

【产业活动统计】

中国稀土供给安全政策体系演变 及政策效果评估

吴巧生 苏 慧 张亚新 成金华 周 娜

【摘 要】本文对中国稀土供给安全政策体系的组成、演变特征与政策组合动态变化进行了全面的探讨,并对我国稀土政策推动稀土产业高质量发展、保障稀土供给安全的作用机制进行了分析。为进一步探究中国稀土政策的实施效果,本文采用时间序列回归模型、合成控制法、双重差分法、三重差分法对中国稀土产业政策、出口贸易管制政策、资源税政策的实施效果及政策组合实施效果进行了检验。结论如下:(1)稀土产业政策的实施基本抑制了稀土的产能过剩状况;(2)稀土出口贸易管制政策在抑制稀土出口的同时促进出口创汇;(3)资源税从价计征改革对稀土出口价格有正向显著影响,且对上游产品影响更为明显;(4)与单一实施资源税从价计征改革政策相比,开采总量控制政策与资源税从价计征改革政策的组合实施效果并不明显。建议进一步从扩展海外矿权、优化布局技术研发等方面提高稀土供给安全能力,科学动态评估政策实施效果,打好政策“组合拳”。

【关键词】稀土供给安全;政策评估;合成控制法;双重差分法;三重差分法

【作者简介】吴巧生,中国地质大学(武汉)经济管理学院教授,E-mail:qshwu@cug.edu.cn;苏慧,张亚新,中国地质大学(武汉)经济管理学院博士研究生;成金华,中国地质大学(武汉)经济管理学院教授;周娜,中国地质大学(武汉)公共管理学院副教授(湖北 武汉 430074)。

【原文出处】《中国地质大学学报》:社会科学版(武汉),2023.6.64~80

【基金项目】国家社会科学基金重大项目“中国战略性三稀矿产资源供给风险治理机制研究”(19ZDA112);国家自然科学基金重大项目“新时代战略性关键矿产资源供给安全与管理政策”(71991482)。

一、引言

被称为“工业维生素”的稀土因广泛运用于高端制造、国防军工等战略性新兴产业而引发了全球各国的激烈争夺^[1]。稀土供给安全不仅由资源内部安全决定,还受到政治、经济、技术、环境等外生安全问题的影响^[2]。目前,我国的稀土供应存在着严重的安全隐患,制约了稀土可持续供给能力的提升^[3]。为此,我国政府出台了多项政策以保障稀土供给安全、推动中国稀土产业健康可持续发展^{[4][5][6][7]}。稀土供给安全政策在各个阶段具有不同的特点,政策的偏重点也不尽相同。全面认知稀土供给安全政策的演变历程与各阶段稀土供给安全体系政策组合动态变化特征对保障稀土供给安全具有重要的指导意义。同时,进行政策实施效

果评估也有利于稀土政策的可持续发展。

随着稀土战略性地位的显现,与稀土政策相关的议题成了学术界研究的热点。其中,杨丹辉^[8]提出构建储备政策、环保政策、财税政策、产业政策、贸易政策为一体的政策体系,促进稀土行业可持续发展和资源利用;Han等^[9]、Wübbecke^[10]讨论了中国稀土政策,提出需提高创新能力和建立战略资源储备体系;Barteková等^[11]考察了中国稀土出口管理的程度对稀土行业发展的影响;钟美瑞等^[12]提出征收资源税能以更合理的方式将我国金属矿产产品的出口价格提高,也可一定程度地避免贸易纠纷,保障国家稀土安全;Ge等^[13]评估生产配额政策的实施效果并讨论该政策如何缓解资源环境压力、化解产能过剩、提高稀土定价能力;王玉珍^[14]通过

时间序列回归模型评估我国稀土产业政策实施效果,在该模型中引用了时间虚拟变量;何欢浪等^[15]构建双重差分模型评估了出口政策对不同贸易方式的企业稀土产品出口规模效应的影响;朱学红等^[16]运用扩展的 SMR 模型,通过对 1992–2015 年间中国稀土出口的国际市场进行了实证分析;Ge 等^[17]开发了可计算的一般均衡 (CGE) 模型对稀土资源税改革的效果进行了评估;Yi 等^[18]利用准自然试验方法和广义合成控制法对配额政策的长期实施效果进行了评估。

稀土产业政策、出口贸易管制政策和资源税政策已成为推动稀土产业高质量发展、保障国内稀土安全供给的重要政策。现有研究主要关注某一政策的实施效果,对政策的动态演化及其组合实施效果的有效性缺乏系统分析。据此,本文首先从政策组合逻辑的角度对稀土供给安全政策体系的构成及稀土供给安全政策演进历程进行分析,明确稀土供给安全政策体系的组成结构与各阶段稀土供给安全政策的组合逻辑及特征;然后,探讨我国稀土政策推动稀土产业高质量发展、保障稀土供给安全的作用机制;同时,利用时间序列回归模型、合成控制法与双重差分法对稀土产业政策、出口贸易管制政策和资源税政策的实施效果及影响开展讨论;最后,通过三重差分法对开采总量控制政策和资源税政策的组合实施效果进行深入研究,从对比的角度探讨我国稀土政策组合实施效果与单一政策实施效果的有效性。

二、中国稀土供给安全政策体系构成及演变

(一) 中国稀土供给安全政策体系构成

稀土供给安全政策体系从政策制定的角度为稀土供给安全提供了制度保障,其目的不仅在于提高稀土资源可供性、优化稀土产业结构,更是要增强产业链韧性,提升对全球稀土矿产资源的治理能力,提高在全球稀土价值链的话语权。中国稀土产业相关政策大体可分为产业政策、贸易政策、管制政策与储备政策,共同构成稀土供给安全政策体系(如图 1 所示)。

1. 产业政策。产业结构政策、产业组织政策和产业技术政策是产业政策的主要组成部分。政府直接干预与政府间接诱导是国家实现产业政策的

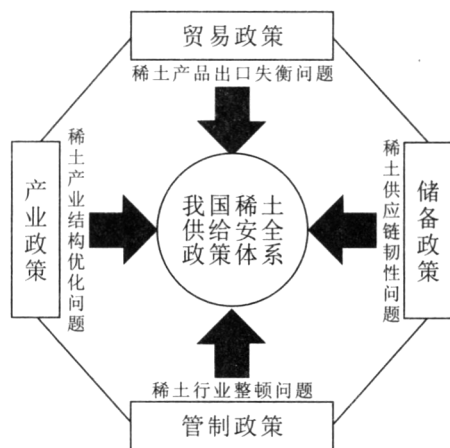


图 1 稀土供给安全政策体系构成示意图

资料来源:作者自行绘制。

主要手段。

(1) 稀土产业结构政策。主要是针对稀土产业上中下游规划发展。上游,对稀土实行规划调控、限制开采、严格准入和综合利用,严格控制稀土开采总量等;中游,对稀土冶炼、分离进行严格监管、强化行政审批等;下游,通过政府投资、税收补贴等方式强调稀土下游产品高技术发展的重要性,诱导稀土下游产业向上发展。

(2) 稀土产业组织政策。为解决稀土产业发展长期以来的“小而散”“粗而广”的企业分散、集中度不高等问题,持续出台相关政策,从国家战略高度对中国稀土产业进行整合,以促进稀土产业的有序发展。

(3) 稀土产业技术政策。在全球稀土供应链、产业链与价值链中竞争地位的严重失调造成了中国在全球稀土产业链中定价权、话语权的丧失。2003 年开始,中国便从国家战略的高度对稀土应用技术的研发进行了布局,以期从“全球稀土产量大国”转变为“全球稀土技术强国”。

2. 贸易政策。贸易政策主要指政府基于本国的利益而制定的与管理贸易活动相关的一系列政策措施,其一般实现手段为关税制度、进出口管理制度、投资管理制度等。就稀土供给安全问题而言,稀土产品出口不平衡已成为制约我国稀土安全供给的重要因素。早期“鼓励出口、实施退税”的方针所带来的弊端对中国稀土产业的可持续发展造成了严重打击。2001 年后,为严格控制稀土出口数量,保障在稀土全球产业链中的合作权益,

国家实施稀土产品出口配额许可证制度,直至2005年取消出口退税制度。然而,国际贸易争端问题显现,全球稀土供应多元化特征逐步增强叠加发达国家减少对中国供应链依赖的政策,严重威胁了中国稀土产业的全球竞争地位。2015年以后,稀土安全战略逐步从“资源优势驱动”转向“经济优势驱动”。

3. 管制政策。稀土产业的管制政策主要由标准管制、开采管制、环境管制、税费管制等政策组成,从多方面对稀土产业的发展进行调控,保障稀土供给安全。

(1) 标准管制政策。聚焦于稀土产业的市场准入、出口企业准入、投资准入、行业标准制定等方面,对稀土产业链上中下游都进行严格管控。

(2) 开采管制政策。为打击稀土非法开采、非法加工、稀土走私等乱象,《稀土等矿产开发秩序专项整治行动方案》的出台标志着中国相关政策的制定从宏观调控到微观管制的转变。

(3) 环境管制政策。生态文明建设与经济高质量发展对稀土产业的发展提出了更为严格的要求。除了用法律规制的手段对稀土产业的发展进行环境管制外,国家还采用财政补贴、鼓励推动、行业引导等措施完善稀土产业环境管制政策体系。

(4) 税费管制政策。2015年,《关于实施稀土、钨、钼资源税从价计征改革的通知》出台,标志着中国资源税开始了由从量计征向从价计征改革。2016年,国家提出加强市场型政策手段的运用,强调资源税地位。外部成本内部化,资源税改革措施对矿山企业生产的成本增加起到了间接或直接影响,生产成本增加则间接提高了稀土行业准入条件及环保准入门槛,规范了稀土行业的生产秩序、促进了环境的保护。

4. 储备政策。战略性新兴产业将成为未来各国的竞争高地。作为支撑大多数战略性新兴产业发展的关键原材料,稀土已成为一种具有国际地缘政治意义的战略矿产资源,建立稀土资源战略储备,增强供给安全保障能力是保障稀土供给安全,提高稀土供应链、产业链韧性的必要措施。我国从2006年开始启动稀土矿战略储备;2011年首次明确提出建立国家稀土储备体系。

(二) 中国稀土供给安全政策演进分析

本文基于中国稀土标志性政策将中国稀土政策演进阶段进行划分,并对各阶段稀土政策实施的偏重点进行分析,探究各阶段稀土供给安全体系的组合逻辑,为稀土政策的优化调整方向提供参考。

1. 探索转变阶段(1985-2004年)。从1985年开始,为储备外汇,鼓励稀土出口,实施出口退税政策。这一阶段的稀土出口带来经济增长的同时也造成了资源浪费。同时,大量“黑稀土”涌入海外市场,严重扰乱了稀土价格。2001年中国加入WTO后开始寻求对外贸易中的国家权益保障,意识到保障资源安全、将资源优势转化为经济优势、提高话语权才是发展要义。因此,这一阶段的政策转变主要体现在贸易政策和管制政策方面。在贸易政策方面,从鼓励出口到限制出口;在管制政策方面,从无序开采到总量限制。

2. 保护限制阶段(2005-2010年)。稀土大规模生产模式未得到根本改变;同时,因关税的提高和海外对稀土资源的需求暴增,稀土非法开采和走私现象更加严重。从2005年开始国家调整了政策制定方向,对外提高出口关税,限制出口;对内严格规范稀土开采,限制稀土矿山无序滥采,配以总量控制计划保护稀土资源,保障在稀土国际贸易中的合理地位。该阶段,稀土供给安全政策主要从开发管理、总量控制、出口配额、关税调整等方面对稀土开采、出口贸易进行多维的调控以实现稀土资源的可持续开发,提高中国在稀土领域的对外话语权。

3. 深化改革阶段(2011-2014年)。对稀土生产配额的降低与出口数量的减少造成了全球市场的恐慌,稀土价格不断上升,稀土非法开采、走私猖獗,扰乱了稀土产业结构优化步伐,制约了稀土功能材料及其应用产业的前进。2011年,《关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》发布,对稀土行业发展的指导思想和基本原则进行了明确的规范,稀土产业发展进入深化改革阶段。该阶段的政策重点为整顿稀土行业,对稀土违法违规行为进行严厉打击;整合稀土行业,加强企业集中度,构建国内稀土大集团;加强战略收储,强调稀

土战略地位。

4. 战略发展阶段(2015 年至今)。2014 年中国“稀土案”败诉,中国相继取消稀土资源的出口限制政策,稀土出口“量增价跌”。稀土全球供应多元化、发达国家减少对中国供应链的依赖,使得中国稀土出口优势削减。在国内供给侧结构性改革叠加高质量发展的双重背景下,战略性新兴产业的发展亟须稀土产品的支撑,然而我国稀土产业链后端发展或缺、高端技术不足、产品创新乏力,不具备国际竞争力。旧的优势不复存在,新的威胁与挑战正在来临。将资源优势转换成经济优势、技术优势成为这一时期中国稀土战略调整的主要目标,稀土政策致力于环保整治、税法改革、技术创新等高质量发展的供给侧优化导向,推动稀土产业整体迈入中高端。

三、我国稀土政策作用机制分析

(一) 产业政策对产业结构的影响

产业政策从广义上来说是一系列对产业发展有重大影响的政策和制度的总和安排,是为实现经济发展战略的具体目标而提出来的,在很大程度上受到发展战略的支配和规定^[19]。

政策主体、政策工具、政策客体、政策目标和政策环境是分析产业政策作用机制时不能忽视的五大要素^[19]。在特定的政策环境影响下,政策主体为实现政策目标,针对政策客体制定一定的政策工具,对客体行为进行管控、调节、引导等的行为,叫作产业政策作用机制。在这个过程中,政策环境将受到政策目标实现情况的影响发生一定变化,而这种变化也将反馈到政策主体,政策主体则会依据这种变化对下阶段政策进行调整^{[20](P77)}。

对我国而言,稀土产业政策的主要目标是保护资源和保护环境以保障稀土资源安全供给^[21]。为保障稀土产业的高质量发展与稀土安全供给,政策主体对外实施关税保护、出口限制等措施,保障我国稀土产业的主导权;对内则利用财税补贴、行业准入、资源税改革、技术引导、战略收储等手段对可持续发展提供保障。作为政策实施客体的各稀土企业,在各政策实施过程中,其技术、规模及结构均得到优化,企业可持续发展得以实现,进一步确保了我国稀土产业供给安全。

(二) 财税政策对产业结构的影响

财税政策的支持将有助于经济发展方式的转变与经济结构的调整。财税政策的优化调整对产业发展与产业扶持起到了至关重要的作用。

1. 财政补贴。在财政补贴的支持下,受到优惠推动的高新技术等产业将带动相关产业发展;财政补贴还可以通过改变价格机制直接影响企业的边际成本和边际收益,形成新的投资水平,进而影响企业的投资和盈利水平等供给侧内容来影响产业结构转型。

2. 资源税。合理的环境政策可以刺激企业的技术创新,抵消环境投资带来的额外成本,最终创造经济与环境之间双赢的局面^{[22][23](P33)}。因此,在资源税实施过程中,为减少环境外部性成本对经济绩效的不利影响,企业会加大技术创新力度,优化资源配置结构,提高资源利用效率,从而降低资源消耗^[24]。

(三) 管制政策对产业结构的影响

管制类政策具有强制性特征,通过制定管理规范、准入条件等方式,对稀土产业投资、生产等行为进行约束,达到优化产业结构、保障稀土产业安全的目的。标准管制、开采管制、环境管制、税费管制等政策是稀土管制政策的主要组成部分。

(四) 储备政策对产业结构的影响

为保障稀土供给安全,我国从 2006 年开始便启动了稀土矿战略储备。2008 年提出建立紧缺矿产的矿产品储备机制。储备政策的实施进一步提高了稀土的战略地位,推动了稀土产业的优化发展,其中中央战略收储是我国实施稀土储备政策的重要一环。

(五) 我国稀土政策耦合作用机制分析

在经济系统中,各个生产要素和经济增长点之间存在耦合作用机制,相互作用、相互影响^[25]。稀土政策的耦合作用机制指不同稀土产业政策效应之间的相互作用关系,这种相互作用关系会导致某些政策工具与某些政策效应之间存在间接的因果关系,尽管它们之间并无直接的因果联系。以稀土产业技术政策为例,从直接因果关系的角度考虑,在稀土产业中,稀土产业技术政策的实施将直接影响稀土产业技术提升和稀土产业绿色化发展,但

是,稀土产业技术提升将加速稀土企业的优化整合,推动稀土产业市场化进程。可以说,稀土产业技术提升与稀土产业市场化进程加快具有一定的因果关系,稀土产业技术政策可以通过产业技术提升这一中介变量间接影响稀土市场化进程加快这一政策效应。在政策发挥作用的过程中,各政策效应之间相互作用、相互影响的情况与稀土产业发展的现实特征相符。我国稀土产业政策耦合作用机制如图2所示,稀土政策耦合作用机制包含两个方面:政策工具与部分政策效应之间存在直接因果关系;政策工具与部分政策效应之间存在间接因果关系,而这种间接因果关系则以其他政策效应为中介。

四、稀土供给安全政策实施效果检验与分析

(一) 稀土产业政策效果实证检验与分析

1. 变量选择与方法确定。中国的稀土行业发展战略在各个时期表现出明显差异,为进一步对各阶段稀土产业政策实施效果进行分析,本部分将稀土产业政策规范为三个阶段:鼓励出口、规范开采阶段;保护限制阶段;深化改革、战略发展阶段。按照这三阶段的划分进行实证检验。由于我国所实

施的稀土产业政策在每一个阶段均具有不同的针对性,为了更加全面地考虑产业政策的针对性和直接影响结果,以及考察产业政策对稀土产业链上中下游的不同影响,文章选取了稀土上中下游出口量、稀土生产量、稀土产品商品量与国内消费量差值、环境污染控制等指标,分别表示产业政策对产业链出口的限制、对生产总量的控制、对国内产能过剩和对环境的保护等政策效果的衡量。同时,考虑到产业政策带来的间接效应,如限制出口对价格的影响,这里引入稀土上中下游产品出口平均价格作为参照。本文此处所提到的“产业政策”为广义的产业政策定义^[19]。

以上指标为本文的被解释变量,因无法获取全国稀土产业带来的环境污染数据,以稀土生产典型地区(包头市)的环境污染数据来替代。选择包头市工业二氧化硫排放量、工业固体废物产生量和工业烟(粉)尘排放量等指标来分析考察稀土产业政策对环境污染控制的效果。表1为变量定义与指标说明,数据来自《稀土信息》、联合国贸易网、内蒙古包头市《统计年鉴》,相关数据涉及1995-2020年。

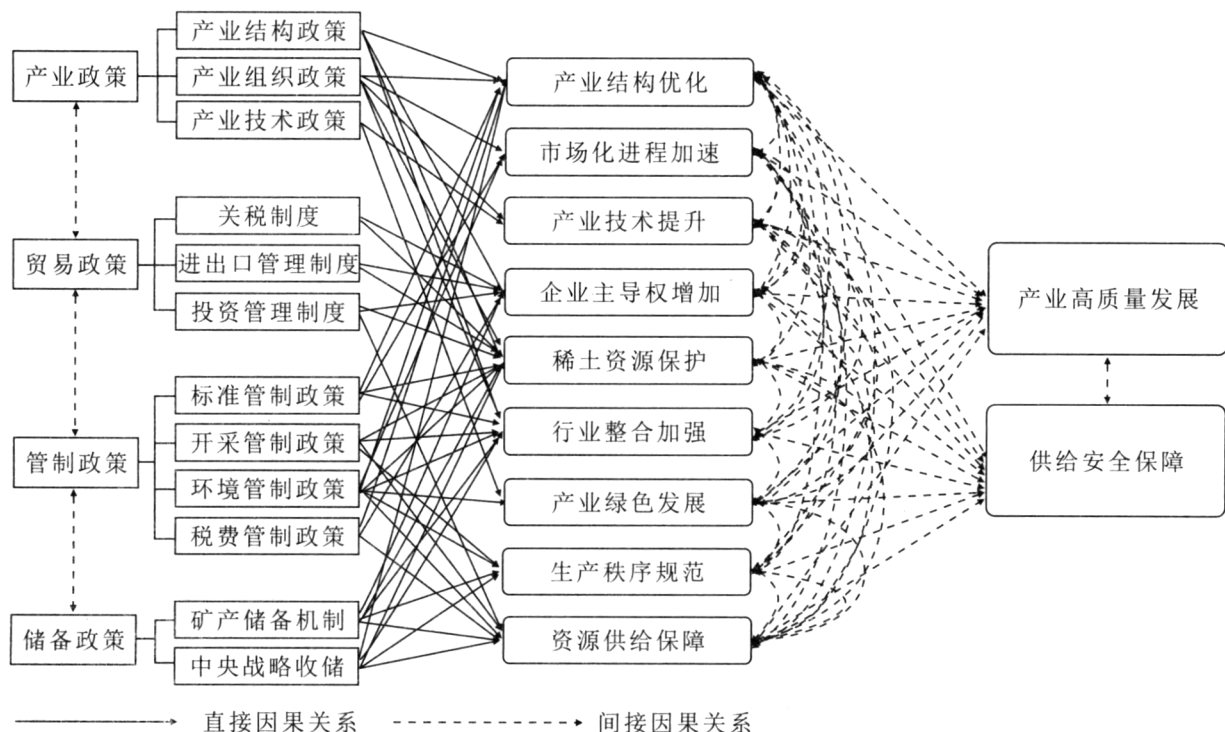


图2 我国稀土政策耦合作用机制图

资料来源:作者自行绘制。

表 1 变量定义与指标说明

变量分类	变量	定义	符号
被解释变量	出口量	上中下游稀土的出口量	<i>ex</i>
	上游出口量	以 HS253090(稀土矿)计的稀土矿产品生产量	<i>upex</i>
	中游出口量	以 HS280530(稀土金属)和 HS284690(稀土金属化合物)计的稀土矿产品生产量	<i>miex</i>
	下游出口量	以 HS850511(电磁铁及永久磁铁)计的稀土矿产品生产量	<i>doex</i>
	矿产品生产量	稀土产品产量	<i>pp</i>
	产能过剩状况	稀土产品商品量减国内消费量差值	<i>bal</i>
	环境污染控制	工业二氧化硫排放量(1995–2020)	<i>SO₂</i>
		工业固体废物产生量(1995–2020)	<i>gfl</i>
		工业烟(粉)尘排放量(1995–2020)	<i>fcl</i>
	出口平均价格	出口创汇除以出口量	<i>pex</i>
	上游出口平均价格	上游出口创汇除以出口量	<i>uppex</i>
	中游出口平均价格	中游出口创汇除以出口量	<i>mipex</i>
	下游出口平均价格	下游出口创汇除以出口量	<i>dopex</i>
虚拟变量	产业政策虚拟变量 1	当 $t \geq 2006$ 时, $D_1 = 1$; $t < 2006$ 时, $D_1 = 0$	D_1
	产业政策虚拟变量 2	当 $t \geq 2012$ 时, $D_2 = 1$; $t < 2012$ 时, $D_2 = 0$	D_2
解释变量	时间变量	随时间变化取值	t

我国稀土产业在不同的发展阶段采取不同的行业管理措施,因此,我国的稀土产业政策呈现出明显的阶段性特点。在政策发生转折时期,可通过建立临界指标的虚拟变量来反映^[14]。本文通过建立虚拟变量模型,从实证角度分析我国稀土产业政策的执行效果。模型设定如式 1 所示:

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_i + \alpha_2 (x_i - x_{i*}) D_i + \mu_i, D_i = \begin{cases} 1, t \geq t^* \\ 0, t < t^* \end{cases} \quad (1)$$

其中, y 为被解释变量, x 为解释变量, t 是年份, D 为虚拟变量, μ_t 是随机扰动项, a_i 是待估参数。基于前文的政策划分,本文通过设定临界指标虚拟变量的方式评估各阶段中国稀土产业政策的实施效果。由于政策出台到实施以及政策产生效果都需要时间,本文参考王玉珍^[14]的研究,将虚拟变量的临界设定为 2006 年和 2012 年两个年份。在具体的模型设定中,各个变量间存在如下的关系。

第一阶段,中国稀土产业以自由放任的对外对内政策为主,基于这样的政策,本文并未设定与分

析该阶段的产业政策效果。

第二阶段政策实施的重心在于抑制产能过剩与限制出口,本文选取稀土出口量、矿产品生产量、出口平均价格、产能过剩状况作为被解释变量以测量产业政策的实施效果。

第三阶段政策的重心偏向于保护环境及产业可持续发展,比如,严控环境污染、对企业无序开采与生产进行管控、确立出口定价权等。本文采取稀土出口量、出口平均价格、产能过剩、矿产品生产量、环境污染控制等指标进行衡量。

20 世纪 90 年代末,在稀土工业迅速发展的同时,产能过剩现象出现,浪费了大量的资源。图 3 显示我国稀土矿产品产量几乎均高于国内消费量,在实行保护限制阶段之后,稀土产能过剩状况略微有所缓和,深化改革、战略发展阶段后,稀土产能过剩阶段有较大改善。其次,20 世纪 90 年代,我国稀土产业得到快速发展,但随着稀土外汇收入的快速增长,以及国内企业为争夺出口资源而展开的恶性

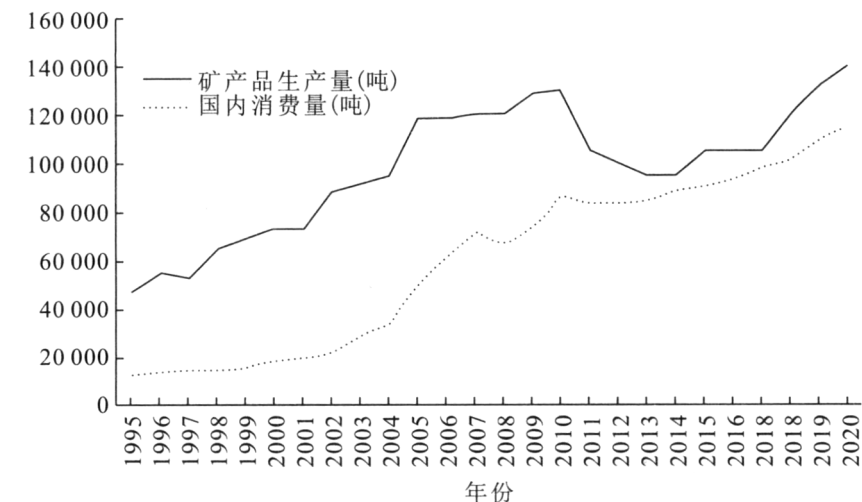


图3 稀土矿产品生产量与国内消费量对比

资料来源:《稀土信息》(1991-2012年)。

竞争,稀土价格呈直线下降趋势。从图4看出,尽管我国稀土产品的出口数量持续增长,但2005年为止,我国稀土产品的出口均价仍然很低。2005年后,稀土出口限制政策导致稀土出口量减少,而全球稀土产量有限,在需求大于供给的作用下引发稀土出口价格大涨。2015年之后为深化改革、战略发展阶段,稀土价格又继续回落。

2. 实证结果与分析。本文以1995-2020年稀土产业为研究对象,运用时间序列回归模型进行实证分析。为消除异方差,本文将出口平均价格、出口量、矿产品生产量、国内消费量、产能过剩等绝对量指标采取了自然对数处理,而对工业废水排放达标率和工业

固体废物综合利用率相对量指标则采用原值。本部分着重考察稀土产业政策实施对稀土产业的影响,因此,仅使用时间和产业政策两个虚拟变量作为解释变量,而不考虑其他解释变量的情况的影响。表2即为运用最小二乘法(Organization Logistic Specific Access, OLS 法)得到的计量分析结果。

产业政策对稀土的出口起到了制约作用。稀土产业政策对稀土上游出口量影响并不显著,但对中、下游影响明显。实证结果表明稀土保护限制阶段政策成效显著抑制稀土的出口,深化改革、战略发展阶段又促进稀土的出口,这与图4稀土出口量态势表现一致。

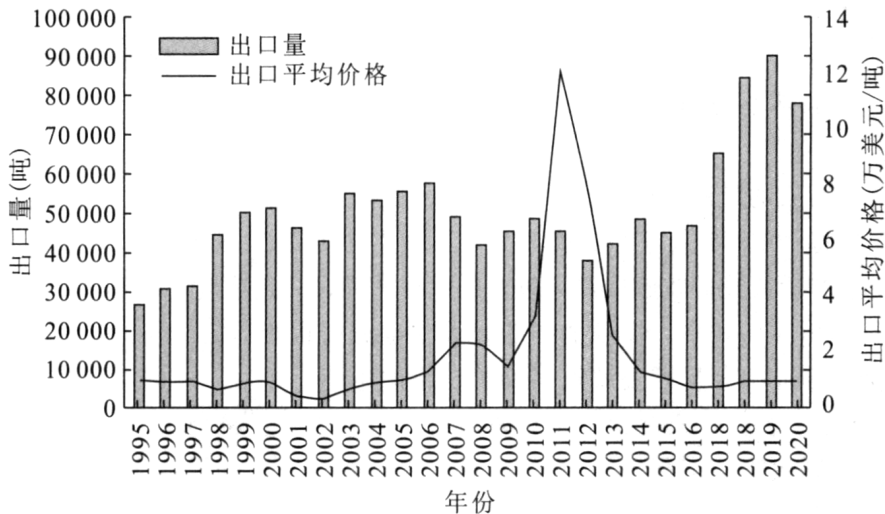


图4 稀土产品出口量和出口平均价格

资料来源:《稀土信息》(1995-2020年)。

国稀土出口的影响。

1. 研究设计。双重差分法 (Difference-in-Difference Method, DID) 在评估政策实施效果方面应用广泛^{[26][27][28][29]}。但由于异质性的存在,在实证检验中难以满足该方法所要求的“干预组和参照组在干预之前是可比的”条件,评估结果易出现偏差。为克服 DID 方法缺陷,“合成控制法”被提出^[27] (Synthetic Control Methods, SCM)。合成控制法能通过参照组的加权平均构建每一个政策干预个体的“反事实”参照组,即“合成控制对象”,以对比该项政策的实施效果^[28]。

以战略性关键矿产为例。设有 $N+1$ 个战略性关键矿产,其中战略性关键矿产 1 在 T_0 期开始实行出口贸易管制政策,即实验组,其他 N 个战略性关键矿产没有实行出口贸易管制政策,即控制组。 Y_{it} 表示战略性关键矿产 i 在 t 期实施出口贸易管制政策的潜在结果, Y_{0it} 表示没有实施出口贸易管制政策的潜在结果,从而该政策的因果效应为 $\tau_{it} = Y_{it} - Y_{0it}$,其中, $i=1, \dots, N+1, t=1, \dots, T$ 。战略性关键矿产 i 在 t 期产生的政策效果为 $Y_{it} = D_{it} Y_{1it} + (1 - D_{it}) Y_{0it} = Y_{0it} + \tau_{it} D_{it}$, D_{it} 表示战略性关键矿产 i 在 t 期的政策干预状态,若战略性关键矿产 i 在 t 期受到政策干预取值为 1,否则取值为 0。

为叙述方便,假设战略性关键矿产 1 在 T_0 期后受到政策干预,而其他 N 个战略性关键矿产在所有时期都没有受到政策的干预,那么对于 $t > T_0$ 时,政策效应可以表示为 $\tau_{it} = Y_{it} - Y_{0it} = Y_{1t} - Y_{01t}$ 。由于实验组实施了出口贸易管制政策,因而在 $t > T_0$ 期,可以观测到潜在结果 Y_{1t} ,但无法观测到如果其没有受到政策干预时的潜在结果 Y_{01t} 。为了估计实验组的反事实结果, Y_{01t} 可以用下列模型表示^[29]:

$$Y_{0it} = \delta_t + \theta_i Z_i + \lambda_t \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中, δ_t 是时间固定效应; Z_i 是可观察到的 ($K \times 1$) 维协变量,表示不受出口贸易管制政策影响的控制变量; θ_i 是一个 ($1 \times K$) 维未知参数向量, λ_t 是一个 ($1 \times F$) 维无法观测到的公共因子向量, μ_i 是 ($F \times 1$) 维系数向量, ε_{it} 是每个变量不能观测到的短期冲击,假设在战略性关键矿产层面满足均值为 0。可以看出,式(2)是对传统 DID 模型的扩展。设定 λ_t 不为常数。

为求出 Y_{0it} ,可以考虑一个 ($N \times 1$) 维的权重向量 $W = (w_2, \dots, w_{N+1})$,满足 $W_j \geq 0, j=2, \dots, N+1$,并且 $w_2 + \dots + w_{N+1} = 1$ 。向量 W 的每一个特定值代表对实验组的合成控制,这是参照组内所有战略性关键矿产的一个加权平均。对每个参照组的变量值进行加权可以得到:

$$\sum_{j=2}^{N+1} w_j Y_{jt} = \delta_t + \theta_t \sum_{j=2}^{N+1} w_j \mu_j + \lambda_t \sum_{j=2}^{N+1} w_j \mu_j + \sum_{j=2}^{N+1} w_j \varepsilon_{jt} \quad (3)$$

假定存在权重向量 $(w_2^*, \dots, w_{N+1}^*)$,使得:

$$\sum_{j=2}^{N+1} w_j^* Y_{j1} = Y_{11}, \sum_{j=2}^{N+1} w_j^* Y_{j2} = Y_{12}, \dots, \sum_{j=2}^{N+1} w_j^* Y_{jT_0} = Y_{1T_0}, \quad (4)$$

Abadie 等^[29]证明了如果 $\sum_{t=1}^{T_0} \lambda_t' \lambda_t$ 为非奇异矩阵 (Nonsingular Matrix),则有:

$$Y_{01t} - \sum_{j=2}^{N+1} w_j^* Y_{jt} = \sum_{j=2}^{N+1} w_j^* \sum_{s=1}^{T_0} \lambda_s' (\sum_{n=1}^{T_0} \lambda_n' \lambda_n)^{-1} \lambda_s' (\varepsilon_{js} - \varepsilon_{1s}) - \sum_{j=1}^{N+1} w_j^* (\varepsilon_{jt} - \varepsilon_{1t}) \quad (5)$$

可以证明,在一般条件下式(5)趋近于 0。因而,对于 $T_0 < t \leq T$,实验组的反事实结果近似可以用合成控制组来进行表示,即 $\hat{y}_{01t} = \sum_{j=2}^{N+1} w_j^* Y_{jt}$,从而得到政策效果的估计值:

$$\tau \hat{y} = Y_{it} - \sum_{j=2}^{N+1} w_j^* Y_{jt}, t \in [T_{0+1}, \dots, T] \quad (6)$$

可以通过近似解来确定合成控制向量 w^* 。选择最小化 X_1 和 $X_0 W$ 之间的距离 $\|X_1 - X_0 W\|$ 来确定权重 w^* 。其表达式为

$\|X_1 - X_0 W\| = \sqrt{(X_1 - X_0 W)' V (X_1 - X_0 W)}$ 。 X_1 是出口贸易管制政策实行前战略性关键矿产的 ($m \times 1$) 维特征向量; X_0 是 ($m \times N$) 矩阵, X_0 的第 j 列为战略性关键矿产 j 出口贸易管制政策实行前相应的特征向量。 V 是一个 ($m \times m$) 的对称半正定矩阵。尽管这里的推导过程对任意的 V 都有效,但实际上 V 的选择会影响估计均方误差,这里使用 Abadie 等^[29]开发的程序计算得到 V ,使得合成战略性关键矿产近似出口贸易管制政策实施前的战略性关键矿产出口状况。通过加权后得到的合成战略性关键矿产的出口情况,实际上是模拟了假设出口贸易管制政策不对某种战略性关键矿产实施时的出口情况,政策实施战略性关键矿产与合成战略性关键矿产之间的出口状况差异即出口贸易管制政策对该战略性关键矿产出口的影响。

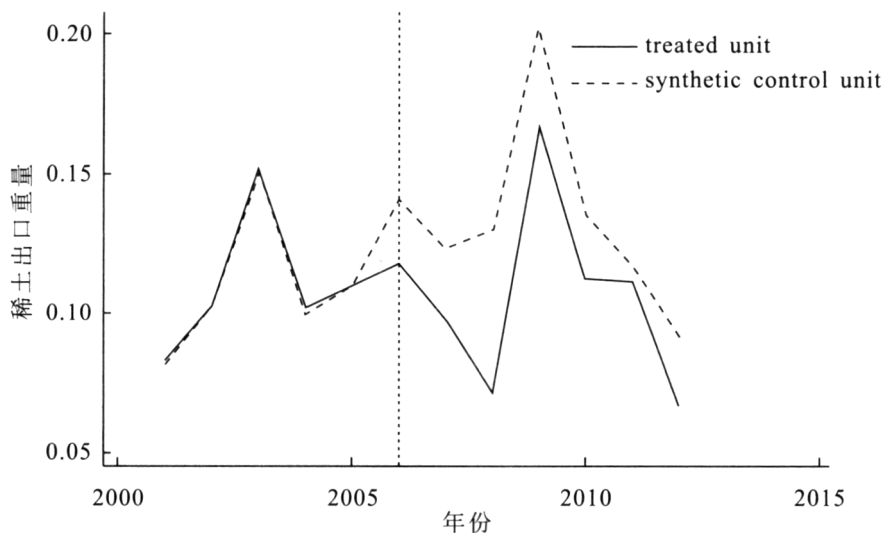


图5 稀土出口贸易管制政策对稀土出口重量的影响

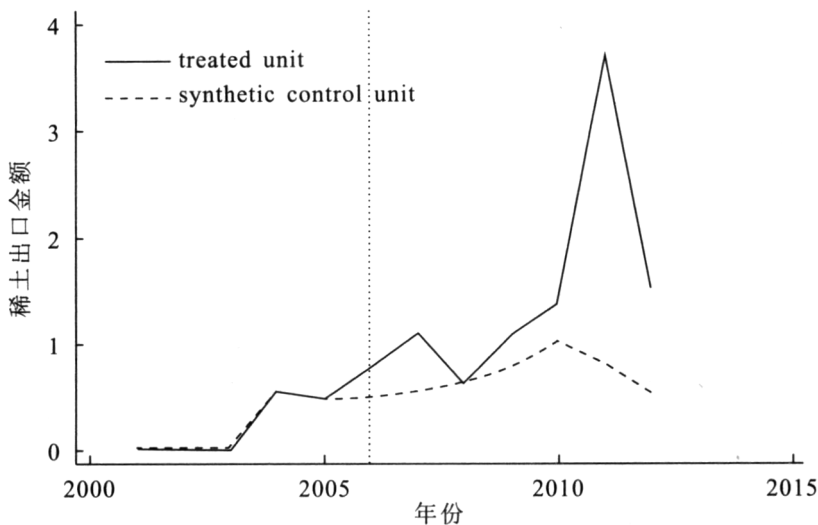


图6 稀土出口贸易管制政策对稀土出口金额的影响

如图7、图8所示,2006年前,稀土与其他矿种的变动差距并不大,2006年后,两者差距开始拉大。这表明稀土出口贸易管制政策对稀土出口抑制效果明显,因此,可以认为稀土出口重量减少在5%的水平上是显著的。类似地,同样可以证明稀土出口价格的上涨在统计上都是显著的。

(三)资源税从价计征对稀土出口价格的影响研究——基于双重差分法

根据上文的研究结果,稀土的产业政策对稀土的价格影响并不明显。由于没有考虑到代际成本与环境外部性,我国稀土价格低廉,在全球稀土市场上没有与自身稀土大国地位匹配的话语权,稀土价格严重低于其真实价值。资源税作为国家调控

市场失灵以及将资源开发外部性成本内部化的重要工具^[30],在WTO体制中具有正当性。但是,由于“从量计征”的资源税征收方式不能与资源价格相结合,资源价格很难反映真实的资源价值与环境成本。《关于实施稀土、钨、钼资源税从价计征改革的通知》于2015年5月发布,将资源税由“从量计征”改为“从价计征”,在对稀土资源税进行调整的基础上,一方面增加了稀土资源税的灵活性,促使了稀土行业的外部成本向企业内转移,从而极大地推动了稀土行业的转型升级,另一方面也使稀土价格在某种程度上得到了提升,更好地反映了稀土资源的价值。因此,研究资源税从价计征对稀土产品出口定价的作用,对提高我国稀土产品的定价能力,促进

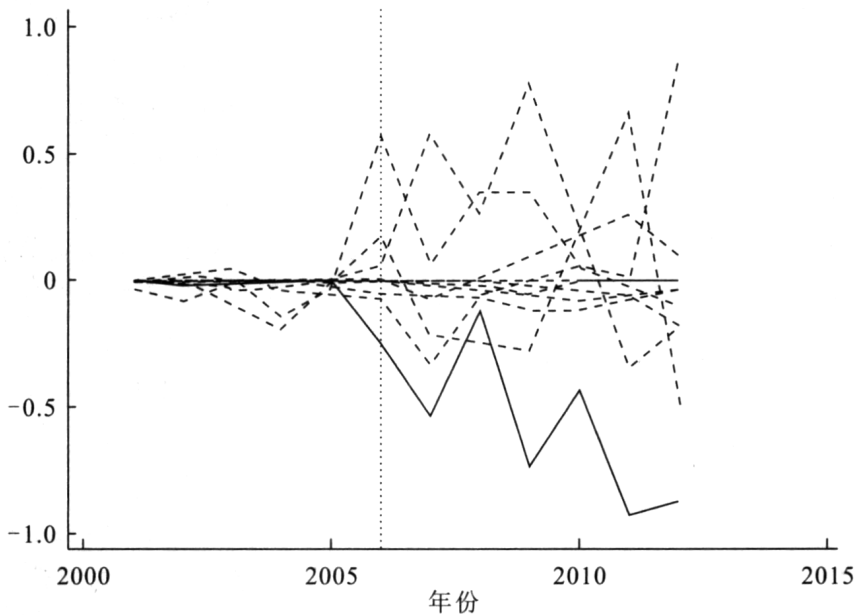


图7 各矿种出口重量差值分布

注:实线表示稀土,虚线表示 RMSPE 值比稀土 1.5 倍低的矿种。

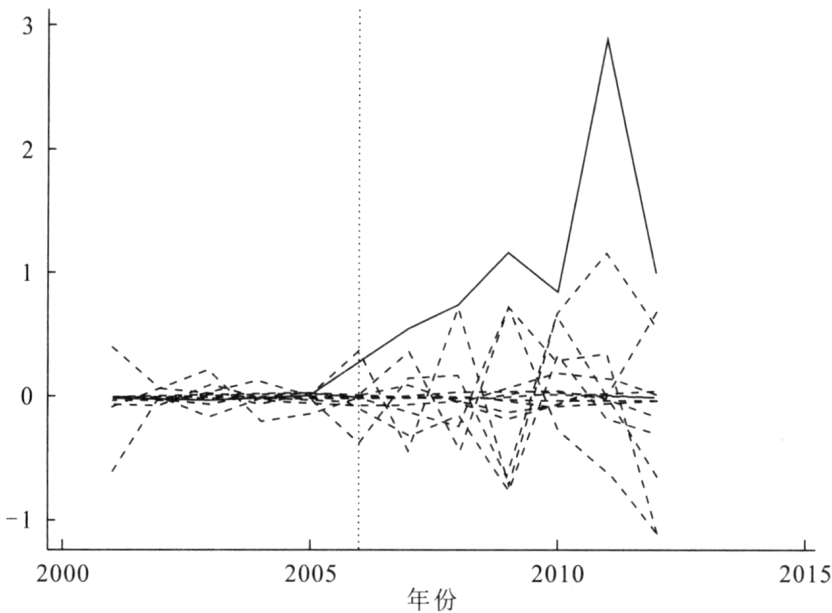


图8 各矿种出口价格差值分布

注:实线表示稀土,虚线表示 RMSPE 值比稀土 1.5 倍低的矿种。

我国稀土产业的可持续发展,具有十分重要的现实意义。

1. 模型构建。本文将资源税“从价计征”政策看作一次准自然实验,探究该政策对稀土出口价格的影响,利用双重差分(Difference in Difference,简称“DID”)的方法,控制组选择具有和稀土价格相似变动趋势且不受资源税“从价计征”影响的产品,

对比政策实施前后实验组与控制组价格变动差值,得出该政策对稀土出口价格变化的影响。鉴于我国稀土生产过程中使用的辅材都与原油密切相关,稀土价格与原油价格高度相关^[31],并且资源税“从价计征”政策对国际原油价格影响甚微。因此,本文选择原油作为控制组,使用 DID 模型检验资源税“从价计征”改革对稀土出口价格的影响,模型如式

(7)所示。

$$\ln P_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \alpha_2 post_{it} + \alpha_3 treat_{it} + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, $\ln P_{it}$ 表示稀土出口价格和原油价格的自然对数; $treat_{it}$ 是区分实验组和控制组的虚拟变量, 当样本为稀土时, $treat_{it} = 1$, 样本为原油时, $treat_{it} = 0$; $post_{it}$ 是政策虚拟变量, 时间分界节点设置为 2015 年 5 月, 即稀土资源税“从价计征”改革的实施时间, 在此之前 $post_{it} = 0$, 在此之后 $post_{it} = 1$; $post_{it} \times treat_{it}$ 为交互项, 用 DID_{it} 表示, 系数 α_1 表示资源税“从价计征”改革对出口价格的净效应。

由于稀土价格在 2011 和 2012 年出现异常上涨, 为保障结果的准确性及有效性, 本文选取稀土出口价格与原油价格的月度数据进行分析, 时间范围是 2013–2021 年。稀土出口价格用被称为“稀土市场晴雨表”之称的钕及氧化钕^[31]的价格衡量, 数据来源于《稀土信息》, 原油价格数据来源于美国能源署。另外, 由于 2015 年 5 月之前对不同的稀土产品出口征收 15% 或 25% 的关税, 为了研究资源税“从价计征”改革对出口价格的影响, 价格中关税的作用需要被剔除, 考虑到关税不会全部转移到出口价格上, 出口价格还与稀土的供给弹性和需求弹性有关。因此, 本文将 2015 年 5 月之前的价格下调 20%。

2. DID 回归结果。

(1) 共同趋势检验。在资源税“从价计征”改革之前, 实验组稀土钕的出口价格和控制组原油价格于 2013 年在 10% 的显著性水平下存在差异, 其余年份价格差异均不显著, 可以认为共同趋势检验通过, 实验组和控制组满足 DID 模型构建的前提条件, 可以构建基准回归来评估政策实施效果。

(2) 基准回归结果。表 4 显示了资源税“从价计征”改革对价格影响的回归结果。交互项 DID 的系数均显著为正, 表明资源税“从价计征”改革的实施对稀土价格产生显著的正向影响, 该政策实施有效。

3. 稳健性检验。本文选择了不同来源的稀土产品价格进行稳健性检验, 以中国海关总署统计月报中“稀土”和“稀土制品”为基础对稀土价格计算, 而“稀土”和“稀土制品”则分别指代产业链中

上游和下游的稀土产品, 表 5 为回归结果。

据结果可知, 替换稀土出口价格的衡量指标后, 交互项 DID 的系数均为正且显著, 说明本文的研究结果具有较强的可靠性。其次, 从交互项的系数可以看出, 资源税“从价计征”政策明显提升上游产品价格, 这是由于稀土资源税的征税对象为选矿, 直接影响上游企业, 并将资源税转移到商品出口价格上。但是对于下游企业则不同, 下游企业往往是从上游企业购买原材料进行再加工, 因此只需要承担部分资源税负, 转移到出口价格的税负仅占

表 4 资源税“从价计征”改革对稀土出口价格影响的基准回归结果

变量	ln 钕	ln 氧化钕
DID	0.321*** (0.0870)	0.476*** (0.0801)
treat	-0.168** (0.0747)	-0.473*** (0.0687)
post	-0.503*** (0.0612)	-0.503*** (0.0563)
Constant	4.448*** (0.0523)	4.448*** (0.0482)
Observations	216	216
R-squared	0.272	0.304

注: 括号里为标准误, ***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。

表 5 稳健性检验结果

变量	ln 稀土价格	ln 稀土及其制品价格
DID	0.345*** (0.0680)	0.172** (0.0844)
treat	-1.013*** (0.0583)	-1.848*** (0.0724)
post	-0.503*** (0.0478)	-0.503*** (0.0593)
Constant	4.448*** (0.0409)	4.448*** (0.0507)
Observations	216	216
R-squared	0.784	0.914

注: 括号里为标准误, ***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。

析,并对我国稀土安全政策的演变逻辑进行了研究;通过时间序列回归模型、合成控制法、双重差分法、三重差分法对政策实施效果进行评估分析。具体结论如下。

1. 稀土供给安全政策体系主要由产业政策、贸易政策、管制政策与储备政策组成。稀土政策演变历程可分为四个阶段,分别是探索转变阶段(1985–2004年);保护限制阶段(2005–2010年);深化改革阶段(2011–2014年)和战略发展阶段(2015年至今)。为保障稀土供给安全,在稀土产业发展的不同阶段,各政策的组合形式及聚焦的重点也有所不同。

2. 稀土产业政策的实施抑制了稀土的产能过剩状况,对稀土出口量限制成效显著,同时也对环境污染有比较显著的控制效果。

3. 稀土出口贸易管制政策抑制了稀土出口,同时也促进出口创汇。

4. 资源税“从价计征”改革拉动了稀土出口价格的提高,尤其提升了上游产品价格。

5. 与单一实施资源税“从价计征”改革政策相比,开采总量控制政策与资源税“从价计征”改革政策的组合实施效果并不明显。

我国新时代稀土政策的制定需要多方面考虑国内和全球环境的发展趋势,全方位把握供给侧结构性改革的方向与全球产业治理的新路径。积极扩充海外市场,开展海外合作,控股海外稀土矿山,拓宽稀土供应渠道;与此同时,应继续加强相关技术攻关,稀土下游高端产品是战略性新兴产业高速发展所必需的,除却对稀土上、中游产业链、供应链的维稳,稀土下游高精尖产品技术研发是寻求全球稀土价值链地位突破的关键之举,稀土产品的创新开发是稀土产业发展的重中之重。

参考文献:

- [1] 边璐,庄小央,刘朝晖,等. 产业政策调整对行业系统性风险溢出的影响——基于稀土产业 CoVaR 模型的研究[J]. 软科学,2023(1).
- [2] Wang, X., J. P. Ge, J. Li, et al. Market impacts of environmental regulations on the production of rare earths: A computable general equilibrium analysis for China[J]. Journal of

Cleaner Production, 2017, 154.

[3] 黄小卫,李红卫,王彩凤,等. 我国稀土工业发展现状 & 进展[J]. 稀有金属,2007(3).

[4] Hao, Y., W. Liu. Rare earth minerals and commodity resource nationalism[J]. Asia's Rising Energy and Resource Nationalism: Implications for the United States, China, and the Asia-Pacific Region, 2011(3).

[5] 韩港. 经济新常态下我国稀土产业安全研究[J]. 经济问题, 2016(9).

[6] Han, A., J. P. Ge, Y. Lei. Vertical vs. horizontal integration: Game analysis for the rare earth industrial integration in China[J]. Resources Policy, 2016, 50.

[7] 廖建求. 稀土产业政策法律制度的困境及出路[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2016(5).

[8] 杨丹辉. 我国稀土产业发展战略与政策体系构建[J]. 当代经济管理, 2013(8).

[9] Han, A., J. P. Ge, Y. Lei. An adjustment in regulation policies and its effects on market supply: Game analysis for China's rare earths[J]. Resources Policy, 2015, 46.

[10] Wübbecke, J. China's rare earth industry and end-use: Supply security and innovation[J]. The Political Economy of Rare Earth Elements: Rising Powers and Technological Change, 2015(20).

[11] Barteková, E., R. Kemp. National strategies for securing a stable supply of rare earths in different world regions[J]. Resources Policy, 2016, 49.

[12] 钟美瑞,曾安琪,黄健柏,等. 国家资源安全战略视角下金属资源税改革的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2016(6).

[13] Ge, J. P., Y. Lei, L. Zhao. China's rare earths supply forecast in 2025: A dynamic computable general equilibrium analysis[J]. Minerals, 2016(3).

[14] 王玉珍. 我国稀土产业政策效果实证研究[J]. 宏观经济研究, 2015(2).

[15] 何欢浪,冯美珍. 我国稀土产品出口政策效果评估的实证检验[J]. 世界经济研究, 2017(11).

[16] 朱学红,张宏伟,李心媛. 中国稀土国际市场势力测度及政策有效性研究[J]. 国际贸易问题, 2018(1).

[17] Ge, J. P., Y. Lei. Resource tax on rare earths in China: Policy evolution and market responses[J]. Resources Policy, 2018, 59.

[18] Yi, J. H., S. Dai, J. H. Cheng, et al. Production quota policy in China: Implications for sustainable supply capacity of critical minerals[J]. Resources Policy, 2021, 72.

[19] 周振华. 产业政策分析的基本框架[J]. 当代经济科学, 1990(6).

- [20] 陈庆云. 公共政策分析[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [21] 国务院. 国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见[EB/OL]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2011/content_1870707.htm, 2011-05-19.
- [22] Porter, M. E., C. Linde. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995(4).
- [23] Porter, M. *America's Green Strategy* [M]. London: Earthscan, 1996.
- [24] Song, Y., Y. Zhang, Y. J. Zhang. Economic and environmental influences of resource tax: Firm-level evidence from China[J]. *Resources Policy*, 2022, 77.
- [25] 吴玉鸣, 张燕. 中国区域经济增长与环境的耦合协调发展研究[J]. *资源科学*, 2008(1).
- [26] Liu, C., J. Fang, R. Xie. Energy policy and corporate financial performance: Evidence from China's 11th five-year plan[J]. *Energy Economics*, 2021, 93.
- [27] Abadie, A., J. Gardeazabal. The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country[J]. *American Economic*

Review, 2003(1).

- [28] 刘友金, 曾小明. 房产税对产业转移的影响: 来自重庆和上海的经验证据[J]. *中国工业经济*, 2018(11).
- [29] Abadie, A., A. Diamond, J. Hainmueller. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program[J]. *Journal of the American Statistical Association*, 2010, 490.
- [30] 岳红举. 资源税立法宗旨论[J]. *税务与经济*, 2020(1).
- [31] 李庆, 何文章. 我国稀土出口价格影响因素的实证分析——基于资源要素价格、出口配额、汇率变动的影响[J]. *价格理论与实践*, 2013(5).
- [32] 杜凤莲, 董竞泽. 中国稀土产业政策及其对出口市场的影响[J]. *内蒙古大学学报(哲学社会科学版)*, 2011(6).
- [33] 李晓宇, 方一平, 张福良, 等. 稀土开采总量控制政策执行效果跟踪与分析[J]. *中国矿业*, 2015(10).
- [34] 李强, 王亚仓. 长江经济带环境治理组合政策效果评估[J]. *公共管理学报*, 2022(2).
- [35] 陈林. 自然垄断与混合所有制改革——基于自然实验与成本函数的分析[J]. *经济研究*, 2018(1).

Evolution of China's Rare Earth Supply Security Policy and Effectiveness Evaluation

Wu Qiaosheng Su Hui Zhang Yaxin Cheng Jinhua Zhou Na

Abstract: This article conducts a comprehensive discussion on the composition, evolution characteristics and dynamic changes of policy combinations of China's rare earth supply security policy and analyzes the mechanism of action of the policy. Econometric models (Organization Logistic Specific Access, Synthetic Control Method, Difference-in-Difference, Difference-in-Difference-in-Difference) is used to evaluate the implementation effects of China's rare earth industry policy, export trade control policy, and resource tax policy. The conclusions are as follows: (1) the implementation of rare earth industry policies has basically suppressed the overcapacity situation of rare earth; (2) rare earth export trade control policies inhibit rare earth exports while promote export earnings; (3) the resource tax ad valorem reform has a positive and significant impact on rare earth export prices, and the impact on upstream products is more obvious; (4) compared with the single implementation of resource tax policy, the combined implementation effect of total mining volume control policy and resource tax is not obvious. It is recommended to further improve rare earth supply security capabilities by expanding overseas mining rights and optimizing layout technology research and development.

Key words: rare earth supply security; policy evaluation; synthetic control method; DID; DDD