

基于公平性的干线公路网布局方法

马 辉^{1,2}, 王建军¹, 付会萍¹, 梁志林³

(1. 长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064; 2. 西安市城市规划设计研究院,
陕西 西安 710082; 3. 天津高速公路集团有限公司, 天津 300384)

摘 要:为缩小由于公路网布局而引起的区域发展差异,均衡公路网布局中各个区域的发展机会或条件,从公路交通资源分配的公平性和公路网布局结构的均衡性的角度,对传统的节点重要度模型进行了改进,将公路网公平性指标作为评判节点重要度的标准,利用各个区域公平性指标发展贡献度的正负值对原始节点的重要度进行修正,提出基于公平性的干线公路网布局方法。研究结果表明:通过基于公平性的干线路网布局优化方法改进模型计算出的各节点重要度值,可以改进模型的布局优化,使路网节点层次的划分更加分明;加入社会公平性指标的节点之间的重要度能较好体现各个节点之间的公平性发展,并且各个节点之间的通达性、集聚性也得到了较好的改善,为适应未来区内经济社会发展的需要奠定了基础,为以后的布局优化提供参考。

关键词:交通工程;公路网;布局;公平性;重要度

中图分类号:U491 **文献标志码:**A

Layout method of arterial highway network based on fairness

MA Hui^{1,2}, WANG Jian-jun¹, FU Hui-ping¹, LIANG Zhi-lin³

(1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China;
2. Xi'an Urban Planning & Design Institute, Xi'an 710082, Shaanxi, China;
3. Tianjin Expressway Group Co Ltd, Tianjin 300384, China)

Abstract: In order to narrow down the development difference in various regions caused by highway network layout and balance the distribution of highway network in each region for the development opportunity and condition, this article, based on the highway traffic equity and the road network layout structure equilibrium analysis, put forward the method which was based on fairness to research the layout of arterial highway network. The method of the traditional node importance degree model was improved, to add network fairness index as evaluating node important degree standard, to use each regional equity index contribution to the positive and negative value of development for the original node important degree as correction. The results show based on the fairness of the arterial highway network layout optimization method the node importance degree helps to make up for the traditional layout method of highway network in each sub region. Fairness index can reflect level of objective development. Its helps to find the potential economic value of impoverished area. This highway network layout has certain practical significance. 2 tabs, 2 figs, 10 refs.

Key words: traffic engineering; highway network; layout; fairness; important degree

0 引言

公路网布局是公路网规划的核心内容,是为了使公路网的建设以及社会空间的发展布局更加合理,是为了更好地缓解公路运输中存在的矛盾,更好地带动区域范围内经济、人口分布、资源以及城镇体系布局的发展^[1]。目前在公路网布局中常用的方法主要有:节点重要度法、区位分析法、OD 流量流向法以及专家经验法^[2]。节点重要度布局法是运用图论的基本原理,一般以规划区域内的人口、GDP 国内生产总值及社会消费品零售总额等指标作为计算依据,由于这些指标都是现状值,因此不能对规划区域未来的发展变化做出判断;交通区位线布局法是经济布局和城镇布局所产生出来的,从交通的源头出发,强调交通对经济发展的引导作用,适合于区域的远期交通规划,但区位布局法是一种宏观的布局方法,当规划区域的公路等级较低时无法很好地处理^[3],同时,由于该布局方法量化程度较差,潜在因素对于路网布局具有不确定性;OD 流量流向法是从微观角度出发,以定量分析为主导,研究区域经济在时间和空间上的发展对交通需求的影响,通过交通需求的发生预测、分布预测、运输方式分担预测和交通量分配预测把公路网的布局同规划区的经济发展有机地联系在一起,这种方法技术性强,思路清晰,因而在国际上被广泛采用,但其前期的交通调查是一项内容庞大、需要消耗大量人力物力的艰巨任务;专家经验法是在区域交通规划前期所采用的主要布局方法,主要是根据权威专家与当地专家、领导的经验来确定道路的走向,从而确定整个道路网络的分布。这种方法完全依赖专家和领导的经验,依靠主观定性分析来判断,缺乏定量分析的科学依据,基本上不单独使用^[4]。综合比较这些布局方法可知,以上方法在实践中并没有结合公路网的特点进行公路网布局,也没有对地域范围内经济、人口分布、资源、城镇体系布局特征等实际情况及要求进行了考虑,结果导致不同的地域单元间存在着发展的差异,且存在许多阻碍地区经济发展的问题。

目前中国正在以“科学发展观”指导经济社会的建设发展,科学发展观要求“坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的发展观念,促进经济社会和人的全面发展”;可持续发展具有公平性、可持续性、共同

性 3 个基本原则;其中公平性原则就包括公平分配有限资源^[5],因此,可持续发展的公平性原则和科学发展观的“以人为本”在交通资源分配方面要求既要考虑个体和群体之间的差异,又要兼顾区域公平和个体平等,还要将交通作为一种促进社会公平的手段;在交通政策和交通规划的制定过程中考虑公平性原则,是对建设公平的、可持续发展的交通运输系统的要求。本文提出的基于公平性原则的干线公路网布局方法,从满足公路交通资源分配的公平性和公路网布局结构的均衡性的角度考虑,在传统的公路网路线布局优化模型的基础上,对节点重要度模型进行了改进和整合,添加路网公平性指标作为评判节点重要度的标准,使公路网的布局优化更加客观、科学合理。

1 路网公平性内涵

1.1 路网公平性概念

1.1.1 路网公平性的理论依据

公路网是国民的重要基础设施,是综合交通运输网络的重要组成部分,公路网的发展增加了人与货物的流动性,与之相伴的是资金的流动、信息的流动、文化的流动。公路网的发展对促进产业发展和资源开发、扩大市场范围、增加就业机会等具有很大贡献^[6],从本质上公路网的建设反映的是人们对社会的需求,同时人的需求对社会稳定、社会和谐深层次驱动,则是通过“社会需求”来实现的,人们对行的需求是由交通运输来实现的,吃、穿、住等物质基础的流通都需要交通运输来完成,交通作为现代社会的血脉,是城市发展的重要基础,在科学发展观的战略要求下,应以实现有效移动为目标,构建和谐交通,就是要通过出行,使人们获得均等参与社会生产及活动的机会^[7];若交通基础设施不均衡、不公平,那么社会的公平性就无从谈起。

就中国交通运输业的发展现状而言,区域之间交通发展水平差距过大,交通基础设施配置不均衡的现象普遍存在。根据 2006 年中国区域路网密度的分布情况来看(下页表 1),东、中、西部呈现出明显的阶梯状发展差距,目前,中国西部地区各种运输方式的平均路网密度是全国平均水平的一半,不足东部地区的 1/5,其中高速公路路网密度仅为全国平均水平的 1/3,不足东部地区的 1/10。总体来看,

东部地区基础设施建设已经进入“基本适应”阶段,某些指标已经达到中等收入国家水平,中部地区的基础设施建设属于“随后跟进型”,而西部地区则处于滞后状态,交通基础设施的不足严重制约了经济的发展。在东部沿海地区纷纷打造包括航空、城际铁路、高速公路等在内的立体快速城际交通网,缩短城市间的时空距离,提供便捷、多样化交通服务的同时,中国西部一些偏远山区,居民看病、孩子上学都要步行几十里山路,甚至常常因为恶劣的交通条件连这样基本的出行需求也无法得到满足。

表 1 2006 年底中国区域路网密度分布情况

Tab. 1 Regional network density distribution of

China by the end of 2006				km/km ²
区域	总的路网密度	铁路路网密度	公路路网密度	高速公路路网密度
全国	38.55	0.81	36.44	0.48
东北地区	43.51	1.71	40.92	0.43
东部地区	106.04	1.89	98.35	2.02
中部地区	100.05	1.69	95.19	1.05
西部地区	19.64	0.43	18.75	0.17

而在不同区域及省域内部,这种交通资源分配不均衡的问题仍然比较突出,不同的交通需求包含着不同的地区特性及环境限制,其不均衡性各具特点,因此只有对某一特殊地区进行深入研究,才能发掘出该地区不均衡发展的深层原因,为以后更好的指导其均衡发展^[8]。

1.1.2 路网公平性理念

路网公平性是指在特定的区域内从宏观角度出发,以兼顾区域公平发展和个体发展平等为原则,最大限度地保证各个地区交通资源分配的均衡和合理。区域内各子区域在经济、人口分布、资源分布以及城市化水平的发展过程中,由于先天因素、优势的多寡存在着很大的差距,导致各个子区域之间客观存在一种优劣并存、长短互见、发展水平及发展方式趋于两极化的不均衡现象。并以此区域为一个系统,通过对其路网进行合理配置,促进并实现各子区域间经济、社会的协调发展,但路网布局的配置不是单纯的将某些子区域分配的很多,另一些子区域分配的很少,而是在总里程(总投资)一定的前提下,根据公平性的原则,在现实经济需求基础上,进一步考虑各子区域的潜在需求和经济、社会等综合效益,对各子区域路网进行合理的有梯度的配置。

1.2 不公平现象及其后果

与公平相对的是不公平性,也可解释为“马太效

应”。马太效应(Matthew Effect),是指好的愈好,坏的愈坏,多的愈多,少的愈少的一种现象。名字来自于《圣经·马太福音》中的一则寓言。社会学家从中引申出“马太效应”这一概念,用以描述社会生活领域中普遍存在的两极分化现象。后来广泛应用于社会心理学、教育、金融以及科学等众多领域。“马太效应”与“平衡之道”相悖,同样,由于未考虑潜在需求及贫困地区,导致路网发展的不均衡,制约了经济的发展,使穷者越穷,富者越富,忽略了交通的公平性。

公平性原则是指机会选择的平等性,机会公平或过程公平是指个体发展机遇的公平。它意味着要满足不同层次的需要和差异性个体的不同层次的需要,是一种立体状网络式的公平。然而,纯粹的机会公平存在着不可能性。因为个体的初始状况不相同,这就要求社会应多提供机会,在安排上保证机会是均等的(即非纯粹平等)。交通公平性主要体现在均衡性方面。路网均衡的过程就是采取积极的方法,对这种不均衡进行适度的调控,使子区域协调发展,以期实现整体区域路网的快速、健康发展,实现经济和社会可持续发展战略^[7]。

1.3 路网公平性的特点

1.3.1 相对差异性

相对差异性是指同种均衡水平下,为了达到同样的社会效益和经济效益总和,不同区域之间公路配给数量的差异性或者是冗余的差异性。绝对的公平和不合理的非公平现象都是不科学的,公平性并不是意味着平均,它存在一定的差异;公平性的内涵是有差异性的内涵,不同地区追求公平的含义不同。综合分析中国路网均衡发展,可以说,在各区域内每一阶段都存在着不同程度的不均衡。目前,经济发展较快地区基本实现了路网的连通,进入了公平均衡配置向高级的路网公平均衡发展的阶段;而贫困地区、偏远地区,尚未实现路网的连通。在进行路网公平发展过程中,要分析不同阶段的特点,进而采取不同的方法对策,追求高位公平。

1.3.2 动态性

公平性的最明显特征就是稳定,但稳定并不是否定动态性的存在。把公平分为消极的公平和积极的公平。消极公平是强力压制下的公平;积极公平是路网各影响要素之间相对融洽,每个要素都有自由、平等、独立的发展机会。公平与不公平二者相互交替,不断推动区域体系从低层次到高层次演化,最

终实现区域经济发展的动态平衡。

1.3.3 功效趋优性

功效趋优性是指路网在公平发展的状态下趋向总功效最大的一种表现,即同时兼顾经济效益、潜在需求和社会效益。例如在社会的发展中由于先天条件、科学技术文化水平和实践经验不同,社会成员在认识能力、实践能力等方面存在差异,进而在社会中所获工作岗位、对社会发展所起作用 and 贡献就不相同,其所得利益也因此有所区别;但社会成员之间在利益方面的差距只能限于一定的范围内,否则就会加剧乃至激化社会成员之间的矛盾,引起社会动荡,帕累托措施就是为了解决这一问题,它是一种资源再配置的安排,普遍使人们的境况变更好而非更糟。换言之,这项措施确实能给当事人带来更多的权利、福利和自由,在这种公平均衡的状态下,社会效益达到最大值^[9]。

2 路网公平性表征指标

公路网布局结构的公平发展是为了给经济社会运行提供更加高效快速、经济安全的交通基础设施条件,因此公路网布局结构的发展除了表现出直接的经济效益,如里程缩短、速度提高、成本降低、舒适性提高等,还会对其所在区域的社会空间发展产生深刻而长远的社会影响;同时公路网公平性指标的选取应分析路网布局对规划区域内在社会生活方面的作用和影响,指标选取时应遵循科学性、系统性、可比性、独立性等原则,公路网布局结构是一个多目标、多层次、多因素的复杂系统,因此,路网公平性表征的指标应该是由若干个单项指标构成的,为使公路网布局结构与社会发展相适应、相协调;应该能够反应公路网布局结构与社会发展空间布局各个方面的适应情况及适应程度^[10]。

2.1 路网可达性系数

路网可达性系数是用来表示各交通区内到达干线道路网的便捷程度,路网可达性系数越高说明路网交通越便捷,形式越合理。就某一交通区域而言,可达性系数是指该区范围内干道网长度与中心至四周干道最短路径之和的比值,整个区域公路网的可达性系数,就是各交通区域可达性系数的平均值,计算式为

$$\alpha_i = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^m L_i / \sum_{k=1}^4 d_{ik} \quad (1)$$

式中: α_i 为某一区域公路网的可达性系数; A 为交通

小区个数; L_i 为第 i 个交通区域范围内的干线道路长度(km); d_{ik} 为第 i 个交通小区中心至 k 方向上干道的最短路径(km)。

2.2 公路网中位点吻合性

公路网本质上是线性加权图,路网中位点实际上也就是路网中平均出行时间(距离)最小的那一点(相当于可达性最好的点)。如果中位点恰好与区域的政治、经济中心点相吻合,则可认为路网中位点的吻合性较好,该路网的布局方案较为合理。计算时需将公路网中位点吻合性进行量化,求出整个区域内所有路网中出行最为方便的点到政治中心的实际距离。

2.3 资源中心距骨干线的最短距离

区域自然资源是社会生产发展的物质基础,它对公路网布局结构的影响是潜在的,但一经开发利用,除部分就地加工消耗外,其余均形成外运量,从而也对交通运输提出需求,对公路网线路的兴建与布局产生影响,所以要考虑区域内自然资源的分布。

$$d_z = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^m h_i \quad (2)$$

式中: d_z 为源中心距离(km); h_i 为区域资源中心距骨干线路网的最短距离(某一方向存在即可,km); B 为区域资源中心的个数。

2.4 贫困人口中心距骨干线的最短距离

中国幅员辽阔,不同区域的经济社会发展、人口分布、资源与城镇体系布局情况存在差异。贫困人口中心距骨干线的最短距离,是从公路网的布局结构上考虑的,为了在一定程度上缩小各区域之间公路网布局结构的差异化,让贫困人口所在区域得到发展^[7]。

$$d_p = \frac{1}{X} \sum_{i=1}^m l_i \quad (3)$$

式中: d_p 为贫困人口中心距离(km); l_i 为区域贫困人口聚集区中心距离骨干线的最短距离(某一方向存在即可,km); X 为区域贫困人口聚集区的个数。

中国地域辽阔,本文选取的指标对于不同省市的不同区域是普遍适用的,但是一些省市及区域内部包含着不同的地区特性和环境特性,如何挖掘不同地区的发展潜力、潜在需求,促进社会公平,在交通资源分配中实现统筹兼顾,缩小区域贫富差距,需要对这一地区进行深入研究并根据地区特性考虑不同因素对路网公平性的影响。例如对于少数民族存在的区域,为促进各民族的相互团结以及多元文化

的相互渗透,就需要考虑少数民族聚集区对地区交通资源分配公平性的影响,需要在路网公平性指标中加入少数民族聚集区中心距离骨干线网的最短距离。对于处在边陲的地区,需要考虑对外交流对地区交通资源分配公平性的影响,在路网公平性指标中就需要加入对外交流对地区的影响。

3 基于公平性的干线公路网布局方法

公路网布局规划是为经济社会发展服务的,为了寻求最佳的公路网布局,需要研究各个节点的功能和作用,确定公路网必须连接的控制节点和各节点所属的层次类别。但常用的节点重要度法所采用的指标均为节点的人口、工农业总产值、社会物资产耗总量、客货运量等,没有考虑节点的布局公平性水平,无法更客观、真实地反映出节点在路网中的地位和公平性的强弱。本文所研究的布局模型不仅考虑到了人口、工农业总产值、社会物资产耗总量、客货运量等指标对节点重要度的影响,还考虑到路网公平性指标对整个路网布局结构公平平均的贡献度,并将节点的公平性指标作为确定节点重要度的重要指标。对节点重要度模型进行改进,利用表示各个区域公平性指标发展贡献度的正负值对原始节点重要度进行修正,计算出每个节点的综合公平性重要度,来研究节点间的吸引强度,并以此为依据研究区域各节点之间公路网的合理布局。

3.1 改进的节点重要度模型

重要度计算公式为

$$D_i = \alpha_1 \left(\frac{y_i}{Y_a} + \alpha_2 \frac{g_i}{G_a} + \alpha_3 \frac{s_i}{S_a} + \alpha_4 \frac{p_i}{P_a} \right) + \frac{\beta}{N} \left(\beta_1 \frac{d_i}{D_b} + \beta_2 \frac{z_i}{Z_b} + \beta_3 \frac{w_i}{W_b} + \beta_4 \frac{v_i}{V_b} \right) \quad (4)$$

式中: D_i 为*i*节点的重要度; Y_a 为区域*a*内各节点人口的平均值; y_i 为*i*节点的人口; G_a 为区域*a*内各节点国内生产总值的平均值; g_i 为*i*节点国内生产总值; S_a 为区域*a*内各节点客运量的平均值; s_i 为*i*节点的客运量; P_a 为区域内各节点货运量的平均值; p_i 为*i*节点的货运量; D_b 为区域各个节点可达系数的平均值(km); d_i 为*i*节点的可达系数(km); z_i 为*i*节点资源中心距 $R = 30$ km 范围内所有干线公路的平均距离(km); $Z_b = \sum_{i=1}^N Z_i / N$ (km); N 为 50 km 范围内干线公路的条数; w_i 为*i*节点贫困人口中心距 $R = 30$ km 范围内所有干线公路的平均最短距离

(km); $W_b = \sum_{i=1}^N W_i / N$ (km); V_b 为区域内各节点的平均公路网中位点吻合度数值; v_i 为*i*节点在区域内公路网中位点吻合度数值; α, β 分别为以上各项指标的权重; α_i, β_i 数值需要结合专家以及区域管理者的意见,并结合区域经济发展情况的实际情况、人口分布以及资源分布情况来确定。

3.2 改进的路段重要度

为了使得路段的重要程度更科学、客观地被反映出来,在模型建立时还应考虑所选节点之间直接连通的节点个数以及节点之间的运输交换量 2 个因素,建立新的路段重要度模型为^[10]

$$D_{ij} = \frac{(D_i / p_i + D_j / p_j) Q_{ij}}{(n-1) L_{ij}} \bar{Q} \quad (5)$$

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Q_{ij} / n^2 \quad (6)$$

式中: Q_{ij} 为节点*i*和节点*j*之间的 OD 交换量; \bar{Q} 为路网中所有节点间 OD 交换量的平均值; p_j 为与节点*j*直接连通的节点个数; p_i 为与节点*i*直接连通的节点个数; n 为公路网中的节点总数; L_{ij} 为节点*i, j*间路段的里程。

3.3 改进公路网重要度组合优化模型

从整个网络系统的角度考虑,公路网路线布局应使重要节点相互连通。为此,以路网的重要度最大作为路线布局的一个优化目标。

设公路网中每一条边为一个变量,对于边的一个组合,在一定约束条件下,如果某些边达到了预期给定的目标,就可以令这些边的值为 1,反之,令这些边的值为 0。公路网中个节点的待连通边的条数为 $\frac{n(n-1)}{2}$,假设公路网有 n 个节点,引入矩阵^[10]。

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

当 $A_{ij} = 1$ 时,表示节点*i*与节点*j*相连;

当 $A_{ij} = 0$ 时,表示节点*i*与节点*j*不相连。

则由此构建的干线公路网最大重要度模型是

$$\max R_n = \frac{1}{(n-1)QL} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (D_i / N_i + D_j / N_j) Q_{ij} A_{ij} \quad (7)$$

st(约束条件)

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n L_{ij} x_{ij} \leq L_n \text{ (总里程约束)} \\ A_{ij}^{-1} = 1, i, j \in N \text{ (连通性约束)} \end{cases}$$

基于计算出的节点重要度和路线重要度对组合模型进行求解。组合模型是多目标优化求解的问题,而求解时通常是将模型转化成单目标的求解,采用乘法对目标进行转换,并结合 Matlab 软件中的 linprog 函数解决目标函数中的整数规划问题,最终通过 Matlab 软件的反复试算,得到路网重要度最大时的路网联通矩阵。为保证区域内各节点间的有效连通,使公路网由树状向网状过渡完善,以进一步提高各节点的连通次数和便捷程度^[2],为路网层次布局提供更科学的依据,同时在进行实例分析时还可结合运用 TRANSCAD 软件进行图形的绘制。

4 实例分析

基于公平性的干线公路网布局优化方法并结合张家口地区的实际情况,对其进行远景布局优化。张家口在“十一五”期间,着力构建以高速公路为主骨架,以干线公路为基础的路网布局,预计“十一五”期间全市干线公路网总里程达到 2 746 km。干线公路网现状布局如图 1 所示。

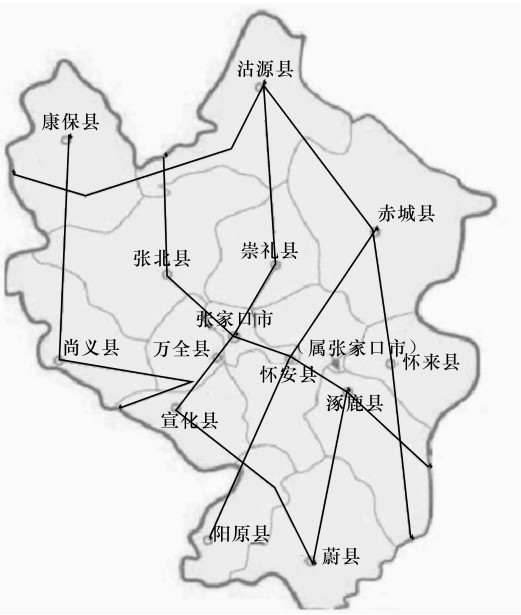


图 1 张家口干线公路网现状布局

Fig. 1 Trunk road network layout of Zhangjiakou

4.1 节点选取

节点是公路网规划的控制点,是区域内运输集散点,直接影响到公路网的布局。张家口市下辖 4 区 13 县,即:桥东区、桥西区、宣化区、下花园区;宣化县、怀来县、张北县、康保县、沽源县、尚义县、怀来县、怀安县、蔚县、万全县、涿鹿县、赤城县、崇礼县。干线公路网的规划应立足于城市的实际情况,因地

制宜,所以最终确定张家口市中心以及 13 个县为节点。各个节点重要度见表 2。

表 2 节点重要度
Tab. 2 Important degree of nodes

节点名称	重要度	节点名称	重要度
市辖区	2.6	阳原	1.1
宣化	0.7	怀安	0.5
张北	0.7	万全	0.3
康保	1.1	涿鹿	0.8
沽源	1.1	赤城	0.9
尚义	0.8	崇礼	0.6
蔚县	1.5	怀来	1.1

4.2 基于公平性的重要度组合优化模型计算

基于公平性的重要度组合优化模型是从构造的规模尽量大的路网角度出发,方法是使每个节点均与周围相邻的节点相连接,并将这些连线作为备选路线。结合计算的表格,利用 TRANSCAD 软件绘出基于公平性的重要度组合优化模型所得到的图形,如图 2 所示。

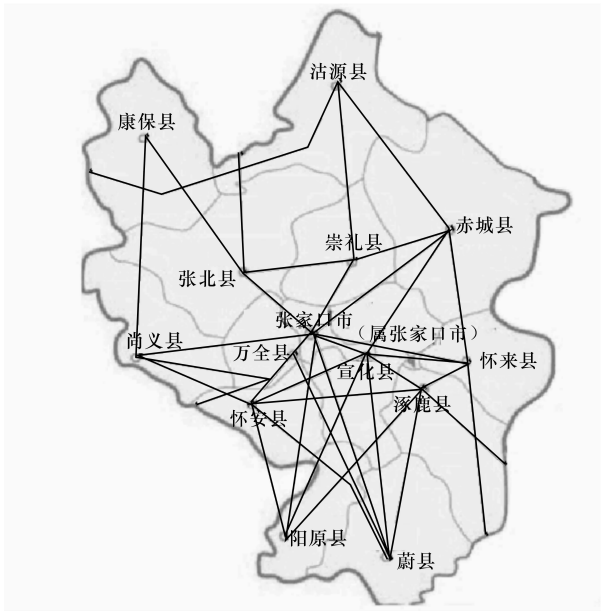


图 2 基于公平性的布局优化

Fig. 2 Layout optimization based on the fairness

以张家口地区为实例进行的仿真结果表明基于公平性的重要度布局优化方法研究的主要结论如下。

(1)与传统的公路网路线布局优化模型相比,基于公平性的路网布局优化方法克服了以往模型中没有考虑到的节点之间的社会公平性,以及节点之间的运输交换量、距离、直接连通的节点个数对路段重要度的影响,使交通资源的分配更加客观、科学;通

过基于公平性的路网布局优化方法改进模型计算出的各节点重要度数值,可以看出改进模型使得路网划分的层次更加分明,并且加入社会公平性指标的节点之间的重要度能够较好地体现出各个节点之间的公平发展,避免“贫者愈贫,富者愈富”。

(2)通过实例示意图与现状路网的示意图的对比,可以看出基于公平性的重要度布局优化模型绘制出的路网示意图各个节点之间的通达性较好,不同层次节点间的辐射和集聚性能较好,为更好地适应未来区内经济社会发展的需要奠定了基础,为以后的布局优化提供参考。

5 结 语

(1)将社会公平性指标引入到干线公路网布局优化的模型中,克服了以往模型中没有同时考虑节点之间均衡公平发展的必要性,使布局优化模型更加客观、科学、合理。

(2)通过案例进行的仿真试验,结果表明,该模型效果较好,路网的布局规划的层次分明、辐射性以及集聚性较好,具有良好的应用前景,可以为干线公路网布局优化提供一些参考借鉴。

参考文献:

References:

[1] 胡列格,程立勤. 基于节点重要度交通区位布局法的城市群公路网布局研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2008,2(5):87-89.
HU Lie-ge, CHEGN Li-qin. Highway network layout of the city groups based on the layout method of node important degree with area location [J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2008,2(5):87-89. (in Chinese)

[2] 郑强. 公路网布局优化中重要度布局法的有关计算[J]. 山西交通科技, 2002(2):25-26.
ZHENG Qiang. The calculation method of the importance of layout in road network layout optimization [J]. Shanxi Transportation Science and Technology, 2002(2):25-26. (in Chinese)

[3] 盖春英,裴玉龙. 市域公路网布局优化模型研究[J]. 公路交通科技, 2005,22(10):88-92.
GAI Chun-ying, PEI Yu-long. Study on optimization model for city highway network[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development,

2005,22(10):88-92. (in Chinese)

[4] 余国才,周伟. 公路网布局优化的理论和方法[J]. 西安公路交通大学学报, 1998,18(3)45-48.
YU Guo-cai, ZHOU Wei. Theory with method of highway network lay-out optimization[J]. Journal of Xi'an Highway University, 1998,18(3)45-48. (in Chinese)

[5] 王静宜,丁文君. 社会公平的本质及其实现途径[J]. 人文社会科学专辑, 2008,34(7):92-94.
WANG Jing-yi, DING Wen-jun. The essence of social justice and its realization [J]. Humanities Social Album, 2008,34(7):92-94. (in Chinese)

[6] 裴玉龙. 公路网规划[M]. 北京:人民交通出版, 2004.
PEI Yu-long. Highway network planning [M]. Beijing: China Communications Press, 2004. (in Chinese)

[7] 方虹,杨云宝. 论民族地区发展的非均衡性与协调性[J]. 今日民族, 1998(增1):98-102.
FANG Hong, YANG Yun-bao. Concerning the unbalance and coordination of national minority area's development [J]. Today's National, 1998(S1):98-102. (in Chinese)

[8] 何祎豪,范炳全,董洁霜,等. 基于基尼系数的公路网分布均衡性评价研究[J]. 交通运输系统与信息, 2010,10(6):163-168.
HE Wei-hao, FAN Bing-quan, DONG Jie-shuang, et al. Based on the distribution balance of the gini coefficient to value the highway network [J]. Transportation System and Information, 2010,10(6):163-168. (in Chinese)

[9] 张长生,马荣国. 高原山区公路网均衡性评价及发展对策研究[J]. 公路交通科技, 2010,27(8):114-119.
ZHANG Chang-sheng, MA Rong-guo. Equilibrium evaluation and development strategies for highway network in plateau mountainous [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2010,27(8):114-119. (in Chinese)

[10] 朱诺,魏丽英,邵春福. 基于组合优化模型的国家级公路网布局优化[J]. 交通运输系统工程与信息, 2010,4(10):118-124.
ZHU Nuo, WEI Li-ying, SHAO Chun-fu. The national highway network layout optimization based on combination optimization model [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2010,4(10):118-124. (in Chinese)