

文章编号:2095-0365(2020)01-0041-08

混合铁路网下的京津冀重要城市节点通达性分析

马威^{1,2}, 张天伟², 商霖³

- (1. 河北省交通安全与控制重点实验室, 河北 石家庄 050043;
2. 石家庄铁道大学 交通运输学院, 河北 石家庄 050043;
3. 河北建投交通投资有限责任公司, 河北 石家庄 050051)

摘要:通达性已经成为影响城市区域一体化联系与发展的先决条件,研究混合铁路网下各城市节点的通达性在京津冀一体化大背景下有着重要的现实意义。文章考虑高速铁路、普速铁路组成的混合铁路网,基于距离度量模型和空间句法分别建立实际出行通达性模型和拓扑空间通达性模型,研究京津冀重要城市节点之间的通达性状况,分析其与城市政治、经济定位的匹配现状。结果表明:当前混合线网条件下,京津两地铁路出行便捷,通达性优势明显,且与其政治经济地位匹配良好;保定、石家庄、廊坊、衡水、唐山、沧州、邢台、邯郸次之;张家口、承德、秦皇岛处于第三梯队,通达性不佳且未能很好地匹配其政治经济定位。

关键词:混合铁路网;旅行通达性;京津冀区域;综合距离模型;空间句法

中图分类号:F503 **文献标识码:**A **DOI:**10.13319/j.cnki.sjztdxbskb.2020.01.06

一、引言

2018年11月,中共中央、国务院发布《中共中央国务院关于建立更加有效的区域协调发展新机制的意见》,明确指出建立以中心城市引领城市群发展、城市群带动区域发展新模式,推动区域板块之间融合互动,以北京、天津为中心引领京津冀城市群发展^[1]。城市发展,交通先行,而区域路网的通达性已经成为影响城市区域一体化联系与发展的先决条件。在此背景下,研究京津冀混合铁路网下重要城市节点的通达性具备较强的现实意义。

目前来看,“通达性”是一个相对广义、灵活的概念,综合理解,可认为其既是交通出行的客观便捷程度,也能反映主观上节点选择的优先级;可当作实体空间的区位评价,又能表征网络空间中节点连接关系。近年来,国内外学者提出了通达性研究的多种方法,马开森^[2]等人提出了基于引力

度量模型、交通综合距离模型、道路加权密度模型的交通一体化水平度量方法。王兆峰^[3]应用GIS空间分析法和网络分析法,分析了城市群旅游流联系强度及空间格局演化特征。高兴川等^[4]以省会、地级市、县级市和县城为节点,运用时间距离模型探讨其通达性演变过程。邓良凯^[5]等人基于复杂网络理论,提出了铁路站点复杂网络结构模型。张安琪^[6]等提出一种基于空间句法的城镇土地定级因素道路通达度作用分的计算方法。Kayleigh B^[7]利用不同的量化措施,分析了步行、辅助交通和驾驶基于空间位置的可达性。Shiwei Lu^[8]等从国家层面,将各车站的时间可达性分四个阶段进行了不平等性分析。综合上述研究现状,目前对于通达性的研究集中在基于距离度量模型或网络分析理论,研究通达性所呈现的交通、地理区位状况或时空演化特征,实现了对通达性从定性到定量的分析,但具体到区域混合铁路网

收稿日期:2019-09-03

基金项目:河北省社会科学基金项目(HG19GL076)

作者简介:马威(1992—),男,硕士研究生,研究方向为交通运输组织与运营管理。

本文信息:马威,张天伟,商霖.混合铁路网下的京津冀重要城市节点通达性分析[J].石家庄铁道大学学报:社会科学版,2020,14(1):41-48.

下的节点通达性研究鲜有涉及,且方法上少见对多种通达性模型的综合运用。

本文在理解吸收上述研究方法的基础上,对通达性研究思路进行了适当改进,认为研究混合铁路网下的城市节点通达性可以从以下两方面综合考虑:考虑路网中城市节点覆盖的线路距离、出行效率及出行成本等与路网实际属性相关的通达性,本文称其为实际空间通达性,一定程度上反映当前混合铁路网下各城市节点铁路出行便捷程度;而如果将各个城市之间的区位及连接关系抽象为拓扑结构,探究节点的拓扑深度和连接关系也能反映节点间的通达关系,本文称其为拓扑空间通达性,表征混合铁路网下节点区位状态,区位越优潜在运输能力越大。综合两项研究结果,可反映混合铁路网下各重要节点当前的出行便捷程度和潜在运输能力。选取京津冀区域13个重要城市节点,包括北京、天津两大直辖市和河北境内保定、唐山、廊坊、石家庄、秦皇岛、张家口、承德、沧州、衡水、邢台、邯郸11个设区市,重点研究其在混合铁路网下的通达性,并分析其与城市政治、经济定位的匹配现状。

二、京津冀混合铁路网实际空间通达性研究

(一)实际空间通达性模型建立

金凤君^[9]最早提出“距离度量模型”,定量分析了我国铁路发展对城市空间格局通达性影响。本文在此模型基础上,从空间距离、出行效率、出行成本三个角度出发,构建如下实际空间通达性模型。

1. 空间距离通达性模型

以当前京津冀混合铁路客运网络为基础,以重要节点间最小铁路出行线路里程为元素,构建铁路里程空间距离矩阵 L :

$$L = [l_{ij}]_{n \times n} \quad (1)$$

式中, l_{ij} 为城市 i 到城市 j 之间的最短铁路出行线路里程,当两城市节点间存在直达列车时, $l_{ij} = R_{ij}$ 。 R_{ij} 为两城市间铁路直达线路里程;否则, l_{ij} 取一次中转的线路里程,即 $l_{ij} = \min(R_{ki} + R_{kj})$;考虑到旅客实际出行选择,若无法一次中转到达, $l_{ij} = \infty$;当 $i = j$ 时, $l_{ij} = 0$;当 $i \neq j$ 时, $l_{ij} = l_{ji}$ 。建立模型如下:

$$D_i = \sum_{j=1}^n l_{ij} \quad (2)$$

式中, D_i 为城市 i 的空间距离通达性值,即表示网络中某节点到其他节点最短路径的和,显然值越小,该节点的交通区位越有优势。

空间距离通达性指数:

$$\alpha_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{D_i}{D_j} \quad (3)$$

式中, α_i 为城市 i 的空间距离通达性指数,表示城市 i 与其他城市节点通达性的比较关系。

2. 出行效率通达性模型

以混合铁路网下重要节点间最短铁路出行时间为元素,构建铁路出行时间矩阵 T :

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad (4)$$

式中, t_{ij} 为城市 i 到城市 j 之间的最短铁路出行时间,当两城市节点间存在直达列车时, $t_{ij} = Q_{ij}$ 。 Q_{ij} 为两城市间铁路直达出行时间,否则,取一步中转的铁路出行时间,即 $t_{ij} = \min(Q_{ki} + Q_{kj})$ 。当 $i = j$ 时, $t_{ij} = 0$;当 $i \neq j$ 时, $t_{ij} = t_{ji}$;借助空间距离矩阵和时间距离矩阵构建出行效率矩阵:

$$E = [e_{ij}]_{n \times n} \quad (5)$$

式中, e_{ij} 为城市 i 到城市 j 之间的出行效率,即旅客选择铁路出行,单位时间的位移,即: $e_{ij} = l_{ij} / t_{ij}$ ($i \neq j$),当 $i = j$ 时, $e_{ij} = 0$ 。

出行效率通达性值:

$$P_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n e_{ij} (i \neq j) \quad (6)$$

式中, P_i 为出行效率通达性值,表示节点 i 到其他节点出行效率的平均值。

出行效率通达性指数:

$$\beta_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{P_i}{P_j} \quad (7)$$

式中, β_i 为城市 i 的出行效率通达性指数,以反映城市 i 与其他城市节点间出行效率通达性的比较关系。出行效率的值和系数越大说明该节点在网络中的通达性状况越好。

3. 出行成本通达性模型

考虑到经济因素,由于每个城市的居民人均可支配收入有差异,而两个城市间往返的铁路票价基本一致,这就造成了相同的票价对于不同城市居民的接受度是不同的,表现在居民对票价的主观接受度会造成客观上路网中不同城市间的通达性差异。所以,建立如下出行成本通达性模型:

首先以节点间最短铁路出行距离费用为元素,构建铁路出行费用矩阵 F :

$$F = [f_{ij}]_{n \times n} \quad (8)$$

式中, f_{ij} 表示城市 i 到城市 j 之间铁路线路最短路径的出行费用; 当两城市节点间存在直达列车时, $f_{ij} = S_{ij}$ 。 S_{ij} 为两城市间铁路直达出行费用; 否则, 矩阵元素取为一步中转的铁路出行时间, 即 $f_{ij} = \min(S_{ki} + S_{kj})$; 当 $i = j$ 时, $f_{ij} = 0$; 当 $i \neq j$ 时, $f_{ij} = f_{ji}$ 。 借助出行费用矩阵构建出行成本接受度矩阵:

$$C = [c_{ij}]_{n \times n} \quad (9)$$

式中, c_{ij} 为经济意义上城市 i 到城市 j 之间的出行成本接受度。

$$c_{ij} = \frac{V_i}{f_{ij}} \quad (10)$$

式中, V_i 为城市节点 i 的人均可支配收入值。

出行成本通达性值:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n c_{ij} \quad (11)$$

式中, W_i 为出行成本通达性值。

出行成本通达性指数:

$$\eta_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{W_i}{W_j} \quad (12)$$

式中, η_i 为城市 i 的出行成本通达性指数, 以反映城市 i 与其他城市节点间出行成本通达性的比较关系。 出行成本的值和系数越大, 说明该城市节点在出行成本通达性状况越优。

4. 综合通达性模型

综合上述研究角度, 建立综合通达性模型, 表

征重要城市节点间实际空间通达性。

$$A_i = \omega_1 \frac{1}{\alpha_i} + \omega_2 \beta_i + \omega_3 \eta_i \quad (13)$$

式中, A_i 表示重要城市节点间实际空间通达性; ω_1 、 ω_2 、 ω_3 分别代表间距离、出行效率以及出行成本通达性的权重, 在不考虑旅客个人特征时, 为方便计算, 可以做等权处理。

(二) 实际空间通达性结果计算

1. 数据获取

混合铁路网线路信息的获取, 主要是通过《中国铁路地图集》(2012)、中国高铁运营线路图(2018)、京津冀地区城际铁路网规划示意图(2016)得到。

实际空间通达性模型的相关数据通过查询 12306 官方网站 (<https://www.12306.cn/index/>)、盛名时刻 (<http://www.smskb.com/>); 经济数据则是通过查阅《中国统计年鉴》《河北经济年鉴》等途径得到。

2. 线路选择与数据处理

将当前京津冀混合铁路网, 依据线路的行车速度和规划定位划分为普速线路网和高速线路网 (由于京张高铁和京承城际即将通车, 本文将其划入到高速线网中), 混合铁路网线路选择如表 1 所示。

表 1 混合铁路网线路选择

普速线网		高速线网	
线路名称	经停节点城市	线路名称	经停节点城市
京沪线	北京、廊坊、天津、沧州	京广高铁	北京、保定、石家庄、邢台、邯郸
京九线	北京、衡水	京沪高铁	北京、廊坊、天津、沧州
京广线	北京、保定、石家庄、邯郸、邢台	京津城际	北京、天津
京包线	北京、张家口	津秦客专	天津、唐山、秦皇岛
京承线	北京、承德	津保铁路	天津、保定
京秦线	北京、唐山、秦皇岛	石济客专	石家庄、衡水
津山线	天津、唐山、秦皇岛	京张高铁	北京、张家口
石德线	石家庄、衡水	京承城际	北京、承德

注: 数据来源: 百度百科、中国高速铁路运营线路图。

对实际空间通达性模型参数数据作如下处理: 线路里程取节点间最短铁路里程, 无直达线路时选择一步中转的最短里程; 出行时间用相同速度等级列车在节点间运行时间的平均值表示; 铁路出行费用, 普速铁路选择硬座票价, 高速铁路选用二等座票价。对还未实际投入运营的线路票价, 以当前普遍使用的高速铁路票价计算方法估

算得到。为消除特殊性, 城市节点的人居可支配收入取近三年平均值。

3. 重要节点实际空间通达性指标计算

借助上述数据, 对通达性模型进行求解, 得出京津冀的 13 个中心城市节点之间的普速和高速铁路线路通达性指标结果, 结果如表 2 所示。

表 2 京津冀中心节点间线路实际空间通达性指标

城市	普速线网							高速线网						
	D/km	α	P	β	W	η	A	D/km	α	P	β	W	η	A
北京	3 091	0.76	95.67	1.25	4.20	3.49	2.02	3 069	0.78	204.84	1.03	1.56	3.68	2.00
天津	3 046	0.78	86.02	1.12	2.93	2.43	1.61	2 896	0.74	197.87	0.99	1.13	2.67	1.67
廊坊	3 151	0.81	67.19	0.88	2.05	1.70	1.27	3 138	0.80	203.54	1.02	0.80	1.88	1.38
保定	3 121	0.80	83.27	1.09	1.15	0.96	1.18	3 041	0.78	194.07	0.97	0.45	1.06	1.11
石家庄	3 785	0.97	89.90	1.18	1.60	1.33	1.15	3 771	0.96	210.19	1.05	0.54	1.28	1.12
衡水	3 973	1.02	78.52	1.03	0.89	0.74	1.10	4 351	1.11	203.13	1.02	0.33	0.78	0.90
沧州	3 668	0.94	73.04	0.95	1.18	0.98	1.00	3 614	0.92	207.50	1.04	0.44	1.04	1.05
唐山	3 876	0.97	79.40	1.04	1.67	1.39	0.93	3 984	1.02	185.64	0.93	0.55	1.29	1.07
承德	5 218	1.34	53.26	0.70	0.69	0.58	0.92	5 169	1.32	195.56	0.98	0.23	0.53	0.76
张家口	4 960	1.27	60.78	0.79	0.79	0.66	0.91	4 983	1.27	205.00	1.03	0.26	0.62	0.81
邢台	4 798	1.23	83.64	1.09	1.05	0.87	0.88	4 349	1.11	196.07	0.98	0.39	0.91	0.93
邯郸	5 314	1.38	80.84	1.06	1.13	0.93	0.75	5 452	1.39	206.42	1.04	0.42	0.98	0.91
秦皇岛	5 447	1.37	88.49	1.16	0.90	0.75	0.67	5 711	1.46	185.62	0.93	0.30	0.69	0.77

注:数据来源:12306 官方网站(<https://www.12306.cn/index/>)、盛名时刻(<http://www.smskb.com/>)、《河北经济年鉴》。

(三) 计算结果分析

结合陈进杰^[10]等人根据一些重要的交通、经济指标,所给出的京津冀各市的政治经济重要度见表 3。实际空间通达性在一定程度代表了各个城市当前的铁路出行便捷程度;政治经济重要度

代表城市的政治、经济地位,重要度越高,与其他城市的资源交流越密切,基于资源交流的出行需求就越多。其与各城市通达性水平拟合程度越高,表明铁路当前运输供需情况越理想。现对两者对比分析如下:

表 3 京津冀重要城市节点实际空间通达性指标及政治经济重要度

序号	城市节点	普速线网实际空间通达性	排名	高速线网实际空间通达性	排名	政治经济重要度	排名
1	北京	2.02	1	2.00	1	1.00	1
2	天津	1.61	2	1.67	2	0.94	2
3	石家庄	1.15	5	1.12	4	0.85	3
4	唐山	0.93	8	1.07	6	0.80	4
5	沧州	1.00	7	1.05	7	0.77	5
6	秦皇岛	0.67	13	0.77	12	0.77	5
7	廊坊	1.27	3	1.38	3	0.76	7
8	张家口	0.91	10	0.81	11	0.74	8
9	保定	1.18	4	1.11	5	0.73	9
10	承德	0.92	9	0.76	13	0.73	9
11	邯郸	0.75	12	0.91	9	0.71	11
12	衡水	1.10	6	0.90	10	0.71	11
13	邢台	0.88	11	0.93	8	0.69	13

1. 普速线网条件下

北京、天津、石家庄、邯郸、邢台、沧州、张家口、承德八市的政治经济重要度和实际空间通达性折线拟合程度较高,说明现有普速铁路出行便捷程度能够很好地匹配城市政治、经济定位;廊

坊、保定、衡水三市的实际空间通达性排名高于其政治经济重要度排名,表明这些地区的普速铁路能高标准地满足当地居民对于政治、经济资源交流的铁路出行需求;唐山、秦皇岛两市的政治经济重要度水平高于其实际空间通达性水平,表明其

在当前普速线网下所能提供的运力水平未能很好地匹配其政治经济影响力,旅客出行可以考虑不同速度等级列车或其他客运方式。

2. 高速线网条件下

北京、天津、石家庄、唐山、沧州、衡水、邯郸七市的政治经济重要度和实际空间通达性拟合程度较高,说明现有高速铁路客出行便捷程度能够很好地匹配其政治、经济定位;廊坊、保定、邢台等三地的政治经济重要度水平则低于其高速线网中的实际空间通达性水平,表明这些地区的高速铁路客运能力水平较高,能高标准的满足当地居民对于政治、经济等资源交流的铁路出行需求;秦皇岛、张家口、承德三市的政治经济重要度排名均高于其实际空间通达性排名,表明其在当前高速线网出行便捷程度未能很好地匹配其政治经济影响力,旅客出行可以考虑不同速度等级列车或其他客运方式。

三、京津冀混合铁路网拓扑空间通达性研究

(一) 路网拓扑空间通达性模型建立

1. 中心节点拓扑深度 Dep

借鉴空间句法思想,选取某一节点为中心节点,对路网拓扑结构进行空间重映射,保证重映射后各个节点之间的连接关系与原连接逻辑一致,中心节点拓扑深度就是中心节点距其他所有节点的最短拓扑距离之和^[11]。假设中心节点到其他任意节点的最短步数距离为 $h(1 \leq h \leq H)$, H 为重映射结构的深度。同一步数距离的节点个数为 U_h , 中心节点拓扑深度可表示为:

$$Dep = \sum_{h=1}^H h \times U_h \quad (14)$$

中心节点拓扑深度表示该节点到其他各个节点之间的步数之和,值越小,该节点的路网拓扑空间通达性越优,区位优势越突出。为计算方便,常取平均值作为实际参与计算的度量值,即:

$$\overline{Dep} = \sum_{h=1}^H h \times U_h / (n-1) \quad (15)$$

式中, n 是拓扑结构的节点个数。

2. 路网拓扑空间集成度 I_{tg}

集成度是指重映射结构的集成程度。集成度越高,说明中心节点在实际路网中覆盖其它节点所需经过的径路越短,该节点在路网拓扑空间的

通达性越优。此处引入相对不对称性概念 RA (Relativized Asymmetry), 它表示重映射结构的对称程度, RA 值越大, 该节点在路网中的路网拓扑空间通达性就越差, 计算公式为:

$$RA_i = (\overline{Dep}_i - 1) / \left(\frac{n}{2} - 1 \right) \quad (16)$$

将相对不对称性推向极限, 节点数量一定前提下, 有一种理论上集成度最优的拓扑结构, 其 RA 的计算公式为:

$$RA_D = \lceil n(\log_2 \frac{n}{3}) - 1 \rceil / \lceil (n-1)(n-2)/2 \rceil \quad (17)$$

用 RA_D 与中心节点 RA_i 的比值就可以表征重映射后新拓扑结构的集成度:

$$I_{tg_i} = \frac{RA_D}{RA_i} \quad (18)$$

(二) 路网拓扑空间通达性结果计算

1. 路网拓扑空间通达性指标处理

根据京津冀混合铁路网现状, 将普速线网和高速线网抽象为拓扑结构, 如图3、图4所示。

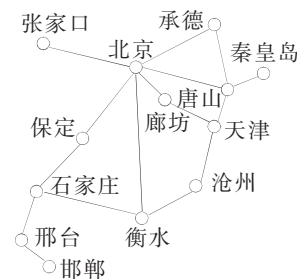


图3 普速线网拓扑结构图

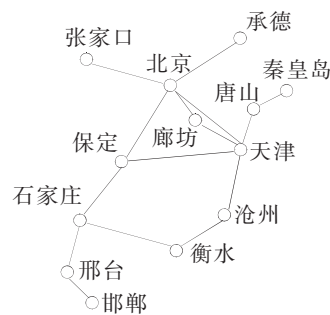


图4 高速线网拓扑结构图

分别以不同的节点为中心节点, 在保证各节点与中心节点间逻辑连接关系不变的前提下, 对上述拓扑结构进行空间重映射, 得到新的拓扑结构图。由于篇幅所限, 为了最大程度地呈现不同城市节点为中心的通达性差异, 现以路网拓扑空间中通达性表现最好的北京和通达性表现最差的张家口为例,

呈现重映射结果,如图 5~图 8 所示。

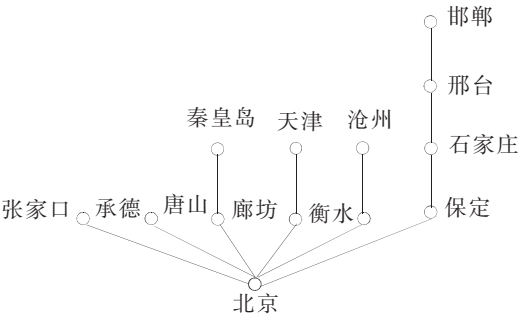
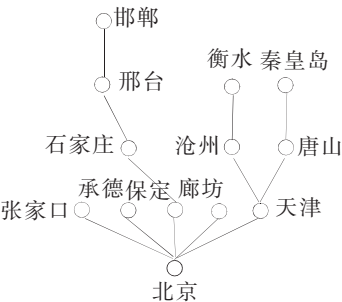


图 5 以北京为中心节点普速线网拓扑空间重映射图



6 以北京为中心节点高速线网拓扑空间重映射图

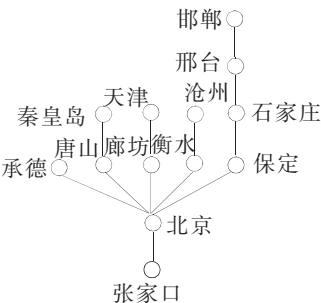


图 7 以张家口为中心节点普速线网拓扑空间重映射图

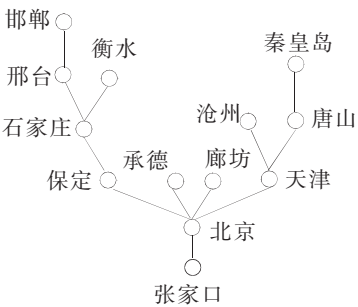


图 8 以张家口为中心节点高速线网拓扑空间重映射图

对比图 5 至图 8 可以得出:在普速线网中,以北京为中心节点的重映射结构拓扑深度为 21,集成度为 1.69,而以张家口为中心节点两项指标的值分别为 32 和 0.76,能看出两个城市节点在路网拓扑空间上存在较大的通达性差距。若在图 5 中实现中心节点与二级拓扑节点的直接连接后,即在张家口与承德、唐山、廊坊、衡水、保定等市新建线路后,重映射结构的拓扑深度将减少 11 个拓扑深度,平均每实现一个与二级城市节点的连接,减少 2.2 个拓扑深度,其中以与保定的连接,通达性提升最为明显。同理,在高速线网中,由图 6 可以看出,若实现中心节点与二级节点的连接后,即在张家口与保定、承德、廊坊、天津间新建线路,重映射结构也将减少 11 个拓扑深度,平均每实现一个与二级城市节点的连接,减少 2.75 个拓扑深度,同样以连接保定为最优。

2. 结果计算

根据路网拓扑空间通达性模型,结合相关数据,得出以下路网拓扑空间通达性指标结果,见表 4。

表 4 京津冀混合铁路网重要节点拓扑空间通达性指标

城市	普速路网				高速路网			
	Dep	$\overline{Dep}$	RA_i	Itg	Dep	$\overline{Dep}$	RA_i	Itg
北京	21	1.75	0.14	1.69	24	2.00	0.18	1.27
天津	30	2.50	0.27	0.84	22	1.83	0.15	1.52
廊坊	29	2.42	0.26	0.89	30	2.50	0.27	0.84
保定	26	2.17	0.21	1.08	23	1.92	0.17	1.38
石家庄	28	2.33	0.24	0.95	27	2.25	0.23	1.01
衡水	23	1.92	0.17	1.38	32	2.67	0.30	0.76
沧州	29	2.42	0.26	0.89	26	2.17	0.21	1.08
唐山	27	2.25	0.23	1.01	31	2.58	0.29	0.80
承德	32	2.67	0.30	0.76	35	2.92	0.35	0.66
张家口	32	2.67	0.30	0.76	35	2.92	0.35	0.66
邢台	37	3.08	0.38	0.61	36	3.00	0.36	0.63
邯郸	48	4.00	0.55	0.42	47	3.92	0.53	0.43
秦皇岛	38	3.17	0.39	0.58	42	3.50	0.45	0.51

(三) 计算结果分析

结合前文京津冀各中心城市节点的政治经济重要度(见表3),分别针对普速和高速线网,可以得出如图9和图10的通达性趋势图。

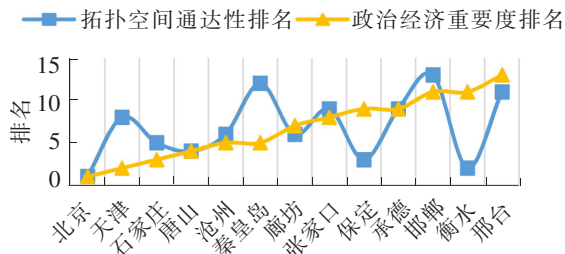


图9 普速线网通达性及政治经济重要度趋势图

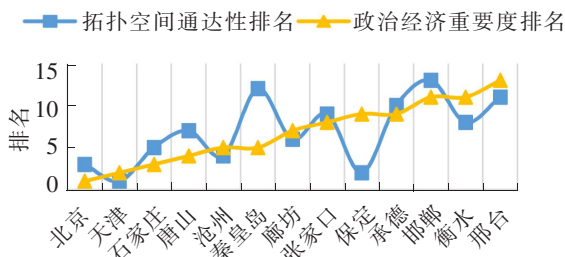


图10 高速线网通达性及政治经济重要度趋势图

路网拓扑空间通达性表明在当前线网条件下,各重要城市节点所处的区位水平。结合图9、图10呈现趋势综合分析如下:

1. 普速线网条件下

北京、石家庄、沧州、唐山、廊坊、张家口、承德、邯郸、邢台九市的政治经济重要度水平和其路网拓扑空间通达性水平拟合程度较高,说明其在普速线网中的区位条件能够很好地匹配其在中的政治定位;而保定、衡水的路网拓扑空间通达性水平要高于其政治经济重要度排名,在当前普速线网中的区位水平好于其政治经济定位;天津、秦皇岛两地的政治经济重要度排名则要高于其路网拓扑空间通达性排名,表明其在普速线网中的区位水平未能很好地匹配其政治经济影响力。

2. 高速线网条件下

北京、天津、石家庄、沧州、唐山、廊坊、张家口、承德、邯郸、邢台九市的政治经济重要度水平和其路网拓扑空间通达性水平拟合程度较高,说明其在普速线网中的区位条件能够很好地匹配其在中的政治定位;而保定、衡水的路网拓扑空间通达性水平要高于其政治经济重要度排名,在当前

普速线网中的区位水平好于其政治定位;天津、秦皇岛两地的政治经济重要度排名则要高于其路网拓扑空间通达性排名,表明其在普速线网中的区位水平未能很好地匹配其政治影响力。

四、结论

(1)当前混合线网条件下,京津冀重要城市节点通达性呈三级阶梯状排列,京津两地在不同速度等级线网中均处在第一梯队的位置;保定、石家庄、廊坊、衡水、唐山、沧州、邢台、邯郸等处在第二梯队,其中石家庄、保定在混合铁路网中两种通达性均处于优势地位;廊坊在高速线网中的实际空间通达性表现突出,说明该地居民高铁出行比较便捷,而衡水在普速线网拓扑空间通达性较优,在普速线网中的区位优势明显;张家口、承德、秦皇岛处于第三梯队,表明其实际出行空间和路网拓扑空间通达性均欠佳,居民出行体验和路网区位状况不理想。随着2020年京张高铁、京承城际的通车,提高了居民出行效率并降低了张、承两节点的拓扑深度,通达性有望转好。

(2)当前混合铁路网下,京津、京保石通道的城市节点通达性较优,京九通道的城市节点普速线网通达性好于其高速线网通达性,而作为京津冀城市群主要发展轴之一的京唐秦通道节点通达性略差,但随着京唐城际和环渤海城际铁路的建成通车,秦皇岛与其他节点的相对空间距离会缩短,路网拓扑空间中的集成度得以提升,通达性会得到大幅度改善。

(3)随着雄安新区铁路规划的落实,京雄、石雄、石邯城际通车后会进一步提升京保石通道各城市节点居民的出行效率,进而提升通达性。而京港台高铁丰雄商段建成后则会大大改善原京九通道上各城市节点的高速线网通达性,届时,北京非首都功能进一步疏解、保定区位优势更加明显,衡水、邢台通达性显著提升。

总之,随时间推移,京津冀区域铁路网逐步完善,时空压缩效应明显,京津冀各城市节点的通达性整体向好,居民出行、资源交流更加便捷,城市发展前景明朗,混合路网下城市交通地位与政治经济定位趋于平衡。在对研究结果分析时,直接引用政治经济重要度作为对比分析项,下一步可以结合客流预测和经济联系强度进一步探究通达性状况与近远期客运能力、供需及城市经济发展的关系,提出线网优化策略。

参考文献:

- [1] 中共中央国务院. 关于建立更加有效的区域协调发展新机制的意见[Z]. 2018-11-18.
- [2] 马开森, 李朝奎, 杨文涛, 等. 长株潭城市群交通通达性及一体化水平研究[J]. 测绘科学, 2019, 44(5): 55-60.
- [3] 王兆峰. 基于交通通达性的城市群旅游流时空演化特征分析[J]. 长安大学学报: 社会科学版, 2019, 21(2): 18-29.
- [4] 高兴川, 曹小曙, 李涛, 等. 1976—2016 年青藏高原地区通达性空间格局演变[J]. 地理学报, 2019, 74(6): 1190-1204.
- [5] 邓良凯. 京津冀城际铁路站点网络结构演变特征分析[A]. 中国城市科学研究会、江苏省住房和城乡建设厅、苏州市人民政府. 2018 城市发展与规划论文集[C]. 中国城市科学研究会、江苏省住房和城乡建设厅、苏州市人民政府: 北京邦蒂会务有限公司, 2018: 7.
- [6] 张安琪, 王海军, 夏畅. 基于空间句法的道路通达度作用分计算[J]. 地理与地理信息科学, 2018, 34(3): 108-113.
- [7] Kayleigh B. Campbell, James A. Rising, Jacqueline M. Klopp, Jacinta Mwikali Mbilo. Accessibility across transport modes and residential developments in Nairobi[J]. Journal of Transport Geography, 2019, 74.
- [8] Shiwei Lu, Zhixiang Fang, Shih-Lung Shaw, Xirui Zhang Impacts of high-speed rails on the accessibility inequality of railway network in China[J]. Geoinformatics, 2014, 2(2).
- [9] 金凤君, 王姣娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性[J]. 地理学报, 2004(02): 293-302.
- [10] 陈进杰, 林士炎, 金龙, 等. 京津冀协同发展背景下河北省铁路网布局优化[J]. 北京交通大学学报, 2016, 40(1): 102-109, 117.
- [11] 杨滔. 空间网络的价值——多尺度的空间句法[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019: 19-31.

Accessibility Analysis of Important Urban Nodes in Beijing-Tianjin-Hebei Region Considering the Mixed Railway Networks

Ma Wei^{1,2}, Zhang Tianwei², Shang Lin³

(1. Key Laboratory of Traffic Safety and Control of Hebei Province, Shijiazhuang 050043, China;

2. School of Traffic and Transportation, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China;

3. HCIG Communication Investment Co., Ltd, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: Accessibility has become a prerequisite for the connection and development of urban regional integration. It is of great practical significance to study the accessibility of urban nodes under the mixed railway network on the background of Beijing-Tianjin-Hebei integration. In this paper, the mixed railway network composed of high-speed railway and universal railway is considered, and the actual travel accessibility model and topological spatial accessibility model are respectively established based on the distance measurement model and spatial syntax, so as to study the accessibility status of important urban nodes in Beijing-Tianjin-Hebei region, and analyze the current situation of its matching with the political and economic positioning of the city. The results show that under the condition of the current mixed line network, Beijing and Tianjin has obvious advantages of accessibility, and match with its political and economic status. Baoding, Shijiazhuang, Langfang, Hengshui, Tangshan, Cangzhou, Xingtai, and Handan take second place. Zhangjiakou, Chengde, and Qinhuangdao are in the third echelon with poor accessibility and fail to match their political and economic positioning.

Key words: mixed railway networks; travel accessibility; Beijing-Tianjin-Hebei region; comprehensive distance model; space syntax