

文章编号:1671-1637(2013)06-0083-07

公路网均衡规模确定方法

梁国华^{1,2}, 张景峰³, 雷 剑⁴, 马荣国¹, 张长生⁵

(1. 长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064; 2. 路易斯安那大学 工程学院, 路易斯安那 拉法叶 70504;
3. 陕西省公安厅 交通管理局, 陕西 西安 710018; 4. 长安大学 电子与控制工程学院,
陕西 西安 710064; 5. 云南省交通运输厅, 云南 昆明 650031)

摘 要:基于公路网均衡规模的概念,以二级公路作为标准等级公路,提出了等效里程和等效系数的计算方法,建立了公路网地形起伏修正系数的回归模型。分析了传统方法如国土系数法和连通度法的特点和不足,对传统的公路网均衡规模计算方法加以修正,以最小公路网发展基尼系数作为判定条件,对均衡规模区间的范围进行修正,建立了均衡规模配比的计算流程,提出了系统的公路网均衡规模确定方法,并以云南省公路网为例进行实例验证。分析结果表明:曲靖市高速公路的地形起伏修正系数最小,为1.12,迪庆州四级与等外公路的地形起伏修正系数最大,为1.92;怒江市的均衡规模里程最小,为549 km,曲靖市的均衡规模里程最大,为4 753 km;利用提出的方法计算的云南省公路网的人口、经济与面积的基尼系数分别为0.02、0.19、0.15,分别下降0.15、0.29、0.18,均达到绝对均衡标准。

关键词:公路网;均衡规模;确定方法;等效里程;基尼系数;配比方案

中图分类号:U491.12

文献标志码:A

Determination method of equilibrium scale for highway network

LIANG Guo-hua^{1,2}, ZHANG Jing-feng³, LEI Jian⁴, MA Rong-guo¹, ZHANG Chang-sheng⁵

(1. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. School of Engineering, University of Louisiana, Lafayette 70504, Louisiana, USA; 3. Traffic Management Bureau, Department of Public Security of Shaanxi Province, Xi'an 710018, Shaanxi, China; 4. School of Electronic and Control Engineering, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 5. Department of Transport of Yunnan Province, Kunming 650031, Yunnan, China)

Abstract: Based on the concept of highway network equilibrium scale, the second-class highway was taken as the standard grade highway, the calculation method of equivalent mileage and equivalent coefficient was proposed, and the regressing model of terrain correction coefficient for highway network was established. The shortcomings and characteristics of traditional methods such as territory coefficient method and connectivity method were analyzed. The traditional calculation method of highway network equilibrium scale was adjusted. The minimum comprehensive Gini coefficient was taken as judging criterion, the range of equilibrium scale interval was adjusted, the calculation flow of equilibrium scale proportion was established, the systematic determination method of equilibrium scale for highway network was proposed, and example verification was carried out by using the highway network in Yunnan Province. Analysis result shows that the terrain correction coefficient of freeway in Qujing is the minimum, and is 1.12. The terrain correction coefficient of the fourth-class highway and substandard highway in

收稿日期:2013-05-18

基金项目:国家自然科学基金项目(51208053);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2013G1321038)

作者简介:梁国华(1977-),男,吉林珲春人,长安大学副教授,工学博士,从事道路交通运输规划、交通安全研究。

Diqing is the maximum, and is 1.92. The equilibrium scale mileage in Nujiang is the minimum, and is 549 km. The equilibrium scale mileage in Qujing is the maximum, and is 4 753 km. By using the proposed method, the Gini coefficients of population, economy and area for highway network in Yunnan Province are 0.02, 0.19, 0.15, reduce by 0.15, 0.29, 0.18 respectively, the three Gini coefficients meet absolute equilibrium standard. 7 tabs, 2 figs, 19 refs.

Key words: highway network; equilibrium scale; determination method; equivalent mileage; Gini coefficient; proportion scheme

Author resume: LIANG Guo-hua(1977-), male, associate professor, PhD, +86-29-82334856, lgh@chd.edu.cn.

0 引 言

中国各个省域之间或省域内部各个地区间的公路基础设施发展水平存在差距,配置不均衡现象依然存在。交通基础设施不均衡,社会的公平性就无从谈起。交通运输行业的发展战略应以实现人和物的有效移动为目标,通过出行使人们获得均等参与社会生产及活动的机会,因此,在制定公路网规划时应考虑区域之间的均衡配置。国内外学者对合理确定区域公路网发展规模的理论和方法,进行了大量的研究,各自根据本国的经济发展和交通状况,提出了不同的方法。前苏联学者研究了地区发展水平、运输量和公路网合理长度之间的相互关系,提出了公路网合理长度的计算式,并采用多元回归和相关分析法,建立了地方道路网密度的线性函数式^[1];Magnanti等提出了在国家干线公路网规划中使用国土系数理论,认为道路密度与人口密度的平方根成正比,国家干线公路网线路长度与该地区的交通需求成正比,与建设及养护费用成反比,并提出了各种模型的地区参数,为国家干线公路网的规划提供了理论基础和计算方法^[2-3];Tzeng等在系统分析法的基础上,用多目标数学规划建立了非线性双层规划模型,通过改进现有网络中的某些路段或在网络中增加新的路段而使整个网络的某种性能达到最优,从而满足人们日益增长的交通需求^[4]。

国内学者顾政华等从运输强度方面对区域高速公路网合理规模进行了研究^[5];季求知等用情景分析法对西部公路建设关联情景进行了分析与设定,测算了不同情景所对应的公路建设规模及其敏感性^[6];王选仓等针对公路网规划中路网总量的确定问题,基于Cobb-Douglas生产函数模型建立了人口、经济增长对路网的需求函数模型^[7]。综合来看,可根据研究思路的不同,将已有的研究方法分为因素分析法、连通度分析法和时间序列法等3类^[8-9]。

因素分析法是通过研究公路网里程与有关因素如区域面积、人口、经济发展水平、交通需求等的联系规律,建立相应的函数关系,从而进行预测和规划的方法^[10],但是此种方法是建立在路网与各经济指标之间的关系保持不变的基础上进行关联分析的,这对于本身就存在较大差异的区域之间的路网均衡发展是不利的。连通度分析法是根据网络几何形状结构,运用图论中的破圈法或避圈法,找出连接各规划节点最小树的公路里程^[11]。在地形差异较大的区域,由于较难确定公路非直线系数,进而影响公路网合理规模的确定,而这些区域往往又是公路基础设施存在较大差异的区域。时间序列法也称趋势外推法,即根据规划区域的公路里程的历史统计资料,以时间为自变量建立模型,对未来的公路网里程数进行合理的预测和规划^[12-14]。王江平等应用人口基尼系数、区域基尼系数、经济基尼系数对公路发展均衡性进行了评价^[15],但是在关于经济基尼系数的计算中未考虑区域的潜在经济价值,这对于蕴含丰富潜在资源而交通基础设施落后的地区来说显失公平,且该研究仅限于均衡评价,未对公路网均衡规模的发展提出量化方法。

本文在已有方法的基础上,以实现公路网的均衡为目标,对传统的公路网规模计算方法加以修正,引入体现均衡性修正的参数,并以公路网基尼系数为均衡性判定指标,得到区域均衡规模的配置状况,进而提出了一种新的公路网均衡规模确定方法。

1 公路网均衡规模相关概念

1.1 公路网均衡规模的概念

公路网规模的计算以往都是与区域的经济社会发展水平相适应为标准,忽视了区域间公路网分配的均衡性,造成了贫者愈贫与富者愈富。为了避免这种马太效应现象,需要从均衡的角度出发,在区域间进行公路网规模横向的合理配置,使各子区域公

平、有序发展。均衡论不同于平均论,平均论是没有重点,而过分强调平均主义,采用削高就低、整齐划一的方法,具有明显的限制性。区域公路网均衡发展不是限制式发展与平均式发展,而是区域整体共同发展与分类发展。公路网均衡发展不是“削峰填谷”,而是“造峰扬谷”式发展;不是阻碍发达地区公路网的发展,而是寻求发达地区发展的同时兼顾落后地区的发展。提出的公路网均衡规模,是指在区域建设资金一定的前提下,以缩小区域间贫富差距为目的的公路网合理规模,通过对各子区域路网规模进行科学的有梯度的配置,进而促进并实现各子区域间经济、社会的协调发展。

1.2 研究技术路线

若将公路看作某种资源投入分配,可基于基尼系数指导公路资源的均衡分配。本文基于公路网均衡规模的概念,以等效里程的规模配置为基础,改进传统公路网规模计算模型,采用修正连通度法和修正国土系数法来确定规模配置区间的上下限,以最小基尼系数为判定标准确定公路网均衡规模的配比方案,公路网均衡规模确定方法的技术路线见图1。

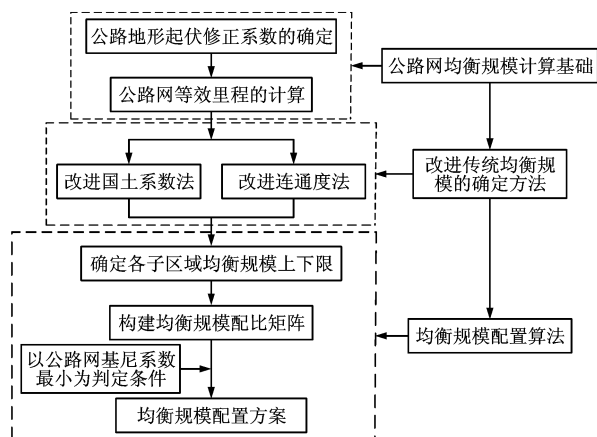


图1 技术路线

Fig. 1 Technical route

2 公路网均衡规模计算的理论基础

均衡性研究是通过对比能够反映各子区域公路网均衡分布的特征值来衡量路网均衡状况,而相同里程规模的公路网,由于其组成的公路技术等级不同使得通行能力会存在差别,因此,均衡性研究中的公路网里程不应是单纯的公路网里程绝对值,而应是公路网统一折算为标准值之后,具有可比性的等效里程。现阶段在确定公路网规模时,均采用公路实际里程,未考虑地形条件对公路实际通行能力的影响。尤其在地形条件复杂时,修建同样里程的公

路,其实现的可达性和连通性是不相同的,产生的经济效益和社会效益也不同,且修建相同里程的公路所需要的资金投入也不尽相同,这些在进行决策时都需要考虑,因此,从均衡的角度进行路网规模配置计算时,应以等效里程为计算基础。

2.1 等效里程

等效里程就是以二级公路(双车道)作为标准等级公路,把其他等级公路的里程按其车公里折算成标准等级公路的当量里程,即

$$L_d = \frac{\sum_i \omega_i u_i L_i / \varphi_i}{U} \quad (1)$$

式中: L_d 为公路网等效里程; u_i 为*i*等级公路的车道数量; ω_i 为*i*等级公路1条车道的等效系数; L_i 为*i*等级公路的实际长度; U 为一般二级公路的车道数量; φ_i 为*i*等级公路的地形起伏修正系数,*i*取0、1、2、3、4、5分别对应高速、一级、二级、三级、四级、等外公路。

在平原、微丘地区选线一般不受地形起伏条件的限制,但是重丘、山岭地区具有陡峻山坡、悬崖、峭壁、峡谷、深沟和较高的分水岭,这些地区路线平、纵面大部分受地形限制。由于复杂地形条件下的地形起伏修正系数没有成熟的经验值,因此,该系数的确定方法对于准确计算路网等效里程具有重要意义,各等级公路的等效系数见表1。

表1 等效系数

Tab. 1 Equivalent coefficients

公路等级	高速	一级	二级	三级	四级	等外
u_i	4	6、8	4	2	2	2
ω_i	1.830	1.780~1.670	1.000	1.000	0.530	0.200
					0.013	

2.2 公路地形起伏修正系数

地面坡度(简称坡度)是对地面倾斜程度的定量描述,能够间接地表示地形起伏形态和结构^[16]。地形起伏修正系数表征地面坡度导致的公路迂回倍数,因此,需要建立地面坡度与地形起伏修正系数之间的回归模型,通过已知地面坡度即可得到地形起伏修正系数。

2.2.1 选取研究对象

由于不同技术等级公路的建设标准不一样,特别是设计车速和平纵曲线的取值,这些都会对路线的地形起伏修正系数产生影响,因此,本文认为应区分公路等级来研究地形起伏修正系数。作为公路网综合评价指标的路网非直线系数是衡量节点间联系程度的指标,本文研究的非直线系数是地形起伏修

正系数,是衡量由于地形起伏而导致的公路迂回程度的参数,选取的原则是保证引起 2 个节点之间路段迂回的根本原因是地形起伏,尽量排除其他因素的干扰。节点选取原则分为以下 4 点。

(1) 2 个节点之间应为直接相连接,并确保 2 个节点之间没有与其重要度相同的节点。公路的非直线系数不仅是由地形起伏度引起的,在某些区域,一定程度上是为了连接 2 个节点之间的城镇或道路连接点而产生的迂回^[17],因此,应避免此种情况发生。

(2) 对于地势险峻、高差较大的横断山脉纵谷区处的沿河路线,需要单独考虑。

(3) 避免选取 2 个节点直线连接穿越较大水域面积的迂回路段。

(4) 避免选取 2 个节点直线连接穿越较大面积良田的迂回路段。

2.2.2 确定样本容量

必要的样本单位数量是保证抽样误差不超过某一给定范围的重要因素之一,地形起伏修正系数的研究首先需要确定选定路段合适数量的样本容量。样本容量的计算方法在众多统计学书中均有介绍。本文通过对省域范围的研究经验中发现,其所辖行政区域范围内的二级及其以上的公路数量是有限的,且按照前述选取研究对象的原则,满足条件的路段数量更为有限,因此,研究中对于高等级道路,依据样本的容量越大,误差越小的原则,尽可能选择所有符合条件的路段,而对于三级及其以下等级道路的样本容量则可按照相应的样本容量计算式进行计算。

2.2.3 数据采集

确定了采集数据的路段,即可采集导致该路段产生迂回的地形起伏修正系数与地面坡度。地形起伏修正系数是路段实际里程与路段 2 个端点即 2 个节点之间直线距离的比值,利用 Google Earth 软件采集 2 个节点之间的直线距离,利用电子地图获得 2 个节点之间路段的实际里程,通过计算得到地形起伏修正系数。而作为影响该路段迂回的地面坡度的取值本应该是 2 个节点之间的直线所经的地面坡度,但该直线所经地域的地面坡度不是唯一值,因此,采用平均坡度来代替,利用 Google Earth 软件可以直接得到 2 个节点之间直线所经区域的平均坡度。

2.2.4 确定回归模型

根据采集的数据得到地面坡度与地形起伏修正系数,对两者的相关关系进行回归分析,由此求得各等级公路地面坡度与地形起伏修正系数之间的回归模型。以此为经验公式,在获得各子区域地面平均

坡度的前提下,代入回归模型即可求出该区域某等级公路对应的地形起伏修正系数,进而利用式(1)计算等效里程。

2.3 公路网均衡规模区间的界定

2.3.1 国土系数法的修正

根据国土系数理论^[18],道路长度与人口和面积之和的平方根以及经济指标成正比,即有

$$L = k\sqrt{PA} \quad (2)$$

式中: L 为公路网里程; k 为经济系数; P 为区域人口; A 为区域面积。

该方法由于没有考虑潜在经济价值,对于未充分挖掘潜力的落后地区是不公平的,而且该方法未考虑各子区域公路网服务水平现状,无法将公路建设的迫切程度反映出来,因此,须加以修正,才能得出较为符合实际的预测结果。子区域的发展潜力修正系数 ϵ 为

$$\epsilon = 1 + \frac{q\gamma}{g} \quad (3)$$

式中: q 为潜在经济价值,即区域内预测年可挖掘的潜在水资源、矿产资源、能源资源、耕地资源和林业资源的经济价值; g 为预测年的 GDP; γ 为公路网里程对 GDP 的弹性系数。

采用路网拥挤度作为计算子区域发展程度的修正系数 δ 为

$$\delta = 1 + \alpha_j - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_j \quad (4)$$

式中: n 为子区域数目; α_j 为子区域 j 的路网拥挤度,即公路负荷交通量与通行能力之比值。

修正后,用国土系数法计算的公路网规模 L_g 为

$$L_g = k\sqrt{PA}\epsilon\delta\omega \quad (5)$$

$$\omega = \frac{\sum_{i=0}^5 \omega_i L_i}{L_s} \quad (6)$$

式中: ω 为综合等效系数,以二级公路的等效系数为标准,根据各道路等级的等效系数进行加权平均计算得到; L_s 为各子区域路网里程总和。

2.3.2 连通度法的修正

根据连通度的定义,区域内各节点依靠公路交通相互连接的强度,即有

$$L = C\varphi\sqrt{AN} \quad (7)$$

式中: φ 为地形起伏修正系数; C 为规划期预期达到的路网连通度; N 为节点数量。

在非平原地区,地形将对计算结果产生较大影响,因此,为了保证预测结果的精度,应采用各等级

公路地形起伏修正系数的加权值,得到的加权值称为综合地形起伏修正系数 φ_h ,即

$$\varphi_h = \frac{\sum_{i=0}^5 \varphi_i L_i}{L_s} \quad (8)$$

修正后,用连通度法计算的公路网规模 L_t 为

$$L_t = C\varphi_h \sqrt{AN}\omega \quad (9)$$

2.3.3 均衡规模区间的界定

将上述2种方法计算得到的路网规模 L_g 和 L_t 作为子区域 j 的规模理论区间下限 a_j 和上限 b_j ,即

$$a_j = \min\{L_g, L_t\}$$

$$b_j = \max\{L_g, L_t\}$$

考虑区域的均衡性发展,对可能出现的3种情况做如下处理:当子区域 j 的实际公路里程 $L_j \in [a_j, b_j]$ 时,则令实际下限 $a'_j = L_j$,实际上限 $b'_j = b_j$;当 $L_j < a_j$ 时,则令 $a'_j = a_j, b'_j = b_j$;当 $L_j > b_j$ 时,此情况说明公路网规模已超过预期规模,不能再做调整,则令 $a'_j = b'_j = L_j$ 。根据上述3种情况,缩小路网规模区间幅度,以 $[a'_j, b'_j]$ 作为子区域 j 路网均衡规模调整的区间,具体计算流程见图2。

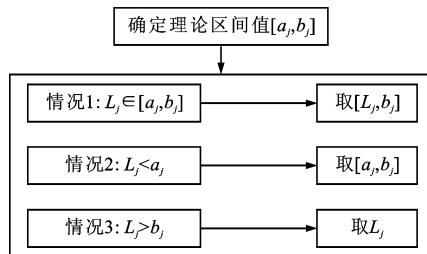


图2 计算流程

Fig. 2 Calculation flow

3 公路网均衡规模配比方案计算

3.1 基尼系数在公路网均衡规模确定中的应用

借鉴洛伦兹曲线的计算方法和基尼系数的分析方法,指导公路基础设施的均衡分配^[15,19]。在分析公路网发展影响因素的基础上,引伸出公路网发展经济基尼系数、公路网发展人口基尼系数和公路网发展区域面积基尼系数,从这3方面的分配情况来表征公路网发展的均衡性,其中公路网发展经济基尼系数中的经济总量的计算应为现有GDP值与潜在经济价值之和,进而体现公平性的原则。

3.2 配比方案计算流程

将实际公路网均衡规模区域 $[a'_j, b'_j]$ 等分为 m 个子区间,则共有 m^n 种配比方案,即有

$$\min J_y = J_{y1} + J_{y2} + J_{y3}$$

式中: J_y 为第 y ($y=1,2,\dots,m^n$) 种组合下的基尼系数; J_{y1} 为第 y 种组合下的人口基尼系数; J_{y2} 为第 y 种组合下的面积基尼系数; J_{y3} 为第 y 种组合下的经济基尼系数。

应用 MATLAB 软件,寻找基尼系数最小对应的规模配比方案,具体操作步骤如下。

Step 1: 将子区域 j 的实际调整区间 $[a'_j, b'_j]$ 划分为 m 个子区间 (m 值大小可依据规模调整区间跨度大小和计算机运算能力来确定,通常可取 m 为 2、4、6,当规模调整区间跨度较大,计算机运算能力较强时可取较大值,反之,取较小值),例如:当 $m=4$ 时,即将区间 $[a'_j, b'_j]$ 均匀划分为 4 个子区间,各子区间端点值分别为

$$\begin{cases} e_{j1} = a'_j \\ e_{j2} = a'_j + 0.25(b'_j - a'_j) \\ e_{j3} = a'_j + 0.50(b'_j - a'_j) \\ e_{j4} = a'_j + 0.75(b'_j - a'_j) \\ e_{j5} = b'_j \end{cases}$$

Step 2: 从每个子区域中任取一个子区间端点值 e_{jr} ($j=1,2,\dots,n; r$ 取 1、2、 \dots 、5 分别对应 5 个子区间),即得到各子区域的一个配比方案,分别计算该规模下的 J_{y1}, J_{y2}, J_{y3} 。

Step 3: 重复 Step 2, 计算子区域 j 的各子区间端点值 e_{jr} 与对应的 $J_{y1}, J_{y2}, J_{y3}, J_y$ 。

Step 4: 选择基尼系数 $J = \min_{1 \leq y \leq m^n} (J_y)$ 所对应的一组配比方案,该方案所对应的各子区域的端点值 e_{jr} ,则为各子区域公路网均衡规模配比的最优解,亦即各子区域的均衡规模。

4 计算结果分析

4.1 云南省概况分析

云南省辖 16 个地州市,省内分布 25 个少数民族,与缅甸、老挝、越南接壤。云南省系云贵高原的组成部分,地形波状起伏,全省土地面积中,山地约占 84%,高原、丘陵约占 10%,盆地、河谷约占 6%。云南省是一个以公路运输为主要运输方式的省份,公路网的均衡发展对于促进经济社会的发展、民族团结和加强国防建设具有重要的作用。

4.2 均衡规模计算

4.2.1 综合等效里程的确定

通过收集云南省 16 个地区的公路统计数据,利用 Google Earth 软件选取道路、节点,获取路段坡度数据以及直线距离。鉴于云南省一、二级公路较少,

四级与等外公路较多,考虑方便性和操作性,将一级与二级公路、四级与等外公路合并进行研究,通过回归得到高速、一级与二级、三级、四级与等外公路坡度与各等级公路地形起伏修正系数的关系式,分别为

$$\varphi_0 = 1.0048e^{1.449x_0}$$

$$\varphi_{12} = 0.9869e^{2.408x_{12}}$$

$$\varphi_3 = 19.94x_3^2 - 0.293x_3 + 1.0667$$

$$\varphi_{45} = 38.08x_{45}^2 - 5.262x_{45} + 1.5240$$

式中: φ_{12} 、 φ_{45} 分别为一级与二级公路、四级与等外公路的地形起伏修正系数; x_{12} 、 x_{45} 、 x_0 、 x_3 分别为一级与二级公路、四级与等外公路、高速公路、三级公路的坡度。

利用 Google Earth 软件采集数据,统计各地区地形平均坡度,带入回归模型计算,得各地区等级公路的地形起伏修正系数,见表 2。

表 2 修正系数

Tab. 2 Correction coefficients

地区	平均 坡度/%	各等级公路的地形起伏修正系数			
		高速	一级与二级	三级	四级与等外
昆明	9.7	1.16	1.25	1.23	1.37
文山	12.3	1.20	1.33	1.33	1.45
昭通	12.4	1.20	1.33	1.34	1.46
保山	13.9	1.23	1.38	1.41	1.53
临沧	15.6	1.26	1.44	1.51	1.63
玉溪	10.7	1.17	1.28	1.27	1.40
普洱	12.8	1.21	1.34	1.36	1.48
德宏	14.9	1.25	1.41	1.47	1.59
迪庆	19.3	1.33	1.57	1.75	1.92
曲靖	7.7	1.12	1.19	1.16	1.34
楚雄	12.9	1.21	1.35	1.36	1.48
丽江	14.9	1.25	1.41	1.47	1.59
红河	12.4	1.20	1.33	1.34	1.46
大理	14.1	1.23	1.38	1.42	1.54
西双版纳	11.6	1.19	1.31	1.30	1.43
怒江	19.0			1.73	1.90

4.2.2 均衡规模区间的界定

应用修正后的国土系数法和连通度法计算出的路网均衡规模区间的上下限,将其与云南省现有公路网规模进行对比,得出理论区间与实际里程关系均属于情况 2,以此确定路网规模调整区间的上限和下限,调整区间见表 3。

4.2.3 均衡规模配比方案的确定

将各地区路网均衡规模调整区间分为 4 个小区间,区间划分见表 4,利用 MATLAB 软件进行计算,选择人口、面积、经济总量基尼系数之和最小的一组数据,得出对应的路网均衡规模,配比方案计算

表 3 调整区间

Tab. 3 Adjustment intervals

km

调整 顺序	地区	现状 规模	改进连通度法 计算的规模	改进国土系数 法计算的规模	规模调整 区间
1	怒江	249	581	533	[533,581]
2	丽江	572	1 079	1 915	[1 079,1 915]
3	昭通	1 287	1 809	2 600	[1 809,2 600]
4	临沧	885	1 702	3 815	[1 702,3 815]
5	德宏	627	882	1 447	[882,1 447]
6	普洱	1 535	2 822	4 717	[2 822,4 717]
7	保山	1 372	2 135	2 679	[2 135,2 679]
8	文山	2 107	2 980	3 636	[2 980,3 636]
9	迪庆	306	785	844	[785,844]
10	昆明	3 305	3 873	4 534	[3 873,4 534]
11	西双版纳	816	1 236	2 465	[1 236,2 465]
12	曲靖	3 192	4 250	5 758	[4 252,5 758]
13	楚雄	1 920	2 209	2 989	[2 209,2 989]
14	红河	2 755	4 343	3 165	[3 165,4 343]
15	大理	2 089	3 521	2 930	[2 930,3 521]
16	玉溪	2 651	4 075	4 155	[4 075,4 155]

表 4 区间划分

Tab. 4 Division of intervals

km

地区	区间划分				
怒江	533	549	565	576	581
丽江	1 079	1 358	1 636	1 822	1 915
昭通	1 809	2 073	2 336	2 512	2 600
临沧	1 702	2 406	3 111	3 580	3 815
德宏	882	1 070	1 259	1 384	1 447
普洱	2 822	3 454	4 085	4 506	4 717
保山	2 135	2 316	2 498	2 619	2 679
文山	2 980	3 199	3 417	3 563	3 636
迪庆	785	805	824	837	844
昆明	3 873	4 092	4 313	4 460	4 534
西双版纳	1 236	1 647	2 056	2 329	2 465
曲靖	4 250	4 753	5 255	5 590	5 758
楚雄	2 209	2 469	2 729	2 902	2 989
红河	3 165	3 558	3 950	4 212	4 343
大理	2 930	3 127	3 324	3 455	3 521
玉溪	4 075	4 102	4 128	4 146	4 155

结果见表 5。

借鉴公路发展基尼系数评价标准^[15](表 6),将配比方案对应均衡规模下的基尼系数与现状基尼系数对比,比较结果见表 7。

表 5 配比方案

Tab. 5 Proportion scheme km

地区	均衡规模里程	地区	均衡规模里程
怒江	549	迪庆	805
丽江	1 358	昆明	4 092
昭通	2 512	西双版纳	1 647
临沧	2 406	曲靖	4 753
德宏	1 070	楚雄	2 902
普洱	3 454	红河	3 558
保山	2 316	大理	3 455
文山	3 199	玉溪	4 146

表 6 基尼系数评价标准

Tab. 6 Evaluation standard of Gini coefficient

区间	$0 \leq J < 0.2$	$0.2 \leq J < 0.3$	$0.3 \leq J < 0.4$	$0.4 \leq J < 0.5$	$0.5 \leq J < 1.0$
结果	绝对均衡	比较均衡	相对合理	不均衡	很不均衡

表 7 结果比较

Tab. 7 Comparison of results

时期	人口基尼系数		经济基尼系数		面积基尼系数	
	数值	结论	数值	结论	数值	结论
现状	0.17	绝对均衡	0.48	不均衡	0.33	相对合理
均衡配置后	0.02	绝对均衡	0.19	绝对均衡	0.15	绝对均衡

从表 7 中可看出,公路网规模在各子区域均衡配置后,云南省人口、经济和面积基尼系数均比现状有较大降低,且均小于 0.2,达到绝对均衡标准,其中经济基尼系数和面积基尼系数从现状的不均衡和相对合理均转变为绝对均衡,均衡配置效果明显。

5 结 语

本文基于公路网均衡规模的概念,在传统国土系数法和连通度法的基础上进行改进,引入了体现均衡性发展的修正参数,以公路网发展基尼系数最小为判别条件,提出均衡规模配比方案的构建方法,运用 MATLAB 软件,以云南省公路网为例,求解得出各子区域最终均衡规模配比方案。结果表明:该方法能够有效确定区域公路网的均衡规模配置,且使区域公路网基尼系数小于 0.2,达到绝对均衡标准。本文计算得到的各子区域的均衡规模均为等效里程,在后续研究中,应进一步将等效里程转换为各技术等级配置的公路网实际里程,使结果更适合于指导公路网规划的实践。

参 考 文 献 :

References :

[1] 张长生.高原山区路网均衡性研究[D].西安:长安大学,2011.

ZHANG Chang-sheng. Equilibrium research for transportation network in plateau mountainous area [D]. Xi'an: Chang'an University, 2011. (in Chinese)

[2] MAGNANTI T L, WONG R T. Network design and transportation planning: models and algorithms[J]. Transportation Science, 1984, 18(2): 1-56.

[3] MEYER M D. Transport planning for urban area: a retrospective look and future prospect[J]. Journal of Advanced Transportation, 2000, 34(1): 143-171.

[4] TZENG G H, TSAUR S H. Application of multiple criteria decision making for network improvement[J]. Journal of Advanced Transportation, 1997, 31(1): 49-74.

[5] 顾政华,李旭宏.区域高速公路网合理规模研究[J].公路交通科技,2004,21(9):78-81.

GU Zheng-hua, LI Xu-hong. Research on the reasonable scale of regional expressway network[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2004, 21(9): 78-81. (in Chinese)

[6] 季求知,张 佳,王元庆.情景分析法对西部公路建设规模测算分析[J].公路,2005(1):42-48.

JI Qiu-zhi, ZHANG Jia, WANG Yuan-qing. Forecasting of highway construction scale for west region of China based on scene analysis method[J]. Highway, 2005(1): 42-48. (in Chinese)

[7] 王选仓,于江霞,王秉纲,等.基于需求函数模型的公路网规模预测[J].长安大学学报:自然科学版,2006,26(3):59-62.

WANG Xuan-cang, YU Jiang-xia, WANG Bing-gang, et al. Reasonable highway network scale prediction based on demand function[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2006, 26(3): 59-62. (in Chinese)

[8] 于江霞.中国西部公路网规模研究[D].西安:长安大学,2006.

YU Jiang-xia. Study on the highway network scale in western of China [D]. Xi'an: Chang'an University, 2006. (in Chinese)

[9] 刘文刚.城市公路网经济规模论证[J].太原理工大学学报,2008,39(2):137-139.

LIU Wen-gang. Study on economic scale of urban road network[J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2008, 39(2): 137-139. (in Chinese)

[10] 于江霞,于景群,王选仓.基于神经网络的公路网规模预测[J].长安大学学报:自然科学版,2006,26(1):75-78.

YU Jiang-xia, YU Jing-qun, WANG Xuan-cang. Highway network scale prediction based on BP neural network[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2006, 26(1): 75-78. (in Chinese)

[11] 胡启洲,吴 娟,袁长伟.基于微分进化算法的经济圈公路网双层优化模型[J].中国公路学报,2012,25(2):100-105.

HU Qi-zhou, WU Juan, YUAN Chang-wei. Bi-level optimization model of highway network in economic circle based on differential evolution algorithm[J]. China Journal of Highway and Transport, 2012, 25(2): 100-105. (in Chinese)

[12] 黄向京,许桂林,彭 立.加筋格宾组合式挡墙破裂面及承载

- 价方法[J]. 中国公路学报, 2010, 23(增): 89-92.
- HU Jiang-bi, YANG Yang, ZHANG Mei-jie. Safety evaluation method of combination of vertical and horizontal curves for mountainous expressway[J]. China Journal of Highway and Transport, 2010, 23(S): 89-92. (in Chinese)
- [15] 刘建蓓, 郭忠印, 胡江碧, 等. 公路路线设计安全性评价方法与标准[J]. 中国公路学报, 2010, 23(增): 28-35.
- LIU Jian-bei, GUO Zhong-yin, HU Jiang-bi, et al. Safety evaluation method and standard of highway alignment design[J]. China Journal of Highway and Transport, 2010, 23(S): 28-35. (in Chinese)
- [16] 徐 进, 罗 庆, 毛嘉川, 等. 考虑弯道几何要素和交通量影响的汽车行驶速度预测模型[J]. 中国公路学报, 2012, 25(5): 47-57.
- XU Jin, LUO Qing, MAO Jia-chuan, et al. Speed prediction model of car/truck considering the effect of curve geometric features and traffic volume[J]. China Journal of Highway and Transport, 2012, 25(5): 47-57. (in Chinese)
- [17] BROOKHUIS K A, WAARD D. Monitoring drivers' mental workload in driving simulators using physiological measures[J]. Accident Analysis and Prevention, 2010, 42(3): 898-903.
- [18] JAHN G, OEHME A, KREMS J F, et al. Peripheral detection as a workload measure in driving: effects of traffic complexity and route guidance[J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2005, 8(3): 255-275.
- [19] CAFISO S, GRAZIANO A, CAVA G. Actual driving data analysis for design consistency evaluation[J]. Transportation Research Record, 2005(1912): 19-30.
- [20] 邵海鹏, 杨雪峰. 面向公路线形评价的驾驶人方向控制模型[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2010, 30(3): 84-88.
- SHAO Hai-peng, YANG Xue-feng. Modeling of driver direction control for road alignment evaluation[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2010, 30(3): 84-88. (in Chinese)
- [21] 丁光明, 刘浩学, 赵炜华, 等. 高速公路长隧道出口段驾驶人视觉特征变化规律[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2011, 31(2): 77-80, 85.
- DING Guang-ming, LIU Hao-xue, ZHAO Wei-hua, et al. Variation of driver's visual features in expressway tunnel exit[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2011, 31(2): 77-80, 85. (in Chinese)
- [22] 赵建有, 何 操, 郑明明. 高速公路隧道纵坡对驾驶人速率的影响[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2010, 30(2): 80-83, 100.
- ZHAO Jian-you, HE Cao, ZHENG Ming-ming. Effect of longitudinal slope of tunnel of freeway on heart beat of drivers[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2010, 30(2): 80-83, 100. (in Chinese)
- ~~~~~
- (上接第 89 页)
- 力特性[J]. 中国公路学报, 2011, 24(6): 31-39.
- HUANG Xiang-jing, XU Gui-lin, PENG Li. Failure surface and bearing capacity character of combined reinforced gabion retaining wall[J]. China Journal of Highway and Transport, 2011, 24(6): 31-39. (in Chinese)
- [13] 裴玉龙, 张树升. 区域干线公路网规划理论的研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1995, 28(2): 106-114.
- PEI Yu-long, ZHANG Shu-sheng. Research on the planning theory of highway network[J]. Journal of Harbin University of Architecture and Engineering, 1995, 28(2): 106-114. (in Chinese)
- [14] 周 伟, 向前忠. 公路网规划后评价的理论与方法[J]. 中国公路学报, 2003, 16(1): 99-103.
- ZHOU Wei, XIANG Qian-zhong. Theory and method for post-evaluation of highway network planning [J]. China Journal of Highway and Transport, 2003, 16(1): 99-103. (in Chinese)
- [15] 王江平, 李继锐. 基尼系数与公路发展均衡性分析[J]. 交通世界, 2006(11): 66-69.
- WANG Jiang-ping, LI Ji-rui. Analysis of Gini coefficient and highway development balance[J]. Transpworld, 2006 (11): 66-69. (in Chinese)
- [16] 赵牡丹, 陈正江, 晋 锐. DEM 提取地面平均坡度误差的量化模拟[J]. 水土保持通报, 2002, 22(3): 55-57.
- ZHAO Mu-dan, CHENG Zheng-jiang, JIN Rui. A math-simulation on accuracy of gradient extracted from DEMs[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2002, 22(3): 55-57. (in Chinese)
- [17] 封志明, 唐 焰, 杨艳昭, 等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性[J]. 地理学报, 2007, 62(10): 1073-1082.
- FENG Zhi-ming, TANG Yan, YANG Yan-zhao, et al. The relief degree of land surface in China and its correlation with population distribution[J]. Journal of Geographical Sciences, 2007, 62(10): 1073-1082. (in Chinese)
- [18] 朱 辉, 李沛才, 陈绍莹. 公路网现状综合评价[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(5): 79-82.
- ZHU Hui, LI Pei-cai, CHEN Shao-ying. Synthetic evaluation of highway network actuality[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(5): 79-82. (in Chinese)
- [19] 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 mountain[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2010, 27(8): 114-119. (in Chinese)