

配网典型物资成本构成分析与计算方法模型研究

卢晶¹, 王广江¹, 李鹏飞¹, 陈徐晶¹, 董凤娜²

¹国网上海市电力公司, 上海

²上海久隆企业管理咨询有限公司, 上海

收稿日期: 2023年12月11日; 录用日期: 2024年1月15日; 发布日期: 2024年1月25日

摘要

本文以高低压开关柜为研究对象, 对国内主流生产厂商进行调研工作, 汇总整理不同型号高低压开关柜各成本项数据, 以典型配置的组成部分占总成本百分比的算术平均值作为高低压开关柜各组成部分的成本敏感度, 对不同型号和功能种类高低压开关柜各组成部分的成本敏感度分析, 识别关键敏感因子对价格波动的影响变化, 为采购策略、采购规则优化提出科学合理的建议, 提高优质采购质效, 进而实现强化配网设备“四同”采购管理, 提升采购策略规范应用成效的总体目标。

关键词

开关柜, 成本构成, 成本计算, 敏感度分析

Research on Distribution Network Typical Material Cost Composition Analysis and Calculation Method Model

Jing Lu¹, Guangjiang Wang¹, Pengfei Li¹, Xujing Chen¹, Fengna Dong²

¹State Grid Shanghai Electric Power Company, Shanghai

²Shanghai Jiulong Management Consulting Co, Ltd., Shanghai

Received: Dec. 11th, 2023; accepted: Jan. 15th, 2024; published: Jan. 25th, 2024

Abstract

The paper takes high and low voltage switchgear as the research object, investigates the domestic

文章引用: 卢晶, 王广江, 李鹏飞, 陈徐晶, 董凤娜. 配网典型物资成本构成分析与计算方法模型研究[J]. 管理科学与工程, 2024, 13(1): 193-200. DOI: 10.12677/mse.2024.131018

mainstream manufacturers, and collects and collates the cost data of different types of high and low voltage switchgear. It takes the arithmetic mean of the percentage of typical configuration components in the total cost as the cost sensitivity of each component of the high and low voltage switchgear, analyzes the cost sensitivity of each component of the high and low voltage switchgear of different models and functional types, and identifies the impact of key sensitive factors on price fluctuations, put forward scientific and reasonable suggestions for the optimization of procurement strategies and procurement rules, improve the quality and efficiency of high-quality procurement, and then achieve the overall goal of strengthening the “four identities” procurement management of distribution network equipment and improving the effectiveness of standardized application of procurement strategies.

Keywords

Switchgear, Cost Structure, Cost Calculation, Sensitivity Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着电网投资规模日益加大,配网物资集中采购规模也在不断的增加,对配网典型设备的价格成本构成分析和策略优化变得越来越迫切。高低压开关柜承担着开合、控制和保护高低压用电设备的重要工作,在配电网中有着极为广泛的应用,是配电网设备投资的重要组成部分,其采购成本决定着电力系统尤其是配电系统运行的经济性[1] [2] [3]。因此,开展配网典型物资成本构成分析与计算方法模型研究,是进一步提升配网物资集中采购工作质效、体现现代供应链管理理念的重要举措,对于提升电网典型配网设备价格决策能力,进而提升采购策略规范应用成效有着至关重要意义[4] [5]。

国网上海市电力公司(以下简称“上海公司”)受国网物资部任务委托,组织开展配网典型物资成本构成分析与计算方法模型研究,是以高低压开关柜为研究对象,设计成本构成数据收集模版,基于对国内主流生产厂商的大量调研,汇总整理不同型号高低压开关柜各成本项数据。以典型配置的组成部分占总成本百分比的算术平均值作为高低压开关柜各组成部分的成本敏感度,对不同型号和功能种类高低压开关柜各组成部分的成本敏感度分析,识别关键敏感因子对价格波动的影响变化,为采购策略、采购规则优化提出科学合理的建议,提高优质采购质效,助力实现采购互利共赢,进而强化配网设备“四同”采购管理,提升采购策略规范应用成效[6] [7] [8]。

2. 开展调研工作

2.1. 选定调研品类及厂商

根据工作背景和总体思路,上海公司通过比较近年采购金额及占比、厂家分布情况、市场价格行情等信息,选定 2 个型号高压开关柜、3 个型号低压开关柜,并挑选上海周边及山东地区共 8 家相关设备生产厂家进行了调研。具体如表 1 所示。

2.2. 调研工作流程步骤

本次开关柜成本计算调研流程如下:由上海公司选定 8 家提供开关柜的试点供应商,并发放《配网物资(高低压开关柜)成本构成数据收集表》后,供应商依照所需材料内容,开展数据收集整理工作,企业

Table 1. Investigated categories and manufacturers of switchgear**表 1.** 调研开关柜品类及生产厂商

序号	调研供应商	物资品类	物料描述
1	供应商 A、供应商 B、 供应商 C……供应商 H	低压开关柜	低压开关柜, AC380 V, 固定分隔式, 进线, 2500 A, 65 kA
2			低压开关柜, AC380 V, 固定分隔式, 馈线, 2000 A, 50 kA
3			低压开关柜, AC380 V, 固定分隔式, 馈线, 2500 A, 65 kA
4		高压开关柜	高压开关柜, AC10 kV, 馈线开关柜, 小车式, 1250 A, 25 kA, 真空
5			高压开关柜, AC10 kV, 馈线开关柜, 小车式, 1250 A, 31.5 kA, 真空

应当确保收集数据的真实可靠, 符合当前企业生产经营管理的实际情况, 对每份收集纸质材料加盖公司章及对应电子文档发送至项目小组; 项目小组以远程采集的方式, 对影响开关柜成本报价计及构成项的数据进行评审, 对明显异常或错误的的数据及时沟通供应商进行修正, 通过成本计算模型计算公式获得成本构成项数据, 最终加总各成本构成项得出成本报价。结合运用成本分析方法, 分析影响成本报价较大的敏感构成项及敏感因子, 针对成本分析结果, 提炼出适用于物资供应链采购策略的优化提升建议。

2.3. 调研收资情况

通过实施调研流程, 本次共回收 8 份《配网物资(高低压开关柜)成本构成数据收集表》, 依照开关柜调研品类收集到 27 份样本, 为后续构建开关柜成本计算模型提供了基础支撑。具体如表 2 所示。

Table 2. Number of samples of switchgear category investigated**表 2.** 调研开关柜品类样本数量

组织单位	调研品类	物料描述	样本份数
上海公司 物资部	低压开关柜	低压开关柜, AC380 V, 固定分隔式, 进线, 2500 A, 65 kA	7
		低压开关柜, AC380 V, 固定分隔式, 馈线, 2000 A, 50kA	3
		低压开关柜, AC380 V, 固定分隔式, 馈线, 2500 A, 65kA	7
	高压开关柜	高压开关柜, AC10 kV, 馈线开关柜, 小车式, 1250 A, 25 kA, 真空	6
		高压开关柜, AC10 kV, 馈线开关柜, 小车式, 1250 A, 31.5 kA, 真空	4

3. 构建计算模型

3.1. 识别成本构成要素

通过对收集样本的资料、数据进行汇总, 发现当前高低压开关柜生产厂商的运营模式基本一致, 高低压开关柜生产成本主要包括原料成本、人工成本、制造成本、运营成本、物流成本等, 除此之外, 还包括销售利润等。具体如下:

原料成本。原料是指制造开关柜的原材料和组部件。原材料包括用于设备组成的需要继续加工的如生产柜体所需要的钢板、铜排等, 组部件成本包括断路器、电流互感器、接地开关、计量仪表(电流表、电压表、功率表、电度表等)、空气开关和转换开关等。根据开关柜的产品 BOM 清单, 对原材料、组部件的成本构成进行分析, 针对不同品牌、产地、企业性质、规格型号等, 形成各种主辅材采购成本及成本影响因素排摸。

人工成本。直接参与生产设备的技术人员、车间工人等人的工资，不包括管理人员的工资。各厂家根据生产一台设备投入相应人员的人工及时及单价工资等计算直接人工成本。

制造成本。指企业为生产产品和提供劳务而发生的各项费用，包括生产用机器设备运维成本、生产过程用能(水电)成本、检验设备检测费、设备修理费和外协加工费等。质检成本各个厂家依据行业相关规定对产品抽检成本进行取值。

物流成本。物流成本主要由抽检样机、包装运输成本组成。包装运输成本根据 50 公里(本地市)、300 公里(跨省周边省市)以及 1500 公里(较远地区)共 3 档运距设定取值。

运营成本。开关柜运营成本主要涉及企业管理费和税费，调研发现管理费用与设备成本具有一定关联性，企业按照单台设备成本的一定比例进行取值；税费则按照国家归档的税种税率进行取值。

3.2. 设置成本计算公式

根据已明确的开关柜成本构成要素及内在关系，运用计算公式将其进一步固化，形成科学高效、量化的基本模型公式，单台开关柜的报价为所有成本构成项的总和，其计算公式(1)如下所示：

$$\text{报价} = \sum \{ \text{原料成本} + \text{人工成本} + \text{制造成本} + \text{运营成本} + \text{物流成本} + \text{销售利润} \} \quad (1)$$

其中，除了原材料/组部件成本和人工成本根据企业运营情况进行实测外，制造成本、运营成本、物流成本以及销售利润按照系数比例进行测算。

制造成本的计算公式(2)如下所示：

$$\text{制造成本} = \sum \{ \text{原材料/组部件成本} \} \times K1 \quad (2)$$

其中，K1 为机器设备运维、能源消耗(水电)、委外服务的权重总和。

运营成本由税费、企业管理费两项成本组成，其计算公式(3~4)如下所示：

$$\text{企业管理费} = \sum \{ \text{原材料/组部件成本} \} \times K2 \quad (3)$$

其中，K2 根据企业实际经营情况划定。

$$\text{税费} = \sum \{ \text{原料成本} + \text{人工成本} + \text{制造成本} + \text{企业管理费} + \text{销售利润} \} \times K3 \quad (4)$$

其中，K3 根据国家税务规定进出项抵扣设定。

物流成本由抽检样机、包装运输两项成本组成，其计算公式(5~6)如下所示：

$$\text{抽检样机} = \sum \{ \text{原料成本} + \text{人工成本} + \text{制造成本} + \text{企业管理费} + \text{利润} + \text{税费} \} \times K4 \quad (5)$$

其中，K4 根据电力制造行业标准规定进行划定。

$$\text{包装运输} = \sum \{ \text{原料成本} + \text{人工成本} + \text{制造成本} + \text{企业管理费} + \text{利润} + \text{税费} \} \times K5 \quad (6)$$

其中，K5 根据 50 公里、300 公里以及 1500 公里共 3 档运距设定取值。

销售利润的计算公式(7)如下所示：

$$\text{销售利润} = \sum \{ \text{原料成本} \} \times K6 \quad (7)$$

其中，K6 根据企业财务口径统计。

3.3. 模型应用方法

借鉴上述研究，完成高低压开关柜成本构成计算方法，通过固化高低压开关柜单台成本构成计算工作及程序，借助 Excel 软件设计计算模型，将数据采集清单与成本计算功能结合，提升成本构成计

算工作可操作性。单台开关柜成本构成计算模型兼顾上海公司、各开关柜制造厂家的实际情况，收集五种规格型号的开关柜数据。模型结构横向由成本构成和主要影响因素构成，全面展示开关柜成本构成的计算边界；纵向为各个影响因素产生的成本金额，同时明确基础数据填报要求，嵌入计算公式，初步实现数据按要求手工填报，按公式自动计算。

4. 试算结果分析

4.1. 报价比较分析

经汇总整理不同型号高低压开关柜各成本项数据，运用成本计算模型获得单台开关柜成本报价及其构成项成本。通过数据分析比对发现，从各型号成本总体结构上看，原料成本对单台开关柜成本报价的影响作用最大。而在原料成本中，以断路器作为主要组部件，占的金额比重非常高。不同品牌的断路器型号往往影响了不同型号高低压开关柜产品价格成本情况。以低压开关柜，AC380 V，固定分隔式，进线，2500 A，65 kA(单台)成本报价及构成项的计算结果为例。

该型号开关柜共收集到 7 份数据样本，运用因素比较法对各生产厂商间的单台该型号开关柜成本报价进行横向对比，统计该型号开关柜成本报价的价格区间、平均价格、波动幅度等关键数据，为后续试算结论提供初步研究支撑。具体如下。

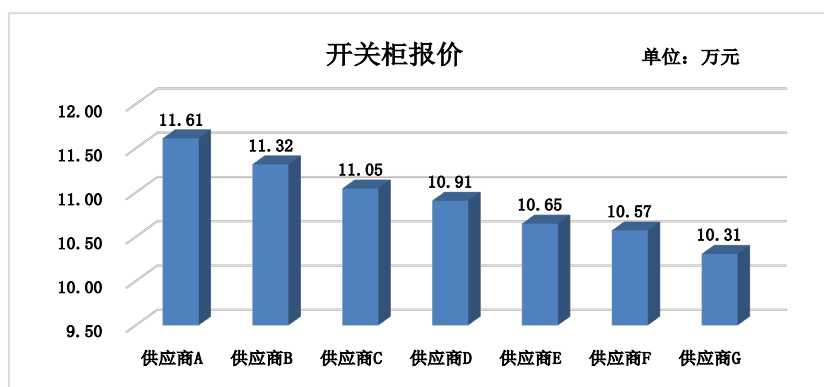


Figure 1. Cost quotation of switchgear

图 1. 开关柜成本报价

根据图 1 所示，从该型号开关柜的成本报价视角进行分析，可知成本报价的价格区间为[10.31, 11.61]万元，平均价格为 10.92 万元，波动幅度(即离散度)为 0.42 万元。其中，成本报价由高到低排序，供应商 A 报价最高为 11.62 万元，供应商 G 报价最低为 10.31 万元。由此可见，该型号开关柜的 7 份样本成本报价较为接近，整体呈现稳定状态，未出现报价波动幅度大的异常情况；建议针对成本报价计算结果，进一步采用敏感度分析法对成本构成进行详细分析，确定成本影响较大的构成项，再使用因素分析法解析内在原因，为后续试算结论提供详细数据分析支撑。

4.2. 成本敏感度分析

基于调研的成本构成及模型设计的结论，该型号开关柜的成本报价由原料成本、人工成本、制造成本、运营成本、物流成本以及销售利润等构成项组成，现对上述构成项进行敏感度分析，梳理分析影响报价最大的构成项及影响因子。具体如下：

根据图 2 所示，从成本构成项视角进行分析，可知该型号开关柜成本构成项由高到低，原料成本均

值最高为 8.43 万元，占成本报价均值的 77.26%，明显高于其它成本构成项，波动幅度(即离散度)为

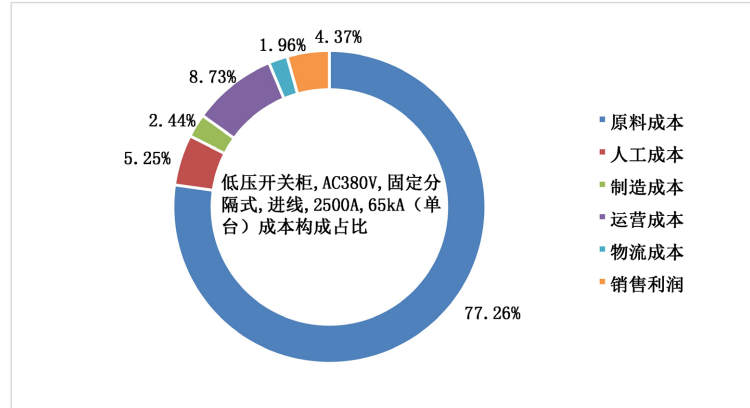


Figure 2. Proportion of average value of cost components
图 2. 成本构成项均值占比

0.53 万元。由此可见，该型号开关柜的成本构成项分析，应将原料成本作为关键敏感成本构成项，结合敏感度分析法深层次研究原材料/组部件成本的敏感因子，并对敏感因子进行因素分析，理清其对成本报价的影响作用，有利于通过优化敏感因子以实现成本构成项压降，最终实现该型号开关柜成本报价降本。

针对原料成本进行敏感度分析，可知断路器成本对原料成本具有较大的影响作用，该型号开关柜的断路器成本均值为 2.97 万元，占原料成本均值的 35.17%，波动幅度(即离散度)为 0.18 万元。由此可见，断路器成本均值占比明显高于其它原材料/组部件，能够确定断路器成本为影响原料成本的关键敏感因子。本文将影响原材料/组部件成本最大的断路器成本为研究对象，运用因素分析法进行深入测算分析，探索断路器的品牌对成本波动的影响作用。

4.3. 断路器品牌因素分析

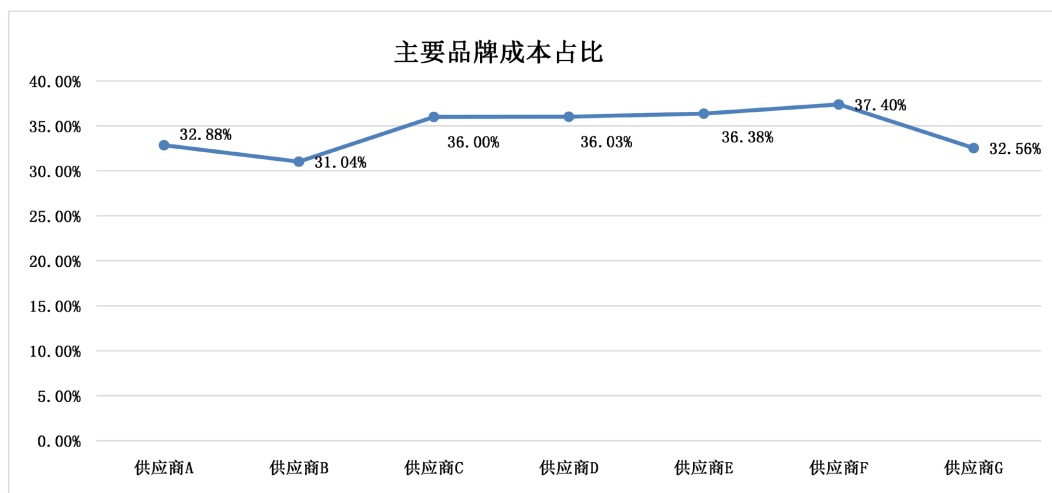


Figure 3. Brand cost proportion analysis
图 3. 品牌成本占比分析

通过统计断路器的主要品牌成本，并计算其在原料成本的占比，进一步评估断路器品牌因素对原料成本的影响作用，如图 3 所示，该型号开关柜的断路器生产厂商全部采用合资制造形式，其中 4 家厂商

采用施耐德品牌、2家厂商采用ABB电气品牌，1家厂商采用康柏品牌。7家生产厂商虽然制造断路器的主要品牌不同，但是断路器主要品牌成本与原料成本的占比基本维持在[31.04%, 37.40%]之间。由此可见，断路器品牌因素对原料成本具有较大影响，但样本之间占比差异不明显，可考虑在断路器技术、工艺迭代升级的同时，鼓励生产厂商将断路器材料国产化，从而实现大规模压降断路器成本的目标，进而达成原材料/组部件成本降本效益。

综上所述，通过该型号开关柜成本构成项敏感度分析，可知原料成本是最为关键的敏感构成项，并结合敏感度分析法对原料成本的敏感因子进行深层次研究，可知断路器成本是影响原料成本最大的敏感因子，通过借助因素分析法对断路器的品牌等因素开展详细分析，可知断路器成本的品牌因素对原料成本的影响作用较大，同时该型号开关柜断路器全都采用合资制造形式，并且断路器成本主要来源于采购国外品牌，但各样本均与自身原料成本的占比呈现平稳状态。所以，本文建议物资专业发挥“链主”作用，联动开关柜生产厂商，加快断路器材料国产化、技术更新迭代的应用，实现生产厂商整体降低断路器成本，从而大幅度缩减原料成本，最终达到成本报价总体压降的目的，从而打造该型号开关柜降本增效的发展趋势。

5. 应用建议举措

5.1. 模型应用

为使成本分析模型在其它电网物资品类中全面宣贯，具备通用推广性，成本构成分析模型有待细化成本构成的核算项目，通过开展更为详细的开关柜供应商调查，保留对成本构成直接影响的业务活动，并约束对成本构成间接影响业务活动的取值范围，从根本上完善成本分析模型数据收集来源，提高成本构成调查内容的颗粒度，从而有效提升开关柜成本分析及最终报价的精准程度，为物资专业采购策略提供支撑[9] [10] [11]。

5.2. 技术协同

本次开关柜成本构成分析工作主要依靠线下采数、人工核算的方式，在建立了一套开关柜成本构成分析工作方法的基础上，需要进一步建立线上开展成本构成分析工作的技术方法。依托供应链 ECP2.0平台功能，根据工作流程及模型，开发集成在线开关柜成本构成分析的实用化业务模型，推动报价及构成实时计算，动态展示功能，大幅提升开关柜成本构成分析工作实施质效[12] [13]。

5.3. 成果应用

本文通过成本敏感度分析、因素比较、因素分析等成本分析法，对成本报价及其构成项开展研究，最终确定三个重要成果，即原料成本为开关柜成本报价的关键敏感构成项；断路器成本是影响原料成本的关键敏感因子；断路器因合资/国产制造形式不同引起的品牌差异，是导致断路器、原材料/组部件、报价等成本放大的主要原因。由此可见，断路器品牌因素是影响开关柜成本报价波动的关键因素，物资专业应高度重视成本敏感度分析结论，对外鼓励开关柜生产厂商加快原材料/组部件国产化，推动生产技术/工艺迭代升级，促使开关柜产品降本增益；对内研究制定筛选优质开关柜厂商及产品的采购策略，为物资专业遴选出产品优、质量优、成本优的开关柜生产厂商优质群体[14] [15]。

综上所述，未来物资专业可将高低压开关柜成本敏感度的分析方法线上化，完善高低压开关柜成本的填报数据，利用物资管理平台集聚海量数据的优势，实时监测历史开关柜采购型号的原材料/组部件成本、断路器成本的变化趋势，对于持续推进断路器降本增效的生产厂商予以设定范围内的奖励，对于虚假瞒报成本以此推高报价的厂商行为予以中标前预警，避免物资专业采购成本抬高及财产损失，进而为

塑造公平、公正招标采购环境提供技术支持。

6. 总结

本文以高低压开关柜为研究对象,对国内主流生产厂商进行调研工作,汇总整理不同型号高低压开关柜各成本项数据,以典型配置的组成部分占总成本百分比的算术平均值作为高低压开关柜各组成部分的成本敏感度,对不同型号和功能种类高低压开关柜各组成部分的成本敏感度分析,识别关键敏感因子对价格波动的影响变化,为采购策略、采购规则优化提出科学合理的建议,提高优质采购质效,进而实现强化配网设备“四同”采购管理,提升采购策略规范应用成效的总体目标。

参考文献

- [1] 郑渠岸,刘莹,刘兆领.以全生命周期成本管理为导向的电网设备技改大修项目投资优化策略研究[J].电子质量,2022(2):86-89.
- [2] 申望.基于电网设备的资产全生命周期成本归集与分摊方法研究[J].南方能源建设,2021,8(S1):53-58.
- [3] 贺兰菲,韩文长,张雪霏,等.一种基于输配电定价成本监审建模的电网设备技改大修策略[J].华中师范大学学报(自然科学版),2023,57(3):373-379.
- [4] 杨青.电网生产设备的资产全生命周期成本归集链路研究[J].管理会计研究,2021(3):34-46.
- [5] 安超印,吴阳阳.基于全生命周期的电网主设备成本分析[J].集成电路应用,2023,40(4):164-165.
- [6] 陶猛.作业标准成本在电网设备检修项目可研评价中的应用[J].中国新技术新产品,2021(23):140-142.
- [7] 杨志强,张宏志,韩雄辉,等.基于综合成本分析的电网设备检修决策方法[J].广东电力,2017,30(12):103-107.
- [8] 毛鑫.基于成本标准化体系建设的电网设备大修精益化管理理论研究[J].企业管理,2017(S1):228-229.
- [9] 聂洪光,刘尚奇,莫建雷.补贴“退坡”背景下可再生能源发电激励政策及发展路径研究——基于拓展的平准化度电成本模型[J].中国地质大学学报(社会科学版),2022,22(6):66-81.
- [10] 赵振宇,张玉洁.光储项目成本效益模型及平价上网预测研究[J].太阳能学报,2023,44(7):214-220.
- [11] 王坤,吴莹,张兴嘉,等.省域天然气发电成本模型及敏感性分析[J].能源工程,2023,43(5):71-78.
- [12] 王文华.汽车冲压件成本模型研究[J].汽车工艺师,2023(4):60-64.
- [13] 刘英军,郝木凯,李广凯,等.风电储能项目经济效果评价研究——基于系统动力学的平准化成本模型及应用分析[J].价格理论与实践,2021(11):96-101.
- [14] 薛安成,刘中硕,刘一民,等.基于改进役龄模型和全生命周期成本的继电保护装置服役年限确定[J].电力自动化设备,2021,41(3):219-224.
- [15] 寿建敏,周紫荆.基于北极航道全成本模型的液化天然气进口船队规模研究[J].极地研究,2022,34(3):317-328.