

水资源约束与中国经济增长

——基于水资源“阻力”的计量检验

章恒全 张陈俊 张万力

(河海大学 商学院, 江苏 南京 211100)

摘要: 借鉴改进的 C-D 函数和 Romer 的经济增长阻力分析框架,分地区分产业测算水资源对我国经济增长的阻力。研究发现,资本和技术的弹性大于水资源和劳动;各省份各产业水资源对经济增长的阻力存在较大的差异,水资源对第三产业经济增长的阻力最大,尤其是东部省份,第二产业次之,第一产业最小;水资源对经济增长的阻力不仅受到资本弹性、水资源弹性、劳动弹性的影响,水资源受到限制情况下增长率的取值也将影响到增长阻力的测算结果。因此,可以通过控制人口过快增长、提高水资源利用率、提高资本利用效率和增强技术的作用降低水资源对经济增长的限制。

关键词: 经济增长; 水资源; 阻力; 三次产业; 岭回归

中图分类号: F062.1 文献标识码: A 文章编号: 1671-9301(2016)04-0087-13

一、引言

改革开放以来,中国经济保持着高速增长,按照不变价格计算,1978—2014年国内生产总值年均增长率达到9.72%,经济增长背后隐藏着巨大的隐患,尤其是资源和环境问题。其中,水资源作为基础性自然资源和战略性经济资源,是人类经济社会发展不可替代、不可或缺的生产力核心要素^[1-2]。该时间段,中国总用水量由4 767亿 m³增加到6 220亿 m³,增加了1 453亿 m³,年均增长率为0.76%^①,而我国是一个水资源十分短缺的国家,人均水资源量约为2 100m³,不足世界平均水平的三分之一,在2006年联合国对192个国家和地区进行评价中,中国从高到低排在第127位^[3],说明我国的水资源条件是不好的。水资源短缺、水污染严重以及水生态恶化等问题导致水资源问题更加严峻和复杂,将成为限制我国社会经济可持续发展的瓶颈。因此,在水资源约束日益严重的情况下如何实现经济增长的持续性与水资源消耗最低的“双赢”,既是重要的理论问题,也是亟需解决的现实问题,因此,量化水资源约束对经济增长的影响将变得十分关键。

由于资源的约束导致人均资源利用量下降,从而减少了经济增长,没有资源约束的经济增长与有资源约束的经济增长之间的差额,就是资源约束的“增长阻力”^[4]。水资源对经济增长的阻力受到诸多学者的重视,谢书玲等^[5]深入地分析了中国经济增长中资源耗费“尾效”^②,计算得到水资源对中国1981—2002年经济增长的“尾效”为0.001 397,即由于水资源的匮乏,中国经济年均增长速度要降低0.139 7个百分点。杨杨等^[6]通过修正前提假设使Romer模型更符合中国的水资源特点,

收稿日期:2016-02-23; 修回日期:2016-04-11

作者简介:章恒全(1957—),男,安徽绩溪人,河海大学商学院教授,博士生导师,研究方向为管理科学理论与应用;张陈俊(1987—),男,安徽六安人,河海大学商学院博士研究生,研究方向为管理科学理论与应用。

基金项目:水利部中央分成水资源费项目(1261320212020)

计算得到 1978—2004 年水资源的“增长阻尼”为 0.002 6。李芳等^[7]以新疆为例研究了资源型产业为主导,生态环境脆弱区新型工业化进程中能源、土地、水资源和环境污染的阻碍作用,计算得到水资源对新型工业化进程的尾效为 0.060 6%。聂华林等^[8]计算得到我国农业用水量对农业经济增长的尾效达到 0.075 5%,并且与其他学者的测算结果进行比较;而王学渊等^[9]计算得到我国农业水资源对农业经济增长的阻力为 0.112 1%。刘耀彬等^[10]构建了内生经济发展中的水土资源“尾效”模型,并以中部地区的山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南 6 省为例,发现受水资源约束最严重的地区是安徽省,最轻的是江西省。

学者除了考察水资源的增长阻力外,还研究分析土地、能源、人口以及环境对经济增长的阻力。葛扬等^[11]研究了长三角地区土地资源对经济发展的增长阻力,在 1997—2006 年期间,土地资源的消耗导致经济增长速度年均下降 0.52%。薛俊波等^[12]研究发现,中国土地的经济增长阻力大约为每年 1.75%。沈坤荣等^[13]研究发现,我国能源的经济增长尾效为 0.577%,对经济增长的阻碍并不明显,不是阻碍经济增长的主要因素。张士杰^[14]利用 2000—2011 年皖江经济带 9 个城市的面板数据研究发现,能源的经济增长尾效为 0.5%,与全国相比,能源约束相当,但是不同类型能源对经济增长的约束程度存在明显的差异性。王伟同^[15]借鉴经济增长“尾效”模型,将人口红利视为一种有限的不可再生资源,研究发现,人口红利衰减对中国经济增长的“尾效”影响年均均在 1.5%~2%之间。唐建荣等^[16]修正建立了经济增长的碳排放尾效模型,研究发现,中国经济增长的碳排放尾效值为 0.476 9%,大于水资源尾效,略小于土地和能源的值。

从现有研究可以看出,不管研究对象是水资源还是其他,绝大部分是研究全国或者某个省份的增长阻力,而缺乏分地区分产业的增长阻力研究。我国是一个社会经济发展差距较大的国家,各省份之间存在较大差异,同时,我国各省份产业结构在不断地优化和升级,导致水资源利用结构也在发生深刻的变化,因此,水资源对三次产业的影响也会存在差异,所以分产业量化水资源的经济增长阻力,可以更加清楚地了解水资源对各地区各产业的具体影响,从而为各地区用水结构的调整,建设节水型社会提供政策建议。

综上所述,基于前人研究的基础,本文构建了水资源的经济增长阻力模型,分地区分产业研究水资源的经济增长阻力。基于此,本文的结构安排如下:第一部分是前言,第二部分是模型设置与数据说明,第三部分是分地区分产业测算水资源的经济增长阻力,第四部分是结论与政策建议。

二、模型设置与数据说明

(一) 模型设置

为了计算资源限制对经济增长的限制程度,Romer^[4]构建了一个包括自然资源和土地的柯布—道格拉斯生产函数,具体形式如式(1)所示:

$$Y(t) = K(t)^\alpha R(t)^\beta T(t)^\gamma [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (1)$$

其中 α 、 β 和 γ 分别为资本、资源和土地的产出弹性,并且 $\alpha > 0$ $\beta > 0$ $\gamma > 0$ $\alpha + \beta + \gamma < 1$; $Y(t)$ 表示第 t 年的产出; $K(t)$ 表示第 t 年的资本投入; $R(t)$ 表示第 t 年的自然资源投入; $T(t)$ 表示第 t 年的土地资源投入; $L(t)$ 表示第 t 年的劳动投入; $A(t)$ 表示第 t 年的劳动有效性。

模型(1)的假设与自然资源和土地有关,如果存在自然资源和土地限制时, $\dot{T}(t) = 0$ 和 $\dot{R}(t) = -bR(t)$,其中 b 为资源利用率,并且 $b > 0$; 如果不存在自然资源和土地限制时, $\dot{T}(t) = nT(t)$ 和 $\dot{R}(t) = nR(t)$,其中 n 为人口增长率,自然资源和土地与人口同时增长,则“增长阻力”DRAG 为:

自然资源的“增长阻力”:

$$\text{DRAG} = \frac{\beta(n+b)}{1-\alpha} \quad (2)$$

土地的“增长阻力”:

$$\text{DRAG} = \frac{\gamma n}{1 - \alpha} \quad (3)$$

自然资源和土地的“增长阻力”:

$$\text{DRAG} = \frac{\beta b + (\beta + \gamma) n}{1 - \alpha} \quad (4)$$

在 C-D 生产函数中,技术要素作为独立于其他投入要素之外的不变参数,基本假设是技术进步是广义的,是中性的,且改变了由其他投入要素的数量决定的生产活动的效率,其作用在所有样本点都是相同的,但是这不符合实际情况。随着时间的推移,技术水平会发生变化,因此,技术进步的作用在所有样本点并不相同,这就需要考察时间因素的包含技术进步的生产函数模型。

本文采用改进的 C-D 生产函数模型^③,如式(5)所示:

$$Y = A_0 e^{\lambda t} K^\alpha L^\beta \quad (5)$$

其中 λ 表示技术的年进步速度。

为了考察水资源对经济增长的阻力,在式(5)的基础上,增加水资源要素,则如式(6)所示:

$$Y(t) = A_0 e^{\lambda t} K(t)^\alpha W(t)^\beta L(t)^{1-\alpha-\beta} \quad (6)$$

其中 α 和 β 分别为资本和水资源的产出弹性; λ 表示广义技术进步率, $A_0 e^{\lambda t}$ 表示随着时间的推移,生产过程中技术水平不断提高使产值继续增加的倍数; $Y(t)$ 表示第 t 年的产出; $K(t)$ 表示第 t 年的资本投入; $W(t)$ 表示第 t 年的水资源投入; $L(t)$ 表示第 t 年的劳动投入。资本、劳动的动态性与经典的索洛模型一致,满足以下条件:

$$\begin{cases} \dot{K}(t) = sY(t) - \delta K(t) \\ \dot{L}(t) = nL(t) \end{cases} \quad (7)$$

其中 s 为储蓄率, δ 为资本的折旧率。

水资源受到限制情况下增长率可以划分为三种:水资源固定不变、水资源紧缺状况更加严峻、水资源紧缺状况有所缓解,即 $\dot{W}(t) = 0$ 、 $\dot{W}(t) = -cW(t)$ 和 $\dot{W}(t) = wW(t)$,虽然我国水资源短缺,但是用水量仍然呈现上升的趋势,随着节水型社会建设的推进、产业结构的调整以及节水技术的发展,势必会减缓水资源的紧缺程度。因此,本文假定水资源紧缺状况有所缓解,即 $\dot{W}(t) = wW(t)$ 。

依据假设, $W(t)$ 和 $L(t)$ 均以不变的速率增长,因而,对于平衡增长路径所需要的 $K(t)$ 和 $Y(t)$ 也均以不变的速率增长。则式(7)的第一个等式意味着:

$$\frac{\dot{K}(t)}{K(t)} = s \frac{Y(t)}{K(t)} - \delta \quad (8)$$

由此看出,要使 $K(t)$ 的增长率保持不变, $Y(t)/K(t)$ 也应该保持不变,则 $Y(t)$ 和 $K(t)$ 的增长率应该是一致的。对式(6)两边求导数,可以得到式(9):

$$\ln Y(t) = \ln A_0 + \lambda t + \alpha \ln K(t) + \beta \ln W(t) + (1 - \alpha - \beta) \ln L(t) \quad (9)$$

根据变量的对数对时间 t 的导数便等于该变量增长率,可以将式(9)用增长率形式表示:

$$g_Y(t) = \lambda + \alpha g_K(t) + \beta g_W(t) + (1 - \alpha - \beta) g_L(t) \quad (10)$$

式中 $g_Y(t)$ 、 $g_K(t)$ 、 $g_W(t)$ 和 $g_L(t)$ 分别表示 $Y(t)$ 、 $K(t)$ 、 $W(t)$ 和 $L(t)$ 的增长率。根据 Romer^[4] 的结论,如果处在一个平衡增长路径上, $g_Y(t)$ 与 $g_K(t)$ 必定相等,则式(10)可以改写为:

$$g_Y^{bgp}(t) = \frac{\lambda + \beta g_W(t) + (1 - \alpha - \beta) g_L(t)}{1 - \alpha} \quad (11)$$

其中 $g_Y^{bgp}(t)$ 表示处在均衡增长路径上的产出增长率,因此,在平衡增长路径上单位劳动力产出

增长率为:

$$g_{(Y/L)}^{bgp}(t) = g_{Y_i}^{bgp}(t) - g_{L_i}^{bgp}(t) = \frac{\lambda + \beta g_w(t) + (1 - \alpha - \beta) g_L(t)}{1 - \alpha} - g_L(t) = \frac{\lambda + \beta g_w(t) - \beta g_L(t)}{1 - \alpha} \quad (12)$$

假设式(12)表示水资源受到限制情况下单位劳动力产出增长率,那么水资源未受限制情况下单位劳动力产出增长率,也即单位劳动力平均水资源量不变情况下处于平衡增长路径上的单位劳动力平均产出的增长率不再是 w 而是 n 。在这种情况下,不存在水资源的限制,即与人口一起增长,正是可持续发展观所要求的^[13]。可以用式(13)表示:

$$\tilde{g}_{(Y/L)}^{bgp}(t) = \frac{\lambda + \beta \tilde{g}_w(t) - \beta g_L(t)}{1 - \alpha} \quad (13)$$

那么源于水资源限制引起的“增长阻力”便等于水资源不受限制情况下与受限制情况下的单位劳动力产出增长率的差,即 $\tilde{g}_{(Y/L)}^{bgp}(t)$ 与 $g_{(Y/L)}^{bgp}(t)$ 的差,如式(14)所示:

$$DRAG = \tilde{g}_{(Y/L)}^{bgp}(t) - g_{(Y/L)}^{bgp}(t) = \frac{\lambda + \beta \tilde{g}_w(t) - \beta g_L(t)}{1 - \alpha} - \frac{\lambda + \beta g_w(t) - \beta g_L(t)}{1 - \alpha} = \frac{\beta(\tilde{g}_w(t) - g_w(t))}{1 - \alpha} \quad (14)$$

表1显示了诸多学者针对经济增长阻力的测算对象及假设,我们发现,不论研究对象是什么,基本认为资源没有受到限制的情况下增长率等于劳动增长率,但是资源受到限制情况下增长率却存在差异。本文假定水资源受到限制情况下增长率取实际增长率,即 $g_w(t) = w$ 。因此,式(14)则变成了式(15):

$$DRAG = \frac{\beta(n - w)}{1 - \alpha} \quad (15)$$

表1 增长阻力测度对象及假设

学者	研究对象	无资源约束假设	有资源约束假设
薛俊波等 ^[12] 、王家庭 ^[17] 、崔云 ^[18] 、葛扬等 ^[11] 、曾伟 ^[19]	土地	$\dot{T}(t) = nT(t)$	$\dot{T}(t) = 0$
王伟同 ^[15]	人口红利	$\dot{H}(t) = nH(t)$	$\dot{H}(t) = -bH(t)$
沈坤荣等 ^[13] 、李影等 ^[20,21] 、谭鑫等 ^[22-23]	能源	$\dot{R}(t) = nR(t)$	$\dot{R}(t) = -bR(t)$
谢书玲等 ^[5] 、刘耀彬等 ^[10]	土地和水资源	$\dot{T}(t) = nT(t), \dot{W}(t) = nW(t)$	$\dot{T}(t) = 0, \dot{W}(t) = 0$
张士杰 ^[14] 、刘耀彬等 ^[24]	能源	$\dot{R}(t) = nR(t)$	$\dot{R}(t) = 0$
杨杨等 ^[6] 、万永坤等 ^[25] 、聂华林等 ^[8]	土地和水资源	$\dot{W}(t) = nW(t), \dot{T}(t) = nT(t)$	$\dot{W}(t) = aW(t), \dot{T}(t) = bT(t)$
王学渊等 ^[9]	农业用水量	$\dot{W}(t) = g_r W(t)$	$\dot{W}(t) = g_w W(t)$
刘耀彬等 ^[26]	能源、土地 水资源	$\dot{R}(t) = nR(t), \dot{T}(t) = nT(t)$ $\dot{W}(t) = nW(t)$	$\dot{R}(t) = 0, \dot{T}(t) = 0$ $\dot{W}(t) = 0$
唐建荣等 ^[16]	碳排放	$\dot{C}(t) = nC(t)$	$\dot{C}(t) = -bC(t)$
张文爱 ^[27]	能源	$\dot{R}(t) = mR(t)$	$\dot{R}(t) = 0$
李芳等 ^[7]	能源、土地 水资源、环境	$\dot{R}(t) = nR(t), \dot{T}(t) = nT(t)$ $\dot{W}(t) = nW(t), \dot{H}(t) = nH(t)$	$\dot{R}(t) = 0, \dot{T}(t) = 0$ $\dot{W}(t) = 0, \dot{H}(t) = 0$
罗黎平 ^[28]	土地	$\dot{T}(t) = nT(t)$	$\dot{T}(t) = mT(t)$
Nordhaus ^[29]	可耗竭资源 土地	$\dot{R}(t) = nR(t), \dot{T}(t) = nT(t)$	$\dot{R}(t) = -bR(t), \dot{T}(t) = 0$

水资源对经济增长的阻力与资本弹性 α 、水资源弹性 β 、劳动增长率 n 以及用水量实际变化率 w 密切相关,随着 α 、 β 和 n 的增加而增加,但是随着 w 增加而减少,说明经济增长对水资源依赖程度越大,经济增长受到的限制程度就越大。

(二) 数据来源

本文所用数据的时间跨度为 1998—2013 年,所涉指标为产出、资本存量、用水量、劳动,对相关指标的解释如下:

(1) 产出 Y 各地区的总产出和三次产业产出分别用国内生产总值和三次产业增加值表示,为了消除价格因素影响,利用国内生产总值指数和三次产业增加值指数将产出折算为 1998 年不变价格,增加值以及指数均来源于历年《中国统计年鉴》。

(2) 资本存量 K 在生产函数模型中,一般使用资本存量衡量资本使用量,而统计年鉴公布的数据是固定资产投资额或固定资产形成额,是流量概念,并非存量,因此需要对资本存量进行估算。诸多学者对我国宏观经济或区域经济的资本存量进行了研究,主要有贺菊煌^[30]、邹至庄^[31]、叶裕民^[32]、张军和章元^[33]、李治国和唐国兴^[34]、何枫等^[35]、张军等^[36]、徐现祥等^[37]、单豪杰^[38] 以及 Wu^[39] 等,除了徐现祥^[37] 和 Wu^[39] 外,其他学者并没有分地区分产业核算资本存量。由于数据搜集难度非常大,因此,本文分地区分产业资本存量的数据由 Wu^[39] 提供^④,但是资本存量是以 2010 年为基期,需要将 2010 年基期换算为 1998 年为基期。

(3) 水资源投入 W 水资源投入使用总用水量以及三次产业用水量表示,各省份用水量并不是按照三次产业进行划分,而是划分为农业用水、工业用水、生活用水和生态用水四类,为了与三次产业相对应,需要对四类用水进行调整,将农业用水作为第一产业用水,工业用水作为第二产业用水^⑤,云逸等^[40] 研究发现,第三产业增加值与生活用水量高度相关,同时参考孙才志等^[41] 的处理方法,近似将生活用水作为第三产业用水。数据来源于历年《中国统计年鉴》以及《中国水资源公报》。

(4) 劳动投入 L 劳动投入用全社会以及三次产业从业人口数表示,各省份各产业的从业人口数均来源于《新中国六十年统计资料汇编》、历年《中国统计年鉴》以及各省份的统计年鉴。

三、水资源对经济增长的阻力分析

(一) 用水量对整体经济增长的阻力分析

通过经验判断,三个生产要素相互之间存在相关性,也就是说变量之间可能存在多重共线性问题,那么最小二乘估计方法可能就不再适合增长阻力模型的估计,而岭回归(Ridge Regression)可以削弱多重共线性的不利影响,因此,本文采用岭回归估计方法。

表 2 显示了我国 31 个省份水资源对整体经济增长的阻力测算结果。从各要素的弹性来看,各省份资本和技术要明显大于水资源和劳动,说明经济增长对资本和技术的依赖程度要大于水资源和劳动,资本的产出弹性排名前 5 都是西部省份,可能因为该地区自身基础设施建设薄弱,加上国家“西部大开发”战略的大量资本投入,导致经济增长对资本投入的依赖程度较大,但是总体上,资本的产出弹性比较小,主要因为本文计算了技术的产出弹性,而大都学者将其纳入残差项。西部省份对水资源的依赖程度要大于东中部省份,因为西部省份水资源利用效率较低,利用方式比较粗放,同时对从业人口的依赖程度也比较低,弹性最小的 5 个省份全位于西部地区(分别是甘肃、内蒙古、贵州、重庆和广西),主要因为人口的大量流出,导致本地区从业人口数量增长有限。

各省份水资源对整体经济增长的阻力存在较大差异,增长阻力的标准差达到 0.276 9%,增长阻力最大的省份是福建,为 0.459 8%,即相对于水资源没有受到限制的情况,年均经济增长速度由于水资源限制而下降 0.459 8%,最小值是重庆,为 -1.263 0%,即经济增长速度并没有受到水资源的限制。重庆等 13 个省份的阻力为负值,福建等 18 个省份的阻力为正值。

增长阻力的正负可以从两个角度考虑:一是从业人口数增长率与用水量增长率的差,即公式

(15) 中的分子 $n-w$ 二是水资源的产出弹性 β 如果两者的符号相反, 则增长阻力为负值, 如果符号相同, 则增长阻力为正值。图 1 显示了我国 31 个省份 1998—2013 年用水量 and 从业人口数年均增长率。增长阻力为负值的省份中, 重庆、安徽、江苏、湖北、四川、西藏、江西、甘肃和吉林 9 个省份的用水量增长率小于从业人口数增长率, 而北京、河北、山东和宁夏 4 个省份水资源的产出弹性为负值, 因为这些省份用水量随着经济增长都出现了下降的趋势, 两者之间存在库兹涅茨曲线的倒“U”型特征, 其实这种现象对于发达国家是常态, 我国部分发达省份也存在这种现象, 不少文献^[42-43]进行了此类研究, 与土地资源的产出弹性为负值的原因存在差异, 曾伟^[19]认为我国部分省份城市土地的增量供给不仅不能促进城市经济增长, 反而会产生抑制性。增长阻力为正值的所有省份的用水量增长率都未超过从业人口数增长率, 并且水资源的产出弹性也为正值, 福建和新疆的增长阻力分列前 2 位, 因为水资源的产出弹性较大, 表明经济增长对水资源的依赖程度越大, 会导致水资源的限制将对经济增长产生的阻力越大, 另外, 辽宁、浙江和海南的用水量出现了下降, 增加了 $n-w$ 的差, 所以也增加了增长阻力。

大量学者在研究能源、土地等对经济

表 2 全国 31 个省份用水量对经济增长的阻力测算结果

省份	K	W	L	t	n	w	DRAG (%)	DRAG* (%)
北京	0.364 1	-0.043 7	0.235 8	0.357 0	0.041 3	-0.007 1	-0.332 1	-0.283 5
天津	0.330 3	0.004 6	0.236 6	0.383 7	0.034 7	0.006 6	0.019 3	0.023 8
河北	0.325 9	-0.094 4	0.233 9	0.337 8	0.014 6	-0.011 1	-0.360 1	-0.204 2
山西	0.300 0	0.021 5	0.261 6	0.337 2	0.018 6	0.016 4	0.006 7	0.057 2
内蒙古	0.407 5	0.099 4	0.053 8	0.401 5	0.019 7	0.010 9	0.148 9	0.331 2
辽宁	0.366 4	0.018 7	0.179 6	0.424 2	0.016 9	-0.000 8	0.052 3	0.049 9
吉林	0.347 9	0.033 4	0.262 5	0.337 4	0.015 1	0.015 5	-0.002 4	0.077 2
黑龙江	0.309 5	0.013 5	0.232 0	0.350 8	0.012 9	0.009 1	0.007 5	0.025 2
上海	0.374 2	0.011 6	0.219 3	0.375 4	0.020 7	0.005 0	0.029 1	0.038 4
江苏	0.335 5	0.061 0	0.260 2	0.332 5	0.005 4	0.021 4	-0.146 6	0.049 7
浙江	0.319 2	0.023 8	0.321 2	0.343 6	0.023 6	-0.001 0	0.086 0	0.082 6
安徽	0.296 8	0.112 1	0.277 8	0.304 9	0.015 8	0.034 7	-0.300 6	0.252 1
福建	0.287 3	0.164 2	0.246 9	0.293 9	0.030 8	0.010 8	0.459 8	0.709 3
江西	0.335 9	0.039 8	0.266 2	0.351 1	0.014 2	0.017 5	-0.019 8	0.085 3
山东	0.309 5	-0.043 9	0.334 9	0.308 3	0.014 7	-0.010 3	-0.158 6	-0.093 4
河南	0.369 9	0.028 2	0.180 1	0.406 6	0.016 5	0.002 1	0.064 4	0.073 6
湖北	0.327 2	0.094 3	0.253 5	0.321 3	0.006 9	0.015 2	-0.115 8	0.097 3
湖南	0.346 2	0.038 8	0.271 1	0.313 6	0.007 6	0.004 6	0.018 0	0.045 1
广东	0.320 0	0.033 0	0.309 2	0.342 9	0.032 5	0.000 0	0.158 1	0.158 0
广西	0.409 9	0.034 1	0.167 8	0.372 6	0.007 2	0.004 0	0.018 6	0.041 5
海南	0.313 4	0.020 3	0.276 3	0.388 4	0.030 7	-0.005 5	0.107 0	0.090 9
重庆	0.376 3	0.252 4	0.124 2	0.377 7	-0.001 1	0.030 1	-1.263 0	-0.043 6
四川	0.308 2	0.062 9	0.283 3	0.334 7	0.002 3	0.012 2	-0.090 0	0.021 3
贵州	0.412 3	0.020 5	0.111 0	0.399 9	0.016 3	0.004 7	0.040 4	0.056 8
云南	0.330 0	0.024 1	0.316 3	0.317 6	0.018 4	0.001 4	0.060 9	0.066 0
西藏	0.319 5	0.064 0	0.275 1	0.346 0	0.036 4	0.041 8	-0.050 7	0.342 3
陕西	0.329 2	0.140 6	0.201 5	0.319 2	0.009 4	0.008 6	0.017 1	0.197 4
甘肃	0.471 3	0.017 1	-0.012 5	0.471 0	-0.001 5	0.000 5	-0.006 5	-0.004 9
青海	0.348 0	0.031 3	0.279 7	0.334 9	0.009 0	0.003 3	0.027 2	0.043 1
宁夏	0.358 7	-0.033 7	0.242 0	0.344 1	0.021 6	-0.019 1	-0.214 2	-0.113 6
新疆	0.306 7	0.112 6	0.222 8	0.333 0	0.032 3	0.019 7	0.204 3	0.524 2

注: DRAG* 表示在水资源受到约束时变化率为 0 的增长阻力, 即满足 $\dot{w}(t) = 0$, 下同。年均增长率计算公式为: $\pi = \sqrt{x_t/x_0} - 1$, 其中 π 表示变量年均增长率, x_t 表示报告期, x_0 表示基期, t 表示时期。

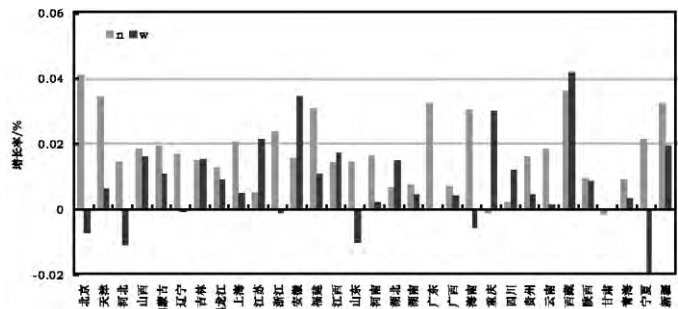


图 1 我国 31 个省份总体从业人口及总用水量增长率

增长的阻力时,假设增长率为0,如果假定水资源受到限制时的增长率为0,那么水资源对整体经济增长的阻力产生较大的变化,测算结果如表2最后一列所示。除了北京、河北、宁夏、山东、重庆和甘肃6个省份外,剩下省份的增长阻力都是正值,由于重庆和甘肃的从业人口增长率为负值,以及其他4个省份水资源的产出弹性为负值而无法改变增长阻力的计算结果。由于假定条件的变化,将带来增长阻力的普遍抬高,所以水资源对经济增长阻力的影响除了资本弹性、劳动弹性、从业人员增长率外,还有水资源受到限制时增长率的取值。

各省份水资源对整体经济增长的阻力存在较大差异,同时,各省份水资源对三次产业经济增长的阻力同样值得进行研究。

(二) 用水量对第一产业经济增长的阻力分析

表3显示了我国31个省份水资源对第一产业经济增长阻力的测算结果。从弹性来看,资本和技术大于水资源和劳动,很多省份的水资源和劳动的产出弹性为负值,主要因为随着经济增长,伴随着产业结构优化升级以及城市化进程的加快,农业用水量出现下降趋势,并且大量的农业从业人口转向非农产业就业,导致农业从业人口数出现下降,其中,中西部地区水资源的产出弹性较大。图2显示我国31个省份第一产业用水量和从业人口数增长率。

各省份水资源对第一产业经济增长的阻力存在较大差异,标

表3 全国31个省份用水量对第一产业经济增长的阻力测算结果

省份	K	W	L	t	n	w	DRAG (%)	DRAG* (%)
北京	0.2483	-0.1511	-0.1119	0.4743	-0.0169	-0.0423	-0.5118	0.3390
天津	0.2036	0.0873	0.0395	0.7350	-0.0105	0.0114	-0.2409	-0.1156
河北	0.2541	-0.2300	-0.2629	0.2637	-0.0107	-0.0168	-0.1892	0.3297
山西	0.3767	0.1535	-0.1953	0.3648	0.0006	0.0122	-0.2850	0.0155
内蒙古	0.3299	-0.1861	0.1360	0.3704	0.0046	-0.0041	-0.2398	-0.1266
辽宁	0.4294	0.1158	0.1277	0.4354	0.0026	-0.0001	0.0538	0.0523
吉林	0.4300	-0.0935	-0.0471	0.5133	0.0008	0.0087	0.1298	-0.0126
黑龙江	0.3704	0.1228	-0.0017	0.4890	-0.0036	0.0198	-0.4566	-0.0703
上海	0.3566	-0.0565	-0.1286	0.3472	-0.0525	-0.0220	0.2676	0.4608
江苏	0.3205	0.1037	-0.2771	0.2922	-0.0462	0.0178	-0.9776	-0.7058
浙江	0.1016	-0.3016	-0.2739	0.3045	-0.0508	-0.0222	0.9598	1.7067
安徽	0.3484	0.2130	-0.1674	0.2717	-0.0206	0.0178	-1.2545	-0.6729
福建	0.3359	-0.0958	-0.1721	0.3618	-0.0161	-0.0133	0.0408	0.2323
江西	0.2532	0.0347	-0.1931	0.4980	-0.0114	0.0123	-0.1102	-0.0531
山东	0.3558	-0.0620	-0.2194	0.3521	-0.0203	-0.0146	0.0552	0.1954
河南	0.3795	-0.0385	-0.1242	0.4532	-0.0093	-0.0115	-0.0136	0.0575
湖北	0.4592	-0.0190	-0.0223	0.4875	-0.0013	0.0135	0.0519	0.0045
湖南	0.3085	-0.1461	-0.2304	0.3075	-0.0126	-0.0092	0.0724	0.2659
广东	0.3405	-0.0575	-0.1521	0.3873	-0.0067	-0.0101	-0.0295	0.0585
广西	0.3228	-0.1127	-0.1515	0.4791	-0.0061	0.0006	0.1120	0.1015
海南	0.3347	-0.0824	0.2250	0.3648	0.0076	-0.0115	-0.2374	-0.0945
重庆	0.3875	0.1241	-0.1776	0.3113	-0.0342	0.0168	-1.0331	-0.6935
四川	0.2411	-0.0749	-0.3386	0.3960	-0.0242	0.0057	0.2954	0.2389
贵州	0.2029	-0.0871	-0.0102	0.6938	0.0095	0.0001	-0.1029	-0.1038
云南	0.3149	-0.0486	-0.0664	0.5556	-0.0028	-0.0034	-0.0044	0.0196
西藏	0.4561	0.0742	-0.0125	0.4731	0.0026	0.0453	-0.5828	0.0355
陕西	0.3110	0.0651	-0.2260	0.4013	-0.0200	0.0021	-0.2091	-0.1891
甘肃	0.4310	-0.0243	0.0570	0.4580	-0.0022	0.0022	0.0188	0.0095
青海	0.3365	0.0424	-0.2412	0.3646	-0.0180	0.0052	-0.1478	-0.1149
宁夏	0.4510	-0.0460	0.1032	0.4339	0.0062	-0.0223	-0.2382	-0.0516
新疆	0.3869	0.0399	0.1944	0.3661	0.0179	0.0193	-0.0088	0.1168

准差达到0.4171%,大于水资源对整体经济增长阻力的差异程度,增长阻力最大的省份是浙江,达到0.9598%,即相对于水资源利用没有受到限制的情况,第一产业年均经济增长速度由于水资源利用的限制而下降0.9598%,最小值是安徽,为-1.2545%,即第一产业经济增长并没有受到水资源的限制。安徽等20个省份的经济增长阻力为负值,浙江等11个省份的经济增长阻力为正值。

同样从第一产业从业人口数与用水量的增长率之差以及水资源的产出弹性角度考虑增长阻力的正负。增长阻力为负值的省份中,北京、内蒙古、宁夏、海南、河北、贵州、广东、河南和云南等9个

省份的水资源产出弹性为负值,剩下省份都是由于用水量增长率超过了从业人口数增长率。在增长阻力为正值的省份中,只有辽宁水资源的产出弹性以及第一产业从业人口数与用水量增长率的差同为正值,剩下的省份都是因为两者同为负值,其中,浙江的增长阻力最大的原因是用水量的产出弹性的绝对值最大以及从业人口数下降率最大。

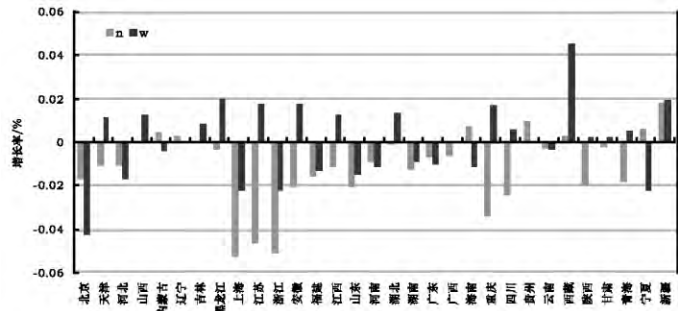


图2 我国31个省份第一产业从业人口及用水量增长率

如果假定第一产业用水量受到限制

时的变化率为0,那么水资源对第一产业经济增长的阻力产生较大的变化,测算结果见表3最后一列,增长阻力为负值的省份将由20个减少为13个。

(三) 用水量对第二产业经济增长的阻力分析

表4显示了我国31个省份水资源对第二产业经济增长阻力的测算结果。从弹性来看,与第一产业相同,资本和技术大于水资源和劳动,辽宁和上海的资本弹性最大,同时,部分省份的水资源和劳动弹性为负值,但是省份数量远远小于第一产业,只有北京市用水量和劳动的产出弹性皆为负值,因为工业用水量和从业人口数随着经济增长都呈现下降趋势。图3显示31个省份第二产业从业人口数和用水量增长率。

各省份水资源对第二产业经济增长的阻力存在较大的差异,标准差达到0.6937%,增长阻力最大的是浙江,达

表4 全国31个省份用水量对第二产业经济增长的阻力测算结果

省份	K	W	L	t	n	w	DRAG (%)	DRAG* (%)
北京	0.3003	-0.3173	-0.0049	0.3507	-0.0046	-0.0488	-2.0033	0.2086
天津	0.3080	-0.1032	0.2020	0.4471	0.0282	-0.0094	-0.5610	-0.4203
河北	0.2726	-0.0821	0.2593	0.3839	0.0293	-0.0045	-0.3815	-0.3306
山西	0.3301	0.0126	0.1808	0.4553	0.0222	0.0041	0.0341	0.0418
内蒙古	0.2855	0.3348	0.0056	0.3254	0.0165	0.0777	-2.8682	0.7717
辽宁	0.4802	0.0071	-0.0224	0.5066	0.0037	-0.0192	0.0314	0.0051
吉林	0.3365	0.0754	0.1011	0.4772	0.0227	0.0267	-0.0454	0.2576
黑龙江	0.2954	-0.0731	0.0421	0.5797	0.0059	-0.0490	-0.5693	-0.0612
上海	0.4562	0.0287	0.1074	0.4051	0.0099	0.0053	0.0240	0.0522
江苏	0.3388	0.0600	0.2692	0.3294	0.0284	0.0281	0.0029	0.2579
浙江	0.2693	0.1089	0.2828	0.3187	0.0530	0.0141	0.5796	0.7899
安徽	0.3475	0.1273	0.2527	0.2617	0.0504	0.0665	-0.3141	0.9838
福建	0.3181	0.1280	0.2726	0.2723	0.0646	0.0411	0.4416	1.2134
江西	0.2227	0.1661	0.2214	0.3867	0.0275	0.0277	-0.0038	0.5871
山东	0.3205	-0.0566	0.2857	0.3227	0.0408	-0.0269	-0.5638	-0.3400
河南	0.1728	0.1877	0.2845	0.3286	0.0512	0.0322	0.4304	1.1622
湖北	0.3097	0.1563	0.1749	0.3674	0.0079	0.0139	-0.1363	0.1785
湖南	0.3477	0.1871	0.1116	0.3519	0.0107	0.0395	-0.8265	0.3063
广东	0.3236	0.0211	0.2734	0.3715	0.0510	-0.0027	0.1675	0.1592
广西	0.3193	0.0561	0.2063	0.4051	0.0426	0.0095	0.2726	0.3510
海南	0.2233	0.0618	0.3035	0.4038	0.0474	0.0020	0.3617	0.3772
重庆	0.2915	0.1857	0.1392	0.4061	0.0270	0.0370	-0.2617	0.7080
四川	0.3668	0.0347	0.2466	0.3326	0.0317	0.0116	0.1100	0.1735
贵州	0.4387	0.0735	0.0687	0.4263	0.0204	0.0129	0.0984	0.2675
云南	0.3301	0.0616	0.2363	0.3605	0.0390	0.0116	0.2524	0.3590
西藏	0.2231	0.0913	0.3269	0.3521	0.1006	0.0726	0.3284	1.1818
陕西	0.2898	0.0041	0.2649	0.3239	0.0524	0.0055	0.0271	0.0302
甘肃	0.4218	-0.0857	-0.1028	0.3981	-0.0166	-0.0235	-0.1021	0.2461
青海	0.3517	0.0081	0.2458	0.3838	0.0400	-0.0122	0.0652	0.0500
宁夏	0.4385	0.0023	0.0822	0.4382	0.0185	-0.0117	0.0124	0.0076
新疆	0.3009	0.0036	0.2180	0.3456	0.0353	0.0110	0.0125	0.0182

到0.5796%,即相对于水资源利用没有受到限制的情况,第二产业年均经济增长速度由于水资源利用的限制而下降0.5796%,最小值是内蒙古,为-2.8682%,即第二产业经济增长并没有受到水资

源的限制。内蒙古等 13 个省份的经济增长阻力为负值,浙江等 18 个省份的经济增长阻力为正值。

同样可以从第二产业从业人口数与用水量增长率的差以及水资源的产出弹性考虑增长阻力的正负。在增长阻力为负值的省份中,北京、山东、天津、河北和甘肃等 5 个省份水资源的产出弹性为负值,而剩下的省份都是由于用水量增长率超过了从业人口数增长率。在增长阻力为正值的所有省份中,第二产业用水量增长率都小于从业人口数增长率,并且用水量的产出弹性都为正值。

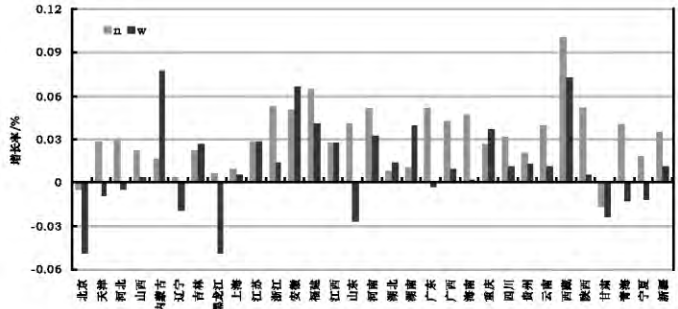


图 3 我国 31 个省份第二产业从业人口及用水量增长率

如果假定第二产业用水量受到限制时的变化率为 0,那么水资源对第二产业经济增长的阻力产生较大的变化,测算结果见表 4 最后一列,增长阻力为负值的省份将由 13 个减少为 4 个。

(四) 用水量对第三产业经济增长的阻力分析

表 5 显示了我国 31 个省份水资源对第三产业经济增长阻力的测算结果。从弹性来看,资本和技术仍然大于水资源和劳动,但是从三次产业比较来看,第三产业水资源和劳动的产出弹性要大于第一产业和第二产业,主要因为产业结构的优化升级,使得服务业迅速发展,用水量和从业人口数都迅速增加。图 4 显示了我国 31 个省份第三产业从业人口数和用水量增

表 5 全国 31 个省份用水量对第三产业经济增长的阻力测算结果

省份	K	W	L	A	n	w	DRAG (%)	DRAG* (%)
北京	0.325 2	0.103 1	0.241 6	0.314 1	0.068 3	0.019 1	0.752 1	1.043 5
天津	0.300 3	0.005 5	0.276 8	0.306 3	0.053 6	0.002 7	0.040 0	0.042 1
河北	0.298 4	0.045 9	0.303 2	0.338 9	0.036 4	0.006 0	0.199 0	0.238 3
山西	0.235 7	0.112 5	0.272 9	0.335 7	0.038 9	0.030 1	0.129 1	0.572 4
内蒙古	0.346 0	0.193 2	0.118 8	0.364 6	0.042 7	0.026 2	0.486 1	1.260 9
辽宁	0.286 2	0.110 1	0.292 6	0.322 4	0.040 1	0.003 1	0.570 4	0.618 1
吉林	0.368 4	0.037 7	0.240 7	0.322 0	0.028 5	0.024 9	0.021 5	0.170 0
黑龙江	0.372 6	0.029 7	0.190 3	0.410 1	0.038 3	0.010 9	0.129 6	0.181 2
上海	0.311 4	0.102 2	0.237 1	0.341 8	0.042 1	0.026 5	0.232 1	0.625 2
江苏	0.316 6	0.119 9	0.255 4	0.311 0	0.031 7	0.012 0	0.346 8	0.556 7
浙江	0.265 3	0.042 0	0.276 3	0.378 5	0.049 9	0.036 7	0.075 3	0.285 2
安徽	0.277 9	0.200 0	0.218 5	0.292 3	0.047 8	0.047 5	0.007 5	1.324 1
福建	0.301 8	0.033 7	0.287 5	0.344 1	0.051 1	0.043 5	0.036 4	0.246 5
江西	0.289 0	0.158 1	0.217 6	0.317 9	0.034 2	0.027 9	0.140 8	0.760 3
山东	0.335 2	0.092 2	0.253 5	0.308 3	0.041 7	0.020 8	0.290 0	0.578 8
河南	0.326 7	0.066 8	0.271 9	0.325 0	0.033 5	0.011 9	0.214 8	0.332 6
湖北	0.321 3	0.024 9	0.206 7	0.425 3	0.017 8	0.025 3	-0.027 4	0.065 3
湖南	0.410 8	0.030 0	0.165 1	0.374 0	0.040 7	0.011 7	0.147 8	0.207 3
广东	0.309 6	0.174 8	0.185 8	0.329 0	0.051 3	0.032 7	0.470 0	1.299 2
广西	0.447 5	0.090 9	0.057 0	0.418 9	0.017 7	0.009 6	0.133 2	0.290 6
海南	0.296 8	0.165 0	0.238 0	0.289 8	0.059 3	0.025 4	0.793 7	1.390 4
重庆	0.280 6	0.087 0	0.326 4	0.291 3	0.028 2	0.032 6	-0.053 3	0.341 5
四川	0.309 0	0.171 4	0.196 0	0.300 9	0.029 4	0.032 0	-0.064 2	0.728 6
贵州	0.411 2	-0.021 2	0.130 3	0.427 4	0.036 7	0.003 2	-0.120 5	-0.132 0
云南	0.322 2	0.053 8	0.290 4	0.319 7	0.072 1	0.011 4	0.481 8	0.572 5
西藏	0.319 5	0.016 2	0.311 6	0.328 1	0.086 7	-0.030 5	0.279 1	0.206 4
陕西	0.380 2	0.211 6	0.032 0	0.345 3	0.025 8	0.031 3	-0.190 2	0.879 1
甘肃	0.440 1	0.081 3	0.026 1	0.450 1	0.012 8	0.014 6	-0.025 5	0.185 9
青海	0.381 8	0.040 4	0.198 1	0.386 2	0.029 0	0.000 9	0.183 4	0.189 2
宁夏	0.349 4	0.014 5	0.259 9	0.356 1	0.053 6	0.007 3	0.103 1	0.119 4
新疆	0.319 4	0.039 4	0.303 9	0.335 3	0.054 0	0.015 7	0.221 7	0.312 7

长率。

各省份水资源对第三产业经济增长的阻力存在较大的差异性,标准差达到 0.239 7%,增长阻力最大的是海南,为 0.793 7%,即相对于水资源利用没有受到限制的情况,第三产业年均经济增长速度由于水资源利用的限制而下降 0.793 7%,最小值是陕西,为 -0.190 2%,即第三产业发展并没有受到水资源的限制。增长阻力为负值的省份主要集中在西部地区,包括西部的陕西、贵州、四川、重庆、甘肃和中部的湖北等 6 个省份,其中,只有贵州省由于水资源的产出弹性为负值所致,其余 5 个省份由于第三产业从业人口数增长率小于用水量增长率所致,而剩下的 25 个省份的经济增长阻力都为正值。增长阻力为正值的所有省份,水资源的产出弹性都为正值,因为第三产业在国民经济中的比重越来越大,同时用水量的增长率都未超过从业人口数的增长率,其中,东部地区所有省份的经济增长阻力都是正值,排名前 10 位的省份中有 7 个东部省份,并且前 3 位都是东部省份,说明东部省份第三产业经济增长受到水资源的限制要强于中西部省份。

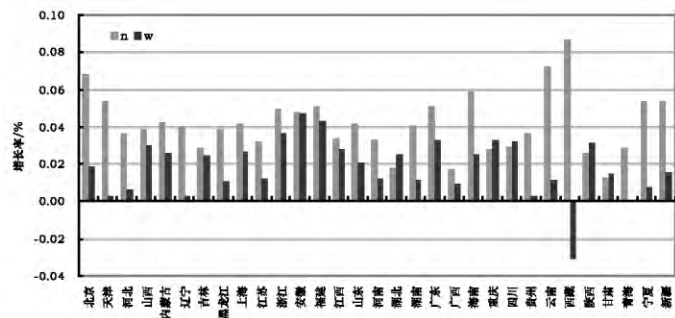


图4 我国 31 个省份第三产业从业人口及用水量增长率

如果假定第三产业用水量受到限制时的变化率为 0,增长阻力将发生较大的变化,仅有贵州的增长阻力为负值,因为水资源在经济增长过程中出现下降趋势,而剩下所有省份的经济增长阻力都为正值;除了贵州和西藏外,经济增长阻力都有所抬高。

四、结论与政策建议

本文基于改进的 C-D 生产函数和 Romer 的“增长阻力”分析框架,分地区分产业测算水资源对经济增长的阻力,得出如下结论:

(1) 不论整体经济还是三次产业,资本和技术的产出弹性大于水资源和劳动,由于模型中考虑了技术因素,导致资本的弹性普遍偏小;随着经济增长,伴随着产业结构的优化升级以及城市化进程的加快,部分省份的第一产业和第二产业用水量、劳动的产出弹性为负值,除了贵州,所有省份第三产业的用水量和劳动的产出弹性都为正值;西部地区水资源弹性较大,因为其水资源利用效率较低,经济增长对水资源的依赖较高,东部地区第二产业和第三产业劳动弹性较大,主要因为中西部地区大量的人口流入到东部地区,从业人口增长有限。

(2) 各省份各产业水资源对经济增长的阻力存在较大的差异性;从用水量的产出弹性以及就业人口与用水量增长率的差两个角度考虑增长阻力的大小,用水量的产出弹性为负值的原因在于用水量随着经济增长而出现下降趋势;从省份数量来看,水资源对第三产业经济增长的限制最显著,尤其是东部地区,第二产业次之,第一产业最小。

(3) 水资源对经济增长的阻力除了受到资本弹性、水资源弹性和从业人口数增长率影响之外,水资源受到限制情况下增长率的取值也将影响阻力的测算结果,如果假定水资源固定不变,则会抬高我国各省份各产业水资源对经济增长的阻力。

根据以上分析,提出几点政策建议:

(1) 控制人口过快增长 水资源对经济增长的阻力与从业人口数呈正比例关系,我国经济在快速发展,劳动力增长率显然比较大,从而对水资源的需求变大,将导致水资源对经济增长的限制变大,同时随着“二孩”政策的全面放开,将一定程度上抬高水资源对经济增长的阻力。

(2) 提高水资源利用效率 水资源对经济增长的阻力与水资源的弹性呈正比例关系,可以通过

降低水资源的弹性,即减少经济增长对水资源的依赖,水资源对经济增长的限制将会降低,这就需要提高水资源利用效率,尤其是西部地区。

(3) 提高资本利用效率 水资源对经济增长的阻力与资本的弹性呈正比例关系,所以需要减少对资本投入粗放型经济增长模式的依赖,走集约化经济增长模式,提高投资效率。

(4) 增强技术的作用 技术进步上升,则稳态的产出就会上升,如果技术进步趋于节水,则技术进步有利于降低水资源对经济增长的阻力,同时,增长阻力的测算公式依赖于投入要素,并不依赖于技术进步,而技术进步有利于降低经济增长对资本、水资源和劳动的依赖程度,从而降低水资源对经济增长的阻力。

参考文献:

- [1]李锋,王春月. 虚拟水贸易视角下的水资源安全研究综述[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2014(2): 49-54.
- [2]王慧敏,陈蓉,许叶军,等. 最严格水资源管理过程中政府职能转变的困境及途径研究[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版),2015(4): 64-68.
- [3]王浩. 中国水资源问题及其科学应对[EB/OL]. <http://zt.cast.org.cn/n435777/n435799/n13215955/n13216711/13324916.html>. 2011-09-21/2016-3-28.
- [4]ROMER D. Advanced macroeconomics (second edition) [M]. Shanghai: Shanghai University of Finance & Economics Press, 2001.
- [5]谢书玲,王铮,薛俊波. 中国经济发展中水土资源的“增长尾效”分析[J]. 管理世界,2005(7): 22-25.
- [6]杨杨,吴次芳,罗罡辉,等. 中国水土资源对经济的“增长阻尼”研究[J]. 经济地理,2007(4): 529-532.
- [7]李芳,张杰,张风丽. 新疆新型工业化进程中资源环境“尾效”的计量分析[J]. 统计与决策,2014(13): 138-140.
- [8]聂华林,杨福霞,杨冕. 中国农业经济增长的水土资源“尾效”研究[J]. 统计与决策,2011(15): 110-113.
- [9]王学渊,韩洪云. 水资源对中国农业的“增长阻力”分析[J]. 水利经济,2008(3): 1-5.
- [10]刘耀彬,杨新梅,周瑞辉,等. 中部地区经济增长中的水土资源“增长尾效”对比研究[J]. 资源科学,2011(9): 1781-1787.
- [11]葛扬,何婷婷. 长三角经济发展中土地资源的“增长阻力”分析[J]. 学海,2010(4): 90-95.
- [12]薛俊波,王铮,朱建武,等. 中国经济增长的“尾效”分析[J]. 财经研究,2004(9): 5-14.
- [13]沈坤荣,李影. 中国经济增长的能源尾效分析[J]. 产业经济研究,2010(2): 1-8.
- [14]张士杰. 区域经济增长的能源尾效分析——以皖江城市带为例[J]. 华东经济管理,2013(7): 58-61.
- [15]王伟同. 中国人口红利的经济增长“尾效”研究——兼论刘易斯拐点后的中国经济[J]. 财贸经济,2012(11): 14-20.
- [16]唐建荣,张白羽. 中国经济增长的碳排放尾效分析[J]. 统计与信息论坛,2012(1): 66-70.
- [17]王家庭. 中国区域经济增长中的土地资源尾效研究[J]. 经济地理,2010(12): 2067-2072.
- [18]崔云. 中国经济增长中土地资源的“尾效”分析[J]. 经济理论与经济管理,2007(11): 32-37.
- [19]曾伟. 土地资源对城市经济增长的影响分析:理论与实证[J]. 资源科学,2014(7): 1317-1326.
- [20]李影,沈坤荣. 能源约束与中国经济增长——基于能源“尾效”的计量检验[J]. 经济问题,2010(7): 16-20.
- [21]李影,沈坤荣. 能源结构约束与中国经济增长——基于能源“尾效”的计量检验[J]. 资源科学,2010(11): 2192-2199.
- [22]谭鑫,赵鑫铖. 能源对中国东中西部经济增长阻力的对比研究[J]. 经济问题探索,2011(1): 160-164.
- [23]谭鑫,赵鑫铖,张越. 能源对中国经济及三次产业的增长阻力分析[J]. 经济学动态,2011(9): 94-98.
- [24]刘耀彬,黄梦圆. 城市化进程中的“资源尾效”和“资源诅咒”——基于中国27个煤炭城市的面板数据分析[J]. 华东经济管理,2015(1): 55-61.
- [25]万永坤,董锁成,王隽妮,等. 北京市水土资源对经济增长的阻尼效应研究[J]. 资源科学,2012(3): 475-480.
- [26]刘耀彬,陈斐. 中国城市化进程中的资源消耗“尾效”分析[J]. 中国工业经济,2007(11): 48-55.

- [27]张文爱. 能源约束对经济增长的“阻尼效应”研究——以重庆市为例[J]. 统计与信息论坛, 2013(4): 53-60.
- [28]罗黎平. 基于土地虚拟增长的土地资源增长尾效模型研究[J]. 求索, 2011(2): 95-96.
- [29]NORDHAUS W D. Lethal model 2: the limits to growth revisited[J]. Brookings papers on economic activity, 1992, 23(2): 1-59.
- [30]贺菊煌. 我国资产的估算[J]. 数量经济技术经济研究, 1992(8): 24-27.
- [31]邹至庄. 中国的资本形成与经济增长[J]. 数量经济技术经济研究, 1995(2): 35-43.
- [32]叶裕民. 全国及各省区市全要素生产率的计算和分析[J]. 经济学家, 2002(3): 115-121.
- [33]张军, 章元. 对中国资本存量 K 的再估计[J]. 经济研究, 2003(7): 35-43.
- [34]李治国, 唐国兴. 资本形成路径与资本存量调整模型——基于中国转型时期的分析[J]. 经济研究, 2003(2): 34-42.
- [35]何枫, 陈荣, 何林. 我国资本存量的估算及其相关分析[J]. 经济学家, 2003(5): 29-35.
- [36]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.
- [37]徐现祥, 周吉梅, 舒元. 中国省区三次产业资本存量估计[J]. 统计研究, 2007(5): 6-13.
- [38]单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算: 1952—2006 年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(10): 17-31.
- [39]WU Y R. China's capital stock series by region and sector [J]. Frontier of economics in China, 2016, 11(1): 156-172.
- [40]云逸, 邹志红, 王惠文. 北京市用水结构与产业结构的成分数据回归分析[J]. 系统工程, 2008(4): 67-71.
- [41]孙才志, 谢巍. 中国产业用水变化驱动效应测度及空间分异[J]. 经济地理, 2011(4): 666-672.
- [42]贾绍凤, 张士锋, 杨红, 等. 工业用水与经济发展的关系——用水库兹涅茨曲线[J]. 自然资源学报, 2004(3): 279-284.
- [43]贾绍凤. 工业用水零增长的条件分析——发达国家的经验[J]. 地理科学进展, 2001(1): 51-59.

注释:

- ①由于没有搜集到 1978 年总用水量数据, 所以增加量和年均增长率的时间跨度都为 1979—2014 年, 1979 年总用水量数据来源于《中国 21 世纪水问题方略》2014 年总用水量数据来源于《2014 年中国水资源公报》。
- ②不同的学者对 growth drag 翻译不尽相同, 比如增长阻力、增长尾效、增长阻碍、增长阻尼等, 但都是表示没有资源约束的经济增长速度与有资源约束的经济增长速度的差额。
- ③1957 年 Solow 提出测定技术进步 $A(t)$ 的两种假定: $A(t) = A_0(1 + \gamma)^t$ 或者 $A(t) = A_0e^{\lambda t}$, 其中 γ 和 λ 表示技术的年进步速度。因此, 改进的 C-D 函数模型为: $Y = A_0e^{\lambda t}K^\alpha L^\beta$ 。
- ④ Wu^[39] 使用永续盘存法核算各地区各产业的资本存量 $K_{ij,t} = (1 - \delta_{ij})K_{ij,t-1} + I_{ij,t}$, 其中 $K_{ij,t}$ 表示第 i 个地区第 j 次产业第 t 年的资本存量, $I_{ij,t}$ 表示第 i 个地区第 j 次产业第 t 年的固定资产形成额, δ_{ij} 表示第 i 个地区第 j 次产业的折旧率, 如果知道了初始资本存量 $K_{ij,0}$, 便可以得到 $K_{ij,t}$, 因此上式可以转化为 $K_{ij,t} = (1 - \delta_{ij})^t K_{ij,0} + \sum_{k=0}^{t-1} (1 - \delta_{ij})^k I_{ij,t-k}$, 各地区分产业资本存量核算的关键在于基期资本存量 $K_{ij,0}$ 和折旧率 δ_{ij} 的确定, 基期资本存量的计算方法为 $K_{ij,0} = \frac{I_{ij,1}}{\delta_{ij} + g_{ij}}$, 式中 $I_{ij,1}$ 表示第 i 个地区第 j 次产业第 1 年的固定资产形成额, g_{ij} 表示第 i 个地区第 j 次产业固定资产形成额最初某个时间段的平均增长率, 一般选择 5 年, 该方法与单豪杰^[38] 的研究非常相似。同时, Wu^[39] 认为中国不同省份不同产业存在不同的折旧率。
- ⑤第二产业用水量包括工业用水量和建筑业用水量, 但是并没有各省份建筑业用水量的相关数据, 同时, 建筑业用水量占第二产业用水量的比重非常小, 因此将工业用水量视为第二产业用水量。

(责任编辑: 禾 日)

Water Resource Constraints and China's Economic Growth ——Based on Econometric Analysis of “Resistance” of Water Resource

ZHANG Hengquan , ZHANG Chenjun , ZHANG Wanli

(School of Business , Hohai University , Nanjing 211100 , China)

Abstract: This paper estimates the resistance of water resource to China's economic growth from the province and industry level separately , based on improved C-D function and Romer's analytical framework of resistance to economic growth. It shows that the elasticity of capital and technology is greater than water resource and labor. There are great discrepancies of resistance of water resource to economic growth in different provinces and industries. The resistance of water resource is biggest to service industry , especially in eastern provinces. The secondary industry is less affected and the first industry is least affected by the resistance of water resource. The resistance of water resource to economic growth is not only influenced by the elasticity of capital , water resource and labor , but also influenced by the growth rate under constrictions of water resource. Therefore , in order to reduce the restrictions of water resource to economic growth , we should control the excessive growth of population , improve utilization of water resource and capital , and enhance the effect of technology.

Key words: economic growth , water resource , resistance , tertiary industries , ridge regression

(上接第 50 页)

Local Government Competition , Productive Expenditure and the Total Factor Productivity of Enterprises ——Empirical Evidence Based on the Perspective of Spatial Spillover Effects

TAN Guangrong , SHI Buyun , JIN Peizhen

(School of Economics & Trade , Hunan University , Changsha 410079 , China)

Abstract: As the problem of unbalanced fiscal expenditure structure that caused by the local government competition becomes increasingly obvious , it is time to examine the influence of each productive expenditure on total factor productivity (TFP) of regional enterprises. This paper estimates total factor productivity of 20391 China's manufacturing enterprises by constructing MinDS-Luenberger index. Based on spatial Durbin econometric model , the empirical research finds that: From the perspective of overall regional enterprise , the increase of local government fiscal expenditure on education can promote human capital accumulation and technological innovation as well as enterprises' TFP in this region. However , fiscal educational expenditure in each region has a negative spatial interaction impact. In contrast , the effect of local government fiscal expenditure on infrastructure construction and technology on enterprises' TFP in this region isn't significant. The opening up and advanced industry level has a positive impact on enterprises' TFP while foreign direct investment and enterprises' TFP has a negative correlation relationship. The impact of ownership on enterprises' TFP is not yet significant.

Key words: local government competition; productive expenditure; total factor productivity of enterprise; MinDS-Luenberger index; spatial spillover effect