文章编号：1003-1421(2026)05-0226-07
引用格式：李云汉，王怀相，周茵，等. 基于熵权法的多式联运发展指数构建与应用研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(5)：226-232.
LI Yunhan，WANG Huaixiang，ZHOU Yin，et al. Research on Construction and Application of Intermodal Transport Development Index Based on Entropy Weight Method[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(5)：226-232.

基于熵权法的多式联运发展指数构建与应用研究

李云汉[1,2]，王怀相[3]，周　茵[3]，黄起龙[4]，黄兴华[2]

(1.中国铁道科学研究院 研究生部，北京　100081；2.交通运输部规划研究院 城市交通与现代物流研究所，北京　100028；3.中国铁道科学研究院集团有限公司 运输及经济研究所，北京　100081；4.交通运输部科学研究院 交通发展中心，北京　100029)

摘　要：为客观了解我国多式联运发展水平，在分析多式联运内涵基础上，构建了由保障能力、服务质量、组织效率、综合效益等4方面11项指标构成的指标体系，利用部分脱敏后的多式联运示范项目数据，研究建立了基于熵权法的多式联运发展指数。最后，以部分国家多式联运示范工程为例，计算得出各个代表性项目的多式联运发展指数，并提出了相应建议。结果表明，我国东部沿海地区多式联运发展较好，中部地区多式联运发展加快推进，西部地区多式联运建设仍需进一步加强，多式联运发展指数反映了各地多式联运发展水平，对推动我国多式联运发展具有较好的指导性。

关键词：综合运输；指数；熵权法；多式联运；示范工程
中图分类号：U491.1　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20240129004

Research on Construction and Application of Intermodal Transport Development Index Based on Entropy Weight Method

LI Yunhan[1,2]，WANG Huaixiang[3]，ZHOU Yin[3]，HUANG Qilong，HUANG Xinghua[2]

(1. Postgraduate Department, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China; 2. Division of Urban Transport & Modern Logistics, Transport Planning and Research Institute, MOT, Beijing 100028, China; 3. Transportation & Economics Research Institute, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China; 4. Transport Development Center, China Academy of Transportation Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: To objectively understand the development level of intermodal transport in China, on the basis of analyzing the connotation of intermodal transport, an index system composed of 11 indicators in four aspects, including guarantee capacity, service quality, organizational efficiency, and comprehensive benefits, was constructed, and the intermodal transport development index based on the entropy weight method was established. Finally, by using partially desensitized data of national intermodal transport demonstration projects, the intermodal transport development index of each representative project was calculated, and corresponding suggestions were proposed. The results show that the development of intermodal transport in the eastern coastal region of China is relatively good; the development of intermodal transport in the central region is accelerating, and the construction of intermodal transport in the western region still needs to be further strengthened. The intermodal transport development index reflects the development level of intermodal transport

收稿日期：2024-01-29　　**修订日期**：2025-12-25
基金项目：河南省交通运输厅科技项目(2021G1)

in different regions and provides good guidance for promoting the development of intermodal transport in China.

Keywords: Integrated Transportation; Index; Entropy Weight Method; Intermodal Transport; Demonstration Project

近年来，交通运输部、国家发展和改革委员会等组织开展了4批国家多式联运示范工程，在全国筛选具有示范性的多式联运企业，有力推动了多式联运创新实践，铁水联运、公铁联运、陆空联运等先进组织模式持续涌现，培育了一批多式联运经营人，但受行业认识不统一、数据获取渠道不完善等因素影响，国内外专家学者对多式联运相关指数的研究较为缺乏，迫切需要研究建立可跟踪、可分析的多式联运发展指数，为多式联运发展决策提供科学量化支撑。

1　研究综述

1.1　研究现状

围绕交通运输相关指数的研究比较丰富，周健等[1]研究构建基于TSI指数的中国运输服务指数，李蓁等[2]探索了综合交通运输服务指数构建与应用，陈治君等[3]以云南省为例构建了省级交通运输服务指数，李晓津等[4]应用因子分析法和德尔菲法建立综合运输发展指数，罗立翔等[5]以重庆为例构建了省级交通运输生产指数，贺菲菲[6]研究了道路货物运输成本指数编制方法，罗莹[7]构建了铁路货运价格指数，黄辉[8]研究了“一带一路”交通运输指数编制方法和发展，李弢等[9]研究并设计了基于大数据的交通运输公众评议指数，赵欣[10]研究了重庆公路货运景气指数编制方法，刘干等[11]建立并分析了浙江省交通运输业景气指数，梁仁鸿等[12]研究建立了综合交通发展指数，周健等[13]研究构建了涉及安全、便捷、高效、绿色、经济等方面的交通强国指数，汪芸芳等[14]对我国国际多式联运枢纽指数构建因素与方法进行了分析研究，Abramović等[15]针对克罗地亚多式联运码头服务质量进行了评价指标研究。但国内外对多式联运发展指数的研究探讨较少，鉴于此，本研究着眼多式联运发展综合评价分析，建立多式联运发展评价指标体系，利用熵权法对指标权重进行标定，计算了多式联运发展指数，依托部分国家多式联运示范工程进行实证分析。

1.2　多式联运发展的内涵要求

20世纪60年代，我国就尝试开展过大宗货物多式联运，主要依托铁路、港口、航运企业组织联合运输，保障重点物资及时有序供给。20世纪90年代以来，我国集装箱多式联运市场加快发展，但受不同运输方式设施能力与服务水平等因素影响，多式联运利益相关方对运输任务能否完成更为关注，因此，早期的多式联运内涵强调多式联运经营人受托运人、收货人委托的行为，突出要求对货物运输全程负责的机制，以确保多式联运任务顺利完成。近年来，《交通强国建设纲要》《推进多式联运发展 优化调整运输结构工作方案(2021—2025年)》等一系列政策文件明确了支持多式联运发展的政策措施，提出货物多式联运经济高效的战略目标，有力提升了我国多式联运发展质量。2022年，国家标准《货物多式联运术语》(GB/T 42184—2022)将多式联运定义为，货物由一种且不变的运载单元装载，相继以2种及以上运输方式运输，并且在转换运输方式的过程中不对货物本身进行操作的联合运输形式。该定义强调了多式联运“门到门”全程使用2种及以上运输方式、不更换运载单元、不对货物本身进行操作等基本特征，表明对多式联运的要求已从注重任务顺利完成转变为注重提升服务质效，要求货物在不同方式间快速转运，更好地发挥不同方式比较优势和组合效率，这为构建多式联运发展指数建立了基本的评价取向。

2　多式联运发展指数构建方法

2.1　构建思路

多式联运发展指数构建遵循以下思路。第1步，考虑到多式联运示范工程是国内各地最具代表性、重要性、创新性的项目，能较好反映多式联运发展的综合实力水平，故确定指数的评价对象为各省市的多式联运示范工程创建项目，评价以年为周期展开。第2步，根据现阶段我国多式联运发展的内涵要求，构建评价指标体系，指标选择充分结合了多式联运示范工程创建项目数据的可得性和可比

性。第3步，根据指标体系，采集并处理原始数据。第4步，采用熵权法确定各指标权重。第5步，根据各指标数据及其权重加权得出指数。

2.2　指标选取原则

（1）导向性。指标要从多式联运内涵要求出发，充分考虑多式联运中转换装、集装箱运用、线路运行效率等政策标准导向，科学客观反映多式联运项目的状态水平。

（2）系统性。指标兼顾多式联运发展的能力、质量、效率、效益等方面特征，能支撑对多式联运项目的系统性评价，指标体系具有一定可扩张性，可以兼顾远期的发展需要。

（3）代表性。指标具有较强的代表性，能够较好体现多式联运过程中的方式衔接、产业带动、资源利用、综合效益等方面的状况。

（4）可得性。指标要便于采集、调查、测算，具备较完善的获取渠道、计算方法、工作机制，采集数据的质量要稳定、可靠。

（5）可比性。指标要通俗易懂，可以对不同情境下、不同时期的多式联运项目进行横向对比分析研究。

2.3　指标体系构建

综合考虑多式联运发展的主要影响因素，结合多式联运重点联系企业填报信息数据采集情况，构建了由4个准则、11个评价指标组成的多式联运发展指数评价指标体系，形成了指标的计算方法。指标体系构建如图1所示。

（1）多式联运保障能力。多式联运保障能力是

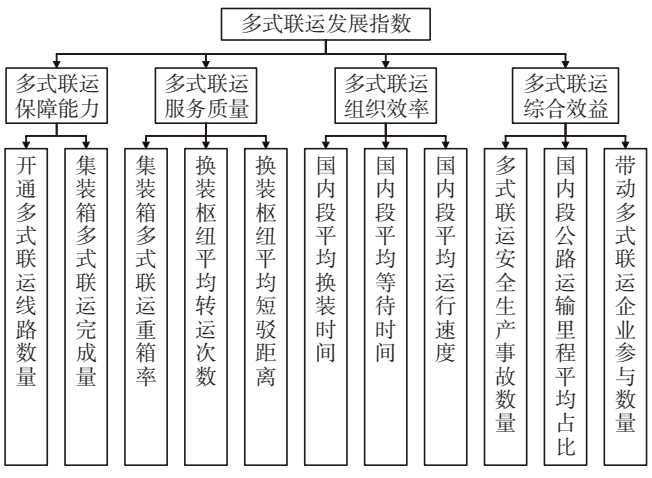

图1　指标体系构建

Fig.1　Construction of index system

企业提供多式联运服务的重要基础，反映了企业在多式联运活动中承运转运以及全程服务的能力，实际运营中，企业开通的多式联运线路数量越多，则服务范围越广、深度越深；企业完成集装箱多式联运运量越大，则保障能力越强。该准则下设开通多式联运线路数量、集装箱多式联运完成量2项指标。

①开通多式联运线路数量，为企业开通多式联运线路数量之和。

$$I_r = \sum_{i=1}^{n} L_i \tag{1}$$

式中：I_r为开通多式联运线路数量，条；n为企业开展货源组织的货运枢纽(物流园区)数量，个；L_i为企业第i个开展货源组织的货运枢纽(物流园区)开通的多式联运线路数量，条。

②集装箱多式联运完成量，为企业已开通多式联运线路完成集装箱多式联运量之和。

$$I_v = \sum_{i=1}^{c} R_i \tag{2}$$

式中：I_v为企业集装箱多式联运完成量，TEU；c为企业已开通多式联运线路数量，条；R_i为企业已开通的第i条多式联运线路完成集装箱多式联运量，TEU。

（2）多式联运服务质量。多式联运服务质量是企业多式联运业务吸引力的重要依托。相对单一运输方式而言，多式联运全过程服务更为复杂，协调主体多、方式不衔接、中间转运多等难点问题突出，企业如能提供无缝衔接的基础设施、最大程度减少空箱调运、减少中间转运无效作业，将有效保障多式联运“门到门”运输连贯性，降低客户不确定性风险。该准则下设集装箱多式联运重箱率、换装枢纽平均转运次数、换装枢纽平均短驳距离3项指标。

①集装箱多式联运重箱率，为企业已经开通多式联运线路完成重箱运量占集装箱多式联运量的比例。

$$I_h = \sum_{i=1}^{c} H_i / \sum_{i=1}^{c} R_i \tag{3}$$

式中：I_h为集装箱多式联运重箱率，%；H_i为企业已开通的第i条多式联运线路完成重箱运量，TEU。

②换装枢纽平均转运次数，为平均完成一次多

式联运活动，货物在换装枢纽完成不同运输方式间装卸、堆存等转运次数。

$$I_t = \sum_{i=1}^{b} T_i / b \tag{4}$$

式中：I_t为换装枢纽平均转运次数，次；b为企业开展的多式联运活动次数，次；T_i为企业第i次多式联运过程中货物途经换装枢纽时在不同运输方式间装卸、堆存等转运次数，次。

③换装枢纽平均短驳距离，为平均完成一次多式联运活动，货物在换装枢纽完成不同运输方式间短驳的距离。

$$I_s = \sum_{i=1}^{b} S_i / b \tag{5}$$

式中：I_s为换装枢纽平均短驳距离，km；S_i为企业第i次多式联运过程中货物途经换装枢纽时在不同运输方式间短驳距离，km。

（3）多式联运组织效率。多式联运组织效率是反映多式联运全程时效的重要表征，多式联运基础设施衔接条件越好，企业实施多式联运的运营组织、技术作业、单证交接、增值服务等环节组织顺畅，货物在多式联运过程中的等待、换装、运输时间就会较短，准时向客户交付货物的可能性越高。考虑到多式联运的国际段运输组织难以通过国内政策调控，因此，在多式联运组织效率方面重点关注国内段发展水平高低，该准则下设国内段平均换装时间、国内段平均等待时间、国内段平均运行速度3项指标。

①国内段平均换装时间，为平均完成一次多式联运活动，货物在国内换装枢纽完成跨运输方式换装作业的时间。

$$I_{tt} = \sum_{i=1}^{b} T_{it} / b \tag{6}$$

式中：I_{tt}为国内段平均换装时间，h；T_{it}为企业第i次多式联运过程中货物在国内换装枢纽完成跨运输方式换装作业的时间，h。

②国内段平均等待时间，为平均完成一次多式联运活动，货物在国内换装枢纽堆存等待的时间。

$$I_{tw} = \sum_{i=1}^{b} T_{iw} / b \tag{7}$$

式中：I_{tw}为国内段平均等待时间，h；T_{iw}为企业第i次多式联运过程中货物在国内换装枢纽堆存等待的时间，h。

③国内段平均运行速度，为企业已开通各条多式联运线路国内段平均运行速度的均值。

$$I_{ts} = \sum_{i=1}^{c} T_{is} / c \tag{8}$$

式中：I_{ts}为国内段平均运行速度，km/h；T_{is}为企业第i条已开通的多式联运线路国内段平均运行速度，km/h。

（4）多式联运综合效益。多式联运综合效益是企业多式联运活动综合收益情况的重要参考，多式联运具有产业链条长、资源利用率高等优势，企业开展多式联运业务，安全、绿色、协同的多式联运服务是社会各界共同期待，也是体现企业多式联运经营服务水平的重要标杆，安全生产事故越少，铁路、水路等干线运输作用发挥越充分，产业协同融合联动越活跃，多式联运带来的综合效益越好，多式联运发展价值越大。该准则下设多式联运安全生产事故数量、国内段公路运输里程占比、带动多式联运企业参与数量3项指标。

①多式联运安全生产事故数量，为企业已开通各条多式联运线路发生安全生产事故数量之和。

$$I_a = \sum_{i=1}^{c} A_i \tag{9}$$

式中：I_a为企业发生的多式联运安全生产事故数量，次；A_i为企业已开通的第i条多式联运线路年发生安全生产事故数量，次。

②国内段公路运输里程平均占比，为企业已开通各条多式联运线路国内段公路运输里程占比平均值。

$$I_p = \sum_{i=1}^{c} P_i / c \tag{10}$$

式中：I_p为企业多式联运线路国内段公路运输里程平均占比，%；P_i为企业已开通的第i条多式联运线路国内段公路运输里程占比，%。

③带动多式联运企业参与数量，为企业开展多式联运活动中，产业链上下游参与多式联运的企业数量之和。

$$I_e = \sum_{i=1}^{c} E_i \tag{11}$$

式中：I_e为企业带动多式联运企业参与数量，个；E_i为企业已开通的第i条多式联运线路参与多式联

运活动的企业数量，个。

2.4　数据标准化处理

由于各个指标量纲不统一，需对指标数据进行标准化处理，去除量纲影响，然后进行分析评价，选用极差法进行标准化处理[16]。

$$Y_{ij}=\frac{x_{ij}-\min x_j}{\max x_j-\min x_j}\quad（正向指标）\tag{12}$$

$$Z_{ij}=\frac{\max x_j-x_{ij}}{\max x_j-\min x_j}\quad（负向指标）\tag{13}$$

式中：x_{ij}为第i个对象的第j指标的实际值；$\max x_j$和$\min x_j$分别为所有评价对象第j个指标的最大值和最小值。

在使用熵权法时，需要提前确定各个指标为正向指标或负向指标。

2.5　权重计算

考虑到主观赋权法在指标重要性判断上，会受专家专业背景、研究领域以及政策倾向等因素影响，存在较强的主观性，为此，多式联运发展指数的指标权重采用客观赋权法中的熵权法确定，指标权重计算步骤如下。

（1）使用熵权法计算各个指标的熵值和熵权，得到各个指标权重。

步骤1：建立n个评价对象的m个指标的评价矩阵$R=(r_{ij})_{m\times n}$。

步骤2：计算第i个指标的熵值。

$$H_i=-k\sum_{j=1}^{n}f_{ij}\ln f_{ij}\tag{14}$$

式中：$f_{ij}=r_{ij}/\sum_{j=1}^{n}r_{ij}$；$k=1/\ln n$；$i$=1，2，…，$m$；$j$=1，2，…，$n$。

步骤3：计算指标的权重，其中第i个指标的熵权为

$$w_i=(1-H_i)/\left(m-\sum_{i=1}^{m}H_i\right)\tag{15}$$

2.6　指数计算

最后，将指标权重与经过标准化处理的指标数值相乘加和，即可得到多式联运发展指数(ITDI)。

$$\mathrm{ITDI}=\sum_{i=1}^{m}w_i y_i\times 100\tag{16}$$

式中：w_i为组合权重；y_i为第i个指标经无量纲化后的数值。

3　实证分析

3.1　指数计算

当前，我国多式联运数据获取渠道仍不完善，本研究利用多式联运示范工程重点联系企业信息填报系统收集数据，数据均由项目实施单位结合实际运营情况提供，经技术脱敏后，选取2018年、2019年、2020年部分数据，实证应用于15个较有代表性的国家多式联运示范工程项目，计算各地多式联运发展指数。根据前述方法，计算得到各指标权重如表1所示。将指标权重与经过标准化处理后的指标数值相乘后求和，得到2018—2020年各地多式联运发展指数(ITDI)如图2所示。

表1　各指标权重

Tab.1　Weights of each indicator

准则层	指标层	2018年	2019年	2020年
多式联运服务能力	开通多式联运线路数量	0.25	0.24	0.16
	集装箱多式联运完成量	0.20	0.20	0.22
多式联运服务质量	换装枢纽平均转运次数	0.08	0.06	0.06
	换装枢纽平均短驳距离	0.05	0.04	0.05
	集装箱多式联运重箱率	0.03	0.03	0.03
多式联运组织效率	国内段平均换装时间	0.03	0.03	0.03
	国内段平均等待时间	0.03	0.04	0.09
	国内段平均运行速度	0.12	0.11	0.11
多式联运综合效益	安全生产事故数量	0.02	0.00	0.00
	国内段公路运输里程占比	0.03	0.04	0.03
	带动多式联运企业参与数量	0.18	0.21	0.22

3.2　分析与校验

2018—2020年各地多式联运发展指数(ITDI)排名比较如表2所示，营口、宁波、连云港、青岛等地排名靠前，且持续保持较高位次，表明东部沿海地区多式联运建设成效较好，其中，营口、连云港等地多式联运线路和服务沿通道向外辐射，吸引了大量腹地货源和过境货源，ITDI排名远好于城市生产总值排名；郑州、武汉等地排名大体保持在中部位置，表明中部地区多式联运发展快速崛起，与沿海省份形成高效良性互动，其中，郑州排名保持较为靠前位置，武汉2020年受新冠疫情影响，集装箱多式联运完成量大幅下降，导致排名出现明显下滑；奎屯、兰州、南宁、重庆等地排名相对靠后，说明西部地区多式联运建设仍有较大提升空间，其中，重庆2020年排名有所上升，但由于市域范围

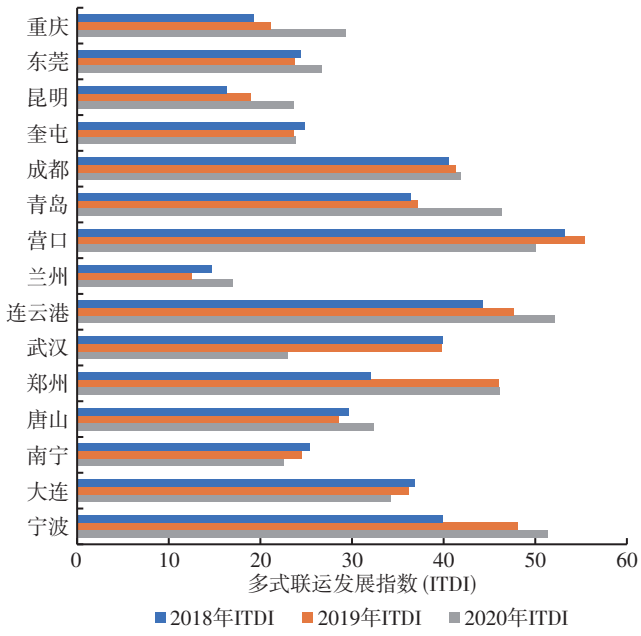

图2　2018—2020年各地多式联运发展指数(ITDI)

Fig.2　Intermodal transport development index (ITDI) in different regions from 2018 to 2020

表2　2018—2020年各地多式联运发展指数(ITDI)排名比较

Tab.2　Comparison of intermodal transport development index (ITDI) rankings in different regions from 2018 to 2020

项目	2018年	2019年	2020年
营口	1	1	3
连云港	2	3	1
成都	3	5	6
武汉	4	6	13
宁波	5	2	2
大连	6	8	7
青岛	7	7	4
郑州	8	4	5
唐山	9	9	8
南宁	10	10	14
奎屯	11	12	11
东莞	12	11	10
重庆	13	13	9
昆明	14	14	12
兰州	15	15	15

较大且地理阻隔较多，多式联运运行线路相对较少、服务延伸不足，多式联运发展水平总体不高。

4　结论

在分析多式联运内涵基础上，建立了多式联运发展评价指标体系，提出了基于熵权法的多式联运发展指数构建方法，以部分国家多式联运示范工程为例，计算各地示范项目的多式联运发展指数(ITDI)，实例表明，多式联运发展指数(ITDI)能较为科学客观地反映地区多式联运发展水平。结合实证分析，提出以下建议。一是西部地区多式联运线路开行数量和辐射范围仍不完善，建议着力推进多式联运线路和设施建设，开行精品线路、定制线路、对流线路等，持续提升多式联运服务能力[17]，支撑内陆地区承接沿海产业转移；二是中西部地区内陆港布局建设仍然存在短板，跨方式设施衔接与组织协调仍是突出问题，部分铁路场站装卸效率低、组织水平弱[18]，建议加强内陆港布局建设，提升既有内陆港多式联运功能，推进铁路专用线进内陆港和物流园区，提升跨方式组织能力；三是部分港口多式联运集疏运体系不完善，铁路、公路与船期匹配不协调，多式联运产品体验不优，造成换装等待时间长、换装次数多等，建议进一步提升跨方式设施衔接水平，推广车船直取、直装直卸等组织模式，加快实现集装箱在不同方式间快速中转换装；四是多式联运规则“软联通”不足仍是主要短板，建议加快健全集装箱多式联运管理制度，加强跨方式标准规则衔接[19]，推进多式联运“一单制、一箱制”发展，有效降低集装箱换装时间和等待时间。本研究仍有不足之处，由于部分项目数据较为敏感且采集存在一定难度，指数实证仅使用了有限的历史数据，指标体系构建也还有进一步优化空间，未来随着我国多式联运技术体系与统计制度的不断发展，可进一步深化对多式联运发展指数的探索。

参考文献：

[1] 周　健，傅昭南，田茂再. 基于TSI指数的中国运输服务指数构建[J]. 系统工程理论与实践，2015，35(4)：965-972.
ZHOU Jian，FU Zhaonan，TIAN Maozai. China Transportation Services Index Construction Based on TSI Index[J]. Systems Engineering—Theory & Practice，2015，35(4)：965-972.

[2] 李　蓁，段雅馨，成宇飞，等. 综合交通运输服务指数构建与应用研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(3)：198-206.
LI Zhen，DUAN Yaxin，CHENG Yufei，et al. Research on Construction and Application of Comprehensive Transportation Service Index[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(3)：198-206.

[3] 陈治君，李洁云，蒲　雯，等. 省级交通运输服务指数构建与应用[J]. 公路交通科技，2023，40(12)：270-278.
CHEN Zhijun，LI Jieyun，PU Wen，et al. Construction and

Application for Provincial Transportation Service Index[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development，2023，40(12)：270-278.

[4] 李晓津，侯远梅. 综合运输发展指数(CTDI)研究与应用：基于各省2020、2021和2022年公布数据[J]. 综合运输，2024，46(10)：7-15.
LI Xiaojin，HOU Yuanmei. Research and Application of Comprehensive Transportation Development Index (CTDI)：Based on Provincial Public Data in 2020，2021 and 2022[J]. China Transportation Review，2024，46(10)：7-15.

[5] 罗立翔，章　玉. 省级交通运输生产指数构建：以重庆为例[J]. 综合运输，2020，42(2)：114-119.
LUO Lixiang，ZHANG Yu. Construction of Provincial Transportation Service Index：A Case Study of Chongqing[J]. China Transportation Review，2020，42(2)：114-119.

[6] 贺菲菲. 道路货物运输成本指数编制方法研究[D]. 西安：长安大学，2013.

[7] 罗　莹. 铁路货运价格指数编制方法及应用研究[D]. 北京：中国铁道科学研究院，2020.

[8] 黄　辉. “一带一路”交通运输指数编制方法和发展[J]. 重庆交通大学学报(社会科学版)，2018，18(4)：28-32，37.
HUANG Hui. Research on the Compilation and Development of “Belt and Road” Transportation Index[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Social Sciences Edition)，2018，18(4)：28-32，37.

[9] 李　弢，刘勇凤，成倩倩，等. 基于大数据的交通运输公众评议指数设计及应用[J]. 公路交通科技，2022，39(9)：177-184.
LI Tao，LIU Yongfeng，CHENG Qianqian，et al. Design and Application of Big-Data-Based Transport Public Comment Index[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development，2022，39(9)：177-184.

[10] 赵　欣. 重庆公路货运景气指数编制与预警研究[D]. 重庆：重庆交通大学，2021.

[11] 刘　干，沈　蕾. 浙江省交通运输业景气指数分析[J]. 中国集体经济，2022(19)：81-83.

[12] 梁仁鸿，龚露阳. 综合交通发展指数构建研究[J]. 交通运输研究，2019，5(1)：8-15.
LIANG Renhong，GONG Luyang. Research on Construction of Comprehensive Transportation Development Index[J]. Transportation Standardization，2019，5(1)：8-15.

[13] 周　健，徐　萍，李　乾. 交通强国指数(TPI)构建研究[J]. 交通运输部管理干部学院学报，2018，28(4)：12-17.
ZHOU Jian，XU Ping，LI Qian. Research on the Construction of the Transportation Power Index (TPI)[J]. Journal of Transport Management Institute Ministry of Transport，2018，28(4)：12-17.

[14] 汪芸芳，陆　然，胡文韬，等. 我国国际多式联运枢纽指数构建因素分析[J]. 时代经贸，2019，16(34)：89-90.
WANG Yunfang，LU Ran，HU Wentao，et al. Analysis on the Construction Factors of China’s International Multimodal Transport Hub Index[J]. Economic & Trade Update，2019，16(34)：89-90.

[15] ABRAMOVIĆ B，LOVRIĆ I，STUPALO V. Analysis of Intermodal Terminals Service Quality in the Republic of Croatia[J]. PROMET-Traffic&Transportation，2012，24(3)：253-260.

[16] 龚露阳，闫　超，陈　硕. 旅客联程运输发展指数构建与应用[J]. 交通运输研究，2021，7(3)：90-101.
GONG Luyang，YAN Chao，CHEN Shuo. Construction of Intermodal Passenger Transportation Development Index and Its Application[J]. Transport Research，2021，7(3)：90-101.

[17] 吴华稳. 面向“一带一路”的多式联运发展研究综述[J]. 铁路物流，2025，43(7)：48-53.
WU Huawen. Research Review on Multimodal Transport Development in Context of “Belt and Road Initiative”[J]. Railway Logistics，2025，43(7)：48-53.

[18] 潘文献. 基于多式联运发展的铁路物流基地功能布局优化研究[J]. 铁路物流，2025，43(4)：1-6.
PAN Wenxian. Research on the Optimization of the Function Layout of Railway Logistics Base Based on the Development of Multimodal Transport[J]. Railway Logistics，2025，43(4)：1-6.

[19] 庄　河. 铁路多式联运发展策略研究[J]. 铁道运输与经济，2021，43(2)：1-6.
ZHUANG He. Countermeasures for Development Strategy of Railway Multi-Modal Development[J]. Railway Transport and Economy，2021，43(2)：1-6.

(责任编辑　魏　然)