■ 文章编号:1672-5328(2009)05-0012-09

城市交通 第7卷 第5期 2009年9月
Urban Transport of China, Vol.7, No.5, September 2009

城市铁路物流园区选址规划方法

Site Selection Method for Railway Logistical Parks

张晓东[1]，潘　华[1]，万　涛[2]

(1.北京交通大学交通运输学院,北京 100044;2.中粮国际(北京)有限公司,北京 100005)

ZHANG Xiao-dong[1], PAN Hua[1], WAN Tao[2]

(1. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. COFCO International (Beijing) Co., Ltd, Beijing 100005, China)

摘要：阐述了铁路物流园区的概念和特征,从定性和定量两方面分析了其选址规划的基本思路。构建了选址规划方法体系,采用基于层次分析法的模糊综合评判和基于需求势能理论的离散选址方法确定选址方案。提出选址评价指标体系,包括车站作业条件、交通区位条件、地区支撑条件和环境支撑条件4大类。最后,以北京市为例,提出铁路物流园区选址规划方案,其结果与北京市物流及铁路发展规划基本吻合。

Abstract: This paper starts with the definition and characteristics of railway logistics park, and further discusses the site selection planning by both quantitative and qualitative analyses. The paper develops a methodological system for site selection planning of railway logistical park, which determines site selection scenarios using AHP-based fuzzy comprehensive evaluation, and discrete site selection method based on Demand Potential Energy theory. Then the paper presents a system of evaluation indices, including operation, location, regional and environmental support for railway stations. Finally, a case study from Beijing is conducted to present site selection scenario of railway logistical park, which is better match existing logistics and railway development planning in Beijing.

关键词:物流规划;物流园区;选址;铁路

Keywords: logistics planning; logistics park; site selection; railway

中图分类号：U12　　文献标识码：A

收稿日期：2009－08－20

基金项目:铁道部科技司重点项目《铁路物流发展方案设计及关键技术研究》(2008X010-D)

作者简介:张晓东(1973—),男,辽宁沈阳人,博士,主要研究方向:运输与物流、物流系统规划、物流节点布局规划等。

E-mail:zhangxiaodong@jtys.bjtu.edu.cn

国内很多大城市已率先进行了基于公路网的物流节点布局规划建设，但已规划的物流园区普遍缺乏必要的铁路衔接与支撑。铁路运输作为我国经济发展的大动脉，具有运力大、辐射广和节能环保等诸多优势，规划和发展铁路物流园区已成为城市适应新时代发展要求的必然选择。系统改造传统货运场站布局，规划建立铁路物流园区也成为铁路发展现代物流业的关键和突破口。而建立铁路物流园区首先要解决其在城市的选址规划问题，这是铁路物流园区发展的前提基础。

1 铁路物流园区的内涵

1.1 概念

铁路物流园区是以铁路货运场站等铁路资源为基础，融合现代物流管理理念和服务理念，在全路重要运输枢纽及各种运输方式集结、交汇且经济发展迅速的地区建立起来的，提供以铁路运输为主体的现代物流服务的空间场所，是铁路变车流集结为货流集结的重要载体，既可为铁路自身提供物流服务场所，也可作为公共性物流基地吸引城市相关物流企业入驻，共同开展以铁路运输为主的物流服务[1]。

1.2 特征

结合铁路物流的发展现状及发展前景，

铁路物流园区有以下4个特征[2]：

1) 功能内容更加丰富。

铁路物流园区将融合现代物流服务理念，为客户提供综合性、一体化、全方位的物流服务；深刻融入客户的产业链、供应链和物流链，主动为客户提供量身订制的个性化物流服务。

2) 空间布局更加合理。

逐渐打破既有货运场站的空间格局，退出城市核心区，在考虑经济发展和社会需求的基础上进行层次鲜明的空间网络布局，完善网络结构，提高网络服务效率。同时还将优化园区内部平面、空间布局，在保留传统货运场站功能的基础上，结合现代物流作业需求，进行功能设置和平面设计。

3) 服务手段更加先进。

综合国内现代物流园区、物流中心的建设和设计理念，提高设施设备配置水平，加强物流的自动化操作和处理，提高物流作业效率；以信息化引导、带动物流业务的开展，提升物流服务水平。

4) 战略地位更加突出。

铁路物流园区是铁路发展现代物流的战略突破口，是开展现代物流业务、对外展示新型铁路服务理念的重要窗口。同时，园区的建设和运营也是社会物流系统的重要完善和补充，铁路物流园区在整个社会物流系统中将处于枢纽地位，具有明显的经济效益、社会效益，其战略地位更加突出。

2 选址规划的内涵与方法

2.1 概念

铁路物流园区选址规划是指根据铁路的特点及所处具体环境，探讨园区布局的内在规律，对园区在特定空间范围内的位置进行有计划地总体优化安排和部署，协调各类物流节点在空间的合理分工和布局，实现物流节点资源在空间的优化配置，以提高物流网络系统运行效率，降低物流运作成本。通过研究城市内部主要货源分布及铁路货运站物流供给条件，结合铁路网络、城市道路网络、航空网络、水运网络等交通区位条件，从物流供给、需求两方面综合判断铁路枢纽内的货运站发展为现代物流园区的可能性，运用科学方法，将一定条件范围内的铁路货运站或新建地点确定为最优的选址方案[3]。

2.2 基本思路

铁路物流园区选址规划的基本思路包括定性、定量两个角度，即先定性判断大致选址范围，然后定量分析计算确定最终方案。

在定性分析阶段，首先确定铁路物流园区的选址范围，然后研究城市地域范围内的货源分布情况，分析货源的主要集聚区域，确定需要建设铁路物流园区的意向范围；分析铁路货运站的空间位置分布与城市布局的关系，并考虑与货源分布的匹配程度，基本确定备选地。定性选址的基本思路与步骤如下：

1) 由于铁路物流园区的货源以工业产品为主，因此须首先分析城市主要支柱产业，寻找城市大型、典型工业企业的产品、产量信息及其在城市空间的分布状况，确定城市主要货源发生区域；

2) 根据物流园区的空间布局、城市交通管制条件、居民区对物流园区等基础设施的发展限制等特点，不予考虑处在城市限制发展范围内的铁路货运站；

3) 分析货运站的合理覆盖范围及吸引范围，划分其吸引区域，确定吸引范围内的工业企业数量，工业园区数量及其产值、货运量，按照就近原则和通达性原则对铁路货运站与货源集聚地进行匹配性选择，确定具备发展物流园区条件的既有站位置。

在定量计算阶段，采用基于层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)的模糊综合评判和基于需求势能理论的离散选址方法研究备选方案。首先用基于AHP的模糊综合评判方法评价备选货运站发展为铁路物流园区的条件，分析其模糊评判的综合得分，将其作为备选货运站的优先选址权重，然后将全部货运站作为备选地址进入下一步基于需求势能理论的离散选址方法，并确定最终选址方案。其方法体系见图1。

2.3 定量分析基本原理

1) 层次分析法。

层次分析法是一种针对多影响因素问题的多准则决策方法，它把复杂问题分解成各个组成因素，然后将这些因素按支配关系分组形成递阶层次结构[4]。通过两两比较确定各因素的相对重要性，然后综合决策者的判断进行分析，确定因素相对重要性的总排序。运用层次分析法对系统进行分析、设计、决策时，可按4个步骤进行：①分析系统中各因素之间的关系，建立系统的递阶层次结构；②对同一层次的各元素相对上一层中某一准则的重要性进行两两比较，构造两两比较的判断矩阵；③由判断矩阵计算被比较元素对于该准则的相对权重；④计算各层元素对系统目标的合成权重，并进行排序。

2) 模糊综合评判。

由于影响园区空间布局的因素比较复杂，既包括可以定量衡量的经济因素又包括无法定量衡量的政策环境因素，因此宜采用模糊综合评判来分析铁路物流园区备选方案的优选问题。模糊综合评判是借助模糊数学的一些概念，对实际的综合评价问题提供评价方法[5]。主要步骤有：

① 确定评价指标$U=\{u_1, u_2, u_3, \cdots, u_m\}$；

② 确定各评价因素(r_{ij})的模糊评价矩阵

$$R=(r_{ij})_{m\times n}=\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix};$$

③ 计算各评价指标权重系数$A=(a_1, a_2, \cdots, a_m)$，$\sum a_i=1$；

④ 计算评价结果$B=A\times R$，并进行排序。

3) 需求势能分析。

物流市场需求即其下游购买的客户，一个客户就是一个需求，在某一特定区域内，物流市场需求客户可以表示为$\{C_1, C_2, \cdots, C_n\}$，需求大小可通过需求量和需求分布来描述。假设各客户的需求量为$m_1, m_2, \cdots, m_n$，则物流系统的需求量矩阵为：$M=\{m_1, m_2, \cdots, m_n\}$；若在某需求区域内，有一物流园区$P$，在$P$的服务范围内，有一需求客户$C$，假设$C$的需求量为$m$、距离$P$的距离为$d$，则将货品由$P$配送至$C$需要做的功为

$$F=md. \tag{1}$$

由式(1)可知，F的大小取决于P距C的距离及其需求量。因此，物流园区选址的目标是针对特定需求确定其合理位置。为了描述需求区域中备选点作为物流园区的重要程度，将各个点作为物流园区时其完成特定需求C需要做的功，称为该点的需求势能$E(P)$。当需求区域只有一个需求

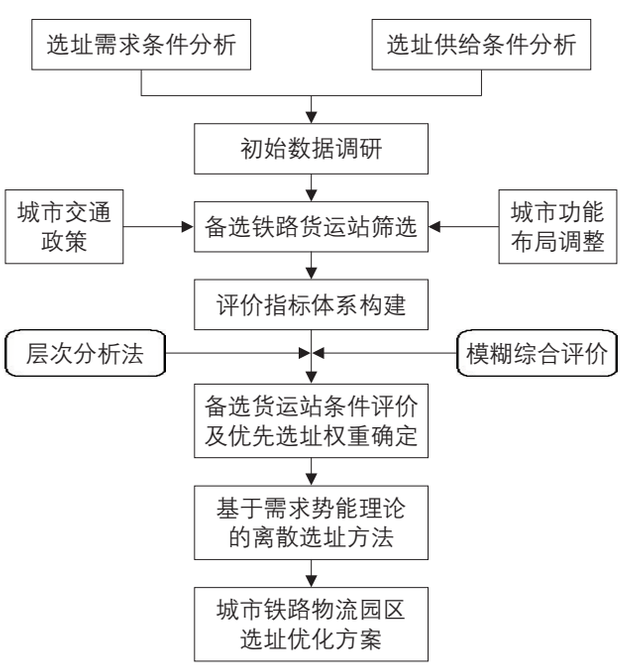

图1 城市铁路物流园区选址布局规划方法体系

Fig.1 Site selection method system of railway logistical parks

C时，任意点P的需求势能为：

$$E(P)=F(P\rightarrow C)=m(C)\cdot d(P\rightarrow C). \qquad (2)$$

一个需求区域通常由多个需求构成，因此有必要将势能理论推广到多需求区域模型中。在多需求区域模型中，须考虑运输费率的影响，任意点P的需求势能$E(P)$为各个需求C_1，C_2，…，C_n在P点产生的势能的叠加，即

$$E(P)=\sum_{i=1}^{n}F(P\rightarrow C_i)=\sum_{i=1}^{n}m_i v_i d_i, \qquad (3)$$

式中：d_i为第i个需求点到P点的距离；m_i为第i个

图2 城市铁路物流园区选址规划评价指标体系

Fig.2 Indices system to evaluate location of railway logistical parks

需求点的货运需求量；v_i为第i个需求点到P点的运输费率[6]。

2.4 评价指标体系

1) 构建原则。

铁路物流园区选址规划涉及的众多因素存在大量的非结构化问题。因此，在进行选址分析时，应充分考虑各种因素的影响，然后选择分析影响较大的因素和条件。构建评价指标体系时，应遵循广泛代表性、形态简洁性、综合可比性、数据可得性的原则，以达到科学、客观、综合、全面评价既有铁路货运站确定为铁路物流园区的目的。

2) 指标体系。

根据实际情况筛选了一系列影响因素，并进行一定程度的重新组合，构建了铁路物流园区选址评价的指标体系，见图2。指标体系主要包括车站作业条件、交通区位条件、地区支撑条件、环境支撑条件4大类12项23细项[7]。

3 北京市铁路物流园区选址规划方案

3.1 备选点的选择和数据采集

选取北京市内57个既有铁路货运站作为北京地区铁路物流园区选址的初始备选点，然后根据北京市城市功能布局调整和交通政策要求对初始备选点进行筛选。

1) 备选点的选择。

随着北京市中心城区不断向外扩张，广安门、大红门、百子湾和石景山南等高等级货运办理站已位于中心城区内。五环路内的铁路货运站受周边交通限行管制、交通成本迅速增加和可扩展土地不足等因素制约，已难以适应未来铁路货运发展要求。因此，结合北京地区铁路货运站面临的实际情况，对初始备选点进一步筛选，剔除五环路内的12个铁路货运站，选取五环路以外的45个既有铁路货运站(见表1)为选址分析的最终备选点，其空间分布见图3。

2) 相关数据采集。

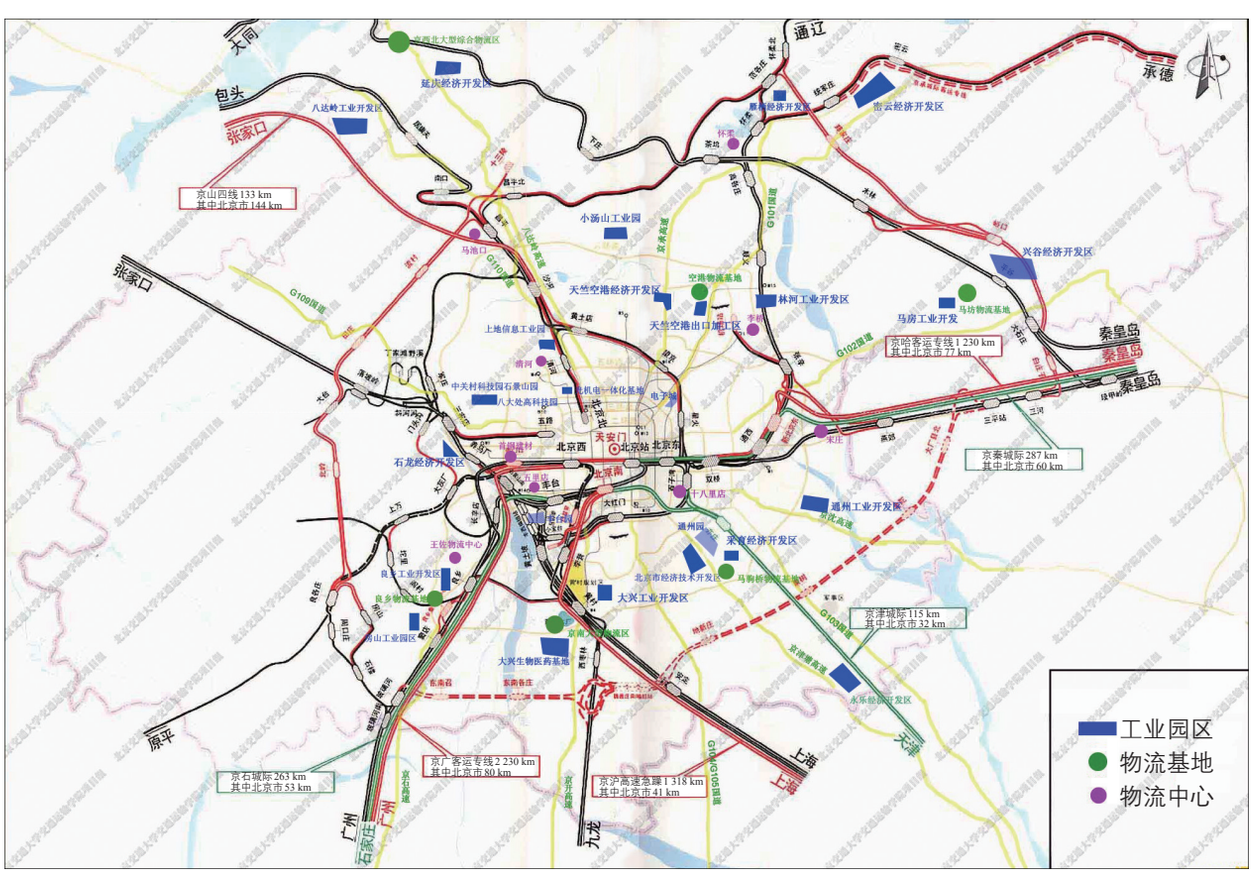

图3 北京市物流园区选址规划备选点空间分布

Fig.3 Spatial distribution of prepared locations of railway logistical park in Beijing

根据铁路物流园区选址评价指标体系，采用现场调查、查阅资料、网络搜索、软件测量和评价打分5种方式，收集45个备选点的相关数据信息。23项指标数据的具体收集情况如下：

① 备选点年发送量、年到达量、货物线数量、货物线总容车数、货场设计能力、货场面积、仓库面积和城市交通限行政策共8项指标的相关数据主要通过现场调研和查阅《北京铁路局数据汇编统计》[8]两种方式获得。

② 连接铁路线路方向数指标的相关数据通过查阅《北京铁路枢纽图》[9]获得；车站周边公路货运枢纽数量及规模指标的相关数据通过查阅《北京公路交通2010年远景规划》[10]获得；车站周边工业园区总规模指标的相关数据通过查阅《北京市统计年鉴2008》[11]、万方商务数据“中国企业与产品数据库”获得。

③ 车站与主编组站距离、相临站间平均距离、是否靠近机场和是否靠近港口共4项指标的相关数据通过Google Earth软件测量方式获得。

④ 城市区位条件、车站周边土地可扩展情况2项指标的相关数据，通过Google Earth软件观测卫星图并进行评价打分获得。根据“北京市十一五物流发展规划”，可获得城市物流园区规划情况，并通过Google Earth软件测量备选点与规划和已有物流园区的距离等数据。

⑤ 等级公路数量、高速公路出入口数量、周边工业园区数量、车站与工业园区的距离及通达性情况共5项指标的相关数据通过灵图UU软件获得。

3.2 模型测算

在调研数据基础上，将相关指标数据代入选址方法模型进行测算，运用基于AHP的模糊综合

表1 北京市铁路物流园区选址备选货运站名称

Tab.1 Prepared names for freight stations of railway logistical parks in Beijing

编号	名称	编号	名称	编号	名称
1	通州	16	怀柔	31	下河
2	黄村	17	小唐庄	32	古北口
3	长辛店	18	密云	33	云居寺
4	房山	19	巨各庄	34	孤山口
5	良乡	20	望京	35	良各庄
6	周口店	21	黄土店	36	南观村
7	石楼	22	清河	37	大台
8	琉璃河	23	沙河	38	门头沟
9	双桥	24	昌平	39	石景山
10	通州西	25	昌平北	40	西黄村
11	张辛	26	官高	41	珠窝
12	顺义	27	平义分	42	雁翅
13	牛栏山	28	北宅	43	落坡岭
14	高各庄	29	怀柔北	44	三家店
15	庙城	30	燕落	45	养三

表2 备选货运站综合评判得分

Tab.2 Evaluation results of prepared freight stations

序号	名称	综合得分	序号	名称	综合得分	序号	名称	综合得分
1	沙河	0.703 429	16	清河	0.419 958	31	高各庄	0.360 003
2	昌平	0.652 045	17	养三	0.416 641	32	小唐庄	0.353 585
3	黄村	0.604 750	18	门头沟	0.401 353	33	南观村	0.344 452
4	顺义	0.596 471	19	良各庄	0.400 678	34	庙城	0.335 652
5	良乡	0.588 524	20	黄土店	0.396 666	35	巨各庄	0.312 222
6	双桥	0.569 595	21	石楼	0.393 696	36	云居寺	0.304 150
7	三家店	0.489 670	22	房山	0.386 659	37	古北口	0.297 296
8	望京	0.478 102	23	牛栏山	0.385 502	38	平义分	0.295 638
9	石景山	0.477 085	24	密云	0.376 890	39	北宅	0.295 001
10	通州	0.467 869	25	周口店	0.375 757	40	落坡岭	0.259 096
11	通州西	0.465 065	26	孤山口	0.373 534	41	大台	0.250 452
12	长辛店	0.453 123	27	西黄村	0.369 969	42	雁翅	0.245 530
13	怀柔	0.449 598	28	张辛	0.369 180	43	燕落	0.226 963
14	昌平北	0.441 790	29	官高	0.366 546	44	珠窝	0.226 525
15	怀柔北	0.421 567	30	琉璃河	0.365 317	45	下河	0.216 591

评判方法评价45个铁路货运站发展为铁路物流园区的条件，确定各货运站优选的综合评判得分，见表2，其中因素权重集$A=(a_1, a_2, \cdots, a_m)$。采用专家打分法经计算确定各指标的权重，见表3。

以表2的模糊综合评判得分作为优先选择系数，应用需求势能方法，利用基于模糊优选的多需求区域需求势能模型，计算步骤如图4所示。根据实际调研并请教物流行业的专家和专业工作人员，确定铁路物流园区的城市货源覆盖范围为20 km，经第一次计算得到北京地区45个备选货运站的需求势能见表4。

由表4可知，第一次计算需求势能最小的是沙河站，因此以沙河站为中心、20 km为半径画圆，剔除其覆盖范围内的货源需求点，昌平、昌平北、黄土店、清河货运站也在覆盖范围内，虽然需求势能较小，但因处于该铁路物流园区的吸引范围，失去了发展的先发优势，因此也需要剔除。根据此思路执行迭代计算，结果见表5。结合北京地区物流流量信息(图5[12])和当前北京市物流节点规划情况(图6[13])可知，该选址结果基本符合北京市货物流通现实状况，即所选4个铁路物流园区符合北京市货物流通的主要方向、符合北京市物流发展规划及北京市铁路发展规划要求。具体为：

1) 按照“三环五带多中心”的规划描述，本文的选址规划方案处于北京地区规划的大型物流基地、物流中心所在区域，因此铁路物流园区的布局规划符合城市物流规划的要求。

2) 按照《北京铁路局物流发展规划》[13]所述，未来北京铁路局将在京九线、京包线、京承线、京广线、京山线等进出北京地区的主要铁路干线处规划若干个铁路物流园区，所选铁路物流园区与该规划基本吻合，因此符合北京铁路局的规划，具有较好的可操作性。

表3 评价指标体系权重

Tab.3 Indices weights

一级指标	权重	二级指标	权重
车站作业条件	0.186 4	货运作业水平	0.338 7
		货运基础设施条件	0.431 3
		运输作业条件	0.230 0
交通区位条件	0.224 9	铁路连通情况	0.505 9
		航空交通情况	0.295 4
		水路交通情况	0.079 8
		公路交通情况	0.118 9
地区支撑条件	0.228 6	城市区位条件	0.642 9
		周边土地条件	0.357 1
环境支撑条件	0.360 0	周边货源条件	0.696 0
		政策环境条件	0.163 1
		市场竞争条件	0.140 9

4 结语

本文针对城市铁路物流园区的选址规划问题进行了初步研究，给出了选址规划方法和评价指标体系。具体实施时，将铁路物流园区选址规划方案与城市空间布局和既有铁路布局结合起来，符合城市与铁路发展的总体规划，具有较好的空间覆盖度，可以满足城市货物流通的需求。本文

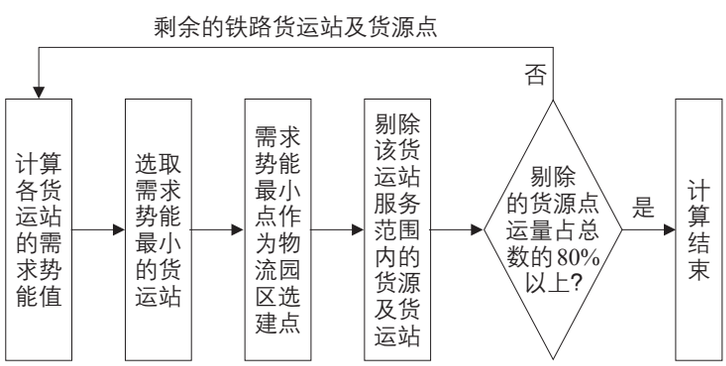

图4 需求势能方法选址计算步骤

Fig.4 Calculation procedures for site selection by Demand Potential Energy

的铁路物流园区选址规划主要是基于既有铁路货运站的改造、扩建，在既有铁路节点没有覆盖的城市区域，其物流园区的位置选择是需要进一步研究的问题。

参考文献：

References:

[1] 张晓东. 物流园区布局规划理论研究[M]. 北京：中国物资出版社，2004.

表 4 备选货运站的需求势能第一次计算结果

Tab.4 Calculation results of demand potential energy of prepared freight stations

排序	名称	需求势能	排序	名称	需求势能	排序	名称	需求势能
1	沙河	137 521.5	16	西黄村	312 264.4	31	北宅	615 667.5
2	昌平	194 429.9	17	养三	313 000.3	32	琉璃河	632 765.1
3	双桥	205 989.3	18	官高	338 354.8	33	周口店	634 928.5
4	望京	212 330.6	19	门头沟	349 293.9	34	落坡岭	698 822.3
5	清河	225 257.4	20	张辛	401 862.7	35	密云	701 982.8
6	黄村	235 366.6	21	牛栏山	419 242.2	36	小唐庄	719 179.8
7	黄土店	238 666.3	22	怀柔	421 870.3	37	孤山口	732 679.8
8	顺义	246 311.8	23	高各庄	472 944.9	38	大台	787 080.8
9	良乡	278 002.9	24	庙城	523 118.4	39	雁翅	869 212.1
10	三家店	279 735.6	25	平义分	523 495.5	40	巨各庄	963 757.9
11	石景山	280 499.5	26	怀柔北	535 214.5	41	云居寺	999 761.9
12	通州西	281 551.8	27	房山	560 848.3	42	珠窝	1 092 663.5
13	长辛店	294 007.9	28	良各庄	560 964.7	43	古北口	1 428 783.8
14	昌平北	295 222.6	29	南观村	591 871.0	44	燕落	1 473 930.0
15	通州	302 540.5	30	石楼	603 070.6	45	下河	1 822 613.7

表 5 北京市铁路物流园区选址计算结果

Tab.5 Results of site selection of rail logistical parks in Beijing

计算序号	所选货运站	覆盖货运量所占比例	覆盖货运站
1	沙河	40.8%	昌平、昌平北、黄土店、清河
2	双桥	73.2%	张辛、通州、通州西、星火
3	黄村	84.7%	良乡、黄土坡、长辛店、石景山
4	顺义	95.1%	怀柔、牛栏山、高各庄

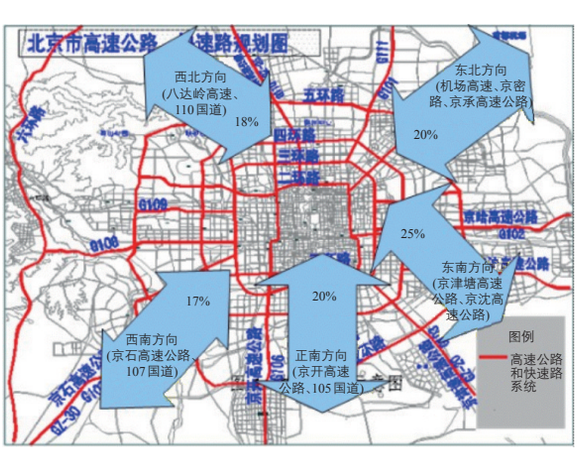

图 5 北京地区物流流量示意图

Fig.5 Logistics flow in Beijing

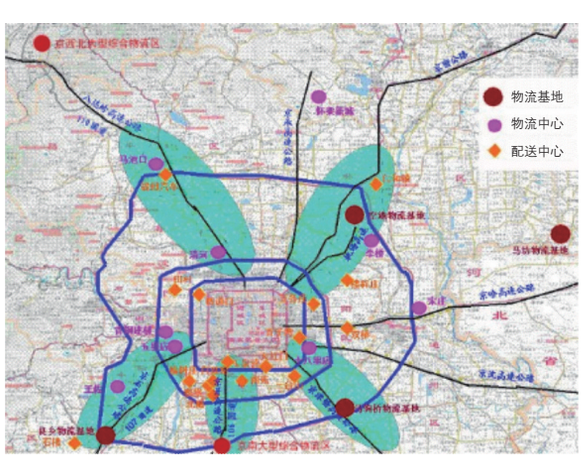

图 6 北京市三环五带多中心规划示意图

Fig.6 Logistics planning in Beijing

[2] 蔡德洪. 铁路现代物流中心宏观布局规划问题研究[D]. 北京：北京交通大学交通运输学院，2008.
CAI De-hong. Research on the Macro Distribution Plan of Modern Rail Logistics Center[D]. Beijing: School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, 2008.

[3] 万涛. 铁路物流中心选址布局规划问题研究[D]. 北京：北京交通大学交通运输学院，2009.
WAN Tao. Research on Location and Distribution Planning of Railway Logistics Center[D]. Beijing: School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, 2009.

[4] 杜栋，庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京：清华大学出版社，2008.

[5] 叶义成，柯丽华，黄德育. 系统综合评价技术及其应用[M]. 北京：冶金工业出版社，2006.

[6] 任冠星. 需求势能理论在多级物流网络预选点中的应用[J]. 物流技术，2005(12)：34－36.
REN Guan-xing. Application of Requirement Potential Energy Theory in Multilevel Distribution Center Location[J]. Logistics Technology, 2005 (12): 34-36.

[7] 潘华. 北京市铁路物流中心选址规划研究[D]. 北京：北京交通大学交通运输学院，2009.
PAN Hua. Research on the Location Planning of the Railway Logistics Center in Beijing [D]. Beijing: School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, 2009.

[8] 北京铁路局. 北京铁路局数据汇编统计[M]. 北京：北京铁路局，2007.

[9] 北京铁路枢纽[EB/OL]. [2009－08－01]. http://www.railcn.net/knowledge/railway-station/rail223.html.

[10] 北京公路交通2010年远景规划[EB/OL]. [2009－08－01]. http://web.tongji.edu.cn/~yangdy/highway/beijing.htm.

[11] 北京市统计局，国家统计局北京调查总队. 北京市统计年鉴2008[EB/OL]. [2009－08－01]. http://www.bjstats.gov.cn/tjnj/2008-tjnj/.

[12] 北京市发改委. 北京市“十一五”物流发展规划[EB/OL]. [2009－08－01]. http://www.ahpc.gov.cn/information.jsp?xxnr_id=10021160.

[13] 北京市铁路局. 北京铁路局物流发展规划[M]. 北京：北京铁路局，2009.

(上接第77页)

有轨电车供电接触网和公交车站，而张江以外区域的被调查者认为绿化、有轨电车轨道和周边建筑是影响交通景观的首要元素。

3) 道路绿化形式中，使用者偏向于行道树+草坪的绿化形式，其次是行道树+绿篱；雕塑小品形式中，最受欢迎的是园艺景观小品，有无雕塑对道路使用者差别不大；有轨电车供电接触网和地面铺装形式中，最受欢迎的是没有供电接触网且草地铺装。使用者对地面铺装的敏感度高于供电接触网，在建设中可首先考虑采用不同的铺装形式改善道路景观。

参考文献：

References:

[1] Antupit Stephen, Barbara Gray, Sandra Woods. Steps Ahead: making street that work in Seattle, Washington[J]. Landscape Urban Plan, 1996(35): 107－122.

[2] 阳亮亮，傅桦. 北京“三安”大街的景观对比与效应[J]. 首都师范大学学报(自然科学版)，2007，28(5)：71－75.
YANG Liang-liang, FU Ye. Corridor Comparison and Effects of "San'an" Avenue in Beijing[J]. Journal of Capital Normal University (Natural Science Edition), 2007, 28(5): 71－75.

[3] Akbar K F, Hale W H G, Headley A D. Assessment of Scenic Beauty of the Roadside Vegetation in Northern England[J]. Landscape and Urban Planning, 2003(63): 139－144.