

家庭借贷约束、公共教育支出与社会流动性

李力行 周广肃*

摘要 人力资本投资是增强社会流动性的重要手段,然而借贷约束使得底层家庭无力对子女进行最优的人力资本投资;与此同时,富裕家庭则不受借贷约束的影响,总体结果是社会流动性减弱。利用中国健康与养老追踪调查和全国综合社会调查数据,本文发现,借贷约束确实提高了居民收入和教育的代际传递弹性,降低了社会流动性。在匹配政府公共教育支出数据后发现,公共教育支出可以缓解家庭层面人力资本投资的不足,提高教育水平的代际流动性。

关键词 社会流动, 借贷约束, 教育财政

一、引言

自 Becker and Tomes (1979) 开始,代际传递与社会流动性成为人力资本研究的重要内容之一。众所周知,中国的收入差距随着经济的发展不断扩大,国家统计局 2013 年的数据显示,全国居民收入基尼系数高达 0.473,而一些大规模家户调查则显示出更高的基尼系数,如 Xie and Zhou (2014) 使用不同的家户数据分析认为中国基尼系数在 0.53—0.55。然而,基尼系数仅仅是一种静态指标,描述一个时点上的收入分配状况。如果社会流动性强,社会底层有较大的上升空间和广泛的上升渠道,就可以大大减弱收入差距扩大带来的负面影响;反之,如果收入差距扩大的同时社会流动性也在减弱,现有的社会阶层固化,可能让社会底层丧失“努力让下一代过上好生活”的动机,工作效率和储蓄率将会因此而下降,这会对经济的长期增长产生负面影响。

反映社会流动性强弱的最常用指标是代际收入弹性,通常是指子代收入与父代收入之间的相关系数,用来体现某个人的收入在多大程度上取决于父辈人的收入。大量文献估算和比较了各个国家代际收入弹性的大小。而关于

* 北京大学国家发展研究院。通信作者及地址:周广肃,北京市海淀区颐和园路5号北京大学国家发展研究院,100871;电话:15801363830;E-mail:zhouguangsu@126.com。作者感谢北京大学国家发展研究院“纪念加里·贝克尔”学术研讨会与会者给予的有益评论,感谢教育部教育科学决策研究课题“教育公平与经济社会发展关系研究”(Kxjc-jc-2011003)、北京高等学校青年英才计划项目、国家自然科学基金项目“我国人力资本的代际传导机制及其对社会流动性的影响”(71103009)的资助。

中国代际弹性的研究则表明,中国的代际流动性不断减弱(王海港,2005¹; Chen and Cowell, 2013; 李力行和周广肃,2014²),社会阶层固化的趋势明显。Deng *et al.* (2013) 测算了中国城市2002年父亲与儿子间的代际收入弹性为0.53,这一数值远远高于世界其他高收入国家,而与陷入中等收入陷阱的巴西、智利等国相似。社会流动减弱已经引起了广泛的社会关注。

在Becker and Tomes (1979) 关于收入分配与代际传递的均衡模型中,子女从父母那里继承某些禀赋,并接受人力及非人力资本投资,子代收入的主要决定因素为人力资本和能力(禀赋),因此代际弹性的强弱取决于禀赋继承的程度和对子女投资的倾向这两个重要因素。由于通常假定禀赋的继承是较为固定的,所以父辈对子代收入的干预主要取决于其对子代人力资本的投入。Becker and Tomes (1985) 进一步将借贷约束引入代际传递的模型中,在假设教育市场和借贷市场都是最优且有效的前提下,借贷约束在模型中的影响并不显著。在没有借贷约束的情况下,家庭无论贫富都可对子代的人力资本进行最优化的投资,此时的代际传递仅取决于能力(禀赋)继承的程度,代际流动性较强。然而,如果存在借贷约束,贫穷家庭由于面临紧的借贷约束因而无力进行最优的人力资本投资,子女由于人力资本水平低于最优水平而继续承受贫困,而富裕家庭则不受借贷约束的影响,总体结果是代际传递加强,社会流动性减弱。

作为一个长期处于较低收入水平的发展中国家,中国的许多家庭面临紧的借贷约束。³ 那么,一个直接的问题就是借贷约束是否阻碍了中国家庭对下一代的人力资本投资从而降低了社会流动性?如果借贷约束确实降低了社会流动性,那说明家庭层面自愿的人力资本投资低于社会最优水平,在这种情况下,“政府的公共教育支出是否会弥补家庭层面人力资本投资的不足、从而提高社会流动性?”这是一个既具有重要理论价值,又有现实政策含义的问题。如果公共教育支出对代际流动性有显著影响,则不仅会对代内的收入分配产生调节作用,还会对代际之间的传递产生影响,其长期的政策意义更为重要。Mayer and Lopoo (2008) 对美国州政府支出和代际流动性的研究发现,较高的政府支出确实提高了代际流动性。但在现有文献中,还没有关于借贷约束对中国社会流动性影响的研究,也缺乏对政府支出如何影响代际传递的讨论。

本文利用中国健康与养老追踪调查(CHARLS)2011年调查数据、全国综合社会调查(CGSS)2008年调查数据和市级层面政府支出数据对这一问题

¹ 王海港,“中国居民收入分配的代际流动”,《经济科学》,2005年第2期。

² 李力行、周广肃,“代际传递、社会流动性及其变化趋势:来自收入、职业、教育、政治身份的多角度分析”,《浙江社会科学》,2014年第5期。

³ 关于借贷约束的现有研究发现,借贷约束影响了中国居民的教育投资、非农就业、企业家能力等(Brown and Park, 2002; Uchida *et al.*, 2009; Wang, 2012)。

进行研究，希望弥补文献的不足。我们用父母是否为子女上大学提供资助以及子女在14岁时的一些家庭特征来反映当时的家庭借贷约束，并估计其对代际传递弹性的影响。估计发现，借贷约束确实提高了中国居民家庭收入和教育的代际传递弹性，降低了社会流动性，而市级政府的公共教育支出则起到了缓解家庭人力资本投资不足的效果，降低了教育水平的代际弹性。结果显示，当政府公共教育支出增加1个标准差时，代际间教育传递弹性可以下降近16%，且这一效果对家庭收入较低的样本影响更大、更显著。本文的研究说明，公共教育支出不仅事关一代人的教育公平问题，还会直接影响到代际流动和社会阶层固化问题。

本文的结构安排如下：第二节对代际流动性及其影响机制的文献进行梳理，指出本文的创新所在；第三节介绍了借贷约束与政府支出影响代际传递的机制和实证检验的假设；第四节介绍所使用的数据并汇报相关的实证方法和结果；第五节是结论和政策建议。

二、文献回顾

社会流动性是指社会中的个人或群体在其社会地位上的变动，即他们从已有的地位向新的地位转化的过程（徐祥运和刘杰，2011⁴），通常分为代内流动和代际流动，本文主要研究代际流动。经济领域关于代际流动性的研究始于Becker and Tomes（1979），他们建立了收入分配与代际传递的均衡模型，并认为当子女从父母那里接受更多的人力及非人力资本投资时，子女的收入会增多，这种代际的传递依赖于继承的程度和对子女投资的倾向这两个重要因素。Becker and Tomes（1985）进一步将借贷约束引入模型，由于假设教育市场和借贷市场都是最优且有效（first-best efficient）的，所以借贷约束在模型中的影响并不显著。在这些研究的基础上，大量文献开始使用计量方法和数据估算各个国家代际收入弹性的大小，以期反映社会流动性的强弱（Behrman and Taubman, 1985; Solon, 1992; Bjorklund and Jantti, 1997; Corak and Heisz, 1999; Chadwick and Solon, 2002; Piraino, 2007; Gong *et al.*, 2012; Deng *et al.*, 2013; 等等）。

然而这些研究并不关注代际传递的机制，只是侧重于代际收入弹性的估计，随着计量理论的发展和大型微观数据的获得，文献开始探究代际传递的因果关系和相关的机制。Currie and Moretti（2003）利用20世纪六七十年代美国大量学院建立作为外生冲击，来估计女性教育水平对其子女人力资本所产生的影响。Plug and Vijverberg（2003）将父母亲生子女与领养子女的

⁴ 徐祥运、刘杰，《社会学概论》，东北财经大学出版社，2011年。

数据进行对照,发现 55%—60% 的父母的的能力通过基因传递了下去,而这对于子女的受教育水平起了决定性的作用。Oreopoulos *et al.* (2006) 使用美国历次义务教育法的变革作为外部冲击来研究教育代际传递的因果性,因为这些教育法的改变只会影响父母的教育获得,但是不会影响其内在能力或禀赋,结果表明父母受教育年限提高一年,则子女留级的概率将会降低 2—4 个百分点。Lucas and Kerr (2013) 利用芬兰的数据,证明了借贷约束比能力遗传更能影响对子女的人力资本投资,而且父母对子女收入的影响会随着子女年龄的增大而提高,因为教育的回报率不断提高。Zhong (2013) 研究了教育扩张对代际流动性的影响,作者证明了三点结论,即教育扩张可能会导致水平层面教育机会的不平等和人力资本积累的无效率性;人力资本回报率和父母收入的正相关性会导致更低的社会流动性;教育扩张最终可能会导致社会流动性的降低。Meng and Zhao (2013) 利用外生的“文革”作为父母教育的工具变量来研究父母教育对子女教育的因果效应,如果父母教育受“文革”影响降低一年,子女教育将会降低 0.27—0.38 年,如果父母由于受“文革”影响没有大学学历,子女得到大学学历的概率将会降低 35—53 个百分点,而且母亲对子女教育的影响程度要高于父亲。

除此之外,还有一些研究将微观数据与宏观数据相结合,研究宏观变量对社会流动性的影响。Mayer and Lopoo (2008) 将 PSID 与美国州政府的统计调查数据相结合,从而来研究政府支出和代际流动性的关系,结果发现较高的政府支出确实提高了代际流动性。在政府支出较高的州,贫穷家庭和富裕家庭之间代际流动性的差距缩小了,而且以低收入人群为目标的政府支出确实提高了该目标群体的未来收入。Chetty *et al.* (2014) 将微观家户数据与地区特征相结合,发现不同的地区社会流动性程度并不一样,社会流动性较高的地区有以下特点:较少的居住分割,较低的收入不平等,较好的小学教育,较多的社会资本和较强的家庭稳定性。

Piketty (2000) 从理论上总结指出了持久不平等的影响途径有财富在家庭内的传递、能力在家庭内的传递、资本市场的不完整性、地区分割和信念的自我实现。Holmlund *et al.* (2011) 指出了识别教育代际传递因果性的三种计量方法为双胞胎数据法、领养子女数据法和工具变量法,通过对瑞典同一数据使用这三种不同的方法估计得到的教育代际弹性并不相同,但是均低于 OLS 估计得到的结果。由于依赖高质量的数据,这些因果性识别的研究还没有在中国得到应用,目前大部分文献侧重于计算和比较收入或人力资本的代际弹性,揭示中国社会流动性的趋势和影响因素。王海港 (2005) 通过测算代际收入弹性发现,1988—1995 年间中国城镇居民的代际流动性下降。改革开放和市场化虽然使得城镇下层居民有了更多改变自身贫穷状况的机会,但却在更大程度上巩固了城镇上层居民的社会经济地位。Sato and Li (2008) 研究了家庭成分对中国农村地区代际教育相关性的影响,发现家庭成分对家

庭成员教育程度的获得随历史时期不同，在改革开放前这一影响减小，但是改革开放之后这一影响又开始加大，而且对16—18岁的年轻一代来说，家庭成分是地主、富农或是中农的更容易拥有较高的教育年限。Fan *et al.* (2013)分地区、时间和性别计算了收入和教育的代际弹性，发现二者均有变大的趋势，而且这种趋势对女性、农村或西部的样本更加明显，其中一种可能的解释是人力资本回报率的增长和教育成本的增长。Yuan and Chen (2013)研究了1988—2005年中国代际收入流动性的时间趋势和结构变化，结果表明代际流动性最近下降明显，人力资本、社会资本和家庭财富可以解释代际收入流动性60%的部分，其中家庭财富的作用最大。Golley and Kong (2013)研究了中国1941—1990年出生人群的代际教育传递的模式，研究结论表明农村居民以及农村到城市移民的代际流动性要高于城市居民，但是造成这种现象的原因却是农村或者移民的子女大部分仅完成了初中教育，有些年轻一代的子女教育水平甚至低于其父母教育水平，反而导致了城乡收入差距的持久性。Chen and Cowell (2013)使用CHNS数据发现收入等级的代际流动性降低了，但是收入的代际流动性提高了，作者给出的一种解释是社会富有的人相对穷人来说更加富有了，社会两极分化趋势严重。陈琳和Cheung (2014)⁵首次对中国的食品消费的代际弹性做了估计，发现食品消费的代际弹性为0.879，远高于收入的代际弹性，这说明基本经济福利和整体经济禀赋的代际不平等状况并不一致。

综上所述，目前还没有文章研究借贷约束和政府公共支出对中国居民社会流动性的影响。本文研究借贷约束对社会流动性的影响，并考察政府支出对借贷约束的缓解作用，填补了文献中的这一空白。

三、理论基础与实证假设

在一个传统的两期人力资本模型中（例如Becker and Tomes, 1979; Mulligan, 1997），第一期是父母的效用最大化问题。效用函数除了包括父母自身的消费之外，还包括子女的消费，约束条件则是父母需要将收入分配到消费和对子女的人力资本投资上。在第二期，子女最大化自身消费水平，而作为约束条件的收入取决于自身的人力资本水平，其决定因素则包括个人能力（禀赋）以及父母在第一期的人力资本投资，且人力资本投资对人力资本水平的影响为凹函数。在这样一个理论框架下，可以分以下三种情形讨论代际传递问题：

⁵ 陈琳、D. Cheung, “中国代际流动性：基于食品消费与收入视角的研究”，《南方经济》，2014年第3期，第52—65页。

(一) 无借贷约束、无政府干预

在最简单的人力资本代际传递模型中,只考虑父母对子女的人力资本投资,且并不存在借贷约束,即父母可以通过跨期的预算约束或者借贷进行人力资本投资。在这种情况下,无论父母的收入高低,都会使得对子女的人力资本投资满足效用最大化的条件,那些无力支付子女人力资本投资的贫困父母将会通过借钱的方式达到最优的投资水平,这样的投资是有效率的。在这种情况下,下一代收入的获得取决于自身的能力而不是父母收入的水平,所面临的机会仍然是平等的,两代之间的收入相关性仅取决于先天能力的相关性,所以代际流动性较强。

(二) 有借贷约束、无政府干预

如果存在借贷约束,则不受借贷约束的富裕家庭仍然可以进行最优的人力资本投资,而受借贷约束的贫困家庭则无法进行最优的人力资本投资,从而导致其子女的人力资本水平低于最优水平。因此下一代的人力资本水平和收入水平依赖于上一代的收入状况,贫困家庭的子女仍然贫困,社会阶层将不断固化。如果把所有家庭分为受借贷约束的富裕家庭和不受借贷约束的贫穷家庭,则富裕家庭两代之间的收入相关性仍然仅取决于先天能力的相关性,代际流动性较强;而贫穷家庭两代之间的收入相关性则取决于能力的相关性和借贷约束,从而代际流动性较弱。

基于以上分析,本文待检验的假设一为:借贷约束降低了社会流动性,也即受到借贷约束的群体代际传递弹性较强。

(三) 有借贷约束、有政府干预

如果存在借贷约束,且存在政府的公共教育投资,情况则相对复杂,具体结果取决于公共教育投资的产出效率及其对私人人力资本投资的挤出状况。⁶根据 Mayer and Lopoo (2008)提供的加入政府支出的代际传递模型,如果政府公共教育支出对富裕家庭没有影响,对贫穷家庭子女有正面效果,且其正面效果高于其挤出私人人力资本投资的负面效果,贫穷家庭对子女的人力资本投资则会高于无政府干预情况下的水平。此时,贫困家庭与富裕家庭子女接受的人力资本投资水平差距会减小,社会流动性会提高。相反的,如果公共教育投资的正面效果低于其挤出效应带来的负面效果,贫穷家庭子女的人力资本投资则会低于第二种情况,其与富裕家庭的人力资本投资水平的差距会拉大,社会流动性会降低。政府的公共人力资本投资不会凭空而来,

⁶ 具体的模型可以参照 Solon(2004)。

而是源于税收。因此，对税收制度的不同设定会产生多重影响效果，使得政府对子女人力资本投资的影响效果更为混杂，其总的效果需要实证研究来判断。

综上所述，本文待检验的假设二为：政府的公共教育投资可以弥补贫困家庭人力资本投资的不足，降低代际传递弹性。

四、实证分析

（一）数据描述

本文所用数据主要来自“中国健康与养老追踪调查”（CHARLS）。CHARLS旨在收集一套代表我国45岁及以上中老年人家庭和个人的高质量微观数据，用以分析我国人口老龄化问题，推动老龄化问题的跨学科研究。CHARLS采用了多阶段抽样，在县/区和村居抽样阶段均采取PPS抽样方法，问卷内容包括个人基本信息、家庭结构和经济支持、健康状况、体格测量、医疗服务利用和医疗保险、工作、退休和养老金、收入、消费、资产以及社区基本情况等。本文使用的是2011年全国基线调查的样本，覆盖150个县级单位，450个村级单位，约1万户家庭中的1.7万人。由于CHARLS主要受访者为45岁及以上的中老年人，受访者子女数据为受访者代答，数据的描述性统计如表1的Panel A所示。其中各市教育支出占GDP比重的数据来自《全国地市县财政统计资料》。

表 1 变量的描述性统计

Panel A: CHARLS 2011			
变量名	观测值	均值	标准差
子女教育年限	17 996	7.91	4.03
父亲教育年限	14 216	5.70	3.88
子女家庭收入对数值	14 545	9.41	2.19
父母家庭收入对数值	20 230	9.36	1.89
父母支付子女大学费用	18 199	0.08	0.27
子女年龄	18 199	38.11	9.51
子女年龄平方	18 199	1 542.60	770.66
父亲年龄	14 207	64.64	9.45
父亲年龄平方	14 207	4 267.04	1 240.05
子女城市户口	20 921	0.21	0.41
子女为男性	18 199	0.46	0.50
所在市教育支出占GDP比重	3 910	0.017	0.011
所在市教育支出占GDP比重在中位数以上	3 962	0.49	0.50

(续表)

Panel B: CGSS 2008			
变量名	观测值	均值	标准差
子女教育年限	5 849	9.04	4.06
父亲教育年限	5 695	5.44	5.02
子女 14 岁以前主要居住在城市	5 860	0.27	0.44
子女 14 岁时家庭收入处于上 1/3	5 860	0.34	0.47
子女 14 岁时家庭藏书量在 100 本以上	2 929	0.13	0.34
子女年龄	5 860	43.77	13.75
子女年龄平方	5 860	2 104.35	1 272.57
父亲年龄	5 676	73.61	15.63
父亲年龄平方	5 676	5 663.26	2 381.98
子女城市户口	5 860	0.57	0.50
子女为男性	5 860	0.48	0.50

注:父母支付子女大学费用的比例在所有样本中为 7.6%,而在子女有大学及以上学历的样本中,这一比例为 77.4%。

本文所使用的另一个数据库为“全国综合社会调查”(CGSS),该项目是中国人民大学社会学系所发起的一项全国范围的大型抽样调查项目,已经成功执行 4 期,主要目的是了解当前我国城镇居民的就业、工作和生活情况,以及对当前一些社会问题的看法。此调查根据随机抽样的方法,在全国 28 个省市抽取家庭户,然后在每个被选中的居民户中按一定规则随机选取 1 人作为受访者。最新一期数据的整个入户调查工作是在 2008 年 10—12 月份进行的。本文使用的是 2008 年的家户调查数据,受访者父母的数据为受访者代答,数据的描述性统计如表 1 的 Panel B 所示。

从数据的描述统计可以看出,CHARLS 2011 显示子女受教育水平较父亲有较大提高,大致有 8% 的子女汇报受到父母的资助上大学。市级政府教育支出占 GDP 的平均比重在 1.7% 左右。CGSS 2008 数据显示其子女年龄和子女受教育年限高于 CHARLS 2011,但是父亲的教育水平却低于 CHARLS 2011。本文研究代际传递使用了“父亲——子女”的配对方式,这是因为大量年纪较大的女性教育和收入水平很低,其教育和收入数据并不反映家庭真正的社会地位。不少文献也采用了父子的配对方式(Gong *et al.*, 2012; 等等)。

(二) 借贷约束对社会流动性的影响

度量借贷约束一直是研究家庭、企业决策的一个难点。关于子女受教育时期家庭是否面临紧的预算约束(binding credit constraint)的信息,在家户调查中更是缺乏。本文在两个全国性大规模家户调查中分别找到了“父母是否支付子女上大学费用”以及“子女 14 岁时的一些家庭特征”作为子女在人力资本形成时期家庭借贷约束的代理变量。需要指出的是,这些变量并不是衡量借贷约束的精确变量,而且可能存在一定程度的内生性问题。但是受数

据所限，它们已经是最能体现子女小时候家庭经济状况的变量了。本文的结果不应被解释成借贷约束对社会流动性的因果关系，只作为探讨借贷约束对社会流动性影响的参考。

1. 父母是否支付子女上大学费用对代际流动性的影响

与美国大学生习惯通过贷款来支付学费和生活费不同，中国大学生的花费仍然高度依赖父母。面对高昂的大学学费和大城市生活费，大量贫困家庭的父母没有能力资助子女上大学的费用。⁷ 本文根据 CHARLS 2011 年问卷中的问题“您和您的配偶花了多少钱供孩子上大学（大专或以上）”来定义“父母是否支付子女上大学费用”这个二值变量来反映家庭在子女上大学时期是否受到借贷约束。

表 2 显示了“父母是否支付子女上大学费用”对教育代际弹性的影响结

表 2 父母支付子女上大学费用对教育代际弹性的影响

	被解释变量：子女教育年限					
	所有样本			大学及以上样本		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
父亲教育年限	0.3330*** (0.007)	0.3222*** (0.008)	0.2166*** (0.007)	0.0439*** (0.017)	0.0403** (0.017)	0.0319* (0.019)
父母支付子女上大学费用	9.3677*** (0.120)	9.2090*** (0.123)	7.2440*** (0.148)	0.3750* (0.195)	0.4446** (0.204)	0.4835** (0.213)
父亲教育年限 × 父母支付子女上大学费用	-0.3081*** (0.014)	-0.3023*** (0.014)	-0.2510*** (0.016)	-0.0187 (0.020)	-0.0106 (0.021)	-0.0147 (0.021)
子女年龄		-0.0435* (0.026)	-0.1103*** (0.023)		0.1651*** (0.041)	0.1189*** (0.041)
子女年龄平方		0.0001 (0.000)	0.0007** (0.000)		-0.0023*** (0.001)	-0.0017*** (0.001)
父亲年龄		-0.1906*** (0.043)	-0.1769*** (0.038)		-0.1176* (0.068)	-0.1081 (0.068)
父亲年龄平方		0.0016*** (0.000)	0.0013*** (0.000)		0.0010* (0.001)	0.0009* (0.001)
子女城市户口			2.7622*** (0.064)			0.5417*** (0.090)
子女男性			1.1042*** (0.047)			0.1302* (0.075)
省份 dummy			是			是
观测值	14 049	14 032	14 032	1 464	1 464	1 464
R 平方	0.393	0.399	0.506	0.009	0.028	0.074

注：括号内标准误为异方差稳健标准误；***、**和*分别代表 p 值小于 0.01、0.05 和 0.1。

⁷ 如果家庭困难，父母无力支付大学费用，子女一般会通过亲友借贷、社会捐助、助学金、国家助学贷款或者勤工助学的方式筹集上学费用。例如，从 1999 年开始实施的国家助学贷款已资助数百万名大学生，中央财政设立的国家奖学金，每年奖励资助 5 万名高校品学兼优的家庭经济困难学生，约占在校生总数的 0.3%。新设立的国家励志奖学金每年将奖励资助约 51 万名学生，约占在校生总数的 3%。高校国家助学金每年将资助约 340 万名家庭经济困难学生，约占在校生总数的 20%，资助面相当于过去的 7 倍。

果,第(1) — (3)列是使用全部样本进行回归分析得到的结果。第(1)列不加入控制变量,第(2)列加入子女和父亲年龄的一次项和二次项,以期控制年龄因素以及其他不可观测因素,第(3)列在前者基础上进一步加入代表子女的性别、户口和省份的控制变量,来验证结果是否稳健。结果显示“父母是否为子女上大学花钱”确实降低了教育的代际弹性,以第(3)列结果为例,父母教育每增加一年,“父母是否支付子女上大学费用”取值为1的子女教育所受父母影响比取值为0的小0.25,也就是说借贷约束确实提高了教育的代际弹性。

然而这个问题只提问了拥有大学(大专或以上)学历的子女,在上面回归中对于所有大学学历以下的样本此变量均取值为0,所以这个变量在所有样本回归结果中所体现的效应可能不仅是借贷约束的作用,也可能体现了以子女教育水平为标准的样本选择的偏差。我们进一步将样本限定为获得大专或以上学历的子女,结果如第(4) — (6)列所示。虽然交叉项的系数仍然为负,但是已不显著,造成这一结果的主要原因是拥有硕士或博士以上学历的比例在样本中仅为0.56%,被解释变量教育年限的取值变化比较小。这几列利用非常有限的教育年限变动提供了稳健性的检验结果,从回归结果中能够看出“父母支付子女上大学费用”会降低教育的代际弹性,借贷约束确实会降低以教育水平衡量的社会流动性。

表3显示了“父母是否支付子女上大学费用”对代际收入弹性影响的估计结果,模型的设定和样本的选择与表2相似。从第(4) — (6)列可以看出父母收入与“父母是否支付子女上大学费用”交叉项的系数显著为负,以第(6)列结果为例,父母支付子女上大学费用的群体其收入的代际弹性低0.37。从上面的分析可以看出,如果父母支付子女上大学费用,不仅会直接对子女的教育产生影响,降低教育的代际传递性,而且还对子女的收入产生影响,降低了收入的代际传递性。造成这种现象的一种可能的解释是,如果父母资助子女上大学,子女在大学时期可以更专注于学习和能力的培养,而不用将精力放在业余兼职等如何取得收入的行为上,这样子女教育水平和收入的获得更加取决于自身的能力而不是家庭的收入水平,从而使得社会流动性增强。

表3 父母支付子女上大学费用对收入代际弹性的影响

	被解释变量:子女家庭收入的对数值					
	所有样本			大学及以上样本		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
父母家庭收入对数	0.1617*** (0.014)	0.1974*** (0.016)	0.1593*** (0.017)	0.4335*** (0.145)	0.5080** (0.202)	0.4044** (0.197)
父母支付子女上大学费用	0.8258 (0.539)	0.7808 (0.623)	0.6056 (0.631)	3.1117* (1.667)	4.3837* (2.297)	4.1341* (2.217)
父母家庭收入对数×父母支付子女上大学费用	-0.0741 (0.053)	-0.0642 (0.061)	-0.0624 (0.061)	-0.3441** (0.152)	-0.4002* (0.208)	-0.3662* (0.201)

(续表)

	被解释变量:子女家庭收入的对数值					
	所有样本			大学及以上样本		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
子女年龄		0.2384*** (0.025)	0.2318*** (0.026)		0.9820*** (0.120)	0.9376*** (0.118)
子女年龄平方		-0.0028*** (0.000)	-0.0028*** (0.000)		-0.0114*** (0.001)	-0.0109*** (0.001)
父亲年龄		0.0405 (0.034)	0.0482 (0.034)		-0.3882*** (0.138)	-0.3970*** (0.143)
父亲年龄平方		-0.0003 (0.000)	-0.0004 (0.000)		0.0027*** (0.001)	0.0027*** (0.001)
子女城市户口			0.2592*** (0.056)			0.6352*** (0.220)
子女男性			-0.0776** (0.039)			-0.0989 (0.143)
省份 dummy			是			是
观测值	14 048	11 259	11 259	1 362	1 202	1 202
R 平方	0.018	0.053	0.075	0.017	0.192	0.247

注:括号内标准误为异方差稳健标准误;***、**和*分别代表 p 值小于 0.01、0.05 和 0.1。

2. 子女 14 岁时的家庭特征对代际流动性的影响

家庭在子女受教育阶段的家庭特征可以部分反映家庭在当时是否容易面临紧的借贷约束。CGSS 2008 年问卷中包含受访者 14 岁时的一些家庭特征,为研究借贷约束对代际流动性的影响提供了数据基础。由于 CGSS 2008 没有询问受访者父亲的收入水平,所以我们主要考察教育水平的代际弹性。

我们定义了三个虚拟变量作为家庭是否受到借贷约束的代理变量:第一个变量为“14 岁以前是否主要居住在城市”,如果取值为 1,表示 14 岁以前子女主要居住于地级市、省会城市、京津沪或者境外地区,否则取值为 0;第二个变量为“14 岁时家庭收入是否处于上 1/3”,如果取值为 1,表示 14 岁时家庭的经济地位在全部人群的上 1/3,否则取值为 0;第三个变量为“14 岁时家庭藏书量是否在 100 本以上”,如果取值为 1,表示 14 岁时家庭的藏书量在 100 本以上,否则取值为 0。这三个变量如果取值为 1,则说明家庭较不容易因为借贷约束而影响到对子女的人力资本投资。我们仍然采用类似的计量策略,分别将这些变量与父亲的教育水平做交叉项,来看这些特征对教育代际弹性的影响,结果如表 4 所示。

从 (1) — (3) 列结果可以看出,无论采用哪种模型设定,交叉项系数都显著为负,即如果子女 14 岁以前主要居住在城市,那么其代际教育弹性要比居住在农村的子女低 0.3 左右。第 (4) — (6) 列报告了“14 岁时家庭经济地位是否处于上 1/3”对教育代际流动性的影响,但是估计结果并不显著。由于该问题是受访者自己对 14 岁时家庭经济地位的主观打分,可能受到小时候认知水平的限制,导致这一变量的衡量不准确。第 (7) — (9) 列报告了

表 4 子女 14 岁时家庭特征对教育代际弹性的影响

	被解释变量:子女教育年限								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
父亲教育年限	0.458*** (0.011)	0.400*** (0.012)	0.366*** (0.012)	0.4610*** (0.011)	0.4235*** (0.012)	0.2897*** (0.012)	0.4701*** (0.013)	0.4380*** (0.016)	0.3022*** (0.015)
父亲教育年限 ×14 岁以前主要 居住在城市	-0.073*** (0.016)	-0.0573*** (0.016)	-0.055*** (0.016)	-0.0085 (0.017)	-0.0031 (0.017)	0.0183 (0.015)	-0.0754** (0.030)	-0.0581* (0.030)	-0.0088 (0.029)
要居住在城市				收入在上 1/3			量 100 本以上		
14 岁以前主要 居住在城市	2.420*** (0.151)	2.397*** (0.153)	1.948*** (0.157)	1.0546*** (0.153)	1.0004*** (0.151)	0.4798*** (0.140)	1.9416*** (0.343)	1.7476*** (0.337)	0.9299*** (0.322)
子女年龄		0.0233 (0.031)	0.0047 (0.029)	子女年龄	0.0448 (0.032)	0.0128 (0.028)	子女年龄	0.0592 (0.043)	0.0394 (0.039)
子女年龄平方		-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	子女年龄平方	-0.0011*** (0.000)	-0.0011*** (0.000)	子女年龄平方	-0.0012*** (0.000)	-0.0012*** (0.000)
父亲年龄		-0.0281 (0.034)	0.0033 (0.032)	父亲年龄	-0.0163 (0.035)	0.0082 (0.031)	父亲年龄	-0.0350 (0.045)	-0.0022 (0.040)
父亲年龄平方		0.0003 (0.000)	0.0001 (0.000)	父亲年龄平方	0.0003 (0.000)	0.0001 (0.000)	父亲年龄平方	0.0004 (0.000)	0.0001 (0.000)
子女城市户口				子女城市户口		2.3650*** (0.089)	子女城市户口		2.4031*** (0.126)
子女男性			1.2206*** (0.080)	子女男性		1.2249*** (0.077)	子女男性		1.1571*** (0.108)
省份 dummy			是	省份 dummy		是	省份 dummy		是
观测值	5 684	5 523	5 523	观测值	5 684	5 523	观测值	2 841	2 762
R 平方	0.393	0.412	0.465	R 平方	0.364	0.517	R 平方	0.362	0.517

注:括号内标准误差为异方差稳健标准误;***、**和*分别代表 p 值小于 0.01、0.05 和 0.1。

“14岁时家庭藏书量是否在100本以上”对教育代际弹性的影响。前面两列的估计系数显著为负，也就是说家庭藏书量在100本以上的家庭的教育代际相关性较小。在加入性别、户口和省份虚拟变量之后，最后一列交叉项的系数变得很小且不显著，这可能是由于家庭藏书量与城乡和地区变量具有较强的相关性所致。综合以上分析可以发现，子女14岁时家庭的特征变量对教育的代际弹性影响还是比较重要的，尤其体现在城乡差异上：居住在城市的孩子资源更丰富，受到借贷约束的可能性较小，所以代际流动性更强。

（三）公共教育支出对社会流动性的影响

上文通过不同的借贷约束代理变量验证了假设一。既然借贷约束会降低代际流动性，那么政府的公共教育支出是否会弥补家庭人力资本投资的不足、降低代际弹性呢？以下将对检验假设二进行验证。

我们将CHARLS 2011年的调查数据与所在市公共教育支出数据进行匹配。由于子女受教育时间不同，为了更加精确地刻画政府教育支出对个人借贷约束的缓解作用，需要使用子女受教育时期当地政府教育支出的数据。我们选取其在7—12岁期间所在城市教育财政支出占GDP的平均比重作为衡量政府公共教育支出大小的代理变量。与人均教育支出相比，这一衡量政府教育支出的方式可以有效地剔除较长时期内教育产品价格变动的影响，同时也体现政府对教育的重视程度。由于财政数据始于1993年，所以我们把样本限于年龄在20—30岁且至少完成小学教育的子女，将公共财政支出数据与其匹配。在20—30岁的样本中，一部分人尚未进入劳动力市场，另一部分已经进入劳动力市场，其收入水平也处于生命周期的较低阶段，所以该样本并不适合估计收入的代际弹性，因此本小节只讨论教育代际传递问题。

表5中第（1）—（3）列汇报了公共教育支出占GDP比重对教育代际传递的影响。第（1）列先不加入控制变量，第（2）列加入子女和父亲年龄的一次项和二次项，第（3）列进一步加入代表子女的性别、户口和所在市的控制变量。由于每个样本上学的时间不同，因此即便是同一个市的样本，其对应的教育支出占比变量的取值也不同，这使得我们可以控制城市dummy，以尽可能消除地区层面遗漏变量的影响。从估计结果可以看出，政府的教育支出占比确实降低了教育的代际弹性，政府教育支出占GDP比重每提高一个标准差（1.1个百分点），教育的代际弹性降低大约0.04，约等于代际弹性平均值的16%。⁸这一显著的经济效果说明，地方政府公共教育支出确实缓解了家庭的借贷约束，弥补了家庭自愿人力资本投资的不足。这与Shi（2012）的结果一致。他利用中国农村教育费用减免的改革研究了家庭内部教育资源分配的“粘蝇纸”效应，发现公共教育支出不会挤出家庭自愿性教育经费的投入，

⁸ 以表5第（1）列为例，教育代际弹性为 $0.3194 - 3.7657 \times 0.017 = 0.2554$ ；当教育支出占比增加一个标准差，教育代际弹性降低 $0.011 \times 3.7657 = 0.0414$ ；等于代际弹性平均值的 $0.0414 / 0.2554 = 16.22\%$ 。

因此对贫困家庭子女有重要的正面效果。

表5 政府教育支出比例对教育代际弹性影响

被解释变量:子女教育年限						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
父亲教育年限	0.3194*** (0.025)	0.3168*** (0.025)	0.2109*** (0.026)	父亲教育年限 0.2953*** (0.020)	0.2944*** (0.020)	0.2054*** (0.019)
父亲教育年限 ×教育支出 GDP占比	-3.7657*** (1.233)	-3.7557*** (1.233)	-2.9946** (1.250)	父亲教育年限 ×教育支出占 比中位数以上 -0.0645** (0.027)	-0.0669** (0.027)	-0.0861*** (0.025)
教育支出 GDP占比	-5.3523 (7.449)	-3.3503 (7.543)	14.0641 (23.803)	教育支出占比 在中位数以上 0.0558 (0.209)	0.1078 (0.210)	0.6370 (0.394)
子女年龄		0.3915 (0.315)	0.3364 (0.301)	子女年龄	0.4717 (0.315)	0.3899 (0.286)
子女年龄平方		-0.0066 (0.006)	-0.0067 (0.006)	子女年龄平方	-0.0081 (0.006)	-0.0077 (0.006)
父亲年龄		0.2298** (0.099)	0.0976 (0.090)	父亲年龄	0.2730*** (0.100)	0.1015 (0.090)
父亲年龄平方		-0.0021** (0.001)	-0.0010 (0.001)	父亲年龄平方	-0.0024*** (0.001)	-0.0010 (0.001)
子女城市户口			3.4048*** (0.135)	子女城市户口		3.3989*** (0.133)
子女男性			0.4245*** (0.089)	子女男性		0.4219*** (0.088)
市 dummy			是	市 dummy		是
观测值	3 603	3 600	3 600	观测值	3 651	3 648
R平方	0.108	0.111	0.368	R平方	0.102	0.371

注:括号内标准误为异方差稳健标准误;***、**和*分别代表 p 值小于0.01、0.05和0.1。

前三列的回归模型同时加入了政府教育支出占比以及该变量和父辈教育的交叉项,而政府教育支出占比的变化较小,很有可能使得上面两变量存在较强的共线性。为了克服这一问题,我们按照政府教育支出占比的中位数定义一个新的变量“公共教育支出占比在上50%”,并将该二值变量与父亲教育年限进行交叉。第(4) — (6)列汇报了使用这个新的交叉变量后的估计结果,与前三列基本一致。表5说明,较高的政府公共教育支出占比降低了教育的代际弹性,或者说增强了社会流动性。

收入较低的父母,通常会在对子女进行人力资本投资的时期面临较紧的借贷约束,从而无法进行最优的人力资本投资,而收入较高的父母并不面临借贷约束。由此可以得到一个推论:如果政府公共教育支出可以缓解家庭的借贷约束,从而降低教育的代际弹性,那么这种降低作用对低收入家庭的影响更大。为了验证这一假设,我们按照父母的收入将样本分为低收入和高收入两类分别进行回归,回归结果如表6所示。通过每两列结果的对比可以发现,政府公共教育支出确实在更大程度上降低了低收入家庭的代际教育弹性。为了更直观地表示这一关系,我们将收入划分成十个组群,在一个回归中估

计出这十个组群各自的政府公共教育支出对代际教育弹性的降低作用，然后将估计值及其 95% 置信区间绘制在图 1 中。图 1 显示了公共教育支出的异质性影响，其中受益较大且在统计上显著的是低收入的那些组群。对收入处于前 30% 的家庭而言，公共教育支出的作用不再显著。

表 6 政府教育支出对不同收入阶层的代际教育弹性的影响

	被解释变量：子女教育年限					
	(1) 父母低收入	(2) 父母高收入	(3) 父母低收入	(4) 父母高收入	(5) 父母低收入	(6) 父母高收入
父亲教育年限	0.2592*** (0.028)	0.3051*** (0.028)	0.2500*** (0.030)	0.3134*** (0.028)	0.2048*** (0.029)	0.2038*** (0.028)
父亲教育年限 × 教育支出占比中位数以上	-0.0752** (0.038)	-0.0492 (0.040)	-0.0785** (0.038)	-0.0527 (0.040)	-0.1019*** (0.037)	-0.0793** (0.038)
教育支出占比在中位数以上	0.1130 (0.271)	0.0862 (0.327)	0.1513 (0.275)	0.1852 (0.327)	0.8159 (0.550)	0.5555 (0.570)
子女年龄			是	是	是	是
子女年龄平方			是	是	是	是
父亲年龄			是	是	是	是
父亲年龄平方			是	是	是	是
子女城市户口					是	是
子女男性					是	是
市 dummy					是	是
观测值	1905	1746	1902	1746	1902	1746
R 平方	0.077	0.105	0.082	0.114	0.341	0.421

注：括号内标准误为异方差稳健标准误；***、**和*分别代表 p 值小于 0.01、0.05 和 0.1。

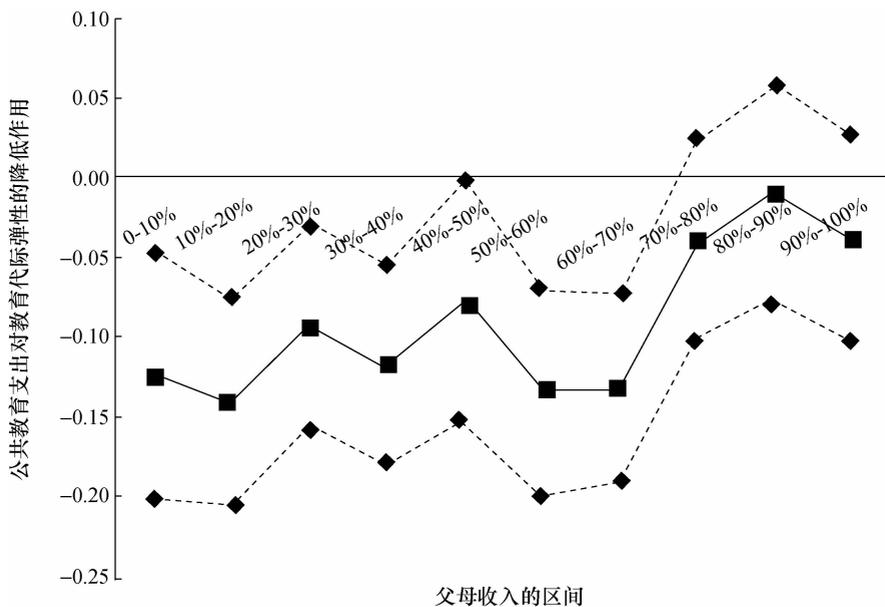


图 1 政府教育支出对不同收入阶层的代际教育弹性的影响

注：估计方程采用表 5 中的第 (6) 列所采用的形式。

五、结论与政策建议

中国社会目前不仅面临收入差距扩大带来的问题,而且还承受着社会流动性减弱所带来的收入差距和阶层固化的风险,所以研究代际传递的机制及其应对策略显得尤为重要。本文立足于人力资本代际传递理论,讨论了借贷约束对社会流动性的可能影响,以及政府公共教育支出的可能作用,然后利用数据进行了实证检验。通过多个维度对借贷约束的衡量以及其对社会流动性的影响效果可以看出,借贷约束确实提高了中国居民收入和教育的代际弹性,降低了社会流动性,而政府的公共教育支出缓解了家庭层面人力资本投资的不足,从而提高了教育水平的代际流动性。

本文关于借贷约束和社会流动性关系的研究,揭示了通过公共教育投资抑制社会阶层固化的机制,具有重要的政策含义。1993年,中央发布的《中国教育改革和发展纲要》提出,国家财政性教育经费支出占GDP的比例要达到4%,但这一目标长时期未能实现。近年来,这一比例不断上升,2010年达到3.66%,2011年为3.93%,2012年终于超过4%,达到4.28%。要缓解中国目前社会流动性下降的趋势,需要进一步加大政府对教育的公共投入,以缓解贫困家庭的借贷约束,弥补家庭自愿人力资本投资的不足,从而促进社会流动。另外,还应该进一步打破垄断和行业分割,放开教育管制,扩大社会办学的力度,同时推进劳动力市场改革,防止权力在代际间的继承以及对就业机会的干预。

参考文献

- [1] Becker, G., and N. Tomes, "An Equilibrium Theory of the Distribution of Income and Intergenerational Mobility", *Journal of Political Economy*, 1979, 1153—1189.
- [2] Becker, G., N. Tomes, "Human Capital and the Rise and Fall of Families", *Journal of Labor Economics*, 1986, 4(3), S1—39.
- [3] Behrman, J., and P. Taubman, "Intergenerational Earnings Mobility in the United States: Some Estimates and A Test of Becker's Intergenerational Endowments Model", *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 144—151.
- [4] Bjorklund, A., and J. Markus, "Intergenerational Income Mobility in Sweden Compared to the United States", *American Economic Review*, 1997, 87, 1009—1018.
- [5] Brown, P., and A. Park, "Education and Poverty in Rural China", *Economics of Education Review*, 2002, 21(6), 523—541.
- [6] Chadwick, L., and G. Solon, "Intergenerational Income Mobility among Daughters", *American Economic Review*, 2002, 335—344.
- [7] Chen, Y., and F. Cowell, "Mobility in China", Suntory and Toyota International Centres for Economics and Related Disciplines, No. 18. LSE, 2013.

- [8] Chetty, R., N. Hendren, P. Kline, and E. Saez, "Where Is the Land of Opportunity? The Geography of Intergenerational Mobility in the United States", No. w19843, National Bureau of Economic Research, 2014.
- [9] Corak, M., and A. Heisz, "The Intergenerational Earnings and Income Mobility of Canadian Men: Evidence from Longitudinal Income Tax Data", *Journal of Human Resources*, 1999, 504—533.
- [10] Currie, J., and E. Moretti, "Mother's Education and the Intergenerational Transmission of Human Capital: Evidence from College Openings", *The Quarterly Journal of Economics*, 2003, 118 (4), 1495—1532.
- [11] Deng, Q., B. Gustafsson, and S. Li, "Intergenerational Income Persistence in Urban China", *Review of Income and Wealth*, 2013, 59(3), 416—436.
- [12] Fan, Y., J. Yi, and J. Zhang, "Intergenerational Mobility in China: Patterns and Determinants", Working Paper, 2013.
- [13] Golley, J., and S. Kong, "Inequality in Intergenerational Mobility of Education in China", *China & World Economy*, 2013, 21(2), 15—37.
- [14] Gong, H., A. Leigh, and X. Meng, "Intergenerational Income Mobility in Urban China", *Review of Income and Wealth*, 2012, 58(3), 481—503.
- [15] Holmlund, H., M. Lindahl, and E. Plug, "The Causal Effect of Parents' Schooling on Children's Schooling: A Comparison of Estimation Methods", *Journal of Economic Literature*, 2011, 49(3), 615—651.
- [16] Lucas, R., and S. Kerr, "Intergenerational Income Immobility in Finland: Contrasting Roles for Parental Earnings and Family Income", *Journal of Population Economics*, 2013, 26 (3), 1057—1094.
- [17] Mayer, S., and L. Lopoo, "Government Spending and Intergenerational Mobility", *Journal of Public Economics*, 2008, 92(1), 139—158.
- [18] Meng, X., and G. Zhao, "The Intergenerational Effect of the Chinese Cultural Revolution on Education", Working Paper, 2013.
- [19] Mulligan, C., *Parental Priorities and Economic Inequality*. University of Chicago Press, 1997.
- [20] Oreopoulos, P., M. Page, and A. Stevens, "The Intergenerational Effects of Compulsory Schooling", *Journal of Labor Economics*, 2006, 24(4), 729—760.
- [21] Piketty, T., "Theories of Persistent Inequality and Intergenerational Mobility", *Handbooks in Economics*, 2000, 16, 429—476.
- [22] Piraino, P., "Comparable Estimates of Intergenerational Income Mobility in Italy", *The BE Journal of Economic Analysis & Policy*, 2007, 7(2).
- [23] Plug, E., and W. Vijverberg, "Schooling, Family Background, and Adoption: Is It Nature or Is It Nurture?", *Journal of Political Economy*, 2003, 111(3), 611—641.
- [24] Sato, H., and S. Li, "Class Origin, Family Culture, and Intergenerational Correlation of Education in Rural China", IZA Discussion Papers, 2007, No. 2642.
- [25] Shi, X., "Does An Intra-household Flypaper Effect Exist? Evidence from the Educational Fee Reduction Reform in Rural China", *Journal of Development Economics*, 2012, 99(2), 459—473.
- [26] Solon, G., "Intergenerational Income Mobility in the United States", *American Economic Review*, 1992, 82, 393—408.
- [27] Solon, G., "A Model of Intergenerational Mobility Variation over Time and Place", in Corak, M. (eds.), *Generational Income Mobility in North America and Europe*, 2004.

- [28] Uchida, E., S. Rozelle, and J. Xu., “Conservation Payments, Liquidity Constraints and Off-farm Labor: Impact of the Grain for Green Program on Rural Households in China”, *American Journal of Agricultural Economics*, 2009, 91(1), 70—86.
- [29] Wang, S., “Credit Constraints, Job Mobility, and Entrepreneurship: Evidence from A Property Reform in China”, *Review of Economics and Statistics*, 2012, 94(2), 532—551.
- [30] Xie, Y., and X. Zhou, “Income Inequality in Today’s China”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2014, 111(19), 6928—6933.
- [31] Yuan, Z., and L. Chen, “The Trend and Mechanism of Intergenerational Income Mobility in China: An Analysis from the Perspective of Human Capital, Social Capital and Wealth”, *The World Economy*, 2013, 36(7), 880—898.
- [32] Zhong, H., “Does Education Expansion Increase Intergenerational Mobility?”, *Economica*, 2013, 80(320), 760—773.
- [33] Chen, L., and D. Cheung, “Intergenerational Mobility in China: Food Consumption Persistence and Income Persistence”, *South China Journal of Economics*, 2014, 3, 52—65. (in Chinese)
- [34] Li, L., and G. Zhou, “Intergenerational Transmission and Social Mobility in China: An Analysis of Income, Occupation, Education and Political Status”, *Zhejiang Social Sciences*, 2014, 5, 11—22. (in Chinese)
- [35] Wang, H., “The Intergenerational Mobility of Chinese Residents’ Income”, *Economic Science*, 2005, 2, 18—25. (in Chinese)
- [36] Xu, X., and J. Liu, *The General Theory of Sociology*. Dongbei University of Finance & Economics Press Co., Ltd., 2011. (in Chinese)

Family Credit Constraint, Public Education Expenditure, and Social Mobility in China

LIXING LI GUANGSU ZHOU*
(Peking University)

Abstract Human capital investment is an important way to break social immobilization. However, credit constraint prohibits families from optimally investing in children’s human capital, which could strengthen the intergenerational transmission of human capital and income. Using data from CHARLS 2011 and CGSS 2008, this paper provides evidence on the impact of credit constraint on intergenerational mobility of income and education. By matching with public education expenditure data, we find that public education expenditure alleviates the credit constraint problem faced by poor families, and thus generates a positive effect on social mobility of education.

JEL Classification D63, I28, J62

* Corresponding Author: Guangsu Zhou, National School of Development, Peking University, No. 5, Yiheyuan Road, Haidian District, Beijing, 100871, China; Tel: 86-15801363830; E-mail: zhouguangsu@126.com.