

基于熵值法的京津冀地区城市综合承载力评价

常晓玲, 司秋利, 刘瑞丹, 莫紫月

(河北金融学院 经济贸易系, 河北 邯郸 071051)

摘要:以京津冀地区13个城市为研究对象,选取24个指标构建了京津冀地区城市承载力的评价指标体系,该体系包括了自然资源承载力、环境承载力、经济承载力和环境承载力4个子系统指标,并根据熵值法和综合系数法对13个城市子系统承载力和综合承载力进行评价。结果显示,以0为承载力的预警指标值,京津冀13个城市中有10个城市的综合承载力得分为负数,低于预警值,并发现环境承载力和经济承载力是制约京津冀发展的主要因素,因此,提升京津冀城市综合承载能力应主要提升京津冀地区13个城市的环境承载力和经济承载力。

关键词:京津冀地区;城市承载力;熵值法;评价体系

中图分类号:F124.5;X37 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2017)03-0103-06

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2017.03.022

An Evaluation of the Comprehensive Urban Carrying Capacity of Beijing-Tianjin-Hebei Region Based on the Entropy Method

CHANG Xiao-ling, SI Qiu-li, LIU Rui-dan, MO Zi-yue

(Economics and Trade Department, Hebei Finance University, Handan 071051, China)

Abstract: Taking 13 cities in Beijing-Tianjin-Hebei region as the object of study, the authors of this paper have chosen 24 indicators, constructed the evaluation index system of urban carrying capacity in Beijing-Tianjin-Hebei region, which includes natural resources carrying capacity, environmental carrying capacity, economic carrying capacity and environmental carrying capacity, and evaluated the carrying capacity of each city and the comprehensive carrying capacity of the region with the entropy method and the comprehensive coefficient method. The results show that, with 0 as the warning index value of the carrying capacity, the comprehensive carrying capacity scores of 10 cities in the region are negative and lower than the warning value. The environment carrying capacity and economic carrying capacity are the main factors in restricting the development of Beijing-Tianjin-Hebei region. Therefore, to raise the environmental and economic carrying capacities of the 13 cities in Beijing-Tianjin-Hebei region is key to increasing the comprehensive carrying capacity of region.

Key Words: Beijing-Tianjin-Hebei region; urban carrying capacity; entropy method; evaluation system

基金项目:河北金融学院大学生科学研究基金资助项目(DXSKYY2016017)

作者简介:常晓玲(1992-),女,河北邯郸人,本科生,主要从事经济统计研究。

0 引言

“承载力”一词最早出现在生态学中,用以衡量在特定区域的某一环境条件下,能够维持某一种个体的最大数量^[1]。随着社会的发展,对于“承载力”的研究已扩展到了城市社会、经济、资源、环境等多个领域。综合承载力是人类社会经济活动链接综合环境体系的桥梁,也是由社会、经济、资源环境三者复合的综合体系,包含了基于资源环境、经济社会条件、人工基础设施的一系列相互制约又相互联系的发展变量和制约变量^[2]。而城市综合承载力是指在一定时期、一定空间以及一定经济、社会、资源和环境下,城市所能承载的人类各种活动规模和强度的阈值^[3]。本文所提出的城市综合承载力是指在没有任何破坏性影响的条件下,城市的资源、环境、基础设施和科技、教育等条件对城市人口和经济社会活动的承载能力。

京津冀作为中国城市化的主要发展地区之一,在经济快速发展的同时,一定程度上出现了人口膨胀、土地减少、环境恶化、污染严重等一系列的与承载力相关的问题。因此,本文以河北省内 11 个设区城市 and 北京、天津为研究对象,结合京津冀的城市系统结构和功能特征,建立京津冀地区的城市综合承载力的评价指标体系,并利用 2014 年 13 个城市的截面数据,应用熵值法确定各指标的权重,对京津冀地区城市综合承载力进行全面评价,以便为提高京津冀地区城市综合承载力相关政策的制定提供科学依据。

1 评价指标体系的构建

1.1 评价指标的划分

基于构建评价指标体系的基本思想与原则^[4-5],构建京津冀地区城市综合承载力的指标体系。将城市综合承载力指标划分为自然资源承载力、环境承载力、社会承载力、经济承载力 4 个子指标,每个子指标分别包含压力指标和承压指标。压力指标反映人类为谋求自身发展和获取更多的社会财富而对承载体施加的压力,即城市受到的需求压力;承压指标体现了在某一时期的某种状态下,城市对人类社会经济活动的支持能力,即城市的供应能力。将压力

指标和承压指标再细分出 24 个具体指标,形成具体层面上的承载力指数。据此,形成了一个基准层包含 4 个指标、指标层包含 24 个指标的京津冀地区城市综合承载力评价指标体系,如表 1 所示。

1.2 数据的采集与处理

数据主要来源于《河北省统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国环境质量报告书》等,并参考了中经网数据库、国家统计局官网、中文数据库等中的数据,以保证数据的可靠、准确。

由于所需的数据具有不同的量纲及不同单位,彼此之间缺乏可比性,需对评价指标数据进行无量纲化处理和归一化处理^[6-7]。

设 X 为综合承载力指数,对应于 j 个子承载力指标与 i 个评价指标的样本矩阵,有

$$X = x_{ij}。$$

在综合承载力评价的指标集中,首先选定基本指标,然后对指标数据进行无量纲化处理。具体计算公式如下

$$Y_{ij} = X_{ij} / X_{i0}。$$

式中, Y_{ij} 为第 i 项指标在 j 城市的标准化处理后的指标数值; X_{ij} 和 X_{i0} 分别为第 i 项指标在 j 城市和基准城市的统计值。经过对指标标准化处理后,便得到了标准化矩阵 $B = b_{ij}$ 。在此基础上,利用标准化的数据和指标体系对京津冀地区城市综合承载力进行评价具有意义。

1.3 熵值法确定指标权重

在实践中,确定指标权重的方法有许多种,如统计平均法、最大组中值法、AHP 构权法、模糊层次分析法等,而本文运用的是熵值法。

熵值法是一种客观赋权法,是根据各项指标观测值所提供的信息的大小来确定指标权重^[8]。在综合评价中,信息熵通过描述样本数据变化的速率和指标数值变化的相对幅度,来表示该指标变化的相对速度。实际计算用的指标由样本标准化处理后的值来表述。由熵值法确定指标体系的权重可以充分反映综合承载力水平所要求的压力水平和承压水平在协调性上的描述,由它得出的指标权重值比主观赋权法具有较高的可信度和精确度。

表 1 京津冀地区城市综合承载力评价指标体系

目标层	基础层	准则层	指标层
京津冀地区城市综合承载力	自然资源承载力	压力指标	城市液化石油气供气总量
			城市综合用水量
			城市用电量
		承压指标	市区建成区绿化覆盖率
			城市道路面积
			总供水量和供电量
	环境承载力	压力指标	城市液化石油气家庭用气总量
			城市液化石油气用气人口数
			城市人工煤气、天然气家庭用气总量
		承压指标	城市建成区绿化覆盖面积
			城市公园绿地面积
			城市林地面积
	经济承载力	压力指标	地区生产总值实际增速
			人均地区生产总值
			城市第一产业比重
		承压指标	社会消费品零售总额
			固定资产投资完成额
			城市第三产业比重
	社会承载力	压力指标	人口自然增长率
			普通小学数量
			城市单位人口拥有公共汽车数
		承压指标	城市普通高等学校专任教师数
			城市年末公共汽(电)车客运总量
			房地产开发企业投资完成额

熵值法计算评价指标权重步骤如下:

(1) 指标层权重的计算。首先,设准则层指标为 i ,指标层指标为 j ,则第 i 项指标下第 j 样本指标的比重为 P_{ij} 。

其次,计算第 j 项指标的熵值 e_j ,

$$e_j = \frac{-\sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}}{\ln m},$$

$$P_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^m b_{ij}}。$$

然后,计算指标的信息效用值 α_j , $\alpha_j = 1 - e_j$ 。 α_j 越大,该指标价值越大,其权重也就越大。那么第 j 项指标的权重,计算结果如下:

$$W_j = \frac{\alpha_j}{\sum_{j=1}^n \alpha_j}。$$

(2) 基础层和准则层指标权重的确定。对于多层结构的评价体系,根据熵的可加性,可以利用下层结构的指标信息效用值,按比例确定对应于上层结构的权重 W_i 数值。

前面已经计算了指标层各个指标的信息效用值 α_j ,对这层结构的各个指标的信息效用值求和,即可得到上层指标数的信息效用值,记作 β_i ($i = 1, 2, \dots$)。进而得到上层全部指标数信息效用值的总和: $\beta = \sum \beta_i$,则对应的指标数的权重为:

$$W_i = \frac{\beta_i}{\beta}。$$

1.4 城市承载力综合评价模型的构建

综合指数评价法是指运用多个指标对目标单位进行评价的方法,其基本思想是将多个指标转化为一个能够反映综合情况的指标来进行评价^[9]。本文运用综合指数评价法对城市综合承载力进行评价,评价过程不是逐个指标顺次完成的,而是通过同时赋予多个指标客观权重进行综合评价而完成的。在本文综合评价过程中,对熵值法确定的客观权重进行加权处理,评价结果不再是具有具体含义的统计指标,而是以指数或分值来表示的参评单位“综合状况”的排序。

对基础层中各子承载力指标的综合评价价值 Y_i 采用的评价模型为:

$$Y_i = \sum_j W_j B_{ij}。$$

式中, Y_i 是基础层中第 i 个子承载力指标的综合评价价值; n 是第 i 个子承载力指标所包含的评价指标个数, W_{ij} 是第 i 个子承载力指标的下层第 j 个指标的权重; B_{ij} 是第 i 个子承载力指标的下层第 j 个指标的评价价值。

对目标层综合评价价值 A 采用的评价模型为:

$$A = \sum_i W_i Y_i。$$

承压指数表示某个系统中承压指标得分与压力指标得分之比,若承压指数大于或等于 1,表明该系统承压能力大于压力或与压力平衡,反之则表明承压力不及压力,且承压指数越趋近于 0,表明承压力越小,承压指数数值越大,承压力越大。承压指标与压力指标得分由上述综合指数评价法计算得到。

2 实证分析

2.1 京津冀地区城市承载力评价结果

根据上述指标体系和计算模型,应用 2014 年的相关数据,得到 2014 年京津冀地区主要城市承载力的计算结果,如表 2 所示。由表 2 可以看出,2014 年京津冀地区 13 个城市的综合承载能力得分差异很大,北京市的综合承载力得分最高,为 147;排名第二但仍与第一保有差距的是天津市,其得分为 46.7;承德市得分最低,为 -29.60。依据数据标准化处理方法,以 0 为承载力的预警指标值,京津冀 13 个城市中有 10 个城市的综合承载力得分为负数,低于预警值。

表 2 2014 年京津冀地区城市承载力

城市	自然资源承载力	环境承载力	经济承载力	社会承载力	综合承载力
北京	33.56	48.75	12.81	52.14	147.00
天津	23.21	6.08	2.59	14.87	46.70
石家庄	0.76	-1.84	6.51	4.34	9.77
唐山	5.14	-4.09	-2.48	-5.94	-7.37
秦皇岛	-6.79	0.81	-3.24	-11.68	-20.90
邯郸	-2.49	-5.07	-5.81	-4.83	-18.20
邢台	-5.61	-5.78	-13.27	-2.25	-26.90
保定	-5.67	-5.56	-5.29	-0.84	-17.40
张家口	-7.16	-6.63	-2.94	-7.26	-24.00
承德	-9.55	-5.74	-2.25	-12.09	-29.60
沧州	-6.47	-7.27	0.91	1.81	-11.00
廊坊	-7.81	-6.39	8.85	-13.06	-18.40
衡水	-8.72	-7.28	3.61	-15.22	-27.60

从自然资源承载力来看,北京市得分为 33.56,位居第一,天津市位居第二,得分为 23.21,承德市排名最后,得分为 -9.55;从环境

承载力来看,仍是北京与天津市位居第一、第二,排名在后两位的是衡水市和沧州市;从经济承载力来看,北京市得分最高,为 12.81,廊坊

市次之,邢台市得分最低;从社会承载力来看,北京市得分最高,为 52.14,廊坊市和衡水市得分最低,分别为-13.06 和-15.22。

从表 2 可以看出,北京市和天津市各子系统承载力和综合承载力均高于预警值,而河北省内 11 个市除个别城市某个子系统承载力高于预警值之外,其他均低于预警值,综合承载力除石家庄市高于预警值之外其他各市普遍低于预警值。

根据表 2 中的数据计算得出 13 个城市各子系统承载力对综合承载力的贡献程度,见图 1。由图 1 可以看出,京津冀地区 13 个城市的社会承载力和自然资源承载力的贡献度比较高,环境承载力和经济承载力比较低,环境承载力和经济承载力是制约京津冀地区城市发展的主要因素。因此,提升京津冀地区城市综合承载能力应重点提升京津冀地区 13 个城市的环境承载力和经济承载力。

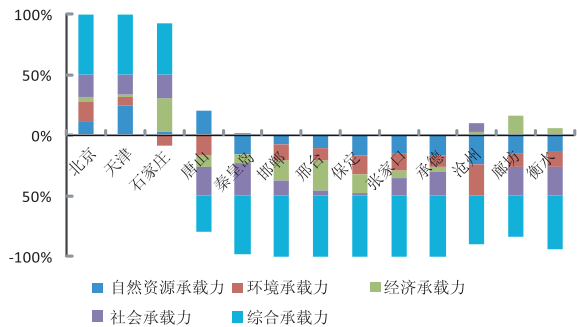


图 1 各子系统承载力对综合承载力的贡献度

2.2 京津冀地区城市承压能力评价结果

根据京津冀 13 市各子系统压力指标与承压指标的评价结果,计算得出京津冀各城市子系统的承压指数,结果如表 3 所示。

由表 3 可看出,京津冀各市之间各子系统的承压指数存在很大差异。从自然资源子系统来看,北京自然资源承压能力最大,承压指数为 19.01,天津仅居北京之后,承压指数为 14.24;在河北省内 11 个设区城市中,石家庄市的承压能力最好,承压指数为 1.17,其次是唐山市,承压指数为-0.52,承压能力最差的是衡水市,承压指数为-4.78。

表 3 京津冀地区各城市子系统的承压指数

城市	自然资源 承压指数	环境 承压指数	经济 承压指数	社会 承压指数
北京	19.01	23.12	4.51	35.64
天津	14.24	5.00	-0.31	9.99
石家庄	1.17	-0.43	0.71	3.25
秦皇岛	-2.40	-1.03	2.25	-4.22
唐山	-0.52	-1.19	-2.49	-3.07
邯郸	-1.27	-2.17	-0.77	-4.36
保定	-2.45	-2.60	-2.38	-3.57
承德	-4.26	-3.03	-1.19	-5.55
邢台	-3.15	-3.26	0.39	-5.47
廊坊	-4.69	-3.27	3.14	-5.36
张家口	-3.65	-3.39	-0.64	-5.32
沧州	-4.57	-3.82	-0.42	-5.64
衡水	-4.78	-3.93	-2.78	-6.30

从环境子系统来看,河北省内 11 个设区城市中,石家庄市的承压能力也是最好的,承压指数为-0.43,其次为秦皇岛市,承压指数为-1.03,承压能力最差的是衡水市,承压指数为-3.93。京津冀地区 13 个城市中,北京市、天津市承压能力排名分属第一、第二名,承压指数分别为 23.12 和 5。

从经济子系统来看,河北省内 11 个设区城市中,廊坊市的承压能力是最强的,承压指数为 3.14,其次为秦皇岛市,承压指数为 2.25,承压能力最差的同样还是衡水市,承压指数为-2.78。京津冀 13 个城市中,北京市承压能力最大,承压指数为 4.51,天津排名第 6,承压指数为-0.31。

从社会子系统来看,河北省内 11 个设区城市中,石家庄市的承压能力是最好的,承压指数为 3.25,其次为唐山市,承压指数为-3.07,承压能力最差的仍旧是衡水市,承压指数为-6.30。京津冀 13 个城市中,北京市、天津市分别排名第一、第二名,承压指数分别为 35.64 和 9.99。

总而言之,河北省 11 个设区城市中,各城市之间的承压能力也是高低不等,石家庄市、唐山市、秦皇岛市综合承压能力较高,而衡水市则综合承压能力过低,在 4 个子系统承压能力排名中全部为最后一名。从京津冀地区城市的角

度看,北京市、天津市各项承压能力都较高,这是两座城市领先于河北城市发展的重要原因。石家庄虽然承压能力在河北城市中排名靠前,但与北京比各项指数相差很大,特别是社会承压指数。除北京市、天津市之外,从 4 个子系统的承压能力来看,经济承压指数较高,且大部分城市为正值,但各市之间差异较大;其余 3 项承压指数除石家庄外都小于零,承压能力较低,其中社会承压能力最低。由于北京市、天津市的工厂迁移至河北省,一定程度上造成河北省的环境污染和资源浪费,由此导致各项承压指数不同程度的降低,这是京津冀一体化促进河北省经济发展的同时又成为制约河北省综合发展的一个原因。

3 结论与建议

(1)城市综合承载能力是一个复合系统,由相关的要素组合而成。京津冀地区 13 个城市各个要素之间是一种相互关联相互影响的关系,如果其中一个要素出现劣势,整个综合承载力水平的提高就会受到影响,因此,综合承载力中的每个要素必须协调发展才能促进城市综合承载力水平的提升。对于京津冀地区 13 个城市而言,考量其综合承载力大小,明确当前城市综合承载力的状态,找出城市综合承载力发展的短板因素,从而有针对性地城市发展提出合理建议,这对有效提升城市的综合承载能力、实现城市的可持续发展具有重要意义。

(2)测算结果表明京津冀地区 13 个城市中,北京市的综合承载力得分最高,天津市次之,在河北省 11 个城市中除石家庄市综合承载力高于预警值之外其他各市普遍低于预警值。

(3)从承压能力来看,河北省各市差异很大,自然资源承压能力石家庄市最高,衡水市最低;环境承压能力同样是石家庄市最高,衡水市最低;经济承压能力廊坊市最高,衡水市最低;社会承压能力石家庄市最高,衡水市最低。将北京市、天津市和河北省各市一起比较的结果

是,在 4 个子承载力系统中北京市均具有最高的承压能力,而衡水市最低。针对京津冀地区 13 个城市的现状来说,制定总体发展目标,缩小各市之间的承压能力差异,提高京津冀地区整体承压能力,应该成为京津冀一体化发展和城市可持续发展的重点工作之一。

参考文献:

- [1] 王瑶. 基于可持续发展的上海城市综合承载力评价研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2016.
- [2] 王奎峰, 李娜, 于学峰, 等. 山东半岛生态环境承载力评价指标体系构建及应用研究[J]. 中国地质, 2014, 41(3): 1018 - 1027.
- [3] 高洪岩, 孙立娟, 毕轶群. 河北省城市综合承载力分析与“城市病”防治[J]. 企业经济, 2012(12): 137 - 140.
- [4] 杨柳, 高太忠, 闫兰娜, 等. 河北省城市综合承载力分析与对策研究[J]. 河北工业科技, 2010, 27(4): 264 - 268.
- [5] 孙钰, 李新刚. 山东省土地综合承载力协调发展度分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(11): 123 - 129.
- [6] 高红丽, 涂建军, 杨乐. 城市综合承载力评价研究——以成渝经济区为例[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(10): 148 - 152.
- [7] 黄志基, 马妍, 贺灿飞. 中国城市群承载力研究[J]. 城市问题, 2012(9): 2 - 8.
- [8] 陈娟, 李景保, 卿雄志. 湖南“3+5”城市群城市综合承载力评价[J]. 国土与自然资源研究, 2010(4): 17 - 20.
- [9] 史宝娟, 郑祖婷. 河北省 11 市城市综合承载力比较分析[J]. 科技和产业, 2013(2): 49 - 52.

(责任编辑: 李秀荣)