

同行专家业内评价意见书编号: 20240858129

## 附件1

# 浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: \_\_\_\_\_ 林佳宁

学号: \_\_\_\_\_ 22160185

申报工程师职称专业类别（领域）: \_\_\_\_\_ 能源动力

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月20日

## 一、个人申报

**（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】**

### 一、对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况

在硕士学习阶段，本人学习成绩优异，学业成绩位列专业前二，熟练掌握电气工程领域的基本理论、基本技能和电力市场方向的基本理论以及编程方法。在科研成果方面，本人在电力市场、电力系统韧性评估方向已获得多项科研成果。其中，本人作为学生第一作者，已发表SCI期刊1篇、在投SCI期刊一篇、EI会议论文2篇、核心期刊2篇，并已受理发明专利2项。此外，本人的学位论文送审专家评审结果全部为优秀，实践成果荣获浙江省优秀实践成果奖，能够独立分析问题并利用专业知识和数学工具解决实际工程问题。

### 二、工程实践的经历：

2022年7月-

2023年7月，我作为电力市场分析研究员于国网浙江省电力公司电力科学研究院开展工程实践，协助开展电力体制改革相关政策研究分析，电力市场规则和技术研究论证工作，承担电力市场相关科技项目的理论研究。我深入参与了电网科技项目“气-电耦合背景下的电力系统安全运行及预控关键技术研究”、

“多因素融合的市场化电力系统韧性提升理论与方法”等，深入调研了新型电力系统背景下电力系统、电力市场风险评估及风险抑制等相关文献，提出了考虑多重不确定性的电力市场运行风险评估模型和算法，

项目研究成果可应用于国网电力公司总部、北京电力交易中心、省级电力交易中心等相关部门，为降低跨能源市场向电力市场传导的量价风险、提高市场化电力系统应对极端事件韧性能力提供决策支持，实现电力系统的安全运行和电力市场的平稳运营。

### 三、在实际工作中综合应用所学知识解决复杂工程问题的案例：

#### 1、所解决的复杂工程问题：

双碳背景下，一次能源市场通过发电环节与电力市场实现了深度耦合，这种市场耦合特性可能使得多个市场的量价风险向电力市场传导。此外，小概率极端气象事件也可能会导致重要基础设施发生故障，影响电力可靠供应。依托于科技项目“气-电耦合背景下的电力系统安全运行及预控关键技术研究”、

“多因素融合的市场化电力系统韧性提升理论与方法”，研究报告充分研究极端气象、一次能源量价波动等典型事件对电力市场运行的影响，进而提出考虑多重不确定性的市场化电力系统运行风险评估方法与考虑风险的机组组合优化模型，实现电力系统的安全运行和电力市场的平稳运营。

#### 2、成果主要内容：

研究报告提出了考虑多重不确定性的电力市场运行风险评估模型和算法，研究一次能源供应紧张、极端气象灾害、新能源出力波动等“黑天鹅”和“灰犀牛”事件对电力系统的影响，并基于上述场景，对源荷波动、随机故障等多重不确定性进行标准化建模，评估对电力系统发用电平衡、市场电价等运行、经济方面的双重影响，进而提出考虑多重不确定性的市场化电力系统风险评估模型。此外，进一步提出考虑风险抑制的电力系统优化调度方法，构建机组组合以及旋转备用联合优化的市场出清模型。

成果的具体内容如下：

##### （1）典型事件对电力市场运行影响机理研究

以气象灾害、极端温度、一次能源量价波动以及新能源出力波动四种典型事件为例，深入分析各类“黑天鹅”和“灰犀牛”事件对电力设备运行、电力负荷变化、火电机组报价以及新能源机组出力的影响机理，最终提取典型事件的影响因子，建立与电力

系统内部各个电力元素的关联函数。

### (2) 考虑多重不确定性的电力市场风险评估方法研究

针对电力系统内部各不确定性，包含随机故障、负荷波动、火电机组量价波动以及新能源出力波动等影响，基于通用生成函数（UGF）法建立了各类不确定性的标准化概率模型，并提出市场出清算子来聚合以上标准化模型，从而获得电力市场出清的标准概率模型。在此基础上，提出一种多维度的时空风险指标体系，用于全面评估极端事件下供电风险和电价风险的动态变化以及分布情况，提出的指标包括系统电价以及平均节点电价的期望值、标准偏差值以及尖峰电价概率，系

统失负荷值及节点失负荷值的期望值、标准偏差值。此外，为了辨识对供电风险及电价风险影响最为关键的不确定性，提出了一种基于灵敏度计算的各类不确定性对电价的影响度分析方法。

### (3) 考虑风险抑制的电力系统优化调度方法研究

针对原始的不确定场景集合，基于网络最大流算法以及向前场景削减法得到削减后的风险场景集合，构建机组组合以及旋转备用优化联合优化的市场出清模型，优化燃气机组供气量的时空分配，以及各类机组的启停状态和出力安排，实现电力系统发用电供需平衡。

#### 3、 意义：

项目针对一次能源量价波动、极端天气等典型事件，确定随机故障、源荷出力波动等不确定性对电力系统发用电平衡、市场电价等方面的影响，进而提出考虑多重不确定性的电力市场风险评估模型以及运行优化算法，一方面可以确定电网错峰需求、安全风险等级、安全稳定裕度等预警信息，指导电力交易机构评估电力市场运行风险；另一方面也为电力市场风险管控策略的开展提供预想风险场景参考，在此基础上提出一套完善的机组调度控制策略及决策支持模块，对指导电力调度机构制定控制策略、保障电力系统高效安全运行具有非常重要的意义。

#### 4、 应用价值：

本项目成果可应用于国网电力公司总部、北京电力交易中心、省级电力交易中心等相关部门，为降低跨能源市场向电力市场传导的量价风险、提高市场化电力系统应对极端事件韧性能力提供决策支持，实现电力系统的安全运行和电力市场的平稳运营。同时，项目研究成果将为气-

电耦合背景下的电力系统安全运行及预控提供坚实的理论基础和关键技术支撑，切实稳妥地提高电网抵御安全威胁和风险的能力，一方面促进市场环境下的电力可靠供应、保障电力市场的平稳运营，另一方面降低大停电概率和故障发生后的损失，具有重大的社会效益。

<b>(二) 取得的业绩（代表作）【限填3项，须提交证明原件（包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等）供核实，并提供复印件一份】</b>					
<b>1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】</b>					
成果名称	成果类别 [含论文、授权专利（含发明专利申请）、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
Spatio-temporal evaluation of electricity price risk considering multiple uncertainties under extreme cold weather	一级期刊	2022年12月15日	Applied Energy	1/5	SCI期刊收录
Unit Commitment Considering Long-term Supply Risk of Natural Gas Pipeline Network	会议论文	2023年12月30日	Journal of Physics: Conference Series	1/5	EI会议收录
极端冷天气下考虑多重不确定性的系统节点风险评估方法	发明专利申请	2023年01月17日	申请号：202211274679.4	2/3	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

<b>(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况</b>	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 89 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 92 分(要求80分及以上)
<b>本人承诺</b>	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名： 林桂平</p>	



## 浙江工业大学研究生院

## 攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22160185	姓名: 林佳宁	性别: 女	学院: 工程师学院	专业: 电气工程	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 26.0学分		已获得: 29.0学分		入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024602194			毕业证书号: 103351202402600420								
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2020-2021学年冬季学期	电气工程工业应用综述		3.0	92	专业选修课	2021-2022学年冬季学期	综合能源系统集成优化		2.0	88	专业学位课
2020-2021学年春季学期	电力系统运行分析		2.0	91	专业选修课	2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	91	公共学位课
2020-2021学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	89	公共学位课	2021-2022学年秋季学期	研究生论文写作指导		1.0	91	专业学位课
2020-2021学年春季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	93	公共学位课	2021-2022学年春季学期	数学建模		2.0	94	专业选修课
2021-2022学年秋季学期	新能源发电与变流技术		2.0	99	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	计算机实时控制技术		2.0	91	专业学位课	2021-2022学年夏季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	现代控制理论		3.0	98	专业学位课	2021-2022学年春季学期	微电网技术工程实践		4.0	91	专业学位课

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

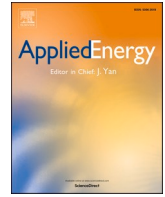
2. 备注中“\*”表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02





# Spatio-temporal evaluation of electricity price risk considering multiple uncertainties under extreme cold weather<sup>☆</sup>

Jianing Lin<sup>a</sup>, Minglei Bao<sup>b,\*</sup>, Ziyang Liang<sup>c</sup>, Maosheng Sang<sup>c</sup>, Yi Ding<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou, China

<sup>b</sup> College of Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China

<sup>c</sup> College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, China

## HIGHLIGHTS

- A framework is proposed for electricity price risk evaluation under extreme cold weather.
- A standardized probabilistic model for multiple uncertainties is proposed.
- Spatio-temporal price risk indices are defined to quantify the market risk level.
- The electricity price risks can differ in different time intervals and regions.
- The surge in electricity demand is the major factor for extreme price spikes.

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Electricity price risk  
Electricity market  
Multiple uncertainties  
Universal generating function  
Probabilistic model  
Extreme cold weather

## ABSTRACT

The increasing frequency of long-lasting price spikes in electricity markets caused by extreme weather has brought unbearable economic burdens to both electricity consumers and retailers, attracting wide attention on price risk evaluation and prevention. However, the precise and comprehensive evaluation of price risks has been hindered by the lack of spatio-temporal feature analysis and multi-uncertainty fusion modeling, including random failures, rapid surges in electricity demands and natural gas prices under extreme cold weather. To address this, a spatio-temporal evaluation model of electricity price risk considering the synthetic effects of multiple uncertainties is proposed based on the universal generating function (UGF) technique. Firstly, the UGF representations of standardized probabilistic models for different uncertainty factors induced by freezing temperatures are developed. On this basis, the market price calculation (MPC) operator is proposed to obtain the probabilistic model of the electricity market by aggregating these UGFs. Moreover, the spatio-temporal price risk indices are proposed to comprehensively evaluate the market risk level. Furthermore, the impact analysis based on sensitivity calculation is introduced to identify the most critical factor from multiple uncertainties. Case studies demonstrate that the extremely high price risks mainly occur during severe icing intervals and locate in the region away from major energy resources. Moreover, the surge in electricity demand is identified as the major factor for extremely high electricity prices. The findings can provide effective references for risk prevention and hedging for market operators and participants.

## 1. Introduction

With the characterization of deregulation and competition, electricity markets have been widely established in different countries throughout the world, such as the United States (US), the United

Kingdom (UK) and China [1–3]. The major objective of establishing the electricity market is to introduce competition in the power industry, which has prompted energy efficiency through reasonable resource allocation for system operation and property investment [4]. Despite the benefits of energy efficiency improvement, the introduction of electricity markets can bring more risks in power trading, such as the

<sup>☆</sup> The short version of the paper was presented at ICAE2021, Nov.29 - Dec.2, Bangkok, Thailand (virtual). This paper is a substantial extension of the short version of the conference paper.

\* Corresponding author.

E-mail address: [baominglei@zju.edu.cn](mailto:baominglei@zju.edu.cn) (M. Bao).

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120090>

Received 30 May 2022; Received in revised form 20 August 2022; Accepted 30 September 2022

Available online 27 October 2022

0306-2619/© 2022 Elsevier Ltd. All rights reserved.

经检索《Web of Science》和《Journal Citation Reports (JCR)》数据库,《Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)》收录论文及其期刊影响因子、分区情况如下。(检索时间:2023年7月26日)

第 1 条,共 1 条

标题:Spatio-temporal evaluation of electricity price risk considering multiple uncertainties under extreme cold weather

作者:Lin, JN(Lin, Jianing);Bao, ML(Bao, Minglei);Liang, ZY(Liang, Ziyang);Sang, MS(Sang, Maosheng);Ding, Y(Ding, Yi);

来源出版物:APPLIED ENERGY 卷:328 文献号:120090 提前访问日期:OCT 2022

DOI:10.1016/j.apenergy.2022.120090 出版年:DEC 15 2022

入藏号:WOS:000915097100002

文献类型:Article

地址:

[Lin, Jianing] Zhejiang Univ, Polytech Inst, Hangzhou, Peoples R China.

[Bao, Minglei] Zhejiang Univ, Coll Energy Engn, Hangzhou, Peoples R China.

[Liang, Ziyang; Sang, Maosheng; Ding, Yi] Zhejiang Univ, Coll Elect Engn, Hangzhou, Peoples R China.

通讯作者地址:

Bao, ML (corresponding author), Zhejiang Univ, Coll Energy Engn, Hangzhou, Peoples R China.

电子邮件地址:baominglei@zju.edu.cn

IDS 号:7Y8BI

ISSN:0306-2619

eISSN:1872-9118

期刊《APPL ENERG》2022 年的影响因子为 11.2, 五年影响因子为 11.0。

期刊《APPL ENERG》2022 年的 JCR 分区情况为:

Edition	JCR® 类别	类别中的排序	JCR 分区
SCI	ENERGY & FUELS	15/115	Q1
SCI	ENGINEERING, CHEMICAL	9/140	Q1

注:

1. 期刊影响因子及分区情况最新数据以 JCR 数据库最新数据为准。
2. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
3. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。



# Unit Commitment Considering Long-term Supply Risk of Natural Gas Pipeline Network

Jianing Lin<sup>1\*</sup>, Lizhong Xu<sup>2</sup>, Ke Sun<sup>2</sup>, Qiwen Tang<sup>2</sup> and Ziqing Zhou<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang province, 310007, China

<sup>2</sup>Power Dispatch Control Center, State Grid Zhejiang Electric Power CO., LTD., Hangzhou, Zhejiang province, 310007, China

<sup>3</sup>Power Market Simulation Laboratory, State Grid Zhejiang Electric Power CO., LTD., Hangzhou, Zhejiang province, 310014, China

\*Corresponding author's e-mail: 22160185@zju.edu.cn

**Abstract.** As the coupling degree of the natural gas pipeline network (NGPN) and the power system increase, unreliable gas supply risk related to random failures in NGPN has threatened the operation security of the power system. However, present studies seldom discuss the effect of natural gas supply reliability on power system operation. In this manner, a stochastic unit commitment model is presented with the consideration of long-term gas supply risk in NGPN. Firstly, with the combination of the Monte Carlo simulation (MCS) technique and the maximum-flow algorithm, the failure scenario set corresponding to gas supply risk can be obtained. Then, a two-stage model for unit commitment is established considering gas supply uncertainty based on the stochastic optimization model. Finally, case studies have shown that the power operation reliability has been improved with the increased reliability indices.

## 1. Introduction

With the increasing demand for environmental protection, the share of gas-fired power plants (GPPs) has surged significantly among many regions, such as the USA, Europe, and so on [1]. As a result, the natural gas pipeline network (NGPN) and power system have been coupled tightly through the application of GPPs. Since many GPPs prefer interruptible gas-supply contracts considering the lower gas prices, the secure operation of the power system can be threatened by the unreliable gas supply service during unexpected events [2]. For instance, during the extreme cold wave in mid-February 2021, the natural gas wells and pipelines are frozen and the power supply of GPP in Texas has been decreased by 18GW than expected, which brought long-duration blackouts for more than 10 million people [3]. Therefore, it is necessary to study the security-constrained unit commitment (SCUC) problem with the consideration of natural gas supply risk.

Numerous efforts have been devoted to the SCUC problem of coupled electricity and gas systems. [4] and [5] propose unit commitment models that integrate the line pack and transient behavior of natural gas, respectively. Considering random component failures, a stochastic SCUC model is proposed in [6], where natural gas flow models are formulated as a steady-state model. In [7], a robust SCUC model considering dynamic and gas storage tanks is proposed to cope with renewable energy and load uncertainties. However, the influence of the natural gas supply uncertainty on the power system is seldom discussed in the present studies. [2] has proposed a stochastic SCUC model only considering the





《Ei Compendex》收录证明

经检索“Engineering Village”，下述论文被《Ei Compendex》收录。（检索时间：2024年3月18日）。

<RECORD 1>

Accession number:20240115316959

Title:Unit Commitment Considering Long-term Supply Risk of Natural Gas Pipeline Network (Open Access)

Authors:Lin, Jianing (1); Xu, Lizhong (2); Sun, Ke (2); Tang, Qiwen (2); Zhou, Ziqing (3)

Author affiliation:(1) Polytechnic Institute, Zhejiang University, Zhejiang province, Hangzhou; 310007, China; (2) Power Dispatch Control Center, State Grid Zhejiang Electric Power CO., LTD., Zhejiang province, Hangzhou; 310007, China; (3) Power Market Simulation Laboratory, State Grid Zhejiang Electric Power CO., LTD., Zhejiang province, Hangzhou; 310014, China

Corresponding author:Lin, Jianing(22160185@zju.edu.cn)

Source title:Journal of Physics: Conference Series

Abbreviated source title:J. Phys. Conf. Ser.

Volume:2661

Part number:1 of 1

Issue:1

Issue date:2023

Publication year:2023

Article number:012026

Language:English

ISSN:17426588

E-ISSN:17426596

Document type:Conference article (CA)

Conference name:2023 3rd International Conference on Power System and Energy Internet, PoSEI 2023

Conference date:July 28, 2023 - July 30, 2023

Conference location:Virtual, Online, China

Conference code:195537

Publisher:Institute of Physics

Number of references:0

Main heading:Monte Carlo methods

Controlled terms:Gas supply - Gases - Intelligent systems - Natural gas pipelines - Optimization - Reliability - Risk perception - Stochastic models - Stochastic systems

Uncontrolled terms:Coupling degree - Gas pipeline networks - Natural gas supply - Power - Power system operations - Random failures - Stochastic unit commitments - Supply reliability - Supply risk - Unit Commitment

Classification code:522 Gas Fuels - 619.1 Pipe, Piping and Pipelines - 723.4 Artificial Intelligence - 731.1 Control Systems - 914.1 Accidents and Accident Prevention - 921.5 Optimization Techniques - 922.1 Probability Theory - 922.2 Mathematical Statistics - 961 Systems Science

DOI:10.1088/1742-6596/2661/1/012026

Funding details: Number: 2023AH040192,KT22086,KT22223, Acronym: -, Sponsor: -;Number: 2022yjjxyj 05, Acronym: -, Sponsor: -;

Funding text:2023 Anhui Provincial University Scientific Research Project (2023AH040192); 2022 Digital Transformation Action Research Project of Vocational Colleges (KT22086, KT22223); 2022 Anhui Vocational and Technical College Quality Engineering Project (2022yjjxyj 05).

Database:Compendex

Compilation and indexing terms, Copyright 2024 Elsevier Inc.

Open Access type(s): All Open Access, Gold

注:

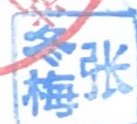
1. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
2. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。

教育部科技查新工作站 (Z09)

检索人(签章): 张冬梅

2024年3月18日

Z09





# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115619216 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 17

(21) 申请号 202211274679.4

H02J 3/46 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.18

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 包铭磊 林佳宁 丁一

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 林超

(51) Int. Cl.

G06Q 10/0635 (2023.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

G06F 17/18 (2006.01)

H02J 3/26 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

权利要求书8页 说明书18页 附图3页

## (54) 发明名称

极端冷天气下考虑多重不确定性的系统节点风险评估方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种极端冷天气下考虑多重不确定性的系统节点风险评估方法。建立电力系统的系统标准概率模型,将电力节点的负荷值、输电线路的状态、风电机组的出力和天然气机组的燃料代价参数输入,输出电力节点的电力代价参数;根据电力系统的每个电力节点的电力代价参数获得电力系统的每个电力节点的时空风险指标,对在极端冷天气下的电力节点进行风险评估。本发明方法综合考虑了极端天气下的多重不确定性融合以及电力代价参数的时空分布特征,可以有效辨识极端天气下的电力代价参数风险分布情况。该方法不仅可以帮助电力系统建立极端天气下的风险防控策略,也可以为建立极端天气下高韧性的电网规划提供有效指导。

