

基于遗传算法的电网后勤物资库存优化研究

宋 超 刘剑磊 王志乾 张志鑫

(甘肃同兴智能科技发展有限公司)

摘要：为确保电网调度资源与需求资源的高度适配性，基于遗传算法的应用，对电网后勤物资库存优化方法展开设计研究。确保多个零销商与后勤仓库之间的联通关系，建立物资多级库存模型；采用浮点数编码方式，将每个可能的采购方案表示为一个染色体个体，进行基于遗传算法的库存采购设计；收集历史销售数据等信息，计算电网后勤物资库存的需求量，识别库存过剩或短缺的风险区域，进行物资库存的调度优化。对比实验结果表明，应用设计的方法，可以满足优化后的物资库存>物资需求量，保证物资的有效周转。

关键词：遗传算法；库存采购；优化方法；库存；后勤物资；电网

0 引言

随着电网规模的不断扩大和技术的快速发展，电网后勤物资的管理变得日益复杂和重要。当前的库存管理模式在应对大规模、高频率的物资需求时显得力不从心，存在库存积压、成本高昂、响应速度慢等问题。因此，如何科学、高效地管理电网后勤物资库存，成为当前电网企业亟需解决的重要课题。

莫柳^[1]通过现状分析，识别企业库存管理中存在的具体问题，如货物分类不合理、库存限制多、控制策略简单等，进而提出包括优化库存分类、调整库存策略、引入先进管理系统等具体解决方案。以此提升企业的库存周转率，降低库存成本，并增强客户满意度。但不同企业的具体情况存在差异，该案例研究的普适性有待进一步验证。此外，优化策略的实施需要企业具备一定的技术和管理基础，对于资源有限的中小企业而言，可能面临实施难度和成本问题。骆向前^[2]等人引入精益管理理念，对卷烟库存进行精细化管理，有效减少了库存积压和资金占用，提高了库存周转效率。同

时，通过科学的需求预测和补货策略，确保了卷烟供应的稳定性，降低了缺货风险。但精益管理模式的实施需要企业具备较高的管理水平和技术支持，对于部分中小企业而言，可能存在一定的实施难度。

为解决现有方法的不足，本文将基于遗传算法的应用，对电网后勤物资库存优化方法展开设计研究。

1 建立电网后勤物资多级库存模型

为满足电网后勤物资库存优化需求，设计方法前，确保多个零销商与后勤仓库之间的联通关系，建立物资多级库存模型^[3]。如图1所示。

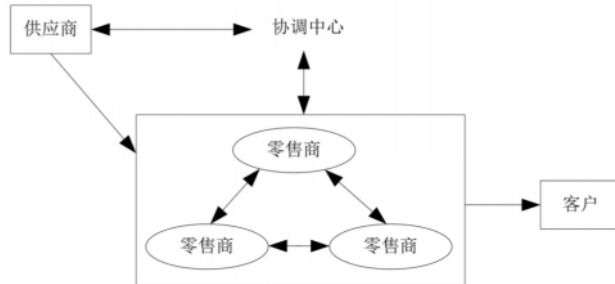


图1 电网后勤物资多级库存模型

在此过程中，协调中心持续监控整个系统的库存状况，采用动态响应策略。当现有总库存量低于预设的总订货点时，协调中心主动发起订货流程，以预防缺货风险。若总库存充足，则协调中心保持待机状态，等待零售商的订货请求。

零售商层面，面对客户的订货需求，首先检查本地库存是否足以满足需求。若库存充足，零售商立即发货并更新库存量。此过程如下计算公式所示：

$$I = I' - d \quad (1)$$

式中， I 为更新后的库存量； I' 为本地库存； d 为订货需求。若库存不足，零售商则向协调中心发出订货请求。协调中心在收到零售商的订货请求后，需要评估库存是否小于订货量，如存在此种现象，需要向其上游订货单位提出订货请求，以确保库存满足需求。

2 基于遗传算法的库存采购设计

在上述内容的基础上，引进遗传算法，对电网后勤物资进行采购设计。在此过程中，采用浮点数编码方式，将每个可能的采购方案表示为一个染色体个体，随机生成一个初始种群，包含多个染色体^[4]。对每个染色体（采购方案）进行评估，计算其适应度值。计算公式如下：

$$C = c \cdot I \sum Q(i) \quad (2)$$

式中， C 为染色体（采购方案）的适应度值； c 为初始种群数量； Q 为染色体编码； i 为第 i 个染色体。根据适应度值，选择优秀个体进入下一代种群。选择过程如下：

$$C' = \sum C + \chi \cdot \frac{1}{D} \quad (3)$$

式中， C' 为选择的适应度较高的染色体； χ 为染色体变异率； D 为染色体交叉率。对选中的个体进行交叉，以此生成全新的子代群体。在此过程中，根据随机概率，对子代进行基因变异处理，以增加种群的

多样性。此过程如下：

$$T = \frac{C' \cdot \Delta t}{a + b + c} \quad (4)$$

式中， T 为生成的染色体种群； Δt 为单次交叉迭代次数； a 为采购过程中的运输费用； b 为订购产品所需要的定金； c 为缺货损失费。重复上述公式，搜索出最优或近似最优的库存采购方案，帮助企业在满足客户需求的同时，降低采购成本，提高库存周转效率，并减少缺货风险。

3 物资库存调度优化

完成上述设计后，根据现有的数据与历史数据，计算电网后勤物资库存的需求量，识别库存过剩或短缺的风险区域。此过程如下计算公式所示：

$$S = \frac{1}{T \cdot \delta + 1} \quad (5)$$

式中， S 为库存风险区域； δ 为库存过剩或短缺量。根据计算结果，设计物资库存调度策略。在此过程中，需综合考虑物资分配、运输路线规划及运输方式选择等。在物资分配上，应基于需求预测与库存现状，制定合理的分配计划，确保关键区域或紧急需求得到优先满足。运输路线规划需考虑交通状况、距离远近、路况复杂度等因素，采用先进的路径优化算法中的 Dijkstra 算法，寻找时间最短的运输路径^[5]。此过程如下：

$$f_{\min} = \sqrt{S + \frac{1}{\gamma^2 \cdot \eta}} \quad (6)$$

式中， $f_{\min}$ 为调度中的最短运输路径； γ 为货物运输最新动态量预测； η 为订购量。根据物资特性（如重量、体积、易损性等）、紧急程度及成本效益，灵活选择公路、铁路、水路或航空等运输方式，以实现物资的安全、快速、经济运输。此外，还需考虑应急响应机制，以应对突发情况，确保调度

策略的灵活性和鲁棒性。通过上述方式，完成物资库存调度优化。

4 对比实验

4.1 实验准备

选择某地区大型电网后勤资源仓库作为试点场所，该仓库位于该地区核心区域，占地面积达5万m²，是区域内最大的电网后勤资源集散中心。仓库内设有先进的仓储管理系统，管理超过10万种不同类型的电力设备及配件，总库存量达到5000t。每日平均物资出入库量高达1000件次，有效支持了周边多个电网项目的物资需求。

近年来，随着电网建设的快速发展，该仓库的物资吞吐量持续增长。以2023年为例，全年累计完成物资入库量80000t，出库量78000t，库存周转率达到了12次/年，远高于行业平均水平。同时，仓库通过智能化改造，实现了物资管理的精准化和高效化，缺货率和超储率均控制在较低水平，客户满意度高达98%以上。对试点场所电网后勤物资库存现状进行分析。如表1所示。

表1 电网后勤物资库存现状

资源类型	数量	库存周转率 (次/年)	平均库存金 额 (万元)	年均需求量
变压器	500 台	10	3000	450 台
电缆	10000 米	8	800	9000 米
断路器	800 个	12	600	700 个
绝缘子	20000 件	20	1200	18000 件
配电箱	300 个	6	900	250 个
仪表	1500 台	15	500	1300 台
通讯设备	200 套	4	2000	180 套
安全防护用品	5000 套	25	300	4800 套

在深入研究中发现，试点单位电网后勤物资库存现阶段存在明显不足，在某次突发大面积停电事故中，由于库存物资管理不善，关键设备如变压器库存不足，实际库存量仅为需求量的60%，即仅有300台

（需求量为500台），导致抢修工作严重受阻。此次短缺直接延长了停电时间长达8h，影响了数十万居民的正常生活和企业生产。此外，库存周转率低下，部分物资长期积压，既占用大量资金，又增加仓储成本和管理难度。

4.2 实验步骤

针对上述问题，决定应用本文设计的方法，对库存优化方法的应用效果进行检验。实验中，收集当前库存的详细数据，包括物资种类、数量、周转率、缺货率、库存成本等，记录现有的入库、存储、出库等流程的时间、效率等。按照设计的方法，进行电网后勤物资库存优化。为确保遗传算法的应用可以达到预期效果，按照表2所示的内容，进行遗传算法技术参数的设定。

表2 遗传算法技术参数的设定

序号	项目	参数
1	种群规模	30~160
2	迭代次数 (次)	100~500
3	交叉率	0.4~0.99
4	变异率	0.0001~0.1
5	编码方式	浮点数编码
6	选择下一代个体的策略	竞争选择

在此基础上，引进文献[1]提出的库存管理优化方法、文献[2]提出的基于精益管理模式的库存优化方法，将其作为对照方法1、2，同时应用本文方法与对照组方法，进行物资库存的优化。

4.3 实验结果与分析

在评估库存优化方法的有效性时，将实际库存量与调度中的需求库存量进行比对，此过程不仅关注于库存数量的绝对差异，更深入分析库存结构、种类与需求之间的匹配度。通过实时追踪并对比两者数据，可以直观反映出库存优化策略在应对实际生产或运营需求时的响应速度与准确性。若实际库存量能够紧密

贴合或超前于调度中的需求库存量,说明优化方法有效提升了库存周转率,减少了缺货风险,并可能降低库存成本。反之,若存在显著偏差,则提示需进一步优化库存策略,以更好地满足市场需求,提升整体运营效率。以此为依据,统计实验结果,如图2所示。

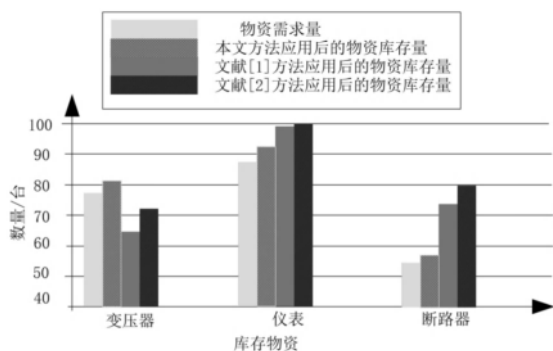


图2 后勤物资库存优化效果

从图2所示的内容可以看出,应用本文方法,可以满足优化后的物资库存 $>$ 物资需求量,保证了物资的有效周转,应用文献[1]、文献[2]方法在变压器库存的优化上,无法保证库存物资 $>$ 需求量,但在仪表与断路器上可以确保库存物资 $>$ 需求量,由于库存物资与需求量差异较大,容易出现库存管理成本增加的现象。综上可以证明,本文设计的方法应用效果好,该方法可以满足电网后勤物资库存优化需求。

5 结束语

遗传算法具有鲁棒性高、易于实现并行计算等优点,被广泛应用于各种优化问题中。在电网后勤物资库存优化领域,遗传算法能够通过库存策略进行编码、选择、交叉和变异等操作,不断迭代进化出最优的库存方案,从而有效降低库存成本、提高库存周转率、增强物资供应的灵活性和响应速度。为此,本文

引进遗传算法,通过建立多级库存模型、库存采购设计、物资库存调度优化,开展电网后勤物资库存优化方法的设计研究。此次研究不仅有助于提升电网企业的物资管理水平,降低运营成本,还能对其他领域的库存优化问题提供有益参考和借鉴。

参考文献

- [1] 莫柳. 中小跨境电商企业物流库存管理优化对策研究——以珠海珠至诚国际商务有限公司为例[J]. 中国航务周刊, 2024(31): 72-75.
- [2] 骆向前, 骆柯乐, 杨祥龙, 等. 基于精益管理模式的卷烟商业库存周转率优化研究[J]. 中国物流与采购, 2024(6): 94-95.
- [3] 代小明, 欧华威. 优化备件库存策略 提升设备基础管理能力——探寻湖南中烟郴州卷烟厂优化备件库存经验[J]. 中国设备工程, 2024(12): 2-3.
- [4] 徐晓萌, 张艳艳, 房一凡, 等. 基于K-means聚类算法的A商贸公司库存管理优化研究[J]. 中国储运, 2024(1): 143-144.
- [5] 董文康, 吴雨芯, 姚琦, 等. 基于深度强化学习的海上风电机组状态维护与备件库存联合优化[J]. 太阳能学报, 2023, 44(12): 190-199.
- [6] 王辉. 基于深度学习的离散型制造业库存管理与物流配送设计与优化[J]. 黑河学院学报, 2023, 14(10): 45-48.

(收稿日期: 2024-09-05)