
空气污染的定价：基于幸福感数据的分析

杨继东 章逸然*

内容提要 本文通过匹配城市空气污染数据和个人幸福感的微观调查数据,对空气污染与居民幸福感之间的关系进行了经验研究。结果发现:随着城市空气污染程度提高,居民个人幸福感显著下降;空气污染对幸福感的影响具有明显的异质性,空气污染对低收入群体、男性和农村居民的影响更大。估算空气污染的幸福定价发现,居民每年愿意为空气污染物(NO_2 浓度)下降 1 微克每立方米支付 1144 元;同等条件下中国居民对空气污染的支付意愿显著低于西方发达国家;我们发现空气污染不仅影响居民客观的健康水平,而且通过影响居民主观心情影响幸福感。

关键词 空气污染 幸福感 LSA 估值法

一 引言

近几年,全国多地不断遭受大范围雾霾天气侵袭,空气污染引发了社会各界广泛忧虑。随着收入水平的提高,人们逐渐意识到经济增长不是经济发展的唯一目标。经济增长和人均收入提高也不一定带来国民幸福感的上升(Easterlin, 1974)。我们更应

* 杨继东、章逸然:中国人民大学经济学院 中国人民大学企业与组织研究中心 电子信箱:yangjiedong2001@163.com, ruczyr1992@126.com 通信地址:中国人民大学经济学院明德主楼 611 100872。

作者感谢北京高等学校青年英才计划项目(YETP0220)和首都高校学科群建设项目(2014年)对本研究的资助。同时感谢中国人民大学经济学院组织经济学讨论会参与者对本研究提出的宝贵意见及匿名审稿人的修改建议。当然,文责自负。

该追求“有幸福的增长”。^①

人的幸福感受很多因素影响。研究发现,除了收入对幸福感具有重要影响外,个人年龄、健康状况及生活环境等也会显著影响幸福感(Easterlin, 1995; Gerdtham 和 Johannesson, 2001; Graham, 2009)。^②

特别地,在影响幸福感的诸多因素中,生活环境被看做是影响幸福感的重要因素(Bernanke, 2010)。Luechinger(2010)使用欧盟国家数据发现,空气中二氧化硫的浓度对个人幸福感具有负向影响。Levinson(2012)利用美国的数据,发现随着空气中PM10浓度的提高,居民幸福感显著下降。Cuñado 和 Gracia(2013)指出人们愿意付出1.4%的收入去减少1%的空气污染。遗憾的是,国内关于空气污染与幸福感的经验研究相对较少。空气污染不仅破坏生活环境,而且影响居民健康水平,那么空气污染势必影响人们的幸福感。问题是,空气污染对幸福感的影响有多大,中国居民愿意为减少空气污染放弃多少收入,空气污染通过什么机制影响人们的幸福感?现有研究并没有给出这些问题的答案。本文试图弥补国内关于空气污染与幸福感研究的不足,考察空气污染对中国居民幸福感的影响。

我们利用2010年中国综合社会调查数据中提供的个人幸福感数据,把地级市层面空气污染数据与个人幸福感数据进行匹配,在控制影响幸福感的城市特征和个人特征后,我们发现空气污染对于居民幸福感有显著的负向影响。给定在幸福感为“幸福”时,二氧化氮(NO_2)浓度每提高1微克每立方米($1\mu\text{g}/\text{m}^3$),居民对认为自己幸福的可能性下降0.034%。为了验证结果的稳健性,我们进一步匹配了其他年份空气污染和幸福感数据,获得了一个城市层面的面板数据样本,从而控制年份和城市固定效应。我们仍然发现空气污染的加剧降低了人们的幸福感。发现空气污染对幸福感具有负面影响可能并不奇怪,但有趣的问题是,空气污染对幸福感的影响在不同人群中是否相同?回答这一问题有助于理解不同人群对空气污染的不同态度。我们重点关注了空气污染对不同收入群体、不同性别和城乡居民之间影响的异质性。结果发现,空气污染对高收入者幸福感的损害相对较小,对低收入者幸福感影响较大;相对于女性和城市居民,空气污染对男性和农村居民的幸福感损害更大。

① 陈竺等在国际医学界最权威的《柳叶刀》杂志上发表的《中国积极应对空气污染对健康的影响》一文中估计,中国每年因室外空气污染导致的早死人数在35~50万人之间(Chen等,2013)。

② Easterlin(1995)认为“幸福-收入之谜”的原因在于,当社会总体收入水平和个人收入水平提高比例大致相当时,个人收入增长不会导致个人幸福感提升,其后很多学者也证实了这一结果(Clark 和 Oswald, 1996; Ferrer-i-Carbonell, 2005; Clark 等, 2008; Ball 和 Chernova, 2008)。

空气污染作为一种公共品,具有明显的非排他性和非竞争性的特征,很难进行市场化定价,因此通过对空气污染量化定价进行治理也比较困难(Levinson,2012)。通过建立幸福感方程,估计空气污染与幸福感的关系,我们能够对空气污染这种公共品进行定价。根据空气污染的幸福定价发现,城市空气污染物 NO_2 浓度平均每年每下降1微克每立方米($1\mu\text{g}/\text{m}^3$),居民每年的支付意愿为1144元,平均约占家庭年收入的3%。这一数值说明,中国居民对减少空气污染的支付意愿相对于居民收入水平而言是较高的,但是通过国际比较发现,中国居民对减少空气污染的支付意愿仍明显低于欧美发达国家。

本文的贡献主要有两点:第一,幸福感是一个重要的现实问题,已经成为近年学术研究的一个热点。基于中国的调查数据,国内学者研究证实,相对收入、城乡差距和就业状况、房价、腐败与社会信任等问题对幸福感有显著影响(罗楚亮,2006、2009;官皓,2010;何立新和潘春阳,2011;林江等,2012;何凌云和鲁元平,2011),但这些文献还没有讨论空气污染对幸福感的影响。本文把空气污染和个人幸福感数据相匹配,研究了空气污染与个人幸福感的关系,丰富了国内有关幸福感的研究。第二,近几年空气污染作为一个重要的环境问题,对经济和社会发展的影响引起了广泛关注。已有经济学文献侧重讨论空气污染和环境问题形成的原因,较少具体研究环境污染的后果(林伯强和刘希颖,2010;陈诗一,2011)。空气污染作为环境污染问题的一个重要方面,研究它对幸福感的影响可以加深人们对空气污染危害的认识。特别是通过估计空气污染的货币价值,有利于了解居民对减少空气污染的支付意愿,从而更加合理地利用经济手段治理空气污染。

本文以下安排为:第二部分评述国内外研究空气污染对幸福感影响的相关文献,并提出研究假说;第三部分介绍数据和研究设计;第四部分报告本文主要结果;第五部分是对空气污染影响幸福感机制的讨论;最后是简要结论。

二 研究假说

近些年,经济学家开始超越简单的GDP指标,从更广阔的视角审视社会福利的变化,越来越多的研究关心人们主观幸福感的影响因素及其变化。研究发现,除了收入对幸福感具有重要影响外,健康、就业和婚姻等因素也对幸福感具有重要的影响。生活环境对幸福感的影响也引起了经济学家的关注(Welsch,2007)。由于生活环境包含多个维度,研究表明噪音、气候和自然灾害对幸福感具有显著的负面影响。Van Praag

和 Baarsma(2005) 通过调查发现,受噪音影响,生活在阿姆斯特丹机场 50 公里内的居民幸福感显著低于其他地区。Rehdanz 和 Maddison(2005) 发现温度和降雨量会影响幸福水平。Luechinger 和 Raschky(2009) 利用 17 个经济合作组织(OECD)国家 1973~2004 年的数据,考察了洪水对幸福感的影响。在生活环境影响幸福感的分析框架下,一些文献开始研究空气质量与幸福感之间的关系。Levinson(2012) 利用美国的数据,通过 1984~1996 年个人幸福感调查数据匹配每日空气质量数据,研究了美国空气污染和居民幸福感之间的关系,发现空气污染降低了美国居民的幸福感受。Welsch(2006) 使用了欧盟 10 国 1990~1997 的面板数据,发现空气污染与人们的幸福感负相关;Ferreira 等(2013) 使用 23 个欧洲国家数据,发现二氧化硫(SO₂)浓度的增加,会导致居民幸福感下降。MacKerron 和 Mourato(2009) 研究了英国伦敦地区的情况,此外还有研究德国以及西班牙等国家的情况(Rehdanz 和 Maddison,2008;Cuñado 和 Gracia,2013),这些研究也都发现空气污染显著降低了居民的幸福感受。

空气污染物主要包括悬浮颗粒、硫化物和氮化物。污染物增加会显著增加人们患病的风险。空气污染降低幸福感的原因一方面在于空气污染影响了人们对患病风险的感知,长期暴露在较差的空气环境中,即使人们没有得病,但人们对患病的担心会增加,这种风险感知的情绪会带来幸福感的下降。另一方面,空气污染可能最终对人们的健康产生了实际的影响,而健康水平的下降必然带来幸福感的下降。Chen 等(2013) 的研究显示,中国空气污染将缩短北方居民平均寿命 5.5 年,并且会致使更多人群罹患肺癌、心脏病和中风。研究还发现,上世纪 90 年代,中国北方的空气污染已经减少了人们合计 25 亿年的寿命,这相当于变相减少了北方 1/8 的劳动力。尽管不少人对这一研究结果表示怀疑,但不可否认,空气污染正在侵蚀中国居民的健康和幸福。世界卫生组织报告显示,2005 年以来的空气污染对健康的损害日益严重,中国每年因室外空气污染死亡的人数约为 27.6 万。空气污染早已在潜移默化中降低了中国居民的生活质量,影响到了居民的健康水平。由于已有研究主要针对发达国家,对发展中国家空气污染与幸福感的关系研究较少。Li 等(2014) 利用中国甘肃金川的调查数据发现空气污染降低了幸福水平,但他们的研究局限于案例分析。本文试图以中国数据为基础,研究空气污染对中国居民幸福感的影响。根据当前的现实和已有文献,我们提出假说 1:

假说 1: 空气污染与居民幸福感水平之间显著负相关。

中国存在着广泛的群体差异,对于不同收入、性别、城乡群体来说空气污染造成的幸福感下降程度可能不同。在对幸福感影响因素的计量研究中发现,在绝对收入、相对收入、社会信任和腐败等因素对幸福感的影响上存在着城乡差异、地区差异、性别差异和不同收入群体等差异。例如,农村居民绝对收入对幸福的正向影响要大于城镇居民,相对收入对幸福感的提高效应在农村高于城镇(罗楚亮,2009);腐败对中西部居民的幸福感受害要大于东部,而社会信任对东部居民的幸福感受提升要大于中西部(何凌云和鲁元平,2011);在机会不均对幸福感的影响上,收入水平越高,机会不均对于幸福感的损伤越小(何立新和潘春阳,2011);在幸福感的传染性上,刘斌等(2012)发现女性更易传染幸福感,《中国20城市居民幸福感暨寿险需求研究报告》显示,女性群体更容易感受到幸福;定性研究也发现,城市女性对家庭、人际、伦理、情感等因素更为看重,“知足”对中国女性影响更深,各地女性均表现出在“相对幸福”上的优越感;而就不同收入群体来说,无论是对于个人收入还是家庭收入,高收入组人群的幸福量化评价均高于低收入组。因此,我们提出假说2:

假说2:空气污染对居民主观幸福感的影响在不同收入群体、性别和城乡居民之间存在差异性。

最后,利用主观幸福感的调查数据去探究幸福感的影响因素,估计空气污染与居民幸福感之间的关系,可以为一些不遵循市场定价法则的公共物品定价(Levinson, 2012)。已有研究已经对机场噪音、水灾、社会关系网络和恐怖主义等问题进行了定价研究。本文试图探究中国居民对空气污染的幸福定价,即通过幸福感方程,估计人们为减少空气污染的支付意愿和水平。由于中国尚处于发展中国家行列,居民对于生活水平要求还较偏重于对物质的追求,而对于生活环境的要求相对较低,财富水平更为人们所看重,空气污染的容忍度可能和西方发达国家存在差异,在对于幸福感方程系数估计的基础上,我们将对空气污染这一非市场化商品进行定价。

综上,本文试图回答以下三个问题:第一,空气污染是否对居民主观幸福感产生影响;第二,空气污染对幸福感的影响在不同收入群体、不同性别和城乡居民之间是否存在差异;第三,通过估计幸福感方程,计算中国居民为减少空气污染的支付意愿,并与其他国家进行比较。

三 数据与研究设计

(一) 数据来源与指标选取

本文的幸福感数据来源于中国综合社会调查(CGSS)。目前国内很多有关幸福感的研究使用了该调查2005和2006年的数据。^① 本文选择使用2010年的数据(简称CGSS2010),^②不仅因为这是最新公布的数据,而且因为2010年城市层面具有相对全面的空气污染数据统计。CGSS2010问卷里关于幸福感的问题是“总的来说,你认为自己的生活是否幸福”,答案选项为:“很不幸福”、“比较不幸福”、“居于幸福和不幸福之间”、“比较幸福”和“完全幸福”,遵循已有文献,本文将其作为5个等级定序变量1~5加以处理(Knight等,2009;罗楚亮,2009)。^③ 样本的幸福感分布如表1所示。在匹配城市空气污染数据后,幸福感分布没有发生显著变化。我们使用的样本与其他调查研究中幸福感的分布也基本相同。

我们关心的解释变量是空气污染。我们主要使用NO₂在大气中的浓度作为衡量空气污染的指标(单位为:微克每立方米($\mu\text{g}/\text{m}^3$))。城市层面NO₂浓度数据通过多个来源整理获得,包括2010年国家统计年鉴、2010年各省统计年鉴、2010年环保重点城市环境空气质量状况报告和2010年各市环境质量状况公报等。除了考虑城市层面空气污染数据中NO₂浓度的可获得性因素外,本文选择NO₂浓度作为空气污染指标还因为以下几点:第一,NO₂是氮氧化物中毒性最大的,易引起急性和慢性中毒;第二,相比PM₁₀、PM_{2.5},NO₂更容易长时间悬浮在空中,被吸入可能性更大,并可直抵人体肺部

① 例如何立新和潘春阳(2011)运用CGSS2005数据,考察收入差距与幸福感的关系。运用CGSS2006数据的有:刘斌等(2012)研究幸福感是否会传染;林江等(2012)研究城市房价、住房产权与幸福感之间的关系;李后建(2013)研究了婚姻匹配结构对幸福感的影响。

② CGSS2010的抽样设计采用多阶段分层概率抽样设计,在抽取初级抽样单元(县区)和二级抽样单元(村委会和居委会)时,利用人口统计资料进行纸上作业;而在村委会和居委会中抽取要调查的家庭时,则采用地图法进行实地抽样;在家庭中调查个人时,利用KISH表进行实地抽样。共11769个样本,其中城市样本7091个,农村样本4519个,匹配地级市层面NO₂浓度数据后样本量为8739个。通过对匹配数据前后幸福感分布状况,我们发现匹配前后幸福感分布基本相当。与其他同一年份的调查数据及相关研究使用的幸福感数据分布状况对比之后,我们认为本文所使用的幸福感数据具有一定的代表性。

③ 关于幸福感调查数据的研究,常常受到幸福感在个体之间是否具有可比性的质疑,Ng(1997)认为基数效用论是一个较强的假定,但是有足够的证据证明其是基数的而且个体间可比,而幸福感常常作为人的效用的一种衡量,不少学者也从实证角度说明幸福感是序数的,而且具有可比性(Finkelstein等,2009;Levinson,2012),Alesina等(2004)还比较了欧洲和美国人的幸福感差异。本文研究一国内部居民幸福感的影响因素,一国内部人群在思维方式、认知方式和价值观等存在相似性,也在一定程度上解决了这一问题。

空气污染的定价:基于幸福感数据的分析

表 1 居民主观幸福感分布情况

幸福感	2010 年全样本		2010 年匹配样本		相关 2010 年数据研究	
	样本数	比例 (%)	样本数	比例 (%)	全国人大财经委 调查 2010 (%) ^a	CGSS2003 ~2010 (%) ^b
非常不幸福	248	2.11	170	1.95	2.50	1.90
不幸福	905	7.69	643	7.36	9.80	8.60
一般	2081	17.68	1527	17.47	13.60	36.60
幸福	6652	56.52	4937	56.49	59.20	42.40
非常幸福	1883	16.00	1462	16.73	14.90	10.60

说明:^a数据来源为全国人大财经委员会副主任吴晓灵领导的中国民生指数课题组,《2010 年中国城市居民幸福感调查》;^b刘军强等(2012)在《经济增长时期的国民幸福感——基于 CGSS 数据的追踪研究》一文中运用中国综合社会调查 2003、2005、2006、2008 和 2010 年这 5 年数据对幸福感问题进行研究。

的深处,甚至穿透肺泡膜,对人体健康造成更大伤害。据测算,在不同地区所有年龄人群中,NO₂的平均健康危险度是 SO₂的 22.11 倍(李会娟等,2007);第三,NO₂是汽车尾气的主要物质,参与光化学烟雾的形成;第四,NO₂、SO₂以及 PM10 是环境保护监测中检测的主要空气污染物,NO₂治理相较于 SO₂ 和 PM10 明显滞后,从《中国环境状况公报》的显示来看,2009 年以来,三者中唯一没有下降趋势的就是 NO₂ 浓度。因此,考虑 NO₂ 浓度对幸福的影响以及减少排放的支付意愿,具有重要的现实意义。同时,为了考察本文结果对空气污染指标选择的敏感性,我们也分析了 SO₂ 和 PM10 对幸福感的影响。

控制变量主要为个体特征变量和城市特征变量。个体特征变量中,我们主要控制了受访者的经济状况,包括绝对收入、相对收入、住房面积;基本特征,包括性别、年龄、健康状况、受教育程度、婚姻、工作状况,身份特征,包括政治身份、民族、宗教;社会保障情况,包括医疗保障;社会态度,包括社会公平感、社会信任感、自评社会阶层和样本类型。附表中详细介绍了这些变量的具体处理方法和解释。由于本文的主要解释变量 NO₂ 浓度是城市层面的变量,城市间未观察的其他特征可能会导致 NO₂ 浓度的系数估计有偏。参考以往研究(何立新和潘春阳,2011;林江等,2012),本文也控制了其他城市特征变量,包括人均 GDP、基尼系数和房价增长率。城市人均 GDP 是很多文章普遍控制的一个变量,我们根据 CGSS2010 数据分别针对每一个地级市辖区来计算基尼系数。我们参照林江等(2012)研究中处理房价增长率的方法,获得了城市房价上涨

幅度变量。^① 在对本文结果的稳健性检验中,我们还进一步控制了城市固定效应。

表 2 各主要变量描述统计表

变量	均值	标准差	最小值	最大值
幸福感	3.79	0.870	1	5
NO ₂	36.699	12.707	13	58
城市人均 GDP	44 350	25 219	9068	106 880
城市基尼系数	0.434	0.066	0.283	0.576
城市房价增长率	0.153	0.093	-0.112	0.405
绝对收入(对数)	10.127	0.931	7.496	12.206
相对收入	2.828	1.250	1	5
性别	0.495	0.500	0	1
年龄	46.909	14.964	17	95
健康	3.616	1.096	1	5
受教育程度	2.422	0.866	1	4
婚姻状况	0.846	0.361	0	1
工作时间	30.005	29.179	0	168
政治身份	0.137	0.344	0	1
住房面积	107.124	190.160	4	7846
社会医疗保障	0.875	0.330	0	1
社会公平感	2.940	1.100	1	5
社会信任感	3.512	1.104	1	5
自评社会阶层	4.027	1.688	1	10
样本类型	0.654	0.476	0	1
宗教	1.251	1.004	1	8
民族	1.224	1.122	1	8

说明:数据来源说明见正文描述。变量详细处理过程和定义见附表。

值得指出的是,我们以家庭收入的自然对数值来衡量绝对收入,因为在中国,家庭收入对个人幸福感的意义可能更大,很多研究中控制的是家庭绝对收入(罗楚亮,2006、2009);相对收入在以往的研究中主要有两种衡量方法(官皓,2010),一种是研究者选择一个标准定义对比组,另一种方法是通过直接询问受访者的主观感受。总体来看,后一种方法,即受访者对自身所处的经济地位的自我评价最能精确表达受访者

^① 计算方式为先取对数然后差分。我们区分了直辖市、省会城市与其他城市,各省会城市和直辖市房价直接可查 2009 和 2010 年《中国统计年鉴》,其他城市房价我们用所在省份城市住房均价代替。

的个人感受(Graham 和 Pettinato,2001),所以我们使用的是个人对于收入是否公平的主观感受,即考虑到个人目前的教育背景、工作能力、资历等各方面因素,被访者认为自己的收入是否公平,问卷的答案选项分为不公平、不太公平、一般、比较公平、公平5个等级。除了收入,我们还考量了财富状况,我们使用住房面积来衡量受访者的财富水平(罗楚亮等,2009;沈坤荣和谢勇,2012)。对待社会的态度往往也会影响到个人的主观幸福感。很多研究涉及了个人对于社会的信任、社会公平感等个人与社会的联系和对社会的态度对幸福感的影响(Powdthavee,2008;张学志和才国伟,2011;刘斌等,2012)。

表2显示了上述各变量的描述统计。样本中的幸福感均值为3.79。平均城市NO₂浓度为36.699ug/m³。平均城市的基尼系数为0.43,低于国家统计局公布的2010年基尼系数为0.48这一数值。样本中,城市每年人均GDP为44352元,而全国人均GDP水平近3万元;平均房价增长率为15%。样本中的绝对收入(自然对数)均值为10.127,相对收入均值为2.828,从均值水平上来看,人们对于收入的公平性评价低于“一般”水平。样本中男女基本各占一半。从年龄结构上看,分布位于17岁到95岁之间,均值为47岁左右。从受教育程度来看,样本的平均受教育水平大于义务教育。值得一提的是,样本中社会公平感均值低于“一般”水平,自评社会阶层均值位于5以下,更加靠近“底层”,而社会信任感均值则略高于“一般”水平。

(二)模型设定

参考Levinson(2012)的计量模型,我们构建如下基本模型估计空气污染对居民幸福感的影响。假设:

$$Happiness_i = \beta Poll_j + \gamma \log Income + \theta Y_j + \lambda X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

其中, $Happiness_i$ 表示第*i*个居民幸福感程度; $Poll_j$ 表示第*j*个地级市空气污染程度,我们主要使用城市NO₂浓度来表示。系数 β 反映空气污染对居民幸福感的影响。 $\log Income$ 表示家庭年总收入对数。 Y_j 表示第*j*个地级市城市特征变量集合,包括人均GDP、基尼系数和房价增长率; X_i 是个人特征变量集合,包括第*i*个人的年龄、性别、受教育程度等个体特征变量。幸福感变量是可以区分的有序变量,在经验研究中通常采用有序响应模型进行估计。参考Levinson(2012)的研究,我们使用有序Probit(Ordered Probit)模型估计方程(1)。有序Probit模型最早由Mckelvey和Zavoina(1975)提出,现在已经广泛应用于离散有序变量估计模型中(Wooldridge,2002)。我们也使用有序Logit(Ordered Logit)模型和OLS方法估计了方程(1)。

空气污染本身是一种公共物品。公共物品的定价通常分为两大类:显示偏好方法

和陈述偏好方法(Luechinger 和 Raschky, 2009), 具体方法又包括旅行费用法、满意度评价法、意愿评价方法(彭希哲和田文华, 2003)和基于幸福感方程的定价估计——生活满意度法(Life Satisfaction Approach, LSA 估值法)。旅行费用法常会造成对于空气污染价值的低估, 因为人们往往会选择环境质量好的地方旅行或者居住, 从而产生了逆向选择问题; 意愿评价方法的缺点在于人们的答案可能存在策略性行为, 而 LSA 估值方法会力图避免这些问题。此外, LSA 方法也并不依赖均衡假设, 从幸福感角度直接衡量环境商品的价值, 而非直接询问被访者对于空气污染的估价。

根据 LSA 估值方法, 环境商品的系数和收入的系数可以被用来估计环境商品的支付意愿(willingness to pay, WTP)(Frey 等, 2009)。因此, 一旦估计出方程(1)的系数, 我们就可以对空气污染进行幸福定价。定价原理非常简单, 即在理性人追求效用最大化假设下, 空气污染减少所带来的边际效用等于收入增加带来的边际效用。在这种方法下, 幸福被看成效用, 并且幸福在人际间是可比较的。因此, 令 MU_I 表示收入增加对幸福的边际效用, MU_P 表示空气污染增加带来的边际效用。在最优条件下有 $|MU_I \Delta Income| = |MU_P \Delta Pollution|$ 。令 $\partial H / \partial Income$ 和 $\partial H / \partial Pollution$ 分别表示收入和空气污染对幸福的边际效应, 那么收入与空气污染的边际替代率为:

$$MRS = - \frac{\Delta Income}{\Delta Pollution} = \frac{\partial H / \partial Pollution}{\partial H / \partial Income} \quad (2)$$

根据方程(2), 一旦得到收入和空气污染的边际替代率, 便可以为空气污染进行估价。运用这种方法给非市场物品估值的研究较多, 如: 为机场噪音定价(Van Praag 和 Baarsma, 2005)、计算水灾的货币价值(Luechinger 和 Raschky, 2009)、给社会关系网络定价(Powdthavee, 2008)、估计恐怖活动的福利货币价值(Frey 等, 2007、2009)以及对空气污染的货币价值估计(Welsch, 2006; Luechinger, 2010; Levinson, 2012; Cuñado 和 Gracia, 2013), 上述研究都对这种估算方法给出了较为详细的讨论。

四 主要结果

(一) 空气污染对幸福感的影响

表3为采用有序 Probit 模型对方程(1)的估计结果。被解释变量为个人主观幸福感(Happiness), 感兴趣的解释变量为空气污染, 使用城市 NO_2 浓度表示, 控制变量包含城市和个人相关特征。模型1~4分别报告了在控制样本所在地级市人均 GDP、加入与收入相关的个体特征等控制变量以及加入更多个体特征控制变量与城市特征变

空气污染的定价:基于幸福感数据的分析

表 3 居民幸福感与空气污染的有序 Probit 估计

	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
空气污染(NO ₂ 浓度)	-0.0030 [*] (0.0012)	-0.0044 ^{***} (0.0014)	-0.0039 ^{***} (0.0015)	-0.0036 ^{**} (0.0015)
城市人均 GDP(对数)	0.2280 ^{***} (0.0262)	0.1580 ^{***} (0.0304)	0.2020 ^{***} (0.0321)	0.2210 ^{***} (0.0331)
基尼系数				3.2890 (3.0060)
基尼系数平方				-2.6840 (3.3980)
房价增长率				-0.2630 [*] (0.1510)
绝对收入		0.2120 ^{***} (0.0157)	0.1040 ^{***} (0.0199)	0.1150 ^{***} (0.0201)
相对收入		0.2180 ^{***} (0.0118)	0.1200 ^{***} (0.0130)	0.1180 ^{***} (0.0130)
性别			-0.1340 ^{***} (0.0291)	-0.1340 ^{***} (0.0291)
年龄			-0.0455 ^{***} (0.0060)	-0.0449 ^{***} (0.0060)
年龄平方			0.0005 ^{***} (0.0001)	0.0005 ^{***} (0.0001)
健康			0.2200 ^{***} (0.0153)	0.2200 ^{***} (0.0153)
是否接受过义务教育			0.1860 ^{***} (0.0560)	0.1990 ^{***} (0.0562)
是否接受过高中教育			0.2010 ^{***} (0.0641)	0.2210 ^{***} (0.0643)
是否接受过大学以上教育			0.1010 (0.0735)	0.1280 [*] (0.0740)
婚姻状况			0.3840 ^{***} (0.0431)	0.3750 ^{***} (0.0432)
工作时间			0.0015 (0.0014)	0.0014 (0.0014)
工作时间平方			-0.00003 [*] (0.00002)	-0.00003 [*] (0.00002)
政治身份			0.1060 ^{**} (0.0424)	0.1030 ^{**} (0.0424)
住房面积			0.0002 ^{***} (0.0001)	0.0002 ^{***} (0.0001)

(续表 3)

社会医疗保障			0.1880*** (0.0425)	0.1790*** (0.0426)
社会公平感			0.2230*** (0.0161)	0.2210*** (0.0161)
社会信任感			0.0847*** (0.0146)	0.0845*** (0.0146)
自评社会阶层			0.1370*** (0.0097)	0.1370*** (0.0097)
样本类型			0.0190 (0.0354)	0.0510 (0.0362)
宗教			控制	控制
民族			控制	控制
最大似然比	-10 227.34	-7874.49	-6945.65	-6936.86
伪 R ²	0.0047	0.0438	0.1216	0.1227
样本数	8623	6910	6626	6626

说明:括号中为稳健性标准误差,***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平。下表同。

量下空气污染对居民主观幸福感的影响。从表3的结果可以发现:第一,反映空气污染的NO₂浓度对于幸福感的影响系数是负的,即在其他条件不变的情况下,NO₂浓度提高会显著降低居民的主观幸福感。由于有序Probit模型估计系数仅仅反映了空气污染对幸福感影响的方向,所以还需估计空气污染对于幸福感的边际效应。根据模型4,进一步分析有序Probit的边际效果,我们发现NO₂浓度每提高1μg/m³,居民的主观幸福感为幸福(Happiness=4)的可能性下降0.034%,为“非常幸福”(Happiness=5)的可能性下降0.074%。^①

我们也发现,城市人均GDP水平越高,幸福感水平也会越高。基尼系数与个人的主观幸福感呈现倒U型关系,但并不显著。^②房价上涨对居民的幸福感会有负向作用。从个体特征变量与幸福感的关系看,相对收入和绝对收入越高,居民主观幸福感

① 约58.93%的样本主观幸福感在“幸福”以上,92.25%在中等水平以上,所以此处我们更关心当Happiness=4和5时,NO₂浓度的边际效应解释。

② 在模型4中删去城市基尼系数和工作时间的二次项,基尼系数的系数为0.9200,在1%的显著性水平上显著,工作时间的二次项系数为-0.0010,在10%的显著性水平上显著。不过考虑到各幸福感研究在处理基尼系数和其二次项上的做法以及理论上基尼系数和幸福感应该呈现一个倒U型关系,且经验分析的结果符号与以往经验和理论研究成果相符合,所以这里的模型还是带入了基尼系数的一次项和二次项,这样的做法对NO₂浓度系数几乎不产生影响。此处说明源自审稿人的意见,作者在这里表示感谢。

越强,相对收入对幸福的影响说明人们会更多考虑和他人的对比(官皓,2010)。从性别来看,男性幸福感显著低于女性,这可能与男性通常面临着比女性更大的压力有关,也可能是性别之间存在明显的心理差异。从年龄来看,幸福感与年龄是一个显著的U型关系。从健康水平来看,健康水平越高,幸福感越高;教育水平与幸福感正相关。单身的人可能有着更小的生活压力,因而他们的幸福感更高;工作时间对于个人主观幸福感有重要影响。

住房面积反映了一个家庭的财富水平,我们发现住房面积大会给人带来生活上的愉悦感,增加人们的幸福感;社会医疗保障能够增加人们在生病时获得保障的确定性,从而提高人们平日里的生活质量,增加幸福感;社会信任感、社会公平感和社会阶层分别从三个方面衡量了人们对待社会的态度,社会冲突和矛盾较少、公共安全程度高以及拥有更强社会网络和在日常生活中的成功人士,他们的社会信任感更强(Delhey 和 Newton,2003),生活得更加幸福。

(二)空气污染影响幸福感的异质性分析

很多研究考虑了相关因素影响幸福感的异质性问题。张学志和才国伟(2011)发现较之中等收入和低收入者,高收入者相对收入对于幸福感提升作用更强。何立新和潘春阳(2011)发现收入差距对于低收入和高收入者的幸福感损害大于中等收入者,对城市和农村进行的分组研究发现,较之城市居民,农村居民的相对收入提高对幸福感的正向作用和收入差距对幸福感的负向影响均相对较大。何凌云和鲁元平(2011)发现腐败对于中等收入和高收入者幸福感的负面影响更大。也有学者在探究幸福感的人际传染问题时发现,幸福感更易在女性中传染(刘斌等,2012)。为了考察空气污染对幸福感的影响是否具有异质性,我们研究了空气污染对不同收入群体、不同性别和城乡居民幸福感影响的异质性。表4分别展示了空气污染影响幸福感,对不同收入群体、性别和城乡群体的异质效应。

首先,我们根据居民收入水平,把全部样本划分为3组:低收入组、中等收入组和高收入组。分组的依据是将收入由低到高进行排位,位于前1/3的居民被定义为“低收入组”,位于后1/3的定义为“高收入组”,余下为“中等收入组”。低收入组家庭年收入为1800~17000元,中等收入组为17040~36000元,高收入组为36100~200000元。表4中,根据收入分组的回归结果,我们发现一个有趣的现象:空气污染对低收入居民幸福感的影响较大,系数为-0.0091,而对于中等收入和高等收入者幸福感影响不显著。

前面的结果说明了两个问题:第一,空气污染对幸福感的影响随着收入水平的变

化而变化。第二,通常直观上认为,高收入者可能更加厌恶空气污染,但检验结果显示空气污染对高收入群体幸福感的影响较小。我们认为,虽然在宏观意义上,伴随收入水平提高,人们对空气污染的容忍程度下降,但在微观层面,给定城市空气污染程度一定,当面临相同的空气污染时,高收入者有更多外部选择抵消空气污染的影响。换句话说,高收入者可能拥有更多物质条件去帮助他们弥补因空气污染而受到的损害,比如经常去空气条件较好的天然氧吧旅游,购买在城市上风向、环境污染相对较轻地区的住房,经常进行医疗保健等。相反,低收入者很难通过外部选择消除空气污染的负面影响。对低收入者而言,除了呼吸较差的空气,他们别无选择。因此,空气污染对低

表 4 空气污染影响幸福感的异质性分析

		被解释变量: <i>Happiness</i>		
收入分组	解释变量	低收入	中等收入	高收入
	空气污染 (NO ₂ 浓度)	-0.0091 *** (0.0028)	0.0002 (0.0026)	-0.0016 (0.0026)
	控制变量	控制	控制	控制
	最大似然比	-2349.07	-2357.54	-2146.36
	伪 R ²	0.1266	0.1224	0.0888
	样本数	2032	2240	2354
			男	女
性别分组	空气污染 (NO ₂ 浓度)	-0.0067 *** (0.0021)	-0.0003 (0.0021)	
	控制变量	控制	控制	
	最大似然比	-3406.97	-3500.10	
	伪 R ²	0.1292	0.1223	
	样本数	3282	3344	
			城市	农村
城乡分组	空气污染 (NO ₂ 浓度)	0.0009 (0.0019)	-0.0125 *** (0.0027)	
	控制变量	控制	控制	
	最大似然比	-4383.49	-2509.49	
	伪 R ²	0.1271	0.1262	
	样本数	4332	2294	

说明:我们根据不同维度对全部样本进行了分组,考察空气污染对幸福感影响的异质性。分组回归的被解释变量为个人主观幸福感(*Happiness*),解释变量为NO₂浓度,控制变量包含模型4中所有控制变量。

收入者幸福感的影响更大。这一结果也提醒我们,治理污染需要考虑空气污染的异质性效应。

其次,男性和女性对空气污染的反应是否存在差异?我们考察了空气污染对幸福感的影响是否随性别差异而发生变化。表4中基于性别差异的分组回归结果显示,空气污染物 NO_2 浓度对女性幸福感影响并不显著,空气污染对男性幸福感的影响更强。洪大用和肖晨阳(2007)的研究结果表明在中国男性比女性更关心环境问题,他们从社会化理论和社会结构理论在中国的适用性解释了这个问题。女性以家庭为中心的角色一定程度上导致女性疏离公共空间,对公共事务和公共话题缺乏敏感性;相比之下,男性更接近公用空间,更多从事生产性劳动,承担的家庭和社会责任更多,其接受空气污染侵害的时间会更多,受空气污染损害几率会更大,所以空气污染对男性幸福感的损害也相对较大。从空气污染对城乡居民幸福感影响的差异性来看,空气污染物 NO_2 浓度对农村居民的负面影响非常显著,系数为-0.0125,这意味着,在同一个地级市辖区内的城市和农村,如果空气污染程度大体相同,农村居民幸福感的损失更大。在面临着相同的空气污染侵害时,城市更好的医疗条件、更多的收入机会、更高的收入水平可能在一定程度上减少空气污染的侵害。

值得指出的是,我们通常认为城市居民和高收入者应该更厌恶空气污染,但是上述研究却发现空气污染并没有显著降低他们的幸福感。为了进一步考察这一问题,后文我们分析了空气污染影响幸福的机制,发现空气污染影响幸福感可能存在两种机制:直接机制和间接机制。直接机制是指通过直接接触污染,增加了患病风险,降低了幸福感;间接机制是指空气污染真实地影响了健康或心理等中间因素,从而降低居民幸福感。我们的研究发现,空气污染通过降低健康水平从而影响幸福感水平。高收入者和城市居民在面对相同的空气污染时,比低收入者和农村居民的抵御能力更强,因而空气污染对幸福的影响相对不显著。^①

(三)空气污染的幸幸福定价

根据方程(2)的定价方法,在理性人追求效用最大化假设下,均衡时($dHappiness = 0$),假设 Y 表示收入, P 表示空气污染。根据方程(2),边际替代率为 $\frac{\partial Y}{\partial P} = \frac{\hat{\beta}}{\hat{\gamma}}$,其中 $\hat{\beta}$ 和 $\hat{\gamma}$ 分别表示空气污染(NO_2)和家庭收入影响幸福感的边际效应。借鉴 Levinson

^① 也有一种可能性是我们使用了2010年的数据,而大多居民对空气污染的关注是在2010年11月美国驻华使馆公布 $\text{PM}_{2.5}$ 数据后。2010年后空气污染影响幸福的直接机制可能增强,因为直接机制的作用依赖人们关于空气污染的知识 and 关注度的增加。我们将在未来的研究中使用最新的数据考察这一问题。

(2012)的方法,当方程(1)中使用对数收入替代收入水平的时候,根据方程(2)可以计算居民为减少空气污染的平均支付意愿(willingness to pay: WTP),即为减少1单位NO₂排放量而愿意减少的收入,为 $-Y \frac{\beta}{\gamma}$ 。据此,我们对空气污染进行定价,首先考虑有序 Probit 模型的边际效应,边际效应的回归结果见表5的 Panel A。有序 Probit 模型通常在均值处取边际效果,因为幸福感均值为3.79,我们利用 $Happiness = 4$ 时有序 Probit 的边际效应效果来计算减少污染的平均支付意愿,此时空气污染(NO₂)的边际效应为-0.00034,收入对数的边际效应为0.01119。给定计算平均支付意愿是样本平均收入为37 061元,由上述公式计算得出空气污染的定价 $WTP = (0.00034/0.01119) \times 37\ 061 = 1125$ 元。这说明为了保持幸福感不变,居民愿意为NO₂浓度每降低1ug/m³而支付1125元;

Ferrer-i-Carbonell 和 Frijters (2004)发现当幸福感是一个序数表示方式时,OLS线性回归和有序 Probit 及有序 Logit 模型得出的系数估计结果大致相当,^①所以在表5 Panel B中我们还通过 OLS 回归、有序 Logit 回归以及有序 Probit 的回归系数对空气污染进行了估价,得到的结果分别为1250元、1005元和1144元,这说明不同方法估计的空气污染定价估值结果是稳健的。

我们把空气污染的支付意愿估值和欧美国家相比较(见表5 Panel C)。Welsch (2006)发现在上世纪90年代的西欧10国,居民对降低NO₂浓度下降1ug/m³支付意愿的估价约为760美元;MacKerron 和 Mourato (2009)发现NO₂浓度每下降1%,英国伦敦居民愿意支付年收入的5.3%;Levinson (2012)发现在美国,居民每年愿意为NO₂浓度下降1ug/m³支付891美元。考察不同国家居民对减少空气污染的支付意愿可以发现,无论从占家庭总收入的比重来看,还是增减收入与减少空气污染之间的替代关系来看,NO₂浓度在中国的货币价值明显要低于欧美国家。如果简单地数值比较,不考虑其他因素,中国居民对空气污染的支付意愿比欧美国家要低。此外,在国外对空气污染物估价研究中,Luechinger (2010)通过LSA方法得出在欧盟国家及挪威,二氧化硫的货币价值是150~312美元,即二氧化硫每下降1ug/m³,个人的支付意愿为150~312美元;Levinson (2012)对美国1984~1996年居民幸福感的研究发现,

① 不少文章也对这一发现做出评论:Levinson (2012)认为,由于定价中关注的是空气污染系数与收入系数的比例,而非单独关注两者分别对幸福感的边际效应,所以估值的结果对幸福感方程系数是采用线性还是非线性方法估计并不敏感。官皓(2010)的文章中以有序 Probit 为主要回归方法,同时也采用 OLS 和有序 Logit 回归,结果发现三者系数基本相同,他认为这也验证了 Ferrer-i-Carbonell 和 Frijters (2004)发现的正确性。

空气污染的定价:基于幸福感数据的分析

PM10 空气浓度对个人的幸福感有负面作用,每年 PM10 浓度下降 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$,居民的支付意愿为 728 美元。

表 5 空气污染的幸福感定价

Panel A: 空气污染的边际效应						
Happiness	回归系数	边际效应				
		非常不幸福	不幸福	一般	幸福	很幸福
NO_2	-0.00355 ** (0.00147)	0.00005 ** (0.00002)	0.00034 ** (0.00014)	0.00069 ** (0.00029)	-0.00034 ** (0.00015)	-0.00074 ** (0.00031)
绝对收入 $\ln\text{income}$	0.11538 *** (0.02007)	-0.00169 *** (0.00034)	-0.01101 *** (0.00195)	-0.02256 *** (0.00398)	0.01119 *** (0.00213)	0.02408 *** (0.00418)
Panel B: 有序 Probit、OLS 和有序 Logit 估价比较						
	β	γ	Y	WTP = -Y(β/γ)		
有序 Probit ^a	-0.00034	0.0112	37 061	1125		
OLS	-0.00284	0.0842	37 061	1250		
有序 Logit	-0.00593	0.2186	37 061	1005		
有序 Probit ^b	-0.00355	0.1150	37 061	1144		
Panel C: 空气污染的幸福感定价国际比较						
	国家	估计方法	NO_2 排放量每下降 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 支付意愿(¥)	占平均收入的比重(%)		
本文	中国	有序 Probit	1144	3.09		
		OLS	1250	3.37		
		有序 Logit	1005	2.71		
Welsch(2006)	欧盟	FE、RE	5144(\$ 760)			
MacKerron 和 Mourato(2009)	英国伦敦	有序 Probit		5.30		
Levinson(2012)	美国	OLS	6031(\$ 891)			

说明:Panel A 为有序 Probit 回归的边际效应,回归的被解释变量均为主观幸福感,即 *Happiness*,主要解释变量为 NO_2 浓度,即 NO_2 ,控制变量包含表 3 模型 4 中的所有控制变量。Panel B 为根据幸福感方程不同估计方法对于空气污染的估价:^a表示在有序 Probit 模型下,由于幸福感 *Happiness* 的均值为 3.79,接近于 4,我们计算 *Happiness* = 4 时有序 Probit 中空气污染和收入的边际效应,进而计算污染定价。^b表示直接利用有序 Probit 模型系数中空气污染和收入的回归系数进行计算。Panel C 中美元换算人民币根据 2010 年美元加权平均汇率计算,100 美元等于 676.95 元人民币。

(四) 稳健性检验

为了验证估计结果是否对估计方法敏感,我们采取 OLS 和有序 Logit 估计方法对方程(1)进行估计(见表 6)。表 6 结果显示,OLS 和有序 Logit 估计得到的空气污染对

幸福感影响的系数仍然显著为负。空气污染降低了人们的幸福感。Ferrer-i-Carbonell 和 Frijters(2004) 也发现当幸福感是一个序数表示方式时, OLS 线性回归、有序 Probit 及有序 Logit 得出的系数估计结果大致相当。

表 6 有序 Logit 和最小二乘法回归结果

	OLS	有序 Logit
NO_2	-0.0028 *** (0.0010)	-0.0059 ** (0.0026)
控制变量	控制	控制
样本数	6626	6626
伪 R^2	0.2610	0.1228

说明:表中回归的被解释变量均为主观幸福感,即 *Happiness*,主要解释变量为 NO_2 浓度,控制变量包含表 3 模型 4 中的所有控制变量。

除了 NO_2 外,中国环境监测的空气污染物还包括 SO_2 和 PM_{10} ,为了检验不同空气污染指标对幸福感的影响,我们在方程(1)中加入 SO_2 和 PM_{10} 空气污染物浓度。回归结果见表 7。

表 7 第 3 列单独加入 SO_2 ,第 4 列单独加入 PM_{10} ,第 5 列同时加入 SO_2 和 PM_{10} ,第 6 列把 NO_2 、 SO_2 和 PM_{10} 加总后作为一个总空气污染指标,结果发现,加入其他空气污染变量后, NO_2 的系数并没有发生明显的变化,故而模型 4 的结果较为稳健。

有趣的是,表 7 中第 1 列的结果显示,单独把 SO_2 浓度加入回归方程,并不能得到显著的结果。第 2 列表明, PM_{10} 空气浓度对幸福感的影响是负的,但并不显著。第 5 列把三种污染指标同时放入估计方程, NO_2 和 PM_{10} 的影响显著为负, SO_2 系数显著为正。总的来说, NO_2 和 PM_{10} 的空气浓度对幸福的影响基本上是负的,而 SO_2 浓度对幸福感的影响方向我们不能得到明确的结论。我们推测,这可能是数据问题,我们检验发现 SO_2 浓度数据存在较多异常值。这可能与 2010 年以来,在节能减排的压力下, SO_2 排放大幅下降有关。 SO_2 浓度的大幅下降导致其对人体健康损害不断减小,对幸福感的影响也在减少。^①

作为悬浮颗粒物的 PM_{10} 对幸福感的影响并不显著,造成这一结果的原因也可能与我们使用的数据有关。尽管作为悬浮颗粒物的 PM_{10} 虽然更容易被人们感知,但是在 2010 年本文调查数据形成时,人们对空气污染中悬浮颗粒物的关注程度还没像现在这样强烈。人们对悬浮颗粒物的关注是在 2010 年 11 月 21 日,美国驻中国大使馆公布监测到的北京空气质量 $PM_{2.5}$ 后,对 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 等指标的讨论骤然升温。

① 我们考察了空气污染影响幸福感的机制。发现空气污染可能通过影响健康水平影响幸福感。但是,使用健康作为被解释变量, SO_2 和 PM_{10} 作为解释变量,发现城市层面的 SO_2 和 PM_{10} 浓度对健康没有显著影响,而 NO_2 显著降低了居民的健康水平。

空气污染的定价:基于幸福感数据的分析

本文受数据限制,更加注重空气污染是否通过健康等间接机制影响幸福感。从本文的检验结果来看,空气污染的确通过间接的健康机制影响人们的幸福感。在未来的研究中,我们将使用更新的调查数据,看看在人们增加了对悬浮颗粒物的了解后,PM10浓度的变化如何影响幸福感。

表 7 加入不同空气污染物下 NO₂ 浓度对居民主观幸福感的影响

	(1) SO ₂	(2) PM10	(3) NO ₂ & SO ₂	(4) PM10&NO ₂	(5) NO ₂ & SO ₂ &PM10	(6) NO ₂ + SO ₂ +PM10
NO ₂			-0.0050 *** (0.0018)	-0.0068 *** (0.0017)	-0.0067 *** (0.0020)	-0.0018 ** (0.0007)
SO ₂	0.0008 (0.0013)		0.0014 (0.0013)		0.0029 * (0.0015)	
PM10		-0.0012 (0.0011)		-0.0004 (0.0011)	-0.0033 *** (0.0013)	
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本个数	5987	5814	5987	5814	5294	5294
伪 R ²	0.1262	0.1253	0.1267	0.1264	0.1310	0.1298

说明:表中回归的被解释变量均为主观幸福感,即 *Happiness*; NO₂ 浓度处理方式与上文相同;最后一列中空气污染 = NO₂ + SO₂ + PM10 之和。其中 PM10 和 SO₂ 浓度数据存在较多异常值,因此删去了上下 5% 异常值后再加入回归之中。控制变量包含表 3 模型 4 中的所有控制变量。

最后,前文使用 2010 年截面数据分析,可能遗漏了城市其他特征变量和时间变量,导致估计结果有偏。已有文献在用城市层面数据匹配幸福感微观调查数据,研究影响幸福感的因素时,也都仅控制了所关心的城市层面特征变量以及有限的其他城市层面变量。例如,何立新和潘春阳(2011)研究城市层面收入差距对幸福感影响,控制了人均 GDP 对数、人均财政支出对数和房地产价格对数;林江等(2012)考察了地级市层面房屋价格对幸福感的影响,除了房价之外没有再控制其他地级市层面因素;何凌云和鲁元平(2011)研究腐败水平对幸福感的影响,除地级市层面腐败水平外还控制了城市 GDP 增长率、收入不平等水平和通货膨胀率;Cuñado 和 Gracia(2013)研究西班牙空气污染对幸福感的影响,其所控制的地区变量包括人均 GDP、就业率和气候。本文考虑到房价和收入不平等是近年来对人们生活态度有较大影响的两大问题,以及人均 GDP 是一个地区较多经济因素综合影响下的结果,参考以往文献研究,我们控制了城市层面的房价增长率、基尼系数以及人均 GDP 水平。这里,我们也试图通过控制城

市固定效应和年份固定效应减轻遗漏变量导致的内生性问题。由于国家统计局年鉴中每年有 31 个全国重点城市的 NO_2 浓度指标,我们用 31 个城市 2005 和 2006 年的 NO_2 浓度面板数据匹配 CGSS2005 和 CGSS2006 年的相关数据,结合前文中 2010 年的数据,组成了一份新的 2005 ~ 2010 年的数据。^① 考虑到不同年份间的问卷差异,控制变量发生了一些变化,最终数据样本量也有所减少,但是我们可以控制年份和城市的固定效应。

估计结果报告在表 8 中。在控制城市和年份固定效应后,空气污染对幸福感的影响仍然是负向的,显著性水平有所下降,但就系数符号来看, NO_2 浓度对于居民主观幸福感的影响是负值。结果表明截面数据估计结果基本是稳健的。

五 空气污染影响幸福感的微观机制

作为社会心理体系一个部分的幸福感,受到许多复杂因素影响,既包括客观因素,如就业状况、收入和健康等,也与人的心理素质、生活态度、个性特征密切相关。空气污染究竟是通过何种机制影响居民幸福感的? 总体来说空气污染对个人幸福感的影响可以分为直接和间接两种,那么空气污染究竟是直接对人们的幸福感受产生了影响,还是间接影响了人们的心情或者危害到了人们的健康状况,进而影响主观幸福感

^① 由于 CGSS2008 匹配数据后,只有 645 个观测值,且集中在东部的大城市,为了避免偏误,删去了 CGSS2008 的观测样本。在此数据中, NO_2 浓度的均值为 $46.93\text{ug}/\text{m}^3$,方差为 $12.26\text{ug}/\text{m}^3$,最小值为 $12\text{ug}/\text{m}^3$,最大值为 $68\text{ug}/\text{m}^3$ 。

表 8 混合截面数据有序 Probit 回归结果

	(1)	(2)	(3)
NO_2	-0.0110*** (0.0010)	-0.0045** (0.0011)	-0.0039 (0.0040)
控制变量	控制	控制	控制
年份固定效应	-	控制	控制
城市固定效应	-	-	控制
样本数	10924	10924	10880
伪 R^2	0.1006	0.1059	0.1215

说明:表中的被解释变量为主观幸福感,即 *Happiness*,主要解释变量为 NO_2 浓度,其他控制变量由于版面所限未展示。控制变量为家庭年收入对数、相对收入、年龄和平方项、受教育程度、性别、每周工作时间和平方项、是否来自城市、婚姻状况、政治身份、是否是汉族、是否信仰宗教、健康状况、地级市人均 GDP 对数、城市基尼系数。变量处理方法均与 2010 年截面数据相同。如果考虑地级市层面聚类标准误差,则表 8 中 NO_2 的系数分别为 -0.0111、-0.0045 和 -0.0039,聚类标准误差分别为 0.0022、0.0025 和 0.0057。

的。我们试图对空气污染影响幸福感的微观机制做进一步分析。由于我们的调查数据是在 2010 年调查获得的,而中国居民对于空气污染中直接接触污染物造成幸福感下降,主要是通过接触空气中的悬浮颗粒物。在美国使馆公布 PM2.5 后,人们对空气污染物的认知增加,相关直接机制作用体现的相对更强。而在此之前,空气污染可能更容易从间接机制影响主观幸福感。^① 空气污染很可能通过影响身体健康而降低幸福感。《全球疾病负担 2010 年报告》指出,2010 年中国可能因室外空气污染导致 120 万人早死。Chen 等(2013)研究发现长期暴露在污染的空气中,总悬浮颗粒物每提高 100ug/m³,人的寿命平均会缩短 3 年。如果空气污染主要通过影响健康水平和主观心情降低了人们的幸福感水平,上述间接机制成立,那么在方程(1)中加入健康和心情变量后,空气污染对幸福感的影响可能变得不显著或者下降。为了验证上述猜测,我们报告了表 9。我们把方程(1)中的控制变量分别逐步加入健康和心情抑郁程度,结果发现,随着健康和心情抑郁程度的加入,NO₂浓度的系数逐渐变小,且对于幸福感影响的显著性也降低。当方程(1)中不加入健康和心情抑郁程度时,NO₂浓度的系数为-0.0050,在 1% 上的显著水平上显著;加入健康后,其系数变为-0.0035;进一步加入心情抑郁程度,系数变为-0.0032。

表 9 空气污染影响幸福的机制

Happiness	(1)	(2)	(3)	(4)
NO ₂	-0.0050 *** (0.0015)	-0.0035 ** (0.0015)	-0.0039 *** (0.0015)	-0.0032 ** (0.0015)
健康 Health		0.2200 *** (0.0153)		0.1440 *** (0.0164)
心情 Depress			-0.2570 *** (0.0158)	-0.2030 *** (0.0168)
控制变量	控制	控制	控制	控制
伪 R ²	0.1007	0.1227	0.1278	0.1335
样本数量	6626	6626	6612	6611

说明:控制变量中包含所有表 3 模型 4 中的控制变量。

进一步,我们将方程(1)解释变量替换为健康水平,分别对不同收入群体及总体做有序 Probit 估计。表 10 的第 1 列结果表明在控制其他因素后,空气污染对健康具有明显的负面影响。从表 10 中 Panel A 的结果发现,不同收入群体中空气污染物 NO₂浓度对于居民健康程度的影响,对高收入者健康的损害相对较小,且不显著,而对低收入者健康损害很大且具有显著

① 在 CGSS2010 问卷中“您认为就中国当前的情况而言,下列各项问题中最重要的是哪个”和“您认为第二重要的问题是哪个”这两道题的答案中,分别只有 5.57% 和 9.12% 的人选择“环境”,而选择“医疗”的分别有 31.18% 和 27.99%,选择“教育”的分别有 23.86% 和 27.87%,选择“经济”的分别有 15.24% 和 14.22%,选择“贫困”的分别有 16.56% 和 13.09%。通过调查数据的分析,2010 年人们直接对环境问题的关心程度远低于对教育、医疗经济发展等这些与物质以及生活质量直接相关的问题,对环境问题的关注低于经济发展。

性。这也在一定程度上证实:空气污染通过影响居民健康进而影响主观幸福感,高收入者有更多的收入去防止空气污染对健康的危害与损伤,导致空气污染对高收入阶层幸福感的影响相对较小,而空气污染对低收入者的健康影响最大,最终也将显著影响低收入阶层的幸福感。表 10 Panel B 中,我们将个

表 10 空气污染对健康和心情的影响

变量	Panel A:健康			
	全样本	低收入	中等收入	高收入
NO_2	-0.0063 *** (0.0013)	-0.0072 ** (0.0025)	-0.0061 ** (0.0024)	-0.0036 (0.0025)
控制变量	控制	控制	控制	控制
伪 R^2	0.0852	0.0677	0.0693	0.0895
样本数	7859	2032	2241	2355
Panel B:心情				
NO_2	0.0036 *** (0.0012)	0.0071 *** (0.0025)	0.0033 (0.0023)	0.0019 (0.0024)
控制变量	控制	控制	控制	控制
伪 R^2	0.0449	0.0497	0.0334	0.0215
样本数	7841	2025	2235	2354

说明:表中被解释变量为健康和心情。健康的定义如前文说明。主要解释变量为 NO_2 浓度,控制变量为家庭年收入对数、相对收入、年龄和平方项、受教育程度、性别、每周工作时间和平方项、是否来自城市、婚姻状况、政治身份、是否是汉族、是否信仰宗教、地级市人均 GDP、城市基尼系数。

人的沮丧程度作为被解释变量,检验空气污染是否会影响人们的心情以及在不同收入群体中的异质性。沮丧程度来自 CGSS2010 年的问卷。其问题设计为:在过去的 4 周中,您感到心情抑郁或沮丧的情形是? 1~5 分别表示从不、很少、有时、经常、总是。表 10 中的结果显示,给定其他条件相同,城市空气污染越严重,人们越容易感到沮丧。空气污染对个人心情有负向影响,且与健康相类似,空气污染对低收入人群的心情沮丧作用相比于高收入群体更大且更为显著。如果幸福感反映了人们的主观心理状态,那么我们的结果表明空气污染可能通过影响人们的心情进而影响幸福感。我们的这些证据都是初步的,关于空气污染影响幸福感的机制,在未来的研究中值得深入讨论。

六 结论

本文通过匹配城市空气污染数据和个人幸福感数据,研究了空气污染与个人幸福感之间的关系。结果发现,在控制诸多影响幸福感的因素后,空气污染会显著降低居民幸福感。空气污染对幸福感影响存在异质性,空气污染对低收入群体、男性和农村居民的负面影响更大。借助 LSA 方法,通过估算空气污染定价,我们发现 NO_2 浓度每

下降 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, 居民边际支付意愿为 1144 元每年, 约占平均居民年收入的 3%。通过汇率换算后发现, 中国居民对空气污染的平均支付意愿低于欧美发达国家。空气污染不仅影响人们的健康水平, 而且通过影响人们的主观心情降低了居民幸福感。我们的研究丰富了幸福感研究文献, 也增加了人们对空气污染问题的认识。我们的估算方法依赖一定的假设条件, 未来的研究可以利用其他方法对空气污染的影响进行更深入的研究。

发展经济的最终目的是提高人们的幸福水平。如果为了追求经济增长而破坏我们赖以生存的环境, 经济增长还有多少意义? 为了提高居民的幸福水平, 解决空气污染问题已经刻不容缓。衣服脏了, 可以清洗, 东西坏了, 可以舍弃, 如果空气污染了, 我们能不能不呼吸? 共同建设“美丽中国”, 我们要同呼吸, 共奋斗。

参考文献:

- 陈诗一(2011):《中国碳排放强度的波动下降模式及经济解释》,《世界经济》第4期。
- 官皓(2010):《收入对幸福感的影响研究:绝对水平和相对地位》,《南开经济研究》第5期。
- 何立新、潘春阳(2011):《破解中国的“Easterlin悖论”:收入差距,机会不均与居民幸福感》,《管理世界》第8期。
- 何凌云、鲁元平(2011):《社会信任与居民主观幸福感》,《第十一届中国制度经济学年会论文汇编(下)》。
- 洪大用、肖晨阳(2007):《环境关心的性别差异》,《社会学研究》第2期。
- 李会娟、于文博、刘永泉(2007):《城市二氧化氮,悬浮颗粒物,二氧化硫健康危险度评价》,《国外医学》第28期。
- 李后建(2013):《门当户对的婚姻会更幸福吗?——基于婚姻匹配结构与主观幸福感的实证研究》,《人口与发展》第19期。
- 林伯强、刘希颖(2010):《中国城市化阶段的碳排放:影响因素和减排策略》,《经济研究》第8期。
- 林江、周少君、魏万青(2012):《城市房价,住房产权与主观幸福感》,《财贸经济》第5期。
- 刘斌、李磊、莫骄(2012):《幸福感是否会传染》,《世界经济》第6期。
- 刘军强、熊谋林、苏阳(2012):《经济增长时期的幸福感——基于CGSS数据的追踪研究》,《中国科学科学》第12期。
- 罗楚亮(2006):《城乡分割,就业状况与主观幸福感差异》,《经济学(季刊)》第3期。
- 罗楚亮(2009):《绝对收入,相对收入与主观幸福感——来自中国城乡住户调查数据的经验分析》,《财经研究》第11期。
- 罗楚亮、李实、赵人伟(2009):《我国居民的财产分布及其国际比较》,《经济学家》第9期。
- 彭希哲、田文华(2003):《上海市空气污染疾病经济损失的意愿支付研究》,《世界经济文汇》第2期。
- 沈坤荣、谢勇(2012):《不确定性与中国城镇居民储蓄率的实证研究》,《金融研究》第3期。
- 张学志、才国伟(2011):《收入,价值观与居民幸福感——来自广东成人调查数据的经验证据》,《管理世界》第9期。
- Alesina, A; Di Tella, R. and MacCulloch, R. “Inequality and Happiness: Are Europeans and Americans

Different?" *Journal of Public Economics*, 2004, 88(9), pp.2009-2042.

Ball, R. and Chernova, K. "Absolute Income, Relative Income, and Happiness." *Social Indicators Research*, 2008, 88(3), pp.497-529.

Bernanke, B. "The Economics of Happiness." Commencement address; Remarks by Ben S. Bernanke, Chairman, Board of Governors of the Federal Reserve System, at the University of South Carolina Columbia, South Carolina, 2010, 8.

Chen, Z.; Wang, J. N.; Ma, G. X. and Zhang, Y. S. "China Tackles the Health Effects of Air Pollution." *The Lancet*, 2013, 382(9909), pp.1959-1960.

Chen, Y; Ebenstein, A.; Greenstone, M. and Hongbin, L. "Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, 110(32), pp.12936-12941.

Clark, A E. and Oswald, A J. "Satisfaction and Comparison Income." *Journal of Public Economics*, 1996, 61(3), pp.359-381.

Clark, A. E.; Frijters, P. and Shields, M A. "Relative Income, Happiness, and Utility: An Explanation for the Easterlin Paradox and Other Puzzles." *Journal of Economic Literature*, 2008,46, pp.95-144.

Cuñado, J. and de Gracia, F P. "Environment and Happiness: New Evidence for Spain." *Social Indicators Research*, 2013,112(3), pp.549-567.

Delhey, J. and Newton, K. "Who Trusts? The Origins of Social Trust in Seven Societies." *European Societies*, 2003, 5(2), pp.93-137.

Easterlin, R A. "Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence." *Nations and Households in Economic Growth*. New York Academic Press,1974.

Easterlin, R. A. "Will Raising the Incomes of All Increase the Happiness of All?" *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1995, 27(1), pp.35-47.

Ferrer-i-Carbonell, A. and Frijters, P. "How Important Is Methodology for the Estimates of the Determinants of Happiness?" *The Economic Journal*, 2004, 114(497), pp.641-659.

Ferrer-i-Carbonell, A. "Income and Well-Being: An Empirical Analysis of the Comparison Income Effect." *Journal of Public Economics*, 2005, 89(5), pp.997-1019.

Ferreira, S.; Akay, A.; Brereton, F.; Cuñado, J.; Martinsson, P.; Moro, M. and Ningal, T. F. "Life Satisfaction and Air Quality in Europe." *Ecological Economics*, 2013, 88, pp.1-10.

Finkelstein, A. ; Luttmer, E. F. P. and Notowidigdo, M. J. "Approaches to Estimating the Health State Dependence of the Utility Function." *American Economic Review*, 2009, 99(2), pp.116-121.

Frey, B S.; Luechinger, S. and Stutzer, A. "Calculating Tragedy: Assessing the Costs of Terrorism." *Journal of Economic Surveys*, 2007, 21(1), pp.1-24.

Frey, B S.; Luechinger, S. and Stutzer, A. "The Life Satisfaction Approach to Valuing Public Goods: The Case of Terrorism." *Public Choice*, 2009, 138(3-4), pp.317-345.

Gerdtham, U G. and Johannesson, M. "The Relationship between Happiness, Health, and Socio-Economic

空气污染的定价:基于幸福感数据的分析

Factors: Results Based on Swedish Microdata." *Journal of Socio-Economics*, 2001, 30(6), pp.553-557.

Graham, C. and Pettinato, S. "Happiness, Markets, and Democracy: Latin America in Comparative Perspective." *Journal of Happiness Studies*, 2001, 2(3), pp.237-268.

Graham, C. "Why Societies Stay Stuck in Bad Equilibrium: Insights from Happiness Studies amidst Prosperity and Adversity." Conference on Frontiers in Labor Economics: The Economics of Well-Being and Happiness, Washington, DC. 2009.

Knight, J.; Song, L. and Gunatilaka, R. "Subjective Well-being and Its Determinants in Rural China." *China Economic Review*, 2009, 20(4), pp.635-649.

Levinson, A. "Valuing Public Goods Using Happiness Data: The Case of Air Quality." *Journal of Public Economics*, 2012, 96(9), pp.869-880.

Li, Z.; Folmer, H. and Xue, J. "To What Extent Does Air Pollution Affect Happiness? The Case of the Jinchuan Mining Area, China." *Ecological Economics*, 2014, 99, pp.88-99.

Luechinger, S. and Raschky, P. A. "Valuing Flood Disasters Using the Life Satisfaction Approach." *Journal of Public Economics*, 2009, 93(3), pp.620-633.

Luechinger, S. "Life Satisfaction and Transboundary Air Pollution." *Economics Letters*, 2010, 107(1), pp.4-6.

MacKerron, G. and Mourato, S. "Life Satisfaction and Air Quality in London." *Ecological Economics*, 2009, 68(5), pp.1441-1453.

McKelvey, R. D. and Zavoina, W. A. "Statistical Model for the Analysis of Ordinal Level Dependent Variables." *Journal of Mathematical Sociology*, 1975, 4(1), pp.103-120.

Ng, Y. K. "A Case for Happiness, Cardinalism, and Interpersonal Comparability." *Economic Journal*, 1997, 107(445), pp.1848-1858.

Powdthavee, N. "Putting a Price Tag on Friends, Relatives and Neighbors: Using Surveys of Life Satisfaction to Value Social Relationships." *Journal of Socio-Economics*, 2008, 37(4), pp.1459-1480.

Rehdanz, K. and Maddison, D. "Climate and Happiness." *Ecological Economic*, 2005, 52(1), pp.111-125.

Rehdanz, K. and Maddison, D. "Local Environmental Quality and Life-satisfaction in Germany." *Ecological Economics*, 2008, 64(4), pp.787-797.

Van Praag, B. and Baarsma, B. E. "Using Happiness Surveys to Value Intangibles: The Case of Airport Noise." *The Economic Journal*, 2005, 115(500), pp.224-246.

Welsch, H. "Environment and Happiness: Valuation of Air Pollution Using Life Satisfaction Data." *Ecological Economics*, 2006, 58(4), pp.801-813.

Welsch, H. "Environmental Welfare Analysis: A Life Satisfaction Approach." *Ecological Economics*, 2007, 62, pp.544-551.

Wooldridge, J. M. "Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data." 2002, Cambridge, MIT Press.

附表 各变量和指标的解释及详细处理过程

变量	来源	文中处理
被解释变量: 幸福感 <i>Happiness</i>	CGSS2010 题号:A36	幸福感分为很不幸福、比较不幸福、居于幸福和不幸福之间、比较幸福、完全幸福,作为定序变量1~5带入回归;拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
解释变量: NO_2	国家和省份 统计年鉴、 环境公告	单位为微克每立方米(ug/m^3),数值型变量
控制变量		
城市特征变量		
城市人均GDP <i>gdp</i>	各省、市统 计年鉴	单位为元,数值型变量
城市基尼系数 <i>citygini</i>	CGSS2010 题号:A8a	运用 <i>stata</i> 中 <i>ginidesc</i> 命令将每个地级市被访者收入等分后求取基尼系数,同时也产生了其平方项,为数值型变量
城市房价增长率, <i>houseprice</i>	国家统计局 年鉴	分别对2010年和2009年房屋价格求得自然对数 $\ln houseprice_{2010}$ 、 $\ln houseprice_{2009}$,房屋价格增长率为 $(\ln houseprice_{2010} - \ln houseprice_{2009})$,其中房屋价格的单位为元
个体特征变量		
绝对收入 <i>lnHincome</i>	CGSS2010 题号:A62	分别剔除收入的上下2%的样本,设置为缺失,以防止异常值出现;拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
相对收入 <i>xdincome</i>	CGSS2010 题号:D5a	考虑到个人目前的教育背景、工作能力、资历等各方面因素,被访者认为自己的收入是否公平,分为不公平、不太公平、一般、比较公平、公平,作为定序变量1~5带入回归;拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
性别 <i>gender</i>	CGSS2010 题号:A2	将未回答设置为缺失值,产生一个哑变量是否为男(是=1;否=0)
年龄 <i>age</i>	CGSS2010 题号:A3	将拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值,同时产生年龄的平方项
健康 <i>hea</i>	CGSS2010 题号:A15	将目前的健康状况——很不健康、比较健康、一般、比较健康、很健康作为1~5定序变量带入,将拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
受教育程度 <i>educ</i>	CGSS2010 题号:A7a	将受教育程度分为未受过教育,接受过义务教育(包括私塾、小学及初中),接受高中教育(包括职业高中、普通高中、中专、技校),接受大学及以上教育(包括大学专科成人高等教育、大学专科正规高等教育、大学本科成人高等教育、大学本科正规高等教育、研究及以上),产生哑变量,作为三个哑变量——是否接受过义务中教育、是否接受高中教育、是否接受大学及以上教育(是=1,否=0)带入;将拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值

空气污染的定价:基于幸福感数据的分析

(续附表)

婚姻状况 <i>maritus</i>	CGSS2010 题号:A69	将婚姻状况分为——单身(包括未婚、离婚和丧偶),非单身(包括同居、已婚、分居未离婚),设置为一个哑变量是否为单身(是=1,否=0)带入回归;将拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
工作时间 <i>wtime</i>	CGSS2010 题号:A53	将上一周工作状态为带薪休假、学习、临时停工或季节性歇业等,停薪休假、学习、临时停工或季节性歇业等,未从事任何以获得经济收入为目的的工作的工作时间设为0,其余拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值;另外产生工作时间的二次项
政治身份 <i>political</i>	CGSS2010 题号:A10	政治身份分为两类党员、非党员(包括民主党派、共青团员、群众),拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值,产生一个哑变量是否为党员(是=1;否=0)带入回归
住房面积 <i>area</i>	CGSS2010 题号:A11	拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
社会医疗保障 <i>care</i>	CGSS2010 题号:A61	产生一个哑变量,是否有城市基本医疗保险/新型农村合作医疗保险/公费医疗(是=1;否=0);拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
社会公平感 <i>fare</i>	CGSS2010 题号:A35	个人对社会公平的主观感受——完全不公平、比较不公平、居中、比较公平、完全公平,作为1~5定序变量带入回归,拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
社会信任感 <i>trust</i>	CGSS2010 题号:A33	是否认为这个社会中大多数人可以信任——完全不同意、比较不同意、无所谓同意不同意、比较同意、完全同意,作为1~5定序变量带入回归,拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
自评社会阶层 <i>class</i>	CGSS2010 题号:A43a	1~10个等级,1表示最底层,10表示最高层;拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
样本类型 <i>city</i>	CGSS2010 题号:S5	样本来自于城市还是农村,作为一个哑变量带入回归,是否来自于城市(是=1,否=0),拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
宗教 <i>religion</i>	CGSS2010 题号:A5	宗教信仰为不信仰宗教、信仰佛教、道教、民间信仰、回教伊斯兰教、天主教、基督教和其他8类,作为7个哑变量带入;拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
民族 <i>nation</i>	CGSS2010 题号:A4	民族分为汉、蒙、满、回、藏、壮、维、其他8类,作为7个哑变量带入;拒绝回答、不知道、不适用的样本设置为缺失值
情绪 <i>depress</i>	CGSS2010 题号:A17	在过去的四周中,您感到心情抑郁或沮丧的情形是?1~5分别表示从不、很少、有时、经常、总是

(截稿:2014年8月 责任编辑:宋志刚)