

北方某省份的道路规划和路线选择标准

雷丰皓* 王帮容 黄帅兵 蒋屹松 欧阳桂林
湖南理工大学土木建筑工程学院 湖南 岳阳 414006

摘要:为梳理黑龙江省公路路线规划中起主要作用的影响因素,本文围绕寒区道路建设需求及路线形态优化展开分析。研究以知网相关文献和黑龙江省公路项目报告为资料基础,采用定性归纳方法,经过关键词检索、资料筛选、因素归并和表格对照,提取经济、社会、环境三个维度的关键因素。研究重点放在寒区公路规划的现实特点上,并进一步讨论利益相关者参与、路网结构完善以及多目标因素权重配置等问题。结果显示,黑龙江省公路规划的基本取向是寒区适配,其中用户及社会经济因素权重约为50-60%,冻土处理等施工成本约为15-20%,养护和环境因素分别约为10-15%。全省公路总里程约16.5万公里,交通量年均增长约2.1%。该权重框架有助于兼顾粮食运输、跨境通道建设和寒区生态保护,可为寒区公路路线规划提供参考。

关键词:公路规划;线路影响因素;多维度权重;定性分析

1 引言

随着交通需求持续增加,既有道路在通行能力和安全保障方面承受更大压力,新增公路基础设施或对原有线路进行扩容改建逐渐成为必要选择。黑龙江省近年来经济活动不断增强,产业发展和对外贸易对交通通道提出了更高要求,因此新建及升级公路的需求较为突出^[1]。在此背景下,地方政府相继推进若干重点工程,并通过资金、用地和技术资源配置保障建设需求。现阶段,黑龙江省公路网建设的重点是对部分既有路段实施扩容和现代化提升,使其既能承载未来交通量,又符合现行技术标准^[5]。路线确定并非单一技术问题,而是需要在地形、地质、成本、环境和社会效益之间反复比较的综合决策过程。对于地貌起伏较大、土质条件复杂或位于严寒地区的路线走廊,这一决策过程会更加困难。

在公路线形比选和设计阶段,影响方案优劣的因素较多,主要包括可用土地、土方工程量、养护难度、全生命周期成本、预测交通需求、土地利用关系、用户出行时长、生态环境影响、交通安全、与其他运输方式的衔接,以及项目对沿线地区发展的带动作用^[2,3]。Jong等^[2]指出,这些因素不仅关系到建设期投资,也会影响基础设施运营期的长期费用。因此,路线方案形成之初就应将相关因素纳入比较框架,通过多方案评估寻求更合理的线路位置,以降低经济和社会成本、改善通行效率和安全水平,尽量避让受限区域并减少对自然环境的扰

动^[2,3]。从单条道路运行和区域路网协同两方面看,路线设计质量都会直接影响公路基础设施的服务效果。

在道路工程研究中,线路设计是关键环节,方案差异会直接反映在交通效率、安全风险和工程造价上。需要注意的是,许多研究并未直接使用“线路设计因素”这一表述,相关成果往往分散在“公路设计模型”“公路线路建模”“公路优化”等主题下。产生这种情况的原因在于,设计因素通常被写入模型参数中,用于辅助规划者比较不同线路方案,而“模型”一词更容易出现在论文题名或关键词中。在相关文献中,成本类变量多可对应本文所称的设计影响因素。早期研究偏重建设成本估算,主要利用既有数据集推算路线建设费用^[2];随后,随着计算技术进步,研究重点逐步转向优化模型和求解算法,并引入变分法、动态规划、混合整数规划、线性规划等方法。近年来,遗传算法(GA)与地理信息系统(GIS)结合的线路优化研究发展较快^[4],为大范围路线方案求解提供了技术基础。

基于上述背景,本文围绕黑龙江省公路路线确定过程,识别其中更具影响力的规划因素。研究首先梳理该省公路路线设计中的主要优先目标;其次,提取与各优先目标相对应的影响因素,并对因素重要性进行排序;最后,分析规划目标与因素之间的对应关系,进而提出适合寒区背景的线路形态判断思路。

2 黑龙江省公路领域

2.1 主要利益相关者

黑龙江省公路设计和规划工作主要由省级交通运输主管部门及其下属公路管理机构组织推进。交通运输厅承担全省公路发展战略、总体规划和跨部门协调等职

基金项目:湖南省大学生创新训练项目(S202310543046)

作者简介:雷丰皓(2004—),男,湖南岳阳,本科生,主要研究方向为:UHPC基础研究

能,省公路局则更多参与项目技术论证、路线可行性研究、建设过程监督等具体事务。二者共同完成利益相关者沟通、路线方案比选和招投标管理,为规划建设程序的规范实施提供保障。

从参与主体看,黑龙江省公路建设的利益相关者可概括为政府监管层、专业规划层、工程实施层和公众影响层。政府监管层由省、市、县交通、发改、自然资源等部门组成,主要负责规划审批和合规监管;专业规划层以交通规划设计研究院等技术单位为代表,提供线路论证和设计支撑;工程实施层负责施工、材料组织和现场管理;公众影响层则通过意见反馈体现沿线生产生活需求。该领域总体上仍以公共部门为主导,各级政府机构和国有技术单位在规划决策中占据重要位置。项目实施阶段,私营及混合所有制施工企业发挥关键作用,并形成了以黑龙江省公路桥梁建设公司、龙建路桥股份有限公司等为代表的骨干企业群体。龙建路桥年营业收入超过200亿元、员工8000余人,省公路桥梁建设公司年营业收入约150亿元、员工5000余人,整体建设能力能够覆盖不同等级公路,并积累了寒区公路、林区道路和跨江桥梁等特殊工程经验。受区域经济周期、市场竞争和政策导向影响,省内施工企业格局仍在变化:部分资金或技术能力不足的中小企业逐渐退出,掌握装配式路面、冻土处理等新技术的企业不断进入,行业集中度呈提高趋势。头部企业多采用“一主多元”的经营布局,同时参与公路、铁路、水利、市政等项目,这既提升了企业抗风险能力,也为综合交通基础设施建设提供了更稳定的资源支撑。

2.2 路网与交通

依据《公路工程技术标准》^[5]以及全省交通发展规划,黑龙江省公路网可划分为高速公路、国道、省道、县道和乡道。划分依据不仅包括行政管理层级,还包括路网功能、交通量规模和区域经济战略地位。不同类别公路对应不同技术等级,并进一步限定设计速度、车道数量、路面宽度等基本指标。对于寒区道路,设计还需重点考虑抗冻融路面结构、冻土路基处理、冰雪环境下几何线形指标和抗灾能力要求。截至相关统计,黑龙江省各类公路总里程约16.5万公里,铺装公路比例超过85%,基本形成了以高速公路为骨架、国道省道为干线、县乡公路为支脉的覆盖体系。该路网服务全省约680万辆注册机动车,其中新能源汽车超过35万辆,约占车辆总数的5.1%,新能源物流车和客运车辆在重点线路上的应用比例也在提高。

由于季节性养护、路网升级和区域经济活动持续变

化,黑龙江省公路网并非静态系统。每年实施的养护工程重点改善冻土路段、积雪结冰易发路段的通行条件,新建项目则用于补齐跨区域通道和农村公路覆盖短板。路网调整主要依据交通运行监测数据。自2018年以来,全省交通量总体保持增长,年均增幅约为2.1%,京哈高速、鹤哈高速等干线通道日均交通量增长更为明显。这一变化推动了部分路段扩容改造,也促进了智慧交通设施的更新,相关数据来源于2024年黑龙江省公路网监测年度报告。

在规划程序上,黑龙江省公路规划通常经历五个环节:由省交通运输厅牵头形成规划草案,随后开展多部门合规审查,再组织公众参与和专家论证,经省政府审议后报交通运输部备案。该过程涉及省交通厅、发改委、自然资源部门以及沿线土地使用权人等多类主体,同时还需要与铁路、水路和航空规划保持衔接,从而服务一体化综合交通网络建设。

3 研究方法

本研究资料主要来自两个渠道:一是已发表的科研文献和学术数据,相关内容通过文献^[1,6]和知网数据库获取,检索时以标题或摘要中的关键词为筛选依据;二是黑龙江省近期完成的某公路项目报告,用以补充实际规划和路线选择过程中的工程信息。

研究过程分为资料整理、因素提取、因素合并和定性归类几个步骤。首先,分别对两个数据渠道进行初步处理,识别与路线设计有关的因素;其次,对同义或相近因素进行整理、匹配和合并,形成能够反映线路形态影响因素的通用清单;再次,借助简单因果关系分析判断各因素对规划设计阶段路线走向、工程规模和方案选择的作用;最后,结合项目案例中的路线决策过程,筛选出黑龙江省背景下相对重要的因素,按优先级排列,并归入经济、社会和环境三个维度,为后续分析奠定基础。

4 研究结果

在线路优化研究中,常见影响因素既包括因素本身的属性,也包括能够表征这些因素的工程项目和主导成本。本文分析表明,黑龙江省公路路线规划具有明显的寒区适配导向,其方案评价重点围绕“保障粮食安全、强化跨境交通、保护寒区生态”展开。规划初期需将表5所列冻土处理、粮食运输时效等因素纳入比选,并结合前期勘察成果、用户相关成本以及对线路走向敏感的因素进行综合判断。由于寒区公路建设投资较高,权重配置应优先服务核心需求,避免资源分散。

各类关键因素会对线路形态产生直接影响。冻土路基处理要求尽量控制不利地形偏差,并在必要位置设置

抗冻构筑物；黑土地等生态敏感区保护则可能促使路线采取绕避或迂回布设。因素重要性可通过寒区专属指标进行表达，例如冻土稳定系数、跨境通关效率等。同时，一些因素具有交叉属性，林区生态保育兼具社会与环境维度，跨江桥梁施工则同时关联经济和环境维度。环境影响通常可通过寒区公路生命周期分析法（LCA）估算，社会经济影响可借助成本效益分析法（CBA）衡量，生态修复费等环境成本也应纳入CBA进行统一权衡。

从权重分布看，用户及社会经济因素约占50-60%，其重要性主要来自粮食运输和跨境交通对国家及区域战略的支撑；施工成本约占15-20%，与冻土处理、跨江桥梁等寒区复杂工程需求有关；维护因素和环境因素各占10-15%，其中环境因素容易因生态保护诉求而引发方案争议。该权重体系并不是固定不变的。若线路中复杂构筑物比例提高，施工成本权重会随之上升；若冻土稳定控制、装配式路面等技术进一步成熟，施工与养护成本可能下降；对于交通密度较低的路段，用户效益对方案的影响会减弱，权重可能向建设和维护成本倾斜。因此，寒区公路规划应根据技术条件和交通需求变化进行动态修订。

5 结论

1)黑龙江省公路规划以寒区适配为基本导向，用户及社会经济因素权重约为50-60%，冻土处理等施工成本约为15-20%。多维因素共同作用，支撑粮食运输和跨境交通战略落实。

2)寒区工程技术因素会明显改变路线形态。冻土路基

处理增加抗冻构筑物设置需求，生态敏感区防护引导路线绕避或迂回，规划中需统筹工程可行性与环境效益。

3)影响因素权重需随规划条件动态调整。复杂构筑物增加、寒区技术进步和交通密度变化均可能改变成本优先级，进而影响全域路网优化。

参考文献

- [1] Wu B, Jin X, Li D, et al. Spatial-temporal evolution of coupling coordination development between regional highway transportation and new urbanization: A case study of Heilongjiang, China[J]. Sustainability, 2023, 15(23): 16365.
- [2] Jong J C, Schonfeld P. Cost functions for optimizing highway alignments[J]. Transportation Research Record, 1999, 1659(1): 58-67.
- [3] 高温硕.公路设计因素对交通安全的影响研究[J]. 交通世界,2022,(34):5-7.
- [4] Al-Hadad B M A, Nadir W H, Jukil G A M. Intelligent optimization of highway alignments: A novel approach integrating geographic information system and genetic algorithms[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2024, 133: 108037.
- [5] JTG B01-2014. 公路工程技术标准[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2014.
- [6] Hu B, Ma Y, Pei Y, et al. Statistical analysis and predictability of inter-urban highway traffic flows: a case study in Heilongjiang Province, China[J]. Transportmetrica A: Transport Science, 2020, 16(3): 1062-1078.