

从“对立统一”到“规则输出”： 中国稀土产业发展及战略演进[※]

内容提要：稀土已成为大国竞争的关键。中国经历了“资源整合—产能提升—技术突破”的三级跨越，当前正迈向“规则输出”的新阶段。研究表明：其一，中国稀土主权基于自然禀赋与产业体系，通过环境治理与全球责任平衡，实现资源可持续管理与国际共赢；其二，中国通过技术创新与绿色升级双轮驱动稀土产业战略转型，以技术自主与标准引领重塑全球竞争力，实现从资源输出到技术引领的跨越；其三，中国在稀土供应链治理中，通过平衡垄断属性与国际合作，将资源优势转化为以规则与创新驱动的有序竞争优势，重塑全球治理模式。面向未来，中国需实现三重统筹：协调资源开发与产业升级，构建绿色高效的资源治理体系；融合战略导向与市场机制，打造自主可控的开放创新生态；平衡主权管控与国际协同，推动形成包容共赢的全球规则框架，从而在全球稀土格局持续演进中巩固系统性优势。

关键词：稀土 对立统一 产业发展 规则输出

中图分类号：F12；F420

文献标识码：A

文章编号：1009—2382(2026)03—0081—11

DOI:10.13891/j.cnki.mer.2026.03.009

一、引言

自中美贸易摩擦升级至“科技冷战”以来，稀土作为“高科技命脉”，逐渐成为国际博弈中的焦点。这组包含17种特殊金属元素的物质，因其独特的磁学、光学和催化性能，已成为支撑第四次工业革命和绿色能源转型的核心材料。从智能手机、电动汽车到风力发电机、军用隐身战机，再到医疗成像设备和卫星通信系统，稀土材料在现代科技产业的各个关键领域都发挥着不可替代的重要作用(Apergis和Apergis, 2017)。国际能源署(IEA)预测，为实现全球碳中和目标，到2030年稀土需求较2021年将增长3~7倍，其中永磁材料的需求增幅最为显著。在此背景下，稀土竞争已超越商业范畴，上升为国家安全层面的战略博弈，稀土供应链的韧性建设成为各国产业政策的重点方向。中国作为全球唯一具备“资源—冶炼—材料—应用”全链条能力的国家，凭借系统性的三重优

势：全球近半数的储量占比、成熟的分离冶炼技术以及国家主导的产业整合政策，确立了其在全球稀土格局中的主导地位。这一结构性优势，是中国掌握供应链定价权、参与全球博弈的战略基石(夏启繁和杜德斌, 2024)。

面对稀土供应链的潜在风险，全球主要经济体正加速稀土产业布局。美国通过《国防生产法》将稀土列为关键战略资源，投入数十亿美元重启本土矿山(如加州芒廷帕斯矿)并推动稀土精炼厂建设；欧盟在《欧洲关键原材料法案》中设定明确目标，计划在2030年前将稀土回收率从不足1%提升至15%，同时加强成员国与非洲、澳大利亚等地区的资源合作；日本和韩国则聚焦“技术突围”，支持企业研发无稀土电机或稀土替代材料。然而，这些替代方案仍面临成本高、技术不成熟等制约。例如，特斯拉虽宣布研发无稀土电机，但行业普遍认为，未来十年内，高性能稀土永磁材料仍难以被完全替代。与此同时，中国正加速

[※] 基金项目：国家社会科学基金一般项目“信息技术变革赋能中国对外贸易高质量发展的机制”(编号：21BJY052)；国家自然科学基金青年项目“能源短缺与环境治理背景下中国工业能源消费结构的优化路径研究：基于异质性有偏技术进步的视角”(编号：71904077)。

向稀土产业链高端迈进,通过政策调控和技术升级,限制初级产品出口,推动深加工产业发展,进一步巩固其市场主导地位。目前中国控制着全球约六成的稀土开采和九成的精炼产能,这一供应格局引发了美欧日等经济体的强烈危机感。促使各方通过本土开采、国际合作与技术替代等多重路径重构供应链,以减少对中国稀土的依赖。

在此背景下,稀土资源的战略价值日益凸显。中国海关总署数据显示,2025年6月中国稀土出口量达到7742.20吨,环比增长32.40%,同比增长60.30%,创2009年以来单月最高纪录。然而,执法监管薄弱以及稀土定价权长期旁落等问题,给中国的资源安全和经济可持续增长带来了显著的不利影响。因此,为阐释中国稀土贸易战略从“对立统一”向“规则输出”的演进逻辑,本研究将从稀土资源多重属性出发,梳理全球稀土产业发展脉络,重点考察中国稀土产业的成长路径与管理对策,以期构建一个系统性的阐释框架。

二、资源主权:地缘战略价值与内在矛盾的对立统一

1. 自然垄断与产业需求的动态平衡

稀土作为包含镧、铈、镨、钕等17种关键金属元素的战略资源体系,其资源主权的确立与强化,深刻体现了地缘战略价值与多重内在矛盾的对立统一。自然层面,中国凭借其全球最丰富的资源禀赋,构筑了坚实的资源主权基础。据美国地质调查局(USGS)数据显示,2024年中国稀土产量占全球总产量的69.23%。此外,以内蒙古白云鄂博轻稀土与江西赣州离子吸附型重稀土为核心、空间上呈现“北轻南重”的资源分布格局。这一自然垄断优势,尤其是对全球近九成开采量及下游分离加工技术近乎垄断的重稀土资源的掌控,为中国构建从“资源—冶炼—材料—应用”的全产业链体系提供了根本保障,使得全球大多数国家在稀土精矿的后续分离与加工环节形成对中国的深度供应链依赖;产业层面,稀土元素凭借其独特的磁—光—电性能耦合,已深度渗透至国民经济与国防建设的核心领域。从支撑风电、电动汽车驱动电机的钕铁硼永磁材料(核心元素钕、镨、镝、铽),到应用于高清显示的发光材料(铟、铋),再到石油催化、

储氢、核医疗及航空航天等四十余个战略方向,稀土已成为现代工业体系,特别是正在转型升级的中国新能源汽车产业等关键部件不可或缺的“工业维生素”(Nassar等,2015)。随着技术迭代,稀土在高技术新材料中的战略价值日益提升,推动中国加速布局高端稀土材料产业,其已成为现代工业体系的核心战略资源(朱学红等,2018)。

稀土资源主权的行使与巩固,根植于地缘战略价值与资源—环境—产业多重矛盾的对立统一之中。一方面,稀土供给保障与生态约束存在冲突。全球近九成的重稀土资源集中分布于中国南方离子型矿床,而新能源产业对钕铁硼永磁材料的年需求增速超过20%,导致镝、钕等关键元素的供需缺口持续扩大。然而,稀土开采伴随着高昂的环境代价——每生产1吨稀土氧化物约产生2000吨放射性尾矿,这与全球碳中和目标下绿色产业对稀土的刚性需求形成了根本性失衡(Golev等,2014)。同时,西方严苛的环保法规显著抬高了稀土项目的前期投入与运营成本,使多家海外企业盈利空间被大幅压缩,甚至出现“成本与售价倒挂”的困境,进而抑制了全球稀土产能扩张,凸显了资源开发与环境保护间的普遍矛盾。另一方面,产业需求对稀土资源开发呈现出显著的逆向塑造作用,推动其范式从粗放走向精准。市场对钕、镝、铽等元素性能要求的不断提高,促使资源开发向精细化、定向化方向演变。例如,永磁电机高温稳定性需求推动高镝含量矿体的勘探与开发,5G滤波器小型化趋势促使高纯铈资源评价体系重构。产业需求不仅改变了矿床经济价值的排序,也驱动分离技术从传统酸法浸出逐渐演进至选择性萃取与分子识别技术,使以往难以利用的伴生元素(如铷、铯)具备产业化提取可行性(Jiang等,2025)。开发模式也随之发生深刻变革,传统粗放式开采正逐渐被“矿床定制化开发—元素定向提取”新范式替代。需求导向的资源再造模式,重新定义了稀土资源的价值维度与利用范式,为主权国家在资源约束下开辟了新的战略路径。

2. 战略安全与商业利益的协同演进

稀土因其在高技术产业、国防军事工业及全球绿色能源转型中的不可替代作用,已成为大国地缘战略竞争的焦点,其资源主权问题也日益凸显出战略价值

与内在商业逻辑的对立统一。战略层面,稀土等矿产是保障国家安全与赢得科技竞争优势的核心,在导弹、雷达、卫星等高端武器装备中不可或缺,直接关系到国家的军事战略优势(夏启繁和杜德斌,2024)。同时,新一轮科技革命驱动产业向数字化、绿色化转型,稀土作为新一轮科技革命中的战略性资源,关乎未来的科技主导权与全球地位(杨丹辉,2025)。因此,为削弱对中国稀土供应的依赖,美国等国家正积极推动技术的“去稀土化”,深刻影响了全球产业链的分布与供需格局(杨丹辉等,2024);商业层面,资源主权的行使并非仅由战略逻辑驱动,其商业属性与内在矛盾同样关键。中国作为稀土资源大国,曾因过度开发和超额供应导致资源储量急剧下降、储采比恶化(张维等,2018)。这一矛盾促使中国政府自2011年起着手建立战略储备体系,旨在通过调控资源消耗来保障国家资源安全、提升国际市场定价权(陈建云等,2024)。需求增长推动稀土价格上升,吸引了大量资本,推动了全产业链的整合与发展,并创造了可观的经济效益与就业机会。但是,产业的发展必须遵循市场规律,在追求经济收益的同时,必须兼顾资源的可持续利用与生态环境保护,以平衡经济与社会效益。

资源主权的实践,本质上是地缘战略诉求与资源开发中的战略与商业属性之间不断博弈并寻求统一的动态体现。稀土资源的商业与战略属性通过以下两方面形成动态统一:一方面,体现在价值创造的乘数效应上。商业层面,稀土永磁材料全球市场规模预计2025年将达到350亿美元,中国占据约68%的供应份额,主导全球产业链^①。战略层面,中国通过国防采购溢价和长期供应协议,不仅提升了稀土产业利润空间,更保障了基础产能利用率。商业市场与战略需求的协同,有效促进了技术进步并反哺高端应用。稳定的利润预期和政府支持,使企业能持续投入研发资源以攻克关键技术。例如,MP Materials公司依托

其在商业稀土磁体领域积累的技术和生产经验,成功开发出用于F-35战机等尖端装备的特种合金;另一方面,体现在供应链弹性构建上。全球稀土产业呈现出“商业布局全球化”与“战略部署多元化”互补的格局。在商业层面,中国凭借其主导的产业规模(供应全球约90%的加工产能)形成了显著的成本优势^②。在战略层面,为应对供应链风险,各国正积极推动部署的多元化,例如美澳在2025年签署协议,共建关键矿产供应保障体系并投入巨资^③。这种“商业流动+战略托底”的双轨模式,既避免了冷战式资源封锁,又防范了市场失灵风险,有效提高了全球稀土供应链韧性(Liu等,2023)。

3. 垄断控制与国际合作的辩证统一

稀土的资源主权不仅体现为“资源、技术、政策”三重壁垒所产生的垄断特性,也通过全球产业链中复杂的合作网络展现出其内在的“竞合平衡”逻辑。垄断层面,根据美国地质调查局(USGS)数据显示,中国凭借占全球48.4%的稀土储量,尤其是重稀土领域80%以上的全球占比,形成了资源端的绝对主导。此外,中国所掌握的300+级溶剂萃取流程和99.99%超高纯提炼技术,使中国在良品率与成本控制上领先海外稀土企业,形成“资源漏斗”现象^④。同时,中国通过开采配额制度与出口管制措施,强化了对稀土供应链的刚性管控(下表1),如2025年对七类中重稀土及其磁体实施的出口管制,直接牵动美国军工与高科技产业命脉;合作层面,稀土的垄断特质并未削弱其合作属性,反而催生了以“技术互嵌、资源绑定、政策协调”为特征的协作体系。技术上,中国稀土集团与日本日立金属通过专利交叉授权,共同主导全球八成以上的高端钕铁硼市场。资源上,中国企业通过参股缅甸稀土矿等股权合作,将地缘风险转化为利益共同体。政策上,中日韩建立多边储备共享机制,在价格

① 《2025年全球稀土永磁材料市场调研报告》,全球环保研究网, <https://www.gepresearch.com/80/view-897324-1.htm>, 2025-10-26。

② 《2025年稀土市场格局:全球供应链重构与重点企业战略分析》,中国报告大厅网, <https://www.chinabgao.com/info/1291202.html>, 2025-11-16。

③ 《美澳签署千亿美元合作协议以强化关键矿产与防务同盟》,北京商务局网, https://sw.beijing.gov.cn/zt/mymcyd/smdtx/202511/t20251125_4303915.html, 2025-11-26。

④ 《“政治表演”背后的技术鸿沟与市场反噬》,新浪财经网, <https://finance.sina.com.cn/money/future/wemedia/2025-10-28/doc-infvkytv9107529.shtml>, 2025-10-28。

波动超阈值时启动调剂机制。中美欧携手构建稀土 ESG 认证体系,将中国绿色开采技术纳入国际标准。由此可见,稀土领域的垄断是资源主权的刚性表达,而合作则是其实现战略价值、化解外部压力的柔性策略。

表 1 寡头垄断供给结构

环节	中国控制力	海外替代瓶颈	数据来源
矿产开采	全球 70%	澳洲 Lynas 产能仅占 12%	工信部配额指标
精炼分离	全球 90% 以上	海外良品率低于 30%	《稀土管理条例》
永磁制造	全球 85%	专利壁垒(日立 Neomax)	稀土行业协会报告
高端应用	全球 20%	欧美把控终端定价	企业财报分析

稀土的垄断属性与合作属性在现实中呈现出动态博弈的复杂关系。当前全球稀土格局呈现出典型的寡头垄断特征,美国地质调查局(USGS)数据表明,中国凭借占全球 90% 的重稀土储量和 88% 的分离产能形成了坚实的资源壁垒,而日本则通过掌控全球 46% 的永磁专利构筑了技术垄断。然而,供应链安全压力和环境治理挑战(国际能源署发布的《2024 年全球关键矿物展望》指出,全球稀土供应链面临“显著”环境与治理挑战)又倒逼各国走向合作。这种对立统一在实践中表现为一种精密的动态制衡机制:当企业利润率因垄断行为持续攀升(如英伟达 2024 年毛利率达 56%)时,主要经济体倾向同步启动反垄断调查。若供应中断风险加剧,则通过多边框架提前协调产能与储备,以保障基础供应并形成动态制衡。为化解资源主权内在的战略垄断需求与全球化合作趋势间的矛盾,构建“有限垄断+深度合作”的新型竞合关系成为关键路径(余敏丽和章和杰,2018)。“有限垄断+深度合作”模式旨在兼顾战略安全与全球效率。然而,历史经验表明,长期、僵化的国际供应管理协定往往难以持续。因此,新型合作更可能侧重于提升整体供应链的透明度、多元化和基于市场的韧性,例如通过技术共享、ESG 标准融合与联合投资,在承认现有产业格局(有限垄断)的基础上,探索更可持续的协作红利。

三、权力转移:国际稀土产业主导权的更迭路径

1. 单极格局:美国主导期(1950 年代—1980 年代)

1950 年代至 1980 年代,全球稀土产业逐步形成了以美国为核心、欧美日三方协同的“资源—技术—市场”三级分工体系。美国凭借芒廷帕斯矿(高峰期供应全球约 70% 的稀土原料)主导上游资源供应,其出口量从 1953 年的 150 吨迅速增长至 1984 年的 1.41 万吨,始终占据全球贸易总量的六成以上(表 2),奠定了以混合氧化物产品为主的单极格局,确立了其全球稀土市场中的主导地位。表 2 展示了 1950 年代至 1980 年代期间美国稀土出口量及其在全球市场中的占比情况。

表 2 美国稀土出口量及占比

年份	出口量(吨)	占世界可统计贸易量
1953	150	~90%
1958	620	~90%
1962	1800	~85%
1966	7200	~80%
1970	9100	~75%
1975	11300	~70%
1979	12500	~65%
1984	14100	~60%

数据来源:USGS, Mineral Yearbook。

然而,这一由美国主导的格局因其内在的结构性矛盾而难以维系,最终为权力转移创造了条件。美国采用露天开采结合硫酸浸出的粗放型工艺,在实现规模化生产的同时,也引发了显著的环境问题。每提炼 1 吨稀土氧化物,就会产生数千立方米含钍放射性尾矿,其生态风险随着时间推移呈指数级增长。进入 20 世纪 90 年代后,随着美国《资源保护与回收法》等环保法规日益严格,治理成本大幅上升。与此同时,中国凭借离子吸附型中重稀土资源以及低成本的冶炼分离技术,迅速扩大出口规模。1990 年至 2005 年间,出口量增长近 10 倍,而平均出口价格下降了 50%,对国际市场造成价格冲击(周美静等,2020)。在环保成本高企与中国低价竞争的双重

压力下,芒廷帕斯矿于2002年全面停产,全球稀土产业链迎来首次空间重构:资源开采环节分散至澳大利亚、美国等地,而高能耗、高污染的冶炼分离环节则集中向中国转移,逐步形成“资源在外、冶炼在中”的分工格局,国际稀土产业的主导权正式从美国转移至中国。

2. 权力更迭:中国崛起期(1986—2010年)

中国在1986年至2010年的崛起,标志着全球稀土产业主导权由欧美向东亚的根本性转移。这一时期,中国凭借白云鄂博与南方离子型矿的资源优势、低成本冶炼技术及政府补贴,迅速构建起从原料到深加工的完整产业链。在“以资源换市场”战略驱动下,中国稀土出口呈现典型的“量增价跌”倒V型曲线。由表3可知,中国出口量从1986年的0.52万吨激增至2004年的5.33万吨,但均价却从每吨1.25万美元跌至0.93万美元,形成“资源红利”与“环境代价”并存的剪刀差(周美静等,2020)。在“以资源换取技术与市场”的引领下,推动了中国稀土深加工能力的跃升,最终形成“资源—技术—政策”三位一体的垄断格局,全球供应链进入中国主导阶段。

表3 1986—2010年中国稀土出口量

阶段	年份	官方出口量(吨)
起步放量	1986	5187
	1989	9154
快速扩张	1991	8204
	1995	42355
	2000	46500
	2004	53300
政策收紧	2006	65000
	2007	59000
	2008	50145
	2009	36074
	2010	39813

数据来源:中国海关统计、海关总署历年统计年鉴。

2005年起,中国稀土贸易进入战略转型期,政

策调控与产业升级双轮驱动成为主旋律。为应对资源透支与环境压力,中国逐步取消出口退税,加征关税,并通过年度配额制度强制压缩出口规模。由表3可知,2006年中国出口量仍达6.5万吨,但到2007年配额骤减至5.9万吨,2009年进一步缩减至3.6万吨,实际出口量与配额基本保持一致。配额的收紧不仅扭转了“量增价跌”的趋势,而且推动出口结构向高附加值产品优化。2005—2010年,中国氧化稀土出口量下降而永磁体出口量年均增长约12%,其占出口总量比重由23%升至29%,出口结构向高附加值产品优化(王利清和洪梅,2012)。这一转型不仅实现了从“资源输出”到“技术输出”的模式升级,也通过“市场换技术”策略使中国在稀土永磁领域的全球专利占比从1990年的5%跃升至2010年的35%,为后续获得产业主导地位奠定了基础(周雷等,2021)。

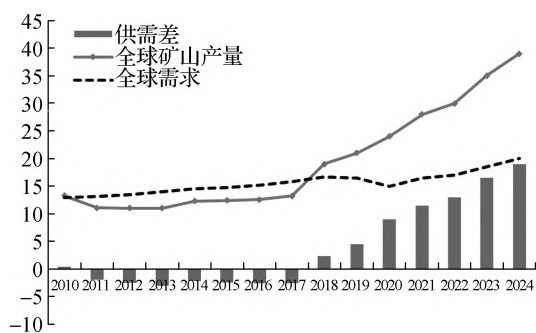
中国依托丰富的稀土储量、较为完整的产业链以及较低的生产成本,已成为全球最大的稀土生产和出口国家。凭借质优价廉的稀土产品,迅速占据了国际市场份额,深刻改变了全球稀土产业的格局。相比之下,美国、澳大利亚等国的稀土产业因成本、环境、政策等问题逐步衰退。中国在全球稀土市场中的占比持续扩大,一度掌控了超过90%的全球稀土供应。2010年,中国以约36%的稀土储量承担了全球97%的产量,低价稀土导致资源贱卖与环境透支^①——内蒙古白云鄂博矿区的放射性废渣堆积如山,赣州离子型矿开采造成水土流失面积达302平方公里(周夏飞等,2016)。阶段性产业矛盾在2010年钓鱼岛争端中集中爆发。中国对日稀土禁运,导致东京电子股价单日暴跌12%,迫使日本启动“三个箭头”战略,这一事件成为全球稀土供应链重构的转折点,标志着全球稀土供应链格局由“单边主导”向“多边竞合”演进(Schmid, 2019)。

3. 格局重构:多边竞合(2010年至今)

当前全球稀土产业已形成以中国为核心、多国竞合博弈的复杂格局。从需求端看,新能源汽车、风电

^①《稀土保卫战:长期低价贱卖命运能否扭转》,新浪财经网, <https://finance.sina.cn/sa/2010-10-18/detail-ikftssan9009350.d.html>, 2025-10-28。

及人形机器人等绿色科技产业推动稀土需求持续攀升。而供应端则呈现“资源分散、精炼集中”的特点。其中,中国凭借占全球70%的产量和90%的精炼产能主导供应链,而美国、澳大利亚等国正加速构建替



数据来源:USGS Mineral Commodity Summary。图2同。

图1 2010—2024年全球稀土供需变化(单位:万吨)

这一转变经历了从“短缺”到“过剩”再到“结构再平衡”的复杂过程。2010—2013年全球稀土供需存在显著缺口,推动稀土价格上涨,进而触发贸易争端。随后美国芒廷帕斯矿重启、澳大利亚莱纳斯投产,推动全球产量从2014年的12.3万吨增至2024年的39万吨,导致2018—2020年间稀土产能累计过剩约35万吨,价格较2011年高点下跌超80%。然而,当前扩产集中于轻稀土,而新能源汽车驱动的镨钕、镓、铽等关键元素需求年均增速达12%~15%,重稀土供应瓶颈依然突出(Wang等,2019)。在此过程中,国际稀土格局逐步形成以中国为核心、多国竞合博弈的复杂局面。中国、美国与德国构成全球稀土贸易的三大核心经济体。中国凭借稀土储量和产量优势,以及完整的产业链体系,在全球稀土供应链中占据主导地位。但是,中国稀土产业仍面临“大而不强”的发展困境,且在全球竞争中面临“多维挤压”风险(李航飞和魏少彬,2024)。

稀土产业主导权的更迭,已超越“经济收益”范畴,演变为大国在战略安全与产业链控制权上的系统性竞争。美西方正通过技术封锁、盟友合作(如与日本、澳大利亚构建“关键矿物联盟”)及《通胀削减法案》等立法手段,加码技术研发与产业补贴,推动全产业链复苏,降低对华依赖(Wang等,2019)。澳大利亚由资源输出向高纯度加工跃迁,具备全流程分离提纯能力,是除中国外少数可稳定供应高纯稀土的厂商。

代体系。这一格局标志着稀土产业正从单极主导向多边竞合的历史性方向转变。图1和图2分别是2010—2024年全球稀土供需时间变化和2010以后主要国家稀土产量示意图。

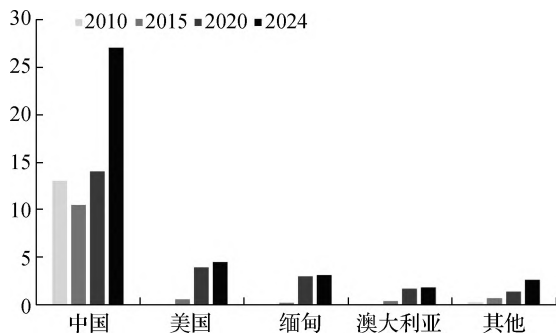


图2 2010年以后主要国家稀土产量(单位:万吨)

日本凭借应用技术优势开展全球资源外交。反观中国,虽然其在资源端居全球储量与产量双第一,但其产业体系内部仍存在若干深层次结构性问题:一是结构失衡问题,尽管各项采冶技术已达到世界前列,但资源安全意识淡薄。二是产品竞争力不足,稀土前端产业的研发人员、研发资金等要素投入不足,产能过剩以及前端新技术成果研发缓慢。三是生态环境成本问题,前端产业的环境负外部性仍未能得到控制,稀土产品价值组成机制缺失(徐菘泽和刘朝晖,2021)。简言之,当前全球稀土格局的竞争,实则是中国既有的全产业链优势与西方重构供应链企图的战略对峙,稀土博弈已从“资源”争夺演变至“资源—技术—规则”主权与制定权之争(杨丹辉等,2024)。因此,在多方竞合的国际背景下,掌握技术创新优势与规则主导权,将成为决定未来全球稀土治理体系走向的战略制高点。

四、规则重塑:中国从资源依赖 迈向规则输出的战略跃迁

中国稀土产业正处在重要的战略转型期,其发展逻辑已从过去的“资源垄断”演进为如今的“资源—技术—规则”三位一体的战略驱动,以期在国际市场上夯实资源基础、筑牢技术壁垒、主导规则制定,从而占据全球价值链制高点,提升定价权与战略话语权。

1. 资源依赖:从储量优势到双轨并行

世界百年未有之大变局下,中国稀土产业长期凭借储量和产量优势,形成了以资源禀赋为核心的发展模式。然而,资源主导的粗放开采模式导致尾矿污染、重金属渗漏及放射性危害等环境问题频发,如包头尾矿库的长期堆积与赣州“原地浸矿”工艺引发的水体酸化、土壤污染及公共健康风险,凸显了资源依赖路径的不可持续性。这一困境根植于稀土自然属性与产业属性的深层矛盾:稀土作为“工业维生素”,其价值实现高度依赖下游高端应用(如永磁材料、催化剂、国防科技),但过去低成本开采优势反而弱化了技术积累与产业链协同,造成产业属性与其自然禀赋之间脱节,导致中国长期滞留于初级产品出口、高端材料依赖进口的被动地位。

为突破资源依赖瓶颈,中国通过立法规范与总量调控重构资源管理框架。2024年10月正式实施的《稀土管理条例》以“保护资源与开发利用并重”为原则,明确稀土资源国家所有权,并对开采、冶炼分离实行总量调控。2025年配套出台的《稀土开采和稀土冶炼分离总量调控管理暂行办法》进一步细化指标分配与执行监督,通过“配额池”机制压缩低效产能(中国连续6年保持开采配额零增长,其中重稀土配额比2018年再压减12%,用“配额池”替代“产能竞赛”^①),并将总量控制权集中至中国稀土集团、北方稀土等国企。此举不仅遏制了资源过度开发,更通过战略储备与流通追溯强化主权掌控——国家建立“实物储备+矿产地储备”双轨体系,并依托稀土产品追溯信息系统实现全链条监管。

除此之外,中国在稀土领域推行“绿色化”与“高端化”并行的双轨战略,系统推动产业升级与国际规则塑造。在绿色化方面,通过制定严格环境标准驱动技术升级,如2024年发布稀土环境产品声明标准并建立环境产品声明平台(EPD),以全生命周期评价促进工艺迭代。在高端化方面,2025年10月,商务部对钕、钇等关键中重稀土及相关技术实施管制,覆盖全产业链环节与境外长臂管辖,将资源优势转化为技术主权与规则主导权。这一战略依托国家主导的产

业整合,推动稀土产业从“地理垄断”转向“供应链节点掌控”,实现集约化开发(罗翔等,2025)。中国还将环境治理作为战略纽带,推出《稀土绿色开采标准》和“绿色关税”,并推动中欧共建碳足迹核算规则,使中国标准逐步国际化。更具突破性的是中国主导的稀土可持续发展认证体系(RSC)。该体系将资源主权(开采配额)、技术规范(分离纯度)以及环保要求(放射性治理)纳入统一框架,形成“资源—技术—规则”三位一体的策略,迫使欧美国家即使开采本土矿产(如美国芒廷帕斯矿)仍依赖中国精炼产能,形成“开采在外、精炼在华”的依赖闭环。

总言之,中国稀土政策的转型本质是从静态储量依赖转向动态治理能力构建。通过集团化整合(如组建中国稀土集团)抑制内耗,依托“一带一路”布局海外资源渠道,同时以绿色关税、碳足迹核算等规则输出推动国际标准对接。最终,中国通过资源主权的精细化运营(总量管控、储备调节)与产业属性的高阶跃升(技术突破、标准制定),实现自然禀赋与战略需求的统一,为全球资源治理提供以主权强化支撑可持续发展的“中国方案”。

2. 技术跃迁:从科技安全到生态治理

国际稀土行业竞争焦点已经由资源竞争转向技术竞争(曹玉婷等,2023)。以中国稀土永磁材料领域专利申请数为例,分析近年来稀土技术格局领域的大致变化情况。全球与中国稀土永磁材料领域专利申请数及中国占世界的比重如表4所示。

表4 稀土永磁材料领域专利申请量

年份	全球专利申请量(件)	中国专利申请量(件)	中国占比(%)
2015	8200	3500	42.70%
2017	10500	5200	49.50%
2019	13000	7800	60.00%
2021	15200	10500	69.10%
2023	16800	12900	76.80%

资料来源:Derwent Innovation 专利数据库。

^① 工信部:《稀土行业发展规划(2016—2020年)》。

中国稀土产业的技术发展路径呈现出从科技安全自主可控到绿色生态治理的系统性跃迁。这一进程以稀土永磁材料领域的专利突破为标志(表4):2015年至2023年,中国该领域专利申请量从3500件激增至12900件,全球占比由42.70%跃升至76.80%,其中2019年占比突破60%标志着技术主导权的转移。这一成就源于新能源产业扩张、区域创新集群(如包头专利密度达全球5倍)及国家战略资源的政策倾斜。然而,中国专利中实用新型占比较高,核心技术创新仍面临美日封锁,凸显科技安全仍存短板(方文龙等,2024)。目前,中国通过绿色技术重构稀土产业底层逻辑。一方面,推广“浸萃一体化”镁盐体系等新工艺,替代传统硫酸铵浸取工艺,缩短工序并提高回收率,源头消除氨氮污染;另一方面,包头与赣州作为重要的资源型城市,近年来通过建设“无废城市”和工业资源综合利用基地,其工业固体废物的综合利用率得到了显著提升。此外,针对尾矿等难处理固废,行业正持续攻关生物浸出等资源回收技术。但原地浸矿工艺的水土污染、无铵镁酸浸出液的新型污染等问题,仍暴露绿色技术的不成熟性,生态治理任重道远(曹玉婷等,2023)。

政策体系上,中国以“科技—生态”双轨驱动技术跃迁。在科技安全领域,2025年商务部对稀土技术实施出口管制,将含有中国成分 $\geq 0.1\%$ 的境外物项纳入许可管理,并限制军事用途出口,强化技术主权屏障;在生态治理领域,2025年《稀土开采和冶炼分离总量调控暂行办法》通过配额管控与追溯系统,将环境成本内部化,同时全国稀土标委会牵头制定火法冶炼、晶体生产等细分领域温室气体核算标准,推动产业低碳转型。除此之外,中国通过“国家重点研发计划”专项扶持基础研究,依托国企整合(如中国稀土集团)形成规模效应,并借助中德合作引入循环利用技术。然而,高端应用领域(如高纯度材料、永磁电机)仍与日美存在差距,需通过市场机制化解研发投入与短期盈利的矛盾(王永中等,2023)。当前,中国稀土产业已形成“战略引领—商业反哺”的闭环(张琳和葛建平,2022)。技术突破保障供应链安全,绿色标准输出(如中欧碳足迹核算合作)则提升国际规则话语权,最终实现从资源依赖到技术主导的范式革命。

总言之,中国稀土技术的跃迁,本质上是一场统筹科技安全与生态治理的战略实践。其核心路径,是以“专利布局”守卫产业链安全,用“绿色标准”重塑全球价值链,从而将资源禀赋升维为“技术主权”与“生态规则”的双重优势。然而,这一进程仍面临底层基础研究的严峻瓶颈。无论是4f电子配位理论空白,还是新型萃取剂分子设计盲区,都亟待突破。唯有跳出“实用新型专利碎片化”陷阱,前瞻布局量子稀土存储、手性超材料、AI逆向分子工程等前沿领域,构建坚实的底层专利簇,方能最终实现从“技术追赶者”到“标准定义者”的范式超越。

3. 规则输出:从资源管控到开放协同

中国稀土产业管制政策体系历经从“粗放管控”到“精细治理”的转型,形成了以标准、开采、环境、税费四大支柱为核心的监管框架。其中,标准管制通过市场准入、出口企业准入、投资准入和行业标准制定,实施全产业链严格管控;开采管制重点打击非法开采、加工和走私,出台专项整治行动方案,标志着政策向微观执行深化;环境管制响应生态文明建设要求,综合运用法律规制、财政补贴和行业引导等措施,完善环保政策体系;税费管制的核心是资源税改革(2015年起从价计征,2016年强化其市场调节作用),促使外部成本内部化。此举直接或间接增加了企业生产成本,客观上提高了行业准入和环保门槛,有效规范了生产秩序并促进了环境保护(吴巧生等,2023)。这一体系在2014年WTO“稀土案”败诉后加速重构:中国取消出口配额与关税,转而通过供给侧改革推动产业链安全与价值链跃升,政策目标从“出口创汇”转向“国内高端循环与国际规则主导”的双轨协同。

为破解“资源诅咒”,中国通过总量调控与追溯系统实现资源主权精细化运营。2025年出台的《稀土开采和稀土冶炼分离总量调控管理暂行办法》明确由国家部委统筹年度开采配额,根据新兴产业需求动态调整,并建立稀土产品追溯信息系统,全链条监控资源流向。同时,环境治理与产业升级深度绑定:一方面推行绿色开采标准(如无铵浸出工艺),使包头市一般工业固体废物综合利用率已从2018年的约34%

大幅提升至2023年的54%^①；另一方面通过科研人员创新创业、减税激励等措施推动产业链向磁材、储氢合金等高端领域延伸。这种“放松生产束缚、收紧环保红线”的策略，既保障了战略资源供给安全，又为技术跃迁预留空间。然而，分工模式需要国际协作，但现有的全球贸易规则（例如WTO框架）未能充分考虑稀土贸易在环保与战略安全等方面的特殊需求。中国曾尝试利用其市场主导地位实施出口限制，却被WTO裁定为违反贸易规则，单边管制手段在全球治理中日益受限（周美静等，2020）。

因此，面对全球稀土分工体系，中国逐步摒弃单边管制，转向“内松外紧、分级管控”的开放协同模式。2025年出口管制新规对军民用途实施差异化审批：对军用重稀土实行“一批一证”总量锁定、终身追溯，确保战略安全；对民用轻稀土则开辟“绿色通道”，凭在线信用等级自动签发电子许可证，实现“卡脖子”与“不断链”的动态平衡。在金融与地缘布局上，推动人民币结算削弱美元依赖，依托“一带一路”与巴西、越南、坦桑尼亚等国签署“资源换技术”一揽子协议，输出膜萃取、CO₂矿化绿色冶炼工艺，锁定海外矿山51%以上包销权，既分散政治风险，又确保增量资源“为我所用”（周美静等，2020）。此外，中国主动参与国际规则塑造，例如加入日本主导的“稀土替代技术共同研究计划”，换取日企在华高端烧结专利授权。通过RCEP零关税清单削减钕铁硼薄片、镝铁合金贸易壁垒，以制度型开放对冲“友岸外包”，彰显大国责任与规则塑造力。

总言之，中国稀土政策的终极目标是将资源垄断优势转化为规则制定能力。短期可通过“稀土欧佩克”模式与缅甸、澳大利亚等资源国协调供应政策，协同资源国与消费国共同制定国际开采标准、价格协调机制与技术创新共享协议（高风平等，2019）；中期联合美欧共建战略储备与应急机制，增强供应链韧性；长期则需在G20、UNEP等多边平台嵌入稀土与气候议程，突出其绿色技术核心地位，以增强国际合作的吸引力与道义正当性（王永中，2022）。例如，中国主导的稀土可持续发展认证体系（RSC）将开采配额、技

术规范与环保要求整合，为全球提供公共产品。最终，中国需通过制度性开放实现角色转型——从规则接受者跃升为规则塑造者，在保障全球供应链稳定与技术共享的同时，推动自身向价值链顶端攀升，实现资源主权与全球责任的统一。

五、结论与政策启示

1. 研究结论

稀土是产业发展的关键所在，更是大国博弈的重要工具。过去四十年中，中国完成了“资源集中—产能扩张—技术追赶”的三步跨越，如今正站在“规则输出”的历史性节点上。本研究从对立统一角度对中国稀土产业发展进行深度分析，得出以下几点结论：

其一，中国对稀土资源的主权建立在自然禀赋与产业现状的双重基础之上。全球稀土资源分布极不均衡，中国储量约占全球的40%，产量则接近70%，这为国家主权提供了天然支撑。然而，稀土开采过程中伴随着严峻的环境问题，凸显了自然资源属性对产业发展的限制。为应对资源过度消耗和生态环境压力，中国采取了总量控制、组建大型企业集团以及构建全流程追溯机制等措施，以加强资源整合和推动可持续发展，旨在平衡主权行使与环境保护之间的关系，改变过去低价出口资源的局面。

其二，中国正积极推进稀土产业从“资源依赖”向“技术引领”的战略转型，核心在于统筹其战略属性与商业属性。中国聚焦高端稀土功能材料的自主制备与精密加工等关键技术领域，以保障国家经济与国防安全。政策层面，依托重大科技专项与产业基金等工具，集中突破“卡脖子”技术瓶颈。同时，绿色冶炼、尾矿生物浸出、磁体晶界扩散等工艺创新，不仅显著降低环境影响，也将环保要求提升为行业新门槛，大幅增加海外重建全产业链的时间与合规成本。此外，中国坚持“自主创新”与“开放合作”并重，在稀土循环利用等领域取得重要成果，并通过技术标准输出深度融入国际市场。

其三，中国在稀土供应链的治理中，展现出对垄

^① 《包头市人民政府办公室关于印发包头市“无废城市”建设试点实施方案的通知》，包头市人民政府网，https://www.baotou.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/fd_zdlyxxgk/ly_sthj/sthj_zcwj/202509/t20250923_550071.html，2025-10-28。

断特性与合作机制之间复杂关系的平衡能力。凭借资源禀赋和市场规律,中国在稀土上游领域逐渐确立了主导地位,显现出一定的垄断属性。然而,与传统垄断行为注重短期利益不同,中国正积极参与全球稀土治理体系,致力于成为理性规则的制定者。通过两轮集团化整合,配额、环保、税收及出口管制被纳入统一管理体系。采取“松紧结合”策略以激活高端循环,对外实施分级管控并推动人民币结算,将价格波动与地缘风险转嫁给下游,实现了“风险外移、收益内聚”的目标。中国逐步将资源垄断优势转化为以规则为基础、创新为驱动的“有序竞争优势”。

2. 政策启示

基于上述研究结论,提出以下几点政策启示:

其一,统筹自然与产业属性,构建绿色高效的资源治理体系。针对稀土资源地理分布不均衡与产业链价值匹配不足之间的矛盾,可推行“分级开发与国际协同”战略。国内层面,根据稀土元素禀赋特征实施差异化区域策略,对重稀土等战略性资源采取保护性与节制性开发模式,对轻稀土则推进规模化与环保型开发利用,并依托国家稀土资源交易平台的建设,构建融合环境成本、资源稀缺性及市场供需关系的定价机制,从而提升资源利用效率和产业价值;国际层面,应积极主导或深度参与国际稀土绿色开发标准与可持续认证体系的建立,促进资源属性与产业属性在全球范围内的有效衔接。支持国内企业通过技术合作、资本输出和管理经验共享等方式,获取境外稀土资源的长期开发权益,推动角色由单一“资源供给者”向“全球资源运营者”转变,进而在开放协作中强化国家资源主权的合法性与影响力。

其二,融合战略与商业属性,打造自主开放的创新生态系统。为缓解稀土战略安全需求与商业盈利动机之间的张力,可着力构建“以国家战略力量为主导、多元主体协同参与”的创新联合体系。由国家层面统筹规划,瞄准全球供应链中最紧缺的高端应用领域(例如高性能稀土永磁材料、稀土催化剂等),设立重大科技攻关项目,开展前瞻性、战略性的研发投入,着力突破关键核心技术瓶颈,强化国家战略安全保障。与此同时,应充分激发市场机制活力,通过税收优惠、首台套装备补贴等政策工具,积极引导民营企

业及外资企业参与中下游应用技术开发与商业化推广,构建“技术研发—产品转化—市场应用”一体化的良性循环机制。设立国际稀土创新合作基金,广泛吸引全球顶尖科研人才与机构共同致力于新一代稀土高效利用与替代技术的研发,将中国的战略需求有机嵌入全球创新体系,借助开放协作应对技术壁垒风险,最终实现技术自主与开放创新的有机统一。

其三,平衡垄断与合作属性,主导建设共赢的国际规则体系。推动中国由“供应主导”向“规则引领”的战略转型。一方面,应持续推进行业整合,保持供给端适度集中,以此作为参与全球治理和博弈的现实基础;另一方面,需超越传统以产量调控为核心的做法,积极依托中国市场的规模优势,主动发起并深度参与构建“稀土可持续发展国际联盟”,携手主要资源国与消费国共同制定覆盖资源开采、环境保护、劳工权益及循环利用的全生命周期国际准则。通过建立开放透明的稀土市场信息共享机制与价格稳定基金,将中国的供应链优势转化为提供全球公共产品(如增强产业链韧性、提升市场可预测性等)的能力。由此,中国可以在推动高水平国际合作的过程中确立其规则领导力,最终实现从“垄断优势”到“合作权威”的积极转变。

参考文献:

1. Apergis, E., and N. Apergis. The Role of Rare Earth Prices in Renewable Energy Consumption: The Actual Driver for a Renewable Energy World. *Energy Economics*, 2017, 62: 33-42.
2. Golev, A., M. Scott, P. D. Erskine, et al. Rare Earths Supply Chains: Current Status, Constraints and Opportunities. *Resources Policy*, 2014, 41: 52-59.
3. Jiang, Y., H. Li, Z. Zhang, et al. Enhancing Ecological Sustainability in Ion-Adsorption Rare Earth Mining Areas: A Multi-Scale Model for Assessing Spatiotemporal Dynamics and Ecological Resilience. *Ecological Modelling*, 2025, 502: 111038.
4. Liu, S. L., H. R. Fan, X. Liu, et al. Global Rare Earth Elements Projects: New Developments and Supply Chains. *Ore Geology Reviews*, 2023, 157: 105428.

5. Nassar, N. T., X. Y. Du, and T. E. Graedel. Criticality of the Rare Earth Elements. *Journal of Industrial Ecology*, 2015, 19(6): 1044—1054.
 6. Schmid, M. Rare Earths in the Trade Dispute between the US and China: A Déjà Vu. *Intereconomics*, 2019, 54(6): 378—384.
 7. Wang, J., M. Guo, M. Liu, et al. Long-Term Outlook for Global Rare Earth Production. *Resources Policy*, 2020, 65: 101569.
 8. Wang, X, M. Yao, J. Li, et al. Global Embodied Rare Earths Flows and the Outflow Paths of China's Embodied Rare Earths: Combining Multi-Regional Input-Output Analysis with the Complex Network Approach. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 216: 435—445.
 9. 曹玉婷、刘丹、张忠榕:《新常态下我国稀土产业发展的处境与应对策略研究——基于科技安全的视角》,《科技管理研究》2023年第1期。
 10. 陈建云、朱文兴、罗仙平:《稀有金属商业储备决策研究》,《中国管理科学》2024年第8期。
 11. 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》,《科技管理研究》2024年第3期。
 12. 高风平、张璞等:《国际稀土市场新格局与中国稀土产业战略选择》,《国际贸易问题》2019年第7期。
 13. 李航飞、魏少彬:《全球稀土贸易网络时空格局演化与中国地位变迁研究》,《世界地理研究》2024年第4期。
 14. 罗翔、李政、祝爽:《我国稀土企业集团整合赋能产业链延伸的历程、机制、效应与展望》,《中国矿业》2025年第6期。
 15. 王利清、洪梅:《从出口税率变化看我国稀土出口结构调整》,《稀土》2012年第2期。
 16. 王永中:《资源国关键矿产博弈的新动向及可能影响》,《人民论坛》2022年第15期。
 17. 王永中、万军、陈震:《能源转型背景下关键矿产博弈与中国供应安全》,《国际经济评论》2023年第6期。
 18. 吴巧生、苏慧等:《中国稀土供给安全政策体系演变及政策效果评估》,《中国地质大学学报(社会科学版)》2023年第6期。
 19. 夏启繁、杜德斌:《战略性关键矿产的地缘政治研究》,《地理学报》2024年第6期。
 20. 徐崧泽、刘朝晖:《我国稀土产业发展研究》,《合作经济与科技》2021年第18期。
 21. 杨丹辉:《战略性关键矿产全球供求格局演变与中国应对》,《经济纵横》2025年第3期。
 22. 杨丹辉、高风平等:《地缘政治与战略资源产业链重构——以关键稀土矿产和材料为例》,《中国人口·资源与环境》2024年第5期。
 23. 余敏丽、章和杰:《基于产业价值链提升的稀土企业联盟合作创新演化博弈分析》,《企业经济》2018年第3期。
 24. 张琳、葛建平:《稀土产业升级研究综述:现实困境、影响因素和可选路径》,《资源与产业》2022年第2期。
 25. 张维、张帆、帅传敏:《基于实物期权的稀土商业储备决策分析》,《中国矿业》2018年第10期。
 26. 周雷、李辉等:《基于专利信息的稀土产业全球发展及竞争态势分析》,《稀土》2021年第2期。
 27. 周美静、黄健柏等:《中国稀土政策演进逻辑与优化调整方向》,《资源科学》2020年第8期。
 28. 周夏飞、朱文泉等:《江西省赣州市稀土矿开采导致的水土保持价值损失评估》,《自然资源学报》2016年第6期。
 29. 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》,《国际贸易问题》2018年第1期。
- 作者简介:陈佩,安庆师范大学经济与管理学院讲师(安庆 246133);张为付,南京财经大学国际经贸学院教授、博士生导师(南京 210023)。

[责任编辑:张震]