

高校扩招、师生比下降与教育质量

邢春冰, 许敏波

[摘要]中国高等教育大规模扩张过程中, 教师数量增长缓慢导致普通高校的师生比从1990年至2016年下降了70%, 由此可能影响高等教育的人才培养质量。本文利用一个学生和教师投入内生决定的人力资本生产函数模型, 研究了普通高校师生比下降对人力资本产出的影响。给定师生投入在人力资本生产过程中的互补性以及对教师的激励, 师生比下降将降低生均人力资本产出, 其效果可以分解为直接影响和间接影响, 后者的影响途径包括学生努力程度下降和教师工作强度上升。在假定Cobb-Douglas生产函数和一组特定的参数下对影响程度进行数值模拟, 结果表明, 师生比下降70%可导致学生的努力程度下降10%, 教师的努力程度上升31%, 最终高等教育阶段生均人力资本产出下降28%。加强对教师的激励和增加其他要素投入可以部分抵消师生比下降对教育质量的负面影响, 同时都会大幅提高教师工作强度。

[关键词]师生比; 教师激励; 高等教育; 教育质量

一、引言

20世纪90年代末, 中国开始实施大学扩招政策。此后二十多年, 中国的高等教育规模扩张迅猛。《中国统计年鉴》数据显示, 到2016年, 普通高校在校生的数量已达2700万, 是1998年时的7.9倍; 高校毕业生的规模也从1998年时的83万增加到704万。高等教育扩张对劳动力结构、经济增长、企业生产效率、收入分配以及社会流动性都产生了重要的影响。那么, 中国的高等教育体系是如何实现大规模扩张的? 伴随着高等教育扩张, 普通高校

[收稿日期] 2022-03-17

[基金项目] 国家社会科学基金一般项目“家庭教育投资不平衡的竞争性机制研究”(20BJL148); 国家社科基金重大项目“劳动力要素市场化配置中的效率增进与协同推进共同富裕路径研究”(22&ZD056)。

[作者简介] 邢春冰, 中国人民大学农业与农村发展学院, 电子邮箱地址: xingchb@ruc.edu.cn; 许敏波(通讯作者), 北京师范大学经济与工商管理学院, 电子邮箱地址: mbxu@bnu.edu.cn。

的人才培养质量发生了什么变化?毕业生数量的增加是否意味着高校的人力资本生产水平成比例增加?研究这些问题对于构建高质量的教育体系和经济增长具有重要的理论价值和现实意义。

回答上述问题并非易事。高等教育的培养质量可以通过人力资本产出来衡量,一个主要的挑战是人力资本生产过程中的投入产出不易测量;针对某一阶段教育产出——人力资本的增加值——的测量更加困难。现有分析高校扩招的文献主要关注大学生数量增加带来的影响。然而,高校的产出是大学生由于上大学而增加的人力资本,毕业生数量的变化可能伴随着教育质量的变化,高等教育生产的人力资本总量并不必然随大学生数量的增加而同比例增加。

全面和正确地分析主要投入的变化及其相互影响对于认识扩招带来的人力资本产出的变化非常重要。这些投入包括教师和学生的投入、教学设备、学生的生活设施、家庭和社会的投入等,其中教师和学生的投入是重中之重。不同于一般产品,人力资本生产过程中,教师和学生相互影响,双方的投入是内生决定的。首先,在高校生产人力资本的过程中,学生是产出的载体,也是投入的主体之一。学生的投入主要包括学习时间和学习强度(统称为学生的努力程度)。学生自身的能力和努力程度无疑会影响到人力资本的积累。作为追求效用最大化的个体,学生会根据环境的变化调整自身的投入。在投入要素互补的情况下,教师投入的减少会降低学生努力的边际产出,导致学生努力程度下降。

其次,教师的投入主要包括在教学中付出的时间和精力(统称为教师的努力程度),代表了教师的工作强度。更高的人力资本产出给教师带来更多物质收益和心理满足。当学生数量相对增加时,教师投入的边际收益上升,他们会更加努力。但努力程度的增加也会带来负效用,如果教师投入赶不上学生数量的增加,教师在单个学生上付出的努力会减少。显然,教师和学生的行为相互影响,双方最终的努力程度构成一个纳什均衡。

高校的教师激励体系(包括薪酬制度和晋升机制)将教师的收入与人力资本产出联系在一起,是影响均衡结果的重要因素。教师薪酬中取决于产出的部分(如与教学相关的业绩工资、津贴、奖金)比例越高,教师越会因为学生数量增多而付出更多努力。高校的管理者如何在基本薪酬和业绩薪酬之间分配工资总额决定着高等教育的投入产出关系。在投入要素数量(如教师和学生数量以及资金数量)给定的情况下,将薪酬与产出(或工作量)挂钩有助于人力资本产出的增加。

本文中,我们假定高等教育总体的人力资本生产函数是规模报酬不变的

科布一道格拉斯(C-D)生产函数,人力资本产出由教师和学生的投入以及资本数量共同决定。教师和学生的投入取决于他们各自的人数和努力程度。本文的主要贡献在于指出,师生比下降除了直接影响人力资本生产外,还改变教师和学生的努力程度,进而间接影响人力资本产出。作为示例,我们模拟了在给定条件下,师生比变化可能带来的影响程度。在基准参数设定下,如果保持其他投入要素不变,高等教育的师生比从1990年的1:5.2下降到2016年的1:17将使生均努力程度下降9.76%,教师的努力程度上升31.13%,高等教育阶段生均人力资本产出下降27.78%。分解的结果表明,学生努力程度下降和教师努力程度增加都显著影响人力资本产出:前者为最终生均人力资本产出水平的下降贡献了18%,后者则贡献了-34%,说明教师的努力不仅抵消了学生努力程度下降的影响,也部分抵消了师生比下降的直接影响(这种直接影响的贡献率为116%)。需要强调的是,这些结果并非实际发生的情况。现实中,除了师生比,教师和学生质量、教育技术和其他投入也发生了变化。这些模拟结果的价值在于揭示师生比下降影响人力资本产出的机制。

模拟结果还表明,增加对教师的激励将提高教师的努力程度,进一步抵消师生比下降对人力资本产出的负面影响。但是,对教师激励的小幅度提高难以全部抵消师生比下降的负面影响。此外,我们还讨论了技术进步和其他生产要素(如资本)变动的影响。技术进步和生均资本的增加通常能增加人力资本产出(或抵消师生比下降的影响)。这种影响取决于模型参数的设定以及对外生变量变动情况的假定。^①

本文的研究对于认识中国高等教育扩招过程中人力资本产出的变化具有重要意义,也一定程度上解释了当前高等教育中学生努力不足和教师教学负担较重的现象。^② 本文的结论同时表明,高等教育扩招过程中教师数量的缓慢增长很可能导致高等教育质量下降,使得人力资本产出的增加远低于学生数量的增长。本文的分析也能解释教育行政主管部门不断加大对教师的考核

① 比如,如果人力资本的生产率上升50%,生均资本增加200%,对于教师的激励程度提高100%,在这样的假设和基准参数下,即便师生比下降70%,学生的努力程度仍将提高20.80%,教师的努力程度提高118.38%,每个学生得到教师的努力程度下降33.17%,生均人力资本产出上升81.98%。结合毕业生总量增加了10.5倍的事实,这将使得2016年总和的高等教育人力资本产出达到1990年的20.93倍。见第五节的分析。

② 时任教育部长陈宝生在“新时代全国高等学校本科教育工作会议”上指出,对大学生要合理“增负”,激发学生的学习动力。可以预见,对于教师的考核和激励要求会进一步加大。参见《新时代全国高等学校本科教育工作会议召开》,教育部高等教育司网站,2018年6月21日。

和激励的做法。高校的激励体系以及其他教育经费的投入可以在一定程度上缓解教育质量的下降,但会进一步加重高校教师的负担。

本文的结构安排如下:第二节介绍中国高等教育扩张的背景和教育生产函数的相关文献;第三节描述中国普通高校扩张过程中各项投入要素(不考虑努力程度)的变化情况;第四节在一个总体生产函数的框架下考察投入要素的相对变化对产出的影响,并重点分析了教师和学生的努力程度如何对师生比变化做出反应;第五节利用现有的数据和模型模拟普通高校的扩张过程,着重考察师生比变化对于人力资本产出的影响途径。第六节总结全文并讨论了本文的政策含义。

二、背景与文献综述

人力资本不仅影响个人的劳动力市场表现,对宏观经济也有重要影响。但是,人力资本的衡量一直是个棘手的问题。由于学生构成(如能力分布)的变化、技术进步以及教学环境变化等因素,相同教育水平劳动力对应的人力资本水平可能相差很大,使人力资本的跨时比较更加困难。测量方法不同会直接影响对人力资本在个人收入决定以及宏观经济表现中的作用的估计(Bowlus and Robinson, 2012; Whalley and Zhao, 2013)。

近二三十年来,很多发展中国家(如中国和印度)经历了显著的教育扩张,不仅对本国的劳动力市场构成了影响,也影响到其他国家的教育和劳动力市场(Freeman, 2009)。中国的大学扩招幅度很大,劳动力教育水平大幅提高,对大学生就业、代际流动、不同群体的相对工资、企业生产率以及宏观经济都产生了重要影响(吴要武和赵泉, 2010; 孙志军, 2013; 都阳和杨翠芬, 2014; 罗楚亮和刘晓霞, 2018; Whalley and Zhao, 2013; Li et al., 2014; Knight et al., 2017; Che and Zhang, 2018)。已有的研究主要以教育年限和学历作为衡量人力资本的指标,很少涉及人力资本的生产过程。但是,在经历了教育扩张之后,教育体系发生了巨大变化,相同学历和教育年限对应的人力资本质量可能相差甚远。还很少有研究考察扩招过程中教育体系本身发生的变化。^①

大量的研究在一个生产函数的框架下来思考人力资本的投入产出关系(Hanushek, 1979, 2008; Hanushek et al., 1996; Hoxby, 1996; Lazear, 2001)。由于学生和教师是人力资本生产过程中重要投入要素的载

① Li等(2011)是一个例外,他们分析了高校扩招过程中高等教育内部的激励体系。

体,很多研究考察了师生比或班级规模对学生成绩的影响,发现较高的师生比和较小的班级规模对学习成绩有显著的正向影响(Angrist and Lavy, 1999; Krueger, 1999)。这些研究主要针对幼儿园和小学,对高等教育的研究较少。这类研究也很少考察师生比对教师和学生努力程度的影响。

无论教师还是学生,其在教育生产过程中的投入都会受激励的影响。研究表明,当个体或家庭的收入与产出的相关性增强时,他们的努力程度会增加(Lazear, 2000; McMillan et al., 1989)。教师的投入与教育体系的制度安排有关。当教师的工资和晋升与学生的学业表现相关时,教育体系可以吸引更多优秀的教师,同时教师会更加努力(Lazear, 2000);而过强的激励又会扭曲教师的行为(Jacob and Levitt, 2003)。同样地,学生也会根据环境的变化而调整自身的努力程度。Bishop 和 Wößmann (2004)指出,教育资源的投入数量会影响学生的努力程度,进而影响教育质量。

中国的高等教育体系中,教师的收入与其投入和产出之间都存在较为紧密的联系。教育投入要素的相对变化(如师生比)会影响产出,因此也会影响教师与学生的努力程度。尚未有研究综合考虑这些途径并评价其对教育质量或人力资本产出的影响,本文试图在这个研究方向上做出探索。

三、高等教育扩张、师生比下降与教师工资

(一)师生比显著下降

图1给出了1990—2016年间,中国高等学校的专任教师、在校生和毕业生的相对数量(均以1990年的数量标准化为1)。可以看出,到2016年,高校在校生的数量增长了12倍,毕业生的数量增长了10.5倍。与此形成鲜明对比的是,高校专任教师数量仅增长了3倍,这导致普通高校师生比大幅下降。1990年,高等教育的师生比为1:5.2,到1998年下降至1:8.4;1999年大学扩招后,大学生数量快速增加导致师生比显著下降,2005年达到了1:16;最近十年,师生比的下降趋势趋于缓和,但仍维持在较低的水平,2016年该比例为1:17。如果把1990年时的师生比标准化为1,到2016年该比例下降为0.31左右,降幅接近70%。

本文附录部分从更多维度报告了中国高等教育扩张过程中要素投入的变化情况。数据表明,教师数量落后于学生增长速度的程度在不同类型的学校、不同地区以及不同专业间存在一定的差异,但专任教师相对数量的大幅下降是明显的事实。此外,普通高校中的教辅、行政人员和外聘教师的数量同样增长缓慢。

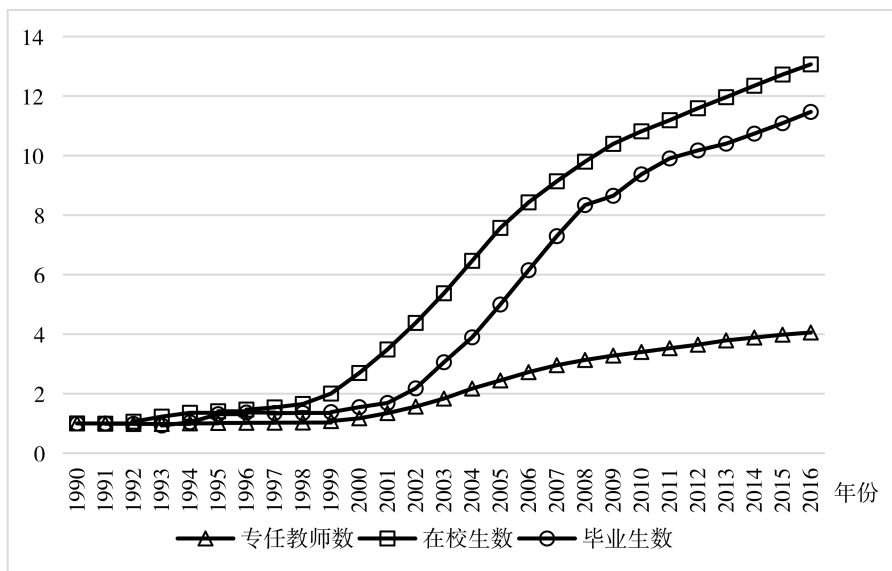


图1 高等教育学生和教师的相对数量(1990年=1)

资料来源:《中国统计年鉴》。

(二) 高等教育教职工平均工资的变化及其工资构成

一些研究认为教师工资是代表教师投入更为合理的指标——因为它衡量了教师投入的市场价值。如果师生比下降过程中教师投入的市场价值上升,那么单纯考察教师和学生数量的相对变化可能高估师生投入比例的变化。为此,我们在本小节考察高校教职工工资的变化情况。

数据表明,1990—2015年,高等教育体系的职工工资水平(以下简称高校教师工资)增长了将近12倍。^①这也是城镇地区职工工资快速上涨的时期。图2报告了高校教师工资与城镇在岗职工平均工资对比变化的情况。以后者为测度标准,高校教师的相对工资经历了先升后降的过程。1990年,高校教师的平均工资水平是城镇平均工资的1.1倍,到2002年该比例达到了1.7倍;此后则不断下降,到2012年变为1.35倍;从2013年开始,高校教师的相对工资水平略有上升。

上述结果可以用来调整之前按照人数计算的师生比。首先,我们需要知道高校在校生投入的市场价值。选取城镇在岗职工的平均工资作为高校在校生投入的市场价值,代表了就读的机会成本。然后,利用高校教职工的相对工资以及师生比的相对数量,可以得到以工资计算的调整后的师生比变化趋势(见

^① 数据来源为《中国劳动统计年鉴》。

图 2 的方点线，对应右坐标)。可以看出，即使用工资水平对师生比进行调整，高等教育扩招过程中师生要素的投入比例也显著下降：如果把 1990 年的师生投入比标准化为 1，到 2015 年该比例下降为 0.4 左右，略高于用人数计算的结果。

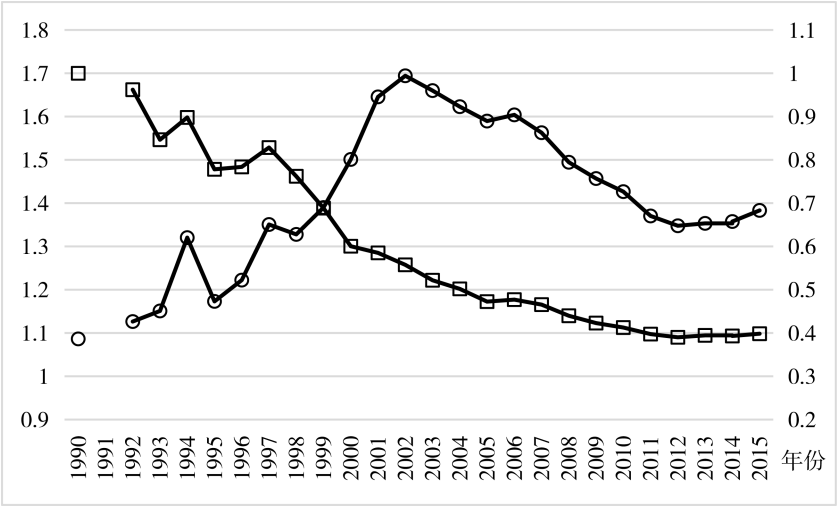


图 2 高等教育就业人员平均工资变动

注：本图中圆点线(左坐标)报告的是高等教育就业人员的平均工资和城镇在岗职工平均工资的比值，方点线(右坐标)为经过工资水平调整的师生比投入比例变化。
数据来源：《中国劳动统计年鉴》和《中国统计年鉴》。

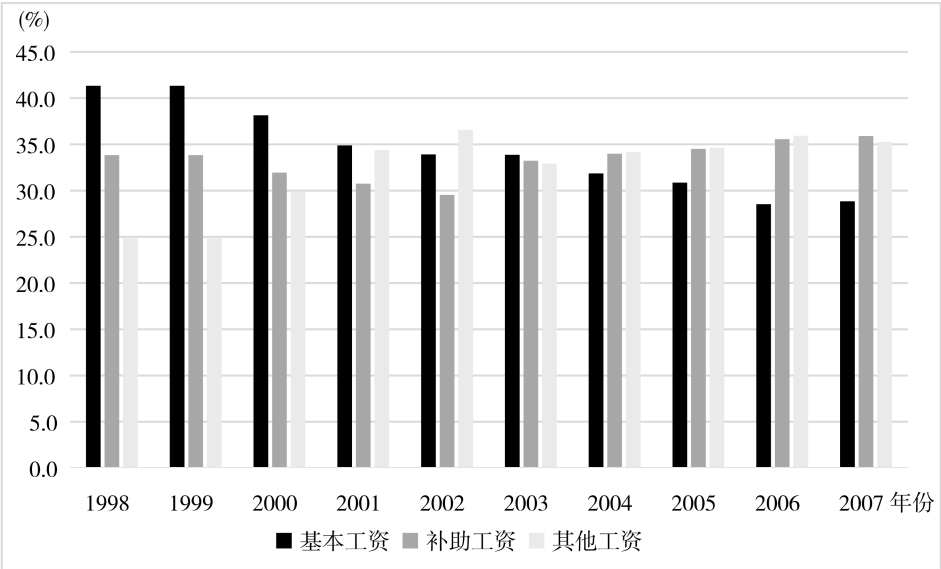


图 3 普通高校教师工资构成(百分比)

数据来源：《中国教育经费统计年鉴》。

高校教师的工资构成也发生了显著变化。高校教师的工资通常由基本工资、补贴、津贴、酬金等部分构成。《中国教育经费统计年鉴》给出了 1998—2007 年间教育经费中的工资支出,并将其划分为基本工资、补助工资和其他工资三大类。我们据此计算了各项工资在工资总额中的比例(见图 3)。可以看出,基本工资占工资总额的比例较低,1998 年时为 41%,此后不断下降,到 2007 年时仅为 29%。与之相对应的是,“其他工资”所占比重从 25%上升到 35%。这在一定程度上说明教师工资越来越多地跟个人努力程度挂钩,激励强度在上升。

此外,本文附录部分提供了更多关于中国高等教育扩张过程中其他要素投入的变化情况。其中,普通高校教育经费的总量增长迅猛,预算内财政性经费和学杂费是主要的经费来源;教育经费的支出结构中,高校教职员工的工资占比一直稳定在 25%左右,基建支出的占比不断下降,而教学科研仪器等其他项目支出占比大幅上升。

总之,中国高等教育扩招过程中的一个重要特征是学生数量的增长快于教师数量,师生比大幅下降。高校教职员工的相对工资水平经历了先升后降的过程;高校教职工工资占教育经费支出的比例相对稳定,但高校薪酬体系中“绩效工资”的特征愈加明显。此外,附录中的数据描述了我国高等教育的经费增长及其支出结构的变化,有助于判断高等教育中教师、学生以外的其他要素投入的变化情况。

四、教师和学生的最优选择与人力资本生产函数

本节利用人力资本生产函数刻画高等教育的投入产出关系,重点考察师生比下降对于每个学生的人力资本产出的影响。人力资本生产过程中的有效投入不仅取决于学生和教师的数量,同时还取决于学生和教师付出的努力程度。而学生和教师的努力程度之间存在策略性的互动关系,均衡状态下的最优努力程度将依赖于外生给定的师生比。由此,最终每个学生的人力资本产出将一方面受到师生比的直接影响,另一方面通过学生和教师的努力程度受到师生比的间接影响,而高校对教师的激励体系也将发挥重要作用。

假设高等教育的总体生产函数如下:

$$hS = F(eS, aT, K) \quad (1)$$

其中, S 和 T 分别代表学生和教师的数量; K 代表资本投入,也可以理解为教师和学生之外的所有其他要素,包括校舍、教学科研设备和家庭的投入等; h 是学生经过高等教育后人力资本的增加量,即人力资本的产出;

e 和 a 是学生和教师的努力程度, 包括时间和精力等投入。生产函数 $F(\cdot)$ 是三种投入要素的严格单调增函数。公式(1)反映了教育生产的两个特点: 首先, 学生既是投入要素, 也是最终产出的载体(Rothschild and White, 1995)。其次, 教师和学生有效投入既取决于他们的数量也取决于他们的努力。这里暂不考虑学生和教师的异质性, 也不考虑教育过程中的外部效应。为了简化分析, 这里选取科布一道格拉斯(C-D)形式的生产函数:

$$hS = \tilde{A}(eS)^{\alpha}(aT)^{\beta}K^{\gamma} \quad (2)$$

其中, $\alpha + \beta + \gamma = 1$, $\tilde{A}$ 代表技术或生产率。公式(2)两边同时除以 S , 可以得到每个学生的人力资本生产函数:

$$h = Ae^{\alpha}(a\tau)^{\beta} \quad (3)$$

上式中, $\tau = T/S$, 代表师生比; $A = \tilde{A}k^{\gamma}$, $k = K/S$ 代表生均资本。

给定上述生产函数, 假设学生的效用函数为:

$$U^s = rh - \frac{e^{\epsilon}}{\epsilon\delta} = rAe^{\alpha}(a\tau)^{\beta} - \frac{e^{\epsilon}}{\epsilon\delta} \quad (4)$$

其中, r 是人力资本的收益率(既包括物质收益也包括非物质收益, 如心理上的满足等), rh 是大学教育为学生带来的总收益。 $e^{\epsilon}/(\epsilon\delta)$ 则代表学生由于努力付出给其带来的负效用($\delta > 0$, $\epsilon > 1$), ϵ 是努力程度的负效用系数(work-disutility coefficient, McMillan et al., 1989)。学生努力的边际负效用随着努力程度的增加而增加($e^{\epsilon-1}/\delta > 0$)。学生选择努力程度最大化其净效用得到如下一阶条件:

$$r\alpha Ae^{\alpha-1}(a\tau)^{\beta} = \frac{e^{\epsilon-1}}{\delta} \quad (5)$$

进一步可以得出学生的最优努力程度为:

$$e = (r\delta\alpha A(a\tau)^{\beta})^{\frac{1}{\epsilon-\alpha}} \quad (6)$$

显然, 给定教师的努力程度, 学生的最优努力程度随着师生比(τ)的上升而上升。这是由于教师要素投入增加提高了学生努力的边际收益。

接下来, 我们考察教师的努力程度。假设教师的效用函数为:

$$U^T = w(\rho) + \rho \frac{hS}{T} - \frac{a^{\sigma}}{\sigma\theta} = w(\rho) + \rho \frac{h}{\tau} - \frac{a^{\sigma}}{\sigma\theta} \quad (7)$$

其中, $w(\cdot)$ 是教师的基本工资以及教师职业本身带来的效用; ρ 是教师从每一单位人力资本产出中获得的回报(既包括物质上的也包括精神上的), h/τ 则是每个教师对应的总人力资本产出(即教师的人均产出); $\rho h/\tau$ 是教师在培养学生过程中所获得的收益, 它是对教师主观满足的描述, 也是对高校

薪酬体系抽象和简化的表示。第一,高校教师的收入在一定程度上取决于人力资本产出(培养学生的质量和数量),这在盈利的教学项目中表现得更加明显。第二,在产出无法衡量的情况下,高校教师的收入也与其投入(如教学工作量)相联系,而教学工作量的确定又往往与学生培养的数量和质量有关。因此,即便在基于投入(input-based)的薪酬体系中,收入和产出也是相关的。第三,更高的教学投入对于教师的职称晋升也有积极影响。因此, ρ 的取值将由高校整体的教师激励体系决定,这里称为“教师激励系数”, ρ 的取值越大则代表教师激励体系更加侧重于人才培养和教学。

当然,高校教师的工作往往是多任务的,既包括教学也包括科研。对科研的激励可能使教师减少教学方面的投入。但是,高校中有很多教师会根据自身比较优势选择以教学为主,专科院校的教师更是如此。我们还可以将上述模型设定理解为在科研激励给定的情况下,教师收入和教学产出之间的关系。

如果把 $w(\rho) + \rho h/\tau$ 理解为教师的薪酬,在给定工资总额和师生比的情况下,基本工资和计件工资率是负相关关系,即 $w'(\rho) < 0$ 。 $a^\sigma/(\sigma\theta)$ 是教师努力带来的效用损失, $\theta > 0$, $\sigma > 1$ 。由公式(7)关于努力程度 a 求一阶条件,可以得到教师的最优努力水平:

$$a = (A\theta\rho\beta e^a \tau^{\beta-1})^{\frac{1}{\sigma-\beta}} \quad (8)$$

由公式(8)可以看出,给定学生的努力程度,教师的努力随师生比的下降而上升。但是,用在每个学生上的教师努力($a\tau = (A\theta\rho\beta e^a)^{\frac{1}{\sigma-\beta}} \tau^{\frac{\sigma-1}{\sigma-\beta}}$)随着师生比的下降而下降。需要注意的是,在教师和学生的投入互补的情况下,他们的努力程度是相互决定的,最终的结果是一个纳什均衡。我们根据公式(6)和(8),进一步求出均衡时学生的努力程度:

$$e^* = \Delta_1 \tau^{\frac{(\sigma-1)\beta}{\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta - \alpha\sigma}} \quad (9)$$

其中, $\Delta_1 = (r\delta\alpha A ((A\theta\rho\beta)^{\frac{1}{\sigma-\beta}})^{\frac{\varepsilon(\sigma-\beta)}{\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta - \alpha\sigma}})$ 。由于 $\Delta_1 > 0$, $\sigma > 1$ 且有 $\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta - \alpha\sigma > 0$, 所以学生的努力程度会随着师生比的下降而下降。同样,均衡时教师的努力程度为:

$$a^* = \Delta_2 \tau^{\frac{\varepsilon(\beta-\varepsilon+\alpha)}{\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta - \alpha\sigma}} \quad (10)$$

而每个学生对应的教师努力程度为:

$$a^* \tau = \Delta_2 \tau^{\frac{(\sigma-1) + \varepsilon(\beta-\varepsilon+\alpha)}{\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta - \alpha\sigma}} \quad (11)$$

其中, $\Delta_2 = (A\theta\rho\beta ((r\delta\alpha A)^{\frac{1}{\varepsilon-\alpha}})^{\frac{\varepsilon(\sigma-\beta)}{\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta - \alpha\sigma}})$ 。由于 $\Delta_2 > 0$ 且有 $\varepsilon\sigma - \varepsilon\beta -$

$\alpha\sigma > 0$, $\beta\epsilon - \epsilon + \alpha < 0$, 教师的努力程度将随着师生比的下降而上升, 每个学生得到的教师的投入随着师生比的下降而下降。

将教师和学生最优均衡选择代入公式(3)中, 得到每个学生的人力资本生产函数:

$$h = A \Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta \tau^{\frac{(\sigma-1)\epsilon\beta}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - \alpha\sigma}} \tau^{\frac{(\beta\epsilon - \epsilon + \alpha)\beta}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - \alpha\sigma}} \tau^\beta = A \Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta \tau^{\frac{(\sigma-1)\epsilon\beta}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - \alpha\sigma}} \quad (12)$$

公式(12)的生产函数已经考虑了教师和学生对于激励和师生比变化的最优反应, 公式(3)则只是从技术层面描述师生比、师生的努力程度如何影响人力资本产出。总体来看, 师生比下降会带来生均人力资本产出的下降 ($\frac{(\sigma-1)\epsilon\beta}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - \alpha\sigma} > 0$)。利用公式(12)中间的表达式, 可以将师生比对人力资本产出的影响分解为三个部分: 有关 τ 的前两项内容分别代表师生比通过学生努力和教师投入对人力资本产出的间接影响, 第三项是师生比的直接影响。其中, 当师生比下降时, 直接影响和学生的选择均使人力资本产出下降, 教师的努力则减弱这个影响。利用这个框架, 也可以评价薪酬制度(不同的 ρ) 如何影响高等教育的人力资本产出, 我们将在后续的数值模拟和分解中进一步展开讨论。

利用公式(12)可以得到总体的人力资本生产函数:

$$hS = A \Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta T^\varphi S^{1-\varphi} \quad (13)$$

其中, $\varphi = \frac{(\sigma-1)\epsilon\beta}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - \alpha\sigma}$ 代表均衡状态下教师数量在人力资本总产出中的要素投入占比。

五、数值模拟与分解

上述理论框架展示了师生比变化对于人力资本产出的影响途径和内在机制。为了进一步刻画师生比的影响程度, 本文接下来对上述分析进行数值模拟, 重点讨论师生比下降对于高等教育人才培养质量的影响程度。我们首先模拟师生比下降对人力资本产出的影响, 并着重区分师生比变动的直接和间接影响。后者是指师生比变动导致教师和学生努力程度变化, 进而影响人力资本产出。其次, 考察在不同教师激励体系下师生比下降的影响。最后, 我们也考察了其他投入要素同时发生变动的情形。特别地, 教育技术进步和资本投入可在一定程度上弥补师生比下降产生的不利影响。数值模拟有助于对理论模型的结果进行定量分析, 由于需要选取特定的生产函数并设定具体参数, 其代价是函数形式和参数选取存在偏离现实的风险。为此, 我们考察了

不同参数设定下结果的稳健性，虽然模拟结果的数值有所差异，但是主要的量化分析结果对于我们认识师生比下降的影响程度依然具有重要参考价值。

(一)师生比变化与人力资本产出

1. 基准参数和变量设定

将上述理论框架中的参数和变量分成三类：模型参数、外生变量和内生变量。首先，为了展示教育投入对于教育质量的影响，需要确定模型中参数 $\{\alpha, \beta, \epsilon, \delta, \sigma, \theta\}$ 的取值：其中 α 和 β 是人力资本生产函数中学生和教师努力程度对应的份额参数，满足 $\alpha > 0, \beta > 0, \alpha + \beta < 1$ ，且有 $\gamma = 1 - \alpha - \beta$ ； ϵ 和 σ 分别代表学生和教师的负效用弹性系数，满足 $\epsilon > 1, \sigma > 1$ ； δ 和 θ 代表了学生和教师负效用与人力资本回报收益之间的转换比例，满足 $\delta > 0, \theta > 0$ 。本文首先基于合理性的要求选取一组基准参数作为分析的基础，然后再考虑不同的参数设定对于结果的影响。

表 1 基准参数和外生变量设定以及师生比下降的影响

	$t = 1990$	$t = 2016$
参数和外生变量		
α	0.5	
β	0.3	
γ	0.2	
ϵ	3.17	
σ	3.17	
$\theta, \delta, \tilde{A}, k, \rho, r$	1	
τ	1	0.306
S	1	11.5
内生变量		
e^*	Δ_1	$0.90 \times \Delta_1$
a^*	Δ_2	$1.31 \times \Delta_2$
$a^* \tau$	Δ_2	$0.40 \times \Delta_2$
h	$\Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta$	$0.72 \times \Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta$
hS	$\Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta$	$8.31 \times \Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta$

考虑到学生的努力、教师的努力以及其他投入在人力资本生产过程中的相对重要性，我们选取 $\alpha = 0.5, \beta = 0.3, \gamma = 0.2$ 。假设学生和教师因为努力而产生的负效用是相似的，选取 $\epsilon = \sigma = 3.17$ 和 $\delta = \theta = 1$ 作为基准参数(参考McMillan等，1989)。

其次,给定上述参数设定,教育生产中的技术、主要投入和市场回报将决定最后的人力资本产出。这些外生变量包括 $\{\tilde{A}, k, \tau, \rho, r, S\}$,其中 $\tilde{A}$ 代表人力资本的全要素生产率, k 为生均资本存量, τ 为师生比, ρ 为教师的激励系数, r 为人力资本的净收益率, S 为学生数量。我们将这些变量在1990年的取值标准化为1。由于我们重点关注师生比变化对人力资本产出的影响,在本小节中暂不考虑除学生数量(S)和师生比(τ)以外的其他变量(包括 $\tilde{A}, k, \rho, r$)的变化。根据第三节中的数据,中国普通高校的师生比从1990年的1:5.2下降为2016年的1:17,因此 τ 在2016年的取值为 $\frac{5.2}{17}=0.306$,与1990年相比下降了大约70%。同期高校毕业生的数量增长了10.5倍,因此 S 在2016年的取值为11.5。

给定模型参数和外生变量的取值,可以计算得到均衡状态下的师生努力程度和人力资本产出等内生变量的值,这里包括 $\{e^*, a^*, h\}$ 等关键变量。表1的上半部分报告了基准参数和外生变量的设定情况,下半部分报告了对应的内生变量的取值。由于关注的是内生变量的变化趋势,因此,在基年($t=1990$)只给出了变量表达式。

2. 师生比下降的影响及其分解

根据公式(9)和(10),同时利用前面设定的基准参数,可以得到 $e^* = \Delta_1 \tau^{0.0867}$, $a^* = \Delta_2 \tau^{-0.2288}$, Δ_1 和 Δ_2 由参数和其他外生变量组成。给定其他投入要素不变,师生比从1990年的1:5.2下降为2016年的1:17,学生的努力程度将下降9.76%($=1-0.306^{0.0867}$),教师的努力程度会上升31.13%($=0.306^{-0.2288}-1$)。同样地,根据公式(12),在基准参数下得到生均人力资本产出 $h = A \Delta_1^\alpha \Delta_2^\beta \tau^{0.2747}$ 。如果其他投入要素不变,随着师生比的下降,生均人力资本产出在1990年到2016年间将下降27.78%($=1-0.306^{0.2747}$)。反映在总体生产函数上,高等教育的学生数量增加为基年的11.5倍,对应的人力资本产出总量仅是基年的8.3倍。

此外,根据公式(12)可知,师生比对于生均人力资本产出的影响途径可以分解为三个部分,包括直接影响以及分别通过学生努力程度和教师努力程度产生的间接影响。由公式(3)有:

$$\Delta \ln h = \alpha \Delta \ln e + \beta \Delta \ln a + \beta \Delta \ln \tau \quad (14)$$

相应地,生均人力资本产出因为师生比改变而下降27.78%的效果可以分解为如下三个部分:

$$\frac{\alpha \Delta \ln e}{\Delta \ln h} = \frac{0.5 \times 9.76\%}{27.78\%} = 17.57\% \quad (15)$$

$$\frac{\beta \Delta \ln a}{\Delta \ln h} = -\frac{0.3 \times 31.13\%}{27.78\%} = -33.62\% \quad (16)$$

$$\frac{\beta \Delta \ln \tau}{\Delta \ln h} = 1 - 17.57\% + 33.62\% = 116.05\% \quad (17)$$

可见,起主导作用的是师生比下降的直接效果。但是,学生努力程度的下降也为生均人力资本产出的下降贡献了 17.57%。而教师努力程度的提高在降低师生比下降带来的负面影响方面发挥了重要作用,不仅能够完全抵消学生努力下降带来的负面影响,而且部分抵消了师生比下降的直接影响。

3. 师生比下降影响的敏感性分析

接下来我们考察不同参数设定下,师生比变化产生的影响程度。这既是对前面结果的稳健性检验,也有利于全面准确地理解师生比下降对于人力资本产出的影响机制。由公式(9)–(12)可以看出,在其他因素不变的情况下,师生比下降对人力资本产出的作用主要受生产函数中的份额参数(α , β , γ)以及学生和教师各自的努力程度的负效用系数(ϵ , σ)的影响。具体而言,考虑师生比由 1990 年的 1:5.2 下降到 2016 年的 1:17,对应于 τ 的取值从 1 到 0.306,可以得到如下表达式:

$$\frac{\Delta e^*}{e^*} = 0.306 \frac{\frac{(\sigma-1)\beta}{\epsilon\sigma-\epsilon\beta-\alpha\sigma}}{\tau} - 1 \quad (18)$$

$$\frac{\Delta a^*}{a^*} = 0.306 \frac{\frac{(\beta-\epsilon+\alpha)}{\epsilon\sigma-\epsilon\beta-\alpha\sigma}}{\tau} - 1 \quad (19)$$

$$\frac{\Delta a^* \tau}{a^* \tau} = 0.306 \frac{\frac{(\sigma-1)\beta}{\epsilon\sigma-\epsilon\beta-\alpha\sigma}}{\tau} - 1 \quad (20)$$

$$\frac{\Delta h}{h} = 0.306 \frac{\frac{(\sigma-1)\beta}{\epsilon\sigma-\epsilon\beta-\alpha\sigma}}{\tau} - 1 \quad (21)$$

表 2 给出了不同参数下,师生比变化对于师生努力程度以及生均人力资本产出的影响程度。作为比较的基准,我们在第一行给出了基准参数的结果(与表 1 的结果相对应)。首先,我们调整了份额参数,保持努力程度的负效用系数不变。在第二行中,假设教师和学生的努力同等重要($\alpha=\beta=0.4$),同时保持资本的份额参数(γ)不变。在新的参数下,教师努力增加的幅度相对较小,学生努力下降的幅度相对较多,结果使得生均人力资本产出水平下降的幅度达到了 35%。在第三行中,我们假定人力资本的生产完全是师生互动的过程,与生均资本投入无关,即 $\gamma=0$,同时相应调整师生投入的份额参数,令 $\alpha=0.6$, $\beta=0.4$ 。计算结果与第二行较为接近。其原因主要是因为教师投入的份额参数(β)是相同的。在第四行中,我们令 $\alpha=\beta=0.5$,结果表明教师的努力程度增加幅度更小,学生努力下降的幅度更大,最终导致生均人

力资本产出下降 45%。此种情形下,虽然学生数量增长了 11 倍,由于师生比下降,高等教育的人力资本总产出只增加了不到 6 倍。上述结果说明,教师在人力资本生产过程中的作用越大,师生比下降导致教师努力程度增加的幅度越小,学生努力程度下降越大,人力资本产出下降的幅度越大。

表 2 不同参数下师生比下降的影响效果比较(百分比)

($\tau(1990)=1$, $\tau(2016)=0.306$)

参数设定	$\frac{\Delta e^*}{e^*}$	$\frac{\Delta a^*}{a^*}$	$\frac{\Delta a^* \tau}{a^* \tau}$	$\frac{\Delta h}{h}$
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \epsilon=3.17, \sigma=3.17$	-9.76	+31.13	-59.89	-27.77
$\alpha=0.4, \beta=0.4, \epsilon=3.17, \sigma=3.17$	-12.79	+26.72	-61.24	-35.20
$\alpha=0.6, \beta=0.4, \epsilon=3.17, \sigma=3.17$	-13.88	+25.13	-61.72	-37.74
$\alpha=0.5, \beta=0.5, \epsilon=3.17, \sigma=3.17$	-17.04	+20.54	-63.13	-44.69
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \epsilon=2, \sigma=2$	-13.76	+55.93	-52.31	-25.63
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \epsilon=4, \sigma=4$	-7.99	+23.72	-62.16	-28.33
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \epsilon=4, \sigma=2$	-5.94	+59.96	-51.07	-21.74
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \epsilon=2, \sigma=4$	-17.92	+21.83	-62.74	-32.62

其次,保持份额参数不变,调整努力程度的负效用系数。如果同时降低师生努力的负效用系数(第 5 行),教师努力的增加将大幅上升,学生努力程度的下降幅度更大,前者的影响要大于后者,导致最终生均人力资本产出下降的幅度略低。相应地,同时增加师生努力的负效应系数(第 6 行)得到了恰好相反的结果。由于教师和学生投入之间的互补性,教师努力程度的相对增加会使学生的努力程度增加(即下降更少);而数值模拟结果中学生努力程度下降更多说明学生努力的负效用系数下降会使学生的努力程度下降更多。这主要是因为学生努力的负效用系数越小,学生努力相对于教师努力变化的弹性越大。换言之,对应相同幅度的生均教师努力($a^* \tau$)减少,学生的负效用系数越小,其努力程度下降的越大。

比较第 5 行和第 7 行以及第 6 行和第 8 行的结果验证了上述猜测。当我们只是降低学生努力的负效用系数时(比较第 6 行和第 8 行),师生比下降导致学生努力的下降幅度更大,与之相对应,教师努力的增加幅度也有所降低。此外,当我们只是降低教师的负效用系数时,师生比下降对应的教师努力的增加幅度更大,而学生努力的下降幅度更小。

总体而言,在不同的参数设定下,师生比下降导致学生努力程度下降的幅度低于教师努力程度增加的幅度,而生均人力资本产出都有较大幅度下降,

下降幅度在 20%—45% 之间。

(二) 教师激励体系变化与师生比下降

教师激励系数 ρ 刻画了整个教师薪酬体系的激励效果。可以通过降低基本薪酬的比例、提高津贴和业绩薪酬的比例、将教师职业晋升与教学挂钩等途径,提高教师激励。为了考察教师激励系数的影响,我们同时考虑师生比和激励系数的变化。同时,为了进行后面的综合分析,我们将公式(9)、(10)、(11)和(12)展开得到如下表达式。

$$e^* = e_0 k^{\frac{\sigma\gamma}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \rho^{\frac{\beta}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \tau^{\frac{\epsilon\sigma - 1}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \quad (22)$$

$$a^* = a_0 k^{\frac{\epsilon\gamma}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \rho^{\frac{\epsilon - a}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \tau^{\frac{\epsilon\beta - \epsilon + a}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \quad (23)$$

$$a^* \tau = a_0 k^{\frac{\epsilon\gamma}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \rho^{\frac{\epsilon - a}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \tau^{\frac{\epsilon - 1}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \quad (24)$$

$$h = h_0 k^{\frac{\sigma\gamma\epsilon}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \rho^{\frac{\beta\epsilon}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \tau^{\frac{\epsilon\sigma - 1}{\epsilon\sigma - \epsilon\beta - a\sigma}} \quad (25)$$

其中, $e_0 = (r\delta\alpha\tilde{A}((\tilde{A}\theta\beta)^{\frac{1}{\sigma-\beta}})^{\beta})^{\frac{(\sigma-\beta)}{(\epsilon\sigma-\epsilon\beta-a\sigma)}}$, $a_0 = (\tilde{A}\theta\beta((r\delta\alpha\tilde{A})^{\frac{1}{\epsilon-a}})^a)^{\frac{(\epsilon-a)}{(\epsilon\sigma-\epsilon\beta-a\sigma)}}$, $h_0 = \tilde{A}e_0^a a_0^\beta$, 它们由不随时间改变的参数和外生变量决定,也分别代表了 e^* , a^* 和 h 的基年值。

首先,我们假定 1990—2016 年间激励系数增加了 100%(即 2016 年的 $\rho=2$),其他投入要素不变。表 3 给出了同时改变教师激励体系和师生比的数值模拟结果。可以看出,对教师的激励增加使得教师在师生比下降后更加努力(与表 2 相比),这使得学生努力的下降幅度减少。最终的生均人力资本产出下降幅度亦有所降低。显然,增加对教师的激励缓解了师生比下降对人力资本产出的负面影响,在不同的参数设定下均是如此。表 3 的结果表明,教师努力负效用系数越低,增加激励的效果越强。比如,在 $\sigma=2$ 时,面对师生比下降和较高的薪酬激励,教师的努力程度会增加 140%,生均人力资本产出仅下降 10% 左右。此外,对应相同幅度的生均教师努力($a^* \tau$)的下降,学生努力的负效用系数越小,他们的努力下降幅度越大。因此,在教师努力负效用系数低和学生努力负效用系数高的组合中,增加对教师的激励对降低师生比下降的负面影响作用最大。

表 3 教师激励提高与师生比下降的共同影响(百分比)

($\tau(1990)=1$, $\tau(2016)=0.306$; $\rho(1990)=1$, $\rho(2016)=2$)

参数设定	$\frac{\Delta e^*}{e^*}$	$\frac{\Delta a^*}{a^*}$	$\frac{\Delta a^* \tau}{a^* \tau}$	$\frac{\Delta h}{h}$
$\alpha=0.5$, $\beta=0.3$, $\epsilon=3.17$, $\sigma=3.17$	-7.22	+67.76	-48.68	-21.15

续表

参数设定	$\frac{\Delta e^*}{e^*}$	$\frac{\Delta a^*}{a^*}$	$\frac{\Delta a^* \tau}{a^* \tau}$	$\frac{\Delta h}{h}$
$\alpha=0.4, \beta=0.4, \varepsilon=3.17, \sigma=3.17$	-9.51	+63.62	-49.95	-27.16
$\alpha=0.6, \beta=0.4, \varepsilon=3.17, \sigma=3.17$	-10.34	+62.12	-50.41	-29.25
$\alpha=0.5, \beta=0.5, \varepsilon=3.17, \sigma=3.17$	-12.76	+57.76	-51.75	-35.12
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \varepsilon=2, \sigma=2$	-5.96	+140.47	-26.44	-11.56
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \varepsilon=4, \sigma=4$	-6.48	+49.54	-54.26	-23.52
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \varepsilon=4, \sigma=2$	-2.51	+143.03	-25.66	-9.67
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \varepsilon=2, \sigma=4$	-14.69	+47.69	-54.82	-27.23

那么薪酬的激励程度要提高多少才能抵消师生比下降的影响呢? 根据公式(22)–(25), 在基准参数设定下, 可以有:

$$\ln e^* = \ln e_0 + 0.0399 \times \ln \rho + 0.0844 \times \ln k + 0.0867 \times \ln \tau \quad (26)$$

$$\ln a^* = \ln a_0 + 0.3554 \times \ln \rho + 0.0844 \times \ln k - 0.2288 \times \ln \tau \quad (27)$$

$$\ln(a^* \tau) = \ln a_0 + 0.3554 \times \ln \rho + 0.0844 \times \ln k + 0.7712 \times \ln \tau \quad (28)$$

$$\ln h = \ln h_0 + 0.1266 \times \ln \rho + 0.2675 \times \ln k + 0.2747 \times \ln \tau \quad (29)$$

根据公式(29), 师生比每下降一个百分点, 如果其他投入要素不变, 要维持生均人力资本产出不变, 需要将教师激励系数提高 $2.17 (= \frac{0.2747}{0.1266})$ 个百分点。当师生比下降到 0.306 时, 为了使生均人力资本产出不变, 教师激励系数需要增加到原来的 13 倍 $(= \exp(\frac{-0.2747 \times \ln 0.306}{0.1266}))$ 。此时, 根据公式(26)和(28), 也能维持学生的努力程度和生均教师努力不变。但是根据公式(27), 每个教师的努力程度将增加为原来的 3.27 倍 $(= 13^{0.3554} \times 0.306^{-0.2288})$ 。可见, 如此大幅度地增加教师负担的效果很难实现。换言之, 单纯依靠增加教师激励将很难抵消师生比下降的影响。

(三) 考虑其他投入要素变化的情形

1. 基准参数和变量的模拟结果

前面的分析中假定高校人力资本的生产技术和生均资本等投入要素都保持不变。伴随师生比的下降, 高等教育的生产技术和其他要素投入也在不断变化, 接下来我们考虑这些因素的综合效果。对于人力资本生产的全要素生产率 $\tilde{A}$ 和生均资本投入 k 的准确测度是一个棘手的问题。有些人认为, 教育是一个受技术进步影响较小的部门; 而另外一些人则认为教育也会受到技术

进步的影响，如计算机在教学中的使用。而针对高校生均资本的变动情况，附录中附表 5 的结果表明普通高校的生均校舍面积在 1990—2016 年间是下降的，但是生均教学科研仪器设备的价值是上升的。目前没有研究对上述两个因素的变动进行系统的量化分析，这意味着在多因素综合分析中必须对这些变量的变动做较强的假定。

首先，我们根据生均经费的变化情况来判断生均资本的变动。高等教育的生均经费从 1997 年到 2011 年大约翻了一番，如果以 1990 年为基准，选取 k 在 2016 年的取值为 3，作为近似的生均资本存量；这很可能高估了生均资本的增加。^① 其次，教师基本工资占工资总额的比例从 1998 年的 41% 下降到 2007 年的 29%，而“其他”工资占比从 25% 上升到 35%，可以看出教师的激励系数在增大。以 1990 年为基准，选取激励系数 ρ 在 2016 年的取值为 2。再次，选取 $\tilde{A}$ 在 2016 年的取值为 1.5，即人力资本的生产率增加 50%。最后，假设人力资本的收益率不变， $r=1$ 。从 1990—2016 年，高校毕业生的数量增长了 10.5 倍，选取 2016 年的学生数量 $S=11.5$ 。

将基准参数和上述外生变量的设定值带入公式(22)–(25)，可以得到主要内生变量在 1990 年和 2016 年的拟合值(如表 4 第一组参数对应结果所示)。伴随着师生比的下降和其他投入要素的增加，学生的努力程度提高了 20.8%，教师的努力程度提高了 118.4%，每个学生得到的教师努力程度下降了 33.2%，生均的人力资本产出水平上升了 82.0%，最终使得 2016 年总和的高等教育人力资本产出达到了 1990 年的 20.93 倍。这一结果说明资本和技术的促进作用超过了师生比下降的负面影响。

表 4 不同参数下内生变量的跨期变化

$\tilde{A}(2016)=1.5, k(2016)=3, \rho(2016)=2, r(2016)=1, S(2016)=11.5$

参数		$t=1990$	$t=2016$	跨期比例
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \gamma=0.2$ $\epsilon=3.17, \sigma=3.17$ $\theta=1, \delta=1$	e^*	0.731	0.883	1.208
	a^*	0.623	1.359	2.184
	$a^* \tau$	0.623	0.416	0.668
	h	0.742	1.350	1.820
	hS	0.742	15.524	20.928

① 我们做出这个判断的一个原因是教育经费中教师工资的支出比例没有变化，但是生均教师投入(无论是相对人数还是工资总额)都是下降的。

续表				
参数		$t=1990$	$t=2016$	跨期比例
$\alpha=0.5, \beta=0.5, \gamma=0$ $\epsilon=3.17, \sigma=3.17$ $\theta=1, \delta=1$	e^*	0.727	0.764	1.051
	a^*	0.727	1.382	1.901
	$a^* \tau$	0.727	0.423	0.582
	h	0.727	0.853	1.173
	hS	0.727	9.805	13.487
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \gamma=0.2$ $\epsilon=2, \sigma=2$ $\theta=1, \delta=1$	e^*	0.527	0.834	1.584
	a^*	0.408	1.651	4.049
	$a^* \tau$	0.408	0.505	1.239
	h	0.554	1.390	2.508
	hS	0.554	15.987	28.840
$\alpha=0.5, \beta=0.3, \gamma=0.2$ $\epsilon=3.17, \sigma=3.17$ $\theta=2, \delta=2$	e^*	0.980	1.184	1.208
	a^*	0.834	1.821	2.184
	$a^* \tau$	0.834	0.557	0.668
	h	0.937	1.706	1.820
	hS	0.937	19.617	20.927

2. 模拟结果的稳健性分析

我们接下来首先讨论参数选取对于结果稳健性的影响。给定相同的全要素生产率变动、激励变动以及生均资本变动，表 4 报告了另外三组参数下主要内生变量的拟合值。如果设定 $\alpha=\beta=0.5$ ，其他参数维持基准设定，结果发现，伴随师生比的下降和其他投入要素的增加，从 1990—2016 年，学生的努力程度提高了 5.1%，教师的努力程度提高了 90.1%，每个学生得到的教师努力程度下降了 41.8%，生均的人力资本产出上升了 17.3%，最终的总和人力资本产出达到初始值的 13.49 倍。接下来，分别考虑了学生和教师负效用系数设定为 $\epsilon=\sigma=2$ 以及效用转化比例设定为 $\theta=\delta=2$ 的情形，在不同的参数下，拟合结果的取值存在差异，随着其他要素投入的增加，资本和技术的促进作用提高了学生的努力程度和生均人力资本产出，总和人力资本产出水平分别达到初始值的 28.84 倍和 20.93 倍。同时，教师的努力程度大幅度增加。

其次，给定参数的基准设定，考虑外生变量的不同取值下的拟合结果。表 5 报告了三组不同的外生变量取值下，主要内生变量的拟合值。如果设定 2016 年的 $\tilde{A}=1.2, k=2$ 结果显示，学生的努力程度上升 6.25%，教师努力

程度上升 92.08%，每个学生获得的教师努力程度下降 41.22%，生均的人力资本产出上升 21.14%，社会总和人力资本产出达到初始值的 13.93 倍。将这组结果与表 4 中的第一组结果对比，其差异说明了对于技术进步和人均资本变动的假定之于人力资本产出结果的关键作用。

如果设定教师激励系数提高 50%，即 $\rho=1.5$ ，到 2016 年时，学生努力程度上升 19.42%，教师努力程度上升 97.16%，每个学生获得的教师努力程度下降 39.66%，生均人力资本产出上升 75.48%，社会总和人力资本产出达到初始值的 20.18 倍，各个内生变量的拟合值接近于基准情形。如果设定人力资本的收益率上升 30%，即 $r=1.3$ ，各个内生变量的拟合值也接近基准情形。

表 5 不同外生变量下的拟合结果

外生变量($t=2016$)		$t=1990$	$t=2016$	跨期比例
$\tilde{A}=1.2, k=2$ $\tau=0.306, \rho=2$ $r=1, S=11.5$	e^*	0.7313	0.7770	1.0625
	a^*	0.6225	1.1957	1.9208
	$a^* \tau$	0.6225	0.3659	0.5878
	h	0.7418	0.8986	1.2114
	hS	0.7418	10.3343	13.9314
$\tilde{A}=1.5, k=3$ $\tau=0.306, \rho=1.5$ $r=1, S=11.5$	e^*	0.7313	0.8733	1.1942
	a^*	0.6225	1.2273	1.9716
	$a^* \tau$	0.6225	0.3756	0.6034
	h	0.7418	1.3017	1.7548
	hS	0.7418	14.9691	20.1794
$\tilde{A}=1.5, k=3$ $\tau=0.306, \rho=2$ $r=1.3, S=11.5$	e^*	0.7313	0.9765	1.3353
	a^*	0.6225	1.3834	2.2223
	$a^* \tau$	0.6225	0.4233	0.6800
	h	0.7418	1.4268	1.9234
	hS	0.7418	16.4077	22.1188

(四)生产要素的替代关系

在 C-D 生产函数中，教师和学生的努力与资本是互补关系，当 $\rho=0$ 时，教师努力为 0，学生的努力也为 0，对应的高等教育生产的人力资本产出也为零。说明在教师和学生的努力互补的情况下，对教师的激励非常重要。改变这种生产要素之间的互补关系，将如何影响本文的主要结论？为了回答这个问题，我们简单讨论教师、学生和资本投入可以完全替代的情形。此时，生

产函数为:

$$h = \tilde{A} [\alpha e + \beta a \tau + \gamma k] \quad (30)$$

这里 $\tilde{A}$ 依然代表人力资本的生产率, α 、 β 和 γ 分别代表学生努力程度、教师努力程度以及资金投入的重要性。

根据一阶条件可以直接求出学生和教师的最优努力水平:

$$e^* = (\delta r \tilde{A} \alpha)^{\frac{1}{\epsilon-1}} \quad (31)$$

$$a^* = (\beta \rho \tilde{A} \theta)^{\frac{1}{\epsilon-1}} \quad (32)$$

可见,在完全替代的情况下,学生的努力程度与师生比和教师的努力程度无关,而教师的努力程度也与师生比和学生的努力程度无关。师生比的下降会带来生均教师投入的减少,从而带来教育产出的下降。资本的投入可以弥补师生比下降对于教育产出的影响。教师的努力程度将受到薪酬制度的影响。

六、结论与政策启示

伴随着中国高等教育规模的不断扩大,各种教育投入要素不断增加,但是师生比持续下降。本文构建了一个高校投入产出关系的分析框架,研究师生比的变动对于高等教育人力资本产出结果的影响。分析表明,教师和学生高等教育人力资本培养过程中的要素投入(即努力程度)受到师生比变化的影响,而师生比的变化会通过三个途径影响最终的人力资本产出,分别为学生和教师的努力程度以及师生比的直接影响。当教师和学生的要素投入是互补关系时,师生比的下降将会降低生均人力资本产出,其中师生比下降的直接影响和通过学生努力程度下降的间接影响都会降低生均人力资本产出,而由教师努力程度上升带来的间接影响会提高人力资本产出。

在本文的基准参数设定下,如果不考虑其他投入要素的变化,当师生比从 1990 年的 1:5.2 下降到 2016 年的 1:17 时,学生的努力程度会下降 9.76%,教师的努力程度会上升 31.13%,从而导致生均的人力资本产出水平下降 27.78%。生均人力资本产出的下降主要来源于师生比下降的直接影响,其对生均产出下降的贡献占比达到 116.05%,学生努力程度的下降也在很大程度上降低了人力资本产出,贡献占比达到 17.57%,而教师努力程度的上升显著降低了人力资本产出下降的幅度,不仅完全抵消了学生努力程度下降的负面影响,而且部分抵消了师生比下降的直接影响。结果还表明,增加对教师的激励可以提高高等教育的人力资本产出,在一定程度上抵消师生

比下降的负面影响。同时,提高高等教育的人力资本生产率,增加生均经费等其他要素投入,也可以有效应对师生比下降的负面影响。

需要强调的是,随着师生比的下降,如果通过其他要素投入的增加来提高学生的努力程度,会进一步提高教师的努力程度。因此,如果不能改变师生比缓慢下降的趋势,同时又要提高学生的学习动力和学习效果,潜在的风险是会大大增加高校教师的工作压力,同时存在各种激励扭曲的风险,最终影响高等教育发展的政策目标实现。在当前高等教育提倡给学生适当“增负”的政策环境下,需要扩大高等学校教师规模,避免将提高学生学习积极性的要求转变为增加高校教师的工作压力。

本文的研究也表明,中国高校现行的薪酬体系有助于为教师提供激励,能够缓解师生比下降的负面影响。这对思考高校的薪酬体系改革有一定的指导意义。如果简单地照搬年薪制而不改变师生比低的现状,对于提高高等教育的人才培养质量将是无益的。高校薪酬体系的改革必须和教师的招聘机制、激励机制以及教育经费支出方式的改革同步进行。

[参考文献]

- 都阳、杨翠芬, 2014:《高校扩招对中国农村地区高中入学决策的影响》,《劳动经济研究》第2期。
- 罗楚亮、刘晓霞, 2018:《教育扩张与教育的代际流动性》,《中国社会科学》第2期。
- 孙志军, 2013:《高校扩招使个体就业状况更糟糕吗?》,《北京师范大学学报(社会科学版)》第2期。
- 吴要武、赵泉, 2010:《高校扩招与大学毕业生就业》,《经济研究》第9期。
- Angrist, J. D. and V. Lavy, 1999, “Using Maimonides’ Rule to Estimate the Effect of Class Size on Scholastic Achievement”, *Quarterly Journal of Economics*, 114(2): 533—575.
- Bishop, J. H. and L. Wößmann, 2004, “Institutional Effects in a Simple Model of Educational Production”, *Education Economics*, 12(1): 17—38.
- Bowlus, A. J. and C. Robinson, 2012, “Human Capital Prices, Productivity, and Growth”, *American Economic Review*, 102(7): 3483—3515.
- Che, Y. and L. Zhang, 2018, “Human Capital, Technology Adoption and Firm Performance: Impacts of China’s Higher Education Expansion in the Late 1990s”, *Economic Journal*, 128(614): 2282—2320.
- Freeman, R. B., 2009, “What does Global Expansion of Higher Education Mean for the United States?”, NBER Working Paper, No. 14962.
- Hanushek, E. A., 1979, “Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production Functions”, *Journal of Human Resources*, 14(3): 351—388.

- Hanushek, E. A. , 2008, “Education Production Functions”, in Steven N. Durlauf and Lawrence E. Blume (eds.) *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition, Basingstoke, Hampshire New York: Palgrave Macmillan.
- Hanushek, E. A. , S. G. Rivkin and L. L. Taylor, 1996, “Aggregation and the Estimated Effects of School Resources”, *Review of Economics and Statistics*, 78(4): 611—627.
- Hoxby, C. M. , 1996, “How Teachers’ Unions Affect Education Production”, *Quarterly Journal of Economics*, 111(3): 671—718.
- Jacob, B. A. and S. D. Levitt, 2003, “Rotten Apples: An Investigation of the Prevalence and Predictors of Teacher Cheating”, *Quarterly Journal of Economics*, 118 (3): 843—877.
- Knight, J. , Q. Deng and S. Li, 2017, “China’s Expansion of Higher Education: The Labour Market Consequences of a Supply Shock”, *China Economic Review*, 43: 127—141.
- Krueger, A. B. , 1999, “Experimental Estimates of Education Production Functions”, *Quarterly Journal of Economics*, 114(2): 497—532.
- Lazear, E. P. , 2000, “Performance Pay and Productivity”, *American Economic Review*, 90(5): 1346—1361.
- Lazear, E. P. , 2001, “Educational Production”, *Quarterly Journal of Economics*, 116(3): 777—803.
- Li, S. , J. Whalley and C. Xing, 2014, “China’s Higher Education Expansion and Unemployment of College Graduates”, *China Economic Review*, 30: 567—582.
- Li, Y. A. , J. Whalley, S. Zhang and X. Zhao, 2011, “The Higher Educational Transformation of China and Its Global Implications”, *The World Economy*, 34(4): 516—545.
- McMillan, J. , J. Whalley and L. Zhu, 1989, “The Impact of China’s Economic Reforms on Agricultural Productivity Growth”, *Journal of Political Economy*, 97 (4): 781—807.
- Rothschild, M. and L. White, 1995, “The Analytics of the Pricing of Higher Education and Other Services in Which the Customers are Inputs”, *Journal of Political Economy*, 103(3): 573—586.
- Whalley, J. and X. Zhao, 2013, “The Contribution of Human Capital to China’s Economic Growth”, *China Economic Policy Review*, 2(1): 1350001.

Higher Education Expansion, Teacher-Student Ratio and Education Quality

XING Chun-bing¹, XU Min-bo²

(1. School of Agricultural Economics and Rural Development, Renmin University of China;

2. Business School, Beijing Normal University)

Abstract: The expansion of higher education since the 1990s has led to a significant decline in the ratio of teachers to students in China's higher education. This paper examines the effects of teacher-student ratio on the incentives of teachers and students in the human capital production of higher education. In the Cobb-Douglas production function, we can show that the decrease of teacher-student ratio will reduce the student's optimal effort, increase the teacher's optimal effort, and eventually lead to a decline in the level of human capital output per student. Using appropriate parameters, we calculate the effects using numerical simulation. When the teacher-student ratio fell from 1 : 5.2 in 1990 to 1 : 17 in 2016, the student's effort decreased by 10%, the teacher's effort increased by 31%, and the final output of human capital per student fell by 28%. Specifically, the impact of human capital output can be decomposed into three parts, including the direct effort of changes in teacher-student ratio and the indirect effects of changes in student's effort and teacher's effort, respectively. The rise in teacher's effort has moderated the negative impacts of the decline in teacher-student ratio to some extent. The increase in other factors such as capital investment in higher education can offset the negative impact of the decline in teacher-student ratio, but it will inevitably increase the teacher's burden.

Key words: teacher-student ratio; teacher incentive; higher education; education quality

附录：中国高等教育扩张过程中要素投入变化情况

(一) 师生比变化

高等教育包含专科院校和本科院校。数据显示，本科院校的毕业生数量自 2000 年以来增长了将近 4 倍，教师的数量增长了 2 倍；专科院校的毕业生数量增长了 17 倍，教师的数量则仅增长了 4 倍(见附表 1)。除了本、专科院校的差别，师生比及其变化的差异还表现在地区、专业和学校等级等各方面。通常认为，即便是在本科院校中，大学扩招也主要集中在非重点的地方高校；重点高校(如 985/211)的扩张规模相对较小。由于不同类别的学校地区分布极不平衡，这种差异也体现在地区之间。比如，2016 年北京普通高等教育的

师生比为 1 : 14.97，是全国师生比最高的省份。即便如此，2016 年时北京的师生比也远低于 20 世纪 90 年代的全​​国平均水平。至于分学科的师生比情况，由于数据的原因，我们只考察了 1998—2003 年间的变化。不过，这个时期刚好是高等院校师生比大幅下降的时期。由附图 1 可以看出，不同学科的师生比存在很大的差异。其中，师生比最高的是哲学专业，其师生比的变化也非常小。1998 年师生比最低的专业是经济学，但是在随后的五年间，经济学的师生比并没有下降反而略有增加。这与 20 世纪 90 年代末以来中国经济学研究生教育的快速发展密切相关。但是，其他大部分学科的师生比都显著下降。2003 年，法学的师生比达到了 1 : 20 以下，其次是工学和医学；经济学的师生比虽然上升，但仍处在较低水平。而没有在图中报告的管理学更是达到了 1 : 50 以下。^①

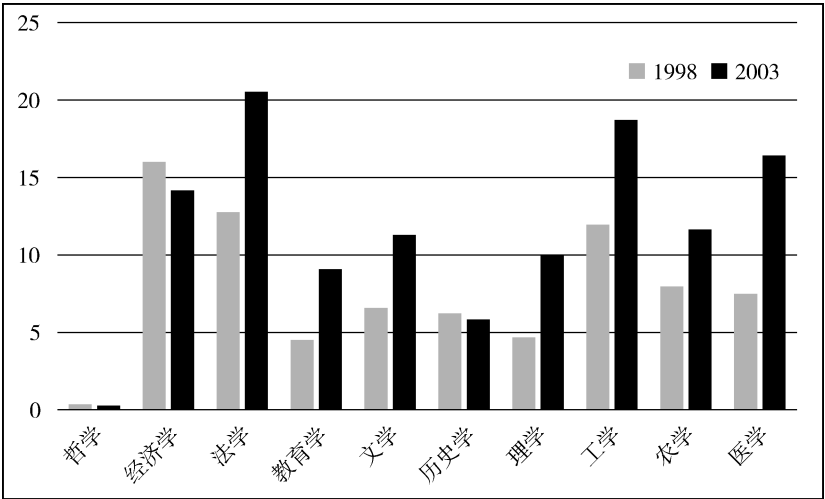
附表 1 2000—2016 年普通高校中本科和专科院校的教师和毕业生增长

	本科		专科	
	专任教师	毕业生	专任教师	毕业生
2000	1.00	1.00	1.00	1.00
2001	1.09	1.09	1.43	1.08
2002	1.23	1.38	1.79	1.55
2003	1.41	1.21	2.26	5.30
2004	1.65	1.55	2.74	6.68
2005	1.86	1.90	3.08	8.95
2006	2.02	2.24	3.63	11.44
2007	2.16	2.59	4.08	13.87
2008	2.29	2.93	4.33	15.99
2009	2.40	3.19	4.54	15.96
2010	2.50	3.36	4.64	17.68
2011	2.61	3.63	4.75	18.35
2012	2.73	3.94	4.75	17.93
2013	2.82	4.15	5.02	17.80
2014	2.92	4.43	5.03	17.77
2015	2.97	4.65	5.23	18.01
2016	3.02	4.86	5.37	18.42

数据来源：《中国统计年鉴》。

因此，尽管教师和学生增长速度差异在不同类型的学校、不同地区以及不同专业间存在一定的差异，中国的高等教育扩张过程中专任教师相对数量的大幅下降是一个非常明显的事实。

① 1998 年时没有管理学的师生比情况的数据。



附图 1 1998 和 2003 年普通高校不同学科单个专任教师对应的学生数量
数据来源：《中国统计年鉴》。

(二)教辅、行政人员增长缓慢

普通高校中教辅行政人员是完成学生管理、组织教学工作的重要组成部分。在专任教师数量增长缓慢的情况下，大量增加教辅行政人员可以减轻专任教师的工作量、提高他们的工作效率。但是，普通高校中教辅、行政和工勤人员的增长速度比专任教师还要低。专任教师在高校教职工(不含外聘教师)中的比例从 1998 年的 47.6%上升到 2016 年的 69.8%(见附表 2)，这意味着专任教师所能够得到的教辅行政人员协助的程度在不断降低。

附表 2 普通高校教职工构成(万人)

	专任教师						教辅	行政	工勤	专任教师占比(%)
	总数	正高	副高	中级	初级	无职称				
1998	40.7						12.7	17.8	14.4	47.6
1999	42.6						13.2	18.0	14.4	48.3
2000	46.3						13.9	18.3	14.5	49.8
2001	53.2						15.0	19.6	14.8	51.8
2002	61.8						14.9	20.5	15.5	54.9
2003	72.5						16.0	22.6	16.1	57.0
2004	85.8									
2005	96.6	9.7	27.8	31.2	21.5	6.4	25.5	17.9	17.3	61.4
2006	107.6	10.9	30.5	35.2	23.9	7.1	26.9	18.7	17.7	62.9
2007	116.8	12.0	32.6	39.4	25.7	7.1	27.7	19.0	18.0	64.4
2008	123.7	12.9	34.3	43.6	25.8	7.2	28.6	19.4	18.1	65.2

续表										
	专任教师						教辅	行政	工勤	专任教师 占比(%)
	总数	正高	副高	中级	初级	无职称				
2009	129.5	13.8	36.1	47.8	24.8	7.1	29.2	20.0	18.0	65.9
2010	134.3	14.9	37.7	51.7	23.1	6.9	29.8	20.3	17.6	66.5
2011	139.3	16.0	39.5	55.0	21.8	7.0	30.4	20.5	17.5	67.0
2012	144.0	16.9	41.3	57.6	21.0	7.2	31.0	20.6	16.8	67.8
2013	149.7	18.2	43.2	59.7	20.4	8.2	31.3	20.5	16.5	68.7
2014	153.5	18.9	44.9	61.4	19.6	8.7	31.9	20.6	15.9	69.2
2015	157.3	19.6	46.3	62.8	19.2	9.4	32.3	21.1	15.2	69.6
2016	160.2	20.2	47.4	63.6	18.9	10.1	33.1	21.7	14.6	69.8
2016/1998	3.93						2.62	1.22	1.02	
2016/2005	1.66	2.09	1.70	2.04	0.88	1.56	1.30	1.21	0.84	

数据来源：《中国统计年鉴》。

除了专任教师之外，普通高校也存在外聘教师的情况，这些教师是高校专任教师的替代要素。结果表明，普通高校越来越依赖外聘教师。如附表 3 所示，如果把外聘教师以 50% 的权重来计算，外聘教师的比重从 2002 年的 6.3% 上升到 2016 年的 12.7%；而如果以 100% 来计算，该比例则从 11.8% 上升到 22.5%。不过，即便考虑到外聘教师，高校教师数量也仅增长了 3.4—3.9 倍(取决于外聘教师的权重)，其增长仍远低于学生数量的增长。

附表 3 外聘教师的增加(人)

	专任教师	外聘教师	外聘教师占比(%)	
			调整系数=	
			0.5	1
2002	618419	82538	6.3	11.8
2003	724658	134250	8.5	15.6
2004	858393	181430	9.6	17.4
2005	965839	221190	10.3	18.6
2006	1075989	258520	10.7	19.4
2007	1168300	287515	11.0	19.7
2008	1237451	307808	11.1	19.9
2009	1295248	329528	11.3	20.3
2010	1343127	348134	11.5	20.6
2011	1392676	372684	11.8	21.1
2012	1440292	387673	11.9	21.2
2013	1496865	403330	11.9	21.2
2014	1534510	424011	12.1	21.6

续表				
	专任教师	外聘教师	外聘教师占比(%) 调整系数 =	
			0.5	1
2015	1572565	445853	12.4	22.1
2016	1601968	465340	12.7	22.5

数据来源：中华人民共和国教育部网站，http://www.moe.gov.cn/s78/A03/moe_560/jytjsj_2016/。

(三)教育经费的增长及其支出结构变化

附表 4 列出了普通高校教育经费的增长情况，从中可以看出，我国高校教育经费总量增长迅速。从 1997—2011 年，普通高校的教育经费增长了近 13 倍。其中，预算内财政性经费和学杂费是主要的经费来源，分别增长了 10 倍和 24 倍。前者在总经费中的比重从 20 世纪 90 年代末的 60%—70% 下降到 2011 年的 55%，经历了先是不断下降然后从 2005 年开始不断上升的过程；学杂费的比重则不断上升，在近几年略有下降。生均经费则从 1997 年的 12303 元增加到 2011 年的 23305 元。

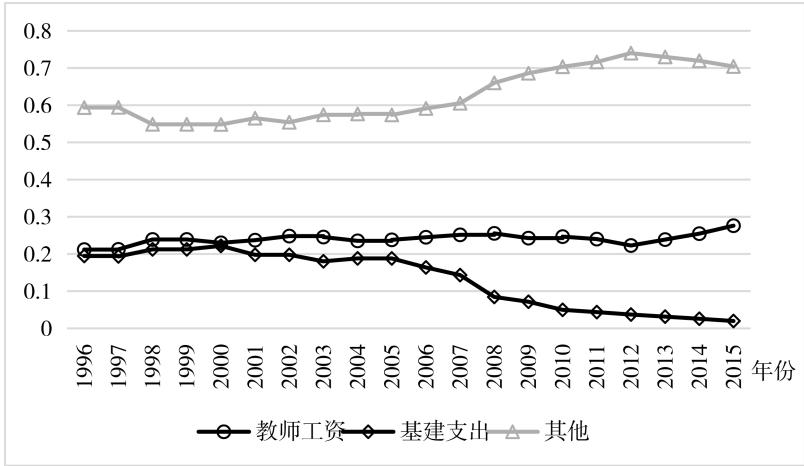
附表 4 普通高校教育经费增长情况

	金额(亿元，1997 年价格)			占比		生均
	总经费	预算内 财政性经费	学杂费	预算内 财政性经费	学杂费	(元)
1997	390.5	264.4	57.9	67.7	14.8	12303
1998	553.8	337.8	73.7	61.0	13.3	16244
1999	724.6	432.1	123.5	59.6	17.0	17528
2000	930.1	513.7	196.1	55.2	21.1	16725
2001	1179.7	612.9	285.6	52.0	24.2	16406
2002	1516.7	738.4	398.2	48.7	26.3	16789
2003	1767.1	813.3	509.4	46.0	28.8	15940
2004	2064.8	902.6	627.9	43.7	30.4	15484
2005	2428.7	996.5	754.2	41.0	31.1	15551
2006	2757.5	1132.9	804.6	41.1	29.2	15858
2007	3253.7	1391.6	1095.1	42.8	33.7	17262
2008	3559.4	1644.1	1198.9	46.2	33.7	17612

	续表					
	金额(亿元, 1997 年价格)			占比		生均
	总经费	预算内 财政性经费	学杂费	预算内 财政性经费	学杂费	(元)
2009	3954.6	1865.6	1311.4	47.2	33.2	18439
2010	4531.2	2240.8	1381.4	49.5	30.5	20303
2011	5380.0	2942.7	1417.0	54.7	26.3	23305
2011/1998	9.7	8.7	19.2			1.4
2011/1997	13.8	11.1	24.5			1.9

注：总经费中还包括非预算内教育经费、社会团体和公民个人办学经费、社会捐资和集资办学经费、事业收入和其他教育经费。数据来源：《中国统计年鉴》。

生均教育经费的增加并不必然意味着用于人力资本生产的生均资本的增加。附图 2 给出了教育经费的支出结构。1996—2015 年间，高校教职工的工资占教育经费支出的 25%左右，相对稳定。然而，前面的分析已经表明这段时间的师生比是显著下降的，即使用工资水平调整亦是如此。此外，2005 年以前，基本建设支出也是教育经费支出的重要项目，占总经费支出的 20%左右。在此期间，普通高校的校舍面积大幅增加，从 1990 年的不足 1 亿平方米



附图 2 中国普通高校教育经费支出比例

注：教师工资在 1996—1997 年对应“教职工工资”，1998—2007 年对应基本工资、补助工资和其他工资，2008 年以后对应“工资福利支出”。“其他”包括教师工资以外的所有事业性经费支出。2013 年的数据是利用相邻年份取平均值得到的结果。数据来源：《中国教育经费统计年鉴》。

增加到 2005 年的 5.5 亿平方米。但是，由于在校生数量增长更快，生均校舍面积下降了 25%。^① 2005 年以后，基本建设支出比例显著下降，到 2015 年该项目仅占总支出的 2%。高校校舍面积的增速也相对减缓，生均校舍面积仍呈下降趋势。

与之相对应的是其他项目支出占比大幅上升，到 2015 年达到了 70%。人员和基建以外的经费支出增加在一定程度上反映在高校教学科研仪器设备的增加上。关于仪器设备价值统计的数据无法追溯到 2002 年之前，其总值在 2002—2016 年间增长了 3.95 倍，生均价值则增长了 66%(见附表 5)。

附表 5 高校校舍面积和教学科研仪器设备

	校舍建筑面积		教学科研仪器设备	
	总面积 (万平方米)	生均面积 (平方米)	总值(亿元)	生均(万元)
1990	9719	47.1		
1997	14374	45.3		
1998	15400	45.2		
2002	32547	36.0	640	0.71
2005	55270	35.4	1184	0.76
2009	71872	33.5	1741	0.81
2010	74604	33.4	1879	0.84
2011	78076	33.8	2000	0.87
2012	81060	33.9	2238	0.94
2013	84155	34.1	2459	1.00
2014	86311	33.9	2662	1.04
2015	89141	34.0	2910	1.11
2016	92671	34.4	3170	1.18
2016/2002	2.85	0.95	4.95	1.66
2016/1990	9.54	0.73		

注：高校教学科研仪器设备价值已经折算为 2009 年价格。数据来源：《全国教育事业发展统计公报》(1998/1999/2010—2017)，http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/sjzl_fztjgb/。

(责任编辑：孟大虎 责任校对：孟大虎 刘泽云)

^① 如果仅考虑学校产权的校舍，下降幅度更大。2005 年时生均校舍面积仅是 1990 年的 70%。