

# 浅析“双碳”背景下电网企业退役资产分级处置与循环利用体系构建

张正利, 霍艳霞, 徐新源, 汪耀海, 李海波, 张宇阳, 蒋娜, 李锦飞

国网山东省电力公司物资公司, 山东 济南

收稿日期: 2023年10月26日; 录用日期: 2023年11月20日; 发布日期: 2024年1月31日

## 摘要

本文以“双碳”战略为背景, 站在电网企业视角下, 对退役资产分级处置与循环利用体系构建进行了探索研究。以国家电网为例, 深入剖析企业现状及存在的问题, 并针对性的提出退役资产分级处置与循环利用体系构建思路, 从分级处置策略、循环利用机制、回收处置网络和业务转型升级等方面提出了相关举措。

## 关键词

双碳, 电网企业, 退役资产处置, 循环利用

# Analysis of the Grading Disposal and Recycling System Construction of Retired Assets of Power Grid Enterprises under the Background of “Emission Peak and Carbon Neutrality”

Zhengli Zhang, Yanxia Huo, Xinyuan Xu, Yaohai Wang, Haibo Li, Yuyang Zhang, Na Jiang, Jinfei Li

State Grid Shandong Electric Power Company Materials Company, Jinan Shandong

Received: Oct. 26<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 20<sup>th</sup>, 2023; published: Jan. 31<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

This article explores the construction of a hierarchical disposal and recycling system for decommissioned assets from the perspective of power grid enterprises, with the “Emission Peak and Carbon Neutrality” strategy as the background. Taking the State Grid as an example, it deeply analyzes the current situation and existing problems of the enterprise, and proposes targeted ideas for the construction of a hierarchical disposal and recycling system for decommissioned assets. It proposes relevant measures from the aspects of hierarchical disposal strategies, recycling mechanisms, recycling disposal networks, and business transformation and upgrading.

## Keywords

Emission Peak and Carbon Neutrality, Power Grid Enterprises, Decommissioning Asset Disposal, Recycling

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

2020年9月22日,习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上向国际社会做出“碳达峰、碳中和”郑重承诺。《2021年政府工作报告》提出“制定2030年前碳排放达峰行动方案,优化产业结构和能源结构,扎实做好碳达峰、碳中和各项工作”。

同时,在全国范围内加快废旧物资循环利用体系建设作为国家重要举措[1],对于深化循环经济发展,助力实现“碳达峰、碳中和”具有重要意义。在国务院发布的《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》提出构建绿色供应链。鼓励企业开展绿色设计、选择绿色材料、实施绿色采购、打造绿色制造工艺、推行绿色包装、开展绿色运输、做好废弃产品回收处理,实现产品全周期的绿色环保[2]。

实现“碳达峰、碳中和”的目标,能源是主战场,电力是主力军,电网是排头兵。电网是连接电力生产和消费的重要网络平台,是能源转型的中心环节,电力行业关乎国民经济命脉,产业链条长、带动能力强。国家电网有限公司(以下简称:国家电网)作为新能源行业的主力军,率先发布“碳达峰、碳中和”行动方案,提出牢固树立“能源转型、绿色发展”理念,加快电网发展及技术创新,推动能源电力从高碳向低碳转变。作为支撑电网建设运行的重要环节,电网供应链管理将面临绿色低碳转型发展的新挑战,而高效环保的开展退役资产处置循环利用,对于实现电网企业供应链绿色低碳转型发展至关重要。

## 2. 电网退役资产处置现状

### (一) 资产结构情况

国家电网是中国国内规模最大、业务范围最广的电网企业,以投资建设运营电网为核心业务,是关系国家能源安全和国民经济命脉的特大型国有重点骨干企业,列2023年《财富》世界500强第3位。作为电力行业的核心企业,国家电网需要投入大量资金用于建设和运营电力输电和配电网络,包括大型的输变电设备、电缆线路、变电站等固定资产。根据相关公开数据统计显示,近几年国家电网资产总额逐

年递增,目前已达5万亿元以上,其中固定资产占比常年保持在65%左右,是典型的重资产型企业(图1)。

### 固定资产情况(2020~2023)

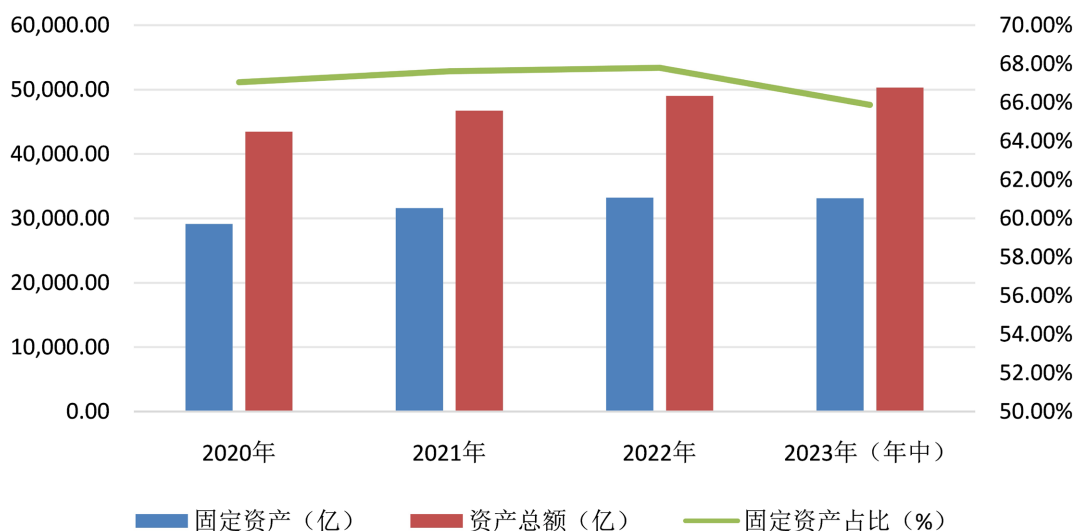


Figure 1. Fixed assets situation

图1. 固定资产情况

## (二) 资产管理模式

为了有效管理规模庞大的资产并最大化资产价值,国家电网构建了资产全生命周期管理体系,以实物资产为核心,统筹协调资产在规划计划、采购建设、运维检修、退役处置全生命周期的管理行为和技术要求(图2),涵盖工程项目规划设计直至报废处置的全过程业务环节[3],实现资产全寿命周期内安全、效能、成本的综合最优。



Figure 2. Asset life cycle management model

图2. 资产全生命周期管理模式

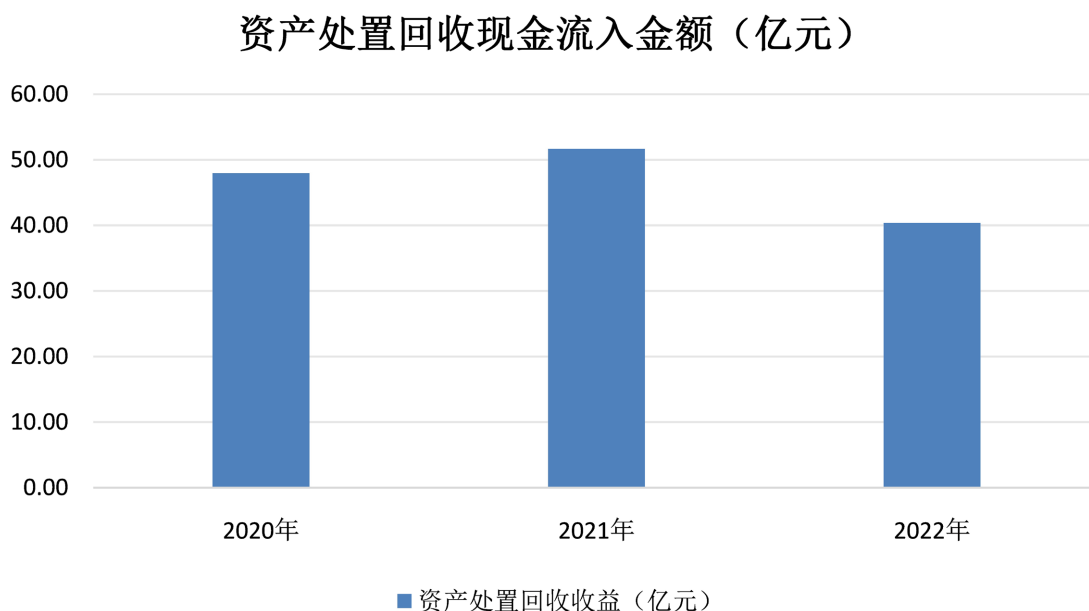
## (三) 退役资产处置

这里的电网企业退役资产主要指电网工程涉及的实物退役资产,作为资产生命周期的最后环节,如何依法合规、经济安全地完成退役资产的处置,对于实现资产全生命周期管理闭环至关重要[4]。国家电网退役资产处置业务内容主要包括:拆除鉴定、集中存储、处置拍卖。

**拆除鉴定:** 根据项目实际需求,在工程项目可研中编制拟拆除清单,并根据清单在项目现场完成相关设备、材料的拆除工作。由专业人员对拆除物资进行技术鉴定,根据鉴定结果将这些退役资产分为可用退役资产及不可用退役资产。

**回收存储：**可用资产是指经过处理可再利用的资产，由原资产所有方负责集中回收、整修及存放；而不可用退役资产是指无法达到再利用标准，需要回收并进行后续处置的资产，这些资产完成相关审批手续后集中存放专用存储设施内。

**处置拍卖：**目前处置的方式主要以直接拍卖处置为主，相关统计数据显示国家电网每年处置固定资产、无形资产和其他长期资产收回的现金净额在 40~50 亿元左右，而其中固定资产处置拍卖的金额至少占 80% 以上(图 3)。



**Figure 3.** Asset disposal recovery cash inflow amount

**图 3.** 资产处置回收现金流入金额

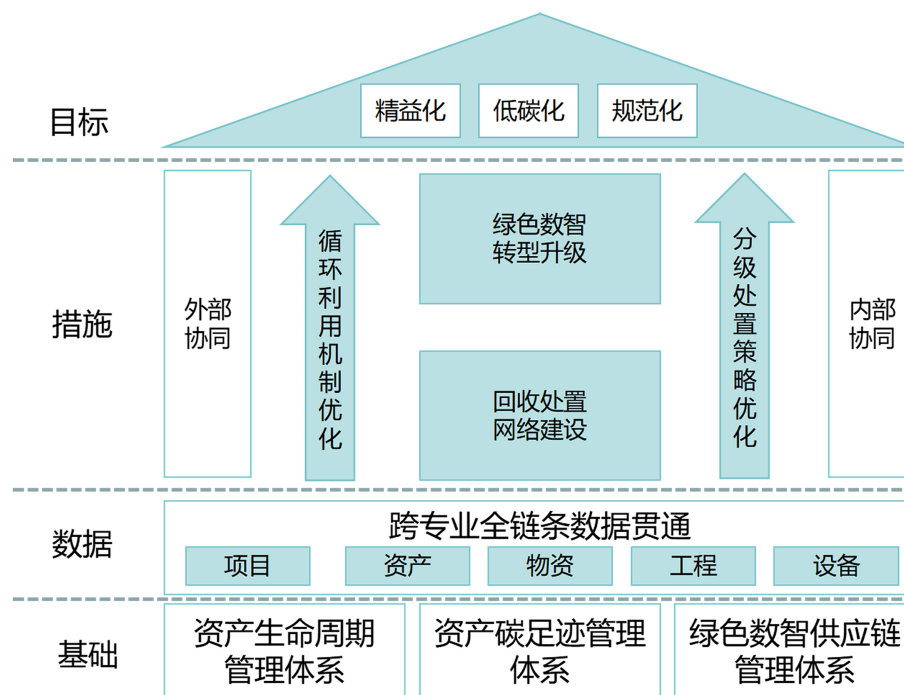
同时国家电网也逐步探索建立了专业分拣中心，用于报废物资的分拣、拆解、加工，以实现“报废电网物资处置”向“合格再生原料提供”的业务模式转变。但是目前退役资产处置工作还存在一些问题：

在业务面临形势方面，一是废旧资产鉴定困难，电网企业的资产种类繁多，且很多资产已经过多次升级换代，因此对废旧资产的鉴定需要耗费大量人力物力，难以保证鉴定的准确性和完整性；二是废旧资产处置难度大，电网企业的废旧资产数量庞大，因此处置起来比较困难，需要寻找合适的买家，且需要进行大量的物流和仓储管理；三是废旧资产管理难度大，电网企业的废旧资产管理涉及到多个部门和多个环节，需要制定科学的管理制度和流程，以确保管理的规范性和有效性。

在业务管理模式方面，一是退役资产处置策略有待优化，针对不同情况的退役资产缺乏差异化的处置方式；二是可用退役资产的再利用缺乏有效机制，可再利用物资信息未充分共享；三是不可用退役资产回收处置网络还需健全，回收物流模式较为零散，分拣处理网络也尚未形成规模。因此亟需构建退役资产分级处置与循环利用体系，进一步实现大规模退役资产的常态化高效处置。

### 3. 分级处置与循环利用体系构建

如图 4，电网企业退役资产分级处置与循环利用体系构建应基于现有业务管理体系，整合资产全生命周期、资产碳足迹及绿色数智供应链等业务板块，实现项目管理、资产管理、物资采购、工程建设及设备运维等跨专业全链条数据贯通，开展退役资产回收处置网络建设，优化退役资产分级处置策略及循环利用机制，结合业务全流程的绿色数智转型升级，实现电网企业退役资产处置精益化、规范化及低碳化。



**Figure 4.** Schematic diagram of the hierarchical disposal and recycling system of decommissioned assets of power grid enterprises

**图 4.** 电网企业退役资产分级处置与循环利用体系示意图

### (一) 分级处置策略优化

原有处置策略主要根据拆除物资的技术鉴定结果，将退役资产按照可用性进行区分，而存在进一步优化、细化的提升空间。可借鉴“梯次利用”理论，进一步细化鉴定标准，形成科学合理分级处置策略[5]。

“梯次利用”是指某一个已经使用过的产品已经达到原生设计寿命，再通过其他方法使其功能全部或部分恢复的继续使用过程，且该过程属于基本同级或降级应用的方式，在动力电池等领域目前已得到了广泛应用[6]。对于利用对象的鉴定及分级分类是实现梯次利用的前提和依据：

**1) 退役资产鉴定标准：**原有退役资产鉴定标准主要从技术层面出发，聚焦资产本身可用性进行评估。主要包括：安全性评估，对电网退役资产进行安全性评估，包括检查其是否存在安全隐患、损坏程度、是否符合相关安全标准等；技术规格和性能评估，评估电网退役资产的技术规格和性能是否符合要求，例如额定电压、额定电流、工作温度范围等。检查设备的功能是否正常，并检测关键部件的磨损程度；工艺及制造质量评估，评估电网退役资产的制造工艺和制造质量，检查设备是否存在制造缺陷，或使用了已被淘汰、禁用的工艺和材料。

为了进一步提升再利用效率，可站在经济、环保及可行的角度，将再利用可行性纳入退役资产鉴定范围，主要包括：可维修性评估，评估电网退役物资的可维修性，包括部件更换的方便程度、维修难度、维修所需材料的供应情况等，以确保设备在退役后仍能保持一定的可用性；潜力评估，对电网退役物资的再利用和二次开发潜力进行评估，考虑其可利用价值和技术创新潜力；经济性评估：综合考虑同类资产采购成本、整修存储成本等因素，判断再利用行为的经济性；环保性评估，基于退役资产整修后的预期能效、噪声及环境污染情况对其环保性进行评估。综合考虑上述所有因素，可通过层次分析法等方法构建评价模型[7]，实现评估结果的量化，结合关键否决项，为后续退役资产的分级分类提供依据。

**2) 退役资产分级分类：**结果技术鉴定结果，将退役资产进行分类和分级，如表 1，可分为高级再利用、次级再利用、低级再利用，并根据不同的再利用层次，制定相应再利用目标：高级再利用主要针对

可用退役资产，经过整修改造后，达到可用状态作为可利用资产或备品备件进行保管存放，并根据后续利用场景进一步细化分类等级[8]。利用场景主要包括：工程建设及应急抢修；次级、低级再利用对象则主要为不可用退役资产，不可用退役资产经过鉴定、审批后，形成废旧物资。其中次级再利用的废旧物资可以直接进行拍卖处置。如具备分拣、拆解价值的，可在进行处理后，形成备用零部件用于运维抢修，或形成再生资源后进行拍卖处置；低级再利用则可能涉及废料焚烧或填埋等实现无害化处理方式。

**Table 1.** Strategies for hierarchical disposal of decommissioned assets

**表 1.** 退役资产分级处置策略表

退役资产分级处置策略表			
再利用等级	退役资产种类	再利用场景	具体措施
高级再利用	可用退役资产	工程建设	整修后作为可利用资产
	可用退役资产	运维抢修	整修后作为备品备件
次级再利用	不可用退役资产	运维抢修、资源再生	直接进行拍卖处置，具备分拣、拆解价值的，进处理后部分作为备用零部件，其余形成再生资源进行拍卖处置。
低级再利用	不可用退役资产	废弃处理	无害化处理(焚烧、掩埋等)

## (二) 循环利用机制优化

循环利用机制是实现可用退役资产再利用的关键环节。在工程建设环节，原有循环利用机制主要通过工程项目再可行性研究报告，以及初步设计方案的审查阶段，由设计人员与项目建设方进行协商讨论确定[9]。但是受限于信息跨专业壁垒，往往局限于“资产找项目”的再利用模式，既判断现有的资产是否符合当前工程项目需求，且设计人员无法实时获取全量可利用资产清单，主要依赖于人工线下沟通，这样往往导致再利用匹配难度较大。

**1) 可利用资产信息共享：**针对上述情况，首先需要进行内部跨专业信息贯通，将可用退役资产信息向相关人员全面开放，包括物料名称、规格型号、技术参数、存放地点、资产状态等信息，形成再利用资源池，便于在工程前期规划阶段，由专业人员判断资源池中是否存在符合工程需求的可用退役资产，实现“资产找项目”向“项目找资产”的模式转变。

**2) 在线协同应用机制：**当发现符合工程需求的可利用资产时，可第一时间对改资产进行锁定，锁定期间其他项目不得使用该物资。台账信息锁定后，可根据视情况判断是否需要进一步确认包括资产的规格型号、技术参数、实物状态、存放地点等信息的准确性。确认无误后，将可利用在产纳入工程物资清单范围内，无须另行采购新的物资。在对于作为运维抢修备品备件的可用退役资产，从流程和管理要求层面同样需要实现相关资产的信息共享，但由于运维抢修场景的突发性，其面临的信息共享的时效性需求更大。

## (三) 回收处置网络建设

退役资产回收处置网络是指以废旧物资存储、分拣设施为“点”，以废旧物资回收运输物流为“线”，以所有工程项目所在区域全覆盖为“面”的退役资产回收处置物流网络[10]。其中核心要素就是废旧物资仓库、分拣中心以及废旧物资回收逆向物流。

**1) 设施功能定位规划：**首先必须明确废旧物资仓库及分拣中心的种类及功能定位。废旧物资仓库主要用于各类废旧物资的存储及保管，其内部布局主要包括装卸区、堆场等，即可满足大部分常规废旧物资存储需求[11]。但是对于废旧电池、废旧含油线圈类(例如油浸式变压器)等国家规定的危废品，则需要配备相应的处理存储场地和设备。分拣中心则根据回收处理废旧物资的种类划分，常见的可分拣废旧物资包括：变压器、电缆、铅酸蓄电池、电能表、继电器、金属类、塑料橡胶、水泥等。综合考虑经济性、

生产精益化等因素，仓储与分拣一体化的废旧物资分拣中心更符合未来发展的需求，在有条件的情况下适合作为优先考虑的建设方案。

**2) 设施布点建设规划：**首先应进行需求评估。以行政区域为维度，评估当地废旧物资的类型、量级和来源，并了解相关法规 and 市场需求，确定设施服务范围和目标。然后进行网络布点规划，根据需求评估结果，综合考虑废旧物资来源的地理分布、交通便利性和成本效益等因素进行决策，确定回收中心的位置、数量和布局，并明确各设施的资源配置，包括面积布局、设备设施[12]，以支持废旧物资的分拣、处理和储存。

**3) 逆向物流体系构建：**目前国家电网围绕工程建设，构建了制造企业、物资仓库至项目工程现场的物资供应网络。但是对于废旧物资的回收，主要依靠项目建设方负责，通过零散、独立的运输模式进行，尚未形成资源统筹、多端协同的运作模式。因此，需要有针对性的建立项目拆除现场、退役资产暂存地等地点至废旧物资存储设施的逆向物流网络[13]。与物资供应网络深度融合，借助 TMS (运输管理系统) 等工具，实现逆向物流需求提报、订单整合、载具调度等功能，从经济性和时效性层面，最大限度保障废旧物资回收质效。

#### (四) 绿色数智转型升级

运用相关信息化手段，围绕业务线上可视化、关键环节监控预警、数据挖掘分析等功能，推动退役资产处置与利用业务的提质增效。

**1) 业务线上可视化。**建立以拆除计划为源头的退役资产全程可视化线上管控机制，涵盖工程拆除、技术鉴定、整修处理、查询锁定、报废审批、移交入库、计划提报、竞价处置、实物交接的全过程，构建退役资产全量信息资源池，在全省范围内废旧物资实行统筹规划、统一调配，完善物资管理监督网络，实时追踪物资流向，保证物资足量回收、完整交接。

**2) 深化数据价值挖掘分析。**整合资产碳足迹信息，建立相关绿色指标评估体系，将可利用资产利用率、再生资源的产出率、再生资源分拣量综合能耗、节碳率作为绿色绩效的评估指标，实现退役资产处置回收及循环利用的绩效量化评价[14]；实现价值链跟踪，综合分析分拣设备的残值、分拣后估值，与有色金属价格实时联动，合理预估拍卖价格，对于二次利用的物资，考虑二手商品交易模式；探索构建退役设备碳足迹模型，补齐设备全寿命碳足迹数据拼图，推动退役合格设备或部件再利用，计入供应商新产品的原材料碳足迹，倡导电网设备绿色消费，量化退役后分拣处置降碳成效，反向推动生产厂商设计、生产绿色低碳产品，推动生产厂商向节能减排转型升级。

## 4. 结束语

作为能源行业的重要成员，电网企业在退役资产处置和循环利用方面做出的改变，将直接影响自身招标采购、资产管理等业务的发展、管理思路，也与上下游相关企业息息相关。包括制造企业、回收企业、物流企业等所有参与方，围绕电网物资供应链的生态圈，将各自面临着新的形势，在价值的重新提供和获取过程中，最终达成博弈均衡[15]，实现协同发展。而未来对于这些结果的评判标准将不仅限于经济价值，同样也包含人类生产活动对于大自然的影响，“双碳”目标的达成，任重而道远。

## 参考文献

- [1] 国家发展改革委. 国家发展改革委等十部门: 印发《关于加快废旧物资循环利用体系建设的指导意见》[J]. 节能与环保, 2022(2): 6.
- [2] 国务院. 国务院关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见[C]//中国企业改革与发展研究会. 中国企业改革发展 2021 蓝皮书. 中国企业改革发展 2021 蓝皮书, 2021: 457-461.
- [3] 徐浩淘, 王炬, 陈岚, 任亦樵. 电网企业: 全生命周期的供应链管理[J]. 中国电力企业管理, 2008(10): 54-56.

- [4] 于晓辉. 电力绿色供应链供应商闭环管理探索[J]. 华北电业, 2022(10): 20-21.
- [5] 段晓影, 张静雅, 卓晓军, 等. 退役动力电池梯次利用技术及产业专利分析[J]. 矿冶工程, 2023, 43(4): 182-185+189.
- [6] 许青, 滕婕. 退役动力电池多场景梯次利用优化研究[J]. 太阳能学报, 2023, 44(10): 541-549.
- [7] 路正南, 张超华, 罗雨森. “双碳”目标下制造企业绿色供应链绩效评价研究[J]. 生态经济, 2023, 39(7): 58-66.
- [8] 盖宇静. 新时代自然资源资产管理体制的困境及克服对策研究[J]. 赤峰学院学报(汉文哲学社会科学版), 2020, 41(2): 47-50.
- [9] 戚彩. 退役磷酸铁锂电池正极材料的衰减机制与修复技术研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京信息工程大学, 2023.
- [10] 刘晓艳. 城市医疗废弃物回收处理及其回收网络规划研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工业大学, 2019.
- [11] 仇爱军, 吴怡, 王顺吉. 废旧物资仓储精益化管理研究[J]. 企业改革与管理, 2020(21): 34-35.
- [12] 王贞民. 电力行业物资仓储网络布局的规划研究[J]. 物流技术与应用, 2015, 20(9): 134-140.
- [13] 程亚晶. 基于安全质量的电力物资逆向供应链再制造协调问题研究[J]. 企业改革与管理, 2016(19): 222-224.
- [14] 冯珍, 张雯. 中国省际废旧资源再利用绩效评价[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(5): 14-19.
- [15] 姚拓中. 基于粒子群优化和改进蚁群算法的电力供应链博弈分析[J]. 浙江电力, 2022, 41(9): 80-85.