

# 中国人口对生态环境压力的空间分析

孙 峰 华

**【提要】** 本文首次从中国的30个省级行政区、三大自然区、三大经济地带和六大经济区四个方面进行了人口对生态环境压力的空间分析。又通过对中国生态环境质量分布重心和人口对生态环境压力分布重心的计量,多方位揭示了中国人口对生态环境压力的空间差异。对确定中国区域人口发展目标,协调人、地关系,保护生态平衡,发展区域经济,确定可持续发展战略,具有一定理论和现实意义。

**【作者】** 孙峰华 山东省菏泽教育学院人口研究中心,副教授。

## 一 行政区人口对生态环境压力的空间分析

中国科学院生态环境研究中心的傅伯杰曾选取了影响生态环境质量的26个指标,通过对其综合评价和复杂计算,得出了中国各省、区生态环境质量优劣等级,分值越大,环境质量越差的结论(见表1)。

表1 中国各省、区生态环境质量综合评价值

省 区 得 分	省 区 得 分	省 区 得 分	省 区 得 分	省 区 得 分	省 区 得 分
北 京 11.76	辽 宁 17.62	浙 江 1.44	河 南 11.12	海 南 14.10	陕 西 25.36
天 津 6.39	吉 林 17.76	安 徽 6.92	湖 北 13.84	四 川 10.28	甘 肃 22.66
河 北 13.94	黑 龙 江 14.16	福 建 6.55	湖 南 13.96	贵 州 20.95	青 海 21.46
山 西 28.28	上 海 3.62	江 西 13.62	广 东 3.05	云 南 11.48	宁 夏 26.66
内 蒙 古 23.36	江 苏 4.87	山 东 7.14	广 西 11.51	西 藏 11.20	新 疆 9.31

资料来源:引自傅伯杰,中国各省、区生态环境质量评价与排序中国人口,资源与环境,1992,2,52

本文借助这一研究成果,设各省、区生态环境质量得分为 $U_i$ ,全国生态环境质量得分可设为 $R_i = \sum_{i=1}^{n=30} U_i/n$ ,  $n$ 为省、区数量。通过此式计算,可得出全国生态环境质量得分为13.28。

我们规定以全国生态环境质量得分为标准,各省、区生态环境质量越优,得分越高。规定后的各省、区生态环境质量得分 $V_i$ 通过在数轴上变换,应为 $V_i = 13.28 + (13.28 - U_i)$ (计算略)。

为了便于计算区域人口对生态环境的压力,在这里特引入“环境度”(environment degree概念,下称ed),度量区域生态环境质量优劣的程度。其值越大,表明生态环境质量越好。为了便于后面的应用,我们特规定生态环境质量最劣的山西省得分-1.72分(由 $V_i = 13.28 + (13.28 - U_i)$ 计算得出)为led,那么全国和其他各省、区生态环境质量 $M_i = (V_i + 2.72)ed$ 。通过计算可得出全国生态环境质量为16ed,其他各省、区生态环境质量见表2。

表2 中国各省、区生态环境质量

省 区	ed	省 区	ed	省 区	ed	省 区	ed	省 区	ed	省 区	ed
北 京	17.52	辽 宁	11.66	浙 江	27.84	河 南	18.16	海 南	15.18	陕 西	3.92
天 津	22.89	吉 林	17.52	安 徽	22.36	湖 北	15.44	四 川	19.00	甘 肃	6.62
河 北	15.34	黑 龙 江	15.12	福 建	22.73	湖 南	15.32	贵 州	8.33	青 海	7.79
山 西	1.00	上 海	25.66	江 西	15.66	广 东	26.23	云 南	17.80	宁 夏	2.71
内 蒙 古	5.92	江 苏	24.41	山 东	22.14	广 西	17.77	西 藏	18.08	新 疆	19.97

关于中国理想的生态环境人口容量,孙本文教授早在1956年就根据耕地、粮食和就业状况,提出最适应的人口数量是8亿<sup>①</sup>。田雪原、陈玉光从劳动者就业的基本物质要素出发,推算出中国理想环境人口容量为6.5~7亿<sup>②</sup>。宋健、孙以萍从中国资源要素出发,推算出理想环境人口容量是6.8亿<sup>③</sup>。胡宝生等利用多目标决策分析,估算出中国理想生态环境人口容量为7~10亿<sup>④</sup>。孙峰华根据中国的资源与环境,参照世界一些国家多种因素所承载的人口数量,计量出中国理想生态环境人口容量为10亿<sup>⑤</sup>。尽管这些研究结果不可能很精确,但对合理确定中国及其区域人口发展目标,无疑都提供了重要依据。为了研究方便,我们取其5个结果的均值8亿人口作为中国理想的生态环境人口容量,那么中国理想人口密度则为84人/km<sup>2</sup>。

虽然影响生态环境人口容量的因素较多,但土地是人们赖以生存的最基本的物质基础。中国土地利用,东部地区几乎达到了极限,西部地区的宜农荒地也所剩无几。因此,我们采用区域人均耕地面积来确定理想人口数量,会更精确、更切合实际一些<sup>⑥</sup>。

中国的理想生态环境人口容量为8亿,耕地面积为1亿公顷,理想人均耕地面积约为0.13公顷。设中国各省、区面积为 $S_m$ (km<sup>2</sup>),耕地面积为 $S_n$ (ha公顷),则区域理想人口密度 $D_n = S_n / 0.13 S_m$ 。根据1991年各省、区统计年鉴中的1990年耕地面积资料,可计算出中国各省、区的理想人口密度。

各区域生态环境质量为 $M_i$ ,设区域实际人口密度为 $D_m$ ,理想人口密度为 $D_n$ ,人口对生态环境的压力为 $F$ ,则 $F = (D_m - D_n) / M_i$ ,其单位为:人/km<sup>2</sup>·ed,为了便于分析区域人口对生态环境的压力,在这里我们把 $F$ 的单位人/km<sup>2</sup>·ed称为“人口对生态环境的压力度”(pressure degree of population to the eco—environment)(简称pdpe),即1pdpe=1人/km<sup>2</sup>·ed,其值越大,人口对生态环境的压力越大。根据1990年第四次人口普查资料全国及各省、区人口密度 $D_m$ 和计算的全国及各省、区的 $D_n$ 和 $M_i$ ,可得出全国人口对生态环境的压力 $F = 2.17 \text{pdpe}$ ,各省、区人口对生态环境的压力 $F$ 见表3。

① 孙本文:《八亿人口是我国最适宜的人口数量》文汇报,1957.5.11。

② 田雪原,陈玉光:《从经济角度探讨适度人口》人口与经济,1981,3期。

③ 宋健,孙以萍:《从食品资源看我国现代化后所能养活的最高人口数》中国人口科学论文,北京,中国学术出版社,1981。

④ 胡宝生等:《关于我国总人口目标的确定》西安交通大学报,1981,5。

⑤ 孙峰华:《中国环境人口容量研究方法的述评和构想》河南大学学报(自然科学版),1991,4。

⑥ 计算时各区域耕地质量被看作是同质的,但实际上有较大的差异性,故所确定的各区域的理想人口数量有一定的误差。

表3 各省、区人口对生态环境的压力F (pdpe)

省 区	F	省 区	F	省 区	F	省 区	F	省 区	F	省 区	F
北 京	25.01	辽 宁	6.56	浙 江	9.53	河 南	8.30	海 南	5.42	陕 西	3.27
天 津	19.37	吉 林	-2.91	安 徽	5.47	湖 北	8.56	四 川	5.24	甘 肃	-1.98
河 北	2.10	黑 龙 江	-5.50	福 建	7.20	湖 南	9.92	贵 州	11.47	青 海	-0.02
山 西	-19.76	上 海	46.31	江 西	6.69	广 东	9.09	云 南	2.07	宁 夏	-2.38
内 蒙 古	-2.46	江 苏	11.60	山 东	7.25	广 西	5.15	西 藏	0.01	新 疆	-0.28

注 负值表示省区实际人口低于理想人口,对生态环境没构成压力。

## 二 三大自然区人口对生态环境压力的空间分析

根据全国综合自然条件的重大差异,中国可划分为东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区<sup>①</sup>。这三大自然区是中国自然条件分布不均衡规律的综合表现。研究人口对生态环境的压力,无论是从人口、社会、经济发展看,还是从协调人、地关系、保护生态平衡角度而言,都应该分析研究三大自然区人口对生态环境的压力。

根据第四次人口普查资料和各省、区1991年统计年鉴中1990年的资料,通过在一比二百万地图上量算并归整,可得出三大自然区的陆地面积及其1990年人口总数、人口密度和耕地面积(见表4)。

表4 三大自然区面积、人口、人口密度和耕地面积

三大自然区	面积(km <sup>2</sup> )	人口(人)	人口密度(人/km <sup>2</sup> )	耕地面积(公顷)
东部季风区	4 569 600	1 074 731 011	235	84 509 235.93
西北干旱区	2 860 800	51 015 713	18	7 927 621.24
青藏高寒区	2 169 600	7 935 778	4	1 729 985.60

根据表4数据,利用 $D_n = S_n / 0.13 S_m$ 式可求出东部季风区、西北干旱区、青藏高寒区理想人口密度分别为158人/km<sup>2</sup>、24人/km<sup>2</sup>、7人/km<sup>2</sup>。根据表2各省、区的生态环境质量,通过在一比二百万地图上量算,采用均值法,可计量出东部季风区、西北干旱区、青藏高寒区的生态环境质量分别为16.47ed、10.84ed和13.62ed;再根据 $F(D_m - D_n) / M_i$ ,即可计算出东部季风区、西北干旱区、青藏高寒区人口对生态环境的压力分别为4.74pdpe、-0.52pdpe和0.23pdpe。

## 三 三大经济地带人口对生态环境压力的空间分析

由于自然和社会经济条件的影响,中国资源开发利用程度和经济发展水平存在着东部、中部和西部三大经济地带的梯度差异,这在“八五”规划中就已提出<sup>②</sup>。为了实现国土开发和布局的“东靠西移,点轴发展,逐步推进”的总体战略,必须协调好三大经济地带的

① “三大自然区”的划分详见全国农业区划委员会,中国自然区划概要,第1版,北京科学出版社,1984,67~76。

② 三个经济地带的划分,人民日报,1986.3.29。

人一地关系,因此,研究三大经济地带人口对生态环境的压力有着重要的意义。

根据各大经济地带所含的省、区和第四次人口普查资料及1991年各省、区统计年鉴资料,可得出三大经济地带的面积、人口、人口密度和耕地面积(见表5)。

表5 三大经济地带面积、人口、人口密度和耕地面积

三大经济地带	面积(km <sup>2</sup> )	人口(人)	人口密度(人/km <sup>2</sup> )	耕地面积(公顷)
东部经济地带	1 072 680	425 819 059	397	30 216 553.25
中部经济地带	3 461 320	487 101 718	141	50 353 522.25
西部经济地带	5 030 000	220 761 724	44	19 429 924.50

全国各省、区生态环境质量为 $M_i$ ,  $k$ 为各大经济地带所含的省、区数,各大经济地带的生态环境质量可看作 $\sum_{i=1}^k M_i/k$ 。根据表2数据计算,可得出东、中、西三大经济地带的生态环境质量分别为21.05ed、12.57ed和13.94ed。

根据表5数据,可求出东、中、西三大经济地带的理想人口密度分别为226人/km<sup>2</sup>、117人/km<sup>2</sup>和31人/km<sup>2</sup>;东、中、西三大经济地带人口对生态环境的压力分别是8.15pdpe、1.94pdpe和0.93pdpe。

#### 四 六大经济区人口对生态环境压力的空间分析

1961年,中国政府根据经济区划的原则,将中国分成六大经济区①,一直延用至今。为了使各大经济区的人口与自然、社会、经济协调发展,认识人口对生态环境的压力具有十分重要的意义。

根据第四次人口普查资料和各省、区1991年统计年鉴1990年的资料,通过整理可得表6

表6 六大经济区面积、人口、人口密度和耕地面积

经济区	面积(km <sup>2</sup> )	人口(人)	人口密度(人/km <sup>2</sup> )	耕地面积(公顷)
东北经济区	799 000	99 333 291	125	16 085 550.77
华北经济区	1 518 000	130 903 060	87	15 910 124.72
华东经济区	805 500	330 176 490	411	21 416 106.89
中南经济区	1 013 000	311 770 982	308	19 274 823.35
西南经济区	2 322 000	178 777 859	77	11 235 908.06
西北经济区	3 060 000	79 521 719	26	16 077 486.21

表7 六大经济区的 $D_n$ 、 $M_i$ 和 $F$

经济区	$D_n$ (人/km <sup>2</sup> )	$M_i$ (ed)	$F$ (pdpe)
东北经济区	171	14.77	-3.13
华北经济区	89	12.53	-0.21
华东经济区	226	22.97	8.04
中南经济区	162	18.02	8.13
西南经济区	42	15.80	2.28
西北经济区	32	8.20	-0.70

根据上面三大经济地带人口对生态环境压力的分析计算方法,可求出六大经济区的理想人口密度 $D_n$ 和生态环境质量 $M_i$ 。根据区域人口对生态环境的压力公式,可求出六大经济区的人口对生态环境的压力 $F$ (见表7)。

① 宋家泰主编《中国经济地理》第1版,北京,中央广播电视大学出版社,1985. 274.

## 五 中国生态环境质量与人口对其压力的分布重心

众所周知,所谓重心是物体各部分所受重力的合力的作用点。一个国家或地区由于区域自然条件的差异和人口分布的不均衡,因而使其内部区域生态环境质量和人口对生态环境的压力均具有差异,故该国或地区的生态环境质量和人口对其生态环境的压力在其空间平面上,均具有一个重心。如果两个重心相重合或接近重合,表明该国或地区人口对生态环境的压力是均衡的或基本均衡;反之,为失衡。确定中国生态环境质量(ed)分布重心的方法与步骤如下:

(一)用各省、区的首府所在地作为各省、区生态环境质量(ed)的代表地点,并为其编上序号,然后在地图上量算出各个代表地点的经纬度(略)。

(二)选取20°N纬线为横坐标,87°E经线为纵坐标,建立直角坐标系。根据公式:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i X_i}{\sum_{i=1}^n M_i}, \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i Y_i}{\sum_{i=1}^n M_i}, \text{可测算出中国生态环境质量分布的重心。}$$

其中, $\bar{X}$ 和 $\bar{Y}$ 分别是生态环境质量分布重心的横坐标和纵坐标; $X_i$ 和 $Y_i$ 分别是省、区首府的横坐标和纵坐标; $n$ 表示省、区首府数( $n=30$ ), $i$ 为省、区首府的序号( $i=1,2,\dots,30$ ); $M_i$ 为省、区首府代表的省、区的生态环境质量(ed)。

(三)按照序号*i*的顺序,换算各省、区生态环境质量代表地点的横纵坐标。

(四)按照序号*i*的顺序,根据表2数据,确定各省、区的生态环境质量 $M_i$ 。

(五)代入公式 $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i X_i}{\sum_{i=1}^n M_i}, \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i Y_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$ ,计算(略)得: $\bar{X} = 26^{\circ}08'$ ,

$\bar{Y} = 12^{\circ}38'$ 。

(六)将生态环境质量分布重心的横纵坐标换算成经纬度:

纬度为 $\bar{Y} + 20^{\circ} = 12^{\circ}38' + 20^{\circ} = 32^{\circ}38'$

经度为 $\bar{X} + 87^{\circ} = 26^{\circ}08' + 87^{\circ} = 113^{\circ}08'$

由此可知,中国生态环境质量分布重心位于 $32^{\circ}38'N$ 、 $113^{\circ}08'E$ 。用同样的方法可计量出中国人口对生态环境的压力分布重心位于 $35^{\circ}12'N$ 、 $113^{\circ}48'E$ 。

## 六 结 论

通过上述分析,可得出以下几点结论。

(一)中国人口对生态环境压力的行政区域分布极为不平衡。其特点是:

1. 山西、内蒙古、吉林、黑龙江、甘肃、青海、宁夏、新疆等五省三区,属负压区( $\frac{f_i}{F} < 0$ )。这些省、区从理论上讲,人口数量还没有达到理想的生态环境人口容量。

2. 河北、安徽、广西、海南、四川、云南、西藏、陕西等6省2区,属低压区( $0 < \frac{f_i}{F} < 3$ )。这些省、区人口偏多,超过了其生态环境人口容量,对生态环境产生了一定的压力。

3. 辽宁、江苏、浙江、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、贵州11省,属高压区( $3 < \frac{f_i}{F} < 6$ )。这11省人口大大超过了其生态环境人口容量,对生态环境产生了很大的压力。

4. 北京、天津、上海三大直辖市, 属超高压区 ( $\frac{f_i}{F} > 8$ )。这3市人口密度特大, 人口数量极大地超过了其生态环境人口容量, 对生态环境产生了巨大的压力。

(二) 三大自然区人口对生态环境压力的空间分布也极不平衡。西北干旱区人口数量还未达到理想的生态环境人口容量, 属负压区或无压区。青藏高寒区人口对其生态环境的压力极低, 基本上协调。而东部季风区人口对其生态环境的压力较大, 人口数量已大大超过了其生态环境人口容量, 属高压区。

(三) 从三大经济地带看, 发达的东部经济地带, 人口数量大大超过了生态环境人口容量, 对生态环境产生了巨大的压力, 属高压区。中部经济地带, 人口数量偏多, 超过了生态环境人口容量, 对生态环境产生了一定的压力, 属低压区。西部经济地带, 人口对生态环境压力很小, 人口与生态环境基本相协调相适应, 可认为是极低的低压区或近平衡区。三大经济地带人口对其生态环境压力的空间分布自东向西依次递减, 成梯度分布, 这正是三大经济地带经济发展不平衡规律的客观反映。

(四) 六大经济区人口对生态环境的压力分别是:

1. 东北经济区, 人口数量比理想的生态环境人口容量低的多, 属负压区。
2. 华北和西北两经济区, 尽管人口数量也低于理想的生态环境人口容量, 但就大经济区而言, 基本上接近平衡, 属无压区或近平衡区。
3. 西南经济区, 人口偏多, 已超过其生态环境人口容量, 对生态环境构成了一定的压力, 属低压区。
4. 华东和中南两经济区, 人口数量大大超过了生态环境人口容量, 对生态环境产生了巨大的压力, 属高压区。

(五) 通过上面的计算可知, 中国生态环境质量分布重心位于 $32^{\circ}28'N$ ,  $113^{\circ}08'E$ , 人口对生态环境的压力分布重心位于 $35^{\circ}12'N$ ,  $113^{\circ}48'E$ , 两个重心的地理位置相距300多公里, 偏离较远, 不重合, 充分表明中国生态环境质量和生态环境人口容量都具有极大的区域差异性, 人口对生态环境的压力也具有极大的区域差异性。

在人口对生态环境产生巨大压力的区域, 其内部也有人口与生态环境相适应的地方; 在人口对生态环境没有构成压力的区域, 其内部也有人口对生态环境产生巨大压力的地方。因此, 中国人口对生态环境压力的空间差异性 is 绝对的, 平衡性是相对的, 这正是中国自然、社会、经济等发展不平衡规律的客观反应。

#### 参 考 文 献

- 1 曲格平. 中国人口与环境问题的挑战及对策. 中国人口·资源与环境, 1991. 1
- 2 滕业龙, 郑玉林. 论人口、资源、环境与熵. 人口与经济, 1992. 6
- 3 孙峰华. 中国环境人口容量研究方法的述评和构想. 河南大学学报, 1991. 4
- 4 朱宝树. 我国人口的高负荷与环境承载力问题. 西北人口, 1990. 1
- 5 秦品端. 试论人口对环境的压力. 人口与经济, 1990. 1
- 6 张车伟. 人口发展与环境容量. 中国人口科学, 1989. 6
- 7 孙峰华. 未来区域适度人口的定量研究. 人口动态, 1989. 3

(本文责任编辑 徐 莉)