文章编号：2097-5899(2026)10-0023-09　　**中图分类号**：U231　　**文献标识码**：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202506240001
引用格式：王镇豪，孙颖，吕丽媛. TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局规划研究[J]. 铁路物流，2026，44(10)：23-31.
WANG Zhenhao，SUN Ying，LYU Liyuan. Research on Layout Planning of “Dual Network” Urban Public Distribution Centers under TOD Strategy[J]. Railway Logistics，2026，44(10)：23-31.

TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局规划研究

王镇豪[1]，孙　颖[2]，吕丽媛[2]

(1. 济南市规划设计研究院 交通规划研究中心，山东 济南　250101；2. 烟台市规划设计院，山东 烟台　264000)

摘　要：当前国内大多城市配送活动依托城市道路通道网络，而城市轨道交通具有快速、准时、绿色等特质，其势必会在未来城市配送系统中与传统城市道路配送共同发挥重要作用。通过对城市轨道交通站点进行功能分类、空间分级研究，在传统城市道路配送模式的基础上，提出了耦合城市轨道TOD站点类型的“双网络”城市配送体系，以期指导未来城市配送体系构建。基于乘法组合赋权-TOPSIS法，构建城市公共配送中心布局规划决策评价模型，可用于城市公共配送中心布局规划决策计算。最后以济南市绕城高速公路内二环东路以东区域为研究对象进行案例分析。结果表明：基于乘法组合赋权-TOPSIS法的规划决策评价模型及求解方法有助于解决TOD战略下“双网络”城市公共配送中心规划布局问题。

关键词：TOD；双网络；城市配送体系；城市公共配送中心；乘法组合赋权-TOPSIS法

0　引言

TOD战略对城市整体空间布局重构，不仅仅改变“人”的出行行为，同样也在潜移默化地改变“物”的组织模式。“双网络”是指城市轨道网和城市道路网。

目前国内外在“双网络”城市配送体系或公共配送中心布局等方面研究成果较少。其中，国内学者侧重对地铁配送或传统道路配送单一方面的研究，国外学者对地下物流运输管道和网络开展了相关研究。TOD城市配送方面，李敬恒[1]分析了TOD背景下地铁配送网络和物流节点选择因素，并研究了配送优化模型及求解算法。盛泠铃[2]利用组合赋权-TOPSIS法研究了规划决策评价模型，并以成都市TOD项目为案例佐证。钟佩茜等[3]以物流型TOD为研究对象，强调了站城融合、片区统筹开发、多式联运等规划内容。何冬华[4]分析了TOD空间特征与作用机制。城市轨道交通配送可行性及运营模式研究方面，Sinfield等[5]分析了不同类型的物流运输管道成本，证明了物流运输管道网络可行性。原冰[6]从运输能力和效率、准时高效、安全、环保等方面分析了轨道交通开展物流配送的可行性，并探讨了“客运＋货运”等运营模式。聂闻聪等[7]开展了城市配送可行性及运营模式研究，构建了依托地铁网络的城市配送系统选址模型。李润国[8]基于城市轨道交通客流时空分布特征，开展了城市轨道交通的物流配送模式及节点设计研究。赵静[9]从配送模式选择、运营规划设计等方面分析了城市轨道交通在物流配送中的应用，并从政府法规建设、技术装备创新、管理服务优化等方面提出了城轨交通与物流配送深度融合的对策。城市轨道交通配送网络研究方面，Stein等[10]开展了地下物流系统网络规划研究，提出了地下物流网络规划发展建议。米雪丽[11]基于地铁的城市配送网络节点和网络线路决策，开展了配送模式和网络

收稿日期：2025-06-24

路径优化研究。城市轨道交通配送模型研究方面，贺瑞梅[12]分析了层次-熵模糊综合评判模型等物流节点选址方法。吴雨遥[13]从运输模式、运输时段和运输能力等方面开展了城市轨道交通的城市配送可行性分析，构建了基于站点重要程度的评价模型和转运点选址模型。张涵[14]分析了地下物流系统等理论基础，进行了城轨货运系统市场需求分析与吸引力评估，提出了基于双层规划模型的三级城轨货运网络规划方法。何祖勇[15]基于模糊时间窗等城市轨道交通配送理论、运营模式、可行性分析等研究，构建了城市轨道交通物流配送路径模型。张戎等[16]从政府规划者和使用者2个角度构建了城市配送末端节点布局双层规划模型。郭军华等[17]考虑了线路容量、配送时长等，构建高铁快运“最后一公里”配送路径优化模型。张苏波[18]提出适合钢铁物流中心平面布局的原则。吕星皓等[19]运用熵权TOPSIS法，计算各备选区县的重要度，计算得到应急物流二级配送中心最优方案。曹波等[20]对南凭高铁快运物流基地网络布局方案进行设计。

既有研究成果主要存在不足：①未建立城市配送体系与TOD站点类型之间联系；②尚未针对“双网络”城市公共配送中心构建布局规划评价指标体系；③未建立“双网络”城市公共配送中心规划决策评价模型。基于国内外学者研究成果，结合国内城市配送发展现状和城市轨道交通站点功能分类、空间分级相关研究，研究提出了耦合TOD站点类型的“双网络”城市配送体系，建立了TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局规划评价指标体系，并构建了城市公共配送中心布局规划决策评价模型。

1　TOD战略下“双网络”城市配送体系研究

1.1　轨道站点与城市配送供需特征耦合分析

轨道站点分级分类是TOD战略规划中系统化、差异化、导则化原则的重要抓手，因其综合反映轨道站点总体特征，也是重塑TOD战略下城市配送体系的重要依据。轨道站点功能分类用于确定轨道站点的功能定位、用地布局结构、公共服务配套等，影响配送货物结构、需求分布、配送节点最佳选址位置；轨道站点空间分级用于确定站点的开发规模、地上地下空间利用、空间形态、城市风貌，影响轨道站点周边货物需求总量、配送节点的规模级别和建设型式。在轨道站点功能分类和空间分级的基础上，统筹考虑交通区位、设施、服务范围及水平等因素，在不考虑特殊情况下，将轨道站点主要分为枢纽站、端头站、中心站和一般站等4类，作为本次城市配送供需特征耦合分析的基础。轨道站点类型与城市配送耦合性分析如表1所示。

枢纽站、端头站是城市与城市、城市与乡镇联系的“桥梁”，宜与城市配送一级节点布局匹配，除城市道路外，宜链接机场、高速铁路、普速铁路等对外枢纽货运场站以及公路等对外货运通道。中心站位于城区或组团的中心、副中心，对周边区域的客流、货流均有较大辐射作用，宜匹配布局城市配送二级节点，为城区货物配送提供中转服务。一般站分布较为密集，可服务城市配送“最后一公里”，可在每个站设置城市配送三级节点即末端节点。

表1　轨道站点类型与城市配送耦合性分析

Tab.1　Analysis of coupling between rail station types and urban distribution

轨道站点特征		站点功能定位		配送网络匹配性分析		配送节点匹配性分析	
站点类型	站点分类原则	客运体系	配送体系	连接通道	辐射范围	节点数量	节点规模
枢纽站	依托高铁站、机场等大型对外交通枢纽设置的轨道交通车站	对外枢纽	一级节点	高铁/机场、城市轨道交通、公路	城际、城市	单个	大型
端头站	服务城郊、辐射城市外围区域的轨道交通线路起终点车站	城郊枢纽	一级节点	公路、城市轨道交通、城市道路	城市、乡镇	单个	大型
中心站	服务城市级、地区级公共服务中心或副中心、组团中心的轨道交通换乘车站	城区枢纽	二级节点	城市轨道交通、城市道路	城市	单个或多个	大型或中型
一般站	上述车站以外的轨道交通车站	一般枢纽	三级节点	城市轨道交通、城市道路	城市	多个	小型

1.2　“双网络”城市配送体系构建

将城市轨道交通网和城市道路交通网融合，构建“双网络”城市配送体系，可更好促进城市轨道交通网、城市道路交通网“双网”协同发力，助力城市配送高质量发展。

1.2.1　“双网络”城市配送节点体系

通过耦合不同TOD站点类型特征，结合配送节点各层次服务功能要点，从“区县级—街道级—社区级”3个层面，构建三级城市配送节点体系，“双网络”城市配送体系示意图如图1所示。

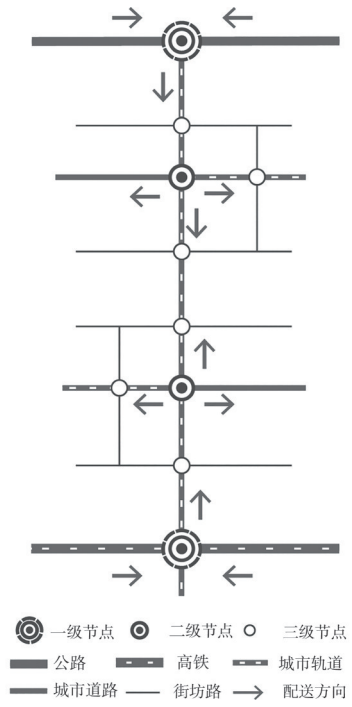


图1　“双网络”城市配送体系示意图

Fig.1　Schematic diagram of “dual network” urban distribution system

一级节点(区县级)：结合TOD枢纽站(高铁站等)、端头站布置城市配送物流园区，园区用地、功能布局、入驻企业核验等均需相关政府部门统筹策划，宜采用TOD综合开发模式或者利用城郊用地，新增或将原物流用地指标迁移至TOD站点周边，鼓励多企业入驻共享资源，尽可能在城市4个方向布置，通过改造轨道交通空间、升级装卸装备等配套物流装备，强化TOD枢纽站或端头站的便捷通道联系。因一级节点承载城市对外货运联系，除连接城市轨道交通外，还宜与高速铁路、公路、城市快速路保持顺畅连接。结合服务区县尺度范围和配送时效等要求，服务半径宜为10～20 km。

二级节点(街道级)：结合TOD中心站布置城市公共配送中心，在城市空间资源允许前提下，核减商业、办公、居住用地面积或建筑面积的10%～20%，保障分拣、仓储、装卸、停车等空间。因二级节点的下一级配送网可能是城市道路网，除连接城市轨道交通外，还与城市主、次干路保持顺畅连接。结合服务街道尺度范围和配送时效等要求，服务半径宜为3～5 km。

三级节点(社区级)：结合轨道交通车站的站内外空间设置配送末端节点，宜设置在人流动线附近的边角区域，采用现代信息技术，提高取寄件效率和安全性。因三级节点面临上门配送服务，需设置城市配送车辆临时停车位，并与城市次支路、街坊路保持顺畅连接。结合服务社区尺度范围和配送时效等要求，服务半径宜为300～500 m。

1.2.2　“双网络”城市配送通道网络体系

以三级城市配送节点体系为锚点，构建“双网络”城市配送三级通道网络体系，强化三级城市配送节点之间以及与客户之间的网络联系。

从功能定位、通道设施、配送车辆、货物重量和体积、平均速度、配送时段、运送成本、时效性、环保性、节点衔接等11个主要指标分析各级通道网络特征，“双网络”城市配送通道网络指标分析如表2所示。城市轨道交通网在运送成本、时效性、环保性等方面具有明显优势。

2　TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局规划评价指标体系构建

2.1　TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局的主要影响因素分析

以城市配送的综合成本最小化、配送运输便利化、设施需求最大化和协调发展最优化为目标，综合考虑TOD战略因素，提出经济性、交通性、社会性和可持续性等四大影响因素。

2.1.1　经济性因素——综合成本最小化

(1) 土地价格或房屋租金。主要的经济成本之一，距离TOD站点越近土地价格或房屋租金越高，可在运输成本与此项成本之间取得平衡。

(2) 运输成本。主要的经济成本之一，是城市公共配送中心上下游运输成本，包括运输过程中的电费、油费、装卸费等。城市轨道配送的加入有利于优化整体城市配送运输成本结构。

(3) 劳动力成本。包括公共配送中心的管理人员、配送人员的工资、福利等，TOD站点周边工作人员与其他地区工作人员在工资收入上有一定差异。

表2　“双网络”城市配送通道网络指标分析表

Tab.2　Analysis of network indicators for “dual network” urban distribution channels

主要指标	城市轨道交通配送通道网络			城市道路配送通道网络		
	一级	二级	三级	一级	二级	三级
功能定位	联系一级节点和二级节点	联系二级节点和三级节点	联系三级节点和客户	联系一级节点和二级节点	联系二级节点和三级节点	联系三级节点和客户
连接通道	城市轨道交通线路		街坊路	主干路	次支路	街坊路
配送车辆	城市轨道车辆		三轮车	中型货车	小型货车	三轮车或小型货车
货物质量	大		小	大	中	小
货物体积	中小型货物			不限		
平均速度	30~60 km/h		8~15 km/h	40~60 km/h	15~30 km/h	8~15 km/h
配送时段	非通勤高峰期运营时段		不限	不限		
运送成本	低		高	高		
时效性	高		较高	一般		较高
环保性	高			差		高
节点衔接	不便利		便利	便利		

（4）运营管理费。包括物业费、水电费、停车费、车辆维修费等，TOD站点周边的运营管理费用偏高。

（5）车辆成本。包括折算后的轨道车辆折旧、维护等费用，货车购置费、维修保养费等。

（6）既有条件可利用程度。通过利用既有城市轨道资源可降低综合成本。

2.1.2　交通性因素——配送运输便利化

（1）交通可达性。宜与城市轨道交通、城市道路保持良好衔接，路网结构和密度合理，配送流线顺畅性。宜选择地形平坦场地，避免大坡度和绕路等。

（2）城市轨道交通客流量。宜选择城市轨道交通客流量相对有剩余配送空间的线路车站周边。

（3）周边道路交通运行状况。宜选择衔接道路交通运行状况良好的轨道车站周边，并考虑在TOD地区客流高峰期，城市配送错峰运行。

（4）装卸停车空间。宜适合配送车辆停放装卸货物，TOD站点周边的空间往往较紧张。

2.1.3　社会性因素——配送需求最大化

（1）人口、岗位规模与分布集中度。在条件允许的情况下，宜贴近开发强度高、人口和岗位集中度高的TOD开发区域选址，最大化提高配送速度和服务效率。

（2）年龄结构适宜性。TOD社区中老年人普遍倾向线下购物，对网购配送服务要求相对较低。

（3）文化教育程度。TOD社区中不同文化教育程度的人群对配送服务速度、服务质量、时效性、安全性等要求有所不同，选址应更多关注高要求人群的配送服务需求。

2.1.4　可持续性因素——协调发展最优化

（1）政策支持。包括TOD战略下城市配送的政府支持和补贴政策、配送车辆通行政策等。

（2）规划协调。考虑选址与城市轨道交通沿线用地规划、功能的协调性等。

（3）服务区域的经济发展水平。考虑服务TOD站点周边区域的整体经济发展水平是配送节点可持续稳定发展的基础。

（4）居民消费水平。TOD站点周边居民消费水平是决定公共配送中心规模的重要影响因素。

（5）行业竞争。考虑TOD站点周边区域的其他既有配送中心的竞争关系，如既有配送中心会抢夺配送需求、资源等。

2.2　规划评价指标体系构建

基于以上主要影响分析，从经济可行性、交通便利性、社会适应性、发展可持续性等方面，建立TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局规划评价指标体系，共包含4大类18项评价指标，规划评价指标体系如表3所示。

3　城市公共配送中心布局规划决策评价模型构建

3.1　基于TOPSIS法的城市公共配送中心布局规划决策评价模型

3.1.1　构建决策矩阵

初步选定m个城市公共配送中心备选方案$A=$

表3　规划评价指标体系

Tab.3　Planning evaluation index system

目标层	准则层	指标层
TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局	经济可行性	土地价格或房屋租金
		运输成本
		劳动力成本
		运营管理费
		车辆成本
		既有条件可利用程度
	交通便利性	交通可达性
		城市轨道交通客流量
		周边道路交通运行状况
		装卸停车空间
	社会适应性	人口、岗位规模与分布集中度
		年龄结构适宜性
		文化教育程度
	发展可持续性	政策支持
		既有规划
		服务区域的经济发展水平
		居民消费水平
		行业竞争

$\{A_1,A_2,\cdots,A_m\}$ 和 n 个评价指标 $P=\{P_1,P_2,\cdots,P_m\}$，$X=(x_{ij})_{m\times n}$ 为备选方案 A_i 对评价指标集 P_j 的决策矩阵。

$$X=(x_{ij})_{m\times n}=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

3.1.2　初始决策矩阵标准化

根据理想目标值取值方向，TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局规划的18项评价指标大致分为极大型和极小型两类，形成标准化矩阵 $Z=(z_{ij})_{m\times n}$。

极大型指标：$z_{ij}=\dfrac{x_{ij}-\min x_{ij}}{\max x_{ij}-\min x_{ij}}$ (2)

极小型指标：$z_{ij}=\dfrac{\max x_{ij}-x_{ij}}{\max x_{ij}-\min x_{ij}}$ (3)

3.1.3　确定评价指标权重

将层次分析法权重 δ_j 和熵权法权重 θ_j 组合赋权，即 $\alpha_j=\dfrac{\delta_j\theta_j}{\sum_{j=1}^{n}\delta_j\theta_j}$。组合权重向量为 $\alpha=(\alpha_1,\alpha_2,\cdots,\alpha_j,\cdots,\alpha_n)$，其中 α_j 为第 j 个指标的权重。

3.1.4　优劣排序

确定正、负理想解，计算城市公共配送中心备选方案相对贴进度，相对贴近度值越大，排序靠前，越接近最优解，进行优劣排序后，综合决策确定最终方案。

3.2　城市公共配送中心布局规划评价指标权重确定

3.2.1　层次分析法

选取城市规划、物流规划、交通规划的9位专家打分，将众数作为判断矩阵。各级判断矩阵 CR 值均小于0.1，符合一致性要求。层次分析法指标权重如表4所示。

3.2.2　熵权法

计算第 i 个城市公共配送中心备选方案的第 j 项指标权重 $T_{ij}=\dfrac{t_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}t_{ij}}$（$t_{ij}$ 表示第 i 个城市公共配送中心备选方案在第 j 项指标下的分值），并计算第 j 项指标的熵 $S_j=-L\sum_{i=1}^{m}T_{ij}\ln(T_{ij})$，其中 $L=1/\ln m>0$。计算差异

表4　层次分析法指标权重

Tab.4　Weight of analytic hierarchy process indicators

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	二级指标合成权重
经济可行性	0.444 5	土地价格或房屋租金	0.324 0	0.144 0
		运输成本	0.324 0	0.144 0
		劳动力成本	0.114 9	0.051 1
		运营管理费	0.114 9	0.051 1
		车辆成本	0.061 1	0.027 2
		既有条件可利用程度	0.061 1	0.027 2
交通便利性	0.222 2	交通可达性	0.350 7	0.077 8
		城市轨道交通客流量	0.350 7	0.077 8
		周边道路交通运行	0.189 3	0.042 1
		装卸停车空间	0.109 3	0.024 3
需求匹配性	0.111 1	人口、岗位规模与分布集中度	0.539 0	0.059 9
		年龄结构适宜性	0.163 8	0.018 2
		文化教育程度	0.297 2	0.033 0
发展可持续性	0.222 2	政策支持	0.307 7	0.068 4
		既有规划	0.307 7	0.068 4
		服务区域的经济发展水平	0.077 0	0.017 1
		居民消费水平	0.153 8	0.034 2
		行业竞争	0.153 8	0.034 2

系数$C_j=1-S_j$和各指标权重$\gamma_j=\frac{C_j}{\sum_{j=1}^{n}C_j}$。

4　案例分析

4.1　案例概况

济南市城市轨道交通线路目前运营3条、在建5条。将济南市城市轨道交通一、二期144处站点划分为枢纽站、中心站、端头站和一般站，其中中心站31处。以绕城高速范围内二环东路以东区域为研究对象，选取历山路站、工业南路站、历下广场站、丁家庄站、八涧堡站、凤凰路站、王舍人站等7处站点，作为TOD战略下“双网络”城市公共配送中心(二级节点)布局的备选方案。

结合社会经济发展趋势和国土空间规划情况，针对目标年备选方案评价指标赋予初始值，其中编号为6—18的评价指标采用专家打分法赋值，备选站点指标初始数据如表5所示。

4.2　规划决策评价

4.2.1　指标权重确定

层次分析法指标权重参照表4，熵权法指标权重如表6所示。

采用乘法组合赋权，评价指标最终权重如表7所示。

4.2.2　模型求解

备选方案与正负理想解的距离和相对贴近度及排序如表8所示。

结合相对贴近度排序，研究范围内TOD战略下“双网络”城市公共配送中心布局方案优先排序为：凤凰路站、历山路站、王舍人站、历下广场站、工业南路站、丁家庄站、八涧堡站。

5　结束语

研究提出了耦合TOD站点类型的“双网络”城市配送体系，建立了规划评价指标体系和规划决策评价模型，对于指导未来城市配送体系构建、评估未来城市公共配送中心选址方案、城市公共配送中心布局规

表5　备选站点指标初始数据

Tab.5　Initial data of candidate site indicators

编号	主要指标	历山路站	工业南路站	历下广场站	丁家庄站	八涧堡站	凤凰路站	王舍人站
1	土地价格或房屋租金/(元/(m^2·d))	3.3	3.9	4.5	4.2	3.8	3.7	3.4
2	运输成本/(元/d)	12 000	10 100	9 000	9 500	10 200	10 300	11 500
3	劳动力成本/(元/月)	80 000	90 000	95 000	90 000	90 000	85 000	80 000
4	运营管理费/(元/月)	9 000	9 400	10 000	9 600	9 400	9 400	9 000
5	车辆成本/(元/月)	17 300	16 400	14 900	15 500	16 100	15 800	17 600
6	既有条件可利用程度	3.2	2.4	1.5	1.2	2.5	2.7	3.5
7	交通可达性	4.3	4.5	4.6	4.4	4.2	4.5	4.2
8	城市轨道交通客流量	3.9	4.7	4.8	4.6	4.3	4.1	3.8
9	周边道路交通运行状况	4.1	3.7	3.6	3.4	4.2	4.5	4.2
10	装卸停车空间	3.2	1.8	1.5	1.6	1.9	2.9	3.2
11	人口、岗位规模与分布集中度	3.8	4.6	4.9	4.7	4.2	4.1	3.9
12	年龄结构适宜性	4.3	4.8	4.8	4.9	4.7	4.5	4.3
13	文化教育程度	4.1	4.7	4.8	4.9	4.4	4.3	4.1
14	政策支持	2.2	1.5	1.5	1.5	1.8	2.2	2.2
15	既有规划	3.0	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
16	服务区域的经济发展水平	4.5	4.8	4.8	4.8	4.6	4.5	4.5
17	居民消费水平	4.1	4.8	4.9	4.7	4.3	4.1	4.1
18	行业竞争	3.3	1.7	1.5	1.8	2.5	2.7	3.5

表6　熵权法指标权重

Tab.6　Entropy weight method indicator weights

编号	指标	熵值	差异系数	权重
1	土地价格或房屋租金/(元/(m^2·d))	0.879 7	0.120 3	0.035 6
2	运输成本(元/d)	0.871 1	0.128 9	0.038 1
3	劳动力成本(元/月)	0.859 6	0.140 4	0.041 5
4	运营管理费(元/月)	0.894 8	0.105 2	0.031 1
5	车辆成本(元/月)	0.853 8	0.146 2	0.043 2
6	既有条件可利用程度	0.860 3	0.139 7	0.041 3
7	交通可达性	0.783 5	0.216 5	0.064 0
8	城市轨道交通客流量	0.816 8	0.183 2	0.054 2
9	周边道路交通运行	0.855 5	0.144 5	0.042 7
10	装卸停车空间	0.764 4	0.235 6	0.069 6
11	人口、岗位规模与分布集中度	0.819 1	0.180 9	0.053 5
12	年龄结构适宜性	0.799 5	0.200 5	0.059 3
13	文化教育程度	0.771 3	0.228 7	0.067 6
14	政策支持	0.687 6	0.312 4	0.092 4
15	既有规划	0.920 8	0.079 2	0.023 4
16	服务区域的经济发展水平	0.675 2	0.324 8	0.096 0
17	居民消费水平	0.664 1	0.335 9	0.099 3
18	行业竞争	0.840 4	0.159 6	0.047 2

表7　评价指标最终权重

Tab.7　Final weight of evaluation indicators

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重
经济可行性	0.329 8	土地价格或房屋租金	0.101 7
		运输成本	0.108 9
		劳动力成本	0.042 1
		运营管理费	0.031 5
		车辆成本	0.023 3
		既有条件可利用程度	0.022 3
交通便利性	0.251 7	交通可达性	0.098 8
		城市轨道交通客流量	0.083 6
		周边道路交通运行状况	0.035 7
		装卸停车空间	0.033 6
需求匹配性	0.129 3	人口、岗位规模与分布集中度	0.063 6
		年龄结构适宜性	0.021 4
		文化教育程度	0.044 3
发展可持续性	0.289 2	政策支持	0.125 4
		既有规划	0.031 8
		服务区域的经济发展水平	0.032 6
		居民消费水平	0.067 4
		行业竞争	0.032 0

表8　备选方案与正负理想解的距离和相对贴近度及排序

Tab.8　Distance, relative closeness, and ranking of alternative solutions to positive and negative ideal solutions

备选方案	正理想解距离 $D+$	负理想解距离 $D-$	相对接近度 C	排序
历山路站	0.175 859	0.195 328	0.526 226	2
工业南路站	0.174 278	0.150 870	0.464 004	5
历下广场站	0.195 508	0.188 998	0.491 536	4
丁家庄站	0.182 126	0.150 955	0.453 207	6
八涧堡站	0.167 268	0.129 326	0.436 037	7
凤凰路站	0.120 614	0.195 788	0.618 796	1
王舍人站	0.176 350	0.194 536	0.524 516	3

划决策计算有一定的参考价值。以济南市绕城高速范围内二环东路以东区域为研究对象进行案例分析，证实了模型及求解方法的可行性。

参考文献：

[1] 李敬恒. TOD背景下成都地铁物流发展基本方案及配送网络设计优化研究[D]. 成都：西南交通大学，2021.

[2] 盛泠铃. 基于组合赋权-TOPSIS的城市轨道交通TOD项目投资站点决策评价研究[D]. 成都：西南交通大学，2021.

[3] 钟佩茜，吴天谋，李亚洲，等. 物流型TOD规划发展研究：以东莞大京九片区为例[C]//中国城市规划学会. 人民城市，规划赋能：2023中国城市规划年会论文集(06城市交通规划). 广州：广州市城市规划勘测设计研究院，2023.

[4] 何冬华. TOD影响下的站点地区空间发展演进与土地利用形态重组[J]. 规划师，2017，33(4)：126-131.
HE Donghua. Spatial Evolution and Land Use Reorganization of Station Vicinity under TOD Model[J]. Planners，2017，33(4)：126-131.

[5] SINFIELD J V，EINSTEIN H H. Tunnel Construction Costs for Tube Transportation Systems[J]. Journal of Construction Engineering and Management，1998，124(1)：48-57.

[6] 原　冰. 城市轨道交通开展物流配送的可行性及运营模式探讨[J]. 城市轨道交通研究，2024(6)：I0027-I0028.

[7] 聂闻聪，楚龙娟，向　楠，等. 城市轨道物流配送模式研究及节点选址优化[J]. 地下空间与工程学报，2023，19(S1)：17-25.
NIE Wencong，CHU Longjuan，XIANG Nan，et al. Research on Distribution Mode of Urban Rail Logistics and Optimization of Node Location[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering，2023，19(S1)：17-25.

[8] 李润国. 基于城市轨道交通的物流配送系统及其节点研究[D]. 兰州：兰州交通大学，2020.

[9] 赵　静. 城市轨道交通在物流配送中的应用探讨[J]. 中国物流与采购，2024(12)：119-120.

[10] STEIN D，SCHOESSER B. Cargo Cap-Transportation of Goods through Underground Pipelines：Research Project in Germany[C]// New Pipeline Technologies，Security，and Safety. Baltimore，Maryland，USA. American Society of Civil Engineers，2003：1625-1634.

[11] 米雪丽. 基于地铁的城市物流配送网络规划研究[D]. 兰州：兰州交通大学，2022.

[12] 贺瑞梅. 城市物流节点布局规划研究[D]. 南京：南京林业大学，2008.

[13] 吴雨遥. 基于城市轨道交通的城市配送转运点选址研究[D]. 成都：西南交通大学，2022.

[14] 张　涵. 基于城市轨道交通的地下物流网络规划与协同优化研究[D]. 北京：北京交通大学，2024.

[15] 何祖勇. 基于模糊时间窗的城市轨道交通物流配送路径研究[D]. 成都：西南交通大学，2022.

[16] 张　戎，王镇豪. 城市配送末端节点布局双层规划模型及算法[J]. 同济大学学报(自然科学版)，2012，40(7)：1035-1040.
ZHANG Rong，WANG Zhenhao. Bi-Level Programming Model and Solution Algorithm for Layout of Terminals of City Distribution[J]. Journal of Tongji University (Natural Science)，2012，40(7)：

1035-1040.

[17] 郭军华，宋星雨. 高铁快运末端配送车辆路径规划研究[J]. 铁道运输与经济，2023，45(12)：74-81.
GUO Junhua，SONG Xingyu. Research on Vehicle Route Planning of Terminal Distribution of High Speed Rail Express[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(12)：74-81.

[18] 张苏波. 钢铁物流中心平面布局研究[J]. 铁道货运，2024，42(3)：23-30.
ZHANG Subo. Research on the Layout of Steel Logistics Center[J]. Railway Freight Transport，2024，42(3)：23-30.

[19] 吕星皓，张子昂，尹传忠，等. 区域应急物流二级配送中心选址研究[J]. 铁道运输与经济，2023，45(8)：55-61.
LYU Xinghao，ZHANG Ziang，YIN Chuanzhong，et al. Site Selection of Secondary Distribution Center in Regional Emergency Logistics[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(8)：55-61.

[20] 曹　波，莫雁冰，韦　巍，等. 南凭高铁快运发展规划及实施路径研究[J]. 铁道货运，2024，42(2)：7-15，33.
CAO Bo，MO Yanbing，WEI Wei，et al. Research on the Development Plan and Implementation Path of Nanning-Pingxiang High Speed Rail Express[J]. Railway Freight Transport，2024，42(2)：7-15，33.

（责任编辑：吴文娟）

Research on Layout Planning of “Dual Network” Urban Public Distribution Centers under TOD Strategy

WANG Zhenhao[1]，SUN Ying[2]，LYU Liyuan[2]

(1. Transportation Planning Research Center，Jinan City Planning and Design Institute，Jinan 250101，Shandong，China；2. Yantai Planning and Design Institute，Yantai 264000，Shandong，China)

Abstract: Currently, most urban delivery activities in China rely on the urban road network. Urban rail transit has the characteristics of speed, punctuality, and greenness, and it is bound to play an important role in the future urban distribution system together with traditional urban road distribution. By conducting functional and spatial classification research on urban rail transit stations, a “dual network” urban distribution system coupling TOD station types of urban rail transit was proposed on the basis of the traditional urban road distribution model, to guide the construction of future urban distribution systems. Based on the multiplication combination weighting-TOPSIS method, a decision evaluation model for layout planning of urban public distribution centers was constructed, which can be used for decision calculation of layout planning of urban public distribution centers. Finally, a case study was conducted on the area east of the Second Ring East Road within the Jinan Ring Expressway. The results indicate that the planning decision evaluation model and solution method based on the multiplication combination weighting-TOPSIS method are helpful in solving the layout planning problem of “dual network” urban public distribution centers under the TOD strategy.

Keywords: TOD; Dual Network; Urban Distribution System; Urban Public Distribution Center; Multiplication Combination Weighting-TOPSIS Method