

我国石墨资源勘查开发规划布局分析^{*}

王丹, 孙映祥

(中国国土资源经济研究院, 北京 101149)

摘要: 石墨资源是我国战略性矿产, 是传统工业和战略性新兴产业所必须的矿物原料。我国在第三轮矿产资源规划编制中构建了完善的石墨资源勘查开发规划分区体系, 石墨资源勘查开采规划分区主要分布在黑龙江、内蒙古、湖北、山东等省(区)。下一轮矿产资源规划编制中, 石墨资源勘查规划布局需与成矿区带分布等地质基础结合, 石墨开采规划布局需要强化优质资源保护和合理利用的管理思路。

关键词: 石墨; 勘查开发; 规划布局

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0076(2018)05-0014-06

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2018.05.002

Analysis on the Layout of Graphite Resources Exploration and Development in China

WANG Dan, SUN Yingxiang

(Chinese Academy of Land and Resources Economics, Beijing 101149, China)

Abstract: Graphite resource is one of strategic mineral resource in China and a necessary mineral raw material for traditional industry as well as strategic emerging industry. In the third round of mineral resources planning, the graphite resources exploration and development planning zoning system has established. Graphite resources prospecting and exploitation planning area are mainly distributed in Heilongjiang, Neimenggu, Hubei, Shandong and other provinces. In the next round of planning for mineral resources, the layout of the graphite resource survey planning needs to be combined with the geological foundation of the mineralization zone distribution, the layout of the graphite mining plans requires enhanced quality protection and reasonable use of management.

Key words: graphite; exploration and development; planning and layout

引言

石墨是重要非金属矿产资源之一, 具有诸多优良性质, 广泛应用于科技工程领域, 是传统工业和战略性新兴产业所必须的矿物原料。欧美等国家将天然石墨列为战略资源, 严格限制其开采及技术出口。《全国矿产资源规划(2016—2020年)》将晶质石墨确定为我国战略性矿产, 要求“强化优质石墨资源保护和合理利用”。近年, 石墨资源开发和产业发展受到国内众多专家学者的重视, 有关石墨资源开发、利

用和产业发展的研究增多, 主要集中于石墨资源成矿规律、技术与产品、行业发展、供需形势等方面。

王家昌等分析了我国石墨资源成矿区带, 研究认为石墨的成矿物质来源不太可能由原始藻类遗体堆积并经成岩和变质作用形成石墨矿床, 并探讨了石墨矿的找矿标志^[1]。肖克炎等对我国石墨矿产分布特征、成矿规律分析进而总结石墨资源潜力特征, 认为我国黑龙江、内蒙古、四川等省(区)资源潜力巨大, 可实行保护性开采, 从而获取经济效益^[2]; 王文利认为我国石墨发展应以研制超低硫和高纯级柔

* 收稿日期: 2018-07-30

基金项目: 国土资源部财政项目: 全国矿产资源规划编制研究与实施评估(121102000000150003)

作者简介: 王丹, 女, 副研究员, 主要从事矿产资源规划编制实施、矿产资源技术经济评价、矿产资源勘查开发布局等方面研究。

性石墨加工技术及装备,锂离子电池的天然石墨负极材料的制备技术及装备等为重点^[3]。饶娟等认为,石墨有着广阔的应用前景,为保护我国石墨矿产资源,一方面要加大立法,提高准入门槛,另一方面在加强地质勘探的同时,大力改善石墨矿精加工工艺,探索新的、高附加值石墨制品的研发工作^[4]。佟红格尔、郑永涛、薛天闯、李弘珂、王东暄、夏锦胜、万贵龙等人分别对我国内蒙古、河南、黑龙江、湖南、四川等地的石墨资源矿床分布、矿床地质特征、成因、找矿标志等内容进行了分析^[5-12]。苑金生认为我国石墨行业存在廉价出口、生产能力过剩、滥采滥挖等问题,并提出从严限制初级矿产品出口、淘汰落后生产技术等改进措施^[13]。高天明等认为中国石墨产业将从材料级产品向专业级产品深加工方向发展,建议重点培育电碳石墨材料产业链和新兴材料产业链,开发石墨红外电热材料、石墨高分子材料添加剂、氟化石墨、各向同性石墨等产品^[14]。

已有研究多集中在石墨资源成矿特征、石墨产品加工技术、石墨产业发展趋势等领域,但对于石墨资源勘查、开发的布局等领域缺少研究,本文从矿产资源规划布局角度出发,对第三轮全国矿产资源规划和省级矿产资源总体规划中石墨资源勘查开采规划布局进行梳理,分析已有石墨资源勘查开发规划布局体系及其合理性,为下一轮规划中石墨资源勘查开发布局提供参考。

1 我国石墨资源概况

石墨在高温下形成,最常见于大理岩、片岩或片麻岩中,是有机成因的碳质物变质而成^[15]。我国天然石墨资源成矿地质条件好,分布广,储量大,质量好,易于开采。据国土资源部 2017 年统计资料显示,我国晶质石墨查明资源储量为 29 982 万 t(矿物量),隐晶质石墨查明资源储量为 6 485 万 t(矿石),赋存于 20 个省(区、市)。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、山东等地(图 1)。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、广东等地(图 2)。

2 我国石墨资源规划分区体系

石墨资源规划分区体系按照《省级矿产资源总体规划编制技术规程》(国土资厅发[2015]9 号),以省级矿产资源总体规划分区体系构建为基础。省级矿产资源规划中矿产资源勘查开发分区体系包括

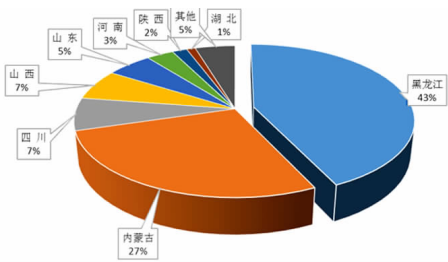


图 1 我国晶质石墨资源查明资源储量分布图
资料来源:国土资源部,2017 年

Fig.1 Distribution of scaly graphite resources in China

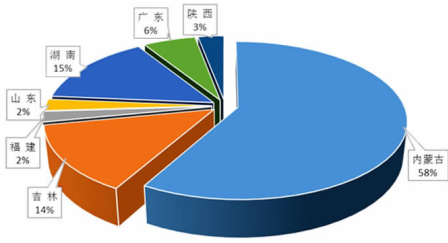


图 2 我国隐晶质石墨查明资源储量分布图
资料来源:国土资源部,2017 年

Fig.2 Distribution of aphanitic graphite in China

重点调查评价区、重点勘查区、限制勘查区、重点矿区、限制开采区、禁止开采区(表 1)。第三轮省级矿产资源总体规划编制中,石墨资源丰富的省份在规划中分别划定了石墨资源勘查开发规划分区,形成了石墨资源规划分区体系。

3 石墨资源勘查规划布局分析

3.1 重点调查评价区

我国省级矿产资源总体规划中确定了石墨资源重点调查评价区 19 个(表 2),面积约 18 万 km²,预计新发现矿产地 28 个;涉及省份主要为河南、陕西、内蒙古、新疆、黑龙江等 9 个省(区),其中新疆和黑龙江省数量较多。近些年石墨资源勘查开发受到矿山企业和地方政府的重视,重点调查评价区的划定也能反映出其受重视程度未减。19 个石墨资源重点调查评价区中有 12 个是石墨资源作为单一矿产的调查评价区。将石墨资源重点调查评价区与中国天然石墨成矿区带分布(肖克炎等,2016)进行对比:19 个石墨资源调查评价区中有 15 个大致分布在佳木斯地块石墨成矿区、额尔古纳地块石墨成矿区、华北陆块北缘中、东段石墨成矿带、塔里木古陆块东北缘石墨成矿区、准噶尔地块东缘被动陆缘石墨成矿带、龙门一大巴陆缘石墨成矿带、康滇地轴成

表 1 我国石墨资源规划分区体系

Table 1 Graphite resource planning zoning system of China

体系	类别	分区名称	含义
石墨资源规划分区	石墨资源勘查规划分区	石墨重点调查评价区	在石墨资源成矿条件有利、有较大资源潜力且工作程度相对较低的区域,圈定的部署石墨资源远景调查评价等工作的重点区域
		石墨重点勘查区	按照石墨资源供需关系、国家产业政策及资源环境承载能力等,在成矿条件有利和找矿前景良好的地区,划定的重点加强石墨资源勘查的区域,还应包括大中型矿山的深部和外围等具有资源潜力的区域
		石墨限制勘查区	在规划期内根据石墨资源供需关系、国家产业政策、相关规划要求以及资源环境承载能力,对石墨资源勘查活动实行一定限制的区域
	石墨资源开采规划分区	石墨重点矿区	划定的石墨资源储量大、资源条件好、具有开发利用基础、对全国石墨资源开发具有举足轻重作用的大型矿产地和矿集区。重点矿区包括国家规划矿区和省级重点矿区
		石墨限制开采区	在规划期内根据国家产业政策、经济社会发展及资源环境保护的要求或国家特殊需要等,受经济、技术、安全、环境等多种因素的制约,对石墨资源开发利用活动实行一定限制的区域
		石墨禁止开采区	在规划期内根据国家产业政策、经济社会发展及资源环境保护的要求或国家特殊需要等,受经济、技术、安全、环境等多种因素的制约,禁止进行石墨资源开采的区域

表 2 我国石墨资源重点调查评价区

Table 2 Investigation and evaluation areas of graphite resources in China

序号	名称	主攻矿种	所在行政区	面积/km ²
1	内蒙古自治区乌拉特中旗—集宁多金属、石墨重点调查评价区	金、铁、铜、铅、锌、钼、稀土、石墨	内蒙古自治区	69 592
2	集安—长白重点调查评价区	煤炭、地热、多金属、石墨、宝玉石、矿泉水	吉林省	16 907
3	大兴安岭地区门都里石墨重点调查评价区	石墨	黑龙江省	3 165
4	大兴安岭地区大林河石墨重点调查评价区	石墨	黑龙江省	2 022
5	大兴安岭地区韩家园子石墨重点调查评价区	石墨	黑龙江省	234
6	伊春市保兴乡石墨重点调查评价区	石墨	黑龙江省	1 587
7	连云港东海—徐州新沂地区金铁矿远景调查区	金、铜、钼、金红石、石榴子石、石墨	江苏省	4 352
8	栾川—嵩县—南召石墨矿调查评价	石墨	河南省	585
9	西峡—内乡晶质石墨矿调查评价	石墨	河南省	3 141
10	孝昌松林岗—麻城宋埠铜锰多金属矿重点调查评价区	铜、石墨、锰多金属	湖北省	3 337
11	攀西重点调查评价区	铁、钒、钛、稀土、铜、铅、锌、碲、石墨	四川省	63 552
12	大巴山重点调查评价区	石墨	四川省	4 776
13	勉县—城固北部晶质石墨重点调查评价区	晶质石墨	陕西省	1 994
14	丹凤北部晶质石墨重点调查评价区	晶质石墨	陕西省	387
15	新疆尉犁县托克布拉克一带石墨矿调查评价区	石墨	新疆维吾尔自治区	677
16	新疆温泉县博尔塔拉河南岸石墨矿调查评价区	石墨	新疆维吾尔自治区	420
17	新疆奇台县黄羊山一带石墨矿调查评价区	石墨	新疆维吾尔自治区	840
18	新疆拜城县黑英山—库车县迪那河一带石墨、重晶石、高纯脉石英、刚玉、大理石、花岗石等调查评价区	石墨、重晶石、高纯脉石英等	新疆维吾尔自治区	3 118
19	新疆若羌县阿尔金山中段—祁曼塔格山一带石膏、硅灰石、汉白玉、石墨、石英岩矿等调查评价区	石膏、硅灰石、汉白玉、石墨、石英岩矿等	新疆维吾尔自治区	2 679

矿区等 7 个石墨资源成矿区带中。新疆维吾尔自治区中的划定的 5 个石墨调查评价区中 4 个调查评价区与已知的石墨资源成矿区带不重合。

3.2 重点勘查区

我国省级矿产资源总体规划中共划定石墨资源作为主要矿种的重点勘查区 40 个(表 3),涉及省份

主要为内蒙古、辽宁、黑龙江、河南、湖北、甘肃等 16 个省(区),其中黑龙江省和湖北省数量较多,占总数量 50%。40 个重点勘查区的总面积约 6.7 万 km²。石墨资源是唯一勘查矿种的重点勘查区有 23 个,面积约 2 286 km²,主要分布在黑龙江、湖北、河南、山东、山西等省。

表 3 我国石墨资源重点勘查区
Table 3 Key exploration areas of graphite resources in China

序号	名称	主要矿种	所在行政区	面积/km ²
1	大同新荣区石墨重点勘查区	石墨	山西省	143
2	阿右旗扎木敖包-特拜锌、铁、石墨、金多金属矿重点勘查区	锌、铁、金、石墨	内蒙古自治区	15 168
3	阿拉善左旗李井滩地区铁、锰、石墨、高岭土重点勘查区	石墨、高岭土、铁	内蒙古自治区	2 437
4	巴彦淖尔市浩尧尔忽洞-赛乌素地区金、铁、石墨矿重点勘查区	金、铁、石墨	内蒙古自治区	13 034
5	宽甸县八河川-牛毛坞石墨矿重点勘查区	石墨、硼矿	辽宁省	441
6	宽甸县大西岔硼矿、石墨重点勘查区	硼矿、石墨	辽宁省	825
7	永吉头道-官马金、银、铜、镍、石墨矿重点勘查区	金、银、铜、镍、石墨	吉林省	2 468
8	集安古马岭金、石墨、钾长石、硼、宝玉石重点勘查区	金、石墨、钾长石、硼矿、宝玉石	吉林省	2 326
9	大兴安岭地区前哨林场石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	81
10	鹤岗市十站河石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	9
11	鹤岗市佐武山石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	27
12	鹤岗市云山石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	3
13	鹤岗市云山林场东石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	5
14	双鸭山市西关门山沟石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	11
15	双鸭山市东关门山沟石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	10
16	佳木斯市梨树沟石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	22
17	双鸭山市锅盔山石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	59
18	七台河市北兴农场石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	70
19	七台河市罗泉石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	54
20	牡丹江市双丰乡石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	85
21	牡丹江市大砬子村石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	82
22	牡丹江市五义村石墨矿重点勘查区	石墨	黑龙江省	49
23	徐州新沂-连云港东海金红石、石榴子石、石墨矿勘查区	金红石、石榴子石、石墨等	江苏省	2 301
24	大田汤泉-永安青水铁矿、石墨矿重点勘查区	铁、石墨	福建省	908
25	金溪地区	石墨	江西省	52
26	平度云山-莱西北墅地区石墨矿勘查区	石墨	山东省	526
27	方城-泌阳萤石、石墨矿重点勘查区	萤石(普通);石墨	河南省	3 510
28	淅川-内乡石墨、金多金属矿重点勘查区	石墨、金	河南省	1 684
29	西峡-内乡石墨重点勘查区	石墨	河南省	293
30	十堰市竹溪县瓦房沟石墨矿重点勘查规划区	石墨	湖北省	18
31	十堰市竹溪县天星寨石墨矿重点勘查规划区	石墨	湖北省	77
32	襄阳市枣阳市清潭镇石墨矿重点勘查规划区	石墨	湖北省	17
33	宜昌市余家河石墨金矿重点勘查规划区	石墨、金	湖北省	46
34	宜昌市兴山县东冲河石墨矿重点勘查规划区	石墨	湖北省	5
35	宜昌市龚家河金石墨矿重点勘查规划区	金、石墨	湖北省	6
36	川东北重点勘查区	钾盐、煤炭、天然气、石墨	四川省	13 820
37	牟定小水桥-姚兴村石墨稀土矿勘查区	稀土	云南省	477
38	南金山金银石墨矿	金、银	甘肃省	681
39	白石头沟-掉石沟一带晶质石墨矿	石墨	甘肃省	588
40	阿尔金稀土铜镍石墨钛矿重点勘查区	铜、镍、石墨	青海省	4 530

石墨资源调查评价区和重点勘查区中 80% 左右与中国天然石墨成矿区带分布(肖克炎等,2016)一致,我国石墨资源成矿潜力最大地区有黑龙江、内蒙古、山东、吉林、四川等省区,其中黑龙江省沉积变质型石墨资源潜力最大^[1]。石墨资源成矿潜力大的地区对于石墨资源勘查规划布局重点不同,黑龙江省对于石墨资源调查评价和勘查均很重视,划定了石墨资源调查评价区 4 个和重点勘查区划定 14 个,分别占全国的 21%、35%。内蒙古自治区只划定了石墨资源重点调查评价区 1 个。新疆维吾尔自治区虽然不是我国石墨资源成矿潜力最大的地区,但划定了 5 个石墨资源调查评价区,占全国的 26%。

4 石墨资源开采规划布局分析

4.1 国家规划矿区

《全国矿产资源规划(2016—2020 年)》中确定石墨资源国家规划矿区 6 个,面积约 7 600 km²,分别位于黑龙江、四川、山东、湖南和河南 5 个省内;其中晶质石墨矿区 5 个,隐晶质石墨矿区 1 个。石墨资源国家规划矿区是我国石墨资源开采的重要保障区域,也是石墨资源储量丰富、品质较好的矿区。

4.2 重点矿区

石墨资源赋存丰富的省份,在第三轮省级矿产资源总体规划中划定了石墨资源省级重点矿区 7

个,面积约 400 km²,分别位于内蒙古、湖北、吉林、河南 4 个省(区)内。各省石墨资源重点矿区是各省石墨资源开发的重点区域,也是我国石墨资源开采的重要保障区域。

4.3 限制开采区

湖南省划定桂阳—宜章煤炭限制开采区 1 个,属于限制开采特定矿种的限制开采区,限制开采矿种包括煤炭、石墨、钨矿、锡矿,面积 500 多 km²。限制开采区内对于限制开采的矿种,原则上不新设采矿权,并且从生产规模、环境保护、安全生产等方面严格生产管理。

4.4 禁止开采区

海南省划定琼海市烟塘石墨、钼开采区禁止开采区 1 个,属于特定矿种禁止开采区,面积 8.23 km²,区内禁止石墨资源的开发利用。

石墨资源开采规划布局在我国已有的开采基础上确定,重点在已经形成的山东、黑龙江、内蒙古及湖南等石墨主要产区^[17]。石墨资源规划布局的重心在重点矿区的划定,重点矿区数量为 13 个,约占全部开采规划布局的 87%,针对石墨资源的限制开采区和禁止开采区都只有 1 个,说明全国各省(区)对石墨资源开采比较重视。全国矿产资源规划中确定的“强化优质石墨资源保护和合理利用”思路,在石墨资源规划布局中未充分体现。

表 4 我国石墨资源开采规划分区
Table 4 Exploitation planning zone of graphite resource in China

序号	名称	主要矿产		所属行政区	面积/km ²
1	鸡西石墨矿区	石墨	国家规划矿区	黑龙江省	2 090
2	萝北石墨矿区	石墨	国家规划矿区	黑龙江省	694
3	巴中石墨矿区	石墨	国家规划矿区	四川省	193
4	平度—莱西石墨矿区	石墨	国家规划矿区	山东省	平度片区:466 莱西片区:529
5	郴州鲁塘石墨矿区	石墨	国家规划矿区	湖南省	29
6	南阳石墨矿区	石墨	国家规划矿区	河南省	3 670
7	兴和县黄土窑石墨矿	石墨	重点矿区	内蒙古自治区	11
8	阿拉善左旗查汗木胡鲁晶质石墨矿	石墨	重点矿区	内蒙古自治区	11
9	通化财源晶质石墨矿重点矿区	石墨	重点矿区	吉林省	168
10	建阳市岭根墙矿区	石墨、金	重点矿区	福建省	65
11	宜昌市恒达石墨重点开采规划区	石墨	重点矿区	湖北省	6
12	宜昌市兴山县水月寺金矿石墨重点开采规划区	金矿、石墨	重点矿区	湖北省	9
13	攀枝花石墨矿省级规划矿区	石墨	重点矿区	四川省	154
14	桂阳—宜章煤炭限制开采区	煤炭、石墨、钨矿、锡矿	限制开采区	湖南省	527
15	琼海市烟塘石墨、钼开采区	石墨、钼	禁止开采区	海南省	8

5 建议

已形成的石墨资源勘查开发规划布局按照《省级矿产资源总体规划编制技术规程》(国土厅发[2015]9号)的要求构建,体系能够满足矿产资源总体规划编制的要求,为更好的促进“强化优质石墨资源保护和合理利用”,对下一轮规划编制中勘查开发规划布局建议如下:

(1)石墨资源勘查规划布局要与石墨矿床构造背景及成矿带划分相结合。划定石墨资源重点调查评价区和重点勘查区时,需要以石墨矿床构造背景及我国天然石墨成矿区带分布为基础,在石墨资源成矿潜力大的内蒙古、吉林等地区,增加石墨资源勘查规划分区的数量,以促进石墨资源调查评价及勘查费用的投入,强化石墨资源区域变质型、接触变质型和岩浆热液型^[16]的成矿规律和成矿模型的总结研究。并要注重多矿种的综合调查评价和勘查,以提高调查评价和勘查工作效率。

(2)石墨资源开采规划布局要强化优质石墨资源的保护和合理利用。建议划定优质石墨资源开采规划分区时,根据石墨资源矿产地资源品位、品质情况,明确优质资源合理利用的区域。从资源量、资源品质等不同侧重点,确定石墨开采规划分区(包括重点矿区、限制开采区和禁止开采区),并明确开发利用要求,如在大鳞片石墨含量较高的石墨矿区内,已经进行多年开采利用的矿区划定大鳞片晶质石墨重点矿区,强化优质资源的合理利用,明确大鳞片晶质石墨的开采利用技术要求,提高大鳞片石墨的产出和利用率;在新开采的晶质石墨矿区内,若大鳞片石墨含量较高,划定石墨资源限制开采区,强化优质资源的保护,提出高标准的石墨开采、选矿和加工利用技术和产品要求,体现资源优质优用;在新发现的大鳞片晶质石墨含量高的矿产地,划定石墨资源禁止开采区,进行优质资源保护。

参考文献:

- [1] 王家昌,张家英,朱艳.我国石墨成矿特征及找矿标志[J].中国非金属矿工业导刊,2013(3):49-51.
- [2] 肖克炎,孙莉,李思远,等.我国石墨矿产地地质特征及资源潜力分析[J].地球学报,2016,37(5):607-614.
- [3] 王文利.石墨深加工技术发展现状及市场分析[J].中国建材,2002(1):81-83.
- [4] 饶娟,张盼,何帅,等.天然石墨利用现状及石墨制品综述[J].中国科学,2017,47(1):13-21.
- [5] 佟红格尔,孙敬锋,王林祥,等.预先选别法保护鳞片石墨选矿工艺研究[J].矿产保护与利用,2010(6):37-39.
- [6] 郑永涛,高洁,孙莉,等.内蒙古阿拉善左旗查汗木胡鲁晶质石墨矿地质特征及找矿标志[J].地质学刊,2016,40(4):695-700.
- [7] 薛天闯,杨士辉,沈坤,等.河南省石墨矿床分布特征及找矿方向[J].中州煤炭,2016(9):155-158.
- [8] 李弘珂.黑龙江某地石墨及金属矿地质背景及成矿条件[J].中国金属通报,2017(10):39-40.
- [9] 王东暄.黑龙江省晶质石墨资源特征概述[J].黑龙江科技信息,2014(4):23.
- [10] 段佳琪,孙红娟,彭同江.湖南郴州微晶石墨的矿物学特征[J].矿物岩石,2016,36(03):7-14.
- [11] 夏锦胜,孙莉,肖克炎.四川南江尖山石墨矿床地质特征及成因[J].地质学刊,2017,41(02):212-217.
- [12] 万贵龙,张春林,袁建江.内蒙古阿拉善左旗某地晶质石墨矿特征分析[J].世界有色金属,2017(18):114-116.
- [13] 苑金生.我国石墨行业发展存在问题及改进措施[J].中国非金属矿工业导刊,2008(1):20-22.
- [14] 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].地球学报,2015,37(5):1059-1067.
- [15] 石墨——成因和产地[J].中国国土资源经济,2013,26(10):25.
- [16] 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(6):1223-14.
- [17] 王丹,吴尚昆,董煜.我国石墨资源开发利用及产业发展的探讨[J].经济师,2017(9):57-60.

引用格式:王丹,孙映祥.我国石墨资源勘查开发规划布局分析[J].矿产保护与利用,2018(5):14-19.

WANG Dan, SUN Yingxiang. Analysis on the layout of graphite resources exploration and development in China[J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2018(5):14-19.