HVDC**
.....Liang Yingyu, Lu Zhengjie, Li Wulin, Huo Yaotong, Xu Guanjun, Wang Cong (2998)
- A Microgrid Protection Method Based on Geometric Representation and Differential Algorithm**
.....Cheng Qiming, Wei Lin, Gao Jie, Cheng Yinman, Wang Yujiao, Shen Lei (3007)
- New Principle of Protection Scheme Based on Fundamental Component of Control Winding Currents Against Turn-to-Turn Fault of MCSR**.....Zheng Tao, Liu Xiaoxiao (3016)
- On-line Fault Location Method for Ungrounded System Based on Graph Theory**.....Zhang Li, Zhao Bo, Wang Lijie, Fan Xinqiao (3025)

• High Voltages •

- Influence of GIL Tube Structure Parameters on Electrical Characteristics of Grounding System**
.....Tang Liangliang, Liu Gang, Wu Min, Zhao Chun, Xu Xia, Huang Daochun (3032)
- Anti-icing Performance of Electrothermal Composite Insulators**
.....Hu Qin, Xia Hanlin, Zhang Yu, Xie Song, Jiang Xingliang, Shu Lichun (3039)
- Experimental Research of Influence of Condensation on Flashover Characteristics of Silicone Rubber Surface**
.....Liu Xuandong, Hu Yuxiao, Li Yawei, Sun Wenjian, Zheng Linzi (3047)

Sponsor: State Grid Corporation of China

In Cooperation with: China Electric Power Research Institute (CEPRI)

Chairman of Editorial Committee: Liu Zhenya

Editor-in-Chief: Zhang Wenliang

Editor and Publisher: Power System Technology Press

Associate Director of Editorial Board: Li Lanxin

Publication Number: ISSN 1000-3673

CODEN: DIJIES **Devey#:** 621.31

Address: China Electric Power Research Institute, Qinghe, Beijing 100192, China

Tel/Fax: 86-10-82812980

E-mail: pst@epri.sgcc.com.cn <http://www.dwjs.com.cn>

Agent of Subscriptions Abroad: China International Book Trading Corporation (GUOJISHUDIAN) P.O.Box 399, Beijing, China



——值得信赖的电力系统价值伙伴

益和电气集团股份有限公司始于1985年，公司占地面积200000平方米，注册资金1.1亿元，员工1000余人。现发展成为集智能研发、智能制造、智能科技、智慧服务、清洁能源、资本运作等为一体的现代化企业集团。可为客户提供电力工程的EPC（一站式）业务，投资承建工商业分布式光伏电站。

主要产品为126-252kV组合电器、40.5kV及以下高低压开关柜、12-40.5kV户内及户外断路器、箱式变电站、环网柜及智能配套组件等系列产品。



板材智能化加工系统



开关柜智能化生产线



用户变电站电能远控中心



益国利民 和谐共赢

益和电气集团股份有限公司

地址：山东省青岛市西海岸新区淮河西路717号

邮编：266510

电话：0532-58517159

<http://www.yihe.cn>

邮箱：yihedianqijituan@126.com

