

## 人造金刚石与培育钻石市场快速发展带动顶锤需求释放

2022年12月07日

➤ **硬质合金顶锤是高温高压法 (HPHT) 合成人造金刚石等超硬材料的关键部件。**顶锤是合成压机内部的重要耗材, 合成压机是生产金刚石单晶和培育钻石的核心装备。由于顶锤要承受复杂苛刻的压缩、剪切、拉伸应力的作用, 加上加热时瞬时锤面温度达 500~600°C, 要求近万次反复使用寿命, 因此顶锤大多采用钨钴系列硬质合金制成, 具有硬度高、刚性好、强度高、耐热优良的特性。

➤ **大型化和精密化是硬质合金顶锤的发展趋势。**扩大顶压机腔体不仅能提高产量, 更能带来产品质量的提升, 中国六面顶压机大型化和精密化成为技术创新的重点, 六面顶压机缸径从 550mm 扩大为 850mm, 甚至 1100mm。压机大型化带动顶锤大型化发展, 为超大规格顶锤 (直径≥185mm) 的应用创造了良好的机遇。

➤ **中钨高新旗下株洲硬质合金集团有限公司, 厦门钨业旗下洛阳金鹭硬质合金工具有限公司是生产顶锤的主要企业。**株洲硬质合金集团有限公司主要生产碳化钨粉、钨钼制品、棒型材等各种硬质合金产品, 现有硬质合金深加工产能 700 吨 (轧辊 500 吨, 顶锤 200 吨), 2020 年实际产量 634 吨。洛阳金鹭硬质合金大制品 (包括顶锤、辊环) 2019 年产能为 1000 吨, 生产的顶锤产品以优良细颗粒 WC 为原料, 具有粉末粒度分布集中、杂质含量少、合金抗压强度高优势, 综合指标处于世界先进水平。

➤ **人造金刚石与培育钻石市场快速发展带动顶锤需求释放。**2020 年中国人造金刚石年产量突破 200 亿克拉, 占据全球总产量 90% 以上。随着航空航天等领域对于以工业金刚石为原料的 PCD 刀具和微钻等需求的不断增加, 叠加先进制造领域中的光伏新能源和第三代半导体规模化应用孕育新兴需求, 工业用金刚石需求旺盛, 预计 2021-2025 年中国人造金刚石产量 CAGR 达到 13%。此外, 随着消费者对培育钻石认知程度的改变以及培育钻石合成技术提升推动培育钻石市场规模快速扩大, 预计 2021-2025 年中国培育钻石产量 CAGR 达到 27.25%。

➤ **测算 2025 年人造金刚石及培育钻石领域消耗顶锤 2940.3 吨, 2021-2025 年 CAGR 达到 10.1%。**随着压机大型化及顶锤直径的加大, 高温高压法生产人造金刚石锤耗有所下滑, 截至 2015 年, 万克拉锤耗量在 1kg 左右。谨慎假设锤耗量在 0.9-1kg/万克拉, 测算 2025 年人造金刚石及培育钻石领域消耗顶锤 2940.3 吨, 2021-2025 年 CAGR 达到 10.1%。

➤ **投资建议:** 受益于人造金刚石及培育钻石领域快速发展, 顶锤行业前景广阔。建议重点关注厦门钨业、中钨高新。

➤ **风险提示:** 原材料价格大幅波动, 高温高压法生产人造金刚石发展不及预期。

## 重点公司盈利预测、估值与评级

| 代码        | 简称   | 股价<br>(元) | EPS (元) |       |       | PE (倍) |       |       | 评级 |
|-----------|------|-----------|---------|-------|-------|--------|-------|-------|----|
|           |      |           | 2021A   | 2022E | 2023E | 2021A  | 2022E | 2023E |    |
| 600549.SH | 厦门钨业 | 21.60     | 0.83    | 1.17  | 1.82  | 26     | 18    | 12    | 推荐 |
| 000657.SZ | 中钨高新 | 16.45     | 0.49    | 0.55  | 0.79  | 34     | 30    | 21    | 推荐 |

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测;

(注: 股价为 2022 年 12 月 7 日收盘价)

## 推荐

维持评级



## 分析师 邱祖学

执业证书: S0100521120001

邮箱: qiuzuxue@mszq.com

## 分析师 张航

执业证书: S0100522080002

邮箱: zhanghang@mszq.com

## 分析师 张建业

执业证书: S0100522080006

邮箱: zhangjianye@mszq.com

## 研究助理 孙二春

执业证书: S0100121120036

邮箱: sunerchun@mszq.com

## 相关研究

1. 有色金属周报 20221204: 联储加息预期放缓, 国内需求政策发力商品价格可期-2022/12/04

2. 有色金属周报 20221126: 加息放缓拐点或将来临, 商品表现未来可期-2022/11/26

3. 有色金属周报 20221120: 金融+商品属性的共振, 商品价格值得期待-2022/11/20

4. 有色金属周报 20221112: 加息压力缓解+需求复苏, 金属价格迎来“双击”-2022/11/12

5. 有色金属行业 2022Q3 总结: 2022Q3 盈利环比下滑, 能源金属表现亮眼-2022/11/07

# 目录

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 顶锤是高温高压法合成人造金刚石等超硬材料的关键部件</b>                          | <b>3</b>  |
| 1.1 顶锤：合成人造金刚石的关键部件   | 3         |
| 1.2 引进硬质合金先进技术，锤耗逐步降低                                       | 5         |
| <b>2 大型化和精密化是硬质合金顶锤的发展趋势</b>                                | <b>7</b>  |
| 2.1 顶锤行业主要企业情况  | 7         |
| 2.2 大型化和精密化是硬质合金顶锤的发展趋势                                     | 10        |
| <b>3 人造金刚石与培育钻石市场发展带动顶锤需求释放</b>                             | <b>11</b> |
| 3.1 顶锤下游需求以人造金刚石和培育钻石为主                                     | 11        |
| 3.2 金刚石市场稳定增长，带动顶锤行业需求释放                                    | 13        |
| 3.3 培育钻石迎来黄金发展期   | 16        |
| 3.4 高压科学研究等领域成为顶锤下游需求的另一方向                                  | 18        |
| 3.5 测算：预计到 2025 年消耗的顶锤量将达到 2940.3 吨，2021-2025 年复合增长率 10.1%。 | 18        |
| <b>4 投资建议</b>   | <b>20</b> |
| 4.1 行业投资建议  | 20        |
| <b>5 风险提示</b>   | <b>21</b> |
| <b>插图目录</b>   | <b>22</b> |
| <b>表格目录</b>   | <b>22</b> |

# 1 顶锤是高温高压法合成人造金刚石等超硬材料的关键部件

## 1.1 顶锤：合成人造金刚石的关键部件

硬质合金顶锤是高温高压法合成人造金刚石等超硬材料的关键部件。顶锤是合成压机内部的重要耗材，合成压机是生产金刚石单晶和培育钻石的核心装备。由于顶锤要承受复杂苛刻的压缩、剪切、拉伸应力的作用，加上加热时瞬时锤面温度达 500~600°C，要求近万次反复使用寿命，因此顶锤大多采用钨钴系列硬质合金制成，具有硬度高、刚性好、强度高、耐热优良的特性。随着超硬材料产业的技术升级，工业用大单晶得到广泛应用，叠加培育钻石进入消费领域，形成千亿级珠宝市场，带动超硬材料产业高速发展。为满足大规格超硬材料产品的合成，提高产品质量和生产效率，压机大型化成为超硬材料行业的发展趋势，六面顶压机缸径从 550mm 扩大为 850mm，甚至 1100mm。压机大型化带动顶锤大型化发展，为超大规格顶锤（直径≥185mm）的应用创造了良好的机遇。

图1：硬质合金顶锤



资料来源：洛阳金鹭官网，民生证券研究院

图2：超大规格硬质合金顶锤



资料来源：洛阳金鹭官网，民生证券研究院

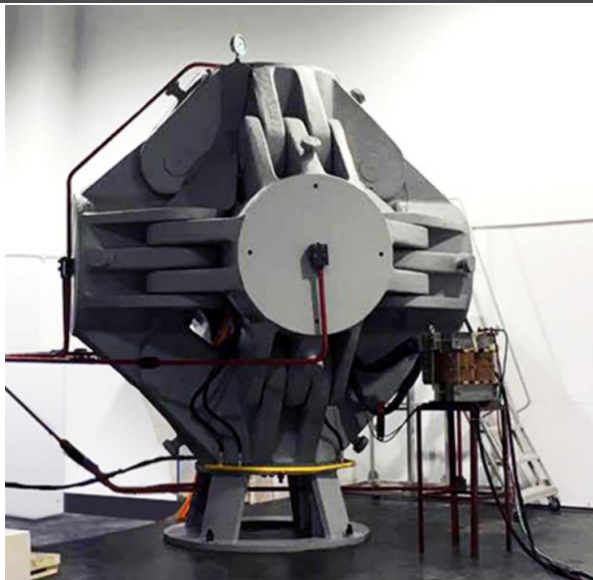
表1：超大顶锤产品规格型号（单位：mm）

| 产品系列       | 主要尺寸  |      |               |         |       |
|------------|-------|------|---------------|---------|-------|
|            | 外径 D  | 顶宽 E | 小斜面角度 $\beta$ | 小斜面长度 F | 高度 H  |
| $\phi 185$ | 185.0 | 64.0 | 41.5          | 15.0    | 132.0 |
| $\phi 190$ | 190.0 | 69.0 | 41.5          | 15.0    | 142.0 |
| $\phi 193$ | 193.0 | 69.0 | 41.5          | 17.5    | 138.0 |
| $\phi 195$ | 195.0 | 71.0 | 41.5          | 17.0    | 142.0 |
| $\phi 199$ | 199.0 | 71.5 | 41.5          | 17.0    | 142.0 |
| $\phi 220$ | 220.0 | 75.5 | 41.5          | 17.0    | 162.0 |
| $\phi 240$ | 240.0 | 87.0 | 41.5          | 18.0    | 172.0 |

资料来源：洛阳金鹭官网，民生证券研究院

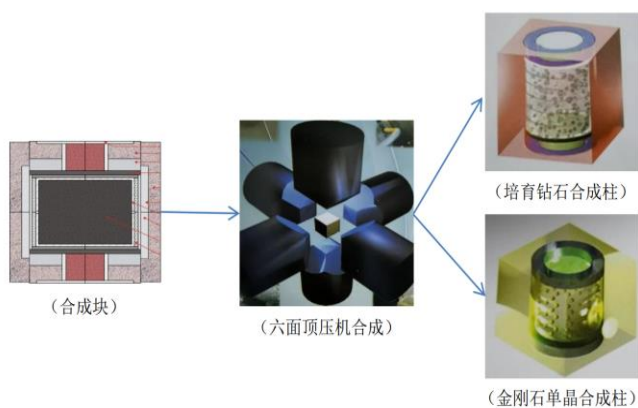
合成压机是生产金刚石单晶和培育钻石的核心装备，硬质合金顶锤是合成压机内部的重要耗材。合成压机的合成腔体可以为金刚石单晶合成创造一个超高温 (>1400°C)、超高压 (>5GPa) 的生长环境，促使活性碳原子生长成稳定的金刚石晶体。我国所采用自主研发的六面顶压机经过不断的研发突破和技术改进，其在压机吨位、油缸结构、油缸直径、整机精度、同步性和控制系统等方面不断提升。

图3：六面顶压机



资料来源：洛阳启明官网，民生证券研究院

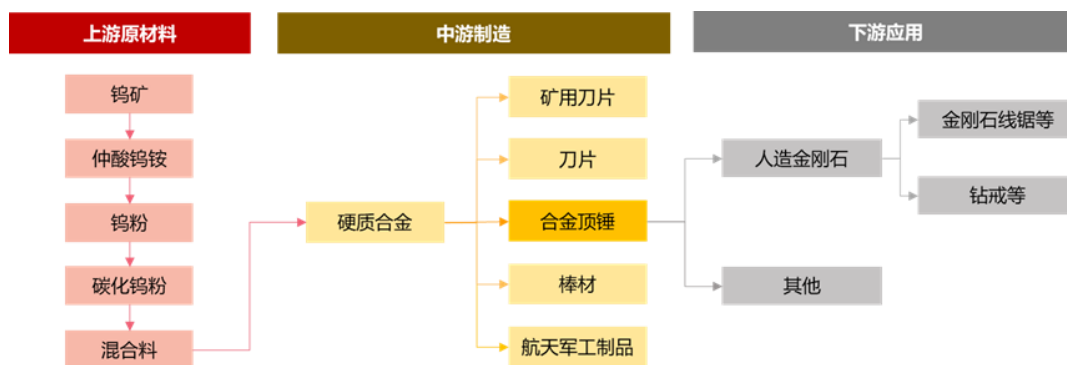
图4：单晶合成环节简易图



资料来源：力量钻石招股说明书，民生证券研究院

硬质合金顶锤位于产业链中部，以碳化钨为主要原材料。上游硬质合金产业链较长，各环节都有较大的增值空间，下游人造金刚石应用领域广泛，可用于制作金刚石线锯等工业制品和钻戒等轻奢饰品。

图5：硬质合金顶锤产业链



资料来源：SEIR，洛阳金鹭官网，民生证券研究院

## 1.2 引进硬质合金先进技术，锤耗逐步降低

碳化钨占六面顶压机顶锤质量分数 87.5%以上。硬质合金顶锤基本采用 WC-Co (8%~10%Co, 质量分数) 合金或其改进型, 在成分上并不十分特殊, 但其制备技术大有考究。硬质合金顶锤的工艺流程主要包括压制、烧结、材质鉴定、机加工、外观检测和包装。目前国内顶锤生产企业陆续引进了冷等静压技术、新的湿磨工艺、压制工艺, 采用了低压烧结等硬质合金先进技术, 对产品制造中的缺陷进行了重点控制, 产品质量和稳定性得到很大提高。

表2: 硬质合金顶锤化学成分标准

| 产品  | Co (%)     | WC (%)      | 其他 (%) |
|-----|------------|-------------|--------|
| 六面顶 | > 7.5~12.5 | > 87.5~92.0 | 余量     |
| 两面顶 | > 4~7      | > 93~95.5   | 余量     |

资料来源:《中华人民共和国有色金属行业标准——硬质合金顶锤及压缸》, 民生证券研究院

随着压机大型化及硬质合金技术进步, 锤耗逐步下降。我国硬质合金顶锤的质量从最早的不足 3 kg 发展到现今 50 kg 左右, 而且随着顶锤直径的加大, 锤耗在逐步下降, 这得益于压机大型化的促进, 也是硬质合金技术进步的结果。随着对人造金刚石合成设备、原辅材料、合成工艺等方面不断优化设计和有效控制, 我国六面顶压机成人造金刚石技术不断取得突破性进展, 逐渐缩小与际先进技术水平差距, 且生产成本明显低于国际水平。大顶锤实际应用效果已达到相当高的水平, 金刚石生产锤耗已控制在 <1kg/万克拉, 最好效果为 0.15~0.3kg/万克拉。影响硬质合金顶锤质量的因素主要包括孔隙、碳含量、WC 晶粒度、钴相、内应力及加工应力。

表3: 顶锤锤耗、尺寸变化情况

| 年份        | 压机单锤吨位/MN | 油缸直径/mm | 顶锤直径/mm | 锤耗/ kg·(万克拉) <sup>-1</sup> |
|-----------|-----------|---------|---------|----------------------------|
| 1965~1984 | 6~8       | 230     | 75      | (200~300) →30              |
| 1985~1992 | 8~10      | 300、320 | 80      | 30→15                      |
| 1993~1997 | 12        | 400、460 | 104     | 15→8                       |
| 1998~2004 | 13~34     | 500~650 | 122~160 | 8→小于3                      |
| 2005~2015 | 25~48、62  | 700~850 | 160~188 | 小于3→小于1                    |

资料来源:《中国人造金刚石的发展及其关键技术的进步》, 民生证券研究院

表4: 硬质合金顶锤物理力学性能、组织结构标准

| 产品  | 密度/ g·cm <sup>-3</sup> | 硬度/HRA | 横向断裂强度 N/mm <sup>2</sup> | 孔隙度不大于 | 非化合碳不大于 | η相  |
|-----|------------------------|--------|--------------------------|--------|---------|-----|
| 六面顶 | 14.35~14.85            | ≥89.5  | ≥2500                    | A02B00 | C00     | 不存在 |
| 两面顶 | 14.80~15.25            | ≥90.5  | ≥2200                    | A02B00 | C00     | 不存在 |

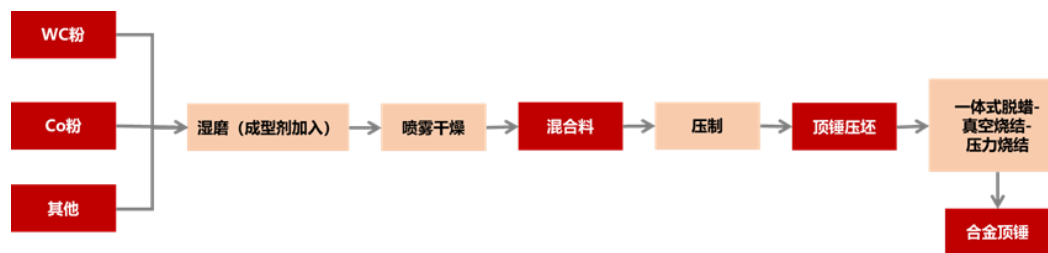
资料来源:《中华人民共和国有色金属行业标准——硬质合金顶锤及压缸》, 民生证券研究院

**表5：硬质合金顶锤牌号及性能**

| 牌号     | Co 质量分数/% | 密度/ g·cm <sup>-3</sup> | 硬度/HRA | 显微硬度/HV | 弯曲应力/MPa  | 压缩应力/MPa  |
|--------|-----------|------------------------|--------|---------|-----------|-----------|
| YG8    | 7~8       | 14.70                  | 89.5   | 1370    | 2600~3000 | 4000~4300 |
| YL20.3 | 8~9       | 14.75                  | 89.9   | 1400    | 3200      | 4300      |
| YL20.4 | 8~9       | 14.75                  | 90.2   | 1450    | 3400      | 4350      |
| E9     | 9         | 14.63                  | 90.0   | 1430    | 2700      | —         |

资料来源：《中国人造金刚石的发展及其关键技术的进步》，民生证券研究院

**在喷雾干燥方面**，湿磨+喷雾干燥生产工艺自动化水平高，整个干燥流程都在密闭状态下进行，能对密闭设备的氧含量进行实时监控，从而确保混合料的氧含量在允许范围内，生产出的混合料流动性能好，松装密度稳定，粒度分布均匀，产量大。**在压制成型方面**，等静压成形是制备大规格尺寸压坯最好的成形方式，它能有效地减少压坯内部孔隙，使烧结后的合金组织结构致密、均匀，从而提高合金的抗断裂强度和使用寿命。**在脱蜡烧结方面**，脱除成型剂、烧结、热等静压一次完成的工艺，流程短，效率高，人为影响因素少，碳量控制更稳定，结构更均匀。

**图6：硬质合金顶锤生产工艺**


资料来源：格航真空官网，民生证券研究院

**表6：烧结工艺对 YG8 孔隙率及性能的影响**

| 烧结工艺      | 密度/ g·cm <sup>-3</sup> | 孔隙率标准   | 硬度/HRA | 弯曲应力/MPa | 压缩应力/MPa |
|-----------|------------------------|---------|--------|----------|----------|
| 氢气烧结      | 14.76                  | A04     | 89.9   | 2340     | 3850     |
| 真空烧结      | 14.78                  | A04     | 90.0   | 2330     | 3800     |
| 真空烧结+热等静压 | 14.79                  | A00~A02 | 90.2   | 2850     | 4320     |
| 低压热等静压烧结  | 14.80                  | A00~A02 | 90.2   | 2900     | 4330     |

资料来源：《中国人造金刚石的发展及其关键技术的进步》，民生证券研究院

## 2 大型化和精密化是硬质合金顶锤的发展趋势

### 2.1 顶锤行业主要企业情况

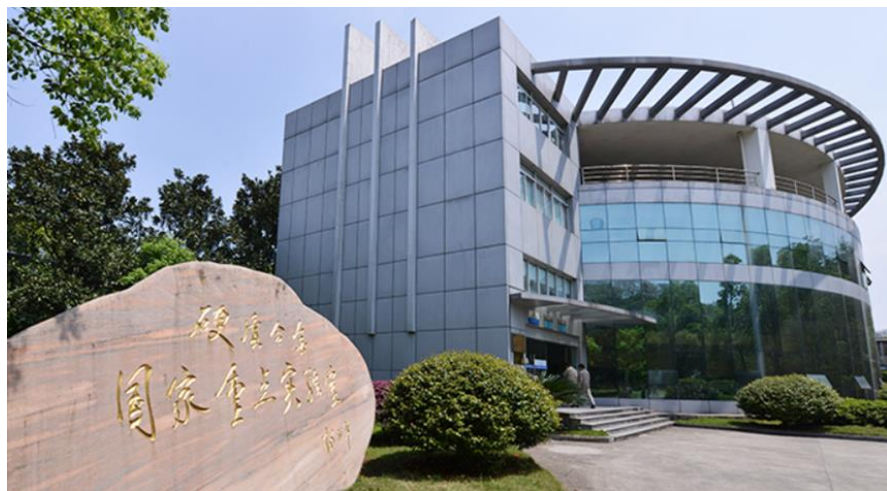
株洲硬质合金集团有限公司是中钨高新子公司。1954 年开始建厂，是国家“一五”期间建设的 156 项重点工程之一，被誉为“我国硬质合金工业的摇篮”。公司目前是国内最大的硬质合金生产、科研、经营和出口基地，是中国钨业及硬质合金行业的龙头企业。公司主要生产碳化钨粉、钨钼制品、棒型材等各种硬质合金产品，现有硬质合金深加工产能 700 吨（轧辊 500 吨，顶锤 200 吨），2020 年实际产量 634 吨。

表7：株硬公司大制品合金事业部生产情况（单位：吨）

| 分类                     | 产品 | 产能  | 2020 年产量 | 所属部门 |
|------------------------|----|-----|----------|------|
| 硬质合金大制品<br>(顶锤、轧辊) 生产线 | 顶锤 | 760 | 709      | 合金厂  |
|                        | 轧辊 |     |          |      |
| 硬质合金深加工线               | 顶锤 | 200 | 634      | 深加工厂 |
|                        | 轧辊 | 500 |          |      |

资料来源：株洲硬质合金集团有限公司环评书，民生证券研究院

图7：硬质合金国家重点实验室



资料来源：株洲硬质合金集团有限公司官网，民生证券研究院

洛阳金鹭硬质合金工具有限公司为厦门钨业子公司，原为洛阳钼业的全资子公司洛阳钼业集团硬质合金有限公司，主要从事硬面材料、硬质合金顶锤、硬质合金辊环、复合片基体、凿岩工具及工程工具等钨系列产品的生产与销售。公司顶锤产品以优良细颗粒 WC 为原料，具有粉末粒度分布集中、杂质含量少、合金抗压强度高优势，综合指标处于世界先进水平。公司采用先进技术和设备，如全自动粉末液压成型机、德国 PVA 进口低压炉，大制品（包括顶锤、辊环）2019 年产能

为 1000 吨，2019 年实际年产量为 366.31 吨。

**表8：洛阳金鹭年产 4000 吨高性能硬质合金制品项目产品方案（单位：吨、件、万支，2019 年）**

| 产品名称              | 产能          | 实际生产状况              |
|-------------------|-------------|---------------------|
| 硬面材料              | 500         | 478.38              |
| <b>大制品（顶锤、辊环）</b> | <b>1000</b> | <b>366.31</b>       |
| 合金钻头              | 200 万支      | 仅牙轮钻头 200 件，无其他合金钻头 |
| 工程工具              | 400         | 607357 件            |
| 掘进工具              | 100         | 2682 件              |
| 锥度钎头              | 300         | 487944 件            |
| 螺纹钎头              | 500         | 124184 件            |
| 潜孔钎头              | 300         | 13805 件             |

资料来源：洛阳金鹭年产 4000 吨高性能硬质合金制品项目竣工环境保护验收监测报告，民生证券研究院

**图8：全自动粉末液压成型机**



资料来源：洛阳金鹭硬质合金顶锤产品册，民生证券研究院

**图9：德国 PVA 进口低压炉**



资料来源：洛阳金鹭硬质合金顶锤产品册，民生证券研究院

**横店东磁**是中国电子元件行业协会轮值理事长单位，全国磁性行业的龙头企业。横店东磁硬质合金厂始建于 1993 年，建有年生产 400 吨碳化钨粉生产线和 200 吨顶锤生产线，为东磁股份有限公司的骨干企业。主导产品有钨粉、碳化钨粉、硬质合金，包括高速线材轧辊、顶锤等，为中国兵科院的科研合作单位，产品广泛应用于钢铁、军工、矿山、机械电子、金刚石复合等行业。2021 年，横店东磁硬质合金厂已升级为合金材料事业部，该部 95 千克顶锤的生产技术已十分成熟，产品销量占国内市场份额的 90% 以上，2021 年又研制出了单只 120 多千克的顶锤，实现了该部顶锤产品出口零的突破。



图10: 横店东磁合金材料部



资料来源: 横店东磁官网, 民生证券研究院

济南市冶金科学研究所有限责任公司是通裕重工的子公司, 是我国江北地区最大的硬质合金生产基地之一, 主要从事硬质合金及相关产品的研制、生产和销售, 年产能 1500 吨。生产过程以碳化钨、钴粉等为原材料, 通过混料、压制、烧结、深加工等工序, 生产包括金刚石压机生产用顶锤、棒材、盾构刀具、数控金属切削工具等, 产品远销美国、加拿大、意大利、德国、日本、韩国等。

表9: 顶锤主要企业情况

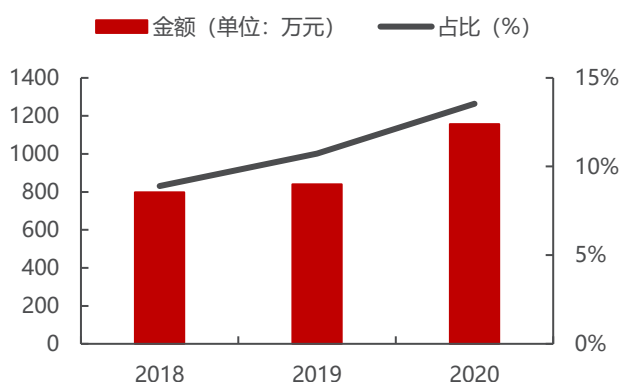
| 公司名称             | 主要情况  |
|------------------|---|
| 株洲硬质合金集团有限公司     | 现有硬质合金深加工 (包括顶锤、轧辊) 产能 700 吨, 2020 年实际产量 634 吨          |
| 洛阳金鹭硬质合金工具有限公司   | 大制品 (包括顶锤、辊环) 2019 年产能能为 1000 吨, 实际年产量为 366.31 吨        |
| 横店集团东磁股份有限公司     | 建有年生产 400 吨碳化钨粉生产线和 200 吨顶锤生产线                          |
| 济南市冶金科学研究所有限责任公司 | 我国江北地区最大的硬质合金生产基地之一, 主要从事硬质合金及相关产品的研制、生产和销售, 年产能 1500 吨 |
| 广东阳江硬质合金有限公司     | 规划新建硬质合金新材料年产 2000 吨硬质合金项目, 其中顶锤年产量规划为 1000 吨           |

资料来源: 公司公告, 公司环评书, 民生证券研究院

## 2.2 大型化和精密化是硬质合金顶锤的发展趋势

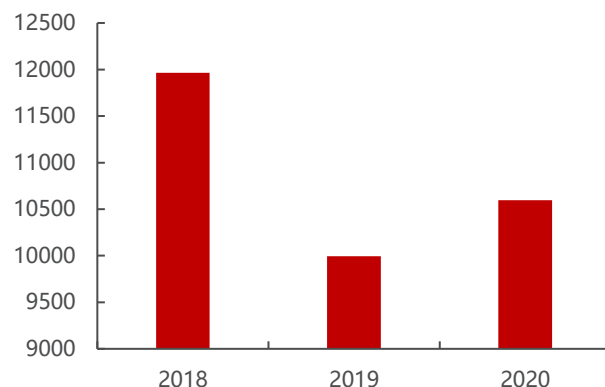
顶锤是金刚石制造过程中主要耗材之一。硬质合金顶锤的原材料主要为碳化钨和钴，下游领域主要为人造金刚石。根据力量钻石原材料采购情况，2020年公司采购顶锤金额达到1157.04万元，占采购金额比重13.54%，是人造金刚石生产过程中主要的耗材。2020年力量钻石采购顶锤单价有所升高，主要原因是合成腔体大型化，导致硬质合金顶锤大型化，顶锤的重量增加，单个顶锤价格上涨。

图11：顶锤在人造金刚石原料成本的占比呈上升趋势



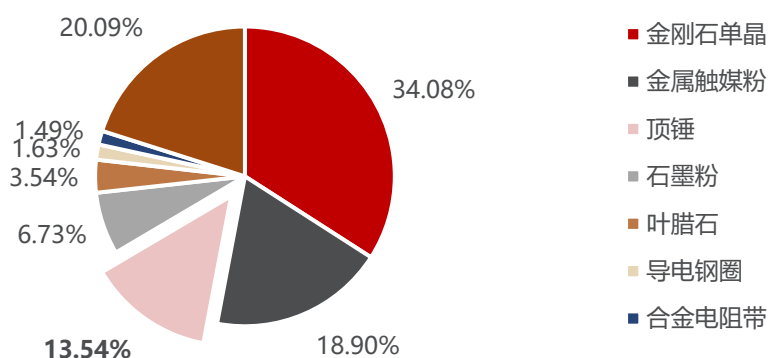
资料来源：力量钻石招股说明书，民生证券研究院

图12：顶锤单价（单位：元/个）



资料来源：力量钻石招股说明书，民生证券研究院

图13：2020年力量钻石原料采购情况



资料来源：力量钻石招股说明书，民生证券研究院

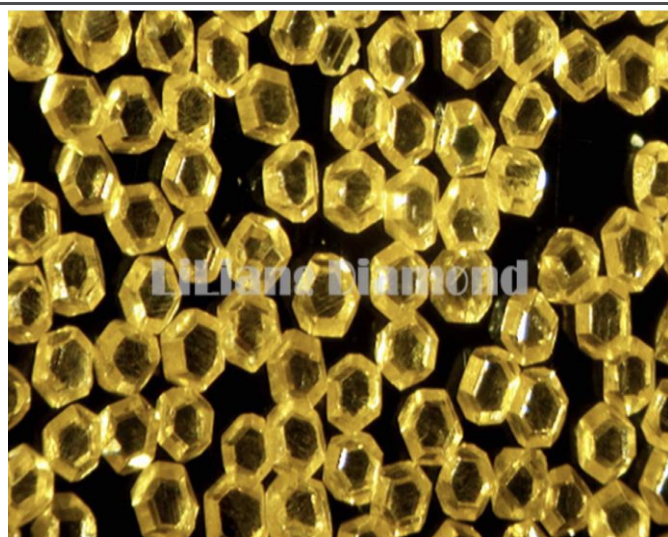
在中国进行金刚石等超硬材料研发中，合成设备进行过多种类型的探索，开始有两面顶、四面顶、六面顶等，后来具有中国特色的六面顶压机挺立潮头。由于扩大腔体不仅能提高产量，更带来质量的提升，压机大型化和精密化成为技术创新的重点，大型化也成为硬质合金顶锤发展趋势，在大单晶、PDC、NPD以及其他材料的高温高压合成领域都有着良好的应用前景。

## 3 人造金刚石与培育钻石市场发展带动顶锤需求释放

### 3.1 顶锤下游需求以人造金刚石和培育钻石为主

金刚石领域是顶锤行业的核心下游需求。顶锤作为静压法构成超高压高温装置合成人造金刚石的关键部件，多用于安装在六面合金顶压机活塞的大垫块顶部，是顶压机的核心构件。顶压机被广泛应用于制造工业金刚石与培育钻石等领域，人造金刚石和培育钻石从而成为顶锤行业的核心下游需求。

图14：金刚石单晶和培育钻石产品示意图



金刚石单晶 (LD340)



培育钻石

资料来源：力量钻石官网，民生证券研究院

随着科学技术的不断发展，顶压机也逐渐用于高压科学研究领域，如国内科研所使用的一级大腔体压机基本采用国产六面顶压机，配备 WC 一级顶锤，在压力低于 5.5GPa、温度低于 1800K 的温压区开展实验研究，与国内工业合成所用的六面顶压机性能差别不大。

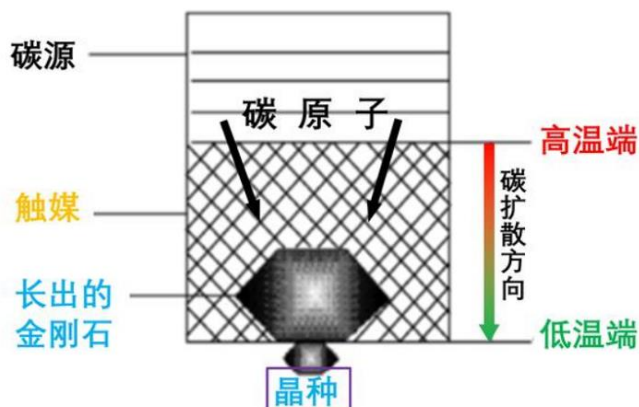
国内人造金刚石的制备方法主要是高温高压法 (HPHT)。人造金刚石的制备方法主要有高温高压法 (HPHT) 和等离子体化学气相沉积法 (PCVD)。HPHT 法即在高温高压的环境下，石墨“自发地”变成金刚石，是人类历史上首次成功合成技术，也是国内目前主要方法；热力学上 HPHT 和天然金刚石钻石生成机理几乎没有任何区别，天然的金金刚石是在地底下受到了高温高压生成的，HPHT 法是人造了一个这样的环境用于制备金刚石。HPHT 法由于其中触媒的存在做出来的金刚石纯度往往不太理想，应用在光学和半导体等领域时会略显疲态。

图15: 高温高压设备—六面顶压机



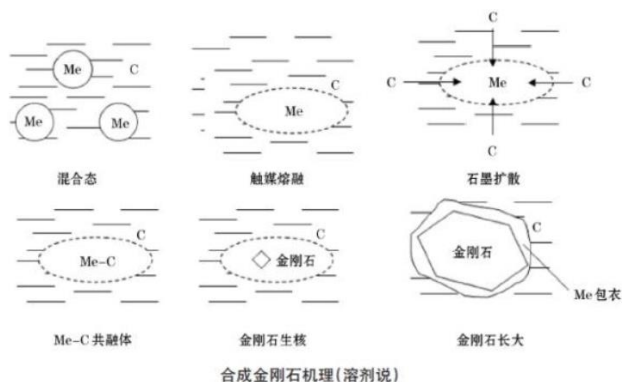
资料来源: 培育钻石网, 民生证券研究院

图16: HTHP 法培育钻石生成示意图



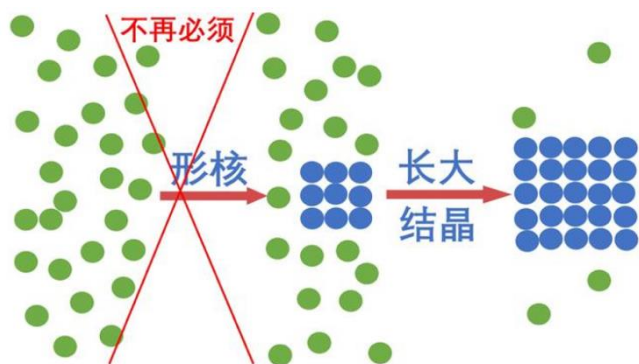
资料来源: 培育钻石网, 民生证券研究院

图17: 合成金刚石机理



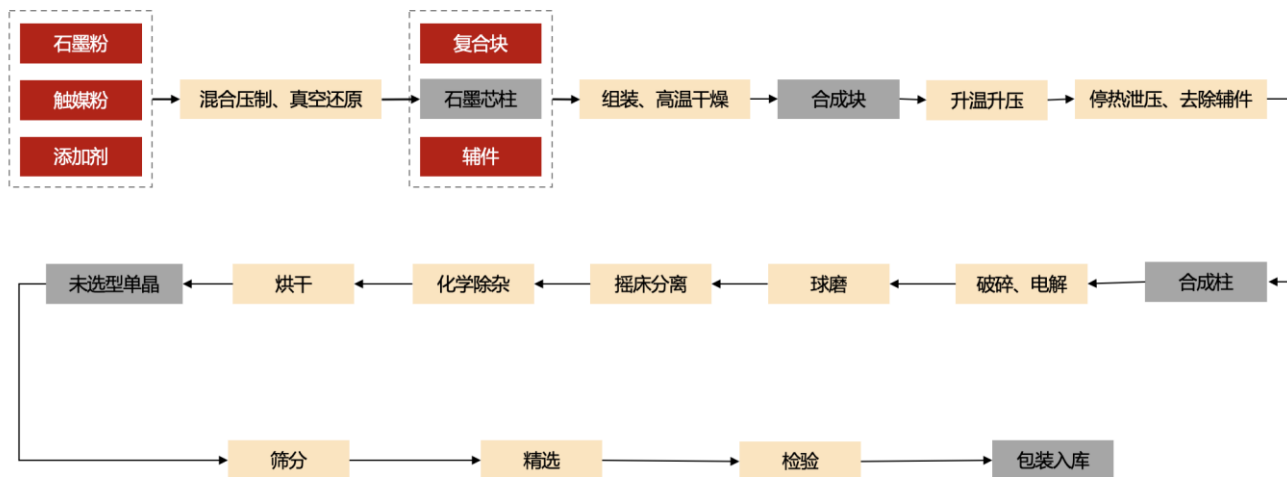
资料来源: 培育钻石网, 民生证券研究院

图18: 晶种在金刚石结晶中的功能



资料来源: 培育钻石网, 民生证券研究院

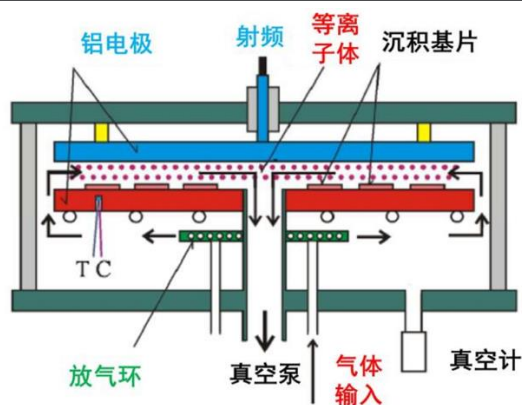
图19: HPHT 法制备金刚石工艺流程



资料来源: 超硬材料网, 民生证券研究院

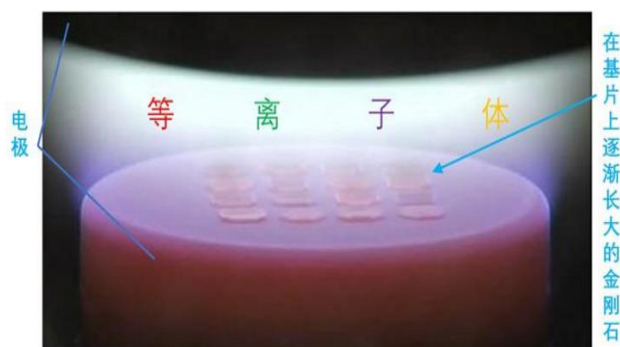
化学气相沉积法 (CVD) 是利用气态的先驱反应物, 通过原子、分子间化学反应的途径生成固态薄膜的技术。CVD 沉积金刚石时使用的是 700–800 °C 和 3kPa 这个参数 (比天然金刚石形成环境要求强度低很多), 原因在于导入的氢气可以在振荡电场中生成氢原子, 氢原子等会猛冲到基底表面, 大量的石墨会被“溅射清洗”掉, 少量的金刚石核心因为可以经受这种打击所以可以继续长大结晶。MPCVD 技术是目前国内外制备单晶金刚石应用最广泛的方法。

图20: CVD 法制作方法示意图 1



资料来源: 培育钻石网, 民生证券研究院

图21: CVD 法制作方法示意图 2



资料来源: 培育钻石网, 民生证券研究院

表10: HPHT 法与 CVD 法制备金刚石对比

| 类型   | 项目   | 高温高压法 (HPHT)                  | 化学气相沉积法 (CVD)                |
|------|------|-------------------------------|------------------------------|
| 合成技术 | 主要原料 | 石墨粉、金属触媒粉                     | 含碳气体 (CH <sub>4</sub> )、氢气   |
|      | 生产设备 | 六面顶压机                         | CVD 沉积设备                     |
|      | 合成环境 | 高温高压环境                        | 高温低压环境                       |
| 合成产品 | 主要产品 | 金刚石单晶、培育钻石                    | 金刚石膜、培育钻石                    |
|      | 产品特点 | 颗粒状                           | 片状                           |
| 应用情况 | 应用领域 | 金刚石单晶主要作为加工工具核心耗材; 培育钻石用于钻石饰品 | 主要作为光、电、声等功能性材料, 少量用于工具和钻石饰品 |
|      | 主要性能 | 超硬、耐磨、抗腐蚀等力学性能                | 光、电、磁、声、热等性能                 |
|      | 应用程度 | 技术成熟, 国内应用广泛且在全球具备明显优势        | 国外技术相对成熟, 国内尚处研究阶段, 应用成果较少   |

资料来源: 力量钻石招股说明书, 民生证券研究院

### 3.2 金刚石市场稳定增长, 带动顶锤行业需求释放

中国人造金刚石产量位居全球第一。自 1963 年 12 月中国合成出国内第一个金刚石以来, 在 50 多年的时间里, 中国人造金刚石产量不断提升。2000 年, 中国人造金刚石年产量第一次突破 10 亿克拉, 成为世界上人造金刚石产量最大的国家。2011 年, 中国人造金刚石年产量突破 100 亿克拉, 到 2020 年, 年产量再次

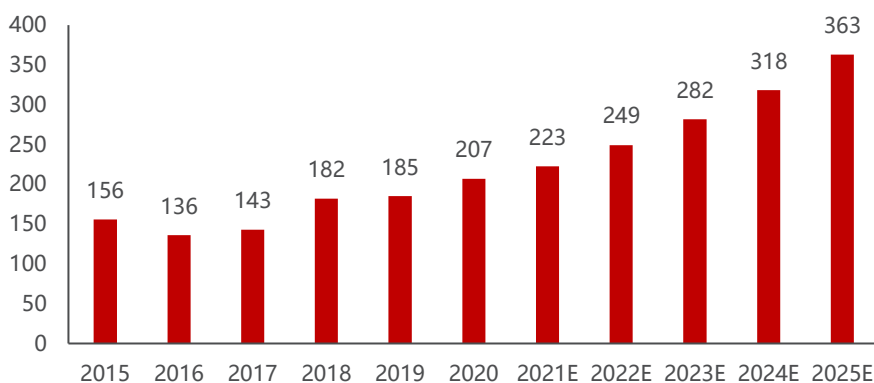
突破 200 亿克拉，占据全球总产量 90%以上，始终保持全球第一。在国内，金刚石产量主要集中在河南省，河南产量占全国产量的 80%，主要厂商中南钻石、黄河旋风、郑州华晶、力量钻石占据全球市场 70%的份额。

表11：中国人造金刚石年产量突破关键时间点

| 年份     | 年产量突破/克拉     | 实际产量/克拉 |
|--------|--------------|---------|
| 1963 年 | 中国第一颗人造金刚石问世 |         |
| 1966 年 | 万            | 1 万     |
| 1971 年 | 百万           | 134 万   |
| 1984 年 | 千万           | 1000 万  |
| 1992 年 | 亿            | 1.1 亿   |
| 2000 年 | 十亿           | 12 亿    |
| 2011 年 | 百亿           | 124 亿   |

资料来源：《中国人造金刚石的发展及其关键技术的进步》，民生证券研究院

图22：2015-2025 中国人造金刚石年产量及预测（单位：亿克拉）

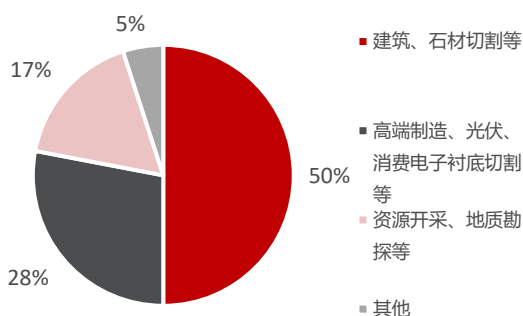


资料来源：观研天下，力量钻石招股说明书，民生证券研究院测算

**工业金刚石占据金刚石市场主流。**根据磨料磨具网数据显示，2020 年我国工业金刚石总产量 207 亿克拉，垄断全球 95%工业金刚石原料市场份额。根据中国机床工具工业协会超硬材料分会统计，截至 2020 年 12 月 31 日，行业内用于生产金刚石单晶和培育钻石的六面顶压机约为 8000 台。

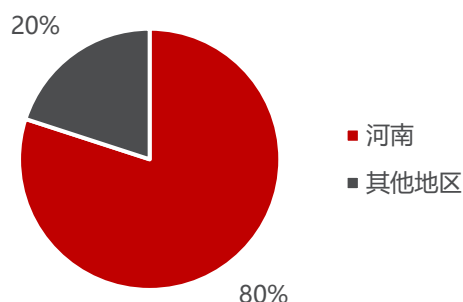
**工业金刚石发展前景广阔，带动顶锤行业需求量不断增加。**目前中国金刚石下游应用主要以传统的建筑领域和石材切割为主，随着航空航天等领域对以工业金刚石为原料的 PCD 刀具和微钻等需求的不断增加，叠加先进制造领域中的光伏新能源和第三代半导体规模化应用孕育新兴需求，工业用金刚石需求旺盛，带动顶锤行业需求释放。

图23: 工业金刚石下游需求分布 (2020年)



资料来源: 超硬材料网, 民生证券研究院

图24: 国内人造金刚石产量分布 (2020年)



资料来源: 中研网, 民生证券研究院

**国内多个金刚石在建项目带动顶锤行业需求旺盛。**根据河南省《2022年补短板“982”工程实施方案》规划,在工业金刚石领域,河南省政府将规划建设多个工业用金刚石生产项目,所有项目投产后将会大大增加金刚石产能和产量放量,进一步拉动对于顶压机及顶锤的需求量增长,顶锤行业需求前景广阔。

表12: 2022年河南省工业金刚石重要在建项目

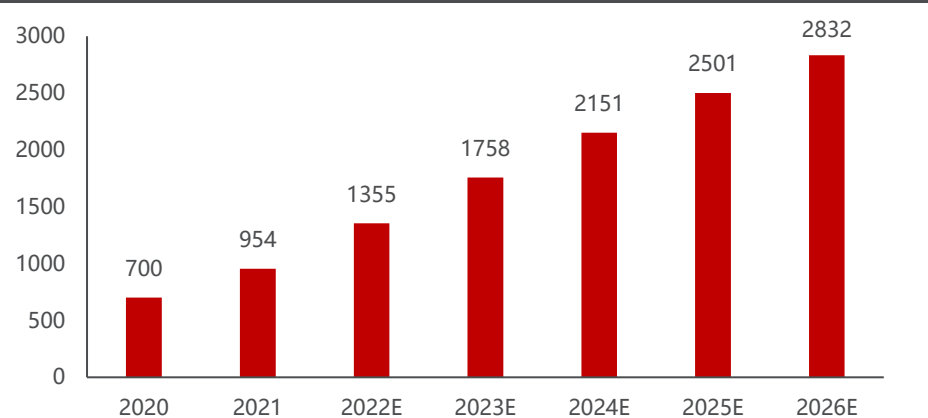
| 项目名称                                | 总投资/万元  | 2022 计划投资/万元 | 所在地区 |
|-------------------------------------|---------|--------------|------|
| 中晶公司培育钻石、超硬材料系列制成项目                 | 307,600 | 100,000      | 南阳市  |
| 方城县超硬材料全产业链建设项目                     | 257,900 | 80,000       | 南阳市  |
| 白鸽磨料磨具新材料及精密制造产业园建设项目               | 115,000 | 50,000       | 郑州市  |
| 12 亿克拉/年高品质人造金刚石项目                  | 80,000  | 56,000       | 信阳市  |
| 商丘铭盛金刚石制造项目                         | 51,000  | 51,000       | 商丘市  |
| 年产 60 万件超硬材料制品项目                    | 21,000  | 15,000       | 许昌市  |
| 郑州磨料磨具研究所洛阳分公司年产 30 万片高级、大尺寸功能金刚石项目 | 20,000  | 10,000       | 洛阳市  |
| 精密金刚石工具制品项目                         | 31,000  | 15,000       | 商丘市  |
| 平煤神马光山产业园年产 600 万千米超精细金刚石线项目        | 68,327  | 20,000       | 信阳市  |
| 河南博森年产 8 亿克拉金刚石系列产品项目               | 30,000  | 10,000       | 南阳市  |
| 河南威达年产 13 亿克拉人造金刚石单晶建设项目            | 25,000  | 21,600       | 郑州市  |
| 河南德申机械人造金刚石                         | 12,000  | 6,000        | 洛阳市  |
| 年产 10 亿克拉微米、纳米金刚石项目                 | 10,000  | 6,000        | 焦作市  |
| 年产 20 万吨氮化硼、10 万吨金刚石项目              | 20,000  | 5,000        | 许昌市  |
| 河南拓东年产 3 亿克拉金刚石项目                   | 12,000  | 8,000        | 南阳市  |

资料来源: 超硬材料网, 河南省人民政府, 民生证券研究院

### 3.3 培育钻石迎来黄金发展期

**全球培育钻石市场规模不断攀升。**2017-2021年，全球培育钻石产量由150万克拉增长至900万克拉。根据贝恩咨询预测数据，2025年全球培育钻石市场规模将从2020年的167亿元增至368亿元，其中我国培育钻石市场规模将由83亿元增至295亿元。

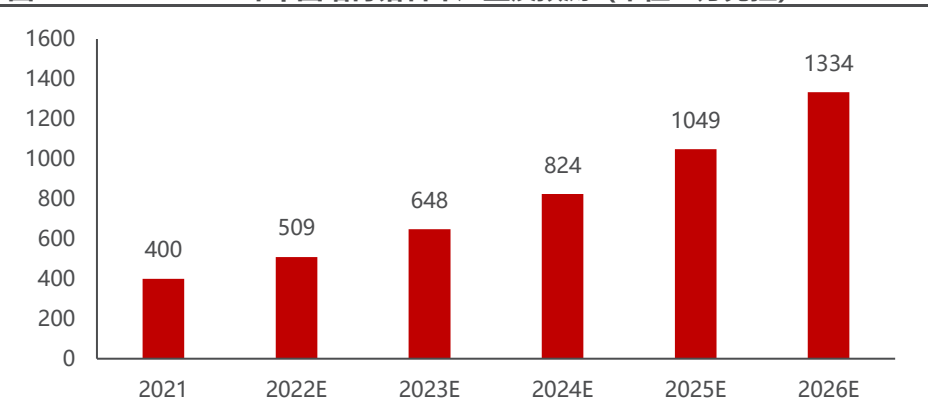
**图25：2020-2026年全球培育钻石年产量及预测（单位：万克拉）**



资料来源：中商情报网，民生证券研究院

**中国培育钻石市场规模全球第一。**2021年全球培育钻石产量共有900万克拉，其中中国产量约400万克拉，占比40%以上，位居全球第一，其次是印度、美国和新加坡等国家。国内的主要培育钻石生产企业有中兵红箭、黄河旋风和力量钻石等。

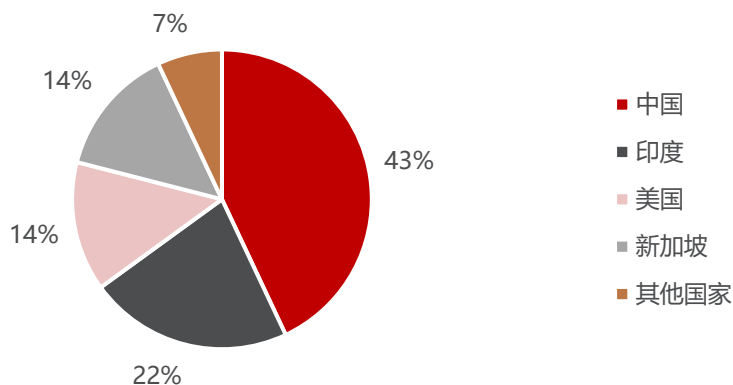
**图26：2021-2026年中国培育钻石年产量及预测（单位：万克拉）**



资料来源：中商情报网，民生证券研究院测算

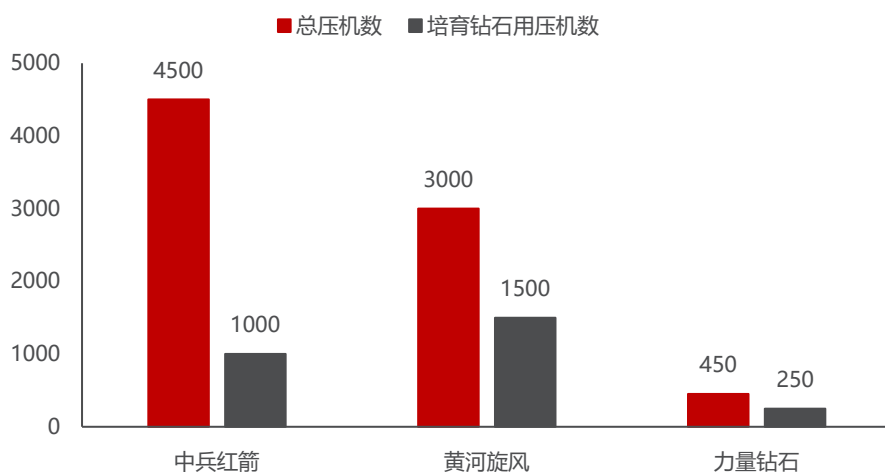


图27：2021 年全球培育钻石产量分布



资料来源：观研数据，民生证券研究院

图28：2021 年培育钻石主要企业压机数量（单位：台）



资料来源：中商产业研究院，民生证券研究院

**消费者对培育钻石认知程度的改变以及培育钻石合成技术提升推动培育钻石市场规模快速扩大。**近些年，由于毛坯天然钻石产量有不断下降的趋势，但全球钻石消费需求却不断增加，供需失衡趋势为培育钻石发展带来了机遇。国内多家培育钻石企业，包括力量钻石、中晶公司等积极布局培育钻石新增产能项目，带动顶压机需求增加。根据力量钻石 2022 年向特定对象发行股票募投项目，力量钻石将利用募集资金采购 1800 台六面顶压机用于生产制造，顶压机需求的不断增长直接带动了顶锤行业需求旺盛。

**表13：2022 年国内培育钻石重要在建项目**

| 项目名称                  | 总投资/万元  | 2022 计划投资/万元 | 所在地区 |
|-----------------------|---------|--------------|------|
| 商丘力量钻石培育钻石智能工厂建设项目    | 219,148 | --           | 商丘市  |
| 力量二期金刚石和培育钻石智能化工厂建设项目 | 172,020 | --           | 商丘市  |
| 中晶公司培育钻石、超硬材料系列制成项目   | 307,600 | 100,000      | 南阳市  |
| 年产 120 万克拉首饰级培育钻石项目   | 255,000 | 80,000       | 南阳市  |
| 中南钻石高品质工业钻石、宝石级钻石建设项目 | 115,000 | 50,000       | 南阳市  |
| 美钻钻石培育二期项目            | 25,000  | 20,000       | 洛阳市  |

资料来源：超硬材料网，河南省人民政府，力量钻石向特定对象发行股票募投说明书，民生证券研究院

### 3.4 高压科学研究等领域成为顶锤下游需求的另一方向

**国内科研院所使用顶压机具有较强的国产化替代前景。**目前国内部分科研院所，包括吉林大学超硬材料国家重点实验室、燕山大学亚稳相材料制备技术与科学国家重点实验室、中国科学院物理所、中国地质大学（武汉）等使用的二级大腔体高压装置均为国外进口装置；国外装置存在价格昂贵，易损件、配套器件和高压腔组装件均需进口，运行成本高等问题。随着国内具备自主知识产权的国产化高压装置的不断研发，中国目前的先进高压装置已具有赶超世界先进水平的实力，未来各大科研院所用于科学研究中的高压装置领域的国产化替代进程有望加快。

### 3.5 测算：预计到 2025 年消耗的顶锤量将达到 2940.3 吨，2021-2025 年复合增长率 10.1%。

**预计 2025 年人造金刚石领域将消耗顶锤需求量达 2939.4 吨，年复合增长率为 10.1%。**2021 年国内人造金刚石产量达 223 亿克拉，其中依赖顶锤生产的 HPHT 法生产的人造金刚石产量为 200 亿克拉。假设每万克拉人造金刚石生产消耗顶锤数量为 0.9-1kg 左右。预计到 2025 年国内 HPHT 法生产人造金刚石数量将达 327 亿克拉，带动消耗顶锤需求量为 2939.4 吨，2021-2025 年复合增长率为 10.1%。

**预计 2025 年培育钻石领域将消耗顶锤需求量 0.8 吨，年复合增长率为 23.9%。**2021 年国内培育钻石产量达 400 万克拉，其中依赖顶锤生产的 HPHT 法生产的培育钻石产量为 360 万克拉。预计到 2025 年国内 HPHT 法生产培育钻石数量将达 944 万克拉，带动消耗顶锤需求量为 0.8 吨，年复合增长率达到 23.9%。

**结合培育钻石以及人造金刚石领域来看，预计到 2025 年消耗的顶锤量将达到 2940.3 吨，2021-2025 年复合增长率 10.1%。**

**表14：顶锤需求量测算**

| 产品                          | 2021          | 2022E         | 2023E         | 2024E         | 2025E         |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>培育钻石</b>                 |               |               |               |               |               |
| 总产量/万克拉                     | 400           | 509           | 648           | 824           | 1049          |
| HPHT 法/万克拉                  | 360           | 458           | 583           | 742           | 944           |
| 锤耗 (kg/万克拉)                 | 1.0           | 1.0           | 1.0           | 0.9           | 0.9           |
| 顶锤消耗 (吨)                    | 0.4           | 0.5           | 0.6           | 0.7           | 0.8           |
| <b>工业金刚石</b>                |               |               |               |               |               |
| 总产量/亿克拉                     | 223           | 249           | 282           | 318           | 363           |
| HPHT 法/亿克拉                  | 200           | 224           | 254           | 286           | 327           |
| 锤耗 (kg/万克拉)                 | 1.0           | 1.0           | 1.0           | 0.9           | 0.9           |
| 顶锤消耗 (吨)                    | 2003.3        | 2243.7        | 2535.4        | 2578.5        | 2939.4        |
| <b>顶锤需求 (工业金刚石+培育钻石, 吨)</b> | <b>2003.6</b> | <b>2244.1</b> | <b>2535.9</b> | <b>2579.1</b> | <b>2940.3</b> |

资料来源：中商情报网，观研天下，民生证券研究院预测；

## 4 投资建议

### 4.1 行业投资建议

**人造金刚石与培育钻石市场快速发展带动顶锤需求释放。**2011年中国人造金刚石年产量突破100亿克拉，到2020年，年产量突破200亿克拉，占据全球总产量90%以上。随着航空航天等领域对于以工业金刚石为原料的PCD刀具和微钻等需求的不断增加，叠加先进制造领域中的光伏新能源和第三代半导体规模化应用孕育新兴需求，工业用金刚石需求旺盛，预计2021-2025年中国金刚石产量CAGR达到13%。消费者对培育钻石认知程度的改变以及培育钻石合成技术提升推动培育钻石市场规模快速扩大，预计2021-2025年中国培育钻石产量CAGR达到27.25%。

**测算2025年人造金刚石及培育钻石领域消耗顶锤2940.3吨，2021-2025年CAGR达到10.1%。**随着压机大型化及顶锤直径的加大，高温高压法生产人造金刚石锤耗有所下滑，截至2015年，万克拉锤耗量在1kg左右。谨慎假设锤耗量在0.9-1kg/万克拉，测算2025年人造金刚石及培育钻石领域消耗顶锤2940.3吨，2021-2025年CAGR达到10.1%。

**投资建议：**受益于人造金刚石及培育钻石领域快速发展，顶锤行业前景广阔。建议重点关注厦门钨业、中钨高新。

表15：顶锤行业重点关注个股

| 证券代码      | 证券简称 | 股价<br>(元) | EPS   |       |       | PE    |       |       | 评级 |
|-----------|------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
|           |      |           | 2021A | 2022E | 2023E | 2021A | 2022E | 2023E |    |
| 600549.SH | 厦门钨业 | 21.60     | 0.83  | 1.17  | 1.82  | 26    | 18    | 12    | 推荐 |
| 000657.SZ | 中钨高新 | 16.45     | 0.49  | 0.55  | 0.79  | 34    | 30    | 21    | 推荐 |

资料来源：Wind, 民生证券研究院 (注：股价日期为2022年12月7日)

## 5 风险提示

**1) 原材料价格大幅波动。**顶锤主要原料构成是碳化钨粉和钴粉，未来如果出现碳化钨大幅涨价的情形，可能导致顶锤成本压力上升，进而挤压相关企业盈利水平。

**2) 高温高压法生产人造金刚石发展不及预期。**生产人造金刚石的另外一种方法化学气相沉积法（CVD）未来如果生产工艺取得突破，在产品品质、生产成本、产品性价比等方面更具优势，逐步替代高温高压法（HTHP），将会导致在人造金刚石领域顶锤消耗出现下滑。

## 插图目录

|  |    |
|--|----|
| 图 1: 硬质合金顶锤.....                             | 3  |
| 图 2: 超大规格硬质合金顶锤.....                         | 3  |
| 图 3: 六面顶压机.....                              | 4  |
| 图 4: 单晶合成环节简易图.....                          | 4  |
| 图 5: 硬质合金顶锤产业链.....                          | 4  |
| 图 6: 硬质合金顶锤生产工艺.....                         | 6  |
| 图 7: 硬质合金国家重点实验室.....                        | 7  |
| 图 8: 全自动粉末液压成型机.....                         | 8  |
| 图 9: 德国 PVA 进口低压炉.....                       | 8  |
| 图 10: 横店东磁合金材料部.....                         | 9  |
| 图 11: 顶锤在人造金刚石原料成本的占比呈上升趋势.....              | 10 |
| 图 12: 顶锤单价 (单位: 元/个).....                    | 10 |
| 图 13: 2020 年力量钻石原料采购情况.....                  | 10 |
| 图 14: 金刚石单晶和培育钻石产品示意图.....                   | 11 |
| 图 15: 高温高压设备—六面顶压机.....                      | 12 |
| 图 16: HTHP 法培育钻石生成示意图.....                   | 12 |
| 图 17: 合成金刚石机理.....                           | 12 |
| 图 18: 晶种在金刚石结晶中的功能.....                      | 12 |
| 图 19: HPHT 法制备金刚石工艺流程.....                   | 12 |
| 图 20: CVD 法制作方法示意图 1.....                    | 13 |
| 图 21: CVD 法制作方法示意图 2.....                    | 13 |
| 图 22: 2015-2025 中国人造金刚石年产量及预测 (单位: 亿克拉)..... | 14 |
| 图 23: 工业金刚石下游需求分布 (2020 年).....              | 15 |
| 图 24: 国内人造金刚石产量分布 (2020 年).....              | 15 |
| 图 25: 2020-2026 年全球培育钻石年产量及预测 (单位: 万克拉)..... | 16 |
| 图 26: 2021-2026 年中国培育钻石年产量及预测 (单位: 万克拉)..... | 16 |
| 图 27: 2021 年全球培育钻石产量分布.....                  | 17 |
| 图 28: 2021 年培育钻石主要企业压机数量 (单位: 台).....        | 17 |

## 表格目录

|   |    |
|---|----|
| 重点公司盈利预测、估值与评级.....   | 1  |
| 表 1: 超大顶锤产品规格型号 (单位: mm).....                               | 3  |
| 表 2: 硬质合金顶锤化学成分标准.....                                      | 5  |
| 表 3: 顶锤锤耗、尺寸变化情况.....                                       | 5  |
| 表 4: 硬质合金顶锤物理力学性能、组织结构标准.....                               | 5  |
| 表 5: 硬质合金顶锤牌号及性能.....                                       | 6  |
| 表 6: 烧结工艺对 YG8 孔隙率及性能的影响.....                               | 6  |
| 表 7: 株硬公司大制品合金事业部生产情况 (单位: 吨).....                          | 7  |
| 表 8: 洛阳金鹭年产 4000 吨高性能硬质合金制品项目产品方案 (单位: 吨、件、万支, 2019 年)..... | 8  |
| 表 9: 顶锤主要企业情况.....  | 9  |
| 表 10: HPHT 法与 CVD 法制备金刚石对比.....                             | 13 |
| 表 11: 中国人造金刚石年产量突破关键时间点.....                                | 14 |
| 表 12: 2022 年河南省工业金刚石重要在建项目.....                             | 15 |
| 表 13: 2022 年国内培育钻石重要在建项目.....                               | 18 |
| 表 14: 顶锤需求量测算.....  | 19 |
| 表 15: 顶锤行业重点关注个股.....                                       | 20 |

## 分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

## 评级说明

| 投资建议评级标准  | 评级   | 说明                  |
|---|------|---------------------|
| 以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。 | 推荐   | 相对基准指数涨幅 15%以上      |
|   | 谨慎推荐 | 相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间 |
|   | 中性   | 相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间  |
|   | 回避   | 相对基准指数跌幅 5%以上       |
|   | 推荐   | 相对基准指数涨幅 5%以上       |
|   | 中性   | 相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间  |
|   | 回避   | 相对基准指数跌幅 5%以上       |

## 免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

## 民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026