

战略性非金属矿产

# 全球石墨资源产业现状分析与我国石墨行业发展建议\*

左力艳<sup>1</sup>, 张万益<sup>1</sup>, 李状<sup>2</sup>

1. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037;  
2. 中国地质大学(北京), 北京 100083

中图分类号: TD875+.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2019)06-0032-07  
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2019.06.006

**摘要** 石墨是重要的非金属矿产资源,也是新兴产业的重要原材料,同时也是我国的优势矿种之一。基于国内外石墨行业最新产业动态和权威数据,结合新型贸易关系现状,总结分析全球和我国石墨资源储量、生产、消费和贸易现状,同时针对国内石墨行业发展中存在的问题,提出新时代背景下石墨行业发展建议。

**关键词** 石墨;资源分布;战略性矿产;需求;石墨烯

## 引言

天然石墨是在高温下有机成因的碳质物变质而成,呈钢灰色、黑灰色,具有半金属光泽,晶体结构属六方晶系,呈六边形层状结构,熔点 $3\ 850 \pm 50\ ^\circ\text{C}$ ,沸点 $4\ 250\ ^\circ\text{C}$ ,呈晶体状、薄片状、鳞片状、条纹状和层状散布在变质岩中,具有耐高温、导热、导电、润滑、可塑和抗腐蚀性等特性。天然石墨可分为晶质石墨和隐晶质石墨两大类。晶质石墨又可分为致密结晶状石墨和鳞片状石墨。应用领域早期主要用于制作耐火材料和颜料等传统行业,近年来主要用于新兴环保材料、新兴热交换材料、储能、导电材料、石墨烯及新型超级电容器材料等,尤其是被称为“21世纪新材料之王”石墨烯的发现,引起电子通讯、锂离子电池、军工航天和生物医药等新兴领域的广泛关注<sup>[1]</sup>,大鳞片晶质石墨( $>0.147\ \text{mm}$ )是制备石墨烯的关键原料<sup>[2]</sup>。

石墨被国际公认为是“21世纪支撑高新技术发展的战略资源”。欧盟等国家根据经济重要性和供应风

险将石墨列入关键矿产名单,我国2016年将晶质石墨确定为战略性矿产,工业和信息化部将石墨烯入选为2019年工业强基工程“一条龙”应用计划。未来天然石墨将被广泛地应用到高新技术领域,成为支撑高新技术发展的重要战略资源,对国家未来发展具有重要的战略意义。以往学者在石墨矿床地质<sup>[3-9]</sup>、技术研发<sup>[10-15]</sup>、产业发展<sup>[16]</sup>、潜力评价<sup>[17-21]</sup>和政策<sup>[22]</sup>等方面研究较多。本文拟从石墨资源世界宏观角度和我国发展现状出发,基于最新产业的发展形势和权威数据,应对美国等发达国家贸易风险,深度剖析新时代背景下国内外石墨资源的分布、供需、消费结构和贸易特征,并提出适应我国石墨产业发展的建议和拓展方向。

## 1 石墨资源分布特征

### 1.1 全球石墨资源分布特征

全球石墨资源分布广泛,但储量分布集中。世界上已发现的大型和中型石墨矿床主要分布在中国、印

\* 收稿日期:2019-08-07

基金项目:中国地质调查局地质调查项目《国家地质调查成果集成与规划》(DD20190464)

作者简介:左力艳(1979-),女,博士,高级工程师,主要从事地质勘查与规划研究,E-mail:zllly1979@126.com。

通信作者:张万益(1974-),男,博士,教授级高级工程师,主要从事地质调查规划与部署研究和地质找矿工作,E-mail:wanyizhang0810@qq.com。

度、巴西、捷克、加拿大和墨西哥等国家<sup>[13,15]</sup>。其中晶质石墨矿床主要蕴藏在中国、乌克兰、斯里兰卡、马达加斯加和巴西等国,隐晶质石墨矿床主要分布于印度、韩国、墨西哥、奥地利和中国等<sup>[3]</sup>。2018 年全球石墨储量 3 亿 t,其中土耳其、巴西和中国储量位居前三,占全球总储量的 78% (图 1)。其中土耳其石墨资源主要以隐晶质石墨为主,开发价值较低。

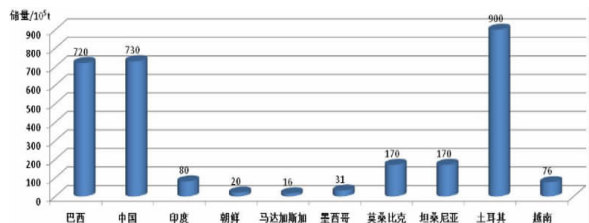


图 1 2018 年全球主要生产国石墨资源储量柱状图  
Fig. 1 Histogram of graphite resource reserves in major producing countries in 2018

数据来源:CSGS, Mineral Commodity Summaries 2019

## 1.2 中国石墨资源分布特征

中国天然石墨资源具有分布广、储量大、质量好、易于开采等特点,20 个省(区、市)都有分布,共有 195 个矿区,总保有储量居世界第一位,是中国的优势矿种之一。根据自然资源部发布的《中国矿产资源报告 2018 年》显示,2017 年我国晶质石墨查明资源储量为 3.67 亿 t,隐晶质石墨 0.87 亿 t。目前,我国已在黑龙江、内蒙古、山东、湖南和吉林 5 个省(区)形成六大石

表 2 中国石墨成矿区带<sup>[2]</sup>

Table 2 China graphite metallogenic zone

序号	成矿区带名称	典型矿床	矿床类型	地层时代	赋矿地层或岩体
1	佳木斯地块成矿区	柳毛	区域变质型	中太古代	西麻山群
2	额尔古纳地块成矿区	门都里	区域变质型	古元古代	新华渡口群
3	吉黑成矿区	仙人洞	接触变质型	中生代	三叠-侏罗系
4	辽吉裂谷成矿带	三半江	区域变质型	古元古代	集安群荒岔沟组
5	华北陆块北缘成矿带	兴和	区域变质型	中太古代	集宁群
6	阿拉善陆块成矿区	查汗木胡鲁	区域变质型	中太古代	乌拉山群
7	塔里木古陆块东北缘成矿区	苏吉泉	岩浆热液型	中生代	混染花岗岩
8	阿尔泰成矿带	黄羊山	岩浆热液型	中生代	混染花岗岩
9	华北陆块南缘成矿带	背孜	区域变质型	太古代	太华群水底沟组
10	胶东地块成矿区	南墅	区域变质型	古元古代	荆山群陡崖组
11	扬子陆块北缘成矿带	坪河	区域变质型	元古宙	元古界沉积变质岩地层
12	康定地轴成矿区	中坝	区域变质型	寒武纪	元谋群
13	华夏陆块北部成矿带	三岔坪	区域变质型	新太古-古元古代	水月寺群
14	东南地区成矿区	鲁塘	接触变质型	二叠纪	乐平组
15	华夏陆块南部成矿带	伍园	区域变质型	寒武纪	陀烈群

墨生产基地,以黑龙江和内蒙古为主要产区(表 1)。根据石墨成矿条件和成矿规律,全国划分出 15 个重点成矿区带(表 2)。晶质石墨查明资源储量最大的是黑龙江省,其次为内蒙古、四川和山东等地;隐晶质石墨查明资源储量内蒙古自治区最多,其次是湖南、吉林和广东等地<sup>[19]</sup>。根据 2017 年全国重要矿产潜力动态评价结果,500 m 以浅的石墨资源量达 20.14 亿 t,主要分布在黑龙江、内蒙古、新疆、四川、山东等省(区)。近年来,我国石墨矿产找矿取得系列突破成果,石墨资源储量增长迅速,新疆黄羊山石墨矿、黑龙江萝北云山石墨矿、鸡西柳毛石墨矿、内蒙古查汗木胡鲁特大型优质石墨矿、辽宁锦州市北镇杜屯大型石墨矿和四川米仓山地区特大型晶质鳞片石墨等均有重大找矿进展。

表 1 中国六大石墨生产加工基地资源量和生产情况统计

Table 1 Statistics on the resources and production of the six largest graphite production and processing bases in China

基地名称	资源储量/万 t	固定碳含量/%	2015 年产量/万 t	备注
黑龙江鸡西	3 429	9.24	22	晶质
黑龙江萝北	4 687	10.36	20	晶质
内蒙古兴和	161	4.41	3	晶质
山东平度	1 932	3.70	15	晶质
湖南郴州	953	71~86	10	隐晶质
吉林磐石	284	67.3	4	隐晶质
合计	11 446	—	74	—

注:数据来源中国地质调查局百项成果。

## 2 世界石墨主要生产矿山企业

因石墨应用领域广泛,世界生产石墨的矿山企业众多,有中国奥宇石墨集团、巴西 Nationalede Grafite、美国 Fortune Gaphite Producers 和加拿大 Timcal 等公司。此外,还有挪威 Skaland Graphiteas、乌克兰 Zavalievsky Grafitovy Kombinat、印度 Tami Nadu Minerals Ltd 等都是世界著名的石墨公司(表3)。我国的奥宇石墨集团拥有完整的节能、环保、新材料和新能源不可缺少的全产业链技术,郴州恒昌石墨有限公司拥有世界闻名的优质微晶石墨生产基地—鲁塘,生产的微晶石墨

在全世界都是极为罕见,可用于高新技术和尖端科学领域。巴西 Nationalede Grafitelt 公司为世界最大石墨生产者之一,提供着巴西所有的天然石墨。美国 Asbury Carbon 是美国最大的天然石墨加工者与出口者,但没有自己的石墨矿,通过矿山附近的许多石墨生产厂将生产的石墨输出。加拿大是北美唯一有石墨开采活动的国家,Endustrial Mineral Scanadainc 为北美最大鳞片结晶石墨生产者。近年来,非洲国家也出现了许多石墨生产企业,对全球石墨资源贸易关系产生重要影响。

表3 世界各国生产石墨的重要企业

Table 3 Important enterprises producing graphite in various countries around the world

国家	公司名称	矿物类型	厂址、储量及碳/固定碳(Cg)含量	产能(万 t/a)
中国	鸡西柳毛石墨资源公司	鳞片石墨	鸡西,2 110 万 t,10.3%	8
中国	黑龙江奥宇石墨集团	鳞片石墨	黑龙江,142.8 万 t,12.7%	10
巴西	NationaledeGrafite	鳞片石墨	米纳斯吉拉斯	7
巴西	GrafitaMGLtd.	鳞片石墨	米纳斯吉拉斯	4
美国	Fortune Gaphite Producers	无定形石墨	加拿大,C 95%	27
加拿大	Timcal	鳞片石墨	伊勒湖,碳含量 94% ~ 99%。	2
加拿大	Endustrial Mineral Scanadainc.	鳞片石墨	安大略的比塞特克里克,C 94.7%	15
加拿大	Worldwide Graphite Producersltd	鳞片石墨	加拿大,5 500 万 t	-
加拿大	Quinto Mining	鳞片石墨	加拿大,Cg 15% ~ 40%	-
德国	Graphite Kropfmuhi	所有类型	德国、中国、斯里兰卡、英国、津巴布韦	3
澳大利亚	EagleBay Resources	鳞片石墨	澳大利亚,储量 600 万 t,C 7.4%/Cg 13.7%	-
奥地利	GrafitbergbauKaiserberg	所有类型	凯撒斯贝格,C 85% ~ 99.5%	3
捷克	Koh - i - NoorGrafite	鳞片石墨	捷克、内托利采,C 65% ~ 98%	-
瑞典	Mirab Mineral Resureab	鳞片石墨	瑞典,700 余万吨,10%/Cg 11.6%	1.3
挪威	SkalandGraphiteas	鳞片石墨	挪威,C 85% ~ 99%	1.2

表4 2011—2018年世界各国石墨产量统计

Table 4 Graphite production statistics of various countries in the world from 2011 to 2018

国家	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
中国	800 000	820 000	750 000	780 000	780 000	780 000	625 000	630 000
巴西	105 188	88 110	91 908	80000	80 000	95 000	90 000	95 000
印度	150 000	160 000	170 000	170 000	170 000	149 000	35 000	35 000
加拿大	25 000	24 000	20 000	30 000	30 000	30 000	40 000	40 000
乌克兰	6 000	5 800	5 800	5 000	5 000	15 000	20 000	20 000
俄罗斯	14 000	14 000	14 000	15 000	15 000	19 000	17 000	17 000
挪威	7 789	6 992	6 000	8 000	8 000	8 000	15 500	16 000
墨西哥	19 000	20 000	21 000	22 000	22 000	4 000	9 000	9 000
马达加斯加	3 573	2 885	4 300	5 000	5 000	8 000	9 000	9 000
斯里兰卡	3 500	3 600	3 700	4 000	4 000	4 000	3 500	4 000
土耳其	5 250	31 500	28 740	3 850	3 850	4 000	2 300	2 000
津巴布韦	7 000	6 000	4 000	7 000	7 000	6 000	1 580	2 000
韩国	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	6 000	6 000	-
越南	-	-	-	-	-	5 000	5 000	5 000
奥地利	925	219	500	500	500	-	-	-
朝鲜	-	-	-	-	-	-	5 500	6 000
总计	1 180 000	1 210 000	110 000	1 160 000	1 160 000	1 150 000	897 000	930 000

资料来源:美国地质调查局,Mineral Commodity Summaries 2019,Minerals Yearbook 2015。

### 3 世界石墨资源供需情况

#### 3.1 主要生产国与出口国

全球石墨矿山生产高度集中于中国、印度和巴西 3 国,约占世界总产量的 90%。中国石墨生产量稳居世界第一,2018 年中国生产了世界 70% 的石墨(表 4),其次为巴西、加拿大和印度等。印度石墨产量稳定,其中马德拉斯邦矿区的石墨产量占全印度石墨产量的 76%。马达加斯加、坦桑尼亚和莫桑比克等一些非洲国家新发现了储量较大的石墨矿区,潜力较大,如莫桑比克 2018 年的巴拉马石墨矿项目,资源量为 5.64 亿 t,是目前世界上最大的石墨矿。美国 2018 年国内生产石墨为零,已近 20 年未有生产过石墨。

中国是世界上石墨第一大出口国,出口量远超过其他国家,占世界总出口量的 65%,其次为朝鲜、巴西、德国、美国、加拿大和墨西哥。2018 年中国出口量同比持续增长,达 33.97 万 t。中国和巴西等发展中国家主要出口初级石墨产品,进口深加工产品;美国和日本等发达国家出于资源储量及战略性储备等考虑,主要将进口的初级产品深加工后进行出口和自用。

#### 3.2 主要消费国与进口国

石墨是工业体系中多个产业部门的基础性原料,对工业发展有重要作用(图 2)。世界石墨的消费结构以制造耐火材料和铸造为主,石墨烯材料和高纯石墨、球形石墨、膨胀石墨等高端材料在新能源汽车、储能和环保等战略性新兴产业领域逐年迅速增长。

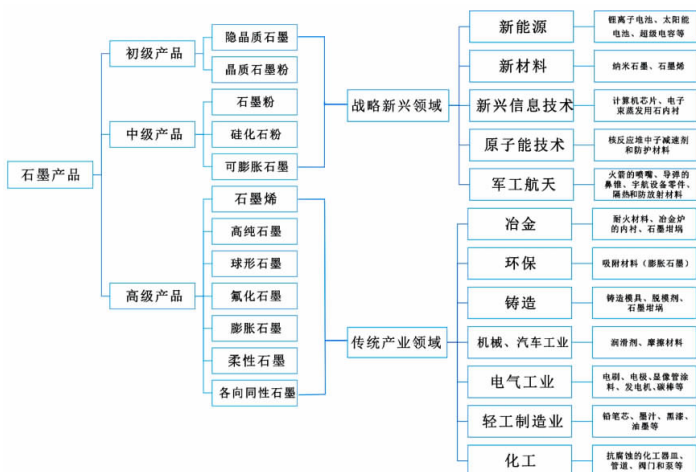


图 2 石墨产品分类及应用领域

Fig. 2 Classification and application of graphite processing products

中国是世界第一大消费国,占世界总消费量的一半以上,其次为印度和巴西,美国、日本、韩国和欧洲等发达国家合占两成。2013—2018 年,全球石墨消费量呈稳步增长态势。据美国地质调查局统计发布,2018 年美国天然石墨的主要用途是刹车片、润滑油、金属粉、耐火材料和炼钢,其中刹车片和耐火材料共占天然石墨消耗量的 40%,铸造用和润滑剂占 13%。中国虽为石墨消费第一大国,但石墨深加工技术落后,而美国、德国、英国和日本等发达国家的石墨应用技术居世界领先地位,其中高纯柔性石墨只有日本才能够生产,2018 年中国球形石墨 97% 来自日本。

日本为世界第一大石墨进口国,中国为第二大石墨进口国,其次为德国、美国、印度、加拿大和马来西亚。从石墨产品的进出口价格看(表 5),发展中国家中国和巴西以低端产口出口为主,即“低出高进”;发

表 5 2016 年世界主要国家天然石墨单位进出口价格

Table 5 Import and export prices of natural graphite in major countries around the world in 2016

类别	单位出口价值(美元/t)	单位进口价值(美元/t)
全球	1 064.37	951.43
日本	1 480.67	1 461.32
中国	951.43	4 961.69
巴西	1 136.62	2 387.29
美国	1 483.62	1 278.7
德国	1 757.85	1 009.05
加拿大	1 345.84	198.62

注:数据引自《中国石墨产业发展报告》。

达国家日本、美国和德国则通过高手段加工技术制成高精产品高价出售,即“低进高出”。据美国地调局发布,2018 年美国约有 95 家公司进口天然石墨 5.2 万 t,消耗 4 万 t 石墨,其中片状和高纯石墨约占 75%,隐

晶质石墨占 24%，块状和片状石墨占 1%，主要分布在五大湖区、东北部地区、阿拉巴马州和田纳西州，估计价值 3 700 万美元；2018 年美国主要天然石墨进口来源国依次为中国、墨西哥、加拿大、巴西、马达加斯加、香港、斯里兰卡、英国和日本，其中，墨西哥提供大量的隐晶质石墨，斯里兰卡提供了块状和片状粉末，中国提供了 +200 目较小粒度的片状石墨。

## 4 中国石墨贸易分析和消费现状与趋势

### 4.1 中国石墨贸易现状分析

中国是世界上最大的石墨资源出口国，占世界总出口量的七成。2018 年，持续 2017 年增长势头，中国石墨出口量为 33.97 万 t(图 3)，其中出口量的近一半流向日本，其次为韩国、印度、德国和美国，少量出口孟加拉国、荷兰、土耳其和伊朗等国。主要以出口低附加值的石墨精矿和低品位石墨精矿等石墨初级产品为主。日本的石墨几乎全部进口于我国，美国的石墨近四成来自于中国。

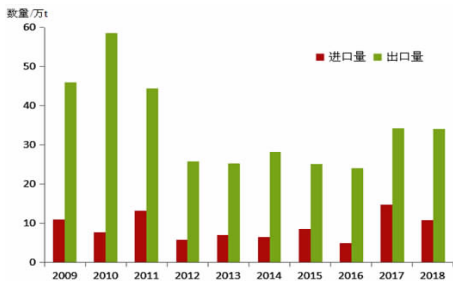


图 3 2009~2018 年中国天然石墨进出口量统计  
**Fig. 3** Quantity statistics on the import and export of natural graphite in China from 2009 to 2018  
 (资料来源:中国海关)

中国是世界上第二大石墨资源进口国，仅次于日本。2018 年中国石墨进口量为 10.82 万 t(图 3)，同比 2017 年有所下降。往年由于地缘政治关系有九成进口于朝鲜，2018 年“一带一路”非洲国家进口量大幅增长，主要为朝鲜(41.6%)、莫桑比克(26.8%)和马来西亚(26%)，少数来自坦桑尼亚和日本，这可能与“一带一路”倡议合作有关。

从进出口价格上分析，我国石墨进口价格平均为 317 美元/t，出口价格平均为 817 美元/t。2017 年初主要由于中国政府取消了 20% 的鳞片状石墨出口税，石墨价格下滑，出口价格平均为 776 美元/t(图 4)。从 2018 年鳞片石墨进口价格看(图 5)，如不考虑从朝鲜及非洲国家进口的低端石墨，中国从日本进口石墨

单价均值达到 5 273 美元/t，从德国进口单价均值达到 8 853 美元/t，从美国进口单价值达到 3 210 美元/t。中国石墨产业技术水平和深加工能力亟待提高。

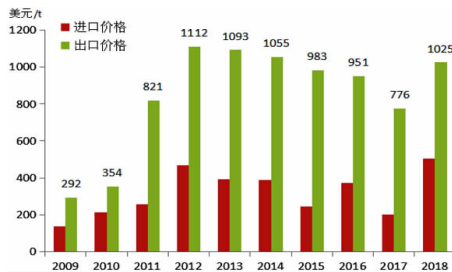


图 4 2009~2018 年中国天然石墨进出口价格统计  
**Fig. 4** Price statistics on the import and export of natural graphite in China from 2009 to 2018  
 (资料来源:中国海关)

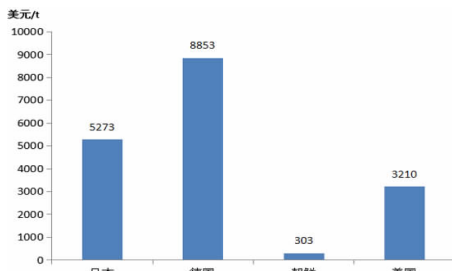


图 5 2018 年鳞片石墨中国进口价格  
**Fig. 5** Import Price of crystalline flake graphite in China in 2018  
 (数据来源: CBC 有色金属网)

### 4.2 中国石墨主要消费领域及变化趋势

由于石墨具有良好的导电性、导热性、润滑性、耐高温和化学稳定性，产品种类繁多，应用领域广泛，又是新兴材料和高科技的重要原料。中国与世界天然石墨消费结构基本相同，主要用于耐火材料、冶金铸造、导电和润滑等领域，在冶金领域占比最大，钢铁行业是消耗耐火材料最大的行业。

中国石墨消费量占世界消费量的一半。在我国电动车行业 and 新兴产业快速发展带动下，2018 年鳞片石墨消耗量激增，已达 92 万 t，同比增长 57%(图 6)。石墨消费结构中，新材料和电池等新兴产业领域约占 30%，耐火材料和钢铁等传统工业领域约占 70%。随着全球新一轮工业革命的到来，未来耐火材料和铸造领域将长期仍占有重要比重，但呈现放缓或下降态势，晶质石墨应用领域将得到发展，石墨深加工技术将不断创新突破，石墨烯、高纯石墨和新型硅碳负极材料等石墨高端材料产品在新能源汽车、储能、核能和电子信息等战略性新兴产业领域消费快速增加，为满足市场需求，人造石墨等替代产品消费也将大幅增

长。2017年中国新能源汽车产量79.4万辆,连续三年全球第一,新能源汽车产业快速发展带动锂离子电池的需求量激增,而锂离子电池阳极材料使用的是由鳞片石墨加工而成的球形石墨。随着电动汽车和锂离子电池在中国和世界其他地区的普及率上升,Roskill预测,到2026年,全球电池应用对石墨的总需求将增长16%~26%。中国地质调查局预测到2030年,对鳞片石墨消费量的需求将会大幅度提高,主要用于球床核反应堆、锂离子电池、钒氧化还原电池和制备石墨烯,晶质石墨需求将达到135万t。

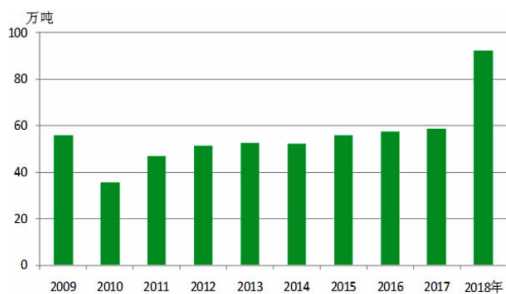


图6 鳞片石墨消费量

Fig. 6 Consumption of crystalline flake graphite

(数据来源: CBC 有色金属网)

## 5 结论与思考

### 5.1 主要结论

(1)世界石墨资源主要集中分布在土耳其、中国、印度和巴西等国家。中国是主要生产国,占全球70%的份额,同时也是世界上最大的出口国、消费国和第二大进口国,在国际上石墨资源领域中占有重要的位置。

(2)与发达国家相比贸易价格悬殊,我国石墨资源加工技术水平有待提升。当前形势下,国际产业结构已发生了新的调整,以信息、生物、军工航天、海洋开发及新材料新能源为主的高技术和新材料产业逐渐发展壮大,传统产业也将不断引入新技术和新材料。我国虽然是石墨大国,但不是石墨强国,中国石墨产能过剩,大量用于出口,占世界总出口量的86%,且以低廉的价格流向日本、欧洲、韩国、美国和印度等国家。美国、日本和德国等发达国家不产或少产石墨,主要低价进口初级产品,通过深加工工艺高价出口和自用。

(3)我国石墨资源丰富,种类齐全,晶质石墨和隐晶质石墨都有产出,且分布较为集中。目前我国石墨产业尚存在着企业整体实力偏弱、产品层次低、产业链短、精深加工比例低、生产设备落后、生产要素成本较高等诸多问题,亟待优化调整产品结构,科学合理

利用和保护天然石墨资源。近年来,非洲国家石墨资源晶质石墨得到补充,可缓解国内电动车等新兴产业发展需求与我国生态保护压力。应健全石墨产业发展的相关激励机制和完善相关政策法规。

### 5.2 思考

鉴于世界石墨资源的生产、消费结构和贸易关系及其重要性,对于我国石墨产业发展提几点建议:

(1)优化资源开发布局,加强整装重点区评价和大型资源基地技术经济、环境综合评价,加强优质石墨综合调查评价,建立全球石墨资源信息平台。

(2)加强政策引导和开发秩序监管,整合石墨产业,提高管理水平和能力,制定石墨矿产相关的勘查规范标准,促进形成石墨节约集约型勘查发展模式。

(3)加大石墨产品加工及技术研发中“卡脖子”技术攻关力度,加大石墨烯等高精尖产品的创新研发技术及石墨矿石提纯技术,率先实现石墨烯技术突破。

(4)拓展天然石墨应用领域,降低企业成本、提高生产效能,开发人造石墨制品。同时,建立完善的市场运作和维护的相关制度,保障石墨产品市场健康绿色发展。

### 参考文献:

- [1] 高天明,陈其慎,于汶加,等. 中国天然石墨未来需求与发展展望[J]. 资源科学,2015,37(5):1059-1067.
- [2] 肖克炎,孙莉,李思远,黄安. 我国石墨矿产地质特征及资源潜力分析[J]. 地球学报,2016,37(5):607-614.
- [3] 李超,王登红,赵鸿,等. 中国石墨矿床成矿规律概要[J]. 矿床地质,2015,34(6):1223-1236.
- [4] 安江华,唐分配,李杰. 湖南石墨成矿规律与资源潜力分析[J]. 地质学刊,2016,30(3):434-437.
- [5] 杨培奇,刘敬党,张艳飞,等. 黑龙江佳木斯地块典型石墨矿床含矿岩石地球化学特征及成矿时代[J]. 中国地质,2017,44(2):301-315.
- [6] 白建科,陈隽璐,彭素霞. 新疆石墨资源特征及成矿规律[J]. 地质学报,2017,91(12):2828-2840.
- [7] 张小林,樊文军,李作武,等. 新疆奇台县黄羊山发现超大型晶质石墨矿床[J]. 中国地质,2017,44(5):1033-1034.
- [8] 王力,樊俊雷,李雷,等. 中国石墨资源概况及晶质石墨成矿规律[J]. 地质学刊,2017,41(2):310-317.
- [9] 颜玲亚,高树学,陈正国,等. 中国石墨成矿特征及成矿区带划分[J]. 中国地质,2018,45(3):421-440.
- [10] 刘玉海,李明. 碱酸法制备高纯石墨试验研究[J]. 2018(5):73-78.
- [11] 张媛媛,程群峰. 石墨烯复合纤维材料研究进展[J]. 中国材料进展,2019,38(1):49-57.
- [12] 姚利花. 氮掺杂的石墨烯作为钠离子电池负极材料的第一性原理研究[J]. 2019,36(2):319-324.
- [13] Du Y, Li N, Zhang T L, et al. Reduced graphene oxide coating with anticorrosion and electrochemical property-enhancing effects applied in

- hydrogen storage system [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2017, 9:28980 – 28989.
- [14] Kim S, Kim S K. Reduced graphene oxide/LiI composite lithiumion battery cathodes [J]. Nano Letters, 2017, 17:6893 – 6899.
- [15] Chen Y Y, Song X H. A phosphorylethanolamine – functionalized super – hydrophilic 3D graphene – based foam filter for water purification [J]. Journal of Hazardous Materials, 2018, 343:298 – 303.
- [16] 张福良, 张世洋, 吴珊. 中国石墨产业发展现状及未来展望 [J]. 炭素技术, 2015, 34(5):1 – 5.
- [17] 冯安生, 张然, 吕振福, 等. 我国石墨资源开发利用“三率”调查与评价 [J]. 矿产保护与利用, 2016(5):36 – 39.
- [18] 杜轶伦, 张福良. 我国石墨资源开发利用现状及供需分析 [J]. 矿产保护与利用, 2017(6):109 – 116.
- [19] 王丹, 孙映祥. 我国石墨资源勘查开发规划布局分析 [J]. 2018(5):14 – 19.
- [20] HaoZiguo, FeiHongcai, HaoQingqing, et al. Chinahas discovered super – large big flake graphite ores [J]. ActaGeologicaSinica (English edition), 2015, 89(6):2085 – 2087.
- [21] HaoZiguo, FeiHongcai, HaoQingqing, et al. "Three rare mineral resources" and crystalline graphite have become prospecting focuses in China [J]. ActaGeologicaSinica (English edition), 2016, 90(5):1905 – 1906.
- [22] 杜轶伦, 李宇昕, 颜玲亚, 等. 我国石墨相关政策分析及建议 [J]. 矿产保护与利用, 2018(5):8 – 13.

## Current Situation Analysis of the Global Graphite Resources Industry and Suggestions for China's Graphite Industry Development

ZUO Liyan<sup>1</sup>, ZHANG Wanyi<sup>1</sup>, LI Zhuang<sup>2</sup>

1. Development Research Center of China Geological Survey, Ministry of Natural Resources, Beijing 100037, China;  
2. China University of Geosciences, Beijing, Beijing 100012, China

**Abstract:** As one of China's dominant minerals, graphite is not only an important non – metallic mineral resource, but also an important raw material for emerging industries. Based on the latest industry trends and authoritative data of the graphite industry at home and abroad, combined with the status of new trade relations, this paper summarizes and analyzes the current and global graphite resource reserves, production, consumption and trade status in China. At the same time, in view of the problems existing in the development of the domestic graphite industry, suggestions for the development of the graphite industry in the new era are proposed.

**Key words:** graphite; resource distribution; strategic minerals; demand; graphene

引用格式: 左力艳, 张万益, 李状. 全球石墨资源产业现状分析与我国石墨行业发展建议 [J]. 矿产保护与利用, 2019, 39(6):32 – 38.

Zuo LY, Zhang WY and Li Z. Current situation analysis of the global graphite resources industry and suggestions for China's graphite industry development [J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2019, 39(6):32 – 38.

官方网站: <http://kcbh.cbpt.cnki.net>

E – mail: [kcbh@chinajournal.net.cn](mailto:kcbh@chinajournal.net.cn)