

健康、环境、生产性基础设施与经济增长

文建东^{a,b}, 花福秀^b

(武汉大学 a. 经济发展研究中心 b. 经济与管理学院, 湖北 武汉 430072)

[摘要] 在内生增长模型框架下, 假设健康是由公共健康支出、生产性基础设施服务和环境质量共同组成, 考察了公众健康意识的改变是如何通过影响政府对健康及环保的投入而影响经济增长。研究结果得出: 存在环境质量作用于健康进而影响经济增长这一机制, 福利最大化下的政府应当投入环保支出改善环境; 当公众越是关心健康, 政府可选择的税收支出、公共健康支出和环保支出越会不断上升, 实现提升健康水平和环境质量的同时使经济持续增长。在此基础上, 运用我国 29 个省 1997—2013 年的数据, 通过面板计量模型验证了理论部分关于健康方程的假设, 同时证实环境通过作用于健康进而影响经济增长这一传导机制的存在。

[关键词] 环境质量; 内生经济增长; 医疗卫生; 环保投入; 政府公共支出; 基础设施投资; 可持续发展; 环境治理

[中图分类号] F28 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1004-4833(2016)04-0101-12

一、引言

回顾中国过去的经济增长, 在取得高速增长成绩的同时, 生态环境问题愈发严重, 特别是近年来雾霾等空气污染现象突出, 人们健康也受到影响。这表明目前我国医疗卫生和环保投入存在严重不足问题, 截至 2014 年末, 公共财政中的医疗卫生和环保投入占 GDP 比重仅为 1.58% 和 0.59%^①。与以前不同, 现阶段公众愈加关心经济增长之外影响福利的因素, 如医疗、健康和环境等。医疗资源紧张、分配不均、环境群体事件频发的报道屡见网络、媒体。这表明传统的那种以牺牲民众福利为代价的经济增长模式显得难以持续。

那么怎样才能满足公众日益对健康和环境需要提升的期待而又实现较快增长? 目前政府考虑生态环境的逻辑又是什么? 本文着眼于健康与环境的关系、健康与基础设施服务的关系以及基础设施服务、环境质量和人民健康水平对经济增长的影响, 建立模型, 分析上述问题。本文在理论分析并结合经验研究的基础上将解释: 当政府关注人们总体福利时, 是否会有动力增加公共健康支出和环保投入以此不断改善公众的健康水平和所处的环境质量。对这一问题的回答对未来能否实现增长方式转变和中高速增长具有重要理论和现实意义。

二、文献综述及本文研究思路

在内生增长框架下, 理论研究者和政策制定者对政府公共支出及财政政策对经济影响关注较多, 相关研究文献大致可分为三类。在第一类研究中, 主要关注的是基础设施投资等这类生产性支出以及相关税收政策对经济增长的影响, 代表性者有 Barro, Turnovsky 等^[1-2]。另外, 资源环境问题一直是学界研究热点, 但大多数研究集中于环境库兹涅茨曲线框架下的经验研究, 早期有关环境治理、环保

[收稿日期] 2015-10-28

[基金项目] 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(06JJD790024)

[作者简介] 文建东(1964—), 男, 湖北随州人, 武汉大学经济发展研究中心、经济与管理学院经济系主任, 教授, 博士生导师, 从事经济学研究; 花福秀(1990—), 男, 河南信阳人, 武汉大学经济与管理学院硕士研究生, 从事经济学研究。

^①数据来源于历年《中国财政年鉴》、中经网统计数据库。

投入与经济增长的关系的理论研究相对较少。因此在内生增长框架下,第二类研究自然而然地扩展到环保投入这类非生产性支出及财政政策对经济增长的研究,具体见 Gradus 和 Smulders、Economides 和 Philippopoulos^[3-4]。第三类则是考虑同时具有前面两种公共支出性质的健康支出,它是形成健康人力资本的重要因素,参见 Zon 和 Muysken、Agénor、Gupta 和 Barman^[5-7]。通过梳理现有文献发现:(1)研究主题大多只涉及经济增长与生产性支出、经济增长与环境(污染)、经济增长与健康这三种关系的任一或两方面。(2)关于综合考虑生产性公共支出、健康、环境与经济增长之间关系的文献较为少见,仅 Gupta 和 Barman 做出了分析。Gupta 和 Barman 指出,环境污染会影响实际生产性公共基础设施的形成,会对公共支出边际生产率带来影响,分析了最优税收和财政支出政策,然而未能考察当健康对效用函数产生影响时的经济后果^[7]。与 Gupta 和 Barman 类似,本文也要考察这四者之间的关系,环境质量、生产性基础设施在内影响健康进而对经济增长产生影响的因素。尽管多数研究认为健康对经济增长有正效应,例如 Barro、刘国恩,但也有研究认为健康对经济长期效应并不是确定的,如王弟海等^[8-10]。因此,健康对经济的影响是相当复杂的,健康生产函数的形式直接影响着经济的动态,理解健康的生产机制是理解健康对经济增长的影响效应的关键。既然如此,本文将对此展开进一步的讨论,这构成我们研究的理论基础和逻辑出发点。

我们所关注的健康形成机制及作用机制,也有其他人进行了研究,但不够全面。例如,在 Agénor 研究中,健康服务生产只强调公共健康支出和公共基础设施投资之间的互补作用,忽视了环境质量的影响,这既不现实,也不能全面考察政府的多个行为决策成因^[6]。Gupta 和 Barman 及张东敏虽然考虑了环境质量,指出污染加速健康的折旧,但他们忽略了基础设施对健康形成的作用^[7,11]。

本文认为,健康状况既是居民户的效用来源,增进了居民福利,同时作为人力资本的一个维度,对产品和服务的生产做出了要素贡献。对于健康资本的来源,既可以由居民各自提供,也得益于政府在健康事业上的开支。由于中国经济增长是在政府主导下由居民户的决策驱动的,因此,本文试图从理论和实证上分析政府作为一个社会计划者如何通过选择环境保护开支和健康开支来实现居民户的长期福利最大化,以此解释政府当前的决策最终是怎样推动了经济增长的。

三、理论模型框架

本文所考虑的是一个包含家庭和政府的两部门经济。在所描述的经济环境中,本文假定人口不变,且单位化为 1;代表性家庭是无限期存续的(当期家庭既要考虑自身的消费,也要考虑下一代及以后各代的福利),使用私人资本、劳动和公共基础设施服务进行生产,且生产和消费唯一的可交易商品,该商品价格单位化为 1。该产品既可消费也能用来投资。政府通过征收平滑税来为支出融资。本文假定政府支出主要用于提供公共基础设施服务、公共健康服务以及改善环境质量的环保支出。

(一) 家庭

大部分文献都认为家庭只从闲暇和消费中获得满足,但是实际上人们的健康水平也影响着效用。由于我们要考虑环境对健康的影响和健康对经济增长的影响,因此假设家庭从消费和拥有的健康水准中获得效用。于是,一个无限存续的家庭的最大化问题可以描述为:

$$W_H = \int_0^{\infty} U(C, H) e^{-\rho t} dt \quad (1)$$

其中 C 是私人消费, H 代表健康人力资本, $\rho > 0$ 代表时间偏好率。瞬时效用函数 $U(C, H)$ 是变量 C 和 H 的递增的凹函数,我们假设其为柯布 - 道格拉斯效用形式,取对数将其变形为分离可加的效用函数形式:

$$U(C, H) = \log C + v \log H \quad (2)$$

显然,(2)式中参数 $v \geq 0$ 表示健康相对消费对效用的贡献。

家庭同时也是生产者,除了需要将当期收入用于当期消费也需要用于投资从而方便今后消费。

为简单起见,假设资本无需折旧。因此,这意味着家庭面临如下约束:

$$K = (1 - \tau)Y - C \quad (3)$$

其中 K 代表资本存量, τ 代表政府部门对家庭收入征收的平滑税率。

(二) 健康服务的生产

一般而言,健康资本既来自公共政策,也来自私人健康开支。政府致力于环保的政策改善了人们的生活环境质量,从而促进了健康;政府对公共卫生的支出更是提高了健康水平。我们的目的在于考察政府公共政策对健康从而对经济的影响,因此假定私人用于健康的开支为常数。同时,出于方便求解的目的,本文假设健康以流量形式存在,即当期健康水平仅取决于当期的公共健康支出、公共基础设施服务和环境质量,假定私人健康支出不变且为 1,假设健康采取的是柯布—道格拉斯形式的生产技术:

$$H = G_H^\mu G_I^\varepsilon E^{1-\mu-\varepsilon} \quad (4)$$

(4) 式中 G_H 、 G_I 和 E 分别表示政府的公共健康开支、基础设施服务和既定的环境质量;参数 $\mu, \varepsilon \in (0, 1)$, 且 $0 < 1 - \mu - \varepsilon < 0$, 这表明健康服务是在规模报酬不变的条件生产的。

(三) 生产

当期总产出 Y 是由私人物质资本 K 、公共基础设施提供的服务 G_I 、健康服务 H 以及劳动 L 生产出来的。本文借鉴 Barro、Park 和 Philippopoulos、Economides 和 Philippopoulos 等对生产函数的设定^[4,8,12], 将生产函数设定如下表示:

$$Y = G_I^\alpha H^\beta K^{1-\alpha-\beta} L^{\alpha+\beta} \quad (5)$$

(5) 式中 α, β 分别表示为公共基础设施服务 G_I 和健康服务 H 对产出的弹性,其中参数 $0 < \alpha, \beta, 1 - \alpha - \beta < 0$ 。我们不考虑人口因素,假设人口规模不变,将其标准化为 1,并在此基础上考虑平均每单位资本的产量如何增长,则(5)式还可以表达为:

$$Y = \left(\frac{G_I}{K}\right)^\alpha \left(\frac{H}{K}\right)^\beta K \quad (6)$$

(6) 式意味着稳态,比率 $\frac{G_I}{K}$ 、 $\frac{H}{K}$ 以及 $\frac{Y}{K}$ 都是常数。正如 Barro^[1] 和 Turnovsky^[2] 那样,本模型也是一个标准的 AK 框架。

(四) 环境

在本模型中,环境质量 E 被认为是一种非竞争的公共资源,且对健康的形成有着正的外部性。本文参照 Economides 和 Philippopoulos^[4] 对于自然资源和环境质量分别进行设定,这不失一般性,其环境质量随时间演化路径如下:

$$\dot{E} = \delta E - P + A, \text{ 其中 } A = TY \quad (7)$$

(7) 式中的参数 δ 表示环境的自我更新率, P 表示污染排放水平, A 代表用来治理污染改善环境的环保支出。(7) 式表明环境质量的变化依赖污染排放和清理污染支出的大小,环境质量可以通过自我更新和公共政策得以改善。

污染是生产过程中的副产品,是与最终产品成比例的一个流量。^① 用公式表达为:

$$P = dY, d \in [0, 1] \quad (8)$$

(8) 式表明每单位的产出会带来 d 单位的污染,其中参数 d 是量化经济活动对环境带来副作用的技术参数。

(五) 政府

政府通过征收税收 τY 来为公共基础设施服务 G_I , 提供公共健康支出 G_H 以及为治理污染活动的环保支出 A 融资。本文假定政府不能够借贷,在任一时点上政府需要保持预算平衡。因此政府的预算

①类似的设定参见 Forster、Ploeg 和 Withagen、E&P、Acemoglu 等人的工作成果。

平衡式可表示为:

$$G_I + G_H = \tau Y - A \quad (9)$$

$$G_H = (1 - b)(\tau - T)Y; G_I = b(\tau - T)Y \quad (10)$$

(9) 式和(10) 式描述了政府预算约束,其中(9) 式表明政府的税收总收入等于总支出;(10) 式表明政府把总税收扣除掉用于环保支出后的部分,即 $\tau - T$ 中的比例 b 部分用于公共基础设施服务 G_I 上,比例 $(1 - b)$ 部分用于公共健康支出 G_H 。

四、模型求解

(一) 求解社会最优均衡

社会最优均衡分析(First Best Allocation, FBA) 是基于全局立场进行决策,实现社会福利最大化。社会计划者能够内部化由公共基础设施,健康人力资本以及环境质量所带来的外部性,直接选择消费 C 和政策工具变量 τ, T, b , 在(3) - (5) 式至(7) 式 - (10) 式约束下最大化(1) 式、(2) 式构成的效用函数。用公式可以表达为:

$$V = \max_{C, \tau, T, b} \int_0^{\infty} \left\{ e^{-\rho t} \left[\log C + v \log H + \lambda_K \left[(1 - \tau)(1 - b)^{\frac{\mu\beta}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} b^{\frac{\alpha+\beta\varepsilon}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} (\tau - T)^{\frac{\alpha+\beta(\mu+\varepsilon)}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} E^{\frac{\beta(1-\mu-\varepsilon)}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} K^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} - C - K \right] + \lambda_E \left[\delta E - (d - T)(1 - b)^{\frac{\mu\beta}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} b^{\frac{\alpha+\beta\varepsilon}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} (\tau - T)^{\frac{\alpha+\beta(\mu+\varepsilon)}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} E^{\frac{\beta(1-\mu-\varepsilon)}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} K^{\frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} - E \right] \right\} dt \quad (11)$$

经一系列运算,我们定义辅助变量 $c = \frac{C}{K}, x = \frac{K}{E}, \Phi = \lambda_K K, \Omega = \lambda_E E$ ^①, 则这些定义的变量在稳态增长 AK 框架下为常数,其中 Φ 和 Ω 表示的是经济范围内私人资本、环境的社会价值, c 和 x 则分别表示的是稳态增长均衡中消费私人资本比率以及资本环境质量比率,于是有:

$$\frac{\dot{c}}{c} = v(\mu + \varepsilon) \frac{1 - \alpha - \beta}{1 - \alpha - \beta(\mu + \varepsilon)} \frac{1}{\Phi} + (1 - \tau - s + T) \frac{1 - \alpha - \beta}{1 - \alpha - \beta(\mu + \varepsilon)} \frac{Y}{K} - \rho - (1 - \tau) \frac{Y}{K} + C \quad (12)$$

$$\frac{\dot{x}}{x} = (1 - \tau) \frac{Y}{K} - C - \delta + (d - T) \frac{Y}{K} \quad (13)$$

$$\frac{\dot{\Omega}}{\Omega} = \rho - v(1 - \mu - \varepsilon) \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha - \beta(\mu + \varepsilon)} \frac{1}{\Omega} - (1 - \tau - d + T) \frac{\beta(1 - \mu - \varepsilon)}{1 - \alpha - \beta(\mu + \varepsilon)} \frac{Y}{K} - (d - T) \frac{Y}{K} \quad (14)$$

$$v \left[\frac{\varepsilon + \alpha\mu}{b} - \frac{(1 - \alpha)\mu}{1 - b} \right] + (1 - \tau - d + T) \left[\frac{\alpha + \beta\varepsilon}{b} - \frac{\beta\mu}{1 - b} \right] \Phi \frac{Y}{K} = 0 \quad (15)$$

$$\frac{v(\mu + \varepsilon)}{\tau - T} + (1 - \tau - d + T) [\alpha + \beta(\mu + \varepsilon)] \frac{\Phi}{\tau - T} \frac{Y}{K} - \Phi \frac{Y}{K} [1 - \alpha - \beta(\mu + \varepsilon)] = 0 \quad (16)$$

$$\Omega x = \Phi \quad (17)$$

$$\frac{Y}{K} = \left[(1 - b)^{\beta\mu} b^{\alpha+\beta\varepsilon} (\tau - T)^{\alpha+\beta(\mu+\varepsilon)} x^{-\beta(1-\mu-\varepsilon)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta(\mu+\varepsilon)}} \quad (18)$$

$$\Phi c = 1 \quad (19)$$

①具体模型求解过程比较烦琐,限于篇幅没有呈现,如果需要,作者可以提供。

在长期, $\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{x}}{x} = \frac{\dot{\Omega}}{\Omega} = 0$ 。于是式(12)至式(19)构成了关于 $c, x, \Phi, \Omega, \frac{Y}{K}, \tau, T, b$ 的八个方程系统。通过求解上述方程组能够得到经济增长率 $\gamma = \gamma(\alpha, \beta, \delta, \varepsilon, \mu, v, \rho, d)$ 。由于得不到上述系统的显式解, 我们运用 Matlab 软件通过数值模拟来求解上述优化问题。

(二) 数值模拟

在设置基准经济参数时, 参数选取是依据现有文献或实证研究。为了使模型能够接近我国的现实经济状况, 本文侧重于利用国内文献及研究。但对一些国内没有的参数, 则参照国外经典文献。限于篇幅, 仅列出参数选择结果。借鉴刘国恩等研究, 健康对产出的弹性 $\beta = 0.15$; 借鉴万建香等做法, 时间偏好率 $\rho = 0.05$, 环境自我更新率 $\delta = 0.035$; 借鉴 Economides 和 Philippopoulos 做法, 污染系数 $d = 0.5$, 借鉴王弟海等做法, 资本对产出的弹性 $1 - \alpha - \beta = 0.5$, 环境质量健康弹性 $\omega = 0.1$ [4,9,10,13]。

对于参数 μ, ε 的选取, 根据王弟海等、张东敏设定, $\mu + \varepsilon = 0.9$; 我们假设 $\mu = 0.6$, 以强调健康的形成主要来自于公共健康支出 G_H , 而公共基础设施服务 G_I 和环境质量 E 起到次要的作用 [10-11]。参数 $v = 1$, 表明在长期公众把健康 H 置于和消费 C 同等重要的位置, 因此在效用函数中赋予一样的权重。

1. 参数 v 变动对经济的影响

当其他参数不变时, 我们分别取 $v = 0.1, 0.3, 0.5, \dots, 1.5$ 进行数值模拟, 结果如下图所示。

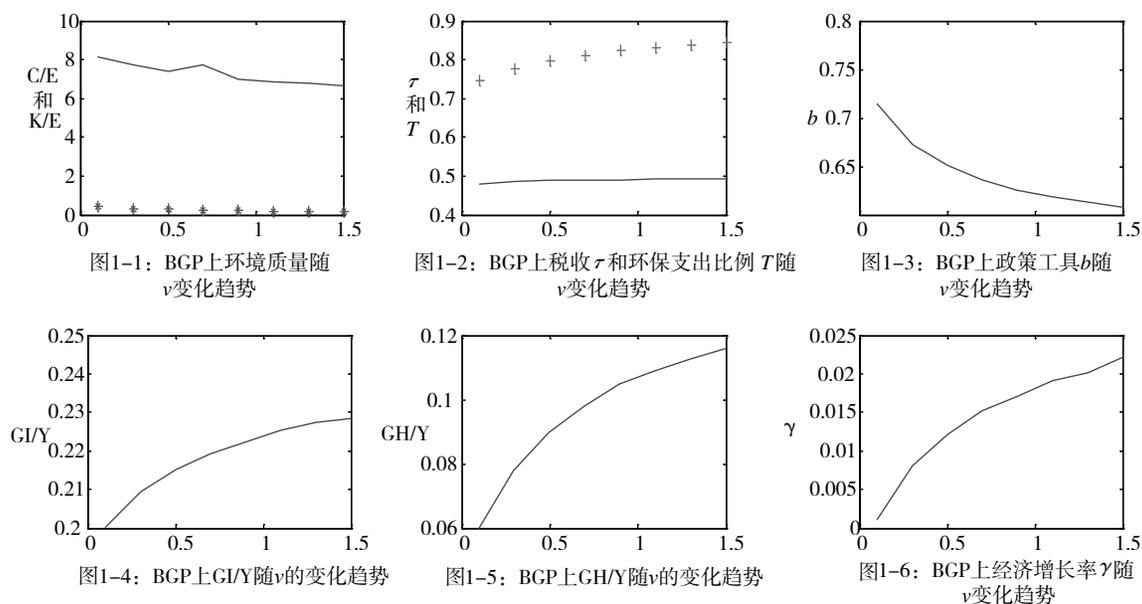


图 1 公众健康意识 v

结果如下:(1) 在图 1-6 中, 参数 v 影响长期经济增长率 γ 的变动, 即当公众越关心自身健康时, 经济增长速度就越快。(2) 在图 1-1 中, $x = \frac{K}{E}$ 以及 C/E 都随着 v 增加而逐渐下降, 表明随着 v 增加, 环境质量 E 相对消费 C 和私人资本 K 提高了。(3) 在图 1-3 中, 随着 v 增加, 即公众越关注自身健康水平时, 社会计划者会增加公共健康支出相对基础设施服务的比例, 且其对应的比例 b 不断下降。(4) 在图 1-2 中, 可以发现最优税收比例随着 v 稳定增加; 环保支出比例 T 随着 v 增加逐渐接近污染排放系数 d 。(5) 在图 1-4 和图 1-5 中, 随着公众健康意识增强, 即 v 增加, 基础设施服务和公共健康支出相应增加。

综合上述分析可知: 当公众关注健康时, 社会计划者会通过提高平滑税率为公共支出融资, 针对公众对健康关注的回应, 政府会相应地增加在公共健康支出 G_H 和环保支出上的投入; 同时也会增加

在具有生产性作用的基础设施服务支出 G_I 以促进增长。

我们的直觉在于:在福利最大化下,实行促增长政策,能够提高税基,同时提高税率会使政府税收增加,这样政府可用于 G_H, G_I 及 A 上的资源更多,进而提升健康水平和改善环境,增加福利水平;反过来,环境改善和健康提升又有利于人力资本积累、促进经济增长。由此,我们得出命题 1

命题 1:在福利最大化下,公众越是关注健康,即健康因素在效用函数比重越大,经济越能够实现可持续发展,即伴随着环境质量改善、健康水平的提高,经济实现持续增长。

2. 对环境影响经济增长渠道的验证

下面通过分析环境影响经济增长的渠道以对上述命题 1 有着更直观和清晰的理解。假设 $\varepsilon = 0.3$ 不变,在所有变量取值范围内,依次取 $\omega = 0.3, 0.025 \dots 0.05$ 取,则数值模拟结果如下图 2 所示:

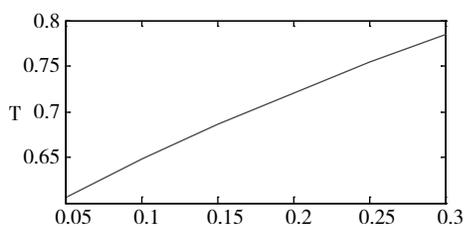


图2-1: BGP上T随环境质量对健康弹性 ω 的变化趋势

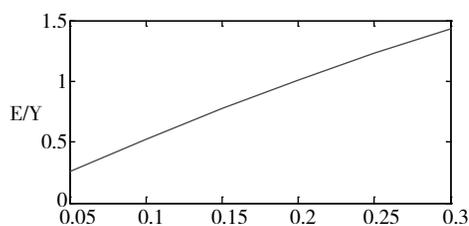


图2-2: BGP上E/Y随 ω 的变化趋势

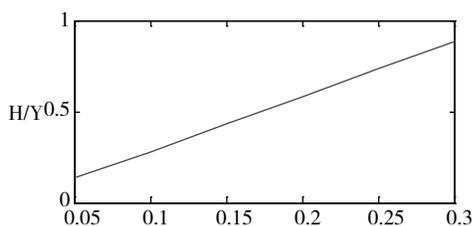


图2-3: BGP上H/Y随 ω 的变化趋势

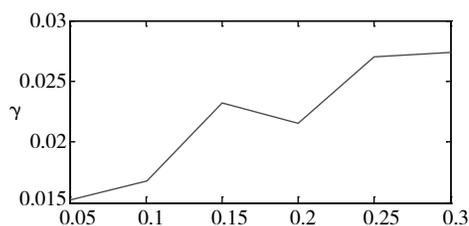


图2-4: BGP上 γ 随 ω 的变化趋势

图 2 健康对环境质量的弹性 ω

从图2可以看出,当公共基础设施投资 G_I 对健康人力资本 H 的弹性 ε 保持不变时,随着环境质量对健康弹性 ω 逐渐减小,环保支出比例 T 、环境质量相对产出比 E/Y 、健康相对产出比 H/Y 以及经济增长率 γ 都逐渐下降。原因在于,随着环境质量在健康服务生产中重要性逐渐下降,社会计划者就会减少环保支出比例,会使得环境质量改善速度变慢,进而使得健康水平下降,最终导致经济增长率下降。这表明环境质量在增长中的重要性,环境质量影响健康进而影响经济增长这一传导渠道是存在的,仅依靠公共基础设施和公共健康支出是不能够维持经济增长的。由此,我们得出命题 2。

命题 2:环境质量作用于健康进而影响经济增长,福利最大化下的政府应当投入环保支出改善环境。

五、实证模型设定及变量选取

(一) 实证模型设定

本部分通过实证分析考察环境质量、生产性基础设施和公共健康支出对健康和经济增长的影响。根据本文理论模型中关于健康生产函数的设定,我们就健康服务的生产(4)式两端同时取自然对数,引入控制变量可得如下回归方程式:

$$health_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 pubhealth_{it} + \alpha_2 envir_{it} + \alpha_3 pubinf_{it} + \sum \beta X_{it} + \delta_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

其中, $health_{it}$ 表示健康, $pubhealth_{it}$ 表示政府部门的公共健康支出, $envir_{it}$ 表示环境质量, $pubinf_{it}$

表示公共基础设施, X_{it} 是包括抚养负担、城市化水平、科技创新在内的控制变量。

关于环境质量、生产性基础设施和公共健康支出对实际产出和经济增长的影响,我们就(5)式两端取自然对数,构建如下回归方程式:

$$\ln y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 K_{it} \text{pubhealth}_{it} + \alpha_2 \text{envir}_{it} + \alpha_3 \text{pubinf}_{it} + \alpha_4 \ln l_{it} + \alpha b X_{it} + d_i + m_i + e_{it} \quad (21)$$

其中 $\ln y_{it}$ 表示实际产出水平, K_{it} 、 $\ln l_{it}$ 分别表示物质资本存量和劳动力数量, X_{it} 是包括教育人力资本、科技创新、城市化水平及税收负担在内的控制变量。

(二) 变量选取和数据说明

本文使用我国大陆 1997—2013 年 29 个省份(西藏、海南由于部分数据不全,予以剔除)的面板数据进行实证分析(下面的全国数据指的也是这些样本数据)。本文包括 2 个重要的基础回归方程式,被解释变量分别为健康 health_{it} 以及实际产出水平 $\ln y_{it}$, 本文所有变量计算方式和数据来源见表 1。

表 1 变量名称、计算方法及说明

变量	中文名称	计算方法	数据来源
health_{it}	健康人力资本	死亡率	《中国统计年鉴(1998—2014)》
pubhealth_{it}	公共健康支出	\ln (人均公共卫生支出)	《中国统计年鉴(1998—2014)》
envir_{it}	环境污染综合指数	根据熵权合成法计算得到	《中国统计年鉴(1998—2014)》、《中国统计环境年鉴》、《中国环境年鉴》
pubinf_{it}	铁路密度($\ln \text{railway}$)	\ln (铁路运营里程/省域面积)	中经网数据库
	公路密度($\ln \text{highway}$)	\ln (公路运营里程/省域面积)	中经网数据库
raising_{it}	老年人口抚养比	65 岁及以上人口/15~64 岁人口	
tech_{it}	技术创新	每万人拥有的授予专利件数	《中国统计年鉴(1998—2014)》及各省统计年鉴;《中国人口统计年鉴(1998—2014)》
cityl_{it}	城市化水平	城市户口人数/总人口	
$\ln l_{it}$	劳动对数	\ln (劳动就业人数)	
$\ln y_{it}$	人均实际 GDP 对数	\ln (人均实际 GDP)	《中国统计年鉴(1998—2014)》
K_{it}	物质资本存量对数	永续盘存法计算,取自然对数	《中国统计年鉴(1998—2014)》;中经网数据库
taxr	地方税收负担	财政收入/GDP	中经网数据库
edu_{it}	教育人力资本	人均教育年限	《中国统计年鉴(1998—2014)》

注:数据来源于《中国统计年鉴(1998—2004)》、《中国统计环境年鉴》、《中国环境年鉴》、中经网数据库。

其中,国内外通常使用预期寿命和死亡率指标来度量健康,由于我国省级预期寿命数据的可得性,这里我们用死亡率表示健康;在工业废水、废气、 SO_2 、烟粉尘以及固体废弃物排放量基础上用熵权合成法计算的环境污染综合指数计算度量环境质量指标;生产性基础设施用铁路密度对数和公路密度对数表示;人口结构的变化用养老负担比重表示;关于物质资本存量的计算,参考张军等采用永续盘存法计算而得;人均教育年限,采用常用的文盲、小学、中学、高中、大专及以上分别按照 0、6、9、12、16 加权平均而得^[14]。

六、实证结果及分析

(一) 健康方程的估计

为了全面分析公共健康支出、生产性基础设施,特别是环境质量对健康人力资本的影响,本文首先用全国 29 个省份的数据进行综合分析,再分东、中、西部考察各自地区的特点。

表 2 汇总的是环境质量、公共健康支出以及生产性基础设施对健康的影响的回归结果。考虑到省级面板数据包括时间与截面两个维度,存在异方差、序列相关与截面相关可能性,且 Hausman 检验拒绝了随机效应,因此本文首先报告固定效应估计结果。被解释变量死亡率 death 作为健康的度量指标,与健康呈反向变动,核心解释变量环境污染综合指数 envir 作为环境质量的度量指标,与环境质量呈反向变动。从回归方程(1) 可以看到,环境污染 envir 的系数为 1.183,且在 1% 的水平上显著,表明环境污染 envir 对死亡率 death 产生了显著的正向影响,说明环境污染越严重,死亡率也就越高,即环

境质量水平越低,健康水平也越低。由于健康与环境之间可能存在内生性关系,因此我们把环境污染滞后一阶,进行回归。从方程(2)和方程(3)我们发现,*L. envir*的系数依然为正且显著,与方程(1)所得到的结论一致。进一步地,为了尽可能减少内生性问题,我们同时采差分GMM和系统GMM方法进行估计,发现方程(4)至方程(7)中*envir*或者*L. envir*系数符号不变且仍然显著,表明固定效应方程估计结果较为稳健。同时依据本文理论部分关于健康生产函数的假设,我们将公共健康支出变量*pubhealth*纳入估计方程,发现*pubhealth*总体上对死亡率产生了显著的负向影响,即控制其他因素不变时,公共健康支出越大,死亡率越低,健康水平越高,这一结论与卢洪友等一致,他们发现公共卫生服务能够降低死亡率^[15];我们同时发现以铁路密度*lnrailway*和公路密度*lnhighway*度量的生产性基础设施*pubinf*在总体上对死亡率有显著的负向影响,即对健康有显著正向影响,这与Wagstaff和Claeson的研究一致^[16]。关于控制变量,我们发现随着经济中人口结构变化,老龄化会导致死亡率增加,且该效应是显著的,而科技创新、城镇化水平提高在总体上对健康作用并不明显。

表2 全国总体健康方程的估计

解释变量	被解释变量:死亡率(<i>death</i>)						
	FE(1) (全国)	FE(2) (全国)	FE(3) (全国)	Diff-GMM(4) (全国)	Diff-GMM(5) (全国)	Sys-GMM(6) (全国)	Sys-GMM(7) (全国)
<i>L. death</i>				0.222 ** (0.028)	0.198 *** (0.000)	0.519 *** (0.000)	0.532 *** (0.000)
<i>envir</i>	1.183 *** (0.001)			3.397 *** (0.002)			
<i>L. envir</i>		1.110 *** (0.000)	1.101 *** (0.001)		2.114 *** (0.000)	1.606 *** (0.002)	1.538 *** (0.001)
<i>pubhealth</i>	-0.144 ** (0.039)	-0.113 * (0.075)	-0.053 (0.492)	-0.075 ** (0.034)	0.005 (0.756)	-0.055 (0.135)	-0.040 (0.363)
<i>lnrailway</i>	-0.195 ** (0.042)	-0.198 * (0.079)		-0.097 (0.313)		0.042 (0.591)	
<i>lnhighway</i>			-0.211 *** (0.002)		-0.143 *** (0.000)		-0.044 (0.272)
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
样本观测数	493	464	464	435	435	464	464
<i>R</i> ²	0.152	0.141	0.140				
<i>F</i> statistic	13.70 (0.000)	14.81 (0.000)	17.55 (0.000)				
Sargan 检验 <i>p</i> 值				1.000	1.000	1.000	1.000
AR(1) 检验 <i>p</i> 值				0.0002	0.0003	0.0002	0.0001
AR(2) 检验 <i>p</i> 值				0.8891	0.6141	0.6681	0.6381

注:(1)括号内为*p*值;(2)*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平上显著。下同。

表3呈现的是分地区对健康方程的估计结果,这里我们只汇报了固定效应和系统GMM估计结果。在东部,为了减弱内生性,我们对环境污染用滞后一期的值进行回归发现,方程(1)和方程(4)的*L. envir*系数均为正,且均在5%水平上显著,表明环境污染对健康产生显著的不利影响。同时我们发现铁路密度*lnrailway*对死亡率*death*的影响在5%水平上显著且为正,意味着东部地区基础设施不仅没有改善健康状况反而恶化了健康,这可能与东部已经进入较为发达阶段有关,即基础设施投资可能已经过剩。公共健康支出对死亡率的影响在10%水平上显著为负,跟预期符号一致。这表明在东部地区,环境污染对健康有显著的负面影响,公共健康支出则能够改善健康,同时由于存在着基础设施过度投资的情况,使得治理环境与公共健康投入不足,从而对健康产生了不利影响。在中部,我们发现,方程(2)和方程(5)中环境污染对死亡率影响为正且显著,表明环境污染对健康有不利影响;公共健康支出和公共基础设施服务对死亡率的影响为负但不显著,表明在中部地区,对健康人力资本有

着重要影响主要是环境因素。在西部,方程(3)和方程(6)中滞后一期的环境污染对死亡率有显著的正向影响;公共健康支出和铁路密度对死亡率则产生显著的负向影响。这表明在西部地区,不考虑省际上的个人健康支出,总体上环境质量、公共健康支出及基础设施服务对健康都有显著影响,特别是来自政府的公共健康支出能够显著改善健康状况。总之,尽管存在地区间的异质性,我们可以发现,核心解释变量 - 环境污染对健康影响是显著为负的,公共健康支出对健康影响为正;公共基础设施服务在中西部地区对健康的作用为正,说明总体上我们的健康方程是适用于我国现实经济环境的。

表3 分地区健康方程估计

解释变量	被解释变量:死亡率(<i>death</i>)					
	<i>FE</i> (1) (东部)	<i>FE</i> (2) (中部)	<i>FE</i> (3) (西部)	<i>Sys - GMM</i> (4) (东部)	<i>Sys - GMM</i> (5) (中部)	<i>Sys - GMM</i> (6) (西部)
<i>L. death</i>				0.477 *** (0.000)	0.416 *** (0.000)	0.614 *** (0.000)
<i>envir</i>					2.348 *** (0.002)	
<i>L. envir</i>	1.531 ** (0.017)	1.027 * (0.075)	0.291 (0.794)	1.290 ** (0.044)		1.726 ** (0.013)
<i>pubhealth</i>	-0.127 * (0.100)	-0.070 (0.253)	-0.233 *** (0.000)	-0.019 (0.712)	-0.100 ** (0.012)	-0.182 ** (0.011)
<i>lnrailway</i>	0.305 ** (0.012)	-0.327 (0.307)	-0.688 ** (0.030)	0.064 (0.516)	0.024 (0.846)	-0.0002 (0.998)
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes
样本观测数	176	144	144	176	144	144
R^2	0.295	0.091	0.444			
<i>F</i> statistic	29.29 (0.000)	3.36 (0.026)	52.10 (0.000)			
Sargan 检验 <i>p</i> 值				1.000	1.000	1.000
AR(1) 检验 <i>p</i> 值				0.0125	0.0200	0.0142
AR(2) 检验 <i>p</i> 值				0.1309	0.6972	0.2583

综上,我们利用全国样本与分地区子样本数据分别对全国水平以及分东中西地区的健康方程进行检验,发现在总体上,公共健康支出、基础设施服务,特别是环境质量(污染)对健康产生显著影响,证实了本文理论模型部分关于健康生产函数的假设。

(二) 增长方程的估计

首先,我们分别采用随机效应、固定效应、差分 GMM 和系统 GMM 方法对全国总体增长方程进行估计。由于 Hausman 检验拒绝了随机效应,同时考虑到经济系统变量间的内生性问题,我们主要以差分 GMM 和系统 GMM 估计结果进行分析。表 4 汇总的是全国总体增长方程的估计结果。我们发现:第一,回归方程(5)以及方程(6)显示,环境污染 *envir* 在差分 GMM 和系统 GMM 估计下的系数分别为 -0.127、-0.532,其中前者在 10% 的水平上显著,说明环境污染确实一定程度上对经济增长产生了不利影响;基础设施服务 *lnrailway* 系数分别为 0.058、0.032,且均在 5% 的水平上显著,表明基础设施服务对经济增长产生了显著的正向影响;死亡率 *death* 系数分别为 -0.020、-0.028,且均在 5% 的水平上显著,表明死亡率对增长有显著的负向影响,即在控制其他变量不变时,居民健康水平越高,则经济增长越快。第二,在方程(3)至方程(6)中均加入环境污染滞后一期与死亡率乘积的交互项 *L. envir × death* 是为了对本文数值模拟得到的环境作用于健康进而影响经济增长这一传导机制进行验证。在固定效应方程估计下,对比回归方程(1)至方程(2),发现方程(3)至方程(4)加入的交互项 *L. envir × death* 系数均为负且各自在 5%、10% 的水平上显著。在 GMM 估计方程(5)至方程(6)中,交互项 *L. envir × death* 系数分别为 -0.030、-0.030,各自在 1%、5% 的水平上显著。我们发现无论采用哪一种估计方法,核心解释变量 *L. envir × death* 的系数均为负,且在统计意义上显著,即环境质

量水平越高,由环境质量带来的健康水平提高对经济增长越有利,从而在实证分析上验证了传导机制的存在性。

表4 全国总体增长方程的估计

解释变量	被解释变量:人均实际 GDP(<i>lny</i>)					
	FE(1) (全国)	FE(2) (全国)	FE(3) (全国)	FE(4) (全国)	Diff-GMM(5) (全国)	SysGMM(6) (全国)
<i>L. lny</i>					1.12 *** (0.000)	1.251 *** (0.000)
<i>L2. lny</i>					-0.293 *** (0.000)	-0.367 *** (0.000)
<i>envir</i>	-0.267 (0.128)	-0.239 (0.156)	-0.046 (0.653)		-0.127 * (0.069)	-0.532 (0.548)
<i>L. envir</i>				0.372 (0.450)		
<i>lnrailway</i>	0.207 *** (0.001)	0.162 *** (0.001)	0.138 *** (0.003)		0.058 ** (0.022)	0.032 *** (0.001)
<i>L. lnrailway</i>				0.165 *** (0.000)		
<i>death</i>	0.043 ** (0.023)	0.041 ** (0.021)	0.038 ** (0.031)	0.040 ** (0.022)	-0.020 ** (0.025)	-0.028 *** (0.000)
<i>L. envir * death</i>			-0.049 ** (0.014)	-0.118 * (0.083)	-0.030 *** (0.003)	-0.030 ** (0.015)
<i>lnk</i>	0.609 *** (0.000)	0.606 *** (0.000)	0.636 *** (0.000)	0.638 *** (0.000)	0.150 *** (0.000)	0.110 *** (0.000)
<i>lnl</i>	0.069 (0.746)	-0.052 (0.788)	-0.122 (0.502)	-0.137 (0.436)	-0.074 (0.269)	-0.086 *** (0.000)
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes
样本观测数	493	493	464	464	406	435
R ²	0.9746	0.9766	0.9773	0.9780		
F statistic	1891.61	4141.52	6443.37	7262.10		
Sargan 检验 p 值					1.000	1.000
AR(1) 检验 p 值					0.0000	0.0001
AR(2) 检验 p 值					0.5575	0.8400

其次,我们采用同样的方法利用分地区的子样本面板数据对经济增长进行估计。表5汇总的是分地区增长方程的估计结果,其中方程(1)至方程(3)是固定效应估计结果,方程(4)至方程(6)是系统GMM估计结果。在东部,从回归方程(1)和方程(4)可以看到,环境污染对增长产生显著的不利影响,基础设施服务和健康则对经济增长有显著的正面作用,而核心解释变量-环境污染滞后一期与死亡率交互项 $L. \text{envir} \times \text{death}$ 的系数分别为 -0.068、-0.022,且各自在5%、10%水平上显著,表明在东部地区环境污染影响健康进而不利于经济增长效应这一机制存在。在中部,我们从回归方程(2)和方程(5)发现,环境污染和死亡率均对经济增长产生正向影响,且环境污染的增长效应分别在10%和1%的水平上显著,这与东部情形存在明显差异,表明中部地区仍存在着以产生污染、损害健康的生产方式获得增长,反映了东部与中部发展阶段的差异性;交互项 $L. \text{envir} \times \text{death}$ 的系数分别为 -0.043、-0.091,且各自在5%、1%水平上显著,表明环境污染通过作用于健康对产出有着显著的负面影响。在西部,从回归方程(3)和方程(6)我们发现,控制其他解释变量不变前提下,环境污染对增长有促进作用,健康能够促进增长,同时交互项 $L. \text{envir} \times \text{death}$ 的系数分别为 -0.042、-0.030,且后者在5%的水平上显著,表明环境污染增加损害了健康,不利于经济增长。总之,我们按照东、中、西分地区考察了各自增长情况的影响因素,发现虽然环境(污染)、健康(死亡率)自身对不同地区可能产生不同的影响,但是环境作用于健康进而影响经济增长这一传导机制是确实存在的。

表5 分地区增长方程的估计

解释变量	被解释变量:人均实际 GDP(<i>lny</i>)					
	FE(1) (东部)	FE(2) (中部)	FE(3) (西部)	SysGMM(4) (东部)	SysGMM(5) (中部)	SysGMM(6) (西部)
<i>L.lny</i>				1.342 *** (0.000)	1.291 *** (0.000)	1.025 *** (0.000)
<i>L2.lny</i>				-0.399 *** (0.000)	-0.520 *** (0.000)	-0.210 *** (0.000)
<i>envir</i>	-0.272 (0.114)	0.212 * (0.052)	0.385 * (0.083)	-0.132 *** (0.005)	0.495 *** (0.000)	-0.202 (0.413)
<i>lnrailway</i>	0.158 *** (0.000)	0.149 (0.142)	0.012 (0.791)	0.042 ** (0.022)	-0.008 (0.739)	0.011 (0.236)
<i>death</i>	0.053 * (0.082)	0.017 (0.588)	0.002 (0.919)	-0.025 ** (0.028)	0.001 (0.943)	-0.201 *** (0.003)
<i>L.envir × death</i>	-0.068 ** (0.024)	-0.043 ** (0.037)	-0.042 (0.153)	-0.022 * (0.061)	-0.091 *** (0.000)	-0.030 ** (0.034)
<i>lnk</i>	0.570 *** (0.000)	0.614 *** (0.000)	0.815 *** (0.000)	0.048 ** (0.014)	0.183 *** (0.000)	0.169 *** (0.000)
<i>lnl</i>	0.115 (0.487)	-0.008 (0.966)	-0.616 *** (0.000)	-0.035 (0.121)	-0.150 *** (0.000)	-0.121 *** (0.000)
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes
样本观测数	176	144	144	165	135	135
<i>R</i> ²	0.9650	0.9869	0.9898			
<i>F</i> statistic	982.60	2088.06	15622.59			
Sargan 检验 <i>p</i> 值				0.4430	0.7220	0.3040
AR(1) 检验 <i>p</i> 值				0.0183	0.0200	0.0098
AR(2) 检验 <i>p</i> 值				0.6515	0.1280	0.6920

综上,我们考察了全国样本下的经济增长方程的决定因素,进一步利用分地区子样本考察了经济增长方程决定因素,发现尽管不同地区发展阶段存在差异,但是理论模型中所得到的环境作用于健康进而影响经济增长这一传导机制是存在的。

七、结语

本文在内生增长模型框架下,把环境质量视为健康的一种投入品,将健康引入效用函数和生产函数中,并假设健康服务是以公共健康支出、公共基础设施服务和环境质量以柯布一道格拉斯形式组合形成,考察了公众的健康意识的改变如何通过影响政府对健康以及环保的投入而影响经济增长,得到2个重要的发现:第一,当健康在效用函数变得重要时,福利最大化的政府会增加公共健康和环保支出,以改善环境质量、提高健康水平实现协调发展;第二,环境质量能够通过影响健康进而对经济增长产生影响。实证结果证实了理论部分的假设和发现,公共健康支出、生产性基础设施服务和环境质量确实影响健康的生产。具体地,环境污染的降低即环境质量的提高、公共健康支出和基础设施服务的增加能够提升公众的健康水平;环境质量的改善促进健康进而有利于经济增长。

本文理论和实证分析结果对应的政策含义是:(1)环境质量、公共健康支出和生产性基础设施是影响健康水平的重要因素,且由于我国东中西部地区间发展不平衡,它们的各自重要程度是不一样的。具体而言,政府要因地制宜地制定政策,东部地区要更加注重环境质量的提升和改善,而中西部地区改善环境的同时,要着力增加公共健康支出和基础设施服务以提高公众健康水平。(2)无论是从全国总体上看,还是分地区上看,环境质量通过健康而影响经济增长的机制是存在的,环境污染会损害健康进而不利于经济增长。正是这一机制的存在,支持本文理论分析所得到的结论,即当政府关注公众总体福利时,公众越关心健康,政府可以实施增加环保和公共健康支出的财政政策以改善环

境、提高健康水平,实现经济可持续增长。这也要求我们摒弃以往那种牺牲居民福利为代价的增长模式。

参考文献:

- [1] Barro Robert J. Government spending in a simple model of endogenous growth[J]. *Journal of Political Economy*, 1990, 98(S5): 103-125.
- [2] Turnovsky D, Stephen J. Fiscal policy, elastic labor supply, and endogenous growth[J]. *Journal of Monetary Economics*, 2000, 45(3): 185-210.
- [3] Gradus R, Smulders S. The trade-off between environmental care and long-term growth-pollution in three prototype growth models[J]. *Journal of Economics*, 1993, Vol. 58, No. 1: 25-51.
- [4] Economides, G, Philippopoulos A. Should green government give priority to environmental policies over growth-enhancing policies? [R]. CESifo Working Paper, 2005.
- [5] Zon A H, Muysken J. Health and endogenous growth[J]. *Journal of Health Economics*, 2001, 8(2): 169-185.
- [6] Agénor P R. Health and infrastructure in a model of endogenous growth[J]. *Journal of Macroeconomics*, 2008, 130(5): 1407-1422.
- [7] Gupta M R, Barman T R. Health, infrastructure, environment and endogenous growth[J]. *Journal of Macroeconomics*, 2010, 32(7): 657-673.
- [8] Barro R J. Health and growth. paper presented at the senior policy seminar on health, human capital and economic growth: theory, evidence and policies, Pan American Health Organization and Inter-American Development Bank, 1996.
- [9] 刘国恩, Dow W H, 傅正鸿, 等. 中国的健康人力资本与收入增长[J]. *经济学(季刊)*, 2004(1): 101-118.
- [10] 王弟海, 龚六堂, 邹恒甫. 物质资本积累和健康人力资本投资: 两部门经济模型[J]. *中国工业经济*, 2010(5): 16-26.
- [11] 张东敏, 金成晓. 污染税、健康人力资本积累与长期经济增长[J]. *财经科学*, 2014(3): 79-87.
- [12] Park H, Philippopoulos A. On the dynamics of growth and fiscal policy with redistributive transfers[J]. *Journal of Public Economics*, 2003, 87(5): 515-538.
- [13] 万建香, 梅国平. 社会资本可否激励经济增长与环境保护的双赢[J]. *数量经济技术经济研究*, 2012(7): 61-75.
- [14] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. *经济研究*, 2004(10): 35-44.
- [15] 卢洪友, 祈毓. 环境质量、公共服务与国民健康——基于跨国(地区)数据分析[J]. *财经研究*, 2013(6): 106-118.
- [16] Wagstaff A, Claeson M. The millennium development goals for health: rising to the challenges world bank[R]. Washington Working paper, 2004.

[责任编辑:杨志辉]

Health, Environment, Productive Infrastructure and Economic Growth

WEN Jiandong^{1,2}, HUA Fuxiu²

(1. Center for Economic Development, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. School of Economic and Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In the framework of endogenous growth, this paper assumes that health is produced by combining public health expenditure, public infrastructure service and environment quality in the form of Cobb-Douglas technology. We examine the optimal growth of balanced growth path in which the positive effect of public awareness of health affects economic growth through changes of government expenditure on health and environment. The result shows that: environment affects economic growth through health, and welfare-maximizing government should increase environment protection expenditure to improve environmental quality; the more the representative citizens care about the health, the more growth-enhancing policies a welfare maximizing government should choose; in turn, this improves health and environment as well as stimulates economic growth. With the data of 29 provinces from 1997 to 2013, we analyze the hypothesis of health production function and the existence of mechanism that environment affects economic growth through health.

Key Words: environmental quality; endogenous economic growth; health and medical care; environmental protection input; government public expenditure; infrastructure investment; sustainable development; environmental governance