



山东省知识产权公共服务平台

山东专利工程有限公司



稀土产业专利导航报告

梁山经济开发区管理委员会

山东专利工程有限公司

2025年06月

目录

第一章 概述.....	1
1.1 稀土产业概述.....	1
1.1.1 全球产业现状.....	2
1.1.2 产业链分析.....	5
1.1.3 市场竞争分布.....	15
1.1.4 中国稀土产业发展历程.....	20
1.1.5 政策环境分析.....	24
1.1.6 重点企业分析.....	26
1.2 稀土产业专利导航研究内容.....	33
1.2.1 导航需求分析.....	33
1.2.2 研究内容和方法.....	34
1.2.3 技术分解.....	36
1.2.4 检索策略及检索要素.....	37
1.2.5 数据筛选与数据处理.....	40
1.2.6 相关事项规定.....	41
第二章 稀土元素制备发展方向分析.....	44
2.1 产业发展趋势分析.....	44
2.2 地域专利分布.....	46
2.2.1 全球专利地域构成.....	46
2.2.2 国内专利地域构成.....	47
2.3 技术构成分析.....	49
2.4 主要创新主体分析.....	50
2.5 主要技术人才分析.....	51
2.6 山东省专利情况.....	52
2.7 专利运营情况.....	55
2.8 重点专利.....	56
2.9 技术发展路线.....	61
第三章 稀土新材料发展趋势分析.....	68
3.1.产业发展趋势分析.....	68
3.2 地域专利分布情况.....	70
3.2.1 全球专利地域构成.....	70
3.2.2 国内专利地域构成.....	71
3.3 技术构成分析.....	73
3.4 主要创新主体分析.....	74
3.5 主要技术人才分析.....	77
3.6 山东省专利情况.....	78
3.7 专利运营情况.....	81
3.8 重点专利.....	82
3.9 技术发展路线.....	89
3.10 小结.....	103
第四章 对标城市分析.....	105

4.1 赣州产业分析	105
4.1.1 资源储量	105
4.1.2 产业链现状	106
4.1.3 发展目标	107
4.1.4 扶持政策	108
4.1.5 龙头企业及高校	108
4.1.6 创新体系与人才支撑	111
4.2 包头产业分析	112
4.2.1 资源储量与战略地位	112
4.2.2 产业链条与产能布局	112
4.2.3 发展目标与战略行动	113
4.2.4 政策支持与区域协同	114
4.2.5 龙头企业及高校	115
4.2.6 创新体系与人才支撑	117
4.3 淄博产业分析	118
4.3.1 资源储量与产业基础	118
4.3.2 产业链条与核心优势	118
4.3.3 发展目标与战略升级	119
4.3.4 政策支持与区域协同	119
4.3.5 龙头企业	120
4.3.6 创新体系与人才支撑	122
4.4 烟台产业分析	123
4.4.1 资源储量与产业基础	123
4.4.2 产业链条与产能布局	123
4.4.3 发展目标与战略定位	124
4.4.4 政策支持与区域协同	124
4.4.5 龙头企业	125
4.4.6 创新体系与人才支撑	126
4.5 产业环境与专利控制力对比分析	126
第五章 梁山县稀土产业现状	134
5.1 梁山县稀土产业现状	134
5.2 主要企业	135
5.2.1 中稀天马	135
5.2.2 南稀金石	136
5.2.3 烁成新材料	137
5.2.4 蒙稀新材料	138
5.2.5 华创新材料	138
5.2.6 专利对比分析	139
5.2.7 专利布局规划	143
5.3 本土产业重要环节分析	145
5.3.1 稀土废料回收利用新工艺	146
5.3.2 下游稀土应用端	154
5.3.3 产业链条下游企业专利情况	158
5.4 产业优劣势分析	160

5.4.1 优势分析	161
5.4.2 劣势分析	162
第六章 梁山县稀土产业发展路径规划	165
6.1 技术升级路径	165
6.2 整合培育引进路径	168
6.3 人才培养引进路径	172
6.4 专利赋能	181

第一章 概述

1.1 稀土产业概述

稀土是重要的战略矿产资源，被誉为现代工业的“维生素”，是改造提升传统产业、发展战略性新兴产业和国防科技工业不可或缺的关键材料。稀土元素由 17 种元素构成，稀土元素氧化物是指元素周期表中原子序数为 57 到 71 的 15 种镧系元素氧化物，以及与镧系元素化学性质相似的钪（Sc）和钇（Y）共 17 种元素的氧化物。根据稀土元素不同性质的特征，十七种稀土元素通常分为轻稀土和中重稀土。从具体存在形式看，稀土矿主要有独居石矿、氟碳铈矿、磷钇矿、离子吸附型稀土矿和磷灰石矿等。

稀土应用领域广泛且不可或缺。稀土具有优秀的磁、光、电等物理化学性能，稀土被广泛应用于工业制造、新兴产业、绿色能源等众多领域。稀土单耗虽少，但难以被替代，是改进产品结构、提高科技含量、促进行业技术进步的重要元素，为推动实现“双碳”目标，发展新质生产力提供了多方位的基础材料支撑。当前新一代信息技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源等重点领域与稀土产业均息息相关。中国在稀土储量和产量上都占据着绝对的主导地位，而且在中长期之内这种格局都不会发生明显的变化。从下游需求端来看，随着全球新能源和国内碳中和需求爆发，有望带动稀土永磁材料需求快速增长。

稀土新材料是指依托稀土元素优异的物理、化学特性，通过在新材料中加入相应稀土元素从而提升其原有材料性质所形成的新材料。常见的稀土新材料主要包括：稀土永磁材料、稀土催化材料、稀土储氢材料、稀土发光材料、稀土抛光材料等。

表 1-1 稀土新材料分类

稀土新材料分类	
类型	介绍
稀土永磁材料	稀土永磁材料比磁钢磁性能高 100 多倍，是普通永磁材料磁性 4 倍，钕铁硼是现在磁性最强的永磁材料
稀土催化材料	分子筛稀土催化材料、稀土钙钛矿催化材料、铈锆固溶体催化材料
稀土储氢材料	容量高、可大功率充放电、循环寿命长等，可分为 AB5 型储氢合金、非 AB5 型储氢合金（La-Mg-Ni 系储氢合金）
稀土发光材料	吸收能力强，转换效率高，可发射从紫外到红外的光谱等
稀土抛光材料	颗粒均匀、硬度适中、抛光效率高、使用寿命长等。按氧化铈含量由低到高，可分为低铈抛光粉、中铈抛光粉、高铈抛光粉

1.1.1 全球产业现状

美国地质调查局（USGS）发布了 2024 年全球稀土资源储量数据。数据显示，2024 年全球稀土资源储量约为 9000 万吨（REO，下同），较 2023 年下降 21.7%。此次储量同比显著下降，主要源于其大幅调整了部分国家稀土资源储量统计数据。分国家来看，中国稀土储量保持 4400 万吨，仍位居世界第一。俄罗斯稀土储量调整为 380 万吨，同比下降 62.0%，越南稀土储量调整为 350 万吨，同比下降 84.1%，美国小幅上升，澳大利亚稀土储量保持不变（见表 1-2）。需要注意的是，仍有部分国家和地区的稀土资源，尚未被美国地质调查局统计在内。

表 1-2 2023-2024 年全球稀土资源储量表（REO，单位：万吨）

国别	2023 年	2024 年	2024 年占比
----	--------	--------	----------

美国	180	190	2.1%
澳大利亚	570	570	6.3%
巴西	2100	2100	23.1%
加拿大	83	83	0.9%
中国	4400	4400	48.4%
格陵兰	150	150	1.7%
印度	690	690	7.6%
俄罗斯	1000	380	4.2%
南非	79	86	0.9%
坦桑尼亚	89	89	1.0%
越南	2200	350	3.9%
其他国家	0.45	0.45	0.0%
合计	11500	9000	100%

据 USGS 同期公布的稀土矿产品产量数据，2024 年全球产量约为 39 万吨（REO，下同），同比增长 4.7%。中国、美国、缅甸稀土产量位居世界前三，分别约为 27 万吨、4.5 万吨、3.1 万吨，全球占比达 68.5%、11.4%、7.9%，澳大利亚、尼日利亚和泰国并列第四，产量为 1.3 万吨，占比均为 3.3%（见表 1-3）。其中，尼日利亚、泰国稀土产量同比出现较大幅度的增长，中国、美国也有不同程度的增长。

表 1-3 2023 年-2024 年全球主要国家稀土矿产品产量（REO，单位：吨）

国别	2023 年	2024 年	2024 年占比
美国	41600	45000	11.4%
澳大利亚	16000	13000	3.3%
巴西	140	20	0.0%
缅甸	43000	31000	7.9%
中国	255000	270000	68.5%
尼日利亚	7200	13000	3.3%
印度	2900	2900	0.7%
马达加斯加	2100	2000	0.5%
俄罗斯	2500	2500	0.6%
泰国	3600	13000	3.3%
越南	300	300	0.1%
马来西亚	310	130	0.0%
其他国家	1440	1100	0.3%
合计	376000	390000	100.0%

稀土海外的海外供给主要来自缅甸、美国和澳大利亚。2023 年美国、缅甸和澳大利亚产量占比分别达到 12%、11%、5%。具体来看：缅甸矿：产量或难以长期维持增长态势。2018 年，国内稀土供给由于环保和打黑问题持续收缩，缅甸矿成为了我国重要的稀土原料来源。2019-2022 年由于疫情、政局等因素影响，缅甸矿进口逐渐减少，尤其在 2022 年，进口量大幅缩减至 1.37 万吨 REO，同比减少 37%；23 年缅甸矿进口大幅增长，进口量达 4.60 万吨 REO，同比增加 235%。中长期来看，随着缅甸稀土矿的大量开采，优质资源供给不断减少，以及地缘冲突等问题，产量或难以长期维持增长态势。

美国矿：战略重心转移至分离和磁材领域。Mountain Pass 是美国目前在产的主要矿山，储量约为 145 万吨，于 2018 年 1 月开始复产，目前产能已经爬坡至满产阶段，规划远期扩产至 6 万吨。目前主要战略重心放在下游分离厂及磁材厂建设上面，上半年已分离出氧化镨钕 403 吨。过往公司矿主要通过盛和资源包销到国内，由于战略重心变化，2024 年上半年出口至国内的稀土金属矿累计同比减少 26.24%；值得关注的是，由于年初至今稀土价格持续低迷，公司本身矿产品受影响大幅下跌，叠加公司还向下游领域进行资本开支，导致成本高企，上半年亏损 1757 万美元。

澳大利亚矿：产量有增加预期，但考虑到海外配套周期长，增量有待进一步观察。Lynas 是澳洲主要矿企，旗下 Mount Weld 矿山，是一个稀土、铈、钽和磷共伴生矿床，该矿于 2013 年投产。2023 年公司已更新在马来西亚分离相关许可证，有效期至 2026 年，规划

在短期将氧化镨钕的目标产量提高到 10500 吨/年。但考虑到澳大利亚矿本身的复杂性，含有放射性物质的处理问题以及海外投产进度和分离配套建设情况，增量仍有待后续确认，尤其在稀土当前价格位置上，后续的资金开支或面临较大压力。

1.1.2 产业链分析

稀土产业链上游为各类稀土矿，分为独居石矿、氟碳铈矿、磷钇矿以及离子型稀土矿；中游为各类稀土材料，包括稀土永磁材料、稀土催化材料、稀土储氢材料、稀土发光材料等；下游应用于玻璃制造、陶瓷制造、动力电池、工业机器人、医疗领域、冶金领域、军事领域等。稀土回收代表性企业有华宏科技、南方稀土。



图 1-1 稀土产业链

(来源：2022 年中国稀土行业产业链上中下游市场预测分析[EB/OL].(2022-03-10)<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1726841605706915270&wfr=spider&for=pc>)

2.1 稀土资源分布情况

中国稀土矿分布呈“北轻南重”格局

北方为混合型稀土矿(氟碳铈矿和独居石)，储量集中分布在内蒙古白云鄂博矿；南方为离子吸附型稀土矿，资源储量分布于江西、广东、广西、福建、湖南等省(区)，相对集中在江西、广东两省。西部四川冕宁和山东微山两地的稀土矿以氟碳铈矿为主。根据亚洲金属网2020年的数据，按稀土氧化物(REO)折算，内蒙古稀土储量占全国稀土总储量的75%以上，是中国轻稀土主要生产基地。



图 1-2 中国轻重稀土分布图

轻稀土矿主要有白云鄂博矿、山东微山稀土矿和四川冕宁；重稀土矿主要有江西省离子矿、福建省长汀中坊稀土矿。广东省和广西省离子矿。

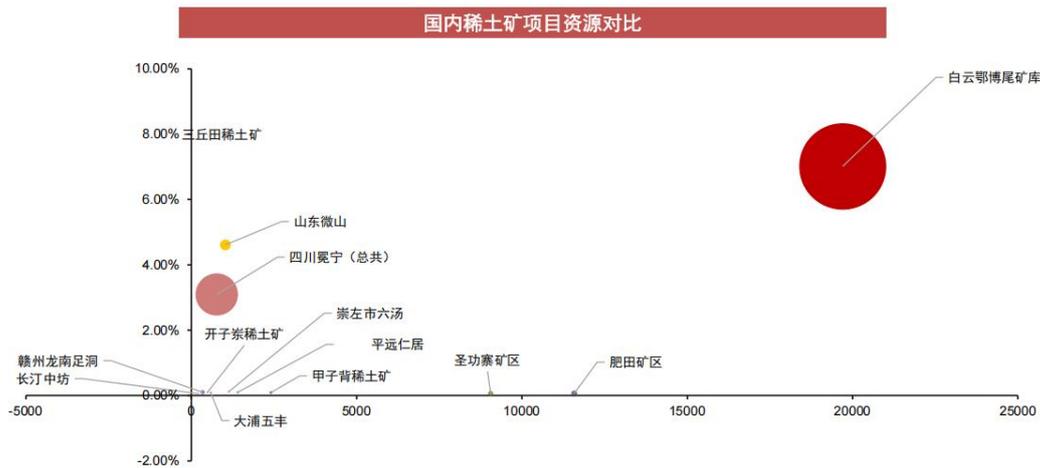


图 1-3 国内稀土矿项目资源对比

省份	类别	矿种	基础储量	查明资源储量
内蒙古	轻稀土	氟碳铈矿 (70%)	1,498	4,291
		独居石 (30%)	642	1,839
四川	轻稀土	氟碳铈矿	278	500
山东	轻稀土	氟碳铈矿	400	1,270
湖南	轻稀土	独居石	35	340
轻稀土合计			2,853	8,240
江西	重稀土	离子吸附矿	76	800
广东	重稀土	离子吸附矿	53	900
福建	重稀土	离子吸附矿	2	400
广西	重稀土	离子吸附矿	110	678
湖南	重稀土	离子吸附矿	64	169
重稀土合计			305	2,947
轻重稀土合计			3,157	11,187

图 1-4 国内稀土储量

根据稀土协会数据公开数据显示，中国稀土资源量约为 1.12 亿吨，其中轻稀土 0.82 亿吨，占 73.21%；重稀土 0.29 亿吨。占 25.89%。中国稀土储量 3,157 万吨，其中轻稀土 2,853 万吨，占 90.37%；重稀土 305 万吨，占 9.66%。轻稀土主要分布在内蒙古、四川、山东

和湖南，分别占总储量的 67.78%、8.8%、12.67%和 1.1%。重稀土主要分布在江西、广东、福建、广西和湖南，分别占总储量的 2.41%、1.68%、0.06%、3.48%和 2.03%。

2.2 中游分析

(1) 稀土新材料生产情况

2021 年，主要稀土新材料产量保持平稳增长。烧结钕铁硼毛坯产量 20.71 万吨，同比增长 16%；粘结钕铁硼产量 9380 吨，同比增长 27.2%；钕钴磁体产量 2930 吨，同比增长 31.2%。石油催化裂化催化剂产量 23 万吨（国产催化剂），同比增长 15%；机动车尾气净化剂产量 1440 万升（自主品牌），同比下降 0.6%。LED 荧光粉产量 698 吨，同比增长 59%；三基色荧光粉产量 831 吨，同比下降 25.3%；长余辉荧光粉产量 262.5 吨，同比增长 8.1%。稀土储氢材料产量 10778 吨，同比增长 16.7%。稀土抛光材料产量 44170 吨，同比增长 29.7%。

表 1-4 2021 年中国主要稀土新材料产量情况

2021 年中国主要稀土新材料产量情况			
产品	单位	产量	同比增长
烧结钕铁硼毛坯	万吨	20.71	16.00%
粘结钕铁硼	吨	9380	27.20%
钕钴磁体	吨	2930	31.20%
石油催化裂化催化剂（国产催化剂）	万吨	23	15.00%
机动车尾气净化机（自主品牌）	万升	1440	-0.60%
LED 荧光粉	吨	698	59.00%
三基色荧光粉	吨	831	-25.30%
长余辉荧光粉	吨	262.5	8.10%
稀土储氢材料	吨	10778	16.70%
稀土抛光材料	吨	44170	29.70%

(2) 稀土永磁材料

1) 产量

中国不仅为稀土永磁材料最大生产国，亦为最大的消耗国及净出口国。2023 年中国稀土永磁材料产量约为 28 万吨，同比增长 9.8%，2024 年中国稀土永磁材料产量将增长至 30 万吨。

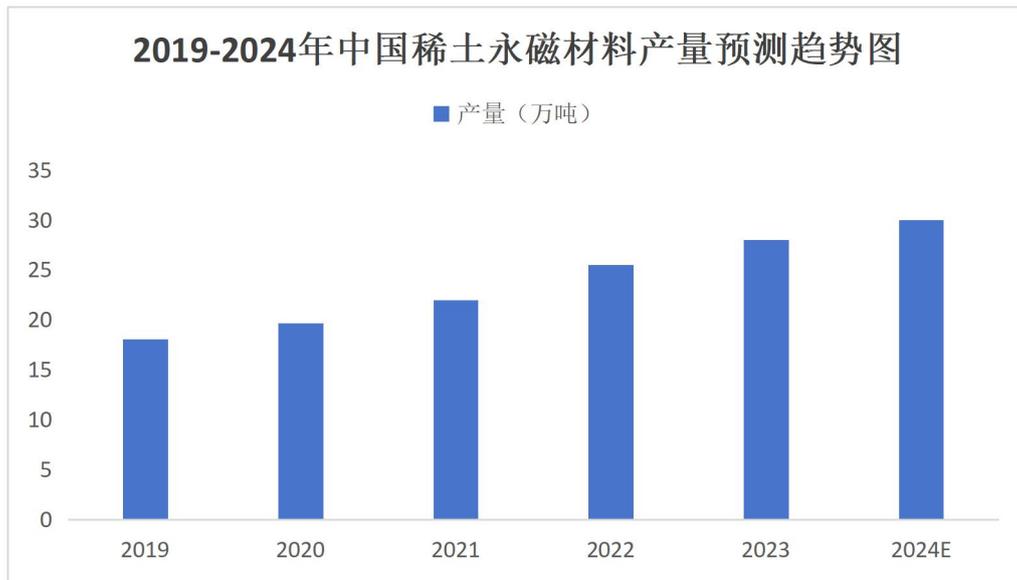


图 1-5 2019-2024 年中国稀土永磁材料产量预测趋势

2) 企业扩产情况

目前我国稀土永磁材料行业格局正在持续优化，头部企业正在加快扩张步伐。预计到 2025 年，五家头部公司的合计产能将突破 17 万吨。具体如图所示：

表 1-5 稀土永磁材料企业扩产规划

稀土永磁材料企业扩产规划			
企业名称	现有毛坯产能/吨 (截至 2023 年末)	扩产计划	2025 年规划坯产能
金力永磁	23000	宁波基地 3000 吨高性能磁材毛坯，1 亿件高性能较铁研组件，计划 2024 年达产;包头二期年产 12000 吨高性能稀土永磁材料项目，计划 2024 达产;赣州年产 2000 吨高效节能电机用磁材基地项目，计划 24-25 年达产	4 万吨
中科三环	30000	计划利用募集资金和自有资金扩产 2.1 万吨烧结钕铁硼产能，会根据实际情况逐步建成	5.1 万吨
正海磁材	30000	南通基地年产 12000 吨高性能钕铁硼永磁材料	3.6 万吨

		项目, 计划于 2023 年达产 6000 吨, 2024 年投产另外 6000 吨	
宁波韵升	21000	包头 15000 吨高性能稀土永磁材料智能制造项目预计 2024 年达产:2025 年年中公司将形成年产 36000 吨的高性能钕铁硼生产能力	3.6 万吨
英洛华	15000	通过技改 2023 年新增 2000 吨左右的产能, 未来中长期扩产也在进一步规划中	1.5 万吨
大地熊	8000	计划到 2025 年拥有 2.1 万吨毛坯产能, 其中合肥庐江基地 8000 包头基地 8000 吨, 宁国基地 5000 吨	2.1 万吨

(3) 稀土抛光粉

稀土抛光粉是指一种以氧化铈为主体成分用于提高制品或零件表面光洁度的混合轻稀土氧化物的粉末。2022 年我国稀土抛光材料产量达到 3.73 万吨, 居世界第一, 2023 年中国稀土抛光粉产量约为 4.9 万吨。2024 年中国稀土抛光粉产量预计将增长至 5 万吨。

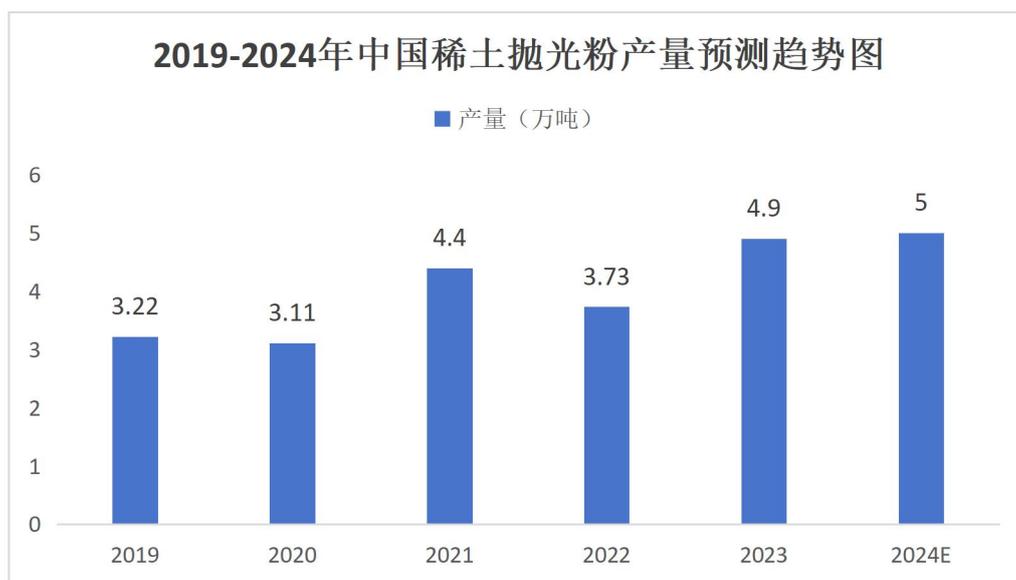


图 2-6 2019-2024 年中国稀土抛光粉产量预测趋势

(3) 稀土储氢材料

1) 产量

稀土储氢材料, 指的是由稀土元素构成, 作为储材料用于储存氢气。2022 年稀土储氢材料产量恢复增长, 达到 1.28 万吨, 同比增长

18.52%，2023 年产量约为 1.3 万吨。2024 年中国稀土储氢材料产量将增长至 1.4 万吨。

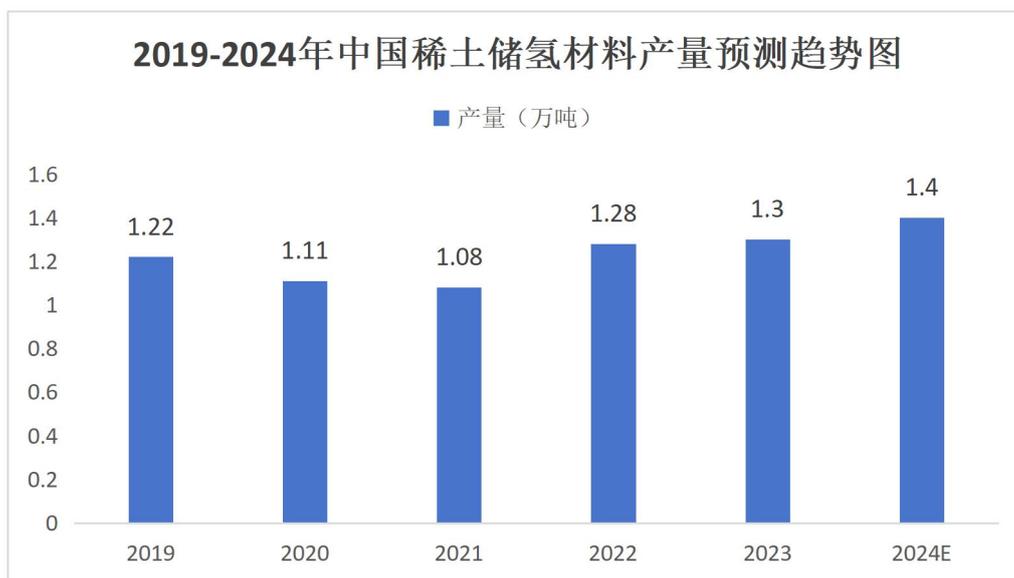


图 1-7 2019-2024 年中国稀土储氢材料产量预测趋势

(4) 稀土催化材料

稀土催化材料在全球稀土消费量中占据重要地位，重点企业主要包括中国石化催化剂有限公司、四川润和催化新材料股份有限公司、宏达兴业股份有限公司、巴斯夫。具体如图所示：

表 1-6 稀土催化材料重点企业布局情况

稀土催化材料重点企业布局情况	
企业名称	布局情况
中国石化催化剂有限公司	作为中国最大的石化催化剂生产商之一，中国石化催化剂有限公司在稀土催化材料领域也具有较强的实力。公司不断推出适应市场需求的新型稀土催化材料，广泛应用于石油化工、环保等行业。
四川润和催化新材料股份有限公司	作为国内领先的催化材料生产商之一，四川润和催化新材料股份有限公司在稀土催化材料领域也具有很高的技术水平。公司致力于研发和生产高品质的稀土催化材料，为全球客户提供优质的解决方案。
宏达兴业股份有限公司	宏达兴业在稀土催化材料领域也有一定的市场份额。公司注重技术创新和产品研发，不断提升稀土催化材料的性能和应用范围。

巴斯夫	作为全球最大的化工企业之一，巴斯夫在稀土催化材料领域也拥有重要地位。公司致力于研发和生产高性能的稀土催化材料，为全球客户提供优质的产品和服务。
-----	---

2.3 下游分析

稀土目前在很多下游应用领域有着不可取代的地位，特别是电子产业的稀土永磁材料钕铁硼，实用化工材料里的各种稀土催化剂，有色金属特殊材料中的稀土添加剂，还有玻璃陶瓷、光学玻璃的添加剂，以及光学材料中的一些研磨材料。另外，一些稀土核材料目前也没有其它材料能取代。

钕铁硼“质”和“量”之飞跃将被引爆：钕铁硼的传统应用目前没有衰退，而随着低碳经济的到来，新的应用领域正在发展，风力发电、新能源汽车、无刷直流电动机三个方向以后会引领钕铁硼的消费。稀土发光材料应用范围涉及稀土节能灯、显示、光电器件、现代医疗电子设备等多个领域，是现代绿色照明产业的关键基础材料。稀土储氢材料的应用量或将迅猛上升，镍氢电池在电动工具和电动汽车领域正显示出巨大的发展前景。稀土抛光粉广泛应用于显示器、玻璃、光学器件、电子元件的抛光，特别是近年来随着液晶显示器的产业兴起，高性能液晶抛光粉得到了快速发展。稀土催化材料具有良好的助催化性能，已形成石油化工催化剂、汽车尾气净化催化剂、柴油清洁添加剂、天然气催化燃烧材料、有机废气净化催化剂、固体氧化物燃料电池(SOFC)催化材料以及合成橡胶稀土催化剂等多种产品，成为石化、环境、能源、化工等催化应用领域不可或缺的重要组分。

（1）新能源汽车

中汽协数据显示，2024 年前三季度，中国新能源汽车产销分别完成 831.6 万辆和 832 万辆，同比分别增长 31.7%和 32.5%；新能源汽车新车销量达到汽车新车总销量的 38.6%。

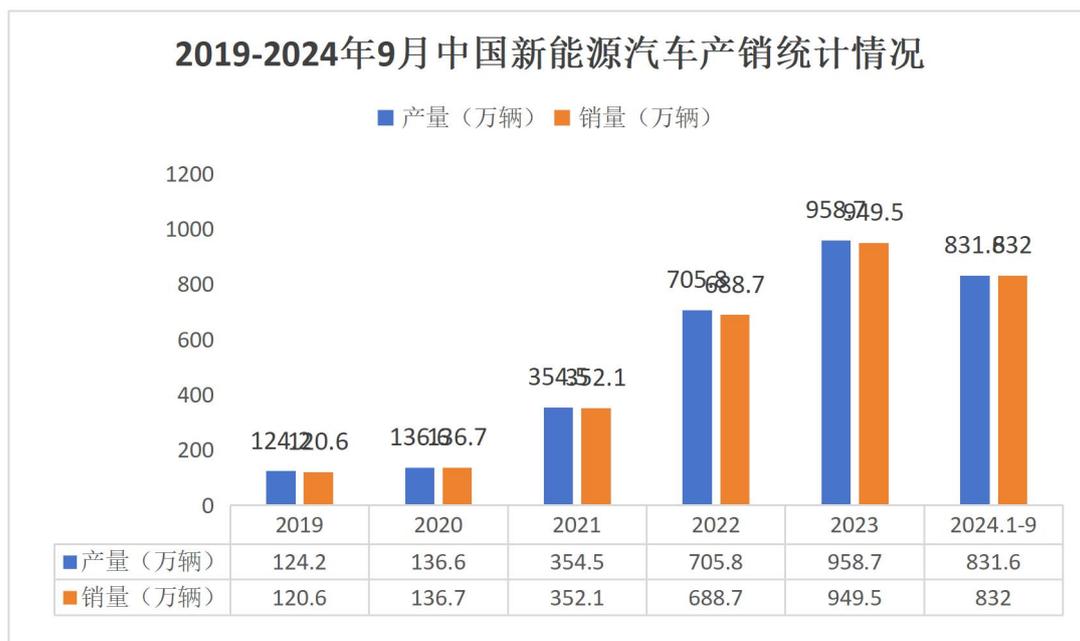


图 1-8 2019-2024 年 9 月中国新能源汽车产销统计情况

（2）动力电池

动力电池是新能源汽车的关键部件，新能源汽车市场走高带动电池市场火热。2022 年 1 月，我国动力电池产量共计 29.7GWh，同比上升 146.2%，环比下降 6.2%。其中三元电池产量 10.8GWh，占总产量 36.5%，同比上升 57.9%，环比下降 5.4%；磷酸铁锂电池产量 18.8GWh，占总产量 63.3%，同比上升 261.8%，环比下降 6.3%。

（3）工业电机

随着工业电机在能效、性能、可靠性等方面不断改进，各领域对高效节能电机需求不断增长，中国工业电机市场规模稳步增长。2023

年中国工业电机销售收入达到约 3720 亿元，近五年年均复合增长率达 1.56%。2024 年中国工业电机销售收入预测将达到 3880.3 亿元。

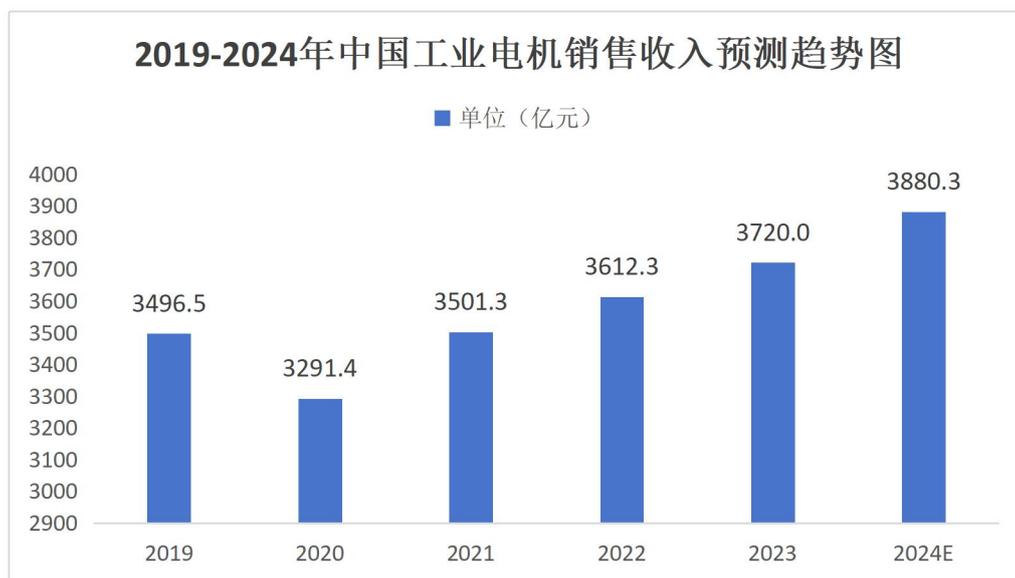


图 1-9 2019-2024 年中国工业电机销售收入预测趋势

(4) 变频空调

变频空调是指加装了变频器的常规空调。2022 年中国节能变频空调的生产量为 11500 万台，同比增长 7.4%，2023 年约为 11953.51 万台。2024 年我国伺服电机市场规模预测将达 13000 万台。

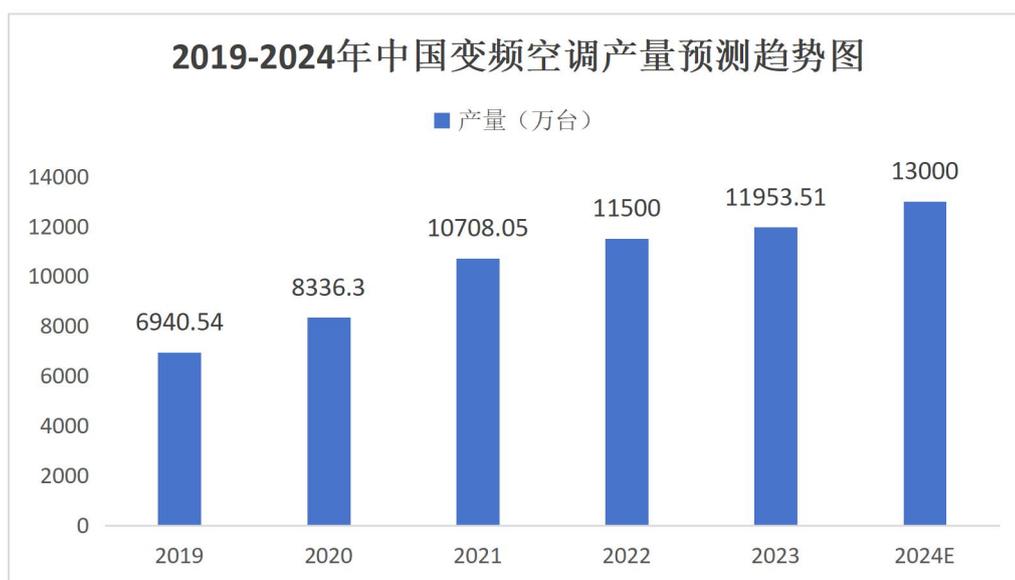


图 1-10 2019-2024 年中国变频空调产量预测趋势

1.1.3 市场竞争分布

(1) 稀土永磁在稀土产业链中价值最高

稀土功能材料在稀土消费结构中占比最高。稀土元素被誉为"工业的维生素"，具有无法取代的优异磁、光、电性能，对改善产品性能，增加产品品种，提高生产效率起到了巨大的作用。由于稀土作用大，用量少，已成为改进产品结构、提高科技含量、促进行业技术进步的重要元素，被广泛应用到了冶金、军事、石油化工、玻璃陶瓷、农业和新材料等领域。从下游需求看，2022年中国稀土消费结构中永磁材料占比达到42%，冶炼与机械、石油化工、玻璃陶瓷、储氢材料、发光材料、农业轻纺、抛光材料和催化材料分别占比13%、9%、8%、7%、6%、6%、5%和5%。从产值看，以2018年为例，中国稀土产业链产值约为900亿元，其中稀土功能材料占比为56%，产值约为500亿元，冶炼分离占比为27%，产值约为250亿元。

稀土功能材料是全球竞争的焦点之一，其中的稀土永磁材料产值最高。稀土功能材料是指依托稀土元素优异的物理、化学特性，通过在功能材料中加入相应稀土元素从而提升其原有材料性质所形成的新材料，常见的稀土功能材料主要包括：稀土永磁材料、稀土催化材料、稀土储氢材料、稀土发光材料、稀土抛光材料等。其中最有价值的是稀土永磁材料，以2018年为例，稀土永磁材料占稀土功能材料产值75%，约为375亿元，而催化材料占比为20%，产值约为100亿元。以稀土功能材料为代表的稀土新材料已成为全球竞争的焦点之一，欧美和日本等发达国家和地区均将稀土元素列入“21世纪的战

略元素”，进行战略储备和重点研究。美国能源部制定的“关键材料战略”、日本文部科学省制定的“元素战略计划”、欧盟制定的“欧盟危急原材料计划”均将稀土元素列为重点研究领域。

(2) 中游高性能钕铁硼产能建设迅速

钕铁硼永磁材料是第三代稀土永磁材料，在磁性能和生产成本方面具备较大优势。稀土永磁材料是指稀土金属和过渡族金属形成的合金经一定的工艺制成的永磁材料，是对相关产品性能、效率提升较为明显的重要基础材料，在战略性新兴产业中应用量较大，目前已成为稀土新材料中最大的消费领域。稀土永磁材料具有高磁晶各向异性和高饱和磁化强度，是当前矫顽力最高、磁能积最大的一类永磁材料。第一代和第二代稀土永磁材料统称为钐钴永磁材料，第三代统称为钕铁硼永磁材料。与钐钴永磁材料相比，钕铁硼永磁材料在磁性能和生产成本方面具备较大优势，能够满足大规模、多规格的工业化生产需求，目前已成为产量最高、应用最广泛的稀土永磁材料。

烧结钕铁硼永磁材料具备优异的永磁特性和高性价比，应用领域广泛。钕铁硼永磁材料按其制造工艺不同可分为烧结、粘结和热压三类，该三类在制造工艺、性能和应用领域方面存在显著差异。烧结钕铁硼永磁材料号称“磁王”，拥有极高的磁性相含量和取向一致度，是当前综合性能最高的磁体；粘结钕铁硼永磁材料的磁性能及机械强度较弱，用量较小，所占市场份额不到 10%；热压钕铁硼永磁材料具有致密度高、取向度高、耐蚀性好、矫顽力高和近终成型等优点，但是批量生产难度大、制造成本高。综上所述，烧结钕铁硼永磁材料

具备优异的永磁特性和高性价比，应用领域广泛。

国内高性能钕铁硼产能主要集中在几家上市公司中，到 2025 年合计拥有产能 23.75 万吨。目前钕铁硼永磁材料行业竞争格局分化明显，由于低端钕铁硼进入门槛低，导致行业产能分散，产能较低的中小型企业为生产主力军，但目前该领域因综合竞争力较弱将逐步退出市场，具备高性能钕铁硼永磁材料生产能力的企业逐步在国内市场占据主导地位，并且开始从海外生产商手中抢占高性能钕铁硼永磁材料市场份额。目前国内高性能钕铁硼产能主要集中在金力永磁、中科三环、英洛华、正海磁材、宁波韵升、大地熊和安泰科技等上市公司中。

表 1-7 国内高性能钕铁硼产能

企业	现有产能	扩产计划	远期产能
金力永磁	23000	1、宁波“年产 3000 吨高端高性能磁材及 1 亿台套组件项目”预计 2023 年建成投产；2、包头年产 12,000 吨产能的高性能稀土永磁材料基地（二期）项目预计 2023 年建成投产；3、赣州年产 2000 吨高效节能电机用磁材基地项目预计 2024 年投产；	40000
中科三环	26500	1、利用募集资金和自有资金扩产 1 万吨烧结钕铁硼产能，目前已有 5000 吨新建产能建成，其余扩产产能会根据实际情况逐步建成。	31500
宁波韵升	21000	1、包头高性能稀土永磁材料智能制造项目预计 2024 年建成投产，达产可提供年产 15000 吨的产能；2、根据规划，到 2025 年年中公司将形成年产 36000 吨的高性能钕铁硼生产能力	36000
正海磁材	24000	1、南通基地年产 120000 吨高性能钕铁硼永磁材料项目，预计 2026 年前全部达产，分别于 2023、2024 年各投产 6000 吨	36000
大地熊	8000	1、募集资金投资项目“年产 1500 吨汽车电机高性能烧结钕铁硼磁体建设项目”于 2022 年末建成投产；2、包头年产 5000 吨“高端制造高性能稀土永磁材料及器件项目”，2022 年部分投产，预计 2023 年可实现全部投产；3、宁国“年产 5000 吨高性能钕铁硼磁性材料项目”预计 2023 年建成达产。	21000
英洛华	13000	1、预计 2023 年初将投产 1000 吨左右产能，下半年新增 1000 吨，2023 年共计新增 2000 吨	15000
安泰科技	7000	1、安泰北方年产 5000 吨高端稀土永磁制品项目工程进展顺利，已完成主体结构封顶，先期启动的 2000 吨技术改造项目已经投产，目前公司已形成毛坯产能近 7000 吨	10000
厦门钨业	12000	新增 5,000 吨节能电机用高性能稀土永磁材料扩产项目，目前正在进	17000

		行前期准备工作，预计 2024 年下半年项目建设完成。	
广晟有色	-	8000 吨高性能钕铁硼材料分批次投产	8000
金田铜业	9000	目前公司设有宁波、包头两个稀土磁性材料生产基地，宁波基地拥有年产 5000 吨的生产能力，包头基地将在 2023 年和 2024 年投产一期、二期高性能钕铁硼永磁材料，项目全部达产后将具备 13000 吨产能。	13000
中钢天源	2000	远期规划稀土永磁器件产能规划达到 10,000 吨	10000
合计产能	145500		237500

各企业往往聚焦于新能源和节能环保领域，在各个细分市场各有千秋。近年来高性能钕铁硼永磁材料的应用场景从传统的消费电子向新能源汽车等新兴领域发展，节能环保的政策亦提供了广阔发展空间，应用领域的持续深化和新应用领域的不断出现为行业注入了成长动力。这六大生产商往往分别聚焦于某个或某几个应用领域，以该领域的高端客户为突破口，集中研发、设计和制造能力为高端客户打造优质的服务，并与高端客户形成战略合作关系，在细分市场形成了较强的竞争优势，成为细分市场的领先企业，业内尚未出现垄断巨头。

表 1-8 细分市场

企业	新能源汽车及汽车零部件	变频空调	风力发电	节能电梯	工业电机客户	消费电子领域
金力永磁	比亚迪、特斯拉、联合汽车电子、上汽集团、蔚来、理想汽车、大众集团、美国通用汽车、博世集团等	美的、格力、上海海立、三菱	金风科技、西门子-歌美飒等(全球前五大风电整机厂商中的四家是公司的客户)	通力电梯	博世力士乐	-
大地熊	巨一科技、德国大陆、德国 ZF 公司、德国舍弗勒、日本产、日本电装	-	中国中车、中电电机等	-	西门子、大族激光、HIWIN 科技等	-
宁波韵升	方正电机、卧龙电驱、欧洲大陆、德国舍弗勒等	格力、松下、三菱	中车系	-	汇川技术	全球智能 3C 电子巨头的主要磁材供应商
英洛	比亚迪、宇通、小鹏、奇瑞、	松下	-	-	-	-

华	东风、长安、博世等汽车厂商					
正海磁材	大众汽车、丰田汽车、日产汽车、通用汽车、福特汽车、现代汽车、一汽红旗、长城汽车、极氪汽车、理想、蔚来、哪吒、威马、日本 WIDEC、德国 BROSE、韩国 LG 等厂商	格力、美的、松下、三菱、三星、LG、江森	金风科技、东方电气、西门子歌美飒、维斯塔斯	-	-	瑞声科技、歌尔股份、鸿海科技、Bose、日本丰达等企业
安泰科技	未披露					
中科三环	未披露					

高性能钕铁硼永磁材料因效率更高被应用于新能源和节能环保领域。普通钕铁硼主要应用于磁吸附、磁选、电动自行车、箱包扣、门扣、玩具等领域。高性能钕铁硼是内禀矫顽力和最大磁能积之和大于 60 的烧结钕铁硼磁材，因其具有减小产品体积和重量的同时能够提供更高的使用效率的特点，被广泛应用于新能源和节能环保领域，包括风力发电、新能源汽车及汽车零部件、节能变频空调、节能电梯、机器人及智能制造等领域。

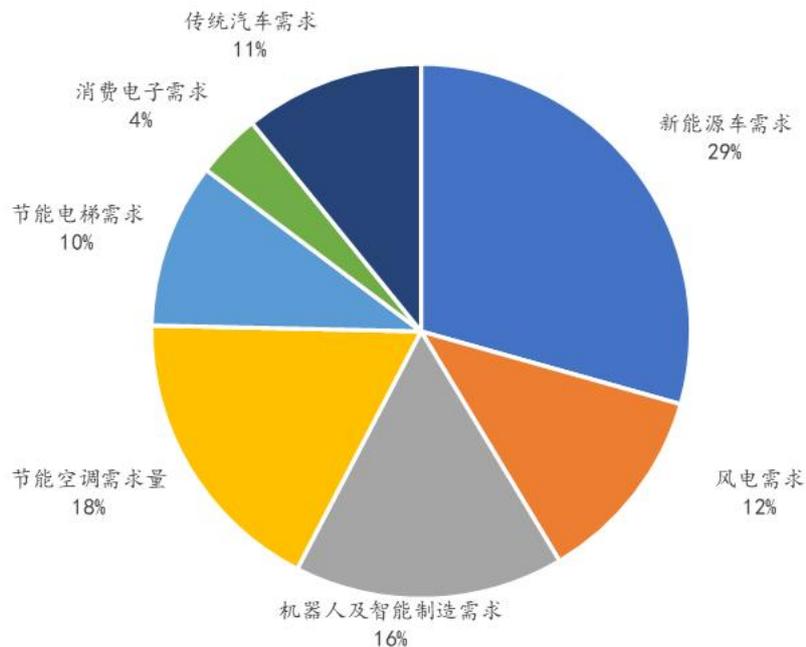


图 1-11 细分市场占有率

1.1.4 中国稀土产业发展历程

中国是世界上稀土资源最丰富的国家，素有“稀土王国”之称，而稀土也是国家战略性矿产资源。我国稀土工业起步于 20 世纪 50 年代，随后经历了快速发展，在 1986 年稀土冶炼分离产品产量超过美国，成为世界最大的稀土生产国。但稀土行业在早期发展中较为粗放，因此对稀土资源整合是优化产业布局、结构性改善的必经之路。经过十余年的行业规范和政策管控，中国已经形成了完整的稀土全产业链，稀土产业已由粗放发展阶段进入集约化发展，资源集中度实现显著提升，行业供给格局持续优化。

第一阶段（1949-1985 年）：资源勘探和技术研发获得突破，稀土开始规模化生产。1949 年新中国成立后，国家组织白云鄂博调查队进行资源勘探和研究，“一五”期间，白云鄂博矿的综合利用被列为国家重点科研项目；1956 年国家发布《1956-1967 年科学技术发展远景规划纲要》，第 16 项中涉及对稀土的研究并探索新用途的内容；在此期间稀土火法冶金技术获得突破，稀土开始规模化生产，行业发展迅速。国外稀土工业的发展始于 1886 年，到 20 世纪 80 年代前半期，稀土的分离加工国主要有美国、日本、法国、英国、德国、奥地利、加拿大和苏联等。

第二阶段（1985-2004 年）：鼓励稀土出口，规范开采程序，中国主导全球稀土行业。根据出口换外汇的经济发展思路，国务院宣布自 1985 年 4 月 1 日起对稀土产品实行出口退税政策；1986 年稀土冶炼分离产品产量超过美国，成为世界最大的稀土生产国；1992 年

邓小平也在南巡时指出：“中东有石油，中国有稀土”。当时恰逢全球半导体产业飞速发展，稀土的国内外需求快速增长，1991—2004年中国稀土出口量由 8204 吨增长到 5.33 万吨，但由于产业盲目扩张，出口均价从 1991 年的 1.25 万美元/吨降到 2004 年的 0.93 万美元/吨。此外，日本、美国等发达国家专利壁垒导致稀土产品长期附加值低、出口价格低廉，而产业的无序扩张引发了严重的资源浪费和环境污染。针对以上问题政府在保护离子型稀土资源、规范开采利用程序等方面出台政策，但 90 年代因为增加外汇储备的需求管制政策相对温和。2001 年加入 WTO 后外汇压力减小，中国开始在稀土产业集中度、出口退税等方面采取措施，稀土功能材料研发也逐渐引起重视。

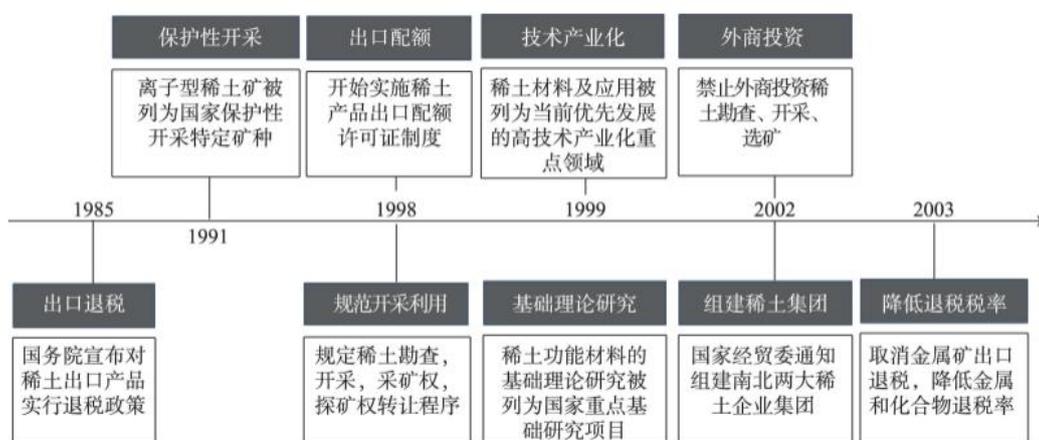


图 1-12 1985-2004 年中国主要稀土政策

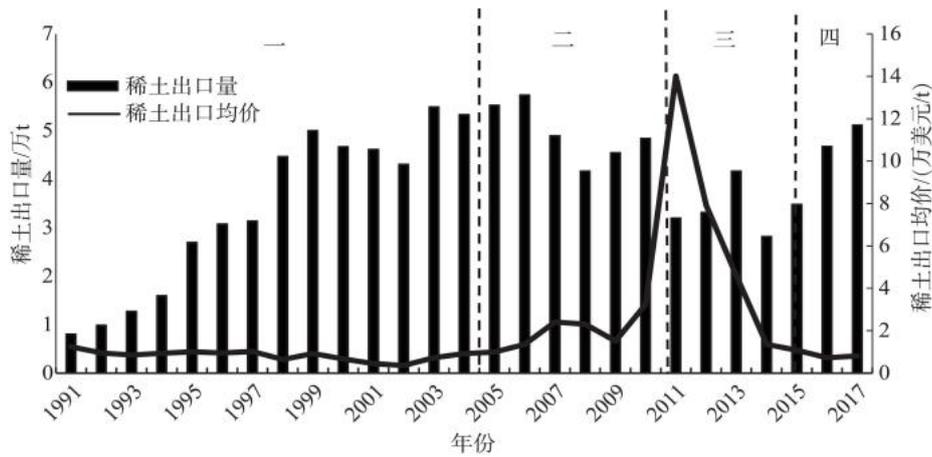


图 1-13 1991-2017 年中国稀土产品的出口情况

第三阶段（2004-2010 年）：出台开采、生产和出口总量控制政策。自 2004 年开始中国政府开始在开采、生产和出口等方面制定了相关政策，虽然仍然存在环保、非法开采和走私的情况，但稀土“贱卖”情况减少，中国在全球稀土产业链话语权提升。出口方面，2004 年 1 月开始逐步取消出口退税政策，并在 2005 年开始减少出口配额，在 2006 年 11 月开始征收关税，2005 到 2010 年稀土出口配额由 6.56 万吨减少至 3.03 万吨；生产方面，2006 年国土资源部下达了《关于下达 2006 年钨矿和稀土矿开采总量控制指标的通知》，下达了 2006 年全国矿山稀土开采总量控制指标，这是第一次对稀土进行开采总量控制；生产方面，2007 年将稀土矿产品和冶炼分离产品共同纳入指标。

第四阶段（2011-2015 年）：行业秩序治理和组织结构调整。稀土出口量的大幅减少，尤其在 2010 年钓鱼岛事件后，引起了全球市场恐慌，相比 2010 年，2011 年的中国稀土金属及合金产品的出口均价上涨了 5.53 倍，稀土价格不理性的波动也阻碍了稀土功能材料及其应用产业的发展，国外开始谋求其他技术代替稀土。2011 年国

务院印发《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》，在行业准入管理、指令性生产计划等方面做出详细部署规划，统筹南北方稀土资源开采，同时也密集出台了环境治理、结构调整和秩序整顿政策。这些政策在压缩落后产能、打击违法违规行为、优化产业结构、提升下游应用水平和绿色生产水平等方面取得了积极进展，但改革仍不彻底，产业问题有不同程度的遗留。

第五阶段（2016 年至今）：供给侧改革开启，集团重组重塑稀土行业战略格局

（1）“十三五”开启供给侧改革，形成“5+1”稀土大集团和严厉打击黑稀土。此前在 2014 年工信部发布《组建大型稀土企业集团工作指引》，支持北方稀土、中国五矿、中铝公司、厦门钨业、南方稀土及广东稀土集团 6 家大型稀土企业组建大型稀土企业集团。2016 年 6 家稀土集团完成重组，共整合了全国 67 本稀土采矿证中的 66 本和 99 家冶炼分离企业中的 77 家，剩余 1 本采矿证和 22 家冶炼分离企业也已明确整合意向或列入淘汰落后计划。此外，加大“黑稀土”打击力度，中国稀土行业协会统计显示 2014 年全国共生产钕铁硼永磁材料 14.5 万吨，扣除回收利用新生产的在 12 万吨左右，据此估算 2014 年全国的“黑稀土”金属产量约 4 万吨，而现在黑稀土基本退出历史舞台。

（2）中国稀土集团成立，稀土行业“一南一北”格局已成。为进一步深化国有企业改革，优化资源配置，推动专业化整合工作，经国务院国资委研究并报国务院批准，同意于 2021 年 12 月新设立中

国稀土集团，并将中铝集团持有的中国稀有稀土的 47.18% 股权，中国五矿所属企业持有的五矿稀土 16.10% 股权、五矿稀土集团的 100% 股权，以及赣州稀土及所属企业持有的南方稀土集团 94.49% 股权、赣州稀有金属交易所 80% 股权、中蓝稀土的 36% 股权整体划转至中国稀土集团。2023 年中国稀土集团先后通过成立合资公司和国有股权无偿划转的方式掌握了厦门钨业和广晟有色的稀土业务。稀土行业“一南一北”格局已成，北方稀土重点整合内蒙古等稀土资源和企业，中国稀土集团重点整合江西、湖南、云南、广西、江苏、山东、四川等地的稀土资源和企业。

1.1.5 政策环境分析

国家政策持续发力，保障稀土永磁行业高速发展。高性能钕铁硼磁材被广泛应用于节能环保、绿色工业等低碳经济领域。随着清洁能源，碳中和等概念深入人心，世界各国纷纷大力投资节能环保产业，以新能源汽车、风力发电、节能家电、工业机器人等为代表的新兴产业快速发展，对高性能稀土永磁材料的需求也迎来高速增长。高性能稀土永磁材料是我国重点新材料和高新技术产品，一直受到国家产业政策的大力支持。

表 1-9 稀土产业政策环境

发布时间	发布单位	政策名称	主要内容
2024 年 6 月	国务院	《稀土管理条例》	明确稀土归国家所有，国家对稀土资源实行保护性开采
2024 年 5 月	工业和信息化部、财政部、金融监管总局	《关于进一步完善首台（套）重大技术装备首批次新材料	明确将聚焦国家重点支持领域，坚持问题导向、结果导向、目标导向，推动首台（套）重大技术装备、首批次新材料创新发展和推广应用。

	等三部门	料保险补偿政策的意见》	
2024年4月	自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局	《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》	要求加快矿业绿色低碳转型发展，到2028年底，绿色矿山建设工作机制要更加完善，持证在产的90%大型矿山、80%中型矿山要达到绿色矿山标准要求。
2024年3月	工业和信息化部、国家发展改革委、财政部、中国人民银行、税务总局、市场监管总局、金融监管总局七部门	《推动工业领域设备更新实施方案的通知》	提出到2027年，工业领域设备投资规模较2023年增长25%以上，规模以上工业企业数字化研发设计工具普及率、关键工序数控化率分别超过90%、75%，工业大省大市和重点园区规上工业企业数字化改造全覆盖，重点行业能效基准水平以下产能基本退出、主要用能设备能效基本达到节能水平，本质安全水平明显提升，创新产品加快推广应用，先进产能比重持续提高。
2024年2月	工业和信息化部、国家发展改革委、财政部、生态环境部、中国人民银行、国务院国资委、市场监管总局等七部门	《关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见》	推动新兴产业绿色低碳高起点发展。在新材料领域，开展共伴生矿与尾矿集约化利用、工业固废规模化利用、再生资源高值化利用等技术研发和应用，提升稀土、稀有金属等战略性矿产资源保障能力。
2023年5月	工信部	工业领域数据安全标准体系建设指南(2023版)	针对原材料工业中钢铁、有色、稀土、石化化工、建材行业的数据安全特点、场景，提出原材料工业各行业数据分类分级、重要数据识别、数据安全防护重点标准
2021年12月21日	工信部、科技部、自然资源部	《关于印发“十四五”原材料工业发展规划的通知》	强调推进高洁净度高均质化冶金、高性能合金短流程制备、高性能稀土永磁材料选区精准渗透等技术。突破高性能稀土磁性、催化、光功能、储氢等关键材料。做强做大稀土企业集团，鼓励稀有金属企业加快整合，加强稀土产业上下游衔接联动。
2021年11月22日	工信部、市场监管总局	《电机能效提升计划(2021-2023年)》	提出要大力推动基础材料及零部件绿色升级。加快高效节能电机关键配套材料创新升级，提升高性能电磁线、高磁感低损耗冷轧硅钢片、轻稀土永磁等材料绿色化水平。
2021年	工信部	《稀土管理条例	《征求意见稿》的发布旨在为依法规范稀土开

1月15日		《征求意见稿》	采、冶炼分离等生产经营秩序，有序开发利用稀土资源，加强稀土行业全产业链管理，从而推动行业高质量发展。
2019年9月6日	工信部	《促进制造业产品和服务质量提升的实施意见》	强调要提高原材料工业供给质量，深入实施《原材料工业质量提升三年行动方案（2018-2020年）》。加快稀土新材料创新中心和行业测试评价中心建设，支持开发稀土绿色开采和冶炼分离技术，加快稀土新材料及高端应用产业发展。支持开展重点原材料产品用户满意度调查，以用户为中心不断提升原材料供给质量。
2017年1月24日	工信部、发展改革委、科技部、财政部	《新材料产业发展指南》	指出新材料是新出现的具有优异性能或特殊功能的材料，或是传统材料改进后性能明显提高或产生新功能材料。加快发展新材料，对推动技术创新，支撑产业升级，建设制造强国具有重要战略意义。指南明确了稀土磁材作为我国关键战略性材料，要加快实现稀土磁性材料及其应用器件产业化，开展传感器、伺服电机等应用验证。

1.1.6 重点企业分析

近年来，国家持续加强了对稀土行业的规范管理，并相继实施了稀土环保核查、稀土行业准入、严控稀土生产总量控制计划、稀土专用发票改革、取消出口配额限制、资源税从价计征改革以及稀土大集团整合等系列政策、措施。

由于我国对稀土采取开采总量控制措施，国家规定全国稀土开采、冶炼分离由中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司、中国南方稀土集团有限公司、中国稀有稀土股份有限公司、广东省稀土产业集团有限公司、五矿稀土集团有限公司和厦门钨业股份有限公司六大稀土集团完成。稀土产业依据企业的注册资本划分，可分为3个竞争梯队。其中，注册资本大于30亿元的企业仅有中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司；注册资本在10-30亿元之间的企业有五矿稀土集团有

限公司、厦门钨业股份有限公司、中国稀有稀土股份有限公司、广东省稀土产业集团有限公司；中国南方稀土集团有限公司注册资本在10 亿元以下。



图 1-13 我国稀土开采情况

表 1-14 重点企业业务情况

企业	成立时间	业务类型	稀土业务占比	区域布局	稀土业务情况
中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司	1997.09	稀土原料产品、稀土新材料、稀土终端应用产品	稀土原料产品： 57.06%	东部地区	稀土金属和磁性材料贡献公司主要营收和利润来源。 2023 年公司稀土金属、磁性材料、稀土氧化物营业收入分别为 112.29/87.77/25.24 亿元，占总营业收入的 33.52%/26.20%/7.54%，分别实现毛利润 20.33/20.69/4.60 亿元。
中国南方稀土集团有限公司	2015.03	稀土金属矿产资源开发、冶炼分离、综合回收利用、深加工和贸易业务		江西、四川	涵盖稀土原矿开采、稀土冶炼分离、稀土综合回收利用、稀土精深加工应用、稀土应用研发和技术服务、稀土贸易六大板块。
中国稀有稀土股份有限公司	1988.04	稀有稀土金属矿产资源开发、冶炼分离、深加工和贸易业务；涉足嫁的生产 和钨资源等的开发		广西、江苏、四川、山东、天津、河南、贵州	有五家稀土业务企业，特别是中稀(江苏)稀土有限公司、中铝广西有色稀土开发有限公司、中稀(四川)稀土有限公司、中稀(山东)稀土有限公司和中稀依诺威(山东)磁性材料有限公司。

企业	成立时间	业务类型	稀土业务占比	区域布局	稀土业务情况
广东省稀土产业集团有限公司	2014.05	稀有稀土金属矿产资源开发、冶炼分离、综合回收利用、深加工、新材料研发和贸易业务	稀土业务主要由旗下广晟有色经营；稀土及相关产品:25.99%	广东	1.稀土采选、冶炼和新材料及应用项目的投资、研发、经营及产品贸易。 2.旗下公司广晟有色拥有平远仁居稀土矿、大埔五丰稀土矿两大稀土矿山,2020年稀土氧化物、稀土金属产量分别为 3888 吨、175 吨;销量分别为 3527 吨、192 吨。
五矿稀土集团有限公司	2011.12	稀土氧化物、稀土金属、稀土深加工产品经营及贸易;稀土技术研发及咨询服务,新材料的研发及生产销售;矿业投资;矿产品加工、综合利用及贸易	稀土业务主要由旗下五矿稀土经营; 1)稀土氧化物:78.75% ; 2)稀土金属:16.92%	湖南、广东、福建、云南	稀土金属矿产资源开发、冶炼分离、综合回收利用、深加工、新材料研发和贸易业务。
厦门钨业股份有限公司	1977.12	钨钼、稀土和锂离子电池材料	稀土产品:15.77%	福建	1.稀土金属矿产资源开发、冶炼及深加工。 2.2024 年公司预计营业收入 352.71 亿元,同比下降 10.48%; 预计实现利润总额人民币 32.11 亿元,比上年同期增长 10.07%; 预计实现净利润 17.40 亿元,同比增长 8.60%。

在中国稀土产业中，中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司是中国乃至全球最大的轻稀土供应商。2024 年营收为 334.97 亿元。稀土永磁材料重点企业如下：

1. 中科三环

公司同时生产烧结钕铁硼和粘结钕铁硼，是国内钕铁硼磁材产量和销售收入最大的企业。公司主要从事稀土永磁材料和新型磁性材料及其应用产品的研究开发、生产和销售。主要产品为应用于电子元器件

件的钕铁硼永磁材料，下游广泛应用于计算机、家电、风电、通讯、医疗、汽车等领域。中科三环目前烧结钕铁硼的产能为 2 万吨，粘结钕铁硼的产能为 1500 吨，产能利用率达到 80%-90%。

根据公司业绩预告显示，预计 2024 年归母净利润 1000 万元至 1500 万元，同比下降 94.55%-96.37%；扣非净利润亏损 1500 万元至 2000 万元，上年同期盈利 2.19 亿元；据公告，公司业绩变动原因为，报告期内，受稀土原材料价格下跌、部分下游应用领域需求不足、市场竞争加剧等因素影响，公司产品价格同比下降、毛利收窄；报告期内稀土原材料价格下降，导致公司资产减值损失增加。

近三年营收呈现“前高后低”态势，2022 年受益于行业高景气，2023 年增速放缓，2024 年因需求收缩和价格竞争显著下滑。主要影响因素：需求端：新能源汽车、风电等核心领域增速放缓，人形机器人等新兴市场尚未形成规模需求；成本端：稀土价格波动导致毛利率承压，2024 年上半年毛利率降至 9.95%，同比减少 4.87 个百分点；竞争格局：行业扩产潮加剧价格战，上游企业（如北方稀土）向下游延伸，进一步挤压利润空间。

2. 宁波韵升

公司自 1995 年进入稀土永磁材料行业，主要从事稀土永磁材料的研发、制造和销售。公司的主要产品为钕铁硼成品、伺服电机。公司依靠先进装备保障产品品质，通过加大技术创新力度，持续改进稀土永磁材料的工艺与装备，成为中国少数掌握稀土永磁材料全套装备制造的企业之一，已掌握了调控重稀土元素在磁体中的分布的晶界扩

散技术,产品综合性能达到国际同类产品先进水平。公司在宁波、包头两大生产基地,拥有达到国际一流水平的磁钢坯料生产、机械加工及表面处理生产线,具有年产坯料 21,000 吨的生产能力,是全球最大的稀土永磁材料制造商之一。

2022 年、2023 年及 2024 年前三季度,宁波韵升分别实现营业收入 64.1 亿元、53.7 亿元、36.5 亿元,同比分别增加 70.74%、减少 16.23%、减少 9.19%;归母净利润 3.56 亿元、-2.27 亿元及 0.69 亿元。2024 年前三季度,公司用于新能源汽车、消费电子类、工业及其他应用的钕铁硼永磁材料分别实现销售收入 16.62 亿元、9.96 亿元、6.88 亿元,同比分别增加 49.56%、增加 22.97%、减少 49.56%。

公司聚焦新能源汽车、消费电子和工业应用等三大领域的下游应用场景。在新能源汽车领域,公司是比亚迪、德国舍弗勒、欧洲大陆的主要供应商,为其批量、稳定供应新能源汽车驱动电机磁钢。此外,公司与方正电机、卧龙电驱等电驱动系统制造商达成了战略合作关系并获准进入其供应链体系,配套用于多款新能源畅销车型。随着新能源汽车在全球范围内加速渗透,新能源车用磁材需求预计将在未来 5 年内呈现出高速增长态势。公司产品也配套用于传统车型,主要应用于汽车 EPS、ABS 等核心模块。

在消费电子领域,公司是全球某 3C 智能电子巨头的主要磁材供应商,产品直接应用于该客户开发产品中的扬声器、震动马达、聚焦马达、无线充电等,最终应用于智能手机、无线耳机、智能平板、PC、智能穿戴设备及无线充电设备等。此外,公司也是国际声学巨

头（美系）和 HDD 硬盘产业链上的主要磁材供应商。作为稀土永磁材料行业的头部企业之一，宁波韵升近年来高度关注如 XR、人形机器人、eVTOL 等新兴领域，通过向客户提供从磁材设计到磁材生产，再到磁组件的全流程服务，积极探索市场突破的可能性。公司已在 2023 年年报及 2024 年第三季度报告中披露，在人形机器人领域，公司通过积极的市场开拓，与一批潜在客户建立了联系，部分客户已经进入送样阶段。截至 2024 年第三季度末，针对国内某人形机器人客户，已达到量产供货状态。

3.金力永磁

金力永磁是集研发、生产和销售高性能钕铁硼永磁材料于一体的高新技术企业，是新能源和节能环保领域高性能稀土永磁材料的领先供应商。公司产品被广泛应用于新能源汽车及汽车零部件、节能变频空调、风力发电、3C、节能电梯、机器人及智能制造、轨道交通等领域，并与各领域国内外龙头企业建立了长期稳定的合作关系。目前公司已批量供应 N52、52M、50H、48SH、48UH、42EH、40AH、35VH 等系列牌号高性能钕铁硼永磁材料。

金力永磁 2024 年前三季度实现总营收 50.14 亿元，同比下降 0.72%。成本端营业成本 45.11 亿元，同比下降 7.09%，费用等成本 3.76 亿元，同比增长 8.60%。营业总收入扣除营业成本和各项费用后，归母净利润 1.97 亿元，同比下降 60.17%。

公司在重稀土主要生产地江西赣州、轻稀土主要生产地内蒙古包头均建设生产工厂。同时，还在浙江宁波投资建设高端磁材及组件项

目。公司与包括北方稀土集团、中国稀土集团在内的主要稀土原材料供应商建立了长期的战略合作关系。截至 2023 年末，公司的毛坯产能已经具备年产 23,000 吨的生产能力。结合包括新能源汽车在内的未来市场需求，以及“碳达峰”“碳中和”事业的需求，公司制定 2021 年至 2025 年发展规划：通过逐步配置资源和能力，建设赣州、包头、宁波生产基地，规划到 2025 年将建成 40,000 吨高性能稀土永磁材料产能及先进的磁组件生产线。

4.正海磁材

烟台正海磁性材料股份有限公司（简称:正海磁材）成立于 2000 年，深圳创业板上市公司（股票代码:300224）。公司致力于高端稀土永磁材料及元器件的研发和制造，凭借多年积累所构建的“3456”体系(“3 大核心技术”、“4 大竞争优势”、“5 大产品特色”、“6 大应用市场”)，在国内建立了 5 处生产基地，在德国、日本、韩国、美国、马来西亚设立子公司，是国家级高新技术企业、国家级企业技术中心、国家地方联合工程研究中心、山东省磁性材料工程技术研究中心，拥有强大的综合竞争实力。

正海磁材是正海集团有限公司（简称:正海集团）的子公司。正海集团创建于 1990 年，涉足稀土永磁、再生医学、汽车内饰、电子信息、半导体功率器等多个行业，形成了以制造业为主体的多元化发展格局。先后承担国家 863 计划重大项目 10 项，国家重点研发计划 4 项，国家火炬计划项目 7 项。

正海磁材公告称，预计 2024 年 1-12 月归属于上市公司股东的

净利润盈利:8,000 万元至 10,000 万元,同比上年下降:77.65%至 82.12%。预计 2024 年 1-12 月扣除非经常性损益后的净利润盈利:5,100 万元至 7,100 万元,同比上年下降:81.55%至 86.75%。

公告显示, 1、高性能钕铁硼永磁材料业务:报告期内,公司持续深化客户合作,专注于产品性能和服务质量提升,灵活调整销售策略,有效提升整体竞争力,产品销量同比增长 22%,实现连续七年增长。主要应用领域-节能和新能源汽车市场与家电市场出货量同比分别增长 25%和 31%。受原材料价格低位震荡波动、行业竞争加剧、下游应用领域价格下降等因素影响,公司产品价格承压,毛利率同比下降,公司产品销量的增长未能覆盖上述影响,净利润同比下降。2、新能源汽车电机驱动业务:报告期内,公司新能源汽车电机驱动业务低迷,营业收入和利润同比均大幅下降,业务空间缩小且呈持续压缩趋势。

1.2 稀土产业专利导航研究内容

1.2.1 导航需求分析

本专利导航项目需求采集由资料调研、实地企业走访和问卷调查三部分组成。前期资料调研通过查阅国内外稀土产业规划及政策,初步了解相关产业基本情况;通过实地企业走访、会议座谈调研摸排梁山县稀土产业生产经营状况,确定产业实际项目需求,圈定研究范围,为后续专利导航项目开展奠定良好基础。

(1) 通过专利导航优化产业升级路径。梁山县稀土产业在部分领域已经具备领先优势,但产业集聚效应仍需加强,如何进一步保持

及扩大产业优势，强化弱势领域，需要通过开展专利导航，为产业升级所需的技术路径、人才路径、企业路径指明发展方向。

（2）通过专利导航提升产业创新实力。梁山县产业创新主体在部分领域已处于国内领先水平，但在专利布局和高价值专利培育水平还有待提高，如何围绕核心技术打造高价值专利组合，形成强有力的专利布局保护网，需要通过开展导航，进一步剖析关键技术的创新研发路径，制定合理的产业和企业专利布局策略，提升产业创新和保护水平，推动产业和企业价值的不断攀升。

（3）通过专利导航招商引资招才引智。目前梁山县稀土产业链相对完善，但各环节发展不平衡，需要通过专利导航挖掘培育、合作、引进合适的创新主体，进一步补强产业链，提升产业竞争实力。

1.2.2 研究内容和方法

本报告结合梁山县的实际情况，从稀土产业中选取稀土元素制备、稀土新材料作为研究对象，在行业和企业发展现状分析的基础上，开展专利导航分析，分析产业创新方向和重点，明晰梁山县稀土产业发展定位，规划创新发展和专利运营路径，为梁山县稀土产业决策提供有力依据，主要包括如下几部分内容：

（1）稀土产业发展现状。从全球发展现状、中国发展现状、山东省梁山县发展现状三个层面，对产业信息、技术信息、市场信息、政策信息进行梳理、总结、提炼、对比，全面了解国内外产业发展现状及山东省梁山县发展现状。

(2) 稀土产业发展方向导航。以全景模式揭示产业发展的整体趋势与基本方向。以历史演进的视角，全球化的视野，以专利数据信息为基础，结合产业信息、技术信息、市场信息、政策信息，明晰产业竞争格局，明确技术创新重点、热点，预测产业结构调整方向、技术发展重点方向。

(3) 稀土产业定位。从产业、技术、人才等角度，对梁山县稀土产业国内外专利包含的技术、法律等信息进行深度挖掘，全面了解梁山县稀土产业技术创新现状、专利布局现状、人才储备现状、专利运营实力等，通过对比分析，揭示梁山县稀土产业在全球及中国产业竞争中的分工和定位。

(4) 梁山县稀土产业发展路径导航。以上述分析为基础，结合梁山县稀土产业实际情况，从产业结构、技术创新、企业引进培育、专利协同创新、专利运营、创新人才引进几个方面，为梁山县稀土产业的创新发展和专利运营提供优化路径。

本报告总体采用统计分析、对比分析等定性分析方法和定量分析方法相结合的方式，从产业的专利布局、发展趋势等宏观角度进行详细分析，对包括各技术分支的专利技术、市场主体、区域分析、人才分布等微观角度进行科学计量分析，从中提取有用的、有意义的信息，并将个别零散的信息转化成系统的、完整的、有价值的情报。

本报告从专利申请趋势分析、专利区域分布、重要申请人、人才储备现状、专利运营实力等维度进行分类。依据标引数据制作相应形式的图表进行展现，例如柱状图、折线图、饼图综合性图表等，并依

据各维度所展现出的规律分析，归纳得出相应的发展预测、建议和结论。

1.2.3 技术分解

根据梁山县稀土产业发展情况，稀土产业一级分支按照产业分为稀土元素制备和稀土新材料两大技术分支领域。

其中，稀土元素制备二级分支细分为稀土氧化物、稀土金属/合金、稀土回收，稀土新材料领域二级分支细分为稀土永磁材料、稀土催化材料、稀土发光材料、稀土抛光材料、稀土储氢材料。

表 1-15 稀土产业技术分解表

技术名称	一级分支	二级分支
稀土产业	稀土元素制备	稀土氧化物
		稀土金属/合金
		稀土废料回收
	稀土新材料	稀土永磁材料
		稀土催化材料
		稀土发光材料
		稀土抛光材料
		稀土储氢材料

1.2.4 检索策略及检索要素

1.2.4.1 数据范围

本专利导航项目报告选取稀土产业二级技术分支作为主要技术查询，为全面获得稀土产业专利技术领域完整有效的专利分析，因此检索的目标文献是所有关于上述主题的专利文献，专利文献数据选用中外专利检索分析平台数据库作为主要检索数据库，检索数据截止时间为 2024 年 12 月 31 日，此外前期技术分解、构建检索式以及验证检索结果时参考了中外专利检索分析平台数据库的检索和统计结果。

1.2.4.2 检索策略

稀土产业专利导航报告整体采用分总式检索策略，选取一、二级技术分支作为主要技术查询，搜集关键词和分类号在中外专利检索分析平台数据库中试错检索，不断验证其是否对检索结果有效，选取有效的关键词和分类号，理清检索要素间以及不同检索式间的运算逻辑，制定二级分支的检索策略。检索过程中，尽可能地扩展相关的关键词和国际 IPC 分类号，以“检索-验证-扩充-再检索-再验证”的循环过程，反复执行该过程以达到预期样本目标，其中的扩充包含了对关键词、分类号、重点申请人、发明人、引证/引用文件的扩展。二级技术分支检索结果合并形成一级检索数据。

1.2.4.3 检索表达式

一级分支	二级分支	检索式
稀土元素制备	稀土氧化物	(名称=(稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铷 or 'Sc' or 钇) and 名称,摘要+=(氧化 or oxidize or oxidate or oxide))
	稀土金属/合金	(名称=(稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铷 or 'Sc' or 钇) and 名称,摘要+=(金属 or 合金 or metal or alloy))
	稀土废料回收	(名称,摘要+=(废料 OR 废水 or 废渣 or 二次资源 or 废弃物 or 废旧材料 or Waste or wastewater or waste residue or secondary resources or waste or waste materials) and 名称=(稀土 or 钕铁硼 or 永磁材料 or 荧光粉 or 抛光粉 or 废催化剂 or 'Neodymium iron boron' or 'permanent magnet material' or 'fluorescent powder' or 'polishing powder' or 'waste catalytor' or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铷 or 'Sc' or 钇)) or 申请号=(CN201210402516.X or CN201510413383.X or CN201510412960.3 or CN201611173264.2 or CN201910172910.0 or CN201910842186.8 or CN202010141312.X or CN202010963833.3 or CN202210192490.4 or CN202211186726.X or CN202310702129.6 or CN202311719089.2 or CN202311825591.1 or CN202411299902.X or CN201220539823.8 or CN201520925095.8 or CN201520925172.X or CN201520932365.8 or CN201520932372.8 or CN201520917261.X or CN201520940189.2 or CN201721142599.8 or CN201721263268.X or CN201721143055.3 or CN201721217840.9 or CN201821601720.3 or CN201821601087.8 or CN201821571264.2 or CN201921479205.7 or CN202020192499.1 or CN202020190706.X or CN202020192521.2 or CN202020192501.5 or CN202020190775.0 or CN202020309729.8 or CN202020440719.8 or CN202022004473.2 or CN202020309742.3 or CN202121912950.3 or CN202121918116.5 or CN202121918070.7 or CN202122051007.4 or CN202221065124.4)
稀土新材料	((名称,摘要,主权项+=(稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铷 or 'Sc' or 钇) and 分类号=(H01F%)) or (名称=(磁 or 'magnetism') and 名称,摘要,主权项+=(稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铷 or 'Sc' or 钇) and 分类号=(B% or C%)))	

稀土催化材料	(名称,摘要+((催化 or 触媒 or 'catalyze' or 'catalyzer' or 'catalysis' or 'catalyst') and (稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铪 or 'Sc' or 钇)) and 分类号=(B01D OR B01J OR B29C\64 OR C01B OR C07 OR C08 OR C09 OR C10))
稀土发光材料	((名称,摘要,主权项+(((发光 or 'luminous' or 'shinegive out light' or 'flash' or 荧光) and (稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铪 or 'Sc' or 钇)) or 'rare earth luminescent material' or 'rare earth luminescence' or 'rare earth luminescence') and 分类号=(B% or C%)) or (名称,摘要,主权项+((稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铪 or 'Sc' or 钇)) and 主分类号=(C09K11)))
稀土抛光材料	(名称,摘要,主权项+((抛光 or 'polishing' or 'polish' or 'buffing' or 'burnishing' or 'burnish' or 'polishing powder') and (稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 铈 or 'Ce' or 氧化铈 or 'CeO2')) and 分类号=(B24 OR B21C OR B21G OR B23D OR C03B29 OR C09 OR C21D OR C25 OR F28F13 OR G01N1 OR H01L21 OR H01R39 OR H05K3))
稀土储氢材料	名称,摘要,权利要求书+((储氢 or 贮氢 or 'hydrogen storage' or 吸放氢 or 吸氢 or 氢存储 or 储存氢 or 'Hydrogen absorption and desorption' or 'hydrogen absorption' or 'hydrogen storage powder' or 'hydrogen storage alloy') and (稀土 or 'tombarthite' or 'rare earth' or 镧 or 'La' or 铈 or 'Ce' or 镨 or 'Pr' or 钕 or 'Nd' or 钷 or 'Pm' or 钐 or 'Sm' or 铕 or 'Eu' or 钆 or 'Gd' or 铽 or 'Tb' or 镝 or 'Dy' or 钬 or 'Ho' or 铒 or 'Er' or 铥 or 'Tm' or 镱 or 'Yb' or 镱 or 'Lu' or 铪 or 'Sc' or 钇)) and 分类号=(B% or C% or H01M4)

1.2.4.4 检索结果

对截止到 2024 年 12 月 31 日的检索结果进行查全和查准验证。

第一步：查全。选取专利数据量合适的重要申请人或发明人进行查全率验证，查全率达到 90%以上意味着最终检索结果已包含 90%以上该技术分支的专利数据，也证实检索策略正确，检索命中结果符合要求。

第二步：查准。查准验证针对二级分支，抽取专利数量的 5%~10% 进行验证，针对重要技术分支，进行全部文献的查准验证。

1.2.5 数据筛选与数据处理

1.2.5.1 数据筛选与降噪

专利数据检索完成后，根据报告分析需要，利用中外专利检索分析平台数据库将检索获得的原始专利数据确定需要的字段，其中全球专利采集的字段主要有公开/公告号、申请号、申请日、受理国、地域、标准申请人、发明名称、分类号、法律状态、摘要等；中文专利采集的字段主要有：公开/公告号、申请号、申请日、省市分布、标准申请人、发明名称、分类号、专利类型、法律状态、摘要等。

数据筛选完成后进行人工降噪处理，采用关键词批量去噪和人工去噪相结合的方式，对稀土产业检索获得的专利数据进行提取，对采集到的数据进行数据项内容的统一、修正和规范，去掉重复数据，并通过人工筛选，将与主题明显不相关的专利文献筛选去除。主要为以下数据去噪策略：（1）利用分类号去噪，去除大部分不相关分类号，几乎和本领域不相关，可以明确去除，进而保证相关专利被去除；（2）利用关键词去噪，例如在整个检索过程中都可以采用，仓库、库管、手关节等相关的关键词进行去噪；（3）在后续的标引过程中还会发现噪音文献，可以通过标引的过程同时去噪。

去除噪音的步骤可归纳为以下几步：

（1）确定去除的噪音分类号或者关键词，在检索结果中进行噪音去除；

（2）浏览去除的文献，评估去噪的效果，如果去除的文献中含

有较多的和技术主题相关的文献，对相关文献进行统计分析，对去噪检索式进行调整；

(3) 利用调整后的去噪检索式继续去噪，重复步骤(2)，直至达到满意的去噪效果。

1.2.5.2 数据标引

本专利导航报告数据标引采用常规字段标引和自定义字段标引，常规字段标引包括申请日、公开日、申请人、发明人、同族专利等，自定义标引字段包括技术分支、技术功效、被引频次等。依照前述章节技术分解表，标引所属的技术分支，级别细化至二级技术分支，数据标引采用检索批量标引为主，人工阅读标引为辅的方式。针对重点产品，进一步细化技术点，通过关键词、人工标引等方式，做进一步技术标引。

1.2.6 相关事项规定

为确保本报告表述内容的一致性，本节对本报告中反复出现的各种专利术语或现象，做出如下解释和约定。

1.2.6.1 相关技术术语约定

全球申请：申请人在全球范围内的各专利局提出的专利申请。

中国申请或在华申请：申请人在中国国家知识产权局提出的专利申请。

国内申请：中国申请人在中国国家知识产权局的专利申请。

技术目标国：以专利申请的公开国家或地区来确定。

技术来源国：以专利申请的首次申请优先权国别来确定，没有优先权的专利申请以该申请的最早申请国别来确定。

PCT：《专利合作条约》**Patent Cooperation Treaty。**

IPC：国际专利分类号。

WIPO：国际知识产权组织。

日期规定：依照最早优先权日确定每年的专利数量，无优先权日以申请日为准。

专利族、专利同族：同一项发明创造在多个国家申请专利而产生的一组内容相同或基本相同的专利文献出版物成为一个专利族或同族专利。从技术角度来看，属于同一族专利的多件专利申请可视为同一项技术。在本报告中，针对技术和专利技术首次申请国（最早优先权国家作为首次申请国）分析时对同族专利进行了合并统计，针对专利在国家或地区的公开情况进行分析时各件专利进行了单独统计。

同族专利数：一件专利同时在多个国家或地区的专利局申请专利的数量。

项：同一项发明可能在多个国家或地区提出专利申请，合享数据库（**INCOPAT**）数据中的同族数据库将这些相关的多项申请作为一条记录。在进行专利申请数量统计时，对于数据库中以一族（这里的“族”指的是同族数据库中的“族”）数据的形式出现的一系列专利文献，计算为“1 项”。一般情况下，专利申请的项数对应于技术的

数目。

件：在进行专利申请数量统计时，例如为了分析申请人在不同国家、地区或组织所提出的专利申请的分布情况，将同族专利申请分开进行统计，所得到的结果对应于申请件数。1项专利申请可能对应1件或多件专利申请。

1.2.6.2 数据完整性约定

2023年和2024年专利申请量下降，是由于专利文献数据不完整，不能代表真正的专利申请趋势。2022年后提出的专利申请的统计数量比实际的申请量要少，主要由于下列原因：PCT专利申请可能自申请日起30个月甚至更长时间之后才进入国家阶段，从而导致与之相对应的国家公布时间更晚；中国发明专利申请通常自申请日起18个月（要求提前公布的除外）才能被公布；实用新型专利申请在授权后才能获得公布，其公布日的滞后程度取决于审查周期的长短等。

第二章 稀土元素制备发展方向分析

在全球能源转型与碳中和目标加速推进的背景下，稀土元素作为支撑新能源、电子信息、国防军工等战略产业的关键材料，其供需矛盾与资源安全问题日益凸显。据美国地质调查局（USGS）统计，2023年全球稀土氧化物（REO）需求量已突破 30 万吨，其中新能源汽车、风力发电等清洁技术领域占比超 60%，预计 2030 年需求缺口将扩大至 12 万吨。然而，传统稀土开采面临多重挑战：中国虽以 37% 的储量承担全球 70% 的产量，但每吨稀土精矿开采伴随 2000 吨放射性废渣的生态代价；欧美日韩等消费大国对外依存度超 95%，供应链极易受地缘政治波动冲击。在此背景下，稀土元素制备，特别是稀土回收技术从“补充手段”跃升为“战略支柱”。

本章基于全球专利大数据，结合国内、国外稀土元素制备主要创新主体的研发动向，系统揭示技术突破方向与产业升级路径。

2.1 产业发展趋势分析

全球稀土工业经历了三个发展时期。20 世纪 40~60 年代，世界稀土供应由欧洲主导，主流工艺为烧碱法处理独居石。稀土供给远远不能满足需求，稀土价格指数整体处于高位；20 世纪 60 年代后，随着美国芒廷帕斯矿（Mountain Pass，简称 MP）实现工业生产，美国开始主导全球稀土供应，主流工艺为氟碳铈矿氧化焙烧-盐酸浸出；MP 投产带来大量供应导致价格指数持续下跌，随着需求回暖，价格进入震荡期；20 世纪 80 年代中期，我国在分离技术方面取得重大突

破，打破国外稀土提取与分离的垄断，重塑全球稀土产业格局：我国于 20 世纪 50 年代开始研究稀土的开发利用，虽然研究工作起步较晚，但发展迅速，取得了跨越式的成果。包头矿第三代酸法的开发成功和串级萃取理论的建立与应用，标志着国外长期垄断稀土的提取和分离技术的结束，由此，中国的稀土产品开始走向历史舞台，逐步取代西方的主导地位。国内稀土产品成本远低于海外，技术迅速推广，产品冲击全球，美国铝业公司（Molycorp Inc）被迫关闭，日本、欧洲稀土产品竞争力更为薄弱。

进入 21 世纪后，我国已建立起较完整的产业链和工业体系，涵盖了稀土采选、冶炼分离、材料加工及终端应用各个阶段；我国成为全球最大的稀土资源国、生产国、出口国和应用国。至今，我国的稀土分离技术仍然居于世界领先地位，贡献了全球近 90%的稀土产量。

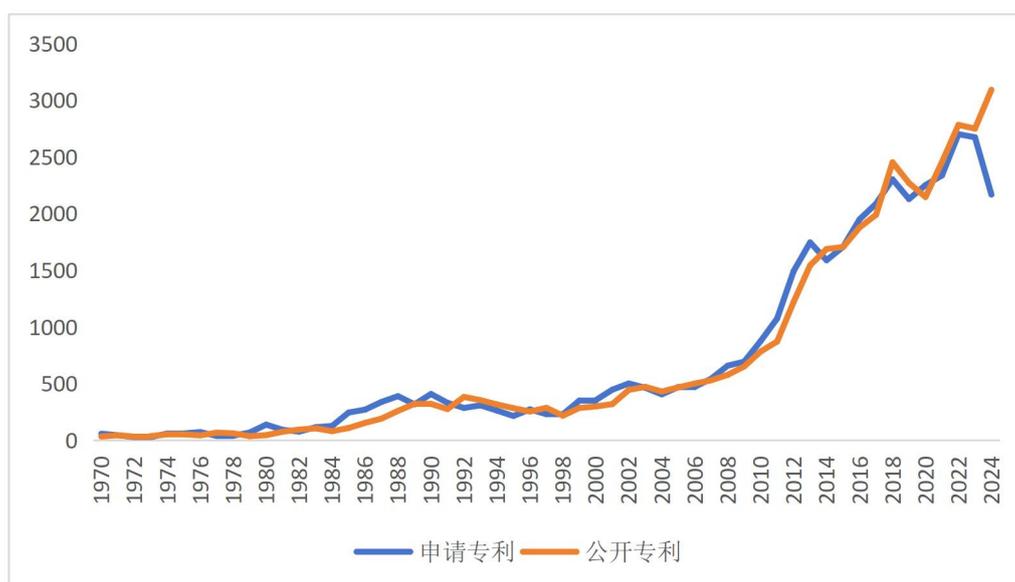


图 2-1 国内外专利申请公开趋势

稀土元素制备产业技术领域专利申请全球共 38883 件，其中国内专利申请 27908 件。上图是全球专利的申请、公开趋势图，从申请趋势来看，全球专利申请基本呈现逐年上升的趋势，近年来，稀土

作为各个国家战略资源，被广泛应用于农业、永磁材料、冶金工业、军事、化工、玻璃等领域，应用领域需求旺盛直接影响稀土行业发展，国内研发热情高涨，可以预期未来该领域的专利申请量将会继续稳定增长。

2.2 地域专利分布

2.2.1 全球专利地域构成

稀土元素制备产业专利分布呈现显著集中态势：中国占据绝对主导地位（占比 83.3%），专利数达 27719 件，是该领域技术创新的核心国家；日本（13.5%）、美国（5.2%）为第二梯队，专利数分别为 4493 和 1721 件；欧洲（3.3%）、韩国（2.3%）等国家地区构成第三梯队，专利数均不足千件；前三大经济体（中、日、美）合计占比达 92%，显示出技术研发高度集中于主要工业强国。

近十年来，全球稀土元素制备领域的专利公开数量呈现持续增长态势。其中，中国凭借显著的技术优势和市场主导地位，其专利数量的快速增长对产业格局演变起到了核心推动作用。与此同时，尽管美国、日本及欧洲主要国家的专利总量相对有限，但各自的技术研发呈现出差异化发展路径——一部分国家保持稳定增长，有些区域则出现阶段性波动。这种多极化发展趋势与中国的技术突破相互交织，共同勾勒出全球稀土产业创新生态的多元化格局。

稀土元素制备产业专利国家分布



图 2-2 稀土元素制备产业专利国家分布



图 2-3 全球专利申请地域构成及近十年申请趋势

2.2.2 国内专利地域构成

国内专利稀土元素制备技术来源国有日本、美国、法国、德国、韩国，其中日本在我国布局 265 件专利申请，美国在我国布局 142 件专利申请，这些发达国家通过核心技术专利在华布局，既彰显其对中国稀土领域技术创新成果转化能力的战略重视，也折射出我国稀土

产业技术创新活跃度及产业升级潜力正成为全球关注焦点。这些跨国企业的专利卡位行为实质上是围绕稀土元素制备关键技术制高点的创新博弈，客观上加速了我国稀土行业从资源依赖性向创新驱动型转变的竞争压力。

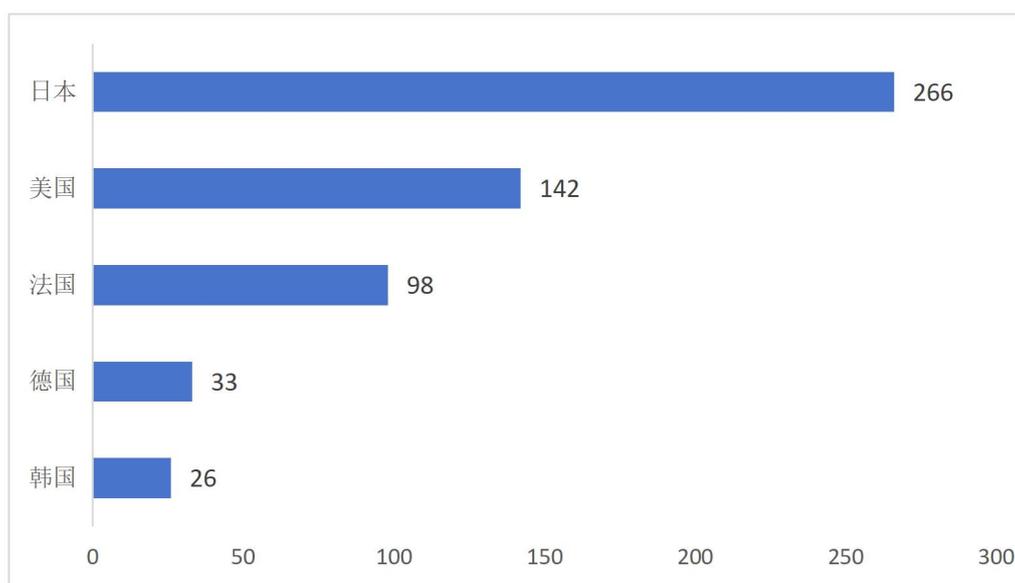


图 2-4 国外来华专利布局



图 2-5 国内专利申请地域构成分布

我国专利申请地域分布排名前三的是江西省、江苏省和北京市，山东省专利申请 1077 件，排名第 9 位。江西有中国稀土集团有限公司、江西钨业控股集团有限公司等大型稀土产业企业，江苏省拥有苏

州大学、南京工业大学、东南大学等高校院所，北京市作为我国首都，集聚了丰富的科技智力资源，有着得天独厚的禀赋，将科研、创新写进基因，亦拥有中国石油化工股份有限公司、有研稀土新材料股份有限公司、京磁材料科技股份有限公司等企业，创新成果丰富所以专利申请量也较多。

2.3 技术构成分析

全球稀土元素制备产业的专利技术主要集中在表 2-1 所列分类号，如 C22C1/00：有色金属合金制造（含稀土合金），如钕铁硼磁体的前驱体制备；C22C38/00&C22C33/00：铁基合金及制造技术，涉及稀土在钢铁中的应用（如提高强度、耐腐蚀性）；B22F9/00：金属粉末制备技术，用于稀土永磁材料的粉末冶金工艺（如气流磨制粉）；C01F17/00：稀土化合物的制备（如氧化镨钕、氧化镱等），属于从提取到材料制备的中间环节，连接上游与中游。建议技术布局方向：高附加值磁性材料：聚焦 H01F1/00 的组分优化（如高矫顽力磁体设计）；低碳提取工艺：加强 C22B3/00 与 C22B59/00 的联合创新（如离子吸附矿绿色浸出）；粉末冶金设备升级：针对 B22F3/00 与 H01F41/00 开发智能化烧结设备；新兴应用材料：探索 C22C38/00 中稀土改性钢在新能源装备中的应用。

表 2-1 专利技术构成

分类号	说明
H01F1/00	注意 C 部类名后的附注 3，该附注指出了 IPC 中所参考的化学元素周期表版本。在本组中，所用的周期系统是在周期表中用罗马数字标注的八族系统。 (2010)
C22B59/00	稀土金属的提取[2006.01]

H01F41/00	专用于制造或装配磁体、电感器或变压器的设备或方法；专用于制造磁性材料的设备或方法[2006.01]
C22B3/00	用湿法从矿石或精矿中提取金属化合物（5）
C22C1/00	有色金属合金的制造（用电热法入 C22B4/00；用电解法入 C25C1/24，C25C3/36）[2023.01]
C22C38/00	铁基合金，例如合金钢（铸铁合金入 C22C37/00）[2006.01]
C01F17/00	稀土金属化合物
B22F3/00	由金属粉末制造工件或制品，其特点为用压实或烧结的方法；所用的专用设备[2021.01]
B22F9/00	制造金属粉末或其悬浮物；所用的专用装置或设备[2006.01]
C22C33/00	铁基合金的制造（其热处理入 C21D5/00，C21D6/00）[2006.01]

2.4 主要创新主体分析

表 2-2 为稀土元素制备领域专利技术主要创新主体排名统计，国外在该领域布局专利数量较多的创新主体有新津化学株式会社、东京电气化学工业株式会社、日立金属株式会社等，均来自日本；国内高校院所江西理工大学包头稀土研究院、北京工业大学、中南大学等，国内企业类型申请人有有研稀土新材料股份有限公司、包头钢铁(集团)有限责任公司、中国石油化工股份有限公司、中国恩菲工程技术有限公司等。

表 2-2 稀土元素制备领域全球申请人

稀土元素制备					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.	562	江西理工大学	365	有研稀土新材料股份有限公司	215
SUMITOMO METAL MINING CO LTD	373	包头稀土研究院	355	包头钢铁(集团)有限责任公司	181
SEIKO EPSON CORP	211	北京工业大学	345	中国石油化工股份有限公司	107
TDK CORP	190	中南大学	311	中国恩菲工程技术有限公司	105
HITACHI METALS LTD	181	北京科技大学	248	内蒙古包钢钢联股份有限公司	104

2.5 主要技术人才分析

稀土元素制备领域专利申请国外主要技术人才有 SHIMODA TATSUYA、AKIOKA KOJI、TAKEHISA MINOWA、MINOWA, TAKEHISA、OKONOGI ITARU、SATO TADAKUNI 等，主要来自新津化学株式会社、东京电气化学工业株式会社、日立金属株式会社、精工爱普生等机构。国内主要技术人才有刘勇、张华、冯立新、张敏燕、聂祚仁、黄小卫、叶亮、刘玉宝、郝先库、张瑞祥等人，技术人才主要分布在信丰县包钢新利稀土有限责任公司、江苏麟龙新材料股份有限公司、有研稀土新材料股份有限公司、赣州市恒源科技股份有限公司、包头市京瑞新材料有限公司等创新主体中，下表为专利申请排名前十的创新人才的近期研发方向及共同研发人才，企业在考虑人才引进时可作参考。

表 2-3 国外主要创新主体（前十）及所在机构

国外主要创新人才	专利数量	所在机构
SHIMODA TATSUYA	162	SEIKO EPSON CORP
AKIOKA KOJI	99	SEIKO EPSON CORP
TAKEHISA MINOWA	96	SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.
MINOWA, TAKEHISA	85	SHIN ETSU CHEM CO LTD
OKONOGI ITARU	85	SEIKO EPSON CORP
SATO TADAKUNI	83	TOKIN CORP
MINOWA, TAKEHISA	82	SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.
HIROZAWA SATORU	66	SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD

ISHIKAWA TAKASHI	60	SUMITOMO METAL MINING CO LTD
KOBAYASHI OSAMU	58	SEIKO EPSON CORP

表 2-4 国内主要技术人才及近期研发方向

国内主要创新人才	专利数量(件)	创新主体	近期研发方向	共同研发人才
刘勇	67	信丰县包钢新利稀土有限责任公司	钕铁硼废料回收	曾青云、张华、张相良
冯立新	48	江苏麟龙新材料股份有限公司	稀土元素应用, 例如重防腐涂层、热浸镀合金等	张敏燕、魏小昕、蒋穹、陈竺、张平则等
张敏燕	48	有研稀土新材料股份有限公司	稀土元素应用, 例如重防腐涂层、热浸镀合金等	张敏燕、魏小昕、蒋穹、陈竺、张平则等
聂祚仁	116	北京工业大学	金属合金、有色金属	吴晓蓝、文胜平、黄晖
黄小卫	113	有研稀土新材料股份有限公司	稀土提纯、分离等	龙志奇、崔大立、冯宗玉
张华	69	信丰县包钢新利稀土有限责任公司	钕铁硼废料回收	曾青云、刘勇、张相良
叶亮	80	赣州市恒源科技股份有限公司	钕铁硼废料回收、萃取	詹群
刘玉宝	65	包头稀土研究院	稀土熔盐电解废料方法等	陈国华、赵二雄、吕卫东
郝先库	65	包头市京瑞新材料有限公司	稀土元素制备工艺等	张瑞祥、刘海旺、王士智、许宗泽
张瑞祥	65	包头市京瑞新材料有限公司	稀土元素制备工艺等	郝先库、刘海旺、王士智、许宗泽

2.6 山东省专利情况

从稀土元素制备领域专利申请趋势来看, 2006 年之前一直处于缓慢的发展阶段, 年申请量不足 20 件; 2011 年之后快速发展, 专利

保护意识不断加强，申请量也突飞猛进；自 2019 年开始申请量有所下降，之后呈波动性增长趋势，说明创新主体在研发中遇到了研发难题，在大量研发投入中，不断突破研发瓶颈，向着高精尖“提速换挡”。

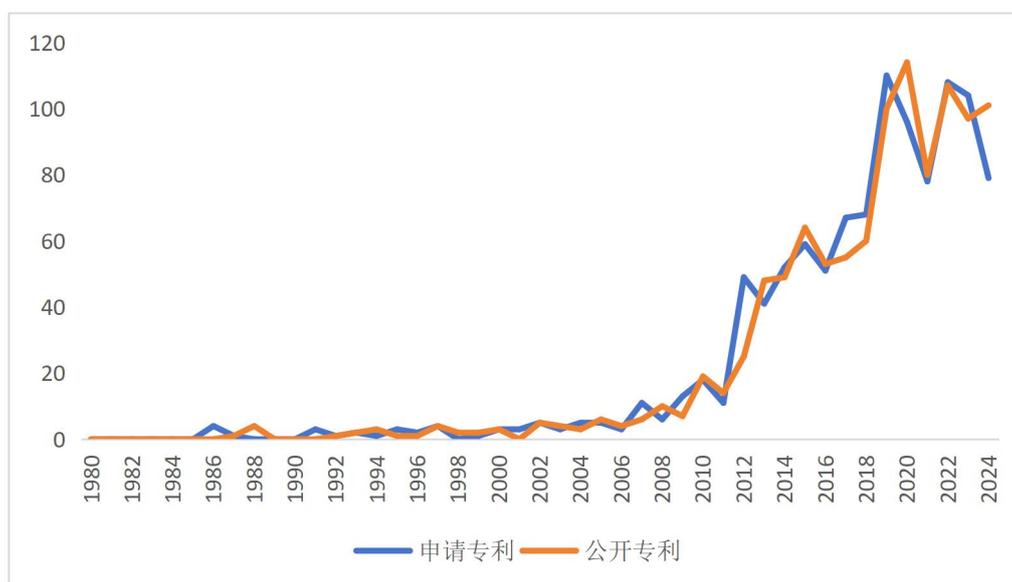


图 2-6 山东省专利申请、公开趋势图

山东省内在稀土元素制备领域布局专利较多的城市有济南、青岛、烟台、淄博等，结合省内创新主体来看，济南、青岛在该领域的专利申请主要集中于高校院所，烟台市专利申请主要集中在烟台正海磁性材料股份有限公司企业手中，济宁在省内排名第五位，专利申请主要集中在中稀天马新材料科技股份有限公司、山东南稀金石新材料有限公司，专利申请数量还有可进步的进步空间。

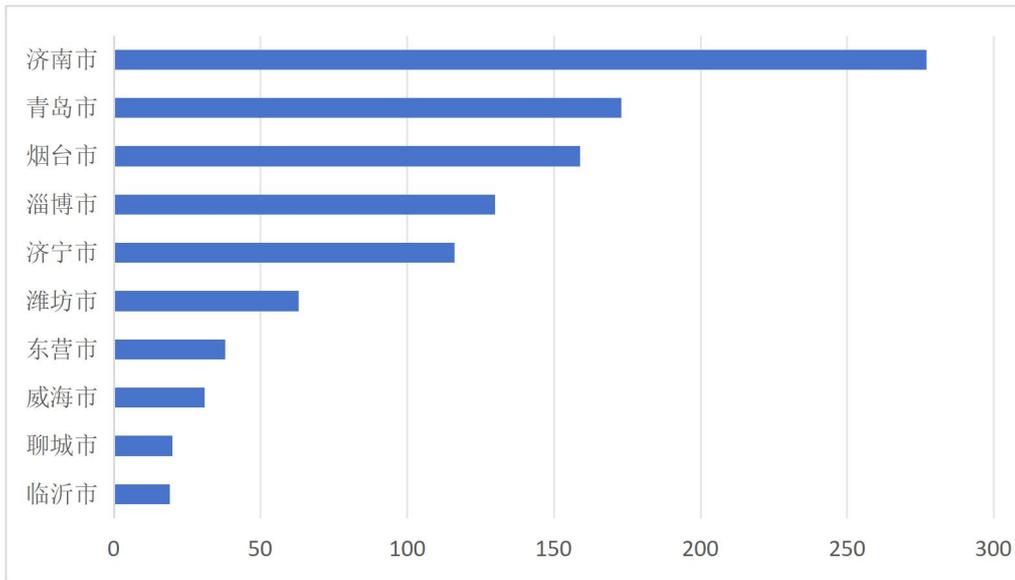


图 2-7 山东省内城市专利数量排名

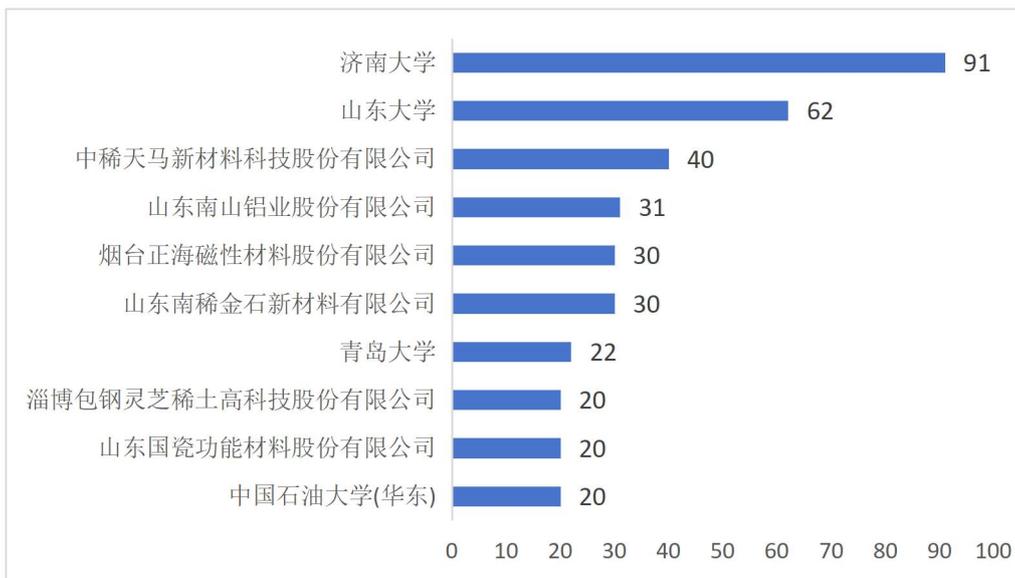


图 2-8 山东省内主要创新主体

图 2-9 为稀土元素制备山东省主要技术人才（前十），主要技术人才有林平、李军、商成朋、王志远、马旭等，所述机构主要是中稀天马新材料科技股份有限公司、山东南稀金石新材料有限公司、烟台东星磁性材料股份有限公司等，企业可以根据不同的研发方向选择性地开展不同形式的合作。

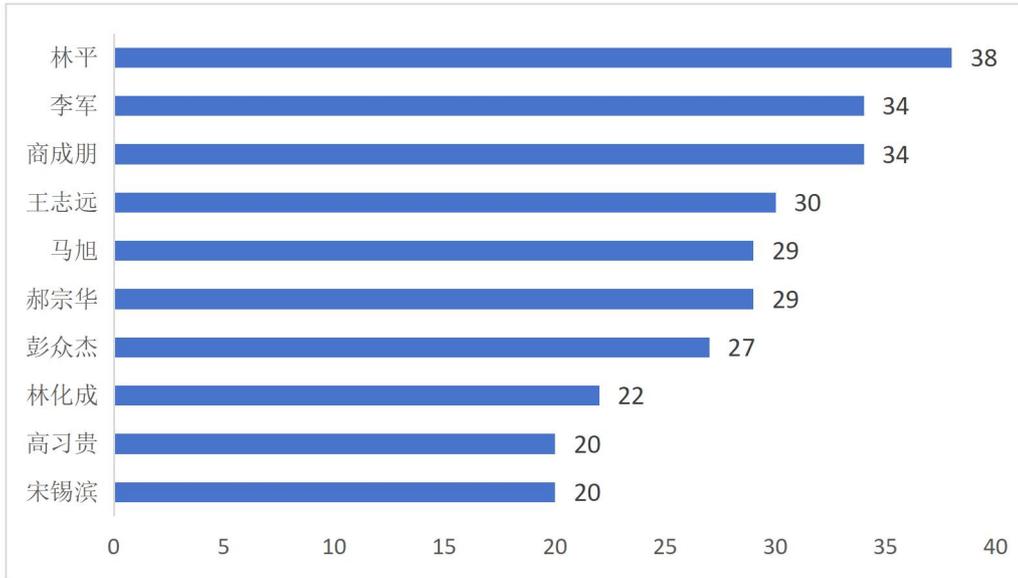


图 2-9 山东省主要技术人才

2.7 专利运营情况

从稀土元素制备领域专利运营情况来看，国内专利运营以转移转让为主，占比高达 71%，其次是质押保全，占比 18%，最后是实施许可，占比 11%。山东省转移转让数量为 113 件，质押保全 29 件，实施许可 7 件；济宁市转移转让变更 7 件，质押保全 4 件，多因公司名称发生改变，进行专利权转移变更，发生质押保全的公司主要有中稀天马新材料科技股份有限公司等。

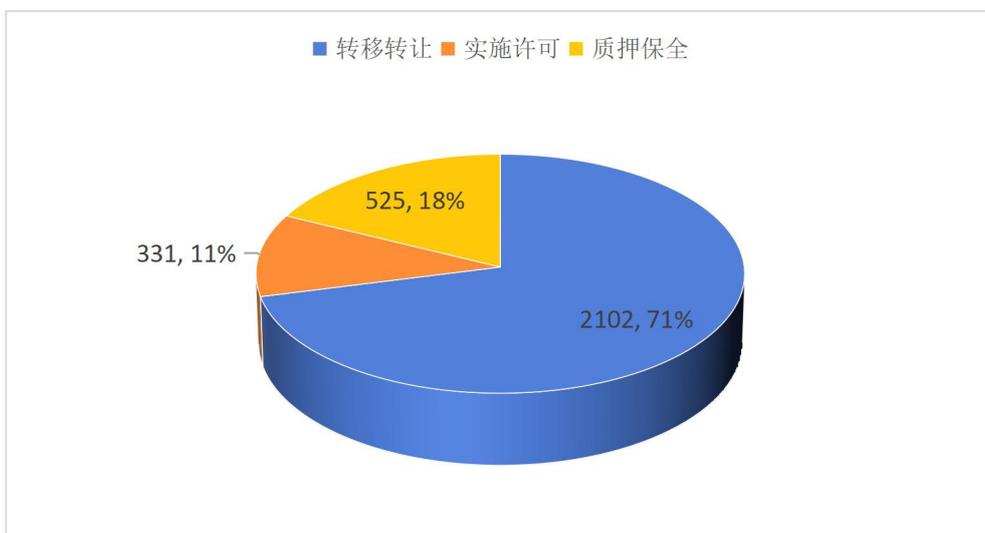


图 2-10 国内专利运营情况

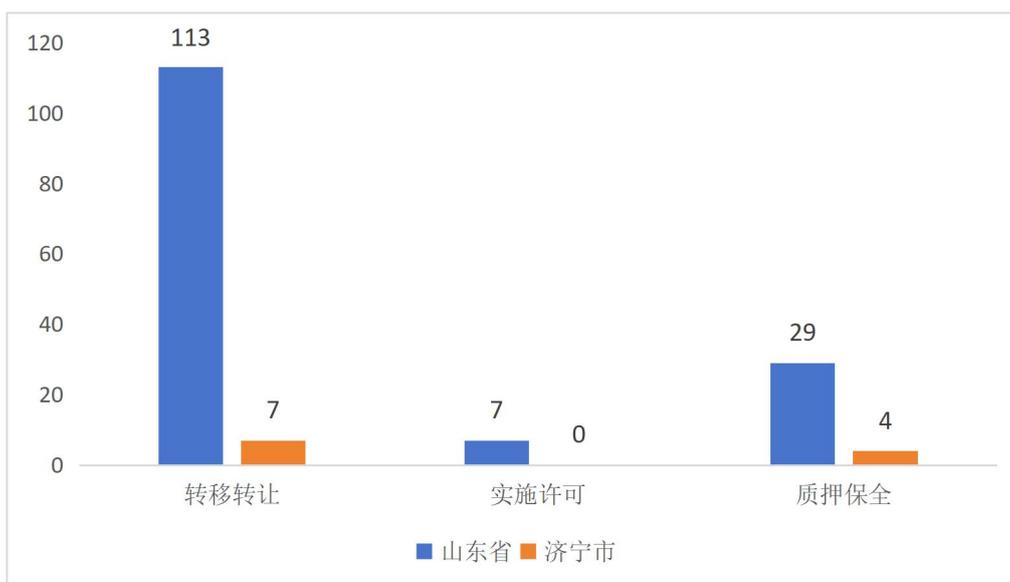


图 2-11 山东省、济宁市专利运营情况

2.8 重点专利

鉴于专利文献更多体现的是技术特征，项目组基于技术基础、法律保障、战略目的、市场核心、经济体现等指标建立评估模型，结合实地调研及问卷调查企业提出的技术问题，从海量专利数据中挖掘出稀土元素制备领域的重点专利，并挑选价值度高的专利进行相应的技术及法律解读。企业可以在学习借鉴国内外先进技术的基础上，进行适合自身发展的创新性研究，企业可以依据自身情况对下述专利进行筛选，具体专利进行具体分析，做好侵权/被侵权防范，进而有计划、有目的、有重点地形成自己的核心技术优势领域，形成有效的企业专利布局。

表 2-5 重点专利列表

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN93105197.5	友联石油公司	从含氟化物矿石中回收铈	稀土元素回收
CN96196505.3	罗纳·布朗克化学公司	基于氧化锆和氧化铈的组合物、其制备方法和用途	
CN99106463.1	住友金属矿山株式会社	从含稀土元素的材料中回收有价值的金属的方法以及所获得的合	

		金粉末	
CN200810175912.7	黄日平;钟月明;邬元旭	离子型稀土矿浸矿除杂沉淀的新方法	
CN201080034211.7	日立金属株式会社	稀土类磁铁用原料合金的氢粉碎粉的回收方法及回收装置	
CN201210561672.0	广州有色金属研究院	一种电解还原铈的方法	
CN201310304975.9	广州有色金属研究院	一种草酸稀土沉淀废水的回收方法	
CN201280023607.0	奥贝特铝业有限公司	从含铝材料中回收稀土元素的方法	
CN201280031537.3	奥贝特铝业有限公司	用于从各种矿石中回收稀土元素的方法	
CN201410382164.5	广东省工业技术研究院 (广州有色金属研究院)	一种含稀土磷灰石矿回收磷和钙的方法	
CN201380015254.4	吉坤日矿日石金属株式会社	从含稀土元素合金回收稀土元素的方法	
CN201280069226.6	齐龙工业陶瓷公司	使稀土和氧化锆材料再循环的方法	
CN201380026281.1	奥伯特氧化铝有限公司	回收稀土元素和稀有金属的方法	
CN201610396411.6	福建省长汀金龙稀土有限公司	一种从稀土废电极回收料和炉渣中回收稀土氟化物的方法	
CN201510276646.7	有研稀土新材料股份有限公司	稀土矿的冶炼分离方法	
CN201510335198.3	有研稀土新材料股份有限公司	从含稀土的铝硅废料中回收稀土、铝和硅的方法	
CN201710636424.0	赣州市恒源科技股份有限公司	一种钕铁硼废料回收尾气处理装置及其控制方法	
CN201910509925.1	信丰县包钢新利稀土有限责任公司	一种稀土金属萃取废液回收器	
CN201780088026.8	瑞乌诺有限公司	用于加工包含镧系元素的矿物和生产稀土氧化物的系统和方法	
CN202011026000.0	贵州省地质矿产中心实验室(贵州省矿产品黄金宝石制品质量检验站)	一种磷稀土化学精矿浸出液中回收酸和硅的方法	
CN202011458011.6	中国科学院江西稀土研究院;中国科学院过程工程研究所	一种稀土元素吸附剂及其制备方法和应用	
CN202110798789.X	江西理工大学	一种钕铁硼油泥分离回收稀土和铁的方法	
CN202110798196.3	江西理工大学	一种钕铁硼油泥综合回收稀土和铁的方法	
CN202111353902.X	宁波可可磁业股份有限公司	钕铁硼废料回收装置中的碎料机构	

CN202080051875.8	西弗吉尼亚大学	从酸性矿山废水中回收高品位稀土精矿的系统和工艺	
CN202210456413.5	江苏晨朗电子集团有限公司	一种镀镍烧结钕铁硼废料的回收利用方法	
CN202210885384.4	江西理工大学	一种一步萃取分离和回收稀土与铁的方法	
CN202210112805.X	虔东稀土集团股份有限公司	一种稀土元素的回收方法	
CN202310327792.2	湖南东方钨业股份有限公司	一种金属钨的回收方法	
CN201120283633.X	吴泉锦	一种新型稀土酸液与萃取剂分离回用装置	
CN99101105.8	宁波韵升强磁材料有限公司	用边废料制作钕铁硼系永磁体的方法	
CN99816359.7	昭和电工株式会社	稀土类磁铁废屑的熔炼方法和熔炼装置以及稀土类磁铁废屑的一次熔炼合金	
CN03119658.6	钢铁研究总院	稀土金属丝棒的生产方法	
CN200410022174.4	四川大学	高纯度薄板状钕铁硼合金铸锭的制作方法	
CN200510046911.9	沈阳工业大学	一种含混合稀土的无铅软钎料及其制备方法	
CN200510043073.X	河南科技大学	一种稀土铜合金及其制备方法	
CN200610020634.9	四川大学	一种含稀土 La 的牙用烤瓷支架钴铬合金	
CN200710305291.5	横店集团东磁股份有限公司	稀土永磁材料及其制造方法	
CN200810105199.9	北京科技大学	一种热浸镀铝技术提高钕铁硼永磁体抗氧化性的方法	稀土熔炼
CN201310637736.5	江苏大学	一种高性能各向异性钕铁硼磁体的制备方法	
CN201410461611.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Tb 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法	
CN201410461628.1	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种基于晶粒重组的烧结钕铁硼永磁铁及制造方法	
CN201410461675.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Ho 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法	
CN201410461743.9	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种具有复合主相的钕铁硼永磁铁及其制造方法	
CN201510772039.X	苏州萨伯工业设计有限公司	在磁钢废料中添加纳米金属粉制备含钆稀土永磁材料的方法	
CN201510101213.8	有研稀土新材料股份有限公司	稀土磁致伸缩材料制备方法及稀土磁致伸缩材料	

CN201611062230.6	宁波科星材料科技有限公司	一种钕钴基复合磁性材料制备方法及其钕钴基复合磁性材料	
CN201710531508.8	江西理工大学	一种高强高导 Cu- Cr- Mg- Sn- Ce 合金线材及其制备方法	
CN201810481851.0	宁波科田磁业有限公司	一种含 Tb 高性能高矫顽力磁体及其制备方法	
CN201910538114.4	上海交通大学	一种高强度 Mg-Gd-Er-Y 镁合金及其制备方法	
CN202010175950.3	华南理工大学	一种钇-铈-铁合金材料、钇-铈-铈-铁合金材料、制备方法及应用	
CN202011291859.4	宁波金鸡强磁股份有限公司	一种高性能烧结钕铁硼磁体及其制备方法	
CN202011540839.6	苏州希镝瑞新材料科技有限公司	一种镝/铽靶的制造方法	
CN202110521424.2	中钢天源股份有限公司	一种高综合性能钕铁硼的制作方法	
CN202110803539.0	先导薄膜材料有限公司	一种提高铝钕合金靶材均匀性的方法	
CN202110982084.3	湖南稀土金属材料研究院有限责任公司	La-Ti 合金靶及其制备方法	
CN202111615720.5	上海耀鸿科技股份有限公司	铝合金改性用复合稀土合金及其制备方法	
CN202211048823.2	广东省科学院资源利用与稀土开发研究所; 惠州市福益乐永磁科技有限公司	一种稀土铁硼永磁单晶的助熔剂生长方法	
CN202211130450.3	湖南省大禹科技发展有限公司	一种稀土铝碳硅制动盘的成型方法和成型设备	
CN202410434501.4	江苏海洋大学; 蓝湾海洋资源开发技术创新中心	一种高耐腐蚀稀土镁合金的制备方法	
CN99101105.8	宁波韵升强磁材料有限公司	用边废料制作钕铁硼系永磁体的方法	
CN99816359.7	昭和电工株式会社	稀土类磁铁废屑的熔炼方法和熔炼装置以及稀土类磁铁废屑的一次熔炼合金	
CN03119658.6	钢铁研究总院	稀土金属丝棒的生产方法	稀土合金
CN200410022174.4	四川大学	高纯度薄板状钕铁硼合金铸锭的制作方法	
CN200510046911.9	沈阳工业大学	一种含混合稀土的无铅软钎料及其制备方法	
CN200510043073.X	河南科技大学	一种稀土铜合金及其制备方法	

CN200610020634.9	四川大学	一种含稀土 La 的牙用烤瓷支架钴铬合金
CN200710305291.5	横店集团东磁股份有限公司	稀土永磁材料及其制造方法
CN200810105199.9	北京科技大学	一种热浸镀铝技术提高钕铁硼永磁体抗氧化性的方法
CN201310637736.5	江苏大学	一种高性能各向异性钕铁硼磁体的制备方法
CN201410461611.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Tb 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法
CN201410461628.1	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种基于晶粒重组的烧结钕铁硼永磁铁及制造方法
CN201410461675.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Ho 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法
CN201410461743.9	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种具有复合主相的钕铁硼永磁铁及其制造方法
CN201510772039.X	苏州萨伯工业设计有限公司	在磁钢废料中添加纳米金属粉制备含钷稀土永磁材料的方法
CN201510101213.8	有研稀土新材料股份有限公司	稀土磁致伸缩材料制备方法及其稀土磁致伸缩材料
CN201611062230.6	宁波科星材料科技有限公司	一种钷钴基复合磁性材料制备方法及其钷钴基复合磁性材料
CN201710531508.8	江西理工大学	一种高强高导 Cu- Cr- Mg- Sn- Ce 合金线材及其制备方法
CN201810481851.0	宁波科田磁业有限公司	一种含 Tb 高性能高矫顽力磁体及其制备方法
CN201910538114.4	上海交通大学	一种高强度 Mg-Gd-Er-Y 镁合金及其制备方法
CN202010175950.3	华南理工大学	一种钷-钷-铁合金材料、钷-钷-铁合金材料、制备方法及应用
CN202011291859.4	宁波金鸡强磁股份有限公司	一种高性能烧结钕铁硼磁体及其制备方法
CN202011540839.6	苏州希镝瑞新材料科技有限公司	一种镝/钷靶的制造方法
CN202110521424.2	中钢天源股份有限公司	一种高综合性能钕铁硼的制作方法
CN202110803539.0	先导薄膜材料有限公司	一种提高铝钷合金靶材均匀性的方法
CN202110982084.3	湖南稀土金属材料研究院有限责任公司	La-Ti 合金靶及其制备方法
CN202111615720.5	上海耀鸿科技股份有限公司	铝合金改性用复合稀土合金及其制备方法

CN202211048823. 2	广东省科学院资源利用与稀土开发研究所; 惠州市福益乐永磁科技有限公司	一种稀土铁硼永磁单晶的助熔剂生长方法
CN202211130450. 3	湖南省大禹科技发展有限公司	一种稀土铝碳硅制动盘的成型方法和成型设备
CN202410434501. 4	江苏海洋大学; 蓝湾海洋资源开发技术创新中心	一种高耐腐蚀稀土镁合金的制备方法

2.9 技术发展路线

稀土回收技术是稀土资源可持续利用的核心环节，其发展历程与资源稀缺性、环保政策及工业需求紧密交织。随着全球稀土需求激增（2023 年全球消费量达 28 万吨）与原生矿产供应风险加剧（中国占全球稀土开采量 60% 以上），回收技术成为保障供应链安全的关键手段。以下从技术演进、关键突破及未来趋势展开分析：

1. 湿法冶金回收技术

酸浸法：从粗放到精准的迭代

初期阶段（1980-2000 年）

早期采用硫酸、盐酸或硝酸对稀土废料（如荧光粉、抛光粉、永磁废料）进行高温（80-100℃）强酸浸出，但存在酸耗高（每吨废料的需 1.5-3 吨浓硫酸）、杂质分离困难（Fe/Al/Ca 干扰率 > 30%）、废水处理成本高昂（中和后污泥量达浸出渣的 40%）等问题。

典型案例：1995 年日本三菱公司开发“硫酸焙烧-水浸法”处理废弃荧光灯粉，稀土（Y/Eu）回收率仅 70%，且产生大量含重金属废水。

优化阶段（2000-2010 年）

引入氧化还原调控技术，通过添加 H_2O_2 、 NaClO_3 等氧化剂将 Ce^{3+} 转化为 Ce^{4+} （优先沉淀），或采用 SO_2 还原 Fe^{3+} 为 Fe^{2+} （降低共沉淀风险），实现稀土选择性浸出。

技术突破：2008 年德国 Solvay 公司开发“盐酸梯度浸出工艺”，从钕铁硼废料中分步提取 Nd/Pr（pH=1.5 时浸出率 > 95%）与 Dy/Tb（pH=0.8 时浸出率 > 90%），纯度达 99.5%。

绿色化升级（2010 年至今）

开发低浓度酸浸出（0.5-1M H_2SO_4 ）与有机酸（柠檬酸、草酸）替代方案，结合微波/超声辅助浸出（反应时间缩短 50% 以上）。

创新案例：2016 年中国有研稀土提出“微波辅助低酸浸出法”，针对废弃永磁体，在 0.8M H_2SO_4 、微波功率 300W 条件下，稀土浸出率提升至 92%，酸耗降低 40%，废渣重金属固化率 > 99%。

溶剂萃取（SX）：从单一分离到协同提纯

工业化应用（1990-2010 年）

以 P507（2-乙基己基膦酸单酯）、Cyanex 923（三烷基氧膦）为萃取剂，通过多级逆流萃取实现稀土分组（如 La/Ce/Pr/Nd 分离），但流程冗长（需 20-30 级萃取槽）、有机相损失率高达 5%-10%。

里程碑：2002 年法国 Rhodia 公司建成全球首条稀土废料溶剂萃取生产线，处理永磁废料 1000 吨/年，稀土总回收率 85%-88%，纯度达 99.9%。

高效萃取剂开发（2010-2020 年）

研发新型螯合剂（如 HEHEHP、离子液体）与协同萃取体系（如

P507-TOPO 组合)，显著提升分离因子（ β La/Ce 从 1.5 提高至 4.2）。

技术突破：2018 年中科院过程工程研究所开发“P204-N1923 协同萃取体系”，一步法实现 La/Ce/Y 三组分高效分离（萃取率 > 98%），能耗降低 30%。

微通道连续萃取（2020 年至今）

采用微流控技术替代传统搅拌槽，反应体积缩小 90%，萃取时间从小时级压缩至分钟级。

案例：2022 年美国能源部资助项目“MicroSX”中，微通道反应器处理 NdFeB 废料，Dy/Nd 分离效率提升 3 倍，试剂用量减少 50%。

离子交换与吸附技术：从树脂到纳米材料

高纯度回收（2000-2015 年）

使用螯合树脂（如 Dowex M4195、Purolite S940）选择性吸附稀土离子，尤其适用于低浓度废水（ppm 级）中稀土的富集。

应用：2010 年美国 Molycorp 公司利用 DTPA（二乙烯三胺五乙酸）功能化树脂，从液晶屏废液中回收 Eu^{3+} / Tb^{3+} ，纯度达 99.99%，回收成本 < 50 美元/kg。

纳米材料创新（2015 年至今）

开发石墨烯氧化物（GO）、金属有机框架（MOFs）及磁性纳米颗粒（ $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ ）等新型吸附剂，吸附容量提升至传统树脂的 5-10 倍。

突破：2020 年清华大学研发的 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-NH}_2$ 核壳材料，

对 Nd^{3+} 吸附量达 220 mg/g，且可通过磁场快速分离，再生 10 次后效率保持 90%。

2.火法冶金回收技术：高温下的资源重生

高温熔炼：从能耗大户到能量循环

早期探索（1970-1990 年）

采用电弧炉（1600-1800℃）熔炼稀土合金废料，但稀土氧化损失严重（>20%），且能耗高达 8000 kWh/吨废料。局限：1985 年日本 TDK 尝试熔炼钕铁硼废料，稀土回收率仅 50%-60%，Fe/B 等副产物难以有效分离。

还原熔炼优化（2000-2015 年）

添加金属还原剂（Ca/Al）抑制稀土氧化，同步回收 Fe/B 等元素。

突破：2012 年德国西门子开发“真空熔炼-定向凝固”技术，在 10^{-3} Pa 真空度下熔炼永磁废料，稀土回收率提升至 80%，Fe/B 合金可直接用于新磁体制备。

氯化焙烧：高效转化与资源整合

技术原理：将稀土氧化物废料与 NH_4Cl 混合焙烧（300-500℃），生成易溶于水的稀土氯化物（ RECl_3 ）。

案例：2017 年比利时 Umicore 公司处理荧光粉废料，氯化焙烧后水浸液稀土浓度达 50 g/L，回收率 >90%，副产品 NH_3 可循环用于焙烧工序。

创新方向：2021 年日本 JOGMEC 开发“流化床氯化技术”，连续处理电子废料，稀土氯化效率提高至 95%，处理能力达 5 吨/天。

3.生物冶金技术：自然力量的工业化应用

微生物浸出：从实验室到中试

技术路线：利用嗜酸菌（如 *Acidithiobacillus ferrooxidans*）代谢产生的 H^+ / Fe^{3+} 溶解稀土氧化物。

进展：2015 年澳大利亚 CSIRO 从硬盘废料中生物浸出稀土，浸出率 75%，成本较酸浸法降低 30%，但周期较长（14-21 天）。

基因工程改造：2023 年美国劳伦斯伯克利国家实验室通过 CRISPR 技术改造硫氧化菌，使其产酸效率提升 2 倍，浸出周期缩短至 7 天。

植物富集与回收：绿色采矿新范式

超富集植物筛选：蕨类（*Pteris vittata*）、向日葵（*Helianthus annuus*）等可吸收土壤中稀土（浓度可达 1000 ppm）。

突破：2021 年中国农科院开发“植物-微生物联合修复技术”，通过根际微生物激活稀土形态，使植物富集量提升 3 倍，焚烧灰分中稀土氧化物含量达 15%。

4.物理分选技术：智能化的预处理革命

磁选与浮选：传统技术的精准升级

技术革新：2018 年德国 Bunting 公司推出“稀土永磁滚筒分选机”，磁场强度达 1.5 T，可从混合废料中分离钕铁硼碎片（纯度 > 95%）。

智能化分选：AI 与光谱的深度融合

技术方案：结合 LIBS（激光诱导击穿光谱）与 AI 图像识别，实

时分析废料成分并控制分选机械臂。

案例：2023 年比利时 MRI 公司推出“HyperSort”系统，分选精度 95%，处理量 10 吨/小时，适用于报废电机、电子废料的稀土组分回收。

5.联合回收工艺：效率与环保的平衡

湿法-火法耦合

典型流程：火法焙烧去除有机物→湿法酸浸提取稀土→溶剂萃取提纯。

案例：2019 年赣州稀土集团开发“焙烧-酸浸-萃取”工艺处理废荧光粉，Y/Eu 综合回收率 > 92%，废水回用率 80%。

全组分回收：零废弃目标

技术突破：2022 年巴斯夫“Closed Loop”系统同步回收稀土（95%）、Fe（98%）、B（97%）及塑料（90%），残渣用于建材生产，实现废磁体 100%资源化。

6.技术趋势与挑战

分子级分离技术：开发仿生膜（如离子通道蛋白膜）与分子印迹材料，实现稀土离子精准识别与分离（实验室阶段分离因子 β Nd/Pr 已达 10）。

低碳工艺革新：电解还原（如熔盐电解 $RE^{3+} \rightarrow RE^0$ ）替代传统化学还原，减少 CO₂ 排放（目标：2030 年回收能耗降低 50%）。

政策驱动标准提升：中国《稀土管理条例》要求 2025 年重点领域稀土回收率 $\geq 85\%$ ，倒逼企业技术升级。

关键瓶颈：

复杂物料适应性：混合稀土废料（如永磁+荧光粉+催化剂）中多元素协同分离技术尚未成熟。

未来十年，稀土回收技术将向“精准化、智能化、零碳化”演进，成为全球稀土供应链的核心支柱。



图 2-12 技术路线图

第三章 稀土新材料发展趋势分析

稀土新材料因其独特的磁、光、电性能，已成为现代工业的“维生素”。从需求结构看，钕铁硼永磁材料占据主导地位（占稀土总需求的 25% 以上），其应用场景从传统汽车电机向新能源汽车、风力发电、人形机器人等高端领域快速扩张。以人形机器人为例，单台设备需消耗 2-3 公斤高性能钕铁硼磁材，预计 2025 年量产元年将拉动全球需求增长 15% 以上。此外，稀土催化材料（石油裂化、尾气净化）、储氢材料（氢燃料电池）、抛光材料（半导体晶圆）等细分领域亦呈现多点爆发态势。值得关注的是，中国作为全球最大稀土生产国，2024 年稀土新材料市场规模已突破千亿元，预计 2025 年将达到 1500 亿元，其中高端产品占比从 30% 提升至 45%。

本章基于全球专利大数据，结合国内、国外稀土新材料主要创新主体的研发动向，系统揭示技术突破方向与产业升级路径。

3.1. 产业发展趋势分析

全球稀土工业经历了三个发展时期。20 世纪 40~60 年代，世界稀土供应由欧洲主导，主流工艺为烧碱法处理独居石。稀土供给远远不能满足需求，稀土价格指数整体处于高位；20 世纪 60 年代后，随着美国芒廷帕斯矿（Mountain Pass，简称 MP）实现工业生产，美国开始主导全球稀土供应，主流工艺为氟碳铈矿氧化焙烧-盐酸浸出；MP 投产带来大量供应导致价格指数持续下跌，随着需求回暖，价格进入震荡期；20 世纪 80 年代中期，我国在分离技术方面取得重大突

破，打破国外稀土提取与分离的垄断，重塑全球稀土产业格局：我国于 20 世纪 50 年代开始研究稀土的开发利用，虽然研究工作起步较晚，但发展迅速，取得了跨越式的成果。包头矿第三代酸法的开发成功和串级萃取理论的建立与应用，标志着国外长期垄断稀土的提取和分离技术的结束，由此，中国的稀土产品开始走向历史舞台，逐步取代西方的主导地位。国内稀土产品成本远低于海外，技术迅速推广，产品冲击全球，美国铝业公司（Molycorp Inc）被迫关闭，日本、欧洲稀土产品竞争力更为薄弱。

进入 21 世纪后，我国已建立起较完整的产业链和工业体系，涵盖了稀土采选、冶炼分离、材料加工及终端应用各个阶段；我国成为全球最大的稀土资源国、生产国、出口国和应用国。至今，我国的稀土分离技术仍然居于世界领先地位，贡献了全球近 90% 的稀土产量。

稀土新材料产业技术领域专利申请全球共 153991 件，其中国内专利申请 55503 件。下图是国外专利和国内专利的申请、公开趋势对比图，从申请趋势来看，全球专利申请基本呈现逐年上升的趋势，国外专利申请虽起步较早，但在 2013 年，国内年申请量超过国外，国内稀土技术专利布局已形成显著领跑优势。近几年，全球专利申请数量呈波动趋势。稀土作为国家战略资源，被广泛应用于农业、永磁材料、冶金工业、军事、化工、玻璃等领域，应用领域需求旺盛直接影响稀土行业发展，国内研发热情高涨，可以预期未来该领域的专利申请量将会继续稳定增长。



图 3-1 国内外专利申请、公开趋势

3.2 地域专利分布情况

3.2.1 全球专利地域构成

从全球专利分布地域构成来看，中国、日本、欧洲排名前三，这三者专利申请数量约占排名前十地域的 68%，是全球主要目标技术市场。从各地域的近十年的专利年申请构成来看，近三年中国、美国、的专利申请最多，市场需求广研发热度高。

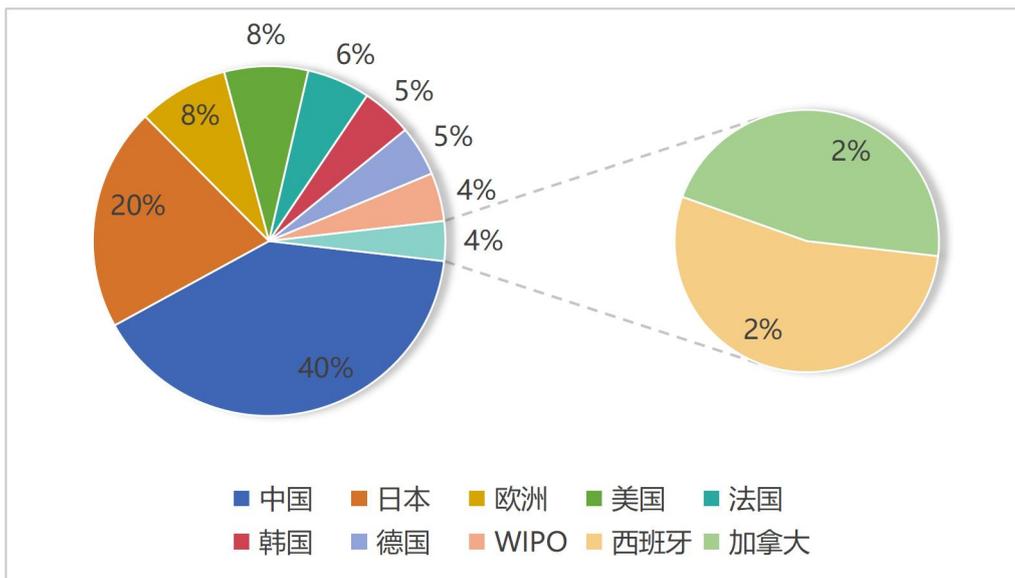


图 3-2 全球专利申请地域构成

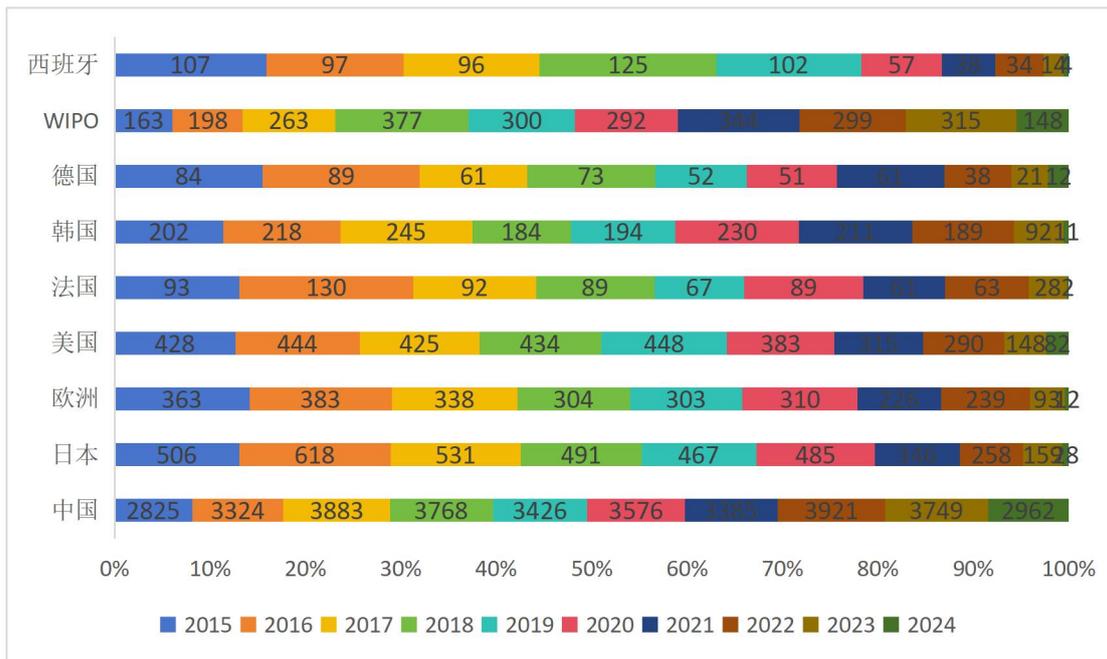


图 3-3 全球专利申请地域构成及近十年申请趋势

3.2.2 国内专利地域构成

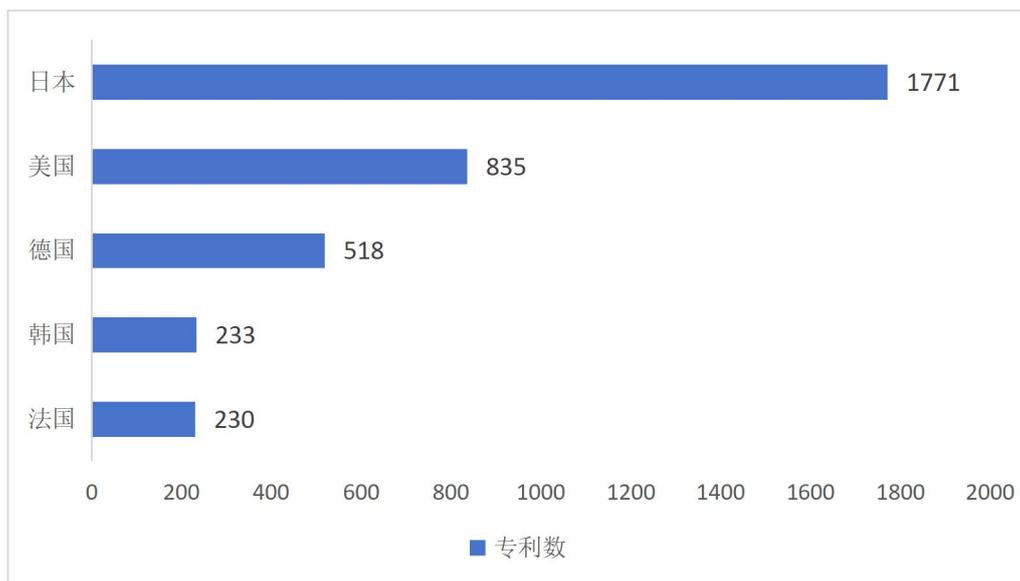


图 3-4 国外来华专利布局

国内专利申请主要技术来源国有日本、美国、德国、韩国和法国，其中日本在我国布局 1771 件专利申请，美国在我国布局 835 件专利申请，表明上述国家重视国内市场，中国稀土新材料领域的市场被各国普遍看好，日本、美国、德国等国家的大型跨国企业纷纷在中国进

行专利布局。

我国专利申请地域分布排名前三的是北京市、江苏省和浙江省，山东省专利申请 2543 件，排名第 6 位。北京市作为全国科技创新中心，其稀土创新优势体现在"三位一体"的体系构建。中国石油化工股份有限公司依托其国家级新材料研究院，在稀土催化材料领域颇有建树；有研稀土新材料股份有限公司聚焦高纯稀土制备技术；京磁材料科技股份有限公司在稀土永磁材料方向形成专利群。创新平台方面，北京拥有稀土材料国家工程研究中心等 12 个国家级研发平台，以及清华大学材料学院等顶尖科研机构。北京市作为我国首都，集聚了丰富的科技智力资源，有着得天独厚的禀赋，将科研、创新写进基因，创新成果丰富，专利申请量在全国范围内最多。江苏省苏州大学功能纳米与软物质研究院在稀土发光材料领域取得突破性进展，南京工业大学牵头的江苏省稀土功能材料重点实验室，主攻稀土催化材料方向。



图 4-4 国内专利申请地域构成分布

3.3 技术构成分析

全球稀土新材料产业专利申请主要集中在稀土永磁材料、稀土催化材料和稀土发光材料，专利申请占比分别是 36%、33%、25%。我国专利申请主要分布在稀土催化材料、稀土发光材料和稀土永磁材料，占比分别是 34%、30%和 29%。全球稀土永磁材料专利申请占比最高，主要受新能源产业驱动。永磁材料是风力发电机、电动汽车电机、节能家电的核心组件，日本（日立金属、TDK）、欧洲（德国VAC）等企业长期主导高性能钕铁硼技术，中国需突破高性能磁体制备（如氢破碎法制粉）、耐腐蚀涂层等“卡脖子”技术。中国稀土催化材料专利占比高于全球，中石化、有研稀土等企业在稀土分子筛催化剂、储氧材料领域形成专利集群。全球发光材料专利占比略高于中国，但技术路径不同，全球专利集中于 Micro-LED、激光显示等高端领域（如日本日亚化学的荧光粉技术），而中国专利更多围绕 LED 照明、节能灯等中游应用，如厦门钨业的荧光粉改性技术。

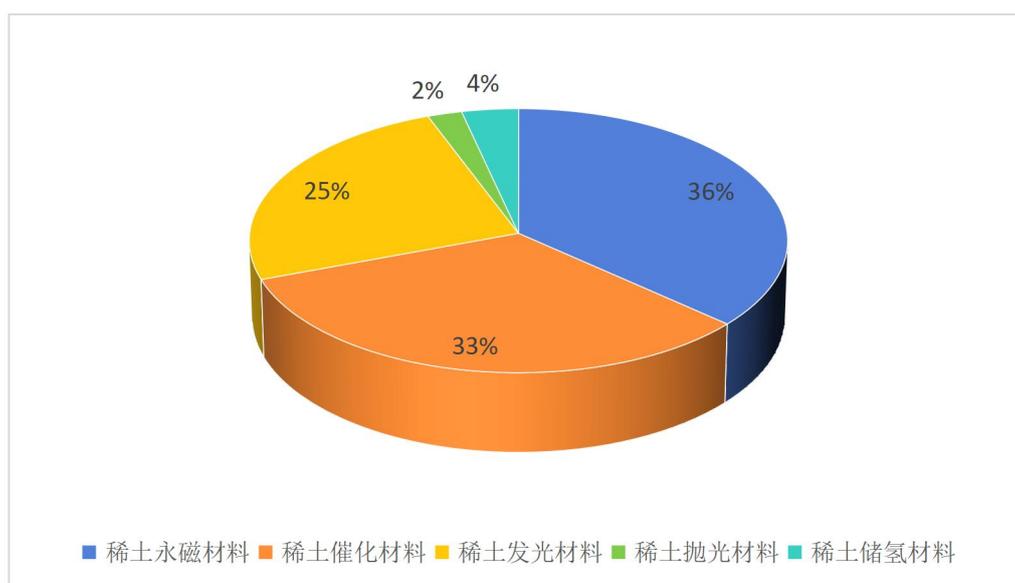


图 4-5 全球专利申请技术构成

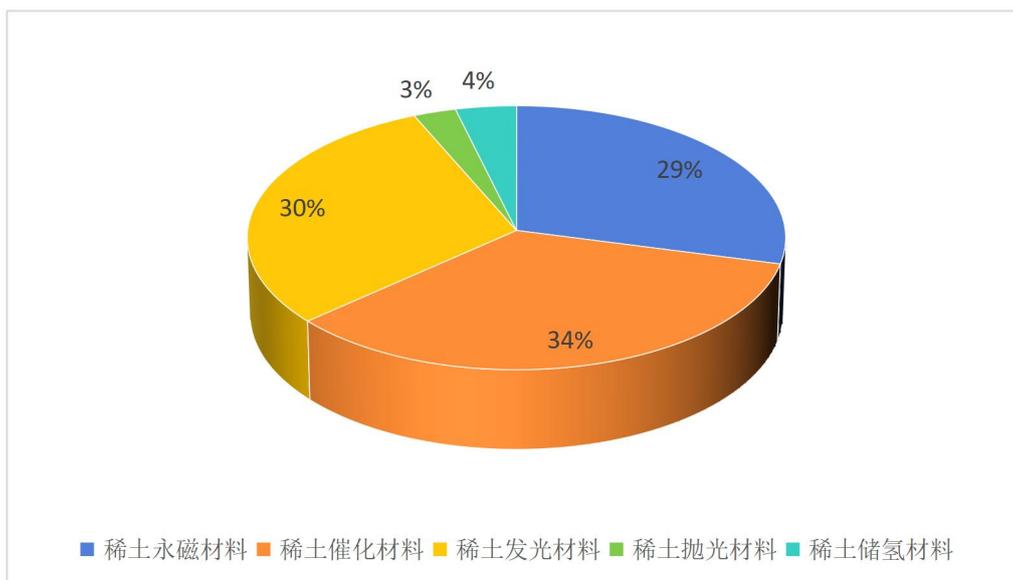


图 4-6 国内专利申请技术构成

3.4 主要创新主体分析

表 4-1 为稀土新材料领域专利技术主要创新主体排名统计，国外在该领域布局专利数量较多的创新主体有日立金属株式会社、东京电气化学工业株式会社、信越化学工业株式会社等，均来自日本；国内高校院所所有四川师范大学、浙江大学、中国科学院长春应用化学研究所等，国内企业类型申请人有海洋王照明科技股份有限公司、深圳市海洋王照明技术有限公司、有研稀土新材料股份有限公司等。

表 4-1 稀土新材料领域全球申请人

稀土新材料					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
HITACHI METALS TD	2719	浙江大学	503	海洋王照明科技股份有限公司	531
TDK CORP	2212	中国科学院大连化学物理研究所	473	深圳市海洋王照明技术有限公司	471
SHIN-ETSU HEMICAL CO., LTD.	1118	四川师范大学	440	深圳市海洋王照明工程有限公司	341
SEIKO EPSON CORP	707	中国科学院长春应用化学研究所	340	北京中科三环高技术股份有限公司	248
TOSHIBA CORP	586	上海大学	308	有研稀土新材料股	230

稀土新材料					
				份有限公司	

下表 4-2 为稀土新材料各细分领域的主要创新主体，在稀土永磁材料技术领域北京科技大学和厦门钨业股份有限公司表现出明显优势，在稀土储氢材料技术领域浙江大学和厦门钨业股份有限公司布局略多专利申请，在稀土催化材料技术领域四川师范大学和中国石油化工股份有限公司布局大量专利。产业进行招引或企业进行产学研合作时可与下表中所列创新主体合作，助力本地产业高质量高水平发展。

图 4-7 为全球稀土永磁材料产业集群分布情况，专利数据与产业分布相吻合，国外稀土永磁材料专利布局最多的厂商均在日本。



图 4-7 全球稀土永磁产业集群

表 4-2 细分领域创新主体数量排名

稀土永磁材料					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
TDK ORPORATION	2518	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	208	北京中科三环高技术股份有限公司	247
HITACHI METALS LTD	1847	北京科技大学	144	厦门钨业股份有限公司	151
SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.	887	北京工业大学	122	福建省长汀金龙稀土有限公司	138
SEIKO EPSON CORP	846	浙江大学	108	安徽大地熊新材料股份	114

				有限公司	
SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD	707	江西理工大学	100	烟台正海磁性材料股份有限公司	105

稀土储氢材料					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
SANYO ELECTRIC CO LTD	186	浙江大学	64	厦门钨业股份有限公司	43
TOSHIBA BATTERY CO LTD	137	包头稀土研究院	62	福建省长汀金龙稀土有限公司	30
MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.	120	北京有色金属研究总院	43	比亚迪股份有限公司	29
OVONIC BATTERY COMPANY, INC.	101	内蒙古科技大学	34	中国石油化工股份有限公司	26
SHIN ETSU CHEM CO LTD	85	华南理工大学	30	有研工程技术研究院有限公司	22

稀土催化材料					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
TOYOTA MOTOR CORP	379	中国石油化工股份有限公司上海石油化工研究院	859	中国石油化工股份有限公司	2016
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA	356	中国科学院大连化学物理研究所	432	中国石油天然气股份有限公司	389
BASF AKTIENGESELLSCHAFT	322	四川师范大学	419	万华化学集团股份有限公司	130
THE STANDARD OIL COMPANY	252	中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院	411	无锡威孚环保催化剂有限公司	97
JOHNSON MATTHEY PUBLIC LIMITED COMPANY	245	中国石油化工股份有限公司北京化工研究院	245	上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	81

稀土抛光材料					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS CMP HOLDINGS, INC.	60	大连理工大学	18	安集微电子科技(上海)股份有限公司	28
SOULBRAIN CO., LTD.	46	上海大学	9	安集微电子(上海)有限	27

				公司	
弗萨姆材料美国有限责任公司	28	内蒙古科技大学	9	嘉柏微电子材料股份公司	26
MITSUI MINING & SMELTING CO., LTD.	27	南京航空航天大学	9	上海华明高纳稀土新材料有限公司	23
KONICA MINOLTA, INC.	26	济南大学	9	甘肃稀土新材料股份有限公司	13

稀土发光材料					
国外	专利数量	国内高校院所	专利数量	国内企业	专利数量
GENERAL ELECTRIC COMPANY	363	中国科学院福建物质结构研究所	193	海洋王照明科技股份有限公司	531
NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE	345	陕西科技大学	159	深圳市海洋王照明技术有限公司	471
NICHIA CORPORATION	269	上海大学	150	深圳市海洋王照明工程有限公司	341
TOSHIBA CORP	209	昆明理工大学	134	北京夏禾科技有限公司	104
NICHIA CHEM IND LTD	187	长春理工大学	133	有研稀土新材料股份有限公司	101

3.5 主要技术人才分析

稀土新材料产业专利申请国外主要技术人才有 SHIMODA TATSUYA、AKIOKA KOJI、TAKEHISA MINOWA、MINOWA TAKEHISA、OKONOGI ITARU 等，主要来自精工爱普生、住友特殊金属有限公司、新津化学株式会社等机构。国内主要技术人才有刘勇、冯立新、张敏燕、聂祚仁、黄小卫等人，技术人才主要分布在信丰县包钢新利稀土有限责任公司、江苏麟龙新材料股份有限公司、有研稀土新材料股份有限公司、北京工业大学、北京有色金属研究总院、宁波大学等创新主体中，图 4-7 为专利申请数量排名前十的创新人才。

表 4-3 国外主要创新人才（前十）及所在机构

国外主要创新人才	专利数量	所在机构
SHIMODA TATSUYA	162	SEIKO EPSON CORP
AKIOKA KOJI	99	SEIKO EPSON CORP
TAKEHISA MINOWA	96	SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD
MINOWA TAKEHISA	85	SHIN ETSU CHEM CO LTD
OKONOGI ITARU	85	SEIKO EPSON CORP
MINOWA, TAKEHISA	85	SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.
HIROZAWA SATORU	66	SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD
MINOWA, TAKEHISA	61	SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.
ISHIKAWA TAKASHI	60	SUMITOMO METAL MINING CO LTD
KOBAYASHI OSAMU	58	SEIKO EPSON CORP

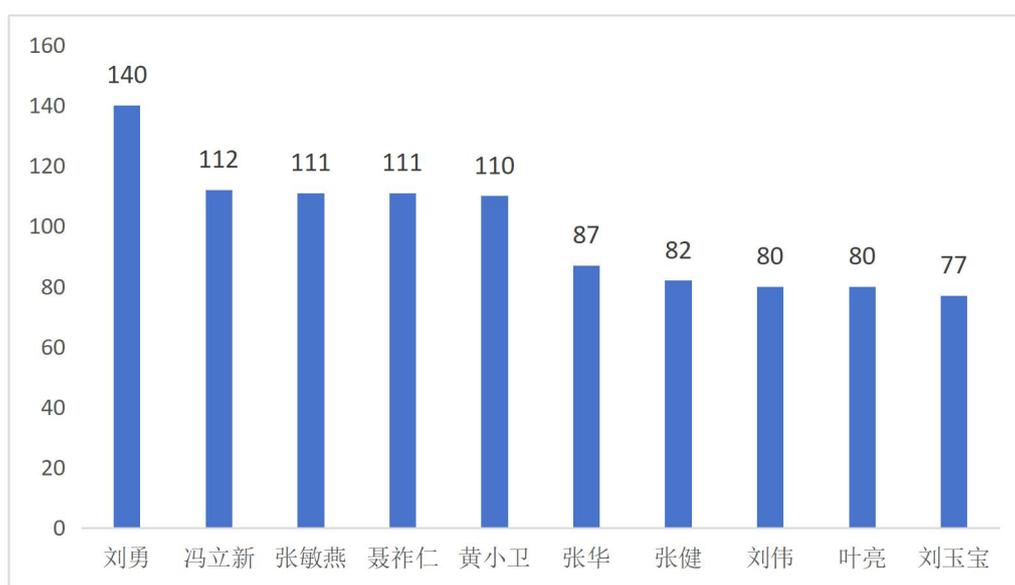


图 4-7 国内主要技术人才

3.6 山东省专利情况

从稀土新材料领域山东省专利申请量趋势来看，2006 年之前一直处于缓慢的发展阶段，年申请量不足 50 件；自 2007 年 2012 年快速发展，专利保护意识不断加强，申请量也突飞猛进；自 2012 年开始申请量有所下降，之后呈波动性增长趋势，说明创新主体在研发中遇到了研发难题，在大量研发投入中，不断突破研发瓶颈，向着高精尖“提速换挡”。



图 4-8 山东省专利申请、公开趋势图

山东省内在稀土新材料领域布局专利较多的城市有青岛、济南、烟台、淄博等，结合省内创新主体来看，济南、青岛在该领域的专利申请主要集中于高校院所，烟台市专利申请主要集中在烟台正海磁性材料股份有限公司、烟台首钢磁性材料股份有限公司等企业手中，济宁在省内排名第九位，还有可进步的进步空间。

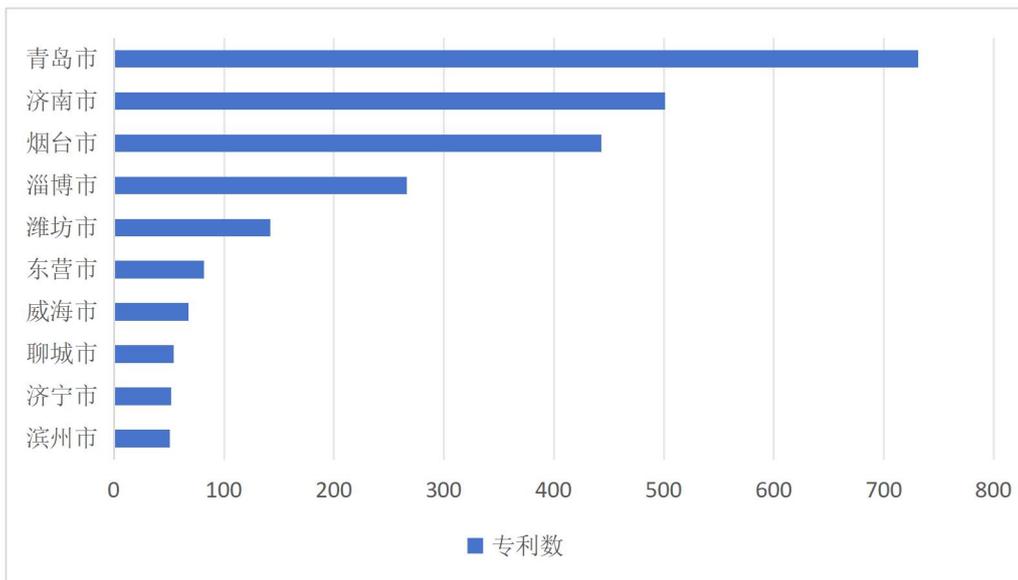


图 4-9 山东省内城市专利数量排名

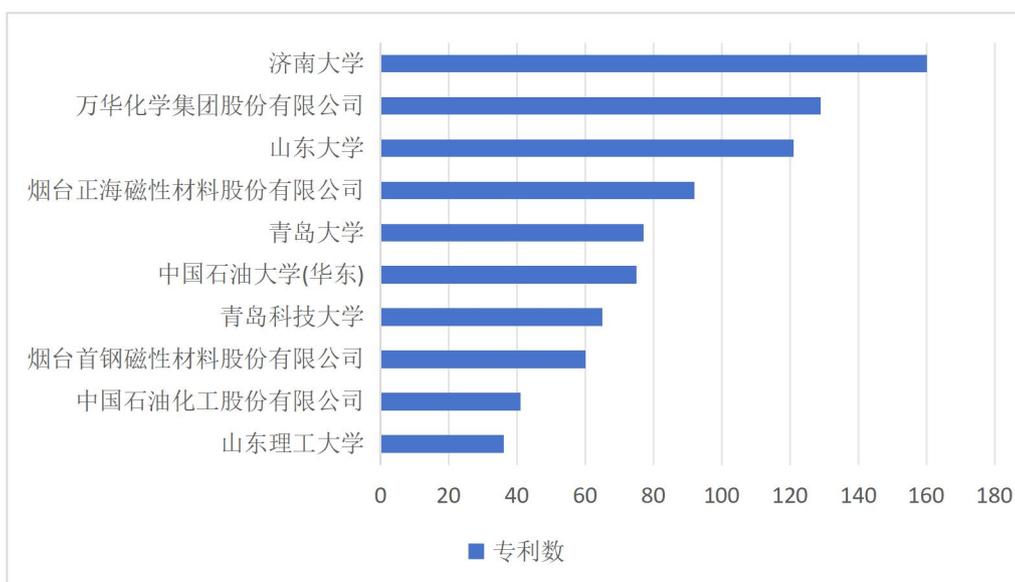


图 4-10 山东省主要创新主体

表 4-5 为稀土新材料产业山东省主要技术人才（前十），主要技术人才有彭众杰、丁开鸿、黎源、唐建国、王瑶、于永江、马跃华等，所述机构主要是烟台首钢磁性材料股份有限公司、万华化学集团股份有限公司、有研稀土(荣成)有限公司、青岛大学、济南大学等，统计各位主要技术人才的近期研发方向如下表中所示，企业可以选择性地开展不同形式的合作。

表 4-5 山东省主要技术人才

专利数量排名	发明（设计）人	专利数量	所属机构	近期研发方向	共同研发人才
1	彭众杰	60	烟台首钢磁性材料股份有限公司	高性能烧结钕铁硼磁体、耐高温磁体、低成本稀土磁体等	贾道宁、陈秀雷、王传申等
3	丁开鸿	51			
9	杨昆昆	31			
2	黎源	51	万华化学集团股份有限公司	氨氧化催化剂、Ce ⁴⁺ /Ce ³⁺ 协同催化的包覆型氨氧化催化剂、苯乙酮加氢制备 α -苯乙醇的催化剂等	李作金、于海波、詹吉山、沙宇、初乃波、胡进、于海彬、吴一敏等
4	唐建国	41	青岛大学	荧光磁共振双模态成像纳米传感材料、锚固钕碳纳米管掺杂氰酸酯树脂发光材料等	李泰森、王新芝、胡子瑶、巩学忠等
5	王瑶	39			

专利数量排名	发明(设计)人	专利数量	所属机构	近期研发方向	共同研发人才
6	于永江	39	烟台正海磁性材料股份有限公司	钕铁硼磁体、高矫顽力钕钐铁硼永磁体、烧结 R-Fe-B 永磁粉等	刘磊、安仲鑫、房效广、耿国强等
7	马跃华	37	有研稀土(荣成)有限公司	钕铁硼磁体晶界扩散方法、钕铁硼永磁材料的充磁工装、微尺寸高性能烧结钕铁硼磁体等	苑潇、林笑、白馨元、孙禄涛、于钦禹、谭博、
8	李慧芝	32	济南大学	脱硫、脱硝水溶性燃煤催化剂，水溶性燃煤催化剂、	翟玉博、李志英、赵可贤、张卫民等
10	王昊	28	山东国瓷功能材料股份有限公司	耐高温的铈锆复合氧化物、高稳定性铈锆复合氧化物、汽车尾气处理催化剂	朱恒、岳俊磊、刘洪升、王军、邢晶、张军亮等

3.7 专利运营情况

从稀土新材料领域的专利运营情况来看，国内专利运营以转移转让为主，占比高达 75%，其次是实施许可，占比 15%，最后是质押保全，占比 10%。山东省转移转让数量为 278 件，质押保全 69 件，实施许可 13 件；济宁市转移转让变更 10 件，质押保全 8 件，多因公司名称发生改变，进行专利权转移变更，发生质押保全的公司主要有中稀(微山)稀土新材料有限公司、中稀天马新材料科技股份有限公司和山东赛德丽新材料股份有限公司等。

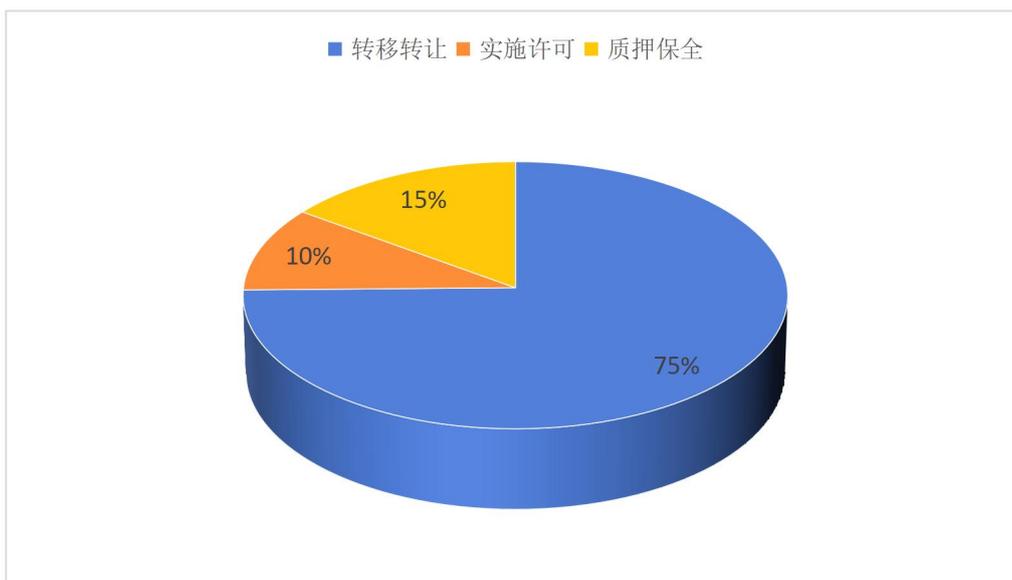


图 4-11 全国专利运营情况

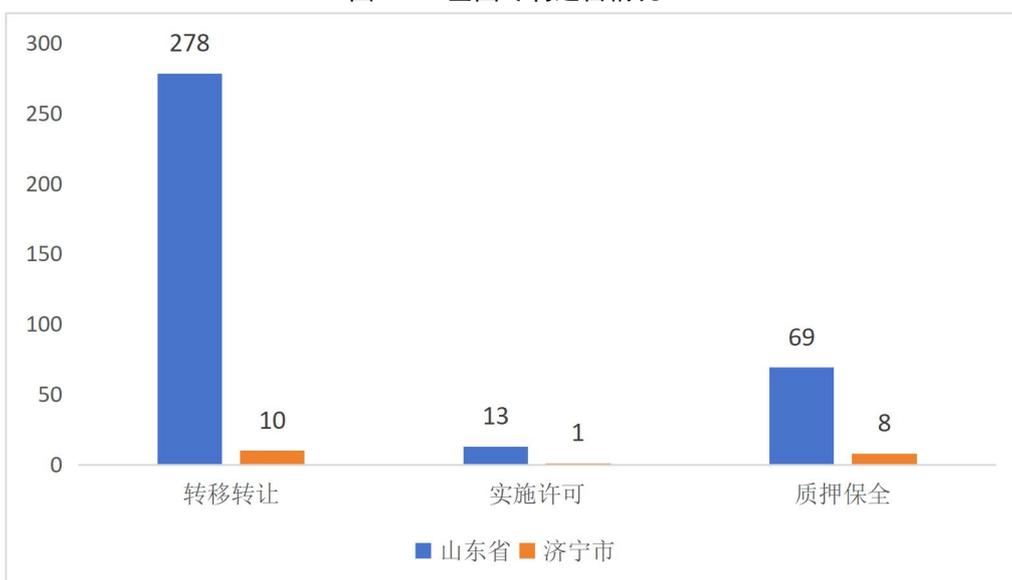


图 4-12 山东省、济宁市专利运营情况

3.8 重点专利

鉴于专利文献更多体现的是技术特征，项目组基于技术基础、法律保障、战略目的、市场核心、经济体现等指标建立评估模型，结合实地调研及问卷调查企业提出的技术问题，从海量专利数据中挖掘出稀土新材料技术领域的重点专利，并挑选价值度高的专利进行相应的技术及法律解读。企业可以在学习借鉴国内外先进技术的基础上，进

行适合自身发展的创新性研究,企业可以依据自身情况对下述专利进行筛选,具体专利进行具体分析,做好侵权/被侵权防范,进而有计划、有目的、有重点地形成自己的核心技术优势领域,形成有效的企业专利布局。

表 4-6 重点专利列表

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN202110231870.X	广东省科学院稀有金属研究所	一种合金粘结剂、复合稀土永磁材料及其制备方法	稀土永磁材料
CN200810116718.1	宁波科宁达工业有限公司;北京中科三环高技术股份有限公司	含钐的烧结稀土永磁合金及其制备方法	
CN200810062959.2	浙江升华强磁材料有限公司	含钐的钕铁硼稀土永磁材料及其制造方法	
CN200910082849.7	北京中科三环高技术股份有限公司;宁波科宁达工业有限公司	具有优良磁化特性的烧结钕铁硼稀土永磁体及其制造方法	
CN200880000095.X	昭和电工株式会社	R-T-B型合金及其制造方法、用于R-T-B型稀土永磁体的细粉和R-T-B型稀土永磁体	
CN201510555823.5	中国科学院宁波材料技术与工程研究所;宁波招宝磁业有限公司	一种钕钐铁基永磁粉及其制备方法	
CN201310090328.2	钢铁研究总院	一种稀土永磁合金及其磁性相复合制备方法	
CN201811623971.6	内蒙古科技大学	一种利用白云鄂博共伴生原矿混合稀土制备的永磁材料及其制备方法	
CN201210454269.8	山西汇镝磁性材料制作有限公司	用于粘结永磁体的助熔合金材料	
CN201510546134.8	包头天和磁材技术有限责任公司	稀土永磁材料的制造方法	
CN201310201643.8	江西江钨稀有金属新材料有限公司	一种稀土永磁材料	
CN02809025.X	马格内昆茨国际公司	用雾化永磁粉制备的粘合磁体	
CN88103566.1	郭灿杰	低温度系统的永磁体	
CN93105618.7	中国科学院物理研究所	一种含镱的稀土—铁基永磁碳化物及其制备方法	
CN201710755308.0	钢铁研究总院	一种高强度高韧性永磁	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		体及其制备方法	
CN201310486477.0	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	稀土永磁体及其制备方法	
CN201510706148.1	钢铁研究总院	高抗裂度、高矫顽力的多主相Nd-Fe-B型永磁体及其制备方法	
CN201110235729.3	赣州嘉通新材料有限公司	一种制备复合添加钐、钆和钇的烧结钕铁硼永磁材料的方法	
CN201510706159.X	钢铁研究总院	一种高耐蚀性多硬磁主相Ce永磁体及其制备方法	
CN201710207538.3	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	一种含Y的稀土永磁合金速凝片	
CN201910093519.1	苏州大学	双茂基稀土金属配合物在催化胺硼烷脱氢偶联中的应用	稀土催化材料
CN202110970907.0	中国科学院化学研究所	含稀土离子的仿生水裂解催化剂及其制备方法和应用	
CN202211615223.X	丰益高分子材料(连云港)有限公司	含有稀土元素的沸石分子筛催化剂及其合成方法和用途	
CN201410182775.5	徐州工程学院	一种稀土磷钨酸型氮氧化物吸附分解催化剂及其制备方法	
CN201210090762.6	浙江大学	一种用于制备脂肪族聚碳酸酯的稀土磷酸酯盐调节的三元催化剂及其制备方法和应用	
CN02137242.X	华东理工大学	用于羰基硫水解的稀土硫化物催化剂及其制备方法	
CN94107337.8	化学工业部北京化工研究院	含重稀土氧化物的顺酐催化剂及其应用	
CN201310394971.4	安徽师范大学	一种稀土配合物催化剂,其制备方法、用途以及应用方法	
CN201210112086.8	淮阴师范学院	多形貌稀土掺杂BiVO ₄ 复合光催化剂及其制备方法	
CN01114383.5	湖北省化学研究所	含有多种稀土元素的合成尿素用二氧化碳原料	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		气除氢催化剂	
CN200910307832.7	哈尔滨工业大学	稀土金属甲烷催化剂及其制备方法	
CN200810243774.1	苏州大学	N-芳氧基功能化酮亚胺基稀土金属胺化物及其催化用途	
CN201410114009.5	史高峰	一种稀土元素催化合成聚甲氧基甲缩醛的方法	
CN201010583672.1	上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	一种稀土改性活性炭负载纳米金催化材料及制备方法	
CN200710011104.2	中国科学院大连化学物理研究所	一种含稀土元素的固体氧化物燃料电池阳极催化材料	
CN202410020744.3	陕西煤业化工技术研究院有限责任公司	一种稀土铁氧体型脱硝催化剂及其制备方法	
CN201810362158.1	太原大成环能化工技术有限公司	一种稀土改性的乙苯脱烷基催化剂及其制备方法	
CN200410025468.2	同济大学	中低温羰基硫水解的稀土氢氧化物催化剂及其制备方法	
CN201310745883.4	南昌大学;江西金世纪新材料股份有限公司	混合稀土改性甲烷水蒸气重整镍基催化剂及其制备方法	
CN201811453747.7	华东理工大学	醋酸乙酯加氢制乙醇的稀土型铜系催化剂及相应方法应用	
CN202010835858.5	包头天骄清美稀土抛光粉有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	稀土抛光材料
CN200910022672.1	甘肃稀土新材料股份有限公司	一种稀土抛光粉及其制造方法	
CN200910022673.6	甘肃稀土新材料股份有限公司	稀土抛光粉及其制造方法	
CN03130446.X	南开大学	稀土抛光粉的制备方法	
CN201010598755.8	珠海市吉昌稀土有限公司	稀土抛光盘	
CN200810103379.3	北京有色金属研究总院;有研稀土新材料股份有限公司	一种含 Ce ³⁺ 的稀土抛光粉及其制备方法	
CN202311173687.4	上海理工大学	一种高三价铈离子含量的铈基稀土抛光浆料的制备方法	
CN201911356139.9	浙江星星科技股份有限公司	一种用于玻璃面板抛光	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		的稀土抛光液及利用其抛光的方法	
CN201510072924.7	柳州豪祥特科技有限公司	一种稀土抛光粉的制备工艺	
CN201710970171.0	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201710957265.4	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	钐铈稀土抛光粉及其制备方法	
CN201310542926.9	上海华明高纳稀土新材料有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201410256001.2	泰安麦丰新材料科技有限公司	一种稀土抛光粉的制备方法	
CN201210451141.6	上海华明高纳稀土新材料有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201710957300.2	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	无氟稀土抛光粉组合物及其制备方法	
CN200610001059.8	北京工业大学	一种有机碱腐蚀介质的稀土抛光液	
CN201310310351.8	内蒙古科技大学	一种含镨超细高精密度稀土抛光粉及其制备方法	
CN201611082073.5	安徽电气集团股份有限公司	一种稀土材料抛光粉	
CN201711197409.7	高秀荣	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201510060870.2	成都理工大学	高铈稀土抛光粉的制备方法	
CN202311166488.0	中国科学院福建物质结构研究所	一种多色光激励和热激励发光的稀土掺杂的荧光粉及其制备方法和应用	稀土发光材料
CN201710188710.5	大连海事大学	核-壳结构稀土硫氧化物X射线发光纳米粒子及其制备方法	
CN00108496.8	中国科学技术大学	稀土碱式硫酸盐发光材料及其溶剂热合成方法	
CN201880041128.9	巴黎综合理工大学;国家科学研究中心	基于稀土元素的发光颗粒及其作为诊断剂的应用	
CN201510028235.6	山东大学	一种一维棒状稀土掺杂钇铝石榴石发光材料及其制备方法和应用	
CN202310367528.1	福州大学	稀土掺杂硫氧化物/氟化物异质核壳结构纳米发	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		光材料	
CN202110063379.0	福建师范大学	一种碱金属-稀土三元硫化物纳米发光材料及其制备方法和应用	
CN202410011597.3	桂林电子科技大学	一种稀土离子掺杂BaSrGa ₄ O ₈ 基应力发光材料及制备方法	
CN02116896.2	北京有色金属研究总院;有研稀土新材料股份有限公司	一种含稀土的氧族化合物红色长时发光材料及其制造方法	
CN201010105425.0	中国科学院福建物质结构研究所	一种用于时间分辨多色荧光标记的稀土掺杂氟化钆纳米发光材料及其制备方法	
CN202010259824.6	南开大学	一类稀土基多模态发光钙钛矿材料及其制备方法和应用	
CN200610032269.3	湖南师范大学	铷激活的碱土稀土硫化物红色发光材料	
CN201010588504.1	中国科学院安徽光学精密机械研究所	掺杂IIA族稀土氧化物发光材料及其熔体法生长方法	
CN202210246665.5	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	一种增强氟化稀土荧光粉发光强度的方法	
CN201310385611.8	昆明理工大学	一种稀土离子掺杂的卤氧化铋发光材料及其制备方法	
CN201110121349.7	中国科学院安徽光学精密机械研究所	稀土及非稀土掺杂的铈酸盐及其混晶发光材料及熔体法晶体生长方法	
CN200610033014.9	中山大学	一种等离子体平板显示用稀土绿色发光材料及其制备方法	
CN201710242429.5	中国科学院福建物质结构研究所	一种稀土掺杂氟化锆钠基纳米发光材料及其制备方法和应用	
CN201710308699.1	中国科学院福建物质结构研究所	一种具有多孔结构的稀土掺杂氟化锆锂纳米发光材料及其制备方法和应用	
CN201710028500.X	昆明理工大学	一种稀土离子掺杂的卤铅酸铋半导体发光材料	

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN200810176872.8	包头稀土研究院	RE—Fe—B 系储氢合金	稀土储氢材料
CN200810176873.2	包头稀土研究院	La ₁₅ Fe ₇₇ B ₈ 型储氢合金及其用途	
CN202010291096.7	包头稀土研究院	AB ₃ 型含钌储氢合金、电极、电池及其制备方法	
CN202211309237.9	云南电网有限责任公司电力科学研究院	镁基储氢材料及其制备方法	
CN202211632437.8	包头稀土研究院	稀土储氢合金及其制备方法	
CN202410476715.8	包头稀土研究院	稀土储氢合金、电极、电池及其制备方法和热处理方法	
CN201911232208.5	包头稀土研究院	含锆或钛 A2B7 型储氢合金、负极、电池及制备方法	
CN96191504.8	株式会社汤浅	储氢电极、镍电极和碱性蓄电池	
CN201680014628.4	FDK 株式会社	储氢合金粉末以及使用该储氢合金粉末的镍氢二次电池	
CN202310622858.0	上海朗申电子科技有限公司	一种常温常压下固态储氢的方法	
CN200810174609.5	三洋电机株式会社	储氢合金、使用该合金的储氢合金电极及镍氢二次电池	
CN201310069531.1	广西大学	Co 基储氢合金电极材料及其制备方法	
CN201210207006.7	广西大学	稀土储氢合金电极材料及其制备方法	
CN201910800746.3	中国科学院长春应用化学研究所;河南纳宇新材料有限公司	一种掺杂稀土氧化物的氢化铝储氢材料及其制备方法	
CN201811359671.1	杭州电子科技大学	一种纳米金属间化合物储氢材料的制备方法	
CN200580009718.6	通用汽车公司	可逆储氢体系及其使用方法	
CN201210206080.7	广西大学	铁基储氢合金电极材料及其制备方法	
CN201410112287.7	安泰科技股份有限公司	镁基储氢纳米·非晶合金的制备方法	
CN201110226094.0	安泰科技股份有限公司	镁基储氢合金的制备方	

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN200410031751.6	株式会社汤浅	法 储氢电极、镍电极和碱性 蓄电池	

3.9 技术发展路线

稀土的发现始于 18 世纪末，当时人们把不溶于水的固体氧化物称之为土。虽然稀土在自然界储量巨大，但由于稀土一般是以氧化物状态分离出来的，其冶炼提纯难度较大，显得较为稀少，因此得名稀土。17 种稀土元素并不是在同一时间被发现的，从 1794 年第一个稀土元素钇被发现，到 1947 年最后一个稀土元素钷被发现，整整经历了 153 年。目前我国稀土主要应用在永磁材料、冶金/机械、农业轻纺、玻璃陶瓷、石油化工、发光材料、抛光材料、强化材料、储氢材料等领域，其中永磁材料是稀土下游最大消费模块，下文主要介绍下稀土永磁材料的技术演进路线。

世界上磁性最强的稀土永磁材料被广泛地应用于信息通讯、消费电子、节能家电、风力发电、新能源汽车、人工智能及航空航天等许多领域，已经成为生产和生活中不可或缺的重要功能材料。

自从 1967 年第一块 YCo_5 永磁体问世，稀土永磁家族中 1968 年出现了第一代 1: 5 型 Sm-Co 永磁体，1977 年出现了第二代 2: 17 型 Sm-Co 永磁体，1983 年又出现了第三代稀土永磁材料—钕铁硼磁体。钕铁硼磁体最大磁能积的理论极限值为 64 MGOe，2006 年实验室样品已达到 59.6 MGOe，工业产品已超过 55 MGOe。

自 1983 年被发现的三十五年以来，钕铁硼一直是当今世界上磁性最强的永磁材料。由于制备方法不同，钕铁硼材料主要分为烧结、粘结和热压/热变形磁体 3 大类。烧结钕钴由于其优异的耐高温特性，仍然保持着旺盛的生命力。

经过三十多年的研究、开发和应用，上述三代稀土永磁材料无论在内禀磁性理论方面、磁化反磁化机理方面，还是在稀土永磁体的工艺技术和磁性能方面，都取得了长足的进步。随着科学技术的日益发展，各种先进的微观检测分析手段也都应用于永磁材料的研究，对稀土永磁材料的磁化和反磁化机理的理解更加深入，促使人们创造了多种制备高性能磁体的新工艺和新方法，也推动了磁体生产设备的不断改进和升级换代，使得稀土永磁材料综合磁性能越来越高。

高性价比的钕铁硼磁体的诞生，为稀土永磁材料开辟了广阔的应用空间，带动了稀土永磁产业的持续发展。特别是进入二十一世纪以来，尽管日、美、欧等发达国家稀土永磁产业的发展缓慢，但中国的稀土永磁产业的发展势头强劲，使得全球稀土永磁产业保持了迅猛增长的态势，也使我国一直保持全球最大稀土永磁材料生产基地的地位。稀土永磁材料的技术进步主要变现在下面几点。

1. 烧结钕铁硼

近年来，烧结钕铁硼技术一直在不断发展，磁体的综合性能稳步提升。随着烧结钕铁硼在高性能电机中日益广泛的应用，高磁能积且高工作温度的磁体成为研发的核心目标。另一方面，为了提高稀土资源平衡利用水平、降低磁体成本，高丰度磁体也成为具有中国特色的

另一个重要研发目标。新技术主要有以优化晶粒边界为目的的晶界扩散 (grain boundary diffusion, GBD)、晶界调控 (grain boundary modification, GBM) 和双(多)合金(包括双主相)等方法, 以及以近单畴颗粒高矫顽力为目标的晶粒细化方法。此外, 氧含量控制技术的广泛采用, 也为制备高性能烧结钕铁硼磁体奠定了基础。

采用上述新工艺后, 双高烧结 Nd-Fe-B 磁体已经被成功开发和生产。2013 年 4 月, 中科三环发表文章宣布, 采用 GBD 工艺成功研制双高烧结钕铁硼磁体, 其室温磁性能达到内禀矫顽力 $H_{cJ}=35.2$ kOe, 最大磁能积 $(BH)_{max}=40.4$ MGOe。2018 年 6 月, 信越化学宣布采用细化晶粒技术, 将 Nd-Fe-B 合金粉末研磨至 2.6 μ m, 成功制备出 $H_{cJ}=17$ kOe 的无重稀土烧结钕铁硼磁体; 并采用晶界扩散工艺使 H_{cJ} 增大到 26 kOe (THE RARE EARTH METAL NEWS [日], 2018 年 6 月 1 日)。在低成本方面, 钢研总院和中科三环采用双主相方法, 分别成功获得较高性价比的 Ce 或混合稀土添加烧结钕铁硼磁体; 宁波材料所成功制备出 Y 添加烧结钕铁硼磁体。

1.1 晶界扩散技术

晶界扩散是指在磁体表面引入重稀土元素 Dy 或 Tb, 再经热处理使重稀土原子沿着晶界的液相扩散, 并置换主相晶粒表层中原有的 Nd 而形成 $(Nd, Dy, Tb)_2Fe_{14}B$ 固溶体, 主相晶粒中央并没有受到太多影响, 因此在增强晶粒表层的磁晶各向异性场进而提高内禀矫顽力的同时, 对磁体的剩磁和最大磁能积并不产生太大影响。相比传统的合金化元素添加方法, 晶界扩散法可以用更低的 Tb, Dy 重稀土用量获

得高矫顽力磁体。近年来，晶界扩散技术受到产学研各方关注，先后有溅射法、浆液涂覆法、气相沉积法、电泳沉积法、还原扩散法等；处理对象除了主流的钕铁硼烧结磁体外，还有速凝合金片、由速凝片制备的磁粉、快淬磁粉、热压/热变形磁体(MQ-III)、HDDR 磁粉和 HDDR 粉的热压磁体等等；涂覆物除了稀土氟化物、氧化物和其它化合物外，还有稀土金属或低共晶温度稀土合金等，稀土金属主要采用溅射、蒸镀或高真空升华来涂覆。扩散效果除了内禀矫顽力提高以外，还有电阻率提升等。其中部分技术已经应用于工业生产。

不同稀土元素 R 的扩散效果不尽相同，内禀矫顽力 H_{cJ} 的变化同相应 $R_2Fe_{14}B$ 的磁晶各向异性场 H_a 直接正关联， $Tb_2Fe_{14}B$ 具有最强的室温磁晶各向异性场， Tb 元素通过晶界扩散对 H_{cJ} 的提升最为明显(参见图 4-10)。

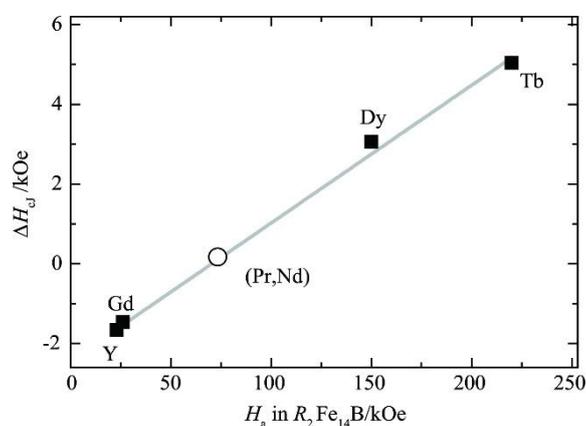


图 4-11 采用不同稀土元素 RFe_2 粉末晶界扩散后，磁体内禀矫顽力增量 ΔH_{cJ} 和磁晶各向异性场 H_a 的关系

晶界扩散方法受限于磁体厚度，磁体厚度增加时，矫顽力提高的效果就会减弱。由于重稀土 Tb ， Dy 是从磁体表面向内部扩散，因此 Tb ， Dy 在磁体内呈梯度分布。研究表明，随着由表及里距离的增大， Tb ， Dy 含量逐渐减少，当自磁体表面距离超过 5mm 左右时，

矫顽力提高的效果就不明显了(图 4-11)。一定范围内不同扩散温度带来的差异并不明显，但经过长时间处理(110h)会降低磁体 H_{cJ} 提升的效果。

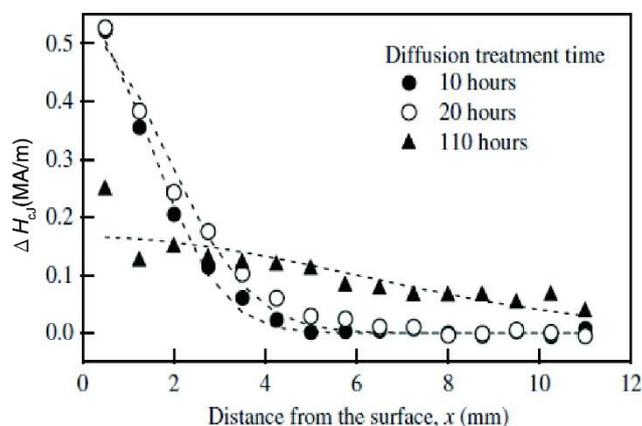


图 4-12 在不同氟化铽晶界扩散时间下，磁体内禀矫顽力 H_{cJ} 的增量随表面深度的变化

晶界扩散效果具有各向异性，平行于取向方向比垂直于取向方向有更好的扩散通道，因此得到更好的扩散效果，表现在退磁曲线上有更好的方形度。

目前，信越化学、日立金属、TDK、中科三环等企业已经在各自的产品目录列出了采用晶界扩散工艺制备的产品。

1.2 晶界调控技术

晶界调控是另一种有效提升矫顽力的技术方案。通过配方和工艺的调整对晶界相进行调控，有望降低晶界相的铁磁性或使其转变为非铁磁性，从而起到更好地降低或去除晶粒之间磁性耦合的作用，使内禀矫顽力在现有水平基础上进一步提高。2014年，Chen 等通过电磁感应涡流退火进行晶界调控，使无重稀土细晶粒烧结钕铁硼磁体的矫顽力由 19.01kOe 提高至 20.56kOe。早期研究揭示掺 Ga 可获得高矫顽力的烧结钕铁硼磁体，2010 年日本昭和电工专利公布了一种高

Ga 低 B 配方的磁体,可在不添加或少添加 Tb 或 Dy 的情况下获得高矫顽力(CN102959648),这使得含 Ga 烧结钕铁硼磁体再度受到关注。Sasaki 等指出高 Ga(原子百分含量 0.5%,质量分数 0.52%)低 B(5.1%, 0.83%)配方烧结钕铁硼磁体可在不添加 Tb 或 Dy 且晶粒没有特别细的前提下矫顽力达到 18kOe。磁体主相晶粒间的薄层晶界相中稀土含量高达 90%, 矫顽力大幅度提升的主要原因是在主相晶粒间形成高稀土含量的非磁性晶界相,极大增强了晶粒间的去磁耦合作用。实验表明, 该类磁体对成分和工艺的敏感性较高。

目前, 高 Ga 低 B 无重稀土合金已经用于烧结钕铁硼生产中, 如典型产品 N48H($H_{cJ}>17\text{kOe}$, $(BH)_{\max}=45\sim 50\text{MGOe}$)。

1.3 双主相技术

自 2011 年稀土原材料价格巨幅波动以来, La, Ce 和混合稀土等又重新引起人们的关注。比较 $R_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 的内禀磁性, 当 R 为高丰度的 La, Ce 或 Y 时, 饱和磁化强度 M_s 、磁晶各向异性场 H_a 和居里温度 T_c 都低于 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, 因此采用常规的元素替代方法得到的磁体磁性不可避免会下降; 另一方面, 当 Ce 替代 Nd 添加到 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 合金中时, Ce 离子表现为+3 和+4 混合价态, 直接影响到烧结磁体的相组成及微结构, 损伤内禀矫顽力。但当采用特定方法时, 仍可以制备出可实用高丰度的烧结磁体。

朱明刚和李卫等采用双主相方法, 用速凝工艺分别制备 Nd-Fe-B 和(Ce-Nd)-Fe-B 合金, 并成功制备出 $(\text{Nd}_{1-x}\text{Ce}_x)_{30}(\text{Fe, TM})_{69}\text{B}_1$ 烧结磁体, 即使在 $x=0.3$ 时, 仍具有实用性能[$H_{cJ}=9.3\text{kOe}$, $(BH)_{\max}=43\text{MGOe}$]。

中科三环钮萼等采用白云鄂博矿的混合稀土替代 20%的 Pr-Nd 制成烧结 Nd-Fe-B 磁体，其室温磁性能为 $H_{cJ}=10.7\text{kOe}$ ， $(BH)_{\max}=34.0\text{MG0e}$ 。

由于 Ce 元素很丰富，且金属 Ce 的价格仅为金属 Nd 的十分之一左右，Ce 添加烧结磁体具有一定的成本优势，已在儿童玩具、箱包扣等方面获得大量应用。

1.4 晶粒细化技术

细化晶粒是提高矫顽力的另一个重要途径。经 Sepehri-Amin 等的微磁学模拟，减小晶粒尺寸可以减小散磁场，即可以降低局部有效退磁因子 N_{eff} ，从而提升内禀矫顽力 H_{cJ} ($H_{cJ} = \alpha H_a - N_{\text{eff}} M_s$ ， α 为显微结构参数)。在细化晶粒方面已经做了很多工作，包括减小速凝(SC)合金片的晶粒尺寸、采用氢化歧化(HDDR)结合氢破碎(HD)和气流磨(JM)制粉、气流磨磨粉方式改变或介质从氮气改为氦气、工艺过程的无氧/低氧控制、低温多场烧结等等。

Ding 等采用 HDDR+HD 和 N_2 -JM 制成粒度为 $1\ \mu\text{m}$ 以下的磁粉，烧结磁体 H_{cJ} 达 14.72kOe ，由于晶界富 Nd 相分布不连续，并没有达到理想的矫顽力，技术上仍有待突破。

近年来，新型靶式气流磨在工业生产中崭露头角。同传统的可控流化床对撞式气流磨相比，靶式气流磨可以使合金粉末粒度更小、分布更窄，且磨体中存料更少，更有利于高性能烧结钕铁硼制备。通过将气流磨中工作介质氮气改变为氦气，钕铁硼合金粉末粒度可以小到 $1.1\ \mu\text{m}$ ；在后道工序中为了避免细粉氧化，Une 和 Sagawa 等发明

了无压机成型工艺(PLP),对氦气流磨得到的 D_{50} 为 $1.1\ \mu\text{m}$ 的粉末进行压制、取向和烧结,无重稀土磁体 H_{cJ} 达到 20kOe 。

2. 粘结钕铁硼

粘结稀土永磁材料是永磁材料领域不可或缺的一个分支,是烧结稀土永磁材料的一个重要补充。粘结磁体具有磁性能一致性好、尺寸精度高、形状复杂、涡流损耗小、适合多极充磁(特别是多极充磁磁环)、易与金属/塑料零件一体成形等优点,在精密电机和传感器中扮演着重要的角色。粘结稀土永磁材料以各向同性钕铁硼粘结磁体为主,各向同性粘结钕铁氮磁体和各向异性粘结稀土磁体正在开发之中。根据粘结剂的不同加工特性,粘结磁体成形方式可分为压缩、注射、挤出和压延 4 种。

2.1 各向同性磁粉和粘结磁体

粘结磁体是磁粉和粘结剂构成的复合体系,采用快淬方法制备的各向同性钕铁硼磁粉是粘结稀土永磁市场的绝对主力。长期以来,麦格昆磁公司(MQI)通过专利和技术垄断控制粘结磁粉市场。2014 年 7 月 MQI 磁粉成分及工艺专利到期,“十二五”863 计划提前布局,2011 年将高性能磁粉的国产化列为重大课题,通过系统研究成分、制备工艺、显微结构等要素,我国稀土永磁企业也探索出了制备高性能磁粉的途径, $(BH)_{\text{max}}$ 达到 17.5MGoe 。新修订的 GB/T 20168-2017《快淬钕铁硼永磁粉》国家标准,全面提升了产品磁性能,已于 2018 年 5 月 1 日正式颁布和实施。

各向同性快淬钕铁氮磁粉的开发和产业化也有突破，已经形成批量供货能力，国产快淬钕铁氮磁粉的居里温度 T_C 和永磁特性明显高于钕铁硼磁粉，大同制钢的 Nitroquench 磁粉 $(BH)_{\max}$ 高达 20.6MGOe。

在 4 种成形方式中，压缩成形磁体性能最高、性价比最优，是粘结稀土永磁产品的主流。进一步提高磁性能，一直是研发的主要方向。倪狄利用温压成形工艺，在 80℃ 制备出密度 $6.62\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $(BH)_{\max}=12.71\text{MGOe}$ 的高性能磁体。日立金属采用高压技术，开发出牌号为 HIDENSE 的超高密度磁体，密度 $6.3\sim 6.4\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ， $(BH)_{\max}=12.3\sim 13.6\text{MGOe}$ 。中科三环也已经制备出密度 $6.4\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的压缩磁体样品，达到与日立金属相当的水平。

为满足大容量云存储和汽车电机的需求，中科三环和成都银河进一步优化了压缩成形工艺，HDD 主轴电机用磁体的动平衡扭矩改进到 $6\text{mg} \cdot \text{cm}$ 以内，车载电机磁体长度/壁厚比扩展到 20。

在注射成形方面，中科三环开展了以耐高温塑料聚苯硫醚(PPS)为主粘结剂的注射成形颗粒料制备技术和磁体成形技术的开发，开发出磁体和金属或塑料件一体成形的部件，产品成功应用于变频空调、汽车传感器、水泵及油泵。

在挤出成形技术方面，中科三环通过筛选出良好的加工助剂和配方体系，制备出直径 $\Phi 54.5\text{mm}$ 、壁厚 0.7mm、1500 mm 的管状磁体，性能达到 $H_{cJ}=9.36\text{kOe}$ ， $(BH)_{\max}=11.10\text{MGOe}$ 。

2.2 各向异性磁粉和粘结磁体

各向异性粘结稀土永磁体是一个历史悠久但又亟待开发的重要分支。传统的粘结 Sm-Co 磁体就是各向异性的，目前还一直维持着生产，磁粉是由 $\text{Sm}_2(\text{Co,Cu,Fe,Zr})_{17}$ 合金经脱溶硬化处理获得的，最高性能磁体 $(BH)_{\max}=16\sim 17\text{MGOe}$ 。过去几年日本和我国采用氢化歧化 (HDDR) 工艺制备钕铁硼磁粉和气固相反应制备钐铁氮或钕铁氮磁粉均有进步，全球年产量已达到 1000 吨左右。日本住友金属矿山采用还原扩散加氮化工艺生产的钐铁氮磁粉，实验室水平达到： $B_r=14.4\text{ kGs}$ ， $H_{cJ}=11.50\text{kOe}$ ， $(BH)_{\max}=43.61\text{MGOe}$ 。日亚化学对钐铁氮磁粉进行磷化处理，在保持剩磁不变的前提下提高了矫顽力，磁体在 150°C 放置 1000h 的磁通不可逆损失小于 5%。北京科技大学、北京大学、大连凯祥和北矿磁材等单位也开展了广泛而深入的 HDDR 工艺研究。北京科技大学批量制备的 HDDR 钕铁硼磁粉， $(BH)_{\max}$ 达到 39.96MGOe 。北京大学杨应昌采用合金熔炼-粗破碎-氮化-研磨工艺，开发的 Sm-Fe-N 磁粉 $(BH)_{\max}$ 达到 $35\sim 40\text{MGOe}$ ，并且建立了百吨级产业化示范线。MQI 将热压/热变形工艺制备的各向异性钕铁硼磁体破碎，即可制成各向异性磁粉(MQA 磁粉)， $(BH)_{\max}=36\sim 40\text{MGOe}$ ，磁粉大致呈片状，且与磁化轴与片状粉平面的法线基本平行，可通过机械力达到受力方向的部分取向。

在各向异性粘结稀土永磁体领域，磁体制造技术欠发达严重制约了其发展。目前全球仅有日本爱知制钢及其转让技术的台湾天越可以批量供应各向异性粘结稀土永磁体产品，主要用于汽车座椅调节电机。爱知制钢近年来还进行了注射成形钕铁硼-钐铁氮复合磁体的开发，

$(BH)_{\max}=16.5\sim 17.5\text{MGOe}$ 。日亚化学也在注射磁体中采用钕铁硼-钕铁氮混用技术，提高磁体的磁粉填充比和密度，实验室磁体 $(BH)_{\max}$ 达到 21.99MGOe ，批量产品 $(BH)_{\max}$ 为 17.97MGOe 。北京科技大学采用室温预成形和中温取向密实化的两步温压成形法，制备的磁体 $(BH)_{\max}$ 比常规温压成形提高 25%，达到 14.95MGOe ；北京大学制备的磁场取向注射成形钕铁氮磁体 $(BH)_{\max}$ 达到了 12MGOe 。

2.3 增材制造粘结稀土磁体

近年来，3D 打印技术受到密切关注并在诸多领域飞速发展。采用 3D 打印制备粘结磁体，不仅可以应对奇特形状，而且能得到常规制备手段无法企及的特殊结构或性能。

Huber 等采用粒度 $50\mu\text{m}$ 左右的 MQP-S 雾化球形磁粉，以体积分数为 55%的比例与尼龙 11 混炼制成 $\phi 1.75\text{mm}$ 的丝材，再用熔融沉积建模法(FDM)制备各向同性磁体，磁体孔隙率高达 23.5%。Li 等将 $200\mu\text{m}$ 以下的片状 MQP-B+磁粉以体积分数为 65%的比例与尼龙 12 混炼制成颗粒料，然后将颗粒料通过 FDM 法制备各向同性磁体，孔隙率虽然降到 7.7%，但比注射磁体的 2%~3%仍高不少。Paranthaman 等采用粘结剂喷射的 3D 打印工艺，先平铺一层 $70\mu\text{m}$ 左右的片状 MQP-B 磁粉，再喷射一层粘结剂并略微干燥，如此往复，最后经固化处理制备出磁粉含量 46%(体积分数)、孔隙率 14.5%的磁体。Compton 等将体积分数为 40%的 $120\mu\text{m}$ 以下片状 MQA 38-14 磁粉与环氧类粘结剂混合制成悬浊液，采用喷墨打印的层积方式制备出孔隙率约为 17%各向同性粘结磁体。

3.热压/热变形钕铁硼

利用热压/热变形工艺可将纳米晶磁粉(如快淬Nd-Fe-B磁粉)制备成各向同性的致密磁体(MQ-II磁体)和各向异性的致密磁体(MQ-III磁体)。钕铁硼快淬磁粉可以通过缓慢而大幅度的热压变形诱发晶体择优取向,制成优异的全密度各向异性磁体,而且很适合制造辐射取向薄壁磁环。MQ-III最具市场吸引力的是,其独有的片状纳米晶结构可以在无重稀土Tb或Dy时实现高 H_{cJ} ,并且可以运用背挤出成形工艺实现近终形、薄壁、辐射取向磁环的生产,因此绝大多数产品都是辐射取向磁环,应用于汽车电动助力转向(EPS)电机和机器人伺服电机。目前研发的热点,一是结合工艺优化或晶界扩散技术进一步提高 H_{cJ} ;另一个是开发单一取向板块状磁体的前挤出工艺,与烧结钕铁硼磁体竞争。

背挤出成形工艺主要包含快淬钕铁硼磁粉冷压、热压至实密度和背挤出热变形取向3个步骤。在采用背挤压热变形压制方法时,磁粉在上下压头的压力作用下在底部形成取向织构,并均匀地转换成侧壁的径向取向,所以这是制造辐射取向薄壁圆环较为理想的方法。在同等 H_{cJ} 条件下, MQ-III磁体中的Dy含量比常规烧结钕铁硼磁体低3%~5%(质量分数),但通过晶粒细化结合晶界扩散烧结钕铁硼磁体也可以将Dy含量降低到与MQ-III磁体相同的水平。北京钢铁研究总院和中科院宁波材料所,近年来在国内率先进行了MQ-III技术的开发,成功制备出了 $(BH)_{max}=42\text{MGOe}$ 的辐射取向环。2010年7月,日本大同电子(大同制钢全资子公司)宣布开发成功省Dy型辐射环

ND-43SHR [$H_{cJ}=20\text{kOe}$, $(BH)_{\max}=43\text{MGOe}$]。2018 年大同电子发布了消息,运用前挤出工艺生产的热变形取向块状磁体,磁性能达到辐射环 ND-43SHR 水平,应用于本田混合动力汽车驱动马达。

Castle 等开发了快速放电等离子体烧结(Flash-SPS)技术,磁体的晶粒尺寸比常规 MQ-III 更细小, H_{cJ} 达到 20kOe 。Mouri 等提出了两步热变形工艺,第一阶段变形量 $e_1=0\sim 50\%$, 第二阶段变形量 $e_2=70\%$, 使得磁体主相晶粒更为细小,取向度提高,磁性能更佳。刘颖等设计出快速升温热压/热变形装备,制备出公斤级 MQ-III 磁体, $B_r=15.2\text{ kGs}$, $(BH)_{\max}=51.65\text{MGOe}$ 。

2018 年丰田开发出 La-Ce 部分替代 Nd 的热压磁体,通过熔融快淬细化晶粒、热扩散 $\text{Nd}_{70}\text{Cu}_{30}$ 液体形成高 Nd 壳层、优化 La/Ce 比例为 1:3 等方法,使得磁体在 $130\sim 200^\circ\text{C}$ 下矫顽力比含 4%(质量分数)Dy 的常规磁体更高,具有不含 Dy 和 Tb、Nd 用量低(省 Nd 约 $20\%\sim 50\%$)等优点。

4. 烧结钕钴

烧结 Sm-Co 磁体因其具有远高于 Nd-Fe-B 的工作温度和相对更优异的耐蚀性,在航空、航天、国防和高能物理等特殊领域发挥着 Nd-Fe-B 无法取代的作用。

烧结钕钴磁体的耐高温特性一直是研发工作的一个重要方向,当前主要针对耐高温烧结 2:17 型钕钴磁体,通过调整成分、优化工艺条件从而提高磁体的矫顽力,进而提升磁体的使用温度,并且保持较高的磁性能。2017 年,巩劭廷等成功制备烧结钕钴磁体,在 500°C

下 $H_{cJ}=7.59\text{kOe}$, $(BH)_{\max}=10.96\text{MGOe}$; 2018 年, 钢研集团 Yu 等对钐钴磁体中的 Fe 和 Cu 含量进行调整, 并采用阶段性的慢速冷却, 获得的磁体在 $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下 $H_{cJ}=6.3\text{kOe}$, $(BH)_{\max}=12.40\text{MGOe}$ 。最高工作温度达 $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温 Sm-Co 磁体也已被开发和生产, 其室温磁性能为: $H_{cJ}=25.4\text{kOe}$, $(BH)_{\max}=16.0\text{MGOe}$, H_{cJ} 在 $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时仍能达到 6.34kOe 。

近年来兼有高磁能积和高矫顽力的 2:17 型烧结 Sm-Co 磁体也不断取得进展。NEC TOKIN 公司的 Machida 等成功获得高性能 Sm-Co 磁体: 室温下 $(BH)_{\max}$ 为 34MGOe , H_{cJ} 为 23.5kOe 。钢研总院 Song 等获得高性能 Sm-Co 磁体: 室温下 $(BH)_{\max}=32\text{MGOe}$, $H_{cJ}=31.5\text{kOe}$ 。宁波材料所 Feng 等获得高性能 Sm-Co 磁体: 室温下 $(BH)_{\max}=31.74\text{MGOe}$, $H_{cJ}=24.03\text{kOe}$ 。(稀土永磁材料的技术进步和产业发展, 胡伯平、饶晓雷、钮萼、蔡道炎, 中国材料进展, 第 37 卷第 9 期, 653-661)

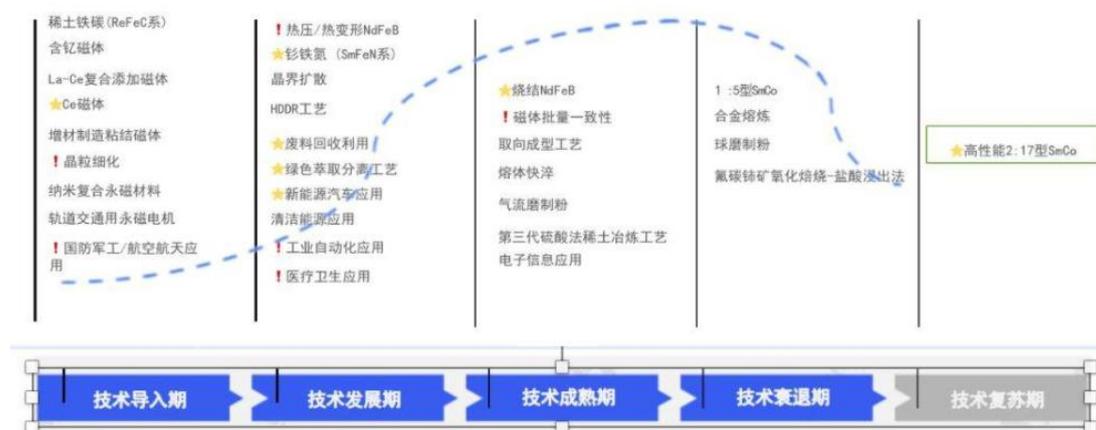


图 4-13 技术演进路线

3.10 小结

全球稀土工业经历了三个发展时期。20 世纪 40~60 年代，世界稀土供应由欧洲主导，主流工艺为烧碱法处理独居石。稀土供给远远不能满足需求，稀土价格指数整体处于高位;20 世纪 60 年代后，随着美国芒廷帕斯矿（Mountain Pass，简称 MP）实现工业生产，美国开始主导全球稀土供应，主流工艺为氟碳铈矿氧化焙烧-盐酸浸出；MP 投产带来大量供应导致价格指数持续下跌，随着需求回暖，价格进入震荡期；20 世纪 80 年代中期，我国在分离技术方面取得重大突破，打破国外稀土提取与分离的垄断，重塑全球稀土产业格局：我国于 20 世纪 50 年代开始研究稀土的开发利用，虽然研究工作起步较晚，但发展迅速，取得了跨越式的成果。

从全球专利分布地域构成来看，中国、日本、欧洲排名前三，这三者专利申请数量约占排名前十地域的 68%，是全球主要目标技术市场。全球稀土新材料产业专利申请主要集中在稀土永磁材料、稀土催化材料和稀土发光材料，专利申请占比分别是 34%、30%和 29%。

国外在该领域布局专利数量较多的创新主体有日立金属株式会社、东京电气化学工业株式会社、信越化学工业株式会社等，均来自日本；国内高校院所所有四川师范大学、浙江大学、中国科学院长春应用化学研究所等，国内企业类型申请人有海洋王照明科技股份有限公司、深圳市海洋王照明技术有限公司、有研稀土新材料股份有限公司等。

山东省内在稀土新材料领域布局专利较多的城市有青岛、济南、烟台、淄博等，结合省内创新主体来看，济南、青岛在该领域的专利申请主要集中于高校院所，烟台市专利申请主要集中在烟台正海磁性材料股份有限公司、烟台首钢磁性材料股份有限公司等企业手中，济宁在省内排名第九位，有较大的进步空间。从稀土新材料领域的专利运营情况来看，国内专利运营以转移转让为主，占比高达 75%，其次是实施许可，占比 15%，最后是质押保全，占比 10%。山东省转移转让数量为 278 件，质押保全 69 件，实施许可 13 件；

第四章 对标城市分析

在全球新一轮科技革命与产业变革的深刻背景下，稀土作为“工业维生素”的战略地位日益凸显。稀土元素因其独特的物理化学性质，在新能源、电子信息、高端装备制造、国防军工等战略性新兴产业中具有不可替代的作用。然而，稀土产业链的全球分工格局与技术竞争态势正在发生深刻变化：一方面，国际地缘政治博弈加剧了稀土供应链的脆弱性；另一方面，绿色低碳转型与数字经济的深度融合，推动稀土应用技术向高附加值领域快速迭代。在此背景下，专利作为技术创新的核心载体，已成为衡量区域稀土产业竞争力、预测未来技术趋势的关键指标。本章选取赣州、包头、淄博、烟台四城作为对标对象，通过专利导航开展对标城市发展方向分析，不仅能够揭示不同城市在稀土产业中的技术布局与资源禀赋差异，更能为优化区域产业链、构建差异化竞争优势提供科学依据。

4.1 赣州产业分析

4.1.1 资源储量

赣州作为“世界钨都”与“中国稀土王国”，凭借其独特的资源禀赋稳居全球稀土与钨产业的核心地位。截至 2024 年，赣州已探明稀土储量占全国中重稀土的 80% 以上，钨资源储量约 400 万吨，占全国总量的三分之二。其稀土资源以离子型中重稀土为主（如镨、铽），具有不可替代的战略价值，而钨资源则以高密度（ 19.3 g/cm^3 ）、高

强度特性支撑高端制造业需求。基于丰富的稀土储量，十余年前赣州稀土集团正式成立，旗下拥有南方稀土集团、赣州工业投资集团、赣州稀土矿业等七十多家全资、控股及参股公司，是我国稀土行业的一大巨头。作为国企，赣州稀土集团的发展当然有赖于政策支持和当地丰富的稀土资源。在稀土业务方面，主要以旗下南方稀土集团为核心，从事稀土原矿开采、冶炼分离、综合回收利用、精深加工应用、产品贸易、应用研发和技术服务等。目前赣州稀土集团构建了覆盖“矿山开采-冶炼分离-材料加工-终端应用”的全产业链，旗下 70 余家子公司形成协同效应，2023 年集团营收突破 300 亿元，同比增长 15%。

4.1.2 产业链现状

1.前端环节全球主导

赣州在稀土原矿开采、冶炼分离领域占据绝对优势，稀土氧化物年产能达 5 万吨，占全国总量的 40%；钨精矿年产能 10 万吨，占全球市场的 35%。其自主研发的“离子型稀土绿色无铵开采工艺”被纳入国家绿色技术推广目录，显著降低环境污染风险。

2.中后端加速追赶

2024 年，赣州磁性材料产能提升至 8 万吨/年（占全国 25%），钕铁硼磁体成品率提升至 95%（较 2021 年提高 10 个百分点）；硬质合金刀钻具产能突破 1.2 万吨，跻身全球前五。但深加工领域仍存短板：高附加值产品如稀土永磁电机、高端硬质合金涂层刀具的市场占有率不足 10%，核心专利数量仅为长三角同类城市的 60%。

4.1.3 发展目标

2024 年发展目标：打造“四链融合”的世界级产业集群
赣州提出“资源链-创新链-产业链-价值链”四链融合战略，力争到 2025 年有色金属产业规模突破 2000 亿元，关键目标包括：

材料升级：推动稀土磁性材料矫顽力突破 45 kOe（较 2023 年提升 20%），开发耐高温（>220℃）钕铁硼产品；

应用延伸：建设年产 10 万台永磁电机基地，抢占新能源汽车电机市场；

绿色转型：实现稀土开采固废综合利用率达 90%，打造零碳冶炼示范工厂；

全球布局：推动“中国稀金谷”成为国际稀土钨定价中心，年交易额突破 500 亿元。

打造成全国稀土稀有金属产业高质量发展引领区。以建设以国家级稀土集团为核心，发挥中国科学院赣江创新研究院、国家稀土功能材料创新中心等创新平台作用，引领高性能稀土钨功能材料、永磁电机、永磁变速器、稀土催化材料、硬质合金刀钻具、钴盐前驱体等产业高质量发展，将我市打造成为全国稀土稀有金属产业高质量发展引领区。

重点发展稀土高性能磁性材料、合金材料、催化材料、储氢材料等功能材料，向稀土永磁电机、永磁变速器等深加工及应用产品延伸。做大做强超粗（超细）高纯碳化钨粉、高性能钨硬质合金及硬面材料、切削工具等领域。打造全国最大的钴盐生产基地，推动钴产业向前驱

体、正极材料、高温合金等领域延伸。发展铜基新材料、高纯超薄铜箔等产业。力争到 2025 年，全市有色金属产业集群产值超 2000 亿元。打造具有全球影响力的稀土稀有金属新材料产业集群。

4.1.4 扶持政策

政策红利持续释放《赣州革命老区高质量发展示范区建设方案》获批，赋予稀土产业税收减免、用地指标单列等特殊政策；国家稀土功能材料创新中心获 2.5 亿元专项经费，聚焦“卡脖子”技术攻关。

“中国稀金谷”进阶发展 2024 年，“稀金谷”新增入驻企业 32 家，包括中科三环二期年产 1 万吨高性能磁材项目、华为稀土催化材料联合实验室；中科院赣江创新研究院孵化企业达 15 家，技术转化收益超 5 亿元。

创新体系升级：

人才战略：实施“稀土英才计划”，引进海外高层次人才团队 12 个，建立院士工作站 4 家；

平台建设：新增国家级企业技术中心 2 家，建成全球首条“5G+ 稀土智能矿山”示范线；

协同创新：联合清华大学、中南大学等高校设立“稀土-钨材料基因工程平台”，研发周期缩短 30%。

4.1.5 龙头企业及高校

1.江西理工大学

江西理工大学稀土学院立足赣州“南方离子型稀土资源中心”的区位优势，构建了覆盖“资源开采—绿色冶金—高端材料—器件应用”的全链条学科体系。学院设置冶金工程、稀土工程等 4 个本科专业及冶金工程、材料科学与工程 2 个一级学科硕士点，依托国家离子型稀土资源高效开发利用工程技术研究中心、教育部离子型稀土开发与应用重点实验室等国家级平台，聚焦中重稀土战略资源开发。其稀土磁性材料及器件重点实验室配备 3kg-50kg 级烧结钕铁硼生产线等价值 2000 万元设备，在拓扑霍尔效应永磁材料（张智睿团队成果发表于《Applied Physics Letters》）、低重稀土磁材（镝钕用量降低 30%-50%）等领域取得突破，研发的稀土氧化铈增强钴基电解水催化材料实现产业化，相关成果获 SCI 论文影响因子最高达 11.021。

学院深化“产学研用”协同创新，与赣州稀土集团共建稀土功能材料中试基地，推动发光材料、催化材料等前沿技术转化。首创“产业教授+科技副总”双聘机制，32 名企业专家深度参与教学科研，开发的新能源电池稀土催化剂、磁制冷材料等技术应用于宁德时代等龙头企业。近三年承担国家自然科学基金、省级重大专项 46 项，获授权发明专利 58 项，技术转化创造经济效益超 8 亿元。

师资方面，学院拥有国务院特殊津贴专家 5 人、省级学科带头人 16 人，形成以廖春发教授领衔的稀土绿色提取团队、杨牧南教授主导的催化材料创新团队为核心的科研梯队。实施“书院制+导师制”培养模式，本科生科研参与率达 80%，毕业生年均 35%进入中南大学等名校深造，就业率连续 10 年超 95%，为赣州稀土集团、紫金矿

业等企业输送核心技术骨干 1200 余人，成为支撑我国离子型稀土产业高质量发展的核心智库与人才基地。

2.中国稀土集团

中国稀土集团有限公司（简称“中国稀土集团”）于 2021 年 12 月 23 日在江西省赣州市成立，是由中国铝业集团有限公司、中国五矿集团有限公司、赣州稀土集团有限公司所属稀土资产重组整合，并引入中国钢研科技集团有限公司、中国有研科技集团有限公司两家科技型企业组建而成，是国务院国有资产监督管理委员会直接监管的股权多元化中央企业。

中国稀土集团主要从事稀土资源开发、冶炼分离、精深加工以及稀土产品进出口贸易等，业务范围涵盖科技研发、勘探开采、冶炼分离、精深加工、再生资源综合利用、新材料研发制造、成套装备、技术咨询服务、进出口及贸易等稀土全业务领域、全产业链条，产业遍及江西、广西、湖南、四川、江苏、山东、云南、广东和福建等地及东南亚有关国家和地区，拥有中国稀土（股票代码:000831）、广晟有色（股票代码：600259）2 家上市公司。

中国稀土集团是全国领先、国际前列的综合性、国际化大型稀土产业集团，肩负着保障国家稀土战略资源安全、维护稀土产业链供应链稳定的重要使命。中国稀土集团拥有显著的资源储备优势，集中重稀土和轻稀土为一体，中重稀土资源主要分布在江西、广西、广东、湖南、福建、云南等 6 省（自治区），轻稀土资源主要分布在四川、山东。中国稀土集团拥有深厚的产业基础优势，在国内主要资源地布

局建设了集稀土采选、冶炼分离、深加工、功能材料及下游应用于一体的稀土全产业链，全面拓展国际稀土资源开发和产业合作，致力构建绿色稳定可持续的先进稀土材料供应体系。中国稀土集团具有领先的技术研发优势，建成自主创新为主，政产学研用协同发展的集成创新体系，拥有国家工程技术研究中心，承建国家稀土功能材料创新中心，主导离子型稀土绿色高效开采和冶炼分离关键标志性技术研发，拥有自主知识产权的绿色无铵开采提取工艺体系以及国内领先的超高纯及特殊物性稀土氧化物制备技术。中国稀土集团拥有强大的综合服务优势，建有统一高效的贸易运营平台和遍及国内外的全球化贸易网络，打造良好国际化品牌和广泛国际影响力，产品畅销国内并远销美国、日本、欧盟等国家和地区。

中国稀土集团积极推进“十四五”发展规划及2035年远景目标落实，加快稀土资源整合、产业布局优化和产业链延伸发展，推动资源开发绿色高效利用、冶炼分离集约数智升级、材料应用高端高值拓展。到“十四五”末，中国稀土集团产业技术工程化创新能力达到国际一流水平，永磁材料、催化材料进入全国第一方阵。到2035年，中国稀土集团建成资源保障一流、产业引领一流、自主创新一流、智能生态一流、人才团队一流、品牌价值一流的世界一流稀土产业集团。

4.1.6 创新体系与人才支撑

赣州市以形成“一城两院四中心”的科研布局，包括中国科学院赣江创新研究院（稀土领域唯一的国家级科研机构）、国家稀土功能

材料创新中心、国家钨与稀土产品质量监督检验中心等，为产业升级提供技术支撑。

科院赣江创新研究院已引入院士团队 8 个、科研团队 16 个，聚集学科领军人才 180 余名，并成立由 25 位院士组成的学术委员会。

4.2 包头产业分析

4.2.1 资源储量与战略地位

包头市稀土资源储量全球领先，白云鄂博矿山是全球最大的稀土矿山，拥有全国 83.7%、全球 37.8% 的稀土储量，同时伴生铁、铈、钐等 70 多种元素，形成独特的“轻稀土为主、多金属共生”资源体系。2024 年，包头持续巩固其“世界稀土之都”地位，依托北方稀土集团的 11 万吨轻稀土冶炼分离产能和 1.5 万吨废料回收能力，稀土原材料产值达 400 亿元，稳居全球最大稀土原料供应基地。

4.2.2 产业链条与产能布局

包头稀土产业链已实现“资源开采—冶炼分离—新材料制造—终端应用”全链条覆盖，2024 年重点领域表现如下：

1. 新材料制造

磁性材料：磁材产能达 18 万吨（占全国 40% 以上），金力永磁、天和磁材等头部企业持续扩产，全国综合实力前 10 强磁材企业全部落户。

储氢与合金材料：储氢材料产能 7000 吨，合金材料产能 8 万吨，

推动稀奥科镍氢动力电池等高端项目产业化。

抛光与催化材料：抛光材料产能 4 万吨（全球市占率超 50%），催化材料产能 2 万吨，拓展至环保、化工领域。

2. 终端应用

永磁电机：永磁电机产业园集聚企业 30 家以上，重点发展新能源汽车电机、风力发电机等，2024 年产值突破 50 亿元。

固态储氢：北方稀土与合力叉车合作开发 3.5 吨固态储氢叉车，推动稀土合金在光伏、新能源重卡等领域应用。

2024 年包头稀土产业产值目标突破 1000 亿元，较 2023 年（829 亿元）增长 20.6%，稀土新材料产量预计达 25 万吨，综合规模全国第一。

4.2.3 发展目标与战略行动

包头锚定“两个稀土基地”建设目标（全国最大稀土新材料基地、全球领先稀土应用基地），2024 年稀土产业产值目标突破 1000 亿元，2025 年冲刺 1300 亿元。具体举措包括：

产能扩张：推动北方稀土 10 万吨级轻稀土冶炼分离项目达产，新增磁材产能 3 万吨。

应用延伸：实施稀土永磁电机示范应用工程，推动稀土合金在光伏、新能源重卡等领域规模化应用。

创新驱动：依托鹿城实验室、国家稀土功能材料创新中心等平台，年内转化科技成果 10 项以上，新增稀土专利 150 件。

4.2.4 政策支持与区域协同

国家级政策：国务院支持包头建设全国稀土新材料基地和交易中心，稀土产品交易所注册企业达 850 家，交易规模突破 200 亿元。

地方行动方案：出台《关于加快实施创新驱动发展战略推进战略性新兴产业发展提质提效的实施意见》，明确稀土产业“量质齐升”路径，配套资金支持产业链关键环节。

内蒙古党委、政府已将稀土产业发展列入《内蒙古自治区国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》和《内蒙古自治区“十四五”新材料产业实施方案》等专项规划，出台了《关于加快稀土产业转型升级的若干政策》。

以最大的力度鼓励和支持提高稀土资源综合利用率和产业精深加工度，做精做优做强“稀土资源—采选”和“冶炼分离—稀土新材料—稀土终端应用”等产业链创新链，从土地供给、电价优惠、研发投入、金融扶持、财税奖励等各方面，对发展高端稀土功能材料、高纯稀土合金材料等高附加值产品给予前所未有的全方位支持，争取早日建成全国最大的稀土新材料基地和全国领先的稀土应用基地。

包头市先后制定了《促进稀土新材料及应用产业发展扶持政策》《支持工业高质量发展政策清单》《支持促进稀土产业人才发展的若干措施》等一系列引领产业发展的政策措施，从七个方面给予支持。新投资项目最高可享受 300 元/平方米的厂房补贴；企业进行技术改造，可享受 10% 的设备采购补贴；稀土废料回收项目可享受按其财政贡献的 100% 奖励；稀土新材料及应用产品生产企业实行目标交

易到户电价 0.26 元/千瓦时；研发应用新技术最高可享受 500 万元资金支持；特殊重大项目可采取“一企一策”“一事一议”等方式给予优惠政策；市本级出资 1 亿元保证金，相关银行提供 10 亿元的信贷融资额度支持项目建设。各方协力，力争用最优惠的措施，打造出稀土产业发展的“政策洼地”。

4.2.5 龙头企业及高校

1. 内蒙古科技大学

内蒙古科技大学依托包头白云鄂博稀土资源禀赋，构建了覆盖本、硕、博全链条的稀土人才培养体系，是国内唯一实现稀土学科“本科—硕士—博士”贯通培养的高校。2024 年新增的“稀土材料科学与工程”本科专业，填补国内稀土领域本科专业空白，首创专业建设标准，形成“稀土冶金+新材料+新能源”交叉学科集群，下设磁性材料、储能材料、催化材料等五大方向。其冶金工程学科在第四轮学科评估中位列全国第 7（B-），获批国家一流学科培育项目，并与北京科技大学共建国家级一流学科，形成“轻稀土绿色提取—高端材料研发—产业应用”的完整学科链。学校以教育部重点实验室、国家稀土功能材料创新中心为科研引擎，承担国家重点研发计划、国家自然科学基金重点项目，突破稀土热障涂层靶材制备、25KA 稀土熔盐电解槽等核心技术，其中热障涂层技术应用于国产航空发动机叶片，突破高温隔热瓶颈；稀土电解技术实现年产值超 10 亿元，支撑稀土产业向高端化升级。

在产学研深度融合方面，学校与包头市政府、北方稀土集团共建现代产业学院，推行“3+1”产教融合模式，企业技术骨干深度参与课程设计，教师以“科技特派员”身份进驻企业攻克工艺难题，近五年完成科技成果转化 38 项，单笔技术转让费超 500 万元。聚焦“两个稀土基地”国家战略，学校深度参与包头“世界稀土之都”建设，开发混合型稀土矿选冶联合新技术、稀土微合金化高强钢等标志性成果，推动白云鄂博稀土资源综合利用率提升至 85% 以上。通过“学科链—创新链—产业链”三链协同，该校累计为稀土行业输送 5000 余名专业技术人才，北方稀土集团核心技术人员中该校毕业生占比超 15%，成为我国稀土产业从“储量垄断”向“技术垄断”转型的核心智力引擎。

2.中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司

中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司是中国稀土工业的起源地，成立于 1961 年，总部位于内蒙古包头市。公司依托全球最大的轻稀土矿——白云鄂博矿，构建了“稀土开采—冶炼分离—功能材料—终端应用”的全产业链体系，涵盖稀土精矿、氧化物、磁性材料、抛光材料、贮氢材料等 11 大类近千种产品。作为全球最大的轻稀土供应商，其稀土原料供应能力和磁性材料合金产能均居全球首位，抛光材料占据国内市场份额半数以上。2023 年，公司稀土冶炼分离产品折氧化物达 17.49 万吨，功能材料产量 7.79 万吨，终端应用产品如稀土永磁电机产能达 1270 台（套）/年。

北方稀土以技术驱动为核心竞争力，拥有“白云鄂博稀土资源研

究与综合利用国家重点实验室”等 9 个国家级创新平台，并掌握稀土冶炼分离、高性能磁性材料制备等关键技术。公司在磁性材料领域全球领先，2022 年整合重组后钕铁硼合金产能达 8 万吨，计划“十四五”末扩至 15 万吨，远超国内同行（如中科三环、金力永磁等）。此外，其稀土金属和磁性材料业务分别贡献毛利润的 43.4%和 26.8%，凸显高附加值产品的主导地位。环保方面，公司通过“三废”综合治理实现清洁生产，并牵头起草稀土行业首个碳排放核算标准，引领绿色转型。

作为国家稀土战略资源保障主体，北方稀土占据全国轻稀土开采配额的 74.22%和冶炼分离指标的 63.83%，原料端垄断优势显著。公司深度布局新能源汽车、风电、机器人等新兴领域，稀土永磁材料需求随新能源车销量增长（预计 2025 年全球需求超 10 万吨）持续放量¹。未来，公司还将开发白云鄂博矿丰富的钍资源（储量占全国 77.3%），探索钍基核能应用，为清洁能源提供战略储备。2023 年入选国资委“创建世界一流专精特新示范企业”，计划通过产能优化和技术升级，巩固全球稀土领军地位。

4.2.6 创新体系与人才支撑

包头构建“一院一校一国重一实验室四中心”协同创新体系，推动稀土科技从实验室到产业化的快速转化：

科研平台：鹿城实验室聚焦稀土新材料应用，建成全球首台套“钕铁硼磁体粘结与烧结融合制造”示范线，带动产值 100 亿元。

人才引育：引进严纯华院士团队，与北京科技大学共建稀土产业学院，年内培育稀土专业人才 340 名，新增硕士以上人才 62 名。

4.3 淄博产业分析

4.3.1 资源储量与产业基础

淄博市虽无稀土矿产资源，但依托山东省化工产业优势和临淄区雄厚的工业基础，通过整合外部资源和技术创新，成为全国重要的稀土加工与新材料产业基地。临淄区作为全省轻稀土加工核心区域，稀土分离能力占全省 90% 以上，形成了以淄博包钢灵芝稀土、淄博加华新材料、山东盛和新材料为龙头的产业集群，聚焦稀土催化材料、抛光材料两大主导领域，并逐步向高端应用延伸。2024 年，淄博通过搬迁入园、智能化改造等方式提升产能，例如包钢灵芝稀土抛光粉产能从 1 万吨/年增至 1.5 万吨/年，能耗降低 30%。

4.3.2 产业链条与核心优势

催化材料全球领先：淄博加华新材料是全球最大的汽车尾气催化材料单体工厂，产品出口欧美日韩，覆盖奔驰、宝马等高端品牌，全球市场占有率超 25%，新厂区投产后产能达 8000 吨/年，全球份额有望突破 40%。

抛光材料主导市场：包钢灵芝稀土与鑫方圆等企业占据全球 50% 以上的稀土抛光材料市场，产能和技术均处于国际领先地位。

冶炼分离与循环经济：临淄区稀土分离能力达 3.8 万吨/年，占

全省 85%，同时布局稀土废料回收技术，推动资源循环利用。例如，包钢灵芝通过专利技术实现硫化氢废气回收硫磺，兼具环保与经济效益。

4.3.3 发展目标与战略升级

淄博市以打造“山东省稀土新材料产业高地”为目标，计划：

产能扩张：2024 年稀土催化材料、抛光材料产能分别提升至 1 万吨和 2 万吨/年，巩固全球龙头地位。

高端应用突破：推动稀土合金、永磁材料等下游应用，与山东建筑大学合作研发稀土合金技术，探索中医药、新能源等新领域。

绿色转型：推广包钢灵芝的绿色冶炼技术，建设稀土循环经济示范基地，年处理废料能力达 2 万吨。

4.3.4 政策支持与区域协同

淄博是山东最重要的稀土深加工基地。2018 年 2 月发布的《山东省新旧动能转换重大工程实施规划》中，这样“定位”淄博新材料产业——淄博要建设千亿级新型无机非金属材料产业基地、重点建设稀土金属功能材料产业基地、铝钛金属材料、高性能碳纤维产业，淄博桓台东岳经济开发区重点建设先进高分子材料。

国家级产业基地建设：金山镇被命名为“山东省稀土新材料产业基地”，规划千亩稀土产业园，吸引盛和新材料等企业入驻，预留发展空间。

地方政策扶持：淄博市政府出台专项政策支持稀土企业搬迁升级，提供税收优惠和用地保障，并举办全国稀土技术高峰论坛，强化行业话语权。

产学研融合：联合国家稀土功能材料创新中心、山东建筑大学等机构，建立“校企合作+反向驱动”模式，推动技术转化与人才培育。

4.3.5 龙头企业

1. 淄博加华新材料资源有限公司

淄博加华新材料资源有限公司（简称 ZAMR）和淄博加华新材料有限公司（简称 NAMCO）均是由加拿大 NEO 集团(全称 Neo Performance Materials)与淄博世佳工贸有限公司联合投资创建的中外合资企业。ZAMR 公司成立于 1993 年，主要从事稀土分离冶炼，主要产品有氧化镧、氧化铈、氧化镨、氧化钕、碳酸镧、硝酸镧、醋酸镧、氯化镧晶体、碳酸铈、硝酸铈、醋酸铈、氢氧化铈、硝酸铈铵、氧化钇锆、超细氧化锆、氢氧化锆、碱式碳酸锆等；NAMCO 公司主要从事汽车尾气催化材料、稀土应用产品的研发及生产制造业务，主要产品有铈锆汽车尾气催化材料、柴油车尾气催化材料等，是国内外重要的稀土应用及深加工产品研发制造基地，公司目前是世界单体产量最大的汽车尾气催化材料生产企业，产品广泛应用于各种汽车柴油车，技术水平居于国际领先水平。

公司主要生产分离氟碳铈矿稀土及深加工稀土富集物和汽车尾气催化材料。公司于 2012 年通过了国家工信部组织的《稀土企业环

保核查》和《稀土行业准入》，产品主要销往美国、日本、欧盟、韩国等国际市场，深受国内外客户青睐。

公司全面推行国际质量标准，建立了完善的质量保证体系，于1996年通过了美国著名认证公司UL公司的审核认证，2018年通过了英国标准协会（BSI）的IATF16949：2016质量体系认证、ISO14001：2015环境体系认证及ISO45001：2018职业健康安全体系认证。公司具有雄厚的研发实力，是国家“高新技术企业”，也是国家科技部认定的“新材料产业化基地骨干企业”，现建有“淄博市稀土锆材料工程技术研究中心”、“淄博加华新材料资源有限公司企业技术中心”等科研创新平台，现有国家授权专利15项，其中发明专利7项、实用新型8项。公司是“全国稀土标准化技术委员会会员单位”、“山东省稀土行业协会会长单位”。近年来公司连续获得“淄博市工业优秀企业”、“淄博市工业明星企业”、淄博市“纳税百强企业”、淄博市“创新发展50强企业”、“淄博市脱硝催化剂产业链主导企业”、“临淄区工业企业二十强”“第二届市长质量奖”等荣誉称号。

2.淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司

淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司创立于1994年4月，2003年6月与中国北方稀土集团合作，成为中国北方稀土集团的相对控股子公司，2009年3月进行股份制改造，并在天津股权交易所挂牌。是国家工信部首批稀土行业准入企业，国家高新技术企业。

公司现有三个生产厂区，占地面积500余亩，年销售收入35亿

元以上，职工 1100 余人，中专以上学历人员达到 53%，专业技术人员达到 20%。

公司拥有国内目前完整的从精矿处理、萃取分离、沉淀结晶、稀土深加工等完整产业链。生产能力为：加工混合氯化稀土 25000 吨/年，分离混合氯化稀土 25000 吨/年，抛光粉 10000 吨/年。主要产品有：镧、铈、镨、钕各元素的盐类产品、氧化物产品，氧化铈、氧化铪、氧化镨、抛光粉、稀土助剂等。

公司 1997 年通过 ISO9000 质量体系认证，2009 年通过山东省清洁生产单位验收，2012 年被认定为市级“工程技术研究中心”，2014 年被认定为省级“企业技术中心”，2015 年通过 ISO14001 环境管理体系认证与 GB/T28001 职业健康安全管理体系认证。

公司多次获得当地政府“优秀工业企业”、“临淄区工业 20 强”、“淄博市百强企业”和“重合同守信用企业”、“山东省节水型企业”、“淄博市劳动关系模范企业”等荣誉。

4.3.6 创新体系与人才支撑

山东建筑大学稀土先进材料工程研究中心，与淄博稀土企业进行了深入交流和合作，推动产学研结合，以市场为导向，反向驱动，捕捉新的增长点，推动企业融合发展，推动产业链向下游延伸，培育淄博特色新质生产力。

《关于加强新时代淄博人才工作若干措施》指出围绕“四强”产业和新经济发展需求，重点引进一批顶尖创业人才及团队，市级财政

对人才所带项目给予最高 5000 万元的股权投资支持，对其领衔的团队核心成员按个人薪酬的 10%—20% 给予最高 100 万元的薪酬补贴奖励。对符合淄博市重大发展战略、解决关键“卡脖子”技术、具有重大带动作用的顶尖人才及团队，实行“一事一议”，量身定制上不封顶的特殊政策。

4.4 烟台产业分析

4.4.1 资源储量与产业基础

烟台地处山东省，依托省内丰富的矿产资源，稀土产业以轻稀土资源为主，与北方稀土集团形成战略协同。山东省稀土资源储量虽未公开具体数据，但作为北方稀土产业链的重要节点，烟台在稀土冶炼分离及深加工领域具备一定基础。近年来，烟台积极承接国家稀土产业布局，聚焦稀土永磁材料、催化材料等中高端应用领域，逐步形成区域特色产业集群。

4.4.2 产业链条与产能布局

烟台稀土产业链以中游精深加工为核心，重点布局以下环节：

稀土永磁材料：依托本地企业，发展高性能钕铁硼磁材，服务于新能源汽车、风电等领域。2023 年国内稀土永磁材料产量达 28 万吨，烟台企业如烟台正海磁材等通过技术升级，逐步扩大产能，预计 2024 年产能占比将提升。

循环经济：强化稀土资源回收利用，布局固废处理技术，响应国

家绿色发展战略。烟台部分企业参与国家重点研发计划“固废资源化”项目，推动产业链可持续化。

4.4.3 发展目标与战略定位

光电及磁性材料产业链坚持以“高端化、链条化、园区化”发展为目标，瞄准微纳半导体和功率半导体两大方向，主攻基础材料和专用设备“一基一专”核心领域，全力构建“211”产业体系。2024年，新纳链上企业10家，聚集睿创微纳、中节能万润、正海磁材等优势企业56家，开发了8微米红外探测器、OLED材料、高性能永磁材料等多项打破国外垄断和市场占有率国内首位的产品，产业产值突破270亿元，成为全市创新发展的重要动力。光电及磁性材料产业链将进一步聚焦强链、补链、延链和产业生态构建，力争通过5年的努力，链上企业数量翻一番，达到100家以上，产业链产值翻两番，突破1000亿元大关，

4.4.4 政策支持与区域协同

烟台市把光电产业连同磁性材料产业，纳入市级调度的6条重点产业链，作为建设“先进制造业强市”的重要支撑，强力推进产业生态打造、政策集成赋能、项目链式招引，先后布局了一批特色产业园，搭建起“1+6+N”产业链创新策源体系，汇聚起包括4家上市公司在内的46家骨干企业，形成了从材料、设计、制造到封测的全产业链，2023年实现产值240多亿元，5年内企业数量预计实现倍增，产值

规模有望过千亿、实现翻两番。

4.4.5 龙头企业

1.烟台正海磁性材料股份有限公司

烟台正海磁材：主营业务为高性能钕铁硼永磁材料和新能源汽车电机驱动系统的研发、生产、销售和服务。涉足稀土永磁、新能源电驱系统、再生医学、汽车内饰、电子信息等多个行业，形成了以制造业为主体的多元化发展格局。现有 5000 余名员工和十多家子公司，其中有 6 家子公司被认定为高新技术企业，2 家创业板上市公司。公司是国内高性能钕铁硼永磁材料行业的主要企业，2023 年产能达 1.5 万吨，与特斯拉、比亚迪等车企深度合作，2024 年启动“万吨级高性能磁材扩产项目”。

2.烟台东星磁性材料股份有限公司

烟台东星磁性材料股份有限公司（原烟台首钢磁性材料股份有限公司）是中国国内磁性材料行业由国家发展计划委员会批准并通过验收的“高性能烧结钕铁硼永磁材料--国家高技术产业化示范工程”的实施单位。2008 年 4 月与日本安川电机株式会社合资变更为中日合资企业。从德国、日本、美国引进了先进的生产设备，建成了磁体、机加、表面处理的生产线，采用国际上先进的生产工艺，批量生产性能高、一致性好的烧结钕铁硼产品。生产的产品主要应用于永磁风力发电机、空调压缩机电机、汽车 EPS 电机、永磁电动机、高端手机部品、CD/DVD、医疗设备等领域。

烟台东星磁性材料股份有限公司东星磁材项目，主要进行高性能低重稀土磁材生产及钕铁硼废料绿色循环再利用，广泛应用于新能源汽车电机、永磁直驱风力发电机等领域。项目拥有自主研发工艺，已成功将稀土回收率提高至 96% 以上，同时实现重稀土使用量减少 50%、利用率 100%、产品性能提高 60%。项目建成后，年新增 2 万吨产能及 2 万吨废料循环再利用，具有 350 万辆新能源汽车的配套能力，年减少碳排放量 670 万吨，将成为国内同行业最大的生产工厂；与丰田、本田、博世等诸多世界五百强企业建立了稳定的合作关系，产品出口欧、美、日、韩等三十多个国家和地区，出口比例达 50% 以上，国内市场占有率超过 15%。

4.4.6 创新体系与人才支撑

筹建山东省稀土磁功能材料及动力装置重点实验室，推动新能源汽车、节能电机、机器人等应用领域实现更多关键技术突破，鼓励实验室整合创新资源，加强自身科研能力建设，以开放的姿态集聚一批高层次创新人才，打造成为国内一流的稀土领域科研创新及应用平台。

4.5 产业环境与专利控制力对比分析

开展对标城市分析，有利于产业找准发展定位，不断提升城市品质，高标准绘就发展蓝图。稀土产业领域，赣州市和包头市作为国内重点发展城市布局了超过两千件专利申请，尤其是赣州市布局了 2658 件专利申请；从发明专利数量及发明授权占比来看，赣州和包

头虽发明专利数量多，但授权占比低，都在 44%左右；淄博市在该领域的发明授权占比最高，为 62.96%，其次是烟台市为 51.13%。梁山县专利申请仅有 80 件，且发明授权占比仅有 39.13%，可以看出，梁山县在稀土产业与其他几个城市有较大差距。

赣州市的优势在于有国家政策的大力支持，稀土前端产品和市场占有率在国内外均具有非常大的竞争优势，但在深加工领域有所欠缺，尽管产业链比较完整，产品的竞争力还是略显不足；包头市亦拥有较为完整的产业体系，实现了稀土功能材料全覆盖，且从厂房、技改、废料回收、电价、新技术应用等角度出台针对产业发展的细化扶持政策。山东省内城市与上述两市相比在产业链条、政策扶持角度仍有进步空间，在深加工领域多下功夫，利用高价值技术带动出高价值产品。

表 4-1 专利控制力对比图

对标维度	赣州	包头	淄博	烟台	梁山	
专利申请数量	2658	2224	358	531	80	
发明专利数量	1624	1714	324	487	23	
发明占比	61.10%	77.07%	90.50%	91.71%	28.75%	
发明授权数量	713	755	204	249	9	
发明授权占比	43.90%	44.05%	62.96%	51.13%	39.13%	
有效专利数量	1148	987	173	259	63	
在审专利数量	492	445	32	106	16	
专利运营数量	运营总量	296	286	67	54	34
	实施许可	34	13	0	1	0
	质押保全	87	183	16	15	4
	转移转让	175	90	54	71	0

根据表 4-2 中各城市稀土技术分支专利布局数据，梁山县在稀土废料回收领域展现出显著优势，以 43 件专利申请量领先于烟台、淄博等城市，仅次于赣州和包头。这一优势与其“无矿发展”的产业模式高度契合：通过中稀天马等龙头企业构建的“废料提取—稀土氧化

物—金属合金—磁性材料”闭环产业链，梁山以循环经济为核心竞争力，依托年处理 12000 吨废料的规模化能力，成为北方最大的钕铁硼废料综合利用基地。在稀土氧化物和金属合金领域，尽管专利数仅为 11 件和 12 件，远低于赣州、包头，但已通过高纯度萃取技术（氧化物纯度达 99.99%）形成初步产业基础，为后续延链发展提供了支撑。

然而，梁山县在高附加值技术领域的专利布局存在明显短板。作为产业升级重点方向的稀土磁性材料仅 3 件专利，与赣州、烟台差距悬殊，暴露出“有产量缺技术”的结构性矛盾。催化材料、抛光材料、储氢材料等新兴领域几乎未形成有效专利储备，反映深加工技术研发投入不足。当前产业链仍集中于前端废料回收和中游冶炼环节，后端高附加值产品开发滞后，导致产业附加值提升受限。多数企业尚未建立系统化研发机制，核心技术壁垒尚未形成，制约了从“资源循环”向“技术增值”的跃迁。

表 4-2 各技术分支专利数量对比

技术分支	赣州	包头	淄博	烟台	梁山
稀土氧化物	801	638	113	50	11
稀土金属/合金	716	961	54	130	12
稀土废料回收	745	198	20	6	43
稀土磁性材料	661	459	41	208	3
稀土催化材料	71	107	192	194	3
稀土抛光材料	151	64	23	52	0
稀土发光材料	7	60	10	8	0

稀土储氢材料	57	123	7	10	0
--------	----	-----	---	----	---

从各对标城市专利数量排名第一的创新主体来看，江西理工大学在稀土产业领域布局的专利申请数量最多，其次是包头稀土研究院，万华化学、山东理工大学和中稀天马的数量之和不敌包头稀土研究院，虽有地理、资源等环境的影响，但山东省内创新主体仍需加强专利保护意识和技术创新程度，争取早日在“万能之土”重要领域形成保护网，抢占创新制高点。

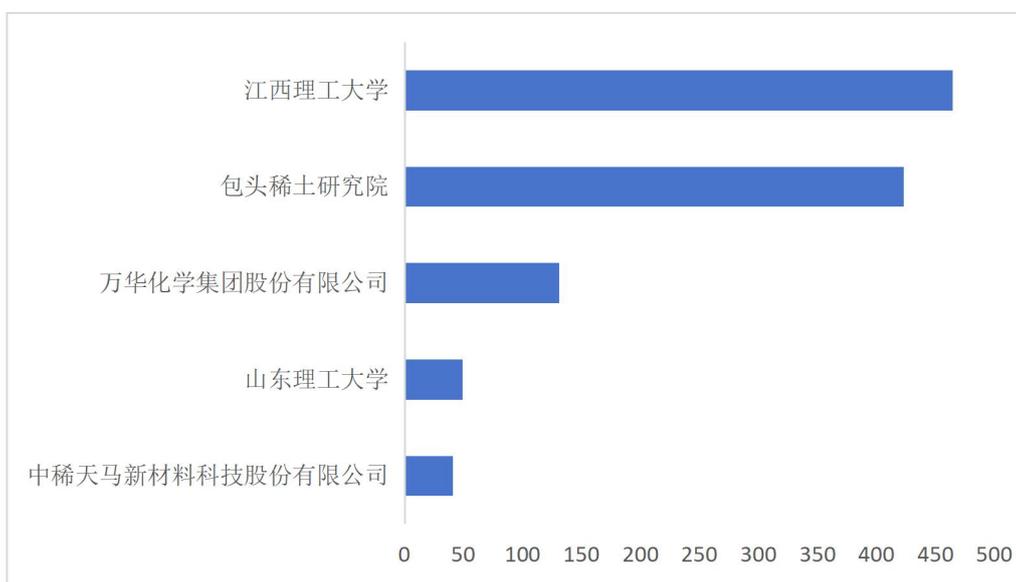


图 4-1 各对标城市专利数量排名第一的创新主体

下表为对标城市专利数量排名前十的创新主体，赣州市专利数量排名前三的是江西理工大学、中国科学院赣江创新研究所、信丰县包钢新利稀土有限责任公司；包头市专利数量前三的是包头稀土研究院、内蒙古科技大学和包头钢铁(集团)有限责任公司；山东理工大学、中国石油化工股份有限公司、淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司三位专利主体在淄博市体现出明显优势；万华化学集团股份有限公司、烟台正海磁性材料股份有限公司、烟台首钢磁性材料股份有限公司等烟台企业在该领域也布局了相应专利申请；五个城市中，高校院所类

型创新主体在赣州市、包头市、淄博市展现出明显的研发优势，创新成果较为丰富，烟台市和梁山县的创新主体则主要是企业类型。

表 4-2 对标城市专利数量排名前十创新主体

区域专利数量排名前十创新主体					
赣州		包头		淄博	
申请（专利权）人	专利数量	申请（专利权）人	专利数量	申请（专利权）人	专利数量
江西理工大学	464	包头稀土研究院	423	山东理工大学	49
中国科学院赣江创新研究院	171	内蒙古科技大学	292	中国石油化工股份有限公司	40
信丰县包钢新利稀土有限责任公司	99	包头钢铁(集团)有限责任公司	186	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	21
赣州市恒源科技股份有限公司	98	瑞科稀土冶金及功能材料国家工程研究中心有限公司	153	淄博加华新材料资源有限公司	18
江西荧光磁业有限公司	85	内蒙古包钢钢联股份有限公司	102	山东亮剑环保新材料有限公司	17
赣州齐畅新材料有限公司	73	包头市英思特稀磁新材料股份有限公司	82	安泰爱科科技有限公司	12
江西离子型稀土工程技术研究有限公司	62	包头市京瑞新材料有限公司	65	安泰科技股份有限公司	12
中国科学院江西稀土研究院	56	中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司	53	爱科科技有限公司	11
江西粤磁稀土新材料科技有限公司	54	包头华美稀土高科有限公司	42	中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司	7
龙南县中利再生资源开发有限公司	53	包头市玺骏稀土有限责任公司	36	山东天璨环保科技有限公司	6
烟台		梁山县		*赣州、包头、淄博市专利申请数量排名第一的均为高校和科研院所类申请人	
申请（专利权）人	专利数量	申请（专利权）人	专利数量		
万华化学集团股份有限公司	131	中稀天马新材料科技股份有限公司	45		
烟台正海磁性材料股份有限公司	98	山东南稀金石新材料有限公司	34		
烟台首钢磁性材料股份有限公司	62	山东蒙稀新材料有限责任公司	3		
山东南山铝业股份有限公司	31	山东烁成新材料科技有限公司	2		
烟台大学	23	山东华创稀土新材料有	2		

		限公司		
鲁东大学	14			
南通正海磁材有限公司	13			
烟台南山学院	13			
万华化学(宁波)有限公司	12			
烟台东星磁性材料股份有限公司	12			

2023年包头市全市稀土产业实现规上工业产值为829亿元，2024年包头市稀土产业目标产值为1000亿元，重点围绕“两个稀土基地”（全国最大稀土新材料基地、全球领先稀土应用基地）建设，推动原料生产、新材料开发及终端应用全链条发展。截至2024年，全市已建成13个国家级稀土创新平台，包括鹿城实验室、包头稀土研究院等，形成“一院一校一国重一实验室两中心”的协同创新格局，全年实施技术攻关项目64项，承担自治区“突围工程”稀土领域全部14个项目。从产业链条完整性来讲，包头市构建了从原矿开采到终端应用较为完善的产业链条，并将产业专利数量写入产业“十四五”规划中，作为重点工。赣州市离子型重稀土储量占全国80%以上，重点发展永磁电机、新能源汽车等高端应用，赣州市稀土产业规上营收约占全国三分之一，离子型稀土冶炼分离、稀土二次资源回收利用产能分别占全国的50%和60%，居全国第一，稀土金属冶炼、磁性材料产能分别占全国的30%和20%，居全国前列。形成了稀土氧化物—稀土金属—稀土磁性材料—稀土永磁电机—高端装备制造的完整产业链，汇集了国家稀土功能材料创新中心、国家钨与稀土产品质量监督检验中心等10个国家级、16个省级科创平台，构筑起稀土领

域的科研高地。通过产学研用合作，落户赣州的稀土精深加工企业，不断向产业高端化迈进。后续将继续瞄准产业高端、产品终端、科技前端，强化科技创新赋能，加快延链补链强链，加快建设永磁变速器、永磁电机和硬质合金、电子级高纯金属材料生产基地。目前淄博已形成淄博包钢灵芝稀土、淄博加华新材料、山东盛和新材料为骨干企业，以稀土冶炼分离为基础，以抛光、催化两个稀土新材料方向为主导的产业集群，拥有全省 90%以上的稀土分离能力。但下游钕铁硼等稀土永磁高附加值产品开发利用不足，淄博已在规划布局高端稀土磁性材料，进一步提高稀土产品附加值。烟台市正在加快推进多个稀土项目。例如，福山区的东星磁材项目是省重大和省高质量发展项目，总投资 30 亿元，主要从事高性能低重稀土磁材生产及钕铁硼废料绿色循环再利用，产品广泛应用于新能源汽车电机、永磁直驱风力发电机等领域。此外，正海磁材的低重稀土永磁体生产基地项目也在积极建设中，项目总投资 5 亿元，建成后 will 跻身国内行业规模第一。

对比而言，梁山县稀土产业当前在企业集群规模与内生创新能力两大维度仍存在明显短板。相较于国内稀土重镇赣州（全产业链布局超 150 家规上企业）、包头（依托白云鄂博矿形成千亿级产业集群），梁山仅有中稀天马等几家相关企业，且县内缺乏高校院所和省级以上稀土研发平台，核心技术多依赖外部合作引进。即便在山东省内横向对比，淄博市凭借山东理工大学等产学研资源，已在稀土抛光材料、催化材料等细分领域形成技术壁垒（占全国抛光粉市场 35%以上），而梁山虽在稀土永磁材料环节产量暂时领先淄博，但随着淄博规划建

设年产 5000 吨高端磁性材料项目，这一优势或将面临挑战。

从产业链附加值看，梁山虽通过“回收—萃取—加工”闭合循环链实现资源集约利用，但当前产能仍集中在中游加工环节（如稀土氧化物、金属合金等中游产品），其产品毛利率普遍低于 15%。反观烟台，正海磁材等企业已切入高性能低重稀土磁材（镝、铽用量减少 30%-50%）、新能源汽车驱动电机等高端领域，相关产品毛利率超 30%，并深度融入全球新能源汽车供应链（特斯拉、比亚迪核心供应商）。此外，烟台依托港口区位优势，可快速对接长三角、日韩市场，而梁山作为内陆县域，在物流成本、市场响应效率上存在天然制约。

总体而言，梁山县稀土产业需突破稀土材料及材料应用等后端产业：一方面需加快引入科研平台、培育本土技术团队以提升附加值；另一方面应推动企业向磁材组件、电机总成等下游延伸，避免在低利润环节与头部城市同质化竞争。

从产业专利数量来看，赣州市专利申请 2658 件，包头市专利申请 2224 件，梁山县专利申请 80 件；从发明数量来看，赣州市 1624 件，包头市 1714 件，济宁市 23 件。综上，与国内稀土储量丰富的优势城市对比而言，目前梁山县稀土产业集群规模小，参与创新主体数量少，创新动力不足，科技成果产出慢，亟需以科技创新引领产业转型升级。

第五章 梁山县稀土产业现状

5.1 梁山县稀土产业现状

梁山本无稀土矿产资源，稀土产业是梁山县在稀土废料回收提取企业一中稀天马的基础上，通过不断招大引强、延伸产业链条，“无中生有”发展起来的新兴产业。2010年8月，天马永磁（中稀天马前身）落户梁山，并于2017年在新三板成功挂牌，成为梁山县首家新三板挂牌企业（后于2020年8月“摘牌”）。2019年，梁山县与中国煤炭地质总局达成合作协议，引入其下属企业江苏金石，在梁山投资建设稀土氧化物及合金材料生产项目，并注册山东南稀金石新材料有限公司。2020年，梁山县通过以商招商，与南稀金石下游合作企业宁波中杭磁材达成合作意向，确定在梁山投资建设高性能磁材加工项目，并注册山东烁成新材料科技有限公司。同年，梁山县与内蒙古蒙稀新材料有限公司达成合作意向，在梁山投资建设山东蒙稀新材料有限责任公司，现该项目已开工建设。目前县内稀土新材料已经初步形成了闭合的产业链条，即“稀土废料回收-氧化物-金属合金-磁性材料”。中稀天马下游厂家南稀金石将稀土氧化物做成金属合金，金属合金由山东烁成新材料制成钕铁硼高端磁材料，在新能源汽车电池等各个领域中的应用；烁成新材料在生产磁材中产生的废料又可以提供给中稀天马再回收利用。

5.2 主要企业

5.2.1 中稀天马

中稀天马新材料科技股份有限公司成立于 2010 年，是国内规模最大的稀土二次资源回收综合利用企业，专注于钕铁硼废料及“城市矿产”（如废旧汽车、家电、电子设备拆解的磁材）的绿色循环利用。公司年处理废料能力达 3.6 万吨，可生产氧化镨钕、氧化镝等高纯度稀土氧化物（纯度达 99.99%），年产能 1.2 万吨，连续多年市场占有率全国第一。其核心技术包括自主研发的“联动萃取技术”和“稀土熔盐电解渣回收方法”，废料回收率高达 97%-98%，远超行业平均的 92%-95%。此外，公司通过优化酸溶、萃取工艺，将稀土氧化物纯度提升至 4N 级（99.99%），满足高端磁材和新能源领域需求。

中稀天马以“资源有限，循环无限”为理念，首创稀土回收行业废水“零排放”和余热回收技术，每年节约水资源 20 万吨以上，减少二氧化碳排放量 60%（相比原矿生产）。公司依托山东梁山稀土新材料循环经济产业园，形成“稀土氧化物萃取—金属合金加工—磁材加工”闭合产业链，吸引南稀金石、烁成新材料等企业入驻，构建了从废料回收终端应用的完整生态。梁山县稀土产业 2023 年营收达 60 亿元，计划 2025 年产业链规模突破 300 亿元。中稀天马还通过地图慧平台实现供应商网格化管理，覆盖全国 34 个省级区域，保障原料稳定供应。

公司拥有 80 余人的研发团队，与天津大学、中科院长春应化所、

包头稀土研究院等机构合作。2024 年获批“稀土化合物的沉淀系统及沉淀方法”专利，进一步优化稀土元素分离效率。未来，中稀天马计划扩大产能至 5 万吨/年，并拓展稀土抛光材料、靶材等高附加值产品。作为山东省“专精特新”企业和瞪羚标杆企业，公司目标巩固行业龙头地位，推动稀土回收市场规模化发展，助力国家稀土资源战略安全。

5.2.2 南稀金石

山东南稀金石新材料有限公司，成立于 2019 年 9 月 17 日，注册资本 1 亿元，隶属中国煤炭地质总局江苏中煤长江地质集团，三级中央企业。由中煤长江地质集团、中国南方稀土集团有限公司、江苏金石稀土有限公司共同出资组建而成，地处山东梁山，占地 84 亩。

江苏煤炭地质局始建于 1952 年，现为中国煤炭地质总局管理的中央地质勘查单位。2009 年按照国务院国资委要求，组建省级企业中煤长江地质集团。全局拥有 7 个行业 100 余项资质。上世纪 60 年代末，响应党和国家“扭转北煤南运、开发江南煤田”号召，迁至江苏南京。

中国南方稀土集团有限公司成立于 2015 年，是国务院批准组建成立的六大稀土集团之一，是赣州稀土集团有限公司的核心企业，是国内南方离子型稀土资源的重要骨干企业，位于赣州市“中国稀金谷”核心区，是我国最大的中重稀土生产和经营企业，中重稀土储量产能产量均位居国内第一，在稀土生产和稀土贸易领域具有雄厚的实力。

江苏金石稀土有限公司创建于 1996 年，是一家集稀土金属冶炼、永磁材料制造、工程机械加工及商品贸易为一体的工业产品制造企业。公司通过 ISO9001 质量管理体系、ISO14001 环境管理体系及 OHSAS18001 职业健康管理体系认证；通过国家稀土企业环境保护核查和稀土行业准入。现为中国稀土行业协会常务理事单位、中国五矿化工进出口商会理事单位、江苏省稀土行业协会副会长单位、江苏省新材料行业协会副会长单位。

5.2.3 炼成新材料

山东炼成新材料科技有限公司成立于 2020 年 5 月 20 日，公司专注于高性能稀土材料和磁性材料的研发、生产与销售，产品广泛应用于新能源汽车、电子信息、医疗设备、风力发电等领域。

公司核心业务包括钕铁硼永磁材料、铁氧体软磁材料、稀土氧化物及金属的研发与生产，服务于电机、传感器、医疗设备等高科技领域。公司近年来快速扩张产能，2021 年启动的年产 5000 吨稀土磁材项目已投产，而 2024 年 3 月开工的年产 2 万吨钕铁硼磁性材料项目（总投资 12 亿元），新上生产线 3 条，真空速凝甩片机、气流磨生产线等国际一流生产设备 1000 余台（套）。项目采用国际先进的全智能烧结技术，产品质量国内领先，广泛应用于新能源汽车、航空航天、电子信息、核磁共振成像等领域，成功进入中国中车、比亚迪、小米、联想等国内领军企业供货名录，并与西门子、尼得科、松下等头部企业建立了稳定合作关系。项目投产后，可年产高性能钕铁硼磁

性材料 2 万吨、产能全国第一，实现年销售收入 20 亿元、利税 2.6 亿元，带动就业 900 余人。

5.2.4 蒙稀新材料

山东蒙稀新材料有限责任公司成立于 2020 年，注册资本 5500 万，以半导体、光学等领域的抛光粉/液以及纳米稀土、无水稀土为主打产品。公司总占地面积 30 亩，拥有 5 个生产车间及 5 条稀土新材料生产线，拥有完整、科学的质量管理体系，是一家专注于稀土研发、生产及销售的稀土新材料生产企业。公司的创始团队获得了第八届中国创新创业大赛国际第三代半导体专业赛决赛优胜奖、湖南省创新创业大赛团队组决赛三等奖、2022 年济宁市第六届创业创新大赛制造业组优胜奖。拥有 3 项国家发明专利，4 项实用新型专利。公司的产品有高纯纳米稀土氧化物、稀土抛光粉、精密抛光液、稀土化合物、无水稀土等稀土新材料。公司将为半导体 CMP、半导体陶瓷、航空航天动力系统、军工制导、电动汽车、新能源、石油裂变、研磨/精密抛光，医药化工、电子材料等领域提供优质的产品和服务，助力中国制造。

5.2.5 华创新材料

山东华创稀土新材料有限公司成立于 2021 年 11 月 24 日，是一家专注于稀土新材料研发、生产与销售的高新技术企业。山东华创稀土新材料有限公司是一家制备高纯稀土金属的科技创新型企

东赣州天成稀土新材料有限公司是集稀土回收、稀土金属、稀土靶材、再生高性能永磁材料的研发、生产为一体的综合性稀土材料制造商。企业依托赣州稀土资源专注于建立稀土产业链内循环模式，依靠中国科学院江西稀土研究院、江西理工大学等科技研发资源及技术队伍优势，积极围绕企业内循环产业链补齐创新链。

华创稀土公司在稀土产业链中扮演重要角色，参与了多个重大项目。例如，其年产 2200 吨高纯稀土金属靶材项目于 2022 年启动，技术研发方面，公司于 2024 年 12 月申请了“用于氟化镨钕的纯度检测方法及其装置”专利（公开号 CN119643818A），通过优化检测流程减少样品消耗并提高结果可信度，显示其在稀土材料分析技术上的创新能力。

5.2.6 专利对比分析

表 5-1 专利对比分析

技术分支	中稀天马	南稀金石	烁成新材料	蒙稀新材料	华创稀土
稀土氧化物	7	4	0	3	0
稀土金属/合金	2	13	2	0	2
稀土废料回收	45	1	0	0	0
稀土永磁材料	0	3	0	0	0
稀土催化材料	0	0	0	0	0
稀土抛光材料	0	0	0	0	0
稀土发光材料	0	0	0	0	0
稀土储氢材料	0	0	0	0	0

梁山稀土企业的专利布局和产业定位呈现出显著的差异化特征。中稀天马作为区域循环经济核心企业，在稀土废料回收领域以**45**项专利形成绝对技术壁垒，其专利覆盖从废旧磁材破碎到高纯度氧化物提取的全流程工艺，目前已实现年回收利用**36000**吨稀土二次资源，产品市场占有率在稀土二次资源回收综合利用行业内连续多年排名第一，其规模优势与智能化生产系统共同支撑了“废料→氧化物”的闭环产业链。为提高处理能力，实现要素减量化、资源再利用，推动绿色低碳高质量发展。中稀天马不断加大技术研发投入，全面优化系统环节，再造生产流程，是绿色稀土资源行业首家提出并实现生产过程中废水循环利用“零”排放、物料预烧过程中余热循环再利用的企业，每年可节约水资源**20**万吨以上，节约标准煤**1**万吨以上，实现产品整个生命周期的低碳排放。自主研发建设集生产调度、自动化运行与监测、故障报警与预警、数据通讯与分析、能源管理为一体信息化管理平台（**DCS**），实现了生产全过程的智能控制。成为引领绿色化转型升级的行业标杆。参与制定国家、行业及团体标准**15**项。进行省、市级技术研发及创新项目**40**余项，与中国科学院长春应化所、包头稀土研究院、山东大学、天津大学、济南大学、聊城大学等科研院校建立了长期的产学研合作关系。技术开发能力和生产工艺水平在同行业始终处于领先地位。

南稀金石则在中稀天马的技术基础上向下延伸，以**13**项稀土金属/合金专利深耕电解提纯与合金配方优化，其镨钕合金产品合格率高达**98%**，通过“氧化物→金属→废料返链”的协同模式与上游形

成高效循环。此外，南稀金石虽在稀土永磁材料领域布局了 3 件专利，如稀土永磁材料存放转运装置（CN202320123005.8），稀土永磁毛坯料拆袋装置（CN202320412530.1），稀土永磁材料用塑料袋残油收集装置（CN202320286281.6），本质上属于生产流程优化专利，缺失永磁材料晶界扩散技术、高矫顽力设计等核心工艺专利。

炼成新材料 2024 年高性能钕铁硼磁性材料项目，新上生产线 3 条，真空速凝甩片机、气流磨生产线等国际一流生产设备 1000 余台（套），采用国际先进的全智能烧结技术，产品质量国内领先，投产后可年产高性能钕铁硼磁性材料 2 万吨，产能全国第一，但其年产 2 万吨的庞大产能背后无任何核心专利支撑，本质上是通过进口设备快速复制成熟工艺，而非自主技术迭代。

蒙稀新材料与华创稀土在技术布局上相对边缘化，前者仅有的 3 项稀土氧化物专利，后者在稀土金属/合金有 2 项专利。蒙稀新材料虽已推出稀土抛光粉产品，但抛光材料领域专利为零，其技术来源依赖外部授权；华创稀土的“氟化镨钕纯度检测方法”专利（CN119643818A）属于金属靶材质量控制的辅助技术，对靶材制备工艺本身缺乏实质性创新。

值得注意的是，五家企业均未在稀土催化、抛光、发光、储氢等高附加值领域布局专利，反映出梁山稀土产业仍聚焦资源循环与基础材料生产，尚未形成向新能源、环保等战略新兴产业延伸的技术储备。尽管梁山县已提出向下游稀土材料方向拓展，但当前专利几乎空白。建议政府通过招商引资招引稀土材料及稀土材料应用相关企业，推动

产业从“规模扩张”向“技术溢价”转型，在稀土全球价值链中争取更高话语权。

表 5-2 龙头企业/关注高校对比分析

对标维度		江西理工大学	内蒙古科技大学	北京中科三环高技术股份有限公司	烟台正海磁性材料股份有限公司	中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司	中稀天马新材料科技股份有限公司
稀土技术领域专利布局	专利数量	495	300	260	114	78	46
	发明专利	477	286	234	98	63	17
	发明授权	252	149	143	46	9	7
	授权占比	52.83%	52.10%	61.11%	46.94%	14.29%	52.94%
	有效专利	229	91	134	52	21	36
	在审专利	131	58	37	45	44	8
专利运营数量	运营总量	46	11	5	2	1	12
	实施许可	10	5	0	0	0	0
	质押保全	1	1	0	0	0	9
	转移转让	35	5	5	2	1	3

在稀土领域的专利布局中，北京中科三环展现出显著的技术优势，其专利申请数量位居行业前列，且发明专利授权占比高达 61.11%，凸显了企业在核心技术创新与专利质量把控上的双重竞争力。相比之下，山东省内企业如正海磁业、中稀天马的专利储备仍存在较大提升空间，需通过系统性专利挖掘强化对核心技术与产品的保护。以中稀天马为例，其在稀土回收领域已应用“熔盐电解渣回收技术”，有效提高资源利用率并降低生产成本。国际层面，韩国科学技术研究院（KIST）研发的纳米结构复合纤维材料为稀土回收提供了新方向，其高效吸附与选择性分离特性具有广阔应用潜力。中稀天马可联合 KIST 开展针对性研发，或参考 KIST 相关技术开发适配中国稀土资源特性的复合纤维材料（如针对轻、重稀土的差异化吸附方案），并推动该技术在工业级回收装备中的集成应用。

从技术迭代趋势看，稀土永磁材料正经历从第三代钕铁硼（Nd-Fe-B）向第四代钐铁氮（Sm-Fe-N）的跨越。钕铁硼凭借高磁性能广泛应用于电机、风电及电子设备，但其高温稳定性不足、资源消耗大等短板制约了进一步发展。钐铁氮材料则凭借优异的耐高温特性与磁性能，成为高温电机、航空航天等场景的理想替代方案。当前烁成新材料已投产 2 万吨钕铁硼磁材，建议在保持现有产能的同时，加大对钐铁氮材料的技术攻关，构建差异化技术壁垒，抢占下一代永磁材料的市场先机。

5.2.7 专利布局规划

专利布局是一种有规划、有策略的专利挖掘及部署行为。通过开展专利布局工作可以克服企业专利申请的盲目性、零散性、被动性，由被动地“为专利而专利申请”转变成“为企业的战略需求有目标、有规划的开展专利申请”，以此来提升企业专利申请资源的利用效率，以及其专利群的整体价值，为企业实际生产经营活动提供切实有效的专利支撑。

针对各企业现有专利布局及技术特点，提出以下发展规划建议：

中稀天马应充分发挥在稀土废料回收领域的既有优势，深化研发工作。在现有技术根基上，着重布局稀土废料高效分选方向的专利，降低资源损耗；同步关注回收过程的环保处理技术，申请相关专利，契合当下环保大势，筑起技术与环保双重壁垒。以 CN202411299902.X-一种稀土熔盐电解渣中回收稀土元素的方法为

核心，围绕其配套设备，工艺参数优化层面，布局改进型专利，全方位巩固技术优势。此外，紧跟行业智能化浪潮，拓展稀土回收智能化装备的专利布局，以及 AI 分选系统，借助人工智能算法提升分选的智能化与精准度，从各个环节强化自身在产业链中的主导地位。

南稀金石在稀土金属/合金领域已积累一定技术基础，后续专利布局应精准聚焦高纯度稀土金属制备技术，全力攻克提纯工艺难点。在稀土永磁材料方面，可与高校专业团队强强联合，提前布局核心工艺专利，改变仅持有外围专利的局面，提升在永磁材料领域的技术话语权。

烁成新材料在金属/合金领域有一定专利沉淀，但在核心业务钕铁硼永磁材料方面尚属空白。建议围绕钕铁硼磁性材料开展专利申请。此外积极探索第四代钕铁氮磁材领域，在材料合成、性能优化等前期研究阶段就做好专利布局，抢占未来技术高地，为企业长远发展奠定坚实基础。

蒙稀新材料目前在稀土氧化物领域布局了 3 项专利，但在抛光材料方面尚属空白。当务之急是全力突破抛光粉/液相关专利。通过在抛光材料领域的专利布局，完善企业在稀土应用产业链上的技术拼图，增强市场竞争力。

华创稀土主要生产高纯稀土金属靶材等产品，其申请的 CN119643818A-氟化镨钕纯度检测方法专利，是金属靶材质量控制的辅助技术，对靶材制备工艺本身缺乏实质性创新。后续应将重点放在靶材制备工艺相关专利突破上，例如研发新型靶材成型工艺，提升

靶材纯度，提升企业在靶材制备领域的核心竞争力。

另外，稀土产业目前的专利申请特点是往下游材料应用领域布局，提前占据应用市场。以稀土永磁材料为例，企业竞争焦点已从基础材料制备转向下游终端市场的技术卡位，以行业龙头中科三环为典型，其前瞻性布局 15 件永磁电机相关专利，深度绑定新能源汽车驱动电机、工业伺服电机、风力发电直驱电机等核心应用场景，实现从磁材生产到电机技术的纵向延伸，也成功将材料技术优势转化为下游产品的市场话语权。

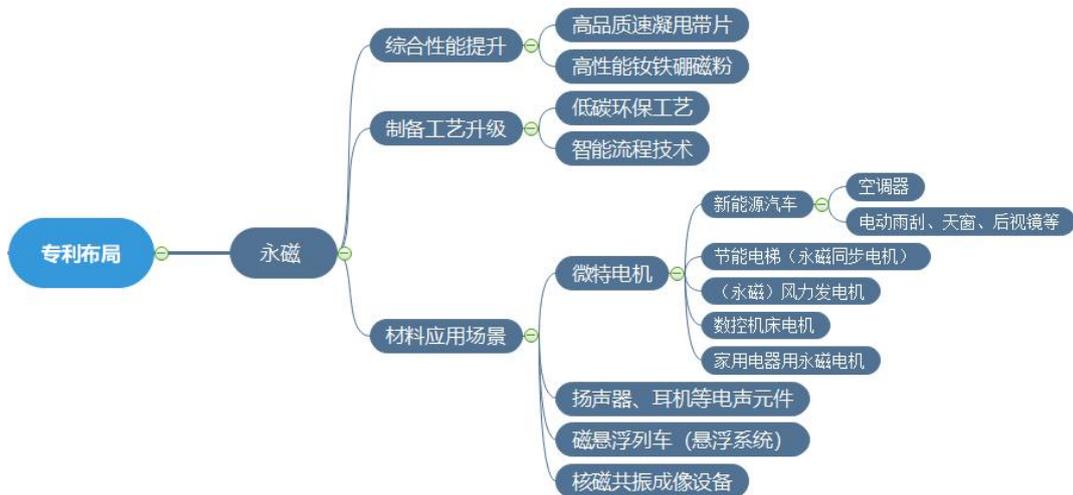


图 5-1 专利布局规划展望图示

5.3 本土产业重要环节分析

在我国稀土产业发展过程中，由传统工业化道路向新型工业化道路转化的趋势已经非常明显，绿色制造已成为稀土产业提质增效的重要手段。近年来，一些稀土资源聚集的城市和稀土企业，正强力推动着绿色制造的发展，为稀土行业吹来了“绿色”之风。稀土产业只有积极转型升级，推行绿色制造，稀土产品才能够适应绿色消费的需要，

进入广阔的消费市场。根据前期调研情况，选取稀土废料回收利用、下游稀土应用端等梁山县较为关注的技术点，为产学研合作寻找新的契机。

5.3.1 稀土废料回收利用新工艺

中国近年来通过《稀土开采和冶炼分离总量调控管理办法》将进口矿、独居石副产矿等纳入总量管理，2024 年国内配额、进口矿及废料供给占比分别为 50%、22%、20%，非合规进口渠道显著收紧。工信部明确提出“将稀土卖出‘稀’的价格”，2024 年轻稀土开采配额增速仅 3%，中重稀土配额零增长，原生矿供给增量持续受限。缅甸因政局动荡及环保压力，2024 年对华稀土出口量同比缩减 40%，国际供应链风险加剧倒逼国内构建“开采-应用-回收”闭环产业链，再生稀土对供需缺口的填补比例从 2021 年的 31% 提升至 2024 年的 38%，预计 2025 年通过废料回收可满足国内稀土氧化物需求缺口的 45%。

海外稀土矿山扩产面临多重瓶颈，美国 Mountain Pass 矿产能稳定在 4 万吨/年且已满负荷运行，Lynas 马来西亚工厂因环保争议产能利用率长期低于 80%，Iluka 独居石项目二期投产进度滞后，2024 年仅贡献 0.5 万吨增量。格陵兰岛稀土开发因原住民抵制陷入停滞，国际资源争夺加剧推动全球循环经济转型。中国凭借完善的废料回收体系和技术迭代，2024 年再生稀土产量达 6.5 万吨，占全球总供给的 55%，成为最大再生稀土生产国，欧盟、日本等通过立法和技术

壁垒加速布局，如欧盟投入 1.4 亿欧元推进 SUSMAGPRO 项目，试图构建回收技术专利护城河。

技术创新成为行业突破关键，湿法工艺中离子交换技术实现镨钕分离纯度 99.99%，回收率超 96%；火法高温熔炼技术处理复杂废料效率提升 35%，但能耗仍高于国际标准 20%。生物冶金技术在中试阶段取得突破，利用微生物浸出低品位废料稀土元素，综合回收率达 70%；超临界流体萃取技术减少化学试剂用量 50%，已在华宏科技试点应用。智能化转型加速推进，2024 年 AI 分选系统普及率提升至 25%，物联网监控平台覆盖 30% 产线，预计 2026 年自动化分拣占比将达 40%，人工成本降低 30%。

钕铁硼磁材需求爆发式增长驱动废料回收扩容，2024 年全球钕铁硼磁材产量达 45 万吨（中国占比 85%），带动钕铁硼废料供应量增至 12 万吨，可提取稀土氧化物 3.6 万吨。新能源汽车产业持续扩张，2024 年产销突破 950 万辆，单台永磁电机含镨钕氧化物 1.2-1.5 公斤，预计 2025 年拆解料回收量突破 2 万吨。荧光粉、镍氢电池等复杂废料处理技术取得突破，中稀天马研发的梯度溶剂萃取法实现荧光粉中铕、钇回收率超 90%，厦门钨业建成年处理 300 吨氢燃料电池催化剂回收线，铂、铑回收纯度达 99.95%。

行业集中度加速提升，2024 年 CR5 企业市占率达 58%，华宏科技通过并购形成“废料回收-氧化物精炼-磁材再制造”全链条布局，产能扩至 2.8 万吨/年；赣州志宏依托稀土高新区政策红利，建成亚洲最大拆解料处理基地，年处理电子废弃物 10 万吨。中小企业因环

保成本激增（《固废法》修订后合规成本上涨 25%）加速退出，2024 年淘汰落后产能 1.2 万吨，前十大企业产能占比提升至 80%。资本市场持续加码，2024 年行业融资规模超 120 亿元，其中 40% 投向低品位废料处理技术研发。

国际竞争呈现技术封锁与市场争夺双重态势，日本住友金属开发电子垃圾微波裂解技术，稀土提取效率较传统工艺提高 40%；欧盟通过《关键原材料法案》限制回收技术出口。中国企业加速全球化布局，华宏科技在越南投建 5 万吨/年电子废弃物处理中心，抢占东南亚 80% 拆解料市场；中稀天马与刚果（金）合作开发钴基磁材废料回收项目，2025 年可新增镉、铽供应量 200 吨/年。技术标准制定权争夺白热化，中国主导的《稀土再生材料分类与检测标准》获 ISO 立项，打破欧美技术话语垄断。

多元化废料来源拓展行业增长空间，2024 年稀土抛光粉废料回收量达 0.8 万吨（同比+28%），稀土催化废料（汽车尾气催化剂）回收量突破 0.5 万吨。稀土冶炼渣综合处理技术取得突破，包钢集团开发的熔盐电解渣稀土回收率提升至 88%，年处理能力达 50 万吨；北方稀土建成全球首条稀土熔盐渣无害化处理产线，放射性废物处理成本降低 40%。新兴领域废料回收启动商业化，如激光晶体废料中钇、铟元素的回收纯度达 99.9%，已应用于 5G 光模块制造。

未来挑战与战略方向并存，优质废料进口依赖度仍达 35%，2024 年镨钕废料价格波动幅度达 ±40%，中小企业技术升级资金缺口超 50 亿元。技术层面需突破放射性废渣无害化处理瓶颈（当前处理成

本高达 8000 元/吨)。长期来看, 2030 年全球稀土回收市场规模将达 1334 亿美元, 中国凭借全产业链优势有望占据 55% 份额, 通过“技术专利池”建设和国际标准输出, 推动从“资源大国”向“循环技术强国”转型。

1. 稀土熔盐电解渣回收技术

中稀天马新材料科技股份有限公司研发的“一种稀土熔盐电解渣中回收稀土元素的方法”, 为稀土熔盐电解渣的回收利用开创了全新模式。在该技术的初始阶段, 向电解渣中添加铝颗粒和氯化铝颗粒的过程极为关键。研发团队通过大量实验, 精确确定了二者的最佳配比。在针对包头稀土矿电解渣时, 经过 200 余次不同比例的尝试, 最终确定铝颗粒与氯化铝颗粒以 3:2 的比例混合, 能够最大程度激发铝元素的活泼性, 为后续反应奠定良好基础。

高温密闭煅烧环节在 1200°C 和 0.8MPa 的条件下进行, 该环境能够加速化学反应速率, 促使稀土元素转化为更易提取的化合物形式。煅烧产物经过精细破碎处理后, 与浓度为 6mol/L 的盐酸溶液按固液比 1:5 混合反应。这一步骤能够使约 98% 的稀土元素溶解进入溶液相, 实现与大部分杂质的初步分离。为进一步提升稀土回收率, 技术团队对一次酸浸渣进行二次混合反应过滤, 通过优化反应条件与试剂选择, 可将稀土元素的总回收率提高至 99.2%。

此外, 该技术在环保方面成效显著。通过独特的化学反应机制, 能够将电解渣中的氟元素固定在固相, 相较于传统方法, 可减少约 85% 的含氟污染物排放, 大幅降低了对土壤和水体的污染风险。同时,

优化后的工艺流程缩短了生产周期，降低了约 30%的生产成本，提高了资源利用效率。

2. 硫酸化焙烧与表面活性剂协同技术

硫酸化焙烧与表面活性剂协同强化钕铁硼废料中稀土元素浸出的方法，为钕铁硼废料这一重要稀土资源的回收利用开辟了新途径。在操作过程中，首先将钕铁硼废料与浓硫酸按照严格计算的比例 1:3 充分混合后进行焙烧。浓硫酸在焙烧过程中与废料中的稀土元素发生复杂的化学反应，将稀土元素转化为可溶性盐类，为后续的浸出步骤创造有利条件。

焙烧后的产物采用包含十二烷基硫酸钠和聚乙二醇辛基苯基醚两种表面活性剂的浸出剂进行浸出。这些表面活性剂经过大量实验筛选，具有独特的协同作用。十二烷基硫酸钠能够降低固液界面的表面张力，使浸出剂更易渗透到焙烧产物内部；聚乙二醇辛基苯基醚则能与稀土离子形成稳定的络合物，促进稀土元素的溶解。通过二者协同作用，稀土浸出率较传统方法提高了 30%以上，达到 85%左右。

同时，该技术显著降低了酸耗，相较于传统浸出方法，硫酸使用量减少了 40%。这不仅减少了强酸对设备的腐蚀，延长了设备使用寿命，降低了设备维护成本，还降低了原材料采购成本。此外，通过优化工艺流程，该技术有效提高了稀土元素回收的纯度，杂质含量降低了约 70%，使回收得到的稀土产品能够更好地满足高端应用领域的严格要求，进一步提升了稀土回收的经济效益。

3. 纳米结构复合纤维材料吸附技术

韩国科学技术研究院（KIST）开发的纳米结构复合纤维材料，在稀土回收领域展现出巨大潜力。这种复合纤维材料由金属有机结构和聚合物纤维组成，具有独特的微观结构。金属有机结构中含有大量对稀土金属具有特异性吸附能力的活性位点，每个活性位点都经过精心设计，能够与稀土金属离子发生强烈的相互作用。聚合物纤维则为材料提供了良好的机械性能和稳定性，确保在复杂的回收环境中材料结构不被破坏。

在对稀土金属的吸附实验中，该材料表现出惊人的吸附容量。对钕的吸附容量高达 468.60mg/g，对镝的吸附容量为 435.13mg/g。这意味着每克该材料能够吸附相当于自身重量近半的稀土金属。以一个年处理 5000 吨稀土废料的回收厂为例，使用该材料可额外回收 1200 吨稀土金属，经济效益显著。

尤其值得关注的是，该材料有望用于回收第三代钕铁硼永磁体中的稀土元素。第三代钕铁硼永磁体在现代电子设备、新能源汽车等领域广泛应用，但其回收难度较大。而这种纳米结构复合纤维材料的出现，为高效回收其中的稀土元素提供了可能。通过优化吸附和解吸条件，预计可实现对第三代钕铁硼永磁体中 80%以上稀土元素的回收，有望在未来推动相关产业的可持续发展，缓解稀土资源紧张的局面。

下表是通过专利数据挑选出的 8 个可开展该领域技术合作的高校院所，以及最近的技术研发动向。

表 5-3 稀土废料回收领域可合作的高校院所及技术人才

可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
---------	---------	-------	--------

可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
江西理工大学	66	何文成、汪金良、王伟生、雷翔	一种从钕铁硼废料和电子废料中回收稀土与有价金属的方法，通过将钕铁硼废料和电子废料与石英石、石灰石以及焦炭进行配料，利用顶吹熔炼炉对混合料进行熔炼；通过控制氧化过程的条件，使混合熔炼渣中的稀土、铜和铁氧化为氧化物；通过控制还原过程的条件，使混合熔炼渣中铜的氧化物还原为金属铜，铁的氧化物和稀土氧化物不被还原而保留在渣层中，最终即可实现钕铁硼废料和电子废料中稀土、铜、金、银等有价金属的同步回收。
北京工业大学	34	路清梅、黄焱、东书汉、岳明	一种利用废料表面改属于稀土永磁材料及其回收技术领域。包括如下步骤：1、对钕铁硼废料进行表面清理；2、对步骤1处理后的废料进行粗破碎、氢爆和气流磨，获得粉末料P1；3、P1粉末中加入一定量稀土金属或合金，以及抗氧化剂，经滚渗混料，得到表面改性粉末P2；4、将一定比例的P2粉末与其它富稀土合金气流磨粉混合，得到混合粉末P3；5、对粉末P3进行压制成型，烧结制成再生钕铁硼磁体。本发明方法改性后的磁粉取向度高，制成的再生磁体力学性能和矫顽力显著提高，综合磁性能相当甚至高于原始磁体，适用于富含高丰度轻稀土元素的LaCe- Nd- Fe- B磁体。
北京科技大学	9	胡文韬、汪东芳、刘欣伟	一种钕铁硼废料溶液电解再生方法。本发明首先去除钕铁硼拆解废料表面的防腐层，然后借助钕铁硼磁性使废料聚集为整体并用作电解系统的阳极。电解过程中阳极溶解，稀土、铁离子进入溶液。其中，铁离子在阴极析出，成为高纯铁；稀土元素以离子态富集于电解液中。电解结束后以溶剂萃取方式回收电解液中的稀土元素，生产稀土氧化物或者进一步生产稀土金属。本发明可在电解过程中直接回收高纯度电解铁产品，再利用萃取分离留在电解液中的Nd、La、Dy等稀土离子，工艺过程对温度的需求不高，可在常温下进行，实现铁和稀土的高附加值利用。

可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
湖南稀土金属材料研究院	6	吴希桃、王志坚、刘荣丽、王贵超、罗芝雅、罗勉、石雪峰	一种稀土抛光粉废料的回收方法，包括以下步骤：将稀土抛光粉废料采用强酸多级逆流浸出，制得含稀土离子的浸出液；将含稀土离子的浸出液采用第一萃取剂进行第一次萃取，制得萃余液；将萃余液采用第二萃取剂进行第二次萃取，制得萃取液；将萃取液经酸洗涤、反萃后得到高纯氯化稀土溶液，高纯氯化稀土溶液与表面活性剂、碳酸氢铵混合，制得碳酸稀土；将碳酸稀土与氟化物混合再焙烧，得到高性能稀土抛光粉。该方法回收率高，制得的抛光粉纯度高，抛光性能优异，且能耗低、环境友好。
中国科学院江西稀土研究院	9	马强、徐海波、李志彬、王鑫	钕铁硼废料的回收方法、永磁铁氧体与再生稀土永磁材料，所述回收方法包括：(1)将钕铁硼废料与固体盐剂的混合物进行选择性的盐化焙烧，得到焙烧产物；(2)将步骤(1)所得焙烧产物依次进行浸取与固液分离，得到稀土料液与永磁铁氧体前驱体；(3)对步骤(2)所得稀土料液进行沉淀处理后固液分离，所得固体进行煅烧后，再经过熔盐电解得到混合稀土。所述回收方法利用固体盐剂对稀土和非稀土元素的选择性，实现了废料中稀土元素的高效提取，得到了可用于再生稀土永磁材料制备的高纯度的混合稀土，同时将浸出渣永磁铁氧体的前驱体进行回收；并且所述回收方法还降低了酸耗量，缩短了工艺流程，无酸性废水和废渣产生。
内蒙古科技大学	20	孙鹤、杨育圣、刘莉文、杨华峰	一种钕钴合金废料在熔盐中电化学制备多孔钕钴合金的方法，包含如下步骤：将钕钴合金废料在氯化物熔盐中进行电化学氧化反应，得到多孔钕钴合金。本发明的方法不需要使用酸碱液体参与钕钴合金废料回收，防止产生工业三废，只是在清洗多孔钕钴合金时产生少量的含氯化物废水，该废水通过脱水即可回收氯化物，对环境无害。加入的氯化物熔盐能够降低钕钴合金废料回收的温度，减少能源浪费。本发明的方法流程简单，只需要进行一步电化学反应即可分离钕钴合金废料中的杂质组分，而且回收产物除了稀土产品之外，制备的多孔钕钴合金相比较传统方法的钕钴合金产品附加值较高。
内蒙古大学	5	许轩、张军、贾晓峥、高军	本申请公开了一种从稀土永磁泥状废料中回收稀土和钴元素的方法，包括至少以下步骤：(a)将浸溶阳极、氧化阳极和阴极置于电解液中进行电解；所述浸溶阳极上吸附有稀土永磁泥状废

可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
			料；浸溶阳极通过析氧反应产生 H ⁺ ，浸溶阳极上稀土永磁泥状废料中的铁、钴和稀土元素以离子形式进入电解液；氧化阳极将电解液中的 Fe ²⁺ 氧化成 Fe ³⁺ ；阴极通过析氢反应产生的 OH ⁻ 将 Fe ³⁺ 以 Fe(OH) ₃ 的形式沉淀；（b）停止电解后，调节电解液的 pH 使 Fe ³⁺ 以 Fe(OH) ₃ 的形式沉淀，通过固液分离去除铁；（c）向（b）中固液分离后的滤液中加入草酸，再通过固液分离，获得稀土草酸盐和含 Co ²⁺ 的溶液；稀土草酸盐通过焙烧后，获得稀土氧化物。
中国科学院金属研究所	6	何杰、江鸿翔、杨鹏举、张丽丽	一种再生稀土改性的高导电 6101 铝合金材料及其制备方法。按质量百分比计，再生稀土元素 Sm 或 La 0.03~0.3%，铁 Fe 0.05~0.1%，余量为 6101 铝合金。首先，用 Mg 元素提取稀土磁性废料中稀土元素 Sm 和 La 制备 Mg-Sm 和 Mg-La 中间合金；其次，依次将元素 Si、Fe、Mg 加入铝熔体中，搅拌合金熔体并保温；然后，向熔体通入精炼剂和通入氩气进行精炼；随后，稀土元素 Sm 或 La 以 Mg-Sm 或 Mg-La 中间合金加入合金熔体中，搅拌和静置后，获得均匀熔体，随之浇铸成锭；最后，依次对铸锭进行均匀化、固溶淬火、轧制变形、时效处理。

5.3.2 下游稀土应用端

截至 2024 年，稀土在多个下游应用领域仍占据不可替代的核心地位。其中，稀土永磁材料（钕铁硼）继续领跑消费结构，占比进一步提升至 46%-48%，成为稀土需求增长的主要驱动力。这一增长主要得益于新能源汽车产业的爆发式发展，2024 年新能源汽车产量突破 950 万辆，驱动电机中钕铁硼磁材的单车用量达 1.2-1.5 公斤，贡献了永磁材料需求的 35% 以上；同时，风电领域（占比 18%）和工业机器人、节能电梯等新兴领域（合计占比 15%）的需求也持续释放。

其他应用领域中，冶金/机械和石油石化仍占据重要地位，占比分别约为 12%和 10%。稀土添加剂在特种钢、铝合金等有色金属材料中的应用进一步扩大，例如宝钢稀土微合金化钢材产量同比增长 20%；石油裂化催化剂和汽车尾气净化催化剂（如贵研铂业国六标准产品）需求保持稳定增长。此外，玻璃陶瓷和光学材料领域占比约 9%，稀土抛光粉在半导体晶圆制造（如中芯国际 3nm 制程）和消费电子屏幕（京东方 Mini LED）中的高端应用比例显著提升。

值得注意的是，新兴领域如人形机器人（稀土永磁电机渗透率超 60%）、氢能储氢材料（东方电气固态储氢系统量产）和核能（中核集团控制棒材料需求）正在加速拓展，成为稀土需求的新增长极。2024 年稀土消费总量达到约 100 万吨，同比增长 7%，其中永磁材料贡献了超 70%的增量。这一结构性变化反映了中国稀土产业向高技术、高附加值领域转型升级的趋势，同时也凸显了稀土资源在绿色能源和智能制造中的战略地位。

梁山县稀土材料产业以炼成新材料和蒙稀新材料为主，但产业链仍存在发光、储氢、催化等关键环节的缺失。炼成新材料作为梁山县永磁材料龙头企业，其钕铁硼磁性材料产品已成功打入比亚迪、中国中车等头部企业供应链，广泛应用于新能源汽车电机、风力发电等绿色能源领域。建议持续深化与现有战略客户的合作粘性，同时把握新兴市场需求，积极开拓格力、美的等节能变频空调制造商，并依托济宁市引入的宁德时代等重大项目，对接宁德时代电机科技电驱动系统等新应用场景，构建多元化市场布局。

蒙稀新材料在稀土抛光粉、抛光液领域具有较强竞争力，产品覆盖半导体元件、光学玻璃及消费电子等高精尖领域。可联合安集微电子科技、上海新阳半导体等产业链伙伴开展技术攻关。同时瞄准中芯国际等半导体龙头企业，建立定制化产品服务体系，根据半导体制程的不断升级，研发适配更高精度要求的抛光材料，提高产品的附加值。

针对产业链结构性短板，建议实施精准招商策略：在发光材料领域对接江苏博睿光电等荧光粉领军企业，储氢材料板块重点引进厦门钨业等储氢合金制造商，尾气催化领域可联动贵研铂业构建汽车催化剂生产基地。通过“磁材—抛光—发光—储氢—催化”的全链条布局，打造具备区域特色的稀土新材料产业集群。具体可参考下表。

表 5-4 稀土下游应用企业名单

稀土功能材料	应用领域	应用企业
稀土永磁材料	高性能电机、新能源汽车、风电	<p>珠海格力电器（全资子公司珠海凯邦电机为全球最大空调用电机供应商，2024 年永磁电机产能突破 5000 万台，稀土磁体需求超 1.2 万吨）</p> <p>美的集团（广东美芝永磁变频压缩机市占率超 40%，与包头稀土研究院合作开发低镨高矫顽力磁材）</p> <p>中车永济电机（高铁牵引电机核心供应商，磁材国产化率提升至 95%，年采购镨钕氧化物超 3000 吨）</p> <p>明阳智能（海上风电直驱永磁发电机全球第一，单台 15MW 机组磁材用量达 2.5 吨，2024 年需求同比+35%）</p> <p>宁德时代电机科技（新能源商用车电驱动系统龙头，稀土磁体回收比例达 30%，构建“生产-回收”闭环）</p> <p>卧龙电驱（全球工业电机 TOP3，并购荷兰 E-Max 强化稀土磁材应用）</p> <p>德昌电机（深圳）（汽车微特电机全球第一，特斯拉雨刮电机独家供应商）</p> <p>安徽明腾永磁（专精特新“小巨人”，航天军工特种磁材供应商）</p> <p>江苏航天动力机电（火箭伺服电机用耐高温磁材</p>

稀土功能材料	应用领域	应用企业
		突破 600℃)
稀土发光材料	荧光粉、节能照明、紫外消杀器件	<p>有研稀土（全球最大 LED 荧光粉生产商，2024 年推出量子点稀土复合荧光粉，色域提升 20%）</p> <p>江苏博睿光电（Mini/Micro LED 用纳米级荧光粉市占率超 50%，与京东方共建联合实验室）</p> <p>旭宇光电（深紫外 LED 用铈掺杂荧光粉技术突破，杀菌效率提升 40%，获医疗设备巨头飞利浦订单）</p> <p>日亚化学（日本企业，高端白光 LED 荧光粉技术垄断者，中国市场份额仍占 30%）</p> <p>海洋王照明科技（防爆照明稀土荧光粉独家供应商）</p> <p>宇极科技（北京）（量子点-稀土复合荧光粉打破日韩垄断）</p> <p>三安光电（Micro LED 用纳米级荧光粉量产）</p> <p>国星光电（车规级 LED 荧光粉通过 AEC-Q102 认证）</p>
稀土储氢材料	镍氢电池、氢燃料电池、固态储氢	<p>厦门钨业（全球最大镍氢电池储氢合金供应商，市占率 40%）</p> <p>深圳豪鹏科技（特斯拉储能系统二级供应商）</p> <p>广晟有色（稀土-镁基固态储氢材料能量密度突破 7.5wt%）</p> <p>中国东方电气（氢燃料电池电堆用储氢罐国内唯一量产）</p> <p>美锦能源（加氢站用高压储氢瓶稀土材料供应商）</p> <p>中炬高新（参股中山大洋电机，布局车用储氢系统）</p> <p>鸿达兴业（稀土-钛铁系储氢材料成本降低 30%）</p> <p>安泰科技（纳米晶储氢合金应用于便携式氢能设备）</p>
稀土抛光材料	半导体元件、光学玻璃、消费电子	<p>北方稀土（控股包头天骄清美，全球半导体抛光粉 TOP3）</p> <p>安集微电子科技（7nm 以下制程用铈基抛光液国产替代）</p> <p>上海新阳半导体（KrF 光刻胶配套稀土抛光液量产）</p> <p>鼎龙股份（CMP 抛光垫-稀土抛光液协同开发）</p> <p>中芯国际（3nm 晶圆厂抛光材料国产化率超 50%）</p> <p>日本富士美（中国子公司，光学玻璃抛光粉市占率 25%）</p> <p>上海华明高纳稀土（高精度晶圆边缘抛光液独家供应商）</p> <p>有研新材（航空航天用蓝宝石衬底抛光粉纯度达 6N 级）</p> <p>晶瑞电材（稀土纳米磨料粒径控制技术国际领先）</p>

稀土功能材料	应用领域	应用企业
稀土催化材料	石油化工裂解催化、汽车尾气净化	中国石油化工（炼油催化全球第一，年耗稀土分子筛 3 万吨） 贵研铂业（国六标准汽车催化剂市占率 40%） 中自环保科技（科创板上市，天然气车催化剂龙头） 巴斯夫（中国）（柴油车 SCR 催化剂技术垄断者） 庄信万丰（上海）（重型车尾气处理催化剂市占率 60%） 万润股份（柴油机稀土基 SCR 催化剂突破 100 万套/年） 云南锗业（工业废气脱硝用稀土-锗复合催化剂量产） 国瓷材料（蜂窝陶瓷载体-稀土催化涂层一体化供应商）

5.3.3 产业链条下游企业专利情况

针对梁山县稀土产业缺少的下游企业，项目组对储氢电池、电机、三元催化、半导体元件、节能灯等稀土产业下游的 24 家企业专利情况进行排查，储氢电池方向包头中科轩达新能源科技有限公司在发明专利数量和授权占比上较有优势；电机方向及三元催化方向上卧龙电气驱动集团股份有限公司、山东国瓷功能材料股份有限公司发明专利数量较多；半导体元件方向中芯国际集成电路制造（上海）有限公司不论是在发明专利数量还是授权占比上均有明显优势；佛山电器照明股份有限公司在节能灯方向上布局了大量的专利申请。

表 5-5 至表 5-9 为稀土材料下游企业专利情况，针对炼成新材料的钕铁硼磁性材料领域，可优先招引地理区位优势明显的曲阜金升电机有限公司、济宁环中宇机电有限公司等周边配套企业，同时重点对接中山大洋电机股份有限公司、卧龙电气驱动集团股份有限公司等高

端电机行业龙头企业，强化磁性材料的应用端协同。对于蒙稀新材料的稀土抛光材料业务，建议重点吸引中芯国际集成电路制造（上海）有限公司、蓝思科技股份有限公司等精密制造领域上市企业，该类企业对高精度抛光材料存在稳定需求。在成功引进稀土发光材料、储氢材料、催化材料等细分领域企业后，可依托产业链配套优势，持续吸引新能源汽车、新型显示器件、环保催化剂等下游应用领域企业集聚发展，逐步形成稀土功能材料的全链条产业生态。

表 5-5 稀土储氢--储氢电池

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
安泰科技股份有限公司	987	544	704	490	69.60%
内蒙古稀奥科贮氢合金有限公司	23	17	8	6	75%
包头中科轩达新能源科技有限公司	12	10	11	9	81.82%

表 5-6 稀土永磁--电机

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
曲阜金升电机有限公司	33	29	3	1	33.33%
济宁环中宇机电有限公司	1	0	0	0	0
中山大洋电机股份有限公司	1461	955	272	190	69.85%
卧龙电气驱动集团股份有限公司	1898	1358	584	195	33.39%
浙江方正电机股份有限公司	209	90	35	19	54.29%
浙江金龙电机股份有限公司	114	74	24	12	50%
德昌电机(深圳)有限公司	1160	184	911	509	55.87%
广东威灵电机制造有限公司	2259	1456	1051	515	49.00%

表 5-7 稀土催化--三元催化

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
------	--------	------	--------	--------	--------

无锡威孚环保催化剂有限公司	329	170	279	126	45.16%
昆明贵研催化剂有限责任公司	100	45	84	38	45.24%
山东国瓷功能材料股份有限公司	323	204	281	166	59.07%
淄博加华新材料有限公司/淄博加华新材料资源有限公司	37	19	19	9	47.37%
中自科技股份有限公司	301	203	218	129	59.17%

表 5-8 稀土抛光--半导体元件

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
华润微电子控股有限公司	98	30	86	15	17.44%
中芯国际集成电路制造(上海)有限公司	15112	8378	13946	9317	66.81%
徐州鑫晶半导体科技有限公司	238	203	98	35	30.71%
天津众晶半导体材料有限公司	75	46	21	3	14.29%
蓝思科技股份有限公司	465	332	125	75	60%

表 5-9 稀土发光--节能灯方向

企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
佛山电器照明股份有限公司	1718	1241	255	81	31.76%
深圳爱克莱特科技股份有限公司	621	360	90	41	45.56%
有研稀土新材料股份有限公司	522	291	491	360	73.32%

5.4 产业优劣势分析

梁山县作为山东省稀土产业战略布局的重要支点，经过多年发展已构建起特色鲜明的循环经济模式。依托中稀天马、南稀金石等龙头企业，形成了年处理 3.6 万吨稀土废料的资源再生能力，稀土氧化物综合回收率突破 97% 的技术标杆，成为我国北方地区稀土二次资源综合利用的示范性基地。但相较于赣州、包头等稀土产业重镇，梁山县仍存在显著发展差距—2023 年产业规模仅 60 亿元，不足赣州稀土

集团单家企业营收的 1/5，更与包头 829 亿元的产业集群存在量级差异。这种差距不仅体现在产业规模上，更反映在产业链条短、产品附加值低、创新驱动不足等深层次矛盾。当前，稀土产业正经历从资源竞争向技术竞争的关键转型期，梁山县如何突破“中游加工陷阱”，构建“回收-精炼-材料-器件”的全价值链体系，已成为决定其产业升级成败的核心命题。

5.4.1 优势分析

1. 循环经济先发优势突出

梁山县虽无原生稀土矿，但通过构建“废料回收—氧化物萃取—金属合金加工—磁材加工”的闭合产业链，形成了稳定的原料供应体系。龙头企业中稀天马年处理钕铁硼废料能力达 3.6 万吨，处理能力居全国领先地位，并通过整合废旧汽车零部件、电子设备拆解废料等“城市矿产”资源，建立了可持续的资源循环利用模式。这种模式不仅降低了对外部矿产资源的依赖，还符合国家“双碳”战略，成为北方最大的钕铁硼废料综合利用基地。

2. 中游制造基础坚实

在稀土永磁材料领域形成规模化生产能力，磁性合金产品国内市场占有率稳定提升。已建成涵盖稀土氧化物（REO）、稀土金属、钕铁硼磁材等产品的完整中游制造体系。烁成新材料建设的智能化合金生产线，产品一致性达到行业领先水平。

3. 产学研协同创新初具雏形

构建“企业+研究院+高校”的技术攻关联合体，与中国科学院长春应化所、包头稀土研究院、山东大学、天津大学、济南大学、聊城大学等科研院校建立了长期的产学研合作关系。

4.政策赋能体系逐步完善

梁山县研究出台了《关于印发梁山县支持稀土新材料产业加快发展十条意见（试行）的通知》，从用地保障、厂房代建、设备投资、贷款贴息等十个方面给予政策和资金支持，进一步吸引意向项目落地建设。同时着力优化营商环境，跟进服务保障，印发了《关于支持梁山县稀土产业园项目“拿地即开工、入园即投产”的实施意见》，同时，专班人员从项目签约到落地投产全程保姆式服务，切实保障园区项目的有序推进。

5.4.2 劣势分析

1.产业链结构失衡

产业链上游具备基础产能，下游高价值环节缺失。永磁材料在永磁电机、伺服驱动器等终端产品开发滞后；催化材料领域，汽车尾气催化剂、石油裂化催化剂等高毛利产品尚未突破。对比赣州已形成的“磁材-电机-新能源汽车”垂直整合体系，梁山县终端产品贡献值较低。

2.创新生态系统脆弱

在稀土产业创新体系建设方面，包头市已构建起层级分明、功能完备的创新平台矩阵，不仅拥有白云鄂博全国重点实验室、国家稀土

功能材料创新中心、北方稀土国家企业技术中心等 13 个国家级创新平台，自治区级以上稀土创新平台数量更达 55 个。与之相比，梁山县稀土产业创新能力明显滞后。截至 2024 年，全县仅有中稀天马获批首家省级重点实验室，尚未形成完善的创新平台体系。从专利质量维度来看，梁山县稀土产业创新产出与行业先进地区差距显著，赣州稀土产业发明专利占比达 61.10%，包头更是高达 77.07%，淄博、烟台的这一指标分别为 90.50%和 91.71%；而梁山县稀土产业发明专利占比仅为 28.75%，创新产出质量堪忧。

3.技术创新能力滞后

在梁山县稀土产业发展中，除中稀天马具备较高的自主研发能力外，南稀金石、烁成新材料、蒙稀新材料、华创稀土等企业的核心技术来源主要依赖外部引进。具体来看，南稀金石借助江苏金石 50 余项专利技术，实现高性能稀土金属钽、镨铁合金的规模化生产；烁成新材料的 2 万吨钕铁硼磁性材料生产项目，由江苏华宏科技股份有限公司投资建设，技术深度嵌入投资方体系；蒙稀新材料的股东赣州天成稀土新材料有限公司作为综合性稀土材料制造商，依托赣州本地丰富的稀土资源、中国科学院江西稀土研究院及江西理工大学的科研力量，但梁山县企业自身仍未能有效整合技术资源，主要聚焦于生产制造环节，技术创新能力滞后。

4.人才梯队建设滞后

高端人才“引育用留”体系仍存在短板，梁山县在区域竞争中面临生活品质提升、优质教育资源供给、高水平科研载体建设等关键要

素的相对不足，制约了对高层次人才的吸引力。校企联合培养通道不畅，济宁本地高校尚未设置稀土相关专业，导致产业工人中高级技师占比不足。

第六章 梁山县稀土产业发展路径规划

6.1 技术升级路径

聚焦产业关键核心技术，推动创新链产业链融合发展。目前稀土永磁材料、发光材料及资源循环利用仍是国内外争相布局专利的热点技术领域。尤其是面向新能源汽车、人形机器人、风电等新兴领域的高磁能积低重稀土永磁体（如特斯拉第三代永磁电机技术）和耐高温磁体，已成为美日欧技术封锁的重点方向。同时，在资源循环利用率提升、清洁低碳工艺等方面，正成为全球产业技术攻坚的“卡脖子”领域。

1.资源循环利用方面。采用节能降碳环保技术、清洁技术和资源循环利用技术等先进技术，对稀土传统产业进行系统性改造。通过优化产品结构，推动产品向高端化、精细化方向发展，提升产品附加值；调整用能结构，加大清洁能源的使用比例，降低能耗与碳排放；革新原料结构，探索多元化原料来源，减少对稀缺资源的依赖；再造工艺流程，提高生产效率与资源利用率，实现生产过程的绿色化、智能化。通过加强稀土回收和再生产品的关键技术研发，推动稀土废料回收环节更进一步。经 5.3 本土产业重要环节分析，江西理工大学的何文成、汪金良、王伟生、雷翔，北京工业大学的路清梅、黄焱、东书汉、岳明等团队在上述技术领域已取得一系列创新成果，可开展技术合作及运营。其中，汪金良教授领衔组建了“资源绿色开发与循环利用”特色创新团队，集聚了矿业、冶金、化工、材料等多学科人才，重点攻

克闪速绿色炼铁、稀土固废绿色回收、稀土粉体绿色制备等关键技术。北京工业大学路清梅教授、岳明教授等系统地探讨了从钙还原污泥中再生的稀土-铁-硼（RE-Fe-B）磁体的磁性能恢复机制，为稀土永磁材料的高值化回收提供了新的思路。另外，硫酸化焙烧与表面活性剂协同技术以及韩国科学技术研究院（KIST）开发的纳米结构复合纤维材料吸附技术同样值得借鉴。

2.稀土永磁材料方面。重点发展稀土高性能磁材、合金等功能材料，不断向稀土永磁电机、永磁变速器等深加工领域延伸，表 6-1 为稀土永磁材料核心技术攻关清单，针对稀土永磁材料领域的核心技术攻关，需要根据技术特点、国内外研发现状以及产业需求，采取差异化的研发路径，包括自主研发、合作研发和技术引进，以实现资源优化配置和技术高效突破。对于国内已形成较完整研发体系和产业基础的技术应优先投入资源进行自主研发，如晶粒细化、晶界扩散技术，钕铁硼废料回收技术。对于技术门槛高、国内基础相对薄弱、或需要跨学科协同的前沿技术，以及涉及关键装备、核心专利壁垒的技术，应积极寻求外部合作，以联合研发、技术引进、产学研协同等方式快速突破，如高性能各向异性 SmFeN 磁粉制备技术、纳米双相复合永磁、高性能高服役能力钕钴磁体等。

表 6-1 核心技术攻关清单

技术名称	国外重点研发企业/机构	国内重点研发企业/机构
晶粒细化	日本住友特殊金属、日立金属、昭和电工、日本东北大学	钢铁研究总院、中科三环、金力永磁、中科院宁波材料所
晶界扩散	信越化学、日立金属、日本 TDK	正海磁材、宁波韵升、英洛华、包头金山磁材
各向异性粘结	麦格昆磁、日本大同电子、日本爱知制钢、	北矿科技、上海三环、成都银河磁

磁体/HDDR 工艺	日本国立材料研究所	体、北京科技大学
热压/热变形 NdFeB	麦格昆磁、日本大同电子	成都银河磁体、宁波金鸡强磁、北京工业大学
高性能高服役能力钕钴磁体	日本 TDK、美国电子能源(EEC)、美国阿诺公司(Arnold)、日本东芝公司	北京航空航天大学、钢铁研究总院、包头天和磁材、中科院宁波材料所、绵阳西磁
纳米双相复合永磁	日本国立山形大学	烟台大学、北京大学、中国石油大学(青岛)
钕铁硼废料回收技术	美国橡树岭国家实验室、Urban Mining、美国能源部关键材料研究所、Momentum Technologies	安徽大地熊、中科三环、步莱铽新资源、钢铁研究总院、包头稀土研究院
钕铁硼绿色表面防护技术	信越化学	安徽大地熊、宁波金坦磁业、浙江工业大学
高性能各向异性 SmFeN 磁粉制备技术	日本住友、日亚化学	北京大学
磁体批量一致性/先进制备检测装备	日本电磁测器株式会社(NDK)、日本 ULVAC、日本岛津(Shimadzu)美国 Fluid Energy、日立金属	上海平野磁气、上海立笠电装、宁波恒普真空科技、山西金开源、北方华创、中国计量科学研究院

3.稀土抛光材料方面。突破生产工艺与技术瓶颈，深入研究生产工艺中各个环节对抛光粉粒径、晶粒形态的影响，建立精确的工艺参数控制体系，提高工艺的稳定性和重复性，以确保产品质量的一致性。开展对前驱体和沉淀剂的研究，寻找既能够满足抛光粉性能要求，又能使生产废水处理更加简便、环保的材料。**攻关粒子控制与杂质问题**，加强对粒径控制技术的研究，开发精确控制抛光粉粒径及其分布的方法。研究高效的杂质去除技术，提高稀土抛光粉的纯度。

4.稀土储氢材料方面。当前，全球稀土储氢材料领域专利数量相对较少，与稀土永磁、催化材料等成熟应用方向相比，技术创新与知识产权积累仍处于“蓝海”阶段。这一现象既反映出该领域尚未形成高强度的技术壁垒，也预示着其蕴含巨大的发展空间——随着氢能在交通、储能等领域的规模化应用加速，对大容量、长寿命、低成本稀

土储氢材料的需求将持续攀升，技术突破与专利布局的先发优势将成为抢占市场的核心竞争力。

基于此，建议梁山县把握战略机遇：一方面，加强稀土储氢材料专利布局，围绕材料成分优化、制备工艺改进、循环稳定性提升等关键技术点开展研发攻关，同步申请核心专利及外围专利，构建专利池以形成技术保护网；另一方面，深化产学研协同创新，联合高校、院所突破稀土储氢材料技术瓶颈，推动实验室成果向产业化转化，为稀土储氢材料的规模化应用提供技术支撑

6.2 整合培育引进路径

1.强化龙头引领与梯度培育，打造稀土产业集群。梁山县稀土产业虽已形成以中稀天马为龙头的“稀土废料回收—氧化物萃取—金属合金加工—磁性材料生产”闭合循环产业链，利用梁山县现有“中国专用汽车产业基地”及“中国二手商用车交易基地”优势，以废旧汽车零部件为原料，争取废旧家电拆解和汽车拆解政策支持，开发废料回收工艺，保障资源的供给度，形成“资源--产品--消费--再生资源”特色闭环式循环经济体系，但当前规模较大的企业仅中稀天马、南稀金石、烁成新材料等少数几家，产业集中度较低，整体竞争力偏弱。尽管2023年营收突破60亿元，但对比包头、赣州等稀土重镇，仍存在龙头企业引领力不足、技术研发协同性弱等问题。例如，中稀天马虽在废料回收领域居全国领先地位，但其产业链下游的高端磁材产能尚未形成规模效应，且核心专利布局仍集中于分离提纯环节，在稀土

靶材、抛光材料等高端应用领域的技术储备不足。

针对上述短板，梁山县可以中稀天马为核心，推动其加速上市进程，通过资本市场整合资源，拓展稀土靶材、抛光材料等高附加值领域，打造“废料回收—高端材料制造”垂直一体化平台。政府可设立稀土专项基金，优先保障土地、能耗指标。针对新招引或成长期的中小企业，如烁成新材料、蒙稀新材料等，需通过精准施策强化其内生动力。一方面，引导企业聚焦“专精特新”，提升全要素生产率，例如在稀土永磁材料、储氢材料等细分领域突破核心技术；另一方面，推动产学研深度合作，借助高校及科研院所资源加速技术转化，培育新质生产力。全国政协委员敖宏指出，稀土产业需通过“政产学研用”协同攻关解决“卡脖子”问题，中小企业可借此融入创新生态，实现技术跃升。此外，华泰证券预测 2025 年稀土行业将迎来景气拐点，供需趋紧或推动价格上涨，中小企业若能抓住新兴领域（如人形机器人、新能源）需求增长机遇，有望实现跨越式发展。

通过大中小企业融通发展，构建以中稀天马为核心，以南稀金石、烁成新材料、蒙稀新材料、华创稀土为支撑的产业生态，优化分工协作，同时吸引高端人才集聚，形成“磁场效应”。同时强化绿色低碳转型，结合《稀土管理条例》要求，推动废料回收、分离冶炼的环保技术升级，实现经济效益与生态保护的平衡，为产业可持续发展奠定基础。

2.强化链条薄弱环节，补齐产业缺失短板。目前梁山县稀土产业优势环节主要是稀土废料回收、稀土永磁材料，稀土抛光、发光、催

化材料、储氢材料为薄弱环节，下游功能材料本土应用基本缺失。

从增强产业链薄弱环节角度，梁山县需针对稀土抛光、催化材料及永磁材料深加工领域实施专项提升计划。当前，蒙稀新材料布局的3000吨稀土抛光材料项目已进入小批量试生产，填补了抛光粉、催化材料的细分领域空白，但其仅有3件专利，创新能力亟待突破；烁成新材料虽凭借2万吨钕铁硼磁材项目(产能全国第一)打入比亚迪、中国中车等头部企业供应链，但7件专利中多为实用新型，技术多为外部引进，核心技术壁垒尚未形成。后续可依托烁成新材料磁材的产能优势，向上游整合南稀金石稀土金属资源，向下游吸引永磁电机、伺服器企业入园，形成“金属—磁材—电机”垂直产业链；蒙稀新材料则聚焦抛光材料高端化，联合中稀天马废料再生技术，打造“稀土回收—抛光材料—半导体”循环链条。

从补齐产业链缺失环节来说，目前梁山县稀土新材料应用基本缺失，项目组梳理出在稀土永磁、催化、储氢等五种功能材料在电机、镍氢电池、三元催化剂等应用领域布局专利较多的应用型企业，如下表所示。一是积极寻求与下表中企业合作，将本土产品积极向外推介，通过邀请、洽谈、参观、试验等方式，积极争取本土企业进入应用型企业供货商名单，拓展下游客户。二是利用政策吸引表中企业来梁山县建立分/子公司，节省运输成本，从而实现本土产业链完整闭环。重点发展方向朝稀土产业链下游延伸，提高整体产业链协同创新。

表 6-2 稀土新材料应用型企业名单

稀土功能材料	应用领域	应用企业
稀土永磁材料	高性能电机、新能源汽车、风电	珠海格力电器（全资子公司珠海凯邦电机为全球最大空调用电机供应商，2024年永磁电机产能突

稀土功能材料	应用领域	应用企业
		<p>破 5000 万台，稀土磁体需求超 1.2 万吨)</p> <p>美的集团 (广东美芝永磁变频压缩机市占率超 40%，与包头稀土研究院合作开发低镨高矫顽力磁材)</p> <p>海尔 (稀土永磁压缩机)</p> <p>中车永济电机 (高铁牵引电机核心供应商，磁材国产化率提升至 95%，年采购镨钕氧化物超 3000 吨)</p> <p>明阳智能 (海上风电直驱永磁发电机全球第一，单台 15MW 机组磁材用量达 2.5 吨，2024 年需求同比+35%)</p> <p>宁德时代电机科技 (新能源商用车电驱动系统龙头，稀土磁体回收比例达 30%，构建“生产-回收”闭环)</p> <p>卧龙电驱 (全球工业电机 TOP3，并购荷兰 E-Max 强化稀土磁材应用)</p> <p>德昌电机 (深圳) (汽车微特电机全球第一，特斯拉雨刮电机独家供应商)</p> <p>安徽明腾永磁 (专精特新“小巨人”，航天军工特种磁材供应商)</p> <p>江苏航天动力机电 (火箭伺服电机用耐高温磁材突破 600℃)</p>
稀土发光材料	荧光粉、节能照明、紫外消杀器件	<p>有研稀土 (全球最大 LED 荧光粉生产商，2024 年推出量子点稀土复合荧光粉，色域提升 20%)</p> <p>江苏博睿光电 (Mini/Micro LED 用纳米级荧光粉市占率超 50%，与京东方共建联合实验室)</p> <p>旭宇光电 (深紫外 LED 用铈掺杂荧光粉技术突破，杀菌效率提升 40%，获医疗设备巨头飞利浦订单)</p> <p>日亚化学 (日本企业，高端白光 LED 荧光粉技术垄断者，中国市场份额仍占 30%)</p> <p>海洋王照明科技 (防爆照明稀土荧光粉独家供应商)</p> <p>宇极科技 (北京) (量子点-稀土复合荧光粉打破日韩垄断)</p> <p>三安光电 (Micro LED 用纳米级荧光粉量产)</p> <p>国星光电 (车规级 LED 荧光粉通过 AEC-Q102 认证)</p>
稀土储氢材料	镍氢电池、氢燃料电池、固态储氢	<p>厦门钨业 (全球最大镍氢电池储氢合金供应商，市占率 40%)</p> <p>深圳豪鹏科技 (特斯拉储能系统二级供应商)</p> <p>广晟有色 (稀土-镁基固态储氢材料能量密度突破 7.5wt%)</p> <p>中国东方电气 (氢燃料电池电堆用储氢罐国内唯一量产)</p>

稀土功能材料	应用领域	应用企业
		美锦能源（加氢站用高压储氢瓶稀土材料供应商） 中炬高新（参股中山大洋电机，布局车用储氢系统） 鸿达兴业（稀土-钛铁系储氢材料成本降低 30%） 安泰科技（纳米晶储氢合金应用于便携式氢能设备）
稀土抛光材料	半导体元件、光学玻璃、消费电子	北方稀土（控股包头天骄清美，全球半导体抛光粉 TOP3） 安集微电子科技（7nm 以下制程用钪基抛光液国产替代） 上海新阳半导体（KrF 光刻胶配套稀土抛光液量产） 鼎龙股份（CMP 抛光垫-稀土抛光液协同开发） 中芯国际（3nm 晶圆厂抛光材料国产化率超 50%） 日本富士美（中国子公司，光学玻璃抛光粉市占率 25%） 上海华明高纳稀土（高精度晶圆边缘抛光液独家供应商） 有研新材（航空航天用蓝宝石衬底抛光粉纯度达 6N 级） 晶瑞电材（稀土纳米磨料粒径控制技术国际领先）
稀土催化材料	石油化工裂解催化、汽车尾气净化	中国石油化工（炼油催化全球第一，年耗稀土分子筛 3 万吨） 贵研铂业（国六标准汽车催化剂市占率 40%） 中自环保科技（科创板上市，天然气车催化剂龙头） 巴斯夫（中国）（柴油车 SCR 催化剂技术垄断者） 庄信万丰（上海）（重型车尾气处理催化剂市占率 60%） 万润股份（柴油机稀土基 SCR 催化剂突破 100 万套/年） 云南锗业（工业废气脱硝用稀土-锗复合催化剂量产） 国瓷材料（蜂窝陶瓷载体-稀土催化涂层一体化供应商）

6.3 人才培养引进路径

从做强现有产业链优势环节角度，可以通过目前县内已有研发的中稀天马、南稀金石等企业为抓手，开展冶炼清洁低碳新技术、废水

处理新工艺、废料回收利用新工艺等重点技术的研发攻关，借助国内已有创新成果的高校及科研院所（如下表 6-3）的力量，产学研协同创新助力产业升级。

表 6-3 优势环节可合作高校院所、人才及最新研发动向

稀土冶炼清洁低碳技术可合作高校院所及合作人才			
可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
江西理工大学	22	罗仙平、何坤忠、张永兵、周贺鹏、谢帆鑫、龚磊	离子型稀土矿浸出液净化除杂的方法，其过程包括：将离子型稀土矿浸出液搅拌混匀，添加椰油基葡糖苷作除杂剂调控浸出液 pH 值，反应完全后进行固液分离，获得净化后的浸出液和沉淀渣。采用本发明的净化除杂方法可显著解决稀土浸出液中杂质离子含量高、去除困难、除杂过程稀土损失率高、氨氮污染严重等问题，是一种安全环保、除杂成本低、净化效率高、无氨氮污染和稀土损失率低的稀土浸出液净化除杂新方法，适于推广应用。
江西农业大学	12	钟盛华、何钦、李彩毅、杨冯杰	预分轻稀土矿的负载有机相预分离五出口萃取工艺。采用预分离萃取法，对轻稀土矿预分萃取的出口有机相（负载 Sm- LuY 及少量 La- Nd 稀土）预分洗涤后流入 La- Nd/Sm/SmEuGd/GdTbDy/Ho- LuY 五出口萃取分离工艺。在这五出口工艺中可以低成本的获得纯 Sm 产品，新预分洗涤工艺的预分洗涤前段出口有机相分作两部分，一部分有机相流入预分洗涤后段。另一部分有机相流入五出口工艺。使五出口萃取分离工艺的中间出口品位提高、处理能力增加、萃取剂和稀土金属的存槽量减少。这新工艺的酸碱消耗下降、生产成本降低，工业排放减少利于绿色环保，是一种先进的萃取分离工艺流程。
中南大学	10	韩俊伟、覃文庆、魏徐一、杨聪仁、焦芬、朱海玲、魏茜	一种废旧稀土基铝酸盐荧光粉选择性硫化-浮选分离回收铈和铽的方法，该方法是将含铈和铽的废旧稀土基铝酸盐荧光粉与固体碱性化合物进行碱熔焙烧，碱熔焙烧产物采用有机稀酸进行淋洗脱除镁铝得到铈铽氧化物富集渣，铈铽氧化物富集渣与硫磺进行硫化焙烧，硫化焙烧产物经过磨矿后，进行浮选分离，得到硫化铽精矿，尾矿为氧化铈富集渣。该方法得到的精矿中铽总回收率可达 95% 以上，尾矿中铈总回收率可达 95% 以上，该选择性硫化-浮选法相对以往传统方法具有高效，清洁等特点，宜于工业推广。

东北大学	10	李勇、姜鹏、何金桂	一种采用离子液体微乳液萃取酸性溶液中轻稀土元素的方法,属于稀土湿法冶金领域和离子液体萃取技术领域。所述方法为将离子液体微乳液与轻稀土原料液以O/A为1:2~1:8的比例进行混合,于振荡器中萃取,振荡器的转速为200~400r/min,萃取时间5~30min,萃取温度25~45℃;萃取完成后,经离心分离得到负载稀土的有机相和萃余液,离心转速1000~2000r/min,离心时间5~10min。本发明把离子液体加入到微乳液中,能够代替有机相或其他成分,从而有效弥补了使用传统有机溶剂造成的工艺复杂、有机相损失和环境污染等问题,是一种绿色环境友好和经济效益好的稀土萃取工艺。
北京科技大学	4	高金涛、郭占成、兰茜、钟怡玮、郭磊、王哲	一种超重力梯级分离稀土精矿中不同稀土元素的方法及设备,属于稀土资源回收领域,该方法包括在超重力条件下,将熔融稀土精矿在1500-1100℃的温度区间内连续降温,利用超重力驱动不同稀土元素在各自不同的熔析区间实现梯级相际转移与分离;本发明可将稀土精矿复杂体系中Ce、La、Pr、Nd等不同稀土元素选择性富集进不同稀土相,并梯级分离提取不同的高纯稀土相,实现稀土精矿中稀土资源的绿色高效回收,不会产生废气、废水、废渣的排放问题。
厦门稀土材料研究所	4	孙晓琦、支海兰、倪帅男、苏祥	一种磷酸类萃取沉淀剂分离回收稀土的方法,采用式(I)所示的磷酸类固体萃取剂,特别是磷酸二苯酯(DBP)、磷酸二苯酯(DPP)、磷酸三苯酯(TPP),在不需用碱皂化、不需要有机溶剂的条件下,具有萃取能力强,沉淀粒径大,不萃取过渡元素等优势,而且再生的沉淀剂可直接用于循环萃取沉淀,是一种绿色可持续的分离方法。
废水处理新工艺可合作高校及技术人才			
可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
江西理工大学	7	李金鸿、包亚晴、李文豪、黄彪林、黄万抚、李新冬	串联并行分级吸附反渗透处理矿山氨氮废水装置及工艺,包括分级吸附系统、废水调节系统和反渗透系统;所述分级吸附系统包括总进水管和顺序串联的一至四级活性炭吸附柱体;所述废水调节系统包括调节池和保安过滤器,所述反渗透系统包括反渗透膜组件、滤后水收集池、反冲洗装置和处理水排放管;本发明利用四级油茶壳活性炭的吸附作用和反渗透系统的分离作用,实现氨氮浓度跨度大的离子型稀土矿山废水的循环处理,该装置易拆卸和搬运且各系统运行相互切换时无废水外排,更适用于矿山这种地理偏僻和交通运输不便的场所减少基建成本,吸附了氨氮的生物油茶壳活性炭可作为土壤增肥剂,实现固体废弃物的循环利用。

包头稀土研究院	5	马升峰、许延辉、孟志军、关卫华、王荣、刘铃声、李裕、宋静	混合稀土碱性废水的处理方法，包括以下步骤：提供氢氧根离子浓度为 2.5~15mol/L、以氟的重量计的氟离子浓度为 0.1~10g/L 和以磷的重量计的磷酸根离子浓度为 2.6~70g/L 的混合稀土碱性废水；将所述混合稀土碱性废水在温度为 50~70℃且压力为 4.0~8.0MPa 的条件下进行膜分离处理以形成渗滤液和截留液；其中，所述渗滤液中富集氟离子和氢氧根离子；所述截留液中富集磷酸根离子；膜分离处理采用纳滤膜进行。本发明的处理方法可以将混合稀土碱性废水中的氟离子和较高浓度的磷酸根离子进行分离。本发明还公开了纳滤膜在处理混合稀土碱性废水以分离氟离子和磷酸根离子中的用途。
南昌大学	5	刘小真、肖辉、周文武、林鹤	本发明公开了一种稀土冶炼分离废水资源化处理工艺，通过采用“AO 系统+混凝+多介质过滤+超滤+反渗透”的工艺流程，解决了现有稀土冶炼分离废水的高盐分和氨氮达标排放的问题，可有效降低废水中盐分的浓度，减少高盐分废水的排放，同时能够回收利用废水中的氨氮，处理后的回用水可继续用于稀土冶炼，实现了对水资源和盐资源的高效利用。本发明工艺具有分离和回收效率高、工艺简单、操作方便等优点，适用于稀土冶炼分离废水的资源化处理，在稀土行业中有良好的应用前景。
中南大学	4	王学文、孟钰麒、王懿、何汉兵、王明玉、杜艳苹	一种稀土冶炼工艺过程含氯废水治理的方法，先将稀土冶炼过程产生的含氯废水通过加入石灰及硫酸钠转化成含氯化钠的溶液，然后往含氯化钠的溶液加入稀土冶炼工艺过程所用的盐酸或通入 HCl 气体，利用氯离子产生的同离子效应，迫使其中的氯化钠结晶析出，或加入碳酸钠或/和碳酸氢钠，利用钠离子产生的同离子效应，促使其中的氯化钠沉淀析出，过滤得氯化钠晶体，无需蒸发浓缩，能将含氯废水中的氯分离。本发明具有清洁环保，经济高效等优点，适合稀土冶炼工艺过程含氯废水治理的工业应用。

废料回收利用新工艺可合作的高校院所及技术人才

可合作高校院所	专利数量(件)	可合作人才	最新技术动向
江西理工大学	66	何文成、汪金良、王伟生、雷翔	一种从钽铁硼废料和电子废料中回收稀土与有价金属的方法，通过将钽铁硼废料和电子废料与石英石、石灰石以及焦炭进行配料，利用顶吹熔炼炉对混合料进行熔炼；通过控制氧化过程的条件，使混合熔炼渣中的稀土、铜和铁氧化为氧化物；通过控制还原过程的条件，使混合熔炼渣中铜的氧化物还原为金属铜，铁的氧化物和稀土氧化物不被还原而保留在渣层中，最终即可实现钽铁硼废料和电子废料中稀土、铜、金、银等有价金属的同步回收。

北京工业大学	34	路清梅、黄焱、东书汉、岳明	一种利用废料表面改属于稀土永磁材料及其回收技术领域。包括如下步骤：1、对钕铁硼废料进行表面清理；2、对步骤1处理后的废料进行粗破碎、氢爆和气流磨，获得粉末料P1；3、P1粉末中加入一定量稀土金属或合金，以及抗氧化剂，经滚渗混料，得到表面改性粉末P2；4、将一定比例的P2粉末与其它富稀土合金气流磨粉混合，得到混合粉末P3；5、对粉末P3进行压制成型，烧结制成再生钕铁硼磁体。本发明方法改性后的磁粉取向度高，制成的再生磁体力学性能和矫顽力显著提高，综合磁性能相当甚至高于原始磁体，适用于富含高丰度轻稀土元素的LaCe-Nd-Fe-B磁体。
北京科技大学	9	胡文韬、汪东芳、刘欣伟	一种钕铁硼废料溶液电解再生方法。本发明首先去除钕铁硼拆解废料表面的防腐层，然后借助钕铁硼磁性使废料聚集为整体并用作电解系统的阳极。电解过程中阳极溶解，稀土、铁离子进入溶液。其中，铁离子在阴极析出，成为高纯铁；稀土元素以离子态富集于电解液中。电解结束后以溶剂萃取方式回收电解液中的稀土元素，生产稀土氧化物或者进一步生产稀土金属。本发明可在电解过程中直接回收高纯度电解铁产品，再利用萃取分离留在电解液中的Nd、La、Dy等稀土离子，工艺过程对温度的需求不高，可在常温下进行，实现铁和稀土的高附加值利用。
湖南稀土金属材料研究院	6	吴希桃、王志坚、刘荣丽、王贵超、罗芝雅、罗勉、石雪峰	一种稀土抛光粉废料的回收方法，包括以下步骤：将稀土抛光粉废料采用强酸多级逆流浸出，制得含稀土离子的浸出液；将含稀土离子的浸出液采用第一萃取剂进行第一次萃取，制得萃余液；将萃余液采用第二萃取剂进行第二次萃取，制得萃取液；将萃取液经酸洗涤、反萃后得到高纯氯化稀土溶液，高纯氯化稀土溶液与表面活性剂、碳酸氢铵混合，制得碳酸稀土；将碳酸稀土与氟化物混合再焙烧，得到高性能稀土抛光粉。该方法回收率高，制得的抛光粉纯度高，抛光性能优异，且能耗低、环境友好。
中国科学院江西稀土研究院	9	马强、徐海波、李志彬、王鑫	钕铁硼废料的回收方法、永磁铁氧体与再生稀土永磁材料，所述回收方法包括：(1)将钕铁硼废料与固体盐剂的混合物进行选择性的盐化焙烧，得到焙烧产物；(2)将步骤(1)所得焙烧产物依次进行浸取与固液分离，得到稀土料液与永磁铁氧体前驱体；(3)对步骤(2)所得稀土料液进行沉淀处理后固液分离，所得固体进行煅烧后，再经过熔盐电解得到混合稀土。所述回收方法利用固体盐剂对稀土和非稀土元素的选择性，实现了废料中稀土元素的高效提取，得到了可用于再生稀土永磁材料制备的高纯度的混合稀土，同时将浸出渣永磁铁氧体的前驱体进行回收；并且所述回收方法还降低了酸耗量，缩短了工艺流程，无酸性废水和废渣产生。

内蒙古科技大学	20	孙鹤、杨育圣、刘莉文、杨华峰	一种钕钴合金废料在熔盐中电化学制备多孔钴合金的方法，包含如下步骤：将钕钴合金废料在氯化物熔盐中进行电化学氧化反应，得到多孔钴合金。本发明的方法不需要使用酸碱液体参与钕钴合金废料回收，防止产生工业三废，只是在清洗多孔钴合金时产生少量的含氯化物废水，该废水通过脱水即可回收氯化物，对环境无害。加入的氯化物熔盐能够降低钕钴合金废料回收的温度，减少能源浪费。本发明的方法流程简单，只需要进行一步电化学反应即可分离钕钴合金废料中的杂质组分，而且回收产物除了稀土产品之外，制备的多孔钴合金相比较传统方法的钴合金产品附加值较高。
内蒙古大学	5	许轩、张军、贾晓峥、高军	本申请公开了一种从稀土永磁泥状废料中回收稀土和钴元素的方法，包括至少以下步骤：（a）将浸溶阳极、氧化阳极和阴极置于电解液中进行电解；所述浸溶阳极上吸附有稀土永磁泥状废料；浸溶阳极通过析氧反应产生 H ⁺ ，浸溶阳极上稀土永磁泥状废料中的铁、钴和稀土元素以离子形式进入电解液；氧化阳极将电解液中的 Fe ²⁺ 氧化成 Fe ³⁺ ；阴极通过析氢反应产生的 OH ⁻ 将 Fe ³⁺ 以 Fe(OH) ₃ 的形式沉淀；（b）停止电解后，调节电解液的 pH 使 Fe ³⁺ 以 Fe(OH) ₃ 的形式沉淀，通过固液分离去除铁；（c）向（b）中固液分离后的滤液中加入草酸，再通过固液分离，获得稀土草酸盐和含 Co ²⁺ 的溶液；稀土草酸盐通过焙烧后，获得稀土氧化物。
中国科学院金属研究所	6	何杰、江鸿翔、杨鹏举、张丽丽	一种再生稀土改性的高导电 6101 铝合金材料及其制备方法。按质量百分比计，再生稀土元素 Sm 或 La 0.03~0.3%，铁 Fe 0.05~0.1%，余量为 6101 铝合金。首先，用 Mg 元素提取稀土磁性废料中稀土元素 Sm 和 La 制备 Mg-Sm 和 Mg-La 中间合金；其次，依次将元素 Si、Fe、Mg 加入铝熔体中，搅拌合金熔体并保温；然后，向熔体通入精炼剂和通入氩气进行精炼；随后，稀土元素 Sm 或 La 以 Mg-Sm 或 Mg-La 中间合金加入合金熔体中，搅拌和静置后，获得均匀熔体，随之浇铸成锭；最后，依次对铸锭进行均匀化、固溶淬火、轧制变形、时效处理。

集聚稀土产业高端人才，构筑稀土产业创新高地。依托本地重点企业重点对重点领域核心人才进行储备与培养。下表为梁山县专利布局数量较多的技术人才列表，其中林平、李军、商成朋、郝宗华、高习贵、赵善奇、赵四军、商成乐、孙明华是中稀天马新材料科技股份有限公司的重要发明人，王志远、林化成、何金辉、张军全、王薪鹏是山东

南稀金石新材料有限公司的重要发明人。

一是构建荣誉激励与创新支持双轮驱动机制。针对中稀天马、南稀金石等重点企业的核心发明人，应加大精神激励力度，支持其申报“泰山产业领军人才”“济宁市创新领军人才”等省级、国家级人才计划，以提升其行业影响力。

二是优化人才生态圈，破解“留才难”瓶颈。针对梁山县稀土企业地理位置偏、配套不足的问题，需加快完善园区生活服务设施，落实《良善英才二十条措施》中的安居工程，为高层次人才提供购房补贴、租房优惠及子女教育“绿色通道”。

三是深化政企协同育才，激活本土人才潜力。政府可联合企业开展定向劳动技能培训，例如借鉴“梁山好‘焊’”劳务品牌培育经验，开设稀土材料制备、高端磁体研发等专项技能课程，并推行“新型学徒制”，由企业技术骨干担任导师，实现“师带徒”技术传承。

四是强化产学研联动，打造技术转化高地。鼓励企业联合高校搭建创新平台，如南稀金石可效仿水泊智能与华中科技大学共建联合实验室的模式，引入研发团队攻克稀土提纯、永磁材料等“卡脖子”技术。政府可设立稀土产业技术转化基金，支持企业申报省级博士后创新实践基地，推动专利技术产业化。此外，通过“梁雁归巢”计划吸引本地高校学子返乡就业，形成“本土培养—高端回流—产业反哺”的良性循环。

表 6-4 本土技术人才列表

稀土产业	
主要技术人才	专利数量

稀土产业	
主要技术人才	专利数量
林平	54
王志远	50
商成朋	46
郝宗华	43
林化成	40
李军	31
高习贵	25
孙明华	22
何金辉	21
赵善奇	20
赵四军	19
商成乐	18
张军全	17
赵海峰	17
王薪鹏	16
孙明霞	15
冯小强	14
刘志勇	12
廖日东	12
孙久洲	11

对于目前梁山县稀土产业的核心技术方面的攻关需求,建议引进国外内已有研发基础的人才团队,如 SHIMODA TATSUYA、TAKEHISA MINOWA、刘勇、冯立新、黄小卫、叶亮等,强化现有优势。建议企业以薪资待遇、股权奖励、分红权激励等形式吸引人才,同时,建议梁山县政府配套给予住房补贴、落户政策、子女教育等优惠政策,帮助企业留住人才。

表 6-5 稀土产业技术人才及研发方向

国外主要创新人才	专利数量	所在机构
SHIMODA TATSUYA	162	SEIKO EPSON CORP

AKIOKA KOJI	99	SEIKO EPSON CORP		
TAKEHISA MINOWA	96	SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.		
MINOWA, TAKEHISA	85	SHIN ETSU CHEM CO LTD		
OKONOJI ITARU	85	SEIKO EPSON CORP		
SATO TADAKUNI	83	TOKIN CORP		
MINOWA, TAKEHISA	82	SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.		
HIROZAWA SATORU	66	SUMITOMO SPECIAL METALS CO LTD		
ISHIKAWA TAKASHI	60	SUMITOMO METAL MINING CO LTD		
KOBAYASHI OSAMU	58	SEIKO EPSON CORP		
国内主要创新人才	专利数量(件)	创新主体	近期研发方向	共同研发人才
刘勇	67	信丰县包钢新利稀土有限责任公司	钕铁硼废料回收	曾青云、张华、张相良
冯立新	48	江苏麟龙新材料股份有限公司	稀土元素应用,例如重防腐涂料、热浸镀合金等	张敏燕、魏小昕、蒋穹、陈竺、张平则等
张敏燕	48	有研稀土新材料股份有限公司	稀土元素应用,例如重防腐涂料、热浸镀合金等	张敏燕、魏小昕、蒋穹、陈竺、张平则等
聂祚仁	116	北京工业大学	金属合金、有色金属	吴晓蓝、文胜平、黄晖
黄小卫	113	有研稀土新材料股份有限公司	稀土提纯、分离、稀土磁粉、抛光粉等	龙志奇、崔大立、冯宗玉
张华	69	信丰县包钢新利稀土有限责任公司	钕铁硼废料回收、钕铁硼磁体、稀土储氢	曾青云、刘勇、张相良
叶亮	80	赣州市恒源科技股份有限公司	钕铁硼废料回收、萃取、荧光粉	詹群
刘玉宝	65	包头稀土研究院	稀土熔盐电解废料方法、稀土储氢等	陈国华、赵二雄、吕卫东
郝先库	65	包头市京瑞新材料有限公司	稀土元素制备工艺等、催化剂、抛光粉	张瑞祥、刘海旺、王士智、许宗泽
张瑞祥	65	包头市京瑞新材料有限公司	稀土元素制备工艺等	郝先库、刘海旺、王士智、许宗泽

6.4 专利赋能

针对梁山县稀土产业的稀土新材料部分的下游企业，项目组对储氢电池、电机、三元催化、半导体元件、节能灯等稀土下游预合作的24家企业专利情况进行排查，从专利数据角度给予一定参考。储氢电池方向安泰科技股份有限公司在发明专利数量上较有优势；电机方向及三元催化方向上卧龙电气驱动集团股份有限公司、山东国瓷功能材料股份有限公司发明授权专利数量较多；半导体元件方向中芯国际集成电路制造（上海）有限公司不论是在发明授权专利数量还是授权占比上均有明显优势；佛山电器照明股份有限公司在节能灯方向上布局了大量的专利申请。

中稀天马、烁成新材料、南稀金石与曲阜金升电机、中山大洋电机、卧龙电气驱动集团股份有限公司等可采取差异化合作策略。针对曲阜金升电机，作为区域内企业，可优先洽谈专利转让许可，利用其在中小型稀土永磁电机的工艺专利，结合自身稀土原料优势，联合开发高性价比电机产品，共同开拓本地及周边市场。对于中山大洋电机，可聚焦其新能源汽车驱动电机专利，通过专利许可+技术入股方式，引入核心专利技术，配套提供定制化稀土材料，绑定产业链上下游合作，共同布局新能源汽车电机市场。而卧龙电气在工业电机领域专利储备丰富，可争取专利转让部分成熟技术，如高效节能电机控制算法专利，快速实现产品升级，并利用其品牌背书提升市场认可度。

蒙稀新材料可与华润微电子控股有限公司、中芯国际集成电路制造（上海）有限公司等合作，建立定制化产品服务体系，根据半导体

制程的不断升级，研发适配更高精度要求的抛光材料，提高产品的附加值，倒逼蒙稀新材料加大专利申请力度，围绕核心技术、关键工艺、产品应用等维度构建专利组合。

表 6-6 产业链下游企业专利情况统计

稀土储氢—储氢电池方向					
企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
安泰科技股份有限公司	987	544	704	490	69.60%
内蒙古稀奥科贮氢合金有限公司	23	17	8	6	75%
包头中科轩达新能源科技有限公司	12	10	11	9	81.82%
稀土永磁—电机方向					
企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
曲阜金升电机有限公司	33	29	3	1	33.33%
济宁环中宇机电有限公司	1	0	0	0	0
中山大洋电机股份有限公司	1461	955	272	190	69.85%
卧龙电气驱动集团股份有限公司	1898	1358	584	195	33.39%
浙江方正电机股份有限公司	209	90	35	19	54.29%
浙江金龙电机股份有限公司	114	74	24	12	50%
德昌电机(深圳)有限公司	1160	184	911	509	55.87%
广东威灵电机制造有限公司	2259	1456	1051	515	49.00%
稀土催化—三元催化方向					
企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
无锡威孚环保催化剂有限公司	329	170	279	126	45.16%
昆明贵研催化剂有限责任公司	100	45	84	38	45.24%
山东国瓷功能材料股份有限公司	323	204	281	166	59.07%
淄博加华新材料有限公司/淄博加华新材料资源有限公司	37	19	19	9	47.37%
中自科技股份有限公司	301	203	218	129	59.17%
稀土抛光—半导体元件					
企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
华润微电子控股有限公司	98	30	86	15	17.44%
中芯国际集成电路制造(上海)有限公司	15112	8378	13946	9317	66.81%
徐州鑫晶半导体科技有限公司	238	203	98	35	30.71%

天津众晶半导体材料有限公司	75	46	21	3	14.29%
蓝思科技股份有限公司	465	332	125	75	60%
稀土发光—节能灯方向					
企业名称	专利申请数量	有效专利	发明专利数量	发明授权数量	发明授权占比
佛山电器照明股份有限公司	1718	1241	255	81	31.76%
深圳爱克莱特科技股份有限公司	621	360	90	41	45.56%
有研稀土新材料股份有限公司	522	291	491	360	73.32%

聚焦高端稀土产业技术，培育和引进高价值专利。稀土产业作为梁山县战略性支柱产业，既是国家政策重点支持方向，也是区域经济高质量发展的重要引擎。当前梁山县在稀土领域存在高价值专利储备不足、发明专利授权量偏低等突出问题。高价值专利培育具有双重战略意义：从产业维度看，是构建现代知识产权运营体系、提升科技成果转化效率的关键路径；从发展维度看，是践行创新驱动发展战略、实现产业转型升级的核心支撑。针对梁山县现状，建议采取“内生培育+外部引进”双轮驱动策略：

一是强化本土企业创新主体地位，重点扶持中稀天马新材料、山东南稀金石新材料等骨干企业，聚焦三大技术攻关方向：**1.稀土冶炼高效低碳工艺；2.生产流程节能降耗技术；3.智能化装备升级改造。**通过建立专利导航机制，将技术研发、专利申请、成果转化纳入全生命周期管理，构建“技术突破-专利布局-产业应用”的创新闭环。

二是依托已梳理的重点专利数据库（详见附表），实施精准化专利运营：**1.通过许可转让引入优质专利资源；2.开展专利组合二次开发。**特别要关注稀土永磁材料、催化材料等前沿领域的核心专利引进，加速形成技术集聚效应。

通过系统推进高价值专利培育工程，可有效实现“四链融合”：

以专利链牵引创新链，以创新链支撑产业链，以产业链激活价值链，最终培育形成具有市场竞争力的稀土新材料产业集群，为县域经济高质量发展注入新动能。

表 6-7 稀土产业领域重点专利列表

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN93105197.5	友联石油公司	从含氟化物矿石中回收铈	稀土元素回收
CN96196505.3	罗纳·布朗克化学公司	基于氧化锆和氧化铈的组合物、其制备方法和用途	
CN99106463.1	住友金属矿山株式会社	从含稀土元素的材料中回收有价值的金属的方法以及所获得的合金粉末	
CN200810175912.7	黄日平;钟月明;邬元旭	离子型稀土矿浸矿除杂沉淀的新方法	
CN201080034211.7	日立金属株式会社	稀土类磁铁用原料合金的氢粉碎粉的回收方法及回收装置	
CN201210561672.0	广州有色金属研究院	一种电解还原铈的方法	
CN201310304975.9	广州有色金属研究院	一种草酸稀土沉淀废水的回收方法	
CN201280023607.0	奥贝特铝业有限公司	从含铝材料中回收稀土元素的方法	
CN201280031537.3	奥贝特铝业有限公司	用于从各种矿石中回收稀土元素的方法	
CN201410382164.5	广东省工业技术研究院 (广州有色金属研究院)	一种含稀土磷灰石矿回收磷和钙的方法	
CN201380015254.4	吉坤日矿日石金属株式会社	从含稀土元素合金回收稀土元素的方法	
CN201280069226.6	齐龙工业陶瓷公司	使稀土和氧化锆材料再循环的方法	
CN201380026281.1	奥伯特氧化铝有限公司	回收稀土元素和稀有金属的方法	
CN201610396411.6	福建省长汀金龙稀土有限公司	一种从稀土废电极回收料和炉渣中回收稀土氟化物的方法	
CN201510276646.7	有研稀土新材料股份有限公司	稀土矿的冶炼分离方法	
CN201510335198.3	有研稀土新材料股份有限公司	从含稀土的铝硅废料中回收稀土、铝和硅的方法	
CN201710636424.0	赣州市恒源科技股份有限公司	一种钽铁硼废料回收尾气处理装置及其控制方法	
CN201910509925.1	信丰县包钢新利稀土有限责任公司	一种稀土金属萃取废液回收器	
CN201780088026.8	瑞乌诺有限公司	用于加工包含镧系元素的矿物和	

		生产稀土氧化物的系统和方法	
CN202011026000.0	贵州省地质矿产中心实验室(贵州省矿产品黄金宝石制品质量检验站)	一种磷稀土化学精矿浸出液中回收酸和硅的方法	
CN202011458011.6	中国科学院江西稀土研究院;中国科学院过程工程研究所	一种稀土元素吸附剂及其制备方法和应用	
CN202110798789.X	江西理工大学	一种钕铁硼油泥分离回收稀土和铁的方法	
CN202110798196.3	江西理工大学	一种钕铁硼油泥综合回收稀土和铁的方法	
CN202111353902.X	宁波可可磁业股份有限公司	钕铁硼废料回收装置中的碎料机构	
CN202080051875.8	西弗吉尼亚大学	从酸性矿山废水中回收高品位稀土精矿的系统 and 工艺	
CN202210456413.5	江苏晨朗电子集团有限公司	一种镀镍烧结钕铁硼废料的回收利用方法	
CN202210885384.4	江西理工大学	一种一步萃取分离和回收稀土与铁的方法	
CN202210112805.X	虔东稀土集团股份有限公司	一种稀土元素的回收方法	
CN202310327792.2	湖南东方钨业股份有限公司	一种金属钨的回收方法	
CN201120283633.X	吴泉锦	一种新型稀土酸液与萃取剂分离回用装置	
CN99101105.8	宁波韵升强磁材料有限公司	用边废料制作钕铁硼系永磁体的方法	稀土熔炼
CN99816359.7	昭和电工株式会社	稀土类磁铁废屑的熔炼方法和熔炼装置以及稀土类磁铁废屑的一次熔炼合金	
CN03119658.6	钢铁研究总院	稀土金属丝棒的生产方法	
CN200410022174.4	四川大学	高纯度薄板状钕铁硼合金铸锭的制作方法	
CN200510046911.9	沈阳工业大学	一种含混合稀土的无铅软钎料及其制备方法	
CN200510043073.X	河南科技大学	一种稀土铜合金及其制备方法	
CN200610020634.9	四川大学	一种含稀土 La 的牙用烤瓷支架钴铬合金	
CN200710305291.5	横店集团东磁股份有限公司	稀土永磁材料及其制造方法	
CN200810105199.9	北京科技大学	一种热浸镀铝技术提高钕铁硼永磁体抗氧化性的方法	
CN201310637736.5	江苏大学	一种高性能各向异性钕铁硼磁体的制备方法	

CN201410461611.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Tb 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法	
CN201410461628.1	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种基于晶粒重组的烧结钕铁硼永磁铁及制造方法	
CN201410461675.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Ho 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法	
CN201410461743.9	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种具有复合主相的钕铁硼永磁铁及其制造方法	
CN201510772039.X	苏州萨伯工业设计有限公司	在磁钢废料中添加纳米金属粉制备含钷稀土永磁材料的方法	
CN201510101213.8	有研稀土新材料股份有限公司	稀土磁致伸缩材料制备方法及稀土磁致伸缩材料	
CN201611062230.6	宁波科星材料科技有限公司	一种钷钴基复合磁性材料制备方法及其钷钴基复合磁性材料	
CN201710531508.8	江西理工大学	一种高强高导 Cu- Cr- Mg- Sn- Ce 合金线材及其制备方法	
CN201810481851.0	宁波科田磁业有限公司	一种含 Tb 高性能高矫顽力磁体及其制备方法	
CN201910538114.4	上海交通大学	一种高强度 Mg-Gd-Er-Y 镁合金及其制备方法	
CN202010175950.3	华南理工大学	一种钷-钷-铁合金材料、钷-钷-钷-铁合金材料、制备方法及应用	
CN202011291859.4	宁波金鸡强磁股份有限公司	一种高性能烧结钕铁硼磁体及其制备方法	
CN202011540839.6	苏州希镭瑞新材料科技有限公司	一种镱/铽靶的制造方法	
CN202110521424.2	中钢天源股份有限公司	一种高综合性能钕铁硼的制作方法	
CN202110803539.0	先导薄膜材料有限公司	一种提高铝钷合金靶材均匀性的方法	
CN202110982084.3	湖南稀土金属材料研究院有限责任公司	La-Ti 合金靶及其制备方法	
CN202111615720.5	上海耀鸿科技股份有限公司	铝合金改性用复合稀土合金及其制备方法	
CN202211048823.2	广东省科学院资源利用与稀土开发研究所;惠州市福益乐永磁科技有限公司	一种稀土铁硼永磁单晶的助熔剂生长方法	
CN202211130450.3	湖南省大禹科技发展有限公司	一种稀土铝碳硅制动盘的成型方法和成型设备	
CN202410434501.4	江苏海洋大学;蓝湾海洋资源开发技术创新中心	一种高耐腐蚀稀土镁合金的制备方法	
CN99101105.8	宁波韵升强磁材料有限	用边废料制作钕铁硼系永磁体的	稀土合金

	公司	方法
CN99816359.7	昭和电工株式会社	稀土类磁铁废屑的熔炼方法和熔炼装置以及稀土类磁铁废屑的一次熔炼合金
CN03119658.6	钢铁研究总院	稀土金属丝棒的生产方法
CN200410022174.4	四川大学	高纯度薄板状钕铁硼合金铸锭的制作方法
CN200510046911.9	沈阳工业大学	一种含混合稀土的无铅软钎料及其制备方法
CN200510043073.X	河南科技大学	一种稀土铜合金及其制备方法
CN200610020634.9	四川大学	一种含稀土 La 的牙用烤瓷支架钴铬合金
CN200710305291.5	横店集团东磁股份有限公司	稀土永磁材料及其制造方法
CN200810105199.9	北京科技大学	一种热浸镀铝技术提高钕铁硼永磁体抗氧化性的方法
CN201310637736.5	江苏大学	一种高性能各向异性钕铁硼磁体的制备方法
CN201410461611.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Tb 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法
CN201410461628.1	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种基于晶粒重组的烧结钕铁硼永磁铁及制造方法
CN201410461675.6	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种含 Ho 的多主相钕铁硼永磁铁及制造方法
CN201410461743.9	沈阳中北通磁科技股份有限公司	一种具有复合主相的钕铁硼永磁铁及其制造方法
CN201510772039.X	苏州萨伯工业设计有限公司	在磁钢废料中添加纳米金属粉制备含钕稀土永磁材料的方法
CN201510101213.8	有研稀土新材料股份有限公司	稀土磁致伸缩材料制备方法及稀土磁致伸缩材料
CN201611062230.6	宁波科星材料科技有限公司	一种钕钴基复合磁性材料制备方法及其钕钴基复合磁性材料
CN201710531508.8	江西理工大学	一种高强高导 Cu- Cr- Mg- Sn- Ce 合金线材及其制备方法
CN201810481851.0	宁波科田磁业有限公司	一种含 Tb 高性能高矫顽力磁体及其制备方法
CN201910538114.4	上海交通大学	一种高强度 Mg-Gd-Er-Y 镁合金及其制备方法
CN202010175950.3	华南理工大学	一种钇-铈-铁合金材料、钇-铈-铈-铁合金材料、制备方法及应用
CN202011291859.4	宁波金鸡强磁股份有限公司	一种高性能烧结钕铁硼磁体及其制备方法

CN202011540839.6	苏州希镛瑞新材料科技有限公司	一种镉/铽靶的制造方法	
CN202110521424.2	中钢天源股份有限公司	一种高综合性能钹铁硼的制作方法	
CN202110803539.0	先导薄膜材料有限公司	一种提高铝钨合金靶材均匀性的方法	
CN202110982084.3	湖南稀土金属材料研究院有限责任公司	La-Ti 合金靶及其制备方法	
CN202111615720.5	上海耀鸿科技股份有限公司	铝合金改性用复合稀土合金及其制备方法	
CN202211048823.2	广东省科学院资源利用与稀土开发研究所;惠州市福益乐永磁科技有限公司	一种稀土铁硼永磁单晶的助熔剂生长方法	
CN202211130450.3	湖南省大禹科技发展有限公司	一种稀土铝碳硅制动盘的成型方法和成型设备	
CN202410434501.4	江苏海洋大学;蓝湾海洋资源开发技术创新中心	一种高耐腐蚀稀土镁合金的制备方法	

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN202110231870.X	广东省科学院稀有金属研究所	一种合金粘结剂、复合稀土永磁材料及其制备方法	稀土永磁材料
CN200810116718.1	宁波科宁达工业有限公司;北京中科三环高技术股份有限公司	含钆的烧结稀土永磁合金及其制备方法	
CN200810062959.2	浙江升华强磁材料有限公司	含钬的钹铁硼稀土永磁材料及其制造方法	
CN200910082849.7	北京中科三环高技术股份有限公司;宁波科宁达工业有限公司	具有优良磁化特性的烧结钹铁硼稀土永磁体及其制造方法	
CN200880000095.X	昭和电工株式会社	R-T-B 型合金及其制造方法、用于 R-T-B 型稀土永磁体的细粉和 R-T-B 型稀土永磁体	
CN201510555823.5	中国科学院宁波材料技术与工程研究所;宁波招宝磁业有限公司	一种镧钕铁基永磁粉及其制备方法	
CN201310090328.2	钢铁研究总院	一种稀土永磁合金及其磁性相复合制备方法	
CN201811623971.6	内蒙古科技大学	一种利用白云鄂博共生原矿混合稀土制备的永磁材料及其制备方法	
CN201210454269.8	山西汇镝磁性材料制作有限公司	用于粘结永磁体的助熔合金材料	
CN201510546134.8	包头天和磁材技术有限责任公司	稀土永磁材料的制造方	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		法	
CN201310201643.8	江西江钨稀有金属新材料有限公司	一种稀土永磁材料	
CN02809025.X	马格内昆茨国际公司	用雾化永磁粉制备的粘合磁体	
CN88103566.1	郭灿杰	低温度系统的永磁体	
CN93105618.7	中国科学院物理研究所	一种含稼的稀土—铁基永磁碳化物及其制备方法	
CN2017110755308.0	钢铁研究总院	一种高强度高韧性永磁体及其制备方法	
CN201310486477.0	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	稀土永磁体及其制备方法	
CN201510706148.1	钢铁研究总院	高抗裂度、高矫顽力的多主相Nd-Fe-B型永磁体及其制备方法	
CN201110235729.3	赣州嘉通新材料有限公司	一种制备复合添加钆、钪和钇的烧结钕铁硼永磁材料的方法	
CN201510706159.X	钢铁研究总院	一种高耐蚀性多硬磁主相Ce永磁体及其制备方法	
CN201710207538.3	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	一种含Y的稀土永磁合金速凝片	
CN201910093519.1	苏州大学	双茂基稀土金属配合物在催化胺硼烷脱氢偶联中的应用	
CN202110970907.0	中国科学院化学研究所	含稀土离子的仿生水裂解催化剂及其制备方法和应用	
CN202211615223.X	丰益高分子材料(连云港)有限公司	含有稀土元素的沸石分子筛催化剂及其合成方法和用途	
CN201410182775.5	徐州工程学院	一种稀土磷钨酸型氮氧化物吸附分解催化剂及其制备方法	稀土催化材料
CN201210090762.6	浙江大学	一种用于制备脂肪族聚碳酸酯的稀土磷酸酯盐调节的三元催化剂及其制备方法和应用	
CN02137242.X	华东理工大学	用于羰基硫水解的稀土硫化物催化剂及其制备方法	

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN94107337.8	化学工业部北京化工研究院	含重稀土氧化物的顺酐催化剂及其应用	
CN201310394971.4	安徽师范大学	一种稀土配合物催化剂,其制备方法、用途以及应用方法	
CN201210112086.8	淮阴师范学院	多形貌稀土掺杂BiVO ₄ 复合光催化剂及其制备方法	
CN01114383.5	湖北省化学研究所	含有多种稀土元素的合成尿素用二氧化碳原料气除氢催化剂	
CN200910307832.7	哈尔滨工业大学	稀土金属甲烷催化剂及其制备方法	
CN200810243774.1	苏州大学	N-芳氧基功能化酮亚胺基稀土金属胺化物及其催化用途	
CN201410114009.5	史高峰	一种稀土元素催化合成聚甲氧基甲缩醛的方法	
CN201010583672.1	上海纳米技术及应用国家工程研究中心有限公司	一种稀土改性活性炭负载纳米金催化材料及制备方法	
CN200710011104.2	中国科学院大连化学物理研究所	一种含稀土元素的固体氧化物燃料电池阳极催化材料	
CN202410020744.3	陕西煤业化工技术研究院有限责任公司	一种稀土铁氧体型脱硝催化剂及其制备方法	
CN201810362158.1	太原大成环能化工技术有限公司	一种稀土改性的乙苯脱烷基催化剂及其制备方法	
CN200410025468.2	同济大学	中低温羰基硫水解的稀土氢氧化物催化剂及其制备方法	
CN201310745883.4	南昌大学;江西金世纪新材料股份有限公司	混合稀土改性甲烷水蒸气重整镍基催化剂及其制备方法	
CN201811453747.7	华东理工大学	醋酸乙酯加氢制乙醇的稀土型铜系催化剂及相应方法应用	
CN202010835858.5	包头天骄清美稀土抛光粉有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN200910022672.1	甘肃稀土新材料股份有限公司	一种稀土抛光粉及其制造方法	
CN200910022673.6	甘肃稀土新材料股份有限公司	稀土抛光粉及其制造方	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		法	
CN03130446.X	南开大学	稀土抛光粉的制备方法	
CN201010598755.8	珠海市吉昌稀土有限公司	稀土抛光盘	
CN200810103379.3	北京有色金属研究总院;有研稀土新材料股份有限公司	一种含 Ce ³⁺ 的稀土抛光粉及其制备方法	
CN202311173687.4	上海理工大学	一种高三价铈离子含量的铈基稀土抛光浆料的制备方法	
CN201911356139.9	浙江星星科技股份有限公司	一种用于玻璃面板抛光的稀土抛光液及利用其抛光的方法	
CN201510072924.7	柳州豪祥特科技有限公司	一种稀土抛光粉的制备工艺	
CN201710970171.0	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201710957265.4	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	钐铈稀土抛光粉及其制备方法	
CN201310542926.9	上海华明高纳稀土新材料有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201410256001.2	泰安麦丰新材料科技有限公司	一种稀土抛光粉的制备方法	
CN201210451141.6	上海华明高纳稀土新材料有限公司	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201710957300.2	淄博包钢灵芝稀土高科技股份有限公司	无氟稀土抛光粉组合物及其制备方法	
CN200610001059.8	北京工业大学	一种有机碱腐蚀介质的稀土抛光液	
CN201310310351.8	内蒙古科技大学	一种含镨超细高精密度稀土抛光粉及其制备方法	
CN201611082073.5	安徽电气集团股份有限公司	一种稀土材料抛光粉	
CN201711197409.7	高秀荣	稀土抛光粉及其制备方法	
CN201510060870.2	成都理工大学	高铈稀土抛光粉的制备方法	
CN202311166488.0	中国科学院福建物质结构研究所	一种多色光激励和热激励发光的稀土掺杂的荧光粉及其制备方法和应用	稀土发光材料
CN201710188710.5	大连海事大学	核-壳结构稀土硫化物X射线发光纳米粒子及其制备方法	

申请号	专利权人	名称	技术领域
CN00108496.8	中国科学技术大学	稀土碱式硫酸盐发光材料及其溶剂热合成方法	
CN201880041128.9	巴黎综合理工大学;国家科学研究中心	基于稀土元素的发光颗粒及其作为诊断剂的应用	
CN201510028235.6	山东大学	一种一维棒状稀土掺杂钇铝石榴石发光材料及其制备方法和应用	
CN202310367528.1	福州大学	稀土掺杂硫氧化物/氟化物异质核壳结构纳米发光材料	
CN202110063379.0	福建师范大学	一种碱金属-稀土三元硫化物纳米发光材料及其制备方法和应用	
CN202410011597.3	桂林电子科技大学	一种稀土离子掺杂BaSrGa ₄ O ₈ 基应力发光材料及制备方法	
CN02116896.2	北京有色金属研究总院;有研稀土新材料股份有限公司	一种含稀土的氧族化合物红色长时发光材料及其制造方法	
CN201010105425.0	中国科学院福建物质结构研究所	一种用于时间分辨多色荧光标记的稀土掺杂氟化钆纳米发光材料及其制备方法	
CN202010259824.6	南开大学	一类稀土基多模态发光钙钛矿材料及其制备方法和应用	
CN200610032269.3	湖南师范大学	铷激活的碱土稀土硫化物红色发光材料	
CN201010588504.1	中国科学院安徽光学精密机械研究所	掺杂IIA族稀土氧化物发光材料及其熔体法生长方法	
CN202210246665.5	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	一种增强氟化稀土荧光粉发光强度的方法	
CN201310385611.8	昆明理工大学	一种稀土离子掺杂的卤氧化铋发光材料及其制备方法	
CN201110121349.7	中国科学院安徽光学精密机械研究所	稀土及非稀土掺杂的铈酸盐及其混晶发光材料及熔体法晶体生长方法	
CN200610033014.9	中山大学	一种等离子体平板显示用稀土绿色发光材料及	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		其制备方法	
CN201710242429.5	中国科学院福建物质结构研究所	一种稀土掺杂氟化锆钠基纳米发光材料及其制备方法和应用	
CN201710308699.1	中国科学院福建物质结构研究所	一种具有多孔结构的稀土掺杂氟化锆锂纳米发光材料及其制备方法和应用	
CN201710028500.X	昆明理工大学	一种稀土离子掺杂的卤铅酸铋半导体发光材料	
CN200810176872.8	包头稀土研究院	RE-Fe-B 系储氢合金	稀土储氢材料
CN200810176873.2	包头稀土研究院	La ₁₅ Fe ₇₇ B ₈ 型储氢合金及其用途	
CN202010291096.7	包头稀土研究院	AB ₃ 型含钐储氢合金、电极、电池及其制备方法	
CN202211309237.9	云南电网有限责任公司电力科学研究院	镁基储氢材料及其制备方法	
CN202211632437.8	包头稀土研究院	稀土储氢合金及其制备方法	
CN202410476715.8	包头稀土研究院	稀土储氢合金、电极、电池及其制备方法和热处理方法	
CN201911232208.5	包头稀土研究院	含锆或钛 A2B7 型储氢合金、负极、电池及制备方法	
CN96191504.8	株式会社汤浅	储氢电极、镍电极和碱性蓄电池	
CN201680014628.4	FDK 株式会社	储氢合金粉末以及使用该储氢合金粉末的镍氢二次电池	
CN202310622858.0	上海朗申电子科技有限公司	一种常温常压下固态储氢的方法	
CN200810174609.5	三洋电机株式会社	储氢合金、使用该合金的储氢合金电极及镍氢二次电池	
CN201310069531.1	广西大学	Co 基储氢合金电极材料及其制备方法	
CN201210207006.7	广西大学	稀土储氢合金电极材料及其制备方法	
CN201910800746.3	中国科学院长春应用化学研究所;河南纳宇新材料有限公司	一种掺杂稀土氧化物的氢化铝储氢材料及其制	

申请号	专利权人	名称	技术领域
		备方法	
CN201811359671.1	杭州电子科技大学	一种纳米金属间化合物储氢材料的制备方法	
CN200580009718.6	通用汽车公司	可逆储氢体系及其使用方法	
CN201210206080.7	广西大学	铁基储氢合金电极材料及其制备方法	
CN201410112287.7	安泰科技股份有限公司	镁基储氢纳米·非晶合金的制备方法	
CN201110226094.0	安泰科技股份有限公司	镁基储氢合金的制备方法	
CN200410031751.6	株式会社汤浅	储氢电极、镍电极和碱性蓄电池	