

环境监管的长期收益 ——基于人力资本积累的研究

郭月梅 薛景文 向科谚*

摘 要：本文基于我国“两控区”政策的实施，从个体人力资本积累视角考察了环境监管的长期收益。主要结果显示，个体早期所在地区加强环境监管能够显著提高其在青年时期的人力资本积累水平。家庭经济禀赋更差的个体获得的人力资本回报更高。改善个体健康与增加父母对子女的照料和陪伴是环境监管具有长期人力资本收益的重要机制。本文结论不仅为认识我国环境监管的经济收益提供了新的证据，也为我国后续完善环境治理提供了证据支持。

关键词：人力资本积累；长期收益；环境监管

DOI：10.13821/j.cnki.ceq.2025.03.15

一、引 言

平衡好环境保护和经济增长之间的关系一直是政策制定者关心的重大问题，对于环境问题尚未得到根本缓解的我国而言这一问题尤其重要。然而，关于环境监管的经济收益却一直存在争议。反对观点认为环境监管虽然有助于降低污染水平，改善公众健康，带来一定的健康收益(Greenstone and Hanna, 2014; Balakrishnan and Tsaneva, 2023)，但同时也会因加重经营成本抑制企业生产率的提高，引发劳动力失业(Liu et al., 2021; 谢强和封进, 2023)，最终损害经济发展和社会稳定。出于上述担忧，我国不少地方政府缺乏全面执行和落实环境监管政策的动力，致使许多环境政策未能有效落地(Jia, 2024)。因此，进一步探讨环境监管的经济收益对于全面推进美丽中国建设，加快推进人与自然和谐共生的现代化至关重要。

人力资本积累不仅关乎个人成就，而且与一国经济可持续增长密切相关。本文从个体人力资本积累视角考察了环境监管的长期收益，为环境监管的经济收益提供新的证据支持。研究表明，发展中国家有超过 2 亿名 5 岁以下的儿童因健康状况不佳、贫困、营养不良等原因未能充分发挥自身潜能，致使长期发展受限(Huang and Liu, 2023)，而遭受严重的环境污染和掉入环境贫困陷阱是导致上述结果的一个重要原因。考虑到早期生活环境和成长经历会对个体长期发展产生影响(Almond et al., 2018)，因此，加强环境监

* 郭月梅，中南财经政法大学财政税务学院；薛景文，江西财经大学财政税务学院；向科谚，西南财经大学经济学院。
通信作者及地址：薛景文，江西省南昌市昌北国家经济技术开发区双港东大街 169 号，330013；电话：19047916118；
E-mail: jwxue0213@163.com。本文研究得到江西省自然科学基金青年项目(20242BAB20014)的资助。作者感谢匿名审稿专家的宝贵意见。当然，文责自负。

管,改善儿童时期的环境质量可能有助于充分释放儿童潜力,促进其长期人力资本积累,带来超越短期健康收益的长期经济效益。遗憾的是,现有研究尚未对这一问题予以足够的关注,这不仅不利于我们全面总结和评估我国环境监管政策的成效,也不利于为后续制定和落实环境监管政策提供激励。

利用中国家庭追踪调查 2018 年数据和“两控区”政策的实施,我们构建了一个队列双重差分模型,检验了个体早期所在地区经历环境监管对其青春期的影响。主要研究结果显示,“两控区”政策的实施使得受影响较大群体获得高中和大学学历的概率分别提高了 4.3 个和 3.7 个百分点,说明环境监管具有超越短期健康收益的长期经济效益。同时,个体早期所在地区经历“两控区”环境监管还显著提高了其青春期的认知能力。异质性分析结果显示,环境监管对不同性别个体教育成就的影响并不存在显著差异,家庭经济禀赋较差个体的教育成就从环境监管中获益更大,意味着我国环境监管还有助于降低社会不平等。此外,“酸雨控制区”相比“二氧化硫控制区”对个体长期教育成就的促进作用更大。机制检验结果显示,改善个体健康水平与增加父母对子女的早期照料和陪伴是环境监管产生长期人力资本收益的重要渠道。

我们的队列双重差分模型识别结果一致性面临着三个方面的担忧:一是本文观察到的结果可能是由早期出生队列中预先存在的趋势所驱动的,而非“两控区”政策实施的结果;二是“两控区”政策在不同地区的实施可能与影响个体人力资本积累的混淆因素相关;三是由于空气具有流通性,“两控区”的大气治理效应不仅会影响“两控区”实施地区出生的个体,还会影响相邻非“两控区”地区出生的个体,即存在地理空间的溢出效应,从而违背双重差分模型估计的 SUTVA 假设。为此,我们从四个方面解决以上担忧:首先,我们的事件分析结果表明在早期出生队列中没有预先存在的趋势;其次,我们控制了一系列影响当地是否成为“两控区”实施地点的因素和出生年份的交互固定效应,发现结果没有变化;再次,我们还排除了同期其他干扰政策和因素的影响,表明本文结果不太可能受到混淆因素的影响;最后,我们提供的证据表明,即使考虑地理空间溢出效应,本文结果也不会发生改变。

本文的贡献主要体现在以下三个方面。第一,从人力资本积累的视角考察了环境监管政策的长期影响,为认识环境监管的经济收益提供了新的证据。既有文献主要在企业层面探讨环境监管的影响,如生产率(盛丹和张国峰,2019)、劳动力需求(Liu et al., 2021)、资本投资(严兵和郭少宇,2022)等。也有部分文献关注环境监管对个人健康与死亡率(Greenstone and Hanna, 2014; Tanaka, 2015; Ebenstein et al., 2017; Balakrishnan and Tsaneva, 2023)的改善作用。但这些研究都只考察了环境监管的短期经济收益,本文为认识环境监管的长期经济收益提供了新的证据,为我们进一步理解环境监管的成本与收益提供了新的视角,有助于为我国乃至其他发展中国家进一步完善环境监管体系、加大环境监管力度提供激励。

第二,丰富了早期健康干预与个体长期发展的研究。以往研究关注了传染病防治(Bütikofer and Salvanes, 2020; 林友宏, 2021; Atwood, 2022)、医疗保险(Huang and Liu, 2023)和健康护理(吴贾等, 2021)等早期健康干预对个体长期发展的影响,但忽略了

环境监管带来的健康干预的作用,本文研究对此进行了有益补充。尤为重要的是,我们的事件分析法还揭示了早期健康干预的合适年龄,表明针对产前和5岁以下儿童进行干预能够获得更大的回报,这与既有人力资本理论的分析相符(Heckman, 2007; Cunha and Heckman, 2007),为后续开展类似的公共政策干预提供了借鉴。

第三,全面分析与检验了环境监管对个体长期人力资本积累影响的内在机制,为理解早期政策干预如何影响个体长期发展提供了经验证据。受限于数据,现有考察早期干预对个体长期发展的研究对内在机制的检验十分有限(Almond et al., 2018; Huang and Liu, 2023),本文对机制的检验也有助于理解其他早期政策干预影响个体长期发展的内在机制。

二、理论分析

生命早期成长环境会对个体长期发展产生重要影响已成为学术界的共识(Almond et al., 2018)。环境监管也会影响个体的早期成长环境,进而可能对其长期人力资本积累产生影响。具体地,我们认为环境监管可能通过四种渠道改变个体早期生活环境,进而对个体长期人力资本积累产生正负两个方向的影响。

正向影响有三个渠道。一是提升个体早期生活环境质量,改善个体健康水平。大量研究表明,空气污染会对个人身心健康造成负面影响,如增加肥胖概率(Deschenes et al., 2020)、提高患呼吸道疾病和心血管疾病的风险(Chen et al., 2024)、损害个体心理健康等(Balakrishnan and Tsaneva, 2023)。“两控区”政策有效发挥了遏制二氧化硫排放、改善当地大气质量的作用。因此,“两控区”政策实施有助于改善个体早期的生活环境,提高其健康水平。而早期健康的改善对个体长期人力资本积累具有重要的促进作用(Currie and Almond, 2011)。

二是增加父母收入,改善家庭经济条件。家庭经济条件是影响个体长期发展的重要因素,高收入的家庭能够为子女提供更好的学习资源和成长环境,从而提高子女教育成就(Akee et al., 2010; Barr et al., 2022)。波特效应强调,环境监管能够实现生态保护和经济增长的双重红利(Porter and Linde, 1995)。其中,经济增长红利的实现主要源于环境监管能够“倒逼”企业提高创新水平和生产率,以覆盖环境监管带来的额外生产成本。既有文献也发现我国环境监管能够实现波特效应,提高企业和地区生产率(金刚和沈坤荣, 2018)。而企业生产率的提高,一方面有助于通过规模效应扩大劳动需求,进而通过增加劳动力就业的方式增加父母收入;另一方面,企业生产率的提高也意味着公司租金的增加,在职劳动力可能通过增加工资收入的形式从企业生产率提高增加的租金中获益(Pissarides, 2009)。

三是增加父母对子女(个体)的照料和陪伴,从而促进个体长期人力资本积累。父母良好的身心健康状态是照料和陪伴子女的重要基础。然而,空气污染可能会损害父母的身心健康,导致父母减少对子女的照料和陪伴,环境监管则可能通过改善父母身心健康,增加其对子女的照料和陪伴。此外,来自心理学与医学领域的研究表明,长期暴露于污染的空气中还会导致人体的皮质醇和肾上腺素上升,降低人的耐心程度,并诱发狂躁情

绪(Rider and Carlsten, 2019; Sager, 2019),可能导致父母减少对子女的照料和陪伴。而父母在子女成长早期给予子女充足的照料和陪伴不仅对于构建良好的亲子关系、帮助子女塑造健康人格与习惯具有重要意义,也对子女长期发展至关重要(Wang et al., 2023)。环境监管则可能通过减少父母在污染空气中的暴露水平,改善其情绪,增加其对子女的照料和陪伴,进而促进子女的长期人力资本积累。

然而,并非所有研究都指向环境监管有助于促进个体长期人力资本积累的方向。正如前文所述,理论上,环境监管对个体长期人力资本积累的影响存在两个方向,除正向促进作用外,还存在负向抑制的作用。

这种负向抑制作用是环境监管对个体长期人力资本积累影响的第四个渠道,主要源于环境监管可能降低父母收入,恶化家庭经济条件。虽然我们在前文阐述了环境监管政策可能通过提高企业生产率增加当地家庭收入的可能,但波特效应的实现并不容易,环境监管力度加剧带来的成本增加还可能抑制企业生产经营,甚至导致企业关停、倒闭、迁移,从而降低企业生产规模、减少企业劳动力需求(Wang et al., 2018; Liu et al., 2021; 谢强和封进, 2023)。这些负面结果的产生会同时增加当地劳动力失业和工资降低的风险,进而降低当地家庭的收入,不利于子女长期人力资本积累。

综上所述,个体早期经历“两控区”政策实施导致的环境监管力度增强会如何影响其青春期人力资本积累并不明确,后文我们将通过实证分析进行检验。

三、研究设计

(一) 识别策略

借鉴 Duflo(2001)、Chen et al.(2020)的思路,我们构建如下队列双重差分模型检验“两控区”政策的长期人力资本收益:

$$Y_{i,c,p,t} = \alpha + \beta(Treat_{c,p} \times Post_t) + \gamma X_{i,c,p} + \zeta_c + \delta_{p,t} + \theta + \vartheta + \epsilon_{i,c,p,t}. \quad (1)$$

模型(1)中,下标 i 、 c 、 p 、 t 分别表示个体、出生区县、省份和出生年份。被解释变量 $Y_{i,c,p,t}$ 是衡量个体人力资本积累的一系列变量。 $Treat_{c,p}$ 和 $Post_t$ 两个变量的交互项构成了我们队列双重差分模型的核心解释变量,下文对其定义进行了详细说明。 $X_{i,c,p}$ 是个体层面的基本特征变量,包括民族、性别和户口。 ζ_c 、 $\delta_{p,t}$ 分别是区县固定效应和省份 $\times$ 出生年份交互固定效应。我们还在模型中加入了样本调查月份固定效应 θ 和访问员固定效应 ϑ ,主要是因为:一方面,由于本文使用的数据 CFPS 大多是在暑假开展数据采集工作^①,而暑假正是入学前夕,如果不加入调查月份固定效应可能导致对个体教育成就的考察存在偏误;另一方面,由于不同访问员测量风格可能有所不同,加入访问员固定效应有助于控制这类差异对结果的影响^②。 $\epsilon_{i,c,p,t}$ 是随机误差项。由于核心解释变量是在区县和

① 从 CFPS 2018 个人原始数据可知,7、8 月份访谈的样本占比超过 80%。

② 即使不加入访问员固定效应,本文结论也依然成立。

出生年份层面上发生变化,为此我们参考 Brandt et al.(2017)的做法,在区县-出生年份对上对标准误进行聚类估计,以获得更加稳健的估计结果。

(二) 数据来源

本文基准回归使用的数据主要有两个来源:一是由北京大学中国社会科学调查中心实施并发布的中国家庭追踪调查(China Family Panel Studies, CFPS)数据。出于如下两点原因,我们使用 CFPS 2018 年数据进行研究。其一,由于本文主要关注 1998 年“两控区”政策的长期人力资本收益,与 2018 年相隔 20 年,政策实施前后出生的个体按照年龄计算已基本完成高中教育,部分正在读大学,这为我们检验政策对个体教育成就的影响提供了机会。其二,2019 年年末新冠疫情席卷全球,对个体健康造成了巨大影响,使用 2020 年后的数据可能导致我们的识别模型存在较多的混淆因素。

二是国务院公布的“两控区”实施地点名单。1998 年 1 月,国务院印发了《国务院关于酸雨控制区和二氧化硫污染控制区有关问题的批复》(国函[1998]5 号),其附件包含了全部酸雨控制区和二氧化硫污染控制区的名单,我们据此作为“两控区”的实施范围。

(三) 核心变量构建

1. 被解释变量

我们主要使用个体教育成就衡量其人力资本积累。具体地,我们分别使用个体已取得高中学历或正读高中、已取得大学学历或正读大学衡量个体的教育成就。如果个体已取得高中(大学)学历或正读高中(大学),那么我们便将其视为拥有高中(大学)学历,赋值为 1,否则赋值为 0。我们在此将正读高中或大学的个体也视为拥有高中或大学学历的人群。这是因为:一方面,由于“两控区”实施时间距离 2018 年仅有 20 年,这意味着 1998 年左右出生的大部分个体在 2018 年刚进入大学校园但尚未完成大学教育,甚至少数个体仍处在高中学习阶段;如果我们只根据个体是否已经取得高中或者大学学历衡量其教育成就,容易导致对个体教育成就的度量误差。另一方面,我国高中和大学基本都是“严进宽出”模式,个体如果能够考入高中或者大学,几乎都可以取得高中或者大学学历。当然,在稳健性检验中,我们也仅使用正式取得高中或者大学学历衡量个体的教育成就,结果不变。

此外,我们还使用认知能力进一步衡量个体的人力资本积累水平。我们使用 CFPS 2018 年调查记录的个体字词测试分数、数学测试分数和两项测试得分均值进行衡量。分数越高,个体认知能力越强。

2. 解释变量

本文核心解释变量是 $Treat_{c,p}$ 和 $Post_t$ 的交互项。如果个体出生区县属于“两控区”划定范围,则 $Treat_{c,p}$ 赋值为 1,否则赋值为 0。需要注意的是,在官方划定的“两控区”实施地区名单中,既有城市也有区县,为此我们统一按照区县一级进行处理,如果一个城市被划定为“两控区”实施地区,那么其下属的所有区县都属于“两控区”实施地区。

我们根据“两控区”实施时个体的年龄对 $Post_t$ 变量进行设定。虽然空气污染对所有

年龄段的个体都会产生影响,并不存在一个明显是否受影响的年龄分界点,但是我们依然可以将“两控区”实施时 5 岁及以下的个体视为受影响更大的队列。这是因为:一方面,基于生命周期动态分析框架的人力资本理论认为,对学龄前儿童进行干预会产生更大的回报率(Currie and Almond, 2011)。正是基于上述原因,在既有大量无法明确判断受政策影响的年龄“断点”的文献中,基本都采用 5 岁作为区分是否属于受政策影响的队列的年龄(Almond et al., 2018; Akbulut-Yuksel et al., 2022; Huang and Liu, 2023)。

另一方面,来自医学的研究表明,出于以下三个方面的原因,6 岁以下儿童受空气污染的影响更大(Perera and Nadeau, 2022)。第一,与青少年和成年人相比,6 岁以下儿童的肺、免疫系统和大脑等器官和系统还处在快速发育阶段,用于化学物质解毒、修复 DNA 损伤和提供免疫保护的生物防御机制尚不成熟,受污染物引发的炎症和其他疾病的伤害更大。第二,6 岁以下儿童肺部表面积相比体重更大,呼吸速度也更快,吸入的污染物也相对更多。第三,6 岁以下儿童尚未入学,户外活动时长更多,加之生活空间更接近地面这一空气污染浓度最高的空间。因此,我们认为,6 岁以下儿童从防治空气污染的环境监管政策中获益也将更大。

另外,考虑到空气污染会穿过子宫对胎儿生长造成负面影响,因此我们参考 Huang and Liu(2023)的做法,将“两控区”实施时—1—5 岁^①(1993—1999 年出生)的个体视为受政策影响较大的队列,将在“两控区”实施时 6 岁及以上的个体视为受政策影响较小的队列。为兼顾政策实施前后队列的可比性,我们将“两控区”实施时处于 6—15 岁(1983—1992 年出生)的个体视为“两控区”实施前的队列,即受影响较小的队列。

值得说明的是,由于 5 岁只是区分受“两控区”政策实施影响较大和较小队列的年龄,而非绝对是否受影响的年龄临界点,5 岁以上个体也可能受到“两控区”实施导致的环境监管力度增强的影响,或因溢出效应受到 5 岁及以下个体人力资本积累的间接影响。因此,在我们对受影响队列的划分策略下,模型(1)估计的“两控区”实施导致的环境监管力度增强对个体人力资本积累的影响应该被视为真实结果的下限。

3. 控制变量

与众多考察早期冲击对个体长期发展的文献一致,为避免“坏的控制变量”对结果可能造成的偏误,我们仅在模型(1)中加入了民族、性别和 3 岁时户口类型三个变量(Chen et al., 2020; 何凡等, 2025)。^②

(四) 数据处理与描述性统计结果

我们根据 CFPS 公布的个人出生区县名称将 CFPS 2018 年数据和是否为“两控区”试点区县名单数据进行匹配合并。匹配完后,为确保数据质量,我们进一步对数据做了如下处理:第一,为确保我们的结果不受人口迁移的影响,我们剔除了个人现居住地和出生地、3 岁和 12 岁居住地不一致的样本。第二,仅保留出生年份为 1983—1999 年的样

① —1 岁指的是在“两控区”实施时处在孕期的胎儿。

② 我们也加入了父母教育程度变量进行检验,发现结论不变。感谢审稿专家的宝贵意见。

本,因为这部分样本正好是在 1998 年为-1 到 15 岁的个体,是本文的主要研究对象。第三,剔除关键变量存在缺失的样本。以高中学历数据为例,最终我们获得了 5 567 个有效观测样本。需要说明的是,在后文估计中,由于不同因变量的缺失程度存在差异,因此其样本量也有所不同。表 1 总结了本文使用的主要变量的定义和描述性统计结果。

表 1 主要变量定义与描述性统计结果

变量	定义	样本量	标准差	最小值	最大值
核心解释变量					
实验组与控制组虚拟变量	出生地属于“两控区”=1,否则=0	5 567	0.478	0	1
是否属于受影响队列	“两控区”实施时-1—5 岁=1,6—15 岁=0	5 567	0.450	0	1
被解释变量:教育成就变量					
高中学历	已取得高中学历或正读高中=1,否则=0	5 567	0.495	0	1
大学学历	已取得大学学历或正读大学=1,否则=0	5 475	0.487	0	1
被解释变量:认知能力变量					
数学测试得分	认知能力测试中的数学测试得分	3 266	5.888	0	24
字词测试得分	认知能力测试中的字词测试得分	3 266	7.871	0	34
两项测试得分	数学测试得分和字词测试得分的均值	3 266	6.232	0	29
控制变量					
民族	汉族=1,否则=0	5 567	0.233	0	1
性别	男性=1,女性=0	5 567	0.500	0	1
户口	3 岁时为非农户口=1,否则=0	5 567	0.245	0	1

注:由于本文使用了 CFPS 限制数据,应 CFPS 要求,隐去描述性统计中的均值信息。

四、实证结果分析

(一) 基准结果:对个体教育成就的影响

表 2 报告了环境监管对个体长期教育成就影响的估计结果,也是本文的基准结果。结果显示,核心解释变量 $Treat \times Post$ 的系数始终显著为正,表明个体早期经历“两控区”政策实施显著提高了其青春期获得高中和大学学历的概率,环境监管具有显著的长期人力资本收益。除统计意义外,本文结果还具有十分显著的经济意义。以列(3)为例,平均而言,“两控区”政策的实施使得受影响较大群体获得高中和大学学历的概率分别提高了 4.3 个和 3.7 个百分点,相当于平均水平的 7.52%和 9.56%。这一结果介于国家中西部农村初中校舍改造工程(亢延锟等,2023)和农村中小学远程教育工程(Bianchi et al., 2022)对个体长期教育成就的影响大小之间,表明本文结果具有显著的经济意义。

表 2 基准结果

	(1)	(2)	(3)
Panel A: 被解释变量: 高中学历			
$Treat \times Post$	0.040** (0.016)	0.040** (0.016)	0.043** (0.018)
样本量	5 567	5 567	5 567
R ²	0.336	0.346	0.424
Panel B: 被解释变量: 大学学历			
$Treat \times Post$	0.034* (0.018)	0.034** (0.017)	0.037** (0.019)
样本量	5 475	5 475	5 475
R ²	0.308	0.322	0.410
控制变量	否	是	是
区县 FE	是	是	是
省份×出生年份 FE	是	是	是
调查月份 FE	否	否	是
访问员 FE	否	否	是

注:括号内为在区县-出生年份对层面聚类估计的稳健标准误。*、**、***分别表示在10%、5%和1%水平下统计显著。下同。

进一步,我们采用事件分析法考察了“两控区”实施导致的环境监管力度增强对个体长期教育成就影响的动态效应。为更加清晰地展示事件分析法的估计结果,我们参考Huang and Liu(2023)的做法,将2个出生年份群组合并为1个队列进行回归。^①图1结果显示,对于“两控区”实施时个体已经处于5岁以上年龄的队列,不同城市个体获得高中学历和大学学历的概率并不存在显著差异。而随着个体在政策实施时年龄变小,那些在“两控区”划定地区出生个体获得高中学历和大学学历的概率也出现了明显提高。这一结果表明,本文队列双重差分模型满足平行趋势假设,且政策对个体长期人力资本积累的影响具有持久性的影响。

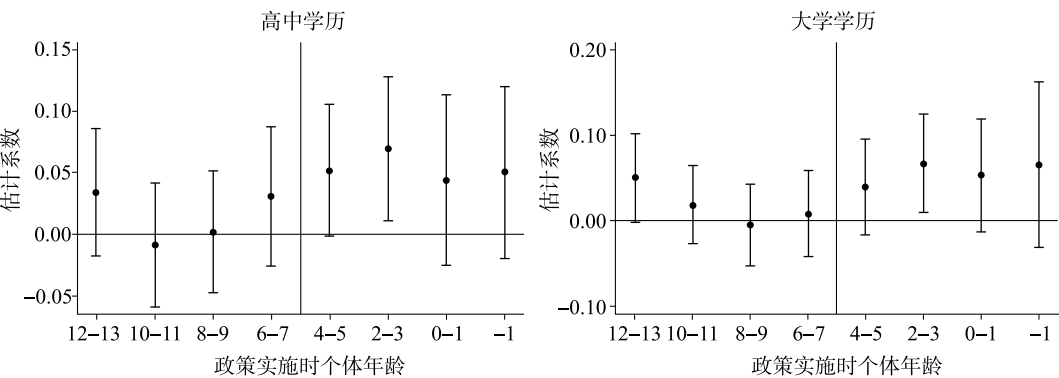


图 1 基准结果动态效应

注:图中报告的置信区间为90%水平。参照年龄段为14—15岁,为增强图形的美观性,我们没有在图中进行展示。

① 这一做法不会改变动态双重差分的结果和动态趋势,其目的主要是为了图形更加美观和直接。

（二）对个体认知能力的影响

我们进一步利用模型(1)考察了环境监管对个体认知能力的影响。表3结果显示,总体而言,“两控区”政策实施导致的环境监管力度增强显著提高了个体的认知能力,再次表明增强环境监管具有显著的长期人力资本收益。从经济意义上看,受影响较大群体的数学测试得分和认知能力测试得分均值因“两控区”政策实施分别提高了0.774分和0.494分,相当于平均水平的6.65%和2.67%。

表3 对长期认知能力影响的估计结果

被解释变量	数学测试得分 (1)	字词测试得分 (2)	两项测试得分均值 (3)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.774** (0.311)	0.214 (0.350)	0.494* (0.287)
样本量	3 266	3 266	3 266
R ²	0.468	0.474	0.498

注:本表所有列都已经控制了所有控制变量和固定效应。下同。

（三）异质性分析

1. 性别差异

考察早期冲击对不同性别个体影响的异质性一直是经济学家关注的重点。一种观点认为,婴幼儿时期男性的身体素质相比女性更弱,更易受到疾病、污染等不利健康冲击的负面影响(Venkataramani, 2012; Almond et al., 2018),因而其从有利于改善健康的环境监管冲击中获益也将更大。另一种观点认为,在发展中国家,尤其是在中国这一重男轻女较为严重的国家,女性的教育机会相比男性更差(吴愈晓, 2012),因此其从早期人力资本干预政策中获得的回报率可能更高。由此可见,理论上“两控区”政策实施对不同性别长期人力资本积累影响存在何种差异并不明确。为此,我们将全样本按照性别划分为两类,分别参照模型(1)进行回归。图2结果显示,“两控区”政策实施对男性和女性获得高中学历和大学学历的概率都具有正向影响,但差异较小。这一结果表明,环境监管的长期人力资本积累效应并不存在性别差异。

2. 经济禀赋差异

与经济条件更好、生活环境更加优越的家庭相比,经济禀赋更差的个体由于资源不足,承担外部不利冲击的能力更弱,因此其从早期健康环境改善项目中的获益也将更大,从而有助于改善社会不平等(Bütikofer and Salvanes, 2020)。为检验这一猜测,我们从微观家庭和宏观地区两个层面衡量个体的经济禀赋。一是家庭背景。我们将父亲学历在初中及以上的家庭视为经济禀赋较好家庭,否则视为经济禀赋较差家庭(何凡等, 2025)。二是地区经济发展水平。我们使用“两控区”政策实施前1997年个体出生城市的人均GDP进行衡量,将人均GDP超过中位值的地区视为经济发展水平较高的城市,城市内个体的经济禀赋也相对更好,否则视为经济发展水平较低城市,城市内个体的经

济禀赋则相对更差。图 2 结果与前文分析一致。加强环境监管不仅具有长期人力资本积累效应,而且有助于改善社会不平等。

3. 环境监管类别差异

“二氧化硫控制区”主要将防控目标锁定在二氧化硫排放上,通过采取一系列措施降低工业企业二氧化硫排放水平,实现既定政策目标。而“酸雨控制区”在此基础上还严格控制氮氧化物等污染物排放,政策防控范围更加全面(刘铠豪和王雪芳,2023)。此外,由于“酸雨控制区”主要覆盖我国华东、华南、长江中下游平原和四川盆地等人口密度较高的地区,因此个体受其环境监管的影响可能更大。因此,有理由认为,“酸雨控制区”的污染防治效果相比“二氧化硫控制区”更好,出生于“酸雨控制区”的个体获益也将更多。为检验上述猜测,我们将实验组拆分为“酸雨控制区”和“二氧化硫控制区”两类,分别与控制组进行对比检验。图 2 结果验证了我们的分析。这一结果表明,全面、彻底地加强污染治理有助于更好地发挥环境监管的效果。

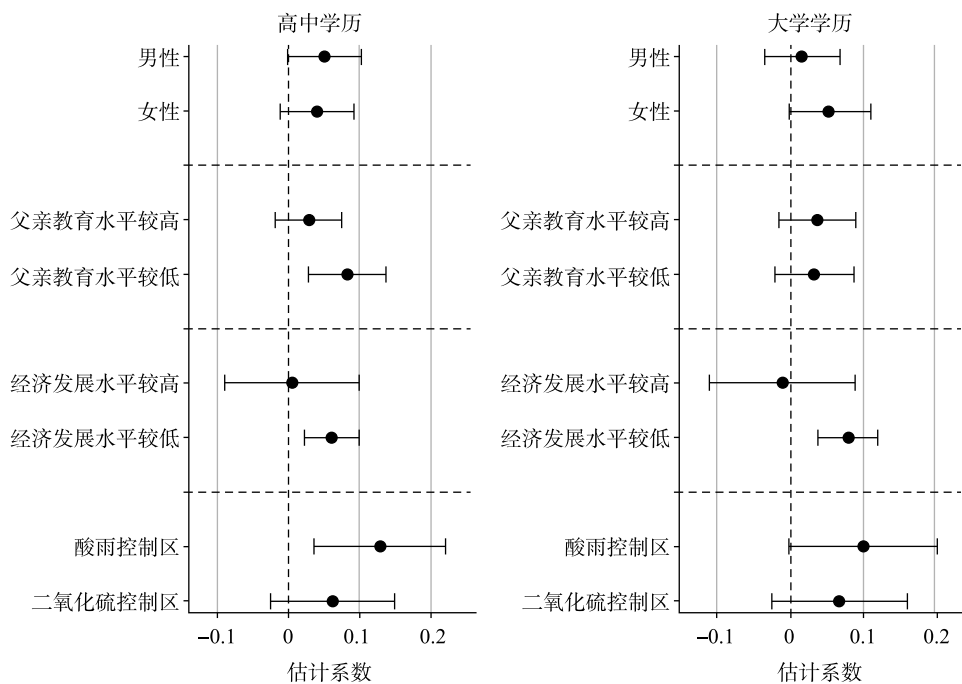


图 2 异质性分析结果

注:图中报告的置信区间为 90% 水平。

(四) 稳健性检验

为保证结果稳健性,我们做了如下四个方面的稳健性检验:第一,政策随机性检验;第二,排除同期干扰政策;第三,替换核心变量衡量方式;第四,其他稳健性检验,包括考虑地区间的溢出效应、删除直辖市样本和在区县层面聚类等。上述稳健性检验结果表明,本文结果具有高度的稳健性,“两控区”政策实施确实显著促进了个体长期人力资本积累。^①

^① 限于篇幅,稳健性检验过程和结果展示在附录 I 至附录 IV 中。感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>)下载。

五、机制检验

(一) 健康机制

如果健康机制成立,我们应该看到“两控区”实施导致的环境监管力度增强显著改善了受影响更大队列群体的健康水平。由于健康水平和教育程度可能互为因果,使用CFPS 2018年数据无法对健康机制进行检验。为检验这一机制是否成立,我们在此使用中国健康与营养调查(China Health and Nutrition Survey, CHNS)的1991、1993、1997、2000和2004年共5轮调查数据检验环境监管政策对个体早期健康水平的影响。我们根据CHNS提供的区县代码判断个体出生地是否是“两控区”划定范围,然后根据CHNS为每一个受访者设定的唯一编码匹配生成了一份面板数据。为确保数据质量,我们同样对数据做了筛选和清洗。首先,我们仅保留0—15岁的个体,该年龄段的个体不仅正属于儿童青少年,也正处于本文基准回归结果中考察的教育结果形成之前的年龄。其次,剔除了居住地和出生地发生变更的样本。最后,删除关键变量存在缺失的样本。

我们构建如下双重差分模型检验健康机制是否成立:

$$Health_{i,c,p,t} = \xi(Treat_{c,p} \times Post_t) + \varphi H_{i,c,p,t} + \lambda_t + \zeta_c + \delta_{p,t} + \kappa + \epsilon_{i,c,p,t}. \quad (2)$$

模型(2)中,下标*i*、*c*、*p*、*t*分别表示个体、出生区县、省份和调查年份, $Health_{i,c,p,t}$ 是被解释变量,表示个体健康水平。 $Treat_{c,p}$ 与模型(1)的设定一致; $Post_t$ 是区分政策实施前后的虚拟变量,如果CHNS调查年份大于等于1998年,则 $Post_t$ 赋值为1,否则赋值为0。 $H_{i,c,p,t}$ 是一系列控制变量,参照Huang and Liu(2023)的设定,我们加入了父母平均年龄、父母受教育水平、是否离婚、家庭规模和家庭人均收入等控制变量。 λ_t 、 ζ_c 、 $\delta_{p,t}$ 分别是调查年份固定效应、出生区县固定效应和省份×调查年份交互固定效应。由于不同出生年份的个体年龄不同,其健康水平也可能存在差异,为此我们还在模型(2)中控制了个体出生年份固定效应 κ 。 $\epsilon_{i,c,p,t}$ 是随机扰动项。我们在区县-年份对上对标准误进行聚类估计。

本文采用4种方式衡量儿童及青少年的健康水平:一是个体过去四周的患病概率。二是个体身高。既有研究表明,身高是衡量个体,尤其是儿童青少年生理健康的重要指标(Phadera, 2021)。三是HAZ评分(Height-for-Age Z Score)。本文通过参照世界卫生组织(WHO)发布的0—18岁儿童青少年身高标准计算了样本中个体的HAZ评分。HAZ评分越高,意味着个体相比同龄、同性别人的健康发育水平越高。四是根据HAZ评分生成反映个体是否健康的虚拟变量。HAZ评分大于0意味着个体的健康水平高于WHO设定的年龄别标准;反之,则意味着个体的健康水平低于WHO设定的年龄别标准。^①

表4报告了模型(2)的估计结果。结果显示,“两控区”政策实施显著降低了儿童的患病概率,增加了其身高和HAZ评分,并最终提高了其健康水平。这一结果与健康机制的分析相符。

① 附录V详细总结了模型(2)中所有变量的定义,并报告了描述性统计结果。

表 4 健康机制检验结果

被解释变量	是否患病 (1)	身高对数 (2)	HAZ 评分 (3)	是否健康 (4)
$Treat \times Post$	-0.044*** (0.016)	0.007** (0.003)	0.178*** (0.056)	0.053** (0.022)
样本量	13 654	1 1761	11 188	11 188
R ²	0.406	0.984	0.825	0.717

（二）家庭经济机制

如果家庭经济机制成立,我们应该看到“两控区”政策的实施将显著改善家庭的经济状况。为检验这一机制是否成立,我们同样使用 1991—2004 年共 5 轮 CHNS 调查数据进行检验。由于与健康机制检验中关注的群体不同,我们在家庭经济机制检验中主要保留 18—60 岁的个体,其余数据筛选与模型(2)一致。

我们构建了如下双重差分模型检验家庭经济机制是否成立:

$$Econ_{i,c,p,t} = \eta(Treat_{c,p} \times Post_t) + \theta W_{i,c,p,t} + \lambda_t + \zeta_c + \delta_{p,t} + \epsilon_{i,c,p,t} \quad (3)$$

模型(3)中,下标 $i、c、p、t$ 分别表示劳动力(家庭)、出生区县、省份和调查年份, $Econ_{i,c,p,t}$ 是被解释变量,表示家庭经济状况。结合本文研究内容,并参照 Huang and Liu(2023)的做法,我们使用 6 个指标衡量家庭的经济状况,分别是劳动力就业、工资、家庭人均收入、医疗支出、营养摄入和耐用电器数量。 $Treat_{c,p}$ 和 $Post_t$ 与模型(2)的设定一致。 $W_{i,c,p,t}$ 是一系列控制变量,包括劳动力(户主)的年龄平方、教育年限、是否已婚有配偶和家庭规模。^① $\lambda_t、\zeta_c、\delta_{p,t}$ 分别是调查年份固定效应、出生区县固定效应和省份×调查年份交互固定效应。 $\epsilon_{i,c,p,t}$ 是随机扰动项。^②

表 5 报告了模型(2)的估计结果。结果显示,“两控区”政策的实施显著降低了劳动力就业概率,但对已就业劳动力的工资并没有显著影响。^③ 同时,对家庭人均收入、医疗支出、营养摄入和耐用电器数量均缺乏显著影响。上述结果说明家庭经济机制并不成立。

表 5 家庭经济机制检验结果

被解释变量	就业 (1)	工资 (2)	家庭人均 收入对数 (3)	家庭医疗 支出 (4)	家庭营养 摄入 (5)	家庭耐用 电器数量 (6)
$Treat \times Post$	-0.129*** (0.023)	-0.051 (0.061)	0.023 (0.053)	-0.554 (1.993)	0.065 (0.061)	0.054 (0.163)

① 需要说明的是,由于家庭人均收入可能和一系列家庭层面的经济行为存在反向因果,因此在模型(3)中我们没有纳入家庭人均收入作为控制变量。

② 附录 VI 详细总结了模型(3)中变量的定义,并报告了描述性统计结果。

③ 由于没有就业的劳动力并无工资收入,因此在表 5 列(2)对劳动力工资的考察中,我们仅仅使用的是有工作的劳动力样本。

(续表)

被解释变量	就业	工资	家庭人均 收入对数	家庭医疗 支出	家庭营养 摄入	家庭耐用 电器数量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
样本量	21 540	16 724	13 180	1 823	12 756	13 344
R ²	0.557	0.669	0.699	0.623	0.482	0.795

(三) 父母对子女的照料和陪伴机制

如果父母对子女的照料和陪伴机制成立,我们应该看到“两控区”政策的实施显著缓解了父母的狂躁情绪,并增加了父母对子女的照料和陪伴。为检验这一机制是否成立,我们继续使用1991—2004年共5轮CHNS调查数据进行检验。为确保数据质量,我们对数据做了与模型(3)一致的筛选和清洗,并进一步参照模型(3)对上述猜测进行了检验。

由于CHNS数据并没有相关指标度量个体的狂躁情绪,为此我们使用个体是否患有与狂躁情绪相关的疾病进行衡量。既有研究指出,患有内分泌紊乱、精神系统疾病、智障和神经系统疾病与狂躁不安和易怒的情绪高度相关(Geffken et al., 1998; Paulus et al., 2021)。而CHNS询问了个体是否患有医生诊断的各类疾病,其中就包括上述4类疾病。为此,我们构建了一个反映个体是否患有与狂躁情绪相关疾病的虚拟变量,如果个体被医生诊断为上述4类疾病的其中一种,该虚拟变量赋值为1,否则为0。

此外,我们采用如下两种方式衡量父母对子女的照料和陪伴情况:一是是否照顾子女。我们根据个体在上周是否照顾过自己家6岁及以下儿童的情况,生成一个反映父母对子女进行照料和陪伴的虚拟变量。二是照顾子女花费的时间。^①

表6报告了使用模型(3)对父母对子女照料和陪伴机制检验的结果。结果显示,“两控区”政策显著降低了父母患有狂躁情绪相关疾病的概率,这在一定程度上表明环境监管政策有助于缓解父母的狂躁情绪。进一步,我们还发现,父母对子女的照料和陪伴概率与时间也因“两控区”政策的实施得到了显著的提高,表明环境监管对父母身心健康的改善进一步增加了父母对子女的投资。上述结果与父母对子女照料机制的分析相符。

表6 父母对子女照料和陪伴机制检验

被解释变量	狂躁情绪疾病	是否照顾子女	照顾子女的时间
	(1)	(2)	(3)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.008*** (0.002)	0.079** (0.039)	0.736** (0.316)
样本量	21 599	8 209	7 452
R ²	0.299	0.633	0.554

^① 附录Ⅶ详细总结了在检验父母对子女照料和陪伴机制中使用到的所有变量的定义,并报告了描述性统计结果。

总之,机制检验结果表明,改善个体健康,增加父母对子女的照料和陪伴是“两控区”政策实施产生长期人力资本积累效应的重要机制。

六、结论与政策启示

本文基于 1998 年我国实施的“两控区”政策,利用 CFPS 2018 年微观个体数据,构建队列双重差分模型,从长期人力资本积累的视角考察了环境监管的经济收益。主要研究结果显示,“两控区”实施带来的环境监管力度增强具有显著的长期人力资本收益,受益群体获得高中和大学学历的概率分别因环境监管政策的实施提高了 4.3 个和 3.7 个百分点,而且认知能力也得到了显著提高。主要异质性分析结果表明,经济禀赋更差个体从环境监管中获得的人力资本回报更大。机制检验发现,改善个体健康和增加父母对子女的照料和陪伴是环境监管产生长期人力资本积累效应的重要机制。

根据本文研究结论,我们提出如下三点针对性的政策建议。第一,牢固树立“两山”理念,全面贯彻落实环境监管政策。尽管过去几十年我国实施了一系列污染防治政策,并取得了明显的成效,但当前我国生态环境保护结构性、根源性、趋势性压力尚未根本缓解,环境保护依然任重道远。尤其是考虑到在当前经济下行压力增大背景下,部分地方政府可能会选择牺牲环境换取短期经济增长,忽视环境监管的长期经济收益。为此,我们应进一步加大“两山”理念的宣传,加强环境监管力度,如完善中央生态环境保护督察,改进行政边界污染治理策略等,以长远的眼光看待环境保护与经济增长之间的关系,深入推进蓝天、碧水、净土三大保卫战,持续改善生态环境质量。

第二,扩大公众对环境污染的认知,引导社会共同参与改善儿童、孕妇的生活环境质量。本文发现,改善孕期和儿童早期环境质量能够促进个体长期发展,并产生代际溢出效应,不仅对国家,而且对个人和家庭都具有显著的经济收益。因此,除政府加强环境监管外,社会也可以通过新闻舆论引导家庭和个人重视改进周边生活环境,如强化垃圾分类、避免长期在污染环境中逗留等。

第三,在后续实施民生政策中,应进一步加大对弱势群体的早期健康干预与扶持,如加大对经济禀赋较差家庭的直接资金支持,或通过发放营养品等方式改善其健康,这不仅有助于更好地发挥公共政策的效果,而且有助于缩小社会不平等,促进共同富裕。

参 考 文 献

- [1] Akbulut-Yuksel, M., E. Tekin, and B. Turan, “World War II Blues: The Long-Lasting Mental Health Effect of Childhood Trauma”, *National Bureau of Economic Research Working Paper*, 2022.
- [2] Akee, R. K., W. E. Copeland, G. Keeler, A. Angold, and E. J. Costello, “Parents’ Incomes and Children’s Outcomes: A Quasi-Experiment Using Transfer Payments from Casino Profits”, *American Economic Journal: Applied Economics*, 2010, 2(1), 86-115.
- [3] Almond, D., J. Currie, and V. Duque, “Childhood Circumstances and Adult Outcomes: Act II”, *Journal of Economic Literature*, 2018, 56(4), 1360-1446.

- [4] Atwood, A., "The Long-Term Effects of Measles Vaccination on Earnings and Employment", *American Economic Journal: Economic Policy*, 2022, 14(2), 34-60.
- [5] Balakrishnan, U., and M. Tsaneva, "Impact of Air Pollution on Mental Health in India", *The Journal of Development Studies*, 2023, 59(1), 133-147.
- [6] Barr, A., J. Eggleston, and A. A. Smith, "Investing in Infants: The Lasting Effects of Cash Transfers to New Families", *The Quarterly Journal of Economics*, 2022, 137(4), 2539-2583.
- [7] Bianchi, N., Y. Lu, and H. Song, "The Effect of Computer-Assisted Learning on Students' Long-Term Development", *Journal of Development Economics*, 2022, 158, 102919.
- [8] Brandt, L., J. van Biesebroeck, L. Wang, and Y. Zhang, "WTO Accession and Performance of Chinese Manufacturing Firms", *American Economic Review*, 2017, 107(9), 2784-2820.
- [9] Bütikofer, A., and K. G. Salvanes, "Disease Control and Inequality Reduction: Evidence from a Tuberculosis Testing and Vaccination Campaign", *The Review of Economic Studies*, 2020, 87(5), 2087-2125.
- [10] Chen, S., P. Oliva, and P. Zhang, "Air Pollution and Mental Health: Evidence from China", *AEA Papers and Proceedings*, 2024, 114, 423-428.
- [11] Chen, Y., Z. Fan, X. Gu, and L.-A. Zhou, "Arrival of Young Talent: The Send-down Movement and Rural Education in China", *American Economic Review*, 2020, 110(11), 3393-3430.
- [12] Cunha, F., and J. Heckman, "The Technology of Skill Formation", *American Economic Review*, 2007, 97(2), 31-47.
- [13] Currie, J., and D. Almond, "Human Capital Development before Age Five", In: Ashenfelter, O., and D. Card (eds.), *Handbook of Labor Economics*. Elsevier, 2011.
- [14] Deschenes, O., H. Wang, S. Wang, and P. Zhang, "The Effect of Air Pollution on Body Weight and Obesity: Evidence from China", *Journal of Development Economics*, 2020, 145, 102461.
- [15] Duflo, E., "Schooling and Labor Market Consequences of School Construction in Indonesia: Evidence from an Unusual Policy Experiment", *American Economic Review*, 2001, 91(4), 795-813.
- [16] Ebenstein, A., M. Fan, M. Greenstone, G. He, and M. Zhou, "New Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 114(39), 10384-10389.
- [17] Geffken, G. R., H. E. Ward, J. P. Staab, S. L. Carmichael, and D. L. Evans, "Psychiatric Morbidity in Endocrine Disorders", *Psychiatric Clinics of North America*, 1998, 21(2), 473-489.
- [18] Greenstone, M., and R. Hanna, "Environmental Regulations, Air and Water Pollution, and Infant Mortality in India", *American Economic Review*, 2014, 104(10), 3038-3072.
- [19] 何凡、王姣、黄炜, "疫苗接种、人力资本积累及其经济收益", 《经济学》(季刊), 录用待刊, 2025。
- [20] Heckman, J. J., "The Economics, Technology, and Neuroscience of Human Capability Formation", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, 104(33), 13250-13255.
- [21] Huang, W., and H. Liu, "Early Childhood Exposure to Health Insurance and Adolescent Outcomes: Evidence from Rural China", *Journal of Development Economics*, 2023, 160, 102925.
- [22] Jia, R., "Pollution for Promotion", *The Journal of Law, Economics, and Organization*, 2024, ewae025.
- [23] 金刚、沈坤荣, "以邻为壑还是以邻为伴? ——环境规制执行互动与城市生产率增长", 《管理世界》, 2018年第12期, 第43—55页。
- [24] 亢延银、侯嘉奕、陈斌开, "教育基础设施、人力资本与共同富裕", 《世界经济》, 2023年第7期, 第140—164页。
- [25] 林友宏, "'瘴气'的退却: 我国疟疾防治对母婴健康影响的实证研究", 《经济学》(季刊), 2021年第3期, 第1043—1062页。
- [26] 刘铠豪、王雪芳, "环境规制政策能否助力'健康中国'? ——来自'两控区'政策的证据", 《南开经济研究》, 2023年第5期, 第186—208页。

- [27] Liu, M., R. Tan, and B. Zhang, "The Costs of 'Blue Sky': Environmental Regulation, Technology Upgrading, and Labor Demand in China", *Journal of Development Economics*, 2021, 150, 102610.
- [28] Paulus, F. W., S. Ohmann, E. Möhler, P. Plener, and C. Popow, "Emotional Dysregulation in Children and Adolescents with Psychiatric Disorders: A Narrative Review", *Frontiers in Psychiatry*, 2021, 12, 628252.
- [29] Perera, F., and K. Nadeau, "Climate Change, Fossil-Fuel Pollution, and Children's Health", *New England Journal of Medicine*, 2022, 386(24), 2303-2314.
- [30] Phadera, L., "Unfortunate Moms and Unfortunate Children: Impact of the Nepali Civil War on Women's Stature and Intergenerational Health", *Journal of Health Economics*, 2021, 76, 102410.
- [31] Pissarides, C. A., "The Unemployment Volatility Puzzle: Is Wage Stickiness the Answer?", *Econometrica*, 2009, 77(5), 1339-1369.
- [32] Porter, M. E., and C. van der Linde, "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4), 97-118.
- [33] Rider, C. F., and C. Carlsten, "Air Pollution and Resistance to Inhaled Glucocorticoids: Evidence, Mechanisms and Gaps to Fill", *Pharmacology & Therapeutics*, 2019, 194, 1-21.
- [34] Sager, L., "Estimating the Effect of Air Pollution on Road Safety Using Atmospheric Temperature Inversions", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2019, 98, 102250.
- [35] Tanaka, S., "Environmental Regulations on Air Pollution in China and Their Impact on Infant Mortality", *Journal of Health Economics*, 2015, 42, 90-103.
- [36] Venkataramani, A. S., "Early Life Exposure to Malaria and Cognition in Adulthood: Evidence from Mexico", *Journal of Health Economics*, 2012, 31(5), 767-780.
- [37] Wang, C., J. Wu, and B. Zhang, "Environmental Regulation, Emissions and Productivity: Evidence from Chinese COD-Emitting Manufacturers", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 92, 54-73.
- [38] Wang, J., C. Yuan, Q. Zhang, and D. Houser, "Parents' Absence Harms Norm Obedience of Girls More than Boys", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2023, 214, 17-29.
- [39] 吴贾、吴莞生、李标, "早期健康投入是否有助于儿童长期认知能力提升?", 《经济学》(季刊), 2021 年第 1 期, 第 157—180 页。
- [40] 吴愈晓, "中国城乡居民教育获得的性别差异研究", 《社会》, 2012 年第 4 期, 第 112—137 页。
- [41] 谢强、封进, "环境管制的健康效应与福利效应", 《经济学》(季刊), 2023 年第 3 期, 第 894—912 页。
- [42] 严兵、郭少宇, "环境监管约束'硬化'、外商撤资和外资结构绿色升级", 《世界经济》, 2022 年第 7 期, 第 27—49 页。

The Long-Term Benefits of Environmental Regulation: A Study on Human Capital Accumulation

GUO Yuemei

(Zhongnan University of Economics and Law)

XUE Jingwen*

(Jiangxi University of Finance and Economics)

XIANG Keyan

(Southwestern University of Finance and Economics)

Abstract: The long-term benefits of environmental regulation is examined from the perspective of individual human capital accumulation based on the implementation of China's "Two Control Zones" policy. The results show that stricter environmental regulation during early life significantly enhances human capital accumulation in youth, with greater benefits observed among individuals from economically disadvantaged families. Improved individual health and increased parental care and companionship are identified as key mechanisms. These findings provide new evidence on the economic returns of environmental regulation in China and offer valuable insights for improving future environmental governance.

Keywords: human capital accumulation; long-term benefits; environmental regulation

JEL Classification: J24, J18, J13

* Corresponding Author: XUE Jingwen, School of Public Finance and Taxation, Jiangxi University of Finance and Economics, No.169 East Shuanggang Road, Nanchang, Jiangxi 330013, China; Tel: 86-19047916118; E-mail: jwxue0213@163.com.