

美日欧重构稀土供应链战略对中国稀土产业的影响

赖丹^{1,2}, 方文龙^{1,2}, 吴一丁^{1,2*}, 谭骏^{1,2}

1. 江西理工大学经济管理学院, 赣州 341000

2. 江西理工大学有色金属产业发展研究院, 赣州 341000

摘要 梳理了美日欧重构稀土供应链的行动, 分析了重构的动因和可能性, 识别了重构对中国稀土产业发展的影响, 分析表明: (1) 目前, 通过重构稀土供应链, 美日欧已初步建成了独立于中国的稀土资源供应链体系; (2) 重构的理论依据在于保持美日欧在稀土高端应用领域的比较优势, 现实依据在于保障美日欧等国稀土产业供应安全, 因此重构稀土供应链是美日欧的一项长期战略; (3) 在重构稀土供应链的影响下, 美日欧陆续恢复对稀土矿的开采, 稀土供给格局发生较大变化并逐渐走向多元化, 中国稀土资源供应优势地位正逐渐降低; (4) 根据稀土永磁材料的产量和新能源单车所耗钕铁硼磁材 2 种方式, 预测到 2030 年稀土需求将达 60 多万 t, 而供给仅为 35 万 t, 远不及稀土的需求量, 且随着时间的推移, 该缺口会越来越大。因此建议: (1) 充分利用国内国外 2 种资源、2 个市场, 建立多元化稳定的稀土供应格局; 加大稀土供应满足市场需求, 稳定稀土原材料价格, 提高资源掌控力和资源保障力; (2) 延伸产业链, 塑造国际竞争新优势, 规划稀土重点应用领域, 加大稀土高端材料及其应用领域的研发力度, 实现技术突破, 破解稀土产业“低端锁定”困局; (3) 加强稀土产业链、政策链、创新链的深度融合, 提升中国稀土全产业链竞争力。

关键词 稀土供应链重构; 稀土产业链; 稀土供求格局

稀土被美国、中国、日本、欧盟等列为战略性关键资源^[1], 不仅广泛运用于传统产业领域, 其优良的性能更是在现代工业尤其高科技领域发挥着至关重要的作用。由于其广阔的应用前景和极高的

应用价值, 近年来各主要国家围绕稀土领域展开了激烈的竞争, 美日欧等对稀土供应链的战略调整成为全球关注的焦点。同时, 由于高科技发展和“双碳”目标带来的发展机遇, 稀土永磁行业普遍迎来

收稿日期: 2022-06-10; 修回日期: 2022-07-29

基金项目: 国家社会科学基金项目(21BGL182); 江西省社会科学基金重大项目(22SQ01); 江西省智库峰会项目(22ZK08)

作者简介: 赖丹, 教授, 研究方向为矿业经济管理、产业经济政策, 电子信箱: laidanz@163.com; 吴一丁(通信作者), 教授, 研究方向为矿业经济管理、产业经济政策, 电子信箱: Wid0410@163.com

引用格式: 赖丹, 方文龙, 吴一丁, 等. 美日欧重构稀土供应链战略对中国稀土产业的影响[J]. 科技导报, 2022, 40(21): 88-99; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2022.21.009

了新一轮景气期,提振市场需求,稀土元素应用趋势的变化正深刻改变稀土供求格局。

1 美日欧重构稀土供应链行动

20世纪80年代以前,美国一直是世界稀土出口大国,占世界稀土出口量的1/3,稀土产量位居世界首位^[2]。但20世纪90年代以后,因对环保问题的高度重视,美国停止开采和出口稀土,转而从国外(主要从中国)进口。中国稀土低廉的出口价格和所拥有的世界先进分离冶炼技术,使中国在稀土产业链的上游环节形成市场垄断优势,美日欧对中国稀土原材料形成了较大的进口依赖,中国逐渐成为世界稀土生产、消费、出口大国^[3],以占全球30%左右的资源储量贡献了全球95%以上的产量^[4]。中国长期廉价出口稀土、稀土出口定价权缺失等问题引起政府高度重视,为解决这些问题,中国政府制定出台了“出口配额+关税”的稀土出口政策,引发美日欧对稀土供应安全的不安^[5]。

近年来,为降低对中国稀土供应的依赖,美日欧重构稀土供应链的行动在紧锣密鼓地开展。自奥巴马政府执政以来,美国就对稀土产业链供应链安全问题非常重视^[6],在2013年《国家战略和关键矿产生产法案》(US Congress, 2013)^[7]、2017年《确保实现关键矿产安全可靠供应的联邦战略》(US Federal Register, 2017)^[8]和2019年《关键矿产安全可靠供应链联邦战略报告》(US Department of Commerce, 2019)^[9]中都指出稀土高度依赖中国进口会对国家经济和军事安全构成威胁,亟须重构稀土产业供应链。

此外,美日从2012年开始将高端稀土功能材料及生产装备列入对中国出口限制清单^[10];2019年7月美国依据《国防生产法》要求大力发展军事装备和医用永磁材料的生产;2020年10月又以《国防生产法》下令扩大稀土开采;2021年2月拜登签署行政令要求联邦政府完成对稀土等供应风险的评估;2021年3月美日印澳“四国峰会”确定联手建立稀土采购链;2021年6月,美国政府考虑到从中国进口稀土永磁体可能会构成国家安全,因此对从中

国进口稀土永磁体征收关税进行调查;2021年8月美国资源公司确定将建造美国首批能够分离稀土元素的商业规模工厂,该公司采用了与中国稀土回流串级萃取分离技术所不同的色谱稀土元素分离法;2021年8月拜登政府通过《稀土永磁生产税收抵免法案》,法案中明确表示,为国内生产的每公斤钕铁硼磁铁提供20美元的补贴,如果生产磁铁的稀土来自美国矿山,那么补贴额将扩大至30美元;2021年8月欧盟出台草案支持本土生产商生产电动汽车所需的稀土永磁体;2021年9月美国商务部宣布对钕铁硼永磁进口是否损害国家安全启动“232”调查;2022年美国计划扩大国内稀土加工和改革采矿法确保关键供应链的安全。从以上行动可以窥见,近两年内美日欧密集出台多项措施,加快重构稀土供应链的步伐。

截至目前,美日欧重构的领域逐渐从稀土矿开采、稀土分离冶炼环节往稀土功能材料延伸。美国在稀土矿开采、稀土分离冶炼环节实施“再工业化战略”,促使制造业回流和稀土冶炼加工产业回归,在全球范围内采取股权投资关联、长协合同等方式控制稀土原料端,对稀土资源在全球范围内进行整合。通过全球资源整合,已经打造了Mountain Pass矿+Mount Weld矿、马来西亚关丹Lamp工厂的年产近6万t稀土矿(稀土氧化物)和年产近2万t分离冶炼产品的产能,初步建成了独立于中国的稀土资源供应链体系。

2 美日欧重构稀土供应链的动因和可能性

早期主流贸易理论认为专业化分工生产能够提高社会福利,但随着中国由产业链前端生产逐渐向产业链后端延伸,威胁了原本处于产业链后端的西方国家利益,主流贸易理论并不能合理揭示这种现象,而保罗·萨缪尔森贸易模型则对这种贸易情形展开了深入讨论。由于高科技发展和“双碳”目标政策带来的利好,稀土关键元素的市场需求提振,美日欧也加快了重构稀土供应链的步伐。在梳理总结国内外学者对西方国家重构供应链一般认

识的基础上,根据对主流贸易理论认识的转变,以及稀土资源和产业本身的特性,深入分析美日欧等国重构稀土供应链的动因和可能性。

2.1 现有研究对发达国家重构供应链的一般认识

随着全球化进程的加速,国际贸易分工逐渐由传统的产业间分工转变为价值链分工^[11]。在价值链分工中,发达国家处于价值链的中高端,以输出资本品和中间品为主;中国则处于价值链中低端,以输出消费品和终端产品为主^[12]。但自中国成为世界第二经济体并提出“中国制造 2025”等^[13]以来,中国在技术上^[14]、在全球价值链上不断赶超和攀升,缩小与西方国家的差距,这挤占了西方发达国家利益^[15]。因此逆全球化思潮开始在西方国家涌动^[16],通过大幅加征关税等贸易措施,西方对中国的打压从最初的单一提高关税逐渐向投资和高科技领域蔓延^[17],并聚焦于重构本土供应链。早在 2012 年,美国就发布了《全球供应链安全国家战略》,将重构本国供应链上升为国家战略^[18]。

发达国家重构供应链行动引起了学者们的高度关注。丁俊发^[19]指出,发达国家始终把整合全球资源作为国家核心竞争力,一切经济活动都离不开物流与供应链,任何国家都需要发展供应链并运用现代科技取得供应链发展的制高点,并获取大国发展的竞争优势。也有学者认为发达国家重构本土供应链是调整对华贸易战略的一部分,这能够有效遏制中国高科技崛起对其构成的紧迫威胁。此外,发达国家通过重构本土供应链,一方面,能够促进本国商品高效且安全运输,提高供应链安全;另一方面,也能够提高本土供应链韧性,在面对波谲云诡的威胁、危害甚至产业面临中断时,能够迅速恢复生产,最大限度减少损失,降低供应链风险。发达国家通过重构本土供应链能够有效阻止产业链上的关键技术外溢,对中国构筑技术壁垒阻碍中国高科技发展,在对外贸易中迫使中国作出更大让步^[20]。与此同时,维护军事安全和国防安全也是西方发达国家重构本土供应链的重要因素^[21]。人工智能等现代高科技作为新一轮军事转型的关键,很多先进高科技技术均来自商业部门,跨国公司全球工厂的作用能够将此类技术转移至发展中国家。

但如果切断与全球的贸易联系,则可将高科技军事技术封锁于本土,通过技术壁垒保持国防部技术优势^[22]。

矿产资源是人类生产生活不可或缺的物质基础,关键矿产更是高科技、战略新兴产业的关键原材料^[23-24]。随着近些年以美国为代表的发达国家“再工业化”战略的实施,关键矿产资源的战略意义不断凸显,也加剧了大国在关键矿产资源领域日趋激烈的竞争。克莱尔《资源战争:全球冲突的新场景》^[25]一书中指出,资源争夺是国际冲突的重要因素,各国在上层建筑上的争夺归根结底是对稀缺战略资源的争夺,这将资源安全上升到国家安全的战略高度。美国政府近期也指出关键矿产本国制造有利于降低产业链风险,增强产业链韧性,并维护国防安全^[6,26]。

从已有研究可以发现,针对发达国家重构本土供应链的原因,学者分别从维护供应链安全、降低供应链风险、增强产业链韧性、构筑技术壁垒增强产业竞争力、维护国家军事和经济安全等方面进行详细分析,但忽略了西方贸易理论的转变。此外,随着新一轮科技革命和工业革命的蓬勃兴起,稀土作为关键矿产资源的战略地位越发牢固,各国围绕着稀土资源展开了激烈争夺。因此在美日欧重构稀土供应链和稀土供求关系发生变化交叉影响的背景下,研究美日欧重构稀土供应链的动因及对中国稀土产业发展的影响具有重要的现实意义。

2.2 美日欧重构稀土供应链的动因

2.2.1 理论依据

根据大卫·李嘉图的比较优势理论,跨国贸易的核心在于技术进步对贸易双方社会福利的变化。Ju 等^[27]在 Hicks^[28]提出的技术进步对贸易造成影响的基础上进一步深化,总结出希克斯定理,即当效用函数为柯布-道格拉斯型时,技术进步均出现在一国进口部门,则各国福利至少不会遭受损失;当技术进步为出口偏向型,则将改善各国福利状况;当技术进步为进口偏向型,此时,若比较优势发生逆转,则损害本国福利,增加进口国福利。经济学泰斗、诺贝尔经济学奖获得者保罗·萨缪尔森运用数理推导进一步证明了在某些情况下,当中国的技

技术进步为进口偏向型时,会损害美国的社会福利^[29-30]。中国若在进口美国商品上获得技术进步,提高生产效率后将降低对美国的依赖,使中美双方在该商品上的相对价格接近美国自给自足状态下的相对价格。这意味着相对于技术进步前,技术进步后中国的生活水平优于美国,也即中国的技术进步损害了美国社会福利。他指出该结论同样适用于 N 国 M 类商品,因此一经问世便受到广泛争议。

部分学者对萨缪尔森贸易理论持中立的观点,认为该情况的发生是有条件的。Dixit等^[31]认为,在两国生产商品的机会成本一致时,保罗·萨缪尔森的结论才成立,导致美国福利恶化。Shachmurove等^[32]指出发展中国家的技术进步能够增加贸易双方福祉的前提是发展中国家的技术进步不会改变已有贸易模式,即比较优势不发生逆转,否则将恶化美国福利。还有部分学者对萨缪尔森贸易理论持赞同的观点。Bitzer等^[33]实证研究发现,通过出口等方式输出技术会影响出口国福利,保罗·萨缪尔森情形会发生。Hong^[34]认为美国将其制造业转移到中国将会削弱美国本土制造业的比较优势,美国高科技部门因此也会受到威胁。张成林等^[35]也指出,发展中国家通过吸收发达国家的技术转移损害的是发达国家利益,特别是与诸如中国此类后发国家贸易时,这种利益损害更为明显。

目前,大国间的竞争不断聚焦于高科技领域。中国作为世界第二大经济体,对高科技秉持技术交流与自主研发并重,吸收外国先进技术的同时加大自主研发力度,在与美日欧等国的贸易中不断缩小比较优势间的差距^[36]。稀土作为一种重要的战略资源,因其在高科技领域的重要作用,成为国际竞争的新焦点^[37]。按照保罗·萨缪尔森的理论,在产业链分工的初始状态下,如果处于产业链前端生产国向产业链后端延伸,则会损害处于产业链后端生产国的利益。在稀土产业领域,如果美日欧没有建立自己的供应链,无法阻止技术向中国流入,中国通过与美日欧等国的贸易吸收稀土高端技术并不断加大自主研发力度,挤占了原本处于稀土产业链后端美日欧的既得利益。切断与中国的稀土贸易

往来,阻止高科技通过产业转移的方式流向中国才能有效保持美日欧在稀土高端应用领域的高技术比较优势。因此,重构自身供应链保持稀土高端应用领域的比较优势将是美日欧等国的长期战略。

2.2.2 现实依据

2010年以来,中国加大对稀土产业的管制,在加大稀土行业整治、打击“黑稀土”、提高出口税率、提高稀土矿原矿资源税税额标准、下调出口配额、叠加收储等一系列措施下,稀土供给减少,囤货、炒作等行为导致稀土价格出现暴涨。但2011年稀土价格上涨持续时间并不长,在经历短暂的半年涨幅过后,稀土价格在下半年出现暴跌甚至低于正常水平,此后稀土价格在低位徘徊,波动较小。

因中国提高稀土资源税、加大环境监管、出口收紧等政策以及“双碳”目标带来的利好和重视高技术发展带来的机遇,稀土后端应用需求高涨,拉动关键稀土元素如氧化镨、氧化钕的价格快速上涨。如图1所示,2020年5月—2022年6月以来,氧化镨上涨225.48%,氧化钕上涨249.01%。随着美日欧各国加入《巴黎气候协定》,为实现碳限制目标,将进一步刺激包括对稀土在内矿物的大规模需求。

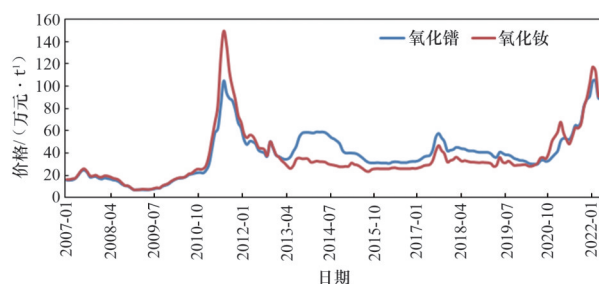


图1 氧化镨钕价格走势图(数据来源:中国稀土行业协会)

稀土高端应用产品之所以在稀土贸易中成为美日欧等的竞争优势,主要是因为稀土的使用价值最终是由稀土应用端产品体现,而且随着稀土应用技术的提高,稀土使用价值会不断提高^[4]。美国国家统计局指出,处于稀土产业链不同环节的稀土产品价值呈指数级增加^[12]。如果以稀土氧化镨、氧化钕所占比重衡量稀土矿产品价值(以标准离子型稀土矿为例),如图2,2021年8月稀土矿产品(仅分离

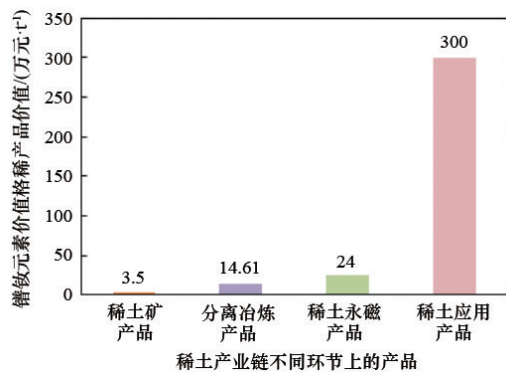


图2 镨钕价值随产业链延伸变化

氧化镨、氧化钕)的价值在3.5万元/t左右,分离冶炼后的氧化镨、氧化钕氧化物价值为14.61万元/t,应用到中档永磁体的价值约为24万元/t,应用到高档永磁体的价值约为40万元/t,应用到终端稀土永磁空调的价值为300万元/t。可以发现,稀土矿产品、稀土材料和终端应用价值之比大约为1:10:100。此外,稀土后端产业对稀土前端产业的依赖度高,稀土产业链越往后端延伸,应用稀土元素的技术水平越高,稀土应用价值越高。稀土真正的价值在于稀土高端应用,也只有在高科技领域应用才能体现出稀土的高价值^[4]。相较于萨缪尔森贸易模型所指的一般商品,稀土从原材料到高端应用产品的价值差异更大,因此对稀土国际贸易利益分配格局的影响更为突出。

从现实情况来看,由于稀土功能材料生产对稀土原料高度依赖,所以全球稀土功能材料产能大量转移到中国,中国提供了全球80%以上的主要稀土功能材料。但目前中国稀土原料价格上涨直接引发依赖中国原材料的美日欧等的稀土应用企业诸多困境:企业生产成本急剧上升,原料采购困难引发供需矛盾,进一步助涨稀土原料价格,导致稀土应用端企业经营困难。稀土产业上中下游是荣损与共的利益共同体,上游原料价格的暴涨势必传导到下游,致使下游产业需求不振,引发下游产业萎缩。稀土原料高度依赖进口加大了美日欧稀土高端应用的发展难度,加大了供应链的不稳定性,威胁着稀土供给安全。因此美日欧重构稀土供应链意在逐步降低对中国等稀土主要出口国的依赖,从而能够为稀土高端

应用发展提供充足、稳定的原料供应保障,这也是美日欧急于重构稀土供应链的现实依据。

2.3 美日欧重构稀土供应链的可能性

从稀土全产业链来看,可以将稀土产业链划分为5个环节:稀土资源、稀土矿产品、稀土分离冶炼产品、稀土功能材料和稀土应用产品,中国在稀土产业链资源和材料环节的相对优势地位已发生较大变化。首先,从稀土资源条件来看,全球稀土资源并不稀少,高科技所需的主要稀土元素如镨、钕并不稀缺。近年来中国稀土资源及稀土矿产品优势正在逐渐弱化,中国稀土产业对国外稀土资源产生越来越大的依赖。早在2018年,中国就已经成为全球最大的稀土矿产品进口国,2020年进口的稀土矿和混合碳酸稀土占国内稀土矿总量控制计划的比重高达40%。其次,从稀土原料生产技术来看,中国最早拥有较为先进的稀土分离冶炼技术,但国外已掌握了此项技术,并已进行了实质性生产。而且美国正在研发更先进的稀土分离技术,如色谱稀土元素分离法。再次,从稀土功能材料生产技术来看,中国绝大部分稀土功能材料生产技术是通过产业转移获得的,美日欧是稀土功能材料技术的发明者,并且在已知的高端稀土功能材料领域和未知的稀土功能材料领域仍然具有较大技术优势。最后,从环保成本来看,美日欧等为保护本国环境和社会安全进行严格的立法,使其稀土原料的供给成本高于中国,对稀土原料的生产规模也会加以限制,但随着稀土价格的上升,以及西方国家选择暂时关闭本国稀土冶炼加工设施,转至环保要求较低的地区设厂生产,对于美日欧而言稀土环保成本这一问题将得到缓解,而中国稀土因环境成本外在化所获得的低成本优势则会逐渐丧失。

目前美日欧正全面加强其稀土“上游”资源战略整合和“下游”高端技术出口限制,可见重构稀土供应链并不是权宜之计,而是一项长期战略。以目前美日欧掌握的稀土资源和生产技术,在不太长的时间里美日欧重构稀土供应链、甚至建立完整稀土产业链的可能性极大。

3 美日欧重构稀土供应链对中国稀土产业发展的影响

3.1 美日欧重构稀土供应链对稀土供求格局的影响

3.1.1 对稀土供给格局的影响

在“双碳”目标的驱动下,全球能源系统将逐渐往无碳化方向发展,应运而生的低碳产业将成为经济增长的新引擎。各国试图抢占低碳技术的制高点,竞相发展低碳发电、新能源汽车、永磁电机等低碳技术^[38]。镨、钕等关键稀土元素因在低碳技术中得到广泛应用,价格普遍迎来新一轮上涨,导致依赖中国稀土原料的美日欧企业生产成本的急剧上升。为减少原料端不确定因素对稀土后端应用的影响,美日欧正加紧重构稀土供应链,这对全球稀土供给格局产生了较大影响。从图3中主要国家稀土产量变动趋势图来看,美国、缅甸不断加大稀土供给,占比不断上升,中国产量虽在上升但占比逐年下降,由之前提供全球80%以上的供给下降到60%以下,说明在美日欧重构稀土供应链的现实背景下,世界稀土供给格局发生较大变化并逐渐走向多元化。

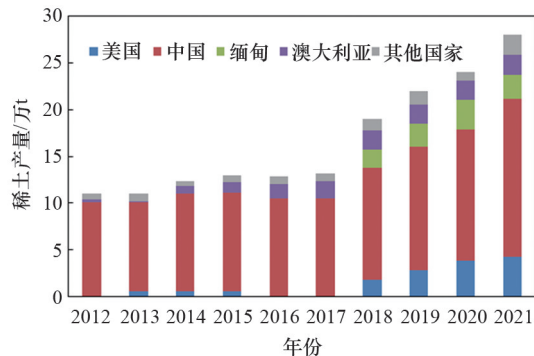
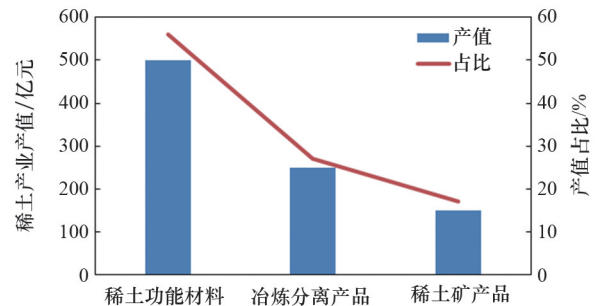


图3 主要国家稀土产量变动趋势
(数据来源:美国地质调查局(USGS))

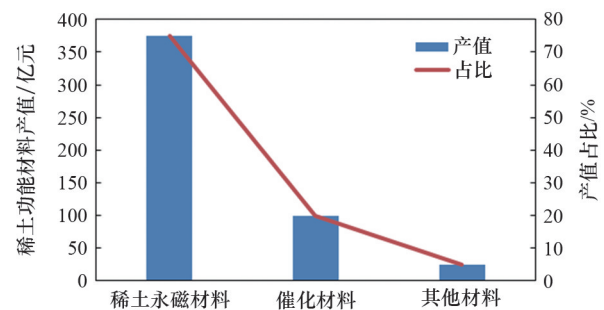
3.1.2 对稀土供求关系的影响

全球稀土产业链重构是国际格局嬗变中多种因素相互作用、相互交织的结果^[39],在这些因素的共同驱动下,稀土元素的应用趋势在发生重大变化,稀土的供求关系正由“供过于求”演变到“供不应求”。

从稀土目前的应用趋势来看,如图4、图5所示,在所有稀土功能材料(包括稀土永磁、发光、抛



(a) 稀土产业环节



(b) 稀土功能材料应用领域

图4 2019年稀土产业各环节产值占比
(数据来源:稀土在线)

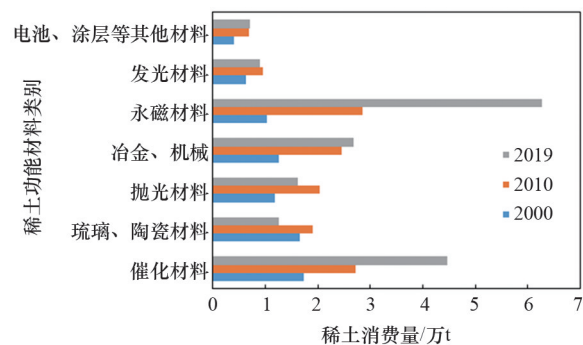


图5 全球稀土功能材料应用结构变动趋势
(数据来源:英国咨询公司罗斯基尔(Roskill)、美国地质调查局(USGS)等公开发布信息)

光、催化、储氢等材料)中,稀土永磁材料产值占比最高,达75%^[40],且消费增长最快,2019年较2000年增长了1542%,说明在稀土所有应用领域中,稀土永磁材料具有极高的应用价值。随着“双碳”目标的推进,稀土永磁的应用规模将进一步扩大,使得用于制造稀土永磁材料的镨、钕等关键稀土元素价格上涨。

根据镨、钕、铽、镝元素的价值占整个矿山价值的比重,以中国南方稀土矿和北方稀土矿当中镨、

钕、铽、镝元素的配分为例,按照每月稀土单一氧化物价格计算并扣除5%损耗,如图6所示,镨、钕、铽、镝元素的价值占比高达80%,且随着镨、钕、铽、镝元素价格的不断上涨,该比重还在快速上升,几乎可以代表稀土的总价值。以目前各种稀土应用规模看,只要满足了稀土永磁材料所需稀土元素(镨、钕、铽、镝元素)的供给,其他稀土元素的供给完全可以满足市场需求。因此,可以按照稀土永磁材料的产量大致推算未来稀土需求量。

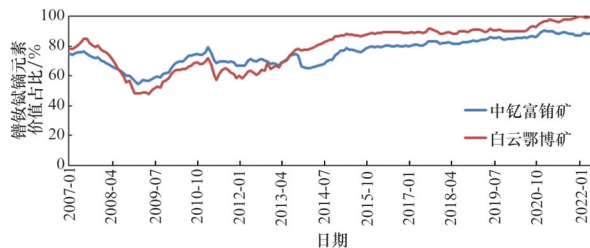


图6 扣除5%损耗后中国南方、北方稀土矿产品价值中镨、钕、铽、镝元素价值占比
(根据南北方稀土矿配分,并按照每月稀土单一氧化物价格计算)

近年来,随着新能源汽车快速发展及节能产品普及,稀土永磁材料在节能产品领域应用前景广阔,新能源汽车成为稀土永磁的主要应用领域。根据新能源单车所耗钕铁硼磁材,可以从钕铁硼磁材的应用端出发,倒推出稀土冶炼分离、稀土矿产品的未来需求量。

基于此,采用不同的测算方法,力求准确反映在美日欧重构稀土供应链以及“双碳”目标驱动的现实背景下稀土供求关系的变化。

以稀土永磁材料为例,粗略估算稀土未来需求量。根据企业的调研数据可知,稀土永磁材料与稀土使用量之间存在一个消耗系数,即生产1 t稀土永磁材料要消耗多少稀土氧化物。中国目前已发展成全球最大稀土永磁材料生产国,如图7所示,自2010年以来,稀土永磁材料产量一直处于增长状态,2020年达到19.62万t。以目前的应用前景看,稀土永磁材料还将快速增长。假设2020年以后的产量平均增速为10%,那么2030年稀土永磁材料产量将超过50万t。

以新能源汽车为例,粗略估算稀土未来需求

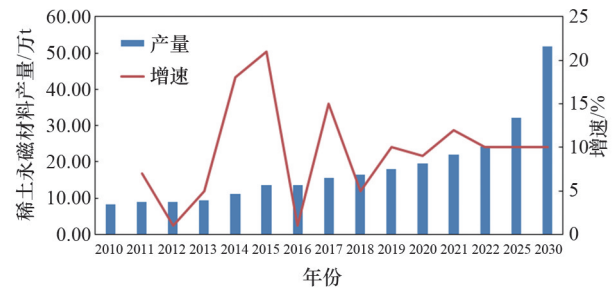


图7 中国稀土永磁材料产量及增速(含预测)
(数据来源:中国知网及各公开发表信息)

量。稀土永磁材料因所用过渡族金属不同又可分为钕钴永磁和钕铁硼永磁,钕铁硼永磁因体积小、质量轻、磁性强等特征发展迅速,如图8所示,广泛运用于汽车、新能源车、风电、节能电梯和家电等众多工业领域。随着新能源汽车的发展,在以特斯拉为代表的绿色节能环保车型的拉动下,新能源汽车市场进入内生增长和外力驱动的共同发力阶段,新能源汽车电机的磁材需求也成为钕铁硼磁材需求的主要增长点。

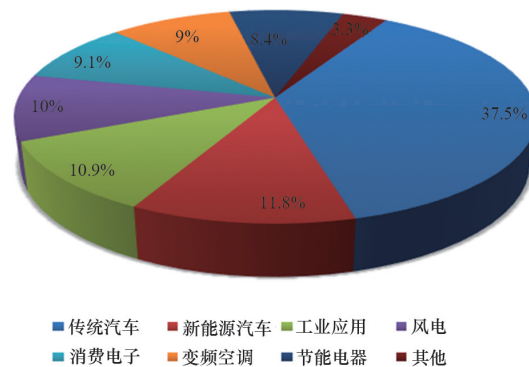


图8 钕铁硼细分市场比例(数据来源:稀土在线)

假定钕铁硼其他细分市场的需求不变,仅考虑新能源汽车市场需求发生变化。由表1可知,混合动力车单车钕铁硼磁材需求量为1.55 kg,考虑到毛坯到成品60%的损耗,该部分用量达到2.58 kg,纯电动车该部分用量达到5.10 kg,平均而言,一辆新能源汽车对钕铁硼磁材需求量为3.84 kg。由中国汽车工业协会公布的数据可知,如图9所示,2021年中国新能源汽车产量317.7万辆,汽车总产量2746.5万辆,占比达11.5%。假定汽车总产量不变,新能源汽车占比在2022、2025、2030年分别达15%、20%、25%,可得到未来新能源汽车的产量。

假定新能源汽车在钕铁硼细分市场比例每年以10%的增速增长,根据新能源汽车单车所需钕铁硼磁材数量、新能源汽车磁材在钕铁硼细分市场的占比、镨钕镝铽元素配分(2/3的北方稀土和1/3的南

方稀土)倒推出各年所需的稀土需求量。结果如图10所示,随着新能源汽车的比重不断增加,2030年所需的稀土将达到60多万t,这与根据稀土永磁材料预测的稀土消费量相差无几。

表1 单辆新能源汽车对钕铁硼磁材需求量

车型	配件	钕铁硼磁材需求量/kg	毛胚需求量/kg
混合动力车	驱动电机+发电机+其他零部件	1.55	2.58
纯电车	发电机+EPS(电动助力转向系统)+其他零部件	3.06	5.10
均值		2.305	3.84

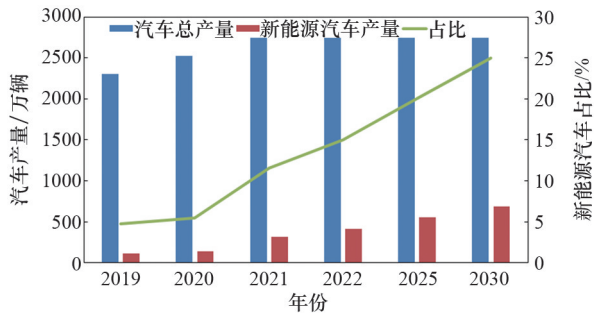


图9 新能源汽车产量及在汽车总产量的占比
(数据来源:中国汽车工业协会)

然而,目前中国稀土仍实施总量控制计划,假设稀土供给量也每年以10%的增速增长,不考虑稀土进出口情况,预测到2030年稀土供给量为35万t,远不及稀土的需求量,且随着时间的推移,该缺口会越来越大。因此,当供给低于需求时,在市场作用下,稀土均衡价格上移,导致稀土价格上涨,原料成本的上升会加速美日欧重构稀土供应链的速度。

3.1.3 对稀土资源需求的影响

若美日欧重构本土稀土供应链,大国间的角力将进一步延伸至稀土产业链前端,对稀土资源、稀土矿产品展开激烈争夺。但目前中国的稀土资源优势在不断下降,2021年中国稀土资源全球储量占比为35%,美日欧整合“自由市场经济体”国家上游稀土资源、对稀土供应链进行重构后,其总储量将与目前中国剩余储量相当(图11)。相应地,全球稀土矿产品供应格局发生了重大变化,澳大利亚、美国、缅甸、马来西亚等国现已成为稀土矿产品的重要供应国,而中国则在2018年成为全球最大的稀土

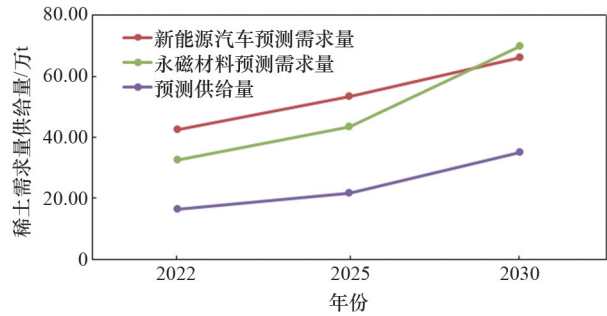


图10 稀土需求和供给预测曲线

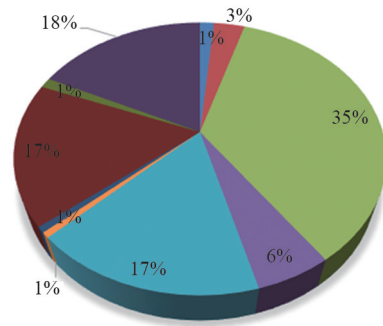


图11 全球稀土资源储量分布
(数据来源:美国地质调查局(USGS))

矿产品进口国,进口量占国内稀土矿总量控制计划比重约为40%(图12)。因此以目前的情形看,中国对稀土资源、稀土矿产品的需求要高于美日欧。

3.2 美日欧重构稀土供应链对稀土产业链后端发展的影响

3.2.1 对稀土高端技术及高科技产业转移的影响

基于保罗·萨缪尔森贸易理论,当美日欧重构稀土供应链并建成自己的稀土供应体系后,中国与

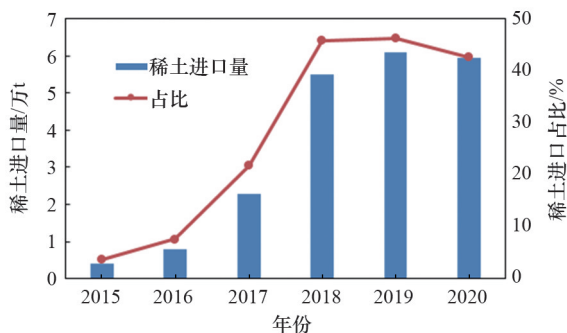


图12 中国稀土矿进口量及其占比
(数据来源:中华人民共和国海关总署)

美日欧在稀土领域的技术交流受限,且受限的领域将会逐渐扩大至稀土关键技术、核心零部件、基础研发等。其实,美国政府一直在着手通过建立法律和监督体系,为中美科技脱钩谋划筹备。早在2018年,美国国会便禁止出口机器人和人工智能等此类高科技技术,要求加强对外国企业在美投资此类技术的资格审查。由于稀土应用于高科技的诸多领域,美国国会专门成立了由共和党和民主党两党组成的“知识产权盗窃委员会”。进入2020年后,美国政府频繁单方面采取多种措施,限制中国获取美国技术,以阻止中国高科技发展对美国国家安全带来威胁。美国在技术领域的干预直接导致对华出口先进技术的规模骤减,如图13所示,2019年美国对华先进技术出口总额骤降甚至低于2016年的水平,2020年1—5月出口总额还不足2019年的1/3。从出口行业来看,信息通信产品和航空航天产品在2019年出现负增长,出口额急剧下滑。在美国政府干预下,中美在科技领域的合作碰壁。美国将关键技术和核心零部件封锁,导致中美两国

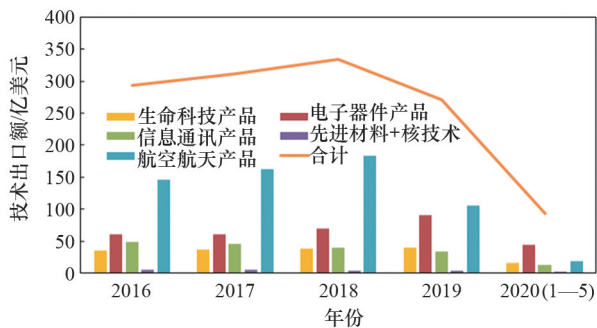


图13 美国对华先进技术出口情况
(数据来源:美国人口普查局)

在人才交流、信息共享、软件应用等方面受阻,此前建立的科技生态环境面临被破坏的风险。同时,受美国政府对华科技脱钩的影响,日本、欧盟等也开始采取行动,限制关键技术对华出口,试图保持美日欧在科技领域的领先态势。

在目前的稀土贸易中,如果美日欧重构稀土供应链,美日欧的高科技产业向中国转移受阻,中国想通过产业转移获取高端技术的可能性降低。但这并不影响美日欧稀土产业的发展,反而有助于美日欧摆脱目前依赖中国稀土原料供应的局面,为其稀土后端应用发展提供稳定充足的原料供应来源,进一步挤占中国在稀土高端应用领域的市场份额,加大其在稀土应用领域的市场竞争力。

3.2.2 对稀土后端应用发展的影响

从现实情况看,稀土产业的价值并不在于其本身规模,而在于对其他众多产业,尤其是高科技产业的巨大影响。因此,没有其他产业对稀土的使用,根本无法反映稀土的价值。中国稀土应用产业之所以与美日欧等存在巨大差距,主要是因为美日欧将从中国进口的稀土原料用于高端应用,形成强大产业竞争力,中国则专注于产业链中前端,为此还付出了沉重的环境代价。若美日欧建立自己的稀土供应链体系,对中国进行技术封锁,将严重影响中国稀土后端应用的发展。以稀土永磁电机生产技术为例,目前70%的稀土永磁电机专利技术被美日欧把控,如果美日欧进行技术封锁,中国稀土永磁产业的发展将更加艰难。

4 结论

通过对美日欧重构稀土供应链行动的系统梳理总结,从理论依据和现实依据2个角度分析了美日欧重构稀土供应链的动因和可能性,识别了美日欧重构稀土供应链对中国稀土产业发展可能产生的影响。

1) 通过采取股权投资关联、长协合同等方式整合全球范围内的稀土资源,美日欧等国重构稀土供应链的领域逐渐从稀土矿开采、稀土分离冶炼环节往稀土功能材料延伸,目前已初步建成了独立于

中国的稀土资源供应链体系。

2) 根据保罗·萨缪尔森贸易理论,防止稀土高科技领域的产业转移和技术转移,保持在稀土高端应用领域的比较优势是美日欧重构稀土供应链的理论依据。现实依据在于因中国提高稀土资源税、加大环境监管、出口收紧等政策以及“双碳”目标带来的利好,导致稀土原料价格大幅上涨,加剧美日欧稀土供应链的不稳定性。因此美日欧重构稀土供应链不是权宜之计,而是一项长期战略。

3) 在美日欧重构稀土供应链的影响下,各国陆续恢复对稀土矿的开采,且产量逐年增高。中国稀土总产量虽逐年上升,但占全球稀土产量的比重由2012年的91%下降到2021年的60%,世界稀土供给格局发生较大变化并逐渐走向多元化,中国稀土资源供应优势地位正逐渐降低。

4) 在美日欧重构稀土供应链以及“双碳”目标驱动的现实背景下,根据稀土永磁材料的产量和新能源单车所耗钕铁硼磁材2种方式,预测到2030年稀土需求将达60多万t。根据稀土永磁材料和新能源汽车在钕铁硼细分市场的比例的年均增长速度,假设中国稀土供给量同样以每年10%的增速增长,不考虑稀土进出口情况,预测到2030年稀土供给量为35万t,远不及稀土的需求量,且随着时间的推移,该缺口会越来越大。

基于以上结论,建议如下。

1) 保障稀土原料供给,建立稳定的稀土供应链。一是充分利用国内国外2种资源、2个市场,鼓励企业以技术和产能优势参与海外稀土资源开发,不断拓展资源边界,提高稀土资源综合保障能力。利用“一带一路”“区域经济全面合作伙伴关系协定”“东南亚国家联盟”等与沿线国家建立的友好外交关系,通过“基础设施换资源”等方式,促进各合作方优势互补,建立多元化稳定的稀土矿供应格局。二是尽快制定出台离子型稀土矿开采环境影响评价标准,创新稀土矿开采模式,解决因稀土原料开采环保不达标所导致的停产问题。三是建立规范的稀土储备制度,通过对关键稀土元素镨、钕、铽的收储和释放,保证稀土重点应用领域如稀土永磁生产企业的原料供应,以支持稀土永磁后端应用的

稳定发展。

2) 中国应对美日欧等国稀土产业链重构战略挑战的关键是延伸产业链,塑造国际竞争新优势。“延伸产业链”应寻找并规划稀土重点应用领域,确保稀土在最重要的应用领域形成优势。由于稀土性能具有鲜明的多样性,可延伸的产业路径众多,短时间内突破稀土应用的所有领域并不现实,因此需要寻找相对最有利的突破方向,集中力量加紧推进。稀土永磁等关键材料与清洁能源具有高度的关联性,“双碳”目标的推进为稀土永磁产业提供了广阔的、快速发展的市场空间,使用稀土永磁材料生产种类繁多的稀土永磁电机是稀土应用最重要的领域之一。《中国制造2025》列出的十大重点领域中有7个领域涉及对稀土永磁电机的应用需求,以稀土永磁电机为代表的高效专用电机将是电机产业发展的主要方向之一。中国应依托稀土原材料的既有优势,尽快扩大稀土永磁电机的应用规模,通过产业布局、行业整合、改进财政支持方式等,确立中国在稀土永磁电机领域的规模优势。

3) 加强稀土产业链、创新链、政策链的深度融合,锻造中国稀土产业竞争力。一是围绕创新链布局产业链,着力强链延链,补短板锻长板。“补短板锻长板”就是要补齐技术短板、锻造产业竞争力。不断加大稀土重点领域的自主研发投入,补齐稀土高端材料和高端应用产业发展科技短板,加大稀土永磁材料及其重点应用领域(如稀土永磁电机)的研发力度,掌握发展的主动权;开展稀土矿绿色高效开采、冶炼等关键技术攻关,加强清洁生产新技术、新装备、新工艺应用,彻底解决稀土因开采和冶炼分离带来的环境问题。二是围绕产业链部署创新链,破解稀土高端应用发展滞后的难题。依托现有科研院所、大企业集团等科技创新资源,聚焦稀土最具发展潜力的领域——稀土永磁电机产业,加大科技攻关力度,推动稀土永磁电机的技术创新和成果转化,扩大稀土永磁电机的市场份额,塑造国产品牌影响力。三是围绕产业链创新链完善政策链,“用活用好”各类产业发展政策。在确保政策合规的前提下,用好用活各类产业发展政策,切实破除政策支持的行业壁垒,打通前后端企业之间的信

息渠道,积极引导稀土功能材料企业与下游先进材料、高端元器件、智能终端设备研发机构和制造业企业开展联合创新,鼓励稀土高端应用专利共享,并加大税收、财政、金融、人才、服务等方面的支持力度,共同推动稀土高端应用研发成果产业化。

参考文献(References)

- [1] 沈保根. 加强稀土战略研究, 主动宣传中国稀土产业对全球可持续发展的贡献[J]. 科技导报, 2022, 40(8): 1-1.
- [2] 叶仁荪, 吴一丁. 中国稀土战略开发及出口产业规制政策研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [3] 汤林彬, 汪鹏, 马梓洁, 等. 稀土产业链关键产品贸易网络演变及启示[J]. 科技导报, 2022, 40(8): 40-49.
- [4] 毛克贞, 吴一丁, 张修志. 稀土产业管制研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2016: 49.
- [5] 张杰. 中美战略竞争的新趋势、新格局与新型“竞合”关系[J]. 世界经济与政治论坛, 2020(2): 1-20.
- [6] 高平风, 刘大成, 徐崧泽, 等. 美国关键矿产战略对中国稀土产业的影响研究[J]. 稀土, 2020, 41(3): 146-158.
- [7] US Congress. National strategic and critical minerals production act of 2013[EB/OL]. [2019-09-18]. <https://www.congress.gov/congressional-report/113th-congress/house-report/138/1?overview=closed>.
- [8] US Federal Register. A federal strategy to ensure secure and reliable supplies of critical minerals[EB/OL]. [2019-09-18]. <https://www.Federalregister.gov/documents/2017/12/26/2017-27899/a-federal-strategy-to-ensure-secure-and-reliable-supplies-of-critical-minerals>.
- [9] US Department of Commerce. A federal strategy to ensure secure and reliable supplies of critical minerals[R/OL]. [2019-09-20]. <https://www.Courthousenews.com/wp-content/uploads/2019/06/minerals-strategy>.
- [10] 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.
- [11] 渠慎宁, 杨丹辉. 制造业本地化、技术反噬与经济“逆全球化”[J]. 中国工业经济, 2022(6): 42-60.
- [12] 中国发布《关于中美经贸摩擦的事实与中方立场》白皮书[J]. 党史文苑, 2018(11): 51.
- [13] Chen A W, Chen J, Dondeti V R. The US-China trade war: Dominance of trade or technology?[J]. Applied Economics Letters, 2020, 27(11): 904-909.
- [14] 杨飞, 孙文远, 程瑶. 技术赶超是否引发中美贸易摩擦[J]. 中国工业经济, 2018(10): 99-117.
- [15] 余振, 周冰惠, 谢旭斌, 等. 参与全球价值链重构与中美贸易摩擦[J]. 中国工业经济, 2018(7): 24-42.
- [16] 董琴. “逆全球化”及其新发展对国际经贸的影响与中国策略研究[J]. 经济学家, 2018(12): 91-98.
- [17] 阳结南. 拜登时代中美贸易摩擦前景展望[J]. 国际贸易, 2021(4): 40-48.
- [18] 丁俊发. 中国供应链管理蓝皮书-2015[M]. 北京: 中国财富出版社, 2015.
- [19] 丁俊发. 美国全球供应链安全国家战略与中国对策[J]. 中国流通经济, 2016, 30(9): 5-9.
- [20] 孙海泳. 美国对华科技施压战略: 发展态势、战略逻辑与影响因素[J]. 现代国际关系, 2019(1): 38-45.
- [21] 林梦, 李睿哲, 路红艳. 实施供应链安全国家战略: 发达经济体样本解析[J]. 国际经济合作, 2020(4): 51-62.
- [22] 李峥. 美国推动中美科技“脱钩”的深层动因及长期趋势[J]. 现代国际关系, 2020(1): 33-40, 32, 60.
- [23] 杨丹辉. 资源安全、大国竞争与稀有矿产资源开发利用的国家战略[J]. 学习与探索, 2018(7): 93-102, 176.
- [24] 许明, 杨丹辉. 中国稀有矿产资源产业的国际竞争力分析[J]. 东南学术, 2019(1): 111-122.
- [25] 迈克尔·T·克莱尔. 资源战争: 全球冲突的新场景[M]. 童新耕, 之也, 译. 上海: 上海译文出版社, 2002.
- [26] 郑国栋, 王琨, 陈其慎, 等. 世界稀土产业格局变化与中国稀土产业面临的问题[J]. 地球学报, 2021, 42(2): 265-272.
- [27] Ju J D, Yang X B. Hicks theorem: Effects of technological improvement in the Ricardian model[J]. International Review of Economics & Finance, 2009, 18(2): 239-247.
- [28] Hicks J R. An inaugural lecture[J]. Oxford Economic Papers, 1953, 5(2): 117-135.
- [29] Samuelson P A. Where Ricardo and mill rebut and confirm arguments of mainstream economists supporting globalization[J]. Journal of Economic Perspectives, 2004, 18(3): 135-146.
- [30] 保罗·萨缪尔森, 秦棋. 自由贸易: 福兮?祸兮?[J]. 经济社会体制比较, 2006(1): 64-69.
- [31] Dixit A, Grossman D, Samuelson P. The limits of free trade[J]. The Journal of Economic Perspectives, 2005, 19(3): 241-244.
- [32] Shachmurove Y, Spiegel U. The welfare of nations in a globalized economy[J]. The International Trade Journal, 2010, 24(3): 230-260.
- [33] Bitzer J, Görg H, Schröder P J H. Can trade really hurt? An empirical follow-up on samuelson's controversial paper[J]. Economic Inquiry, 2012, 50(3): 724-738.
- [34] Hong P F. China's economic prospects and Sino-US eco-

- conomic relations[J]. *China & World Economy*, 2006, 14(2): 45–55.
- [35] 张成林, 张定胜, 龚六堂. 技术外溢、比较优势和福利分析[J]. *浙江社会科学*, 2013(5): 17–28, 155.
- [36] 中国社会科学院工业经济研究所课题组, 史丹. 工业稳增长: 国际经验、现实挑战与政策导向[J]. *中国工业经济*, 2022(2): 5–26.
- [37] 夏启繁, 杜德斌, 段德忠, 等. 中国稀土对外贸易格局演化及影响因素[J]. *地理学报*, 2022, 77(4): 976–995.
- [38] 汪鹏, 王翹楚, 韩茹茹, 等. 全球关键金属–低碳能源关联研究综述及其启示[J]. *资源科学*, 2021, 43(4): 669–681.
- [39] 杨丹辉. 全球产业链重构的趋势与关键影响因素[J]. *人民论坛·学术前沿*, 2022(7): 32–40.
- [40] 朱明刚, 孙旭, 刘荣辉, 等. 稀土功能材料2035发展战略研究[J]. *中国工程科学*, 2020, 22(5): 37–43.

The impact of US, Japan and Europe's strategy of reconstructing rare earth supply chain on China's counterpart

LAI Dan^{1,2}, FANG Wenlong^{1,2}, WU Yiding^{1,2*}, TAN Jun^{1,2}

1. School of economics and management, Jiangxi University of technology, Ganzhou 341000, China

2. Research Institute of Nonferrous Metal Industry Development, Jiangxi University of Technology, Ganzhou 341000, China

Abstract This paper combs the actions for the United States, Japan and Europe to restructure their rare earth supply chain, analyzes the motivation and possibility of the reconstruction, and identifies its impact on the development of China's rare earth industry. The following conclusions are drawn. 1) through reconstructing supply chain, the United States, Japan and Europe have initially established a rare earth resource supply chain system independent of China; 2) the theoretical basis of the reconstruction, which is a long-term strategy, is to maintain their comparative advantages in high-end rare earth applications, and the practical basis is to ensure supply security for their industries; 3) to reconstruct the rare earth supply chain, they continue to resume their rare earth mines, the pattern of rare earth supply being changed greatly and gradually becoming diversified and China's dominant position in the supply being gradually decreased; 4) according to the output of rare earth permanent magnet materials and the neodymium iron boron magnetic materials consumed by new energy vehicles, it is predicted that the demand for rare earth will reach more than 600000 t by 2030 while the supply will be only 350000 t, far less than the demand, and the gap will become larger and larger as time goes by. Moreover, corresponding suggestions are put forward for China to improve the competitiveness of its whole rare earth industry chain.

Keywords reconstruction of rare earth supply chain; rare earth industry chain; rare earth supply and demand pattern ●



(责任编辑 刘志远)