

# 中蒙俄高铁建设的影响机理及对策

董锁成<sup>1,2,3</sup>, 杨 洋<sup>1,2</sup>, 李富佳<sup>1</sup>, 程 昊<sup>1</sup>, 李静楠<sup>1,2</sup>,

BILGAEV Alexey<sup>1,2</sup>, 李泽红<sup>1,2</sup>, 李 宇<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;

3. 内蒙古财经大学, 呼和浩特 010070)

**摘要:** 中蒙俄高铁建设是促进中蒙俄交通基础设施互联互通、打造国际陆上交通走廊的重要举措,是中蒙俄经济走廊建设的重要突破口。科学合理地布局中蒙俄高铁线路、规避高铁建设面临的不利影响和风险,急需理清高铁建设的影响因子,揭示其作用机理和空间分布格局,制定针对性强的防控对策。本文分析了中蒙俄高铁建设的主要影响因子,阐明了各类因子对高铁建设的影响机理,通过构建一种综合集成的影响指数评估模型(IIIEM),量化评估了不同地区各类影响因子的影响指数,揭示了其空间分布格局,并据此制定了消除影响的中蒙俄高铁东线和西线的线路布局建议方案。提出通过“高铁换资源、高铁换市场”等互利共赢创新合作模式,消除经济影响;加强沟通和技术展示,降低社会影响;通过设置缓冲区及高科技手段,规避生态风险;构建中蒙俄跨境地区三大生态风险跨国联防联控体系,加强政策对接,促进中蒙俄经济一体化等防控对策及保障措施。本研究将为中蒙俄高铁建设线路科学合理布局、风险防控提供科技支撑和决策参考。

**关键词:** 中蒙俄高铁建设;影响因子;机理;空间分布格局;对策

DOI: 10.11821/dlxb201902007

## 1 引言

中蒙俄经济走廊是“一带一路”规划的六大经济走廊中第一个由三国首脑批准落地实施的经济走廊,它与中国“东北振兴”、俄罗斯“欧亚经济联盟”、“远东开发”、蒙古“草原之路”等战略高度契合,是离中国东部发达地区和经济重心最近便、安全、稳定、重要的战略区域。2016年中蒙俄三国联合签署的《建设中蒙俄经济走廊规划纲要》中把“促进交通基础设施发展与互联互通”列为三国重点合作领域之首,并明确提出要“建设、发展国际陆上交通走廊,提升三方铁路和公路运输潜力”<sup>[1]</sup>。2017年,中俄两国政府又签署建设滨海1号、2号沿海交通通道的协议<sup>[2-3]</sup>。高铁作为现代科技的产物,具有速度快、输送能力大、安全性高、舒适方便、耗能低、经济效益好、环境污染少<sup>[4-6]</sup>等特

收稿日期: 2017-09-25; 修订日期: 2018-11-19

**基金项目:** 科技部基础资源调查专项(2017FY101304); 国家社科基金“一带一路”专项基金(17VDL016); 中国科学院重点部署项目(ZDRW-ZS-2016-6); 中国科学院对外合作重点项目(131A11KYSB20160091) [Foundation: Science and Technology Basic Resources Survey Project, No.2017FY101304; National Social Science Fund of China, No.17VDL016; Major R&D Project of Chinese Academy of Sciences, No.ZDRW-ZS-2016-6; Key International Cooperation Project of Chinese Academy of Sciences, No.131A11KYSB20160091]

**作者简介:** 董锁成(1962-), 男, 甘肃人, 研究员, 博士生导师, 研究方向为区域生态经济学与区域可持续发展。

E-mail: dongsc@igsnrr.ac.cn

**通讯作者:** 李富佳(1983-), 男, 辽宁人, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向环境经济与区域可持续发展。

E-mail: lifujia2003@163.com

点。高铁是打造中蒙俄经济走廊陆路国际大通道的战略突破口。中蒙俄高铁的建设不仅能够极大地促进三国间交流与合作,更能重塑沿线区域的经济空间、城市空间、旅游空间格局,推动沿线区域快速发展<sup>[6-10]</sup>。此外,中蒙俄高铁还可连接第一条亚欧大陆桥俄罗斯西伯利亚铁路经济带和第二条亚欧大陆桥经济走廊,对促进欧亚经济联盟建设,“一带一路”倡议的落实具有重大意义。然而,由于高铁建设投资成本高、建设难度大,受区域经济水平、社会环境和生态本底特征影响大,而中蒙俄高铁跨越多个自然地理单元和三国多个社会经济地域,不同区域之间经济发展水平、人口规模分布、社会制度及发展模式等差异较大,将直接影响高铁选址布局及建设难度与风险,亟需识别中蒙俄高铁建设的主要影响因子及其空间分布格局,揭示其对高铁建设的影响机理和效应,制定针对性强的防控对策,为科学合理布局中蒙俄高铁线路、有效防控高铁建设风险提供科技支撑和决策参考。

目前,国内外关于高铁建设的研究主要集中在高铁建设运营的经济、社会和生态效应方面,主要包括:① 高铁网络对提高区域交通可达性的作用<sup>[11-18]</sup>。如Chen研究了中国高铁的发展现状,得出高铁极大地缩减了城市间的时空距离,增强了城市之间的流动性,带来了巨大的发展机遇<sup>[9]</sup>;Shaw等基于高铁时刻表,分析了中国高铁带来的出行时间可达性的变化,得出高铁在国家尺度上提高了出行时间可达性<sup>[12]</sup>;Preston研究了英国高铁的运营情况,得出英国高铁的收益大于成本,其最大的获益在于时间成本的降低<sup>[13]</sup>。② 高铁建设在重塑城市空间布局、促进区域经济发展等方面的作用<sup>[4-7,19-20]</sup>。欧洲委员会发布的《欧洲联盟条约》、《增长、竞争和就业白皮书》中指出,泛欧铁路网是促进经济发展、提高社会经济凝聚力的基本要素<sup>[19-20]</sup>;Okada指出新干线对日本商业、经济、社会、环境、文化均具有重要影响,不仅带来高利润、高税收等直接经济效应,同时通过重塑站点沿线城市格局、提高能源效率、降低空气污染等带来了巨大的外部效应<sup>[4]</sup>。③ 高铁与航空运输的竞合关系研究<sup>[21-23]</sup>。OECD研究了高铁与航空港、航空线路的竞争关系,得出高铁在很多情况下具有较高的可行性<sup>[21]</sup>;Govoni得出高铁是解决航空运输拥堵和环境问题的一种替代选择,在特定的合作模式下,高铁和航空运输将趋于一体化,实现双赢<sup>[22]</sup>。④ 高铁建设运营的生态效应<sup>[24-25]</sup>。如段晓晨等以湖南省某高铁项目为例,对路域原生态系统、区域生态环境的生态原貌进行了评价,分析了高铁建设运营后造成的生态系统退化情况<sup>[24]</sup>。

综上,已有研究主要集中在高铁建设运营后产生的经济、社会、生态效应研究,对高铁建设、尤其对跨境高铁建设布局的影响因子、影响机理等研究不足,无法满足中蒙俄高铁乃至“一带一路”基础设施互联互通高铁建设的紧迫需求。因此,本研究立足中蒙俄经济走廊建设的战略需求,基于课题组多年对中蒙俄跨境区域经济、社会、生态环境本底的科学考察和实地调研,分析了中蒙俄高铁建设的主要影响因子及其影响机理,通过构建一种具有综合集成特点的影响指数评估模型(IIIEM),量化评估了不同地区各类影响因子的影响指数,揭示了各类影响因子的空间分布格局,提出了针对性的防控对策,具有重要的理论价值和现实指导意义。

## 2 研究区概况

目前,中国国家发展和改革委员会规划了中蒙俄经济走廊东线和西线两条线路,东线走廊从东北地区—满洲里—俄罗斯—蒙古国,西线走廊从京津冀地区—呼和浩特—蒙古国—俄罗斯<sup>[26]</sup>。因此,东线和西线走廊成为中蒙俄经济走廊建设实施、打造中蒙俄国

际陆上交通走廊的核心区域,是中蒙俄高铁建设布局亟待重点突破的区域,我们将其称为中蒙俄高铁东线和西线。目前两条线路中北京—天津、北京—石家庄、大连—沈阳—长春—哈尔滨、哈尔滨—齐齐哈尔的高铁已正式开通运营,北京—张家口,呼和浩特—张家口的高铁正在规划建设之中,预期将在2019年底全线通车。未来中蒙俄东线高铁建设需由齐齐哈尔延伸至满洲里,至俄罗斯和蒙古国;中蒙俄西线高铁建设需由北京延伸至内蒙古,至蒙古国和俄罗斯。上述中蒙俄高铁东线和西线通过的但高铁尚未建成的区域即为本文的研究区域,具体包括北京、河北、内蒙古、黑龙江、蒙古国、外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、伊尔库茨克州8个研究单元(图1)。该区域不仅是中蒙俄经济走廊建设布局的核心枢纽区域,同时也是对接西伯利亚大铁路、联通欧洲经济圈和东亚经济圈的跨境战略大通道。然而,该区域跨越三国多地,横穿华北平原、东北平原、蒙古高原、东西伯利亚高原等多个自然地理单元,总体生态环境格局具有过渡性、多样性、复杂性、脆弱性、敏感性等特征<sup>[27]</sup>,且不同地区之间经济、社会等方面发展水平差异较大,将对高铁建设的选址布局和建设难度与风险产生重大影响。

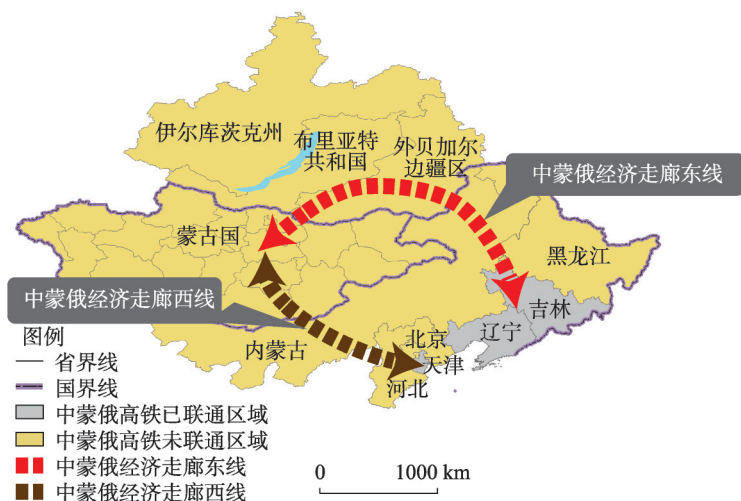


图1 研究区及规划的中蒙俄经济走廊线路

Fig. 1 Map showing the research area and locations of the planned China-Mongolia-Russia Economic Corridor

### 3 中蒙俄高铁建设的主要影响因子与影响指数评估

#### 3.1 中蒙俄高铁建设的主要影响因子

高铁建设是一项投入高、投资回报周期长、牵涉产业部门多、工程建设难度大、对区域经济社会发展水平和生态环境状况要求较高的复杂系统工程。因此,在高铁建设布局时必须充分考虑上述影响和制约。中蒙俄高铁建设的主要影响因子包括:

(1) 经济因子。高铁投资规模大,建设成本高,中国350 km/h的高铁每公里建设成本约在1600万~2100万美元之间<sup>[28]</sup>,中蒙俄高铁沿线多数跨境地区经济发展水平落后、人口稀少、基础设施薄弱,在该地区建设高铁,必须对高铁沿线区域、特别是拟设站城市的经济发展水平、支付能力、客源情况、建设基础等经济因子及其影响进行前期评估。

(2) 社会因子。由于高铁、特别是跨境高铁对区域经济社会发展、生态环境、地缘政治环境影响重大,沿线区域政府及民众是否支持、社会是否稳定等社会因子对高铁布局决策影响深刻。必须通过深入的实地考察和细致的了解,加以准确判断和评估。

(3) 生态因子。高铁建设的施工难度巨大,受沿线区域生态环境本底特征和地质条件影响显著,生态系统的稳定性、生态安全、自然及地质灾害等因子也常常成为高铁建设最直接的制约因子<sup>[29-31]</sup>,甚至是必须规避的重要风险因子。因此,生态环境因子对高铁建设的影响构成众多影响中最为重要、最需高度重视和科学评估的因子。

### 3.2 影响指数评估

**3.2.1 IIEM影响指数评估模型** 中蒙俄高铁建设影响因子的影响指数评估需构建多层、多目标的综合评价指标体系。目前,广泛应用于综合评价指标体系的方法主要包括综合评分法、多元统计方法、协调度法、多目标决策分析法等,指标权重确定的方法包括专家打分法、德尔菲法等主观评价方法以及熵权法、层次分析法、主成分分析法等客观评价方法<sup>[32-34]</sup>,然而单一的评价方法由于其自身的缺陷,难以满足综合评价的需求。因此,本文在综合分析上述评价方法的优缺点后,构建了一种综合集成的影响指数评估模型(Integrated Influence Index Evaluation Model, IIEM)。具体包括以下4个模块:

模块1: 综合评价指标体系的构建。根据研究目标以及研究对象的特性,结合层次分析法,构建多层、多目标的综合评价指标体系。

模块2: 指标筛选。为了保证综合评价指标体系的科学性、客观性,根据因子载荷值,定量筛选评价指标。因子载荷值越大,指标与因子的相关性越高,指标越重要,见公式(1)。

模块3: 权重确定。综合权重确定的主、客观评价方法,全面、真实地反映指标信息。首先采用主成分分析法初步确定指标权重,确权过程见公式(2)和公式(3)。其次,采用专家打分法确定指标权重。借助于课题组及研究团队建立的“‘一带一路’科学家联盟”,选取了中蒙俄三国40位相关领域的专家,通过邮件邀请专家对评价指标体系的权重进行打分,最终收回有效指标权重打分表32份,包括中方专家13份,俄方专家12份,蒙方专家7份,综合专家给出的各指标打分情况,确定各指标的平均分值,进而得出指标权重。最后,将专家打分法确权结果与主成分分析法确定的指标权重进行平均,得出最终的指标权重。

模块4: 影响指数评估。首先采用极差标准化法对指标进行归一化处理,使处理后的所有指标值均属于[0, 1],指标值越大,影响指数越大,对高铁建设的影响和制约越大。需注意的是,指标分为正向指标和负向指标,正向指标与影响指数同向变化,即值越大,影响指数越大,负向指标与影响指数反向变化,值越大,影响指数越小,在进行指标归一化时需分类核算,见公式(4)。其次,基于确权结果,综合评估不同地区各类影响因子对中蒙俄高铁建设的影响指数,见公式(5)。

$$a_{ij} = \frac{\text{cov}(x_i, f_j)}{\sqrt{D(x_i)} \sqrt{D(f_j)}} \quad (1)$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij} / \sqrt{\lambda_j} \times \varphi_j}{\sum_{j=1}^m \varphi_j} \quad (2)$$

$$nw_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

$$nx_i = \frac{x_i - x_{\min i}}{x_{\max i} - x_{\min i}} x_i \text{ 为正向指标} \quad (4)$$



$$nx_i = \frac{x_i - x_{\max i}}{x_{\min i} - x_{\max i}} x_i \text{ 为负向指标} \quad (4)$$

$$Io = \sum_{i=1}^n nw_i \times nx_i \quad (5)$$

式中:  $x_i$  表示指标  $i$  的值,  $i=1, \dots, n$ ;  $f_j$  表示主成分变量  $j$ ,  $j=1, \dots, m$ ;  $a_{ij}$  为因子载荷;  $\lambda_j$  为主成分变量  $j$  的特征根;  $\varphi_j$  表示成分  $j$  的方差贡献率;  $w_i$  和  $nw_i$  分别为指标  $i$  归一化前和归一化后的权重;  $x_{\max i}$  和  $x_{\min i}$  分别为指标  $i$  的最大值和最小值;  $nx_i$  为归一化后指标  $i$  的值;  $O$  表示评价对象;  $Io$  为评价对象  $O$  的影响指数。

**3.2.2 基于 IIIEM 的经济—社会—生态影响指数综合评价指标体系** 基于 IIIEM, 结合高铁建设的主要影响因子以及数据的可获取性、可量化性、可对比性、典型性、代表性等原则, 构建了中蒙俄高铁建设的经济—社会—生态影响指数综合评价指标体系。

(1) 经济因子指标。选择经济发展水平、客源情况、交通基础设施和区域吸引力等作为评估经济因子对高铁建设影响的指标。其中, 经济发展水平用人均 GDP、GDP 增速表示, 反映当地居民的支付能力和支付潜力。客源情况用人口密度和人口增长率表示, 反映高铁的潜在客流量。交通基础设施用铁路路网密度表示, 反映高铁的建设基础, 铁路路网密度越低, 高铁建设基础越薄弱, 高铁建设需要投入的地质、地貌、水文、气候等自然本底环境勘探与评估的成本越大, 高铁建设成本越高。区域吸引力用能源资源、矿产资源、旅游业发展水平、智力资源表示, 反映区域资源禀赋在人口、资本等方面的吸引力。其中, 能源和矿产资源通过综合评价区域的主要战略性资源石油、天然气、铁矿、铜矿的丰裕程度得到, 旅游业发展水平用国际旅游收入占出口总额的比例表示, 反映区域对国际游客的吸引力, 智力资源用每十万人高等教育在校生表示, 反映区域对人才的吸引力。经济发展水平越高、客源越丰富、交通基础设施越完善、区域吸引力越大的地区, 区域经济因子对高铁建设的影响和制约越小, 反之越大。

(2) 社会因子指标。选择社会稳定性、政府及民众支持度作为评价社会因子对中蒙俄高铁建设影响的指标。社会稳定性用失业率反映, 政府及民众支持度通过实地调研获取。社会稳定性和政府及民众支持度低的地区, 社会因子对高铁建设的影响和制约较大, 反之则小。

(3) 生态因子指标。选择灾害发生和生态环境情况作为评价生态因子对中蒙俄高铁建设影响的指标。灾害发生指标中, 自然灾害选择中蒙俄跨境地区最严重的自然灾害类别“每万  $\text{km}^2$  森林火灾的面积”反映, 地质灾害选择地质灾害发生次数反映。生态环境情况用森林覆盖率、自然保护区数量以及生物多样性反映。自然、地质灾害频发、生态系统良好的地区, 生态因子对高铁建设的影响和制约较大, 反之则小。

### 3.3 数据来源

指标体系中, 政府及民众支持度通过课题组与外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、伊尔库茨克州、东戈壁省、中央省、达尔汗乌拉省、黑龙江省、内蒙古自治区等中蒙俄跨境地区交通运输、经济发展、旅游、外贸等政府部门以及相关科研机构进行座谈, 同时辅以问卷调查, 获取政府机构、学术界及当地民众对中蒙俄高铁建设的态度; 问卷采用 10 分制打分法, 分值越大, 支持度越高, 对高铁建设的影响指数越小。能源资源、矿产资源以及生物多样性的丰裕程度分别通过综合评估研究单元主要战略性能源(石油、天然气)、主要战略性矿产资源(铁矿、铜矿)的探明储量以及珍稀物种种类, 将其划分为丰富、较丰富、一般、较差 4 个等级, 分别赋值 8、6、4、2, 能源资源、矿产资源的分值越低, 对高铁建设的影响指数越大, 生物多样性则相反, 分值越高, 影响指数越

大。其他指标数据分别从2016年《内蒙古自治区统计年鉴》《黑龙江省统计年鉴》《北京市统计年鉴》《河北省统计年鉴》《蒙古国统计年鉴》《外贝加尔边疆区统计年鉴》《布里亚特共和国统计年鉴》《伊尔库茨克州统计年鉴》以及 World Bank Open Data 中获取。本文所采用的统计数据均为2015年数据。

对指标值进行主成分分析,结果显示KMO值=0.739,表明适合采用主成分分析进行确权。计算得出的前4个特征根分别为 $\lambda_1=6.328$ ,  $\lambda_2=4.626$ ,  $\lambda_3=3.244$ ,  $\lambda_4=1.397$ , 累积方差贡献率为91.723% (37.223%+27.200%+19.080%+8.220%)。根据公式(2),得到主成分分析的确权结果,与专家打分的确权结果相结合,指标权重如表1所示。

表1 中蒙俄高铁建设的经济—社会—生态影响指数综合评价指标体系及归一化的确权结果  
Tab. 1 Comprehensive index system for evaluating economic, social, and ecological influence of China-Mongolia-Russia high-speed railway construction and their normalized weights

目标层	准则层	子准则层	指标层	权重	指标类型
经济—社会—生态综合影响指数	经济因子	经济发展水平	人均GDP	0.0883	负向指标
			GDP增速	0.0394	
		客源情况	人口密度	0.0743	
			人口增长率	0.0216	
			铁路路网密度	0.0282	
		交通基础设施	能源资源	0.0120	
			矿产资源	0.0120	
			旅游业发展水平	0.0120	
		区域吸引力	智力资源	0.0120	
	社会因子	政府及民众支持度	政府及民众对高铁建设的支持度	0.1015	正向指标
		社会稳定性	失业率	0.0985	
	生态因子	灾害发生情况	每万km <sup>2</sup> 的森林火灾面积	0.1048	
			地质灾害数量	0.1497	
		生态环境情况	森林覆盖率	0.0934	
			自然保护区数量	0.0751	
			生物多样性	0.0770	

4 评估结果及影响机理分析

基于IIIEM,对中蒙俄高铁建设的经济—社会—生态影响指数进行综合评估,评价结果如表2所示。

4.1 中蒙俄高铁建设的经济因子影响机理分析

4.1.1 经济发展水平 经济发展水平影响指数从高到低依次为外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、蒙古国、黑龙江、伊尔库茨克州、河北、内蒙古、北京,分别为0.1255、0.1158、0.1002、0.0753、0.0744、0.0712、0.0367、0.0023。由此可知,经济发展水平对高铁建设影响较大的地区主要分布于外贝加尔边疆区、布里亚特共和国和蒙古国。进一步分析可知,落后的经济发展水平和较大的经济下行压力是造成其经济发展水平影响较大的主要原因。2015年上述地区的人均GDP均不足4000美元,GDP增速低于2.5%,外贝尔边疆区和布里亚特共和国经济更是呈现负增长状态,是研究单元中经济发展水平最低、经济下行压力最大的地区,在上述地区建设高铁可能面临当地民众支付能力和支付意愿不足的风险,难以保证高铁建设的投资成本回收和盈利。

4.1.2 客源 客源影响指数较大的区域主要为外贝加尔边疆区、伊尔库茨克州和黑龙江,

表2 中蒙俄高铁建设的经济-社会-生态影响指数评估结果

Tab. 2 Economic, social, and ecological influence indices of China-Mongolia-Russia high-speed railway construction

研究单元	EN	ED	PC	TI	AP	S	SGP	ST	EC	D	EDT	ESEC
蒙古国	0.2237	0.1002	0.0743	0.0282	0.0211	0.1662	0.0677	0.0985	0.3203	0.2545	0.0658	0.7102
布里亚特共和国	0.2498	0.1158	0.0879	0.0273	0.0187	0.1422	0.1015	0.0407	0.2191	0.0733	0.1459	0.6111
外贝加尔边疆区	0.2672	0.1255	0.0944	0.0266	0.0207	0.1586	0.1015	0.0571	0.1765	0.0507	0.1259	0.6024
伊尔库茨克州	0.2122	0.0744	0.0920	0.0274	0.0183	0.1184	0.0677	0.0507	0.1660	0.0213	0.1447	0.4966
黑龙江	0.2224	0.0753	0.0913	0.0236	0.0323	0.0500	0.0000	0.0500	0.1700	0.0000	0.1700	0.4425
内蒙古	0.1738	0.0367	0.0882	0.0249	0.0241	0.0371	0.0000	0.0371	0.1390	0.0171	0.1219	0.3499
河北	0.1907	0.0712	0.0644	0.0152	0.0399	0.0355	0.0000	0.0355	0.0746	0.0171	0.0576	0.3009
北京	0.0467	0.0023	0.0097	0.0000	0.0347	0.0000	0.0000	0.0000	0.1144	0.0748	0.0396	0.1611

注：EN代表经济因子影响指数，ED代表经济发展水平影响指数，PC代表客源影响指数，TI代表交通基础设施影响指数，AP代表区域吸引力影响指数；S代表社会因子影响指数，SGP代表政府及民众支持影响指数，ST代表社会稳定性影响指数；EC代表生态因子影响指数，D代表灾害发生影响指数，EDT代表生态环境影响指数；ESEC代表经济—社会—生态综合影响指数。

影响指数分别为0.0944、0.0920、0.0913。较低的人口密度和持续的人口负增长是其影响指数较高的主要原因。2015年，外贝加尔边疆区、伊尔库茨克州和黑龙江的人口密度仅为2.5人/km<sup>2</sup>、3.1人/km<sup>2</sup>和82人/km<sup>2</sup>，不足北京人口密度的1%，且人口均呈现持续负增长，2015年其人口增长率分别为-3.7‰、-0.8‰和-5.4‰。低密度、负增长的人口情况不利于形成充足、稳定的高铁客源，导致中蒙俄高铁在该地区运营过程中，很可能面临客源不足的风险。

**4.1.3 交通基础设施** 交通基础设施对高铁建设影响较大的区域主要为蒙古国、伊尔库茨克州、布里亚特共和国和外贝加尔边疆区，影响指数分别为0.0282、0.0274、0.0273和0.0266。薄弱的交通基础设施是其主要原因，2015年，上述地区的铁路路网密度分别为11 km/万 km<sup>2</sup>、32 km/万 km<sup>2</sup>、35 km/万 km<sup>2</sup>和56 km/万 km<sup>2</sup>，而同期北京的铁路路网密度达到783 km/万 km<sup>2</sup>，不足北京铁路路网密度的1/10，是研究单元中交通基础设施最薄弱的地区。薄弱的交通基础设施可能致使在当地建设高铁需进行全面的地质、地貌等自然本底环境勘探与评估，从而增加高铁建设的成本投入和建设周期。

**4.1.4 区域吸引力** 区域吸引力对高铁建设影响较大的区域主要为河北和黑龙江，影响指数分别为0.0399和0.0323，其相对落后的旅游业发展水平和智力资源集聚水平是主要原因。2015年，河北和黑龙江的国际旅游收入分别仅占其出口总额的1.5%和4.9%，不足内蒙古的1/3，两省每十万人高等教育在校生分别仅为2141人和2512人，不足北京、蒙古国的1/2，为研究单元中旅游业发展水平和智力资源最低的地区。同时，河北相对稀缺的能源资源和矿产资源、黑龙江资源枯竭型城市数量的增加，则加大了两地在集聚固有优势产业、劳动力、人才方面的不利影响，未来在持续吸引高铁客源方面可能面临较大风险。

综合中蒙俄高铁建设的经济因子影响指数评估结果，按照等间距分组原则将经济因子影响指数划分为高影响、中影响和低影响，经济因子影响的空间分布格局如图2a所示。高经济影响分布于外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、蒙古国、黑龙江和伊尔库茨克州，在高铁规划和建设过程中，应着重针对上述地区，制定投资和收益保障措施。

## 4.2 中蒙俄高铁建设的社会因子影响机理分析

**4.2.1 社会稳定性** 蒙古国是研究单元中社会稳定性影响最大的地区，影响指数高达0.0985，远高于其他研究单元。其较高的失业率是社会稳定性影响较高的主要原因，

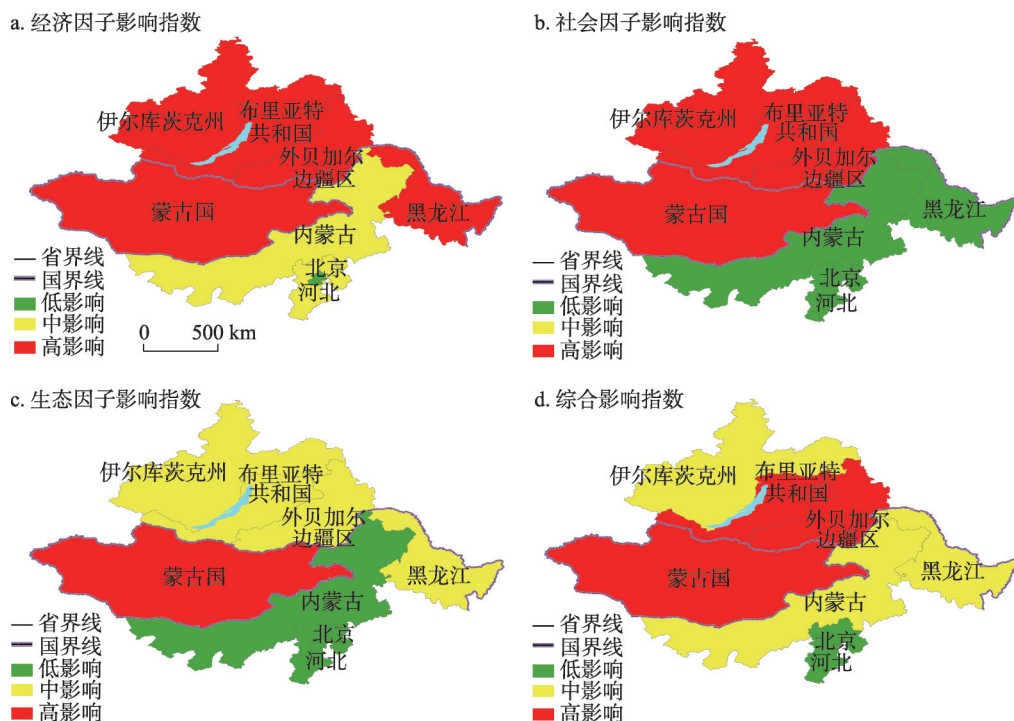


图2 中蒙俄高铁建设的经济因子、社会因子、生态因子及综合影响指数空间分布图

Fig. 2 Map showing the spatial distribution of economic, social, ecological and comprehensive influence indices of China-Mongolia-Russia high-speed railway construction

2015年,蒙古国的失业率高达7.5%,超过了失业率的国际警戒线,严重影响了蒙古国的社会稳定性。此外,蒙古国政局动荡、贫富差距大、犯罪率高,社会治安较差,进一步加剧了蒙古国的社会稳定性影响。较差的社会稳定性在一定程度上制约了高铁建设的可行性和稳定性。

**4.2.2 政府及民众支持度** 政府及民众支持度影响较大的区域主要为布里亚特共和国、外贝加尔边疆区、蒙古国和伊尔库茨克州,影响指数分别为0.1015、0.1015、0.0677和0.0677。根据课题组多次深入中蒙俄边境地区,对政府、学术界及民众开展实地调研和访谈的结果,中蒙俄高铁沿线地区政府及民众整体上对高铁建设持支持态度,但是出于对高铁建设巨大的生态环境及地缘政治影响的考虑,俄蒙部分人士对高铁建设支持之余,仍存有一定的顾虑和担忧,对高铁建设的态度容易受到舆论或突发事件的干扰而产生动摇,如中国拟在贝加尔湖建瓶装水厂就因可能对贝加尔湖造成破坏而遭到了伊尔库茨克地区民众的反对。

根据以上结论,综合中蒙俄高铁建设的社会因子影响指数评价结果,社会影响从大到小依次为蒙古国、外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、伊尔库茨克州、黑龙江、内蒙古、河北、北京,影响指数分别为0.1662、0.1586、0.1422、0.1184、0.0500、0.0371、0.0355和0。同样对社会因子影响指数进行影响等级划分,结果如图2-b所示,可知蒙古国、外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、伊尔库茨克州为高社会影响地区。在高铁规划和建设过程中,应制定应急措施,同时加强对高铁先进技术手段、高铁在节能降耗、环境保护等方面相较于普速铁路及公路的优势等的宣传与普及,努力消除上述地区政府和民众的顾虑,降低社会影响。



### 4.3 中蒙俄高铁建设的生态因子影响机理分析

**4.3.1 生态环境** 生态环境对高铁建设影响较大的地区主要为黑龙江、布里亚特共和国、伊尔库茨克州和外贝加尔边疆区,影响指数分别为0.1700、0.1459、0.1447和0.1259。优良的生态环境是高铁建设布局的主要影响因素。上述地区生态环境良好、森林覆盖率高、生物多样性丰富。2015年,上述地区的森林覆盖率分别达到43.2%、63.7%、83.6%和68.3%,远高于世界平均水平,拥有250多个国家级自然保护区,是紫貂、麝鼠、驼鹿、东北虎、紫貂、丹顶鹤、青羊等珍稀动物的重要栖息地。位于布里亚特共和国和伊尔库茨克州境内的贝加尔湖是著名的世界自然遗产,湖泊面积达3.15万km<sup>2</sup>,总容积达到23.6万亿m<sup>3</sup>,最深处达1637 m,是世界上第一深湖和欧亚大陆最大的淡水湖,动植物种类繁多,生物多样性丰富,是生态资源宝库。高铁重大工程建设和运营过程中,将对沿线区域生态环境质量、生态系统格局等产生重大影响,极有可能对地区地表植被、生态系统造成破坏,对动物领地造成分割,从而影响生态系统服务功能和生物多样性固有风险<sup>[29-31]</sup>,存在潜在的生态破坏风险。因此,良好的生态环境成为上述地区高铁建设布局中的重要影响因素。

**4.3.2 灾害** 灾害影响较大的地区主要为蒙古国,其影响指数高达0.2545,是研究单元中灾害影响最大的地区。蒙古国地质结构复杂,山地、戈壁、冻土分布广泛,荒漠化、水土流失严重,沙尘暴、地质灾害、森林火灾等频发,直接影响到高铁建设的可行性和安全性。据统计,蒙古国将近80%的土地已遭受不同程度的荒漠化,并且以较快的速度向东方省、肯特省等优良草原地带蔓延<sup>[35]</sup>。此外,2015年蒙古国每万km<sup>2</sup>的森林火灾面积达到415 km<sup>2</sup>,是中国平均水平的上千倍;土地退化面积达到9.6万km<sup>2</sup>,占国土面积的6.1%,灾害发生数量高达44起。恶劣的自然环境和频发的自然灾害使该国建设高铁面临较高的自然环境制约,极大地增加了高铁建设的成本和难度。

根据以上结论,综合中蒙俄高铁建设的生态因子影响评价结果,生态影响从大到小依次是蒙古国、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区、黑龙江、伊尔库茨克州、内蒙古、北京、河北,影响指数分别为0.3203、0.2191、0.1765、0.1700、0.1660、0.1390、0.1144和0.0746。对生态影响指数进行等级划分,结果如图2c所示,高影响和中影响的地区主要包括蒙古国、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区、黑龙江、伊尔库茨克州。在上述地区实施高铁建设工程,应重点防控蒙古国的灾害影响和布里亚特共和国、外贝加尔边疆区等地的生态破坏风险,尽量避开灾害频发区、自然保护区和生态系统核心区,采用高科技手段减小高铁建设对生态环境的破坏,同时建立高铁建设及运营过程中的生态风险防控机制,将高铁对生态的影响降到最低。

### 4.4 中蒙俄高铁建设的经济—社会—生态综合影响分析

综合中蒙俄高铁建设的经济、社会和生态因子影响指数,得到中蒙俄高铁建设的经济—社会—生态综合影响指数,从高到低依次是蒙古国、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区、伊尔库茨克州、黑龙江、内蒙古、河北、北京,影响指数分别为0.7102、0.6111、0.6024、0.4966、0.4425、0.3499、0.3009、0.1611。对综合影响指数进行风险等级划分可知,高影响地区主要分布于俄蒙研究单元,中低影响地区主要分布于中国研究单元(图2d)。在高铁建设中,需科学规划高铁线路布局,根据具体的影响和潜在风险类型,采用针对性强的政策及工程技术手段等加以规避和防范。

## 5 对策

根据上述分析结果,为消除经济、社会和生态因子对中蒙俄高铁建设的影响,提出

以下针对性对策。

### 5.1 科学规划中蒙俄高铁线路布局, 规避区域性风险

根据各区域高铁建设的影响因子类型, 合理布局高铁线路走向和节点城市(设站城市), 尽量避开各区域内高影响因子所在的地点, 选择经济、社会、生态等条件比较适宜、系统稳定性较强的地区设站布线。如在蒙古国应避开西部灾害频发区, 伊尔库茨克州、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区等生态环境良好但经济影响较大的地区应在避开贝加尔湖自然保护区、生物多样性丰富等地区的同时, 优选区域内人口规模较大、人口密集、经济发展水平较高、高铁建设基础较好的中心城市、区位优势明显的口岸城市进行布局, 如在伊尔库茨克、乌兰乌德、赤塔、乌兰巴托、扎门乌德、满洲里、二连浩特等城市建设高铁枢纽站场。根据中蒙俄高铁建设面临的经济、社会、生态因子影响的空间分布格局及中蒙俄高铁沿线区域经济、社会发展水平、区位和环境条件等, 同时结合中国《中长期铁路网规划》对中国高铁通道的规划布局, 本文对中蒙俄高铁东线和西线的线路布局 and 重要节点城市进行了系统分析。

**5.1.1 中蒙俄高铁东线规划布局** 中国《中长期铁路网规划》构筑“八横八纵”的高铁主通道, 其中规划建设从绥芬河—牡丹江—哈尔滨—齐齐哈尔—海拉尔—满洲里的“绥海满通道”, 目前哈大高铁、哈齐高铁已开通, 未来中蒙俄高铁东线建设仅需打通从满洲里—外贝加尔边疆区—布里亚特共和国—伊尔库茨克州的高铁通道。人口分布方面, 赤塔、乌兰乌德、伊尔库茨克市分别是外贝加尔边疆区、布里亚特共和国和伊尔库茨克州人口规模最大、人口密度最高的城市, 人口规模分别为33.99万、42.67万和62.01万, 集中了外贝加尔边疆区31.26%、布里亚特共和国43.6%、伊尔库茨克州25.6%的人口, 人口密度分别达到636.6人/km<sup>2</sup>、1131.4人/km<sup>2</sup>和2252人/km<sup>2</sup>, 其人口规模和人口密度远高于其他地区。其次, 上述三市分别是外贝加尔边疆区、布里亚特共和国和伊尔库茨克州的首府城市, 是上述俄联邦主体的政治、经济、教育、科技、旅游等中心, 同时也是铁路基础设施最好的地区。因此, 赤塔、乌兰乌德、伊尔库茨克市等是中蒙俄高铁东线的重要节点城市, 在上述城市布局高铁能够较大地降低经济和社会因子对高铁建设的影响。结合中国境内已建、在建、拟建的高铁线路, 中蒙俄高铁东线布局建议方案为: 大连—沈阳—长春—哈尔滨—齐齐哈尔—海拉尔—满洲里—赤塔—乌兰乌德—伊尔库茨克(图3)。

**5.1.2 中蒙俄高铁西线规划布局** 蒙古国地势高峻, 地貌复杂, 西北部多为高原山地, 东南部多为戈壁平原<sup>[36]</sup>, 从蒙古国的地形来看, 在蒙古国的东南部建设高铁能够降低高铁的建设难度和建设成本。蒙古国45%的人口集中在乌兰巴托市, 人口规模为134.6万人, 人口密度达到297.1人/km<sup>2</sup>, 远高于蒙古国其他地区。同时, 乌兰巴托市为蒙古国的首都, 是蒙古国的政治、经济、教育等中心, 集中了蒙古国63.7%的GDP和30%左右的教育、科技资源。因此, 乌兰巴托市是中蒙俄高铁西线最重要的节点城市, 在此布局高铁站点能够极大地降低高铁建设面临的经济和社会影响, 获得最大综合效益。

边境高铁通道布局方面, 二连浩特—扎门乌德口岸是中蒙唯一一对铁路口岸, 同时也是欧亚大路桥陆路通道中的重要战略枢纽, 且蒙古国在扎门乌德设立了“扎门乌德自贸区”, 是中蒙边境合作最紧密的口岸地区。因此, 二连浩特市和扎门乌德市是中蒙边境高铁通道的重要节点城市。俄蒙边境通道布局方面, 阿勒坦布拉格—恰克图是俄蒙最重要的口岸之一, 蒙古国在阿勒坦布拉格设立了阿勒坦布拉格自由贸易区, 是蒙古和俄罗斯进行外贸的重镇。因此, 阿勒坦布拉格和恰克图是俄蒙边境高铁通道的重要节点城市。综上所述, 结合中蒙俄高铁西线途经的重点城市以及蒙古国的铁路基础设施, 中蒙俄高

铁西线布局建议方案为:石家庄/天津—北京—张家口—呼和浩特—二连浩特—扎门乌德—赛因山达(东戈壁省首府)—乔伊尔(戈壁苏木贝尔省首府)—乌兰巴托—达尔汗(达尔汗乌勒省首府)—苏赫巴托尔(色楞格省首府)—阿尔坦布拉格—恰克图—乌兰乌德,与中蒙俄高铁东线在乌兰乌德交汇,形成联通中蒙俄三国的高铁大通道(图3)。

## 5.2 创新合作模式,消除经济影响

俄蒙高铁布局经济不利影响高的地区,尽管支持高铁建设,但资金短缺,建议通过“高铁换资源、高铁换市场”等全新合作方式,由中方提供资金、技术、设备、人才甚至劳动力,完成高铁建设和运营维护,俄蒙地区通过向中方转让资源开发权、矿山经营权,跨境输送能源、高新技术、高新产品等方式支付中方的投资成本,从而消除经济不利影响,实现互利共赢。

## 5.3 加强沟通和技术展示,降低社会影响

对政府及民众心存顾虑的部分地区,通过加强政府对话和民间交流,加大对中国正面国际形象的宣传,展现中国对外友好合作政策,消除俄蒙部分人士对中国的顾虑与偏见。通过开展高铁技术展览会、高铁建设宣讲团等活动,广泛宣传高铁速度快、输力大、安全舒适、经济效益好、耗能低、低污染等优势和高科技特点,提高俄蒙民众对高铁的认识和接受度,增信释疑,促进合作,降低社会影响。

## 5.4 通过高科技工程技术手段,规避生态破坏风险

对于伊尔库茨克州、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区、黑龙江等生态影响较高的地区,一方面高铁布局尽量避开自然保护区、生态系统良好及生物多样性丰富的地区。对于贝加尔湖等重点保护区域,应在其周边划定缓冲区,高铁应布局在缓冲区外,避免高铁建设运营过程中对保护区域生态系统的干扰和影响。另一方面,对于高铁建设无法规避的点状、片状森林、草地、湖泊、湿地等,可以采用高架桥、隧道、桥隧结合、缓坡过渡、设置噪声防护墙等方式最大限度地减少高铁建设运营对周边环境的影响。

## 5.5 构建中蒙俄跨境地区生态风险跨国联合防控体系

中蒙俄跨境地区三大生态风险的跨国联合防控体系包括:中蒙俄边境地区森林火灾的跨国联合防控体系、中蒙边境地区水土流失、沙漠化、沙尘暴等灾害的跨国联合防控体系以及中俄边境地区植被破坏、生物多样性减少等生态破坏的跨国联合防控体系。通过建设中蒙俄跨境地区生态环境动态监测、信息共享平台,实时预警、防控中蒙俄高铁建设过程中可能产生的生态风险。



图3 中蒙俄高铁东线、西线建议布局示意图

Fig. 3 Map showing the suggested east and west China-Mongolia-Russia high-speed railway routes



### 5.6 加强政策对接,促进中蒙俄经济一体化

加强中蒙俄经济走廊建设与俄罗斯“欧亚经济联盟”、蒙古“草原之路”的深入对接,大力推动中蒙俄自贸区、中蒙俄跨境经济合作区建设,推动贸易便利化和重大项目合作;加强产能合作,促进战略性资源互通有无,扩大经贸合作;加强人才、科技、教育资源交流与合作,实施中蒙俄三国间免签政策,促进人口流动,增强区域活力,提高中蒙俄经济一体化程度。

## 6 结论与展望

### 6.1 结论

(1) 本文对中蒙俄高铁建设的经济—社会—生态影响因子进行了系统分析与评估,揭示了各类因子的影响机理及空间分布格局。经济因子的影响主要表现为:部分地区经济发展水平落后、经济增速缓慢,人口稀少并且呈现负增长,交通基础设施薄弱,资金短缺,难以保证高铁建设投资以及投资成本回收和盈利。经济因子的高影响区域主要分布于外贝加尔边疆区、布里亚特共和国、蒙古国等地区。社会因子的影响主要表现为:部分地区失业率较高,社会稳定性低,对高铁建设总体支持的同时仍存顾虑。高社会影响区主要分布在蒙古国、外贝加尔边疆区、布里亚特共和国等地区。生态因子的影响主要表现为:贝加尔湖及部分生态环境良好、生物多样性丰富的地区建设高铁可能面临较高的生态破坏风险,部分地区自然地理环境恶劣,灾害频发,严重制约了高铁建设的可行性,主要分布在蒙古国、布里亚特共和国、外贝加尔边疆区等地区。

(2) 根据经济、社会、生态因子影响指数的分布格局及区域经济社会、区位条件、建设基础等特征,提出了中蒙俄高铁线路布局建议方案。中蒙俄高铁东线布局:大连—沈阳—长春—哈尔滨—齐齐哈尔—海拉尔—满洲里—赤塔—乌兰乌德—伊尔库茨克;中蒙俄高铁西线布局:石家庄/天津—北京—张家口—呼和浩特—二连浩特—扎门乌德—赛因山达(东戈壁省首府)—乔伊尔(戈壁苏木贝尔省首府)—乌兰巴托—达尔汗(达尔汗乌勒省首府)—苏赫巴托尔(色楞格省首府)—阿尔坦布拉格—恰克图—乌兰乌德。

(3) 提出了消除影响的对策措施。通过“高铁换资源”“高铁换市场”的创新合作模式消除经济影响;加强政策沟通与工程技术展示降低社会影响;通过设置缓冲区、建设高架桥、隧道等工程技术措施规避生态破坏风险;以及构建中蒙俄跨境地区三大生态风险跨国联合防控体系;加强政策对接,促进中蒙俄经济一体化的风险防控保障对策。

### 6.2 展望

中俄互为全面战略协作伙伴关系,中蒙互为全面战略伙伴关系,三国互为近邻,友好交往历史悠久,源远流长。2016年中俄、中蒙贸易额分别达到695亿美元和46.1亿美元,自2000年以来,年均增长率分别达到14%和18%<sup>[37]</sup>,且随着中蒙俄经济走廊建设、东北振兴、欧亚经济联盟、草原之路战略的规划实施,三国关系持续升温,未来三国睦邻友好合作将更加广阔,中蒙俄跨境高铁建设布局的战略需求将更为迫切。特别需要指出的是,中蒙俄跨境高铁是联通欧亚大陆桥铁路运输系统的枢纽线路,对于推进俄罗斯欧亚经济联盟以及“一带一路”建设都有十分重大的战略意义。因此,未来中俄蒙高铁东线和西线恐将难以满足三国日益紧密深入的合作需求,需要规划建设更多高铁线路,以促进中蒙俄经济走廊和欧亚经济联盟的建设。根据课题组长期研究,除了中蒙俄高铁东线、西线以外,还可从中俄沿海、东北、西北三个方向规划建设中蒙俄高铁通道,沿海高铁宜考虑从长春—珲春—海参崴(滨海边疆区首府)—哈巴罗夫斯克(哈巴罗夫斯



克边疆区首府),东北高铁考虑从哈尔滨—黑河—布拉戈维申斯克(阿穆尔州首府),西北高铁考虑从新疆乌鲁木齐—阿尔泰—巴尔瑙尔(阿尔泰边疆区首府)—新西伯利亚(新西伯利亚州首府),与中蒙俄高铁东线、西线和俄罗斯西伯利亚铁路相连接,多方位打造中蒙俄国际陆上交通走廊。上述重大问题应引起三国政府及相关部门的高度重视,及早开展前期研究,适时规划、决策、布局和建设。

## 参考文献(References)

- [1] National Development and Reform Commission. "Plan for construction of Russia-Mongolia-China Economic Corridor". <http://www.scio.gov.cn/ztk/wh/slx/htws/Document/1491208/1491208.htm>, 2016-09-14/2017-04-21. [国家发展与改革委员会. 建设中蒙俄经济走廊规划纲要. <http://www.scio.gov.cn/ztk/wh/slx/htws/Document/1491208/1491208.htm>, 2016-09-14/2017-04-21.]
- [2] Ministry of Commerce of PRC. The Russian government has approved the development of the international transport corridor for Binhai 1 and Binhai 2. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/e/201701/20170102494758.shtml>, 2017-01-03/2018-07-31. [商务部. 俄政府批准“滨海1号”和“滨海2号”国际交通走廊开发构想. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/e/201701/20170102494758.shtml>, 2017-01-03/2018-07-31.]
- [3] Heilongjiang Province People's Government. Minister of Russian far east development: Russia and China are expected to sign a cooperation agreement on Binhai 1 and Binhai 2 in July. <http://www.hlj.gov.cn/ztl/system/2017/05/19/010828704.shtml>, 2017-05-19/2018-07-31. [黑龙江人民政府. 俄远东发展部部长: 俄中拟于7月签署“滨海1号”与“滨海2号”合作协议. <http://www.hlj.gov.cn/ztl/system/2017/05/19/010828704.shtml>, 2017-05-19/2018-07-31.]
- [4] Okada H. Features and economic and social effects of the Shinkanse. *Japan Railway & Transport Review*, 1994(10): 9-16.
- [5] Ryder A. High speed rail. *Journal of Transport Geography*, 2012, 22: 303-305.
- [6] Xu Changle, XunYali. Regional influence and significance of the high-speed rail era. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2011, 20(6): 650-654. [徐长乐, 郇亚丽. 高铁时代到来的区域影响和意义. *长江流域资源与环境*, 2011, 20(6): 650-654.]
- [7] Yu Tao, Chen Zhao, Zhu Pengyu. Characteristics and mechanism of high speed rail-driven suburbanization in China: A case study of Beijing-Shanghai high-speed rail. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32(9): 1041-1046. [于涛, 陈昭, 朱鹏宇. 高铁驱动中国城市郊区化的特征与机制研究: 以京沪高铁为例. *地理科学*, 2012, 32(9): 1041-1046.]
- [8] Wang Degen, Niu Yu, Chen Tian, et al. Optimizing tourist spatial structure for large scale regional metropolitan circles under the Beijing-Shanghai High-speed. *Resources Science*, 2015, 37(3): 581-592. [汪德根, 牛玉, 陈田, 等. 高铁驱动下大尺度区域都市圈旅游空间结构优化: 以京沪高铁为例. *资源科学*, 2015, 37(3): 581-592.]
- [9] Wang Degen, Chen Tian, Lu Lin, et al. Mechanism and HSR effect of spatial structure of regional tourist flow: Case study of Beijing-Shanghai HSR in China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(2): 214-233. [汪德根, 陈田, 陆林, 等. 区域旅游流空间结构的高铁效应及机理: 以中国京沪高铁为例. *地理学报*, 2015, 70(2): 214-233.]
- [10] Wang Degen. The influence of Beijing-Shanghai high-speed railway on tourist flow and time-space distribution. *Tourism Tribune*, 2014, 29(1): 75-82. [汪德根. 京沪高铁对主要站点旅游时空分布影响. *旅游学刊*, 2014, 29(1): 75-82.]
- [11] Chen C L. Reshaping Chinese space-economy through high-speed trains: Opportunities and challenges. *Journal of Transport Geography*, 2012, 22: 312-316.
- [12] Shaw S L, Fang Z X, Lu, S W, et al. Impacts of high speed rail on railroad network accessibility in China. *Journal of Transport Geography*, 2014, 40: 112-122.
- [13] Preston J. High speed rail in Britain: About time or a waste of time? *Journal of Transport Geography*, 2012, 22: 308-311.
- [14] Givoni M. Development and impact of the modern high-speed train: A review. *Transport Reviews*, 2006, 26(5): 593-611.
- [15] Zhong Yexi, Huang Jie, Wen Yuzhao. Impact of high-speed railway on spatial patterns of Chinese cities' accessibility. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(4): 387-395. [钟业喜, 黄洁, 文玉钊. 高铁对中国城市可达性格局的影响分析. *地理科学*, 2015, 35(4): 387-395.]
- [16] Jiang Bo, Chu Nanchen, Xiu Chunliang, et al. Comprehensive evaluation and comparative analysis of accessibility in the four vertical and four horizontal HSR networks in China. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(4): 591-604. [姜博, 初楠臣, 修春亮, 等. 中国“四纵四横”高铁网络可达性综合评估与对比. *地理学报*, 2016, 71(4): 591-604.]
- [17] Jiang Haibing, Xu Jiangang, Qi Yi. The influence of Beijing-Shanghai high-speed railways on land accessibility of

- regional center cities. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(10): 1287-1298. [蒋海兵, 徐建刚, 祁毅. 京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响. *地理学报*, 2010, 65(10): 1287-1298.]
- [18] Mu Chenglin, Lu Lin, Huang Jianfeng, et al. Research on Yangtze River delta tourist traffic pattern and linkage under high-speed rail network. *Economic Geography*, 2015, 35(12): 193-202. [穆成林, 陆林, 黄剑锋, 等. 高铁网络下的长三角旅游交通格局及联系研究. *经济地理*, 2015, 35(12): 193-202.]
- [19] European Commission. The treaty on the European Union. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 1992.
- [20] European Commission. White Paper on Growth, Competitiveness and Employment. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 1994.
- [21] OECD. Competitive interaction between airports, airlines and high speed rail. [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/transport/competitive-interaction-between-airports-airlines-and-high-speed-rail\\_9789282102466\\_en#page1](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/transport/competitive-interaction-between-airports-airlines-and-high-speed-rail_9789282102466_en#page1), 2009-07-01.
- [22] Givoni M. Aircraft and high speed train substitution: The case for airline and railway integration. London: University of London, 2005.
- [23] Ding Jinxue, Jin Fengjun, Wang Jiaoe, et al. Competition game of high-speed rail and civil aviation and its spatial effect: A case study of Beijing-Shanghai high-speed rail. *Economic Geography*, 2013, 33(5): 104-110. [丁金学, 金凤君, 王娇娥, 等. 高铁与民航的竞争博弈及其空间效应. *经济地理*, 2013, 33(5): 104-110.]
- [24] Duan Xiaochen, Hu Rui, Zhang Xiaoping, et al. Research on methods of evaluating original ecosystem and environmental degeneration in the high-speed railway regions. *Journal of the China Railway Society*, 2015, 37(3): 100-106. [段晓晨, 胡锐, 张小平, 等. 高铁区域生态原貌和退化评价方法研究. *铁道学报*, 2015, 37(3): 100-106.]
- [25] Yu Zhongyuan. Study on the ecological environmental efficiency and its evolution of Hainan province before and after high-speed railway operations. *Ecological Sciences*, 2015, 34(5): 187-195. [余中元. 高铁运营前后海南省生态环境效益及其演变研究. *生态科学*, 2015, 34(5): 187-195.]
- [26] China Economic Herald. Construction of west line of Russia-Mongolia-China economic corridor is of great significance. <http://www.ceh.com.cn/cjpd/2015/09/870795.shtml>. 2015-09-25/2017-04-25. [中国经济导报. 构建西线中蒙俄经济走廊意义重大. <http://www.ceh.com.cn/cjpd/2015/09/870795.shtml>. 2015-09-25/2017-04-25.]
- [27] China Economic Times. The green development mode of the "B&R". 2017-05-11(A05). [中国经济时报. "一带一路"绿色发展模式. 2017-05-11(A05).]
- [28] Ou Jie, Song Di, Zhou Nanyan. World Bank Report of China high-speed railway: Construction cost analysis. <http://www.worldbank.org/en/research>, 2014-07/2017-05-21. [欧杰, 宋迪, 周楠燕. 世界银行报告: 中国高速铁路—建设成本分析. <http://www.worldbank.org/en/research>, 2014-07/2017-05-21.]
- [29] Popp J N, Boyle S P. Railway ecology: Underrepresented in science? *Basic and Applied Ecology*, 2017, 19: 84-93.
- [30] Ozturk Z, Ozturk T. Ecological factor of the land transport: On Istanbul. *Teknik Dergi*, 2010, 21(1): 4979-4985.
- [31] He G Z, Zhang L, Lu Y L. Environmental impact assessment and environmental audit in large-scale public infrastructure construction: The case of the Qinghai-Tibet Railway. *Environmental Management*, 2009, 44: 579-589.
- [32] Song Songbai, Cai Huanjie, Xu Liangfang. Indicators system for region sustainable water resources utilization and its assessing methods. *Advances in Water Science*, 2003, 14(5): 647-652. [宋松柏, 蔡焕杰, 徐良芳. 水资源可持续利用指标体系及评价方法研究. *水科学进展*, 2003, 14(5): 647-652.]
- [33] Chen Yantai, Chen Guohong, Li Meijuan. Classification & research advancement of comprehensive evaluation methods. *Journal of Management Sciences in China*, 2004, 7(2): 69-79. [陈衍泰, 陈国宏, 李美娟. 综合评价方法分类及研究进展. *管理科学学报*, 2004, 7(2): 69-79.]
- [34] Peng Zhanglin, Zhang Qiang, Yang Shanlin. Overview of comprehensive evaluation theory and methodology. *Chinese Journal of Management Science*, 2015, 23(11): 245-256. [彭张林, 张强, 杨善林. 综合评价理论与方法研究综述. *中国管理科学*, 2015, 23(11): 245-256.]
- [35] Xinhua News Agency. Nearly 80% of Mongolia's land has suffered desertification in different degrees. <http://world.people.com.cn/n1/2017/0617/c1002-29345905.html>, 2017-06-17. [新华社. 蒙古国将近八成土地遭受不同程度荒漠化. <http://world.people.com.cn/n1/2017/0617/c1002-29345905.html>, 2017-06-17.]
- [36] Li Yifan, Wang Juanle, Zhu Junxiang. Landscape pattern analysis of Mongolia based on the geographical partitions. *Arid Land Geography*, 2016, 39(4): 817-827. [李一凡, 王卷乐, 祝俊祥. 基地地理分区的蒙古国景观格局分析. *干旱区地理*, 2016, 39(4): 817-827.]
- [37] UN Comtrade Database. <https://comtrade.un.org/data/>, 2017-02-04/2017-06-05.

## Influencing mechanism and policy suggestions of China-Mongolia-Russia high-speed railway construction

DONG Suocheng<sup>1,2,3</sup>, YANG Yang<sup>1,2</sup>, LI Fujia<sup>1</sup>, CHENG Hao<sup>1</sup>, LI Jingnan<sup>1,2</sup>,  
BILGAEV Alexey<sup>1,2</sup>, LI Zehong<sup>1,2</sup>, LI Yu<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Inner Mongolia University of Finance and Economics, Hohhot 010070, China)

**Abstract:** The construction of China-Mongolia-Russia high-speed railway (CMRHSR) is a strategic move to promote inter-connectivity of transportation infrastructure and to build international land transportation corridor among China, Mongolia and Russia. However, a well-planned CMRHSR demands that we accurately clarify the main influencing factors of high-speed railway construction, reveal its influence mechanism and spatial pattern, and formulate targeted prevention and control measures. Therefore, this study analyzes the main factors influencing the construction of the CMRHSR, clarifies its influence mechanism on high-speed railway construction. By establishing an integrated influence index evaluation model (IIEM), we evaluate the magnitudes of different influencing factors in all research units, and reveal their spatial pattern. We found that economy, society and ecology are the key factors influencing high-speed railway construction. Regions with great economic influence are Zabaykalsky Krai, Republic of Buryatia, and Mongolia due to their underdeveloped economy, slow even negative economic growth, sparsely distributed and declining population, as well as poor transportation, which suggests poor profitability for high-speed railways in the short-term. Regions with great social influence are Mongolia, Zabaykalsky Krai, Republic of Buryatia and Irkutsk Oblast due to the high unemployment rate in Mongolia and relatively low government and residential support because of geopolitical and ecological destruction concerns arising from high-speed railway construction, which reduces the feasibility on the construction of high-speed railway. Regions with great ecological influence are Heilongjiang, Buryat Republic, Irkutsk Oblast, and Zabaykalsky Krai due to their favorable ecological environment and rich biodiversity, which suggests a high ecological destruction risk; regions with great disaster influence is Mongolia due to its frequent disasters, which may increase the difficulty of railway construction. Then, according to the distribution of influencing factors, we propose designs for the east and west CMRHSR and policy suggestions to mitigate impacts on high-speed railway construction. Suggestions include establishing innovative cooperation mode of "high-speed rail for resources and markets" to reduce economic influence; strengthening communication and high-tech propaganda to reduce social influence; setting up buffers and applying high-tech engineering techniques to reduce ecological risk. Some measures are proposed to mitigate construction influence such as establishing joint prevention system of three major ecological risks in China, Mongolia and Russia trans-border areas, and enhancing strategic collaboration and promoting economic integration among the three countries.

**Keywords:** China-Mongolia-Russia high-speed railway construction; influencing factor; mechanism; spatial distribution pattern; policy suggestions