

科学素质与经济增长关系评述

邓 华 曾国屏

(清华大学科学技术与社会研究中心, 北京 100084)

[摘 要] 流行的观点认为“在科学素质与经济增长之间只存在间接的关联”, 但最近的经济增长研究却表明: 科学素质作为一种重要的人力资本代理变量, 与经济增长之间存在稳定的正向的强关联。就全球范围而言, 在控制人均初始收入水平后, 青少年的科学素质水平每提高一个标准差, 人均 GDP 的年增长率将提高约一个百分点。

[关键词] 科学素质 人力资本 经济增长

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357(2012)03-0014-07

A Review on the Relationship between Scientific Literacy and Economic Growth

Deng Hua Zeng Guoping

(Institute for Science and Technology Studies, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract: New evidences against a popular believed idea that there is an indirection relationship between scientific literacy and economic growth support that scientific literacy performance as the proxy for the human capital has a significant growth effect. Conditional on initial incomes, regional growth over the last four decades is completely described by difference in scientific literacy, and one standard deviation difference on test performance is related to 1% difference in annual growth rates of gross domestic product (GDP) per capita.

Keywords: scientific literacy; human capital; economic growth

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357(2012)03-0014-07

21 世纪是一个知识经济的时代, 知识和创新成为驱动发展的根本动力。随着知识经济的发展, 公民科学素质越来越成为影响国家竞争力的重要因素, 现代发达国家都把提

高公民科学素质置于增进国家利益、实现国家目标的战略地位。

在美国, 无论是科学促进协会发起的“2061 计划”, 还是国家科学院制定的《国家

收稿日期: 2011-06-28

基金项目: 中国科协研究生科普研究能力提升类项目 (2011KPYJ02)。

作者简介: 邓 华, 清华大学科学技术与社会研究中心博士研究生, 研究方向为科学普及传播与科技政策,

Email: dengh08@mails.tsinghua.edu.cn;

曾国屏, 清华大学科学技术与社会研究中心教授, 清华大学深圳研究生院文理学部主任, 博士生导师, 研究方向为自然辩证法、科学技术与社会。

科学教育标准》，都把培养全体公民具有良好的科学素质作为国家的战略目标。在英国，相继出台的 3 份重要报告《公众理解科学》、《沃尔芬达尔报告》和《科学与社会》，为该国的公民科学素质建设提供了行动指南。经合组织（OECD）把公民的科学素质与其参与科学事务和劳动力市场的能力关联起来。联合国教科文组织将科学素质视为像“人的生存权”那样的天赋权利，是人之发展所必需。

在我国，2006 年国家颁布《全民科学素质行动计划纲要（2006—2010—2020 年）》，明确指出：“提高公民科学素质，对于增强公民获取和运用科技知识的能力、改善生活质量、实现全面发展，对于提高国家自主创新能力、建设创新型国家、实现经济社会全面协调可持续发展、构建社会主义和谐社会，都具有十分重要的意义。”

目前，关于科学素质对于经济发展有着重要作用的共识已经形成。但是，科学素质与经济增长率之间有没有直接的关系？提高公民科学素质能够在多大程度上改善经济增长率？能否用科学素质来解释 20 世纪中叶以来部分发展中国家对发达国家的追赶现象？这些都是我国公民科学素质建设中亟待解决的理论问题，本文对最近几年国外关于这些问题的研究成果作一简要评述。

1 科学素质影响经济发展的途径

科学素质的英文表述是 Science Literacy 或者 Scientific Literacy，众多机构和学者都对其进行了界定，内涵十分丰富。从涵盖的学科领域看，包括数学、技术、自然科学和社会科学等许多方面^[1]；从素质的结构看，包括科学知识、科学方法、科学思想、科学精神以及处理实际问题参与公共事务的能力；从能力的层次看，包括识别科学议题、解释科学现象和运用科学证据等^[2]。科学素质是公民素质的重要组成部分，是人力资本的重要表现形式，在知识经济时代，更能体现人力资本在质量上的差异，已经成为世界各国衡量人力资本的重要标准。公民科学

素质水平的高低，影响着经济的增长和发展。

传统的经济增长是指一个国家总体或人均收入和产品的增长，通常用国内生产总值(GDP)或国民生产总值(GNP)及其经济增长速度来衡量。经济发展的含义比传统的经济增长广泛。世界银行在其报告《增长的质量》中指出，发展就是改善人民的生活质量，增加人民的福利，提高他们构建自己未来的能力^[3]。经济发展，除了人均国民生产总值的增加外，还包括产业、人口和消费等更广泛的结构变化。

经济增长虽然不完全等同于经济发展或人们福利的普遍改善，但是经济发展必须建立在经济增长的基础上。没有经济增长和国民财富的增加，减少贫困人口、提高人民生活水平就会成为一句空话。因此，经济增长依然是经济发展过程中的中心问题，人均 GDP 则是衡量经济发展最重要的指标之一。

世界各国发展的经验表明，人力资本、物质资本和自然资本的协调平衡积累，对于发展具有极为重要的意义。人力资本和自然资本的重要性不仅在于是生产要素，而且还是社会福利的直接决定因素，只有三者保持相对有序的平衡扩张，才能保持经济的稳定增长，实现长期的可持续发展。

从经济形态看，现代经济是以知识为基础的经济。经济社会的可持续发展更加依赖于知识生产、知识扩散和知识应用。经济发展的关键在于注重知识和教育。知识既是一些国家发展成功的秘诀，也是许多发展中国家人民生活贫困的根源。人是知识的载体，不断创造新知识，在全球范围内广泛获取和吸收已有的知识，都需要高素质的人力资源。因此，提高人的素质特别是科学素质，有助于缩小知识差距，促进经济社会的发展。

从经济发展的阶段看，现代经济已经发展到由过去依靠要素驱动和效率驱动的阶段转向依靠创新驱动的新阶段。创新成为驱动经济增长的发动机，完善的国家创新体系成为国民经济可持续发展的基础。科研机构、高等院校、企业和政府等各要素之间的联系直接决定

了国家创新系统的绩效。国家创新系统的关键目标之一就是促进科学技术知识在一国内部的循环流转。在知识的传播和扩散中,如合作研究、专利共享等都需要以人为中介,人的科学素质的高低对人们利用知识、进行科学思维和提高科技创新能力有着深刻的影响。

从生产要素的角度看,不同于过去主要依靠增加物质资本投入的传统经济,现代经济主要是依靠对人力资本的投资,知识逐渐取代物质资本成为经济增长中最重要的生产要素,提高公民的科学素质正是进行人力资本投资的一项重要措施。这种投资还是面向未来的投资,决定一个国家今后的繁荣程度。国家未来的长期增长将依赖于现阶段青少年科学素质水平的高低,依赖于青年科研工作者研究能力的强弱,依赖于是否向全体国民提供终身学习的机会,依赖于是否努力地提高全民的科学素质。

2 科学素质在人力资本测量中的作用

经济增长的研究离不开人力资本的测量。关于人力资本测量的主要方式有:基于成本的方法、基于收入的方法、基于教育指标的方法、基于能力的方法等^[4]。其中,教育指标在跨国经济增长中的应用非常广泛,主要有成人识字率、学校入学率、在校师生比率、劳动人口教育获得水平和平均教育年限等。这些教育指标优点是数据容易获得、便于国际比较,但也存在着缺陷,无法全面评估各国的教育质量和人口质量。

平均受教育年限是国际上最常用的一种衡量人力资本的指标,特别是在跨国增长回归中应用较多。这种方法由巴罗(Barro)和李(Lee)开创,用各级教育获得水平对相应的劳动力人口(15岁以上人口)加权,得到劳动力的平均受教育年数,作为人力资本存量的一个代表指标^[5]。

平均受教育年限虽然是一个便利的衡量人力资本的综合性指标,但是该方法也存在一些严重的问题。它没有区分不同国家在同

一年级的教育质量上存在的差异,比如,假定加纳和秘鲁的教育质量与芬兰和韩国是一样的,这明显与事实不符。实际上,在不同的时间,不同的国家,甚至是不同的学校,每年所获得的学校教育的质量是不同的。学校系统有着广泛的跨国差异,因学校的组织结构、资源环境、生源质量的不同而不同。只有小学学历的教师,其水平和那些拥有博士或硕士学位的教师的水平是不能同日而语的。另外,学年的长短也相差很大,从100天到超过200天不等。由于存在这些因素,如果认为学校教育年限是衡量人力资本的一个好的代理变量,明显与事实不符。

由于平均受教育年限只能用来表示对教育的数量投入,而无法衡量教育产出(知识储备、认知能力、社交能力或者一些其他非认知能力),巴罗和萨拉-伊-马丁(Sala-I-Martin)指出,教育质量对经济增长具有更大的解释力,但是质量的量度取决于具有国际可比性的考试成绩,由于这种考试成绩对许多样本而言是无法获取的,因此没有把教育质量纳入跨国比较分析^[6]。

汉纳谢克(Hanushek)和魏斯曼(Woessmann)运用国际教育机构历年来针对青少年开展的国际学业测试,开创了一种用科学素质来直接测量人力资本的新方法,构建了一种反映各国人力资本质量的新指标^[7]。新指标主要依据科学和数学科目的测试成绩,后来又以国际学生评估项目(PISA)项目的成绩报告为标准(平均分为500分,标准差为100分),把这些成绩进行折算,为每一个参与国际测试的国家,构建出了一种新的人力资本质量指数。对于有些没有参与测试的国家,则利用其基本的经济、教育和人口数据,通过增长回归分析估计出其人力资本质量指数^[8]。

由于其他科目(阅读、外语、公民教育、信息技术等)的成绩的国际可比性较差,在成绩折算时只考虑科学和数学成绩,这些成绩也是对学生认知能力的一种评价,反映了学校教育质量和人力资本存量。实际上,这些测试成

绩不仅仅是反映了学生的认知能力,从广义上看,更是对学生科学素质的一种量度,反映了各国青少年科学素质的真实水平。

用科学素质测试成绩作为人力资本的代理变量,具有明显的优势:一是与学校传播知识培养能力的目标一致,并将学校教育产出与今后的经济绩效联系起来;二是影响认知技能的因素是多方面的,包括家庭、学校、个人天赋等,认知技能的测试突出了教育的总效果;三是允许不同的学校拥有不同的教育质量,有助于研究不同的政策设计对学校教育质量的影响;四是用该指数对人力资本存量进行质量调整后,这样人力资本的质量会不断增长,由于没有上限,增长就不会停止^[9]。

3 科学素质与经济增长的相关研究

经济增长是众多因素综合作用的结果。这些因素可以是如物质资本、人力资本、自然资本和地理位置等经济体的状态变量,也可以是如政府的消费率、民主水平、腐败程度、投资率、开放度等控制变量。研究表明,用科学素质衡量的人力资本,对经济增长有着重要作用。

沃尔伯格(Walberg H. J.)早在1983年的文章《国际视野下的科学素质与经济生产率》中,就明确指出科学素质的经济维度^[10]。科学是一种特殊形式的“人造”资本,它镶嵌在科学文献、经济生产(如同计算机的内核)和整个人类中。同时,获得更高的科学素质需要消耗更多的稀缺资源——人的时间和精力。在信息社会,科学素质比其他素质更重要,是落后国家的现代化的关键因素。

巴罗和萨拉-伊-马丁基于新的萨默斯-赫斯顿(Summers-Heston)数据集——宾夕法尼亚大学世界表(Penn World Tables)第6.1版,该表包含了截至2000年的数据,对全球112个经济体在1960—2000年间的人均GDP的增长率进行了跨国增长回归分析^[6]。他们将实际人均GDP的增长率与两类变量联系起来:第一类是状态变量的初始水平,如物质资本

存量,以及表现为教育程度和健康状况的人力资本存量;第二类是控制或环境变量(或为政府所选择,或为私人行为所选择),如政府消费与GDP之比、国内投资与GDP之比、国家开放程度、贸易条件的变化、生育率、宏观经济稳定性指标、法治水平和民主水平等等。两类变量的总数达到11个。

而用教育程度表示的人力资本变量与经济增长强相关,其影响具有很高的稳定性。这里的教育程度用男性所接受的高中及其以上的教育的平均年限,如果男性教育程度增加1个标准差,那么增长率会增加0.005。而且具有更高初始人力资本水平的国家向其稳态收敛的速度更快。

他们还进一步研究了教育质量与经济增长的关系,运用国际可比较的测试成绩,分3个不同的10年期,选择不同的样本数,1965—1975年样本数为39个,1975—1985年样本数为45个,1985—1995年样本数为44个。在此基础上,构建了考试分数的单一横截面,并对每个经济体来说,其增长所考虑的3个时期的系数取值相同。基本考试分数适用于各方程式中不同的时点,甚至有些数据是所测量的经济增长率之后的分数。

研究发现,用国际测验成绩量度的教育质量与经济增长呈正相关联,尤其是科学分数对增长有显著的影响。与此同时,用男性高等教育程度表示的人力资本变量与经济增长的关系变得不显著了。这从实证的角度证明,教育质量比教育数量更重要。

阿尔蒂诺克(Altinok)运用国际上第二级教育数学和科学成绩的平均值作为人力资本代理变量,采用了固定时间效应的10年期面板数据回归、固定国家效应的常规最小二乘法和广义矩方法,对120个国家1965年到2005年的实际人均GDP增长率(10年平均)进行了跨国回归分析,研究发现学校教育质量对经济增长有正向影响^[11]。

汉纳谢克和魏斯曼以50个典型国家或地区为研究样本,以所有不同年龄组在国际数

学、科学、阅读测试成绩的平均分为人力资本代理变量,分析了1960—2000年实际人均GDP的增长率。并采用双重差分法和辅助变量法,比较了在祖国所受教育的移民和在美国所受教育的移民的工资差异。在考虑各种规范、时间区间、国家样本后发现,科学素质和经济增长之间存在稳定的正向关联,辅助变量法和双重差分模型证实了其因果性^[2]。

在可能影响经济增长的17个解释变量中,他们发现在回归分析中加入用科学素质测试成绩表示的教育质量后,用教育年限表示的教育数量对增长率的影响大大降低,并且变得不显著。科学素质测试成绩对经济增长的影响,要比以往通常用学校平均教育年限所代表的劳动力数量,对经济增长的影响大。劳动力质量的提高与经济增长有精确的回归关系,并且劳动力质量的提高能够改善对经济增长率的预测,特别是对增长较快和增长较慢的国家更有预测力。

在参与国际比较研究的国家中,测试成绩每提高1个标准差,能导致人均GDP的年增长率提高约1%。相应地,学校教育数量每增加1个标准差,而人均GDP的年增长率只提高0.26%。在考虑人口增长的因素后,学校教育质量的作用也只有很小的变化。增长模型在考虑教育质量的因素后,教育数量对经济增长的作用下降了近30%。当分数足够高时,教育年限甚至对教育质量有反向的影响,如果用对数模型替换线性模型,将得到类似的结果。

4 科学素质对全球经济增长的影响

全球范围的经济增长,发端于14世纪和15世纪大学教育的传播普及和一系列科学和技术的创新,如印刷出版业、船舶工程的进步、航海工具以及气象学和天文学的发展,这些发展,再加上欧洲的自由贸易,加速了工业革命以前的经济增长^[3]。

直到第二次世界大战以前,世界经济增长仅限于欧洲和北美,其他地区的人均收入则停滞不前。第二次世界大战以来,一些发展中国

家和地区(最突出的13个经济体是:博茨瓦纳、巴西、中国大陆、中国香港、印度尼西亚、日本、韩国、马来西亚、马耳他、阿曼、新加坡、中国台湾和泰国)的经济开始高速增长,并加快了追赶工业化国家的脚步,这使得全球GDP呈指数增长。

在这13个经济体中,东亚经济体有9个(中国大陆、中国香港、印度尼西亚、日本、韩国、马来西亚、新加坡、中国台湾和泰国),占据了绝对主导地位,因此,东亚地区经济持续高速增长的现象,又被称为“东亚奇迹”。从历史上看,东亚各国走过的道路并不平坦。在1500—1950年的四个半世纪中,当所有其他地区都在进步时,亚洲却一直处于停滞状态。在1500年,亚洲的GDP是世界GDP的65%,而到了1950年,亚洲只占世界GDP的18.5%^[4]。但是,从20世纪中期以来的半个世纪中,亚洲成为世界经济增长最快的地区,超过了其他所有地区,亚洲占世界GDP的份额成倍增加。并且,在东亚地区,已经有5个经济体(日本、韩国、中国香港、新加坡、中国台湾)进入了世界发达国家和地区的行列,2005年的人均GDP都在12 000美元以上。

拉丁美洲的发展与东亚地区形成了鲜明的对照。在20世纪60年代初期,拉丁美洲的人均收入几乎是亚洲人均收入的2倍,但在1980年后,拉丁美洲进入了“失落的十年”,落入增长陷阱中几乎不能自拔。在1961—2008年间,世界经济的年均增长率是3.2%,拉丁美洲的发展速度却非常缓慢,在过去50年里,它的平均年增长率徘徊在1%~2%的低水平。与之相反,由于亚洲拥有较高的人力资本存量,亚洲的人均收入年增长率接近5%的水平,位于全球各大区域之首。

造成拉丁美洲和亚洲经济增长巨大差异的一个重要原因就是,教育发展和人力资本质量上的显著不同。在过去的半个世纪中,东亚地区的中等教育取得了令人瞩目的发展。在韩国和马来西亚,中等教育的入学率已经超过了90%。这远远超过了其他地区新型经

济体的入学率。1970年,东亚和拉美劳动力平均受教育年限数接近。但是,现在东亚劳动力的受教育年限数已经超过了9年,而拉美只有5年多。

与教育数量相比,教育质量在人力资本的形成过程具有更加重要的作用。把1965—2000年间所有国际可比较的学生科学和数学测试成绩综合起来,计算出了世界上6个区域近40年来学生的科学素质分数,来代替各区域的教育质量,同时分别计算出各区域的经济增长率,发现四国联合体(COMM,包括美国、加拿大、澳大利亚和新西兰)的科学素质成绩最高,为500分,经济平均增长率为2.1%;其次是欧洲(EURO),为492分,增长率为2.9%;亚洲(ASIA)排在第三,为480分,增长率为4.5%,如果不包含日本,也能达到475分;中亚和北非(MENE)412分,增长率为2.7%;拉丁美洲(LATAM)388分,增长率为1.8%;撒哈拉以南非洲(SSAFR)360分,增长率为1.4%。最高区域和最低区域相差160分,亚洲和拉丁美洲相差92分。

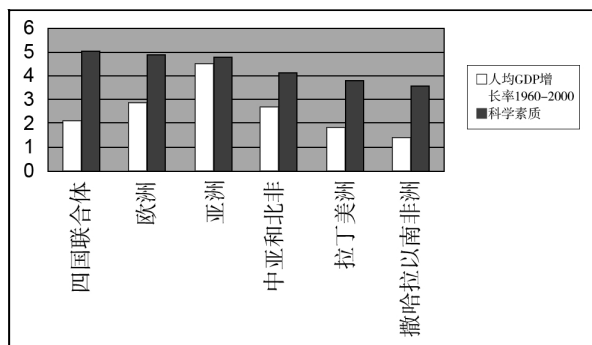


图1 世界六大区域科学素质和经济增长率^①

如果以国际学生评估项目为标尺,学生的测试成绩达到400分(低于OECD平均分500分1个标准差),就认为具有了基本的科学素质。在发达国家中,只有不到5.0%的学生,其认知技能测试成绩低于其基本素养的阈值(400分)。而巴西有66.0%的学生、秘鲁有88.0%的学生低于阈值。因此,拉丁美洲最近40年的发展中,经济落后于世界其他地区,

①根据汉纳谢克和魏斯曼的统计数据绘制。

②来源于汉纳谢克和魏斯曼(2009)。

主要原因在于认知技能和科学素质水平偏低。

一个国家或地区的经济增长率与多种因素相关。而用科学素质表示的人力资本与经济增长率强相关,其影响具有很高的稳定性。汉纳谢克和魏斯曼利用1964—2003年间的各种国际测试成绩和相关的经济数据,构造了一个由50个国家组成的分析样本,然后对这些国家从1960—2000年的增长率进行回归分析。在控制1960年初始GDP水平和教育年限保持不变后,科学素质对经济增长率具有显著正向的影响。就全球范围而言,科学素质与经济增长率成正比,青少年科学素质水平(40年平均)每提高1个标准差(100分),人均GDP的年增长率将提高约1.0%^[15]。如果把世界分为六大区域,则各区域的年增长率和科学素质成绩的条件回归系数为0.985,从撒哈拉以南非洲的1.4%到亚洲的4.5%都落到了同一条直线上,如图2所示。当把学校教育年限(不管是1960年的学校教育年限,还是1960—2000年的平均学校教育年限)加入回归分析时,对增长率的差异没有显著影响。这表明,在控制初始收入水平等因素的情况下,最近40年的区域增长是可以较好地用科学素质的差异来解释。

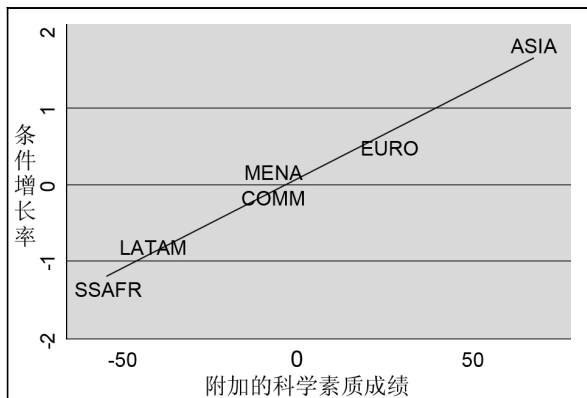


图2 科学素质和区域经济增长率条件回归关系^②

在过去40年中,亚洲地区的人均GDP年平均增长率大约为4.5%,位于世界各大区域之首。如果把亚洲地区科学素质平均水平由480分提高到日本的水平(531分),那么年增长率还将增加0.5%,达到5.0%的水平。如果

拉丁美洲的科学素质由 388 分提高到 488 分,即增加 100 分,那么其人均 GDP 的年平均增长率将由 1.6% 增加到 2.6%, 上升 1.0%。考虑到增长率的复利效应,增长率上一个百分点的差异,将对经济发展产生极为重要的影响。

5 结论

综上所述,从经济学的角度看,科学素质是一个良好的人力资本代理变量。最近的跨国经济增长研究表明,科学素质水平相对于入学率、平均受教育年限等指标,更能反映一个国家或地区的人力资本存量,与经济增长率有着稳定的正向关系,能够解释世界各区域长期增长率的差异。

从创新和发展的角度看,科学素质是现代社会的核心,技术创新和社会发展都要建立在大量具有高素质劳动力之上。科学技术的突破性进展能够极大地提高劳动生产率,推动社会变革,这就需要大量能够做出突破创新的优秀人才,需要杰出的科学家、工程师和管理者。与此同时,社会进步更加依赖于应用已有的科学思想,依赖于服务、生产流程上的渐进变革,依赖于产品性能、质量和类型持续改善,这就需要大量具有科学素质的劳动力,需要他们在学习、应用和传播科学技术中,增进个人、团体和国家的利益,促进经济社会的发展。

因此,加强公民科学素质建设,提高公民科学素质水平,对于增强国家创新能力,促进经济和社会长期可持续发展,具有十分重要的意义。但是,科学素质的提高是一个长期的、渐进的过程,不能一蹴而就。科学素质改善对经济增长的影响也是逐渐发挥出来的,只有累积到一定的程度,才能展现出巨大的威力。这就要求政策制定者更深刻地、前瞻地理解全民科学素质行动和教育改革的紧迫性和重大意义,尤其要高度关注青少年的科学素质发展状况。同时,还需要前瞻地、有足够的耐心来等待改革所带来的巨大收益,有时候这种等待是相当漫长的,需要多年乃至几十年的时间。

参考文献

- [1] 美国科学促进协会. 面向全体美国人的科学[M]. 中国科学技术协会, 译. 北京: 科学普及出版社, 2001.
- [2] OECD. PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis[R]. Paris: OECD, 2007.
- [3] 托马斯, 等. 增长的质量[M]. 《增长的质量》翻译组, 译. 北京: 中国财经出版社, 2001.
- [4] 王德劲. 我国人力资本测算及其应用研究[M]. 成都: 西南财经大学出版社, 2009: 35.
- [5] Barro, Robert J., Jong-Wha Lee. International Comparisons of Educational Attainment[J]. Journal of Monetary Economics, 1993(3): 363-394.
- [6] Barro, Robert J., Xavier Sala-i-Martin. Economic Growth [M]. Second Edition. Cambridge, MA: The MIT Press, 2004.
- [7] Hanushek, Eric A., Dennis D. Kimko. Schooling, Labor Force Quality, and the Growth of Nations [J]. American Economic Review, 2000(12): 1184-1208.
- [8] Hanushek, Eric A., Ludger Woessmann. Do Better Schools Lead to More Growth? Cognitive Skills, Economic Outcomes, and Causation[R]. NBER Working Paper 14633. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research(January), 2009.
- [9] Hanushek, Eric A., Ludger Woessmann. Schooling, Cognitive Skills, and the Latin American Growth Puzzle [R]. NBER Working Paper 15066. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (June), 2009.
- [10] Walberg, H. J. Scientific Literacy and Economic Productivity in International Perspective [J]. Daedalus, 1983 (2): 1-28.
- [11] Nadir Altinok. Human Capital Quality and Economic Growth [R]. Working Papers halshs-00132531, HAL, 2007.
- [12] Hanushek, Eric A., Ludger Woessmann. The role of cognitive skills in economic development [J]. Journal of Economic Literature, 2008 (9): 607-668.
- [13] 世界银行增长与发展委员会. 增长报告: 可持续增长与包容性发展战略[M]. 孙芙蓉, 张林, 张晓莹, 等, 译. 北京: 中国金融出版社, 2009.
- [14] 安格斯·麦迪森. 世界经济千年史[M]. 伍晓鹰, 许宪春, 叶燕斐, 等, 译. 北京: 北京大学出版社, 2003: 133.
- [15] Hanushek, Woessmann. The High Cost of Low Educational Performance: The Long-run Economic Impact of Improving PISA Outcomes[M]. Paris: OECD, 2010.

(责任编辑 颜燕)