

政策工具是否能有效改善水环境质量

——基于30个省份的面板数据分析

郭 沁 陈昌文

【摘要】近年来，政策工具在不同类型的政府治理情境中得到了广泛应用，环境政策工具作为实现环境治理政策目标的方式和手段在各类环境治理领域倍受青睐。目前，中国的水环境治理已经进入攻坚阶段，所面临的矛盾问题层次更深、难度更大、范围更广。本文以2008—2019年30个省际面板数据为样本，运用贝叶斯模型平均法（BMA）研究发现：控制型、市场型、自愿型三类政策工具均有效改进了水环境质量，但不同类型的政策工具在控制水污染排放时所发挥的作用存在明显差异。加大环保部门的投入和执法强度对抑制水污染排放的作用最为显著，地方政府颁布的水污染防治法规的影响效果有限；排污费（税）的征收对抑制水污染排放的作用要强于政府在水污染治理和环保设施方面的投资；对环境污染的信访举报有效推动了水污染问题的解决，人大、政协的提案对水污染治理有一定促进作用，但仍有较大的提升空间。这表明，不同政策领域的问题情境存在差异，其所涉及的管理部门特征并不相同，在不同的治理领域与治理情境中，我们始终需要寻求政策工具与政策产出之间的平衡点，通过设计更加优化的政策组合以发挥不同政策工具的最大效能。因此，在“十四五”时期的水环境治理中，应针对不同环境治理情境来构建复合型环境政策工具体系。

【关键词】水环境治理；政策工具；贝叶斯模型平均法（BMA）

【中图分类号】D035 【文献标识码】A 【文章编号】1000-4769(2023)02-0053-10

一、问题提出

改革开放以来，中国的经济发展取得了举世瞩目的成就，创造了“中国奇迹”。然而，经济社会的快速发展带来了严重的环境污染问题。自“九五”时期开始，中国就集中力量对“三河三湖”等重点流域进行集中整治；进入“十一五”时期以来，中国大力推行节能减排。但是，水污染的严重状况并未得到根本遏制，区域性、复合型水污染日益凸显，防治形势愈发严峻。2004年的沱江特大污染事故、2007年的太湖“蓝藻”危机等，不仅危害生命健康，严重影响了人民群众的生产生活，而且造成了恶劣的社会影响。2015年，全国地表水国控断面中，Ⅰ—Ⅲ类水质占64.5%，仍有8.8%属于劣Ⅴ类，长江流域Ⅱ类及以上水质占63.5%。^①因此，深入开展水环境治理既是人民群众的迫切期盼，也是党和政府面临的一个复杂治理难题。2015年，国务院印发《水污染防治行动计划》（简称“水十条”），作为“向水污染宣战”的行动纲领和指南，宣告了“碧水保卫战”正式打响。据

【作者简介】郭 沁，四川大学公共管理学院博士研究生，成都理工大学文法学院讲师；

陈昌文，四川大学公共管理学院教授、博士生导师，四川 成都 610064。

① 中华人民共和国生态环境部：《2015中国环境状况公报》，2016年公开发布，第5页。

《2021全国生态环境状况公报》显示,全国地表水国控断面中,I-III类水质达到了84.9%,地级及以上城市黑臭水体基本消除,长江干流和主要支流历史性全面实现了II类及以上水质,黄河、松花江和淮河流域水质由轻度污染改善为良好。^①水污染防治攻坚战阶段性目标圆满完成,水生态环境明显改善。党的二十大报告指出,“生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化,我们的祖国天更蓝、山更绿、水更清。”^②

近年来,政策工具研究在美国、加拿大、荷兰和英国等全球多地兴起,并迅速成为研究关注焦点。作为政府用来产生、评估和实施政策选项的技术,政策工具一直是政策科学历史上探讨的重要话题。^③目前,政策工具在不同类型的政府治理情境中均得到了广泛应用,但不同政策领域的问题情境存在差异,其所涉及的管理部门特征并不相同,这些都会对政策工具的选用和实际运用效果产生极大影响。为什么中国的水环境治理能够在短时间内取得过去50多年未能取得的治水成效?环境政策工具作为实现政策目标的方式和手段,无疑在这个过程中发挥着重要作用。以1972年北京市官厅水库污染治理为标志性事件,中国的水环境治理在半个多世纪的治理历程中,其环境政策工具也先后经历了从无到有、从单一使用到多元并行的过程,逐步建立起种类丰富、系统完备的环境政策工具体系。^④然而,当前水环境治理中主要运用了哪些政策工具?这些政策工具的实际效果究竟如何,是否有效改善了水环境质量?这些政策工具是否存在明显的地区差异?针对不同的水环境治理情境,应该如何选择合适的政策工具以建立复合型政策工具体系?这些都已成为社会各界普遍关注的重要议题,也是本文研究试图回答和解决的问题。

二、文献综述

近年来,国内外学者针对环境政策工具的研究成果丰硕,但主要聚焦于环境政策工具的类型划分、效果评价与选择运用三个方面。

(一) 环境政策工具的类型划分

环境政策工具是政府部门为实现环境质量改善,而出台实施的一系列防治、控制等环境措施的总和。^⑤生态环境作为最公平的公共产品,受制于非排他性和环境治理的正外部性,这使得政府的介入具备了有效性和合理性。国外学者通常把政府的介入程度作为环境政策工具的分类标准。经济合作与发展组织(OECD)将环境政策工具划分为命令控制型、经济激励型、劝说式工具三类。^⑥思德纳将环境政策工具综合为市场化工具、命令控制式、信息发布型三大类。^⑦国内学者以“强制程度”为划分标准,有“二分”“三分”“四分”三种表现形式。在二分类中,有学者将环境政策工具分为命令型工具和市场型工具。^⑧在三分类中,有学者将环境政策工具划分为命令控制型、市场激励型和公众参与型三大类。^⑨在四分类中,有学者将环境政策工具划分为命令控制、市场经济、自愿行动和公众参与四类。^⑩

(二) 环境政策工具的效果评价

环境政策工具的绩效不同于环境绩效,主要侧重于政策工具对于环境治理的贡献程度。近年来,既有研究先后利用层次分析法、数据包络分析法、弹性分析法、聚类分析法、因子分析法等对中国环境政策工具的治理效果进行了综合评估。包群等采用“倍差法”对各省份地方环境立法案例展开研究,证实了环境立法能够有效降低污

① 中华人民共和国生态环境部:《2021中国生态环境公报》,2021年公开发布,第17—22页。

② 习近平:《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》,北京:人民出版社,2022年,第11页。

③ 罗哲、单学鹏:《研究共识与差异取向:国内外政策工具研究的比较分析》,《西南民族大学学报》(人文社会科学版)2022年第11期。

④ 李胜兰、黎天元:《复合型环境政策工具体系的完善与改革方向:一个理论分析框架》,《中山大学学报》(社会科学版)2021年第2期。

⑤ 郑石明、罗凯方:《大气污染治理效率与环境政策工具选择——基于29个省市的经验证据》,《中国软科学》2017年第9期。

⑥ 经济合作与发展组织:《环境管理中的经济手段》,张世秋、李彬译,北京:中国环境科学出版社,1996年,第8—9页。

⑦ 托马斯·思德纳:《环境与自然资源管理的政策工具》,张蔚文、黄祖辉译,上海:上海人民出版社,2005年,第329—338页。

⑧ 叶琴、曾刚、戴劭劭、王丰龙:《不同环境规制工具对中国节能减排技术创新的影响——基于285个地级市面板数据》,《中国人口·资源与环境》2018年第2期。

⑨ 甘黎黎:《我国环境治理的政策工具及其优化》,《江西社会科学》2014年第6期。

⑩ 张坤民、温宗国、彭立颖:《当代中国的环境政策:形成、特点与评价》,《中国人口·资源与环境》2007年第2期。

染物排放，而地方环境执法强度在降低污染物排放中发挥着关键作用。^① 于文超则利用“数据包络分析（DEA）”探讨了环境治理中公众诉求、政府干预与环境治理效率的关联性，认为公众的环境诉求会显著提升地方环境治理绩效，尤其是在政府行政干预水平越低的地区，这种影响效应越突出。^② 曾冰等基于省际面板数据分析了不同环境政策工具对环境污染的抑制作用，认为市场型政策工具在环境治理中发挥着更为积极的作用，管制型政策工具只对工业固体废弃物的排放产生抑制作用。^③ 目前，在不同类型的环境治理领域，环境政策工具评价倍受重视，各种评价分析方法得以广泛应用。

（三）环境政策工具的选择运用

从既有研究看，目前学界关于水环境政策工具的选择运用，主要聚焦两个重要方面。一是基于理论模型分析政府在水环境治理实践中的政策工具选用。李超显等运用政策网络理论建立了湘江流域重金属污染治理“六元一轴”政策网络与政策工具选择的整体性分析框架。^④ 洪尚群等指出，不同类型政策工具的优化组合是最有效的使用形态，能够使政策效力进一步倍增。^⑤ 二是通过定量方法来评价环境政策工具的成效，从而为政策工具的选择提供重要依据。王红梅运用“贝叶斯模型平均（BMA）”方法实证分析了不同类型环境政策工具在环境污染治理中的贡献程度，并提出了选择策略。^⑥ 这表明，既有研究中环境政策工具的选择被置于具体的水环境治理场境，并与不同类型的理论分析模型与定量研究方法相结合。

综上所述，既有研究围绕上述三个方面取得了重要研究成效，但现有文献主要关注了环境政策工具对总体环境治理或大气污染治理绩效的影响，而对水环境治理领域的环境政策工具问题关注较少。特别是，在讨论环境政策工具对环境治理的贡献程度时，较少考虑不同区域的异质性所带来的差异，往往止步于对环境政策工具效果的比较研究。因此，本研究拟建立一个系统性分析框架，比较分析不同环境政策工具对改善水环境质量的效果差异，尤其是区域差异对环境政策工具效果的影响，揭示不同环境政策工具的作用机理，并基于系统治理模式下不同治理情景中的政策工具选择，为“十四五”时期进一步打好水污染防治攻坚战提供理论参考。

三、理论分析与模型设定

（一）理论分析

结合既有文献和研究需要，本文将环境政策工具分为控制型政策工具、市场型政策工具和自愿型政策工具，并进一步展开讨论。

1. 政策工具的作用机制

从理论上分析，不同类型的政策工具在水环境治理中作用机制并不相同。控制型环境政策工具通过颁布法律法规、规章条例、政策文件、环保标准等，对企业的排污行为进行规制，从而遏制水污染物的排放。在水环境治理中，控制型环境政策工具应用较多的是环境影响评价、总量控制、排污许可、“三同时”制度等，其优势在于将环保事项前置，这有利于水污染的事前预防，但是也存在着投入成本过高，可持续性较差等问题。市场型环境政策工具抑制水污染的原理在于，当企业污染排放的成本大于生产收益时，基于理性的“经济人”假设，企业将减少水污染物的排放。因此，对企业排污的收费标准应该等于企业的生产边际利润。市场型环境政策工具能够鼓励企业通过技术改造降低污染物排放标准，具有较强的经济性和灵活性，但由于“政企合盟”等因素的存在，其政策效果不如控制型环境政策工具。自愿型环境政策工具包括环境信息公开、环保宣传教育、环境污染举报等，其优势在于其较低的交易成本和较高的环境标准。此外，由于不同地区的区域性特征、经济发展水平差异较大，水环境污染问题更是体现了明显的区域性特征，同一类型的环境政策工具在不同地区所发挥的效果存在显著差异。因

① 包群、邵敏、杨大利：《环境管制抑制了污染排放吗？》，《经济研究》2013年第12期。

② 于文超：《公众诉求、政府干预与环境治理效率——基于省级面板数据的实证分析》，《云南财经大学学报》2015年第5期。

③ 曾冰、郑建锋、邱志萍：《环境政策工具对改善环境质量的作用研究——基于2001—2012年中国省际面板数据的分析》，《上海经济研究》2016年第5期。

④ 李超显、黄健柏：《流域重金属污染治理政策工具选择的政策网络分析：以湘江流域为例》，《湘潭大学学报》（哲学社会科学版）2017年第6期。

⑤ 洪尚群、李亚园、闫自申等：《不同政策组合的战略环境影响评价》，《环境保护科学》2001年第6期。

⑥ 王红梅：《中国环境规制政策工具的比较与选择——基于贝叶斯模型平均（BMA）方法的实证研究》，《中国人口·资源与环境》2016年第9期。

此,在选择和使用某一类型的政策工具时,我们有必要考虑环境政策工具的差异性以及不同地区的区域性特征。

2. 政策工具的选择机理

国家的治理模式与政策工具选择存在着特定的关系。其逻辑在于,国家的治理模式决定了政策价值观的形成和治理体系的架构,而不同的政策价值观和治理体系必然影响政策工具的选择。中国的水环境治理在五十年时间里,经历了1995年以前以点源为主的水污染防治阶段、“九五”时期至“十二五”时期的重点流域治污阶段、“水十条”实施后的系统治污阶段。^①在以点源治理为主的浓度控制模式下,政府主要运用控制型政策工具对企业排放的“三废”进行整治;在以重点流域防治为主的总量控制模式下,企业成长市场主体,市场型政策工具的运用也随之兴起;在以质量改善为核心的系统治理模式下,单纯依靠政府已不可能实现有效治理,需要企业、公众、社会团体的共同参与,自愿型政策工具的运用进入快速发展时期。从以上分析可以看出,水环境治理模式的转换推动了环境政策工具的快速发展,逐步成熟的政策工具体系也为水环境治理提供了多元化选择。

(二) 模型设定与变量说明

为深入了解三种不同类型政策工具在水环境治理中的实际效果,本文选择了贝叶斯模型平均(BMA)法作为评价工具。贝叶斯模型平均法是由国外学者Leamer提出,主要是解决模型不确定性的分析方法。^②贝叶斯模型平均法主要运用解释变量的先验信息和先验概率得到一个平均模型,在此基础上,充分利用数据集包含的信息,结合所有可能的模型对被解释变量的解释力,计算各解释变量的后验概率,并据此判断各解释变量的相对重要性。具体运用到政策工具在水环境治理的绩效评价中,这一研究方法可以深入探究不同政策工具的贡献程度。

本文设定模型选择的解释变量和被解释变量,具体如下:

1. 被解释变量的选取

为了更全面地反映政策工具对水污染排放的影响,本文参考卢佳友等所采用的变量选取方法^③,选择一个地区工业废水排放总量与当地国内生产总值比重,作为当地水污染物排放水平的代理变量。

2. 解释变量的选取

控制型政策工具是政府介入水环境治理特征最显著的工具,本文采用地方政府颁布的水污染防治法规数量来衡量控制型政策工具的数量,通过手工整理以获得2008—2019年各省的相关数据,为了保证手工整理数据的正确性,基于两个渠道进行交叉验证:一是通过百度搜索各省发布的水污染防治官方文件进行手工整理;二是在中国知网上检索各省水污染防治的新闻报道,进行手工整理。同时,参考王红梅等对执法投入与执法强度变量的选取方法,结合数据的可得性,采用环保部门的工作人员占第三产业从业人员比重来衡量执法投入,采用环保部门行政处罚案件在当地企业数中的比重来衡量执法强度。^④

市场型政策工具可以细分为“利用市场”和“创建市场”两个子类,“利用市场”是基于“庇古税”定义的,主要包括排污收费、环境税、补贴等;“创建市场”则是基于“科斯定理”定义的,主要包括排污权交易、区域横向生态补偿等。^⑤排污收费制度是实施时间最长、应用范围最为广泛的市场型政策工具。2018年,《中华人民共和国环境税法》开始实施,原来由环保部门征收的排污费改为由税务部门征收的环保税。本文参考杨若愚等的变量选取方法,采用排污费(税)解缴入库金额占当地企业数的比值来评价排污收费制度。政府向绿色环保型企业、项目提供补贴能够激励企业进行节能减排。同时,参考冯颖等对水污染治理投资的衡量办法^⑥,采用当年环保基础设施中排水投资总额占GDP比重和水污染治理投资总额占GDP比重来评价补贴制度。由于排污权交易和区域横向生态补偿都还处于试点阶段,故难以获取全国范围内的数据。因此,暂时没有将其纳入本文的解释变量。

自愿型政策工具可以细分为“事前参与”和“事后监督”两种。“事前参与”主要包括环境信息公开、环

① 徐敏、张涛、王东等:《中国水污染防治40年回顾与展望》,《中国环境管理》2019年第3期。

② Edward E. Leamer,“Specification Searches:Ad Hoc Inference with Nonexperimental Data,”Wiley,1978.

③ 卢佳友、周宁馨、周志方等:《“水十条”对工业水污染强度的影响及其机制》,《中国人口·资源与环境》2021年第2期。

④ 执法强度变量选择说明:本文曾尝试细分和测算不同类型案件执法强度的贡献,因数据受限,难以完成,但从整体来看,当前的分析在一定程度上足以说明执法强度在水环境治理中的贡献。

⑤ 赵新峰、袁宗威:《区域大气污染治理中的政策工具:我国的实践历程与优化选择》,《中国行政管理》2016年第7期。

⑥ 冯颖、李晓宁、屈国俊等:《中国水环境污染与经济增长关系研究》,《西北农林科技大学学报》(社会科学版)2017年第11期。

保听证会、人大政协委员提出的环保提案等。“事后监督”主要指公众、民间环保组织对发现的污染问题进行监督举报。本文参考屈文波等的研究^①，兼顾数据的可得性，选取人大和政协的合计提案数占当地人口的比重来反映公众参与事前立法的状况，采用水污染信访件数占企业数的比重来反映公众的事后反馈参与状况。

3. 控制变量的选取

除了以上三种类型政策工具的影响以外，水环境污染状况还受经济发展水平、产业结构、物质资本状况、人力资本状况和全球化程度以及是否实行“河长制”等的影响^②，因此，本研究将这6个方面纳入控制变量。一是选取人均GDP作为一个地区经济发展水平的代理变量；二是选取工业增加值在GDP中的占比来反映一个地区产业结构状况；三是选取资本存量来反映一个地区物质资本状况；四是选取人均教育水平来代表一个地区人力资本状况；五是选取外商直接投资占比来表示一个地区融入全球化程度；六是选择虚拟变量来代表“是否全面推行河长制”，若全面推行河长制，则取1，若未全面推行河长制，则取0。所有变量的选择以及处理如表1所示。

表1 变量的选择与处理

变量类型	一级指标	二级指标	理论解释	单位	处理方式
被解释变量	水污染排放	工业废水排放总量与当地GDP比重 (py)	衡量水污染排放水平	%	原数据
解释变量	控制型政策工具	颁布的地方法规数量 (law)	数量	个	原数据
		环保部门的工作人员占第三产业从业人员比重 (share)	执法投入	%	原数据
		当年本级环保部门行政处罚案件与当地企业数的比重 (pun)	执法强度	件/个	原数据
	市场型政策工具	当年环保基础设施中排水投资总额占GDP比重 (infrashare)	正向激励	%	原数据
		水污染治理投资总额占GDP比重 (invshare)	正向激励	%	原数据
		排污费解缴入库金额与当地企业数的比值 (paishare)	负向激励	万元/个	原数据
	自愿型政策工具	人大和政协的合计提案数与当地人口的比重 (renda)	公众的事前立法参与	个/万人	原数据
水污染信访件数与企业数的比重 (letter)		事后反馈参与状况	%	原数据	
控制变量	地区经济发展水平	人均国内生产总值 (pgdp)	地区经济发展水平	元/人	取对数
	产业结构	工业增加值在GDP中的占比 (indshare)	产业结构	%	原数据
	物质资本状况	资本存量 (capital)	物质资本状况	亿元	取对数
	人力资本状况	人均教育水平 (education)	人力资本状况	年	原数据
	全球化 (open)	外商直接投资占比 (fdi)	地区融入全球化程度	%	原数据
	是否全面推行河长制	虚拟变量 (d)			原数据

4. 模型设定

根据上述分析，建立以控制型政策工具、市场型政策工具、自愿型政策工具、经济社会发展水平、产业结构、全球化程度为解释变量和控制变量的模型，具体模型如下：

$$PY_{it} = \alpha_i + \beta_1 law_{it} + \beta_2 share_{it} + \beta_3 pun_{it} + \beta_4 infrashare_{it} + \beta_5 invshare_{it} + \beta_6 paishare_{it} + \beta_7 renda_{it} + \beta_8 letter_{it} + \beta_9 pgdp_{it} + \beta_{10} indshare_{it} + \beta_{11} education_{it} + \beta_{12} fdi_{it} + \beta_{13} capital_{it} + \beta_{14} d_{it} + v_i + \lambda_t + \mu_{it} \quad (1)$$

其中 $i = 1, 2, \dots, 30$ 表示各个省份， $t = 1, 2, \dots, 12$ ，表示年份， v_i 表示个体固定效应， λ_t 表示时间效应， μ_{it} 表示随机扰动项。

5. 估计方法

为详细阐述贝叶斯模型平均的基本思想，我们假定模型中有K个解释变量，那么K个解释变量可能构成模

① 屈文波、李淑玲：《中国环境污染治理中的公众参与问题——基于动态空间面板模型的实证研究》，《北京理工大学学报》（社会科学版）2020年第11期。

② 沈坤荣、金刚：《中国地方政府环境治理的政策效应——基于“河长制”演进的研究》，《中国社会科学》2018年第5期；戢梦雪、毛霞、屈彪：《环境治理、水污染与农业发展》，《农村经济》2021年第7期。

型数为 2^k 个的模型空间 $M = \{M_1, M_2, \dots, M_p\}$, 其中 $p = 2^k$ 。

$P(M_p|y)$ 是模型 M_p 的后验概率, 是由模型的先验概率计算得出:

$$P(M_p|y) = \frac{P(y|M_p)P(M_p)}{\sum_{i=1}^p P(y|M_i)P(M_i)} \propto P(y|M_p)P(M_p) \quad (2)$$

其中, $P(M_p)$ 是模型 M_p 的先验概率, $P(y|M_p)$ 是边缘预测似然值, 可以根据如下公式计算得出:

$$p(y|M_p) = \int p(y|\beta_p, M_p)p(\beta_p|M_p)d\beta_p \quad (3)$$

其中, $p(y|\beta_p, M_p)$ 是 β_p 的先验分布似然值, $p(\beta_p|M_p)$ 是先验概率。参照陈伟和牛霖琳 (2013) 的研究方法, 假定 $p(\beta_p|M_p)$ 服从正态倒伽马分布, 模型 M_p 的先验概率 $P(M_p) = \frac{1}{p}$, 因此, 参数的后验分布可以计算为:

$$h|y, M_p \sim G(\bar{s}_p^2, \bar{v}), \beta_p|y, M_p \sim t(\beta_p, \bar{s}_p^2 \bar{V}_p, \bar{v}) \quad (4)$$

其中 h 是方差 σ^2 的倒数。因此, 模型的边缘预测似然值可以按照公式 4 求出:

$$p(y|M_p) = \iint p(y|\beta_p, M_p)p(\beta_p|M_p)p(h|M_p)d\beta_p dh \quad (5)$$

最后, 求得各解释变量 j 的后验包含概率为:

$$p(\beta_j \neq 0|y) = \sum_{m \in M_j} p(m|y) \quad (6)$$

其中, $M_j = \{m|\beta_j \neq 0\}$, $p(\beta_j \neq 0|y)$ 是模型空间 M 中所有含有解释变量 j 的模型后验概率的加总。

6. 数据来源与描述

本文选取 2008—2019 年 30 个省 (自治区、直辖市) 的省际面板数据作为研究样本 (港、澳、台和西藏地区数据缺失较多, 不在分析范围之内)。大多数指标的原始数据均来自《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国水利统计年鉴》以及万德 (wind) 数据库, 数据时间跨度为 2008—2019 年, 共 12 年, 样本观测值为 360。资本存量的数据采用单豪杰的计算方法^①, 运用永续盘存法计算得出。由于从 2016 年开始《中国环境年鉴》中水污染信访数据不再被统计, 仅统计到微信举报件数, 因此 2016—2019 年相关数据采用微信举报件数来代替。本文使用的所有变量统计性描述如表 2 所示。

表 2 变量的统计性描述

变量	均值	标准差	最小值	最大值
py	0.1098	0.0516	0.0058	0.5086
law	1.9364	2.519	0	19
share	0.0579	0.0494	0.0021	0.5651
pun	4.7274	11.1220	0.0086	97.9162
infra	0.1961	0.1155	0.0060	1.0916
inv	0.0515	0.0662	0.00026	0.6519
pai	9.3736	8.2335	0.4510	65.9295
renda	0.1169	0.0769	0	0.7237
letter	62.5512	16.5528	8.9574	552.7687
pgdp	10.4043	0.5175	9.1475	13.0090
indshare	36.1250	10.7008	1.6180	59.7498
education	8.9878	0.9512	6.7639	12.7820
fdi	2.1421	1.8183	0.0003	10.1619
capital	4.6466	0.3685	3.3295	10.2482
hezhang	0.2416	0.3786	0	1

① 单豪杰:《中国资本存量 K 的再估算: 1952—2006 年》,《数量经济技术经济研究》2008 年第 10 期。

四、实证分析

本文运用贝叶斯模型平均法对控制型政策工具、市场型政策工具、自愿型政策工具的后验概率、后验均值以及后验标准差进行测算，结果呈现在表3中。

表3 各类型环境政策工具的后验分布

变量	后验概率 (%)	后验均值	后验标准差	工具类型
环保部门的工作人员占第三产业从业人员比重 (share)	48.6637	-0.00724	0.00632	控制型政策工具
当年本级环保机构行政处罚案件与当地企业数的比重 (pun)	99.9191	-0.0023	0.0081	控制型政策工具
颁布的地方法规数量 (law)	6.3270	-0.00101	0.0070	控制型政策工具
水污染治理投资总额占GDP比重 (invshare)	30.1719	-0.0288	0.0387	市场型政策工具
排污费解缴入库金额与当地企业数的比值 (paishare)	99.0985	-0.0015	0.0002	市场型政策工具
当年环保基础设施中排水投资总额占GDP比重 (infrashare)	6.5409	-0.0001	0.0093	市场型政策工具
人大和政协的合计提案数与当地人口的比重 (renda)	35.4714	-0.00210	0.0012	自愿型政策工具
水污染信访件数与企业数的比重 (letter)	85.5687	-0.00009	0.00005	自愿型政策工具
人均国内生产总值 (pgdp)	99.9999	-0.0154	0.0024	控制变量
人均教育水平 (education)	51.3047	-0.0041	0.0057	控制变量
工业增加值在GDP中的占比 (indshare)	6.9696	0.0021	0.0012	控制变量
外商直接投资占比 (fdi)	6.1832	-0.00006	0.0004	控制变量
资本存量 (capital)	8.0664	-0.0008	0.0034	控制变量
是否全面推行河长制 (d)	10.8950	-0.0031	0.0022	控制变量

根据表3中的后验概率，我们可以对不同种类的环境政策工具在水环境治理中的贡献程度进行分析。

在控制型政策工具方面，代表执法投入的环保部门工作人员占第三产业从业人员比重，后验概率为48.6637%，这说明加大环保部门人员投入会有效抑制水污染排放。从这一结果可以看出，在“生态优先、绿色发展”的新理念指引下，随着中央和地方政府不断加大对环保部门的资源投入力度，环保部门的地位和权力得到了有效增强，对企业排污行为的监督能力也明显提升，从而推动了水环境治理的历史性、转折性变化。本级环保机构行政处罚案件与当地企业数的比重的后验概率达到99.9191%，这充分说明执法强度对水污染排放有非常强的抑制作用，对应的后验均值为-0.0023，表明处罚案件的增加有助于减少水污染物的排放。主要原因可能源自两个方面：其一，2017年中央环保督察正式实施，加强了对地方政府落实环保责任的监督问责，促使地方政府加大了对企业污染行为的查处力度；其二，2018年“环保垂改”启动以来，将环境执法部门列入政府执法部门序列，由市级环保部门统一管理环保执法力量，减少了地方政府的行政干预，增强了环保执法的独立性和权威性。地方政府颁布的相关环保法规数量的后验概率仅为6.3270%，结果明显低于理论预期，这说明地方性法规对水污染排放的抑制作用有限。主要原因可能在于，地方政府在制定相关的法规时，没有进行充分的调研论证，造成了政策目标的模糊性和冲突性，从而影响了政策执行的效果。

在市场型政策工具方面，排污费（税）解缴入库金额与当地企业数的比值这一变量的后验概率达到99.0985%，说明征收排污税和环保税对减少企业的水污染排放作用非常显著。这一结果证实了，与环保部门征收排污费相比，由税务部门征收环保税，更有利于借助税收的强制性增强执法刚性，将企业污染环境的外部成本内部化，激励企业实现产业转型升级。水污染治理投资总额占GDP比重的后验概率为30.1719%，这说明水污染治理投资能够减少水污染排放，但效果并不理想。主要原因可能在于，水污染的复杂性决定了治理任务的长期性和艰巨性，由于水环境治理历史欠账较大、治理短板较多，还需要持续加大资金投入，才能保证水环境质量的持续改善。环保基础设施中排水投资总额占GDP比重的后验概率仅为6.5409%，这说明环保补贴对减少企业的水污染排放作用有限。本文在对长江上游Y市的调研中也发现这一问题。一方面，当地政府针对企业环保升级改造的补贴并没有取得预期收益，甚至还出现了个别企业违法套取补贴的问题。另一方面，地方政府通过PPP、BOT模式引入社会资本修建的污水处理厂，也因为运营成本过高、城市污水管网建设滞后等问题，造成污水处理能力不足，影响了污水处理效果。

在自愿型政策工具方面，人大和政协的合计提案数与当地人口的比重的后验概率达到35.4714%，这说明人大、政协的提案对水污染治理具有一定的促进作用。人大政协提案越来越受到地方政府的重视，但是受提案的数量、质量、办理效果等因素影响，作用还有较大的改进空间。水污染信访件数与企业数比值的后验概率为85.5687%，说明公众的环境信访举报，能够有效推动水污染问题的解决。根据生态环境部提供的数据显示，两轮中央环保督察共受理群众信访举报28.7万件，已办结的有28.5万件。^① 群众的信访举报为中央环保督察组提供了大量的问题线索，推动了一大批污染问题的解决，已成为公众参与环境治理的主要渠道。

在控制型变量方面，本文选择了六个控制型变量：人均国内生产总值，工业增加值在GDP中的占比，资本存量，人均教育水平，外商直接投资占比，是否全面推行河长制；仅有人均国内生产总值和人均教育水平的先验概率超过了50%，说明区域经济发展水平和人均教育水平的提升有助于降低水污染的排放。根据“倒U型库兹涅茨曲线”，随着经济社会的快速发展，中国的环境质量改善已经进入了重要窗口期，为深入打好水污染防治攻坚战提供了有利契机。人均教育水平的提高，增强了社会公众的环保意识和参与能力。工业增加值在GDP中的占比的后验均值为正，说明工业化水平的提升会增加当地水污染物的排放，加剧当地水污染。值得关注的是，全面推行河长制对当地水污染的抑制具有一定的作用，后验概率为10.8950，低于理论预期，说明河长制还需要持续改进和完善。调研发现，由地方主要领导担任“河长”，利用“一把手”的权威去协调相关部门的资源，从而克服“九龙治水”和“运动式治理”所带来的弊端，这是河长制的优势所在。但是随着“湖长制”“林长制”“街长制”等类似制度的不断涌现，地方主要领导从以前只担任“河长”发展到现在要担任3-4个“某某长”，经常是在联系单位的提醒下被动完成巡河任务，能够真正投入的精力有限，就造成了政策注意力和政策资源的分散，从而削弱了“河长制”的执行效果。

五、拓展分析

（一）对比性验证分析

为了保证研究结果的科学性和准确性，本文采用最小二乘法对水污染治理政策工具的贡献进行进一步的估计和验证。对模型（1）进行Hausman检验，结果发现，卡方统计值达到98.31，P值为0.0000，表明在1%显著性水平下拒绝采用随机效应模型的原假设，因此，选择固定效应模型进行面板数据回归分析，结果如表4。

从结果来看，回归分析的估计结果与贝叶斯模型平均法的结果是一致的。首先，在贝叶斯模型平均法估计的贡献度低于50%的变量，在回归分析结果中均是不显著的；其次，回归分析结果中系数的符号与贝叶斯模型平均法估计的影响方向也完全一致，说明原模型的分析是科学和有效的。

（二）区域异质性分析

由于水污染具有明显的区域异质性特征，在环境政策工具执行方面各地政府的执行效率和效果也参差不齐。因此，本文将样本区间中的30个省份按照国家统计局的三大地带划分标准分为东、中、西部三大区域，分别测算环境政策工具效果的地区差异，具体结果见表5所示。

从表5可以看出，在控制型政策工具中，地方法规的增加对水污染治理的促进作用在东、中、西部均不显著，但执法强度的增强对东部和中部地区的水污染治理作用显著，主要原因可能在于地方政府和环保部门在治理能力和执法水平上存在差距。调研发现，西部地区县级环保部门作为基层执法的主体，在机构设置、人员投入、执法水平、执法装备和经费保障等方面与东部、中部地区环境部门相比，还存在着较大的差距。

表4 固定效应面板模型估计结果

变量	系数	T值
law	-0.0021	-0.94
share	-0.0349	-0.37
pun	-0.0012***	-4.81
infra	-0.0195	-0.89
inv	-0.0088	-0.43
pai	-0.0026**	-2.20
renda	-0.0314	-0.67
letter	-0.0002**	-2.33
pgdp	-0.1296***	-7.51
indshare	-0.0006	-1.63
education	-0.0780***	-8.39
fdi	-0.0036	-0.94
capital	-0.0398	-1.18
hezhang	0.0008	0.32
R ²	0.5935	

注：***，**分别代表在1%和5%水平下显著。

^① 《生态环境部：中央生态环保督察共受理群众信访举报28.7万件》，2022年7月6日，<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1737604224255353657&wfr=spider&for=pc>，2022年8月5日。

表5 地区异质性分析

变量	东部		中部		西部	
	后验概率 (%)	后验均值	后验概率 (%)	后验均值	后验概率 (%)	后验均值
law	9.6149	-0.00007	9.9851	-0.0004	15.9886	-0.0003
share	98.0451	-0.4895	87.9026	-0.2105	11.5562	-0.0023
pun	99.1180	-0.0021	99.1111	-0.0024	18.2751	-0.0005
infra	8.7524	-0.00006	43.1999	-0.0868	46.9256	-0.0626
inv	9.7741	-0.0031	10.3483	-0.0016	19.5708	-0.0148
pai	88.8543	-0.0025	84.6102	-0.0010	83.2251	-0.0029
renda	31.3012	-0.0348	10.3483	-0.0016	10.5102	-0.0032
letter	95.6075	-0.0002	94.6102	-0.0010	92.4673	-0.0002
pgdp	99.9999	-0.0890	100	-0.1591	90.2983	-0.0367
indshare	12.6256	0.0004	10.4460	0.00001	13.5597	0.0006
education	99.8676	-0.0578	64.1365	-0.0227	18.8728	-0.0018
fdi	15.0232	-0.0003	36.5688	-0.0027	9.2806	-0.0002
capital	12.5641	-0.0002	48.7295	-0.0231	87.6837	-0.0502
hezhang	11.8759	-0.0011	12.9039	-0.0009	8.8517	-0.00003

在市场型政策工具中, 排污收费、环保税在东、中、西部对水污染治理的抑制作用都显著, 好于补贴型政策工具的实施效果, 这再次说明了排污费、环保税的征收在全国范围内的有效性。同时, 这也反映出环保设施投资效益不高, 是全国普遍存在的问题, 值得政府部门的高度关注。

在自愿型政策工具中, 环境信访举报在东、中、西部的水污染治理中均具有显著性影响, 但相比而言, 在东部地区的贡献程度要略大于西部地区。原因可能在于: 一方面, 东部地区环保部门的执法能力更强, 对企业违法污染查处力度更大; 另一方面, 东部地区企业的环保意识和技术能力要高于西部地区的企业, 对信访问题整改效果更好。

六、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

针对政策工具是否有效改善了当前的水环境质量, 本文选取2008—2019年30个省市的省际面板数据作为研究样本, 对环境政策工具对水环境治理的贡献程度进行了实证分析, 得到如下结论:

1. 经过半个多世纪的治理, 中国已经建立起以控制型、市场型、自愿型为主要分类的环境政策工具体系, 这些政策工具通过抑制水污染排放, 从而有效改善了水环境质量。本文的实证结果验证了现有环境政策工具的有效性, 说明其能够胜任当前的水环境治理工作, 并在“十四五”期间深入打好水污染防治攻坚战中发挥更大作用。

2. 不同种类的政策工具作用存在着明显差异。在控制型政策工具中, 加大环保部门的投入力度和执法强度对水污染的抑制作用最为显著, 但地方颁布的水污染防治法规的作用有限。在市场型政策工具中, 排污费、环保税的征收能够明显抑制水污染排放, 效果要好于政府在水污染治理和环保项目方面的投资。在自愿型政策工具中, 环境污染信访举报的效果明显, 有效推动了水污染问题的解决; 人大政协的提案对当地的水污染治理有一定的促进作用。在控制变量中, 区域经济发展水平和人均教育水平的提升有助于降低水污染的排放, 河长制对水环境质量改善的作用低于理论预期。

3. 区域差异会影响政策工具对水环境治理的贡献程度, 这些影响主要表现在: 加大环保部门执法投入和力度对遏制东部、中部地区的水污染排放效果更为显著; 环境污染举报在东部和中部地区的对水污染治理的成效要好于西部地区; 人大政协提案在东部地区的成效要高于中部和西部地区。

(二) 政策建议

上述关于水环境治理中环境政策工具问题分析表明, 不同的政策工具具有不同的内容形式与功能属性, 在不同的治理领域与治理情境中, 我们始终需要寻求政策工具与政策产出之间的平衡点, 通过设计更加优化的政

策组合以发挥不同政策工具运用的最大效能。党的二十大报告提出，“深入推进污染防治。要坚持精准治污、科学治污、依法治污，持续深入打好蓝天、碧水、净土保卫战。……统筹水资源、水环境、水生态治理，推动重要江河湖库生态保护治理，基本消除城市黑臭水体。”^①报告中提到的“三水统筹”思想，既体现了“十四五”时期水生态环境保护由污染防治为主向水资源、水生态、水环境等要素系统治理推进转变，又对环境政策工具的选用提出了新的要求。基于上述主要结论，本文提出以下政策建议：

1. 建立完善复合型政策工具体系

在“十四五”时期，水环境治理要坚持“三水统筹”的协同治理思想，充分考虑不同环境治理事项的差异化特征，综合运用各种政策工具。一是在水环境治理方面，坚持“最严格的水环境管理制度”，主要运用控制型环境政策工具，通过完善排污许可制度、排污总量控制制度，严格执行损害赔偿制度、责任追究制度，推进企业落实治污减排责任。二是在水资源利用方面，积极运用市场型环境政策工具，充分发挥市场在资源环境要素配置中的决定性作用，加快推进排污权、碳排放权、用水权交易，建立健全流域横向生态保护补偿机制，探索流域生态产品价值实现机制。三是在水生态修护方面，加大运用自愿型环境政策工具，组织引导公众、社会团体、民间环保组织积极参与，加强环保宣传教育，提升全社会成员的参与意识和能力，构建“人水和谐”的共生关系。

2. 加强对环保部门的投入和环境执法力度

当前，“环保垂改”的成效已经逐步呈现，但是针对区县环保部门普遍关心的“垂改后”机构编制、晋职发展、经费保障等问题，中央环保部门还要加强研究，提出可行化操作方案，进一步加强对县级环保部门的资源投入力度，政策资源更多地向西部落地区倾斜，为县级环保部门开展环境执法提供良好的保障。此外，还要以建设“生态环保铁军”为抓手，进一步加强对基层环保执法队伍的专业培训和交流培训，通过开展跨区域执法、交叉执法等方式，提升环保队伍的执法能力。

3. 进一步优化市场型政策工具

研究结果证实，环保税制度能够有效减少企业的水污染排放。要进一步完善环保税制度，制定更加合理的环保税税额标准，提高环境税的征收力度。针对政府在环保项目上的投资、补贴效益不高等问题，要加强对企业新建排污项目、环保设施项目的专业审查力度，严格环评审批、环境容量审查等相关前置条件，结合行业专家意见合理确定项目建设规模和技术方案，避免重复建设风险以及追求短期效益风险；在项目运营过程中，要加强监督和管理，确保项目充分发挥功能和效益。对企业的骗取环保补贴资金行为，要进一步加大打击力度。

4. 完善环境污染信访工作机制

针对基层环保部门反应强烈的重复信访问题，中央环保部门应积极运用信息化和大数据等新技术手段，进一步整合信访渠道，加快建立一体化的信访工作平台，对同一内容的举报信息，按照属地管理原则进行一次交办、跟踪督办、限时办结。对涉及地方政府和相关部门的投诉，为避免地方政府的干扰和阻碍，转交区域环保督察局作为开展督察的重要线索，对群众反映强烈、久拖不决的信访投诉移交给中央环保督察组进行督察，从而更好地解决群众身边突出的环境污染问题。

（责任编辑：陈 果）

^① 习近平：《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》，第50—51页。