

# 北京市雾霾污染健康损失评估： 历史变化与现状

陈素梅

**摘要** 雾霾污染对居民健康的危害早已成为国家、社会和公众最为关注的公共话题。作者以北京市为例，基于2009~2016年大气污染浓度、病理学及健康统计学等数据，定量化评估了北京市各区雾霾污染的健康经济损失现状及历史变化状况。结果表明：2016年北京市雾霾污染造成的经济损失约为679.25亿元；朝阳区、海淀区、丰台区健康损失最为严重，而延庆区、门头沟区、怀柔区的健康损失相对较低，这主要是污染物排放、地区人口、地理位置等差异造成的。从时间趋势来看，2009~2016年北京市各区大气污染健康损失均呈现先波动式上升后逐年下降态势；但2016年北京市大气污染健康损失至少是2009年的1.1倍，大气污染情况仍不容乐观。因此，亟须因地制宜治理北京市各区雾霾污染，逐步推进大气污染健康损失纳入自然资源资产负债表核算体系。

**关键词** 雾霾污染 健康损失 经济评价 北京市

【中图分类号】F205 【文献标识码】A 【文章编号】2095-851X(2018)02-0084-13

## 一、问题的提出

伴随中国经济的快速发展，雾霾现象日益严重是一个不争的事实。特别是北京市作为国际化大都市，社会发展状况优于全国平均水平，近年来环境状况却不尽如人意，各区多次出现了大范围的雾霾天气，可吸入颗粒物（ $PM_{10}$ ）与细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）浓度检测值严重超标。以2016年为例，北京市 $PM_{2.5}$ 年均浓度达到73微克/立方米，是美国

【基金项目】国家自然科学基金青年项目“大气污染、公众健康与经济增长：中国环境税路径选择研究”（批准号：71803191）；中国社会科学院学科登峰战略“产业经济学”优势学科建设项目（2018年）；北京市社会科学基金项目“北京自然资源资产负债表编制及其管理研究”（批准号：15JGA024）。

【作者简介】陈素梅（1990-），中国社会科学院工业经济研究所助理研究员，邮政编码：100836。

致谢：感谢审稿专家匿名评审，当然文责自负。

空气污染最严重城市洛杉矶年均浓度的 4.8 倍，是世界卫生组织（World Health Organization, WHO）推荐标准的 7.2 倍（WHO, 2006）。这会严重影响居民的公共健康<sup>①</sup>和日常活动，并成为国家、社会和公众最为关注的公共话题。习近平总书记曾强调要致力于“健康中国”的打造，没有全民健康就没有全面小康，要把人民健康放在优先发展的地位，将健康融入所有的政策中。<sup>②</sup> 鉴于北京市是我国政治文化中心，具有代表性，对北京市雾霾污染的健康损害现状及历史趋势开展定量化评估，探讨地方经济增长与大气污染损失之间的关系显得尤为重要。特别是在经济增长与环境保护的矛盾日益突出的大背景下，这些探讨将为编制北京市自然资源资产负债表、考核领导干部业绩提供科学依据，为大气污染区域防治对策的制定和完善提供决策参考，还可以增强政府和公众的环境保护意识，从而有利于相关政策的实施。

大气污染对公众健康影响的研究，长期以来一直受到国内外学者们的关注。归纳起来，目前的研究主要分为两类：其一，基于病理学角度的测量；其二，在病理学文献的基础上，侧重于大气污染致病经济损失研究。就前者而言，尽管目前研究结果不足以把大气污染造成的健康效应确切地归因于某种大气污染物（阚海东、陈秉衡，2002），但仍有不少研究（苗艳青、陈文晶，2010；Chen et al., 2013）致力于分析环境污染与健康效应的关系，其中以二氧化硫、悬浮颗粒物、可吸入颗粒物为主。就后者而言，我国研究起步相对较晚，但近年来备受关注。夏光和赵毅红（1995）基于人力资本法计算得出 1992 年我国大气污染对人体健康损失为 201.6 亿元；Zhang 等（2008）估算了我国 111 个城市由 PM<sub>10</sub> 造成的健康经济总损失约为 292 亿元；杨丹辉和李红莉（2010）估算了山东省 2000 ~ 2005 年大气污染对人体健康造成的经济损失，发现治理投入规模与污染损失存在较大缺口；Matus 等（2012）论证得出我国大气污染健康经济损失从 1997 年的 220 亿美元增长到 2005 年的 1120 亿美元。此外，还有许多具体针对北京市开展的环境污染健康损失评估研究，如陈元华和李山梅（2011）对 2008 年北京市大气质量改善的健康效益进行了评估；赵晓丽等（2014）运用修正人力资本法评估了 2011 年北京市 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 与 PM<sub>10</sub> 污染物排放导致的过早死亡损害经济价值，约为 6.04 亿元；谢元博等（2014）对 2013 年 1 月北京短期 PM<sub>2.5</sub> 重污染造成的健康损失进行量化评估。不难发现，现有北京市雾霾天气健康损失评估研究大多数关注了过早死亡导致的人力资本损失，较少考虑非致命疾病导致的额外医药支出增加进而产生的经济损失；仅关注特定年份或特定污染事件中的重污染损失，不利于纵向对比，无法全面掌握特定区域雾霾污染的历史演变轨迹。然而，对这些问题的探讨无论是对于干部业绩考核而言还是对于区域雾霾污染防控政策的制定

① 持续笼罩中国大部分地区的雾霾，主要元凶是 PM<sub>2.5</sub>，因其直径过小易吸入人体肺部，危害性极高。据 Xie 等（2011）统计发现，PM<sub>2.5</sub> 浓度每增加 10 微克/立方米，居民年均死亡率将增长 0.42%。

② 资料来源：《描绘健康中国的美好蓝图——习近平总书记在全国卫生与健康大会上的讲话引起热烈反响》，新华网，[http://news.xinhuanet.com/politics/2016-08/21/c\\_129244493.htm](http://news.xinhuanet.com/politics/2016-08/21/c_129244493.htm) [2018-03-01]。

而言均具有非常重要的研究价值。

基于此,本文利用2009~2016年北京市各区大气污染物年均浓度数据集,从时间与空间两个维度分析北京市近八年来雾霾污染的变化情况,并评估出相应的健康影响与经济损失,为推进健康中国建设提供决策支持服务。<sup>①</sup>与以往文献相比,本文的创新点在于:第一,在评估雾霾污染的健康影响上,本文考虑了非致命健康终端带来的居民福利损失,使其健康损失评估更为全面;第二,从时间趋势上全面分析北京市各区雾霾污染的变化情况,以便各区大气污染防治政策的制定。

本文余下部分的结构安排如下:第二部分分析了北京市污染物排放情况,第三部分描述了雾霾污染健康损失评价框架,第四部分是北京市雾霾污染对居民健康损失的经济分析结果,第五部分为结论和政策建议。

## 二、北京市雾霾污染情况分析

雾霾污染是多种污染气体共同作用的结果。纵向来看,2009~2016年北京市大气环境质量得到持续改善,主要污染物浓度大致呈现下降趋势(见图1)。SO<sub>2</sub>的减排效果尤为明显,全市年均浓度由2009年的34微克/立方米逐年下降,2015年首次达到国家要求一类区(自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域)所必须达到的一级浓度限值(20微克/立方米),2016年年均浓度降至10微克/立方米,达到国家标准,远远低于世界卫生组织关于SO<sub>2</sub>致使居民健康损失的阈值(50微克/立方米)。这主要归功于近年来全市一系列去煤化措施的实施,燃煤总量大幅度下降。由此可见,现阶段北京市SO<sub>2</sub>的过度排放得到有效遏制,形势较为乐观。相对而言,PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>与NO<sub>2</sub>年均浓度整体呈下降趋势,但变化幅度不大,仍维持在较高水平,这可能与北京市机动车保有量快速增长、污染排放控制难度高有关。而且,2016年三项污染物年均浓度分别为92微克/立方米、73微克/立方米、48微克/立方米,尽管同上一相比下降了9.3%、3.5%、2%,但仍远远高于国家所规定的二级浓度标准(70微克/立方米、35微克/立方米、40微克/立方米),减排挑战极其严峻,需要引起高度重视。

从区域差异(见表1)来看,2016年北京市各区SO<sub>2</sub>年均浓度范围在7~15微克/立方米,均达到国家标准;PM<sub>2.5</sub>与PM<sub>10</sub>年均浓度范围分别在60~89微克/立方米、74~107微克/立方米,均未达到国家标准;而NO<sub>2</sub>年平均浓度范围在28~58微克/立方米,只在怀柔、延庆、平谷、密云四区达到国家标准,其余各区均未达到国家标准。显然,当下北京市大气污染总体上呈现由南向北、由西向东逐渐递减的特

<sup>①</sup> 由于北京市2008年各区县空气质量数据难以获取,故本文选取了2009~2016年空气质量数据集进行研究分析。此外,赵晓丽等(2014)将近十五年北京市空气污染排放情况划分为三个阶段,其中,1994~1998年污染排放呈现先下降后上升的趋势;1998~2008年空气污染呈下降趋势;2009年以来,空气污染呈现平稳趋势。而本文正是选取了北京市污染排放平稳阶段作为研究对象,以更有针对性地评估北京市近年来雾霾污染及健康损失情况。

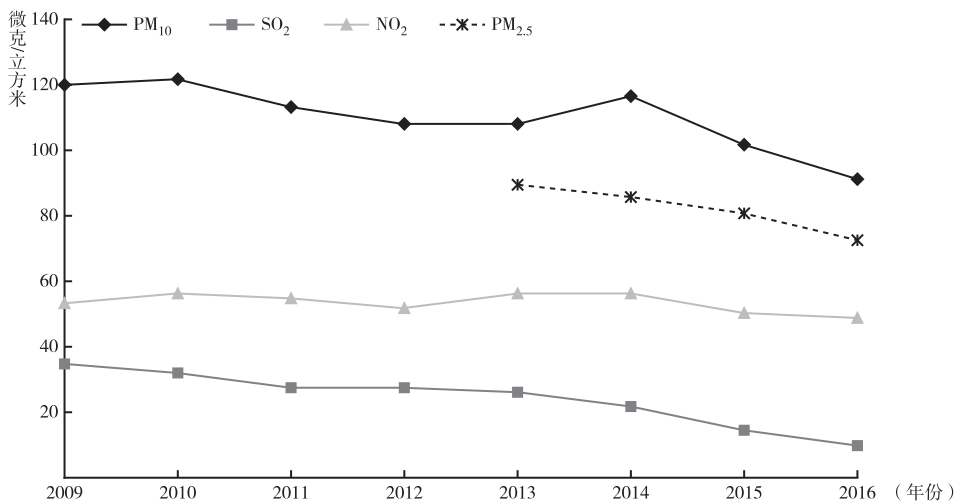


图1 北京市主要大气污染物年平均浓度值变化趋势 (2009~2016年)

资料来源：《北京统计年鉴2016》《2016年北京市环境状况公报》。

征，主要集中在污染物PM<sub>2.5</sub>与PM<sub>10</sub>上，且南北差异显著。这也更加凸显了基于空间维度研究北京市雾霾污染的重要性与必要性。

表1 2016年北京市各区主要大气污染物年平均浓度值

单位：微克/立方米

	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
东城区	77	95	11*	51
西城区	78	98	12*	53
朝阳区	75	91	12*	51
海淀区	72	87	11*	58
丰台区	79	99	11*	53
石景山区	78	107	11*	50
门头沟区	68	91	10*	42
房山区	83	102	15*	57
通州区	80	98	15*	55
顺义区	71	82	10*	43
大兴区	89	107	15*	56
昌平区	61	85	8*	46
平谷区	70	85	11*	30*
怀柔区	61	77	7*	28*
密云区	61	75	8*	32*
延庆区	60	74	10*	34*
北京经济技术开发区	81	99	12*	51

注：\*表示达到国家标准，其余各项均未达到国家标准。

资料来源：《2016年北京市环境状况公报》。

### 三、雾霾污染健康损失评价研究框架

#### (一) 大气污染物及健康终端的选取

近年来,随着能源结构的改变,北京市大气污染已经由煤烟型空气污染转变为煤烟和汽车尾气混合污染,颗粒物已经成为北京市关注的首要污染物,而且正如上文所提到的,当前北京市大气污染主要集中在 $PM_{10}$ 与 $PM_{2.5}$ 上。因此,基于卫生统计分析可获得的监测数据,本文选择 $PM_{2.5}$ 和 $PM_{10-2.5}$ 作为大气污染指标,从历史维度与空间维度分析北京市大气污染对居民健康的货币化损失。<sup>①</sup>其中,由《2016年北京市环境状况公报》可知北京市各区 $PM_{2.5}$ 与 $PM_{10}$ 的年均浓度,再参照Chen和He(2014)的做法, $PM_{10-2.5}$ 与 $PM_{10}$ 的转化比例为0.35,进而本文可以估算出相应的 $PM_{10-2.5}$ 浓度值。

众所周知,大气污染对人类健康的影响非常复杂,在某些情况下表现为某种或某些毒物的中毒直接影响或以加重原患者呼吸系统疾病、心脏病患者的病情进而加速这些患者死亡的间接影响表现出来。因此,本文充分考虑获得可靠数据的可能性,优先选择按照国际疾病分类进行统计和分析的健康效应终端,选择国内外研究文献中已知与大气污染物存在定量的剂量-反应关系的健康终端效应。根据上述基本原则,本文选取了全因死亡、呼吸道疾病住院、心血管疾病住院、受限制天数(成年人)及哮喘作为健康终端。本文根据北京市统计局发布的《人口与就业年度统计资料发布计划》可获取北京市分区常住人口总数,由此确定了北京市各区大气污染的暴露人数。<sup>②</sup>为简单起见,本文只做室外大气污染健康损失的评估,暴露人群尚未区分城市与农村。

#### (二) 健康风险评估

本文采用了线性暴露-反应函数及零阈值假设估算出居民健康损失物理量,如公式(1)和公式(2)所示,这种做法常用于国内外健康风险评估研究(Quah and Boon, 2003; Bell and Ellis, 2004; Wang and Mauzerall, 2006)中。值得注意的是,如果阈值确实存在的话,这种方法确实会高估大气污染的经济负担。受限于现有的流行病学文献,有关北京的暴露-反应系数在当前阶段无法获取。为此,本文参考Chen和He(2014)、谢杨等(2016)的做法,优先借鉴相关的中国研究,尽量保证与北京市人口特征相近,其中, $PM_{2.5}$ 全因死亡系数采用了Xie等(2011)基于上海、重庆数据的Meta分析结果,哮喘就诊率反应系数以中国香港的数据(Ko et al., 2007)代替。此外,本文还采用了国际广泛认可的欧盟官方报告数据(Bickel and Friedrich,

<sup>①</sup>  $PM_{10-2.5}$ 指直径在2.5~10微米范围的颗粒物, $PM_{10}$ 是直径小于10微米的颗粒物, $PM_{2.5}$ 是直径小于2.5微米的颗粒物。为避免重复计算,本文选取了 $PM_{10-2.5}$ 而非 $PM_{10}$ 。

<sup>②</sup> 资料来源:《人口与就业年度统计资料发布计划》, [http://www.bjstats.gov.cn/tjsj/ndtjzl/rkyjy/201701/t20170119\\_367265.html](http://www.bjstats.gov.cn/tjsj/ndtjzl/rkyjy/201701/t20170119_367265.html)[2018-02-25]。

2005)、美国时间序列研究结果 (Bell et al., 2008) (见表 2)。

$$Case_{ij}^{Morbidity} = ER_{ij} \cdot C_j \cdot P \quad (1)$$

$$Case^{AM} = \sum_j ER_j^{AM} \cdot C_j \cdot P \cdot M \quad (2)$$

其中,  $Case_{ij}^{Morbidity}$ 、 $ER_{ij}$ 、 $C_j$ 、 $P$  分别表示非致命健康损失物理量、非死亡健康终端  $i$  与污染气体  $j$  之间的暴露 - 反应系数、污染气体  $j$  的浓度、暴露人口,  $Case^{AM}$ 、 $ER_j^{AM}$ 、 $M$  分别表示死亡例数、与污染气体  $j$  有关的过早死亡暴露 - 反应系数、整体死亡率。

表 2 暴露 - 反应系数

健康终端	污染气体	均值(置信区间 95%)	来源
全因死亡	PM <sub>2.5</sub>	0.042% (0.003%, 0.081%)	Xie 等(2011)
	PM <sub>10-2.5</sub>	0.06% (0.04%, 0.08%)	Bickel 和 Friedrich(2005)
呼吸道疾病住院率	PM <sub>2.5</sub>	2.20E-04 (-1.20E-04, 5.60E-04)	Bell 等(2008)
	PM <sub>10-2.5</sub>	7.03E-06 (3.83E-06, 1.03E-05)	Bickel 和 Friedrich(2005)
心血管疾病住院率	PM <sub>2.5</sub>	8.00E-04 (5.90E-04, 1.01E-03)	Bell 等(2008)
	PM <sub>10-2.5</sub>	4.34E-06 (2.17E-06, 6.51E-06)	Bickel 和 Friedrich(2005)
哮喘就诊率	PM <sub>2.5</sub>	2.10E-03 (1.45E-03, 2.74E-03)	Ko 等(2007)
受限制天数(成年人)	PM <sub>2.5</sub>	9.02E-02 (7.92E-02, 1.01E-01)	Bickel 和 Friedrich(2005)
	PM <sub>10-2.5</sub>	5.41E-02 (4.75E-02, 6.08E-02)	Bickel 和 Friedrich(2005)

注：除特殊标明以外，所有暴露 - 反应系数均是针对所有年龄段人群而言的。受制于病理学文献的有限性，本文假设 PM<sub>10-2.5</sub> 毒性与 PM<sub>10</sub> 等同。过早死亡终端的暴露 - 反应系数意味着每立方米增加 1 微克大气污染物所带来的死亡率增加比率；而非致命健康终端的暴露 - 反应系数代表着每立方米增加 1 微克大气污染物所带来的每年人均致病增加次数。其中，受限制天数健康终端已包含工作日损失。

资料来源：作者整理。

### (三) 健康损失货币化

对于居民健康损失物理量的货币化，本文借鉴已有文献数据采用意愿支付法 (Willing to Pay, WTP)、疾病成本法 (Cost of Illness, COI) 及统计生命价值 (Value of a Statistical Life, VSL) 来进行评估 (见表 3)。尽管这在居民健康损失货币化过程中存在不确定性，但在评估空气污染经济负担方面仍会提供非常有价值的参考信息。

值得说明的是，环境污染暴露与健康反应关系的建立是一个十分复杂的研究课题，研究方法、研究对象及研究对象所处的环境，如大气污染水平、总体生活水平等，都对大气污染健康损失评估有较大的影响。其中，个体收入是影响意愿支付赋值的关键因素。为此，本文借鉴 Chen 和 He (2014) 的做法，根据 2016 年北京市整体人均收入与借鉴文献 (Kan and Chen, 2004; Hammitt and Zhou, 2006) 中具体调研年份具体城市人均收入的比值换算出全因死亡、受限制天数及哮喘就诊的 2016 年单位成本数值，具体公式为  $W = W_c \times (I/I_c)^e$ 。其中， $W$  为北京市 2016 年单位健康成

本,  $W_c$  为文献中具体调研年份具体城市的单位健康成本,  $I$  与  $I_c$  分别表示 2016 年北京市人均收入和调研年份调研城市人均收入, 收入弹性  $e$  设为 1。

表 3 北京市居民健康终端单位损失成本

健康终端	单位	成本	评估方法	来源
全因死亡	元/例	1197584	VSL	Hammit 和 Zhou(2006)
呼吸道疾病住院	元/次	7619	COI	《中国卫生统计年鉴 2016》《中国第四次卫生服务调查报告》
心血管疾病住院	元/次	8832	COI	《中国卫生统计年鉴 2016》《中国第四次卫生服务调查报告》
受限制天数(成年人)	元/天	251	WTP	Kan 和 Chen(2004)
哮喘就诊	元/次	112	WTP	Hammit 和 Zhou(2006)

注: 考虑到本文已将工作损失天数作为一个独立的健康终端, 因此, 单位损失成本由直接住院费用和间接住院费用(包括交通费、陪护费等)两部分组成。受数据有限性的影响, 本文以《中国卫生统计年鉴 2016》中细菌性肺炎住院费用代表呼吸道疾病直接住院费用, 以充血性心力衰竭住院费用代表心血管疾病住院费用; 以《中国第四次卫生服务调查报告》中 2008 年数据代表间接住院费用。成本以 2016 年不变价计算。

资料来源: 作者整理。

## 四、北京市雾霾污染对人体健康损失的经济分析

### (一) 2016 年居民健康损失结果分析

基于暴露 - 反应函数, 可得到大气污染物排放所导致的北京市居民健康损失物理量(见表 4)。受污染物  $PM_{2.5}$  的影响, 2016 年约有 0.36 万例的过早死亡, 相对而言,  $PM_{10-2.5}$  导致了 0.23 万例过早死亡。可见,  $PM_{2.5}$  已成为影响北京市公众健康的最主要大气污染物, 亟须引起政府高度重视。除此之外, 它还造成了 35.66 万次呼吸道疾病的住院、129.68 万次的心血管疾病住院、340.41 万次的哮喘就诊以及超过 1.46 亿天的受限制天数。与之相比,  $PM_{10-2.5}$  污染造成的非致命健康效应较小, 造成了 0.49 万次的呼吸道疾病住院、0.31 万次的心血管疾病住院以及 0.38 亿天的受限制天数。单从大气污染健康效应的发作次数上来看, 哮喘就诊次数最多。可见, 哮喘受雾霾污染的影响更为敏感。

在表 4 中, 本文还对这些北京市居民健康损害进行了货币化评价。2016 年,  $PM_{2.5}$  与  $PM_{10-2.5}$  造成的居民健康效应总经济损失约为 679.25 亿元, 约占当年北京市 GDP 的 3%。由此可以看出北京市雾霾污染已造成了巨大的居民健康经济损失。其中,  $PM_{2.5}$  污染造成的健康经济损失达 556.11 亿元, 占总损失的 82%;  $PM_{10-2.5}$  污染造成的健康经济损失达 123.14 亿元, 占总损失的 18%。由此可见, 作为雾霾天气的

主因，PM<sub>2.5</sub>污染对北京市公众健康的危害是巨大的，应当成为首要的治理对象。而在所有健康效应中，受限制天数所带来的经济损失最大，其次是心血管疾病住院费用。这恰恰说明了北京市空气污染对居民日常生活的负面影响不容忽视，甚至会远远超出以往公众所关注的疾病费用。

表 4 2016 年北京市大气污染的健康效应和经济损失

	PM <sub>2.5</sub>		PM <sub>10-2.5</sub>	
	物理量	健康成本(亿元)	物理量	健康成本(亿元)
过早死亡(万例)	0.36	43.59	0.23	26.99
呼吸道疾病住院(万次)	35.66	27.17	0.49	0.38
心血管疾病住院(万次)	129.68	114.53	0.31	0.27
哮喘就诊(万次)	340.41	3.81	0	0
受限制天数(万天)	14621.46	367.00	3804.96	95.50
污染气体经济损失	556.11(82%)		123.14(18%)	
健康经济总损失	679.25(100%)			
健康经济总损失占 GDP 比重	3%			

资料来源：作者计算整理。

为进一步了解北京市各区雾霾污染的健康损害，本文进行了地区类别角度的细化分析。如图 2 所示，雾霾污染造成健康损失值前五名的区分别为朝阳区、海淀区、丰台区、大兴区、昌平区，而延庆区、门头沟区、怀柔区是健康经济损失最低的三个区。造成这种显著地区差异的原因可能有以下几点。第一，污染物排放方面。对于 PM<sub>2.5</sub>污染物的来源而言，根据《北京市 PM<sub>2.5</sub>来源解析》，区域传出贡献占 28% ~ 36%，本地污染排放贡献占 64% ~ 72%。<sup>①</sup>这也部分解释了北京市大气污染健康经济损失前五名的地区均处于北京南部且靠近河北边界的现象；而在本地污染排放贡献中，机动车排放成为首要污染源，占 31%。也就是说，机动车尾气排放量越高的地方，大气污染越严重，人体健康损失就会越大。根据《北京区域统计年鉴 2016》，朝阳区与海淀区民用汽车保有量最高，这对于地区污染物含量而言有很大的影响。第二，地区人口方面。由于地区人口数量与大气污染暴露人数成正比，所以地区人口数量越多，造成的居民健康污染损失也就越大。2016 年北京市人口最多的四个区分别为朝阳区（385.6 万人）、石景山区（359.3 万人）、海淀区（225.5 万人）、大兴区（201.0 万人），在地区雾霾污染健康损失值中同样位居前列。尤其是朝阳区，大气污染浓度年均值在所有区中处于中等水平（见表 1），但主要受暴露人群最多的影响，健康损失位居全市第二。

<sup>①</sup> 资料来源：《北京市 PM<sub>2.5</sub>来源解析》，[http://dqhj.mep.gov.cn/dqhjzl/dqklwyjx/201709/t20170915\\_421691.shtml](http://dqhj.mep.gov.cn/dqhjzl/dqklwyjx/201709/t20170915_421691.shtml) [2018-02-25]。



此外,在图2中,我们可以直观地看出,北京市各区受限制天数所带来的经济损失尤为突出。值得说明的是,本文采用意愿支付法对受限制天数进行货币化,对应的经济损失不仅仅包括工作日的劳动收入损失,还包括居民生活的正常运转损失。

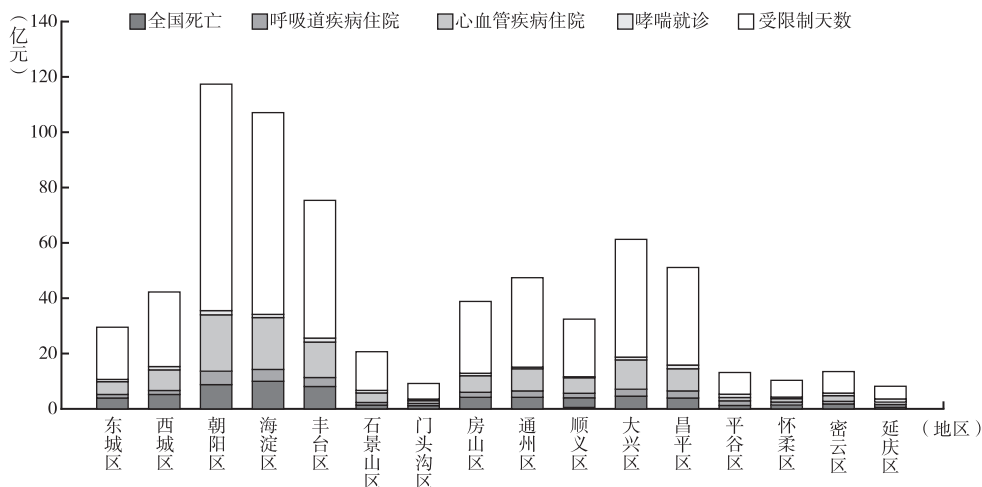


图2 北京市分病因、分地区大气污染健康损失经济评估 (2016年)

资料来源:作者绘制。

## (二) 居民健康损失历史变化探讨

为了从时间趋势上全面掌握北京市雾霾污染健康损失的历史变化与特点,本文利用2009~2016年北京市各区大气污染浓度数据,构建了一套2009~2016年北京市各区 $PM_{2.5}$ 与 $PM_{10-2.5}$ 浓度数据集。其中,受数据可获性的限制,2009~2012年北京市各区 $PM_{2.5}$ 浓度值是根据 $PM_{10}$ 浓度值以0.65的比例换算而得,结果如图3所示。整体来看,2009~2014年北京市大气污染健康损失值出现波动式上升,健康损失从2009年的619.52亿元上升到2014年的817.43亿元;随着北京市政府加大治理雾霾污染力度,2015~2016年大气污染对居民健康的损害出现好转局面,健康损失以8.83%的速度逐年下降,直到2016年污染健康损失达679.25亿元。整体来看,2016年大气污染健康损失为2009年的1.10倍,这表明尽管近两年北京市大气质量得到显著改善,但空气污染情况仍较为突出。

进一步分析发现,2009~2016年北京市各区雾霾污染健康损失变化趋势与北京市整体趋势相一致,先波动式上升后逐年下降。其中,2015~2016年雾霾污染健康损失下降最快的是海淀区,年均下降11%。究其原因,一方面,海淀区空气质量改善幅度位居全市前列,尤其是 $PM_{10}$ 浓度年均下降16%,由此反映出海淀区在压减燃煤、治污减排及清洁降尘等方面努力的成效;另一方面,受疏解非首都功能的驱动,海淀区常住人口减少幅度大,空气污染暴露人群进而会相应地减少。而大气污染健康

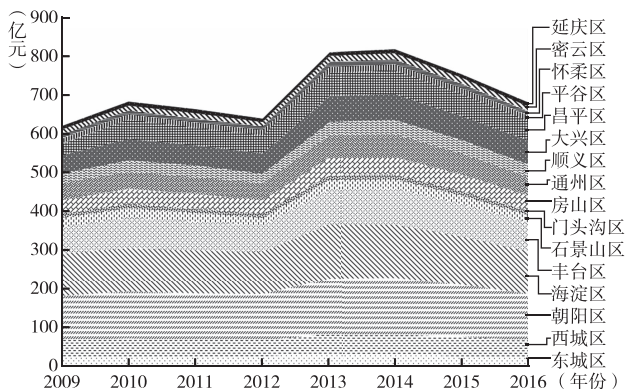


图3 北京市分地区大气污染健康损失经济评估 (2009~2016年)

资料来源：作者绘制。

损失下降最慢的是大兴区，以年均4%的速度下降，这主要是由于近两年来大兴区常住人口仍在快速增长（年均增长率为4.82%）。由此可以看出大气污染健康损失变化趋势在北京市各区之间存在显著差异。

## 五、结论与政策建议

北京市雾霾污染是一个不争的事实，雾霾污染对居民健康的危害也早已成为国家、社会和公众最为关注的公共话题。为了促进“健康中国”战略加快实施，评估雾霾污染的健康经济损失现状及其历史变化趋势，对于完善污染损失计算方法和北京市各区大气污染防治对策的制定都具有重要的意义，对于北京市自然资源资产负债表编制而言也是个有益的尝试。因此，本文基于北京市2009~2016年的数据，研究了北京市大气污染排放量对居民健康损害及其经济价值评价。

本文的主要结论如下。第一，尽管北京市大气污染排放物浓度出现降低趋势，但其对人体健康的损害仍然比较严重。2016年北京市雾霾污染导致了0.59万例过早死亡、36.15万次呼吸道疾病住院、129.99万次心血管疾病住院、340.41万次的哮喘就诊以及超过1.84亿天的受限制天数。其中， $PM_{2.5}$ 是居民健康的最大威胁。第二，北京市雾霾污染对居民健康损害的经济价值仍是巨大的，2016年的健康总损失为679.25亿元，占当年北京市GDP的3%。其中，受限制天数所带来的经济损失最大，其次是心血管疾病住院费用。第三，从地区角度分析，雾霾污染造成的健康损失值前五名的区分别为朝阳区、海淀区、丰台区、大兴区、昌平区，而延庆区、门头沟区、怀柔区是健康经济损失最低的三个地区。这主要是污染物排放浓度、地区人口等差异造成的。第四，从时间趋势角度分析，2009~2016年北京市整体及各地区大气污染健康损失均先波动式上升后逐

年下降。其中,健康经济损失下降最快的是海淀区,下降最慢的是大兴区。

本文所估计的雾霾污染经济损失没有加入患者的幸福感下降、精神损失等负外部性,更没有考虑健康恶化引起的劳动生产率损失。<sup>①</sup>在我国人口老龄化和低生育率背景下,人口红利会逐渐消失,劳动力越来越成为稀缺资源(王德文,2007),雾霾污染引起的人力资本损失是不容忽视的。此外,雾霾污染对人群健康的损害已经成为北京市吸引外商投资、国外人才以及游客的重要障碍,直接打击了北京国际大都市形象(马丽梅、张晓,2014)。因此,北京市雾霾污染实际所产生的经济损失应远远大于本文所估计的数值。基于上述发现,<sup>②</sup>本文提出以下政策建议。

第一,加大对可吸入颗粒物、氮氧化物等污染气体排放控制。尽管北京市各区大气污染健康损失在2015~2016年内已呈现降低的趋势,但这并不意味着大气污染治理可以懈怠。2016年北京市大气污染健康损失为2009年的1.10倍,大气污染情况仍然不容乐观。根据《北京市PM<sub>2.5</sub>来源解析》,机动车、燃煤、工业生产、扬尘等是本地PM<sub>2.5</sub>排放的主要来源。而氮氧化物方面,城市氮氧化物污染区则主要来源于机动车尾气、燃煤排放(赵晓丽等,2014)。因此,为了促进“健康中国”战略的实现,必须多管齐下,切实从全市机动车、燃煤、工业生产、扬尘以及区域联防联控等方面入手,采取多项有力措施治理北京市雾霾污染,尤其要严格管控机动车尾气排放。

第二,各区大气污染防治对策需要根据实际情况的差异进行相应调整。北京市各区大气污染健康损失及历史变化趋势存在显著差异,这主要是地理位置、常住人口等因素造成的。值得注意的是,鉴于北京市雾霾污染健康损失与常住人口规模高度相关,健康损失严重的地区不一定是污染治理的重点地区。为此,北京市各区需要根据各自所担负的发展使命,因地制宜,为降低大气污染健康损失所付出的努力应有不同的侧重点。

第三,大气污染健康损失评估应纳入自然资源资产负债表核算体系,进而成为地区领导干部业绩考核指标之一。尽管2015~2016年北京市各区大气污染对居民健康的损害程度均在下降,但改善幅度存在显著差异。因此,为了激励各区降低大气污染健康损失,将健康损失评估纳入地区领导干部业绩考核范畴是至关重要而又不可缺少的环节,将更有效地保证经济的良性发展。

## 参考文献

陈素梅、何凌云(2017):《环境、健康与经济增长:最优能源税收入分配研究》,《经济研究》

① 如陈素梅和何凌云(2017)理论研究发现,环境污染对公众健康劳动生产率的影响是不容忽视的,考虑与否直接决定着最优能源税收入分配方式。

② 评估过程中使用的参数(如暴露-反应系数、健康损失单位成本等)的不确定性会影响到北京市雾霾污染健康损失的绝对值,为此,本文做了敏感性检验,研究发现这些参数本身的不确定性对各个年份评估的影响是一致的,因此对北京市雾霾污染健康损失的时间变化趋势不会产生影响。由于本文重在通过评估北京市大气污染健康损失及其历史变化趋势来阐释大气污染健康损失评估的重要性,健康经济损失绝对值的变化并不会影响本文主要结论。

第4期，第120~134页。

陈元华、李山梅（2011）：《北京市大气环保措施的健康效益研究》，《中国人口·资源与环境》第12期，第429~432页。

阚海东、陈秉衡（2002）：《我国大气颗粒物暴露与人群健康效应的关系》，《环境与健康杂志》第6期，第422~424页。

马丽梅、张晓（2014）：《中国雾霾污染的空间效应及经济、能源结构影响》，《中国工业经济》第4期，第19~31页。

苗艳青、陈文晶（2010）：《空气污染和健康需求：Grossman模型的应用》，《世界经济》第6期，第140~160页。

王德文（2007）：《人口低生育率阶段的劳动力供求变化与中国经济增长》，《中国人口科学》第1期，第44~52页。

夏光、赵毅红（1995）：《中国环境污染损失的经济计量与研究》，《管理世界》第6期，第198~205页。

谢杨、戴瀚程、花岡達也等（2016）：《PM<sub>2.5</sub>污染对京津冀地区人群健康影响和经济影响》，《中国人口·资源与环境》第11期，第19~27页。

谢元博、陈娟、李巍（2014）：《雾霾重污染期间北京居民对高浓度PM<sub>2.5</sub>持续暴露的健康风险及其损害价值评估》，《环境科学》第1期，第1~8页。

杨丹辉、李红莉（2010）：《基于损害和成本的环境污染损失核算——以山东省为例》，《中国工业经济》第7期，第125~135页。

赵晓丽、范春阳、王予希（2014）：《基于修正人力资本法的北京市空气污染物健康损失评价》，《中国人口·资源与环境》第3期，第169~176页。

Bell, M. and H. Ellis (2004). "Sensitivity Analysis of Tropospheric Ozone to Modified Biogenic Emissions for the Mid-atlantic Region", *Atmospheric Environment*, 38 (13), pp. 1879 - 1889.

Bell, M. L., K. Ebisu and R. D. Peng, et al. (2008), "Seasonal and Regional Short-term Effects of Fine Particles on Hospital Admissions in 202 US Counties, 1999 - 2005", *American Journal of Epidemiology*, 168 (11), pp. 1301 - 1310.

Bickel, P. and R. Friedrich (2005), *Extern; Externalities of Energy, Methodology 2005 Update*, Germany: European Commission, Luxembourg.

Chen, S. M. and L. Y. He (2014), "Welfare Loss of China's Air Pollution: How to Make Personal Vehicle Transportation Policy", *China Economic Review*, 31, pp. 106 - 118.

Chen, Y. Y., A. Ebenstein and M. Greenstone, et al. (2013), "Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy", *PNAS*, 110 (32), pp. 12936 - 12941.

Hammitt, J. K. and Y. Zhou (2006), "The Economic Value of Air Pollution Related Health Risks in China: A Contingent Valuation Study", *Environmental and Resource Economics*, 33 (3), pp. 399 - 423.

Kan, H. D. and B. H. Chen (2004), "Particulate Air Pollution in Urban Areas of Shanghai, China: Health-Based Economic Assessment", *Science of the Total Environment*, 332 (1), pp. 71 - 79.

Ko, F., W. Tam and T. W. Wong, et al. (2007), "Effects of Air Pollution on Asthma Hospitalization Rates in Different Age Groups in Hong Kong", *Clinical & Experimental Allergy*, 37 (9),

pp. 1312 – 1319.

Matus, K. , K. M. Nam and N. E. Selin, et al. (2012), “Health Damages from Air Pollution in China”, *Global Environmental Change*, 22 (1), pp. 55 – 66.

Quah, E. and T. L. Boon (2003), “The Economic Cost of Particulate Air Pollution on Health in Singapore”, *Journal of Asian Economics*, 14 (1), pp. 73 – 90.

Wang, X. P. and D. L. Mauzerall (2006), “Evaluating Impacts of Air Pollution in China on Public Health: Implications for Future Air Pollution and Energy Policies”, *Atmospheric Environment*, 40 (9), pp. 1706 – 1721.

World Health Organization (2006), *WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide: Global Update 2005*, Geneva: World Health Organization.

Xie, P. , Y. X. Liu and Z. R. Liu, et al. (2011), “Human Health Impact of Exposure to Airborne Particulate Matter in Pearl River Delta, China”, *Water, Air, & Soil Pollution*, 25 (1–4), pp. 349 – 363.

Zhang, M. , Y. Song and X. H. Cai, et al. (2008), “Economic Assessment of the Health Effects Related to Particulate Matter Pollution in 111 Cities by Using Economic Burden of Disease Analysis”, *Journal of Environmental Management*, 88 (4), pp. 947 – 954.

## The Economic Value of Haze-Pollution-Related Health Effects in Beijing: Historical Trend and Present Status

CHEN Su-mei

(Institute of Industrial Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100836, China)

**Abstract:** The health damage caused by haze pollution has caused great concerns at all levels from the general public to national governments and international agencies. Therefore, this paper evaluates the economic loss of health effects caused by the haze pollution in Beijing with the air quality data from 2009 to 2016, epidemiological data and healthy statistical data. We find that Beijing experienced a staggering loss of about 67.925 million RMB Yuan due to haze pollution in 2016. In particular, Chaoyang, Haidian, and Fengtai districts bore the biggest economic loss. In comparison, Yanqing, Mentougou, and Huairou districts had the lower economic loss. This could be explained by the pollutant level, demographic and geographical differences among these regions. From 2009 to 2016, economic loss of haze-pollution-related health effects showed a fluctuating rise and then a year-by-year decline for every district in Beijing. However, the healthy loss in 2016 was over 1.1 times higher than that for 2009, which implies the severe situation of air pollution in Beijing. Therefore, public policies in each district should be made for controlling haze pollution according to its location condition, and the economic assessment of air-pollution-related health damages should be introduced into the natural resources balance sheet in Beijing.

**Key Words:** haze pollution; health loss; economic assessment; Beijing

责任编辑：廖茂林