

文章编号: 1004-4051(2025)06-0049-08

DOI: 10.12075/j.issn.1004-4051.20240655

稀土元素价格波动特征及其对中国稀土产业的影响

方文龙¹, 刘嵩铃¹, 邹旺¹, 袁梦¹, 罗子嫣², 赖丹^{1,2,3}

- 赣南科技学院能源金属产业研究院, 江西赣州 341000;
- 江西理工大学经济管理学院, 江西赣州 341000;
- 中国科学院赣江创新研究院, 江西赣州 341000)

摘要: 本文旨在研究稀土元素价格波动对中国稀土产业的影响, 通过对比分析 2011 年和 2020 年两次稀土元素价格波动规律, 探讨其对产业链、供应链的具体作用机制, 以期为中国稀土产业可持续发展提供策略建议。在产业链方面, 分析价格上涨对稀土资源开采, 以及终端应用企业的影响; 在供应链方面, 研究价格波动对稀土企业原料成本、运营风险、供应链稳定性的作用机制。同时, 结合国际稀土产业格局的变化, 探讨价格波动对西方重构稀土供应链的影响。研究发现, 2011 年和 2020 年两轮稀土元素价格波动在上涨趋势、幅度和时间上存在显著差异。在产业链层面, 价格上涨显著增加了产业链前端稀土资源的开采强度, 但终端应用企业对价格持续上涨的承受能力较强, 显示出产业链不同环节对价格波动的敏感性差异。在供应链层面, 价格波动导致稀土企业的原料成本大幅上升, 运营风险显著增加, 最终影响了整个供应链的稳定性。此外, 价格波动还加速了西方重构稀土供应链的步伐, 对中国稀土产业国际地位和市场份额构成潜在威胁。为应对稀土元素价格波动带来的挑战, 建议加快高丰度稀土永磁材料研发进度, 加大稀土绿色开采和冶炼的环保技术投入, 抢占产业科技制高点; 实施分元素管控策略, 大幅增加钕、镝等关键元素的供给, 稳定稀土元素价格; 同时, 鼓励企业进行海外布局并保持与西方国家的贸易往来, 以提升中国稀土产业在全球市场的竞争力和抗风险能力。

关键词: 稀土元素价格; 价格波动; 产业链; 供应链; 稀土矿

中图分类号: TD-9; F714; F062.1 **文献标识码:** A

Characteristics of rare earth element price fluctuations and their impact on China's rare earth industry

FANG Wenlong¹, LIU Songling¹, ZOU Wang¹, YUAN Meng¹,
LUO Ziyan², LAI Dan^{1,2,3}

(1. Energy and Metal Industry Research Institute of Gannan University of Science and Technology,
Ganzhou 341000, China;

2. School of Economics and Management, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China;

3. Ganjiang Innovation Research Institute of Chinese Academy of Sciences, Ganzhou 341000, China)

收稿日期: 2024-04-25 责任编辑: 刘硕

基金项目: 国家社会科学基金项目“双循环视域下我国稀土产业价值链重构与路径选择研究”资助(编号: 23BGL218); 能源金属产业研究院项目“稀土元素价格波动特征及其对中国稀土产业的影响”资助(编号: 24ZK-10)

第一作者简介: 方文龙(1995—), 男, 江西崇仁人, 博士, 从事资源经济管理研究工作, E-mail: 2360999278@qq.com。

通讯作者简介: 赖丹(1977—), 女, 江西瑞金人, 教授, 博士生导师, 从事资源经济管理研究工作, E-mail: laidanz@163.com。

引用格式: 方文龙, 刘嵩铃, 邹旺, 等. 稀土元素价格波动特征及其对中国稀土产业的影响[J]. 中国矿业, 2025, 34(6): 49-56.

FANG Wenlong, LIU Songling, ZOU Wang, et al. Characteristics of rare earth element price fluctuations and their impact on China's rare earth industry[J]. China Mining Magazine, 2025, 34(6): 49-56.

Abstract: This paper aims to study the impact of fluctuations in rare earth element prices on China's rare earth industry. By comparing and analyzing the price fluctuations of rare earth elements in 2011 and 2020, the specific mechanisms of their effects on the industrial chain and supply chain are explored, in order to provide strategic recommendations for the sustainable development of China's rare earth industry. In terms of the industrial chain, analyze the impact of price increases on rare earth resource mining and terminal application enterprises; in terms of supply chain, study the mechanism of price fluctuations on the raw material costs, operational risks, and supply chain stability of rare earth enterprises. At the same time, combined with the changes in the international rare earth industry pattern, this paper explores the impact of price fluctuations on the reconstruction of rare earth supply chains in the West. The research has found significant differences in the upward trend, magnitude, and timing of rare earth element price fluctuations between 2011 and 2020. At the level of the industrial chain, the significant increase in prices has increased the mining intensity of rare earth resources at the front end of the industrial chain. However, end application enterprises have a strong ability to withstand continuous price increases, indicating differences in the sensitivity of different links in the industrial chain to price fluctuations. At the supply chain level, price fluctuations have led to a significant increase in raw material costs and operational risks for rare earth enterprises, ultimately affecting the stability of the entire supply chain. In addition, price fluctuations have accelerated the pace of restructuring the rare earth supply chain in the West, posing a potential threat to the international status and market share of China's rare earth industry. To cope with the challenges brought by fluctuations in rare earth element prices, it is recommended to accelerate the research and development progress of high abundance rare earth permanent magnet materials, increase investment in environmental protection technologies for green mining and smelting of rare earths, and seize the commanding heights of industrial technology; implement element based control strategies, significantly increase the supply of key elements such as neodymium and dysprosium, and stabilize the prices of rare earth elements; at the same time, encourage enterprises to expand overseas and maintain trade relations with Western countries to enhance the competitiveness and risk resistance of China's rare earth industry in the global market.

Keywords: rare earth element price; price fluctuation; industrial chain; supply chain; rare earth ore

0 引言

稀土是不可再生的战略资源,被世界各主要国家列为关键原材料,尤其在新能源、新材料等战略性新兴产业领域发挥巨大作用^[1]。稀土因其广泛的应用前景和极高的应用价值日益成为各国竞争的前沿领域。中国凭借资源禀赋优势,逐步建立起集稀土资源、矿产品、冶炼分离产品、功能材料、终端应用产品的稀土全产业链发展模式^[2],在全球稀土产业链格局中占据重要地位^[3]。从稀土全产业链看,稀土资源的具体表现形式就是各种稀土矿物,包括自然赋存和回收利用两种形式,其中,自然赋存是自然界形成的,对人类来说只是能否发现;稀土回收利用则是从稀土终端应用报废产品或者稀土永磁材料生产过程中产生边角废料中提取稀土资源。将稀土矿物中的稀土元素提取出来形成最为初级的稀土矿产品,这时的稀土矿产品是众多稀土元素混合在一起的化合物状态,并不能直接用于生产终端产品或生产功能性材料。将稀土矿产品进一步冶炼分离,形成纯度更高的单一稀土元素或少数稀土元素混合物产品(冶炼分离产品)。其中,部分稀土冶炼分离产品必

须继续生产成含有稀土的功能材料才可用于终端产品生产,部分稀土冶炼分离产品可直接应用于终端产品的生产,而部分稀土冶炼分离产品既可以用于生产功能材料,也可以直接用于终端产品生产。稀土功能材料主要指包含稀土元素的功能各异的新材料,如稀土永磁、催化、储氢、抛光和发光材料。终端应用主要指将功能材料进一步加工或应用于电机等众多领域的元器件产品制造^[4]。

纵观近十几年稀土元素价格变化呈现剧烈波动,以氧化钕为例,2011年上半年价格波动率达到414%;2022年2月—2024年3月,价格波动率达226%。稀土元素价格涨跌不稳定影响着整个稀土产业链的平稳运行,成为当前制约稀土产业高质量发展的重要瓶颈之一。目前,已有关于稀土元素价格的相关文献,学者们从不同角度或采用不同的方法进行研究,主要集中在以下三个方面。

一是稀土元素价格波动的影响因素层面。边璐等^[5]基于两市场协整视角下的多因素模型研究发现稀土元素价格变化受国际金属价格及广义需求的影响较大;HAU等^[6]基于中美稀土行业的对比分析,发

现贸易政策不确定性与稀土元素价格之间存在因果关系;MANCHERI^[7]研究了中国稀土出口限制对稀土元素价格波动的影响;LIU等^[8]的研究则聚焦于稀土供应链稳定性对稀土元素价格波动的影响;LI等^[9]研究了稀土元素价格如何应对经济因素和地缘政治因素的影响。

二是稀土元素价格预测方法方面。近年来,随着深度学习算法的发展,基于统计学数据驱动的方法在价格预测领域取得良好效果^[10-11]。学者们采用诸如费雪指数公式^[12-13]、季节调整法和HP滤波法^[14]、ARIMA时间序列模型^[15-17]、基于主成分分析的BP神经网络^[18]等方法展开研究。

三是稀土元素价格波动对稀土产业发展的影响方面。针对稀土元素价格波动对稀土产业发展的影响,研究对象主要集中在对可再生能源消费^[19]、供应链^[20]、商品价格^[21]、企业绩效^[22]、营业收入^[23]、对外投资^[24]等方面。从稀土全产业链看,上游稀土元素价格对下游终端应用的影响较大,价格的剧烈波动使得下游企业难以为继,造成原料成本大幅上升,企业减产或者寻找替代产品,进而反向传导至产业链前端,降低对前端稀土原料的需求,最终导致影响整个产业链的高质量发展。此外,孙坚强等^[25]研究发现,价格传导的经济基础在于产业链,产业链上任何环节所产生的成本都会最终反映到终端应用产品上,且价格波动越剧烈,向产业链后端传导产生的效果越激烈^[26]。因此,稀土前端原料价格的波动变化会引起稀土全产业链的稳定发展,从而影响整个中国稀土产业健康发展。

综上,现有文献围绕稀土元素价格领域展开了丰富的研究,但主要关注特定时期内稀土元素价格变化,以及特定时期内价格变化产生的影响。虽然

部分学者探究了稀土元素价格变化的影响因素,但鲜少学者关注不同时期内稀土元素价格变化成因差异性,以及对稀土产业发展的影响。鉴于此,考虑到目前稀土元素价格走势持续上扬,是否会成为继2011年稀土元素价格暴涨后暴跌的翻版,本文从中国稀土市场特征及稀土元素价格波动规律出发,分析稀土元素价格波动对稀土产业发展的影响,并对比分析两次价格上涨变化背后原因的差异,用新视角重新审视稀土元素价格变化背后所揭露的稀土产业发展变化,这对实现稀土资源高值利用,巩固中国在稀土国际贸易中的比较优势,维护国家资源安全和实现稀土产业高质量可持续发展至关重要。

1 稀土元素价格波动规律

2007年以前,国家对稀土行业的管制较少,但自2007年以后,国家对稀土产业的管理措施越来越多,对稀土元素价格形成产生巨大影响,因此,以2007年1月为起点,选取中国稀土行业协会公布的2007年1月—2022年12月稀土元素价格月度数据在年度层面进行汇总,通过梳理两次稀土元素价格上涨的差异,从总体上考察稀土元素价格的波动规律。

1.1 上涨趋势的分化

2007—2022年稀土元素价格走势如图1所示。由图1可知,在已公布的14种稀土元素价格数据中,相比于2011年稀土元素价格的普涨,2020年以来,氧化镨、氧化钹、氧化铽、氧化钆、氧化铈等元素价格上涨明显。其中,前三种稀土元素主要应用于稀土永磁材料的生产制造,氧化钆主要应用于原子反应堆中吸收中子的材料,氧化铈主要应用于制作光纤激光器等光通信器件。由此可见,从稀土价格上涨结构即稀土元素种类看,两轮稀土元素价格上涨存在明显的分化。

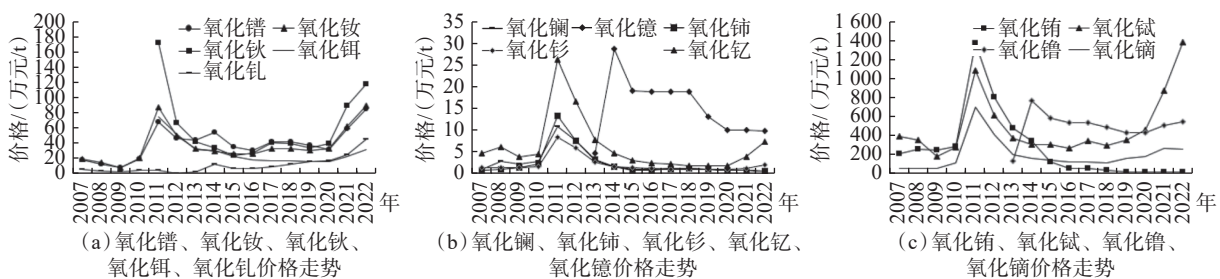


图1 2007—2022年稀土元素价格走势

Fig. 1 Price trend of rare earth elements from 2007 to 2022

(资料来源:中国稀土行业协会)

1.2 上涨幅度的不同

稀土包含17种元素,但并不是所有稀土元素价格都出现剧烈波动(图1),因此有必要根据具体的应

用需求和资源分布来选择性地进行深入研究。根据稀土在终端应用领域的需求,稀土永磁材料市场需求最大,应用前景最广,氧化钆是生产这种关键材料

的主要原料之一。稀土永磁材料,特别是钕铁硼永磁体,因其高磁能积和优异的机械性能,在电子、机械、航空航天等高科技领域具有不可替代的地位。因此,氧化钕的价格波动直接影响到稀土永磁材料的生产成本和市场供应。此外,从矿山资源的角度来看,中钷富钷矿(通常指富含钷和钷的离子型稀土矿)在稀土开采中具有重要地位。这类矿山的资源储量和品质直接影响到稀土元素的供应量和质量。对于以生产稀土永磁材料为主的企业而言,了解并掌握中钷富钷矿的开采情况和市场价格变动,对于其制定合理的采购策略和生产计划至关重要。

基于以上分析,以生产稀土永磁材料主要所需稀土元素氧化钕和南方标准离子型稀土矿山(中钷富钷矿)的价值为例进行分析。因2011年稀土元素价格涨跌仅用了不到两年的时间,即从2011年1月开始上涨到2013年1月回归到上涨前的水平。因此,为保证两次价格上涨具有可比性,将第二次上涨的时间跨度设定与第一次一致,即从2020年5月—2022年4月。

由表1和图2可知,在2011年1月—2011年7月半年时间内,氧化钕和中钷富钷矿价格上涨了4.14倍和6.32倍,并在2011年7月达到峰值后急剧下跌,到2021年12月跌幅达50%和51%,2011年底较年初上涨了1.53倍。但到2013年1月氧化钕和中钷富钷矿的价格基本回归到2011年1月的正常水平,仅上涨0.33倍和0.52倍。反观2020年,氧化钕和中钷富钷矿的价格从5月开始上涨,到2022年2月达到峰值,分别上涨了3.17倍和1.93倍。之后进入回调期,2022年5月价格较峰值分别下跌了19.2%和14.7%,但较2020年5月则分别上涨了2.37倍和1.68倍。经过短暂回调后,受市场预期的影响,2022年6月价格又开始上涨。此外,结合图3可知,此轮稀土元素价格上涨中氧化钕和中钷富钷矿的峰值均

表1 氧化钕价格和中钷富钷矿价值及其增速

Table 1 Neodymium oxide price and value of mid-yttrium europium-rich ore and its growth rate				
日期	氧化钕价格/ (万元/t)	中钷富钷矿价值/ (万元/t)	增速/%	增速/%
2011年1月	29.00	20.31		
2011年7月	149.00	148.62	4.14	6.32
2011年12月	73.50	72.74	1.53	2.58
2013年1月	38.50	30.95	0.33	0.52
2020年5月	28.04	19.89		
2021年5月	51.87	30.66	0.85	0.70
2022年2月	116.87	57.86	3.17	1.93
2022年5月	94.43	49.33	2.37	1.68

未突破上一轮价格上涨,且中钷富钷矿价值的涨幅远低于上一轮价格上涨,主要和稀土元素上涨结构不同有关。

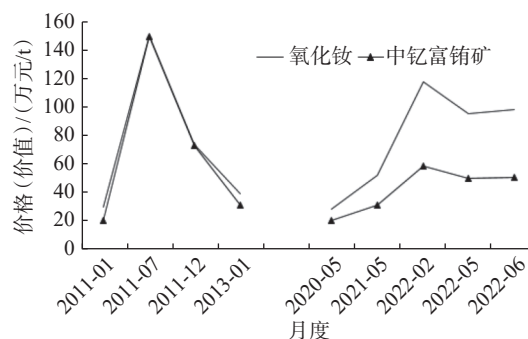


图2 两轮稀土元素价格上涨的差异

Fig. 2 Difference between the two rounds of rare earth elements product price increases

(资料来源:中国稀土行业协会)

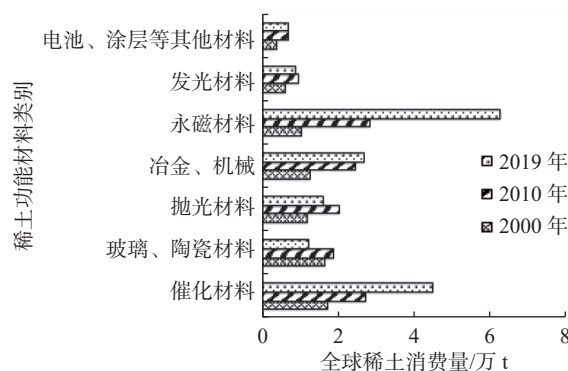


图3 全球稀土消费结构变动趋势

Fig. 3 Trends of global rare earth consumption structure

(资料来源:根据公开数据整理所得)

总体来看,两轮稀土元素价格上涨存在明显的差异,2011年价格上涨时间短且急,涨幅剧烈,波动大;2020年以来的稀土元素价格上涨则时间长且缓,涨幅温和,波动较小。

2 稀土元素价格上涨对中国稀土产业发展的影响

2.1 对产业链的影响

2.1.1 对稀土矿开采的影响

在全球稀土矿产中,绝大多数稀土元素以共生或伴生的形式自然存在,这决定了不同矿山的开采将产出各具特色的稀土元素组合,但有一个共通点是,一旦开采活动进行,通常能够同时提取出涵盖17种稀土元素中的绝大多数。从供需影响价格维度,稀土矿开采属于产业链上游环节,终端需求高涨推动稀土元素价格上升传导至上游开采环节,将加大对终端应用的稀土元素的需求,但由于稀土广泛应用于永磁、发光、冶金机械、玻璃陶瓷、催化、电池、

涂层等诸多领域,在所有稀土应用领域中,稀土永磁领域占比最高,超过40%;消耗稀土最多,每年消耗量接近我国稀土总用量的1/2,但主要消耗镨元素、钕元素,在高档钕铁硼磁材中会加入铽元素、镱元素,提高产品性能^[7]。在当前全球致力于实现“双碳”目标的背景下,稀土永磁材料的需求急剧攀升,直接推高了制造这些材料所必需的镨、钕、铽、镱等关键稀土元素的市场价格。受市场供需机制的强烈影响,这些元素的价格经历了显著的上涨。

这一趋势虽然促进了对镨、钕、铽、镱等关键稀土资源的迫切需求与供应增加,但同时也引发了一个不容忽视的问题:其他高丰度但非直接用于当前高需求领域的稀土元素被大量开采后却未能得到充分利用,导致了严重的堆积现象和稀土资源利用效率的极端不平衡^[28]。这种状况不仅是对宝贵稀土资源的巨大浪费,也对中国乃至全球稀土资源产业的健康、可持续发展构成了挑战。

此外,在开采镨、钕、铽、镱等元素的过程中会产生比较严重的环境破坏问题。从中国主要稀土矿稀土元素配比看,镨、钕、铽、镱等元素占比在南方离子型稀土矿中配分较高,北方稀土矿中占比较少,其中,白云鄂博矿当中镱元素、铽元素占比分别为0.01,几乎没有^[29]。因此,对于铽、镱的开采主要集中在南方离子型稀土矿。然而,离子型稀土开采采用原地浸矿工艺,会产生地下水污染等隐性环境问题,分离冶炼环节产生的高盐废水等显性环境始终未得到解决。虽然目前使用硫酸镁萃取溶剂能够解决地下水氨氮超标问题,但地下水镁含量超标会带来何种危害则没有明确的论证;高盐废水如何有效、低成本地处理也没有明确的方案^[30]。因此,南方离子型稀土开采及分离冶炼环节的绿色低碳问题依旧十分突出。绿色化高盐废水大量囤积,现有场地已远不能满足后期激增的需求。

2.1.2 对后端应用的影响

对于有效运作的商品市场,根据经济学的基本理论,其分析框架为商品价格变化是供给和需求两大力量共同作用形成的,供不应求时,商品的价格上涨;供过于求时,商品的价格下降,供求关系深刻影响我国稀土产业的发展。从终端市场需求看,全球稀土消费量呈直线上升趋势,2019年稀土消费量较2000年翻了一倍多(图3)。从稀土细分领域看,稀土永磁材料和催化材料成为稀土消费的两个增长极,其余材料在20年的时间内几乎没有增长,有的甚至负增长,如玻璃、陶瓷材料。由此可见,目前全球稀土消费主要在永磁材料和催化材料领域。

中国稀土消费结构变动趋势和世界稀土消费结构变动趋同(图4)。但不同之处在于,中国稀土消费规模在前10年(2000—2009年)增长迅速,所有稀土功能材料,包括玻璃陶瓷、冶金机械、发光等应用于传统领域的稀土功能材料和永磁、电池涂层等应用于新兴领域的稀土功能材料消费规模均有所扩大,但后10年(2010—2019年)增长趋缓,且主要由稀土永磁材料消费增长拉动。2019年稀土永磁材料占比高达44%,其余材料规模几乎保持不变,玻璃、陶瓷材料甚至出现负增长。

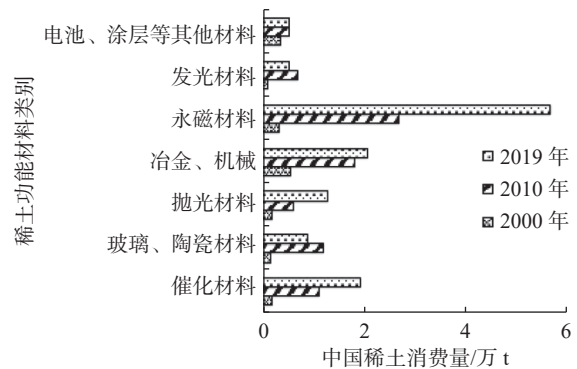


图4 中国稀土消费结构变动趋势

Fig. 4 Trends of China's rare earth consumption structure

(资料来源:根据公开数据整理所得)

此外,按照南方离子型稀土矿和北方白云鄂博矿中关键稀土元素镨、钕、铽、镱的配分,并扣除5%的损耗,以每月单一稀土氧化物价格计算关键稀土元素镨、钕、铽、镱在整个矿山价值中的占比,结果如图5所示。由图5可知,关键稀土元素镨、钕、铽、镱的价值占比高达南方离子型稀土矿和北方白云鄂博矿整个矿山的80%以上,并且该占比随着单一稀土氧化物价格的上涨还在不断上升。因此,从单一元素价值在整个矿山价值中的占比可以看出,关键稀土元素镨、钕、铽、镱几乎可以代表整个矿山的总价值。

因此,不论是基于全球市场、中国市场还是从价值配分来看,稀土永磁材料都具有广阔的应用前景和极高的应用价值。但目前关键稀土元素镨、钕、铽、镱的价格持续上扬,最终将传导到下游,转换为成本由终端企业承担。稀土元素占钕铁硼磁材成本的80%左右,为探究关键稀土元素镨、钕、铽、镱的价格上涨是否对稀土永磁终端需求造成冲击,以稀土永磁下游主要应用为例,测算其成本占比。

按照2022年7月中国稀土行业协会公布的氧化镨钕价格856.38元/kg、氧化镱价格2385.95元/kg计算,依据北方白云鄂博稀土矿和南方中钇富钕矿中

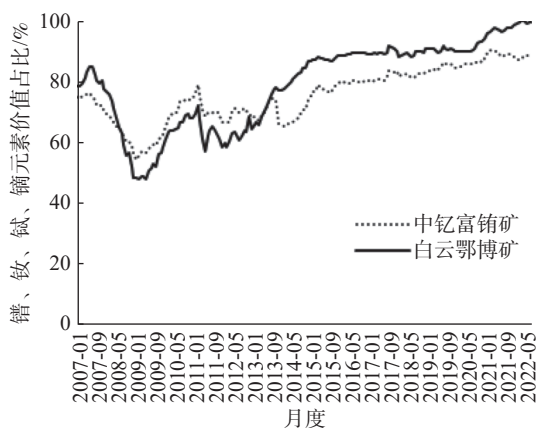


图 5 扣除 5% 损耗后中国南方、北方稀土矿产品价值中镨、钕、铽、镝元素价值占比

Fig. 5 Value of praseodymium, neodymium, terbium and dysprosium in the value of rare earth ores in Southern and Northern China after deducting 5% losses

氧化镨钕配分(前者占 2/3, 后者占 1/3)和各应用端目前的市场价格(图 6), 计算出新能源汽车领域稀土成本占比为 0.34%, 变频空调占比 1.46%, 风电占比 8.15%, 消费电子占比 0.02%, 节能电梯占比 0.7%。若氧化镨钕价格上涨至 1 500 元/千克, 其他应用端领域稀土成本占比不足 2%, 虽然风电领域稀土成本占比达 13%, 但以金风科技为例, 2021 年风机及零部件销售实现营业利润为 70.73 亿元, 毛利率为 17.71%, 远高于 13% 的成本占比。

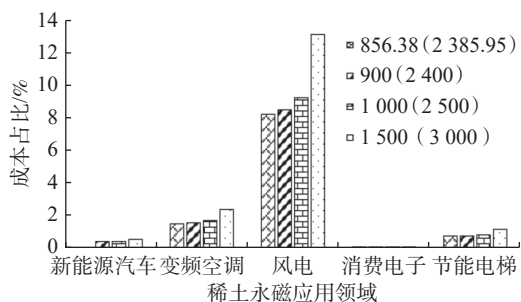


图 6 氧化镨钕、氧化镝在稀土永磁应用领域的成本占比

Fig. 6 Cost proportion of praseodymium neodymium oxide and dysprosium oxide in rare earth permanent magnet applications

(注: 图例为氧化镨钕价格(氧化镝价格), 单位均为元/kg)

因此, 从成本占比角度看, 稀土作为一种添加剂, 在下游应用端成本占比比较低, 应用端企业对于稀土元素价格持续上涨承受能力较强, 并且在“双碳”目标的影响下, 类似于 2011 年空调领域的“铁氧体替代”效应或已不存在。

2.2 对供应链的影响

1) 对企业供应链的影响。稀土作为现代高科技产业不可或缺的原材料, 因独特的物理性质和化学性质使其在众多尖端科技领域, 如新能源、电子信息、

航空航天、国防军工中均扮演着举足轻重的角色。因此, 稀土元素价格的任何微小波动, 都如同涟漪般迅速扩散至整个产业链, 对相关企业的生产成本产生直接且深远的影响。

当稀土市场价格出现上涨趋势时, 首当其冲受到影响的是大量使用稀土作为原材料的企业。这些企业面对原材料成本的显著增加, 稀土元素价格上涨直接导致了采购成本的攀升。为了维持生产运营, 企业往往需要将这部分额外成本转嫁到最终产品上, 从而引发产品价格的上涨。然而, 在竞争激烈的市场环境中, 产品价格的调整并非总能被市场完全接受, 这可能导致销量下滑, 进一步压缩了企业的盈利空间。

对于高度依赖稀土原材料的企业而言, 稀土元素价格的波动更成为其财务状况的晴雨表。当稀土元素价格飙升时, 企业可能面临巨大的成本压力, 盈利状况急剧恶化, 甚至可能威胁到企业的生存与发展。在这样的环境下, 企业试图与供应商建立并维持长期稳定的合作关系变得尤为困难, 因为双方都在不断评估市场状况并据此做出灵活调整, 这无疑增加了企业运营的不确定性和风险。

此外, 稀土元素价格的波动还可能引发产业链上下游之间的博弈与调整。上游供应商可能利用稀土资源的稀缺性和市场需求的增长来抬高价格, 而下游企业则可能通过调整采购策略、加强供应链管理等方式来应对成本压力。更为严峻的是, 当稀土元素价格经历剧烈波动时, 供应链的脆弱性更加明显。一方面, 若稀土元素价格飙升至高位, 部分企业可能会因无法承受高昂的原材料成本而被迫削减采购量, 甚至转而寻求替代品, 这一行为无疑会打乱原有的供应链平衡, 导致供需错配。另一方面, 当稀土元素价格跌至谷底时, 供应商可能因利润空间被严重压缩而减少供应量, 甚至选择退出市场, 这种“逆向选择”现象会进一步加剧供应链的紧张局势, 甚至可能引发供应链的中断。

2) 对全球供应链格局的影响。在全球稀土国际贸易中, 美西方等发达经济体主要位于稀土全产业链的后端, 即稀土终端应用环节, 稀土原料价格的大幅上涨直接导致依赖从中国进口稀土原料产品的美西方等发达经济体生产稀土终端应用产品的成本, 同时稀土元素价格涨跌不稳定也成为制约美西方等发达经济体发展稀土终端应用的影响因素^[31-32]。因此, 为减少稀土元素价格不稳定等原料端因素对终端应用产业发展的影响, 美西方等发达经济体正加快步伐推动稀土冶炼和永磁体关键产业回流, 在澳大利

亚等盟国,以及马来西亚、越南、缅甸等其他外围国家分散布局稀土冶炼分离生产基地,并重开稀土矿山,试图重构本国稀土供应链,以此削弱中国在稀土供应链上的优势。

3 结论与建议

近两年,随着稀土在高科技和清洁能源领域的应用,以及“双碳”战略带来的利好,稀土元素价格迎来新一轮上涨周期,牵动着整个稀土下游制造业乃至中国经济的平稳运行。基于供需理论、价格传导理论,以2011年和2020年以来的两次稀土元素价格上涨为契机,通过对稀土元素价格演变特征的梳理总结,分析两轮稀土元素价格上涨的原因,并识别价格上涨对中国稀土产业发展的影响,得出如下结论。

两轮稀土元素价格上涨存在趋势、幅度和时间上的不同。从产业链看,价格上涨加大了对产业链前端稀土资源的开采,会产生比较严重的环境破坏问题,又造成其他高丰度稀土元素被大量堆积,得不到有效利用,导致稀土元素利用的严重失衡,不利于中国稀土资源利用的健康持续发展。对产业链后端应用企业而言,根据价格传导理论,稀土作为一种添加剂,在下游应用端企业成本占比较低,应用端企业对于价格持续上涨承受能力较强。从供应链看,稀土元素价格波动会加大稀土企业的原料成本、运营风险并最终影响整个供应链的稳定性,这加大了依赖稀土元素进口的美西方等发达经济体发展稀土终端应用的难度,威胁稀土供给安全,从而引发国防安全及经济安全。

基于以上研究,提出如下对策建议。

1)在低碳绿色发展目标驱动下,关键稀土元素(镨、钕、镝、铽)供不应求成为常态。为保障碳中和目标下低碳产业的发展,应增加对关键稀土元素镨、钕、铽、镝的供应,以稳定价格。此外,为彻底解决制约离子型稀土无法大规模开采和生产的环境约束问题,近两年国内外相关研究机构正致力于打破传统工艺,研究新工艺,意图夺取该领域技术领先优势。建议中国打破传统开采模式,转变萃取思路,挖掘技术需求、问题,聚焦核心技术问题进行立项攻关。通过设立重大科技专项,建立“揭榜挂帅”机制,持续加大研发投入力度,以企业具体需求为导向制定专项人才计划,以激励为导向厚植创新沃土等方式,进一步强化要素集聚,多轮驱动企业加大自主创新力度,破解制约离子型稀土大规模开采的瓶颈。

2)鼓励企业通过“股权并购”“产能购买”“战略联盟”,以技术输出、人才输出、收购股权、签订长期合同等方式,利用“资本+勘探技术”的“出海”组

合拳,借助金融机构的资金力量和地质勘探机构的技术优势,积极参与缅甸、越南、老挝、马来西亚、哈萨克斯坦等国的稀土资源开发,提高国际稀土资源市场的占有率和保障力。从缅甸、马来西亚、俄罗斯等拥有大量且具有较大开发潜力稀土矿的国家进口低附加值的稀土原料产品,减轻因稀土储量下降和环境损害加重所带来的稀土供给压力,提高关键矿产综合保障能力。同时,结合中国稀土产业的技术优势、资源优势、产业链优势创造条件积极拓展中西双方对话渠道,始终保持在稀土领域的贸易往来,坚定不移扩大对外开放,提高对外开放水平,并完善国家间合作和投资机制。

3)科学评估中国稀土产业链供应链安全形势和保障能力,精准识别稀土产业发展的断点堵点,坚持创新驱动。一是着力开发富裕稀土元素的应用场景,加快高丰度稀土永磁材料的研发进度,争取在某些稀土应用领域形成优势。二是加大科技攻关力度,加大稀土绿色开采、冶炼的环保技术投入,抢占产业的科技制高点。三是结合有效市场和有为政府,加紧补短段长,努力保证中国稀土资源供应安全并塑造产业国际竞争新优势。

参考文献(References):

- [1] 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.
LAI Dan, FANG Wenlong, WU Yiding, et al. The impact of the restructuring of the rare earth supply chain strategy by the United States, Japan, and Europe on China's rare earth industry[J]. Science and Technology Review, 2022, 40(21): 88-99.
- [2] 方文龙,赖丹,吴一丁.基于产业科技视角的全球稀土产业链格局研判与对策分析[J].科技管理研究,2024,44(3):37-45.
FANG Wenlong, LAI Dan, WU Yiding. Analysis of the global rare earth industry chain pattern and countermeasures from the perspective of industrial technology[J]. Science and Technology Management Research, 2024, 44(3): 37-45.
- [3] 吴一丁,彭子龙,赖丹,等.稀土产业链全球格局现状、趋势预判及应对战略研究[J].中国科学院院刊,2023,38(2):255-264.
WU Yiding, PENG Zilong, LAI Dan, et al. Research on the status quo, trend prediction and coping strategy of the global pattern of rare earth industry chain[J]. Journal of the Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(2): 255-264.
- [4] 毛克贞,吴一丁.稀土产业管制研究[M].北京:中国社会科学出版社,2016:49.
- [5] 边璐,张江朋,宋宇辰,等.国际金属价格指数、广义需求与中国稀土产品价格:基于两市场协整视角下的多因素模型研究[J].资源科学,2014,36(3):641-652.
BIAN Lu, ZHANG Jiangpeng, SONG Yuchen, et al. International metal price index, generalized demand, and Chinese rare earth product prices: a multi factor model study from the perspective of two market cointegration[J]. Resource Science, 2014, 36(3): 641-652.

- [6] HAU L, ZHU H, YU Y, et al. Time-frequency coherence and quantile causality between trade policy uncertainty and rare earth prices: evidence from China and the US[J]. *Resources Policy*, 2022, 75: 102529.
- [7] MANCHERI N A. World trade in rare earths, Chinese export restrictions, and implications[J]. *Resources Policy*, 2015, 46: 262-271.
- [8] LIU S L, FAN H R, LIU X, et al. Global rare earth elements projects: new developments and supply chains[J]. *Ore Geology Reviews*, 2023, 61: 105428.
- [9] LI Z Z, MENG Q, ZHANG L, et al. How do rare earth prices respond to economic and geopolitical factors?[J]. *Resources Policy*, 2023, 85: 103853.
- [10] KESHUN Y, CHENGYU W, HUIZHONG L. Research on intelligent implementation of the beneficiation process of shaking table[J]. *Minerals Engineering*, 2023, 199: 108108.
- [11] YOU K, LIU H. Research on optimization of control parameters of gravity shaking table[J]. *Scientific Reports*, 2023, 13(1): 1133.
- [12] 苏钰杰. 稀土矿产业价格指数的构建研究[J]. *中国矿业*, 2013, 22(5): 41-43.
SU Yujie. Research on the construction of price index for rare earth mineral industry[J]. *China Mining Magazine*, 2013, 22(5): 41-43.
- [13] 陈占恒, 杜佳员, 鲁莎, 等. 基于稀土产品出口统计数据的价格指数研究[J]. *稀土*, 2015, 36(3): 131-134.
CHEN Zhanheng, DU Jiayuan, LU Sha, et al. Research on price index based on export statistics of rare earth products[J]. *Rare Earth*, 2015, 36(3): 131-134.
- [14] 杨斌清, 张贤平. 稀土氧化物价格波动周期分析: 基于X12季节调整和H-P滤波模型[J]. *中国稀土学报*, 2016, 34(3): 354-362.
YANG Binqing, ZHANG Xianping. Analysis of price fluctuations in rare earth oxide: based on X12 seasonal adjustment and H-P filtering model[J]. *Chinese Journal of Rare Earth*, 2016, 34(3): 354-362.
- [15] 杨斌清, 张希琳. 基于ARIMA时间序列模型的稀土氧化物价格预测研究[J]. *中国稀土学报*, 2017, 35(5): 680-686.
YANG Binqing, ZHANG Xilin. Research on rare earth oxide price prediction based on ARIMA time series model[J]. *Chinese Journal of Rare Earth*, 2017, 35(5): 680-686.
- [16] 卢虎生, 刘维, 李春丽. 基于ARIMA模型的白云鄂博矿稀土氧化物价格预测[J]. *稀土*, 2019, 40(2): 148-158.
LU Husheng, LIU Wei, LI Chunli. Price prediction of rare earth oxides in Bayan Obo mine based on ARIMA model[J]. *Rare Earth*, 2019, 40(2): 148-158.
- [17] 赖丹, 张艳, 方文龙. 关键稀土元素价格波动测度研究——基于带季节的ARIMA模型分析[J]. *价格理论与实践*, 2023(8): 119-123.
LAI Dan, ZHANG Yan, FANG Wenlong. Research on measuring price fluctuations of key rare earth elements: analysis based on seasonal ARIMA model[J]. *Price Theory and Practice*, 2023(8): 119-123.
- [18] 边璐, 肖月淑, 张江朋. 基于主成分分析的BP神经网络在稀土矿产品价格预测的应用: 以氧化镨为例[J]. *中国矿业*, 2020, 29(6): 56-63.
BIAN Lu, XIAO Yueshu, ZHANG Jiangpeng. Application of BP neural network based on principal component analysis in rare earth mineral product price prediction: taking dysprosium oxide as an example[J]. *China Mining Magazine*, 2020, 29(6): 56-63.
- [19] APERGIS E, APERGIS N. The role of rare earth prices in renewable energy consumption: the actual driver for a renewable energy world[J]. *Energy Economics*, 2017, 62: 33-42.
- [20] CHENG J, MOHAMMED K S, MISRA P, et al. Role of green technologies, climate uncertainties and energy prices on the supply chain: policy-based analysis through the lens of sustainable development[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2023, 194: 122705.
- [21] SOKHANVAR A, ÇİFTÇIOĞLU S, LEE C C. The effect of energy price shocks on commodity currencies during the war in Ukraine[J]. *Resources Policy*, 2023, 82: 103571.
- [22] CALI M, CANTORE N, MARIN G, et al. Energy prices and the economic performance of firms in emerging countries[J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2023, 61: 10693.
- [23] TORRISI A. Molycorp losses persist due to disruptions and low rare earths prices[J]. *Industrial Minerals*, 2014, 559: 13.
- [24] BUUR L, PEDERSEN R H, NYSTRAND M J, et al. The politics of natural resource investments and rights in Africa: a theoretical approach[J]. *The Extractive Industries and Society*, 2020, 7(3): 918-930.
- [25] 孙坚强, 崔小梅, 蔡玉梅. PPI和CPI的非线性传导: 产业链与价格预期机制[J]. *经济研究*, 2016, 51(10): 54-68.
SUN Jianqiang, CUI Xiaomei, CAI Yumei. Nonlinear transmission of PPI and CPI: industrial chain and price expectation mechanism[J]. *Economic Research*, 2016, 51(10): 54-68.
- [26] 吴一丁, 王雨婷, 罗翔. 微观视角下我国稀土产业链延伸的驱动因素研究[J]. *中国矿业*, 2020, 29(10): 8-14.
WU Yiding, WANG Yuting, LUO Xiang. Research on the driving factors of the extension of China's rare earth industry chain from a micro perspective[J]. *China Mining Magazine*, 2020, 29(10): 8-14.
- [27] 陈鑫烁, 冯海波, 李安华. 高丰度稀土永磁材料研究进展[J]. *粉末冶金工业*, 2021, 31(5): 111-115.
CHEN Xinshuo, FENG Haibo, LI Anhua. Research progress on high abundance rare earth permanent magnet materials[J]. *Powder Metallurgy Industry*, 2021, 31(5): 111-115.
- [28] 闫阿儒, 丁广飞, 郭帅, 等. 高丰度钇在永磁材料中的应用研究[J]. *中国稀土学报*, 2021, 39(3): 425-435.
YAN Aru, DING Guangfei, GUO Shuai, et al. Research on the application of high abundance yttrium in permanent magnetic materials[J]. *Chinese Journal of Rare Earth Sciences*, 2021, 39(3): 425-435.
- [29] 赖丹, 吴一丁. 南方离子型稀土产业发展现状、问题及出路: 以赣州为例[J]. *稀土*, 2019, 40(4): 140-148.
LAI Dan, WU Yiding. The current situation, problems and solutions of the development of ion type rare earth industry in the south: taking Ganzhou as an example[J]. *Rare Earth*, 2019, 40(4): 140-148.
- [30] 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.
LAI Dan, WU Wenwen. Cost benefit study of ionic rare earth mining industry from the perspective of resources and environment[J]. *Journal of China University of Mining and Technology(Social Sciences Edition)*, 2013, 15(3): 63-70.
- [31] 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.
- [32] 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.
PAUL S, QIN Qi. Free trade: blessing? What's the trouble?[J]. *Comparison of Economic and Social Systems*, 2006(1): 64-69.