

生态保护补偿制度能否提高地区水资源利用效率? ——基于水权试点的实证研究

于立宏,程思佳

(华东理工大学商学院,上海 200237)

摘要:贯彻落实生态保护补偿制度,提高地区水资源利用效率,是平衡经济发展与水资源短缺之间矛盾的有效途径。为此,文章以水权试点政策为例,基于中国285个城市2005—2019年的面板数据,采用双重差分法研究生态保护补偿制度能否提高地区水资源利用效率。研究发现:(1)水权试点能够提高地区水资源利用效率,且该结论通过了一系列稳健性检验。(2)水权试点通过促进技术创新和水权转移两种途径提高地区水资源利用效率。(3)确权登记试点以及行业和用水户间水权交易试点有利于提高地区水资源利用效率,而跨区域水权交易试点无法有效提高地区水资源利用效率;金融发展水平和供水基础设施水平越高,水权试点的政策效果越明显;水权试点政策效果与水资源禀赋水平之间存在非线性关系,随着水资源禀赋水平的提升,水权试点的政策效果由不明显逐渐增强。(4)与水污染治理相似,水权试点的政策效果在省边界处也会大打折扣,即存在“边界效应”。文章为建立健全全国统一的水权交易市场、深化生态保护补偿制度改革提供了经验证据和政策启示。

关键词:水权试点;地区水资源利用效率;双重差分法;异质性;边界效应

中图分类号:F120;X37 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2023)02-0019-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20220614.203

一、引言

2021年5月14日,习近平总书记在主持召开推进南水北调后续工程高质量发展座谈会时强调“水是生存之本、文明之源”。当前,我国正迈入新发展阶段,贯彻落实新发展理念,构建新发展格局,促进各地区高质量发展,更需要坚持节水优先,立足水资源时空均衡配置,提高水资源集约利用水平和水资源利用效率。然而,一直以来,我国粗放型的发展模式致使用水效率普遍较低,农业灌溉平均用水利用系数仅为0.45,工业用水重复利用率大约为70%,大多数城市自来水公司的水损失率高达15%—20%(田贵良等,2020)。科学管理水资源必须充分发挥市场在资源配置中的决定性作用。党的十八届三中全会明确了市场在资源配置中的决定性作用,提出实行资源有偿使用制度和生态补偿制度,推行水权交易制度。水权交易作为生态保护补偿制度中一种专门用于水资源管理的政策工具,一经推出,便被迅速运用到实践之中。2014年6月30日,水利部印发《关于开展水权试点工作的通知》(以下简称《通知》),批准宁夏、江西、湖北、内蒙古、河

收稿日期:2021-12-13

基金项目:国家社会科学基金重点项目(21AZD110);国家自然科学基金面上项目(71773029)

作者简介:于立宏(1965—),女,黑龙江伊春人,华东理工大学商学院教授,博士生导师;

程思佳(1995—)(通讯作者),男,安徽合肥人,华东理工大学商学院博士研究生。

南、甘肃、广东7个省份开展水权试点实践,为进一步建立健全全国统一的水权交易市场创造了必要条件。

随着我国水权试点工作如火如荼地展开,试点地区的万元GDP用水量明显降低,用水效率明显提升。以广东省为例,截至2018年,相较于2013年,东江流域各市万元GDP用水量由 13m^3 降低到 10m^3 ,万元工业增加值用水量由 9m^3 降低到 7m^3 ;试点灌区的灌溉水有效利用系数从0.4上升到0.6(车小磊,2018)。虽然7个水权试点省份于2018年均已全部通过验收,且近年来国家层面不断推进水权交易市场建设,积极引导各地区参与水权交易实践,但我国水权交易市场建设尚处于起步阶段,水权交易市场还未发育完全,水权交易制度和技术支撑体系有待进一步完善,水权交易市场建设仍将经历长期探索。对于水资源这一特殊的自然资源、基础性资源和战略资源,水权试点建设能否提升地区水资源利用效率?作用有多大?其作用大小是否受试点类型以及其他社会经济特征的影响?此外,Duvivier和Xiong(2013)发现环境规制可能会导致污染企业偏向于向行政边界转移,而污染企业普遍用水效率较低,且节水技术改造成本较高,那么,水权试点的政策效果在省边界处是否也将大打折扣,即水权试点是否也会引发“边界效应”?对于这些问题的回答,不仅关乎建立健全全国统一的水权交易市场,更事关战略全局,关乎长远发展和人民福祉。

生态保护补偿制度起源于科斯定理(Coase,1960),一直备受学术界关注。在理论与实践,学者们设计了多种生态保护补偿制度工具,其中以排污权交易(Borghesi等,2015)、用能权交易(张宁和张维洁,2019)、碳排放权交易(Zhang等,2019)和水权交易(Zhang等,2021)等应用最为广泛。随着全球水资源短缺问题日益凸显,在水资源配置过程中引入市场机制,已经被全球水资源管理领域广泛采用。澳大利亚水权交易市场具有完全主导权,州政府不得随意单方面干预(池京云等,2016);美国西部采用公司股份制建立水银行,规范水资源配置(付实,2016);作物产值、种植密度、地下水水位、土壤特性、机井可靠性等是影响巴基斯坦地下水交易的关键因素(Khair等,2012);黄河流域各地区通过自发和问题驱动率先在我国探索和实践水权交易,是我国现代水权制度建设的典范(沈大军等,2020)。

关于水权交易的效应研究,部分学者认为建立健全水权交易市场有利于弥补初始水权分配阶段的不足之处(Molinos-Senante等,2016;钟玉秀,2016),促进水资源节约和保护(马素英等,2019)是优化水资源配置、提高水资源利用效率的重要方式之一(杨得瑞等,2015)。孟戈和王先甲(2009)采用数学模型证实了允许水权交易既能提高有限水量的整体使用效率,也能提高各交易用水户的净收益。澳大利亚墨累-达令河流域水权交易市场的运行有效地缓解了流域内干旱缺水的问题,获得了极大的经济效益(Connell,2015)。田贵良等(2020)采用三阶段DEA方法测度2006—2016年我国30个省份的水资源利用效率,并从静态和动态两方面进行分析和评价,研究发现,相对于非试点地区,水权交易试点的实施有效地提升了各试点地区的水资源利用效率。Zhang等(2021)利用1999—2018年我国30个省份面板数据,采用双重差分法(DID)探讨国家级水权试点和省级水权试点对农业节水的影响,研究发现,水权试点地区的农业用水量较非试点地区明显减少;与省级水权试点相比,国家级水权试点的影响更大。马九杰等(2021)对河北和内蒙古502个马铃薯种植户进行了三期微观调查,基于DID和DDD方法的研究结果表明,在同时实施水资源使用权确权登记及交易和取水许可管理两项改革政策的地区,采用节水灌溉技术的农户的比例明显提高;两项政策分别从明晰水权和井权、控制灌溉井数量扩张两个渠道促进农户采用农业节水灌溉技术。然而,也有学者认为我国尚未建立和发展起真正具有市场特征的水权交易机制(沈大军等,2020)。同时,受水权交易范围和规模的影响,水权交易的实施可能并

不能明显地促进水资源节约(Zhang等, 2013; Yang和Zhu, 2018)。值得注意的是,通过种植高收入的农作物,即使该农作物用水量较多,农民也可以弥补购买水权带来的利润损失(Liu和Luo, 2014)。此外,由于存在回弹效应(Fang等, 2020),水权交易推动的技术进步可能并不足以实现水资源节约。

综上所述,现有文献仍有几点不足之处:(1)现有文献主要聚焦于水权交易的制度建设,仅有少数文献实证分析水权交易对农业用水的影响,而探讨水权交易对地区水资源利用效率的影响的实证研究则更为罕见。(2)水利部的《通知》赋予7个水权试点地区的政策侧重点有所区别,同时水权试点的政策效果可能会因各地区社会经济特征的变化而变化,鲜有文献进一步识别水权试点的类型异质性和社会经济特征异质性。(3)在水污染治理领域往往会出现“边界效应”,水权试点是否也会引发这种“边界效应”?现有文献尚未对此进行探讨。

基于此,本文采用我国285个城市2005—2019年的面板数据,运用 DID 方法探讨水权试点对地区水资源利用效率的影响及其作用机制。研究表明:水权试点可以通过促进技术创新和水权转移两个渠道提升地区水资源利用效率;由于试点类型和社会经济特征的差异,水权试点对地区水资源利用效率的影响存在明显的异质性;由于地方政府间存在激烈的“标尺竞争”,在省边界处往往聚集了一批淘汰、落后产能,不利于技术创新,导致水权试点的政策效果在省边界处大打折扣,即存在“边界效应”。

本文的主要边际贡献在于:(1)区别于研究水权交易的现有文献,本文实证检验我国水权试点对地区水资源利用效率的影响,增补了水权交易有效性方面的实证研究,不仅为建立健全全国统一的水权交易市场提供了可供借鉴的经验证据,还为今后深化生态保护补偿制度改革提供了政策启示。(2)本文基于科斯定理和波特假说,并结合水权试点的实施细则,从技术创新和水权转移两个视角厘清并实证检验水权试点影响地区水资源利用效率的作用机制,在水权试点对地区水资源利用效率的作用机制的理论分析和实证检验方面弥补了现有文献的不足。(3)扎根于我国水权试点建设的实际情况,本文注意到水权试点存在试点类型异质性和社会经济特征异质性,同时,结合“标尺竞争”理论,本文发现水权试点的政策效果也存在类似水污染治理领域的“边界效应”,从而更加全面地探讨了水权试点的政策效应。

二、制度背景和理论分析

(一)制度背景

随着水资源短缺问题日益凸显,我国水资源管理部门逐渐认识到市场机制在水资源管理中的重要作用,积极探索建设符合我国实际国情的水权交易市场。浙江省金华市东阳—义乌市水权交易是我国第一笔水权交易,东阳市和义乌市于2000年11月24日签订水权交易协议,义乌市一次性出资2亿元向东阳市横锦水库购买每年4999.9万立方米水的使用权,同时,根据每年实际供水量以每立方米0.1元的价格向东阳市支付综合管理费。此外,引水管道工程也全部由义乌市负责规划和投资建设。东阳市开展节水改造工程增加1立方米水的成本是1元,义乌市在境内修建水库增加1立方米水的成本是6元,而实际成交的水权价格为每立方米4元(沈满洪, 2005),水权交易使得双方的经济效益都得到了提升。然而,水资源归国家所有,该笔交易是否合法合规在当时引起了广泛争议。直到2006年,国务院发布《取水许可和水资源费征收管理条例》,明确指出依法获得取水权的单位或个人可以依法有偿转让其节约的水资源,从而确定了水资源使用权可交易,为探索建设水权交易市场奠定了基础。2013年,党的十八届三中全会明确指出要发挥市场在资源配置中的决定性作用,提出健全自然资源资产产权制度,实行资源有偿

使用制度和生态补偿制度,推行水权交易制度,为水资源管理市场化改革指明了方向。随后,为加快落实水权交易制度,明确权责,积极培育水权交易市场,2014年6月30日,水利部正式批准宁夏、江西、湖北、内蒙古、河南、甘肃、广东7个省份作为水权试点,争取在2—3年内,在水资源使用权确权登记、水权交易流转和相关制度建设等方面率先取得突破,探索建设水权交易市场。具体而言,在宁夏、江西、湖北三省重点开展水资源使用权确权登记试点,按照区域用水总量控制指标,在用水指标分解的基础上,探索采用多种形式和途径,分类推进取水户水资源使用权确权登记,开展确权登记制度建设;在内蒙古、河南、广东三省重点开展跨盟市、跨流域、流域上下游水权交易流转模式;在甘肃重点开展行业和用水户间水权交易流转模式,建立健全水权交易平台,探索建立水权交易机制。2020—2021年,宁夏回族自治区挂牌交易总水权量达7.68亿立方米,总成交额8.29亿元。^①

在“节水优先”的治水方针和国家节水行动的背景下,尤其是在水权试点运行后,如何通过政府调控和市场机制两种手段推进水权市场化改革,提高地区水资源利用效率备受社会各界关注。2016年4月,水利部颁布《水权交易管理暂行办法》(以下简称《办法》),这份我国水权交易领域的第一份专门管理办法为完善水权交易制度、培育水权交易市场、指导水权交易实践提供了有力保障。同年,中国水权交易所挂牌成立。2021年9月12日,中共中央办公厅、国务院办公厅联合印发《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》(以下简称《意见》),进一步强调加快促进有效市场和有为政府更好地结合,健全市场交易机制,完善用水权初始分配制度,有序推进市场化水权交易。经过多年的发展,我国政府已从政策设计、实践试点等多方面开展了水权交易市场建设探索,为建立全国统一的水权交易市场提供了宝贵经验。

(二)理论分析

1. 机制分析。机制分析包括水权试点促进技术创新和水权试点促进水权转移两个方面。

(1)水权试点促进技术创新。波特假说表明,适当的环境规制能够激发技术创新活力,抵消环境遵循成本,提高企业竞争力,同时提升环境绩效和经济绩效(Porter和van der Linde, 1995)。完善市场机制,并适当加强环境规制,能够引导企业技术创新,这是实现经济与环境双赢即触发“波特效应”的必要条件(涂正革和谌仁俊; 2015)。水权交易实际上是一种市场型环境规制,是一种能够促进有效市场和有为政府相结合的制度安排,能够促使企业主动或被迫采用节水技术,激发企业技术创新的活力。Zhang等(2021)的研究表明,农业技术创新是我国水权试点促进农业节水的主要途径之一。

随着水权试点建设的逐步推进,水权交易市场日趋完善,价格形成机制逐渐发挥其作用,水权价格越来越能够准确地反映水资源的实际价值,而价格调节机制则可以引导用水户主动加强节水技术改造,有效地改善了水资源浪费,提高了地区水资源利用效率。一方面,价格机制可以引导出售水权的用水户持续开展节水技术改造,以出售更多的水权,从水权交易市场中获得更多的节水红利,从而更有动力从事技术创新活动,改进生产工艺,这也可进一步巩固其产品竞争力。另一方面,水权交易的前提是水权已经明晰,水权的合理分配明确了用水户的可用水量,可用水量指标对用水户形成强制性约束,用水户只能根据其分配到的水权安排用水,超额使用则需要支付额外的费用。需要购买水权的用水户受用水总量的硬性约束,要么关闭部分产能,要么以高价从水权交易市场购买水权,生产成本随之提升。当节水技术改造的成本低于购买水权的成本时,需要购买水权的用水户将倾向于改进生产工艺,采用节水技术,以减少用水量,降低生产

^① 数据来源于宁夏回族自治区公共资源交易网。

成本。此外,随着生态文明建设的逐步推进,水资源开发利用红线日益趋紧,水资源的稀缺性越发凸显,水权价格随之高涨,用水户也开始有意识地采用节水技术,改进生产工艺,加快技术创新,转变发展方式。用水户因技术创新而获得的收益又可以用于弥补技术创新的成本,并投入到新一轮技术创新中,这又将激励用水户继续加强技术创新,形成良性循环。特别是当用水户参与水权交易所获得的收益大于技术创新的成本时,在客观经济利益的引导下,越来越多的用水户主动进行节水技术改造,加强技术创新,从而提高全社会用水效率。基于上述分析,本文提出假说 1a:

假说 1a: 水权试点通过促进技术创新提升地区水资源利用效率。

(2)水权试点促进水权转移。水权转移是指水资源使用权在不同用水户间流转。明确水权、建立水权交易市场是实现水资源优化配置和提升地区水资源利用效率的基本路径。科斯定理表明,当产权明晰且交易成本为 0 或者很小时,通过市场机制就能够解决外部性问题(Coase, 1960)。当前,水权试点建设的重点在于完善水权交易市场,降低交易成本,促进水权在不同用水户之间自由流转,提高水资源配置效率,进而提升地区水资源利用效率。用水户的水资源利用效率的改善仅仅是水权转移的必要条件,明晰的水权分配和定价机制、完善的水权交易机制等水资源管理体制机制改革,降低了交易成本,是水权转移的充分条件。一方面,水权交易平台集中展示了大量买卖双方需求信息,降低了交易双方信息搜寻成本;另一方面,水权成交价格等成交信息公开、透明,降低了缔约方的谈判成本。Zhang 等(2021)发现,促进农业水权向非农产业转移是我国水权试点促进农业节水的另一个主要途径。

水权交易的市场竞争属性通常会使得稀缺的水资源流向用水效率较高的主体,而非生产部门的用水效率普遍较低,如果不加以干预可能会损害到合理的经济社会发展。一方面,生活和生态用水是“刚需”,可节约的水资源量较少,且随着生态文明建设的推进和社会经济的发展,有稳步增加的态势,而我国产业粗放型的发展模式使得生产运营用水,特别是第一产业用水,有很大的节约空间。另一方面,与非生产部门相比,生产运营部门对水权的需求价格弹性较大。随着水资源日益短缺,适当提高生产运营部门的水权价格,倒逼生产运营部门节约用水,进而提升地区水资源利用效率,更具有可行性。在水权交易实践中,水权分配环节通常都会优先确保充足的生活和生态用水。水利部的《办法》中也明确规定,地方政府回购的水权应优先保证生活和生态用水。因此,作为一种水资源管理制度上的创新,水权交易可以充分发挥有效市场和有为政府的作用,促使稀缺的水资源从生产运营部门向非生产部门转移,从而提高地区水资源利用效率。基于上述分析,本文提出假说 1b:

假说 1b: 水权试点通过促进水权转移提升地区水资源利用效率。

2. 异质性分析。异质性分析包括以下四个部分:(1)试点类型异质性。根据水利部的《通知》,宁夏、江西、湖北重点开展水资源使用权确权登记试点,内蒙古、河南、广东重点探索跨盟市、跨流域、流域上下游水权交易流转模式,甘肃重点开展行业和用水户间水权交易流转模式。从本质上来说,确权登记试点以及行业和用水户间水权交易属于在同一区域内开展水权试点,更容易形成一个区域性的水权交易市场,不仅有利于发挥价格机制的作用,引导用水户技术创新,而且还能有效降低水权交易的交易成本,促进水权转移,从而提高地区水资源利用效率。而跨盟市、跨流域、流域上下游水权交易涉及到的利益相关方较多,各方的诉求难以协调,高昂的交易成本不利于开展水权交易,从而不利于提升地区水资源利用效率。

(2)金融发展水平异质性。早期的水权交易平台也被称作“水银行”,类似于银行户头存取款业务,故水权交易市场实际上是一种借鉴金融系统业务模式发展起来的新的水资源管理制

度。因此,金融发展水平高的地区对于如何构建水权交易市场有一定的经验,有助于优化水权交易环节,降低交易成本,进而促进水权转移,影响地区水资源利用效率。

(3)供水基础设施水平异质性。以供水管道为基础的用水计量设施网络的逐步完善使得政府部门能够掌握各行业实际用水需求的历史数据,有助于政府部门估算各行业的节水潜力,这为政府部门监督、指导水权价格提供了决策支持,使得价格机制能够更准确地反映水资源的实际价值,促使用户改进生产工艺,加强技术创新,进而提升地区水资源利用效率。

(4)水资源禀赋水平异质性。水资源禀赋水平的不同,导致水资源的稀缺程度存在差异,进而导致水权价格有所差异,从而直接影响用水户的行为,影响地区水资源利用效率。对于缺水地区,受水资源总量的约束,用水户原本就已采取多种节水措施,继续提高水资源利用效率的边际成本较高,虽然水权试点建设降低了水权交易的交易成本,但出售水权的用水户较少,阻碍了水权交易市场建设,导致价格机制难以奏效,无法促进用水户技术创新,不利于提升地区水资源利用效率。对于水资源丰富的地区,水权试点之前,水资源价格较低,用水户缺乏改进生产工艺的动力,而水权试点之后,用水户意识到稍加改进生产工艺,甚至仅仅是略微改变用水习惯,便可节约大量水权,将多余水权出售即可带来较多的额外收益,特别是当水权价格高于节水技术改造的边际成本时,在客观经济利益的引导下,用水户更有动力开展节水技术改造,加强技术创新,从而提高地区水资源利用效率。

基于上述分析,本文提出如下假说:

假说 2a: 水权试点的政策效果受试点类型的影响。

假说 2b: 金融发展水平越高,水权试点的政策效果越强。

假说 2c: 供水基础设施水平越高,水权试点的政策效果越强。

假说 2d: 水资源禀赋水平越高,水权试点的政策效果越强。

3. 边界效应分析。在官员晋升“政治锦标赛”中,参与者面临的是零和博弈,因此,参与人有激励去做损人利己的事情(周黎安,2004)。环境规制的实施使得地方政府倾向于将淘汰、落后产能转移至行政边界处,即产生了“污染邻居”现象(Cai等,2016),因此,在省边界处通常都聚集了一批具有相当规模的淘汰、落后产能,而淘汰、落后产能往往用水效率较低,且节水技术改造成本较高。拥有淘汰、落后产能的用水户出于成本收益角度考虑,更倾向于购买水权,而不是以更高的代价进行节水技术改造,导致价格调节机制失效,不利于激励用水户开展技术创新,从而影响地区水资源利用效率。基于上述分析,本文提出假说 3:

假说 3: 水权试点的政策效果在省边界处将大打折扣,即存在“边界效应”。

三、研究设计

(一)模型构建

水利部于2014年正式批准宁夏、江西、湖北、内蒙古、河南、甘肃、广东7个省份开展水权试点工作,探索建设水权交易市场。本文以2014年作为水权试点启动年份,以7个试点省份覆盖的87个城市作为处理组,其他非试点省份覆盖的城市则为对照组,采用DID方法,实证检验水权试点能否提升地区水资源利用效率,基准模型如下:

$$efficiency_{it} = \alpha + \beta wrt_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 和 t 分别表示城市和年份; $efficiency_{it}$ 是被解释变量,本文用万元GDP用水量衡量地区水资源利用效率; wrt_{it} 是核心解释变量,表示 i 城市在 t 年是否为水权试点; X_{it} 是一系列表示城市社会经济特征的控制变量; δ_i 是城市固定效应; λ_t 是时间固定效应; ε_{it} 是随机误差项。 β 是本文的核心估

计参数,用于衡量水权试点政策影响地区水资源利用效率的净效应。若估计系数小于0,则表明相较于非试点城市,水权试点建设明显提高了试点城市水资源利用效率;反之亦然。

(二)变量选取

1. 地区水资源利用效率(*efficiency*)。本文采用万元GDP用水量来衡量地区水资源利用效率。2012年1月12日,国务院印发《关于实行最严格水资源管理制度的意见》,提出水资源管理“三条红线”,其中,用水效率控制红线是到2030年万元工业增加值用水量下降到40 m³以下。然而,我国尚未完成工业化,大多数城市仍处于工业化早期和中期阶段,强调万元工业增加值用水量可能会损害这些城市的发展权,而水权交易的制度优势之一在于允许节约的水权在不同产业部门间转移,工业部门可以采取多种方式获得发展所需的水权,既可以直接从其他产业部门购买水权,也可以对其他产业部门开展的节水改造工程进行投资,兼顾了效率和公平。因此,本文采用万元GDP用水量来衡量地区水资源利用效率是较为合理的。史丹和李少林(2020)也采用单位GDP能耗来衡量能源利用效率。需要注意的是,该变量是一个负向指标,即万元GDP用水量越小,表明地区水资源利用效率越高。

2. 水权试点(*wrt*)。*wrt*表示是否为水权试点城市的虚拟变量*treat*和表示水权试点启动年份的虚拟变量*post*的交互项,即*wrt* = *treat* × *post*。若*i*城市在*t*年是水权试点城市,则赋值为1;反之,则赋值为0。

3. 控制变量。本文还控制了一系列城市层面的控制变量,主要包括:人口密度(*population*),用每平方千米人口数的对数值表示;就业状况(*employee*),用第二产业从业人员比重表示;互联网发展水平(*internet*),用互联网用户数的对数值表示;政府干预水平(*spending*),用地方财政支出占GDP的比重表示;工资水平(*wage*),用职工平均工资的对数值表示;教育支出水平(*education*),用教育支出占GDP的比重表示。

考虑数据的可得性,本文收集整理了2005—2019年我国285个城市的面板数据,相关数据均来自于《中国统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》等。主要变量的描述性统计如表1所示。^①

表1 主要变量描述性统计

变量	计算方法	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
<i>efficiency</i>	供水总量/GDP	4 274	10.016	12.120	0.687	283.654
<i>wrt</i>	虚拟变量	4 274	0.122	0.327	0	1
<i>population</i>	总人口/行政区域面积(log)	4 274	5.731	0.916	1.548	7.923
<i>employee</i>	第二产业从业人员比重	4 274	0.438	0.141	0.045	0.844
<i>internet</i>	互联网用户数(log)	4 274	3.621	1.197	-3.744	8.551
<i>spending</i>	地方财政支出/GDP	4 274	0.176	0.100	0.043	1.485
<i>wage</i>	职工平均工资(log)	4 274	10.513	0.544	8.509	12.062
<i>education</i>	教育支出/GDP	4 274	0.031	0.018	0.001	0.159

四、实证分析

(一)基准模型回归结果

基准模型式(1)的回归结果如表2所示。列(1)是不加控制变量时的OLS回归结果;列(2)在列(1)的基础上加入了城市固定效应;列(3)在列(2)的基础上加入了控制变量以及省份与时间固

^① 由于莱芜市于2019年1月划归济南市管辖,因此本文删除莱芜市2019年的数据,得到样本数为4274。

定效应的交互项;列(4)在列(3)的基础上去掉省份与时间固定效应的交互项,并加入了城市固定效应。列(1)~列(4)的估计结果显示,核心解释变量*wrt*的估计系数均在1%的水平上显著为负,说明水权试点建设明显降低了试点地区的万元GDP用水量,即提升了试点地区的水资源利用效率。

表2 水权试点对地区水资源利用效率的影响

	(1) <i>efficiency</i>	(2) <i>efficiency</i>	(3) <i>efficiency</i>	(4) <i>efficiency</i>
<i>wrt</i>	-4.739*** (0.265)	-7.345*** (0.896)	-7.544*** (2.712)	-2.701*** (1.027)
<i>population</i>			15.264 (12.235)	17.204 (11.655)
<i>employee</i>			17.957*** (5.568)	15.707*** (4.904)
<i>internet</i>			1.748** (0.677)	0.884 (0.738)
<i>spending</i>			23.450** (9.306)	13.773** (5.356)
<i>wage</i>			9.170** (3.760)	6.930** (3.154)
<i>education</i>			129.701*** (47.235)	123.473*** (43.507)
城市固定效应	未控制	控制	控制	控制
时间固定效应	未控制	未控制	未控制	控制
省份×时间固定效应	未控制	未控制	控制	未控制
<i>R</i> ²	0.016	0.043	0.454	0.356
样本数	4 274	4 274	4 274	4 274

注:括号中是稳健标准误;***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平。下同。

(二)稳健性检验^①

1. 平行趋势假设检验。使用 DID 方法的前提是满足平行趋势假设检验,即假设如果没有水权试点政策的干预,试点城市和非试点城市水资源利用效率的变化趋势应该是相似的。本文借鉴 Jacobson 等(1993)的做法,采用事件分析法进行平行趋势假设检验,模型设置如下:

$$efficiency_{it} = \alpha + \beta_k \sum_{k \geq -5}^{k=5} D_{it}^k + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

虚拟变量 D_{it}^k 表示 t 年是否 i 城市实施水权试点前后的第 k 年。如果是,则赋值为 1;反之,则赋值为 0。 D_{it}^0 表示 t 年是否 i 城市实施水权试点的当年, k 取负数表示水权试点实施前第 k 年, k 取正数表示水权试点实施后第 k 年。 β_k 刻画了水权试点实施前后处理组和对照组之间水资源利用效率的差异。估计结果表明,在水权试点实施之前, β_k 不显著,说明处理组和对照组的水资源利用效率在水权试点实施前无明显差异;但在实施水权试点之后, β_k 显著为负,说明与对照组相比,处理组在水权试点实施后万元 GDP 用水量明显下降,即水资源利用效率明显提升,且随着时间的推移,政策效果逐渐增强。估计结果不仅验证了平行趋势假设,还表明政策效果具有持续性。

2. 安慰剂检验。为排除其他不可观测因素对估计结果的影响,本文借鉴 Li 等(2016)的做法进行安慰剂检验。具体而言,本文在 285 个城市中随机抽取 87 个城市作为水权试点城市,在 2006—2018 年之间随机抽取一年作为实施水权试点的年份,生成虚假的 *wrt*,然后采用式(1)进行估计,并将上述过程重复 500 次。估计结果显示,估计系数集中分布在 0 附近,且基准模型的估计结果位于整个分布的末端,说明其他不可观测因素几乎不会对本文的估计结果产生影响。

^① 限于篇幅,省略了稳健性检验结果;如有需要,可向作者索取。

3. *PSM-DID* 方法。为了消除样本选择偏差对基准模型估计结果的影响,本文采用倾向得分匹配法(*PSM*)进行稳健性检验。本文分别采用了一对一近邻匹配和半径匹配方法,*wrt*的估计结果仍在 1% 的水平上显著为负,说明本文的回归结果是稳健的。

4. 加入基准变量的时间趋势项。在水权试点政策的设计论证过程中,试点城市的选择可能不是随机的,可能与城市的地理位置、社会经济特征等密切相关。城市之间原本就存在的差异可能会随着时间趋势对城市环境产生不同的影响,从而导致估计偏差。本文借鉴宋弘等(2019)的做法,选取该城市是否是北方城市、粮食主产区、资源型城市、省会城市和大中城市作为基准变量,并在基准模型中陆续加入这些基准变量与时间趋势一次项、二次项、三次项的交互项,估计模型如下:

$$efficiency_{it} = \alpha + \beta wrt_{it} + \theta X_{it} + \phi Z_i \times trend_t + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, Z_i 表示上述 5 个基准变量, $trend_t$ 分别表示时间趋势的一次项、二次项、三次项。估计结果显示,*wrt*的估计系数仍在 1% 的水平上显著为负,表明本文的估计结果是稳健的。

5. 其他稳健性检验。本文开展的其他稳健性检验包括:第一,控制跨界流域横向生态补偿政策的影响。在本文的窗口期内实施的其他环境政策,尤其是跨界流域横向生态补偿政策(景守武和张捷,2021)可能会对估计结果产生干扰,因此,本文进一步在式(1)中控制了新安江流域、九洲江流域、汀江-韩江流域、东江流域、滦河流域、渭河流域 6 个较为典型的跨界流域横向生态补偿政策对估计结果的影响。估计结果显示,跨界流域横向生态补偿政策并未对本文的估计结果产生影响,即本文的估计结果是可信的。第二,剔除直辖市、自治区样本。为了剔除直辖市、自治区所辖城市在政治经济方面与其他城市的差异对估计结果的影响,本文删除了样本中 4 个直辖市和 5 个自治区所覆盖的 34 个城市样本数据,然后利用基准模型重新估计。估计结果表明,在剔除直辖市、自治区样本数据之后,*wrt*的估计系数仍在 1% 的水平上显著为负,说明本文的估计结果是稳健的。

五、进一步分析

(一)机制分析

上文的研究结果表明,水权试点能够提升地区水资源利用效率。那么,其传导机制是什么?本文借鉴温忠麟等(2004)提出的中介效应检验框架,从技术创新和水权转移两个方面探讨水权试点提升地区水资源利用效率的作用机制,模型设置如下:

$$efficiency_{it} = \alpha + \beta wrt_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$M_{it} = \alpha + \phi wrt_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$efficiency_{it} = \alpha + \mu wrt_{it} + \tau M_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中, M 是中介变量,分别表示技术创新和水权转移;水权试点的总效应为 β ,直接效应为 μ ,中介变量 M 的中介效应为 $\phi\tau$ 。由上文的分析可知,式(4)中系数 β 在 1% 的水平上显著为负,根据中介效应检验框架,继续估计式(5)和式(6)。若系数 ϕ 和 μ 显著,且 τ 显著,则为部分中介效应;若系数 ϕ 显著,且 τ 显著,而 μ 不显著,则为完全中介效应。

1. 水权试点有利于技术创新。本文从技术创新投入(*science*)和技术创新产出(*sewage*)两个方面探讨水权试点对技术创新的影响。技术创新投入(*science*)用科学技术支出的对数值表示。由于水权试点引导的技术创新最终主要表现为城市污水处理总量的减少,因此本文采用污水处理总量的对数值衡量技术创新产出(*sewage*)。估计结果如表 3 列(1)–列(5)所示,*wrt*的估计系数

至少在 5% 的水平上显著, *science*和*sewage*的估计系数均显著,说明存在部分中介效应,即水权试点可以通过促进技术创新来提升地区水资源利用效率,假说 1a 得证。值得注意的是,对比列(2)和列(4)后可以发现,水权试点更有利于促进技术创新投入,这是因为水权试点的实施可以在短时间内引导资金投入到相关领域的技术创新中,而技术创新产出特别是环境治理领域的技术创新产出往往具有持续性,无法在短期内完全显现。

2. 水权试点促进水权转移。干春晖等(2011)用第三产业产值与第二产业产值的比值反映第三产业的增长率快于第二产业的增长率,即经济结构服务化的趋势。本文借鉴这一思想,用生产运营用水与居民家庭用水的比值构建水权转移(*transfer*)这一指标,反映生产运营用水减少幅度高于非生产用水增加幅度的趋势,^①估计结果如表 3 列(1)、列(6)和列(7)所示。*wrt*和*transfer*的估计系数均显著,说明存在部分中介效应,即水权试点可以通过促进水权转移来提升地区水资源利用效率,假说 1b 得证。

表 3 机制分析:中介效应检验

	基准模型	技术创新投入		技术创新产出		水权转移	
	(1) <i>efficiency</i>	(2) <i>science</i>	(3) <i>efficiency</i>	(4) <i>sewage</i>	(5) <i>efficiency</i>	(6) <i>transfer</i>	(7) <i>efficiency</i>
<i>wrt</i>	-2.701*** (1.027)	0.258*** (0.073)	-2.359** (1.042)	-0.103** (0.051)	-2.276*** (0.852)	-0.155* (0.094)	-1.911** (0.836)
<i>science</i>			-1.323* (0.686)				
<i>sewage</i>					4.129** (1.689)		
<i>transfer</i>							5.092*** (0.858)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市、时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>R</i> ²	0.356	0.873	0.360	0.571	0.378	0.097	0.582
样本数	4 274	4 274	4 274	4 274	4 274	4 274	4 274

(二)异质性分析

1. 试点类型异质性。虽然水利部在 2014 年同时批准宁夏、江西、湖北、内蒙古、河南、甘肃、广东 7 个省份作为水权试点,但 7 个省份的政策侧重点有所区别。那么,水权试点的政策效果是否会因试点类型的不同而不同呢?本文将试点类型概括为确权登记试点、跨区域水权交易试点、行业 and 用水户间水权交易试点,构建如下模型进行检验:

$$efficiency_{it} = \alpha + \beta wrt_{it} \times type_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中,虚拟变量 *type* 分别表示确权登记试点(*confirm*)、跨区域水权交易试点(*trading*)、行业 and 用水户间水权交易试点(*trading1*),估计结果如表 4 列(1)所示。估计结果表明,水权试点的政策效果因试点类型的不同而不同,即存在试点类型异质性。*wrt_confirm*和*wrt_trading1*的估计系数均在 5% 的水平上显著为负,而*wrt_trading*的估计系数不显著,说明确权登记试点以及行业 and 用水户间水权交易试点有利于提升地区水资源利用效率,而跨区域水权交易试点无法有效提升地区水资源利用效率,假说 2a 得证。

① 由于无法获取生态用水数据,因此本文不予考虑。

2. 金融发展水平异质性。本文用年末金融机构各项贷款余额占 GDP 的比重来衡量各城市的金融发展水平, 并根据其中位数(0.708)将样本分为高、低两组, 再采用式(1)进行估计, 估计结果如表 4 列(2)和列(3)所示。估计结果表明, 水权试点的政策效果受各城市金融发展水平的影响。在金融发展水平较高的地区, 水权试点的政策效果更明显; 而在金融发展水平较低的地区, 水权试点虽然也能提升地区水资源利用效率, 但政策效果不明显。假说 2b 得证。

3. 供水基础设施水平异质性。本文用供水管道长度的对数值来衡量各城市的供水基础设施水平, 并根据其中位数(6.701)将样本分为高、低两个子样本, 接着用式(1)进行估计, 估计结果如表 4 列(4)和列(5)所示。估计结果表明, 无论供水基础设施水平是高还是低, 水权试点都能够有效地提升地区水资源利用效率, 但在供水基础设施水平高的地区, 水权试点的政策效果更强, 假说 2c 得证。

表 4 异质性分析一

	试点类型	金融发展水平		供水基础设施水平	
		低	高	低	高
	(1) <i>efficiency</i>	(2) <i>efficiency</i>	(3) <i>efficiency</i>	(4) <i>efficiency</i>	(5) <i>efficiency</i>
<i>wrt</i>		-2.594(1.858)	-4.180*** (1.473)	-2.831** (1.197)	-3.576** (1.642)
<i>wrt_confirm</i>	-5.031** (1.954)				
<i>wrt_trading</i>	-0.582(0.813)				
<i>wrt_trading1</i>	-5.451** (2.644)				
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
城市、时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
R^2	0.361	0.268	0.532	0.360	0.320
样本数	4 274	2 137	2 137	2 137	2 137

4. 水资源禀赋水平异质性。本文用人均日生活用水量的对数值来衡量各城市的水资源禀赋水平, 根据其 33% 和 66% 分位点将样本分为 3 个子样本, 然后再用式(1)进行估计, 估计结果如表 5 列(1)—列(3)所示。估计结果表明, 在 0%—33% 区间, 水权试点降低了地区水资源利用效率, 但并不明显; 在 33%—66% 区间, 水权试点能够明显提升地区水资源利用效率; 在 66%—100% 区间, 水权试点对地区水资源利用效率的提升作用更加明显。假说 2d 得证。

表 5 水资源禀赋异质性、边界效应

	水资源禀赋异质性			边界效应
	0%—33%	33%—66%	66%—100%	
	(1) <i>efficiency</i>	(2) <i>efficiency</i>	(3) <i>efficiency</i>	(4) <i>efficiency</i>
<i>wrt</i>	0.948(0.649)	-2.630** (1.025)	-5.873** (2.701)	
<i>wrt_border</i>				-1.650(1.136)
控制变量	控制	控制	控制	控制
城市、时间固定效应	控制	控制	控制	控制
R^2	0.286	0.471	0.389	0.354
样本数	1 409	1 411	1 454	4 274

(三)边界效应分析

Cai等(2016)发现,环境规制的实施使得一个省份下游的县的水污染活动比该省其他的县多出20%,即产生了“污染邻居”现象。那么,水权试点的政策效果在省边界处是否也将大打折扣,即水权试点是否也存在这种“边界效应”?对此,本文构建如下回归模型进行检验:

$$Y_{it} = \alpha + \beta wrt_{it} \times border_{it} + \theta X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中,虚拟变量 $border$ 表示该城市是否是省边界城市,取其与 wrt 的交互项,并采用式(8)进行估计,估计结果如表5列(4)所示。估计结果表明,系数为负但并不显著,说明在省边界处,水权试点无法有效提高地区水资源利用效率,即存在“边界效应”,假说3成立。

六、结论和政策建议

进入高质量发展阶段后,我国经济向绿色发展方式转型离不开水资源管理方式改革的有力支撑。如何发展有效市场和有为政府相结合的政策工具来提升地区水资源利用效率,不仅是平衡水资源短缺问题与经济发展之间矛盾的需要,更是推进生态文明建设、贯彻落实“绿水青山就是金山银山”发展理念、建设“美丽中国”的需要,水权交易应运而生,并广受社会各界关注,但关于水权交易的实际效果,现有文献尚未达成一致结论。本文以2014年水利部批准的水权试点政策为切入点,收集整理我国285个城市2005—2019年的面板数据,采用 DID 方法探讨水权试点能否提升地区水资源利用效率。研究发现:(1)水权试点可以有效地提升地区水资源利用效率,该结论在经过平行趋势假设检验、安慰剂检验、 $PSM-DID$ 检验、加入基准变量的时间趋势项以及其他一系列稳健性检验之后依然成立。(2)中介效应检验发现,水权试点通过促进技术创新和水权转移两个渠道提升地区水资源利用效率。(3)水权试点的政策效果受水权试点类型的影响,确权登记试点以及行业和用水户间水权交易试点有利于提升地区水资源利用效率,而跨区域水权交易试点无法有效提升地区水资源利用效率;水权试点的政策效果还受金融发展水平和供水基础设施水平的影响,金融发展水平和供水基础设施水平越高,水权试点的政策效果越好。水权试点政策效果与水资源禀赋水平之间存在非线性关系,当缺水时,水权试点降低了地区水资源利用效率,但并不明显,随着水资源禀赋的提升,水权试点更有利于提升地区水资源利用效率;当水资源十分富足时,水权试点的政策效果最强。(4)与水污染治理相似,水权试点的政策效果在省边界处也会大打折扣,即存在“边界效应”。

基于上述研究结论,为推进水权交易市场建设,优化配置水资源,提升地区水资源利用效率,本文提出以下几点政策建议:(1)以水权试点建设为契机,以建立健全全国统一的水权交易市场为目标,坚定不移推进水权交易市场化改革。在发达国家,水权交易被广泛用于解决水资源时空分布不均问题。本文的研究结果表明,在我国水资源管理领域,引入基于市场机制的水权试点政策同样能够优化配置水资源,有效提升地区水资源利用效率。因此,要不断促进有效市场和有为政府更好地结合,明确政府定位、完善政府职能,持续推进水权市场化改革。政府部门在水权交易市场的建设和管理过程中,要更加积极、合理地发挥监督管理职能,保障初始水权分配环节和水权交易环节的公平和效率,明晰水权,不断优化交易规则和交易流程,降低交易成本,但应严禁随意干预交易环节。(2)加快节水技术创新成果转化。水权试点的实施虽然可以在短时间内引导资金投入相关领域的技术创新中,但技术创新成果转化较慢,无法在短期内获得全部收益,而大多数企业特别是民营企业更加注重短期利益。政府部门应注意到这一现象,不断从规章制度、技术、资金等方面对节水技术创新成果转化予以支持,激发企业主动加强技术创新和节水

技术改造的活力。(3)着力提升市场化水平,充分发挥水权价格的市场调节作用。生产运营部门对水权的需求价格弹性较大,在优先保证生活用水和生态用水需求的情况下,提高市场化水平,充分利用价格形成机制确定水权价格,并稳步提高水权价格,激发用水户技术创新的活力,这是提升地区水资源利用效率的重要途径。当水权价格日渐高涨时,用水的实际成本和机会成本都将增加,这样既不会使缺水的用水户放弃采用节水技术,也会促使拥有多余水权的用水户采取多种措施节约用水,以获得更高的收益,从而提高全社会的水资源利用效率。特别是当水权价格高于节水技术改造的边际成本时,水权价格的市场调节作用将更加明显。(4)加强政策协同,系统推进水权交易市场建设,从顶层设计层面加快形成跨区域的水权交易体系。虽然确权登记以及行业和用水户间水权交易能够有效地提升地区水资源利用效率,但受水资源总量的约束,区域内水资源利用效率的提升空间有限,且随着地区水资源利用效率的提高,提高地区水资源利用效率的边际成本也变得极高,这将损害到部分地区的发展权。鉴于我国水资源分布不均的事实,应从顶层设计层面深化水资源管理体制机制改革。在强化地方政府主体责任意识,压实主体责任的同时,更要破除行政边界意识,坚持“全国一盘棋,共抓大保护”的治理理念,严厉查处“以邻为壑”的短视行为,杜绝“边界效应”。同时,致力于搭建统筹协调各方行动、提供平等协商对话的合作平台,大力发展跨区域甚至是跨流域的水权交易,在用水总量不变的情况下,优化水资源配置,在保障各地区平等发展权的基础上,提高地区水资源利用效率。(5)加快完善保障水权交易市场平稳运行的相关配套设施建设。水权交易市场的稳定运行不仅需要完善的水权交易机制,还需要研究并发展基于水权的金融工具,如水期货、水基金、水债券等;加强培训、咨询以及人才支撑体系建设;加快相关基础设施和第三方核证机构等的建设。

参考文献:

- [1]车小磊. 广东:探索东江流域水权改革路径[J]. 中国水利, 2018, (19): 61-63.
- [2]池京云, 刘伟, 吴初国. 澳大利亚水资源和水权管理[J]. 国土资源情报, 2016, (5): 11-17.
- [3]付实. 美国水权制度和金融特点总结及对我国的借鉴[J]. 西南金融, 2016, (11): 72-76.
- [4]干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, (5): 4-16.
- [5]景守武, 张捷. 跨界流域横向生态补偿与企业全要素生产率[J]. 财经研究, 2021, (5): 139-152.
- [6]马九杰, 崔怡, 孔祥智, 等. 水权制度、取水许可管理与农户节水技术采纳——基于差分模型对水权改革节水效应的实证研究[J]. 统计研究, 2021, (4): 116-130.
- [7]马素英, 孙梅英, 付银环, 等. 河北省水权确权方法研究与实践探索[J]. 南水北调与水利科技, 2019, (4): 94-103.
- [8]孟戈, 王先甲. 水权交易的效率分析[J]. 系统工程, 2009, (5): 121-123.
- [9]沈大军, 阿丽古娜, 陈琛. 黄河流域水权制度的问题、挑战和对策[J]. 资源科学, 2020, (1): 46-56.
- [10]沈满洪. 水权交易与政府创新——以东阳义乌水权交易案为例[J]. 管理世界, 2005, (6): 45-56.
- [11]史丹, 李少林. 排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证[J]. 中国工业经济, 2020, (9): 5-23.
- [12]宋弘, 孙雅洁, 陈登科. 政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究[J]. 管理世界, 2019, (6): 95-108.
- [13]田贵良, 盛雨, 卢曦. 水权交易市场运行对试点地区水资源利用效率影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, (6): 146-155.
- [14]涂正革, 谌仁俊. 排污权交易机制在中国能否实现波特效应?[J]. 经济研究, 2015, (7): 160-173.

- [15]温忠麟,张雷,侯杰泰,等.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报,2004,(5):614-620.
- [16]杨得瑞,李晶,王晓娟,等.水权确权的实践需求及主要类型分析[J].中国水利,2015,(5):5-8.
- [17]张宁,张维洁.中国用能权交易可以获得经济红利与节能减排的双赢吗?[J].经济研究,2019,(1):165-181.
- [18]钟玉秀.水权制度建设及水权交易实践中若干关键问题的解决对策[J].中国水利,2016,(1):12-15.
- [19]周黎安.晋升博弈中政府官员的激励与合作——兼论我国地方保护主义和重复建设问题长期存在的原因[J].经济研究,2004,(6):33-40.
- [20]Borghesi S, Cainelli G, Mazzanti M. Linking emission trading to environmental innovation: Evidence from the Italian manufacturing industry[J]. *Research Policy*, 2015, 44(3): 669-683.
- [21]Cai H B, Chen Y Y, Gong Q. Polluting thy neighbor: Unintended consequences of China's pollution reduction mandates[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2016, 76: 86-104.
- [22]Coase R H. The problem of social cost[J]. *The Journal of Law and Economics*, 1960, 3(1): 1-44.
- [23]Connell D. Irrigation, water markets and sustainability in Australia's Murray-Darling basin[J]. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2015, 4: 133-139.
- [24]Duvivier C, Xiong H. Transboundary pollution in China: A study of polluting firms' location choices in Hebei Province[J]. *Environment and Development Economics*, 2013, 18(4): 459-483.
- [25]Fang L, Wu F P, Yu Y T, et al. Irrigation technology and water rebound in China's agricultural sector[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2020, 24(5): 1088-1100.
- [26]Jacobson L S, Lalonde R J, Sullivan D G. Earnings losses of displaced workers[J]. *The American Economic Review*, 1993, 83(4): 685-709.
- [27]Khair S M, Mushtaq S, Culas R J, et al. Groundwater markets under the water scarcity and declining watertable conditions: The upland Balochistan Region of Pakistan[J]. *Agricultural Systems*, 2012, 107: 21-32.
- [28]Li P, Lu Y, Wang J. Does flattening government improve economic performance? Evidence from China[J]. *Journal of Development Economics*, 2016, 123: 18-37.
- [29]Liu Y M, Luo B L. Effects of tradeable water rights on farmers' irrigation water use behaviour[J]. *Mathematics in Practice and Theory*, 2014, 44(5): 7-14.
- [30]Molinos-Senante M, Donoso G, Sala-Garrido R. Are participants in markets for water rights more efficient in the use of water than non-participants? A case study for Limarí Valley (Chile)[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, 23(11): 10665-10678.
- [31]Porter M E, van der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4): 97-118.
- [32]Yang W G, Zhu M L. Research and prospect of agricultural water right trading development—Taking Changji prefecture of Xinjiang as an example[J]. *Agricultural Outlook*, 2018, 14(7): 34-37.
- [33]Zhang B, Zhang H, Liu B B, et al. Policy interactions and underperforming emission trading markets in China[J]. *Environmental Science & Technology*, 2013, 47(13): 7077-7084.
- [34]Zhang H J, Duan M S, Deng Z. Have China's pilot emissions trading schemes promoted carbon emission reductions? The evidence from industrial sub-sectors at the provincial level[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 234: 912-924.
- [35]Zhang H Q, Zhou Q, Zhang C J. Evaluation of agricultural water-saving effects in the context of water rights trading: An empirical study from China's water rights pilots[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 313: 127725.

Can the Ecological Protection Compensation System Improve Regional Water Use Efficiency? An Empirical Study Based on Water Right Pilot

Yu Lihong, Cheng Sijia

(School of Business, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Summary: China's economic green transformation cannot be separated from the reform of water resource management. How to formulate policy tools that combine efficient markets and effective governments to improve regional water use efficiency is not only the need to balance the contradiction between water resource shortage and economic development, but also the need to promote the construction of ecological civilization. Water right pilot arises at the historic moment and is widely concerned by all sectors of the society. However, there is no consensus in the existing literature on the actual effect of water right pilot.

Based on the panel data of 285 cities in China from 2005 to 2019, this paper takes water right pilot as an example to study whether the ecological protection compensation system can improve regional water use efficiency. The results show that: (1) Water right pilot can improve regional water use efficiency, and this conclusion has passed a series of robustness tests. (2) Water right pilot improves regional water use efficiency by promoting technological innovation and water right transfer. (3) The pilot of right confirmation and registration and water right trading between industries and consumers are conducive to improving regional water use efficiency, while the pilot of water right trading across regions cannot effectively improve regional water use efficiency. The higher the level of financial development and water infrastructure, the more obvious the effect of water right pilot. There is a nonlinear relationship between the effect of water right pilot and the water resource endowment level. With the improvement of water resource endowment level, the effect of water right pilot gradually increases from not obvious. (4) Similar to water pollution control, the effect of water right pilot will be greatly reduced at provincial boundaries. That is, there is a border effect. This paper provides empirical evidence and policy implications for establishing and perfecting the national unified water right trading market and deepening the reform of ecological protection compensation system.

The marginal contributions of this paper are that: (1) It empirically tests the effect of China's water right pilot on regional water use efficiency and supplements the effectiveness of empirical research on water right trading. (2) Based on Coase Theorem and Porter Hypothesis, and combined with the implementation rules for water right pilot, it clarifies and empirically tests the mechanism of water right pilot on regional water use efficiency from the two perspectives of technological innovation and water right transfer, and makes up for the deficiencies of relevant theoretical analysis and empirical testing. (3) Based on the actual construction situation of water right pilot in China, it notes that there is heterogeneity of pilot types and socio-economic characteristics in water right pilot. At the same time, combined with yardstick competition, this paper may be the first literature to find that the policy effect of water right pilot also has a border effect, and the research content is more comprehensive than the existing literature.

Key words: water right pilot; regional water use efficiency; *DID*; heterogeneity; border effect

(责任编辑 景 行)