

物流工程

网络型甩挂运输车辆调度优化研究

李洋, 赵鲁华, 管德勇, 王恩童, 窦新禹, 王宝远
(山东科技大学 交通学院, 青岛 266590)

摘要: **目的** 为了更灵活地满足不同企业间的配送需求, 以提高运输效率。**方法** 在智能交通背景下, 基于 RFID、Compass/GPS、通信技术等, 以运输成本最小为目标建立模型, 利用改进的遗传算法对网络型甩挂运输车辆调度进行优化。**结果** 以山东省某网络型运输企业联盟为例进行优化调度, 通过与普通货车运输比较, 优化后的甩挂运输车辆调度方案空载率降低了 4.6%, 耗油量降低了 10.6%, 运输总成本降低了 25.4%。**结论** 基于改进遗传算法的网络型甩挂运输车辆调度方案有效提高了运输效率, 降低了运输成本, 对于促进企业降本增效及环境保护都具有重要意义。

关键词: 甩挂车辆调度; 智能交通; 成本最小模型; 改进遗传算法

中图分类号: U492.3⁺.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)13-0177-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.13.026

Scheduling Optimization of Network-type Truck-and-trailer Transportation Vehicle

LI Yang, ZHAO Lu-hua, GUAN De-yong, WANG En-tong, DOU Xin-yu, WANG Bao-yuan
(School of Transportation, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

ABSTRACT: The work aims to meet the distribution needs of different enterprises more flexibly and improve transportation efficiency. Under the background of intelligent transportation, based on RFID, Compass/GPS and communication technology, a model was established with the objective of minimizing transportation cost, and an improved genetic algorithm was used to optimize the network-type truck-trailer vehicle scheduling. Taking a network-type transportation enterprise alliance in Shandong Province as an example, by comparing with the ordinary freight transportation, the optimized scheduling scheme of the trailer-and-trailer transportation vehicle reduced the no-load rate by 4.6%, the fuel consumption by 10.6% and the total transportation cost by 25.4%. The network-type truck-trailer transportation vehicle scheduling scheme based on improved genetic algorithm effectively improves the transportation efficiency and reduces the transportation cost. It is of great significance to promote enterprise cost reduction, efficiency increase and environmental protection.

KEY WORDS: truck-and-trailer vehicle scheduling; intelligent transportation; minimum cost mode; improved genetic algorithm

甩挂运输作为一种新型运输方式, 符合当前物流业的发展要求, 同时也顺应节能减排的环保政策。伴随着智能交通的出现, 物联网、云计算、大数据等相

关技术使物流企业的货物信息、场站及公路上甩挂运输车辆的动态信息等互联互通, 为甩挂运输车辆调度带来了技术支持, 车辆调度过程中智能算法的不断优

收稿日期: 2019-04-14

基金项目: 山东省重点研发项目(2017GGX50104); 山东科技大学教学拔尖人才项目(BJRC20170505)

作者简介: 李洋(1995—), 女, 山东科技大学硕士生, 主攻交通运输规划与管理。

通信作者: 赵鲁华(1979—), 女, 博士, 山东科技大学副教授, 主要研究方向为交通运输规划与管理。

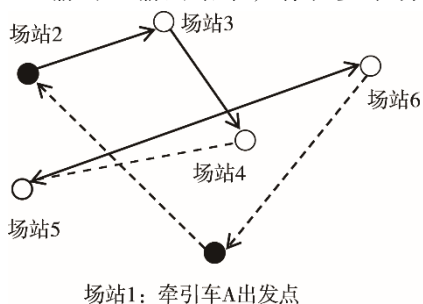
化提高了交通运输系统的运行效率和服务水平^[1]。

2002年,Chao通过建立数学模型首次提出甩挂车车辆调度问题^[2],之后学者们相继对甩挂车辆调度问题进行了研究。Lin、李红启、马华伟等采用模拟退火算法对问题进行了求解^[3-5];Derigs和Ruiyou Zhang等采用搜索算法对车辆调度问题进行了求解^[6-7];Mikhail Batsyn等设计了启发式贪婪算法来解决实际生活中的甩挂车辆路径问题,此算法可以有效解决企业中的货物运输问题^[8];张笛等建立了一种改良型C-W节约算法,降低了甩挂运输成本^[9];常欣、李金泽等分别设计了基于贪婪算法以及多目标的启发式算法研究甩挂运输调度问题^[10-11]。在甩挂运输的运作模式方面,杨光敏、吕婷、宗仁等对轴幅型甩挂运输进行了研究^[12-14]。ZhangjieXue等在牵引车与挂车自由匹配模式下,对港口的局部网络型甩挂运输进行了研究^[15]。

由相关文献可知,目前甩挂运输车辆调度问题对网络型运作模式研究较少,采用的优化算法最初以模拟退火算法、局部搜索算法等单一基础算法为主,后续研究中求解算法逐渐进行了组合与改进。文中研究网络型甩挂运输车辆调度问题,建立成本最低模型,采用改进的遗传算法对甩挂车辆调度问题进行优化并进行实例仿真,从而提高牵引车利用率,降低企业运输成本,同时实现道路节能减排的目标。

1 问题描述

在网络型甩挂运输的运输网络中,存在多个场



站,相互之间均具有货运需求。根据实际运输任务量及企业情况,选定几个场站兼配有存放牵引车的车场,主要负责对牵引车进行保养、维护,车场是整个甩挂运输任务的起始点及终止点。在进行调度任务之前,所有的牵引车都存放于车场之中,场站是存放货物及装卸货物的地点,空挂车均存放于场站。网络型甩挂运输企业间牵引车和挂车标准统一,可以相互换挂连接使用,并且运力满足货运需求。在甩挂运输过程中,车辆都是相同规格,当运输对象不同而导致运输时只有部分货物时,为降低成本通常采用运力较小的普通车辆进行运输,相比于甩挂运输的货运量此规格较小,因此在本研究中不考虑对此部分的调度方案。甩挂运输车辆的运行路线,主要包括高速路网以及城市主干道,其相互间的连接关系构成了网络型甩挂运输网络。在智能交通背景下,各要素信息可及时获取。

在网络型甩挂车辆调度过程中,牵引车由车场统一发出前往场站,牵引车到达后与已经提前装好货物的满载挂车连接,开往下一个货物运输方向,此运输过程为“送货”任务。牵引车拖载挂车到达目的地后,直接摘下挂车进行下一项运输任务,相比于传统货车,省去了等待装卸货物的时间。运输任务完成后牵引车需返回原车场,而挂车可以根据货运需求及调度方案停留在任意场站,不必返回,至此运输任务结束。整个运输过程中,车场的牵引车与挂车数量无要求,但是各个车场的牵引车数量需要保持不变,即“空返”甩挂运输的车辆调度问题。网络型甩挂运输车辆调度任务见图1。

- :场站(含车场)
- :场站(不含车场)
- :牵引车行驶路线(拖载挂车)
- :牵引车行驶路线(不拖挂车)

图1 网络型甩挂运输车辆调度路径
Fig.1 Scheduling path of network-type truck-and-trailer transportation vehicle

对图1的运输路径进行描述,牵引车A路线为:
场站1 $\xrightarrow{\text{不拖挂车}}$ 场站2 $\xrightarrow{\text{拖载挂车}}$ 场站3 $\xrightarrow{\text{拖载挂车}}$ 场站4 $\xrightarrow{\text{不拖挂车}}$ 场站5 $\xrightarrow{\text{拖载挂车}}$ 场站6 $\xrightarrow{\text{不拖挂车}}$ 场站1。

2 网络型甩挂运输车辆调度模型建立

2.1 条件假设

对甩挂运输网络及网络型甩挂车辆调度问题进

行以下条件假设。

- 1) 运输网络中各场站的地理位置及相互间的距离一定。
- 2) 每个场站都有转运和运输能力,并且存放一定数量的挂车,部分场站具有牵引车存放功能,即指定为车场。
- 3) 所有牵引车均以固定的平均行驶速度进行运输作业。
- 4) 各场站间货运量单位均为满载整挂车,不存在非满载状态或需求。
- 5) 各要素信息可通过甩挂运输系统获取,一般

不存在信息孤岛。

2.2 符号说明

N 为所有场站节点集合, $N = \{1, 2, 3 \dots n\}$; n 表示第 n 个场站节点, $\forall n \in N$; $d_{n,n+1}$ 为 n 场站至 $n+1$ 场站的运输距离, $\forall n \in N$ (单位: km); I 为所有运输任务集合 $I = \{1, 2, 3 \dots i\}$; i 表示第 i 项任务, $\forall i \in I$; t_i 为执行任务 i 所需要的时间; t_{ri} 为牵引车完成任务 i 后转而执行下一项新任务的中转时间; J 表示牵引车集合, $J = \{1, 2, 3 \dots j\}$; j 为第 j 辆牵引车, $\forall j \in J$; R_{jt} 为单一调度期内牵引车的工作时间上限; R_{jl} 为单一调度期内牵引车的行驶距离上限; S 为每百公里油耗成本, 单位: 元/100 km; $x_{i,i+1}^j = 1$, 牵引车 j 执行完任务 i 后再执行任务 $i+1$, 否则, $x_{i,i+1}^j = 0$ 。

2.3 数学模型

根据问题描述, 保证在相应时间内完成任务的同时, 通过不断优化降低牵引车数目以及空车行驶距离, 从而使运输成本 Z 达到最小, 构建如下网络型甩挂运输车辆调度模型。

目标函数:

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I Cx_{i,i+1}^j \cdot d_{n,n+1} \cdot S + \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (t_i + t_{ri}) x_{i,i+1}^j \cdot S \quad (1)$$

设任务规定的到达时间为硬时间窗, 即在进行车辆调度优化过程中, 车辆运送的货物需在规定的时间内到达。约束条件为:

$$I = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I x_{i,i+1}^j \quad (2)$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J x_{i,i+1}^j d_{n,n+1} \leq R_{jl\max} \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^J x_{ij}^k \geq \sum_{k=1}^J x_{ij}^{k+1} \quad (4)$$

约束条件 (2) 表示牵引车已执行完每项任务, 且其总和等于所有运输任务总和, 即所有运输任务已被完成; 约束条件 (3) 表示牵引车当日实际运输距离小于牵引车最大行驶限度; 约束条件 (4) 表示每辆车具有完成任务的顺序约束, 即完成第 i 项运输任务之后才被允许完成第 $i+1$ 项运输任务。

3 改进的遗传算法设计

不同于普通货车的运输方式, 甩挂运输过程中牵引车与挂车可分离的特性使车辆调度方案变得多样化, 但同时也增加了调度方案的复杂性。遗传算法 (GA) 是车辆调度问题中一种常用的启发式算法, 遗传算法的全局搜索能力较强, 不但向好的解方向搜

索, 而且以一定方式向其他方向搜索, 一般由随机产生的种群开始, 建立适应度函数, 将活性与非活性的调度方案编码成染色体有序串, 通过复制、交叉和变异操作, 算子产生性能最优的调度串, 最后编码成最优调度方案。随着人工智能和计算机技术的发展, 遗传算法已成为调度理论的热点。为增强局部搜索能力且确保全局收敛性, 采用改进后的遗传算法进行网络型甩挂运输车辆调度问题的求解, 从而提高其搜索速度, 逐渐逼近最佳调度方案。此算法分为2个阶段, 具体步骤如下所述。

1) 第1阶段。

Step1: 初始化种群, 每项任务编号为 i ($i \in O$), 牵引车编号为 j ($j \in Q$), 集合 L 表示未完成任务;

Step2: 在未完成任务集合 L 中选择任务 $i=1$, 将任务 i 加入到第 j 辆牵引车的行驶路径中, 判断能否满足任务 i 的时间窗要求, 若满足, 执行 Step3, 若不满足, 执行 Step2;

Step3: 判断完成任务 i 是否满足牵引车 j 最大限定距离的要求, 若满足, 执行 Step4, 若不满足, 执行 Step2;

Step4: 检查未完成任务集合 L 是否为空集合, 即是否还存在待执行的任务 i , 若存在, 返回 Step2, 若 L 已成为空集, 则执行 Step5;

Step5: 所有的任务 i 已被执行, 各辆牵引车的初始行驶路径均已确定, 生成局部解。

2) 第2阶段。

Step6: 初始化局部解种群, 给定甩挂车辆调度优化的目标函数作为适应度函数, 保留对于环境适应能力较强的个体;

Step7: 将自然选择下来的个体进行两两组合, 以重组概率 P_k 进行交换重组, 产生新的子代;

Step8: 以一定的变异概率 P_m 对随机个体进行变异操作, 当满足终止准则 (即所有任务完成) 时终止;

Step9: 判断解中牵引车的某些线路是否可以配对, 若可以配对, 执行 Step10, 否则, 执行 Step13;

Step10: 将可以配对的运输路径进行组合, 优化成为新的运输路径;

Step11: 判断优化后的运输路径中, 每辆牵引车 j 的运输路径是否仍在最大运输距离内, 且每条线路的任务用时是否在其要求的时间窗内, 若是, 则执行 Step12, 否则, 执行 Step6;

Step12: 生成运输网络的最佳运输路径 Y 。

该算法的流程见图 2—3。

4 甩挂运输系统架构设计及关键技术

在甩挂运输车辆调度过程中, 为实现车辆调度与装车过程的无纸化、无现金管理, 提高运输效率, 有效实现数据交流, 设计甩挂运输系统架构, 以现代化

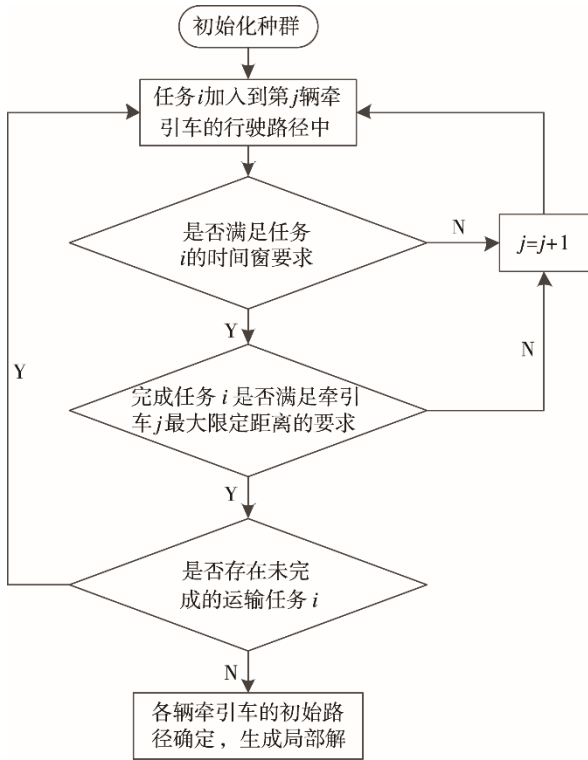


图2 第1阶段算法流程
Fig.2 Flow chart of the first phase algorithm

信息技术辅助甩挂车辆调度。整个系统由3个部分组成：车载终端模块、数据传输模块、甩挂运输车辆调度系统。车载终端集成Compass/GPS复合模块、RFID电子标签、通信模块、传感器模块等，可采集车辆的位置信息、驾驶员驾驶状态信息、车辆及货物身份信息等；数据传输模块通过数据通讯实现采集数据的传输功能；甩挂运输车辆调度系统可对采集到的数据进行处理分析，然后进行车辆调度。该系统接入互联网，可为其他用户（挂车经营单位、货主、交通监管部门、其他甩挂运输企业等）设定不同的权限以满足其应用需求，具备场站作业的实时监控、与车载终端通信、对车辆的实时监控和车辆调度等功能^[16]。系统总体架构见图4。

数据库在公路甩挂运输调度系统中的主要功能为储存各类信息。RFID电子标签分别安装在牵引车、挂车和货物上，被阅读器读取并传输到数据库中；车载定位系统的传感器等模块将车辆的实时位置、速度、运行轨迹等传输到数据库中；场站中的监控系统可以将场站内各类信息进行传输；牵引车、挂车及各场站间货运需求信息等都有存储其基本数据的数据库等，可以进行动态修改、显示、导出等。

5 干支衔接型甩挂运输车辆调度实例分析

以山东省某网络型甩挂运输企业联盟为例，甩挂

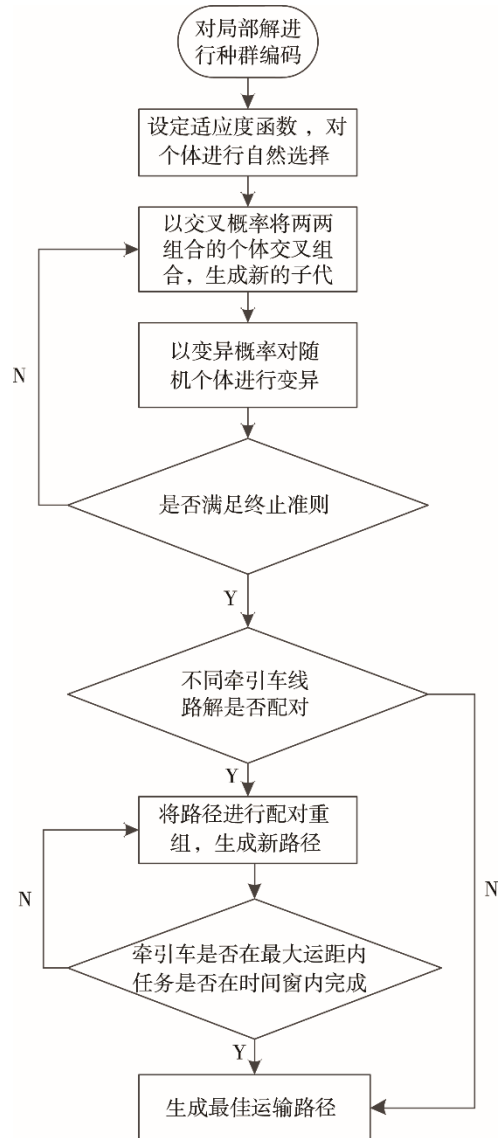


图3 第2阶段算法流程
Fig.3 Flow chart of the second phase algorithm

运输网络内具有10个场站，其中2个场站具备牵引车存放功能。分别对场站编号1~10，均有挂车、有货运任务，仅1号和2号场站存放牵引车，且牵引车完成调度任务后需返回原车场。根据调度经验，综合分析各场站间运输距离以及货运需求，采用3辆牵引车进行货物运输调度，其中1号场站提供1辆牵引车，编号为A；2号场站提供2辆牵引车，编号分别为B和C。此甩挂运输网络中各场站间距离及货运需求见表1和2。设甩挂运输的行驶里程上限为1500 km^[17]，以运输成本Z最小为目标函数进行求解。

表1表示各个场站之间的距离，例如第2行第4列140，表示从场站1到场站2的距离为140 km。

表2表示各个场站之间的运输需求，例如第4行第5列1，表示从场站4到场站5的运输任务为1挂车的货运量。

利用 JAVA 软件进行算法编程,对上例调度任务进行求解,运行结果见图 5。

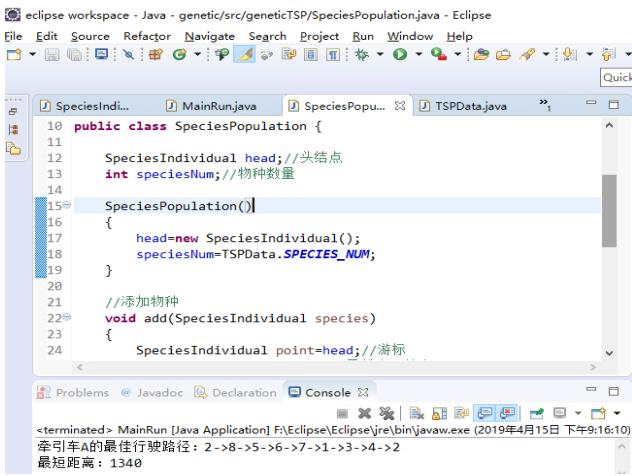


图 5 最佳行驶路径求解
Fig.5 Solution to the optimal travel path

如图 5 所示,可求得牵引车 A 的最佳运输路径以及行驶距离。同理,可求得牵引车 B 和 C 的运输路径,最终得出 6 辆牵引车的车辆调度方案,见表 3。

经过算法求解,此次甩挂运输任务共需要 3 辆牵引车,调度过程中产生重车运输任务 14 项,空车运输任务 5 项。其中,重车运输指场站间存在货运任务,牵引车拖载一辆满载挂车行驶;空车运输指场站间无货运任务,牵引车空车行驶,不拖载挂车,所有牵引车运输总里程为 3620 km,此次调度任务选用解放 J6 牵引车,每辆挂车载货规格均一致,载货 40 t。牵引车拖载挂车重车行驶时平均油耗 45 L/100 km,空车行驶时平均油耗为 30 L/100 km,油价以每升 7 元计算,其他运输过程产生的总成本为 2000 元。

为验证甩挂车辆调度的高效性及经济性^[18],将此次甩挂运输调度与普通大型货车配送方案进行对比分析,见表 4。大型 40 t 柴油货车满载时平均油耗均值为 45 L/100 km,空载运行时平均油耗为 40 L/100

表 3 牵引车运输路径及距离
Tab.3 Truck vehicle transportation path and distance

| 牵引车 | 调度路径 | 行驶距离/km |
|-----|---|---------|
| A | 2—空车→8—重车→5—重车→6—空车→7—重车→1—重车→3—重车→4—重车→2 | 1340 |
| B | 2—空车→8—重车→7—重车→6—重车→1—空车→2 | 910 |
| C | 1—重车→3—重车→4—重车→5—重车→10—重车→9—空车→1 | 1370 |

表 4 普通货车运输与甩挂运输调度对比
Tab.4 Comparison of the general truck and the truck-and-trailer transportation scheduling

| 类型 | 空车里程/km | 总里程/km | 空载率/% | 耗油量/L | 运输总成本/元 |
|--------|---------|--------|-------|-------|---------|
| 普通货车运输 | 1 130 | 3 830 | 30.0 | 1 667 | 16 669 |
| 甩挂运输调度 | 920 | 3 620 | 25.4 | 1 491 | 12 437 |
| 优化率 | 18.6% | 5.5% | 4.6 | 10.6% | 25.4% |

km, 油价以每升 7 元计算,其他运输过程产生的总成本(包括装卸货物产生的滞留等待成本)为 5000 元。

算例表明,在网络型运输网络中,相比于普通货车运输,经过改进遗传算法优化后的甩挂运输车辆调度方案使行驶总里程降低了 5.5%,空载率降低了 4.6%,耗油量降低了 10.6%,由于甩挂运输可以减少装卸货物的车辆滞留等待时间,所以对成本影响较大,降低了 25.4%,结果表明此调度优化方案有效。

6 结语

甩挂运输作为一种先进的运输组织方式,已经被企业广泛认可。不同于传统运输组织模式,在复杂的网络型结构货运需求下,甩挂运输模式需要以先进的信息系统及关键技术为支撑。文中采用改进的遗传算法优化网络型甩挂运输车辆调度方案,提高了其运输

效率,降低了空驶率,进而有助于节能减排,对促进现代化物流发展具有重要意义。在后续研究中,将关注其他运输网络构建及运作模式的甩挂运输优化调度方式。

参考文献:

- [1] 陈才君,柳晨,钱小鸿,等.智慧交通[M].第2版.北京:清华大学出版社,2015.
CHEN Cai-jun, LIU Chen, QIAN Xiao-hong, et al. Intelligent Transportation[M]. Second Edition. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- [2] CHAO I M. A Tabu Search Method for the Truck and Trailer Routing Problem[J]. Computers & Operations Research, 2002, 29(1): 33—51.
- [3] LIN S W, YU V F, CHOU S Y. Solving the Truck and Trailer Routing Problem Based on a Simulated Annealing Heuristic[J]. Computers & Operations Research, 2002, 29(1): 33—51.

- search, 2009, 36(5): 1683—1692.
- [4] 李红启, 卢越, 朱晓宁. 城际干线甩挂运输牵引车调度问题的模拟退火算法研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2015, 13(4): 77—84.
LI Hong-qi, LU Yue, ZHU Xiao-ning. A Simulated Annealing Approach to the Tractor Dispatching Problem of Intercity Dropping and Pulling Transport[J]. Journal of Transportation Engineering and Information, 2015, 13(4): 77—84.
- [5] 马华伟, 胡明明, 胡笑旋. 基于模拟退火算法的甩挂运输路径规划[J]. 中国管理科学, 2016, 24(S1): 1—6.
MA Hua-wei, HU Ming-ming, HU Xiao-xuan. Traffic Route Planning Based on Simulated Annealing Algorithm[J]. China Management Science, 2016, 24(S1): 1—6.
- [6] DERIDS U, PULLMANN M, VOGEL U. Truck and Trailer Routing Problems-Heuristics and Computational Experience[J]. Computers & Operations Research, 2013, 40(2): 536—546.
- [7] REGNIER-COUDERT O, MCCALL J, AYODELE M, et al. Truck and Trailer Scheduling in a Real World, Synamic and Heterogeneous Context[J]. Transportation Research Part E Logistics & Transportation Review, 2016, 93: 389—408.
- [8] BATSYN M, PONOMARENKO A. Heuristic for a Real-life Truck and Trailer Routing Problem[J]. Procedia Computer Science, 2014, 31: 778—792.
- [9] 张笛, 钟明, 陈龙, 等. 基于改良 C-W 节约算法的甩挂运输车辆调度模型[J]. 中国机械工程, 2018, 29(19): 2352—2356.
ZHANG Di, ZHONG Ming, CHEN Long, et al. A Vehicle Scheduling Model for Trailer Pick-up Transport Based on Modified C-W Saving Algorithm[J]. China Mechanical Engineering, 2018, 29(19): 2352—2356.
- [10] 常欣. 考虑客户点具有挂车存储能力的甩挂运输调度优化[D]. 大连: 大连海事大学, 2018.
CHANG Xin. Optimization of Drop and Pull Transport Scheduling Considering the Trailer Storage Capacity of Customs[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2018.
- [11] 李金泽. 基于集疏运网络的甩挂调度优化[D]. 大连: 大连海事大学, 2018.
LI Jin-ze. Scheduling Optimization of Truck and Trailer Vehicle Routing Problem Based on Collection and Distribution Network of Container Terminal[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2018.
- [12] 杨光敏. 基于甩挂运输网络结构与运作模式的牵引车调度优化[D]. 大连: 大连海事大学, 2017.
YANG Guang-min. Tractor Scheduling Optimization Based on the Tractor-and-trailer Transportation Network and Operation Mode[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2017.
- [13] 吕婷. 轴辐式网络下多时间窗车辆运输调度研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.
LYU Ting. Research on Vehicle Transportation Scheduling with Multi-time Windows in Spoke-axle Network[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2018.
- [14] 宗仁. 基于轴辐式网络的甩挂运输调度问题研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2018.
ZONG Ren. Research on Drop-and-Drop Transportation Scheduling Problem Based on Spoke-and-spoke Network[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2018.
- [15] XUE Z, LIN W H, MIAO L, et al. Local Container Drayage Problem with Tractor and Trailer Operating in Separable Mode[J]. Flexible Services & Manufacturing Journal, 2015, 27(2/3): 431—450.
- [16] 赵鲁华, 任传祥, 李玉善, 等. 基于 RFID/Compass/3G 技术的甩挂车辆安全监控系统研究[J]. 物流技术, 2015, 34(4): 140—142.
ZHAO Lu-hua, REN Chuan-xiang, LI Yu-shan, et al. Study on Safety Monitoring System of Drop and Pull Vehicles Based on RFID/Compass/3G[J]. Logistics technology, 2015, 34(4): 140—142.
- [17] 杨光敏, 罗志勇, 杨珍花, 等. 轴辐式网络结构下的集装箱甩挂运输调度优化[J]. 大连海事大学学报, 2016, 42(3): 63—69.
YANG Guang-min, LUO Zhi-yong, YANG Zhen-hua, et al. Scheduling Optimization of Container Tractor-and-trailer Transportation under Hub-spoke Network[J]. Journal of Dalian Maritime University, 2016, 42(3): 63—69.
- [18] 彭美春, 李嘉如, 胡红斐. 营运货车道路运行油耗及碳排放因子研究[J]. 汽车技术, 2015(4): 37—40.
PENG Chun-mei, LI Jia-ru, HU Hong-fei. Research on Road Fuel Consumption and Carbon Emission Factors of Commercial Trucks[J]. Automotive Technology, 2015(4): 37—40.