

博士生规模扩张影响因素的实证研究

——基于美国1980—2017年的数据

王梅, 徐密

(天津大学教育学院, 天津 300354)

摘要: 为探寻博士研究生规模扩张的影响因素, 利用1980—2017年美国研究型博士培养的经验数据, 构建包含博士生规模、GDP、修业年限以及导师数量的向量误差修正模型。研究表明: GDP和导师数量对博士生规模扩张具有促进作用, 修业年限具有抑制作用, 短期内修业年限的抑制作用更为强烈。结合近些年我国博士生延期毕业率超过60%的困境, 建议通过调整学制、实施分流与淘汰机制以及建立良好的院系文化环境等方式缓解博士生延期毕业问题。

关键词: 规模扩张; 向量误差修正模型; 修业年限; 延期毕业

中图分类号: G643

文献标识码: A

一、问题的提出

扩大博士教育规模是国家提高国际竞争力的重要路径。上世纪40—60年代美国资本主义快速发展, 博士教育规模也急速扩张^[1], 而60—70年代博士规模扩张最快, 学位授予数量实现了从1万人到3万人的倍数增长。90年代以来, 美国博士培养规模再次持续增长, 受高校教师规模制约, 美国博士培养规模开始处于长期稳定收敛增长阶段^[2]。对我国而言, 当前新一轮科技革命和产业变革是重塑国际分工格局的重大历史机遇, 抓住这一机遇需要一批优秀的高层次学术人才, 因此适度扩大博士研究生培养规模是当前我国高层次人才供给侧改革的重点方向^[3]。有学者测度2015—2016年度美国实际在学博士生37万人, 显著超过我国当年在学博士生规模^[4]。与美国相比, 我国博士教育规模存在较大的

扩张空间。如何适度扩张? 需要明确哪些因素对规模扩张产生促进作用, 哪些因素产生制约作用。当前对博士规模扩张影响因素的研究多为定性方法, 难以判断不同因素的具体影响程度。本文将基于美国博士规模扩张和稳定的经验数据, 利用1980—2017年的时间序列数据构建向量误差修正模型(Vector Error Correction Model, VECM), 定量分析各变量对美国研究型博士规模发展的影响, 以期能够借鉴美国博士教育发展经验与教训, 探寻适合中国博士规模扩张的可行路径。

二、研究设计

(一) 变量说明与数据来源

国内外很多学者研究了美国博士培养的政策、项目、制度等^[5-11], 认为美国博士规模的形成并不是独立于政治、经济、社会之外的单一系统, 而是与上

收稿日期: 2020-10-17

作者简介: 王梅(1978—), 女, 河北唐山人, 天津大学教育学院副教授, 硕士生导师, 管理学博士。

徐密(1996—), 女, 湖北咸宁人, 天津大学教育学院硕士研究生。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目“协同学视阈下博士生培养模式的国际比较研究”(BDA140028); 天津市哲学社会科学规划资助项目“价值共创与共享——天津在京津冀高等教育协同发展中的对策研究”(TJGL16-017)

述要素紧密相关的复杂系统,是政府政策、市场需求、院系决策以及学生选择共同作用的结果^[12]。

1. 经济水平

美国博士规模与社会经济发展需求密切相关,国家经济发展水平不仅影响国家和劳动市场对博士生群体的需求,还影响联邦政府对大学科研和研究生资助的投入。前者促使院系增加招生计划,后者保障博士生学业科研的正常开展,二者是美国博士规模得以扩张的直接驱动力。图 1 显示 1980—2008 年美国国内生产总值增速维持在 6% 左右,而这期间博士生规模增速在(-0.04,0.06)区间内震荡;2008 年金融危机后,GDP 增速放缓并保持在 4% 左右,而博士生规模增速在 2011 年开始递减,可以看出博士规模可能受经济发展的影响,但这种影响有所滞后。

2. 修业年限

美国的博士生培养计划主要分成课程学习和创造性研究两个阶段,前者需要 2 年的学习时间,后者需要 2—3 年或更多的时间完成,因而完成博士学习计划需要 4 年或更久^[13]。以正式开始研究生学习到获得博士学位的实际学习时间(Registered Time to Degree,RTD)为统计口径^①,1996 年修业年限中位数 6.73 年为最短,该年博士学位授予数量较上年增加 1.65%;1980 年修业年限中位数 7.68 年为最长,同时该年博士学位授予数量为最小值 3.10 万人。因此,仅从数量上看,修业年限与博士规模之间存在反向相关的倾向。

3. 导师制度

美国博士生指导模式是指导委员会制,指导委员会一般由 5—7 人组成,主要负责提供持续的学业指导。博士生教育具有非常明显的精英化属性,导师是学生学术指导和科研训练的主体,是学生能否顺利完成学业的重要因素。1980—2017 年间,美国博士培养的导生比值基本维持在(3.40,5.00)区间,导师数量在不断增加,其增长趋势与博士培养规模的增长趋势十分接近。

4. 博士规模

美国与中国博士教育最鲜明的差异在于其行政色彩相对较弱,美国博士教育更受劳动力市场力量支配。根据 Arrow 的过滤理论^[14]、Spence 的“信号理论”^[15]以及 Stiglitz 的“筛选理论”^[16],博士学位是博士生被市场选择的重要信号。因此个人是否选择攻读博士学位与市场对该博士生的需求量紧密相关。

根据图 1 可知,美国每十万人中博士占比在不断增加,博士规模尽管在某些年份有微弱的动态波动,但总体来说处于长期持续增长状态。

本文力图从宏观角度考察美国研究型博士规模与经济发展水平、修业年限、导师数量以及自身规模之间的作用机制与定量关系。文中以美国国内生产总值(GDP)衡量国家经济水平;以 RTD 统计下的修业年限中位数衡量博士生毕业所需时间;因统计资料的缺乏,以“教授人数”作为“导师数量”的替代指标;研究型博士规模采用 NSF 统计口径的每年授予博士学位数。所有数据均来源于世界银行、美国国家统计局、美国教育统计中心以及美国国家科学基金会等官网。

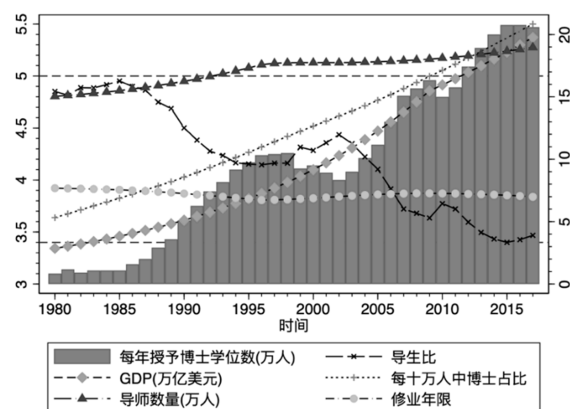


图 1 美国博士规模及相关影响因素变动趋势图

(二)模型说明及设定

本研究利用向量误差修正模型(VECM)方法对美国研究型博士规模受国民经济发展水平、修业年限以及导师数量的影响进行实证分析。VECM 实际上就是包含协整关系的向量自回归模型(Vector Autoregressive model,VAR),VAR 模型将相关的经济变量聚集成一个系统,系统内各变量能够相互自洽、相互影响,且具有易于估计、拟合程度高、灵活性和实用性高、适合描述小变量集合的特点^[17]。而在 VAR 模型基础之上的向量误差修正模型(VECM)既能通过协整关系确定变量之间的长期均衡关系,又能观测变量冲击的影响效应。

一个 n 维 p 阶向量自回归模型(VAR)的标准形式为:

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \cdots + A_p Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

其中, Y_t 是关注的变量, $Y_t = [y_{1t}, y_{2t}, \cdots, y_{nt}]$; A_0 是截距项, $A_0 = [a_{10}, a_{20}, \cdots, a_{n0}]$; A_i 是对应的自回归系数; e 是方程的随机扰动项, $e_t = [e_{1t}, e_{2t}, \cdots, e_{nt}]$ 。

对于 n 维向量 $[y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt}]'$, 如果存在 r 个协整关系, 则一定有其对应的误差修正模型形式。其 p 阶误差修正模型形式如下, 其中 πY_{t-1} 为误差修正项^[18]。

$$\Delta Y_t = \pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \pi_i \Delta Y_{t-i} + e_i \quad (2)$$

本文选取的数据均为时间序列数据, 为消除异方差影响, 对所有变量的原始数据取对数进行后续模型分析。基于 VECM 的模型设定, 美国博士规模 ($\ln y$) 作为被解释变量, 解释变量为 GDP ($\ln gdp$)、修业年限 ($\ln T$) 以及博士生导师数量 ($\ln prof$) 构成的方程设定如下:

$$\Delta \ln y_t = \pi \begin{bmatrix} \ln y_{t-1} \\ \ln gdp_{t-1} \\ \ln T_{t-1} \\ \ln prof_{t-1} \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^{p-1} \pi_i \begin{bmatrix} \Delta \ln y_{t-i} \\ \Delta \ln gdp_{t-i} \\ \Delta \ln T_{t-i} \\ \Delta \ln prof_{t-i} \end{bmatrix} + e_i \quad (3)$$

三、实证过程及结果

(一) 平稳性检验

时间序列是否具有平稳性是进行实证分析的前提。运用 STATA15 软件, 对各时间序列进行 ADF 检验。检验结果表示在 1% 的显著性水平下四个序列都是非平稳的^②。当进行二阶差分后, 四变量的二阶差分序列趋于平稳。见表 1。

表 1 ADF 单位根检验结果

	变量	ADF	0.01 临界值	是否平稳
原始变量	$\ln y$	-1.176	-3.682	否
	$\ln gdp$	-2.800	-3.689	否
	$\ln T$	-2.916	-3.682	否
	$\ln prof$	-1.377	-3.689	否
二阶差分变量	D2. $\ln y$	-4.342	-3.689	是
	D2. $\ln gdp$	-4.328	-3.702	是
	D2. $\ln T$	-5.033	-3.682	是
	D2. $\ln prof$	-3.972	-3.689	是

注: 四个序列的一阶差分仍然是非平稳序列, 因篇幅所限在此省略结果。

(二) 协整检验

模型所包含的四个时间序列均为二阶单整序列, 为进一步检验变量之间是否存在长期稳定关系。本文利用 JJ 检验 (Johansen-Juselius) 进行协整检

验, 表 2 trace 统计量结果表明: 四变量之间具有长期协整关系, 且变量之间最多存在两个协整关系^③。见表 2。

表 2 Johansen 协整检验结果

特征值	LL	特征根	trace 统计量	5% 临界值
0	565.558		75.302	39.89
1	584.510	0.651	37.397	24.31
2	597.512	0.514	11.394 *	12.53
3	602.519	0.243	1.380	3.84
4	603.209	0.038		

根据协整方程的对数似然估计值最大判断标准, 选取最能反映四变量长期关系的协整方程如下:

$$\ln y = 1.488 \ln gdp^{***} - 2.392 \ln T^{***} + 6.212 \ln prof^{***} \\ (0.192) \quad (0.589) \quad (1.055) \quad (4)$$

其中, 括号内为标准误, 修业年限、导师数量以及 GDP 均通过了显著性检验。这表明美国研究型博士规模与修业年限之间存在显著的长期负相关关系, 对博士规模的长期均衡弹性为 -2.392。博士生导师数量、国内生产总值 GDP 与博士规模之间存在显著的长期正相关关系, 且对博士规模的长期均衡影响从大到小排列依次为导师规模、修业年限、GDP。基于此可推断: 从长期来看, 对博士规模影响最大的是教育系统内部因素, 而外部影响较弱。联系美国博士培养机制的实际情况: 过去 20 年, 美国博士修业年限基本维持在 6 年以上, 严重制约了其博士规模, 目前缩短修业年限已成为美国博士教育政策的重要目标之一^{[9][12]}。从经济学角度来看, 导师指导服务的供给数量与学生对博士学位需求数量在长期动态调整中会形成供求平衡的局面, 因而导师数量的增加会引起博士规模的正向增长。国家经济发展水平能够影响联邦政府对大学科研和研究生的投入, 是博士规模得以扩张的重要驱动力。

(三) VECM 模型构建

根据 AIC、HQIC、SBIC 最小准则, 可确定模型的最佳滞后期为 4, 继而建立向量误差修正模型。对模型进行系统稳定性检验, 图 2 显示特征根均未超出单位圆, 表明模型是稳定的。本文设定的模型包含多个拟合参数, 系数过多以至于无法一一合理解释其含义^[19], 因此本文仅分析模型的脉冲响应和方差分解的结果。

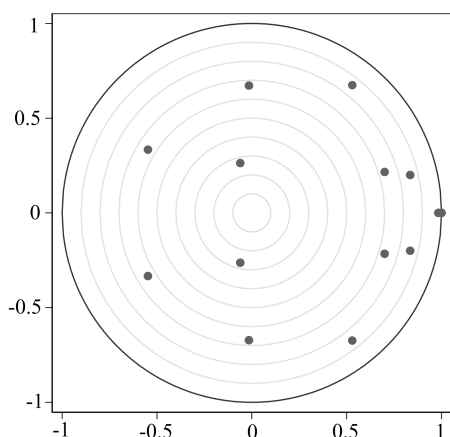


图 2 VECM 系统稳定性判别图

(四) 脉冲响应分析

脉冲响应分析能用来解释一个变量变动所引起的其他变量的改变程度,即目标变量受其他变量冲击所产生的响应程度。为了检验修业年限等变量对博士规模的动态影响,选取 20 年的响应期对上述 VECM 模型进行脉冲响应分析,结果如图 3 所示。

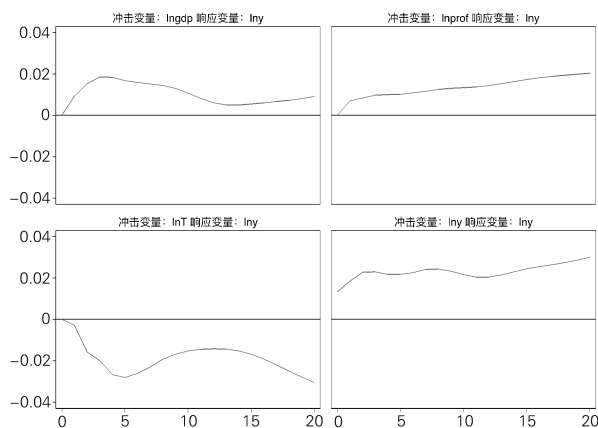


图 3 $\ln y$ 的脉冲响应图

由图 3 可知,除博士规模自身外,GDP、导师数量以及修业年限的一个正向冲击在当期基本上不产生影响。GDP 的冲击影响在第 3 期达到最大,随后逐渐衰减,此后虽有回升,但波动较为微弱;导师数量对博士规模的影响程度自第 1 期后逐渐递增,最后稳定在 0.02 附近。说明导师数量对博士规模的短期效应不明显,但长期效应显著且稳定;修业年限第 1 期开始产生负向效应,随后刺激效应逐渐加强,在第 5 期达到第一个峰值。随后其负向效应开始减退,至第 12 期左右,其负向影响再次攀升,最终稳定在 -0.03 附近;博士规模的一个正向冲击在当期就产生正向影响,此后至第 11 期于 (0.010, 0.024) 区间内波动,11 期后其正向影响不断增强,最终稳定在 0.03 附近,这说明美国博士规模是一个连续的动

态调整过程。脉冲响应分析说明除经济变量 GDP 外,导师数量和修业年限都会对美国博士规模产生持久稳定的影响。

(五) 方差分解分析

方差分解分析将预测误差的来源分别归因于各变量的正交化,也是度量某一变量对另一变量影响的重要方法,预测误差占比越高说明该变量对目标变量的影响程度越高。由表 3 可知,影响美国博士规模的主要因素是博士规模自身和修业年限。 $\ln y$ 对其自身预测误差贡献率在第 1 期为 100%,至第 20 期下降为 42.7%。第 1 期时,修业年限、导师数量以及国内生产总值的影响为 0,但第 20 期时,修业年限 $\ln T$ 对 $\ln y$ 预测误差贡献率为 31.0%,导师数量 $\ln prof$ 对 $\ln y$ 预测误差贡献率为 15.5%,国内生产总值 $\ln gdp$ 的预测误差贡献率为 10.7%。其变化趋势图如图 4 所示。

预测方差分解分析说明了博士规模对自身在当期的贡献率较大,随后会逐年下降,而修业年限等变量的影响不同。修业年限的影响随着时间推移逐渐扩大,且具有长期稳定的影响,导师数量的影响贡献率随时间推移逐渐增长,GDP 的影响在前期较为明显,随时间推移逐渐衰弱,这与脉冲响应分析结果基本吻合。

表 3 $\ln y$ 方差分解结果

预测期	$\ln y$	$\ln gdp$	$\ln T$	$\ln prof$
1	1	0	0	0
2	0.784	0.130	0.012	0.073
3	0.599	0.185	0.148	0.069
4	0.505	0.214	0.211	0.069
5	0.431	0.213	0.290	0.067
19	0.430	0.114	0.304	0.152
20	0.427	0.107	0.310	0.155

注:此处省略 6~18 期的方差分解结果。

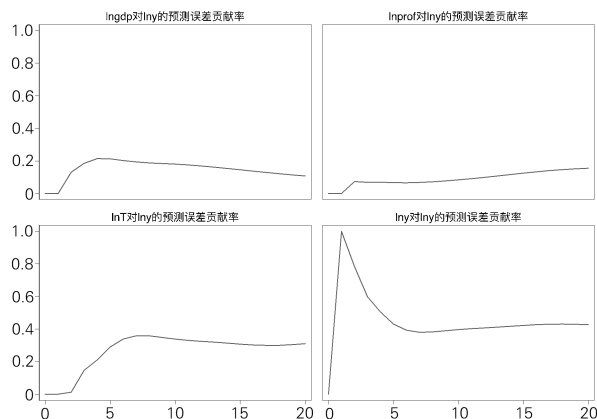


图 4 $\ln y$ 的预测方差分解图

四、结论与讨论

(一) 结论

本文结合美国博士教育现状,构建了一个包含博士规模、国内生产总值、修业年限以及导师数量在内的向量误差修正VECM模型,得出如下结论:

1. 美国研究型博士规模与GDP、修业年限以及导师数量之间存在长期均衡关系,经济变量GDP和导师数量的增加会扩大博士规模,修业年限的增加会降低博士规模。

2. 脉冲响应分析和方差分解分析表明美国研究型博士规模的持续稳定增长,不仅受自身累积作用,而且受GDP、修业年限和导师规模的共同影响。其中GDP和导师数量的增加对其自身能够产生正向拉动效应,修业年限的增加对博士规模具有负向刺激效应。变量影响效应从高到低排列依次为修业年限、导师数量、GDP。

3. 方差分解分析确定了修业年限是影响美国博士规模的重要变量,其影响程度大大超过了GDP和导师规模的影响。修业年限不仅在短期内对博士规模有显著的抑制作用,在长期内其影响作用也显著为负。导师数量在短期内影响程度不够明显,但长期看是促进博士规模增长的决定因素。经济变量GDP在短期和长期都会促进博士规模扩张,但影响程度相对较弱。

(二) 讨论

已证明修业年限是阻碍美国博士规模短期扩张的重要因素,其阻碍作用大于GDP和导师规模的正向拉动作用。目前缩短修业年限已然成为美国博士教育政策的重要目标之一。反观我国,自2000年实行博士生弹性学制之后,博士生按期毕业率低、超长期限延期现象加剧^[20]。2018年我国博士延期毕业生达到10.8万人,学术学位博士延毕率从2010—2018年一直保持在60%以上^[21]。高居不下的博士延期毕业率直接影响我国博士生培养的效率。导致延期人群不断扩大的原因可以概括为三个方面:

1. 现行博士生学制难以满足人才培养的需要^[22],我国普遍实行的博士学制为3年,在规定的学习时间内,学生需要完成课程学习、科学研究、论文评审答辩等任务,导致学生无法选择研究周期较长的重要研究问题,而这与我国学位授予标准要求创造性学术成果相悖。

2. 现有分流与淘汰机制建设不完善。分流淘汰机制具有筛选和激励的双重功用,通过该机制有利

于为博士教育筛选出更优质的生源,并确保博士生具有完成学业的能力。然而我国淘汰的博士生多为学习时间超限的学生,而非培养过程中不合格的学生,严重偏离了该机制的本质理念。尽管各方主体知晓该机制对提高博士生培养质量具有重要意义,但受制于种种现实因素,该政策在我国并未得到严格落实^[23]。

3. 学科文化、院系文化环境等隐性影响因素未被重视。不同学科的博士生培养目标、研究周期以及研究经费的资助等差异较大,造成了不同学科博士生延期率的差异。当前我国部分高校未充分重视这类隐性影响因素,对不同学科的毕业时间实行“一刀切”,并且还存在着博士生培养责任的相互推诿。解决博士生严重的延期毕业问题对我国“适度扩大博士规模”以及“提高研究生整体实力”的两大目标均有重要作用,因此,本文提出以下建议:

1. 合理调整学制。过短或过长的学习年限都会对培养质量产生负面影响。目前有一些高校已经将学制调整为4年,以期激发博士生的学习积极性和相应改善博士生待遇水平。对学制进行改革,不仅要改革基本学制更要明确最长学习年限,确定最长学习年限能够从制度层面要求高校督促学生在规定的最长年限范围内毕业。

2. 完善博士生分流与淘汰机制并切实执行。建立严格的学术进展评估制度,将分流淘汰制覆盖博士生培养的全过程,实施全过程质量管理。此外,还需要建立与之配套的退出学生保障机制,包括身份认定、学籍管理以及就业派遣等内容,消解被淘汰者的顾虑。

3. 建立良好的院系文化环境。构建和谐的师生关系、生生关系。导师的指导水平是影响学生学业的重要因素。应建立导师培训制度,明确导师的职责。院系要以提高导师“立德树人”水平为主要抓手,注重调节师生关系。导师应给予学生清晰的指导和及时的反馈,以帮助学生完成学业并促进其成长。除此以外,培养单位还可以有意识地加强研究生之间的交流、互动的程度与频率,以建立良好的生生关系并能充分发挥“同伴激励效应”。

注释:

① 美国关于博士生修业年限的计算方法有三种:TTD(Total Time to Degree)是从获得学士学位算起到获得博士学位的总时间;ETD(Elapsed Time to Degree)是从正式开始研究生学习算起到获得博士学位的总时间;RTD(Registered Time to Degree)是从正式开始研究生学习到获得博士学位的实际学习时间。

- ② ADF 是左边单侧检验,大于 0.01 即拒绝该时间序列平稳的原假设。
- ③ trace 统计量为右边单侧检验,因此协整检验的判断规律是:在某一特定假设下,只有 trace 检验量值小于 5%水平的临界值才能接受原假设。

参考文献:

- [1] 徐瑞华. 我国博士教育培养模式:借鉴欧美形似而神不似[J]. 研究生教育研究, 2013(4):86-90.
- [2] 亚瑟·科恩. 美国高等教育通史[M]. 李子江,译. 北京:北京大学出版社, 2010:301.
- [3] 教育部、国家发展改革委、财政部. 关于“双一流”建设高校促进学科融合,加快人工智能领域研究生培养的若干意见[EB/OL]. (2020-02-24) [2020-05-01]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202003/t20200303_426801.html.
- [4] 王传毅,杨佳乐,李伊明. 美国在学博士规模究竟有多大:测算模型及其应用[J]. 研究生教育研究, 2019(1):87-91.
- [5] 李梦琢,刘善槐. 如何回归“适度规模”:基于美国研究生培养规模调节机制的比较研究[J]. 研究生教育研究, 2019(6):82-88.
- [6] 吴薇,崔亚楠. 美国研究生资助政策实施成效和发展趋势探析[J]. 教育科学, 2018(4):82-89.
- [7] 李云鹏. 百年来美国博士教育的转型发展及其启示[J]. 高等工程教育研究, 2018(4):132-136.
- [8] 杨海燕. 扩张与稳定:我国博士教育规模之争:基于 1996—2016 年国内相关文献的分析[J]. 研究生教育研究, 2017(4):82-90.
- [9] 王顶明,杨佳乐. 博士生培养过程中的进展报告制度:动因、特征与成效[J]. 江苏高教, 2019(1):118-124.
- [10] 金传宝. 美国博士研究生耗损及应对策略[J]. 研究生教育研究, 2019(5):89-97.
- [11] Kirsi P, Auli T, Jenni S, et al. Challenges of Becoming a Scholar: A Study of Doctoral Students' Problems and Well-Being[J]. *Isrn Education*, 2012(10):1-12.
- [12] 赵世奎,沈文钦. 中美博士教育规模扩张的比较分析:基于 20 世纪 60 年代以来博士教育发展的数据分析[J]. 教育研究, 2014(1):138-149.
- [13] 科学、工程与公共政策委员会等. 重塑科学家与工程师的研究生教育[M]. 徐远超,刘惠琴,等译. 北京:科学技术文献出版社, 1999:74-79.
- [14] Arrow K J. The Economic Implication of Learning by Doing [J]. *Review of Economic Studies*, 1962(3):155-173.
- [15] Michael S. Job Market Signaling [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1973(3):355-374.
- [16] Stiglitz J E. The Theory of “Screening”: Education, and the Distribution of Income[J]. *American Economic Review*, 1975(3):283-300.
- [17] 张延群. 向量自回归(VAR)模型中的识别问题:分析框架和文献综述[J]. 数理统计与管理, 2012(5):805-812.
- [18] 易丹辉. 时间序列分析方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2010:175.
- [19] 周英章,金戈. 中国教育投资的经济增长效应实证分析[J]. 教育与经济, 2001(3):41-44.
- [20] 李海生. 博士研究生延期完成学业的影响因素分析[J]. 复旦教育论坛, 2019(3):52-59.
- [21] 中国教育在线. 2020 全国研究生招生调查报告[EB/OL]. [2020-05-01]. https://www.eol.cn/e_ky/zt/report/2020/.
- [22] 樊明成. 当前我国博士生学制的问题分析与对策建议[J]. 学位与研究生教育, 2009(4):63-66.
- [23] 高耀,陈洪捷,沈文钦. 学术型博士生教育的分流与淘汰机制设计:基于贯通式培养模式的视角[J]. 高等教育研究, 2017(7):61-68.

An Empirical Study of the Influencing Factors on the Scale Expansion of Doctoral Education: Based on US data from 1980 to 2017

WANG Mei, XU Mi

(School of Education, Tianjin University, Tianjin 300354)

Abstract: To explore the influencing factors on the scale expansion of doctoral students, the authors use the empirical data from 1980 to 2017 of the American research-based doctoral education to build a vector error correction model covering four variables: doctoral student size, GDP, length of schooling, and number of supervisors. The research outcomes show that GDP and the number of supervisors have a positive promotion effect to the scale expansion of doctoral students, and the length of schooling has an inhibitory effect, which is predicted pretty strong in the short run. In view of the deferred graduation of doctoral students has exceeded 60% in recent year in China, the authors propose to adjust the length of schooling, implement regrouping and withdrawal mechanism and improve the cultural environment at universities for resolving the problems relating to deferred graduation.

Keywords: scale expansion; vector error correction model; length of schooling; postponed graduation