

国内外稀土行业环境规制对比及启示

黄祺深^{1,2}, 孙莹^{1*}, 汪鹏^{2,3}, 王路^{3*}, 陈伟强^{2,3,4}

1. 北京科技大学经济管理学院, 北京 100083

2. 中国科学院城市环境研究所, 中国科学院城市环境与健康重点实验室, 厦门 361021

3. 中国科学院赣江创新研究院, 江西 341100

4. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要 梳理了中国、美国、澳大利亚等主要稀土生产国稀土环境规制的发展历程, 从放射性污染物的安全管理、矿区土地复垦管理、大气污染排放管理和稀土环境税费制度4个方面, 对各国环境规制的特点进行了对比和分析, 研究发现: (1) 从2012年开始针对中国稀土产业的环境法规体系逐渐形成, 这些法规有效遏制了中国稀土环境污染蔓延和恶化的态势, 但也对稀土供应产生了一定影响; (2) 美国、澳大利亚等国稀土环境规制的起步较早, 为稀土企业的生产设置了很高的环境“门槛”, 迫使稀土企业及相关下游产业进行国际转移, 也成为其恢复稀土生产的重要障碍; (3) 为降低环境规制带来的高昂生产成本, 美国、澳大利亚等国依托国际贸易在全球范围内建立了产能转移、管制规避和渠道转移3种环境污染转移渠道, 驱使马来西亚等国承担了巨大的环境成本。因此, 应立足国际视角, 吸取西方国家在稀土环境管理上的经验和教训, 推动建立本国稀土环境治理措施及全球稀土环境治理体系, 以减少本国稀土行业环境污染并促成全球稀土产业链的合理布局。

关键词 环境规制; 环境管理; 污染转移; 稀土

稀土是生产多种功能材料必不可少的关键原材料, 然而稀土生产造成的生态破坏和环境污染却非常严重。随着稀土重要性的不断提升, 各国的稀

土需求逐年增多, 产量也不断提高。由稀土生产引起的生态环境问题日益严峻, 已经严重阻碍了稀土资源的正常生产和供应。为实现全球稀土产业的

收稿日期: 2021-12-28; 修回日期: 2022-04-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(71904182, 42061049); 中国科学院赣江创新研究院自主部署项目(E055B004); 中国科学院重点部署项目(ZDRW-CN-2021-3); 国家重点研发计划项目(2020YFC1909101)

作者简介: 黄祺深, 硕士研究生, 研究方向为关键金属产业经济学, 电子信箱: hqsg@163.com; 孙莹(通信作者), 教授, 研究方向为国际贸易及企业国际化经营, 电子信箱: sunying@manage.usb.edu.cn; 王路(共同通信作者), 副研究员, 研究方向为关键金属资源环境战略, 电子信箱: lwang@gia.cas.cn

引用格式: 黄祺深, 孙莹, 汪鹏, 等. 国内外稀土行业环境规制对比及启示[J]. 科技导报, 2022, 40(8): 78-90; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.08.008

可持续发展,各国政府高度重视稀土生产过程的环境管理,相继出台了一系列法律法规。美国、澳大利亚等西方主要稀土生产国从20世纪60、70年代就开始了稀土环境法律法规的制定。中国稀土环境法律法规的制定虽然起步较晚,但是发展迅速,截至目前,出台的稀土环境法律法规已达50多项,涉及环境准入标准、排污标准、清洁生产标准、环保核查制度、环境税费制度等诸多方面^[1]。

全球主要稀土生产国对稀土资源的开发利用都制定了环境规制政策,但其内容和效果差异显著。中国作为稀土资源出口大国,承担着全球稀土产业链中环境问题最严重的采、选、冶过程所产生的环境污染。以中国为代表的发展中国家在稀土环境规制政策的制定上虽然存在体制不健全等诸多问题,但随着近年来政策的不断出台,相关体系逐渐完善。以美国、澳大利亚、加拿大等国为代表的西方发达国家在稀土放射性污染物安全管理、矿区土地复垦管理、生产过程的大气污染排放管理和稀土环境税费制度等方面都制定了严格的法律法规。稀土生产企业不但面临很高的环保标准,同时还需要缴纳高昂的环境税费。虽然这些规制的实施使得本国稀土产业环境管理效果明显,但苛刻的环保要求严重阻碍了稀土企业的可持续发展,甚至导致企业破产倒闭。此外,发达国家利用全球价值链分工,通过贸易和投资等形式将稀土污染留在环境管理较为宽松的国家。因此,应科学认识环境规制的重要性,吸取西方主要稀土生产国在稀土环境管理上的经验和教训,结合在稀土环境管理中遇到的实际问题,逐渐完善中国稀土环境管理体系。

本研究系统梳理全球主要稀土生产国环境规制政策的出台时间及内容,对比中国、美国、澳大利亚等国家在稀土放射性污染物安全管理、矿区土地复垦管理、大气污染排放管理和稀土环境税费制度等方面的环境规制措施,评估各国环境规制政策的实施效果,识别西方国家转嫁稀土环境污染的模式,综合分析中国现有稀土环境规制政策的适用性和局限性,以提出完善稀土产业环境规制体系的建议,为减少中国稀土环境污染,布局全球稀土产业链提供科学依据。

1 研究方法和数据来源

图1所示为稀土环境规制对比框架,研究通过收集整理52篇政府报告、71篇政策文件和35件新闻事件,梳理各国稀土环境规制政策的出台时间和内容,总结其特点及发展规律,提出完善中国稀土环境规制政策体系的若干建议。

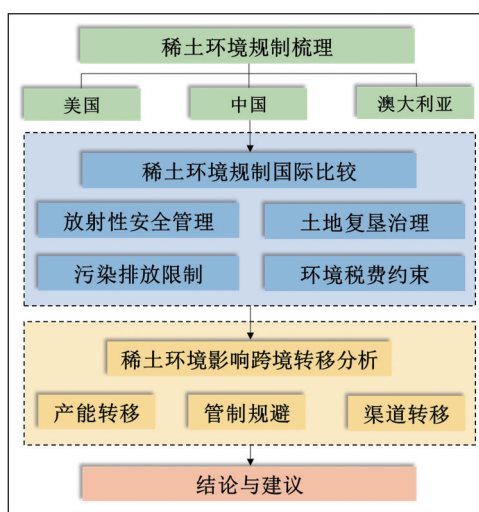


图1 稀土环境规制对比研究框架

研究资料主要包括美国环境保护局、澳大利亚环境保护部、马来西亚自然资源和环境部、中国生态环境部等政府部门公开发布的政策文件,以及澳大利亚莱纳斯公司(Lynas Corp, LYC)2021年度综合评估报告^[2]、美国地质调查局2019年的研究报告^[3]、美国地质调查局的稀土年鉴^[4]、美国伴生辐射问题研究报告^[5]、中国稀土协会发布的报告^[6]等公开文件。

2 国内外稀土产业的环境规制政策

由于国情和稀土开发历史的不同,各国的稀土环境管理方式存在较大的差异。美国、澳大利亚、中国是较早开发稀土资源的国家,其所建立的稀土环境规制体系也最具有代表性。

美国作为环境规制体系较成熟的国家,在稀土行业环境管理方面不仅拥有专门法案,还可以援引

一般环境法案中的相关条款。20世纪70年代,美国国会在已发布的《联邦水污染控制法》^[7]和《联邦空气污染控制法》^[8]修正案的基础上,依次通过了《清洁水法》^[9]和《清洁空气法》^[10],这些法案成为了稀土行业环境污染规制的基础性法案。1989年,美国环境保护局以《清洁水法》为依据发布了《稀土金属初级工业点源污染排放标准》^[11],针对企业直接和间接排放的污染物提出了最佳实用技术(best practical technology, BPT)、最佳常规污染物控制技术(best conventional technology, BCT)、最佳可行技术(best available technology, BAT)和最佳可行控制技术(best available demonstration technology, BADT)等技术标准,将稀土上游生产废水纳入污水

治理体系,为管控稀土工业废水排放提供了有效保障。此外,美国的矿业开发项目需获得环境许可证、国家污染物排放消除系统许可证等联邦许可证,以及空气质量许可证、含水层保护许可证、水权许可证、复垦许可证等州级许可证和现场污水处理许可证等地方政府许可证。矿业项目从提交计划到实际开采,一般需要7~10年时间^[12]。2012年美国环境保护局发布了《稀土元素:生产、加工、回收和相关环境问题综述》^[13],进一步识别了稀土供应链中存在的环境风险,探讨了资源回收再利用的可行性,为完善稀土管理规制体系提供了理论依据(图2)。

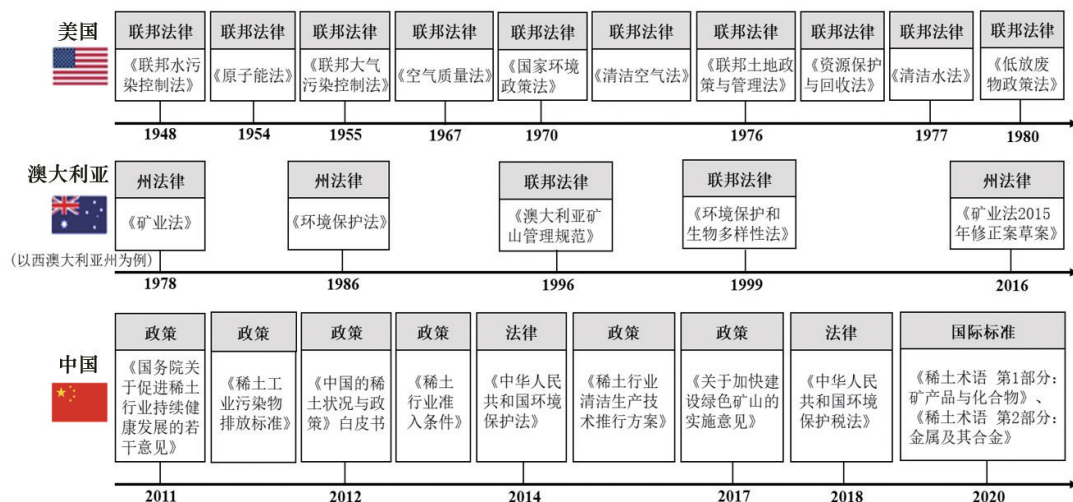


图2 主要稀土生产国的稀土环境规制演化历程

澳大利亚联邦和各州都有环境立法权,联邦以《环境保护和生物多样性法》^[14]和《澳大利亚矿山环境管理规范》^[15]为依据管理矿业活动^[16]。在州层面,以韦尔德稀土矿所在的西澳大利亚州为例,该州设立了专门的矿产安全部以统筹管理矿业开采活动,并分别于1978、1986年制定了《采矿法》^[17]和《环境保护法》^[18],规定矿业企业开采前必须通过严格的环境检测,并提交详细的环境恢复计划,要求土地复垦必须与资源开采同时进行,开展全过程一体化管理^[19-20](图2)。

中国稀土资源开采的历史久远,稀土行业一直

处于国家环境法规体系的监管之下,2012年开始逐步形成以稀土污染物排放限制和行业准入标准为核心的稀土专项环境法规体系,这些法规在遏制中国稀土环境恶化和污染蔓延方面具有关键作用。2011—2012年发布的《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》^[21]和《中国的稀土状况与政策》白皮书^[22],客观反映了中国稀土产业环境污染面临的严峻形势,明确了稀土产业可持续发展的目标和方向。随后,中国政府通过制定稀土行业准入标准、稀土行业排放和能耗标准,完善排污许可证制度、环评制度以及矿山环境治理和生态修复

责任机制,为稀土产业建立了较完整的环境规制体系,并通过稀土专项整治行动,关停了环境不达标企业,淘汰了落后产能。根据中国《稀土行业发展规划(2016—2020)》^[23]所述,稀土行业目前已投入了80多亿元用于开展生产企业环保改造,其中85家企业通过稀土环保核查,45家企业通过稀土行业准入标准。2014年,工信部推出的《稀土行业清洁生产技术推广方案》^[24]鼓励企业积极采用生态效率高的先进生产工艺,提升稀土绿色化生产水平。2018年,《中华人民共和国环境保护税法》^[25]将排污“费改税”,这一税法利用经济政策和市场机制促进了稀土产业向更为环保、低碳的方面发展。2015年,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)成立了由中国牵头的稀土标准编写组,到2021年底已发布了7项稀土领域国际标准^[26](图2)。

3 稀土环境规制对比

稀土环境规制包含的种类很多,其中具有代表性的有放射性安全管理、土地复垦管理、大气污染排放管理、废水排放管理和环境税费制度,其中废水排放标准各个国家选取的指标体系差异很大,标准不一,难以对比,本研究不做讨论。

3.1 放射性安全管理

20世纪90年代,国际原子能机构就提出应将稀土行业作为放射性强制管理行业之一,并且在《放射性废物处置》^[27]中指明,稀土行业产出的低放射性废物需要多达几百年的可靠隔离才能确保安全^[28]。

在中国,2002年发布了《稀土生产场所放射防护要求》^[29]和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[30],首次规定了和稀土生产相关的放射性工作场所的划分标准以及相关卫生防护原则^[31];2003年颁布了《放射性污染防治法》^[32],将稀土矿定为伴生放射性矿,稀土企业必须配备放射性污染防治设施才能生产;2011年颁布的《稀土工业污染物排放标准》^[33]要求稀土企业必须遵守放射性污染物排放规定;2012年颁布的《稀土行业准入条件》^[34]要求稀土

生产企业应采取辐射防护和放射性污染防治的相关措施,以保护工人健康安全;2013年颁布的《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录(第一批)》^[35]将各类稀土矿的开采、选矿和冶炼阶段列入辐射环境监督管理名录,对全国所有稀土企业实行严格监管。

美国环境保护局将稀土原矿加工后被浓缩或直接暴露于环境中的放射物质定义为技术增强的天然放射性物质^[36](technologically enhanced naturally occurring radioactive material, TENORM)。为保护公众免受放射性尾矿的辐射影响,美国在修订《原子能法案》^[37]的基础上,依次通过了《控制辐射、确保健康安全法案》^[38]和《低水平放射性废物政策法案》^[39]。2008年,加利福尼亚州公布了处理新增放射性废料的价格表,莫利矿业公司(Molycorp Minerals)面临新增废料5367.12美元/m³的巨额处理费用。2002年,美国唯一运营的芒廷帕斯稀土矿(Mountain Pass)在废液泄漏的危机下,决定“维护和封存矿山”。然而在稀土供应短缺的压力下,2011年美国决定重启本国稀土生产。莫利矿业公司在开采前斥资7.8亿美元更新放射性隔离设施,意图成为最清洁的稀土供应商,但由于处理放射性废料的价格昂贵,沉重的环保支出使得莫利矿业公司从长期来看无法盈利,不得不于2015年6月正式申请破产保护^[40]。

1992年,澳大利亚通过法律确立了放射性废物国家处置标准。2001年,澳大利亚政府启用国家放射性废物处置库,运行周期为50~100年^[41]。2012年《国家放射性废物管理法》重新修订^[42],其中规定稀土工业产出的低放射性废物必须在专设管理设施中永久存放,设施选址前必须提名申请,且得到利益相关的公众或团体一致认可才能建设。严格的环境管理措施使得莱纳斯公司不得不将开采的稀土原料转移至马来西亚加工生产,2013年6月起澳大利亚本土停止加工稀土原材料。2020年7月,澳大利亚设立放射性废物管理局(Australian Radioactive Waste Agency, ARWA),9月澳大利亚参议院经济常设委员会发布了《国家放射性废物管理修正(场地规范、社区基金和其他措施)法案》^[43],

以加强全国范围内对放射性废物的管理。

加拿大稀土资源丰富,拥有托尔湖(Thor Lake)、霍益达斯湖(Hoidas Lake)和奇异湖(Strange Lake)等稀土矿。其中,奇异湖稀土矿于2019年完成初步评估,预计每年可生产重稀土4400 t、稀土氧化物11150 t,项目预计研究经费约为600万美元,计划于2024年投产^[44]。然而,根据加拿大政府2010年颁布的《加拿大天然放射性物质管理准则》^[45],稀土企业投产前必须配备相应放射性处理设施,严格预防放射性泄露问题,这一规定使项目预计投资额大幅增加^[46-47]。

综上所述,由于与放射性政策相配套的制度和监管措施不完善,中国稀土企业普遍存在放射性处理设施不完备、环保投入不足等问题。相比之下,美国、澳大利亚、加拿大等国家的放射性法规与制度体系较为完善,但在这些制度的严格约束下,企业的产能受到了严重限制。

3.2 土地复垦管理

为了有序推进稀土矿山土地复垦与生态修复工作,各国纷纷制定了相关的法律法规(表1)。

1988年,国务院通过《土地复垦规定》^[48],明确了“谁损毁,谁复垦”的责任主体。2006年,自然资源部发布了《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》^[49],开始从规划、标准、监管和复垦等方面加强环境管理。2011年,国务院在《土地复垦规定》的基础上颁布了《土地复垦条例》^[50],进一步明确了复垦责任主体、经费划拨方式和监管措施等。2016年,国务院发布的《土壤污染防治行动计划》(“土十条”)^[51]将稀土所属的有色金属开采、加工与冶炼产业列入国务院划定的八大重点监管行业,同时提出到2020年应基本建立起土壤污染防治法律法规体系,到2030年应可以全面控制土壤环境风险。自中国土地复垦法律法规实施以来,土地复垦效果明显。例如,四川江铜稀土公司自开采以来,先后投资5000多万元用于整治矿区的地质灾害和安全隐患,完成植被恢复总面积达107.7 hm²;江西省信丰县投入废弃稀土矿山治理资金2亿多元人民币,复垦面积达1378 hm²,综合治理后地表植被覆盖率由10%上升至76%以上,生态修

复效果显著^[52]。

美国建立了由联邦到州的土地复垦制度。稀土矿山的土地复垦以《露天采矿管理与土地复垦法》^[53]、《通用矿业法》^[54]、《固体废弃物处理法》^[55]、《联邦土地政策和管理法》^[56]等法律为依据,以灵活的土地复垦保证金制度和风险金制度为矿区土地复垦提供资金保障。土地复垦制度实施后,1977年受采矿业破坏的土地的复垦率达到85%以上。芒廷帕斯稀土矿所在的加利福尼亚州也制定了相关的土地复垦条例,芒廷帕斯稀土矿恢复开采之后,莫利矿业公司2012年缴纳的复垦保证金达2870万美元,占当年环境总支出的19.78%,占企业总成本的3.5%,土地复垦制度和保证金制度引起了稀土企业对环境治理的高度重视,成为稀土矿山修复的重要保障^[57]。

澳大利亚在稀土矿开发上坚持“开采与保护并举、损毁与复垦并重”的原则,并以《采矿法》《环境保护法》《环境和生物多样性保护法》《矿区复垦基金法》^[58]等法律为依据,将土地复垦与生态修复贯穿于稀土资源开发的全过程中。政府部门要求矿业公司开采前必须制定切实可行的年度开采计划和土地复垦计划,还要通过环境许可认证、环境影响评价以及闭矿规划与验收等步骤。开采过程实施动态监管,同时引进多元化技术,将复垦作为开采工艺的环节之一^[59]。

3.3 大气污染排放管理

全球大多数国家对工业污染排放都制定了严格的标准,由于各国稀土产业环境规制的差异性,不同国家的污染物控制项目和指标都存在差异,为方便对比,本研究选择各国空气污染物排放限值为研究对象,将各国大气污染排放标准进行了对比,具体污染物项目见表2。

在大气污染排放管理中,SO₂和氮氧化物(NO_x)被关注得最多,美国、澳大利亚的稀土企业SO₂的每小时排放浓度平均限值分别为0.09^[61]、0.12 mg/m³^[62],处于国际最严水平,中国和欧盟的SO₂每小时排放浓度限值处于中间水平。中国规定氮氧化物每小时排放浓度限值为0.12 mg/m³,标准为全球最严,其他国家或地区的标准是中国的2倍

表1 国内外稀土矿土地复垦規制对比

国家	复垦管理机构	复垦法律法规	复垦金制度
中国	国土资源部、厅、局、安全监察等政府相关部门	《土地管理法》《土地复垦条例》 《土地复垦方案编制规程》 《土地复垦质量控制标准》 《生产项目土地复垦验收规程》 《土地复垦条例实施办法》 《矿山土地复垦基础信息调查规程》	原国土资源部发布的《矿山地质环境保护规定》规定,采矿权人应依规缴存矿山地质环境治理恢复保证金。但对矿山环境恢复治理的标准、复垦的程序、保证金交纳的依据规定较为单一
美国	联邦矿业行政管理机构;其下属机构有矿产资源管理局、露天采矿复垦和执行办公室、复垦局、地质调查所等	《露天采矿管理与土地复垦法》 《通用矿业法》 《固体废弃物处理法》 《联邦土地管理法》 《联邦露天采矿管理复垦法》	矿业企业需缴纳复垦保证金,保证金额度会根据上年度复垦任务完成情况等综合制定,缴纳形式有现金、保证金债券、联邦或州债券、商业信用证等,复垦完成分阶段退回保证金 ^[60]
澳大利亚	矿山环境管理实行联邦政府与各州共管的体制	《环境和生物多样性保护法》 《采矿法》 《开采计划与开采环境影响评价报告》	企业复垦合格后,保证金全额退还。保证金不要求用现金支付,而是通过银行或其他经认可的财政机构以授信的方式进行担保。政府对于土地复垦做得好的企业,保证金缴纳比例可调低,否则调高。设立土地复垦基金用于历史遗留矿山的复垦,设立土地复垦风险金用于矿山关闭后生态修复
加拿大	矿山环境管理实行联邦政府与各州共管的体制,由矿产和金属局对矿产资源进行管理	《矿业法》 《石油、天然气和盐类资源法》 《集料资源法》 《矿山法》 《环境评价法》 《废料管理法和水管理法》	矿业企业需缴纳足额复垦保证金,确保支付矿山关闭后的土地复垦成本。保证金数额由矿区恢复面积、开采方式、矿区地质等因素确定,支付形式有现金、支票、定期存款、政府债券、信托基金、不可撤销信用证、资产抵押等形式。矿区许可证到期后,矿区复垦验收合格退还保证金

表2 国内外稀土产业空气质量标准包含的污染物种类

国家	污染物种类
中国	SO ₂ 、硫酸雾、颗粒物、氟化物、氯气、氯化氢、氮氧化物、钍、铀
马来西亚	氯气、氯化氢、氟化物、硫化氢、氮氧化物
加拿大	氟化物、硫化氢、硫酸盐、悬浮颗粒物、降尘
美国	SO ₂ 、CO、NO ₂ 、O ₃ 、PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、Pb
澳大利亚	SO ₂ 、CO、NO ₂ 、O ₃ 、PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、Pb

以上,例如加拿大对氮氧化物每小时排放浓度限值的规定较为宽松,这与其鼓励发展本土稀土产能的政策吻合(图3)。

此外,中国根据稀土生产工艺及设备的不同,规定了同一污染物的不同排放限值^[63],实现了从稀土采选、分解提取、萃取分组和分离、金属及合金制

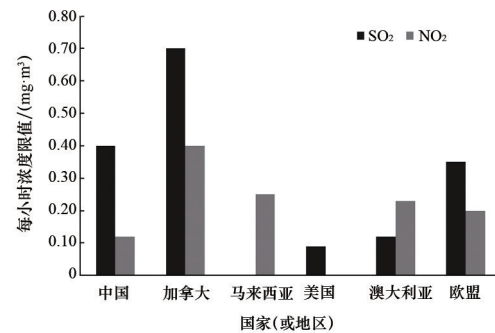


图3 各国规定的稀土企业每小时排放浓度限值

取到稀土硅铁合金制备的分阶段精细化管理。与其他国家大气污染排放規制相比,中国在稀土工业污染物排放标准的设立上更具针对性和全面性,处于国际领先水平^[64]。2020年3月,生态环境部发布《排污许可证申请与核发技术规范 稀有稀土金属

冶炼》标准^[65],规范了稀土企业的排污许可证申请制度;2021年9月,工信部新发布2021年度稀土开采、冶炼分离总量控制指标^[66],指明未达到《稀土工业污染物排放标准》和放射性防护等环保要求的稀土企业无法获得生产指标,进一步控制了稀土企业的污染排放。

3.4 环境税费制度

美国、澳大利亚在稀土产业环境管理中将经济政策工具与生态保护理念结合,较早建立了矿产资源环境税费制度体系^[67]。中国环境税费制度的建立起步较晚,但成效显著,2018年环境“费改税”后,稀土资源税和环境污染税在稀土环境管理中起到了更大的作用^[68]。

在环境税费种类方面,中国稀土企业需要缴纳污染税、资源税、环境恢复基金和地方矿业环保型收费,美国稀土企业需要缴纳污染税、开采税、矿山环境恢复保证金、废弃矿山复垦基金、超级基金及其他费用^[69],澳大利亚稀土企业需要缴纳污染税、资源税、矿区土地复垦保证金、土地复垦基金、土地

复垦风险金和许可证费。环境税费实施方面,美国、澳大利亚、马来西亚等国各项环保性收费由联邦政府和州政府分级制定与征收。西方国家还建立了生态补偿鼓励措施,对污染排放显著减少的工厂减征税费,促使稀土企业形成环保意识,自觉采用先进设备,使用清洁生产技术,努力将污染降至最低。

相比之下,中国稀土环境税费存在费大税小,征收形式单一,规模不足的问题^[70]。另外,环境收费分属生态环境部、林业部等多个部门,不同省市之间差异显著。征收单位的分散不利于资金集中,这导致了资金使用效率较低。例如,在稀土资源丰富的江西省,2011年稀土主营收入为329亿元,利润为64亿元,矿山环境恢复治理费用却高达380亿元,地方政府靠现有的税费体系难以填补如此大的黑洞^[71]。因此,平衡环境保护、财政收入以及稀土企业正常运行之间的关系,是保障稀土可持续供应的重要环节。



图4 国内外稀土环境税费比较

4 稀土环境污染转移路径

为了规避本土环境规制,减少环境税费的缴纳,美国和澳大利亚等发达国家出现了将稀土工业环境污染进行跨境转移的问题。本部分分析产能转移、管制规避和渠道转移3种污染转移路径及其内在原因和外在影响。

4.1 产能转移

产能转移是发达国家企业规避环境规制的最直接手段。在利益驱使下,发达国家的稀土企业经常将目光转向环境立法较为宽松的国家;通过在当地投资建厂,转移稀土产业链中污染最严重的冶炼和加工环节,并将环境治理费用转化为自身利润。以澳大利亚莱纳斯公司为例,2012年该公司在马来西亚建立了稀土冶炼工厂,用于加工澳大利亚本土开采的稀土原矿。2020年莱纳斯马来西亚稀土厂产出稀土氧化物14562 t^[72],成为除中国以外最大的稀土供应商。

与澳大利亚类似,美国同样选择通过对外投资合作来转移稀土生产的环境影响。美国莫利矿业稀土公司与加拿大“新材料科技”合并后成立莫利矿业加拿大(Molycorp Canada)公司,通过投资控股,将污染严重的稀土开采和冶炼加工环节布局在了中国和爱沙尼亚等地^[73]。2014年,中国为了保护国内稀土资源,减少环境污染,对稀土出口实行限制,但被美国、欧盟和日本起诉到世界贸易组织,最终以中国败诉告终。这一案例从侧面反映了产能转移是符合发达国家环境利益的选择。

4.2 管制规避

管制规避是指发达国家以紧急事态为由颁布法令,用来规避或免除环境管控。在中国宣布加强稀土出口管制后,严重依赖进口的美国为避免稀土供应链中断,利用国防管制和总统法令积极干预,意图越过传统的污染管制方法,转移公众对环境的注意力。2019年,美国总统签署国防部长备忘录^[74],明确稀土金属和合金的国内生产能力对国防的重要性。2020年,美国发布的总统令^[75]指出,本国80%的稀土金属直接来自中国,国家经济和国防安全受到威胁,因此宣布全国进入紧急状态,并

要求内政部依据《国防生产法》加强国内稀土开发,减少对矿产资源开发的审批限制,弱化稀土环境管制政策的影响,全力推动构建本土稀土产业链。2021年,美国再次发布行政命令^[76],对稀土等关键产业链进行审查,意图降低对中国等国家相关产业的依赖,提升本土稀土供应链的安全性、独立性和国际竞争力。美国政策允许相关机构酌情运用法律,优先扩张国内矿产供应链,甚至不惜在环境规制上“开绿灯”,以牺牲部分生态环境为代价,提高本土关键产业的生产能力。从全球视角来看,该管制方式具有一定的代表性,任何国家在发展稀土产业的初期,都会面临稀土生产带来的严重环境污染。因此,提高稀土生产的生态效率是稀土主要生产国面临的挑战。

4.3 渠道转移

在中国稀土出口受总量控制指标限制的背景下,为了同时解决进口依赖度高和避免本土环境污染的问题,美国、日本、欧盟等发达经济体将目光转向了稀土回收利用等新型供应渠道。美国早在2012年就提出了稀土回收的研究计划。2015年,美国能源部向学术界征集从煤炭及其副产品中回收稀土的技术方案,并出资690万美元作为研究资金^[77]。2019年,美国能源部开发出一种低成本、高效节能且环保的稀土回收新工艺,能够从旧硬盘等报废磁铁中萃取纯度高达99.5%的稀土。另外,日本作为一个资源危机意识强烈的国家,早在十余年前就展开了稀土回收技术和稀土替代技术布局。2013年,日本利泰姆株式会社成功从废旧零件中回收稀土,回收率可达99.8%。法国罗地亚集团每年可以从废旧荧光灯、磁铁及电池中回收约200 t稀土金属。德国多所大学也在着手研究如何从废旧永磁体中回收稀土金属。稀土回收项目不仅使稀土供应渠道多样化,而且可以最大限度减少传统稀土生产对环境造成的污染,是未来稀土供应的重要来源之一^[78]。

5 结论

通过对主要稀土生产国的稀土产业环境规制

政策梳理发现,美国和澳大利亚稀土环境规制政策的制定相对较早,环境规制体系较完整;中国稀土环境规制政策的制定相对较晚,环境规制体系初步形成。随着中国稀土环境相关法规的制定,稀土产业发展产生的环境恶化和污染蔓延的态势得到了有效遏制,但相关制度体系仍需进一步完善。

根据主要稀土生产国在稀土环境规制方面的差异可以看出,美国、澳大利亚等西方国家很早就为稀土企业设置了较高的环境“门槛”,形成了以放射性安全管理、土地复垦管理、大气污染物排放管理和环境税费制度为核心的环境管理体系,但严格的管制措施成为影响和阻碍其稀土产业发展的重要原因;中国在2011年之前,较为宽松的环境规制监管使得稀土产业迅速发展,但也付出了沉重的环境代价,随着近年来稀土环境规制政策的不断出台,中国稀土环境管理体系趋于成熟,环境问题得到了极大改善,稀土企业的污染治理能力和生态修复成本也有所提升。

稀土环境保护和产能发展之间的矛盾是各国必须面对的问题。在稀土贸易频繁和生产污染较重的背景下,国际上出现了产能转移、管制规避和渠道转移3种稀土环境污染转移路径,即发达国家利用全球产业链及技术革新越过传统环境规制监管,加重了污染接受国家的环境治理负担,全球共同治理稀土环境污染已是大势所趋。

面对复杂的稀土地缘政治格局,中国稀土产业在稀土环境管理中应注意:

1) 加强稀土环保法律法规的完善和落实,加大环境监管力度。完善涵盖全产业链——特别是稀土矿山开采、冶炼分离和加工环节的稀土环保标准体系,动态评估中国稀土环境污染状况,严厉打击稀土生产违法违规行,加快淘汰落后和不环保的产能。

2) 完善环境税费制度,环境治理多样化。中国稀土环境税费存在形式单一、费大税小、惩治性弱等问题,其根源在于环境负外部性未完全量化。因此,加强环境影响评估、环境成本量化是完善税费制度的关键。此外,经济激励型和社会型政策也是推动稀土绿色治理的重要保障。利用税收返还、

费用减免、公众参与、政策鼓励等方式使企业自觉走上清洁生产的良性循环道路。

3) 加强国际合作,推进中国稀土环保标准国际化。引进国际专业人才、先进技术和管理经验,引导外资投向稀土环境治理、稀土回收利用、高端应用及器件制造等领域。构建循环经济和绿色生产指标体系,加强重点稀土环保国际标准的制订,发挥企业、研究机构和中介组织的作用,全面提升中国环境标准在国际上的影响力,实现稀土国内标准与国际标准的衔接。

参考文献(References)

- [1] Chai S, Zhang Z C, Ge J P. Evolution of environmental policy for China's rare earths: Comparing central and local government policies[J]. Resources Policy, 2020, 68: 101786.
- [2] Lynas Corporation Ltd. 2021 annual report[R/OL]. [2019-08-28]. https://lynasrareearths.com/wp-content/uploads/2021/10/LYC_AR21.pdf.
- [3] U.S. Geological Survey. Rare earths[EB/OL]. [2019-06-01]. <http://www.bloomberg.com/view/articles/2018-03-11/china-intellectual-property-and-trumps-next-trade-war>.
- [4] U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries: Rare earths[EB/OL]. (2021-01-01)[2022-04-01]. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earths.pdf>.
- [5] U.S. Environmental Protection Agency. Technologically enhanced naturally occurring radioactive materials (TE-NORM)[M/OL]. (2018-08-31)[2022-01-10]. <https://www.epa.gov/radiation/technologically-enhanced-naturally-occurring-radioactive-materials-tenorm>.
- [6] 中国稀土行业协会. 呼吁: 中国稀土总量控制指标区分轻重稀土资源进行管控[EB/OL]. [2021-03-26]. <https://www.ac-rei.org.cn/article/943ebdcb-7c2f-46f8-a137-560b0d447c8c>.
- [7] U.S. Congress. Federal water pollution control Act [EB/OL]. (1970-12-31) [2022-01-23]. <https://www.congress.gov/91/statute/STATUTE-84/STATUTE-84-Pg91.pdf>.
- [8] U.S. Congress. Air pollution control[EB/OL]. (1955-12-31) [2022-01-20]. <https://www.congress.gov/84/statute/STATUTE-69/STATUTE-69-Pg322.pdf>.
- [9] U.S. Congress. Federal Water Pollution Control Act

- Amendments of 1972[EB/OL]. (1972-12-31) [2022-01-03]. <https://www.congress.gov/92/statute/STATUTE-86/STATUTE-86-Pg816.pdf>.
- [10] U.S. Congress. Clean Air Amendments of 1970[EB/OL]. (1970-12-31) [2022-02-20]. <https://www.congress.gov/91/statute/STATUTE-84/STATUTE-84-Pg1676.pdf>.
- [11] U.S. Environmental Protection Agency. Radioactivity in selected mineral extraction industries: A literature review[R]. Washington D.C: U.S. Environmental Protection Agency, 1978.
- [12] 何金祥, 周起忠. 美国矿业开发项目所需的各项主要许可证[J]. 国土资源情报, 2020(8): 28-33.
- [13] U.S. Environmental Protection Agency. Rare earth elements: A review of production, processing, recycling, and associated environmental issues[R]. Washington D.C: U.S. Environmental Protection Agency, 2012.
- [14] Australian Government. Environment protection and biodiversity conservation act[EB/OL]. (1999-12-31) [2022-01-03]. <https://www.legislation.gov.au/Details/C2021C00182>.
- [15] Minerals Council of Australia. Mine environmental management guide[EB/OL]. (1996-12-31) [2022-01-20]. <https://www.minerals.org.au/environmental-managment>.
- [16] 孙天竹, 文卓, 梅放. 澳大利亚矿山环境保护经验及其对我国的借鉴意义[J]. 矿产勘查, 2019, 10(12): 3088-3089.
- [17] Government of Western Australia, Department of Mines, Industry Regulation and Safety. Mining act 1978[EB/OL]. (1978-12-31) [2022-01-13]. [https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_44348.pdf/\\$FILE/Mining%20Act%201978%20-%20%5B09-c0-00%5D.pdf?OpenElement](https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_44348.pdf/$FILE/Mining%20Act%201978%20-%20%5B09-c0-00%5D.pdf?OpenElement).
- [18] Government of Western Australia, Department of Water and Environmental Regulation. Environmental protection act[EB/OL]. (1986-12-31) [2022-01-05]. [https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_44345.pdf/\\$FILE/Environmental%20Protection%20Act%201986%20-%20%5B09-k0-00%5D.pdf?OpenElement](https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_44345.pdf/$FILE/Environmental%20Protection%20Act%201986%20-%20%5B09-k0-00%5D.pdf?OpenElement).
- [19] 《建立资源型地区和企业可持续发展准备金制度》课题组, 刘尚希, 陈少强. 加拿大和美国矿业资源税费制度及对我国的启示[J]. 地方财政研究, 2012, 4(2): 69-74.
- [20] 韩继秋. 中外矿产资源税费体系比较与设计研究[D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2016.
- [21] 中华人民共和国中央人民政府. 《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》[EB/OL]. (2011-12-31) [2022-01-20]. http://www.gov.cn/zwggk/2011-05/19/content_1866997.htm.
- [22] 中华人民共和国中央人民政府. 《中国的稀土状况与政策》[EB/OL]. (2012-12-31) [2022-01-06]. http://www.gov.cn/zhengce/2012-06/20/content_2618561.htm.
- [23] 工业和信息化部. 《工业和信息化部关于印发稀土行业发展规划(2016-2020年)的通知》[EB/OL]. (2016-12-31). http://www.gov.cn/xinwen/2016-10/18/content_5120998.html.
- [24] 工业和信息化部. 《稀土行业清洁生产技术推广方案》[EB/OL]. (2014-12-31) [2022-01-09]. https://www.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/lhdh/art/2020/art_a1053ef59820467784173a715403985b.html.
- [25] 中华人民共和国中央人民政府. 《中华人民共和国环境保护税法》[EB/OL]. (2018-12-31) [2022-01-08]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-12/30/content_5251797.htm.
- [26] ISO. Standards by ISO/TC 298 rare earth[EB/OL]. (2021-12-31) [2022-01-09]. <https://www.iso.org/committee/5902483/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0>.
- [27] IAEA. Classification of radioactive waste: Safety standards series No. GSR-1[EB/OL]. (2006-12-31) [2022-01-23]. <https://www.docin.com/p2211284210.htmlhttps://www.doc88.com/p-9139796787121.html>.
- [28] 詹国清. 伴生放射性矿山辐射安全管理现状与对策[J]. 世界有色金属, 2019(18): 249.
- [29] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 《稀土生产场所放射防护要求》[EB/OL]. (2019-12-31) [2022-01-19]. <http://www.nhc.gov.cn/fzs/s7852d/201910/cf64ffb42c794f88a181024afcd249fd/files/e1d687dd1c494aeea4b2303925f94ccc.pdf>.
- [30] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》[EB/OL]. (2002-12-31) [2022-02-09]. <http://www.biaozhun8.cn/xz.asp?id=73820>.
- [31] 刘晓超, 杜娟. 伴生放射性矿山辐射安全管理现状与对策[J]. 铀矿冶, 2013, 32(2): 104-108.
- [32] 中华人民共和国全国人民代表大会. 《中华人民共和国放射性污染防治法》[EB/OL]. (2003-12-31) [2022-02-10]. http://www.gov.cn/flfg/2005-06/27/content_9911.htm.
- [33] 环境保护部. 《稀土工业污染物排放标准》[EB/OL]. (2011-12-31) [2022-01-12]. http://www.gov.cn/zwggk/2011-02/28/content_1812585.htm.
- [34] 工业和信息化部. 《稀土行业准入条件》[EB/OL]. (2015-12-31) [2022-01-20]. <http://www.gov.cn/gzdt/>

- 2012-08/07/content_2199507.htm.
- [35] 生态环境部.《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录(第一批)》[EB/OL]. (2013-12-31) [2022-01-21]. https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201302/t20130207_248038.htm.
- [36] U.S. Environmental Protection Agency. Technologically enhanced naturally occurring radioactive materials (TE-NORM) [M/OL]. (2018-12-31) [2022-01-25]. <https://www.epa.gov/radiation/technologically-enhanced-naturally-occurring-radioactive-materials-tenorm>.
- [37] U.S. NRC. Atomic Energy Act of 1954, as Amended in NUREG-0980[EB/OL]. (1954-12-31) [2022-01-23]. <https://www.nrc.gov/docs/ML1327/ML13274A489.pdf#page=23>.
- [38] U.S. Government. Radiation Control for Health and Safety Act[EB/OL]. (1968-12-31)[2022-01-07]. <https://www.osti.gov/biblio/4816206-radiation-control-health-safety-act>.
- [39] U.S. NRC. Low-level radioactive waste policy amendments act[EB/OL]. (1985-12-31)[2022-01-26]. <https://www.nrc.gov/docs/ML1327/ML13274A489.pdf#page=295>.
- [40] 铷公司申请破产保护[J]. 稀土信息, 2015(7): 9.
- [41] 孙晓飞, 王超. 加拿大与澳大利亚的放射性废物管理[C]//21世纪初辐射防护论坛第四次会议暨低中放废物管理和放射性物质运输学术研讨会论文集. 北京: 中国核学会, 2005: 4.
- [42] Australian Government. National radioactive waste management act 2012[EB/OL]. (2012-12-31)[2022-01-16]. <https://www.legislation.gov.au/Details/C2012A00029>.
- [43] 澳大利亚成立放射性废物管理局[J]. 辐射防护, 2020, 40(5): 418.
- [44] 高风平, 张璞, 刘大成, 等. 国际稀土市场新格局与中国稀土产业战略选择[J]. 国际贸易问题, 2019(7): 63-81.
- [45] Government of Canada, Department of Water and Environmental Regulation. Canadian guidelines for the management of naturally occurring radioactive materials (NORM) [EB/OL]. (2010-12-31) [2022-01-20]. https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-sem/alt_formats/pdf/pubs/contaminants/norm-mrn/norm-mrn-eng.pdf.
- [46] 余韵, 杨建锋. 加拿大矿产资源战略调整动向及其启示[J]. 中国国土资源经济, 2020, 33(1): 28-34.
- [47] 罗群. 中国稀土产业国际市场势力测度及提升路径研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2019.
- [48] 土地复垦规定[EB/OL]. (1988-12-31) [2022-02-20]. http://g.mnr.gov.cn/201701/t20170123_1427702.html.
- [49] 关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知[EB/OL]. (2006-12-31) [2022-01-06]. http://f.mnr.gov.cn/201702/t20170206_1436299.html.
- [50] 土地复垦条例[EB/OL]. (2011-12-31) [2022-01-24]. http://www.gov.cn/flfg/2011-03/11/content_1822635.htm.
- [51] 国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知[EB/OL]. (2016-12-31) [2022-01-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/31/content_5078377.htm.
- [52] 刘叶. 我国近几年稀土行业环保治理与成效[J]. 稀土信息, 2014(6): 36-39.
- [53] U.S. Congress. Surface mining control and reclamation act[EB/OL]. (1977-12-31) [2022-01-22]. <https://www.congress.gov/95/statute/STATUTE-91/STATUTE-91-Pg-445.pdf>.
- [54] U.S. Congress. General mining act[EB/OL]. (1872-12-31) [2022-01-27]. https://www.ntc.blm.gov/krc/uploads/459/General_Mining_Law_of_1872.pdf.
- [55] U.S. Congress. Solid Waste Disposal Act[EB/OL]. (1967-12-31) [2022-02-06]. https://www.fedcenter.gov/kd/Items/actions.cfm?action=Show&item_id=30257&destination=ShowItem.
- [56] U.S. Congress. Federal Land Policy and Management Act [EB/OL]. (1976-12-31)[2022-01-20]. <https://www.congress.gov/bill/94th-congress/house-bill/13777?q=%7B%22search%22%3A%5B%22Federal+Land+Policy+and+Management+Act%22%2C%22Federal%22%2C%22Land%22%2C%22Policy%22%2C%22and%22%2C%22Management%22%2C%22Act%22%5D%7D&s=8&r=1>.
- [57] 赖丹, 曾珍. 中美稀土资源生态环境税费制度比较[J]. 财会月刊, 2014(22): 47-51.
- [58] Mining rehabilitation fund act[EB/OL]. (2012-12-31) [2022-01-21]. [https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_25925.pdf/\\$FILE/Mining%20Rehabilitation%20Fund%20Act%202012%20-%20%5B00-d0-06%5D.pdf?OpenElement](https://www.legislation.wa.gov.au/legislation/prod/filestore.nsf/FileURL/mrdoc_25925.pdf/$FILE/Mining%20Rehabilitation%20Fund%20Act%202012%20-%20%5B00-d0-06%5D.pdf?OpenElement).
- [59] 罗明, 王军. 公众全程参与科技动态监测: 澳大利亚土地复垦的经验与启示[J]. 资源导刊, 2013(5): 44-45.
- [60] 张凤麟. 发达国家矿地复垦保证金制度及对中国的启示[J]. 中国矿业, 2006, 15(9): 5-8.
- [61] U.S. Environmental Protection Agency. NAAQS table[EB/OL]. (2015-12-31) [2022-02-26]. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>.
- [62] Australian Government. National environment protection

- (ambient air quality) measure[EB/OL]. (2021-12-31) [2022-01-20]. <https://www.legislation.gov.au/Search/air>.
- [63] Wübbeke J. Rare earth elements in China: Policies and narratives of reinventing an industry[J]. *Resources Policy*, 2013, 38(3): 384-394.
- [64] Schüler D. Study on rare earths and their recycling[R]. London: The Greens/EFA in the European Parliament, 2011.
- [65] 生态环境部. 排污许可证申请与核发技术规范稀有稀土金属冶炼[EB/OL]. (2020-12-31)[2022-01-21]. http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/pwxk/202004/t20200401_772220.shtml.
- [66] 工业和信息化部 自然资源部关于下达2021年度稀土开采、冶炼分离总量控制指标的通知[EB/OL]. (2021-12-31)[2022-01-23]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/ycls/wjfb/art/2021/art_4df211c3f5a547848d7f48ac406bce8f.html.
- [67] 董陶然. 国外环境保护税经验借鉴[J]. *时代金融*, 2017(11): 38-39.
- [68] 廖秋敏, 曾国华. 从环境保证金到环境税—稀土贸易可持续发展之路[J]. *有色金属科学与工程*, 2012, 3(5): 111-115.
- [69] 张美芳. 美国的环境税收体系及其启示[J]. *现代经济探讨*, 2002(7): 47-49.
- [70] Hull D L, Bergevin G, LAUER J. International mining taxation issues and comparisons[J]. *Natural Resources Forum*, 1995, 19(1): 15-29.
- [71] 赖丹, 吴雯雯. 资源环境视角下的离子型稀土采矿业成本收益研究[J]. *中国矿业大学学报(社会科学版)*, 2013, 15(3): 63-70.
- [72] Lynas faces claim against malaysia rare earths plant[N/OL]. (2012-02-22) [2022-01-08]. <https://www.reuters.com/article/us-lynas/lynas-faces-claim-against-malaysia-rare-earths-plant-idUSTRE81L2AA20120222>.
- [73] 林佳. 中国稀土对外政策与国际博弈[J]. *理论界*, 2013, 4(3): 83-85.
- [74] The White House. Memorandum for the secretary of defense[EB/OL]. (2019-12-31)[2022-01-05]. <https://www.federalregister.gov/documents/2019/07/25/2019-15999/presidential-determination-pursuant-to-section-303-of-the-defense-production-act-of-1950-as-amended>.
- [75] The White House. Addressing the threat to the domestic supply chain from reliance on critical minerals from foreign adversaries and supporting the domestic mining and processing industries[EB/OL]. (2020-12-31)[2022-01-12]. <https://www.federalregister.gov/documents/2020/10/05/2020-22064/addressing-the-threat-to-the-domestic-supply-chain-from-reliance-on-critical-minerals-from-foreign>.
- [76] The White House. America's supply chains[EB/OL]. (2021-12-31)[2022-01-22]. <https://www.federalregister.gov/documents/2021/03/01/2021-04280/americas-supply-chains>.
- [77] 熊书玲, 郑佳, 郑彦宁. 美国稀土产业布局研究及其对我国的启示[J]. *全球科技经济瞭望*, 2020, 35(7): 33-38.
- [78] Golev A, Scott M, Erskine P D, et al. Rare earths supply chains: Current status, constraints and opportunities[J]. *Resources Policy*, 2014, 41: 52-59.

Comparison of American, Australian, and Chinese environmental regulations in the rare earth industry and implications for global sustainable development

HUANG Qishen^{1,2}, SUN Ying^{1*}, WANG Peng^{2,3}, WANG Lu^{3*}, CHEN Weiqiang^{2,3,4}

1. School of Economics and Management, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China
2. Key Laboratory of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China
3. Ganjiang Innovation Academy, Chinese Academy of Sciences, Ganzhou 341100, China
4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract With increasing environmental pollution caused by the rare earth production, the environmental regulations are the key to the sustainable development and the international competitiveness of the rare earth industry in China. This paper reviews the development of the environmental regulations in China, the United States and Australia and compares some key aspects, including the safety management of the radioactive pollutants, the land reclamation, the air pollution management and the environmental taxes, and the main findings are as follows. (1) In China, the system of the environmental laws and regulations for the rare earth industry has been gradually established since 2012, containing effectively the spread of the environmental pollution, while somehow affecting the supply of the rare earths. (2) In the United States and Australia, regulations were established earlier, as high environmental barriers for the production of the rare earths. Accordingly, the producers of the rare earths and the related downstream industries shifted their business to other countries, which poses challenges for the United States and Australia to restore their production of the rare earths. (3) To reduce the high cost caused by the environmental regulations, based on the international trade, the United States and Australia have established three channels of transferring the environmental pollution, i.e., the production capacity transfer, the decree transfer and the production pattern transfer. As a result, countries such as Malaysia were driven to undertake severe environmental costs. Based on these international perspectives, we highlight the importance of the lessons learned in other countries such as the United States and Australia, and the improvement of the measures for regulating the rare earth industry in China and the global rare earth environmental governance system, in order to reduce the environmental pollution and to rationally optimize the global supply chain of the rare earths.

Keywords environmental regulations; environmental management; pollution transfer; rare earths ●



(责任编辑 刘志远)