

如何表征区域生态承载力与生态环境质量？ ——兼论以胡焕庸线生态承载力涵义重新划分东中西部

钟茂初

摘要：由“瓊瑋—騰冲线”（胡焕庸线）揭示的中国人口区域分布特性，可引申出中国生态承载力沿胡焕庸线垂直方向梯度递减的假说。本文基于这一假说，（1）建立了中国各地生态承载力关于该地与胡焕庸线垂直距离的函数方程；（2）提出以“瓊瑋—騰冲线”、“烟台—河池线”为基准，重新划分“西部”、“中部”、“东部”，以真正表征各区域生态承载力的显著差异，以使发展政策更具针对性地兼顾区域生态—经济关系；（3）以各地生态承载力及人口密度、GDP 密度为基础，构建了表征各区域生态环境质量的指标，该指标与现实中的空气环境质量监测结果相吻合；（4）指出中国当前生态环境最严重的区域是地处胡焕庸线附近且人口密度高、经济密度高的“中部”地区，该区域是当前生态环境治理的重点区域，“西部”、“中部”、“东部”应采取不同的生态—经济发展目标及政策。

关键词：胡焕庸线；生态承载力；东—中—西区域新划分；生态环境质量指标

中图分类号：F205 **文献标识码：**A **文章编号：**1671-0169(2016)01-0001-09

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2016.01.001

一、胡焕庸线与区域生态承载力

1935 年地理学家胡焕庸在《地理学报》第二卷第二期发表论文《论中国人口之分布》，揭示了中国人口分布及人口密度规律。该文提出：自黑龙江之瓊瑋，向西南作一直线，至云南之腾冲为止，分全国为东南与西北两部：则此东南之面积，计四百万平方公里，约占全国总面积之百分之三十六；西北部之面积，计七百万平方公里，约占全国总面积之百分之六十四。惟人口之分布，则东南部计四万万四千万，约占总人口之百分之九十六，西北部之人口，仅一千八百万，约占全国总人口之百分之四。瓊瑋—腾冲线，后来被称为“胡焕庸线”（Hu Line）^[1]。其后的发展依然证明了这一地理特征线的稳定性^[2]。1982 年，根据第三次人口普查资料，该线东南面积占全国面积的 42.9%，人口占全国人口的 94.4%^[3]；1990 年第四次人口普查数据表明，该线东南部地区人口占比均为 94.2%；中科院国情小组根据 2000 年资料统计分析，胡焕庸线东南侧以占全国 43.18% 的国土面积，集聚了全国 93.77% 的人口和 95.70% 的 GDP^[4]。

如何从理论上认识胡焕庸线这一实证现象的成因？一般认为，胡焕庸线的成因是地理结构特征、气候特征及其变化。胡焕庸线东南区域以平原、丘陵为主，传统上为农耕区。胡焕庸线西北区

基金项目：国家社科基金重大项目“城市生态文明建设机制、评价方法与政策工具研究”（13&ZD158）

作者简介：钟茂初，经济学博士，南开大学经济研究所教授、博士生导师，中国特色社会主义建设协同创新中心研究员（天津 300071）

域或为沙漠或为高原,传统上为牧业区;胡焕庸线与中国年降雨量 400 毫米的等值线重合,是中国半干旱区与半湿润区的分界线,因此胡焕庸线的形成也是气候导致降水差异造成的,降水差异导致农业生产能力、生态条件出现明显差异。沿着胡焕庸线形成了气候与生态环境过渡带,有其地貌背景,地貌对大气环流和行星风带可能存在明显的影响,从而引起气候特征的变化,使得主要受控于气候的生态环境发生空间变异和交替^[5]。

也有学者从生态环境承载角度来认识。有学者提出,胡焕庸线是中国生态环境过渡的一个重要地带^[6];还有学者认为,胡焕庸线是通过人口表现出来的自然规律,人口分布是人用脚给自然系统的投票。如何突破“胡焕庸线”的问题,如同突破东南—西北分异下不同地区的环境承载力、生存条件差异;还有学者认为,从全国角度观察,胡焕庸线地带生态环境脆弱,是东部的生态屏障,承担涵养水源、净化空气、控制风沙东移、减少水土流失、减轻洪涝的功能,这些功能对中国发展具重要战略意义^[4]。

综合相关文献,把胡焕庸线归结为生态承载力在中国空间地理上所呈现的差异,符合大多数学者的认知。亦即,胡焕庸线一定程度上具有作为表征区域生态承载力的指标价值。

二、由胡焕庸线引申的生态承载力梯度问题

如前所述,“胡焕庸线”具有引申为表征区域生态承载力指标的理论内涵。进一步引申思考分析:胡焕庸线所表征的经济地理现象,是反映以胡焕庸线为界,东南地区与西北地区的生态承载力出现突变(在东南区域内部、西北区域内部的生态承载力大体一致)?还是反映中国版图的生态承载力存在自东南方向朝西北方向(沿着胡焕庸线的垂直方向)的梯度递减性?

如果胡焕庸线仅是表征生态承载力的突变,那么,该线东南区域各省的生态承载力应不存在明显差别。实际状况是否如此?从近年来普遍关注的各地空气环境质量状况来看,凡是列于污染严重之列的城市,绝大部分处于离胡焕庸线垂直距离较近的区域,如邢台、唐山、邯郸、济南、衡水、郑州、保定、廊坊、石家庄、太原、成都、西安、北京、天津等;相反,空气质量相对较好的城市,如海口、舟山、福州、厦门、丽水、珠海、台州、惠州、深圳等^[7],大多数均处于离胡焕庸线垂直距离较远的区域。由此现象来推断,胡焕庸线不仅仅是生态承载力的突变线,更大程度上反映出中国全域的生态承载力存在自东南方向朝西北方向(沿着胡焕庸线的垂直方向)的梯度递减性。即,可以提出一个关于中国全域生态承载力的假说:沿胡焕庸线的垂直方向,中国生态承载力呈梯度递减特征。本文以下将对此假说展开多方位的讨论。

三、中国生态承载力方程:对胡焕庸线引申问题的模型表达

根据前文“中国全域的生态承载力存在自东南方向朝西北方向(沿着胡焕庸线的垂直方向)的梯度递减性”的假说,那么,中国各区域的生态承载力(即各区域单位土地面积可合理承载人口数,或单位土地面积可合理承载 GDP 规模)可以表征为该区域中心点与胡焕庸线垂直距离的函数。考虑到量纲以及函数形式的经济含义,可将“中国区域生态承载力梯度方程”(以下简称为“中国生态承载力方程”或“生态承载力方程”)构建为:

$$E_i = \frac{A}{(B - L_i)^2}$$

其中, E_i 为 i 区域的生态承载力, L_i 为 i 区域中心点与胡焕庸线的垂直距离, A 、 B 分别为可通过实际数据推算出来的相关参数。

据此，可将胡焕庸线东南区域、西北区域的人口承载量分别表示为 $\sum_i = \frac{AS_i}{(B-L_i)^2}$ 和 $\sum_j = \frac{AS_j}{(B-L_j)^2}$ 。式中， i 代表胡焕庸线东南各区域， j 代表胡焕庸线西北各区域， S_i 、 S_j 分别为 i 区域和 j 区域的土地面积。由于胡焕庸线东南区域与西北区域人口比例的稳定性（约为 94% : 6%），可得到：

$$\sum_i = \frac{AS_i}{(B-L_i)^2} / \sum_j = \frac{AS_j}{(B-L_j)^2} = 94/6$$

根据胡焕庸线东南各省区、西北各省区的土地面积数据、中心区域与胡焕庸线垂直距离数据（如表 1 所示），可求参数 B 值。

表 1 推算中国生态承载力方程参数的基础数据^①

地区	中心区域与胡焕庸线的垂直距离 (km)	土地面积 (万 km ²)	人口密度 (2014 年, 人/km ²)	GDP 密度 (2014 年, 万元/km ²)	地区	中心区域与胡焕庸线的垂直距离 (km)	土地面积 (万 km ²)	人口密度 (2014 年, 人/km ²)	GDP 密度 (2014 年, 万元/km ²)
北京	272	1.64	1312	13007	湖北	797	18.59	313	1472
天津	367	1.19	1275	13212	湖南	838	21.18	318	1277
河北	274	18.88	391	1558	广东	1143	17.98	596	3770
山西	183	15.67	233	814	广西	867	23.67	201	662
内蒙古	-86	118.30	21.17	150	海南	1105	3.54	255	989
辽宁	510	14.80	297	1934	重庆市	333	8.24	363	1731
吉林	441	18.74	147	737	四川东南部	101	25.00	318	1123
黑龙江	340	47.30	81	318	四川西北部	-173	23.60	8.56	19.2
上海	1136	0.69	3466	33658	贵州	532	17.60	199	526
江苏	935	10.26	776	6344	云南	313	39.00	121	329
浙江	1136	10.18	541	3944	西藏	-779	122.84	2.59	7.5
安徽	897	14.00	435	1489	陕西	172	20.58	183	860
福建	1318	12.40	307	1940	甘肃	-314	45.37	57	151
江西	998	16.69	272	941	青海	-474	6.64	88	347
山东	553	15.71	623	3783	宁夏	-280	72.23	9.17	38
河南	472	16.70	565	2092	新疆	-1554	166.00	13.84	55.8

求得参数 B 的具体数值为^②：

$$B=1400 \text{ km}$$

即，中国生态承载力方程为：
$$E_i = \frac{A}{(1400 - L_i)^2}$$

① 本表以及后文各表的基础数据均来自国家统计局及各省市自治区统计局官方网站。其他数据由本文作者根据基础数据计算得出。对于现行行政区划，除四川省内明显分处胡焕庸线东南区域和西北区域外，其他各省区跨线的情形虽然存在，但主体部分所处东南或西北明显。因此，在计算数据时，将内蒙古、宁夏、甘肃、新疆、青海、西藏、四川西北部划为 j 区域，其他省区划为 i 区域。对于各省区的省会城市作为区域中心，四川西北部以马尔康作为区域中心，以各城市的经纬度计算出该地与胡焕庸线的垂直距离，负值表示在胡焕庸线西北区域。本文以省区加总计算得出的参数 B 值，如果以更细化的市县加总计算，可望得出更为准确的 B 值。

② B 参数是有量纲的，量纲为“km”。在使用生态承载力方程时， G_i 的量纲必须与 B 参数采用同一量纲单位。 A 参数也是有量纲的，其量纲为人口数量单位或 GDP 数额单位。

四、以“中国生态承载力方程”对区域生态承载力的比较

以前文得出的中国生态承载力方程: $E_i = \frac{A}{(1400 - L_i)^2}$ 可比较各区域的生态承载力大小。本文以各省区省会或首都的生态承载力代表各省区的生态承载力, 以较接近中国全域“人口重心”及“经济重心”^① 的武汉为比较基准 (设定武汉的生态承载力数值为 100), 其他省区与其相比较的生态承载力比值如表 2 所示。

表 2 中国各省区的生态承载力比较

地区 (以省会或首府城市为代表)	中心区域 (省会或首府) 与胡焕庸线的垂直距离 (km)	生态承载力比值 (以武汉为 100)	地区 (以省会或首府城市为代表)	中心区域 (省会或首府) 与胡焕庸线的垂直距离 (km)	生态承载力比值 (以武汉为 100)
北京	272	28.54	湖北	797	100
天津	367	34.03	湖南	838	114.97
河北	274	28.64	广东	1143	549.78
山西	183	24.52	广西	867	127.82
内蒙古	-86	16.44	海南	1105	417.26
辽宁	510	45.84	重庆市	333	31.90
吉林	441	39.48	四川东南部	101	21.52
黑龙江	340	32.32	四川西北部	-173	14.68
上海	1136	521.01	贵州	532	48.20
江苏	935	167.94	云南	313	30.73
浙江	1136	521.01	西藏	-779	7.65
安徽	897	143.52	陕西	172	24.08
福建	1318	5400.37	甘肃	-314	12.36
江西	998	224.70	青海	-474	10.34
山东	553	50.62	宁夏	-280	12.87
河南	472	42.17	新疆	-1554	4.16

从表 2 可清晰地看到, 中国当前几个重要的经济区域, 其生态承载力有着显著的差异。京津冀区域的生态承载力比值在 30 左右, 东北地区在 40 左右, 中原城市群区域在 40 左右, 长三角区域在 150 以上, 珠三角区域在 500 左右。与现实中各经济区域的人口、GDP 等生态负载相比照, 各区域的人口密度、经济密度差异远比生态承载力差异小, 显然这是造成各区域生态环境质量呈现显著差别的原因, 亦即, 在过去发展过程中, 经济发展的生态负载未能兼顾考虑各地的生态承载力。

五、从生态承载力视角对中国东部、中部、西部的重新划分

从胡焕庸线本身就会发现, 现行东—中—西区域划分仅仅是从经济发展程度来作的粗略分类, 如果用于讨论生态环境问题则存在重大缺陷。从生态承载力角度来看, 很显然, 真正的西部应当就是胡焕庸线以西区域。进一步, 从前文分析来看, 中国全域实际上存在生态承载力大小差异明显的

^① 选择任意一个点作为比较基准, 相对结果都是相同的, 完全不会影响到研究结论。此处所指的“重心”是借鉴物理学的“重心”含义, 即以各省区的人口或经济规模为权重, 对各省区中心地经纬度的加总平均, 经计算中国当前的人口重心为 (北纬 32.30, 东经 113.36), 经济重心为 (北纬 32.55, 东经 114.63), 武汉为最接近这两个重心的省会城市。

三个区域：生态承载力数值小于 20 的区域，亦即，在胡焕庸线以西区域；生态承载力在 20~85 的区域，亦即，在胡焕庸线以东且靠近该线的区域；生态承载力大于 85 的区域，亦即，在胡焕庸线以东且远离该线的区域。在“瑗瑋—腾冲线”（胡焕庸线）作为一条生态承载力分界线的基础上，还可以大致在山东烟台与广西河池两点连线画出一条与胡焕庸线平行的生态承载力区域分界线——“烟台—河池线”（通过相关计算可得到：烟台，与胡焕庸线的垂直距离为 721 km，生态承载力数值为 78.16；河池，与胡焕庸线的垂直距离为 742 km，生态承载力数值为 83.87）。

以“瑗瑋—腾冲线”（胡焕庸线）、与胡焕庸线平行的“烟台—河池线”为基准，按生态承载力大小，将中国全域重新划分为东部、中部、西部三区域（如图 1 所示）。



图 1 瑗瑋—腾冲线、烟台—河池线及中国生态承载力区域划分示意图^①

东部区域：烟台—河池线以东的地区，包括：山东黄海沿岸（青岛、威海、日照）、江苏大部、上海、安徽大部、浙江、江西、福建、湖南大部、湖北东部（武汉、鄂州、黄冈、黄石、咸宁）、广东、广西大部、海南。

中部区域：胡焕庸线以东、烟台—河池线以西的地区，包括：黑龙江大部、内蒙古东南部（通辽、赤峰）、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、陕西、河南、重庆、贵州、云南大部、山东大部、江苏徐州、安徽北部（淮北、亳州、阜阳）、湖北大部、湖南西部（常德、张家界、怀化、湘西州）、广西西北部（河池、百色）。

西部区域：胡焕庸线以西的地区，包括：黑龙江大兴安岭地区、内蒙古大部、宁夏、甘肃、青海、新疆、西藏、四川西北部（阿坝州、甘孜州）、云南西北部（迪庆州、怒江州、德宏州）。

^① 该示意图为本文作者根据正式的中国地图为底图，画出的瑗瑋—腾冲线（胡焕庸线）、烟台—河池线以及两线所划分的东部、中部、西部。

六、生态环境质量表征指标与生态承载力、生态负载的关系

各区域的生态环境质量,一方面取决于自然系统所决定的生态承载力,另一方面取决于该区域经济社会活动的生态负载(主要表现为人口密度及经济密度)。如上节所述,在过去发展阶段,各地经济发展未能兼顾考虑当地的生态承载力与生态负荷的匹配,导致了各地区生态环境质量的显著差别。

根据中国环境监测总站近年来 74 个重点城市空气质量的监测排名,可知生态环境质量较好和较差的城市分别有哪些。经常性出现在环境质量较好名单的海口、舟山、福州、惠州、珠海、丽水、深圳、厦门、台州等地,大多处于生态承载力远高于其他地区的区域(垂直距离远离胡焕庸线);而拉萨、银川等地,虽然处于生态承载力较低(处于胡焕庸线西北部),但由于人口密度、经济密度低也呈现出较高的生态环境质量;而昆明、贵阳等地,虽然生态承载力中等(离胡焕庸线的垂直距离不远不近),但其所在区域的人口密度、经济密度远低于生态承载力相当区域,所以,它们也呈现出较高的生态环境质量。如表 3 所示,经常性出现在环境质量较差名单中的北京、天津、石家庄、太原、沈阳、郑州、西安、成都、廊坊、邢台、保定、唐山、邯郸、衡水,大多集中在生态承载力低(离胡焕庸线垂直距离近)且人口密度、经济密度相对较高的区域;较少出现在人口密度、经济密度较高的长三角区域、珠三角区域,因为其生态承载力要高得多(离胡焕庸线垂直距离较远)。

表 3 近年空气环境质量较差、较好的城市所在区域

	空气环境质量较差的城市排位	空气环境质量较好的城市排位
2013 年第一季度	唐山、石家庄、西安、成都、邢台、保定、 西宁、邯郸、廊坊、太原	海口、舟山、拉萨、福州、惠州、珠海、 丽水、深圳、厦门、张家口
2013 年第三季度	邢台、石家庄、唐山、邯郸、济南、衡水、 保定、天津、郑州、廊坊	海口、舟山、珠海、福州、拉萨、惠州、 台州、银川、丽水、贵阳
2014 年第一季度	邢台、石家庄、保定、唐山、邯郸、衡水、 济南、西安、廊坊、成都	海口、拉萨、舟山、深圳、珠海、福州、 惠州、厦门、昆明、丽水
2014 年第三季度	济南、唐山、保定、邢台、邯郸、衡水、 石家庄、北京、廊坊、天津	海口、舟山、拉萨、珠海、江门、贵阳、 台州、丽水、深圳、惠州
2015 年第一季度	保定、邢台、石家庄、郑州、衡水、邯郸、 沈阳、唐山、济南、哈尔滨	海口、拉萨、惠州、舟山、厦门、昆明、 深圳、福州、珠海、中山
2015 年第三季度	邢台、唐山、邯郸、济南、衡水、郑州、 保定、廊坊、石家庄、成都	海口、舟山、福州、厦门、丽水、珠海、 拉萨、台州、惠州、深圳

尽管,空气环境质量指标不能完全表征当地的生态环境质量状况,但可以看作是生态环境质量的重要具象化表征。如同贾康等所作的分析:胡焕庸线东南约 42.9% 国土上居住约 94.2% 人口所带来的能源—环境高压强,加上近几十年来经济起飞阶段粗放型高速增长形成的能源—环境高压强,再加上资源禀赋能源结构“以煤为主”形成的能源—环境高压强,与我国以雾霾为代表的环境危机因素的出现密切相关^[8]。所以,本文以具有监测数据的城市空气环境质量状况作为比较各区域生态环境质量好坏的依据。

基于前文的分析和认识,我们可以构建一个表征生态环境质量的指标 Q_i :

$$Q_i = \frac{E_i^2}{P_i G_i}$$

式中， E_i 为 i 地区的生态承载力比值， P_i 为该地区的人口密度， G_i 为该地区的 GDP 密度。按照这一指标公式计算得出东部、中部、西部三个区域的生态环境指标值（如表 4 所示）。对

表 4 东部、中部、西部各省区的生态环境质量指标比较

地区	生态承载力比值 (以武汉为 100)	人口密度 (2014 年, 人/km ²)	GDP 密度 (2014 年, 万元/km ²)	生态环境 质量表征指标
东部区域				
山东黄海沿岸	87.76	658	5 620	0.002 083
上海	521.01	3 466	33 658	0.002 327
湖北东部	100	538	3 438	0.005 406
江苏大部	167.94	777	6 344	0.005 722
湖南大部	114.97	365	1 805	0.020 063
安徽大部	143.52	376	1 520	0.036 041
广西大部	127.82	235	848	0.081 985
浙江 ✓	521.01	541	3 944	0.127 221
广东 ✓	549.78	596	3 770	0.134 521
江西	224.70	272	941	0.197 264
海南 ✓	417.26	255	989	0.690 362
福建 ✓	5 400.37	307	1 940	48.967 390
中部区域				
北京 ×	28.54	1 312	1 3007	4.77E-05
天津 ×	34.03	1 275	13 212	6.87E-05
山东大部 ×	50.62	617	3 476	0.001 195
四川东南部 ×	21.52	318	1 123	0.001 297
河北 ×	28.64	391	1 558	0.001 346
河南 ×	42.17	565	2 092	0.001 505
江苏徐州	73.43	764	4 393	0.001 607
重庆	31.90	363	1 731	0.001 619
山西 ×	24.52	233	814	0.003 170
辽宁 ×	45.84	297	1 934	0.003 658
陕西 ×	24.08	183	860	0.003 684
安徽北部	72.23	769	1 312	0.005 171
吉林	39.48	147	737	0.014 387
云南大部	30.73	132	364	0.019 654
贵州	48.20	199	526	0.022 195
黑龙江大部	32.32	97	381	0.028 265
湖北西部	66.82	157	898	0.031 669
湖南西部	66.50	225	230	0.085 454
广西西北部	65.43	119	218	0.165 025
西部区域				
青海	10.34	88.00	347	0.003 501
甘肃	12.36	57.00	151	0.017 749
新疆	4.16	13.84	56	0.022 329
云南西北部	16.30	43.00	90	0.068 654
内蒙古大部	16.44	16.74	136	0.118 716
宁夏 ✓	12.87	9.17	38	0.475 340
黑龙江大兴安岭地区	12.40	6.00	21	1.220 317
四川西北部	14.68	8.56	19	1.325 027
西藏 ✓	7.65	2.59	7.5	3.012 741

注：以生态环境质量指标为序，✓表示生态环境质量持续较好城市所在区域，×表示生态环境质量持续较差城市所在区域。

照表 3、表 4 可以清晰地看出生态环境质量指标与现实中空气质量监测的结果较为吻合,即:处于生态环境质量指标高区域的城市,现实中空气质量较好的概率高;反之,处于生态环境质量指标低区域的城市,现实中空气质量较差的概率高。由此也印证了我们所构建的生态环境质量指标具有与现实相吻合的特质,表明指标构建的合理性。

七、基于生态承载力方程和生态环境质量表征指标对中国区域发展的政策主张

根据前文几方面的分析,本文作者对中国区域发展提出以下政策主张:

1. 在当前经济发展阶段,相对于突破“胡焕庸线”问题,更为迫切的任务是:在充分认识“胡焕庸线”所包含的生态承载力内涵的基础上,以“尊重自然、顺应自然、保护自然”的理念,适应各区域生态承载力的显著差异,制定出有针对性的生态环境治理和保护目标政策,以此为约束性前提来确定各区域的发展目标和政策。本文作者不认同简单地以城镇化方式突破胡焕庸线的提法^[9],而赞同要充分认识胡焕庸线生态学本质的主张^[10]。

2. 以往主要按照发展水平差异所作的东部—中部—西部区域划分,在新的发展阶段,应按照生态承载力差异对东部—中部—西部重新进行区域划分,这样制定出来的区域发展政策才能更好地兼顾经济发展与生态承载力的匹配关系。生态—经济发展目标及政策不宜采取全国“一刀切”的标准,而应当根据新划分的东部—中部—西部采取差别化的目标及政策。

3. 相比较而言,当前生态环境问题最为严重的地方是新划分的“中部”区域,尤其是离胡焕庸线垂直距离较近的地区和城市,根本原因在于这些地区的生态承载力低而人口密度和经济密度又高。这些地区是当前全国生态环境治理的重点区域,应当通过调整经济发展速度、经济发展规模、产业结构等来调整人口密度和经济密度。如,近年来推动的京津冀协同发展是促进该区域生态—经济协调发展的重要途径,但是相关举措如果仅仅在京津冀内部进行的话,该区域生态环境质量改善的效果会受到制约,因为该区域整体上的生态承载力较低而人口密度、经济密度已经较高。

八、关于生态承载力方程和生态环境质量表征指标的研究展望

本文通过引申胡焕庸线的生态承载力内涵,构建了中国区域生态承载力梯度方程 $E_i = \frac{A}{(1400 - L_i)^2}$,并构建了生态环境质量表征指标 $Q_i = \frac{E_i^2}{P_i G_i}$ 。对这两个问题,作以下几点进一步的讨论。

1. 本文之所以没有推算出方程中的参数 A ,原因在于全国及各地合理的人口规模、经济规模没有一个普遍认可的标准。但是,在客观计算各区域生态承载能力难以实现的情况下,以此方程来表征,虽然无法计算出各地具体的人口承载量、经济承载量,但对各地的生态承载力作比较分析还是适用的,从比较视角也能够得出若干有现实意义的研究结论。预期这一方程对生态承载力相关研究有一定的参考价值。

2. 本文只是基于胡焕庸线所反映全国全域的生态承载力梯度递减规律,而没有更深入地讨论各局部区域生态条件的差异(各地周边的森林、湖泊、海洋等条件)。如果考虑到各地具体生态条件的差异,那么,各地的生态承载力方程中的“ A 参数”就会不完全相同。亦即,在区域间作比较分析时,不仅要比较各自与胡焕庸线的垂直距离,而且还要比较分析有差别的“ A_i 参数”。

3. 各区域的生态环境质量,一方面取决于自然系统所决定的生态承载力,另一方面取决于该区域经济社会活动的生态负载(人口密度及经济密度)。在讨论各区域生态环境影响时,不仅要考

考虑区域的人口密度、经济密度，也应考虑周边区域生态负载（人口密度、经济密度）对其的辐射影响，周边区域对本区域的生态环境影响与区域间的距离平方成反比。比如，某个地区生态承载力较高，自身人口密度、经济密度可能并不高，但较近距离的周边聚集了多个人口密度、经济密度较高地区的话，该区域的生态环境质量也多半会较差。

4. 尽管以人口密度和经济密度能够较好地表征各地的生态负载，进而较好地表征各地的生态环境质量，但如果考虑到人口消费活动的生态友好程度、经济活动的绿色化程度，则会对各地的生态负载起到调节作用，亦即，提高人口生态友好程度、经济绿色化程度是各地可能提升生态环境质量的根本手段。所以，在进一步的研究中，应当将这些细化因素纳入到生态环境质量表征指标之中，如污染物排放强度、能源消耗强度等因素。

5. 新划分的中部区域之所以是生态环境质量较差区域，在于其生态承载力较低，而人口密度和经济密度却高。更深入地观察，会发现这个区域的大部分地区是中国古代先秦时期的发达地区。也就意味着，当代生态环境质量的劣化是与该地区开发历史的长短有关。所以，各地的“开发历史”似应作为该区域生态负载的影响因素之一。

上述问题，将在进一步的研究中展开深化、细化的讨论。

参考文献

- [1] 于淑娟. “胡焕庸线”80年：中国人口东南多西北少的格局何以形成[EB/OL]. http://www.cssn.cn/zx/201511/t20151107_2563120.shtml, 2015-11-07.
- [2] 戚伟, 刘盛和, 赵美凤. “胡焕庸线”的稳定性及其两侧人口集疏模式差异[J]. 地理学报, 2015, (4).
- [3] 胡焕庸. 中国人口地域分布[J]. 科学, 1987, (2).
- [4] 张林. 不可逾越的“胡焕庸线”[N]. 科学时报, 2010-01-20.
- [5] 陈韶旭. 胡焕庸线能否突破?[N]. 文汇报, 2015-01-16.
- [6] 王铮, 张丕远, 刘啸雷, 等. 中国生态环境过渡的一个重要地带[J]. 生态学报, 1995, (3).
- [7] 中国环境监测总站. 74个城市空气质量状况报告(2013、2014、2015各年第一季度、第三季度)[EB/OL]. <http://www.cnemc.cn>, 2015-11-07.
- [8] 贾康, 苏京春. 胡焕庸线：从我国基本国情看“半壁压强型”环境压力与针对性能源、环境战略策略——供给管理的重大课题[J]. 财政研究, 2015, (4).
- [9] 李培林. 新型城镇化是突破“胡焕庸线”的一个有利契机[J]. 农村工作通讯, 2015, (2).
- [10] 高建国. 黑河—腾冲线的生态学本质之思考[EB/OL]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-260340-937819.html>, 2015-11-07.

(责任编辑 朱 蓓)