

城市快速发展背景下人口增长对生态安全的影响 ——基于北京市人口增长与生态环境之关系的视角 分析

张劲嘉¹, 马卿珊^{2*}

1. 《煤气与热力》杂志社有限公司, 中国 天津 300074;
2. 北京交通大学马克思主义学院, 中国 北京 100044

摘要: 本研究应用人口数量与生态环境指标相关性理论、线性拟合理论等分析框架, 基于2004~2014年北京市常住人口数量、雾霾日数、生活用水量、水资源人均占有量、污水排放量以及生活垃圾产生量的动态监测调查数据, 以当代城市快速发展为背景, 从分析城市人口增长与生态环境之关系的视角, 阐述人口问题对生态安全的影响。结果显示: 从大气环境状态来说, 人口增长与雾霾日数呈较强的正相关性, 城市环保政策措施对雾霾日数影响很大; 从水生态环境的状态来说, 人口增长与生活用水量、污水排放量呈较强的线性正相关性, 与人均水资源占有量呈较强的负相关性; 从土地生态环境状态来说, 人口增长与垃圾排放量呈正相关性。与城市人口数量关系密切程度的生态环境指标依次为污水排放量、生活用水量、生活垃圾产生量、人均水资源占有量、雾霾日数。上述结论表明, 在城市人口快速增长的同时, 资源与环境承受很大的压力, 生态安全受到深刻地影响。藉此, 从政策、经济以及环境控污的响应方面提出了相应的对策建议。

关键词: 人口快速增长的压力; 生态安全; 大气环境; 水生态环境; 土地生态环境

The Impact of Population Growth on Ecological Security in the Context of Rapid Urban Development: an Analysis from the Perspective of the Relationship Between Population Growth and the Ecological Environment in Beijing

Shaojia Zhang ¹, Qingshan Ma ^{2*}

1. Gas & Heat Periodical Office Co., Ltd., Tianjin 300074, China;
2. School of Marxism, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract: Applying analytical frameworks such as the correlation theory between population size and ecological environment indicators, as well as linear fitting theory, this study investigates the impact of population issues on

*作者简介: 张劲嘉, 《煤气与热力》杂志社有限公司编辑, 南开大学硕士研究生, 研究方向为城市更新、科学创新管理;
通信作者: 马卿珊, 北京交通大学硕士研究生, 研究方向为科学技术哲学。

ecological security from the perspective of the relationship between urban population growth and the ecological environment against the backdrop of contemporary rapid urban development. Based on dynamic monitoring data of Beijing's permanent resident population, number of hazy days, domestic water consumption, per capita water resources availability, sewage discharge volume, and domestic waste generation from 2004 to 2014, the results indicate that: (1) In terms of atmospheric environmental conditions, population growth exhibits a strong positive correlation with the number of hazy days, and urban environmental protection policies have a significant impact on haze frequency; (2) Regarding aquatic ecological environments, population growth shows a strong linear positive correlation with domestic water consumption and sewage discharge volume, while demonstrating a strong negative correlation with per capita water resources availability; (3) Concerning land ecological environments, population growth is positively correlated with garbage emission volumes. The degree of closeness between ecological environment indicators and urban population size follows this order: sewage discharge volume, domestic water consumption, domestic waste generation, per capita water resources availability, and number of hazy days. These findings suggest that alongside the rapid growth of the urban population, resources and the environment face immense pressure, profoundly affecting ecological security. Accordingly, corresponding countermeasures and suggestions are proposed regarding policy responses, economic measures, and environmental pollution control.

Keywords: pressure from rapid population growth; ecological security; atmospheric environment; aquatic ecological environment; land ecological environment

1 引言

目前,在我国城市快速发展的背景下,人口向大城市,尤其是特大城市迁移和聚集的趋势愈加明显,日益增长的人口对城市生态环境产生了深刻地影响,造成了人口与生态环境之间矛盾凸显的现象,使得城市生态环境问题越来越严峻,无论是大气污染,还是水污染以及废弃物污染等问题成为城市不可回避的客观事实。各类生态环境问题发生叠加风险效应的可能性增大,易引发生态安全问题,威胁到了人的生命系统、自然环境系统与社会系统的可持续发展。作为我国政治文化中心的特大城市,北京对全国人口有着很强的吸引力,这使得近些年来城市人口规模呈快速增长的态势,截止2014年末,北京市常住人口数量达到了2151.6万[1]。如此庞大的人口需要资源环境做支撑,如果超过资源环境的承载力,即突

破资源环境生态红线,那么引发各类生态环境问题的可能性就会增大,进而对城市生态安全形成严峻地威胁。本研究基于2004~2014年北京市人口数量和雾霾日数、生活用水量、水资源人均占有量、污水排放量以及生活垃圾产生量的统计数据,分析了城市快速发展背景下,人口数量与各种生态环境指标的相关性,并立足于人口调控的视角,从政策、经济以及环境控污的响应方面提出了维护城市生态安全的对策建议。

2 文献综述

生态安全是近年来提出的一个比较新的概念,1987年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》中首次提出“生态安全”的概念[2],国外生态安全的研究最早源于安全定义的拓展[3],发展于生态风险的分析,将环境变化引入到安全之中[4-6],进而将生态风险问题纳入到国家安全的

视野[7]。国内第一次提出生态安全是在2000年12月国务院发布的《全国生态环境保护纲要》文件中，维护国家生态环境的安全这一目标由此出现[8]。随着生态安全问题日益影响我们的生活，关于生态安全的研究也逐渐增多。自联合国OECD和UNEP提出了P-S-R概念模型后[9]，大部分关于生态安全评价的研究便围绕着压力（Pressure）、状态（State）和响应（Response）三类不同但又相互联系的指标来展开，反映人与生态系统之间的相互关系，强调人类活动是造成环境压力的重要因素[10,11]。

近期生态安全评价方面的研究主要是在P-S-R模型的基础上，通过宏观大数据的统计，在压力、状态、响应三方面分析人类活动对生态环境产生的影响，结合人口问题，挖掘影响生态安全的主要因素，得出提升生态安全的方法对策。研究表明，人口增长与环境污染、气候变化、水安全等生态问题有着密切地关联[12,13]，人为强烈的干扰活动如经济活动会导致环境安全问题的严重（空气污染、水污染以及土地退化等）[14]，这是由于生态安全的压力主要源于城市化以及过快增长的人口[15,16]，经济发展与人口因素是生态安全问题出现的一个主要原因[17]。经过不断的发展、补充、完善PSR模型后，形成的DPSIR[18]、DPSER[19]模型也逐渐被研究人员广泛接受。

最近几年，除了P-S-R模型之外，还有几种不同的研究方法也受到了研究人员的重视。有学者采用EKC趋势分析方法，发现经济发展模式与人口聚集等问题对生态安全有着重要的影响[20]。在EKC分析方法之上深化和发展出的产业—生态复合系统的共生关系模型揭示了人类文明与生态安全在产业—生态共生空间中的相互关系及其演化规律。同时，也有学者采用突变级数法，发现快速城市化所导致的巨大人口压力对生态安全起到决定性的影响[21]。

总体来看，近年来国内学者大都采用PSR、DPSIR、DPSER等模型进行区域的生态安全评价，取得的成果极大地丰富深化了我国生态安全方面的研究，但其中也存在着许多明显的不足。如从研究内容上看，以往研究在城市生态安全的压力指标方

面很少涉及大气环境、水生态环境以及土地生态环境等方面的微观分析，尤其是较少涉及因人口增长所致的大气污染、水污染以及废弃物污染等方面状况及其对生态安全的影响，因而无法有效测量人口所致的城市生态风险状况。另外，从研究视角上来看，以往研究文献侧重于大中城市的生态安全问题，在大中城市内采集数据并分析，结合模型得出结论，而对特大型城市生态安全问题的深入研究较少。随着中国城市化的快速发展，面对人口向特大城市迁移和聚集所致的生态安全问题日益严重之背景，对特大城市生态安全问题的研究越来越重要。因此，本研究将视角置于特大型城市的生态安全问题上，有利于填补国内这一研究领域的不足。进一步说，本文在我国城市快速发展的背景下抓住“人口因素”这个最普遍的方面，基于北京近十年来的动态监测调查数据，以生态安全理论为基础，对人口因素所致的生态安全问题进行分析，借助于大气环境、水生态环境以及土地生态环境等方面的压力指标，通过曲线拟合以及相关理论分析方法，对城市生态安全的影响因素做深入探讨。以管窥豹，针对其他城市所遇到的类似生态安全方面的问题，给予普遍性意义启示。

3 数据来源、模型理论与变量设置

3.1 数据来源

本研究使用的人口数据来源于北京市统计局编著的《北京统计年鉴》之调查统计数据。研究对象包括北京市的常住人口数量、雾霾日数、生活用水量、水资源人均占有量、污水排放量和生活垃圾产生量。北京市常住人口数据以2004~2014年期间，每年居住在北京市时间大于6个月的人口为统计对象。雾霾日数以《新京报》发表文章的统计数据为例。污水排放量数据来源于北京市水务局发布的《北京市水资源公报》，调查对象为2009~2012年北京市污水排放总量。北京生活用水量数据来源于北京市水务局发布的统计资料。生活垃圾产生量数据来源于北京市市容管理委员会发布的《2014年北京市垃圾管理工作会资料汇编》，研究对象为2004~2013年北京市产生的垃圾总量。

3.2 模型理论

本模型用相关性理论来分析城市增长的人口与生态环境之间的相关性，即人口数量与雾霾日数、生活用水量、水资源人均占有量、污水排放量、生活垃圾产生量之间的相关性强弱关系。模型设置两个变量 X_1 、 X_2 ，指标 X_1 表示的城市常住人口数量，变量 X_2 表示城市生态环境状态指标，即雾霾日数、生活用水量、水资源人均占有量、污水排放量和生活垃圾产生量。他们之间的的相关系数 Y 的数学定义如下：

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)(x_{2i} - \bar{x}_2)}{(N-1)S_1S_2}$$

上式中 S_1 、 S_2 代表是第一个变量的标准偏差和第二个变量的标准偏差。根据这一数学定义可知： Y 的取值范围是-1到+1。当 $Y=1$ 时，表示两个变量是理想的正线性相关关系；当 $Y=0$ 时表示两个变量为非线性相关关系；当 $Y=-1$ 时，表示两个变量是理想的负线性相关关系。在进行城市人口与生态环境的相关性分析时，根据经验，一般认为 $Y>0.5$ 时，两个变量之间具有较强的正线性相关性，当 $Y<-0.5$ 时，两个变量之间具有较强的负线性相关性，将结果进行原因分析，得出城市人口与生态环境之间的关系，即得出城市人口数量与大气环境、水生态环境、土地生态环境之间的关联。

本模型在结合相关性理论的基础上，为更好地反映城市人口数量与生态环境之间的线性规律，将相关性系数较高（认为 $Y>0.9$ 或者 $Y<-0.9$ ）的指标，通过线性回归，即最小二乘法线性拟合的方法，得到城市人口与相关指标的函数关系，该函数关系可作为今后的指标预测方法。最小二乘法能将统计数据中一大推看上去杂乱无章的数据中找到一定的规律，拟合成响应的曲线，来反映数据

点的总体趋势，以消除局部的波动。设置变量 Y 与 X ，其中变量 Y 表示的是生态环境的相关指标数据， X 表示的城市人口数量。设 Y 与 X 成线性相关关系，表达式为 $Y=a_0+a_1X$ 。现在已知 m 个实验点 X_i ， X_i （ $i=1,2,\dots,m$ ），求取两个未知数 a_0 和 a_1 。由最小二乘法原理，参数 a_0 和 a_1 应满足使得 $s(a_0,a_1)=\sum_{i=1}^m (Y_i-a_0-a_1X_i)^2$ 取得最小值，通过正规方程组，可以求得 a_0 和 a_1 表达式如下：

$$a_1 = (\sum_{i=1}^m x_i y_i - m\bar{x}\bar{y}) / (\sum_{i=1}^m x_i^2 - m\bar{x}^2)$$

$$a_0 = \bar{y} - a_1\bar{x}$$

通过求得 a_0 和 a_1 的值，从而得到生态环境数据和城市人口的函数，为相关指标的预测提供依据。

3.3 变量设置

本研究通过城市人口数量增长与生态环境之间的相关性，分析城市人口压力对生态安全的影响。藉此，选取了北京市的人口数量与雾霾日数、人口数量与生活用水量、人口数量与水资源人均占有量、人口数量与污水排放量以及人口数量与生活垃圾产生量的相关性为被解释变量。由于2008年北京奥运会的举办，在2004年至2007年，北京市制定了一系列节能减排保障措施来改善大气环境质量，以迎接北京奥运会的到来，为消除这些特殊政策的影响，剔除2004年与2007年数据后，做了第一组相关性修正。同时，为配合北京奥运会顺利举办，南水北调工程“京石段”应急供水工程提前建成[22]以及2012年7月份特大暴雨灾害发生，造成了北京人均水资源占有量大幅提高的现象，为消除该特殊原因对相关性的影响，本研究额外设置一组相关性计算进行修正，这组相关性计算剔除了2008年和2012年特殊年份影响，并与原相关性进行对比分析。考虑到2008年北京奥运会吸引了全世界各地的游客，使得北京的生活垃圾产生量达到了峰值，而同期这些流动人口的到来并未能增加北京市常住人口数量，为消除该因素对相关性的影响，本研究又额外设置第三组相关性计算作为修正。

主要被解释变量为城市人口数量与生态环境状态的相关性大小，相关性值的大小在+1和-1之间进行变化。当相关性的值越接近于+1，说明该组两个变量之间呈现的正线性相关性越强，表现为城市人口数量越多，生活用水量越大，污水排放量越大。当相关性的值接近于0时，说明改组两个变量之间无很强的相关性，数据规律表现的杂乱无章，将该种关系界定为弱相关性。当相关性的值越接近于-1，说明改组两个变量呈现的负线性相关性较强，表现为城市人口数量越多时，人均水资源占有量就越少。当相关性 $Y>0.9$ 或者 $Y<-0.9$ 时，说明改组两个变量之间呈现很强的线性相关性，可通过最小二程法进行线性拟合，得到两个变量之间函数关系。

4 数据分析及结论

北京市常住人口数量与各项生态环境指标（包括修正后的）之间的相关性计量结果由表1列出，主要结论主要包括以下几个方面：

（1）城市环保政策措施对雾霾日数影响很大，人口增长与雾霾日数呈较强的正相关性。这一结论表明,伴随着城市人口的快速增长，大气环境面

临污染的压力增大，大气环境的风险性增加，大气环境安全水平降低。

由表1可知，城市人口数量与雾霾日数的相关性大小为-0.112，接近于0，说明二者呈现为弱相关性，在考虑政府有力的环保政策措施影响下，雾霾日数整体呈现为无规律性，即不确定性增大，难以预测。

由图1可以看出，在2004~2007年期间，虽然北京市的人口数量在逐渐增加，但人口数量的增长给大气环境带来的不利影响被节能减排措施带来的有利影响所抵消，没有明显表现出来，显然，政府实行的政策措施对大气环境的影响很大。到2008年时，北京奥运会的举办吸引了全世界各地的游客，此时北京市人口数量加上全世界各地到来的游客数量处于一个历史高点，尽管北京在2008年里制定了更加严格的节能减排措施，但是急剧增加的人口数量给大气环境带来的不利影响还是远远超过了节能减排措施的改善性影响，所以当年的雾霾日数达到了77天，比上一年雾霾日数增长了24.2%。奥运会结束后的第二年，虽然大部分大气污染治理措施仍发挥作用，但雾霾日数又回到了正常水平。另外，

表1. 北京常住人口数量与生态环境指标的相关性

相应指标	雾霾日数	雾霾日数 (修正)	城市生活 用水量	人均水资源 占有量	人均水资源占有 量(修正)	污水排放量	生活垃圾产 生量	生活垃圾产生 量(修正)
γ	-0.112	0.787	0.971	-0.104	-0.842	0.975	0.795	0.864

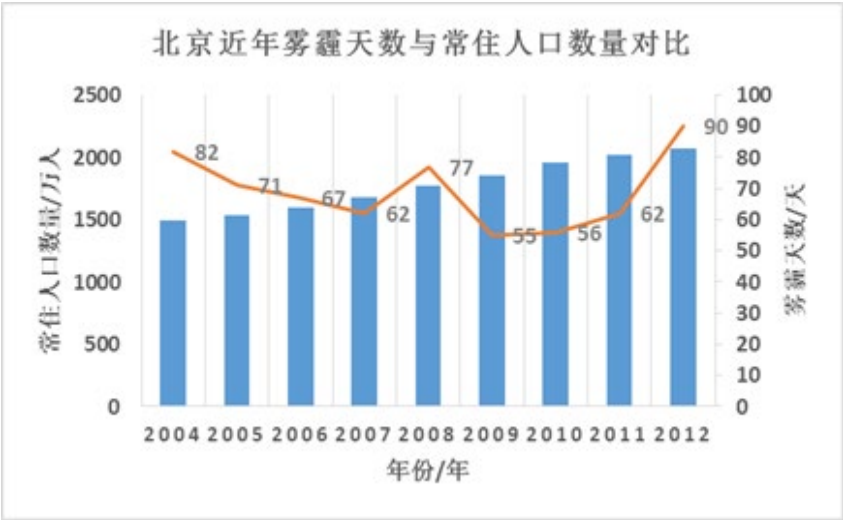


图1. 2004—2012年北京雾霾日数与人口数量对比图（数据来源：《北京统计年鉴》、《新京报》）

据表1所示，修正后的人口数量与雾霾日数的相关性系数达到了0.787，呈现较强的相关性，这说明，随着人口数量的增加，北京市的雾霾日数呈现一个加速上涨的趋势。

(2) 城市人口数量的增长对水生态环境产生了深刻地影响，具体而言表现在：人口数量的增加与生活用水量、污水排放量呈较强的正相关性，与人均水资源占有量呈现出较强的负相关性，造成了生活用水量和污水排放量显著增加、人均水资源量逐渐减少的现象。这一结论表明，人口快速增长对水环境生态系统形成了很大的压力，水环境生态系统的风险性加大，安全水平偏低，缺水与水污染所致的水环境生态安全问题凸显。

相关性的计量结果显示，北京市常住人口数量与生活用水量的相关性达到了0.971，非常接近于+1，说明二者呈现很强的线性相关性，即随着北京市人口数量的增长，生活用水量也相应地等比例线性增长。北京本身是一个严重缺水的城市，再加上因人口膨胀而导致的用水量与污水排放量的增大，因而使得北京水环境生态风险日益显现出来。

图2揭示了北京近十年来人口快速增长与生活用水量之间的关系。

由图2和表1可知，北京市人口增长与生活用水量呈现很强的线性相关性。假设生活用水量为Q亿立方米，常住人口数量为N万人，通过最小二乘法

拟合，可得到一个近似的描述北京市生活用水量和常住人口数关系的公式： $Q=5.35+0.00512N$ 。由该公式，按照目前发展状况，当北京市的常住人口数量每增加1万时，生活用水量就要增加0.00512亿立方米。通过该公式，我们能够计算出北京市的水资源极限人口承载数量，该公式可为控制人口数量提供一个科学参考依据。

由表1可知，城市人口数量与人均水资源占有量相关性大小为-0.104，接近于0，说明二者几乎无相关性。当排除掉2008年和2012年两个特殊年份的统计数据以后，得到修正后的相关性指标值为-0.842，此时可明显发现二者呈较强的负相关性。这说明在城市人口的增长的同时，人均水资源占有量呈减少的趋势。“城市的水资源供求关系大致经历了四个阶段，即：供大于求、供需平衡、供需矛盾和供需矛盾日益尖锐。这种形势主要源于两个方面的原因，一是北京本身是一座资源性缺水城市，二是不断膨胀的人口和快速的经济发展”[23]。图3揭示了北京市不同年份人均水资源占有量状况。

从数据上看，自2004年到2013年，北京市人均水资源占有量的折线图大致呈一个锯齿状排列，锯齿状的高点位置在不断地降低，而低点位置也呈现下降趋势。排除特殊年份原因，可看出北京市人均水资源占有量长期处于150m³左右，

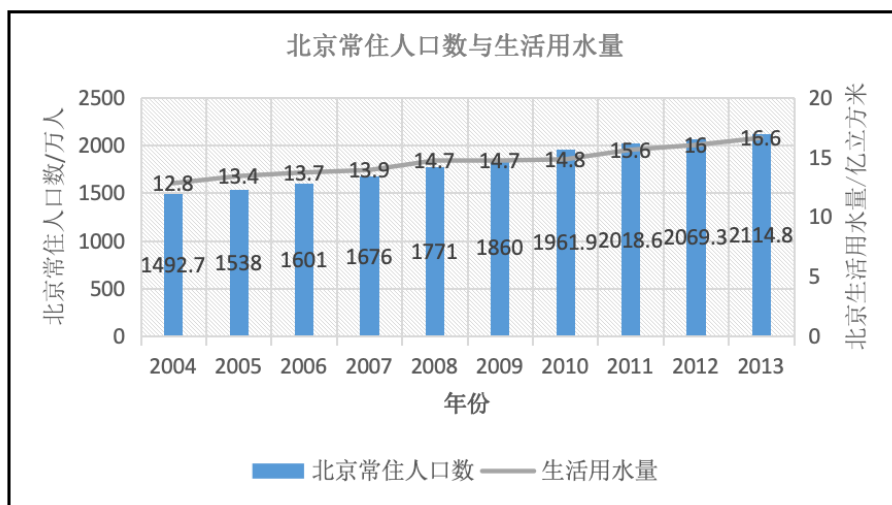


图2. 2004—2013年北京常住人口数增长与生活用水量增长对比图（数据来源：北京市水务局、《北京统计年鉴》）

水资源匮乏程度很严峻，水环境生态系统的安全受限。

由表1可知，城市人口数量与污水排放量的相关性值为0.975，表明城市人口数量与污水排放量有着很强的线性相关性。再由图4可看出，随着城市人口数量的增长，城市污水排放量呈线性增长现象，即人口数量每增加1万人，污水排放量就会增加71万立方米。“北京市目前仍存在水污染物排放总量超过环境容量、水生态环境失衡、饮用水水源保护有待加强和地下水超采严重等问题”[24]。另外，城市污水的排放还加剧了地下水污染，使得城市供水安全的基石受到威胁。显然，因人口问题所

致污水排放直接影响到城市的水环境生态安全。

(3) 随着城市化的快速发展，人口数量的增长与垃圾排放量呈现出正相关性，生活垃圾等废弃物污染加重状况给土地承载力带来巨大的压力，对土地生态环境产生了严重影响，导致土地生态环境质量降低，威胁到城市的土地生态安全。

由表1，修正前的人口数量与生活垃圾产生量的相关性为0.795，与修正后的0.864差别不大，说明生活垃圾的产生量是刚性排放量，受到特殊因素等干扰较小。人口数量的增长与生活垃圾的排放量具有很强的正相关性。庞大的人口每天产生海量的垃圾，这些废弃物污染对土地生态环境系统会产

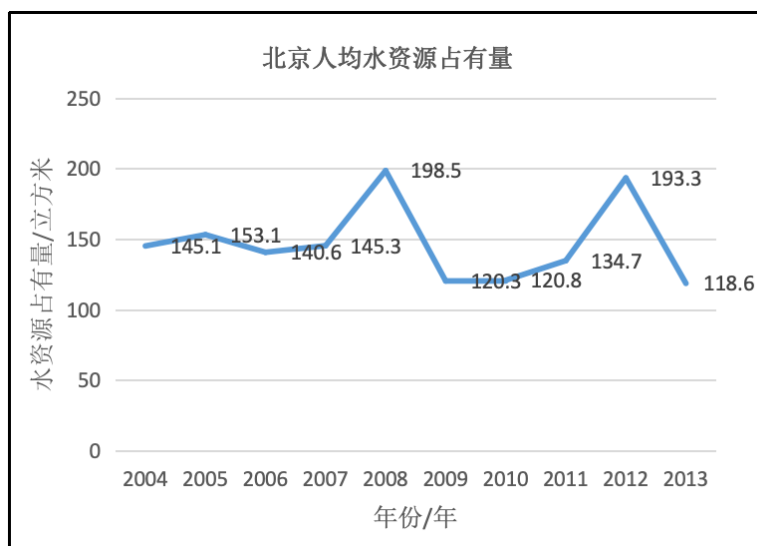


图3. 2004—2013年北京人均水资源占有量变动图（数据来源：北京市水务局）

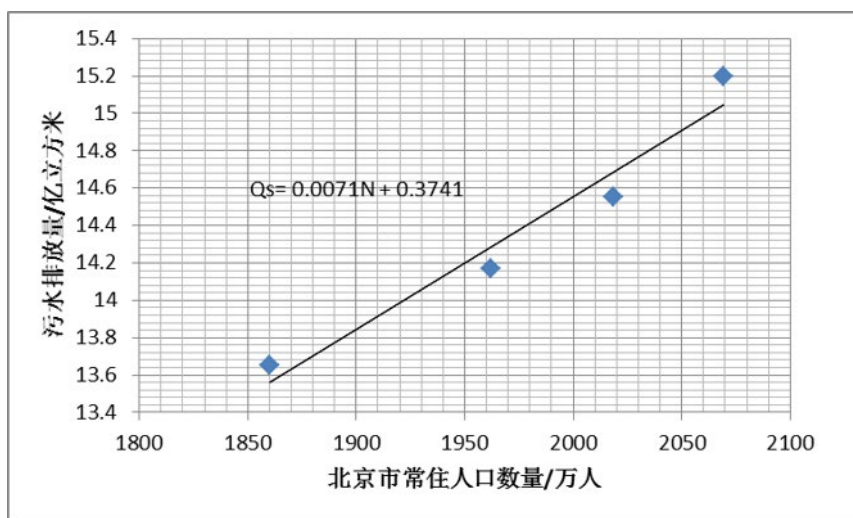


图4. 污水排放量与人口数量线性拟合

生严重的影响，引发土地生态风险增大的可能性，假如风险得不到有效防控，将会带来土地生态安全问题。“北京每天产生生活垃圾1.84万吨，大量生活垃圾填埋处理，垃圾填埋场超负荷运转不堪重负”[25]。进一步说，庞大人口每天所制造的海量废弃物通过各种途径进入到土壤中，一旦超过土壤的净化能力，那么土地生态环境遭到破坏的可能性将会加大。

由图5可以看出，从2004-2013年，随着北京市人口数量的增加，生活垃圾产生量从495.46万吨增加到了671.69万吨，增长率为35.6%，而同期的常住人口也从1492.7万人增加到了2114.8万人，增长率为41.6%。这表明生活垃圾的产生量与人口数量有着一定的相关性。当然，这一现象还受到多种污染控制能力（如人们环保意识增强、包装业发展等）的影响。

（4）与人口数量关系密切程度的城市生态环境指标依次为污水排放量、生活用水量、生活垃圾产生量、人均水资源占有量、雾霾日数。由表1可知，在不考虑正负号的前提下，对比修正后的各项生态环境指标与人口数量的相关性，得到 $0.975 > 0.971 > 0.864 > 0.842 > 0.787$ ，相关性越大，说明其与人口数量的密切程度越高，联系越紧密，其中，城市污水排放量与人口数量的线性相关性最高，联系最为紧密。

5 结论与政策启示

本研究在城市人口数量与生态环境指标相关性理论、线性拟合理论的分析框架内，分析了城市人口数量与生态环境各个指标之间的相关性，指明人口的压力是造成城市生态环境问题凸显的重要原因，如果这些生态环境问题得不到有效解决，那么它们发生叠加负面效应的可能性就会加大，带来生态风险的不确定性，严重影响到城市的生态安全。众所周知，城市生态安全是一个涉及社会、经济与环境等方面的复杂性问题，而要想维护好生态安全，实现城市的社会—经济—自然的可持续发展，需要处理好三者的关系，其中，政策在三者的关系中发挥着重要的作用。实践证明，相关政策对于生态环境的改善有着重要的作用，从“APEC蓝”到“阅兵蓝”证实，只要控制排放就可以换来蓝天，但关键是要找到实现蓝天常态化的突破口[26]。本研究从调控人口的政策维度提出以下几点对策建议：

第一，从政策响应方面来说，实行多种人口调控政策的有效交叉组合，来解决现阶段的人口数量快速扩张问题，有利于减缓人口规模的增长，有利于将人口规模置于资源、环境的约束条件之下，从而防控各类生态风险所带来的破坏性，提升城市生态安全水平。在此要避免单一化人口调控政策措



图5. 2004—2013年北京生活垃圾产生量与常住人口数量对比图（数据来源：北京市市政市容管理委员会）

施，而要重视综合运用经济、法律、行政等各种人口调控政策及其措施，加强各种政策的统筹协调作用，提高人口调控的政策效率，来提升人口管理水平。其原因在于我国当前处于城市化和工业化的历史阶段，经济发展的优先性仍居重要地位，此种背景下，不能采取激进和单一的人口调控政策措施。建议实行多种人口调控政策的相互补充与密切配合，例如利用经济手段调控人口的规模和流向，建立流动人口动态监测管理系统，加强空间管制，将人口调控指标纳入政府绩效管理内容，建立目标责任制，全面推行居住证制度，同步制定医疗、教育等相关公共服务配套政策措施，等等。只有这样，即借助于加强各类相关制度建设及其有效组合，才能缓解人口增长对资源与环境的压力，降低各类生态风险发生的不确定性，促进城市经济社会的可持续发展。

第二，从经济响应方面来说，依靠长效经济机制，优化城市的核心功能，以城市功能的改变为基础，制定相匹配的产业支持和限制政策来影响人口承载力，这种源头治理模式能够避免末端治理的负面效应，有利于人口、产业与土地的优化配置和布局，从而改善生态环境下滑趋势，解决因人口增长所致的生态安全问题。目前，城市里尤其是特大城市存在着多种核心城市功能，这些城市功能叠加在一起产生巨大的人口吸附效应，这是造成人口快速增长的重要原因，进而才造成城市各类生态环境问题出现扩张态势。建议合理选择适合区域发展的城市功能，将一些非必要的城市功能弱化或者转移，依靠长效经济机制，如实施产业结构升级战略带动就业转型，通过影响经济规模和产业结构来改变区域人口承载力。进一步说，通过优化提升城市功能的路径来控制人口数量，以人口调控目标倒逼一些非必要城市功能疏解，倒逼结构调整和发展方式转变，倒逼生态环境治理和服务管理水平提升，乃是目前保障城市生态安全的必要措施。

第三，从环境控污响应方面来说，根据生态安全评价原则来创新城市发展理念及其发展模式，走融合型整体发展道路，制定科学的城市发展规划，进而合理引导人口迁移，实施生态环境分区管理，

这是当前助推城市人口调控工作发展，降低人口聚集性程度，以提高城市生态安全指数的重要途径。建议加快促进城市周边，尤其是特大城市周边区域一体化建设，优化城市空间结构，统筹都市圈的产业布局、经济活动以及公共服务，尤其是合理布局公共服务要素结构，搭建“区域合作、融合发展”的平台，例如建立京津冀、珠三角、长三角区域周边城市发展的长效合作平台。通过城市间联动发展之路，从生态安全的角度做好生态功能区划工作，发展城市生态功能拓展区和城市发展新区，乃是推动城市周边区域人口均衡布局发展，减轻城市人口对自然系统压力以及社会经济系统压力的一个有效选择。

参考文献

- [1]北京市统计局.北京统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
- [2]世界环境与发展委员会.我们共同的未来[M].王之佳,柯金良,等译.长春:吉林人民出版社,1997:396-398.
- [3] Dalby S. Environmental Security[M]. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2002: xix-xxxii,4-19.
- [4] Homer-Dixon T F. On the threshold: Environmental changes as causes of acute conflict[J]. International Security, 1991, 19(1): 5-40.
- [5] Liotta P H, Mouat D A, Kepner W G, et al. Environmental Change and Human Security: Recognizing and Acting on Hazard Impact[M]. Berlin: Springer, 2008: v-x.
- [6] Longergan S C. Environmental Change, Adaptation, and Security[M]. NATO Scientific Affairs Division, 1999: 1-15.
- [7] Spyra W, Katzsch M. Environmental Security and Public Safety[M]. Berlin: Springer, 2007: 161-168.
- [8]国家环保总局.全国生态环境保护纲要[N].人民日报,2000-12-22.
- [9] FAO. Land Quality Indicators and their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development[C]// Proceedings of the Workshop Organized by the Land and Water Development Division FAO Agriculture Department. 1997: 2-5.
- [10] Dodds W K. Humanity's Footprint: Momentum, Impact, and Our Global Environment[M]. New York: Columbia

- University Press, 2008: 11-33,225-228.
- [11] 曲格平.关注中国生态安全[M].北京:中国环境科学出版社,2007:15-17.
- [12] Fernando H J S, Klaic Z B, McCulley J L. Nation Security and Human Health Implications of Climate Change[M]. Berlin: Springer, 2012: 261-269.
- [13] Codjoe S N A. Population-Environment Nexus in Ghana: A Cast Study of Afram Plains[M]. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2010: 7-17.
- [14] Chopra K, Hanumantha C H. Growth, Equity, Environment and Population: Economic and Sociological Perspectives[M]. New Delhi: SAGE Publications India Pvt Ltd, 2008: 247-264.
- [15] Isenhour C, McDonogh G, Checker M. Sustainability in the Global City[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015: 1-22.
- [16] 李辉,等.城市生态安全评价的理论与实践[M].北京:化学工业出版社,2010:50-51.
- [17] Carlus A, Lietzmann K M. Environmental Change and Security: A European Perspective[M]. Berlin: Springer, 1998: 94-101.
- [18] 杨志峰,徐琳瑜,等.城市生态安全评估与调控[M].北京:科学出版社,2013:34.
- [19] 庞雅颂,王琳.区域生态安全评价方法[J].中国人口·资源与环境,2014(3).
- [20] 席海燕,王圣瑞,等.流域人类活动对鄱阳湖生态安全演变的驱动[J].环境科学研究,2014(4).
- [21] 魏婷,等.突变级数法在厦门城市生态安全评价中的应用[J].应用生态学报,2008(7).
- [22] 南焱.南水如何化解北京水危机[J].中国经济周刊,2013(40):34-35.
- [23] 高媛媛,王红瑞,韩鲁杰,等.北京市水危机意识与水资源管理机制创新[J].资源科学,2010(2).
- [24] 刘晓星.北京水污染防治新规强化水源保护[N].中国环境报,2009-09-22(03).
- [25] 北京市市政市容管理委员会.加快垃圾焚烧设施建设破解垃圾困局[N].北京日报,2014-10-29(012).
- [26] 孙楠.是什么成就了“阅兵蓝”[N].中国气象报,2015-09-01(003).

