

全球石墨行业调研报告

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

目录

1.石墨简介及分类1

 1.1 石墨的定义以及特性 1

 1.2 石墨分类2

2.全球石墨行业的概况 4

 2.1 全球石墨储量 4

 2.2 全球石墨产量 5

 2.3 全球石墨出口/进口数据6

 2.4 中国天然石墨的价格走势8

3.石墨的提纯方法9

4.石墨产业链下游的主要应用领域11

5.相关的上市公司 12

分析员声明 15

图表 1 天然石墨的分类及特征3

图表 2 全球及石墨储量国家 TOP5 的储量数据（单位：公吨）4

图表 3 全球及主要石墨生产国家的产量数据（单位：公吨）6

图表 4 全球天然石墨的出口金额(千美元) 7

图表 5 全球天然石墨的进口金额(千美元) 7

图表 6 2024 年（1 月-3 月）中国天然石墨出口数据 TOP10 统计8

图表 7 中国天然鳞片石墨价格走势图（元人民币/吨）9

图表 8 中国球形石墨价格走势图（元人民币/吨）9

图表 9 石墨烯相关的上市公司 13

图表 10 石墨烯相关上市公司简介 14

【摘要】

- 天然石墨分为以下3类：块状石墨（致密结晶状石墨）、鳞片石墨（晶质石墨）和土状石墨（隐晶质石墨、微晶石墨）。块状石墨是最罕见、价值最高的石墨矿，主要在斯里兰卡发现。鳞片石墨主要分布在澳大利亚、巴西、加拿大、中国、德国和马达加斯加。土状石墨主要蕴藏在土耳其、中国、欧洲、墨西哥和美国。
- 储量方面，根据美国地质调查局公布的最新数据，2023年全球石墨储量为2.8亿公吨。其中，中国石墨储量7800万公吨，占全球储量的27.86%；巴西石墨储量7400万公吨，占全球储量的26.43%。
- 产量方面，根据美国地质调查局公布的最新数据，2023年全球石墨产量为160万公吨。其中，中国石墨产量123万公吨，占全球产量的76.87%；马达加斯加石墨产量10万公吨，占全球产量的6.25%；巴西石墨产量7.3万公吨，占全球产量的4.56%。
- 进/出口方面，天然石墨主要出口国分别是中国、墨西哥、加拿大、巴西、马达加斯加，其中，中国天然石墨出口金额占比约56.45%；天然石墨主要进口国有韩国、日本、德国和美国等。
- 于最近一年（2023.4-2024.4），中国天然石墨价格呈现震荡下跌的趋势，下游需求相对疲软。

1. 石墨简介及分类

1.1 石墨的定义以及特性

石墨是一种由六方晶体结构的碳原子堆积片组成的矿物，为灰色至黑色、不透明，具有金属光泽。天然石墨从变质岩中的矿床开采而来，如大理石、片岩、片麻岩，源于脉状矿床的堆积物。天然石墨通常由沉积岩中的有机物堆积的变质作用形成。合成石墨是由高温热处理（石墨化）碳氢化合物材料或从碳氢化合物材料的化学沉积制造而成。合成石墨为纯度99.9%以上的石墨，但孔隙率略高，密度较低，导电率较低，价格远高于天然石墨。

物理化学性质方面，石墨的莫氏硬度为1-2，沿垂直方向随杂质的增加其硬度可增至3-5，比重为1.9-2.3，比表面积范围集中在1-20m²/g，在隔绝氧气条件下，其熔点在3000℃以上，是最耐温的矿物之一。石墨与金刚石、碳60、碳纳米管、石墨烯等都是碳元素的单质，它们互为同素异形体。

此外，石墨拥有以下多个特殊性质：

1) 耐高温性：石墨的熔点为3850±50℃，即使经超高温电弧灼烧，重量的损失很小，热膨胀系数也很小。石墨强度随温度提高而加强，在2000℃时，石墨强度提高一倍。

2) 导电、导热性：石墨的导电性比一般非金属矿高一百倍。导热性超过钢、铁、铅等金属材料。导热系数随温度升高而降低，甚至在极高的温度下，石墨成绝热体。石墨能够导电是因为石墨中每个碳原子与其他碳原子只形成3个共价键，每个碳原子仍然保留1个自由电子来传输电荷。

3) 润滑性：石墨的润滑性能取决于石墨鳞片的大小，鳞片越大，摩擦系数越小，润滑

性能越好。

4) 化学稳定性：石墨在常温下有良好的化学稳定性，能耐酸、耐碱和耐有机溶剂的腐蚀。

5) 可塑性：石墨的韧性好，可碾成很薄的薄片。

6) 抗热震性：石墨在常温下使用时能经受住温度的剧烈变化而不致破坏，温度突变时，石墨的体积变化不大，不会产生裂纹。

自然界中纯净的石墨是没有的，其中往往含有 SiO₂、Al₂O₃、FeO、CaO、P₂O₅、CuO 等杂质。这些杂质常以石英、黄铁矿、碳酸盐等矿物形式出现。此外，还有水、沥青、CO₂、H₂、CH₄、N₂ 等气体部分。因此对石墨的分析，除测定固定碳含量外，还必须同时测定挥发分和灰分的含量。

1.2 石墨分类

石墨分为天然石墨和人造石墨两大类，天然石墨来自石墨矿藏。

1. 人造石墨

在炭素工业中生产量最大的是各种人造石墨制品，人造石墨制品一般用易石墨化的石油焦、沥青焦为原料，经过配料、混捏、成型、焙烧、石墨化（高温热处理）和机械加工等一系列工序而制成，生产周期长达数十天。

人造石墨的种类也很多，如单晶石墨、多晶石墨、热解石墨、高定向热解石墨、聚酰亚胺合成的石墨、石墨纤维等，多数人造石墨制品属于多晶石墨一类。

人造石墨中的主要产品是电弧炼钢炉及矿热电炉使用的石墨电极，石墨电极是一种耐高温、耐腐蚀的导电材料。人造石墨在其他许多工业部门也有广泛的用途，如机械工业中电机用电刷、精密铸造模具、电火花加工的模具及耐磨部件，化学工业中的电解槽使用的导电体或耐腐蚀器材，高纯度及高强度人造石墨是核工业部门的反应堆结构材料和用作导弹火箭的部件等。

2. 天然石墨

石墨矿床以中、小型为主，矿床类型大致分为以下 5 种：结晶片岩中的似层状石墨矿床、变质煤层中的石墨矿床、霞石正长岩中的石墨矿床、硅卡岩中的石墨矿床、结晶片岩中的脉状石墨矿床。

天然石墨大致分为以下 3 类：块状石墨（致密结晶状石墨）、鳞片石墨（晶质石墨）和土状石墨（隐晶质石墨、微晶石墨）。

1) 块状石墨

块状石墨又叫致密结晶状石墨。此类石墨结晶明显晶体肉眼可见。颗粒直径大于 0.1 毫米，比表面积范围集中在 0.1-1m²/g，晶体排列杂乱无章，呈致密块状构造。这种石墨的特点是品位很高，一般含碳量为 60%-65%，有时达 80%-98%，但其可塑性和滑腻性不如鳞片石墨好。块状石墨是最罕见、价值最高的石墨矿，主要在斯里兰卡发现。

2) 鳞片石墨

鳞片石墨（晶质石墨）是由许多单层的石墨结合而成，在变质岩中以单独的片状存在，储量少、价值高，晶体呈鳞片状，这是在高强度的压力下变质而成的，有大鳞片和细鳞片之分。此类石墨矿石的特点是品位不高，一般在 2%-3%，或 10%-25% 之间，是自然界中可浮性最好的矿石之一，经过多磨多选可得高品位石墨精矿。这类石墨的可浮性、润滑性、可塑性均比其他类型石墨优越，因此它的工业价值最大。

鳞片石墨主要分布在澳大利亚、巴西、加拿大、中国、德国和马达加斯加。近几年，非洲坦桑尼亚和莫桑比克等地也发现大量的鳞片石墨资源。有学者对莫桑比克 Ancuaba 及坦桑尼亚 Chilalo 地区的鳞片石墨矿石进行研究，结果表明 Ancuaba、Chilalo 地区石墨矿中矿物组成相似，且均为优质大鳞片石墨资源。

此外，鳞片石墨亦可进一步加工制成球形石墨。球形石墨是锂离子电池的负极材料。一般情况下，鳞片石墨通过机械磨损工序形成圆球的形状。球形石墨的圆润形状可以让锂离子电池负极更有效地封装颗粒，从而提高锂离子电池能量和充电能力。锂离子电池需要不同尺寸的球形石墨，因为颗粒大小会影响锂离子电池的性能指标。例如，小的球形石墨颗粒用于充电要求较快的锂离子电池，而对功率要求较大的锂离子电池需要更大的球形石墨颗粒。目前全球的球形石墨生产由中国主导。

3) 土状石墨

土状石墨又称隐晶质石墨或微晶石墨，这种石墨的晶体直径一般小于 1 微米，比表面积范围集中在 1-5m/g，是微晶石墨的集合体，只有在电子显微镜下才能见到晶形。此类石墨的特点是表面呈土状，缺乏光泽，润滑性比鳞片石墨稍差。品位较高，一般的 60%-85%，少数高达 90% 以上。一般应用于铸造行业比较多。随着石墨提纯技术的提高，土状石墨应用越来越广泛。

土状石墨是储量最多的一种，鳞片较小，结晶度不高，用于生产低价值的产品，是 3 种石墨中价格最低的一种。土状石墨主要蕴藏在土耳其、中国、欧洲、墨西哥和美国。

图表 1 天然石墨的分类及特征

类型	块状石墨	鳞片石墨	土状石墨
结晶状态	很好	较好	不好
结晶粒度	>0.1mm	0.05~1.5mm (>1.0 μm)	0.01~0.1 μm
品位	60%~65%，高的可达 80%~98%	2%~5%，或 10%~25% 之间	60%~80%，少数高达 90% 以上
可浮性	好	好	不好
产地	斯里兰卡	澳大利亚、巴西、加拿大、中国、德国和马达加斯加、津巴布韦	土耳其、欧洲、中国、墨西哥和美国

资料来源：百度百科

2. 全球石墨行业的概况

2.1 全球石墨储量

根据美国地质调查局公布的最新数据，2023 年全球石墨储量为 2.8 亿公吨，主要分布在中国、巴西、马达加斯加、坦桑尼亚、俄罗斯、印度、土耳其、墨西哥、朝鲜、韩国、斯里兰卡、乌兹别克斯坦、越南等国家。

其中，中国石墨储量 7800 万公吨，占全球储量的 27.86%；巴西石墨储量 7400 万公吨，占全球储量的 26.43%；马达加斯加石墨储量 2400 万公吨，占全球储量的 8.57%；坦桑尼亚石墨储量 1800 万公吨，占全球储量的 6.43%；俄罗斯石墨储量 1400 万公吨，占全球储量的 5%。TOP5 全球主要石墨山储量国家的储量合计占比 74.29%。值得注意的是，土耳其天然石墨的储量由 2022 年的 9000 万吨锐减至 690 万吨，不再是储量全球第一的国家。

矿山地域分布方面：中国的石墨矿产有鳞片石墨（晶质石墨）和土状石墨（隐晶质石墨、微晶石墨）两种类型。鳞片石墨矿主要分布于黑龙江、山西、四川、山东、内蒙古、河南、湖北、陕西等 8 个省（自治区）。土状石墨矿主要分布在内蒙古、湖南、广东、吉林、陕西、山东、福建 7 个省（自治区）中。

巴西石墨矿分布在米纳斯吉拉斯（Minas Gerais）、塞阿腊（Ceara）和巴伊亚（Bahia），最好的石墨分布在米纳斯吉拉斯州派德拉亚朱尔（Pedra Azul）。

马达加斯加石墨主要分布于东部 Marivolanitra 地区；印度石墨矿主要分布在奥瑞萨邦和拉贾斯坦邦；加拿大石墨矿床分布在安大略省、不列颠哥伦比亚省和魁北克省；斯里兰卡因其西部和西南部盛产高品位致密块状石墨矿而世界闻名。

图表 2 全球及石墨储量国家 TOP5 的储量数据（单位：公吨）

	全球	中国	巴西	马达加斯加	坦桑尼亚	俄罗斯
2014 年	110,000,000	55,000,000	40,000,000	940,000	/	/
2015 年	230,000,000	55,000,000	72,000,000	940,000	/	/
2016 年	250,000,000	55,000,000	72,000,000	1,600,000	5,100,000	/
2017 年	270,000,000	55,000,000	70,000,000	1,600,000	17,000,000	/
2018 年	300,000,000	73,000,000	72,000,000	1,600,000	17,000,000	/
2019 年	300,000,000	73,000,000	72,000,000	1,600,000	18,000,000	/
2020 年	320,000,000	73,000,000	70,000,000	26,000,000	17,000,000	/
2021 年	320,000,000	73,000,000	70,000,000	26,000,000	18,000,000	/
2022 年	330,000,000	52,000,000	74,000,000	26,000,000	18,000,000	14,000,000
2023 年	280,000,000	78,000,000	74,000,000	24,000,000	18,000,000	14,000,000

数据来源：，美国地质调查局

2.2 全球石墨产量

根据美国地质调查局公布的最新数据，2023 年全球石墨产量为 160 万公吨。其中，中国石墨产量 123 万公吨，占全球产量的 76.87%；马达加斯加石墨产量 10 万公吨，占全球产量的 6.25%；莫桑比克石墨产量 9.6 万公吨，占全球产量的 6%；巴西石墨产量 7.3 万公吨，占全球产量的 4.56%；韩国石墨产量 2.7 万公吨，占全球产量的 1.68%。TOP5 全球主要石墨山生产国家的产量合计占比 95.36%。

近 30 年来，中国石墨产量居世界第一。中国晶质石墨重要产地有黑龙江鸡西和萝北、山东平度和莱西、内蒙古兴和、河北赤城、河南内乡、湖北宜昌和四川南江。中国隐晶质石墨开发主要在湖南省郴州地区和吉林省磐石地区，湖南省郴州地区有多家公司采用超高温技术生产高纯微晶石墨。

马达加斯加石墨开发商主要有：格兰德公司和加洛伊斯公司。

莫桑比克石墨主要分布在巴拉马地区和安夸贝地区，巴拉马地区 2 个石墨矿区石墨资源量合计为 3.05 亿吨。

坦桑尼亚石墨主要分布在马亨盖、纳储、莲都等地区。

巴西国家石墨公司（National de Grafite Ltda）为巴西最主要生产者及世界最大石墨生产者之一。这家公司在米纳斯吉拉斯的三个大型鳞片石墨矿床开采，年产 7 万吨天然石墨，实际上它提供着巴西所有的天然石墨。

印度石墨开发主要在奥瑞萨邦和拉贾斯坦邦，奥瑞萨邦石墨产量占 65%-75%，主要生产商是阿格拉瓦尔石墨工业公司（Agrawal），公司有甘若达尔（Ganjaudar）和泰姆里马尔（Temtimal）两座石墨矿山；TP 矿产公司开发富尔巴尼（Phulbani）、马达古达尔夫（Madagudarf）和萨尔吉帕里（Sargipali）附近的石墨矿，两公司生产鳞片石墨和粉末石墨产品。

加拿大石墨生产商主要是蒂姆科公司（Timcal）和鹰石墨公司。Timcal 加拿大公司的矿山和加工厂位于伊勒湖（Lac des Iles），其生产能力对外保密。工业矿物公司（IMI）开发比塞特克里克（Bissett Creek）鳞片石墨矿，位于安大略省玛利亚城，公司目标是成为北美最大的鳞片石墨生产商。富通石墨公司（Fortune Graphite Inc.）开发隐晶质石墨和鳞片石墨，矿山位于不列颠哥伦比亚省东南部的库登奈山一带（Kootenay）。魁因托采矿公司（Quinto Mining Corp.）开发盖雷特湖（Lac Gueret）石墨矿床，位于魁北克东北的科特诺德（Cotenord）地区，该床矿石墨品位为 15%-40%。环球石墨有限公司开发苏必利尔（Superior）石墨矿床，该矿是鳞片石墨，矿石储量 5500 万吨。

图表 3 全球及主要石墨生产国家的产量数据（单位：公吨）

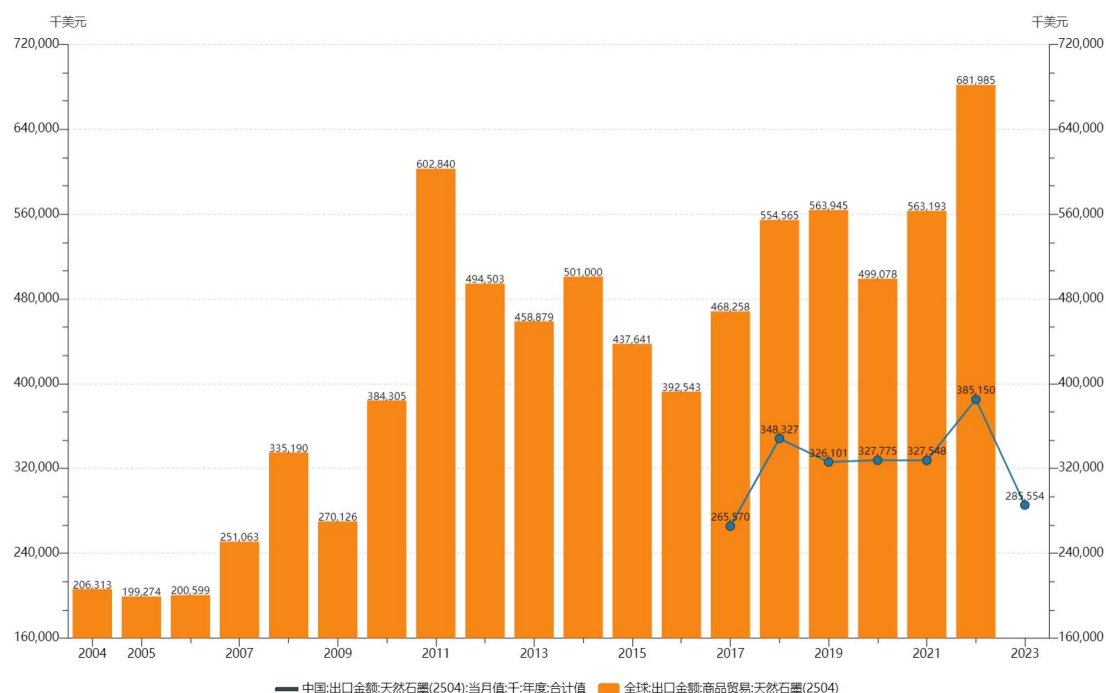
	全球	中国	马达加斯加	莫桑比克	巴西	韩国
2014 年	1,190,000	780,000	5,000	/	80,000	/
2015 年	1,190,000	780,000	5,000	/	80,000	/
2016 年	1,150,000	780,000	8,000	/	95,000	/
2017 年	897,000	625,000	9,000	300	90,000	/
2018 年	1,120,000	693,000	46,900	104,000	95,000	/
2019 年	1,100,000	700,000	48,000	107,000	96,000	/
2020 年	966,000	762,000	20,900	28,000	63,600	/
2021 年	1,130,000	820,000	70,000	72,000	82,000	10,500
2022 年	1,680,000	1,210,000	130,000	166,000	72,000	23,800
2023 年	1,600,000	1,230,000	100,000	96,000	73,000	27,000

数据来源：，美国地质调查局

2.3 全球石墨出口/进口数据

天然石墨主要出口国分别是中国、墨西哥、加拿大、巴西、马达加斯加。这几个国家出口全世界 97% 的石墨，占 90% 的石墨出口额。土状石墨主要由墨西哥出口，块状石墨为斯里兰卡出口，中国、加拿大、马达加斯加则出口鳞片石墨。于 2022 年，全球天然石墨出口金额 6.82 亿美元，其中，中国天然石墨出口金额 3.85 亿美元，占比 56.45%。2023 年中国天然石墨出口金额受疫情影响有所下降。

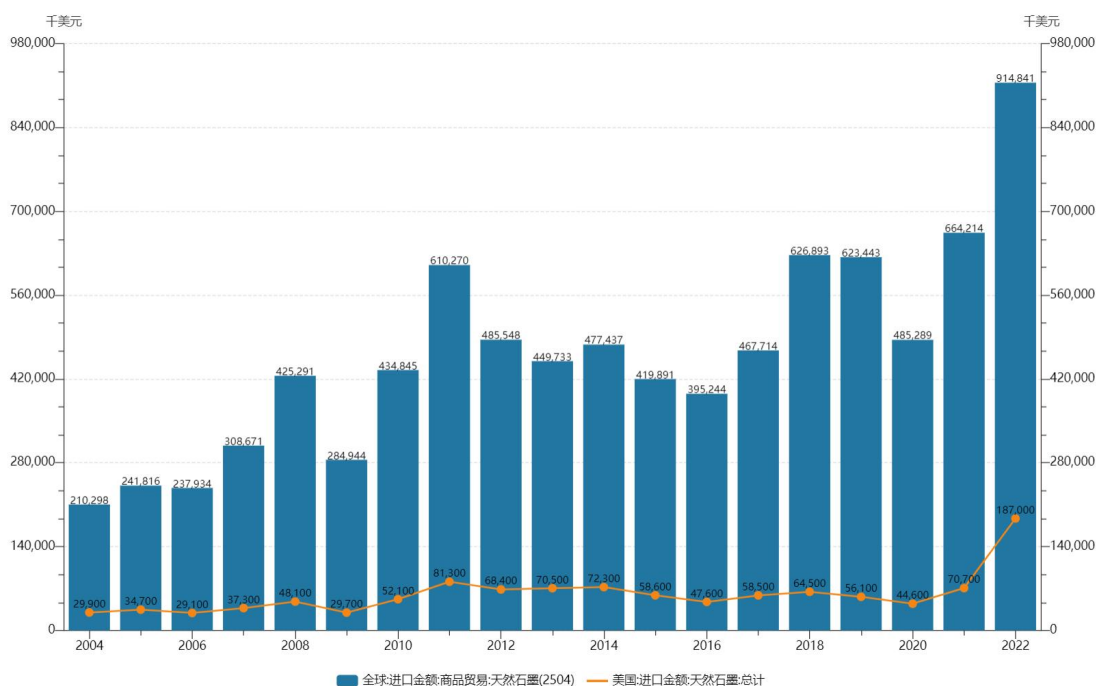
图表 4 全球天然石墨的出口金额(千美元)



数据来源:

全球石墨主要进口国有韩国、日本、德国和美国等。于 2022 年,全球天然石墨的进口金额 9.15 亿美元,创历史新高。

图表 5 全球天然石墨的进口金额(千美元)



数据来源:

据中国海关数据统计显示，2024 年 1 月-3 月中国天然鳞片石墨出口量约为 8107 吨，出口金额 848.68 万美元。其中，2024 年 3 月中国天然鳞片石墨出口量约为 4871 吨，同比减少 23.48%，主要出口国为：韩国、日本、德国。

从海关数据来看，1 月和 2 月出口数量同比下降幅度较大，仍是受出口限制牵绊，天然石墨企业申请办理出口许可证周期仍较长，据天然石墨企业表示海外市场前期天然石墨库存已经逐步消耗，天然石墨资源存在缺口，但对于海外订单需求，加急出口的情况似乎不太可能。

图表 6 2024 年（1 月-3 月）中国天然石墨出口数据 TOP10 统计

产销国/地区	出口数量（吨）	出口金额（美元）
韩国	1,258	1,416,099
日本	1,101	1,290,160
德国	838	697,230
荷兰	260	202,946
西班牙	193	151,506
美国	170	186,384
巴基斯坦	161	66,245
俄罗斯	114	127,090
南非	88	47,961
波兰	83	117,444
合计	4,266	4,303,065

数据来源：百川盈孚

2.4 中国天然石墨的价格走势

于最近一年，中国天然石墨价格呈现震荡下跌的趋势。根据百川盈孚数据，2024 年 4 月，虽下游负极材料产量有所提升，但从对原材料采购情况来看，提量并不明显，且因场内球形石墨资源较多，价格处于劣势。耐火材料市场来看，负目鳞片石墨出货一般，用于钢铁三大件或做可膨胀石墨等的正目资源相对紧缺，价格高位。

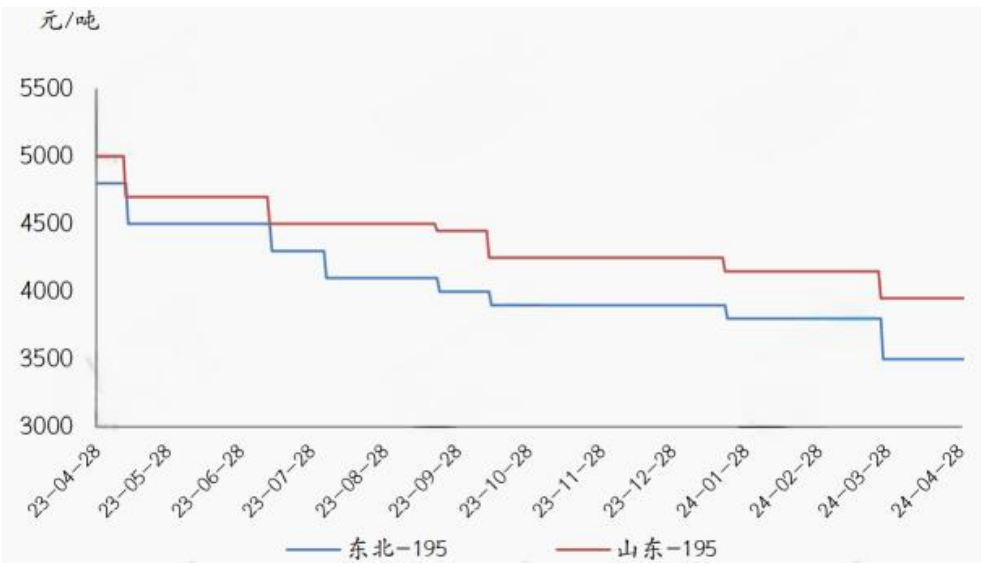
最新的报价方面：

1) 山东地区：截止 2024 年 4 月 28 日山东地区天然鳞片石墨主流企业报价：-190 价格 2800-3000 元人民币/吨；-194 价格 3500-3800 元人民币/吨；-195 价格 3700-4200 元人民币/吨。球形石墨主流企业报价：大球价格 14000-15000 元人民币/吨，小球价格 15000-16000 元人民币/吨。

2) 东北地区：截止 2024 年 4 月 28 日东北地区天然鳞片石墨主流企业报价：-190 价格 2500-2700 元人民币/吨；-194 价格 3000-3400 元人民币/吨；-195 价格 3200-3500 元人民

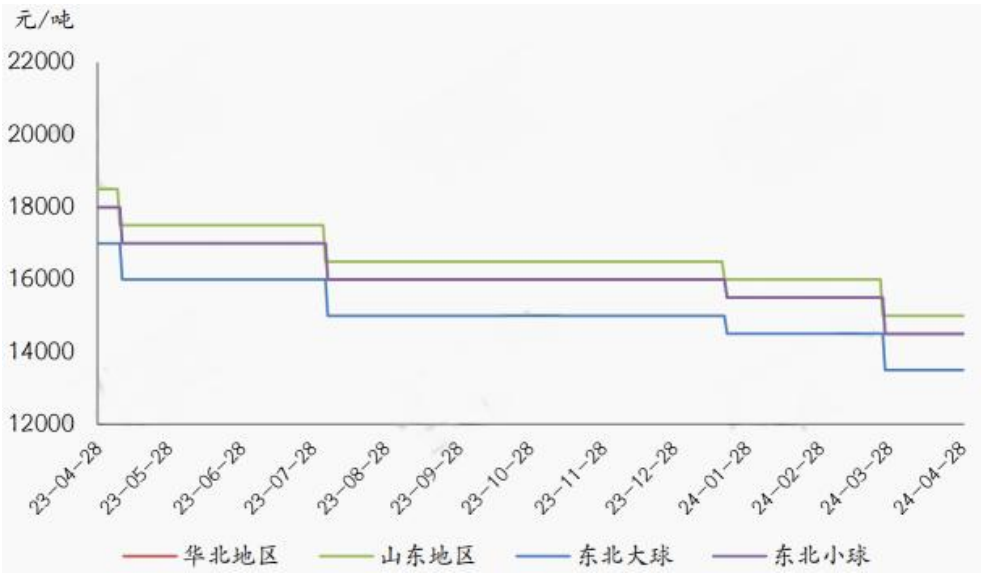
币/吨。球形石墨主流企业报价：大球价格 13000-14000 元人民币/吨，小球价格 14000-15000 元人民币/吨。

图表 7 中国天然鳞片石墨价格走势图（元人民币/吨）



数据来源：百川盈孚

图表 8 中国球形石墨价格走势图（元人民币/吨）



数据来源：百川盈孚

3. 石墨的提纯方法

石墨深加工产业的前提是提纯，石墨提纯是一个复杂的物化过程，其提纯方法主要有浮选法、碱酸法、氢氟酸法、氯化焙烧法、高温法。

1) 浮选法

浮选是一种常用而重要的选矿方法，石墨具有良好的天然可浮性，基本上所有的石墨都可以通过浮选的方法进行提纯，为保护石墨的鳞片，石墨浮选大多采用多段流程。石墨浮选捕收剂一般选用煤油，用量为 100~200g/t，起泡剂一般采用松醇油或丁醚油，用量为 50~250g/t。

大鳞片石墨的价值及应用均比细鳞片石墨大得多，而且一旦破坏就无法恢复。在石墨选矿中保护石墨的大鳞片是选矿过程中不可忽视的问题。因石墨具有良好的天然可浮性，浮选法可使石墨的品位提高到 80%-90%，甚至可达 95% 左右。该方法的优点是所有提纯方案中能耗和试剂消耗最少、成本最低的一种。但呈极细状态夹杂在石墨鳞片中的硅酸盐矿物和钾、钙、钠、镁、铝等元素的化合物，用磨矿的方法不能将其单体解离，而且不利于保护石墨大鳞片。因此浮选法只是石墨提纯的初级手段，若要获得含碳量 99% 以上的高碳石墨，必须用其他方法提纯。

2) 碱酸法

碱酸法包括两个反应过程：碱熔过程和酸浸过程。碱熔过程是在高温条件下，利用熔融状态下的碱和石墨中酸性杂质发生化学反应，特别是含硅的杂质（如硅酸盐、硅铝酸盐、石英等），生成可溶性盐，再经洗涤去除杂质，使石墨纯度得以提高。酸浸过程的基本原理是利用酸和金属氧化物杂质反应，这部分杂质在碱熔过程中没有和碱发生反应。使金属氧化物转化为可溶性盐，再经洗涤使其与石墨分离，经过碱熔和酸浸相结合对石墨提纯有较好的效果。

多种碱性物质均可以除去石墨杂质，碱性越强，提纯效果越好。碱酸法多用熔点小、碱性强的 NaOH。酸浸过程所用的酸可以是 HCl、H₂SO₄、HNO₃ 或者是它们之间的混合使用，其中 HCl 应用较多。

对于一些含硅较高的石墨，碱熔法提纯石墨还可以实现对硅的综合回收利用。碱熔酸浸后的溶液为酸性，溶液中的硅杂质转变为硅酸，加入一定量的明矾即可将硅酸提取出来，再经 900℃ 的高温煅烧，可得到纯的二氧化硅。

碱酸法是中国石墨提纯工业生产中应用最为广泛的方法，具有一次性投资少、产品品位较高、适应性强等特点，以及设备简单、通用性强的优点。不足是需要高温煅烧，能量消耗大，工艺流程长，设备腐蚀严重，石墨流失量大以及废水污染严重，因而利用石墨提纯废水制取聚合氯化硅酸铝铁等综合利用技术显得十分重要。

3) 氢氟酸法

氢氟酸是强酸，几乎可以与石墨中的任何杂质发生反应，而石墨具有良好的耐酸性，特别是可以耐氢氟酸，决定了石墨可以用氢氟酸进行提纯。氢氟酸法的主要流程为石墨和氢氟酸混合，氢氟酸和杂质反应一段时间产生可溶性物质或挥发物，经洗涤去除杂质，脱水烘干后得到提纯石墨。

氢氟酸与 Ca、Mg、Fe 等金属氧化物反应生成沉淀，产生的 H₂SiF₆ 溶于溶液，又可除去 Ca、Mg、Fe 等杂质。氢氟酸有剧毒，对环境污染严重，配合其他酸对石墨进行提纯，可以有效地减少氢氟酸用量。氢氟酸法提纯石墨具有工艺流程简单、产品品位高、成本相对较低、对石墨产品性能影响小的优点。但是氢氟酸有剧毒，在使用过程中必须具有安全保护措施，对产生的废水必须经过处理后方能向外排放，否则将会对环境造成严重污染。

4) 氯化焙烧法

氯化焙烧法是将石墨和一定的还原剂混在一起，在特定的设备和气氛下高温焙烧，物料中有价金属转变成气相或凝聚相的金属氯化物，而与其余组分分离，使石墨纯化的工艺过程。

石墨中的杂质在高温条件下，可以分解成熔沸点较高的氧化物，如 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 。这些氧化物在一定高温和气氛下，通入氯气后，金属氧化物和氯气反应生成熔沸点较低的氯化物。于是在较低的温度下，这些氯化物可气化而逸出，实现与石墨分离，使石墨得以提纯。

氯化焙烧法的优势在于节能、提纯效率高（>98%）、回收率高，但也存在氯气有毒、严重腐蚀性和严重污染环境等问题。在工艺上生产石墨的纯度有限，工艺稳定性不好，影响了氯化法在实际生产中的应用，还有待进一步改善和提高。

5) 高温提纯法

石墨的熔点为 $3850^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C}$ ，是自然界熔沸点最高的物质之一，远远高于杂质硅酸盐的沸点。利用它们的熔沸点差异，将石墨置于石墨化的石墨坩埚中，在一定的气氛下，利用特定的仪器设备加热到 2700°C ，即可使杂质气化从石墨中逸出，达到提纯的效果。该技术可以将石墨提纯到 99.99% 以上。

高温法提纯石墨影响因素较多：①石墨原料杂质含量对高温法提纯的效果影响最大，原料的杂质含量不同，所得产品的灰分就不同，且含碳量高的石墨提纯效果更好，高温法常以浮选法或碱酸法提纯后含碳量达到 99% 及以上的石墨为原料；②石墨坩埚的含碳量也是影响提纯效果的重要因素，坩埚灰分低于石墨灰分，有助于石墨中的灰分逸出；③采用大电流，石墨升温快，有利于石墨纯化，最好使用高功率电极的原料，并经 2800°C 高温处理；④石墨粒度对提纯效果也有一定的影响。

高温法提纯石墨，产品质量高，含碳量可达 99.995% 以上，这是高温法的最大特点，但同时耗能大、对设备要求极高，需要专门进行设计，投资大，对提纯的石墨原料也有一定的要求，只有应用于国防、航天、核工业等高科技领域的石墨才用此方法进行提纯。

4. 石墨产业链下游的主要应用领域

石墨可用于生产耐火材料、导电材料、耐磨材料、润滑剂、耐高温密封材料、耐腐蚀材料、隔热材料、吸附材料、摩擦材料和防辐射材料等，这些材料广泛应用于冶金、石油化工、机械工业、电子产业、核工业和国防等。

1) 耐火材料

在钢铁工业，石墨耐火材料用于电弧高炉和氧气转炉的耐火炉衬、钢水包耐火衬等；石墨耐火材料主要是整体浇铸材料、镁碳砖和铝石墨耐火材料。石墨还用于粉末冶金和金属铸造成膜材料，石墨粉加入到钢水中增加钢的碳含量，使高碳钢具有许多优异性能。

2) 导电材料

在电气工业上用作制造电极、电刷、碳棒、碳管、水银整流器的正极，石墨垫圈、电话零件，电视机显像管的涂层等。

3) 耐磨润滑材料

石墨在机械工业中常作为润滑剂。润滑油往往不能在高速、高温、高压的条件下使用，而石墨耐磨材料可以在-200~2000℃温度中在很高的滑动速度下，不用润滑油工作。许多输送腐蚀介质的设备，广泛采用石墨材料制成活塞杯，密封圈和轴承，它们运转时不需加入润滑油。石墨乳也是许多金属加工（拔丝、拉管）时的良好的润滑剂。

4) 耐腐蚀材料

经过特殊加工的石墨，具有耐腐蚀、导热性好，渗透率低等特点，就大量用于制作热交换器，反应槽、凝缩器、燃烧塔、吸收塔、冷却器、加热器、过滤器、泵设备。广泛应用于石油化工、湿法冶金、酸碱生产、合成纤维、造纸等工业部门，可节省大量的金属材料。

5) 高温冶金材料

由于石墨的热膨胀系数小，而且能耐急冷急热的变化，可作为玻璃器的铸模，使用石墨后黑色金属得到铸件尺寸精确，表面光洁成品率高，不经加工或稍作加工就可使用，因而节省了大量金属。生产硬质合金等粉末冶金工艺，通常用石墨材料制成压模和烧结用的瓷舟。单晶硅的晶体生长坩埚，区域精炼容器，支架夹具，感应加热器等都是用高纯石墨加工而成的。此外石墨还可作真空冶炼的石墨隔热板和底座，高温电阻炉炉管等元件。

6) 原子能与国防工业

石墨具有良好的中子减速剂用于原子反应堆中，铀-石墨反应堆是目前应用较多的一种原子反应堆。作为动力用的原子能反应堆中的减速材料应当具有高熔点，稳定，耐腐蚀的性能，石墨完全可以满足上述要求。作为原子反应堆用的石墨纯度要求很高，杂质含量不应超过几十个 ppm。特别是其中硼含量应少于 0.5ppm。在国防工业中还用石墨制造固体燃料火箭的喷嘴，导弹的鼻锥，宇宙航行设备的零件，隔热材料和防射线材料。

此外，石墨还是轻工业中玻璃和造纸的磨光剂和防锈剂，是制造铅笔、墨汁、黑漆、油墨和人造金刚石、钻石不可缺少的原料。随着现代科学技术和工业的发展，石墨的应用领域还在不断拓宽，已成为高科技领域中新型复合材料的重要原料，在国民经济中具有重要的作用。

5. 相关的上市公司

目前，中国石墨烯产业链的上游石墨烯矿产及设备公司有方大炭素、宝泰隆等；中游石墨烯粉体和薄膜的生产公司有贝特瑞、二维碳素等；下游应用领域众多，目前较为广泛的的新能源领域的代表企业有道氏技术、南都电池、欣旺达等；涂料领域的代表性企业有乐通股份等；化工新材料的代表性企业有新纶科技等；电子信息领域的代表性企业包括远望谷和汉威科技等。

图表 9 石墨烯相关的上市公司

产业链	证券代码	证券简称	总市值	2023 年营收	2023 年净利润
上游-石墨矿资源	000009.SZ	中国宝安	268.24	307.06	16.81
	601011.SH	宝泰隆	46.17	37.27	-16.81
	600516.SH	方大炭素	206.93	51.32	4.21
	02237.HK	中国石墨	7.84	2.03	0.21
上游-石墨烯设备	002631.SZ	德尔未来	31.55	19.33	0.24
	600516.SH	方大炭素	206.93	51.32	4.21
中游-石墨烯薄膜、粉体	002631.SZ	德尔未来	31.55	19.33	0.24
	833608.NQ	二维碳素	0.18	0.15	-0.15
	835185.BJ	贝特瑞	209.82	251.19	18.40
	603133.SH	*ST 碳元	4.14	1.44	-0.70
	002886.SZ	沃特股份	40.80	15.37	0.21
下游-新能源	300409.SZ	道氏技术	62.47	72.96	-0.28
	300068.SZ	南都电源	91.11	146.66	-0.24
	300207.SZ	欣旺达	281.57	478.62	3.31
下游-涂料	002319.SZ	乐通股份	23.12	3.87	0.04
下游-化工新材料	002341.SZ	ST 新纶	18.78	6.63	-9.50
下游-电子信息	002161.SZ	远望谷	36.99	6.01	0.28
	300007.SZ	汉威科技	47.02	22.87	1.33

资料来源：产业研究院，货币单位：亿元人民币，中国石墨市值的货币单位：亿港元

图表 10 石墨烯相关上市公司简介

公司名称	公司简介
中国宝安	广东省和深圳市重点发展的大型企业集团之一
宝泰隆	公司已形成完整的煤化工循环经济产业链
方大炭素	已成为世界前列的优质炭素制品生产供应基地
中国石墨	于中国销售鳞片石墨精矿及销售球形石墨的领先公司之一
德尔未来	公司研制出了一种新型的高强度石墨烯材料
二维碳素	一家专业从事大面积石墨烯薄膜及石墨烯触控模组的研究、制造高科技上市企业
贝特瑞	行业地位突出的新能源材料研发与制造商
*ST 碳元	主要深耕于高导热石墨散热材料的开发、制造与销售,处于行业前列
沃特股份	已成为中国新材料领域的领航者之一
道氏技术	形成了"锂电材料+碳材料+陶瓷材料"的产业布局
南都电源	已打通从锂电池制造、系统集成、运营服务到锂资源回收的全产业链
欣旺达	公司发展成为全球锂离子电池领域的领军企业
乐通股份	国内较早专注于中高档油墨涂料研发、生产和销售的高新技术企业
ST 新纶	新材料领域数一数二的服务商
远望谷	全球领先的 RFID 和物联网技术解决方案供应商
汉威科技	国内知名的气体传感器及仪表制造商、物联网解决方案提供商

资料来源：产业研究院

艾德证券期货研究部

陈政深 (HKSFC CE No.:BIY455)

Tel: 852-38966397

E-mail:ryan.chan@eddid.com.hk

陈刚 (HKSFC CE No.:BOX500)

Tel: +86 186 7668 5813

E-mail:gang.chen@eddid.com.hk

刘宗武 (HKSFC CE No.:BSJ488)

Tel: +86 137 6042 1136

E-mail:liuzongwu@eddid.com.hk

免责声明及披露**分析员声明**

负责撰写本报告的全部或部分内容的分析员,就本报告所提及的证券及其发行人做出以下声明: (1) 发表于本报告的观点准确地反映有关于他们个人对所提及的证券及其发行人的观点; (2) 他们的薪酬在过往、现在和将来与发表在报告上的观点并无直接或间接关系。此外,分析员确认,无论是他们本人还是他们的关联人士(按香港证券及期货事务监察委员会操作守则的相关定义) (1) 并没有在发表研究报告 30 日前处置或买卖证券; (2) 不会在发表报告 3 个工作日内处置或买卖本报告中提及的证券; (3) 没有在有关香港上市公司内任职高级人员; (4) 研究团队成员并没有持有有关证券的任何权益。

重要披露

本报告内所提及的任何投资都可能涉及相当大的风险。报告所载数据可能不适合所有投资者。艾德证券期货不提供任何针对个人的投资建议。本报告没有把任何人的投资目标、财务状况和特殊需求考虑进去。而过去的表现亦不代表未来的表现,实际情况可能和报告中所载的大不相同。本报告中所提及的投资价值或回报存在不确定性及难以保证,并可能会受目标资产表现以及其他市场因素影响。艾德证券期货建议投资者应该独立评估投资和策略,并鼓励投资者咨询专业财务顾问以便作出投资决定。本报告包含的任何信息由艾德证券期货编写,仅为本公司及其关联机构的特定客户和其他专业人士提供的参考数据。报告中的信息或所表达的意见皆不可作为或被视为证券出售要约或证券买卖的邀请,亦不构成任何投资、法律、会计或税务方面的最终操作建议,本公司及其雇员不就报告中的内容对最终操作建议作出任何担保。我们不对因依赖本报告所载资料采取任何行动而引致之任何直接或间接的错误、疏忽、违约、不谨慎或各类损失或损害承担任何的法律責任。任何使用本报告息所作的投资决定完全由投资者自己承担风险。本报告基于我们认为可靠且已经公开的信息,我们力求但不担保这些信息的准确性、有效性和完整性。本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断,可能会随时调整,且不承诺作出任何相关变更的通知。本公司可发布其它与本报告所载资料及/或结论不一致的报告。这些报告均反映报告编写时不同的假设、观点及分析方法。客户应该小心注意本报告中所提及的前瞻性预测和实际情况可能有显著区别,唯我们已合理、谨慎地确保预测所用的假设基础是公平、合理。艾德证券期货可能采取与报告中建议及/或观点不一致的立场或投资决定。本公司或其附属关联机构可能持有报告中提到的

公司所发行的证券头寸并不时自行及/或代表其客户进行交易或持有该等证券的权益，还可能与这些公司具有其他相关业务联系。因此，投资者应注意本报告可能存在的客观性及利益冲突的情况，本公司将不会承担任何责任。本报告版权仅为本公司所有，任何机构或个人于未经本公司书面授权的情况下，不得以任何形式翻版、复制、转售、转发及或向特定读者以外的人士传阅，否则有可能触犯相关证券法规。

报告提供者

本报告乃由艾德证券期货有限公司（「艾德证券期货」）于香港提供。艾德证券期货是香港证券及期货事务监察委员会（「香港证监会」）持牌法团，及受其监管之香港金融机构。报告之提供者，均为香港证监会持牌人士。投资者如对艾德证券期货所发的报告有任何问题，请直接联络艾德证券期货。本报告作者所持香港证监会牌照的牌照编号已披露在作者姓名旁。

报告可用性

对部分司法管辖区或国家而言，分发、发行或使用本报告或会抵触当地法律、法则、规定，当中或包括但不限于监管相关之规例、守则及指引。本报告并非旨在向该等司法管辖区或国家的任何人或实体分发或由其使用。