

# 社会、经济与环境因素对老年健康和死亡的影响

## ——基于中国 22 省份的抽样调查

曾毅<sup>1,2\*</sup> 顾大男<sup>3</sup> Jama Purser<sup>4</sup> Helen Hoenig<sup>4</sup> Nicholas Christakis<sup>5</sup>

1. 北京大学国家发展研究院 北京 100871
2. 杜克大学医学院老龄与人类发展研究中心 美国达勒姆 27710
3. 联合国人口司 美国纽约 10017
4. 杜克大学医学院 美国达勒姆 27710
5. 耶鲁大学社会学系 美国康涅狄格州 06520

**【摘要】**基于全国 22 省市 886 个县 15 973 位老人 2002—2005 年跟踪调查数据,本文应用多水平多元 logit 模型,对社会、经济和环境因素对老年健康和死亡的影响进行了分析。结果表明,控制了个人层面相关变量后,空气污染显著增加了老人 ADL(日常生活自理能力)残障、认知功能差与累计健康亏损指数上升的可能性。降雨量的增加则显著降低了老人 ADL 残障和认知功能差的风险。极低的气温显著增加了老人 ADL 残障的风险与死亡风险,而极高的气温显著增加了老人认知功能差和累计健康亏损指数上升的可能性。居住在山区的老人 ADL 残障风险较低,累计健康亏损指数亦较低。此外,人均 GDP、15~64 岁人口的劳动参与率以及文盲率对中国老年人的生理健康、心理健康、整体健康水平以及死亡风险有显著的、作用方向不同的影响。最后,得出如下结论:保护自然环境、改善社会经济状况的干预措施将有利于改善老人健康、降低老人死亡风险。

**【关键词】**社会经济因素;自然环境;空气污染;老年健康;死亡

中图分类号:R197 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1674-2982.2014.06.010

### Associations of environmental factors with health and mortality among Chinese elderly: A sample survey in 22 provinces in China

ZENG Yi<sup>1,2</sup>, GU Da-nan<sup>3</sup>, Jama Purser<sup>4</sup>, Helen Hoenig<sup>4</sup>, Nicholas Christakis<sup>5</sup>

1. National School of Development, Peking University, Beijing 100871, China;
2. Center for Study of Aging and Human Development and Geriatric Division, School of Medicine, Duke University, Durham 27710, USA
3. United Nations Population Division, New York 10017, USA
4. School of Medicine, Duke University, Durham 27710, USA
5. Department of Sociology, Yale University, Connecticut 06520, USA

**【Abstract】**We analyzed data from a nationally representative sample of 15,973 elderly residents from 866 counties and cities in 2002 and followed up in 2005 with multilevel logistic regression models to investigate how social, economical environmental factors are associated with health outcomes and mortality risk. After control individual-level factors, we found that air pollution increased the odds of disability in activities of daily living (ADLs), cognitive impairment, and health deficits index. More rainfall was protective, reducing the odds of ADL disability and cognitive impairment. Extremely low seasonal temperatures increased the odds of ADL disability and mortality. Extremely high seasonal temperatures increased the odds of cognitive impairment and health deficit index. Living in a mountain area decreased

\* 基金项目:国家自然科学基金(71110107025, 71233001);NIA/NIH(R01 AG023627)与 UNFPA 联合资助项目; 本文的部分研究还受到 NCMRR/NICHD(5K01HD049593)和 NIA/NIH(1P30AG028716)的资助

作者简介:曾毅,男(1952 年—),博士,教授,北京大学健康老龄与发展研究中心主任,美国杜克大学医学院老龄与人类发展研究中心和老年医学部教授,荷兰皇家艺术与科学院外籍院士,德国 Max Planck Institute for Demographic Research“杰出研究学者”,主要研究方向为健康老龄影响因素和保障机制跨学科研究、多维家庭人口预测分析方法及应用、人口分析与相关政策研究。E-mail: zengyi68@gmail.com

本文的实证分析结果曾在《美国公共卫生杂志》发表。

the odds of ADL disability and health deficits. The conclusion is that efforts to reduce pollution and improve socioeconomic conditions could significantly improve the health and survival of the elderly.

**【Key words】** Socioeconomics factor; Physical environment; Air pollution; Elderly health; Mortality

改革开放以来,中国在经济高速增长的同时<sup>[1]</sup>,也伴随着比较严重的生态环境恶化<sup>[2-4]</sup>。例如,今天的中国,约有40%的土地遭遇水土流失和植被破坏。<sup>[5-8]</sup>这一现象并非中国独有,许多发展中国家同样面临着经济高速发展与生态环境破坏的两难境地。<sup>[9-10]</sup>因此,尽管社会经济发展能有效改善居民健康,但伴随而来的生态环境恶化却可能起相反作用。

同时,中国还面临着由于死亡率和生育率大幅下降,以及20世纪五、六十年代生育高峰出生的庞大人群进入老年而带来的人口快速老化的严峻挑战。2010年,中国65岁及以上人口为1.19亿,占总人口8.87%。按比较保守的中死亡率方案和相对乐观的低死亡率方案的预测区间结果表明,我国65岁及以上老年人在2030年将达到2.4亿~2.5亿,占总人口的16.3%~17.0%,在2050年将攀升至3.5亿~4.0亿,占总人口的24.1%~26.4%。<sup>[11]</sup>按Nizamuddin等人的估计,中国和其他一些发展中国家的人口老龄化速度大概是欧美国家的3.3~4.4倍。<sup>[12]</sup>

既往研究发现,社会经济条件与自然环境状况与个人的健康与存活息息相关。<sup>[13-16]</sup>老年人对周边的社会与自然环境较为敏感,环境恶化对老年人健康与存活的冲击相对于中青年更为明显<sup>[17-19]</sup>,人口快速老化以及伴随经济高速增长的生态环境恶化对老年人及其家庭的生活质量会有显著的负面影响<sup>[20]</sup>。而且,发展中国家在社会保障以及环境保护方面因经济发展水平较低而滞后于发达国家,面临着未富先老的严峻挑战。由于老年人在承受外界影响方面的敏感性和脆弱性,对其健康状况与社会、经济和环境的相关性分析有助于识别健康危险因素,并采取适宜的干预措施。<sup>[19]</sup>因此,关于社会、经济与环境因素对老年健康和死亡的影响研究对于发展中国家制定相应的可持续发展战略与公共卫生、社会保障政策具有重要意义。

然而,目前关于社会、经济、环境与老年健康的相关研究可能存在一定的局限性。首先,极少有全国范围、具有代表性的跟踪调查收集包含老人面临的主要环境因素的数据。<sup>[19]</sup>大多数现有文献仅使用一个或少数几个大都市的社区与个人数据<sup>[17,21]</sup>,

甚至是仅仅使用了汇总数据<sup>[22-23]</sup>。其次,几乎所有的既有研究由于数据限制,主要关注85岁以下的老年人。这是很不够的,因为85岁及以上高龄老人的增长速度是65岁以上整个老人群体的两倍<sup>[24]</sup>,高龄老人对环境的敏感度更高,因环境变差受到的负面影响更大,因此需要予以重点关注。第三,已发表的关于老龄健康与环境的研究主要集中于发达国家,对发展中国家包括中国的研究非常有限。<sup>[25-26]</sup>而发达国家内不同区域间的社会经济条件差异较小,这会严重影响实证统计估计的估计精度。本文利用中国全国15 973位高龄老人和中、低龄老人样本的大型跟踪调查数据,以及这些老人所居住的886个县/县级市(区)差别迥异的社会与自然环境数据,试图尽量克服上述三方面的局限性,更加深入地分析社区环境因素对老年人健康和死亡率的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 数据来源

本文应用由北京大学组织的中国老年健康影响因素跟踪调查(以下简称“中国老年健康调查”)2002和2005年收集的跟踪观测数据,总样本为15 973位老人,其中包括9 017位85岁及以上高龄老人和6 956位65~84岁中、低龄老人。该调查于1998年启动,随机抽取了中国22个省、直辖市、自治区近半数的县/县级市(区),覆盖了中国85%左右的人口;1998年基线调查与2000年跟踪调查仅包含了约10 000名80岁及以上高龄老人;2002年跟踪调查中新添加了65~79岁的中、低龄老人。在世界上迄今为止的类似调查研究中,中国老年健康调查数据中的高龄老人子样本最大。

中国老年健康调查搜集了老人的人口、社会和经济特征,包括日常生活自理能力和认知功能等生理与心理健康状况,家庭与社会支持,以及与健康相关的生活习惯等数据。此外,还搜集了老人所在县/县级市(区)的社会经济条件数据<sup>[27]</sup>和自然环境数据<sup>[28]</sup>。如果老人在2002和2005年两期调查之间去世,则由老人的亲属提供老人临终前的健康状况以

及去世日期。包括各主要变量内部一致性系数、信度、趋同效度和鉴别效度等方面系统的检验表明,中国老年健康调查数据的质量较好。<sup>[29]</sup>

## 1.2 变量定义

### 1.2.1 老人健康状况

老人健康状况采用国际上通用的三个指标:日常生活自理能力(Activity of daily living, ADL)、认知功能和累计健康亏损指数,分别用于测量生理健康、心理健康和整体健康水平。

中国老年健康调查根据测量老人 ADL 的 Katz 量表<sup>[29]</sup>,将其本土化使之而更易于被中国老年受访者所理解,询问了 6 项日常生活活动能力:吃饭、穿衣、室内活动、上厕所、洗澡和控制大小便。老人如果能独立完成这 6 项活动,则界定为“生活自理能力完好”;如果老人需要他人帮助来完成六项活动中一项或多项,则被界定为“日常生活能力残障”。老人认知功能测量基于国际上通用的简易精神状态检查法(Mini-mental state examination, MMSE)量表,并根据中国的文化传统加以适当修改。本土化以后的 MMSE 量表总分为 30 分,涵盖了定位能力、注意力、计算能力、回忆能力和语言能力 5 方面认知功能<sup>[29]</sup>,得分低于 18 分的老人被认定为认知功能受损。累计健康亏损指数在健康老龄化研究中被广泛使用,它将不同维度健康变量的受损得分进行综合汇总。<sup>[30]</sup>根据国际公认的做法<sup>[30]</sup>,基于 39 个与健康相关的变量构建累计健康亏损指数,这 39 个变量包括认知功能、ADL、器具性日常生活自理能力(IADL)、身体活动能力、自评健康、调查员对老人健康状况的评价、听力和视力、脉搏、心理压力、过去两年中患重病情况和各项慢性病等。以 0.45 分作为临界值,将老人按累计健康亏损指数分为二组,其中健康亏损指数得分高于 0.45 的老人占 10.3%。样本中老人的累计健康亏损指数得分均值为 0.26,方差为 0.026。

### 1.2.2 社会、经济与环境变量

社会、经济与环境变量主要包括空气污染指数(Air pollution index, API)、人均 GDP、15~64 岁人群就业率和文盲率,1 月与 7 月的平均气温、年降水量和地形地貌。本研究搜集了中国老年健康调查覆盖的 22 个省、市、自治区中 886 个县或县级市(区)的社会、经济与环境变量。社会经济指标源自国家统计局各县或县级市(区)2000 年的年度数据<sup>[27]</sup>,自然环境数据源自中国自然资源数据库以及中国环境

统计年鉴。劳动参与率指 15~64 岁人群中从事取得报酬的劳动或经营人数占 15~64 岁总人数的比例。采用 1995 年的空气污染指数(API)的数据,分析空气污染对 2002 年老年人健康以及 2002—2005 年间老年死亡率的滞后影响。API 分值为 1~7 分,得分越低说明空气质量越高。1 月和 7 月的气温以及年降雨量为 1950—1995 年的均值。中国老年健康调查的 2002 年跟踪调查搜集了老人所在县或县级市的地形地貌信息。所调查的县、县级市和区 2000 年平均人口规模分别为 40.1 万人、65.3 万人和 36.7 万人。

### 1.2.3 个人层面变量

基于与老年健康和死亡风险相关研究<sup>[31-33]</sup>以及中国老年健康调查数据的可获性,控制了 2002 年调查个人层面的 24 个变量:

(1)人口特征:年龄、性别和民族。

(2)儿童时期社会经济状况:出生地为农村或城市、父亲职业、10 岁时双亲是否在世、儿童时期得病能否得到及时的治疗以及是否经常挨饿、是否为长子/长女。相关文献表明,老人当前臂长可反映儿童时期营养状况。因此,我们将老人臂长作为儿童时期社会经济地位的控制变量之一。

(3)当前社会经济状况:当前居住地是农村或城市、是否接受过正规教育、是否有退休金或劳动收入、60 岁以前的主要职业是否为白领、家庭经济条件是否相对较好、医疗费主要由公费医疗或医疗保险支付还是自付。

(4)社会与家庭支持:目前是否已婚、存活子女个数、是否与子女居住或至少有一个孩子居住在附近、是否参加宗教活动、社会休闲活动指数(基于以下 7 个变量构建:个人户外活动、种花养草、读书看报、养家禽、玩牌或麻将、看电视或听收音机以及参加有组织的社会活动)。

(5)健康习惯:在过去五年中是否抽烟、是否喝烈性酒以及是否经常锻炼。

除了空气污染指数、年龄和社会休闲活动指数为连续变量,其余均为二分变量,以便于分析。这些变量的二分法的采用借鉴了前人相关研究的经验(包括其他利用中国老年健康调查数据的研究)<sup>[34-35]</sup>关于 8 个社会经济和自然环境变量、老人个体层面 3 个健康变量以及 24 个相关控制变量的基本描述见表 1。

表1 调查样本的基本情况

指标	数值
县、市数	866
老人总数	15 973
<b>社会、经济与环境变量</b>	
15~64岁人口的劳动参与率 $\geq 70\%$ 的县/市比例(%)	79.9
人均GDP $\geq 2000$ 元的县/市比例(%)	87.4
文盲率 $< 5\%$ 的县/市比例(%)	14.9
空气污染指数的均值	3.52
一月份平均气温 $< -10^\circ\text{C}$ 的县/市比例(%)	11.2
七月份平均气温 $\geq 29^\circ\text{C}$ 的县/市比例(%)	13.9
年均降雨量 $\geq 800\text{mm}$ 的县/市比例(%)	56.6
陆地面积中70%为山丘的县/市比例(%)	52.6
<b>个人层面的变量</b>	
<b>健康状况</b>	
2002年健康亏损指数超过0.45的老人比例(%)	10.3
2002年ADL残障的老人比例(%)	30.8
2002年认知功能障碍的老人比例(%)	40.9
2002—2005年间去世的老人比例(%)	41.8
<b>人口特征</b>	
平均年龄(岁)	86.3
男性老人比例(%)	42.7
少数民族比例(%)	5.7
<b>儿童时期社会经济状况</b>	
出生地为城镇的老人比例(%)	15.6
父亲从事白领工作的老人比例(%)	4.0
10岁时双亲都健在的老人比例(%)	63.1
儿童时期生病时能得到及时治疗的比例(%)	51.0
儿童时期经常挨饿的比例(%)	65.4
是家中长子/长女的比例(%)	37.0
平均臂长 <sup>b</sup> (cm)	49.6
<b>当前社会经济状况</b>	
目前居住地为城镇的老人比例(%)	46.0
60岁前主要从事白领工作的老人比例(%)	8.6
家庭经济条件相对较好的比例(%)	17.3
经济独立的老人比例(%)	26.0
至少受过1年教育的老人比例(%)	38.0
有公费医疗或医疗保险的老人比例(%)	13.0
<b>家庭与社会支持</b>	
目前已婚的老人比例(%)	31.3
平均存活子女个数	3.2
与子女关系密切的老人比例(%)	73.7
社会与休闲活动指数的均值 <sup>a</sup>	2.15
参与宗教活动的老人比例(%)	17.5
<b>健康行为</b>	
在过去五年中吸烟的老人比例(%)	22.8
在过去五年中饮烈性酒的老人比例(%)	24.5
在过去五年中经常锻炼的老人比例(%)	34.0

注:a 社会与休闲活动指数是7个二分类变量的加总:从事园艺活动、个人户外活动(锻炼除外)、养殖家禽、阅读书报、打牌或打麻将、听收音机或看电视以及参加有组织的社会活动(宗教活动除外)。

b 臂长的测量是从右前臂尺骨茎突到右肩肩峰。

### 1.3 统计分析模型

采用同时包括被访老人个体变量和老人所居住的地区社会、经济与环境变量的多水平多元logit统计分析模型,其数学方程式及说明、样本权数和其他相关分析技术问题列在附录中。基于包括老人个体层面24个相关控制变量的多水平多元logit模型,分别应用中国老年健康调查2002年截面数据以及2002—2005年跟踪数据,分析社会、经济与环境因素对老人健康(以生活自理能力、认知功能和累计健康亏损指数数量测)以及死亡风险的影响。所有的统计模型分析使用HLM 6.0软件。<sup>[36]</sup>还检验了各种交互项(包括社区变量与个人社会经济地位的交互项)对老年健康的影响,但是绝大多数交互项的系数均不显著,所以结果没有在文中报告。中国老年健康调查覆盖了中国22个省、直辖市、自治区的886个县、县级市(区),而省内的异质性非常显著。因此,认为以县、县级市(区)的变量作为地区层面变量、而将省级差异放入随机扰动项的做法是合理的。同时,还检验了模型的多重共线性,方差膨胀因子的最大值小于2,说明模型没有严重的多重共线性问题。<sup>[37]</sup>

## 2 结果

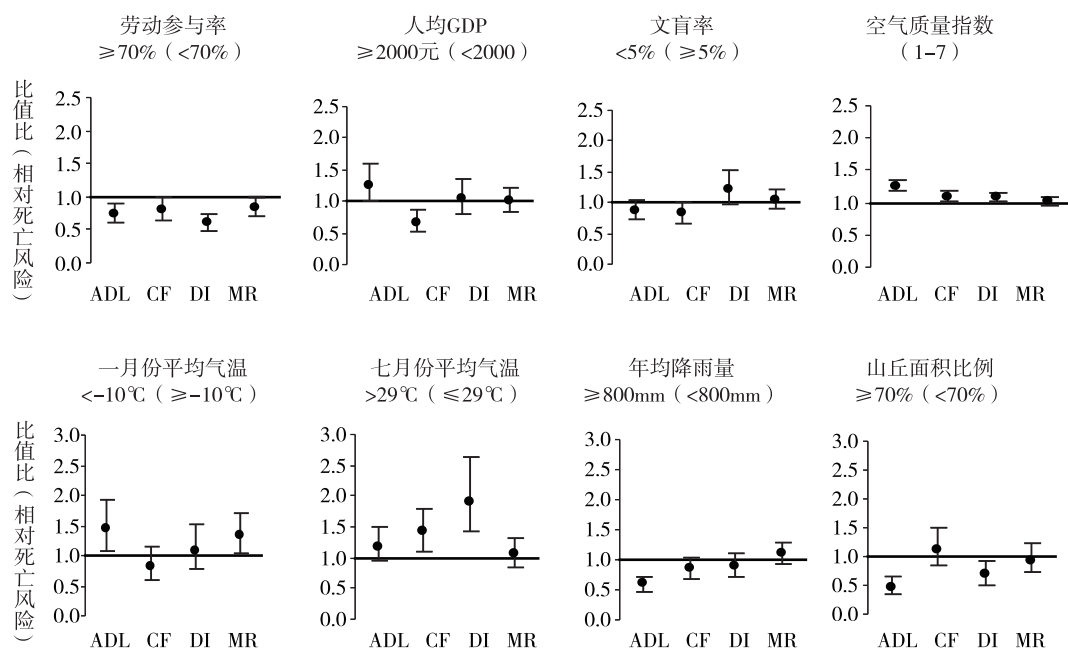
表2列出了社会、经济与环境因素和个人层面因素对老年健康和死亡风险影响的比值比及其95%置信区间。图1比较直观形象地展示了社区层面因素影响的估计值。本文主要集中于分析社区层面因素对老年健康与死亡风险的影响,而有关个人层面因素(包括儿童时期社会经济地位以及当前社会经济地位等)对老年健康与死亡风险的影响,可参见其他研究。<sup>[38-39]</sup>表2左侧第一列各行说明各社区和个人层面自变量赋值不同的两组老人(连续变量除外)对比的定义,其所对应的第二、三、四、五列的数字是两组老人风险的比值比,比值比后面括号中的数字是95%置信区间。例如,“15~64岁人群劳动参与率 $\geq 70\%$ ( $< 70\%$ )”对应的“ADL(生活自理能力)残障”的比值比是0.74,其含义和解释是:在控制表2列出的所有其他自变量前提下,生活在15~64岁人群劳动参与率 $\geq 70\%$ 的社区老人生活自理能力残障的风险与生活在劳动参与率 $< 70\%$ 的社区老人的风险的比率是0.74(置信区间为0.62~0.89),即前者风险比后者平均低26%,统计上显著,统计显著水平为 $P < 0.01$ 。

表 2 社会、经济与环境变量对老人健康状况与死亡风险影响的比值比

指标	健康状况			死亡
	ADL 残障	认知功能障碍	累计健康亏损 指数高于 0.45	
<b>社会、经济与环境变量</b>				
15~64 岁人口劳动参与率 $\geq 70\%$ ( $< 70\%$ )	0.74(0.62~0.89)**	0.80(0.65~0.99)*	0.60(0.49~0.75)***	0.84(0.72~0.99)*
人均 GDP $\geq 2000$ 元 ( $< 2000$ 元)	1.26(1.00~1.58)*	0.67(0.53~0.87)**	1.04(0.79~1.36)	1.01(0.84~1.21)
文盲率 $< 5\%$ ( $\geq 5\%$ )	0.87(0.72~1.05)	0.82(0.67~1.00)*	1.20(0.96~1.52)	1.04(0.89~1.20)
一月份平均气温 $< -10^{\circ}\text{C}$ ( $\geq -10^{\circ}\text{C}$ )	1.44(1.06~1.94)*	0.83(0.61~1.14)	1.08(0.77~1.53)	1.32(1.03~1.70)*
七月份平均气温 $\geq 29^{\circ}\text{C}$ ( $< 29$ )	1.18(0.94~1.49)	1.41(1.09~1.81)**	1.92(1.41~2.63)***	1.06(0.85~1.32)
年降雨量 $\geq 800\text{mm}$ ( $< 800\text{mm}$ )	0.59(0.48~0.73)***	0.84(0.68~1.03)*	0.91(0.73~1.12)	1.09(0.92~1.28)
70% 的陆地面积是山区 ( $< 70\%$ )	0.48(0.35~0.67)***	1.12(0.83~1.51)	0.68(0.49~0.94)*	0.94(0.73~1.22)
空气污染指数	1.25(1.18~1.34)***	1.09(1.01~1.18)*	1.08(1.01~1.16)*	1.02(0.97~1.07)
<b>个人层面的变量</b>				
人口特征				
年龄	1.07(1.06~1.07)***	1.08(1.08~1.09)***	1.03(1.02~1.03)***	1.08(1.07~1.08)***
男性(女性)	0.77(0.69~0.86)***	0.74(0.67~0.81)***	0.95(0.82~1.10)	1.50(1.35~1.66)***
少数民族(汉族)	0.88(0.69~1.12)	0.98(0.75~1.27)	0.94(0.68~1.29)	0.91(0.71~1.16)
儿童时期社会经济状况				
出生在城镇(农村)	1.20(1.06~1.37)**	0.92(0.82~1.04)	1.25(1.05~1.50)*	1.14(0.99~1.29)*
父亲从事白领工作(否)	0.94(0.76~1.15)	0.92(0.75~1.14)	0.94(0.69~1.30)	1.04(0.83~1.31)
10 岁时双亲均健在(否)	0.93(0.86~1.02)	0.75(0.69~0.81)***	0.85(0.76~0.95)**	0.88(0.81~0.97)**
儿童时期生病时能得到及时治疗(否)	1.03(0.94~1.14)	1.04(0.96~1.13)	0.93(0.83~1.04)	0.98(0.90~1.07)
儿童时期经常挨饿(否)	0.92(0.84~1.00)*	1.16(1.07~1.27)**	1.05(0.92~1.21)	1.00(0.92~1.09)
是家中长子/长女(否)	0.95(0.88~1.03)	1.06(0.98~1.14)	1.00(0.90~1.12)	0.96(0.89~1.04)*
臂长位居前 20%(后 80%)	0.94(0.83~1.06)	0.83(0.73~0.93)**	0.91(0.78~1.06)	0.90(0.80~1.00)
当前社会经济状况				
目前居住在城镇(农村)	1.23(1.11~1.36)***	0.90(0.81~1.00)*	1.09(0.95~1.24)	0.94(0.85~1.04)
60 岁前主要从事白领工作(否)	1.46(1.22~1.76)***	0.91(0.76~1.08)	1.22(0.93~1.61)	1.02(0.86~1.21)
家庭经济条件相对较好(较差)	1.06(0.95~1.18)	0.71(0.65~0.79)***	0.86(0.73~1.01)*	1.07(0.96~1.19)
经济独立(不独立)	0.94(0.83~1.08)	0.73(0.65~0.83)***	0.97(0.82~1.15)	0.76(0.67~0.86)***
受过 1 年及以上正规教育(否)	1.13(1.02~1.25)*	0.72(0.65~0.79)***	1.16(1.01~1.33)*	1.11(1.00~1.23)*
有公费医疗或医疗保险(无)	1.22(1.04~1.43)*	1.06(0.90~1.24)	1.51(1.23~1.89)***	1.08(0.93~1.27)
家庭与社会支持				
目前已婚(否)	1.03(0.93~1.15)	0.91(0.83~1.00)*	1.36(1.16~1.57)***	0.81(0.730.90)***
存活子女个数	1.03(1.01~1.05)*	0.98(0.96~1.00)*	1.00(0.97~1.03)	0.98(0.96~1.00)*
与子女关系较亲密(否)	1.13(1.03~1.25)*	1.03(0.93~1.13)	0.89(0.78~1.01)*	1.08(0.97~1.20)
社会与休闲活动指数	0.49(0.47~0.51)***	0.66(0.64~0.68)***	0.34(0.33~0.37)***	0.78(0.75~0.81)***
参与宗教活动(否)	0.83(0.74~0.94)**	0.72(0.63~0.82)***	0.57(0.48~0.67)***	9.86(0.76~0.96)**
健康习惯				
在过去五年中吸烟(否)	0.92(0.83~1.02)	1.00(0.90~1.12)	0.87(0.75~1.00)*	1.09(0.98~1.20)
在过去五年中饮烈性酒(否)	0.97(0.88~1.07)	0.91(0.83~0.99)*	0.81(0.69~0.94)**	1.01(0.92~1.10)
在过去五年中经常锻炼(否)	0.82(0.74~0.90)***	0.74(0.67~0.81)***	0.60(0.52~0.69)***	0.93(0.84~1.03)
2002 年累计健康亏损指数	—	—	—	2.11(1.86~2.38)***
<b>方差</b>				
个人层面方差	0.9435(0.0108)	0.8782(0.0101)	0.8631(0.0099)	0.9454(0.0116)
社会、经济与环境层面方差	0.7831(0.0650)	1.1664(0.0837)	0.8224(0.0860)	0.3756(0.0391)

注:1. 表格第一列所示变量后的括号中为对照组。2. 估计系数后括号中为置信区间。方差估计值后的括号中为标准差。

3. \*  $P < 0.1$ , \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ 。



注: ADL: 自理能力有残障; CF: 认知功能有障碍; DI: 累计健康亏损指数高于 0.45; MR: 死亡风险。比值比均是基于控制了表 1 中所有变量后的估计值。对相对死亡风险的估算还控制了 2002 年时的累计健康亏损指数。除空气质量指数外, 每个变量的括号内的变量值为参照组。

图 1 社会、经济与自然环境变量对老年健康与死亡风险的影响

### 2.1 社会经济因素对老年健康的影响

结果显示,控制了个人层面变量以及自然环境变量后,社会经济因素与中国老年人健康显著相关。劳动参与率上升使老人 ADL 残障风险降低了 26% ( $P < 0.01$ ), 认知功能受损风险降低了 20% ( $P < 0.05$ ), 累计健康亏损指数升高的风险降低了 40% ( $P < 0.001$ ), 三年期死亡风险降低了 16% ( $P < 0.05$ )。更高的人均 GDP 以及更低的文盲率则分别使老人认知功能受损的风险降低了 33% ( $P < 0.01$ ) 和 18% ( $P < 0.10$ )。值得注意的是, 更高的人均 GDP 反而使老人 ADL 残障风险升高了 26% ( $P < 0.05$ ) (图 1 与表 2)。

### 2.2 自然环境因素对老年健康的影响

在控制了个人层面变量以及社会经济因素后, 自然环境变量对老年健康也有显著影响。空气污染使老人 ADL 残障的风险增加了 25% ( $P < 0.001$ ), 认知功能受损的风险增加了 9% ( $P < 0.05$ ), 累计健康亏损指数上升的风险增加了 8% ( $P < 0.05$ )。空气污染增加了老人的死亡风险但系数并不显著, 这可能是因为 2002—2005 年的间隔期较短。气候对各种健康指标均有显著的影响。更多的降雨量有助于健康, 使老人 ADL 残障和认知功能受损的可能性分别

下降了 41% ( $P < 0.001$ ) 和 16% ( $P < 0.10$ )。气温过低使 ADL 残障风险增加了 44% ( $P < 0.1$ ) 以及死亡风险上升了 32% ( $P < 0.05$ ), 而气温过高使得老人认知功能受损以及累计健康亏损指数升高的风险分别增加了 41% ( $P < 0.01$ ) 和 92% ( $P < 0.001$ )。居住在山区使老人 ADL 残障的可能性下降了 52% ( $P < 0.001$ ), 而使累计健康亏损指数降低了 32% ( $P < 0.05$ ) (图 1 与表 2)。

### 3 讨论

如何解释社会、经济与环境因素对老人健康存活的影响应该结合中国的社会文化与家庭习俗。鉴于中国老年人主要由家庭提供照料, 某地区较高的劳动参与率意味着老人子女的收入更可观以及老人的生活环境更优越, 而这些会转而改善老年健康、降低死亡风险。<sup>[10, 40-42]</sup> 当然, 某地较高的劳动参与率也可能说明该地以往年份的劳动参与率较高。从而揭示现有老年人中, 他们过去的劳动参与率也可能较高。而成年期较高的劳动参与率有利于身心健康。<sup>[43]</sup> 目前, 除个别学者得到与本研究类似结果外<sup>[44]</sup>, 国内外绝大多数研究尚未致力于研究整体劳动参与率与老年人个体健康状况之间的关系。因

此,缺乏国际比较研究结果。

较高的人均 GDP 伴随着较高的 ADL 残障风险,有研究也发现我国及其他发展中国家农村老人日常生活自理能力优于城市老人。<sup>[45]</sup> 较低的人均 GDP 意味着该地的基础设施相对薄弱,这迫使老人更多地依靠自己完成日常生活任务,而这有助于老人更好地保持日常生活照料能力。这也解释了为什么印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、新加坡和泰国的老人比发达国家的老人生活自理能力更强。<sup>[46-47]</sup> 而且,贫困地区日常生活不能自理的老人由于医疗条件较差更容易死亡,这一选择性效应使得贫困地区存活下来的老人更为强健。在欧洲,国家层面的研究表明,人均 GDP 较高的国家,50 岁及以上人口中的累计健康亏损指数明显较低。<sup>[48]</sup> 但本研究并没有发现这一显著关系。这可能与构建累计健康亏损指数的不同变量有关,也可能因为我国人均 GDP 水平与欧洲各国相去甚远。

文盲率是度量社会发展的一个重要指标。较低的文盲率表明该地区具有较高的社会发展水平。美国的一项研究表明,在控制众多个体层面以及社区层面变量后,居住在受教育程度低的社区,老年人的认知能力也较低,但个人的受教育程度可以起到一些弥补作用。<sup>[49]</sup> 本研究与该研究的结果基本一致。一般而言,教育水平较低的地区公有资源较匮乏,人们从事锻炼和社会活动的场所较少,就业率和收入相对较低。这些对认知功能均会产生不利的影响。因此,提高人口受教育水平不仅有利于地区经济社会发展,还有助于巩固和维持老年人的认知功能。

自然环境因素对各种健康指标的影响与其他国家的众多研究发现基本一致。<sup>[50-52]</sup> 空气污染尤其是臭氧层空气污染会加剧慢性阻塞性肺病的症状,可能会对中枢神经系统正常功能的运作产生不利影响,从而增加患老年痴呆、中风、心血管、呼吸道等多种疾病的几率,最终影响整体健康状况。<sup>[53]</sup> 相反,较为清洁的空气能够促使老人经常进行户外活动,从而有效保护日常生活自理能力、认知功能和整体健康水平。比如,一项综述表明,很多研究发现较差的空气质量与躯体功能的丧失、较差的自评健康、较高的心血管死亡率和寿命的缩短相关。<sup>[54]</sup>

更多的降雨量意味着更好的粮食收成和更清洁的水源,这会保护老人的肺部功能、改善老人的营养状况,进而改善老人健康。适宜的气温也有利于老人开展户外锻炼,降低在封闭环境中患传染病的风险。

<sup>[50]</sup> 更好地了解气候对健康的影响对于应对全球温室效应尤为重要。<sup>[55]</sup> 本研究发现居住在山区的老人生活自理能力更好、健康亏损指数较低,这很可能是因为山区的居住环境良好,并迫使老人经常进行户外活动。这与有关研究发现环境好与锻炼有助于保持老人的体力、有氧代谢能力、步行能力和平衡能力是一致的。<sup>[56]</sup>

## 4 结论

基于 886 个县或县级市(区)的 15 973 个老人样本,本研究得出了比较稳健的系数估计值。结果显示,在控制个人层面变量后,社会、经济与自然环境因素对老年人的各项健康指标(日常生活自理能力、认知功能、累计健康亏损指数和死亡率)均有显著影响。

本研究也存在一些局限性。例如,三年期的调查间隔对于研究环境因素对老人死亡风险的影响还比较短;模型中尚未包含自然环境因素对中国老年人健康与存活的直接影响和间接影响、以及环境因素与遗传特征的交互作用;模型中也未包括反映更小地区范围内的更为详细的社会和环境因素。未来研究中除考虑增加乡镇和城市较小社区层面的社会经济数据外,还可考虑增加地理化学样本,搜集几个重点地区的水和空气质量、土壤成分、食物与毛发中微量元素的数据来更好地揭示老年人所生活地区的社会和自然环境与其健康长寿的关系。

近期研究发现世界范围内 13% ~ 37% 的疾病可以通过环境质量改善得以避免,这相当于全球每年可以减少 1 300 万死亡人数。<sup>[57]</sup> 更深入地了解社会经济条件与自然环境状况对老年人健康长寿的影响,无论是对于民众还是科学界都是至关重要的。<sup>[19]</sup> 老年健康受环境恶化冲击的敏感度较高,因此,对老年人健康与环境关系的研究有助于识别导致健康恶化的环境因素,并且制定相应的干预措施。比如在平原地区开展腿部肌肉训练,在空气污染较严重的地区推广室内的有氧锻炼等。

总之,本研究结果鼓励政府大力开展改善自然环境与社会经济条件的项目,并且突显了政策干预对改善公共健康、社会稳定尤其是健康老龄化的重要作用。

## 致谢

作者感谢沈可、李春华的研究协助。文中论点

只代表作者个人观点,并不代表北京大学、杜克大学、联合国和耶鲁大学的观点。

## 附录:

本文采用的多水平多元 logit 模型的数学表达式如下:

$$\log \left[ \frac{\phi_{1ij}}{\phi_{0ij}} \right] = \beta_{0j} + \sum_{q=1}^Q \beta_{qj} X_{qij} \text{ (个人层面模型)}$$

$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{s=1}^S \gamma_{0s} W_{sj} + u_{0j}$  和  $\beta_{qj} = \gamma_{q0}$  (社区层面模型)

$j=1, \dots, J (J=866)$  为第  $j$  个地区(县、县级市或区)。 $i=1, \dots, n_j$  为第  $i$  个地区中第  $i$  位老人(每个社区采访的老人人数  $n_i$  不相同)。 $\phi_{1ij}$  为 ADL 残障的概率、认知功能受损的概率、累计健康亏损指数大于等于 0.4 的概率或者死亡的概率。 $\phi_{0ij}$  为 ADL 自理的概率、认知功能正常的概率、累计健康亏损指数小于 0.4 的概率或者存活概率。 $\beta_{qj} (q=0, 1, \dots, Q)$  是个人层面模型中的回归系数。 $Q$  为个人层面模型中自变量的个数(在分析 ADL、认知功能或累计健康亏损指数的模型中  $Q$  均为 24 个,在分析死亡风险的模型中  $Q$  为 25 个)。 $X_{qij}$  是在第  $j$  个地区中第  $i$  个老人的第  $q$  个自变量。 $\gamma_{0s} (s=0, 1, \dots, S)$  与  $\gamma_{q0}$  均是地区层面模型中的回归系数。 $S$  为地区层面模型中自变量的个数(在所有模型中  $S=8$ )。 $W_{ij}$  是第  $i$  个地区的第  $j$  个自变量。 $u_{0j}$  为地区层面模型中的随机扰动项。

中国老年健康影响因素跟踪调查在 22 个调研省份中随机选择大约一半的市/县/县级市作为调研点进行调查,其中包括地级市中近一半的市辖区。县、县级市与市辖区属于同一行政级别,但各有不同:县更接近于农村,县级市代表刚起步的城市化进程,而市辖区意味着高度城市化水平。由于地级市辖区内部的差异较小,当某一市辖区的区级层面变量出现缺失时,用该市市辖区的平均值替代。同时,因空气污染数只有分地级市的,本研究假定同一地级市市域内的不同县/县级市和市辖区的数值相同。中国老年健康调查覆盖了中国 22 个省/直辖市,而省内的异质性非常显著。因此,可以认为以县/县级市或市辖区的变量作为地区层面变量,而将省际差异放入随机扰动项的做法是合理的。

为了更好地分析高龄老人的健康长寿,中国老年健康调查超比例抽取了 80 岁及以上高龄老人,但

我们在多水平多元 logit 模型中并没有使用样本权重。首先是因为前人的研究表明如果模型中已经包含了样本选择性的变量(比如年龄、性别、居住地),未加权模型即可得到无偏估计量,而加权模型反而会降低估计精度。<sup>[58]</sup>其次,比较了加权模型与未加权模型的回归结果,发现两者得出的结论基本相同。

为了进一步检验社会、经济与环境因素对高龄老人健康长寿的影响与低龄老人是否存在显著差异,将样本分为 85 岁及以上高龄老人与 65~84 岁低龄老人两个子样本,并分别进行多水平多元 logit 回归。在两个回归模型中都控制了老人年龄,发现其系数在统计上均显著。然而,通过统计检验,发现两个模型中社会、经济与环境因素的系数并无显著差异。因此,考虑到篇幅限制,没有列出这两个回归的结果。同样,对城市与农村老人也分别进行了回归,发现模型的系数以及得出的结论基本相似。因此,在最后的模型中仅将当前居住地为城市或农村作为控制变量。还检验了模型的多重共线性,方差膨胀因子的最大值小于 2,说明模型没有严重的多重共线性问题。<sup>[37]</sup>

## 参 考 文 献

- [1] International Monetary Fund. World Economic and Financial Surveys [EB/OL]. [2014-05-10]. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/02/weodata/index.aspx>
- [2] 胡绍雨. 我国能源、经济与环境协调发展分析[J]. 技术经济与管理研究, 2013(4): 78-82.
- [3] 王火根, 滕玉华. 经济发展与环境污染空间面板数据分析[J]. 技术经济与管理研究, 2013(2): 85-89.
- [4] 方杏村, 王晓玲. 黄石经济发展与环境污染关系的实证研究[J]. 湖北师范学院学报: 哲学社会科学版, 2013(1): 97-100.
- [5] Wang Y. Environmental degradation and environmental threats in China [J]. Environ Moni Asses, 2004, 90: 161-69.
- [6] Cann C W, Cann M C, Gao S. China's road to sustainable development[M] // Day K A, ed. China's environment and the challenge of sustainable development. New York: M. E. Sharpe, Inc, 2005.
- [7] 王林辉. 浅谈中国的水土流失及治理[J]. 经济研究导刊, 2013(15): 220, 231.
- [8] 刘超群, 彭晓春, 刘桢敏, 等. 广州市水土流失特征分析[J]. 人民珠江, 2013(2): 23-27.
- [9] López R. American Journal of Agricultural Economics [J]. 1992, 74(5): 1138-1143.



- [10] Chousa J P, Tamazian A, Vadlamannati K C. Rapid economic growth at the cost of environment degradation-Panel data evidence from BRIC economies[R]. William Davidson Institute Working Paper Number 908. Ann Arbor; University of Michigan, 2008.
- [11] Y Zeng, George L K. Population Aging and Old-Age Care in China [M] // Dale Dannefer and Chris Phillipson (eds.) Sage Handbook of Social Gerontology, Thousand Oaks/CA/USA; Sage Publications. 2010.
- [12] Nizamuddin M, Ahmad J S, Maqsood F. Demography of Aging, a review Chapter[M] // Zeng Y. "Demography" volume of the Encyclopedia of Life Support Systems(EOLSS), coordinated by the UNESCO-EOLSS Committee. Oxford: EOLSS Publishers Co. Ltd., 2008.
- [13] Filleul L, Rondeau V, Cantagrel A, et al. Do subject characteristics modify the effects of particulate air pollution on daily mortality among the elderly[J]. *J Occup Environ Med*, 2004, 46(11): 1115-1122.
- [14] Kawachi I, Berkman L F. Neighborhoods and health[M]. New York; Oxford University Press, 2003.
- [15] 王金玉, 李盛, 王式功, 等. 沙尘污染对人体健康的影响及其机制研究进展[J]. *中国沙漠*, 2013(4): 1160-1165.
- [16] 陶燕, 羊德容, 兰岚, 等. 兰州市空气污染对呼吸系统疾病入院人数的影响[J]. *中国环境科学*, 2013(1): 175-180.
- [17] Balfour J L, Kaplan G A. Neighborhood environment and loss of physical function in older adults: evidence from the Alameda County Study[J]. *Am J Epidemiol*, 2002, 155(6): 507-515.
- [18] Nordstrom C K, Diez Roux A V, Jackson S A, et al. The association of personal and neighborhood socioeconomic indicators with subclinical cardiovascular disease in an elderly cohort: The Cardiovascular Health Study[J]. *Soc Sci Med*, 2004, 59: 2139-2147.
- [19] Sandstrom T, Fre A J, Svartengren M, et al. The need for a focus on air pollution research in the elderly[J]. *Eur Respir J*, 2003, 21(Suppl. 40): 92s-95s.
- [20] 韩利平. 环境与中老年人[C]. 第二届世界养生大会论文集, 2002.
- [21] Lepeule J, Rondeau V, Filleul L, et al. Survival analysis to estimate association between short-term mortality and air pollution[J]. *Environ Health Perspect*, 2006, 114(2): 242-244.
- [22] Donaldson G C, Kovats R S, Keatinge W R, et al. Heat- and cold-related mortality and morbidity and climate change [M]//Maynard R L, ed. Health effects of climate change in the UK. Report to the Department of Health; London, 2001.
- [23] Keatinge W R, Donaldson G C. The impact of global warming on health and mortality[J]. *South Med J*, 2004, 91(11): 1093-1099.
- [24] Suzman R M, Manton K G, Willis D P. Introducing the oldest old[M]// Suzman R M, Willis D P, Manton K G. The Oldest Old. New York: Oxford University Press, 1992.
- [25] Kan H, Chen B. Air pollution and daily mortality in Shanghai: A time-series study[J]. *Arch Environ Health*, 2003, 58(6): 360-367.
- [26] 曾毅. 老龄健康的跨学科研究: 社会、行为、环境、遗传因素及其交互作用[J]. *中国卫生政策研究*, 2012, 5(2): 5-11.
- [27] 国家统计局. 中国县级社会经济发展数据(光盘;CD-ROM)[CD]. 北京, 2003.
- [28] 中国科学院地理与自然资源研究所. 中国自然资源数据库[EB/OL]. (2008-06-12) [2014-05-10]. <http://www.data.ac.cn/index.asp>
- [29] Gu D. General data assessment of the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey in 2002[M] // Zeng Y, Poston D L, Vlosk D A, et al. Healthy longevity in China: Demographic, socioeconomic, and psychological dimensions. The Netherlands: Springer Publisher, 2008: 39-58.
- [30] Kulminski A M, Ukraintseva S V, Kulminskaya I V, et al. Cumulative deficits better characterize susceptibility to death in the elderly than phenotypic frailty: Lessons from the Cardiovascular Health Study[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2008, 56(5): 898-903.
- [31] Ferraro K F, Farmer M M, Wybraniec J A. Health trajectories: Long-term dynamics among black and white adults [J]. *J Health Soc Behav*, 1997, 38(1): 38-54.
- [32] Kim J M, Stewart R, Shin I S, et al. Limb length and dementia in an older Korean population[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2003, 74(4): 427-432.
- [33] Stuck A E, Walthert J M, Nikolaus T, et al. Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: A systematic literature review[J]. *Soc Sci Med*, 1999, 48(4): 445-469.
- [34] Koenig H G, Hays J C, Larson D B, et al. Does religious attendance prolong survival? A six-year follow-up study of 3968 older adults [J]. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 1999, 54A(7): M370-M376.
- [35] Strawbridge W J, Cohen R D, Shema S J, et al. Frequent attendance at religious services and mortality over 28 years [J]. *American Journal of Public Health*, 1997, 87(6):

- 957-961.
- [36] Raudenbush S, Bryk A, Cheong Y E, et al. HLM: Hierarchical linear and nonlinear modeling [M]. Lincolnwood: Scientific Software International, Inc., 2004.
- [37] Chandola T. The fear of crime and area differences in health [J]. *Health and Place*, 2001, 7(2): 105-116.
- [38] Zeng Y, Gu D N, Kenneth C. The Association of Childhood Socioeconomic Conditions with Healthy Longevity at the Oldest-Old Ages in China [J]. *Demography*, 2007, 44(3): 497-518.
- [39] Zeng Y, Dudley Poston, Denese Ashbaugh Vlosky, et al. Healthy Longevity in China: Demographic, Socioeconomic, and Psychological Dimensions [M]. Dordrecht: Springer Publisher, 2008.
- [40] Ballester F, Corella D, Perez-Hoyos S, et al. Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991-1993 [J]. *Int J Epidemiol*, 1997, 26(3): 551-561.
- [41] Armstrong D, Barnett E, Casper M, et al. Community occupational structure, medical and economic resources, and coronary mortality among U. S. blacks and whites, 1980-1988 [J]. *Ann Epidemiol*, 1998, 8(3): 184-191.
- [42] King W C, Belle S H, Brach J S, et al. Objective measures of neighborhood environment and physical activity in older women [J]. *Am J Prev Med*, 2005, 28(5): 461-469.
- [43] Ross C E, Mirowsky J. Does employment affect health? [J]. *J Health Soc Behav*, 1995, 36(3): 230-243.
- [44] Wen M, Gu D. The effects of childhood, adult, and community socioeconomic conditions on health and mortality among older adults in China [J]. *Demography*, 2011, 48(1): 153-181.
- [45] Zeng Y, Vaupel J W. Functional capacity and self-evaluation of health and life of the oldest-old in China [J]. *J Soc Issues*, 2002, 58: 733-748.
- [46] Chen A J, Jones G. Aging in ASEAN: Its socioeconomic consequences [R]. Singapore: Institute of Southeast Asian Studies, 1989.
- [47] Lamb V L. Active life expectancy of the elderly in selected Asian countries [R]. Nihon University: Population Research Institute Research Paper Series No. 69, 1999.
- [48] Theou O, Brothers T D, Rockwood M R, et al. Exploring the relationship between national economic indicators and relative fitness and frailty in middle-aged and older Europeans [J]. *Age Ageing*, 2013, 42(5): 614-619.
- [49] Wight R G, Aneshense C S, Miller-Martinez D, et al. Urban neighborhood context, educational attainment, and cognitive function among older adults [J]. *Am J Epidemiol*, 2006, 163(12): 1071-1078.
- [50] Bell M L, Dominici F. Effect modification by community characteristics on the short-term effects of ozone exposure and mortality in 98 US communities [J]. *Am J Epidemiol*, 2008, 167(8): 986-997.
- [51] Sint T, Donohue J F, Ghio A J. Ambient air pollution particles and the acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Inhal Toxicol*, 2008, 20(1): 25-29.
- [52] Stige L C, Stave J, Chan K S, et al. The effect of climate variation on agro-pastoral production in Africa [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2006, 103(9): 3049-3053.
- [53] Block M L, Calderón-Garcidueñas L. Air pollution: Mechanisms of neuroinflammation & CNS disease [J]. *Trends Neurosci*, 2009, 32(9): 506-516.
- [54] Annear M, Keeling S, Wilkinson T, et al. Environmental influences on healthy and active ageing: A systematic review [J]. *Ageing and Society*, 2014, 34(4): 590-622.
- [55] Lobell D B, Burke M B, Tebaldi C, et al. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030 [J]. *Science*, 2008, 319(5863): 607-610.
- [56] Keysor J J. Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence [J]. *Am J Prev Med*, 2003, 25(3 Suppl 2): 129-136.
- [57] Prüss-Ustün A, Bonjour S, Corvalán C. The impact of the environment on health by country: a meta-synthesis [J]. *Environ Health*, 2008, 7: 7.
- [58] Winship C, Radbill L. Sampling weights and regression analysis [J]. *Sociological Methods Research*, 1994, 23: 230-257.

[收稿日期:2014-02-24 修回日期:2014-05-07]  
(编辑 薛云)