

# 基于秩和比的京津冀综合承载力比较研究

王树强，张 贵  
(河北工业大学 经济管理学院, 天津 300401)

**摘要:** 运用秩和比方法对京津冀三地的土地资源、水资源、环境容量、能源、交通设施、市政设施和社会等综合承载力进行了总体分析与评估。研究发现,环京津“生态悬崖”和“公共服务洼地”的轮廓日渐明晰,这意味着与京津相比,河北省综合承载力脆弱,从自然生态角度分析,除土地承载力略具优势外,水资源、环境容量承载力羸弱不堪;从公共服务角度分析,除交通设施承载力略具优势外,能源、市政设施、医疗和教育等承载力明显不足。京津冀一体化的目标并非产业一体化,而是环保规制的同步化和公共服务均等化,具体来讲就是完善并统一京津冀资源价格形成机制、生态产品市场化机制和社会保障政策。

**关键词:** 综合承载力;秩和比;京津冀  
**中图分类号:** F290      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1003-2363(2014)04-0019-07

## 0 引言

近年来,随着人口膨胀和经济增长的速度迅速超过首都北京的社会、资源和环境承载力,交通拥堵、空气污染、住房紧张、水源枯竭、土地短缺、基础设施超载等大城市病在首都频发,其资源、资源和环境面临空前的压力,全国各界开始热议首都的社会、资源和环境对人口和经济增长的综合承载力上限。与此同时,津冀地区也同样面对各自的承载力难题。由于河北省紧环京津,三地天水相连,其资源和环境变化相互依赖、相互影响,这一情况得到很多佐证:(1)北京市全年PM2.5来源中区域传输贡献约占28%~36%,本地污染排放贡献占64%~72%<sup>[1]</sup>。(2)北京密云水库和天津的引滦入津工程更是离不开河北省的输水工程和水政管理,虽然目前可以凭借京津的政治特权保障输水安全,但是并非长远之计;(3)承德和张家口防护林对京津地区具有防风阻沙、涵养水源、净化空气的重要作用,但由于财政困难无力进行改造更新,防护林老化严重,威胁京津生态安全;(4)河北是京津外来人口的主要来源地,占北京市外来人口总量的18.9%,在全国各省份中占比最大。外来人口是建设首都的重要人力资源,但也增加了城市的公共服务压力,加剧了资源紧张和环境污染。加快产业和人口向津冀地区的有序迁移非常重要<sup>[2]</sup>。

面对上述问题,三地政府制定环保、公共管理政策

和社会管理政策时不能各自为战,而要协调一致,相互配合,否则事倍功半,徒劳无益,这就需要通过提高三地整体承载力为目标,确定资源、环境、社会各方面承载力最弱的地区和领域重点治理,这需要对京津冀地区的综合承载力进行量化分析和比较。

## 1 文献综述

评价承载力的方法较多。李新等采用层次分析法<sup>[3]</sup>、程兵芬等结合层次分析法和模糊综合评价法<sup>[4]</sup>进行了地区水资源的承载力评价;石刚采用功效系数法<sup>[5]</sup>综合评估对比了我国各省份的综合承载力并据此进行了功能分区。这些方法评价的综合性强,但综合评价所使用的权重和隶属度函数往往通过主观判断得到,其结果客观性较差。因为环境承载力的影响因素及其组合关系并不完全清楚,还不能用线性关系准确表达,因此,郭怀成等<sup>[6]</sup>、耿雅妮<sup>[7]</sup>、刘仁志等<sup>[8]</sup>、毛汉英等<sup>[9]</sup>采用向量模数法进行了地区承载力评价,向量模数法通过矢量模数将分项承载力汇合计算综合承载力,体现了指标之间的非线性关系,但该方法汇合计算所用的权重依然通过主观判断获得,客观性依然较差。

赵卫等<sup>[10]</sup>、崔凤军<sup>[11]</sup>、刘志硕等<sup>[12]</sup>、徐琳瑜等<sup>[13]</sup>利用系统动力学方法测算了多个城市的单项承载力,并进行了多情景下的承载力变动趋势分析和政策设计。该方法适应了区域综合承载力系统的非线性、多循环、多参数、高阶次的反馈结构,可有效揭示这一复杂过程的动态变化和影响因素,但该方法只能用于单要素(如水环境或交通污染等)承载力测算,无法进行资源、环境和社会的综合承载力评价,而且,其动态模拟结果常受到建模者对系统行为反馈过程的主观判断的影响,况且,参变量的选择也不好掌握,从而易导致不合理的结论。

赵卫等<sup>[14]</sup>、卢聪景等<sup>[15]</sup>、凌和良<sup>[16]</sup>认为,承载力是指在一定标准约束下环境所能承载的最大人口数量、所

收稿日期: 2013-08-13; 修回日期: 2014-06-23  
基金项目: 国家社会科学基金重点项目(14AJY006); 天津市2012年度哲学社会科学规划课题(TJYY12-102); 天津市科技发展战略研究计划项目(12ZLZLF06700, 13ZLZLF01000); 河北省社会科学基金项目(HB14YJ083)  
作者简介: 王树强(1971-),男,河北邢台人,副教授,硕士生导师,博士,主要从事宏观经济分析研究, (E-mail) wsqxaf@126.com。

能支撑的最大经济总量或所能吸纳的最大污染排放量,据此使用线性规划模型确定了承载力取值,并利用情景分析进行了政策模拟。该方法存在如下不足:如果使用单目标决策会导致决策目标过于单一;如果使用多目标决策,就会涉及各项单目标的权重确定,确定权重依然无法绕开主观判断方法,测算的客观性受到影响。

杜斌等<sup>[17]</sup>、刘子刚等<sup>[18]</sup>利用生态足迹理论测算了多个城市的生态承载力。将生态足迹同区域范围内所能提供的生物生产面积相比较,来判断一个区域的资源或环境容量。使用该原理计算承载力可将多项不可比的生态要素利用统一的单位计算,增强了结论的可比性和适用性。但该方法也存在如下缺陷:(1) 该方法要求人们对自身消费的绝大多数资源及其产生废物的数量是确知的,而实际上很难确定;(2) 该方法要求所用资源及其产生废物能够转化成对应的生物生产面积,这在实际中也很难精确测算;(3) 该方法仅仅从经济活动对资源和环境的消耗程度出发进行计算,忽略了社会、文化和科技发展的影响,显得不够全面。

张红等<sup>[19]</sup>以福利最大化为决策目标,通过消费函数求解一定环境容量条件下的最优投资规模和经济总量,该方法有一定理论贡献,但由于参数数量过多和环境容量测算复杂,所以,测算过程中的主观性较强,实证结果存在较大失真。

R. Z. Liu 等<sup>[20]</sup>利用矢量剩余率模型综合评估了宁波环境承载力。该方法在确定生态支持承载力时使用了 LAI(单位群落面积的绿叶覆盖面积)指标,测算时使用了国外标准来代替中国的标准,存在信息失真,同时,在确定生态支持力需求预期时所使用的数据缺乏客观依据。

Oh Kyushik 等<sup>[21]</sup>基于数量直接比较设计了城市承载力评价系统,并以地理信息系统为平台对韩国首尔地区的资源、环境和公共设施承载力进行了图像模拟,提高了分析结论的可视性。该方法没有评价各项承载力的综合水平,无法进行地区间综合比较。

以上计算方法各有缺陷,同时还面临着一个共同的问题,即其计算结果的准确和适用必须以基础统计数据的准确和及时为前提。这一条件在承载力计算中难以保证。比如:由于土地资源普查周期的限制,造成其统计数据不能及时更新;年鉴中土地数据和航拍数据具有较大出入;由于检测点数量和位置的选取不准会导致水文、水质以及空气质量数据部分失真;此外,由于各类污染物的统计和核算标准变动导致时间序列数据不具可比性等。

采用秩和比法(rank-sum ratio, RSR)进行综合评价具有以下优点:首先,秩和比法按照统计数据的地区排序结果计算评价指标,而不直接用统计数据,因而处于一定范围的统计数据偏差不会影响评价结论,非常适合承载力的评价和计算;其次,该方法计算的承载力综合得分不是以指标的绝对水平为基础,而是以相对水平为

基础,因此,可以将上述计算方法中的权重选择误差和方法简化误差在地区间抵消掉,从而提高了结果的可靠性;最后,除模型分析外,还附加了资源、环境和社会承载力的直接数量关系的分析和比较,来补充佐证模型分析结论,提高了统计分析再分析的水平。

2 综合承载力内涵、评价方法、数据来源

2.1 综合承载力内涵

地区综合承载力是指在特定的技术、经济、社会和法规环境下,地区功能完全发挥时其生态环境、资源禀赋、公共服务和基础设施等对经济、社会和民众活动的最大保障能力。

人口增长和经济发展需要消耗自然和社会系统的资源和能量,承载力是指自然和社会系统的支撑能力,即在保证自然和社会系统不受不可恢复的严重危害的条件下能够支撑的最大人口和经济总量<sup>[22]</sup>。

2.2 综合承载力指标体系构建

构建和评价综合指标体系是评估地区综合承载力水平的有效方法,但要注意的是,如果评价对象是地区而非一个国家,则指标体系可被适当简化。因为地区具有开放性,一些可移动的要素如矿产和部分能源等可输入解决,不会约束特定地区发展,可不计入指标体系。据此原则,将地区综合承载力分解为土地承载力、水资源承载力、环境承载力、能源承载力、地区交通设施承载力、城市市政设施承载力和社会承载力 7 个大类共 41 个具体指标进行综合评价(表 1)。

采取秩和比法计算和比较京津冀综合承载力。设综合评价体系中的指标数为  $m$ 、样本(地区)数为  $n$ ,按照指标值的优劣对样本排序( $R$ ),最优的秩值为 3,其次为 2 和 1,然后将样本的秩求和后除以指标数  $m$  和样本数  $n$  的积,得秩和比即样本的得分,得分高者承载力强。同时,可求各样本的平均得分,某一样本的得分高于平均分,则说明其承载力可接受。秩和比计算公式为:

$$R_s = \sum_{i=1}^m R_i / mn。$$

秩和比评价方法是以三地间指标的相对比较为基础,可以将其他计算方法中的权重选择误差和方法简化误差在地区间抵消掉,从而提高了结果的可靠性;秩和比法按照统计数据的地区排序结果计算评价指标,而不直接用统计数据,因而处于一定范围的统计数据偏差不会影响评价结论;秩和比法集参数统计与非参数统计于一身,高度融合了定性和定量分析的优势,提高了统计分析再分析的水平。这样据此方法得出的分析结论可以成为政府部门制定环保政策、公共管理政策的实证参考。

京津冀各年综合承载力评价结果如表 2 所示。由表 2 可知,2006—2012 年,河北省的综合承载力总得分均最低,而北京和天津的得分交替领先,综合测算,天津

表 1 综合承载力评价指标体系

Tab.1 Index system assessing comprehensive carrying capacity	
目标层	指标层
土地承载力	人均住房面积/m <sup>2</sup>
	每亿元 GDP 所需土地面积/(km <sup>2</sup> ·亿元 <sup>-1</sup> )
	未利用地占比/%
	单位粮食产量所需的耕地面积/(hm <sup>2</sup> ·t <sup>-1</sup> )
	人均耕地面积/m <sup>2</sup>
	人均土地面积/km <sup>2</sup>
承水载资力源	人均建成区面积/m <sup>2</sup>
	农田用水量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )
	人均用水量/m <sup>3</sup>
	每万元 GDP 用水量/m <sup>3</sup>
城市综合承载力	人均水资源量/m <sup>3</sup>
	环境承载力
	单位 GDP 污水排放量/(万 t·亿元 <sup>-1</sup> )
	单位工业产值工业烟、粉尘排放量/(kg·万元 <sup>-1</sup> )
	人均生活垃圾排放量/t
	城区空气二级良好以上天数比例/%
	生活垃圾无害化处理率/%
	建成区绿化覆盖率/%
	环境治理投资占 GDP 比重/%
	力承载源
	自发电量占用电量比例/%
力设地施区承交载通	单位 GDP 能耗/(t 标准煤·万元 <sup>-1</sup> )
	力设地施区承交载通
	年人均出行次数/次
	单位 GDP 年货运总量/(t·万元 <sup>-1</sup> )
城市市政设施承载力	人均铁路总里程/(km·万人 <sup>-1</sup> )
	人均公路总里程/(km·万人 <sup>-1</sup> )
	城市市政设施承载力
	每百户拥有的家用轿车数量/辆
	公共交通客运总量/万人次
	每万人拥有公共交通工具/标台
	城市公共交通从业人员数/万人
	人均拥有道路面积/m <sup>2</sup>
	人均拥有道路长度/(km·万人 <sup>-1</sup> )
	平均每辆私家车拥有的道路面积/m <sup>2</sup>
社会承载力	平均每辆私家车拥有的道路长度/km <sup>2</sup>
	人均出租车拥有量/(辆·万人 <sup>-1</sup> )
	人均城市排水管道长度/(km·万人 <sup>-1</sup> )
	人均城市污水日处理能力/万 m <sup>3</sup>
	0~14 岁人口比例/%
	各级学校平均师生比
	每 10 万人在校生数量/人
	人均教学经费投资/元
	平均每千人拥有医院床位/张
	平均每千人拥有的医师和护士数量/人

的领先年数高于北京,因此,天津综合承载力最强,北京市次之。这一结论与社会的共识不符,一般认为河北省

人口密度小、经济发展落后,资源、能源与环境容量储备相对丰富,是吸收首都过载的产业和人口的理想之地,但由表 2 可以看出,河北省综合承载力低于北京,如果吸收首都超载的人口和产业会导致更严重的生态危机。只有比较三地的分项承载力后才能明晰其根本原因。

表 2 2006—2012 年京津冀综合承载力得分

Tab.2 Score of comprehensive carrying capacity of Beijing-Tianjin-Hebei during 2006—2012							
地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
北京	0.725 0	0.666 7	0.675 0	0.700 0	0.666 7	0.650 0	0.666 7
天津	0.666 7	0.700 0	0.700 0	0.675 0	0.700 0	0.733 3	0.809 5
河北	0.608 3	0.633 3	0.625 0	0.625 0	0.633 3	0.616 7	0.523 8

2.3 数据来源

数据均来源于《中国统计年鉴(2007—2013)》、《2012—2013 年中国环境状况公报》、《2012 年天津市水资源公报》、《2012 年北京市水资源公报》、《北京市 2013 年国民经济和社会发展统计公报》、《2013 年天津市国民经济和社会发展统计公报》、《河北省 2013 年国民经济和社会发展统计公报》等。

3 研究结果分析

3.1 京津冀土地和水资源承载力比较

土地和水是人类生存发展必不可少的自然资源,京津冀区位呈嵌套结构,其土地和水资源承载力表现各异,相互制约,三地土地和水资源承载力的综合得分如表 3 所示。

3.1.1 土地承载力比较。京津冀土地承载力得分各年差异不大,2006—2012 年间,河北省土地承载力得分均高于京津,天津土地承载力得分除 2005 年外均高于北京(表 3)。2012 年河北省的人均土地面积 0.27 hm<sup>2</sup>,远大于京津的 0.1 hm<sup>2</sup>,河北省未利用土地占行政区总面积的比例为 21.05%,远大于京津的 12.64% 和 10.98%,这意味着河北省土地储备丰富,产业布局比京津有更大的回旋余地,但其单位土地面积生产的 GDP 仅为 13.01 万元/hm<sup>2</sup>,远低于京津的 99.03 万元/hm<sup>2</sup> 和 94.88 万元/hm<sup>2</sup>,可见,京津两地的土地集约度远高于河北省。

表 3 2006—2012 年京津冀土地、水资源承载力得分

Tab.3 Score of land and water resource carrying capacity of Beijing-Tianjin-Hebei during 2006—2012								
分项承载力	地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
土地承载力	北京	0.571 0	0.619 0	0.619 0	0.619 0	0.619 0	0.619 0	0.571 4
	天津	0.667 0	0.667 0	0.667 0	0.667 0	0.667 0	0.667 0	0.571 4
	河北	0.762 0	0.714 0	0.714 0	0.714 0	0.714 0	0.714 0	0.857 1
水资源承载力	北京	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.583 3	0.583 3	0.666 7
	天津	0.750 0	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.750 0	0.750 0	0.750 0
	河北	0.583 3	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.583 3

**3.1.2 京津冀水资源承载力比较分析。**京津冀水资源承载力各年得分呈现一定起伏。由表 3 可知,2007—2009 年京津冀三地的水资源承载力得分基本相同。2010—2012 年,天津的水资源承载力超过京冀。2012 年河北省的水资源承载力降至末位,降低了发展潜力。进一步分析发现,天津市水资源承载力较强,源于节水效果明显,2007—2012 年天津市年人均用水量为 186.5 m<sup>3</sup>,低于北京 196.1 m<sup>3</sup> 和河北省 280.2 m<sup>3</sup> 的水平,同时,京津两地的用水效率也远高于河北省。2007—2012 年京津年均每万元 GDP 的用水量为 27.8 m<sup>3</sup> 和 29.1 m<sup>3</sup>,河北省为 104.7 m<sup>3</sup>。由于河北省环绕京津,京津的水源取自河北省,因此,河北省的人均水资源拥有量最高,北京高于天津。2007—2012 年河北省的年均人均水资源量为 223.8 m<sup>3</sup>,高于北京的 155.4 m<sup>3</sup> 和天津的 136.1 m<sup>3</sup>,但考虑到用水量后,河北省的缺水形势较京津更为严峻,2007—2012 年河北省的人均缺水量为

56.4 m<sup>3</sup>,高于天津的 39.7 m<sup>3</sup> 和北京的 50.4 m<sup>3</sup>。另外,河北省缺水严重还部分缘于向京津的供水援助,如河北省常年通过引滦入津工程向天津市补水,再如近年河北省已通过岗南、黄壁庄、王快、安格庄 4 座水库先后 3 次向北京调水。实际上,京津冀三地都严重依赖近年将要完工的南水北调工程。但据预测,即使在强化节水条件下,河北省支撑经济社会发展目标的年总需水量年均均为 220 亿 m<sup>3</sup>,南水北调工程竣工输水,水资源缺口仍为 27 亿 m<sup>3</sup>,仍需超采地下水解决,京津地区处境相同。破除用水困局需要三地统一水资源的调配和补偿,并强化节水和产业转型。

3.2 京津冀能源和环境承载力比较

生态环境是生命存在的本源,能源的低效使用是环境恶化的主因。生态环境的综合评价和能源效率分析同时进行才能更彻底比较环境容量。京津冀环境和能源承载力得分见表 4。

表 4 2006—2012 年京津冀能源与环境承载力得分

Tab.4 Score of environment and energy carrying capacity of Beijing-Tianjin-Hebei during 2006—2012

分项承载力	地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
环境承载力	北京	0.809 5	0.666 7	0.666 7	0.714 3	0.666 7	0.666 7	0.619 0
	天津	0.666 7	0.714 3	0.714 3	0.666 7	0.666 7	0.714 3	0.904 8
	河北	0.523 8	0.619 0	0.619 0	0.619 0	0.666 7	0.619 0	0.476 2
能源承载力	北京	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7	0.666 7
	天津	0.666 7	0.833 3	0.666 7	0.833 3	0.833 3	0.833 3	0.833 3
	河北	0.666 7	0.500 0	0.666 7	0.500 0	0.500 0	0.500 0	0.500 0

**3.2.1 环境承载力比较。**京津冀环境承载力各年得分变动较大(表 4),2006—2012 年期间,河北省的环境承载力得分总体低于京津,北京环境承载力虽呈下降趋势且低于天津,但总体优于河北。天津环境承载力最为稳定,且近年最高。三地环境承载力的不同源于环境的分项承载力差异较大。

**3.2.1.1 水环境承载力的比较。**京津冀三地水环境总体较差。京津冀三地同属海河水系,2012 年海河流域的劣 V 类水质河长占流域总长度的 40%,在全国各流域中排位第一;Ⅰ~Ⅲ类水质占 35% 左右,在全国各流域中排位最后。另外,京津冀呈嵌套地理结构,天津市处于入海口末端,流经京冀的河流最后经天津入海。由于水污染的累积作用,天津市的河流水质较差,2012 年被评为河长 1 708.3 km,其中,Ⅱ~Ⅲ类水河长占被评价河长的 3.8%,Ⅳ类水河长占 5.2%,Ⅴ类水河长占 16.8%,劣Ⅴ类水河长占 74.2%。而同期海河区Ⅰ~Ⅲ类水河长比例为 34.6%,劣Ⅴ类水河长比例为 46.1%。

水质堪忧首先源于废水的过量排放,河北省重化工业特征明显,排污量高于京津,2012 年河北省每万元 GDP 废水排放总量为 11.5 t,高于北京的 7.85 t 和天津的 6.42 t。从废水来源比较,2010 年河北省和天津市的 GDP 工业废水排放量为 11.96 万 t/亿元和 4.46 万 t/亿

元,远高于北京市 2.97 万 t/亿元的水平;与此相反,河北省和天津市人均生活污水排放量为 20.62 t 和 37.35 t,远低于北京市 65.35 t 的水平。由此可见,津冀的工业废水减排压力高于生活污水减排压力,而北京则相反。这样,提高工业重复用水率和加快工业结构调整是津冀的当务之急,而北京更需要改善民众生活方式。

固体废弃物是污染水源的另一渠道,河北省固体废弃物排放量远高于京津,2012 年河北省每万元工业固体排放量为 1.71 t,京津的该项数据为 0.06 t 和 0.14 t;从废弃物处置效率比较,河北省的工业固体废弃物的综合利用率为 38%,京津分别为 79% 和 100%。河北省在《关于实施工业转型升级攻坚行动的意见》中制定了至 2015 年工业固体废弃物的综合利用率达到 72% 的目标,该目标低于天津现有水平,可见工业固体废物是威胁河北省环境和谐的重要隐患。

生活固体废物排放也是重要的污染源,2012 年京津冀的城市生活垃圾清运量分别为 648.3 万 t、185.8 万 t、577.4 万 t,其城市人口平均生活垃圾清运量分别为 0.36、0.16、0.19 t,生活水平较高的北京生活垃圾的产生和清运量较高,而津冀两地相当,生活垃圾的处置不当会直接危及环境和健康,2012 年京津冀的城市生活垃圾无害化处理率分别为 99.1%、99.8% 和 81.4%,收入

水平较高的京津垃圾处置较为彻底,而河北省的残余垃圾较多会危及环境质量。固体废物被过度留置在土壤中,会随着雨水流入河道,严重污染水源。

**3.2.1.2 大气环境承载力比较。**在我国京津冀、长三角和珠三角三大区域中,京津冀整体大气环境质量最差,2013年京津冀地区大气污染物PM 2.5 超标天数占全年的66.6%,PM 10 和O<sub>3</sub> 超标天数分别占25.2%和7.6%。京津冀区域所有城市的PM 2.5 和PM 10 均超标;6个城市的SO<sub>2</sub> 指标超标;10个城市的NO<sub>2</sub> 指标超标。在京津冀区域内,河北省大气环境质量最差,2013年全国空气质量相对较差的前10位城市分别是:邢台、石家庄、邯郸、唐山、保定、济南、衡水、西安、廊坊和郑州,河北省占6席。

大气环境恶化直接源于废气的过度排放,河北省的烟(粉)尘、SO<sub>2</sub> 和氮氧化物排放量总和为433.82万t,在全国排位第一,而京津排放较少,分别仅为33.82万t和64.28万t,在全国排倒数第三位和倒数第五位。按照平均产值的排放量比较,河北省平均每万元GDP的废气排放总量为16.3 kg,京津分别仅为1.89和4.98 kg,以基础产业和重工业为主体的河北省应承担京津冀大气环境恶化的主要责任。2013年底以来,河北省出台了“6643”大气污染防治工程,计划到2017年完成6 000万t钢铁、6 100万t水泥、4 000万t标煤、3 600万重量箱玻璃产能削减任务。该工程自2013年下半年加速落实和推进,钢铁产能的削减加速,导致2014年第一季度河北省GDP增长速度由去年同期的9.1%迅速下降为

4.3%。同时,京津冀三地的环境治理协作也在稳步展开,统一限行、统一限排、统一油品质量、统一环保标准将成为京津冀一体化规划设定的首要任务。

**3.2.2 京津冀能源承载力比较。**由于我国的煤炭和天然气已形成全国统一市场,而电力市场并未完全一体化,地区保护特征明显,电力也是特定地区发展的制约因素。由表4可知,天津市能源承载力各年份得分最高,且得分保持稳定。河北省得分最低,且近年来呈现下降趋势,北京市能源得分居居中位,且各年份起伏不大。相对于京津,河北省能源承载力较弱。

与京冀相比,天津的电力自保障水平较高,其2012年自发电比例达到81.62%,而河北省是77%,北京市最低,只有33.26%。为疏解首都的环保压力,北京市外迁和关停了大量的电厂,这虽然改善了环境但大幅降低了自发电比例,带来了高峰供电紧张,这需要建立长效的电力供销补偿机制保障外供电的长期稳定和高峰补电。从用能效率比较,京津冀每万元GDP的能耗分别为0.46,0.71,1.30 t标准煤。2006—2011年,京津冀每万元GDP的能耗年均降速分别为6.28%,5.22%,4.40%。河北省能耗高,节能效果差,产业结构亟待升级,在各类新能源技术尚不成熟的条件下,不断增加的环保压力会危及产业成长和经济增速。

**3.3 京津冀地区交通和市政设施承载力比较**  
地区间的交通设施和地区内的市政设施是支撑经济发展和民众生活质量的硬件基础,京津冀交通和市政设施的得分见表5。

表5 2006—2012年京津冀交通与市政设施承载力得分

Tab.5 Score of transportation infrastucture and municipal facilities carrying capacity of Beijing-Tianjin-Hebei during 2006—2012

分项承载力	地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
交通设施承载力	北京	0.750 0	0.750 0	0.750 0	0.667 0	0.667 0	0.667 0	0.583 3
	天津	0.583 0	0.583 0	0.583 0	0.583 0	0.583 0	0.583 0	0.583 3
	河北	0.667 0	0.667 0	0.667 0	0.750 0	0.750 0	0.750 0	0.833 3
市政设施承载力	北京	0.777 8	0.777 8	0.833 3	0.833 3	0.833 3	0.833 3	0.727 3
	天津	0.666 7	0.666 7	0.611 1	0.611 1	0.611 1	0.611 1	0.757 6
	河北	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.515 2

**3.3.1 交通设施承载力比较。**河北省紧环京津,交通设施彼此依赖又相互竞争。由表5可知,河北省交通设施承载力得分上升的同时,北京的承载力得分趋于下降,期间,天津市交通设施得分保持稳定。近年来,河北省地区间交通设施投资的增加提高了交通运输能力。  
京津冀交通设施依据竞合关系可被分为两类,一类是陆路交通,京与津自成体系,但必须路经河北。因此,京津以竞争为主,京冀或津冀以合作为主。另一类是海运和空运,三地自成体系,以竞争为主,同时互补性强。  
从陆路运力比较,2012年京津冀铁路里程分别为0.61,0.64,0.71 km/万人,2012年京津冀公路里程分别

为10.57,11.19,21.68 km/万人,其中,万人高速公路里程为0.45,0.81,0.66 km。天津市人均铁路里程和人均公路里程高于北京,且公路高等级化趋势明显。同时,河北省交通设施水平也较高,强化了京津陆路交通的辐射功能。  
从海空运能力比较,2013年京津冀机场完成客运量分别为6 988万人次,1 003.58万人次和575.3万人次,首都国际机场和天津机场极度压缩了河北省机场的发展空间,导致其航空运输基础薄弱。但经过多年投资,河北省机场规模增长较快,2012年,石家庄机场的设计运力达到1 800万人次。目前,利用率仅为30%,而首都

机场已达 90%，相对于首都机场，河北省机场过剩运力较大，承载力较强。海运比较，2013 年天津港口货物吞吐量 5.01 亿 t、河北省港口货物吞吐量 8.9 亿 t。河北省三大港口的货物吞吐量超过天津港，显示了较强的港口运输发展潜力。目前，河北省沿海经济发展战略已上升至国家战略，三大港口的扩建速度加快，特别是曹妃甸港区初具规模，发展空间巨大。

**3.3.2 京津冀市政设施承载力比较。**市政设施水平决定了民众的生活质量，由表 5 可知，2006—2011 年北京市的市政设施承载力得分最高，河北省城市市政设施承载力得分一直最低，天津市居中，2012 年开始天津超越了北京，反映出首都公共服务能力开始下降，功能亟待疏解。2012 年京津冀城市每万人拥有出租车数量分别为 37, 27, 14 辆，每万人拥有公共交通工具分别为 23.43, 17.34, 11.29 辆，北京的公共交通服务水平最高，河北省最低。京津冀人均拥有道路面积分别为 6.5, 8.2, 3.9 m<sup>2</sup>，每万人拥有道路长度 3.8, 4.6, 1.7 km，平均每辆私家车拥有的道路面积 33.311, 62.582, 45.562 m<sup>2</sup>，平均每万辆私家车拥有的道路长度为 19.465, 34.827, 19.901 km，可见，天津市的道路交通条件最好，河北省相对较好，北京市较为拥堵。京津冀每万人城市排水管道长度为 7.1, 15.4, 4.6 km，人均供热面积为 29.4, 26.0, 13.1 m<sup>2</sup>，天津市的生活设施最为完善，北京市的生活设施水平与首都地位不太相称，河北省也有较大提升空间。

**3.4 京津冀社会承载力比较分析**

教育和医疗承载了社会的发展潜力，北京市的社会承载力得分最高，天津市居中，河北省最低（表 6）。

表 6 2006—2012 年京津冀社会承载力得分

Tab. 6 Score of social carrying capacity of Beijing-Tianjin-Hebei during 2006—2012

地区	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
北京	0.777 8	0.777 8	0.833 3	0.833 3	0.833 3	0.833 3	0.833 3
天津	0.666 7	0.666 7	0.611 1	0.611 1	0.611 1	0.611 1	0.611 1
河北	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6	0.555 6

就教育承载力分析，2012 年京津冀人均财政教育经费投入分别为 3 033, 2 398, 939 元，北京最高，天津市居中，河北省落后很多。由此可见，地方政府教育经费投入的巨大差距是造成三地教育承载力差距的主要原因，这种非均衡的教育资源分布催生了很多的教育移民，激化三地的社会矛盾并加大京津两地的教育压力。

三地医疗条件差异也较大。2012 年京津冀人均财政卫生费分别为 1 237, 749, 443 元，人均城镇基本医疗保险基金收入分别为 2 836, 1 364, 688 元，城镇基本医疗保险的参保率分别为 80%, 69%, 48%。北京和河北省的新农合参保率均接近 100%，但北京的人均筹资额为 707 元，河北省仅为 295 元。京津冀医疗服务呈现明

显的梯度递减。医疗经费投入规模的差距导致了社会医疗条件的差距，如 2012 年京津冀每千人拥有的卫生技术人员数分别为 9.48, 5.45, 4.32 人。

**4 结论**

环首都贫困带还余音未消，环京津“生态悬崖”和“公共服务洼地”的轮廓却日渐明晰。与京津相比，河北省综合承载力脆弱，从自然生态角度分析，除土地承载力略具优势外，水资源、环境容量承载力羸弱不堪；从公共服务角度分析，除交通设施承载力略具优势外，能源、市政设施、医疗和教育等承载力明显不足。环京津公共服务洼地加剧了京津对河北省优质生产要素的虹吸效应，虽然巩固了经济发展潜力但加速了京津的大都市化和生态恶化，而且，环京津的“生态悬崖”进一步表明，在京津的经济极化过程中，随着优质要素的流失，河北省以传统产业为主体的经济特征更加明显，导致生态环境日趋恶化，出现了由京津至冀的综合承载力递减，造成三地的经济梯度与生态梯度重合，可以肯定的是，当未来扩散效应出现，人口和产业沿着经济梯度方向转移时，河北省会遍及“污染避难所”<sup>①</sup>，生态压力将会更大，最终由于三地间天然的生态联系引发全区域的生态灾难。由此可见，京津冀一体化的目标并非产业一体化，而是环保规制的同步化和公共服务均等化，具体来讲就是完善并统一京津冀的资源价格形成机制、生态产品市场化机制和社会保障政策。

**参考文献：**

[1] 北京市环境保护局. 北京市 PM2.5 来源解析正式发布 [EB/OL]. (2014 - 04 - 16) [2014 - 05 - 20]. <http://www.bjepb.gov.cn/bjepb/323474/331443/331937/333896/396191/index.html>.

[2] 于甦甦, 张晔. 北京市外来人口结构与分布问题分析 [J]. 环境科学与管理, 2007, 32(5): 50 - 55.

[3] 李新, 石建屏. 基于指标体系和层次分析法的洱海流域水环境承载力动态研究 [J]. 环境科学学报, 2011, 31(6): 1338 - 1343.

[4] 程兵芬, 罗先香, 王刚. 基于层次分析-模糊综合评价模型的东辽河流域水环境承载力评价 [J]. 水资源保护, 2012, 28(6): 33 - 36.

[5] 石刚. 我国主体功能区的划分与评价——基于承载力视角 [J]. 城市发展研究, 2010, 17(3): 44 - 55.

[6] 郭怀成, 唐剑武. 城市水环境与社会经济可持续发展对策研究 [J]. 环境科学学报, 1995, 15(3): 363 - 369.

[7] 耿雅妮. 基于向量模法的西安市水环境承载力研究 [J]. 中国农学通报, 2013, 29(11): 168 - 172.

[8] 刘仁志, 汪诚文. 环境承载力量化模型研究 [J]. 应用

<sup>①</sup> “污染避难所”假说认为，在发展中国家吸引外商直接投资时，如果自愿降低环境保护标准，将成为世界污染的集中地。

基础与工程科学学报,2009,17(1):49-61.

[9] 毛汉英,余丹林. 环渤海地区区域承载力研究[J]. 地理学报,2001,56(3):363-371.

[10] 赵卫,刘景双,孔凡娥. 辽河流域水环境承载力的仿真模拟[J]. 中国科学院研究生院学报,2008,25(6):739-747.

[11] 崔凤军. 城市水环境承载力及其实证研究[J]. 自然资源学报,1998,13(1):58-62.

[12] 刘志硕,申金升,张智文. 基于交通环境承载力的城市交通容量的确定方法及应用[J]. 中国公路学报,2004,17(1):70-78.

[13] 徐琳瑜,康鹏,刘仁志. 基于突变理论的工业园区环境承载力动态评价方法[J]. 中国环境科学,2013,33(6):1127-1136.

[14] 赵卫,刘景双,苏伟,等. 辽宁省辽河流域水环境承载力的多目标规划研究[J]. 中国环境科学,2008,28(1):73-77.

[15] 卢聪景,石晓枫. 线性规划法计算工业区大气承载力的探讨[J]. 环境科学与技术,2008,31(10):142-144.

[16] 凌和良. 区域水资源承载力模糊线性规划模型及应用[J]. 数学的实践与认识,2008,38(24):104-106.

[17] 杜斌,张坤民. 城市生态足迹计算方法的设计与案例[J]. 清华大学学报(自然科学版),2004,44(9):1171-1175.

[18] 刘子刚,郑瑜. 基于生态足迹法的区域水生态承载力研究——以浙江省湖州市为例[J]. 资源科学,2011,33(6):1083-1088.

[19] 张红,王亚东,岳晓燕. 区域环境经济承载力测算与分析——以山东省为例[J]. 地域研究与开发,2009,28(3):126-129.

[20] Liu R Z, Alistair G L Borthwick. Measurement and Assessment of Carrying Capacity of the Environment in Ningbo, China [J]. Journal of Environmental Management,2011,92:2047-2053.

[21] Kyushik Oh, Yeunwoo Jeong. Determining Development Density Using the Urban Carrying Capacity Assessment System [J]. Landscape and Urban Planning,2005,73:1-15.

[22] Godschalk D R, Parker F H. Carrying Capacity: A Key to Environmental Planning [J]. Journal of Soil and Water Conservation,1975,30:160-165.

# Study on Comparing the Comprehensive Carrying Capacity among Beijing-Tianjin-Hebei Region Based on the Rank-Sum Ratio

Wang Shuqiang , Zhang Gui

(School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

**Abstract:** Integrated assessment and comparison to comprehensive carrying capacity of land resources, water resources, environment resources, energy, transportation and public facilities, public service among Beijing-Tianjin-Hebei are taken with the rank-sum ratio. It is concluded that “Ecology Cliff” and “Public Service Depressions” encircling Beijing and Tianjin is more and more clear. This means much weakly comprehensive carrying capacity in Hebei if compared to that of Beijing and Tianjin. As far as the nature ecology is concerned, Hebei is characterized by the low carrying capacity of water and environment resources besides somewhat higher carrying capacity of land resource; As far as public service is concerned, Hebei is characterized by the low carrying capacity of energy, public facilities, medical treatment and education service besides somewhat higher carrying capacity of transportation facility. Beijing-Tianjin-Hebei integration intend not industry integration, but the synchronization on environmental protection regulations and equalization on public service, particularly resource price formation methods, ecology product exchange system and social security policy should be unified in Beijing-Tianjin-Hebei region.

**Key words:** comprehensive carrying capacity; rank-sum ratio; Beijing-Tianjin-Hebei region