

中国稀土消费结构现状与趋势分析

杨斌清^{1*}, 程 婧², 徐鹏伟²

(1. 赣南科技学院 经济与现代金融学院, 江西 赣州 341000;

2. 江西理工大学 经济管理学院, 江西 赣州 341000)

摘要:稀土元素应用不均衡的难题已经引起业界高度重视,为此,本文收集了1987—2018年稀土产品在冶金工业、石油化工、玻璃陶瓷、新材料、农轻纺等方面运用的时间序列数据,对稀土产品消费结构现状及稀土元素应用不均衡难题进行了分析,构建了稀土5个消费领域的ARIMA预测模型,对稀土5个消费领域在2020—2025年的消费量进行了预测。到2025年,中国稀土需求总量将达到15.66万吨,与2018年相比年复合增长率为6.3%,其中稀土新材料产品需求将继续保持上升的发展趋势,其消费占比由2018年的72.6%上升到79.43%,而稀土在农业、轻纺、冶金和机械等传统领域的消耗占比则有所下降,其占比为20.57%。根据稀土在各领域消费及元素消费预测结果,结合稀土产业现状,提出了促进稀土元素均衡应用的政策建议。

关键词:稀土元素;稀土消费;消费预测;ARIMA模型

中图分类号:F427

文献标识码:A

文章编号:1004-0277(2022)05-0150-09

近年来,随着战略性新兴产业特别是新能源汽车的快速发展,带动了稀土永磁材料市场的快速发展,造成稀土元素消耗与各元素丰度不匹配的问题,即稀土元素稀缺性与应用不均衡的问题。在以“稀土元素均衡应用与战略性新兴产业的和谐发展”为主题的第六届中国包头·稀土产业论坛上,干勇^[1]院士指出,稀土元素均衡利用的关键是解决镧、铈、钇的应用,唯有通过开拓镧、铈、钇终端应用市场,拉动需求,大幅度减少库存,才是稀土应用的重要方向。朱明刚^[2]在“稀土永磁材料发展与技术进步”的报告中指出,提高稀土永磁材料的综合磁

性能,一方面要降低成本,另一方面是开发高丰度镧、铈稀土元素在永磁材料中的应用技术,提高稀土资源的平衡利用水平,加快科研成果向产业发展转化,推动产业转型和技术升级。张沛龙^[3]指出,稀土储氢材料的研发及产业化不仅可以推动混合动力汽车的发展,还可以开拓镧、铈等高丰度稀土元素的终端运用,将促进稀土资源的平衡利用和稀土行业的可持续发展。陈云贵、涂铭旌、唐定襄^[4]通过实验表明,无钕或无镨钕储氢合金的推广使用可以在一定程度上缓解镧、铈应用不足与镨、钕供应紧张之间的矛盾。孟庆江^[5]指出,随着稀土永磁

收稿日期:2020-10-13

基金项目:国家自然科学基金项目(71241022)

作者简介:杨斌清(1967-),女,江西萍乡人,硕士,教授,主要从事有色冶金行业发展战略与区域经济研究,E-mail:1061653362@qq.com

DOI:10.16533/J.CNKI.15-1099/TF.20220030

材料及其应用领域的快速发展,对稀土产品消耗量的比重逐年增大,至今已占国内稀土市场的60%以上,其主要消耗镨、钕等元素,形成稀土元素产品市场的不平衡,大量高配分稀土产品(镧、铈、钐、钇等)过剩积压,导致产业结构失衡的问题应引起高度重视。

稀土元素具有共生性、元素稀缺不均衡和应用不均衡等特性,相关学者对稀土元素应用不均衡的问题都提出了自己的见解,然而,针对各稀土元素稀缺不均衡和应用不均衡的分析、预测,尤其是各稀土元素产品消费的定量化分析较少,因此,本文收集了1987—2018年稀土产品在冶金工业、石油化工、玻璃陶瓷、新材料、农轻工等方面的时间序列数

据,对其未来消费及主要稀土元素的趋势进行预测分析,以破解稀土元素应用不均衡的难题。

1 中国稀土产品消费结构现状及结构性失衡问题分析

1.1 中国稀土产品消费结构现状分析

稀土产品消费运用与稀土产业的发展密切相关,其消费领域可分为传统领域和稀土新材料领域,传统产业消费领域包括冶金机械、石油化工、玻璃陶瓷、农业轻工纺织等,稀土新材料领域包括稀土永磁、稀土发光、稀土抛光、稀土储氢、稀土催化等。1987—2018年稀土在这些领域的消费数据详见表1,中国稀土消费结构变化趋势见图1。

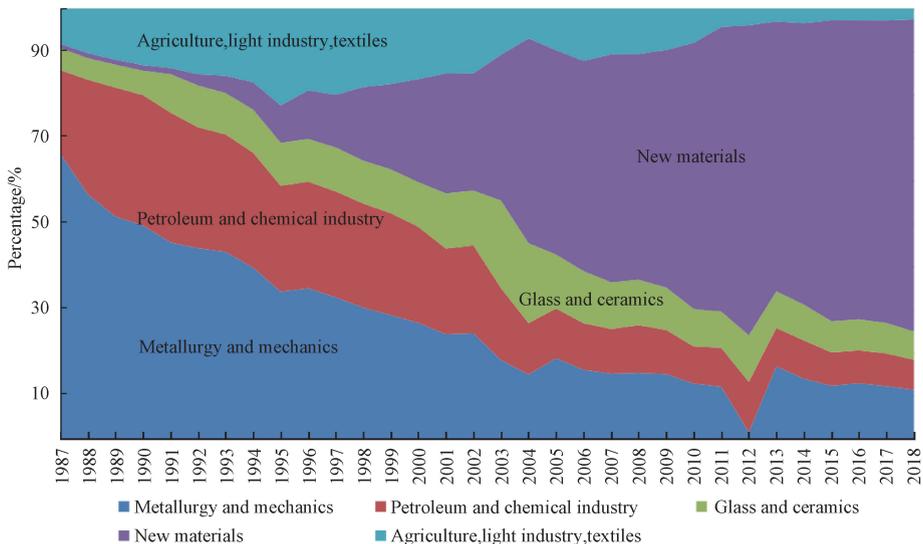


图1 中国稀土消费结构变化趋势图

Fig. 1 The trend of China's rare earth consumption structure

从图1和表1可以看出,2018年中国稀土新材料需求量约为国内总稀土需求量的72.6%,其中冶金机械、石油化工、玻璃陶瓷、农业轻工纺织等传统产业领域的消费需求占比分别为11.4%、7.0%、6.6%和2.4%。稀土总体消费需求从1987年的0.488万吨(REO)快速增长到2018年的10.85万吨(REO),32年增长了2223.3%。稀土产品在新材料领域的消费需求同样经历了快速

增长和稳定增长阶段,消费需求量从1987年的0.005万吨(REO)增长到2018年的峰值7.88万吨(REO),32年增长了157500%。随着稀土新材料的消费需求持续增长,稀土新材料产品的消费需求占稀土产品总消费需求的比重也持续上升,1987年占比仅为1%,2018年占比达到72.6%。中国稀土产品在冶金机械、石油化工、玻璃陶瓷、农业轻工纺织等传统产业领域的消费也

经历了快速增长和稳定增长阶段,消费需求从 1987 年的 0.48 万吨(REO)增长到 2018 年的峰值 2.975 万吨(REO),32 年增长了 609%,年均增长 15.6%。

表 1 1987—2018 年中国稀土产品消费占比分析表(REO)

Table 1 China's rare earth product consumption demand from 1987 to 2018 (REO)

Consumption structure	Metallurgy and mechanics		Petroleum and chemical industry		Glass and ceramics		New materials		Agriculture, light industry, textiles		Total /t
	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	
	/t	/%	/t	/%	/t	/%	/t	/%	/t	/%	
1987	3240	66.3	950	19.4	250	5.1	50	1.0	398	8.1	4888
1988	3410	56.8	1600	26.7	300	5.0	70	1.2	620	10.3	6000
1989	3500	51.7	2030	30.0	360	5.3	80	1.2	800	11.8	6770
1990	3600	49.6	2200	30.3	410	5.7	95	1.3	951	13.1	7256
1991	3786	45.7	2500	30.2	740	8.9	120	1.4	1140	13.8	8286
1992	4100	44.3	2600	28.1	900	9.7	240	2.6	1410	15.2	9250
1993	4300	43.5	2700	27.3	950	9.6	400	4.0	1540	15.6	9890
1994	4380	39.8	2940	26.7	1100	10.0	700	6.4	1880	17.1	11000
1995	4450	34.2	3200	24.6	1300	10.0	1130	8.7	2920	22.5	13000
1996	4950	35.0	3500	24.8	1400	9.9	1600	11.3	2680	19.0	14130
1997	4960	32.9	3710	24.6	1540	10.2	1850	12.3	3010	20.0	15070
1998	5050	30.5	4000	24.2	1650	10.0	2830	17.1	3010	18.2	16540
1999	5100	28.8	4200	23.7	1800	10.2	3520	19.9	3100	17.5	17720
2000	5200	27.0	4300	22.3	2000	10.4	4620	24.0	3150	16.3	19270
2001	5500	24.3	4500	19.9	2900	12.8	6300	27.9	3400	15.0	22600
2002	5400	24.5	4500	20.5	2800	12.7	6000	27.3	3300	15.0	22000
2003	5410	18.3	4935	16.7	6000	20.3	10000	33.9	3155	10.7	29500
2004	5000	15.0	4000	12.0	6200	18.6	15911	47.6	2300	6.9	33411
2005	9738	18.8	6000	11.6	6500	12.5	24662	47.5	5000	9.6	51900
2006	10085	16.1	6800	10.8	7607	12.1	30701	48.9	7600	12.1	62793
2007	10994	15.2	7548	10.4	7872	10.9	38450	53.0	7686	10.6	72550
2008	10370	15.3	7520	11.1	7160	10.6	35510	52.5	7120	10.5	67680
2009	11000	15.1	7500	10.3	7200	9.9	40300	55.2	7000	9.6	73000
2010	11200	12.9	7500	8.6	7600	8.7	53825	61.9	6900	7.9	87025
2011	10100	12.2	7500	9.0	7000	8.4	55010	66.2	3500	4.2	83110
2012	1000	1.5	7600	11.7	7000	10.8	46697	72.1	2500	3.9	64797
2013	14375	16.9	7600	8.9	7240	8.5	53429	62.8	2500	2.9	85144
2014	11891	14.0	7566	8.9	7080	8.3	55630	65.4	2833	3.3	85000
2015	12122	12.4	7588	7.7	7106	7.3	68573	70.0	2611	2.7	98000
2016	12796	12.9	7584	7.7	7142	7.2	68830	69.5	2648	2.7	99000
2017	12269	12.3	7579	7.6	7109	7.1	70346	70.3	2697	2.7	100000
2018	12395	11.4	7583	7.0	7119	6.6	78751	72.6	2652	2.4	108500

数据来源:1987—2007 年来自苏文清《稀土产业经济分析与政策研究》,2007—2018 年根据《稀土信息》公开数据整理获得,其中 2014—2018 年稀土传统消费领域有部分数据缺失,作者采用邻近值平均数法对缺失值进行填补得出

1.2 中国稀土元素消费结构性失衡问题分析

稀土元素在各领域的应用情况见表2。由表1、表2可知,稀土元素镧、铈、镨、钕主要应用在冶金机械和玻璃陶瓷领域,2018年这两个领域消费占比为18.4%,镧、铈应用于石油硫化催化裂化剂等化工领域,2018年其消费占比为7%,镧、铈、镨、钕、钆、铈和钇应用于农业/轻工/纺织领域,该领域应

用的稀土元素较多,但其消费占比仅2%。稀土元素应用最多的新材料领域消费的主要元素为镧、铈、镨、钕、镱、铽和钇,其消费占比达72.6%。应用最少的是稀土元素铍、铟、铊、铪、铌、钽、铍、铈、镨,中国现有科技实力对这类元素的应用十分有限,这类“待开发元素”实际上应用最少的是铟、镨等资源,其战略意义重大,科技应用潜力巨大^[6]。

表2 2018年稀土元素在主要消费领域占比分析表/%

Table 2 The proportion of consumption in each application field of rare earth elements in 2018/%

Elements	Metallurgy and mechanics	Petroleum and chemical industry	Glass and ceramics	New materials	Agriculture/light industry, textiles	Elements consumption occupies compared	Ion-type light rare earth	Ion-type heavy rare earth	Baotou rare earth mine partition ^[15]
La	2.90	6.3	1.50	5.72	0.46	16.88	38.00	2.18	25.00
Ce	5.93	0.7	3.74	12.00	0.94	23.31	3.50	<1.09	50.07
Pr	0.63	-	0.13	11.89	0.10	12.75	7.41	1.08	5.10
Nd	0.74	-	0.30	34.40	0.36	34.76	30.18	3.47	16.60
Sm	-	-	-	0.20	0.05	0.25	5.32	2.37	1.20
Eu	-	-	-	0.31	-	0.31	0.51	<0.37	0.18
Gd	-	-	-	0.11	0.02	0.13	4.21	5.69	0.70
Tb	-	-	-	0.78	-	0.78	0.46	1.13	<0.10
Dy	-	-	-	3.00	-	3.00	1.77	7.48	<0.10
Y	-	-	-	6.00	0.46	6.46	10.07	64.97	0.43

数据来源:表格中的稀土元素占比=中国稀土行业协会和wind公布的该消费领域产品中稀土元素含量×2018年各消费领域占比(权重)

稀土新材料主要包含稀土永磁材料、镍氢电池(储氢材料)、抛光粉、荧光粉及催化材料。稀土永磁材料消耗的稀土元素主要为镨(占23.4%)、钕(占69.4%)等轻稀土元素,矫顽力和耐高温性能钕铁硼材料主要靠添加重稀土镱、铽,如新能源驱动汽车电机所用烧结钕铁硼添加镱、铽含量8%~10%^[7];稀土储氢材料消耗的稀土元素主要为镧(占50%)、铈(占33.4%)、镨(占3.3%)、钕(占10%)等轻稀土元素;抛光粉消耗的稀土元素主要为镧(占31.5%)、铈(占65%)、镨(占3.5%)等轻稀土元素;荧光粉消耗的稀土元素主要为镧(占8.5%)、铈(占11%)、钇(占69.2%)等稀土元素;催化材料消耗的稀土元素主要为镧(占5%)、铈(占

90%)、镨(占2%)、钕(占3%)等稀土元素。由于稀土永磁材料占新材料的比例达70%以上,镍氢电池(储氢材料)、抛光粉、荧光粉及催化材料分别占7%左右,稀土永磁材料的快速发展带动了基础应用元素钕、镨和镱、铽的需求快速增长。在稀土矿物中钕、镨的配分平均只有20%左右,钕、镨的消耗占比在30%以上,镱、铽的配分平均只有0.3%左右,镱、铽的消耗占比大于3%^[8-10],从目前的发展趋势来看,鉴于主力产品的钕、镨、镱、铽的稀缺性,将维持供不应求的局面,预测其价格将会在较长的时间内保持相对较高的价位^[11]。

镧、铈在包头稀土精矿中占比大于70%,镧、铈消费占比不到50%,钇、钆在南方离子型中重稀土

中占比平均大于 44%^[5], 钇、钆消费占比不到 10% 左右^[8], 从而造成镧、铈、钇、钆等稀土分离产品严重过剩, 市场滞销, 稀土元素镧、铈、钇、钆产品在短期内出现供大于求的情况, 可以预见这些稀土氧化物的价格在短期内会呈现低迷的状况。稀土消耗结构性失衡问题, 造成了稀土元素产品供求不平衡状况。尽管采取了在钕铁硼材料生产中添加铈、钇等对钕、镨的部分替代, 在稀土储氢材料中增加镧、铈等措施来减少对钕、镨的消耗, 但稀土市场结构性失衡的矛盾仍没有改观, 直接影响了稀土资源的高效利用和稀土行业运行的经济效果, 也造成了宝贵的中重稀土资源的浪费和过度开采。为此, 加强对稀土在各领域的消费预测非常重要。

2 中国稀土消费预测模型构建及实证分析

在稀土消费预测方法的选择上, 通过相关预测方法的文献阅读可知, 指数平滑法在计算预测值时不能充分利用时间序列的全部数据信息, 也不能识别时间序列数据之间的内部关系; 神经网络各参数的选择方法中网络误差函数的局部极值点问题, 并且需要大量的数据准备和训练工作, 从而限制了其进一步的应用; 灰色模型通常用于研究数据量不足、信息不全面的不确定性问题。对于本研究收集的 1987—2018 年稀土各领域消费量的相对完整的时间序列数据, 考虑了该时间序列现象在时间上的相关性, 同时也考虑了该序列存在的随机波动性, 所以 ARIMA 模型在做对短期预测具有较高的准确性。但 ARIMA 模型随着预测时间的增加, 拟合效果会逐渐变差, 预测结果的准确性也会变差。

2.1 预测模型介绍

时间序列 ARIMA 模型 (Auto Regressive Integrated Moving Average model), 是一种被学界和业界广泛使用的时间序列分析预测算法模型, 由 George Box 与 Gwilym Jenkins 提出, 因此又称为 Box-Jenkins 模型。该模型可以分为四个过程, 分别是自回归过程 AR (Auto Regression)、移动平均过程 MA (Moving

Average Model)、自回归移动平均过程 ARMA (Autoregressive and Moving Average) 以及 ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) 过程。其中 AR(p)、MA(q)、ARMA(p, q) 三种过程全部为 ARIMA(p, d, q) 过程的特殊变形。而 ARIMA 模型就将一个非平稳时间序列经过 d 阶差分处理后变换成为一个平稳时间序列, 然后建立的 ARMA 模型。ARIMA(p, d, q) 是一个含有 P 阶回归算子和 q 阶移动平均回归算子 d 级差分的模型, 可以表示为^[12-14]:

$$Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + \cdots + \varphi_p Z_{t-p} + \mu_t + \theta_1 \mu_{t-1} + \theta_2 \mu_{t-2} + \cdots + \theta_q \mu_{t-q} + \delta \quad (1)$$

运用 ARIMA 模型进行实证分析前, 需要完成识别模型 (数据稳定性检验)、估计模型参数和检验模型参数三个步骤。

2.2 数据描述及处理

2.2.1 数据来源

收集了 1987—2018 年稀土冶金工业、石油化工、玻璃陶瓷、新材料、农轻纺等方面的时间序列数据, 1987—2007 年来自苏文清《稀土产业经济分析与政策研究》, 2007—2018 年根据《稀土信息》公开数据整理获得, 其中 2014—2018 年传统领域消费量有部分数据缺失, 本文采用邻近值平均数法对缺失值进行填补。具体数据见表 1。

2.2.2 模型识别和模型参数估计

构建时间序列预测模型之前, 首先对时间序列数据进行稳定性检验。如果时间序列的均值和自协方差函数不随时间而改变, 这个序列就是平稳的, 就可以直接对其建立 ARMA 模型; 如果时间序列是不平稳的, 则不能直接建立 ARMA 模型, 而要先将不平稳时间序列转换成平稳时间序列, 转换的方法通常是对原时间序列数据进行差分。通过平稳性检验后, 即可进行参数 p 和 q 的估计^[15]。将中国 1987—2018 年稀土各领域消费时间序列数据输入 spss 软件进行差分检验, 根据数据残差自相关图可以看出, 各消费领域时间序列是不平稳的。经过 1 级差分后, 不平稳的时间序列数据转为平稳时间序列数据, 即参数 $d = 1$ 。然后, 经过选定不同组合

的参数 p 、 q 值优化选择进行建模,最后选择平稳 R 方值最高的 p 和 q 组合,并确定较为理想的模型 ARIMA(p, d, q) 参数,5 个消费领域的预测模型 p 、 q 和 d 参数详见表 3。

表 3 模型参数描述

Table 3 Model parameter description

		Model type
Model ID	Metallurgy and mechanics	Model _1 ARIMA(1,1,0)
	Petroleum and chemical industry	Model _2 ARIMA(1,1,0)
	Glass and ceramics	Model _3 ARIMA(1,1,1)
	New materials	Model _4 ARIMA(1,1,0)
	Agriculture, light industry, textiles	Model _5 ARIMA(0,1,1)

2.2.3 模型参数检验

为了验证模型的适用性,需要对模型进行必要的检验,一般通过平稳的 R 方、Ljung-Box 等统计量进行检验。平稳的 R 方是决定系数,表示拟合的模型能解释因变量变化的百分数,该值越大说明拟合结果越好。表 4 是模型拟合统计量,能够看见模型拟合统计量方 R 均在 0.954 以上,最高达 0.984,可

见模型具有较高的拟合精度。Ljung-Box 统计量用于检测得到的观测值是否随机而独立,只有得到的观测值是随机而独立的情况下,ARIMA 模型才适用。Sig 列表示 Ljung-Box 统计量的显著性值,该检验目的为模型中残差错误的随机检验,得出选择的模型可行与否,Sig 值越大表示数据随机的可能性越大,显著性值若不大于 0.05,即代表残差误差不是随机的,即此观测序列中包含模型不能解释的结构。从表 4 中可以看到,统计量 Sig 都大于显著性水平 0.05,残差彼此独立,即残差项序列为白噪声序列,可以确认模型通过有效检验。通过观察序列自相关系数和偏自相关系数,根据赤池信息准则和舒瓦茨信息准则和各模型系数的显著性,最终确定稀土 5 个消费领域的预测模型分别为:冶金机械消费领域预测模型为 ARIMA(1,1,0)、石油化工领域预测模型为 ARIMA(1,1,0)、玻璃/陶瓷领域预测模型为 ARIMA(1,1,1)、新材料领域预测模型为 ARIMA(1,1,0)、农业/轻工/纺织领域预测模型为 ARIMA(0,1,1)。5 个模型参数都通过检验,其自相关系数和偏自相关系数都均落入置信水平为 95% 的置信区间。

表 4 模型统计量

Table 4 Model statistics

Model	Number of predictors	Model fit statistics		Ljung-Box Q(18)			Number of outliers
		Stationary R-squared	R-squared	Statistics	DF	Sig.	
Metallurgy and mechanics-Model_1	0	0.505	0.956	4.474	16	0.998	0
Petroleum and chemical industry-Model_2	0	0.085	0.961	5.306	16	0.994	0
Glass and ceramics-Model_3	0	0.014	0.954	12.780	16	0.689	0
New materials-Model_4	0	0.281	0.980	11.381	16	0.785	0
Agriculture, light industry, textiles-Model_5	0	0.124	0.984	14.970	16	0.527	0

2.2.4 实证结果分析

运用已经构建的 ARIMA 模型对稀土 5 个消费领域进行预测,得到 2020—2025 年中国稀土 5 个领域消费量的预测结果,将 5 个领域的消费预测汇总后得到稀土的消费总量,见表 5。由表 5 可知,5 个

主要领域的消费预测结果分别为:

(1) 稀土在冶金机械领域消费预测结果显示,2025 年中国在冶金机械领域的稀土消费量为 16211 吨,相对于 2018 年,年复合增长率为 4.57%。

(2) 稀土在石油化工领域消费预测结果显示,

2025 年中国在石油化工领域的稀土消费量为 7726 吨,相对于 2018 年,年复合降低率为 0.03%。

(3) 稀土在玻璃陶瓷领域消费预测结果显示,2025 年中国在玻璃陶瓷领域的稀土消费量为 7851 吨,相对于 2018 年,年均复合增长率 1.64%。

(4) 稀土在农业/轻工/纺织领域消费预测结果显示,2025 年中国在农业/轻工/纺织领域的稀土消费量为 436 吨,中国农业/轻工/纺织领域需求量下降幅度较大。

(5) 稀土在新材料领域消费预测结果显示,2025 年中国在新材料领域的稀土消费量为 124454 吨,相对于 2018 年,年均复合增长率 7.9%。

根据预测结果,稀土新材料将是中国稀土消费增长最快的领域,也是未来的主要消费领域,占比由 2018 年的 72.6% 上升到 79.43%。到 2025 年,中国稀土消费总量将达到 15.66 万吨,与 2018 年相比年复合增长率为 6.3%。预测模型具有较高的拟合精度,拟合值与观测值具有较好的一致性。

表 5 2020—2025 年中国稀土消费预测汇总 (REO)

Table 5 Summary of China's rare earth consumption forecast from 2020 to 2025 (REO)

Year	Metallurgy and mechanics		Petroleum and chemical industry		Glass and ceramics		New materials		Agriculture, light industry, textiles		Total /t
	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	Consumption	Proportion	
	/t	/%	/t	/%	/t	/%	/t	/%	/t	/%	
2020	13818	11.31	7675	6.28	7363	6.03	91214	74.64	2136	1.75	122206
2021	14281	11.07	7708	5.98	7473	5.79	97568	75.65	1938	1.50	128968
2022	14753	10.88	7726	5.70	7577	5.59	104051	76.72	1515	1.12	135622
2023	15231	10.68	7737	5.43	7675	5.38	110684	77.64	1226	0.86	142553
2024	15718	10.51	7735	5.17	7766	5.19	117482	78.58	796	0.53	149497
2025	16211	10.35	7726	4.93	7851	5.01	124454	79.43	436	0.28	156678

3 促进稀土元素均衡应用的政策建议

根据稀土在 5 个领域消费的预测结果,结合稀土产业现状,提出以下促进稀土元素均衡运用的建议。

3.1 实施差别化财税政策,促进稀土元素均衡利用

未来风能、电动汽车、电动自行车等新能源领域的快速发展对稀土钕铁硼永磁体的需求急剧上升,利用大数据等信息技术手段,逐步建立畅销稀土元素钕、镨、镝、铽产品全生命周期的跟踪追溯体系,一方面提高二次资源回收利用率,另一方面在稀土储氢材料中增加镧、铈等措施来减少对钕、镨的消耗,缓解关键性稀土元素镨、钕、镝和铽的供给。

对滞销稀土元素镧、铈、钇、钆等,加大其在传

统应用领域的推广应用工作和宣传力度,采用激励政策,如采用技术开发补贴、运用推广津贴。发展具有自主知识产权的高性能催化材料,催化材料的研究应用可以促进高丰度镧、铈的消费量,拓宽镧、铈等滞销元素应用市场,达到稀土资源的高效利用,从而推动稀土产业健康发展。

对于待开发稀土元素铟、铋、镱等,通过技术开发补贴、运用推广津贴等鼓励政策加大开发运用力度,同时实施国家战略储备,以平缓生产产出和市场消耗时滞的矛盾。

3.2 加强稀土产业链企业之间的协调沟通,促成消费结构均衡

加强稀土终端消费市场与原料生产市场的联系,上下游产业需求信息共享,上游企业为下游消费市场提供足够的支持,而下游消费市场企业对上

游稀土原材料企业加强协调,积极主动开发出新的应用,使上下游之间协调发展、均衡发展,积极引导稀土应用产品的消费升级。

稀土产业主要的下游市场是磁性材料,整个产业的价值链围绕钕、镨、镝、铽4种元素的用量和稀缺度展开,因此,关注磁性材料发展趋势是稀土行业的重要工作。合理构建产业结构,加大科技投入,促进稀土产业升级改造,推动中国稀土产业的高质量发展。

参考文献:

- [1] 探讨稀土元素平衡利用着眼战略新兴产业发展 第六届中国包头·稀土产业论坛 [J]. 稀土信息, 2014, (8):4-5.
Discussion on the balanced utilization of rare earth elements, focusing on the development of strategic emerging industries, the Sixth China Baotou Rare Earth Industry Forum [J]. Rare Earth Information, 2014, (8):4-5.
- [2] 朱明刚. 稀土永磁材料发展与技术进步中国稀土储氢材料产业链的发展与共赢 [A]. 第三届中国包头·稀土产业论坛专家报告集 [C]. 包头市人民政府, 中国工程院化工、冶金与材料学部, 中国稀土学会, 2011. 5.
Zhu M G. Development and Technological Progress of Rare Earth Permanent Magnetic Materials Development and Win-win Situation of China's rare Earth Hydrogen storage Material Industry Chain [A]. Expert Report Set of the Third China Baotou Rare Earth Industry Forum [C]. Baotou City People's Government, Department of Chemical Engineering, Metallurgy and Materials, Chinese Academy of Engineering, The Chinese Society of Rare Earths, 2011. 5.
- [3] 张沛龙. 稀土储氢材料的应用现状与发展前景 [J]. 稀土信息, 2017, (11):8-12.
Zhang P L. Application status and development prospect of rare earth hydrogen storage materials [J]. Rare Earth Information, 2017, (11):8-12.
- [4] 陈云贵, 涂铭旌, 唐定骧. 无钕储氢合金与稀土资源平衡利用 [J]. 四川稀土, 2011, (3):5-11.
Chen Y G, Tu M J, Tang D X. Balanced utilization of neodymium-free hydrogen storage alloy and rare earth resources [J]. Sichuan Rare Earth, 2011, (3):5-11.
- [5] 孟庆江. 从全球视野简析中国稀土资源开发利用政策 [J]. 稀土信息, 2017, (11):42-44.
Meng Q J. A brief analysis of China's rare earth resources development and utilization policy from a global perspective [J]. Rare Earth Information, 2017, (11):42-44.
- [6] 宋莹颖. 国家物资储备制度对稀土产业安全的影响研究 [D]. 北京: 北京交通大学硕士学位论文, 2019.
Song Y Y. Research on the Influence of National Material Reserve System on the Safety of Rare Earth Industry [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2019.
- [7] 申璐. 稀土永磁材料行业发展现状及建议 [J]. 经济研究导刊, 2019, (24):35-36, 48.
Shen L. Current development status and proposals of rare-earth permanent magnets industry [J]. Economic Research Guide, 2019, (24):35-36, 48.
- [8] 杨斌清, 张贤平. 世界稀土生产与消费结构分析 [J]. 稀土, 2014, 35(1):110-118.
Yang B Q, Zhang X P. Analysis of global rare earth production and consumption structure [J]. Chinese Rare Earths, 2014, 35(1):110-118.
- [9] 苏文清. 中国稀土产业经济分析与政策研究 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2009.
Su W Q. Economic Analysis and Policy Research on China's Rare Earth Industry [M]. Beijing: China Financial and Economic Publishing House, 2009.
- [10] 马鹏起. 稀土报告文集 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2012.
Ma P Q. Collection of Rare Earth Reports [M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2012.
- [11] 杨斌清, 张贤平. 基于 ARIMA 时间序列模型的稀土氧化物价格预测研究 [J]. 中国稀土学报, 2017, 35(5):680-686.
Yang B Q, Zhang X P. Forecast of price of rare earths neodymium oxide and dysprosium oxide based on ARIMA time series mode [J]. Journal of the Chinese Society of Rare Earths, 2017, 35(5):680-686.
- [12] 郝雅琦, 戴淑芬, 李冉. 基于 ARIMA 模型的我国稀

- 需求统计及预测分析[J]. 数学的实践与认识, 2014, 44(19):72-80.
- Hao Y Q, Dai S F, Li R. Forecast of China's rare earth demand based on the ARIMA model[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2014, 44(19):72-80.
- [13] 郝雅琦, 戴淑芬, 李冉. 基于多种算法的我国稀土需求量预测及分析[J]. 中国管理信息化, 2014, (17): 105-109.
- Hao Y Q, Dai S F, Li R. Forecast and analysis of China's rare earth demand based on various algorithms[J]. China Management Informationization, 2014, (17): 105-109.
- [14] 周扬, 张钦礼, 于凤玲. 基于 BPNN-Markov 模型的中国稀土消费量预测[J]. 统计与决策, 2013, (24):72-74.
- Zhou Y, Zhang Q L, Yu F L. Forecast of China's rare earth consumption based on BPNN-Markov model[J]. Statistics & Decision, 2013, (24):72-74.
- [15] 杨斌清, 张贤平. 稀土资源战略储备预警系统及响应机制研究[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2016.
- Yang B Q, Zhang X P. Research on Early Warning System and Response Mechanism of Rare Earth Resources [M]. Changsha: Central South University Press, 2016.

Analysis of China's Rare Earth Consumption Structure and Trend

YANG Bin-qing^{1*}, CHENG Jing², XU Peng-wei²

(1. School of Economics and Modern Finance, Gannan University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China;

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

Abstract: The structural imbalance in the consumption of rare earth products has attracted great attention from the industry. For this reason, this article collected time series data of rare earth products used in metallurgical industry, petrochemical industry, glass ceramics, new materials, agriculture, textiles, etc. from 1987 to 2018. First, a statistical analysis was made on the status quo of rare earth products in the main consumption areas and structure, and then an ARIMA forecast model for 5 consumption areas was constructed, and the consumption demand for the next five years in 5 consumption areas was predicted and analyzed. It is estimated that by 2025, China's total rare earth demand will reach 156,600 tons, with a compound annual growth rate of 6.3% compared with 2018. Among them, new rare earth material products will continue to maintain an upward development trend, and their consumption structure and consumption share in the domestic market continue to occupy an important position, accounting for 79.43% increased from 72.6% in 2018. Finally, policy recommendations to promote the optimization of rare earth consumption structure are put forward.

Key words: rare earth elements; rare earth consumption; consumption forecast; ARIMA model