

# 基于系统动力学理论建模的教育投资、经济增长和就业问题的研究

栗建华, 王其藩

复旦大学管理学院, 上海 200433

**[摘要]** 运用系统动力学的理论、方法构建模型, 对教育投资、经济增长与就业问题进行了模拟, 提出应加大教育投资力度, 提高国民教育水平, 将巨大的人口压力转化为巨大的人力资本优势, 同时也必须兼顾由于人口总量以及其他因素导致的巨大的就业压力问题, 在教育投资与固定投资之间保持合理的比例关系, 以促进经济的持续、适度发展, 为政府决策提供参考和依据。

**[关键词]** 教育投资; 经济增长; 固定投资; 就业岗位

**[中图分类号]** F202

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1000-7857(2007)14-0067-05

## Studies on Educational Investment, Economic Growth and Employment Based on System Dynamics

LI Jianhua, WANG Qifan

School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

**Abstract:** The system dynamics (SD) and its modeling methods are used in a simulation for issues concerning education investment, economic growth and employment. It is shown that the education investment should be increased and the level of national education should be enhanced. In that way, the great pressure of population can be transformed into a great advantage in human resources. Meanwhile, the pressure on employment related with population and other factors should be considered. A reasonable proportion for education investment relative to the regular investment should be maintained for a proper economic growth, which may serve as a guideline for the decision-making of the government.

**Key Words:** educational investment; economic growth; regular investment; employment posts

**CLC Number:** F202

**Document Code:** A

**Article ID:** 1000-7857(2007)14-0067-05

### 0 引言

我国是一个人口大国, 有近 13 亿的人口, 占世界总人口的近 1/4, 而可耕种土地只占世界的 7%, 人均物质资源匮乏, 国民受教育水平低, 发展落后。要在当今激烈的国际竞争中立足并迎来中华民族的伟大复兴, 就必须加大对教育的投入, 提高国民的素质, 使巨大的人口压力转化为人力资本优势, 从而推进社会、经济的整体持续、适度发展。尽管进一步加大教育投资的呼声不断高涨, 国家也早已提出“科教兴国”的战略、不断加大教育科技投入, 并在《中国教育改革和发展纲要》中明确提出在 2000 年要达到国家财政性教育经费支出

不少于国民经济总产值的 4%, 但我国实际教育投资却一直徘徊不前, 不仅明显低于世界发达国家的水平, 而且就是和经济发展水平相近国家相比也有一定的差距。各级政府必须深刻认识到这一点。能否更多地增加教育投资, 以期尽快提高国民教育水平, 将劣势转化为经济发展的优势, 答案应该是毋庸置疑的。但同时我们也应看到, 恰恰因为经济发展落后、人口众多、就业压力大才使得国家必须在教育投资和社会固定投资之间把握一种平衡, 保持一定比例。如果不能保证持续较快地增加社会固定投资, 就必然导致就业岗位的减少, 进一步增加失业人数。一旦失业人数超越一定的限度, 就

收稿日期: 2007-01-20

作者简介: 栗建华, 上海邯郸路 220 号复旦大学管理学院, 副教授, 研究方向为管理科学与工程; E-mail: janehwalee@fudan.edu.cn

王其藩(通讯作者), 上海邯郸路 220 号复旦大学管理学院, 教授, 研究方向为管理科学与工程; E-mail: qfwang@fudan.edu.cn

不仅会影响到经济的进一步发展,甚至还有可能引发社会动荡。但无论从现实还是长远发展的角度看,增加教育投资将是必然的选择。

## 1 建模的基本构思

从教育投资、经济增长和就业之间的关系上看,增加教育投资一方面可以提高国民的素质,从而提高劳动生产率促进经济增长;另一方面可以提高入学率,增加在学人口,降低就业压力。然而教育投资比例的提高也意味着固定投资的减少,从而减少就业岗位的增加;就业机会的减少又会使失业人数增多,影响经济的增长,并有可能引发社会动荡,从而进一步影响经济增长,导致教育投资和社会固定投资的减少,造成恶性循环,以致整个经济、社会的崩溃。但教育投资增加带来的经济增长又可增加教育投资和社会固定投资,创造更多就业岗位,就业人数的增加亦可促进经济的进一步增长,使社会固定投资的比例降低但保持总量增加,仍能创造更多的就业机会。基于上述想法,本文通过构建一个系统动力学模型对教育投资、经济增长与就业问题进行定量的模拟研究,力求找到教育投资与社会固定投资之间的比较合理的比例关系,使国民经济能够持续适度增长,为政府决策提供参考和依据。

## 2 主要回路、方程与函数说明

系统动力学(SD)是一门交叉综合学科,它采用定性与定量相结合的方法进行问题的研究。用SD理论、方法分析实际系统,建立概念与定量一体化的模型,然后借助于计算机模拟技术,对问题进行定性与定量研究,并根据模拟结果调整政策以求最佳决策,该模型对社会、经济系统等非线性的复杂的大系统尤其能体现出其优越性<sup>[1]</sup>。根据SD理论与方法,教育投资、经济增长与就业之间的因果关系如图1所示。

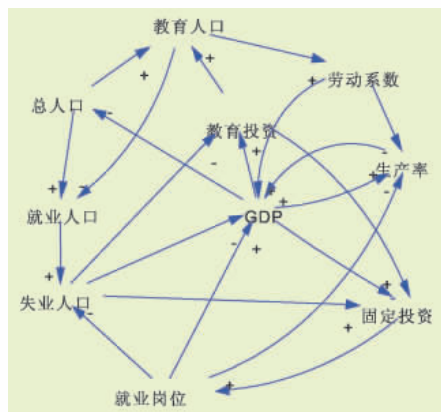


图1 教育投资、经济增长与就业之间的因果关系图  
Fig. 1 The feedback loop for education investment, economic growth and employment

## 2.1 主要回路

在模型中包含的主要回路为经济增长(用GDP表示)回路、教育投资与失业人口回路、固定资产投资与失业人口回路。其中,经济增长回路表明GDP增长决定于劳动生产率、就业岗位和劳动简化系数。教育投资与失业人口回路表明教育投资增加除了影响到劳动简化系数外,还可以提高各级入学比例、增加在学人口、减轻就业压力。固定资产投资与失业人口回路表明固定资产投资增加将提供更多的就业岗位,从而有助于减少失业。另外,失业人口的数量影响着教育投资与固定资产投资的比例关系。

## 2.2 主要方程与函数

模型由总人口、就业人口、GDP、劳动简化系数、固定资产投资与就业岗位、教育投资与各级教育人口、失业人口等子块组成。其主要方程与函数如下。

$$\text{GDP} = \min(\text{就业岗位}, \text{就业人数}) \times \text{劳动简化系数} \times \text{劳动生产率} \times (1 + \text{失业率出超对GDP增长率的影响})$$

其中,失业率出超对GDP增长率的影响为表函数。根据奥肯定律,本模型假定失业率每上升1%,将会使GDP的增长率降低2%。

$$\begin{aligned} \text{劳动简化系数} = & (\text{失学人口转化为劳动力/基数}) \times \\ & \text{未接受教育的劳动系数} + \\ & (\text{小学毕业转化为劳动力/基数}) \times \\ & \text{接受小学教育的劳动系数} + \\ & (\text{中学毕业转化为劳动力/基数}) \times \\ & \text{接受初中教育的劳动系数} + \\ & (\text{高中毕业转化为劳动力/基数}) \times \\ & \text{接受高中教育的劳动系数} + \\ & (\text{大学毕业转化为劳动力/基数}) \times \\ & \text{接受高等教育的劳动系数} \times 100\% \end{aligned}$$

式中,基数为失学人口、小学毕业、中学毕业、高中毕业和大学毕业转化为劳动力的人口之和。本模型不考虑中途辍学的情况,即只要升入上一级学校,就理解为在上一级学校完成学业,就拥有了上一级学校毕业的教育程度。总人口为各年龄段男女人口之和。

在计算失业率出超对固定投资以及教育投资的影响系数时,本文设定失业率每增加1%,固定投资相应增加GDP的2%,教育投资相应减少2%;设定1%为失业率出超的预警线(即比目前再多出1000万失业人口时,经济将出现“崩溃”现象)。

## 2.3 模型验证

通过对模型进行模拟运行,所得到的1995-2002年(说明:2003年以后建模所需的各种数据尚未全部公开,因此,所有数据仅截至2002年)的模拟数据与实际数值的比较<sup>[2-10]</sup>(附录略),可以看出,模型运行的结果是

接近实际数值的,个别年份数值误差较大,其主要原因是在模型中将教育投资与固定投资的系数固定为 1995-2002 年的平均值,但由于国家政策的调整,特别是近几年固定投资增幅较大、大学扩招等政策性因素变化较大,所以才出现这种情况。

根据 SD 的方法,通过对本模型结构、行为适合性、行为与实际系统一致性的检验分析,可以说明本模型是可靠和稳定的,比较准确地反映了我国教育投入、经济增长与就业之间的内在联系,并与实际是基本吻合的。因此,本模型可以用来对未来一段时间内我国教育投资、国民经济增长以及就业问题进行政策预测模拟,为政府决策提供定性的更是定量的参考依据。

### 3 政策模拟

首先,以不考虑失业率出超对固定投资系数和教育投资系数的影响为条件进行模拟<sup>[2-10]</sup>。本模型模拟运行时的固定投资与教育投资的比例关系分别为

0.322:0.154; 0.352:0.124;

0.372:0.104; 0.392:0.084;

0.422:0.054

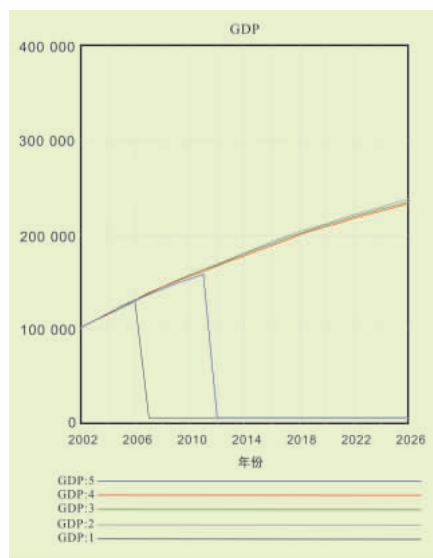


图 2 2002-2026 年调整固定投资与教育投资比例但不考虑失业率影响的 GDP 模拟

Fig. 2 GDP simulation by adjusting the proportion of fixed investment and educational investment without considering the influence caused by unemployment rate between 2002-2006

由图 2 我们可以看出,如果教育投资系数和固定投资系数按照基年比例不作调整,或者调整至 0.154:0.322,则当模型运行到 2006 年和 2011 年时,经济将会出现“崩溃”现象。同时,也可以看到,不同投资比例将会导致经济增长速度的变化:初始时 3 和 4(初期 3 超过 4)的经济增长速度最快,模拟运行一段时间后 2 的

经济增长将超过 3 和 4。这说明,增加教育投入从长远来说更有利于促进经济持续、适度的增长。

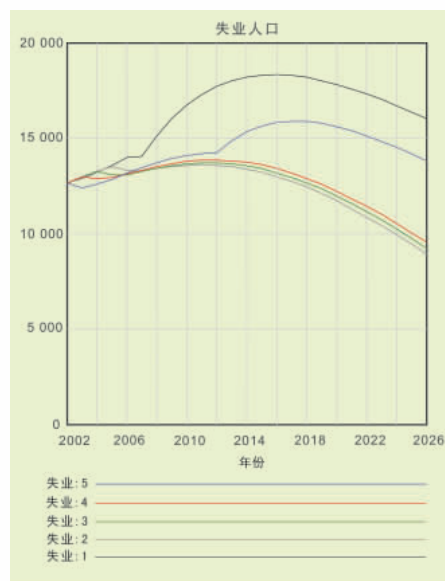


图 3 2002-2026 年调整固定投资与教育投资比例但不考虑失业率影响的失业人口模拟

Fig. 3 Unemployment simulation by adjusting the proportion of fixed investment and educational investment without considering the influence caused by unemployment rate between 2002-2006

从图 3 可以看到,初期失业人口 5 最少,但很快和 1 一样出现剧增现象。初期 2 的失业人数较 3、4 多,但后期则较 3、4 少。当教育投资达到 0.154 时,失业人口也出现剧增现象。因此,可以认为,虽然教育投资增加使就业人数减少,但同时由于固定投入的减少,就业岗位增长也开始下降,并且下降幅度大于劳动力减少人数,此时反而使失业人数增加,并于 2011 年发生“雪崩”现象。由此得出结论:教育投资也不可一味增加,必须顾及到目前的就业压力。一味提高教育投资比例,从表面上看来可以实现“科教兴国”的战略目标,但当它超出一定的限度,社会固定投入将会减少,从而造成就业岗位的不足,反而导致欲速而不达的后果,造成社会经济发展的混乱。这不但不能达到“科教兴国”的目的,甚至与我们追求的目标背道而驰。

在考虑失业率出超对教育与固定投资影响的情况下,按照不同比例关系进行模拟,仍可得出与上述模拟相似的结果。

在政策模拟中,取固定投资与教育投资之间的比例关系为 0.362:0.114,考虑失业率对固定投资系数和教育投资系数的影响进行模拟<sup>[2-10]</sup>。本模型模拟运行时的教育投资在各级学校之间的比例关系分别为

0.31:0.22:0.18:0.21; 0.19:0.24:0.24:0.25

0.19:0.22:0.24:0.27; 0.19:0.23:0.28:0.22。

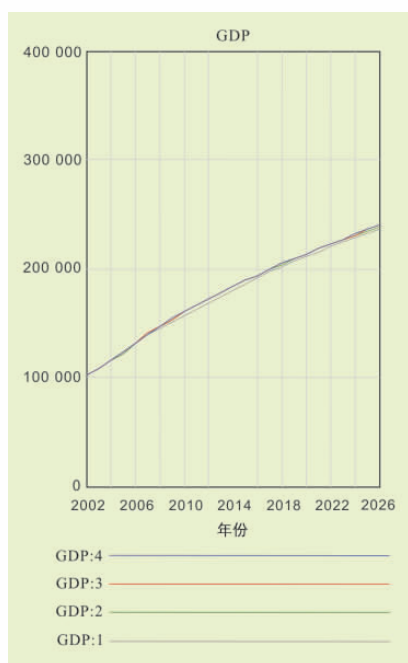


图4 2002—2026年调整各级教育投资比例并考虑失业率影响的GDP模拟

Fig. 4 GDP simulation by adjusting the proportion of educational investment in all levels of education and considering the influence caused by unemployment rate between 2002—2006

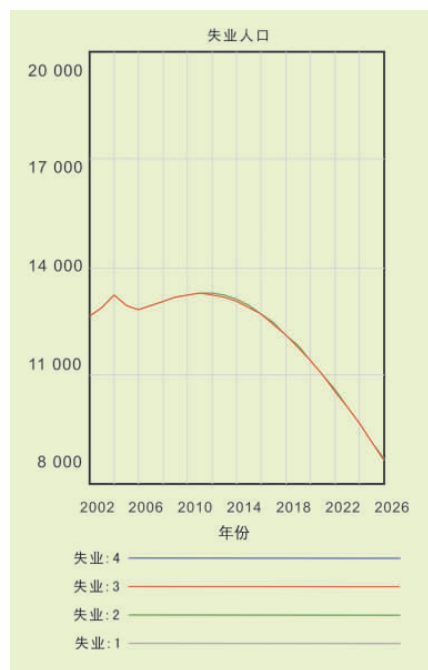


图5 2002—2026年调整各级教育投资比例并考虑失业率影响的失业人口模拟

Fig. 5 Unemployment simulation by adjusting the proportion of educational investment in all levels of education and considering the influence caused by unemployment rate between 2002—2006

从模型运行结果(图4)可以看出:调整各级教育投资后,经济增长均高于原有比例运行结果。同时,可以看到初期3经济增长最快,后期4最快,但总体差异不大。

从图5中可以看出,调整后的失业人数明显低于调整前,运行期间4一直最少,3其次。这说明增加中等高等教育特别是高中教育阶段的投入更有利于降低就业压力并使经济持续适度发展。

#### 4 结论与建议

从以上不同政策模拟的结果可以得出以下结论。

1) 通过固定投资和教育投资之间比例关系的不断调整,可以改变经济增长的速度和就业岗位的增加。

2) 通过教育投资在各级教育投入比例关系的调整同样可以改变经济增长的速度和就业岗位的增加。

3) 为保持经济持续适度发展,我国固定投资和教育投资之间比例关系应做相应调整,应提高教育投资比重。

4) 教育投资增加可以提高国民素质,提高劳动生产率(通过劳动简化系数体现),促进经济增长。

5) 教育投资增加从近期来讲可以增加在学人口、减轻就业压力,从长期来讲在增加在学人口的同时,通过促进经济较快增长也可以创造更多就业岗位。

因此,本文提出如下建议。

1) 我国教育投资需要提高,但必须与固定投资之间保持适度比例,建议投资比例在0.08:0.390~13:0.34之间较为适宜,并且应采取逐步提高教育投资比重的方式,而不是一步到位。

2) 我国教育投资在各级教育中的比例分配应有所调整,近期仍应提高大中教育的投入,并以逐步加大中等(特别是高中)教育投资的力度为上策。这里需要明确指的是:增加对大中教育的投入并非指国家财政性教育投入,而是全社会的教育投入,这种投入是多元的,特别是大学教育更应以社会和个人投入为主;国家财政性的教育投入政策应以初中等教育为主,就本文的政策模拟结果看来在当前应以增加中等(特别是高中阶段)教育投入为主,这样可以避免大量知识水平不高的初中毕业生因不能升入高中而加入就业大军的行列,造成人力资源转化为人力资本的障碍和巨大的就业压力。

#### 参考文献 (References)

- [1] 王其藩. 高级系统动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.  
WANG Qifan. Dynamics of Advanced System [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1995.
- [2] 国家统计局编. 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1995—2002: 15—755.

- National Bureau of Statistics of China. China statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 1995-2002: 15-755.
- [3] 国家统计局. 中国人口统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995-2002: 3-400.
- National Bureau of Statistics of China. China population statistics yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 1995-2002: 3-400.
- [4] 中国劳动和社会保障部. 中国劳动和社会保障年鉴[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 1995-2002: 389-575.
- Ministry of Labour and Social Security of China. China labour and social security yearbook [M]. Beijing: China Labour and Social Security Press, 1995-2002: 389-575.
- [5] 国家统计局, 劳动和社会保障部. 中国劳动统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995-2002: 3-147.
- National Bureau of Statistics of China, Ministry of Labour and Social Security of China. China labour statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 1995-2002: 3-147.
- [6] 教育部. 中国教育统计年鉴 [M]. 北京: 人民教育出版社, 1995-2002: 2-20.
- Ministry of Education of China. Educational statistics yearbook of china [M]. Beijing: People's Education Press: 1995-2002: 2-20.
- [7] 中华人民共和国教育部财务司、国家统计局. 中国教育经费统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1995-2002: 2-57.
- Ministry of Education of China, National Bureau of Statistics of China. Educational finance yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 1995-2002: 2-57.
- [8] 国家统计局. 国民经济和社会发展统计公报 [R]. 北京: 国家统计局, 1995-2002.
- National Bureau of Statistics of China. Statistical communique of national economic and social development [R]. Ministry of Education of China, 1995-2002.
- [9] 中华人民共和国教育部. 全国教育事业统计公报[R]. 中华人民共和国教育部: 1995-2002.
- Ministry of Education of China. Statistic communique of national education development [R]. 1995-2002.
- [10] 中华人民共和国教育部、国家统计局、财政部. 全国教育经费执行情况统计公告 [R]. Ministry of Education of China 1995-2002.
- Ministry of Education of China, National Bureau of Statistics of China, Ministry of Finance. Statistic communique of national education budget performance [R]. 1995-2002.

(责任编辑 肖庆山)

## · 会讯 ·

## 2007 中国科协年会 9 月将在武汉召开

2007 中国科协年会定于 2007 年 9 月 8-14 日在湖北省武汉市召开, 此届年会由中国科协和湖北省人民政府联合主办, 主题为“节能环保, 和谐发展”。

年会开幕式和大会报告将于 9 月 8 日在华中科技大学体育馆举行, 围绕主题年会设有 15 个分会场, 各分会场将分别于 9 月 9-10 日举行学术交流活动。同时举行的科普活动将围绕年会主题和《全民科学素质行动计划纲要》2007 年度主题“节约能源资源, 保护生态环境, 保障安全健康”开展。根据湖北省经济社会发展实际需要和党中央关于“促进中部地区崛起”决策, 以及湖北省“十一五”发展规划, 年会还设立了“湖北光电子信息与通信技术产业发展论坛”等 12 个专题论坛。

本届年会参加学术交流活动人员的参会资格通过征文产生, 欲参会者请于 2007 年 7 月 20 日前将报名表和论文提交相应分会场组织单位, 经专家审定通过后, 将获得参会资格。参加科普活动、专题论坛的人员另行组织。

本届年会将于会前出版论文集光盘(电子出版物)。有关年会的其他信息将随时在中国科协网页 (<http://www.cast.org.cn>)“学会与学术”栏目中发布。

## · 学术动态 ·

## “中国电子学会电子信息 科学技术奖”申报启动

2007 年中国电子学会将继续在全国范围内开展“中国电子学会电子信息科学技术奖”(国科奖社准字[2002]03-0053)的评选活动。主要奖励在电子信息领域科学研究、技术创新与开发、科技成果推广应用和实现产业化方面取得卓著成绩或做出突出贡献的个人和集体。凡是国内首创或本行业先进的技术研究成果, 并且经过鉴定、验收、检测等相应评价及实际应用, 包括新产品、新技术、新工艺、新材料、新设计、新方法; 采用先进电子信息技术改造传统产业的重大的应用成果、重大工程; 理论上有一定创新和发展, 学术水平在国内处于领先地位, 并在全国性学术刊物或国外杂志发表后, 为同行所公认, 对生产实践有较大指导意义的研究成果均可通过省、自治区、直辖市电子信息产业主管部门及省、自治区、直辖市地方电子学会; 全国重点高等院校; 国家大型科学研究院; 国家大型企业集团; 3 位两院院士或 5 位以上中国电子学会常务理事推荐申报。该奖项可通过单位和个人推荐的办法申报, 申报时间为 2007 年 10 月 31 日前。了解详情请登录 [www.cie-xh.cn](http://www.cie-xh.cn)。