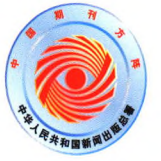


# 高电压技术



Compendex 核心期刊

支撑碳达峰、碳中和的能源电力关键技术专题

September 2021 Vol.47, No.9



高新技术企业  
**ROYE**<sup>®</sup>  
气体密度监测行业引导者

## 上海乐研电气有限公司

SHANGHAI ROYE ELECTRICAL CO., LTD.

我们专注SF<sub>6</sub>密度继电器产品领域20多年 不断引导行业进步

乐研电气——拥有100多项专利技术 智造卓越产品！ 出口欧美，多家国际电力企业供应商



**ROYE**

让电网更智慧，更坚强

联系地址：上海市蕴北路1755弄35号  
邮政编码：201802  
销售直线：+86-21-39170081  
电话：+86-21-39170766, 39170082, 13601816276  
传真：+86-21-39170768  
Email: shroye@shroye.com  
网址：www.shroye.com OR www.shroye.cn





## 目次

### 支撑碳达峰、碳中和的能源电力关键技术专题

- 新型配电系统形态特征与技术展望·····董旭柱, 华祝虎, 尚磊, 王波, 谌立坤, 张秋萍, 黄玉琛(3021)
- 双碳目标下的新型电力系统规划新问题及关键技术·····韩肖清, 李廷钧, 张东霞, 周鑫(3036)
- 支撑“双碳”目标的风光发电装备安全运行关键技术·····李庆民, 于万水, 赵继尧(3047)
- 碳达峰背景下退役锂电池梯次利用电热管理技术·····李建林, 武亦文, 吕超, 陈光, 李雅欣, 马速良(3061)
- 面向新型电力系统的电力设备运行维护关键技术及其应用展望·····盛戈皞, 钱勇, 罗林根, 宋辉, 刘亚东, 江秀臣(3072)
- 海水淡化负荷消纳弃风电量的集群优化调度策略·····楚帅, 董辉, 葛维春, 刘闯, 蔡国伟(3085)
- 考虑阶梯式碳交易与供需灵活双向响应的综合能源系统优化调度·····陈锦鹏, 胡志坚, 陈嘉滨, 陈颖光, 高明鑫, 林铭蓉(3094)

### 电介质与电气绝缘

- 高温聚合物薄膜电容器介电材料评述与展望·····李琦, 李曼茜(3105)
- 基于多元非线性回归模型的 XLPE 电缆终端环形损伤故障特征·····周利军, 邢立勤, 白龙雷, 杨涵, 权圣威, 项恩新(3124)
- 纳米 TiO<sub>2</sub> 改性纤维素绝缘纸板热老化特性·····刘道生, 郭正阳, 赵子明, 周春华(3134)
- 低气压介质阻挡放电条件下纳米 SiO<sub>2</sub> 表面氟化研究·····杨国清, 刘阳, 戚相成, 王德意, 王闯, 曾庆文(3144)
- 高压 XLPE 电缆阻水缓冲层烧蚀机理·····欧阳本红, 李文杰, 刘英, 廉瑞(3153)
- 纳米氮化硼改性绝缘纸板在±800 kV 干式套管中的电场仿真分析·····赵轩宇, 陈庆国, 杨洪达(3163)
- 交直流叠加电压下硅橡胶内电树枝特性·····赵鑫, 韩涛, 马婷婷, 苏金刚, 杜伯学(3173)
- 电缆接头绝缘用硅橡胶热老化及超声特性·····王若丞, 贺云逸, 康洪玮, 王昭, 金海云(3181)

### 电气装备及其智能运维

- 架空线路用气体灭弧防雷发展综述·····王巨丰, 黄上师, 王熾蕾, 孔佳琦, 孟伟航, 卢幸(3189)
- 环保型罐式多断口真空断路器电场分析与优化·····程显, 田小倩, 葛国伟, 杜帅, 徐鹏飞(3200)
- 高压直流断路器耗能支路 MOV 关键技术·····杨兵, 石巍, 方太勋, 谢晔源, 吕玮, 陈羽(3208)
- 电力变压器低压螺旋绕组导线换位结构下电流分布特性·····赵毅, 文韬, 倪鹤立, 陈维江, 张乔根, 傅中(3218)
- 带有滑动摩擦摆支座的 500 kV 变压器地震响应·····孙新豪, 谢强, 李晓璇, 卿东生(3226)
- 基于输入阻抗谱的电缆故障类型识别及定位·····李蓉, 周凯, 饶显杰, 谢敏, 梁钟颖, 龚薇(3236)
- 基于旋转目标检测的变电设备红外图像电压致热型缺陷智能诊断方法·····李文璞, 毛颖科, 廖道, 谢可, 刘迪, 张晓航(3246)
- 具备重合闸判断能力的电容换流型直流断路器·····蒋纯冰, 赵成勇(3254)

### 大功率电力电子与智能输配电

- 柔性直流电网换流器子模块续流过电压机理分析及抑制策略·····郭铭群, 乐波, 田园园, 李探, 梅念(3264)
- 脉宽调制电压对环氧树脂电树引发及生长特性影响研究·····秦玉文, 王鹏, 任俊文, 吴琦, 陈逸雯, 惠芬新(3273)

### 新能源装备及其并网

- 含直流电压变换的光伏并网系统单极接地短路电流计算·····王渝红, 罗雍溢, 曾琦, 寇然, 陈诗昱, 万良彬(3283)
- 计及主/被动需求响应与条件风险价值的微网经济调度·····张涛, 刘景, 杨晓雷, 霍然, 郭玥彤, 李逸鸿(3292)
- DC/AC 并网变流器系统功率双向流动下稳定性差异分析与功率补偿控制·····田艳军, 彭飞, 王毅, 李赢正(3303)
- 锂离子电池气体故障特性分析及诊断方法·····杨启帆, 马宏忠, 刘宝稳, 段大卫, 彭晓晗(3315)

### 脉冲功率与放电等离子体

- 基于 PIV 的电除尘器流场可视化实验研究进展·····闫东杰, 张子昂, 李振强, 贡浩, 玉亚, 黄学敏(3325)

水下放电同相位多气泡动力学实验研究·····	刘 振, 管显涛, 张 允, 张连成, 闫克平(3337)
增强型电磁轨道炮瞬态温升时空分布·····	范 薇, 苏子舟, 张 涛, 刘 勇, 国 伟, 金文奇(3346)
SF <sub>6</sub> 气体中交流电晕放电电流及带电粒子的时空分布·····	高青青, 王小华, 杨爱军, 刘定新, 荣命哲(3355)
大电流条件下气体火花开关电极烧蚀的研究进展·····	吴佳玮, 丁卫东, 韩若愚, 邱爱慈(3367)
基于吹气开关的重复频率纳秒脉冲源的研究·····	李雨泰, 刘志刚, 黎晗东, 罗海云, 邹晓兵, 王新新(3380)
双极性加载脉冲源中储开关同步击穿特性·····	王天驰, 陈 伟, 王海洋, 杜应超(3387)
广告索引·····	(3396)

## 《高电压技术》编辑委员会

主任委员 陈维江

副主任委员 汤广福 荣命哲 廖瑞金 曾 嵘

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁立健	马为民	王成山	王伟胜	王新新	王黎明	文习山	文劲宇	卢新培	司马文霞	吕运强	邬 雄	刘云鹏
刘进军	刘尚合	齐 磊	江秀臣	汲胜昌	许树楷	阮 羚	阮江军	杜伯学	杨迎建	李 剑	李 鹏	李立涅
李成榕	李庆民	李兴文	李建林	李盛涛	李清泉	严 萍	吴 锴	吴广宁	吴云喜	何金良	何俊佳	邱爱慈
谷山强	迟永宁	张乔根	张晓星	陆佳政	陈小良	陈庆国	邵 涛	周 凯	周远翔	郑健超	胡 毅	胡家兵
赵 鹏	赵争鸣	律方成	饶 宏	贺之渊	党智敏	徐 政	殷 禹	高克利	唐 炬	梅生伟	盛万兴	盛戈峰
董旭柱	蒋兴良	程时杰	雷 民	雷清泉	路书军	蔡 旭	蔡 炜	潘 垣	薛禹胜			

Chengke Zhou(UK) E. Gockenbach(Germany) J. J. Smit(the Netherlands) K. Hidaka(Japan) L. A. Dissado(UK) M. Farzaneh(Canada)  
M. Muhr(Austria) S. M. Gubanski(Sweden)

青 年 委 员

王 鹏	方 志	刘定新	齐 波	杜 雄	杨 庆	李 化	李 琦	何晋伟	余占清	辛焕海	宋 强	张 波
张书琦	张春朋	陈 武	陈向荣	陈来军	林 磊	胡建林	查俊伟	郭春义	高 宇	高国强	唐 波	黄兴溢
黄道春	章 程	裴 玮	戴 栋									

单 位 编 委

上海电气输配电集团有限公司 宁波东方电缆股份有限公司 苏州工业园区海沃科技有限公司  
国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司

高电压技术 (月刊, 1975年创刊)

《工程索引》(Ei) 核心期刊

《化学文摘》(CA) 收录期刊

《剑桥科学文摘》(CSA) 收录期刊

中文核心期刊要目总览收录期刊

《文摘与引文数据库》(Scopus) 收录期刊

《文摘杂志》(AJ) 收录期刊

中国科学引文数据库(CSCD) 核心期刊

中国科技核心期刊

《科学文摘》(SA, INSPEC) 收录期刊

日本科学技术社数据库(JST) 收录期刊

RCCSE 中国权威学术期刊

主 管 单 位: 国家电网有限公司

主 办 单 位: 国家高电压计量站  
中国电机工程学会

编 辑 出 版: 中国电科院期刊中心《高电压技术》编辑部

主 编: 赵 鹏

副 主 编: 高克利 李 鹏 胡 毅 何金良 文劲宇 李盛涛

编 辑 部 主 任: 严 梦

责 任 编 辑: 曾文君 曹昭君

组 稿 编 辑: 程子丰

编 辑 部: (027) 59258041

广 告 发 行 部: (027) 59258042

传 真: (027) 59835529

地 址: 湖北省武汉市珞喻路143号

邮 政 编 码: 430074

网 址: <http://hve.epri.sgcc.com.cn>

电 子 信 箱: [hve@epri.sgcc.com.cn](mailto:hve@epri.sgcc.com.cn)

印 刷: 武汉市宏达盛印务有限公司

国 内 发 行: 中国邮政集团公司湖北省分公司  
邮发代号 38-24

国 外 发 行: 中国国际图书贸易总公司 代号 M982

国 内 定 价: 90.00 元/期

中国标准连续出版物号: ISSN 1003-6520  
CN 42-1239/TM

国际刊名代码(CODEN): GAJIE5

广告发布登记编号: 鄂广登准字[2019]420000029

期刊基本参数: CN42-1239/TM \* 1975 \* m \* A4 \* 376 \* zh \* P \* ¥90.00 \* 6600 \* 36 \* 2021-09

# High Voltage Engineering

(Monthly, since 1975)

Vol. 47. No.9 (Ser. 346)

September 30, 2021

## CONTENTS

### Key Technologies of Power and Energy Systems for Supporting Peak Carbon Dioxide Emissions and Carbon Neutrality

- Morphological Characteristics and Technology Prospect of New Distribution System ..... DONG Xuzhu, HUA Zhuhu, SHANG Lei, WANG Bo, CHEN Likun, ZHANG Qiuping, HUANG Yuchen(3021)
- New Issues and Key Technologies of New Power System Planning Under Double Carbon Goals ..... HAN Xiaoqing, LI Tingjun, ZHANG Dongxia, ZHOU Xin(3036)
- Key Technologies for the Safe Operation of Wind and Solar Power Generation Equipment in Support of the “Peak CO<sub>2</sub> Emissions and Carbon Neutrality” Policy ..... LI Qingmin, YU Wanshui, ZHAO Jiyao(3047)
- Electrothermal Management Technology for Cascade Utilization of Retired Lithium Batteries Under the Background of Carbon Peak ..... LI Jianlin, WU Yiwen, LÜ Chao, CHEN Guang, LI Yaxin, MA Suliang(3061)
- Key Technologies and Application Prospects for Operation and Maintenance of Power Equipment in New Type Power System ..... SHENG Gehao, QIAN Yong, LUO Lingen, SONG Hui, LIU Yadong, JIANG Xiuchen(3072)
- Cluster Optimal Dispatch Strategy for Seawater Desalination Using Abandoned Wind Power ..... CHU Shuai, DONG Hui, GE Weichun, LIU Chuang, CAI Guowei(3085)
- Optimal Dispatch of Integrated Energy System Considering Ladder-type Carbon Trading and Flexible Double Response of Supply and Demand ..... CHEN Jinpeng, HU Zhijian, CHEN Jiabin, CHEN Yingguang, GAO Mingxin, LIN Mingrong(3094)

### Dielectric and Electrical Insulation

- High-temperature Polymer Dielectrics for Film Capacitors: Review and Prospect ..... LI Qi, LI Manxi(3105)
- Fault Characteristics of XLPE Cable Terminal Ring Damage Based on Multiple Nonlinear Regression Model ..... ZHOU Lijun, XING Limeng, BAI Longlei, YANG Han, QUAN Shengwei, XIANG Enxin(3124)
- Thermal Aging Characteristics of Cellulose Insulating Pressboard Modified by Nano-TiO<sub>2</sub> ..... LIU Daosheng, GUO Zhengyang, ZHAO Ziming, ZHOU Chunhua(3134)
- Research on Surface Fluorination of Nanosilica by Dielectric Barrier Discharge Under Low Pressure ..... YANG Guoqing, LIU Yang, QI Xiangcheng, WANG Deyi, WANG Chuang, ZENG Qingwen(3144)
- Ablation Mechanism of Water-blocking Buffer Layer in HV XLPE Cables ..... OUYANG Benhong, LI Wenjie, LIU Ying, LIAN Rui(3153)
- Simulation Analysis of Electric Field of Nanometer Boron Nitride Modified Insulating Paper-board in  $\pm 800$  kV Dry-type Bushing ..... ZHAO Xuanyu, CHEN Qingguo, YANG Hongda(3163)
- Characteristics of Electrical Tree in Silicone Rubber Under DC Superimposed with AC Voltage ..... ZHAO Xin, HAN Tao, MA Tingting, SU Jingang, DU Boxue(3173)
- Thermal Aging and Ultrasonic Characteristics of Silicone Rubber for Cable Joint Insulation ..... WANG Ruocheng, HE Yunyi, KANG Hongwei, WANG Zhao, JIN Haiyun(3181)

### Development, Intelligent Operation and Maintenance of Power Equipments

- Development of Gas Arc-extinguishing Lightning Protection in Overhead Lines ..... WANG Jufeng, HUANG Shangshi, WANG Yanlei, KONG Jiaqi, MENG Weihang, LU Xing(3189)
- Electric Field Analysis and Optimization of 126 kV Environmental Protection Gas Insulated Tank Circuit Breakers ..... CHENG Xian, TIAN Xiaoqian, GE Guowei, DU Shuai, XU Pengfei(3200)
- Key Technology of MOVs in Energy Dissipation Branch of HVDC Circuit Breaker ..... YANG Bing, SHI Wei, FANG Taixun, XIE Yeyuan, LÜ Wei, CHEN Yu(3208)
- Characteristics of Current Distribution Under the Transposition Structure in Low Voltage Helical Winding of Power Transformer ..... ZHAO Yi, WEN Tao, NI Heli, CHEN Weijiang, ZHANG Qiaogen, FU Zhong(3218)
- Seismic Response of a 500 kV Transformer with Friction Pendulum Isolation Bearing ..... SUN Xinhao, XIE Qiang, LI Xiaoxuan, QING Dongsheng(3226)
- Identification and Location of Cable Faults Based on Input Impedance Spectrum ..... LI Rong, ZHOU Kai, RAO Xianjie, XIE Min, LIANG Zhongying, GONG Wei(3236)
- Intelligent Diagnosis Method of Infrared Image for Substation Equipment Voltage Type Thermal Defects Based on Rotating Target Detection ..... LI Wenpu, MAO Yingke, LIAO Xiao, XIE Ke, LIU Di, ZHANG Xiaohang(3246)
- Capacitor-commutated DC Circuit Breaker with Reclosing Judgment Capability ..... JIANG Chunbing, ZHAO Chengyong(3254)

### High-power Electrical Electronics and Intelligent Transmission and Distribution

- Mechanism Analysis and Suppression Method of Continuous Overvoltage of Converter Submodules in MMC-based DC Grid .....

..... GUO Mingqun, YUE Bo, TIAN Yuanyuan, LI Tan, MEI Nian(3264)  
 Impact of Pulse Width Modulation Voltage on Electrical Tree Characteristics in Epoxy Resin .....  
 ..... QIN Yuwen, WANG Peng, REN Junwen, WU Qi, CHEN Yiwen, HUI Suxin(3273)

**Development and Grid Entry of New Energy Equipments**

Single-pole Grounding Short Circuit Fault Current Calculation of Grid-connected Photovoltaic System with DC Boost Photovoltaic.....  
 ..... WANG Yuhong, LUO Yongyi, ZENG Qi, KOU Ran, CHEN Shiyu, WAN Liangbin(3283)  
 Economic Dispatch of Microgrid Considering Active/Passive Demand Response and Conditional Value at Risk .....  
 ..... ZHANG Tao, LIU Jing, YANG Xiaolei, HUO Ran, GUO Yuetong, LI Yihong(3292)  
 Stability Difference Analysis and Power Compensation Control for DC/AC Grid-connected Converter System Under Bidirectional Power Flow  
 ..... TIAN Yanjun, PENG Fei, WANG Yi, LI Yingzheng(3303)  
 Gas Fault Characteristics Analysis and Diagnosis Method of Lithium-ion Battery.....  
 ..... YANG Qifan, MA Hongzhong, LIU Baowen, DUAN Dawei, PENG Xiaohan(3315)

**Pulsed Power, Discharge and Plasmas**

Research Progress in Flow Visualization Experiment of Electrostatic Precipitator Based on Particle Image Velocimetry .....  
 ..... YAN Dongjie, ZHANG Zi'ang, LI Zhenqiang, GONG Hao, YU Ya, HUANG Xuemin(3325)  
 Experimental Study on the Dynamics of Multiple Bubbles in the Same Phase of Underwater Discharge .....  
 ..... LIU Zhen, GUAN Xiantao, ZHANG Yun, ZHANG Liancheng, YAN Keping(3337)  
 Spatial-temporal Distribution of Transient Temperature Rise in Augmented Electromagnetic Railgun .....  
 ..... FAN Wei, SU Zizhou, ZHANG Tao, LIU Yong, GUO Wei, JIN Wenqi(3346)  
 Discharge Current and Charged Species' Temporal-spatial Distribution of AC Corona Discharge in SF<sub>6</sub> .....  
 ..... GAO Qingqing, WANG Xiaohua, YANG Aijun, LIU Dingxin, RONG Mingzhe(3355)  
 Review of Electrode Erosion in a Spark Gap Switch Under Large Pulsed Currents.....  
 ..... WU Jiawei, DING Weidong, HAN Ruoyu, QIU Aici(3367)  
 Research on the Repetitive Frequency Nanosecond Pulse Power Supply Based on Blowing Switch.....  
 ..... LI Yutai, LIU Zhigang, LI Handong, LUO Haiyun, ZOU Xiaobing, WANG Xinxin(3380)  
 Synchronous Breakdown Characteristic of Transfer Switches in a Bipolar Pulse Generator.....  
 ..... WANG Tianchi, CHEN Wei, WANG Haiyang, DU Yingchao(3387)

<b>Chairman of Editorial Committee</b>	CHEN Weijiang					
<b>Vice Chairmen of Editorial Committee</b>	TANG Guangfu	RONG Mingzhe	LIAO Ruijin	ZENG Rong		
<b>Members of Editorial Committee</b>						
DING Lijian	MA Weimin	WANG Chengshan	WANG Weisheng	WANG Xinxin	WANG Liming	WEN Xishan
WEN Jinyu	LU Xinpei	SIMA Wenxia	LÜ Yunqiang	WU Xiong	LIU Yunpeng	LIU Jinjun
LIU Shanghe	QI Lei	JIANG Xiuchen	JI Shengchang	XU Shukai	RUAN Ling	RUAN Jiangjun
DU Boxue	YANG Yingjian	LI Jian	LI Peng	LI Licheng	LI Chengrong	LI Qingmin
LI Xingwen	LI Jianlin	LI Shengtao	LI Qingquan	YAN Ping	WU Kai	WU Guangning
WU Yunxi	HE Jinliang	HE Junjia	QIU Aici	GU Shanqiang	CHI Yongning	ZHANG Qiaogen
ZHANG Xiaoxing	LU Jiazheng	CHEN Xiaoliang	CHEN Qingguo	SHAO Tao	ZHOU Kai	ZHOU Yuanxiang
ZHENG Jianchao	HU Yi	HU Jiabing	ZHAO Peng	ZHAO Zhengming	LÜ Fangcheng	RAO Hong
HE Zhiyuan	DANG Zhimin	XU Zheng	YIN Yu	GAO Keli	TANG Ju	MEI Shengwei
SHENG Wanxing	SHENG Gehao	DONG Xuzhu	JIANG Xingliang	CHENG Shijie	LEI Min	LEI Qingquan
LU Shujun	CAI Xu	CAI Wei	PAN Yuan	XUE Yusheng		
Chengke Zhou(UK)	E. Gockenbach (Germany)	J. J. Smit (the Netherlands)	K. Hidaka (Japan)	L. A. Dissado (UK)		
M. Farzaneh (Canada)	M. Muhr (Austria)	S. M. Gubanski (Sweden)				

<b>Young Members of Editorial Committee</b>						
WANG Peng	FANG Zhi	LIU Dingxin	QI Bo	DU Xiong	YANG Qing	LI Hua
LI Qi	HE Jinwei	YU Zhanqing	XIN Huanhai	SONG Qiang	ZHANG Bo	ZHANG Shuqi
ZHANG Chunpeng	CHEN Wu	CHEN Xiangrong	CHEN Lajun	LIN Lei	HU Jianlin	ZHA Junwei
GUO Chunyi	GAO Yu	GAO Guoqiang	TANG Bo	HUANG Xingyi	HUANG Daochun	ZHANG Cheng
PEI Wei	DAI Dong					

<b>Competent Authorities</b>	State Grid Corporation of China	<b>Publication Number</b>	ISSN 1003-6520
<b>Sponsors</b>	National Center for High Voltage Measurement Chinese Society for Electrical Engineering	<b>CODEN</b>	GAJIE5
<b>Editor and Publisher</b>	High Voltage Engineering Editorial Department of CEPRI	<b>Add</b>	Wuhan 430074, China
<b>Editor in Chief</b>	ZHAO Peng	<b>Web Site</b>	http://hve.epri.sgcc.com.cn
<b>Director</b>	YAN Meng	<b>E-mail</b>	hve@epri.sgcc.com.cn
<b>Editor in Charge</b>	ZENG Wenjun	<b>Tel</b>	86-27-59258041, 59258042
		<b>Fax</b>	86-27-59835529





# 河南平高电气股份有限公司

## HENAN PINGGAO ELECTRIC CO.,LTD.

### —绝缘分厂

河南平高电气股份有限公司绝缘分厂成立于1972年，历经近50年的磨砺拼搏，在国内较早开发应用环氧真空浇注和灭弧喷口成型技术，并掌握复合纤维真空浸渍核心技术，现已成为我国高压、超高压、特高压开关重大装备用核心绝缘件的研发与制造基地。



盆式绝缘子

绝缘筒

三支柱绝缘子

灭弧喷口

绝缘拉杆

### 核心生产设备

拥有国际先进水平的全自动环氧真空浇注、环氧真空浸渍和氟塑压制成型生产线，年生产配套能力126 kV 2 000间隔、252 kV 1 500间隔、550 kV 200间隔、800 kV 80间隔、1 100 kV 40 间隔。



### 产品设计及仿真分析

在开关设备基础技术研究方面具有丰富经验，熟练掌握NX、solidworks、ansys等设计分析软件和绝缘件灭弧机理、电场、温度场、气流场等特性参数仿真计算及测试能力，具备绝缘件结构设计优化、工艺设计等整套绝缘技术解决方案能力。拥有绝缘材料性能检测设备40余台，具备电性能、机械性能、理化性能、热性能试验检测能力。先后荣获省部级科技成果6项、市级科技成果8项，集团公司科技成果17项。发表学术论文25篇，获得国家发明专利23项、实用新型专利13项。



### 典型电站应用



1 100 kV GIS 晋东南变电站

1 100 kV GIS 沪西变电站

1 100 kV GIS 北京东变电站

1 100 kV 苏通GIL综合管廊工程

## 河南平高电气股份有限公司

地址：河南省平顶山市南环东路22号  
网址：www.pinggao.com

电话：0375-3804465  
邮箱：pgjy4465@163.com