

文章编号:2095-2708(2017)01-0043-06

可吸入颗粒物与城市经济社会发展因素的相关性研究

刘严萍,王磊

(天津城建大学 经济与管理学院,天津 300384)

关键词:可吸入颗粒物;相关性分析;城市经济社会因素

摘要:选取可吸入性颗粒物作为反映城市城市环境空气状况的指标,并在综合考虑经济发展水平、能耗强度、能耗结构的基础上,选取能够反映城市经济社会发展水平的相关指标,以北京为研究区,通过统计年鉴获取2000-2014年相关数据,进行相关性分析实证研究。研究结果表明:工业能耗、生活消费中的煤炭能耗与可吸入性颗粒物浓度显著正相关,第三产业中的交通业与可吸入性颗粒物浓度显著负相关,生活消费中的电力、天然气能耗量均与可吸入性颗粒物量显著负相关,园林绿化面积与可吸入性颗粒物量呈现显著负相关。

中图分类号:F127 文献标识码:A

一、引言

空气中可吸入性颗粒物(PM₁₀,即空气动力学当量直径 $\leq 10\mu\text{m}$ 的颗粒物)已成为我国大中城市环境空气中的首要污染物。它不仅造成一系列环境问题,且对公众健康产生严重危害。对其初期的研究主要集中在对可吸入颗粒物的基本特性及其与经济发展的定性关系上展开^[1],可吸入颗粒物与城市经济发展水平因子相关性研究。近些年来,一些学者尝试从经济角度、环境社会角度等方面进行可吸入颗粒物相关的量化研究^[2-7],从现有成果来看,目前并未形成统一的分析指标框架,该领域仍存在较大研究空间。本文选取可吸入性颗粒物作为反映城市环境空气状况的指标,并选取能够反映城市经济、社会环境发展水平的有关指标,以北京为研究区,通过统计年鉴获取2000-2014年相关数据,进行相关性分析,并在初步相关分析结果基础上,对一些指标进行必要的细化与分析,从而达到对研究期内北京可吸入颗粒物浓度与城市经济发展水平因子的关系的深入剖析,论证了降低可吸入性颗粒物浓度的有效途径。

二、可吸入颗粒物与城市经济社会发展水平的相关性分析

(一)城市经济社会发展水平的表征因子及其样本数据选取

在参考相关文献的基础上^[1-5],本文选取多个指标表征城市经济社会发展水平,并从《北京统计年鉴》(2010-2014年)选取以下原始数据,鉴于北京市第一产业的比重较小,因而不做选择和分析:

用于进行相关性分析的表征城市经济社会发展水平的因子,一些可以采用原始数据,一些是在原始数据的基础上进行初步处理而得到的,如产业结构系数、能源强度:

1)产业结构系数:反映地区产业结构调整和优化水平的指标。通过计算第三产业和第二产业所占GDP比重之比来衡量。其计算公式为:第三产业经济占比/第二产业经济占比。

2)能耗强度:能耗强度是用于对比不同国家和地区能源综合利用效率的最常用指标之一,是能源利用与经济或物力产出之比,体现了能源利用的经济效益。最常用的计算方法有两种:一种是单位国内生产总值(GDP)所需消耗的能源;另一种是单位

收稿日期:2016-10-14 修回日期:2016-11-04

基金项目:天津市科技发展项目(15ZLZLZF00670)。

作者简介:刘严萍(1979-),女,河南汝南人,博士,讲师,主要从事城市管理研究。

产值所需消耗的能源。而后者所用的产值,由于随市场价格变化波动较大,因此若非特别注明,能耗强度均指代单位 GDP 能耗,最常用的单位为"吨标准煤/万元"。

3)城市化率:反映城市社会发展中人口结构状况,是衡量城市化发展程度的数量指标,通常用一定地域内城市人口占总人口比例来表示。其计算公式为:城市(镇)人口(非农业人口)/常住人口。

表 1 2000-2014 年北京城市经济社会发展因子统计数据

时间/年	城镇人口 (万人)	常住人口 (万人)	地区生产 总值 (亿元)	第二产业生 产总值(亿元)	第三产业 生产总产值 (亿元)	能源消耗 总量(万吨 /标准煤)	第二产业 能源消耗 总量(万吨 /标准煤)	工业能耗 总量(万吨 /标准煤)	第三产业 能源消耗 总量(万吨 /标准煤)	交通业能耗 总量(万吨 /标准煤)	生活消费 消耗总量 (万吨/ 标准煤)
2000	1356.9	1363.6	3161.7	1029.3	2055.1	4144.0	2424.8	-	1080.9	-	533.5
2001	1356.9	1385.1	3708.0	1137.1	2492.3	4229.2	2366.6	-	1196.2	-	561.0
2002	1356.9	1423.2	4315.0	1245.7	2988.8	4436.1	2414.6	-	1334.5	-	584.0
2003	1356.9	1456.4	5007.2	1482.4	3443.0	4648.2	2476.7	-	1391.0	-	680.6
2004	1356.9	1492.7	6033.2	1845.5	4102.4	5139.6	2664.2	-	1638.0	-	751.8
2005	1356.9	1538.0	6969.5	2017.2	4866.1	5521.9	2702.5	2599.1	1918.7	563.4	814.4
2006	1356.9	1601.0	8117.8	2177.9	5854.5	5904.1	2773.1	2670.1	2129.3	717.6	909.4
2007	1356.9	1676.0	9846.8	2493.9	7253.5	6285.0	2793.8	2685.0	2389.5	840.8	1005.3
2008	1356.9	1771.0	11115.0	2592.9	8410.7	6327.1	2550.5	2430.8	2610.5	993.9	1069.2
2009	1356.9	1860.0	12153.0	2804.2	9232.0	6570.3	2544.2	2392.4	2760.3	1025.2	1166.8
2010	1356.9	1961.9	14113.6	3325.7	10665.2	6954.1	2726.7	2559.7	2897.4	1104.8	1229.7
2011	1961.2	2018.6	16251.9	3678.0	12439.5	6995.4	2488.7	2329.7	3100.5	1185.9	1305.8
2012	1961.2	2069.3	17879.4	3962.6	13768.7	7177.7	2426.1	2275.7	3252.1	1235.1	1398.7
2013	1961.2	2114.8	19800.8	4292.6	15348.6	6723.9	2079.2	-	3109.1	1145.5	1438.3
2014	1961.2	2151.6	21330.8	4544.8	16627.0	6831.2	1998.4	-	3236.5	1204.2	1504.6

表 1 2000-2014 年北京城市经济社会发展因子统计数据(续表)

时间/年	人均生活用 能源煤炭消耗量 (千克)	人均生活用 能源电力 消耗量 (千瓦时)	人均生活用 能源液化 石油气 消耗量(千克)	人均生活用 能源天然气 消耗量 (千克)	人均生活用 能源汽油 消耗量 (升)	平均每万元 地区煤炭 消耗量 (吨)	平均每万元 地区石油 消耗量(吨)	园林绿化及 森林情况 (公顷)	可吸入性颗粒 物(毫克/立方米)
2000	223.6	363.6	13.7	16.4	31.4	-	-	7140.0	0.162
2001	209.6	392.5	13.1	18.7	38.4	0.77	0.23	7554.0	0.165
2002	156.0	445.8	16.3	24.1	50.7	0.66	0.25	7907.0	0.166
2003	187.8	488.2	20.2	28.4	61.8	0.63	0.22	9115.0	0.141
2004	167.6	546.2	22.2	32.9	72.2	0.59	0.2	10446.0	0.149
2005	154.1	586.8	20.8	37.4	93.5	0.55	0.2	11365.0	0.142
2006	169.9	651.1	16.8	54.8	136.8	0.39	0.15	11788.0	0.161
2007	169.1	651.1	16.8	54.8	136.5	0.33	0.15	12101.0	0.148
2008	148.4	674.8	12.8	53.1	153.8	0.28	0.14	12316.0	0.122
2009	150.7	709.4	12.5	54.3	162.1	0.25	0.13	18070.0	0.121
2010	145.9	729.1	11.3	53.1	164.9	0.22	0.12	19020.0	0.121
2011	140.5	727.2	10.7	52.7	167.6	0.15	0.1	19728.0	0.114
2012	133.2	791.8	9.3	56.5	174.4	0.14	0.09	21178.0	0.109
2013	147.7	750.6	9.9	57.1	180.7	0.11	0.08	22215.0	0.108
2014	137.6	793.5	11.0	59.6	182.5	0.09	0.08	28798.0	0.116

数据说明:

(1)平均每万元地区能源总消耗量、平均每万元地区煤炭消耗量、平均每万元地区石油消耗量 无 2000 年数据;

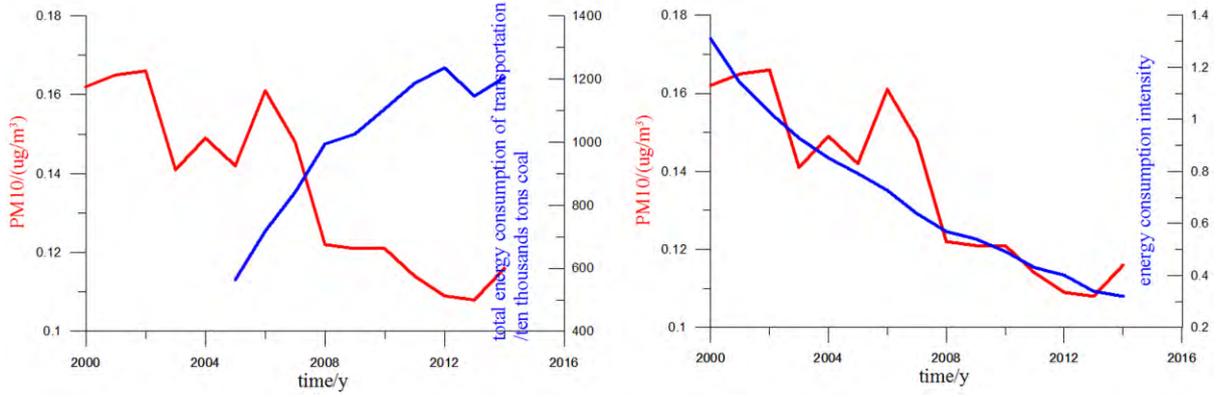
(2)交通业能耗总量、工业能耗总量 北京市统计年鉴从 2005 年开始统计,2013 年起统计年鉴将工业划分为采矿业、制造业和电力、热力、燃气及水生产和供应业,因而交通业能耗总量数据时间为 2005-2014,工业能耗总量数据时间为 2005-2012;

(3)其余数据时间均为 2000-2014,共计 15 年统计数据。

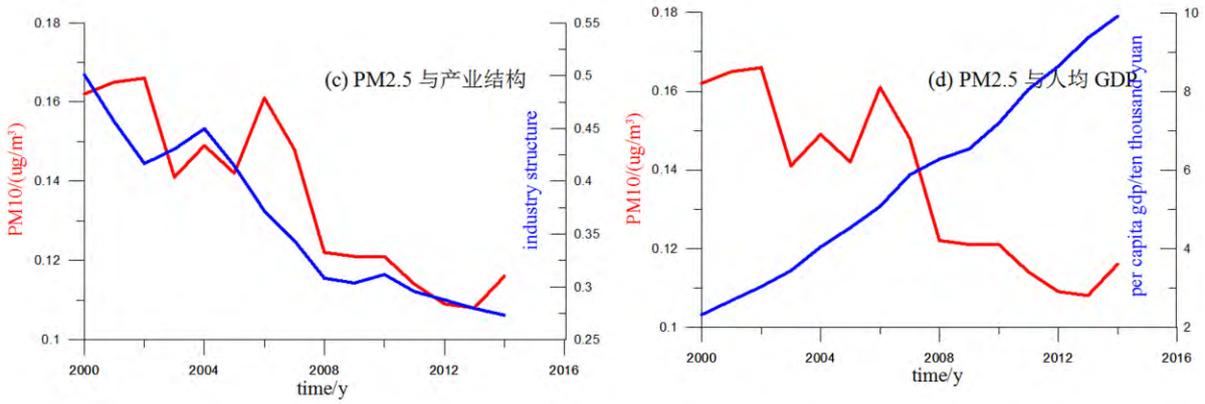
(二)可吸入性颗粒物与社会经济发展水平指标的比较

可吸入性微颗粒与社会经济发展指标之间是否存在正相关或负相关特性? 针对北京市 2000-2014

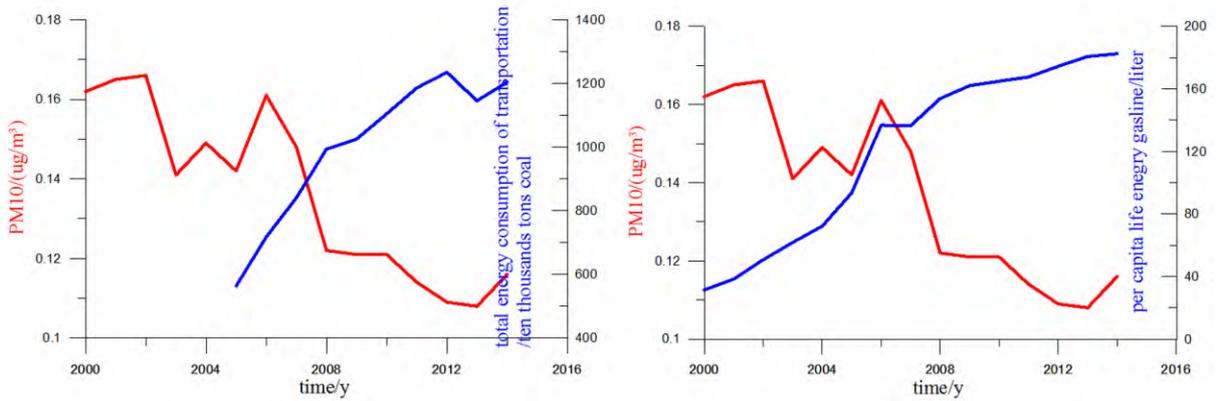
年的相关统计数据,开展可吸入性微颗粒浓度与对 PM2.5 与能耗强度、产业结构、人均 GDP、交通业能源消耗总量、人均生活用能源汽油与园林绿化及森林情况的比较,见图 1(a-f)。



(a) PM2.5 与园林绿化及森林情况 (b) PM2.5 与能耗强度



(c) PM2.5 与产业结构 (d) PM2.5 与人均 GDP



(e) PM2.5 与交通业能源消耗总量 (f) PM2.5 与人均生活用能源汽油

图 1 可吸入性颗粒物与城市经济社会发展因素比较

从图 1 可看出,可吸入性颗粒物浓度自 2000 年-2014 年经历了上升和下降过程,园林绿化及森

林情况、人均 GDP、交通业能源消耗总量、人均生活用能源汽油等指标呈现增大趋势,而能耗强度和产

业结构呈现下降趋势。利用相关统计分析可吸入性颗粒物浓度与城市经济社会发展水平指标的相关性,见表2。

(三)可吸入颗粒物与城市经济社会发展水平因子相关性统计及结果分析

表2 可吸入性颗粒物与城市经济社会发展水平指标的相关性统计

	可吸入性颗粒物	
	相关性系数	Sig 值
园林绿化及森林情况	-0.859	0.000
人均 GDP	-0.901	0.000
城市化率	0.279	0.314
产业结构	0.868	0.000
第二产业比重	0.877	0.000
第三产业比重	-0.878	0.000

从表2来看,园林绿化及森林面积在不断增长,且与可吸入性颗粒物间呈现显著负相关(相关系数为-0.859, $P=0.000<1\%$),这证明作为环境绿化的主体,有助于削减城市自身排放的污染,且作为对社会环境资本的投入城市绿化建设已被作为一项重要的基础设施建设纳入各级政府的国民经济和社会发展规划,绿化建设投入在不断加大。鉴于年鉴数据的有限性,不同绿化覆盖率和绿地类型对可吸入颗粒物影响有待数据可获性的基础上,在今后的研究中深化。

人均GDP与可吸入性颗粒物间关系,两者呈现显著负相关(相关系数为-0.901, $P=0.000<1\%$),人均GDP常作为发展经济学中衡量经济发展状况的指标,人均GDP的逐年上升及其与可吸入性颗粒物间呈现显著负相关证明公共财政用于空气污染治理方面的支出能力在增强。受到公众压力,政府出台了保护环境政策法规,加大对环境保护的公共投资,2012年之前,北京市每年都有专项投入用于治理大气环境的资金,而且每季度都有相应的投入,2012年之后,设PM2.5专项治理资金,治理投入的资金按流程按项目给予相应的财政拨款。随着人均收入进一步的增加,受产业结构调整和环境规制加强等影响,环境污染又由高趋低,环境质量逐渐得到改善。

城市化率与可吸入性颗粒物间关系未通过相关性检验,说明城市化过程中,城市人口的增长本身不是导致可吸入性颗粒物排放量增加的原因,伴随城市化人口增加的人类综合活动可能引发可吸入性颗粒物增多。

产业结构与可吸入性颗粒物间呈现显著正相关(相关系数为0.868, $P=0.000<1\%$),这证实产业

结构的优化有助于可吸入性颗粒物排放的降低。第二产业比重与可吸入性颗粒物间呈现显著正相关(相关系数为0.877, $P=0.000<1\%$),这证明可吸入性颗粒物是因第二产业的发展引起的,伴随着第二产业产值的不断攀升,可吸入性颗粒物排放量随之增加,通常而言,产值的增加可能带来能耗的加大,因而为了科学制定城市管理的对策,有必要进一步分析可吸入性颗粒物是由于第二产业中的哪类行业的产值增加带来的能耗上升所导致的。同时,第三产业比重与可吸入性颗粒物间呈现显著负相关(相关系数为-0.878, $P=0.000<1\%$),这证明第三产业的发展并未带来可吸入性颗粒物的增长,鉴于第三产业大多是服务业为主,且与可吸入性颗粒物排放有关且能耗较大的行业为交通业,因而有必要进一步分析交通业的能耗类型及消耗程度与可吸入性颗粒物的关系。

根据《北京统计年鉴》的分类,能耗强度主要按第一产业、第二产业、第三产业和生活消费四方面的能耗进行统计,围绕着可吸入性颗粒物的产生,第二产业能耗下细分指标中选择工业能耗和建筑业能耗,在第三产业的细分指标中选择交通业能耗为分析对象,在生活消费能耗下面的细分指标中选择人均生活用能源煤炭消耗量、人均生活用能源电力消耗量、人均生活用能源液化石油气消耗量、人均生活用能源天然气消耗量、人均生活用能源汽油消耗量五项作为研究对象。

表 3 可吸入性颗粒物与能耗强度各要素的相关性统计

	可吸入性颗粒物	
	相关性系数	Sig 值
能耗强度	0.891	0.000
能源消耗总量	-0.868	0.000
第二产业能源消耗总量	0.352	0.198
工业能耗总量	0.905	0.002
建筑业能耗总量	-0.703	0.023
第三产业能源消耗总量	-0.906	0.000
交通业能耗总量	-0.875	0.001
生活消费消耗总量	-0.915	0.000
人均生活用能源煤炭消耗量	0.758	0.001
人均生活用能源电力消耗量	-0.863	0.000
人均生活用能源液化石油气消耗量	0.618	0.014
人均生活用能源天然气消耗量	-0.759	0.001
人均生活用能源汽油消耗量	-0.857	0.000

第二产业能源消耗总量、建筑业能耗总量与可吸入性颗粒物间相关性未能通过检验,工业能耗总量与可吸入性颗粒物间具有正向关系(相关系数为 0.905, $P=0.002<1\%$),这说明可吸入性颗粒物的增加,是工业发展且产值在不断增加引起的。

第三产业能耗与可吸入性颗粒物间具有负向关系(相关系数为-0.906, $P=0.000<1\%$),且交通业能耗与可吸入性颗粒物间具有正向关系(相关系数为-0.875, $P=0.001<1\%$),这说明节能技术和新能源行业的发展也推动了减排,第三产业的发展多采用了清洁能源,特别是第三产业中最有可能引起可吸入性颗粒物增加的交通业,其发展并未激发可吸入性颗粒物的增长。生活消费消耗总量与可吸入性颗粒物间具有负向关系(相关系数为-0.915, $P=0.000<1\%$),生活消费消耗方面,人均生活用能源液化石油气消耗量与可吸入性颗粒物间关系未能通过相关性检验,除人均生活用能源煤炭消耗量与可吸入性颗粒物间具有正向关系(相关系数为 0.758, $P=0.001<1\%$)之外,其他几项与可吸入性颗粒物间均呈现负相关关系,这证明,生活消费方面多使用电力、天然气、汽油(油品改良后)等一些清洁能源。

三、结论

经实证研究发现:

(1)近些年来,城市空气污染治理各项举措下,可吸入性颗粒物量已经呈现不断下降的趋势。

(2)第二产业中工业能耗、生活消费中的煤炭能

耗,虽然逐渐呈现降低趋势,但均与可吸入性颗粒物量相关性较高,目前仍然是北京可吸入性颗粒物排放的主要来源。

(3)第三产业中的交通业与可吸入性颗粒物量关系密切,虽有所发展,但因我国对于油品升级,加之城市交通管理起到了正向作用,目前对可吸入性颗粒物排放的影响在不断降低。

(4)生活消费中的电力、天然气能消耗量不断提升,且均与可吸入性颗粒物量显著负相关,清洁能源的使用正在对空气质量的改善发挥积极作用。

因此,在今后的一段时间内,建议政府进一步推进北京地区的产业结构升级。与此同时,对于生活消费能耗而言,应降低煤炭使用,提倡电力、天然气等清洁能源的推广和替代,随着人均 GDP 的不断增长,建议扩展清洁能源使用的补贴范围和加大力度,特别是应涵盖对于公用事业等领域而限于市民生活消费领域,同时加强对园林绿化建设的推进。

参考文献:

- [1]钟无涯,颜玮.城市经济发展与 PM2.5 关系探析[J].城市观察, 2013,23(1):169-174.
- [2]孙建如,钟韵.我国大城市 PM2.5 影响因素的经济分析——基于市级面板数据的实证研究[J].生态经济, 2015,31(3):62-66.
- [3]张永安,邬龙.北京经济发展中 PM2.5 排放的驱动因素研究[J].生产力研究, 2014(11):57-60.
- [4]王琰.环境社会学视野中的空气质量问题——大气细颗粒物污染(PM2.5)影响因素的跨国数据分析[J].社会学评论, 2015,3(3):53-68.
- [5]于水,帖明.变化环境下的地方政府雾霾污染治理研究——基于 354 个城市 2001-2010 年 PM2.5 数据的分析[J].江苏社会科

- 学,2015(6):86-94.
- [6]康晓风,王光,张明华.京津冀地区经济发展与PM10浓度变化的灰色关联分析[J].中国环境监测,2015(5):1-6.
- [7]康春婷.我国城市经济发展与PM2.5关系研究[J].福建质量管理,2015(8):91-93.

Correlation Analysis between Particulate Matter and Urban Economic and Social Development Factors

LIU Yan-ping¹, WANG Lei²

(School of Economics and Management, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China)

Key words: particulate matter; correlation analysis; economic and social factor

Abstract: In the dual pressure that city development is increasingly impacted by limit resources and environment and environment pollution, to explore scientific development path, has become the most important issue the city managers have to be faced with. In this paper, particulate matter was selected as indicators of urban air pollution, and with considering the level of economic development, energy intensity and structure, some indicators were selected to reflect the level of urban economic and social development. Relevant data during 2000—2014 for correlation analysis is from Statistical Yearbook of Beijing. Result shows that though coal consumption in industrial energy consumption and living consumption is positive related to the amount of particulate matter. Transportation industry is negative related to the amount of particulate matter. Energy consumption of electricity and natural gas were significantly negatively correlated with the amount of particulate matter. Landscaping area has significant negative correlation with the amount of particulate matter.