

DOI: 10.20035/j.issn.1671-2668.2024.04.004

引用格式:阮泽景,蒋锦港,彭宇婷.浙江省公路网与社会经济发展水平耦合协调分析[J].公路与汽运,2024,40(4):15-18+38.

Citation:RUAN Zejing,JIANG Jingang,PENG Yuting.Analysis of coupling coordination between highway network and social and economic development level in Zhejiang Province[J].Highways & Automotive Applications,2024,40(4):15-18+38.

## 浙江省公路网与社会经济发展水平耦合协调分析<sup>\*</sup>

阮泽景,蒋锦港,彭宇婷

(浙江省交通运输科学研究院,浙江 杭州 310023)

**摘要:**公路基础设施与社会经济发展存在密切联系。文中构建公路网与社会经济发展水平评价指标体系,通过熵权法确定指标权重,基于耦合协调评价模型测算 2022 年浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调度和相对发展程度。评价结果表明,浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调水平存在不均衡性,浙北地区耦合性较高,浙西南地区耦合性较低。结合各地市实际发展情况分析该状况的产生原因,并提出提高公路网对社会经济发展适应水平的对策。

**关键词:**公路交通;公路网;社会经济发展水平;耦合协调水平

中图分类号:U491.13

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2024)04-0015-04

公路是服务经济社会发展的公益性、基础性、先导性设施<sup>[1]</sup>。《国家公路网规划(2013 年—2030 年)》要求公路网的供给能力、服务水平应适应社会经济发展需要。而当前侧重解决公路基础设施供给公平的阶段性矛盾,较少考虑因地制宜提升国家公路网布局与区域经济社会发展的耦合性,对二者之间如何形成有效良性互动关系的研究有待加强。

针对公路与社会经济发展的适应性,邹普尚建立改进欧氏加权平均灰色关联度模型,分析了广东省 5 个市(县)公路与社会经济发展的适应性并进行了分类评估<sup>[2]</sup>;荣耀华等从效率视角厘清高速公路网规模与经济社会适应性的概念,从经济、社会、资源环境、综合运输 4 个方面构建投入、产出指标体系,基于输出导向的 BCC 视窗分析模型测算了 2010—2018 年中国各省(包含省、自治区、直辖市)高速公路网的规模效率,分析了高速公路网规模效率的差异性<sup>[3]</sup>;陈小红等以中国-东盟为研究区域,分析了各国家交通优势度及与经济发展水平的耦合协调水平<sup>[4]</sup>;张志俊等分析了 2001—2013 年中国各省公路货运量与 GDP 的耦合协调度<sup>[5]</sup>;金霞等从公路建设与经济发展的内外在表现、非正常情况下适应性、建设资金环境、公路与综合交通(铁路、水运、航空)的协调性 5 个维度进行了公路建设与经济发展适应性宏观评价<sup>[6]</sup>。但现有研究建立的公路网评

价指标体系不够完善,更多体现在规模性指标,体现高质量、高效益发展的指标较少。陈琼蓉等通过可拓评价模型测算了湖北省 2014—2018 年公路运输适应性<sup>[7]</sup>,但该研究仅限于从省级层面对公路系统自身进行评估,评价区域较广,且对社会经济的研究不足。

浙江作为中国东部沿海经济大省,近年来公路网逐步完善、支撑能力不断提升,2022 年公路里程达 12.39 万 km,实现了县县通高速公路,农村公路突破 11 万 km。但公路网中高速公路仅占 4.1%,山区、海岛地区普通国省道二级及以上公路占 72%,比全省平均低 18%,公路发展的不均衡在一定程度上制约了部分区域社会经济的发展。本文构建公路网与社会经济发展水平评价指标体系,利用耦合协调评价模型对浙江省公路网与社会经济发展的适应性进行综合评价,并提出不同地市公路网发展对策。

### 1 指标体系构建与评价方法

#### 1.1 指标选取原则

(1) 系统性。指标能体现公路网与社会经济发展的主要特征,具有综合性和重要意义。

(2) 科学性。指标定义准确,内涵清晰,能客观、真实地反映公路网与经济社会发展情况。

<sup>\*</sup> 基金项目:浙江省交通运输厅科技计划项目(2023001);未来交通科创中心发展研究专项项目(002103)

(3) 可行性。以已有文献资料、统计年鉴等为基础,数据具有时效性,指标可获取、可处理、可比较。

### 1.2 评价指标

主要以广覆盖、深通达、高质量、高效益为导向,从路网规模、路网结构和运行水平 3 个维度选取 10 个指标(见表 1)评价公路网发展水平。其中:路网规模主要考虑地区、人口需求及农村地区公路通达能力;路网结构主要考虑高等级公路的主骨架作用及农村公路通达质量;路网运行主要考虑公路服务质量、客货运输能级及经济支撑水平。

表 1 公路网发展水平评价指标体系

| 维度   | 评价指标                | 单位                                           |
|------|---------------------|----------------------------------------------|
| 路网规模 | 公路网综合密度 $H_1$       | km/(100 km <sup>2</sup> · 万人) <sup>0.5</sup> |
|      | 高速公路密度 $H_2$        | km/100 km <sup>2</sup>                       |
|      | 行政村通双车道公路比例 $H_3$   | %                                            |
| 路网结构 | 高速公路占干线公路比例 $H_4$   | %                                            |
|      | 二级以上公路占比 $H_5$      | %                                            |
|      | 乡镇通三级以上公路比例 $H_6$   | %                                            |
| 运行水平 | 高速公路网拥挤度 $H_7$      | —                                            |
|      | 客运量运输密度 $H_8$       | 万人次/km                                       |
|      | 货运量运输密度 $H_9$       | 万 t/km                                       |
|      | 公路地区生产总值密度 $H_{10}$ | 亿元/km                                        |

以创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念为指导,从创新发展、城乡协调、绿色生态、开放合作和共享共富 5 个维度选取 10 个社会经济发展水平评价指标(见表 2)。其中:创新发展主要考虑科技创新投入与产业结构升级;城乡协调主要考虑县域城镇化发展与城乡一体化;绿色生态主要考虑能源利用效率及工业生产绿色转型;开放合作主要考虑与国际市场的联系程度、地区投资的便利化;共享共富主要考虑人民的富裕程度及居民消费需求。

### 1.3 评价方法

利用熵权法<sup>[8]</sup>确定各评价指标的权重并进行综合评价。指标数据的离散程度越大,熵值越高,对综合评价的影响程度越大,权重越大。计算过程如下:

(1) 基于功效函数法,按式(1)、式(2)将不同性质、数量级和单位的指标转化为无量纲指标。

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}}{\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\} - \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}} \quad (1)$$

表 2 社会经济发展水平评价指标体系

| 维度   | 指标名称                      | 单位        |
|------|---------------------------|-----------|
| 创新发展 | R&D 经费投入占 GDP 的比例 $C_1$   | %         |
| 城乡协调 | 第三产业占比 $C_2$              | %         |
| 绿色生态 | 城镇化率 $C_3$                | %         |
| 开放合作 | 城乡居民人均可支配收入之比 $C_4$       | —         |
| 共享共富 | 单位 GDP 耗电量 $C_5$          | kW · h/亿元 |
|      | 单位工业增加值的氮氧化物排放量 $C_6$     | t/亿元      |
|      | 外贸依存度 $C_7$               | %         |
|      | 当年实际利用外资金额占 GDP 的比例 $C_8$ | %         |
|      | 人均 GDP $C_9$              | 万元/人      |
|      | 人均社会消费品零售总额 $C_{10}$      | 万元/人      |

注:R&D 经费是指全社会研究与试验发展经费,包括实际用于基础研究、应用研究和试验发展的经费支出。

$$X_{ij} = \frac{\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\} - \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}} \quad (2)$$

式中:  $X_{ij}$  为地区  $i$  第  $j$  个指标的标准化值;  $\min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}$  为地区  $i$  第  $j$  个指标的最小值;  $\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}$  为地区  $i$  第  $j$  个指标的最大值;  $m$  为地区总数。

(2) 采用熵值法,按式(3)~(5)计算各指标的信息熵和权重。

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (4)$$

$$W_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{j=1}^n e_j} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (5)$$

式中:  $P_{ij}$  为地区  $i$  指标  $j$  的比重;  $e_j$  为指标  $j$  的信息熵;  $W_j$  为指标  $j$  的权重,  $W_j \in [0,1]$ ,  $\sum_{j=1}^n W_j = 1$ 。

(3) 通过线性加权,按式(6)计算不同地区的综合评价值  $S_i$ 。

$$S_i = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij} \quad (6)$$

## 2 耦合协调评价方法

耦合度能衡量不同系统间的相互影响力或相互制约能力,可以体现实现协调发展的动态关系<sup>[9-10]</sup>。

分别用  $S_1$ 、 $S_2$  表示不同地区公路网和社会经济发展水平的综合评价值,则二者之间的耦合度  $C$  为:

$$C=2\sqrt{\frac{S_1S_2}{(S_1+S_2)^2}}$$

(7)

由于单纯通过耦合度在某些情况下无法综合反映系统间的耦合效果和协同效应,为确保评价结果真实、可靠,引入综合协调指数  $T$ 。 $T$  可以代表公路网与社会经济总体发展水平及对整个耦合协调度的贡献程度<sup>[11]</sup>,按式(8)计算。

$$T=\alpha S_1+\beta S_2$$

(8)

式中: $\alpha$ 、 $\beta$  为待定系数, $\alpha+\beta=1$ ,本文将公路网与社会经济系统视为同等重要,取  $\alpha=\beta=0.5$ 。

按式(9)计算,得到耦合协调度  $D$ 。 $D\in[0,1]$ , $D$  值越大,耦合协调度越高。

$$D=\sqrt{CT}$$

(9)

另外,按式(10)计算相对发展程度  $K$ ,评价公路网交通供给水平与社会经济发展对交通需求的适应程度,反映公路网与社会经济的同步发展水平。

$$K=\frac{S_1}{S_2}$$

(10)

3 实证分析

以浙江省为例进行实证分析。考虑到公路交通建设和管理主体以地市政府为主,对 2022 年浙江省 11 个地市的公路网与社会经济发展进行耦合协调评价。社会经济数据主要来源于各地市《国民经济和社会发展统计公报》,公路网数据主要来源于交通年度统计资料。

3.1 浙江省公路网与社会经济发展的耦合协调评价

采用熵权法测算各评价指标的权重,结果见表 3。

基于耦合协调评价模型测算 2022 年浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调度和相对发展程度,结果见表 4。从表 4 可以看出:舟山、嘉兴、湖州、宁波、杭州公路网与社会经济发展的耦合协调度较高,衢州、丽水、舟山、温州、台州的相对发展程度较高。

通过 K-均值聚类分析<sup>[12-13]</sup>,将耦合协调度划分为严重失调、轻度失调、一般协调和高度协调 4 个等级。参考文献[14],以 0.8 和 1.2 为界限,将相对发展程度划分为公路网滞后型、公路网与社会经济同

表 3 评价指标的权重

| 评价指标     | 权重    | 评价指标     | 权重    |
|----------|-------|----------|-------|
| $H_1$    | 0.085 | $C_1$    | 0.161 |
| $H_2$    | 0.069 | $C_2$    | 0.110 |
| $H_3$    | 0.016 | $C_3$    | 0.052 |
| $H_4$    | 0.078 | $C_4$    | 0.101 |
| $H_5$    | 0.045 | $C_5$    | 0.041 |
| $H_6$    | 0.005 | $C_6$    | 0.003 |
| $H_7$    | 0.170 | $C_7$    | 0.147 |
| $H_8$    | 0.364 | $C_8$    | 0.227 |
| $H_9$    | 0.088 | $C_9$    | 0.116 |
| $H_{10}$ | 0.080 | $C_{10}$ | 0.042 |

表 4 浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调评价得分

| 城市名称 | 耦合协调度 | 相对发展程度 | 城市名称 | 耦合协调度 | 相对发展程度 |
|------|-------|--------|------|-------|--------|
| 杭州   | 0.560 | 0.339  | 金华   | 0.390 | 0.483  |
| 宁波   | 0.570 | 0.428  | 衢州   | 0.372 | 2.843  |
| 温州   | 0.526 | 1.548  | 丽水   | 0.348 | 2.553  |
| 湖州   | 0.573 | 0.501  | 舟山   | 0.757 | 1.598  |
| 嘉兴   | 0.610 | 0.911  | 台州   | 0.469 | 1.340  |
| 绍兴   | 0.549 | 0.597  |      |       |        |

步型、公路网超前型 3 种类型。浙江省各地市的分类结果见图 1、图 2。

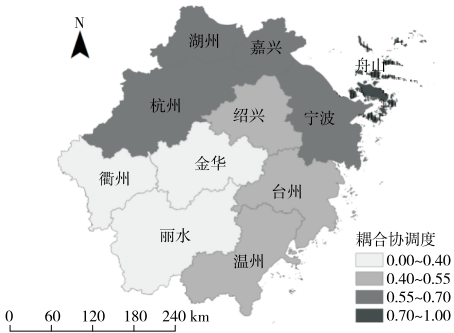


图 1 浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调度分类结果

综合来看,浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调水平存在较大差异和不均衡性,浙北地区耦合性较高,浙西南地区耦合性较低;浙北地区公路网相对于社会经济发展较为滞后,浙南地区公路网相对于社会经济发展较为超前。

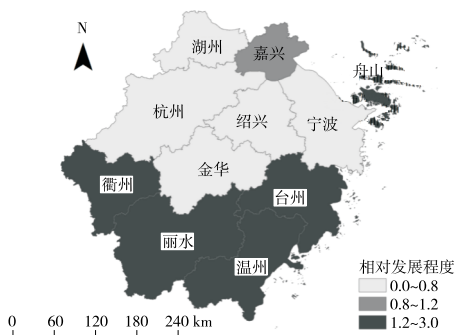


图 2 浙江省各地市公路网与社会经济发展的相对发展程度分类结果

### 3.2 公路网发展建议

根据浙江省不同城市公路网与社会经济发展的耦合协调水平,提出公路网发展对策。

#### 3.2.1 严重失调地区公路网发展对策

公路网与社会经济发展的耦合协调水平为严重失调的城市包括金华、衢州和丽水,其中金华为滞后型严重失调。金华地处浙江中心,快递业务量全国第一,但缺乏支撑一体化发展的便捷公路网络,公路网客货运输压力较大,对社会经济的支撑力度不足。对于滞后型严重失调城市,需做好公路网规划与建设的顶层设计,加快打造重要外联廊道,优化内部公路网布局,提升公路网服务水平,促进其与社会经济一体化发展。

衢州、丽水为超前型严重失调,其公路网综合密度位居浙江省前二,但公路交通流量较低,其中丽水的高速公路拥挤度和货运密度在浙江省最低,造成公路资源严重浪费,存在制约社会经济发展的风险。对于超前型严重失调城市,需适度降低公路网建设速度,按需供给,防止草率规划、重复建设及各类运输方式间的不合理竞争,发挥存量公路设施效能,提高对社会经济的产出效率。

#### 3.2.2 轻度失调地区公路网发展对策

公路网与社会经济发展的耦合协调水平为轻度失调的城市包括绍兴、温州和台州,其中绍兴为滞后型轻度失调。绍兴公路网对社会经济发展起到一定作用,但对外通道能力不足,快速交通网络布局不完善,农村公路等级较低。对于滞后型轻度失调城市,需加密和联通快速通道,完善县乡农村公路网,强化对重要城镇、交通枢纽、重点景区、经济薄弱地区的覆盖和支撑。

温州、台州为超前型轻度失调。温州、台州的公路里程分别位居浙江省第二、第四,公路网规模较

大,但对社会经济发展的正向作用不强。对于这类临港城市,港口才是地区经济发展的综合性枢纽,公路客货运量及运输密度较小,社会经济发展对公路网的依赖程度较低。因此,需优化现状公路网结构,提升路网品质和效能,同时加快港口公路集疏运通道建设,为城市及周边腹地提供内外贸运输服务。

#### 3.2.3 一般协调地区公路网发展对策

公路网与社会经济发展的耦合协调水平为一般失调的城市包括杭州、宁波、湖州、嘉兴,其中杭州、宁波、湖州为滞后型协调。这 3 座城市的社会经济高度发达,公路网建设趋于平稳与完善,具有较高的投入产出率,但公路客货运需求极大,公路拥堵较严重。因此,需优化公路与其他交通方式的衔接能力,打造科学、高效的综合交通运输体系,同时保证供应链和产业链稳定,提高网络效益和经济效益,推动公路交通实现可持续发展。

嘉兴为同步型协调。嘉兴的高速公路、二级及以上公路网密度多年保持浙江省首位,公路网能适应社会经济的发展且二者均达到较高水平。对于同步型协调城市,可根据社会经济发展速度调整公路网整体建设力度,提升公路交通对物流运输、文化旅游、美丽乡村建设等的支撑引领作用。

#### 3.2.4 高度协调地区公路网发展对策

舟山为公路网与社会经济发展高度协调地区,为超前型高度协调。舟山的对外联系依靠甬舟(宁波—舟山)高速公路这一单一通道,二级以上公路比例、客货运量及密度均位居浙江省第一,公路基础设施建设和运行水平较高,强力拉动了社会经济的发展,二者处于高度协调的良好状态。对于高度协调型城市,应注重利用现有公路走廊和存量资源,以提升公路品质和服务水平为重点,发挥公路支撑城市空间布局、服务地方经济的重要作用。

## 4 结语

本文构建公路网与社会经济发展水平评价指标体系,并以浙江省为例,利用耦合协调评价模型评估各地市公路网与社会经济发展的适应性。结果表明,浙江省各地市公路网与社会经济发展的耦合协调水平不均衡,杭州、宁波、湖州等浙北地区耦合性相对于衢州、丽水等浙西南地区较高,但相对发展程度较低。根据公路网与社会经济发展的耦合协调水平,提出各城市公路网发展对策。

(下转第 38 页)