

文章编号: 1003-207(2004)05-0097-05

# 用于人力资本分析的教育-经济投入占用产出模型

张红霞<sup>1,2</sup>, 陈锡康<sup>2</sup>

(1. 中国人民大学公共管理学院, 100875; 2. 中国科学院数学与系统科学研究院, 北京 100080)

**摘要:**建立了用于人力资本分析的教育-经济投入占用产出模型。首先在对教育部门生产性质进行研究的基础上, 设计了教育-经济投入占用产出表表式。将生产系统分为人力资本生产部门(特指教育部门)和其他部门, 对教育部门从价值流量(费用流量)和实物流量(学生数量)分别加以反映。基于教育经济投入占用产出表建立了用于分析人力资本培养和分配以及与其他部门的联系的静态和动态投入占用产出模型。

**关键词:**投入占用产出分析; 人力资本; 教育

中图分类号: F830 文献标识码: A

## 1 引言

人力资本的概念是西奥多·W·舒尔茨、明赛尔等人于20世纪60年代提出的<sup>[1-3]</sup>, 目前有关人力资本的理论是经济学研究的热点之一。在内生经济增长理论中, 人力资本是经济保持长期增长的内在推动因素之一<sup>[4-7]</sup>。在投入产出分析领域, 国内外学者在建立有关人力资本的投入产出模型方面, 做了许多有价值的探讨。例如, 国内的人力资本价值计量模型<sup>[8]</sup>, 包含人力资源的投入占用产出模型<sup>[9]</sup>等; 国外如芬兰学者 Pirkko Aulin-Ahmavaara 通过消费等把人力资本的培养与各部门的生产以及经济增长联系起来, 建立了包含人力资本的完全动态投入产出模型, 研究人力资本与生产效率的关系<sup>[10]</sup>。但是, 这些理论体系有一个共同的弱点: 理论模型与实际应用之间存在着较大的困难和障碍, 一般只在理论框架内进行讨论。本文试图克服这一弱点, 建立易于实际应用的考虑人力资本生产的投入占用产出模型。

投入产出技术是分析部门间联系的重要工具, 投入占用产出技术就是在此基础上提出的<sup>[11]</sup>, 它不仅反映了投入与产出, 更反映了产出与占用之间的联系。所谓占用, 指的是各部门在生产过程中占用的人力资本(劳动力)、固定资本、流动资金、自然资

源等生产要素, 这些要素是生产得以进行的必要条件, 但在传统的投入产出模型中却没有得到体现。陈锡康所提出的投入占用产出模型则弥补了这一缺陷, 是对投入产出模型的发展。投入占用产出表的基本表式如下:

投入占用产出表基本表式

		中间使用	最终使用	总产出和总占用
投入部分	中间投入			
	最初投入			
	总投入			
占用部分	固定资产			
	流动资金			
	劳动力			
	自然资源			

本文借鉴了人口投入产出模型(Stone)和教育投入占用产出模型(陈锡康、黄银忠)<sup>[12,13]</sup>的理论和方法, 在对人力资本的性质和人力资本生产系统进行深入研究的基础上, 建立具有实际应用价值的教育-经济投入占用产出模型。

## 2 教育-经济投入占用产出表的设计

人力资本指的是劳动力所具备的进行生产和创造各种产品的知识、技能和能力等, 是经过学习和教育所形成的。和其他的生产要素一样, 人力资本是进行投资的产物。本文中人力资本的生产部门特指教育部门, 教育部门的产出其实是加注在学生载体上的知识、能力、素质等, 而这些指标都难以量化。因此, 从另一个角度考虑: 教育部门通过消耗其他部门的产品以及师资力量, 从而使学生具备了能力, 我们从费用、产品的消耗, 和学生的流量两个方面来反

收稿日期: 2003-08-06; 修订日期: 2004-09-11

基金项目: 国家自然科学基金跨学部重点项目资助(70131002; 60474063)

作者简介: 张红霞(1976-), 女(汉族), 河北邢台人, 中国人民大学公共管理学院讲师, 研究方向: 数量经济学、投入产出分析。

映教育部门的生 产, 及与其他部门的关系, 学生流量按受教育的程度标识其当前的知识、技能等水平。以此为基础设计教育- 经济投入占用产出表。

在一般的投入产出表中, 教育部门作为第三产业的一个部门, 其投入与产出流量指的是教育费用的来源与分配。如果把教育部门作为人力资本的生产部门来加以反映, 其产品是所培养的学生, 其投入和产出分别是学生的生产和分配。学生的流动方向与教育费用是正好相反的, 即: 教育费用的列向——教育费用的使用(用于学生的培养), 横向——教育费用的来源; 学生列向——学生的培养、来源, 横向——学生的分配使用。

设计教育- 经济投入占用产出表的目 的, 就是为了研究人力资本的生产与分配, 及其与其他各部门经济增长与发展的关系。即: 其他部门把需要培养的学生或需要进一步培养深造的学生输送到教育部门, 教育部门从其他部门获得教育所需的费用, 用于购买教育所需的各种产品、设备等, 或用于 师资报酬, 对其他部门所输送的学生进行培养, 也即其生产过程。完成学业已具备了一定的知识和能力的学生进入到其他部门或教育部门从事生产活动, 成为生产要素。

### 2.1 基本概念的界定

a) 教育部门的产出: 某一时期教育部门的产出是指该时期教育部门培养的学生数, 以期末学生数为 准。

b) 教育部门的中间产品: 某一时期教育部门的中间产品是指该时期所培养的学生中下一时期将继续留在教育部门进行培养的学生数。

c) 教育部门的最终产品: 某一时期教育部门的最终产品是指教育系统的培养过程结束或暂时结束, 分配到社会的学生数, 包括就业、家庭、其他(出国、参军等)。

d) 教育部门的中间投入: 上期培养结束后留在本期继续教育的 学生数。

e) 教育部门的最初投入: 上期在非教育部门本期进入到教育部门接受培养的学生数。

### 2.2 假定条件

模型的假定条件:

(1) 假定教育部门培养的同 一教育程度的学生具有同质性, 即具有相同的知识和能力。

(2) 人力资本的生产时滞通过教育部门按教育的过程进行细分来体现。一般的, 在教育- 经济投入占用产出表中, 教育部门可以不必分的太详细。设

表中教育部门为  $k$  个, 整个教育体系的最大 年级为  $m$ 。允许  $k < m$ 。比如, 把教育部门按教育的等级划分为四个( $k = 4$ ): 小学教育、初中教育、高中教育 大专以上教育, 并高度简化, 假定人力资本的生产时滞是一个生产的时间周期, 则把下一时期继续留在教育系统中同一等级的学生视为留级。教育部门的划分可以视研究需要而定, 例如重点研究高等教育, 则可以把高等教育细分, 如果需要还可以按专业分类。

### 2.3 表格形式

教育- 经济投入占用产出表表式如表 1。表 1 中的符号说明如表 2

从列向看, 表 1 与一般的投入产出表不同, 为了详细体现教育部门的生 产, 分为三大部分: 费用投入、学生投入和占用部分。费用投入部分包括费用中间投入、费用最初投入和费用总投入, 生产部门划分为其他生产部门和教育部门。学生投入是针对教育部门的, 分为学生中间投入、学生最初投入和学生总投入。占用部分包括固定资本、人力资本和流动资本的占用。

从横向看, 与一般的投入产出表类似, 也是分为中间使用、最终使用和总产出。不同的是, 资本形成部分包括了人力资本的形成。这里固定资本形成和人力资本形成都是矩阵的形式。为分析的简便, 这里我们暂不考虑存 货。教育部门从费用和学生两个方面同时加以反映, 这并不是部门的细分。也就是说, 费用和学生反映的是同一生产过程, 即人力资本的生产。

教育部门学生投入的中间流量部分为  $W^{QQ}/(W^{QQ})^*$  的形式, 这是由于本年学生的中间投入来源于上年度的中间使用, 而本年度的中间使用则是下一年度的中间投入。 $W^{QQ}$  表示本年度学生的中间使用, 即在下一年度继续留在教育部门的学生数,  $(W^{QQ})^*$  表示本年度学生的中间投入来源, 即上一年度在本年仍然留在教育系统接受教育的学生数。

$$W^{QQ}/(W^{QQ})^* = \begin{bmatrix} W_{11}^{QQ}/(W_{11}^{QQ})^* & \dots & W_{1n}^{QQ}/(W_{1n}^{QQ})^* \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1}^{QQ}/(W_{n1}^{QQ})^* & \dots & W_{nn}^{QQ}/(W_{nn}^{QQ})^* \end{bmatrix}$$

有  $k^* k$  个单元格, 引入逻辑型变量  $L$ , 以  $Object_{ij}$  表示第  $ij$  个单元格的取值, 则

$$L = \begin{cases} 0, & \text{列向} \\ 1, & \text{横向} \end{cases}, \quad Object_{ij} = \begin{cases} W_{ij}^*, & L = 0 \\ W_{ij}, & L = 1 \end{cases}$$

表1 教育- 经济投入占用产出表

投入 \ 产出				中间使用		最终使用				总产出 总占用	
				非教育部门	教育部门	消费	资本形成		净出口等		合计
					费用/ 学生		1 2...n	存货			
				1, 2, ..., n - k	$n - k + 1 \dots n - 1$ $n$		固定资本形成 / 人力资本形成				
费用投入	中间投入	非教育部门	1, 2, ..., n - k	$W^{PP}$	$W^{PE}$	$Y_c^P$	$F$	$Y_0^P$	$X^P$		
		教育部门	$n - k + 1$ $n - k + 2$ ... $n - 1$ $n$	$W^{EP}$	$W^{EE}$	$Y_c^E$	0	$Y_0^E$	$X^E$		
	最初投入	固定资产折旧		$D^P$	$D^E$						
		劳动报酬 / 居民		$V^P$	$V^E$						
		生产税净额		$T^P$	$T^E$						
	营业盈余		$N^P$	$N^E$							
总投入				$X^P$	$X^E$						
学生投入	学生中间投入	$n - k + 1$ $n - k + 2$ ... $n - 1$ $n$	0	$W^{QQ} / (W^{QQ})^*$		$H$	$H_0$	$X^Q$			
		学生最初投入			$(S^Q)^*$						
	学生总投入				$X^Q$						
占用	固定资本占用		1 ... $n - k$	$O^{PP}$	$O^{PQ}$						
	人力资本占用		$n - k + 1$ $n - k + 2$ ... $n - 1$ $n$	$O^{QP}$	$O^{QQ}$						
	流动资本占用										

我们采用双上标以清晰的表示其他部门与教育部门之间的流量关系。

表2 教育- 经济投入占用产出表符号说明

表中符号	解释说明
上标 P	表示其他部门, 即非教育部门
上标 E	表示教育部门费用流量部分
上标 Q	表示教育部门学生流量部分
$W^{PP}$	表示非教育部门之间的中间流量矩阵
$W^{PE}$	表示非教育部门对教育部门费用的中间流量矩阵
$W^{EP}$	表示教育部门费用对非教育部门的中间流量矩阵
$W^{EE}$	表示教育部门费用对教育部门费用的中间流量矩阵
$W^{QQ} / (W^{QQ})^*$	表示教育部门对教育部门的中间流量矩阵
$F$	固定资本形成, 这里是一个矩阵
$Y_c$	表示其他部门用于消费的最终产品部分
$Y_0$	表示其他生产部门用于净出口等的最终产品
$H$	人力资本形成矩阵, 与毕业生投向各部门大致相应的人力资本量
$H_0$	表示用于其他(出国、参军、家庭等) 最终使用的人力资本
$X^P$	非教育部门的总产出
$X^E$	教育部门的总费用(费用总产出)
$X^Q$	教育部门的学生总产出(人力资本总产出)
$(S^Q)^*$	学生最初投入向量
$O^{PP}$	非教育部门对固定资本的占用
$O^{PQ}$	教育部门对固定资本的占用
$O^{QP}$	非教育部门对人力资本的占用
$O^{QQ}$	教育部门对人力资本的占用

### 3 教育-经济投入占用产出静态模型和动态模型

#### 3.1 教育-经济投入占用产出静态模型

由表1,容易写出人力资本投入占用产出的静态模型。对于费用部分:

$$\text{横向方程: } Wi + Yc + Ci + Yo = X$$

$$\text{其中, } W = \begin{pmatrix} W^{PP} & W^{PE} \\ W^{EP} & W^{EE} \end{pmatrix}, X = (X^P X^E)^T, Yc =$$

$(Yc^P Yc^E)^T, C = (F 0)^T$ ,按非教育部门和教育部门矩阵分块。 $F = (f_{ij})_{(n-k) \times n}$ 表示物质资本形成矩阵, $f_{ij}$ 行向含义是第*i*部门的物质资本形成用于第*j*部门的数量,列向含义是第*j*部门所形成的物质资本增加中来自于第*i*部门的数量。教育部门的费用横向方程表示教育费用的来源,因此, $Yc^E$ 表示由家庭和政府支出的教育费用向量(学杂费、财政预算等,占教育经费的大部分)。

$$\text{引入直接消耗系数矩阵, } A = \begin{pmatrix} A^{PP} & A^{PE} \\ A^{EP} & A^{EE} \end{pmatrix},$$

$A^{EP} = (a_{ij}^{EP})_{k \times (n-k)}$ 表示国民经济其他各部门用于教育部门人力资本培养的费用占总产出的比例矩阵, $A^{EE}$ 表示教育部门内部的费用调配矩阵。有

$$AX + Yc + Ci + Yo = X$$

从而

$$A^{PP}X^P + A^{PE}X^E + Yc^P + Yo^P + Fi = X^P \quad (1)$$

$$A^{EP}X^P + A^{EE}X^E + Yc^E + Yo^E = X^E \quad (2)$$

其中,直接消耗系数阵A的定义与一般的投入产出模型相同。

对于学生投入部分,其横向方程为

$$W^{QQ}i + H + Ho = X^Q \quad (3)$$

同样可引入学生投入系数矩阵  $A^{QQ}$ 。考虑到学生中间投入与中间使用上的时间差别的模型更有意义,在动态模型中介绍。

#### 3.2 教育-经济投入占用产出动态模型

对于学生方程来说,考虑到中间投入与中间使用时间差别的模型就是动态的,这里我们首先给出学生方程的此种动态方程,如下。

学生投入系数矩阵:  $A^{QQ} = W^{QQ}(X_{t+1}^Q)^{-1}$ ,与静态模型中学生投入系数矩阵的明显不同在于考虑到了中间使用与中间投入的时间差别,即本年的中间使用是下年的中间投入,其含义是下年的学生总投入中由本年度转入下一年度的比例矩阵。

$$A^{QQ}X_{t+1}^Q + H + Ho = X_t^Q$$

如一般的人口和教育投入产出表一样,引入时

滞算子“ $\wedge$ ”,  $\wedge x = x_{t+1}$ ,则有

$$A^{QQ} \wedge X^Q + H + Ho = X^Q$$

进一步,

$$X^Q = (I - A^{QQ} \wedge)^{-1}(H + Ho) \quad (4)$$

对教育经费,有

$$X^E = \hat{p}(I - A^{QQ} \wedge)^{-1}(H + Ho) \quad (5)$$

$p$ 表示单位学生所需要的教育费用, $p = X^E(X^Q)^{-1}$ , $\hat{p}$ 是对应的对角阵。 $(I - A^{QQ} \wedge)^{-1}$ 本身就是动态的,如陈锡康(1993)、黄银忠(1991)所分析的,具有动态逆的性质,说明本年度学生的培养量不仅与本年度的学生最终使用有关系,还与以后各个年份的学生最终需求量有关系;本年度教育经费的投入涉及到以后各年度人力资本的形成。

投入产出动态模型的意义就在于考虑到了资本形成,并由此把当前的生产与以后的生产联系起来,从动态的角度反映国民经济各部门的联系。但经典的投入产出动态模型只考虑了物质资本形成,而没有考虑人力资本形成。本文的教育-经济投入占用产出动态模型同时考虑到物质资本形成与人力资本形成。在我们所设计的教育-经济投入占用产出表中,固定资本形成和人力资本形成都是以矩阵的形式详细给出的,反映了各种新增固定资本的去向和新增人力资本的去向。固定资本和人力资本的占用也以矩阵的形式给出。这里暂不考虑存货问题和固定资本的多年时滞问题。

定义物质资本形成系数阵。教育部门的费用产出是教育费用的来源与使用,不能体现人力资本形成情况,且与物质资本形成无关,因此教育部门费用流量的资本形成部分为0。定义物质资本形成系数矩阵如下:

$$B^P = (B^{PP} \quad B^{PQ})$$

其中, $B^{PP} = (b_{ij}^{PP})_{(n-k) \times (n-k)}$ , $b_{ij}^{PP} = F_{ij}^{PP} / \Delta X_j^P$ , $B^{PQ} = (b_{ij}^{PQ})_{(n-k) \times k}$ , $b_{ij}^{PQ} = F_{ij}^{PQ} / \Delta X_j^Q$ 。这里, $b_{ij}^{PP}$ 表示第*j*个生产部门增加单位产出需要增加的第*i*个部门的资本品的数量; $b_{ij}^{PQ}$ 的单位是价值单位/人数,表示教育部门增加培养单位第*j*等级的学生需要增加的第*i*部门资本品的数量。我们也可以教育费用的增加来计算教育部门的投资系数,再通过单位学生教育费用与学生的培养数结合起来。

同样定义人力资本形成系数矩阵  $B^Q = (B^{QP} \quad B^{QQ})$ ,其中, $B^{QP} = (b_{ij}^{QP})_{m \times (n-1)}$ , $b_{ij}^{QP} = H_{ij}^{QP} / \Delta X_j^P$ , $B^{QQ} = (b_{ij}^{QQ})_{m \times m}$ , $b_{ij}^{QQ} = H_{ij}^{QQ} / \Delta X_j^Q$ 。这

里,  $b_{ij}^{QP}$  的单位是人数/价值单位, 表示第  $j$  个其他生产部门增加单位产出需要增加的第  $i$  类人力资本的数量。 $b_{ij}^{QQ}$  表示教育部门增加培养单位第  $j$  等级的学生需要增加的第  $i$  类人力资本的数量。

无论是物质资本还是人力资本, 在生产过程中都会有损耗, 如固定资产的折旧, 劳动力的退休、离休等。为使问题简化, 这里我们不考虑损耗的问题。

将  $B^P, B^Q$  代入(1)式和(3)式, 有

$$A^{PP}X_t^P + A^{PE}PX_t^Q + B^{PP}\Delta X^P + B^{PQ}\Delta X^Q + Y_C = X_t^P \quad (6)$$

$$A^{QQ}X_{t+1}^Q + B^{QP}\Delta X^P + B^{QQ}\Delta X^Q + H_0 = X_t^Q \quad (7)$$

(6)、(7)也可引入时滞算子, 这里从略。

## 5 结语

本文设计了反映人力资本培养与经济发展关系的教育-经济投入占用产出表, 建立了教育-经济投入占用产出的静态模型与动态模型。利用静态模型我们可以分析教育产业对经济的拉动作用; 利用动态模型可以分析人力资本的培养与经济增长的联系, 可以分析各部门投资所能创造的就业机会等。

目前我们已经编制了我国1999年教育-经济投入占用产出表, 并以此表为基础作了相应的应用研究。此外, 本文的模型还需要进一步考虑人力资本培养的时滞和资本损耗的补偿等。这些应用结果和理论研究将在另外的文章中论述。

## 参考文献:

[1] 西奥多·W·舒尔茨. 论人力资本投资: 教育和研究的作

用[M]. 北京: 商务印书馆, 1990.

[2] 西奥多·W·舒尔茨. 报酬递增的源泉[M]. 北京大学出版社, 2001.

[3] Jacob Mincer, 张凤林译. 人力资本研究[M]. 中国经济出版社, 2001.

[4] Lucas, R., On the Mechanics of Economic Development [J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22: 3-22.

[5] Romer, P., Endogenous Technological Change[J]. Journal of Political Economy, October 1990, 71-102.

[6] David Romer, Advanced Macroeconomics [M]. The McGraw-Hill Companies, Inc. 1996.

[7] 潘士远, 史晋川. 内生增长理论: 一个文献综述[J]. 经济学报, 2002, 1(4): 153-186.

[8] 薛新伟. 人力资本价值计量模型研究[J]. 数学的实践与认识, 2002, 32(5): 753-757.

[9] 刘新建. 人力资源动态投入占用产出分析模型探讨[J]. 数量经济技术经济研究, 1996, (3): 40-45.

[10] Pirko Aulin-Ahmavaara. A Complete Dynamic Input-Output Model Including the Production of Human Capital and Labour [J]. Economic Systems Research, 1989, 1(1).

[11] Chen Xikang. Input-Occupancy-Output Analyses and Its Application in China, in: Manas Chatterji et al., Dynamics and Conflict in Regional Structural Change [M]. Macmillan Press, London, 1990.

[12] 钟契夫, 陈锡康, 刘起运, 等. 投入产出分析[M]. 中国财政经济出版社, 1993.

[13] 黄银忠. 教育系统投入产出模型及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 1991, 11(2): 51-58.

## Study on Education- Economy Input- occupancy- Output Model and Its Application

ZHANG Hong xia<sup>1,2</sup>, CHEN Xi kang<sup>2</sup>

(1. Renmin University of China, Beijing 100875, China;

2. Academy of Mathematics and Systems Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

**Abstract:** In this paper, education- economy input- occupancy- output model is given. Based on the detailed study on the properties of production systems of human capital, the model is applicable in practice. The main contents are as follows: (1) Design the education- economy input- occupancy- output table. The production is divided into two subsystems, human capital production sector and other sectors. Human capital production sector here is only includes the education sector, and it is reflected by both value flows and physical flows. (2) Input-occupancy- output models about human capital production and allocation and its relationship with other sectors are built, including static and dynamic models.

**Key words:** input- occupancy- output analysis; human capital; education