



ISSN 0476-0301
CODEN BSDKDH

北京師範大學學報

(自然科学版)

JOURNAL OF BEIJING NORMAL UNIVERSITY

(NATURAL SCIENCE)

1

2005 Vol. 41



北京师范大学学报 (自然科学版)
JOURNAL OF BEIJING NORMAL
UNIVERSITY (NATURAL SCIENCE)

2005 年 2 月 第 41 卷第 1 期 Vol. 41 No. 1 Feb. 2005

目 次 CONTENTS

学者风采 殚思求火种 深情寄木铎——黄祖洽院士简介	桑海波(封二)
函数系 (z^n) 在 Non-Carathéodory 域中的完备性	杨向东 邓冠铁 (1)
On the completeness of the system (z^n) in L^p	Yang Xiangdong Deng Guantie
p 阶拟循环群理论的模型论性质	周明宏 沈复兴 (4)
The models and properties of the theory of p quasicyclic group	Zhou Minghong Shen Fuxing
p 阶拟循环群理论的可数模型	吴兴玲 沈复兴 (7)
The countable models of the theory of p quasicyclic group	Wu Xingling Shen Fuxing
新型跟踪误差下的 H^∞ 自适应模糊控制系统	苗志宏 李洪兴 王加银 (10)
Adaptive fuzzy control systems based on new type tracking error	Miao Zhihong ^{1,2)} Li Hongxing Wang Jiayin
齐型空间上的多线性 Calderón-Zygmud 奇异积分极大算子的有界性	默会霞 (14)
The boundedness of multilinear Calderón-Zygmud singular integral maximal operator on spaces of homogeneous type	Mo Huixia
语义网络求精方法研究	孙运传 别荣芳 (18)
Refinement for structure of semantic web	Sun Yunchuan Bie Rongfang
多变量可微函数类在 L_2 尺度下的相对宽度	杨连红 刘永平 (21)
Relative widths of classes of multivariate differentiable functions in the space $L_2(T^d)$	Yang Lianhong Liu Yongping
软凝聚态物理研究进展	黄祖洽 (24)
A brief introduction to soft condensed matter physics	Huang Zuqia
用散射法测量整体 X 光透镜性能	汪 燕 丁训良 潘秋丽 孙天希 (29)
Measurement of the characteristics of monolithic polycapillary X-ray lens by means of the scattering of X-ray	Wang Yan Ding Xunliang Pan Qiuli Sun Tianxi
协同工作支持在虚拟实验室中的研究与实现	傅 睿 何克抗 曲朝霞 (32)
Research and implement on CSCW for virtual laboratory	Fu Qian He Kekang Qu Zhaoxia
聚脂膜衬底上的类金刚石薄膜	吴正龙 覃礼钊 王 平 张通和 吴瑜光 (35)
Diamond-like films on polymer PET	Wu Zhenglong Qin Lizhao Wang Ping Zhang Tonghe Wu Yuguang
碳纳米管负载 Ni 催化剂制备碳纳米管的研究	刘华平 程国安 彭宜斌 郑瑞廷 赵 勇 (38)
Fabrication investigation of nano-structure carbon tubes on Ni catalyst supported by carbon nanotubes	Liu Huaping Cheng Guoan Peng Yibin Zheng Ruiting Zhao Yong
用参数变换方法研究一族钻石分形晶格上 Ising 模型的相变	孙春峰 (42)
Parameter-transformation study of the phase transition in the Ising model on a family of diamond fractal lattices	Sun Chunfeng
5 维标量张量时空的 Killing 约化	俞 丹 强丽娥 马永革 (46)
Killing reduction of 5-dimensional scalar-tensor spacetime	Yu Dan Qiang Li'e Ma Yongge
钼和硫同步注入 9Cr18 不锈钢的摩擦磨损性能	朱 民 张 涛 宋教花 车俊铁 李国卿 (50)
Enhancement of tribological properties of 9Cr18 stainless steel by Mo and S co-implantation	Zhu Min Zhang Tao Song Jiaohua Che Juntie Li Guoqing
N 体问题共线解的简明数值方法	刘文中 张同杰 (54)

The concise numerical analysis for collinear solutions of <i>N</i> -body problem	Liu Wenzhong Zhang Tongjie
二氮取代冠醚对碱金属苦味酸盐的液膜传输性能研究	马淑兰 黄贵海 农雪影 朱文祥 刘迎春 张 静 (60)
The liquid membrane transports of alkali metal cations by <i>n</i> -substituted diazacrown ether carriers	Ma Shulan Huang Guihai Nong Xueying Zhu Wenxiang Liu Yingchun Zhang Jing
一类四氮杂取代三环冠醚配合物的合成与表征	张 静 马淑兰 刘迎春 朱文祥 (64)
The syntheses and characterization of rare earth complexes of tricycle tetraaza-substituted crown ether	Zhang Jing Ma Shulan Liu Yingchun Zhu Wenxiang
HEp-2 细胞 MPM-2 磷蛋白的蛋白质组学分析	李 宏 刘 进 马 香 劳 芳 何大澄 (67)
The analysis on MPM-2 phosphoproteins from mitotic HEp-2 cells by using proteomics methods	Li Hong Liu Jin Ma Xiang Lao Fang He Dacheng
河北羊茅属植物的分类及分布	王 佳 于 明 刘全儒 (71)
The classification and distribution of the genus <i>Festuca</i> . L. in Hebei	Wang Jia Yu Ming Liu Quanru
圈养大熊猫刻板行为观察及其激素水平测定	刘 娟 陈 玥 郭丽然 谷 波 刘 慧 侯安燕 刘学峰 刘定震 (75)
Stereotypic behavior in relation to fecal cortisol level in captive Giant Pandas	Liu Juan Chen Yue Guo Liran
Gu Bo Liu Hui Hou Anyan Liu Xuefeng Liu Dingzhen	
水稻颖果总 RNA 提取方法的研究	陈 星 汪 琦 黄迎春 王欣生 王英典 (79)
Method for RNA isolation from rice caryopses	Chen Xing Wang Qi Huang Yingchun Wang Xinsheng Wang Yingdian
库拉索芦荟染色体核型分析	张明浩 崔丽华 陈正华 (82)
Karyotype analysis of chromosomes of <i>Aloe Vera</i> [L.] Burm. f	Zhang Minghao Cui Lihua Chen Zhenghua
“昆仑-黄河运动”与我国自然地理格局的形成	江樟焰 伍永秋 崔之久 (85)
Kunlun-Yellow River Tectonic Motion and formation of modern physical geography pattern of China	Jiang Zhangyan Wu Yongqiu Cui Zhijiu
黄土高原地区中小流域日降雨空间分布特征	殷水清 谢 云 (89)
Characteristic analysis on the rainfall spatial distribution of medium and small watersheds in Loess Plateau regions	Yin Shuiqing Xie Yun
基于承灾体的中国森林火灾危险性评价	李艳梅 王静爱 雷勇鸿 周洪建 夏梦莹 (92)
Risk assessment of forest fire based on hazard bearing body (forest tree composition) in China	Li Yanmei Wang Jing'ai Lei Yonghong Zhou Hongjian Xia Mengying
贝叶斯网络分类算法在遥感数据变化检测上的应用	陈 雪 戴 芹 马建文 李小文 (97)
Application of Bayesian network classification to remote sensing change detection	Chen Xue Dai Qin Ma Jianwen Li Xiaowen
最优受教育年限选择的模型分析	李克强 周 亚 蔡 维 (101)
A model analysis on the optimal schooling years	Li Keqiang Zhou Ya Cai Wei
中国分地区资本-产出比实证分析	王友广 陈清华 方福康 (104)
The statistical analysis of Chinese three regions' <i>K/Y</i>	Wang Youguang Chen Qinghua Fang Fukang
磁共振图像实现人体成分数字化的研究	侯少华 侯 曼 龚也君 郑秀瑗 刘静民 何维华 相子元 (107)
A study on digitalizing human body composition by MRI	Hou Shaohua Hou Man Gong Yejun
Zheng Xiuyuan Liu Jingmin He Weihua Xiang Ziyuan	
弱引力透镜的最优窗函数	张同杰 Pen Ue-Li(彭威礼) 袁强 (58)
Optimal window function of weak lensing	Zhang Tongjie Pen Ue-Li Yuan Qiang
简讯 7 则	(17, 23, 45, 49, 63, 96, 103)
征稿简则	(封三)

最优受教育年限选择的模型分析*

李克强 周亚 蔡维

(北京师范大学系统科学系, 100875, 北京)

摘要 为进一步定量分析个人教育投资现象,构建了一般性地反映人们就学和就业之间进行选择的最优化模型,并对影响人们教育投资决策行为的因素进行了分析.在简单的假定前提下运用数学语言再现了教育经济和劳动经济研究中的相关结论.

关键词 教育收益;人力资本;最优控制;教育经济学;劳动经济学

分类号 F08; G40.054

教育经济学理论(无论是人力资本理论还是信号理论)认为:教育具有增加劳动者未来收益的功能;而这些收益表现为家庭或个人的货币收入增加和福利状况、工作条件、生活品质的改善;以及一些诸如社会地位或声誉的提高、拥有较大的职业流动性、精神生活更加充实等非货币收益^[1].

对个人接受教育的经济收益的讨论和度量,不仅是理解和解释个人接受教育年限的选择行为的经济基础,也有助于对宏观教育发展和教育经济效益问题的研究.

对接受教育成本和收益的比较是判断接受某类教育能否获得净收益和收益大小的基本依据.通常的分析是采用成本-收益分析的方法,计算各级教育的收益率,并以此作为个人判断继续接受教育在经济上是否有利的标准.舒尔茨^[2],明瑟^[3]在这方面做了大量研究工作.如舒尔茨计算了1929—1957年美国初等、中等、高等教育的收益率分别为35%,10%和11%.许多实证结果都表明教育的收益率随接受教育的时间的变化大致呈递减趋势,即小学的收益率最高,中学次之,大学最低.

本文采用最优化方法,通过建立数学模型来刻画个人在接受教育时间选择时的决策行为,描述了相关因素变化对教育收益率的影响,进而分析了这些因素变化情况下人们的可能选择结果.所得结果不仅再现了该领域研究的基本结论,也为进一步分析接受教育时间选择时的行为提供了良好的基础.

1 模型的假设

1) 劳动者在 T_0 时刻面临决策:应该如何安排未来接受教育和工作的时间 $t \in [T_0, T]$,以求得余生贴

现收益 $J = \int_{T_0}^T R e^{-\rho t} dt$ 的最大化,其中 R 代表收益, T_0 和 T 分别为劳动者的法定最低工作年龄和退休年龄,为贴现率.

2) 接受教育是增加人力资本积累的唯一途径,而忽略“干中学”(learning by doing)对人力资本积累的作用.设某一时刻用于接受教育的时间比例为 $u(t)$,则该时刻用于工作的时间比例为 $1 - u(t)$, $u \in [0, 1]$.人力资本积累变化率为 $\dot{h}_t = u f(h)$.

在最后分析中我们还进一步将人力资本积累的变化用一个线性微分方程^[4-5]描述,即 $\dot{h}_t = u h$,反映了人力资本的增长速率.

3) 设 (h_t) 为劳动者在劳动力市场中的工资率,它反映了单位时间个人的工资所得.它与个人的人力资本积累水平正相关,即 $(h_t) = (h_t)$, $(h_t) > 0$.设 $C(h_t)$ 为 t 时刻教育的直接成本,且 $C(h_t) > 0$.

2 模型及含义

我们建立描述个人教育选择行为的最优化模型

$$\begin{cases} \max_{u \in [0, 1]} \{ J[h(t)] \} = \int_{T_0}^T [(1 - u) R(h) - u C(h)] e^{-\rho t} dt, \\ \dot{h}(t) = u f(h), \quad h(T_0) = h_0. \end{cases}$$

由此可以得出实现目标函数最大化要求满足:

$$\begin{aligned} \max_{u \in [0, 1]} \{ H &= (1 - u) R(h) - u C(h) + u f(h) \}; \\ \dot{h}(t) &= u f(h), \quad h(T_0) = h_0; \\ \dot{H} &= -\rho [(1 - u) R(h) + \\ & u C(h) - u f(h)], \quad (T) = 0. \end{aligned}$$

这些条件表明:收益最大化条件要求在人力资本积累规律的制约下,任意时刻 $t \in [T_0, T]$ 要选择接受教育的时间比例 $u \in [0, 1]$,以保持现值哈密顿 H 为

* 国家“十五”科技攻关计划资助项目(2001-BA608B14);全国教育科学“十五”重点课题(DBF010589)

收稿日期:2004-08-30

最大值.此时 H 由当时贴现净收益率 $(1 - u)R(h) - uC(h)$ 和人力资本积累增加可能带来的未来收益增加 $uf(h)$ 两部分组成,而非仅追求当前贴现净收益的最大.共态变量 λ 刻画了增加单位人力资本积累可能带来的未来收益率增加,即增加单位人力资本积累的价值.而增加单位人力资本积累的价值的大小要受到贴现率,人力资本积累变化对自身及成本率、收益率的影响等因素的制约.横截条件 $\lambda(T) = 0$ 的含义是当退休时人力资本积累增加的价值为 0,即无论此时人力资本积累如何对目标函数 $J[h(t)]$ 都没有贡献.

进一步分析可得任意时刻接受教育最优时间比例

$$u^* = \text{bang}[0, 1; f(h) - R(h) - C(h)],$$

即当 $f(h) > R(h) + C(h)$ 时, $u^* = 1$; $f(h) < R(h) + C(h)$ 时, $u^* = 0$. 此式反映了最优策略是任意时刻只在就学和就业之间进行选择,即或选择学习,或选择工作.并且存在一个转变时间 T_s 满足

$$f(h_{T_s}) = R(h_{T_s}) + C(h_{T_s}).$$

$f(h_{T_s})$ 是由于人力资本积累的增加而引起的收益的增加(边际收益), $R(h_{T_s}) + C(h_{T_s})$ 表示边际成本,它包括接受教育直接成本和放弃的收益(机会成本)的增加,转变时刻确定的条件为边际收益等于边际成本.

3 简要分析与结论

为讨论方便,我们假定一些简单的关系:

$$f(h_t) = h_t, \quad (0, +\infty);$$

$$R(h_t) = h_t, \quad (0, +\infty);$$

$$C(h_t) = h_t, \quad (0, +\infty).$$

此时最优化问题表述为

$$\begin{cases} \max_{u \in [0,1]} J[h(t)] = \int_{T_0}^T [(1-u)h - uh]e^{-rt} dt, \\ \dot{h}(t) = uh, \quad h(T_0) = h_0. \end{cases}$$

利用前面结论可得最优控制 u^* 和转换时间 T^* 满足

$$u^* = \text{bang}[0, 1; - -],$$

$$T^* = T + \frac{1}{r} \ln[1 - \frac{(+)}{(-)}].$$

从上面的式子中,我们首先可以看出:在教育资源供给比较充足的条件下,每个人选择接受教育的时间长短是不一样的,该时间的选择与退休年龄 T , 贴现率,教育的成本、收益,以及个人的学习能力等因素相关.我们取 $u = 0$ 可得 T_0 以后不再接受教育的人的余生贴现净收益为 $\int_{T_0}^T h_0(1 - e^{-rt})$,如果人力资本积累有可能增加余生贴现净收益,则可以得到

$$0 < \frac{(+)}{(-)} 1 - e^{-r} < 1.$$

对最优接受教育时间的讨论可以得到以下结论:

1) $T^* < T$, 余生贴现净收益最大化要求劳动者一定会选择在某个时间点上开始参加社会工作,一生不工作不是追求余生贴现净收益最大化的劳动者的最佳选择.

2) $\frac{\partial T^*}{\partial T} = 1 > 0$, 退休年龄延长,劳动者将倾向于接受更多教育.表明工作年限越长,则人们收益的时间就越长,于是希望将更多的时间投入到接受教育中,这样可以提升自己的人力资本积累水平,以期在将来的劳动力市场中获得更多的收益.

3) $\frac{\partial T^*}{\partial r} = -\frac{1}{2} [\ln(1 - \frac{(+)}{(-)}) + \frac{(+)}{(-)}] < 0$. 这说明贴现率的提高将导致最佳学习年限的减少.比如:注重眼前利益的人($\frac{(+)}{(-)}$ 比较大),会选择尽早工作,而有远见的人($\frac{(+)}{(-)}$ 比较小)的人将会选择接受更多的教育,以期在将来获得更多的收益.

4) $\frac{\partial T^*}{\partial C} = -\frac{1}{(1 - \frac{(+)}{(-)})} < 0$, 说明获得单位人力资本积累直接成本越高,人们选择的最优接受教育时间就越短.反映教育过程中的成本和内部效率对于人们接受教育最佳年限选择的影响.

5) $\frac{\partial T^*}{\partial u} = \frac{(+)}{2(1 - \frac{(+)}{(-)})} > 0$, 反映单位人力资本积累带来的工资率的提高将使劳动者倾向于接受更长时间的教育,以期在劳动力市场中获得更高的收益率.在某种程度上也说明某种人力资本在工作中作用和使用效率的增加可以驱使人们进行更多的该种人力资本的积累.

6) $\frac{\partial T^*}{\partial h_0} = \frac{(+)}{2(1 - \frac{(+)}{(-)})} > 0$, 是表征人力资本积累增长速率的因子,它与个人的初始禀赋和学习能力有关.说明初始禀赋高、学习能力强的人会选择接受更长时间的教育.因为这些人的人力资本积累速度快,于是希望接受更长时间的教育,以期在劳动力市场中获得更高的收入.

4 评述

本文通过建立数学模型,从教育收益最大化的角度分析了个人人力资本投资的行为,有助于加深对影响劳动者人力资本投资选择机制的描述和理解.同时利用一些简单的假设进行分析所得的结论具有明显的实际意义,并与教育经济学和劳动经济学中对个人人力资本投资行为分析的基本结论有很好的对应.



该模型可以作为一个定量定性地讨论个人人力资本投资行为的基础工作,具有相当的容量和可扩展性.对于人力资本积累与学习能力、个人禀赋的关系、人力资本积累的成本与收益的不同函数形式对接受教育年限选择的影响等问题都可以进行讨论,也有助于研究干中学等因素对个人人力资本投资行为的影响.对于这些问题我们将在另外的工作中做进一步的分析和论述.

5 参考文献

[1] 曲恒昌,曾晓东. 西方教育经济学研究[M]. 北京:北京

师范大学出版社,2000

- [2] Schultz T. The economic value of education[M]. New York: Columbia University Press, 1963
- [3] Mincer J. Schooling, experience and earnings [M]. New York: National Bureau of Economic Research, 1974
- [4] Lucas R E. On the mechanics of economic development [J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1):3
- [5] Lucas R E. Making a miracle[J]. Econometrica, 1993, 61(2):252

A MODEL ANALYSIS ON THE OPTIMAL SCHOOLING YEARS

Li Keqiang Zhou Ya Cai Wei

(Department of Systems Science, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China)

Abstract To further analyze the individual's behavior of investment in education quantificationally, a model in optimal control language is constructed. This model mainly reflects the mechanisms when individuals are making a decision between education and job. Corresponding factors that can influence the decision are discussed fully. And under certain simplified conditions, the related conclusions in economics of education and labor economics are revisited in mathematical language.

Key words educational returns; human capital; optimal control; economics of education; labor economics

国家自然科学基金重点项目简介

项目批准号:30430160

项目名称:克隆植物资源分配、生长构型与交配系统相互关系的研究

项目主持人:张大勇教授(生命科学学院)

资助金额:130 万元

执行时间:2005-01—2008-12

参加项目主要成员数:10 人

合作单位数:0

主要研究内容:克隆植物研究多基于最优觅食理论,强调对异质生境斑块资源的利用,而很少涉及繁殖生态学的内容,尤其是很少有研究同时从无性繁殖和有性繁殖两个方面系统地探讨异质生境中克隆植物的繁殖对策.本项研究将选取不同生境下具有不同克隆构型的自然种群,同时人工建立不同构型的实验种群,考察不同克隆构型下传粉生物学、交配系统、近交衰退、资源分配格局的差异等.同时对无性繁殖和有性繁殖投入分别进行人工操纵,探讨克隆植物资源分配的负耦联关系.