

# 超硬材料产业崛起，“硬科技”企业打开成长空间

## 超硬材料行业深度研究报告

分析师：杨宇

执业证书编号：S0890515060001

电话：021-20321299

邮箱：yangyu@cnhbstock.com

研究助理：白云飞

邮箱：baiyunfei@cnhbstock.com

销售服务电话：

021-20515355

相关研究报告

### 投资要点：

◆ 目前常见的超硬材料有金刚石（天然金刚石和人造金刚石）、立方氮化硼(PCBN)等。其中 PCBN 具有高硬度、高耐磨性且高温下表现稳定，主要用于制造各类刀具；金刚石又分为单晶金刚石、聚晶金刚石(PCD)和 CVD 金刚石，单晶金刚石应用于砂轮、锯片等，PCD 应用于刀具、石油钻头，CVD 金刚石应用于拉丝模、刀具等，高端 CVD 金刚石应用于电子器件、航天等领域。

◆ 培育钻石成为超硬材料的绝对主角。培育钻石是一种依靠超硬材料工业高科技生产工艺诞生的品种，主要是为现代工业中，硬质材料的切磨、加工所使用的刀具这个目的开发的，它以更高的硬度战胜了一代超硬材料——硬质合金，更低廉的价格取代了二代超硬材料——天然钻石，与立方氮化硼一起，成为了超硬材料的绝对主角。在现代工业加工领域，由于对人造金刚石的需求数量、品种、质量的不断提高，原来只能作为工业材料的人造金刚石终于大规模达到珠宝级应用的水平。培育钻石与天然钻石性质相同且在价格、多样性、环保等方面更具优势。

◆ 培育钻石的技术壁垒较高，需求处于高速增长初期。因为培育钻石和工业金刚石不同，其生产周期很长，即使厂家拥有相关的一些技术，也无法打开市场，其次行业属于重资本投入型，短期之内没有足够资金支持的话，不可能对现有的龙头造成冲击。第三在技术扩散方面，全市场对于原材料、生产、工艺一体化深入了解的技术人员稀缺，技术扩散的进程会比工业金刚石的慢很多。从行业生命周期判断，培育钻石目前处于高速增长的初期。根据 Bain 咨询，2019 年全球天然原钻产量为 1.39 亿克拉，而培育钻石产量为 600 万克拉左右，渗透率约为 4.3%；2020 年天然原钻产量约下滑 2800 万克拉至 1.11 亿克拉，而培育钻石预计增长 15%左右至 750 万克拉，渗透率达到 6%。预计 2030 年全球培育钻石毛坯产量规模将达 3000-5100 万克拉。预计 2025 年全球/中国培育钻石毛坯市场规模可达 379/237 亿元，全球培育钻石饰品市场规模可达 1324/828 亿元，2030 年全球/中国培育钻石毛坯市场规模可达 744/558 亿元，全球培育钻石饰品市场规模可达 2351/1763 亿元。

◆ 我国基本主导着全球超硬材料市场，人造金刚石销量占全球市场的 90%以上，立方氮化硼占全球市场的 70%以上。在高速、高效、高精度和绿色加工成为主流趋势的情况下，产品品级和附加值不断提升，产品应用领域的不断扩大，预计未来市场规模有望进一步扩大。中南钻石、黄河旋风、豫金刚石、力量钻石、惠丰钻石、联合精密是国内知名的金刚石生产企业。

◆ 风险提示：市场需求增长低于预期、消费者接受度不及预期、厂商产能扩张不及预期。

## 内容目录

1. 超硬材料行业处于发展期，前景广阔.....	4
1.1. 超硬材料指硬度可以与金刚石相比拟的材料.....	4
1.2. 金刚石单晶在工业领域地位突出.....	5
1.3. 下游制造业升级，金刚石微粉发挥重要作用.....	5
2. 培育钻石成为超硬材料的绝对主角.....	8
2.1. 培育钻石技术壁垒高.....	13
2.2. 培育钻石行业产能集中在国内，全球需求快速增长.....	15
3. 我国超硬材料上市公司及行业领导者.....	19
3.1. 黄河旋风.....	20
3.2. 中兵红箭（中南钻石）.....	错误!未定义书签。
3.3. 力量钻石（拟上市）.....	21
3.4. 沃尔德.....	21
3.5. 四方达.....	21
4. 风险提示.....	22

## 表格目录

表 1：单晶、符合超硬材料用于不同领域.....	4
表 2：培育钻石逐渐得到市场认可.....	9
表 3：锆石与莫桑石属性.....	10
表 4：培育钻石与天然钻石属性无本质区别.....	11
表 5：培育钻石与天然钻石生产影响对比.....	12
表 6：培育钻石两种技术对比.....	15

## 图表目录

图 1：我国金刚石产量快速增长.....	4
图 2：金刚石进口价格远高于出口.....	4
图 3：2011年-2019年基建投资稳步增长.....	5
图 4：2011年-2020年我国房地产施工面积保持高增.....	5
图 5：我国及全球汽车情况（万辆）.....	6
图 6：家用空调和电冰箱产量（万台）.....	6
图 7：我国及全球光伏新增装机容量（GW）.....	7
图 8：我国 LED 行业及 LED 灯具行业规模波动增长.....	8
图 9：培育钻石为真钻石.....	10
图 10：培育钻石与天然钻石结晶习性有差异.....	11
图 11：培育钻石对环境的影响更小.....	12
图 12：培育钻石占天然钻石价格比例.....	13
图 13：培育彩色钻石系列产品.....	13

图 14 : HPHT 技术.....	14
图 15 : CVD 技术.....	15
图 16 : 全球培育钻石产能分布.....	16
图 17 : 全球培育钻石产能分布 (万克拉).....	16
图 18 : 使用 HPHT 技术的国家及其占比.....	16
图 19 : 目前国内六面顶压机的产能预测 (台).....	17
图 20 : 用于培育钻石的六面顶压机数量预测 (台).....	17
图 21 : 培育钻石迈过 5% 市占率进入加速增长阶段.....	17
图 22 : 全球珠宝销售额进入平稳增长期.....	18
图 23 : 2019 年各市场钻石消费结构.....	18
图 24 : 培育钻石下游需求及零售市场分布.....	18
图 25 : 黄河旋风 2016~2021H1 营收及同比增速.....	20
图 26 : 黄河旋风 2016~2021H1 归母净利润.....	20
图 27 : 公司 2020 年业务收入分布.....	20
图 28 : 公司产品示意图.....	20
图 29 : 力量钻石 2018~2020 营收及增速.....	21
图 30 : 力量钻石 2018~2020 归母净利润及增速.....	21

## 1. 超硬材料行业处于发展期，前景广阔

### 1.1. 超硬材料指硬度可以与金刚石相比拟的材料

硬材料是一种重要的工程材料，通常是指硬度达到莫氏硬度最高值 10 或接近 10 的材料，主要应用于复合材料、无机非金属材料、硬质合金的加工，作为一种重要的功能材料。目前常见的超硬材料有金刚石（天然金刚石和人造金刚石）、立方氮化硼等。

目前常见的超硬材料有金刚石（天然金刚石和人造金刚石）、立方氮化硼(PCBN)等。其中 PCBN 具有高硬度、高耐磨性且高温下表现稳定，主要用于制造各类刀具；金刚石又分为单晶金刚石、聚晶金刚石(PCD)和 CVD 金刚石，单晶金刚石应用于砂轮、锯片等，PCD 应用于刀具、石油钻头，CVD 金刚石应用于拉丝模、刀具等，高端 CVD 金刚石应用于电子器件、航天等领域。超硬材料也可以分类为单晶超硬材料和聚晶超硬材料(也称“复合超硬材料”)，单晶超硬材料包含单晶金刚石、单晶立方氮化硼等，特点是硬度高但尺寸小；聚晶金刚石/立方氮化硼是用单晶金刚石/立方氮化硼为主要原料，添加金属和非金属粘接剂在高温高压环境下制成的复合材料，复合超硬材料虽然硬度和耐热度稍差，但其切割面积较大、耐磨性更好。

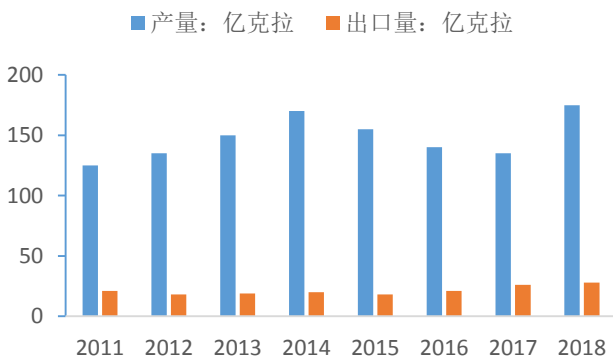
表 1：单晶、符合超硬材料用于不同领域

品类	性质	用途	对应下游
单晶超硬材料	硬度高、耐热性好，但尺寸小，切割面积小	锯片、砂轮等切削工具	光伏行业等
复合超硬材料	硬度、耐热性稍差，但尺寸大，切割面积大，耐磨性更好	刀具、钻头	汽车、电子、石油天然气等

资料来源：中国机床工具工业协会超硬材料分会,华宝证券研究创新部

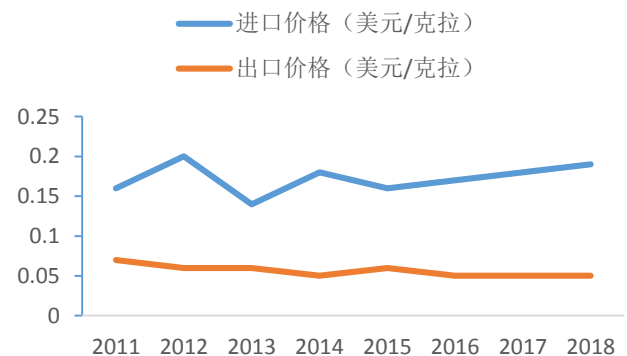
复合超硬材料主要用于石油天然气、煤田矿山、汽车等。石油天然气用聚晶金刚石是由小金刚石颗粒和粘接剂混合组成的切削层和硬质合金衬底层在高温高压下烧结合成，该材料具有很高的强度、硬度和耐磨性，将该材料镶嵌于石油、天然气钻头上，是钻头上起到切削和掘进的核心部件，在钻头掘进的过程中，金刚石复合片逐渐消耗。在煤田矿山开采过程中，金刚石复合片起到同样的作用。PCD 刀具的耐用度较硬质合金刀具寿命高几十倍，主要加工对象为有色金属、非金属材料等。由于汽车发动机活塞的群部、销孔和化油器等部件含硅量一般在 10%以上，硬度较大，且大多采用流水线批量生产，这使得合金刀具的性价比较低，金刚石刀具适用性良好。

图 1：我国金刚石产量快速增长



资料来源：中国产业研究网,华宝证券研究创新部

图 2：金刚石进口价格远高于出口



资料来源：中国产业研究网,华宝证券研究创新部

## 1.2. 金刚石单晶在工业领域地位突出

金刚石单晶在建材石材领域需求稳步增加，建材石材类产品跟基建投资及房地产开发投资关联密切。2020年以来我国基建和房地产投资保持高速增长趋势，其中基建投资从2003年的1.37万亿元增长至2020年的18.82万亿元，年复合增长率为15.77%；“十四五”期间有望保持4-5%增速，到2025年达到23万亿以上。而房地产开发投资则是近年来国内建筑业增长的主要驱动力，2016年开始的新一轮高景气仍在持续，新开工面积维持达到22亿平以上、施工面积增加至87亿平以上，新一轮竣工周期延续；PMI建筑业分项自2011年以来除新冠疫情影响外长时间维持在50%以上的扩张区间，带动了金刚石单晶的需求。

图 3: 2011年-2019年基建投资稳步增长

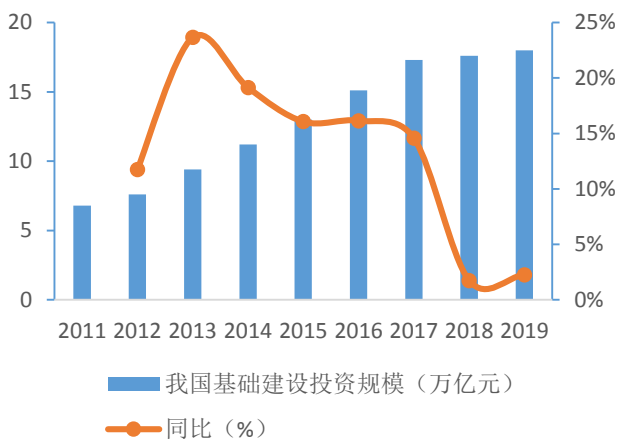
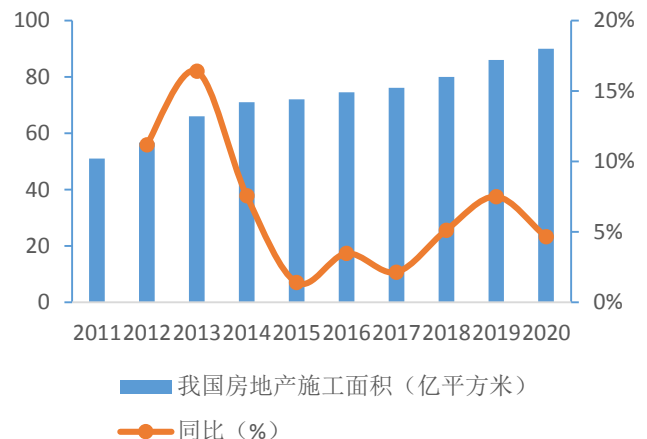


图 4: 2011年-2020年我国房地产施工面积保持高增



资料来源: wind, 国家统计局, 华宝证券研究创新部

资料来源: wind, 华宝证券研究创新部

我国经济进入高质量发展阶段，在新型城镇化建设等宏观政策的支持下，基础设施和房屋改造升级周期来临。海外在新冠疫情后将基建作为推动经济复苏的重要手段，同时在货币较为宽松以及疫情增加居民对房屋需求的支撑下，房地产景气度持续提升，带动建材石材加工和工程施工用金刚石工具的市场需求。我国人造金刚石单晶产量占全球总产量90%以上，因此在国内产业链率先恢复后，2020年下半年超硬刀具类产品受益于出口订单旺盛，金刚石单晶产品出现供不应求，导致价格上涨，促进国内金刚石单晶类产品进入新一轮增长。

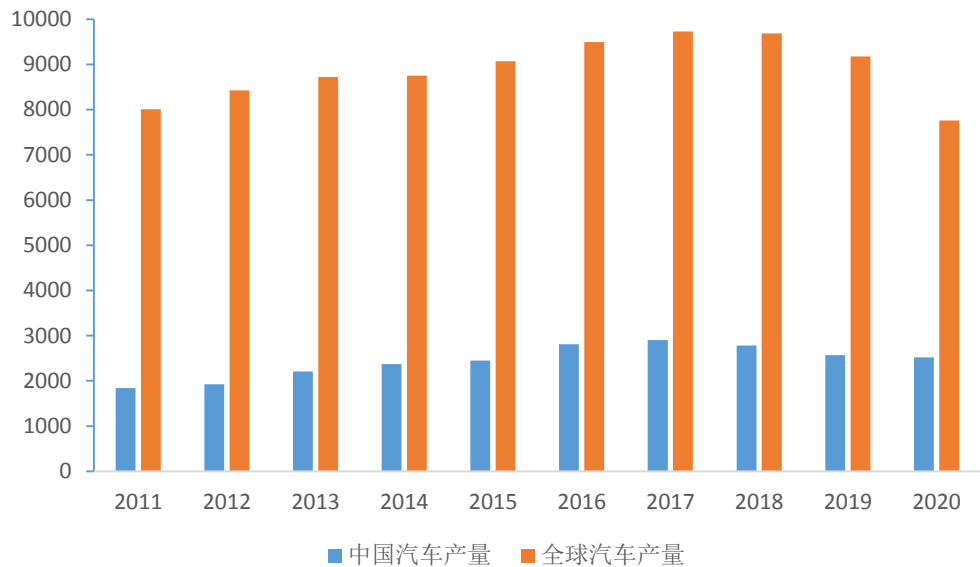
勘探采掘领域金刚石单晶需求提升。矿物勘探开采是金刚石的另一主要需求，随着全球经济的稳步增长，矿产资源的需求量不断扩大，未来伴随我国经济持续增长以及新兴市场的崛起，矿产资源的消耗将会长时间维持较高增速。过去十年，我国主要矿产资源开采量整体从高速增长阶段过渡至稳步发展阶段。2020年原煤产量39亿吨，同比增长1.4%；原油产量1.95亿吨，同比增1.6%；天然气产量1925亿立方米，同比增长9.8%；其他十种有色金属产量为0.62亿吨，同比增5.5%。但我国及全球均面临主要矿物开采品位下降的情况，需采掘更多的原矿量以保持产量稳步增长。

全球矿产资源勘探形势趋于紧张，浅部地层的矿产资源已基本开采殆尽，深部找矿已成为地质找矿探矿的方向。金刚石大单晶因在坚硬岩层中效率大幅高于其他产品，因此在深部探矿中应用广泛。随着勘探深度和难度的增加，金刚石单晶钻的经济性优势将进一步彰显出来，具有广阔前景。

## 1.3. 下游制造业升级，金刚石微粉发挥重要作用

机械制造产业升级带动金刚石微粉需求不断增加。机械、汽车制造、家电制造等细分行业的产业升级带动了对高端金刚石工具的需求。汽车行业精密加工领域目前已广泛使用人造金刚石工具，高端金刚石工具可以满足汽车制造过程中切削、打磨、抛光等多工序高精度的需求。近年来全球汽车行业受到贸易战及新冠疫情影响，2021年随着全球主要国家经济复苏，汽车产销量将恢复增长，我国汽车产量由2011年1842万辆上升到2020年的2532万辆，整体呈上升趋势。随着国内新型工业化和城镇化进程的加快发展，居民消费不断升级，未来我国汽车市场仍有较大的增长空间。

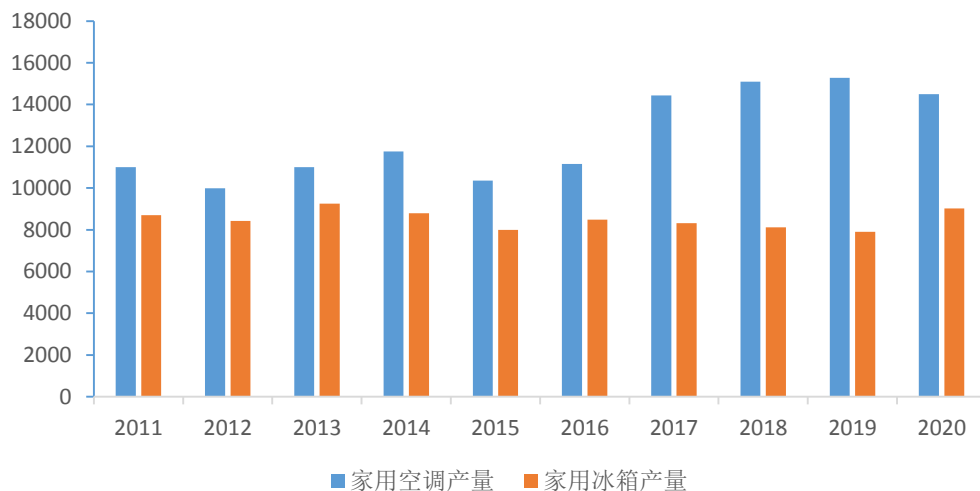
图 5：我国及全球汽车情况（万辆）



资料来源：wind，华宝证券研究创新部

家电尤其制冷家电业是人造金刚石磨具和刀具的主要应用领域之一。家用空调、冰箱所使用压缩机的三大部件活塞、气缸、上下轴承座主要使用金刚石工具进行加工。我国家用空调和冰箱的产量在消费升级以及出口量不断增长的背景下，分别从2011年的11001万台和7882万台增长到2020年的14491万台和8443万台。2020年以来家电出口大幅增长带动国内家电制造业重回高速增长。

图 6：家用空调和电冰箱产量（万台）

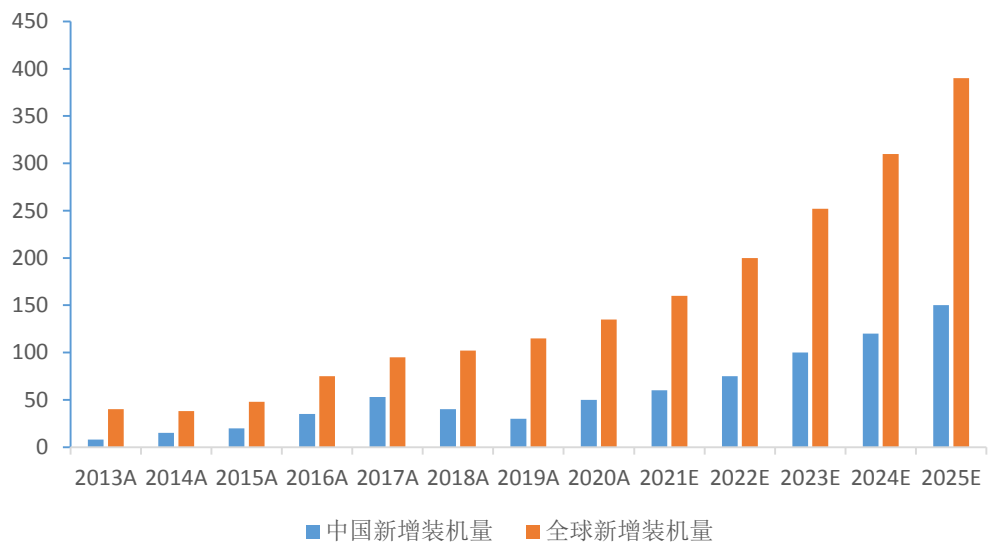


资料来源：wind，华宝证券研究创新部

光伏和LED领域快速发展带动金刚石微粉需求高增。光伏发电和LED照明所用单晶硅、多晶硅、蓝宝石以及其他光电磁性材料的切割加工是金刚石微粉应用需求增

量最大的领域。2019 年光伏在国内补贴退出的驱动下快速进入平价上网阶段，市场需求驱动光伏装机量重新进入高增阶段，全球新增装机分别为 116.9GW、134GW，2021 年虽然受到硅料产能限制，装机量仍将有望实现 15% 左右的增长达到 155-160GW；2022 年在硅料产能瓶颈逐步解除之后，2022-2025 年全球新增装机量将达到 25% 的复合增速，到 2025 年新增装机量达到 400GW。2021 年 166、182、210 单片硅片消耗金刚石量分别为 1.8/2.4/2.8 米/片，随着金刚线直径逐步减少，单位损耗逐步增加，单位功率硅片消耗的金剛线增加，目前 1W166、182 和 210 单晶硅片对应金刚线消耗量分别为 0.285m、0.34m 和 0.28m，210 单晶与 166 硅片单位需求基本相同，而 182 硅片需求增长 15% 左右；我们预计光伏金刚线需求量将从 2020 年 5000 万公里左右增长到 2025 年的 13500 万公里。

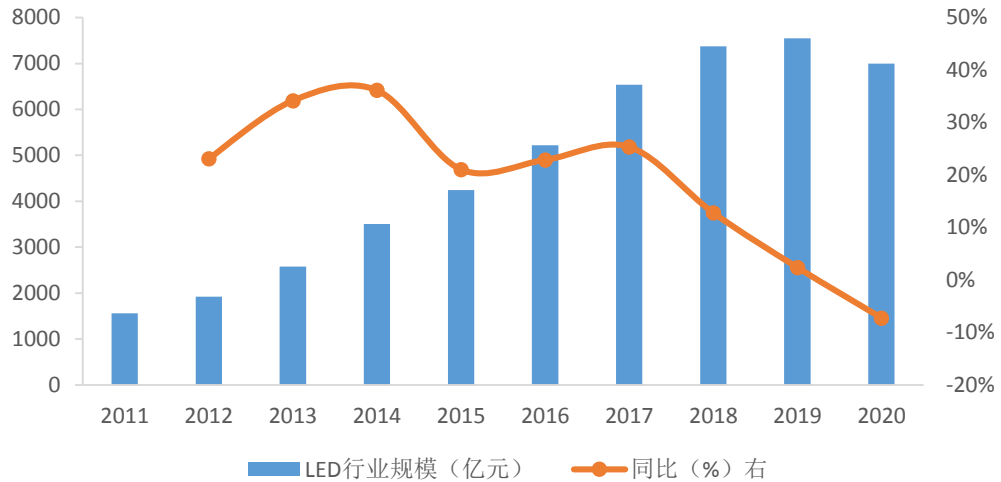
图 7：我国及全球光伏新增装机容量（GW）



资料来源：wind，欧洲光伏产业协会，华宝证券研究创新部

MINILED 时代来临，蓝宝石切割金刚石微粉需求爆发。2020 年我国 LED 行业总产值达到 7013 亿元，同比有所下滑，但近十年来总体仍保持较快增长态势。LED 照明产品已经逐步替代传统的白炽灯和荧光灯，正处于持续爆发增长阶段。以苹果公司、华为以及小米公司为代表的科技巨头纷纷推出 MINILED 背光产品的电脑和显示器，售价在 1.5 万-10 万之间，灯珠数量在 1.2 万-10 万颗，2021 年 MINILED 正式进入爆发期。MINILED 有望成为在通用照明之后 LED 重要驱动力，蓝宝石衬底的需求量有望从 2020 年的 4200 万片左右增长至 2023 年的 6000 万片左右，年复合增长率约为 12.6%。

图 8：我国 LED 行业及 LED 灯具行业规模波动增长



资料来源：wind，华宝证券研究创新部

## 2. 培育钻石成为超硬材料的绝对主角

培育钻石是一种依靠超硬材料工业高科技生产工艺诞生的品种，主要是为现代工业中，硬质材料的切磨、加工所使用的刀具这个目的开发的，它以更高的硬度战胜了一代超硬材料——硬质合金，更低廉的价格取代了二代超硬材料——天然钻石，与立方氮化硼一起，成为了超硬材料的绝对主角。主要的应用就是 PCD（聚合金刚石）复合片刀具，就是将极小颗粒（2~30 $\mu$ m）的金刚石粉末与结合剂，在高温高压下烧结，再经过切割、焊接、刃磨，就可以派上大用场

培育钻石目前已成为全球钻石消费的新兴选择之一，在品质、价格、环保和科技等方面具有显著竞争优势。随着培育钻石合成技术不断提高、成本及价格快速下降，以及市场消费理念和消费习惯改变，培育钻石的市场关注度和市场需求显著提升，已成为人造金刚石行业最重要的发展方向之一。在现代工业加工领域，由于对人造金刚石的需求数量、品种、质量的不断提高，原来只能作为工业材料的人造金刚石终于大规模达到珠宝级应用的水平。

**培育钻石与天然钻石性质相同且更具优势。**培育钻石作为一种人工合成的钻石，产品在晶体结构完整性、透明度、折射率、色散等方面可与天然钻石相媲美，作为钻石消费领域的新兴选择，可用于制作钻戒、项链、耳饰等各类钻石饰品及其他时尚消费品。

### 培育钻石越来越被市场认可

2012-2015 年培育钻石就已经在全球珠宝消费市场出现，但产品品质较差、价格优势不明显；2017 年以来施华洛世奇、戴比尔斯等国际珠宝巨头进军培育钻石饰品市场，加上美国联邦贸易委员会（FTC）为培育钻石正名等因素推动，培育钻石在行业组织建立、技术规范制定、合成及鉴定技术提升、产能规模和市场市场份额提高等方面明显进步，培育钻石得到大众的认可。2019 年之后培育钻石的接受度已经提升至较高水平，生产成本大幅下降，培育钻石的优势逐步凸显，认可度加速提升；2020 年下游加工环节受到疫情影响，一定程度干扰了培育钻石的爆发过程，2021 年疫情影



响逐步消除，行业进入加速阶段。

表 2：培育钻石逐渐得到市场认可

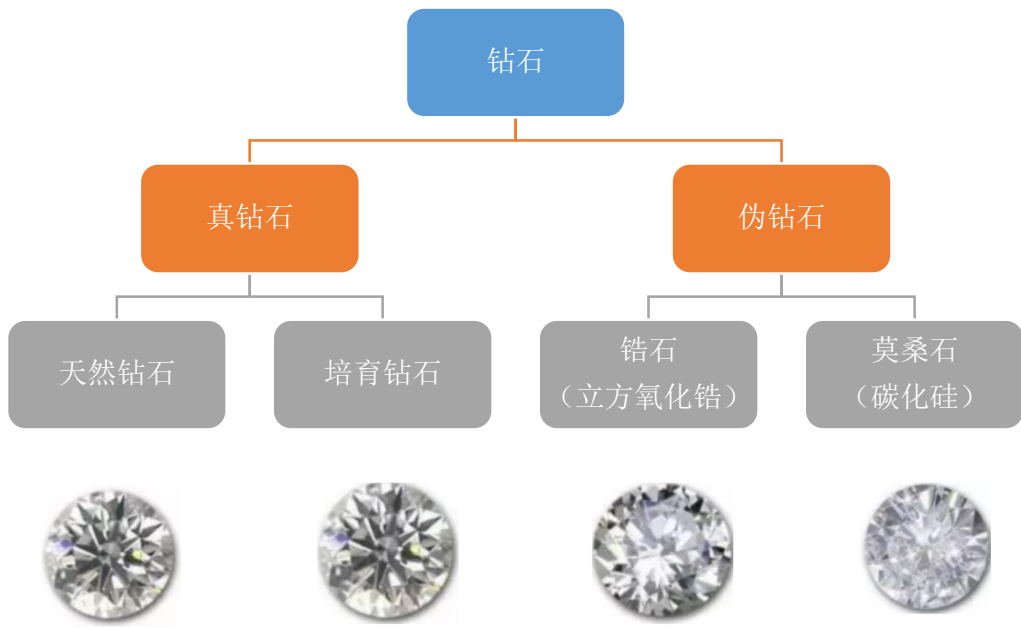
时间	事件简介
2017.5	施华洛世奇旗下培育钻石品牌 Diama 在北美地区正式开售
2018.5	戴比尔斯宣布推出培育钻石饰品品牌 Lightbox
2018.7	美国联邦贸易委员会（FTC）对钻石的定义进行了调整，将实验室培育钻石纳入钻石大类
2019.2	欧亚经济联盟推出培育钻石 HS 编码
2019.3	HRD 针对培育钻石采用了天然钻石的分级语言 GIA 更新实验室培育钻石证书的术语 培育钻石展团初次亮相香港珠宝展
2019.5	美国最大珠宝零售商 Signet 开始在其线上品牌销售培育钻石
2019.7	印度推出毛坯培育钻石 HS 编码 中保协成立培育钻石分会
2019.10	央视报道实验室种出钻石引发全国关注 美国最大珠宝零售商 Signet 开始在线下门店销售培育钻石
2019.11	培育钻石展团参加北京国际珠宝展 世界珠宝联合会（CIBJO）创立培育钻石委员会 欧盟通过新的海关编码区分天然钻石和培育钻石 美国第一个在线培育钻石交易平台 lab-GrownDiamondExchange（LGDEX）在纽约成立 RosyBlue 宣布开辟独立的培育钻石业务线
2019.12	NGTC《合成钻石鉴定与分级》企业标准发布实施 戴比尔斯向客户发布引导手册明确区分天然钻石和培育钻石
2020.03	GSI 宣布推出 LGXComplete™ 培育钻石全面分级报告
2020.04	美国培育钻石品牌 DiamondFoundry 推出新品
2020.09	西铁城新款腕表首次采样培育钻石
2020.12	GIA 推出新版培育钻石检测报告

资料来源：中国珠宝玉石首饰行业协会培育钻石分会官网，招股说明书，华宝证券研究创新部

### 培育钻石性能媲美天然钻石

培育钻石为人工培育出的与天然钻石相同的真钻石。目前市场上的伪钻石主要有伪钻石（假钻石）和仿钻石（锆石和莫桑石等）两种，而真钻石包括天然钻石和人工培育钻石。两者的差异仅在于形成环境，天然钻石形成于地壳运动、卫星撞击等天然环境，培育钻石是模仿天然钻石形成环境制备而成的钻石。

图 9：培育钻石为真钻石



资料来源：CARAXY 官网，华宝证券研究创新部

表 3：锆石与莫桑石属性

属性	锆石	莫桑石
折射率	2.18	2.65-2.69
色散	0.055	0.104
硬度	7.5-8.5	9.25
颜色	紫红、金黄、石榴红等	浅黄色、浅灰、浅褐、绿色、灰色等
价格	100-1000/CT	100-3000/CT

资料来源：华宝证券研究创新部

**培育钻石与天然钻石化学成分、物理性质相同，在晶相特性方面可能有所不同。**主要由于天然钻石形成环境更为复杂。天然钻石的晶相结构大致有 13 种，常见结构为八面体、菱形十二面体或两者的聚形、三角薄片双晶等，而培育钻石的结晶特征主要有立方体、立方八面体等；但晶相方面差异并不影响其光学及物理方面性能，仅在切磨方面成本有所不同。

**钻石与合成立方氧化锆主要区别在硬度。**硬度决定钻石与人造立方氧化锆切割后腰棱的差别，由于钻石的硬度高于合成立方氧化锆，所以钻石切割后其腰棱必须是磨砂的，而合成立方氧化锆是带有平行光排列的抛光痕迹。在显微镜观察下，钻石的内部包体丰富而合成锆石比较干净，少有包体特征。合成立方氧化锆与钻石是不同的物质。

**钻石与莫桑石的主要区别在于折射率。**莫桑石的折射率远高于钻石，表现出的火彩是钻石的 3 倍，所以可以感受到莫桑石火彩更为浓烈艳丽，而钻石火彩温柔内敛。在放大镜观察下可以明显看出莫桑石的腰部内全反射影像呈现四线效果，而钻石全反射影像只有两条线。

图 10: 培育钻石与天然钻石结晶习性有差异



人造钻石

天然钻石

资料来源：天然钻石协会，华宝证券研究创新部

表 4: 培育钻石与天然钻石属性无本质区别

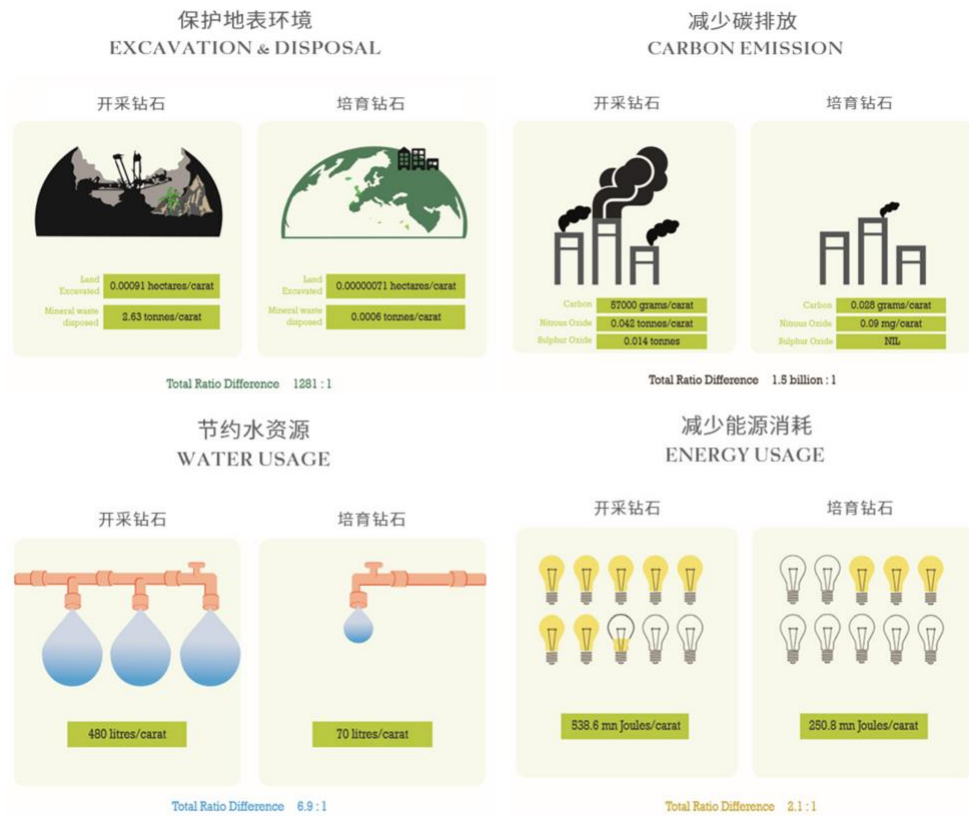
属性	培育钻石	天然钻石	区别
化学成分	碳 C	碳 C	无
折射率	2.42	2.42	无
相对密度	3.52	3.52	无
色散	0.044	0.044	无
硬度值	90GPA	90GPA	无
导热性	$2 \times 103W/M/K$	$2 \times 103W/M/K$	无
热胀性	$0.8 \times 10^{-6}K$	$0.8 \times 10^{-6}K$	无
透光率	DEEPUVTOFART R	DEEPUVTOFART R	无
电阻率	1016OHM-CM	1016OHM-CM	无
可压缩性	$8.3 \times 10^{-13}M2/N$	$8.3 \times 10^{-13}M2/N$	无

资料来源：CARAXY 官网，华宝证券研究创新部

#### 培育钻石更为环保

相对于天然钻石开采，培育钻石无需采掘，可以保护地表环境，大幅减少土地消耗、碳排放（为天然钻石开采的 1/2）以及水资源利用（仅为天然钻石的 1/7）等；且在劳工保护方面大幅优于天然钻石开采，培育钻石在厂房内极少发生安全事故。培育钻石的保护地表环境、减少碳排放的绿色、可持续发展理念完全契合目前国家提出的扎实做好碳达峰和碳中和工作部署要求。

图 11：培育钻石对环境的影响更小



资料来源：CARAXY 官网，华宝证券研究创新部

表 5：培育钻石与天然钻石生产影响对比

参数	天然钻石	培育钻石	比例
土地破坏量 (公顷)	$9.1 \times 10^{-4}$	$7 \times 10^{-7}$	1281:1
矿物废物量 (吨)	2.63	0.0006	4383:1
用水量 (立方米)	0.48	0.07	6.9:1
气体排放量	$4.21 \times 10^7$	0.0289	$1.5 \times 10^9$ : 1
能源消耗 (mn/Joules)	538.6	250.8	2.1:1

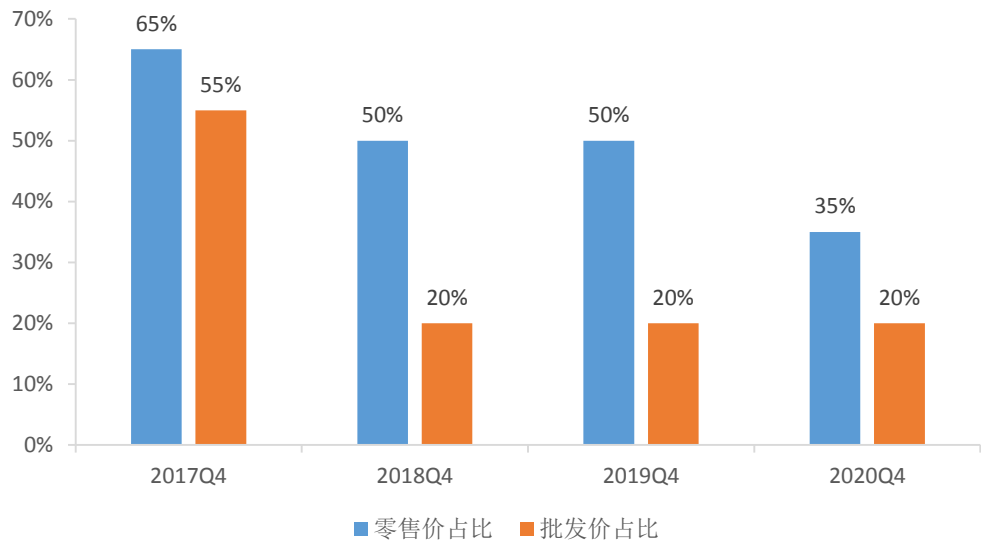
资料来源：CARAXY 官网，华宝证券研究创新部

### 培育钻石价格更具竞争力

天然钻石具有稀缺性，成本高于培育钻石，因此在各方面属性相同时，培育钻石的价格竞争力优势明显。2017 年四季度以来，培育钻石价格不断下降，2020 年四季度零售价下降到天然钻石 35%，较 2017 年下降 30PCT；批发价在 2018 年第四季度下降到天然钻石的 20%，此后基本维持稳定。2020-2021 年随着大颗粒培育钻石（5 克拉以上）加速规模化量产，单克拉的生产成本继续大幅下降，而纯净度、色度等性质仍在大幅提升。我们认为未来无论是零售价还是批发价相较于天然钻石都仍有较大下降空间。

2020 年力量钻石的销售价格在 272 元/克拉，合计约 40 美元/克拉，若按照原钻成本占钻石总成本的 20% 预测，培育钻石成品钻石的成本在 200 美元/克拉，大幅低于天然钻石。目前主要钻石厂商的培育钻石销售价格仅为天然钻石的 20%-30% 左右。DeBeers 旗下培育钻石品牌 Lightbox 目前产品促销价格仅为天然钻石的 10% 左右，其 1/2 克拉 LabGrown 项链仅销售 425 美元，1 克拉产品销售价格在 1500 美元左右（不考虑颗粒大小、色彩、纯净度等对价值量的影响）。

图 12: 培育钻石占天然钻石价格比例



资料来源：贝恩咨询,华宝证券研究创新部

### 培育钻石具有更高的可控性

培育钻石是在实验室中通过科学方法人工合成相对于天然钻石形成的不可控过程，其成色、尺寸、颜色等均可通过优化合成方法和技术实现，因而产品种类多样，满足下游不同需求。例如，通过特定的工艺控制，培育钻石可以合成自然界中罕见的蓝色、粉色等彩色钻石，但其售价也相对更高。

图 13: 培育彩色钻石系列产品



资料来源：CARAXY 官网，华宝证券研究创新部

## 2.1. 培育钻石技术壁垒高

培育钻石工艺技术来源于工业科技的进步，一方面需要强大的压力产生装置，另一方面需要可承受巨大压力的容器材料，也就是高温高压法的原理。之后随着微波技术的成熟，将高纯甲烷气体在高温下微波电离出不带电荷等离子化的碳和氢原子，然

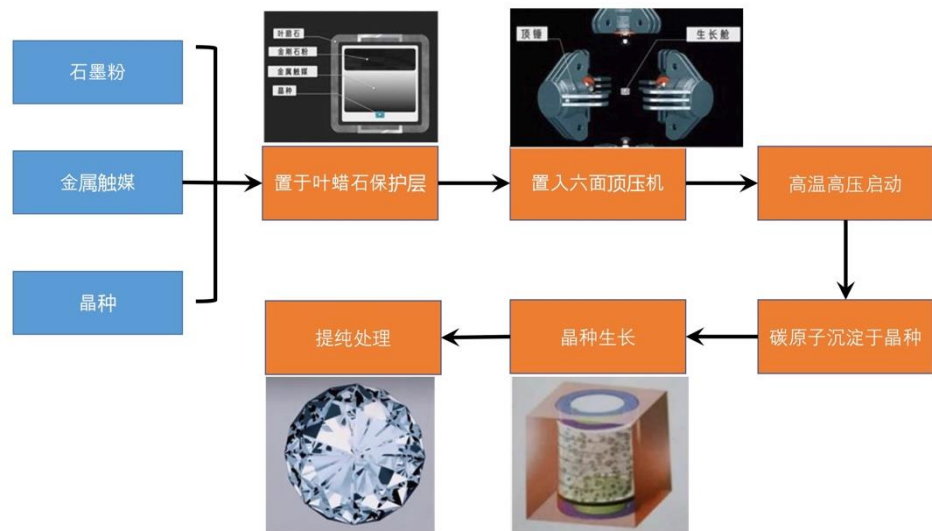
后让碳原子在温度较低的底层基片上吸附结晶生长，也就是后来的化学气相沉积法（CVD 法）的原理。

培育钻石的技术壁垒体现在三个方面，首先因为培育钻石和工业金刚石不同，其生产周期很长，如果没有相对的数量，比如 1000-2000 台以上，即使厂家拥有相关的一些技术，也无法打开市场，其次行业属于重资本投入型，短期之内没有足够资金支持的话，不可能对现有的龙头造成冲击。第三在技术扩散方面，全市场对于原材料、生产、工艺一体化深入了解的技术人员稀缺，技术扩散的进程会比工业金刚石的慢很多。

### HPHT 技术与 CVD 技术对比

**高温高压(HPHT)技术:**高温高压技术完全模拟天然钻石的生长过程，在地上重现碳元素层的反应并将石墨转换成钻石。HPHT 法(温度在 1400°C-1700°C、压力在 5.2GPa-5.6GPa)合成钻石是指模拟天然钻石生长的环境，在六面体高压机内，以石墨、金刚石粉或石墨-金刚石粉为碳源，在高温高压、金属触媒等生长环境中形成的等轴晶系晶体。采用高温高压法生产 20 克拉培育钻石仅需要 2 周时间。生长过程就是顶压机生长舱高温区放入高纯度的石墨作碳源，在低温区放置钻石籽晶。在一定的温度梯度驱动下，碳源从高温处的高浓度区向对低温处的低浓度区扩散，在低温区的钻石籽晶处于过饱和而结晶，然后冷却取出，采用浓硝酸清除钻石表面的杂质。

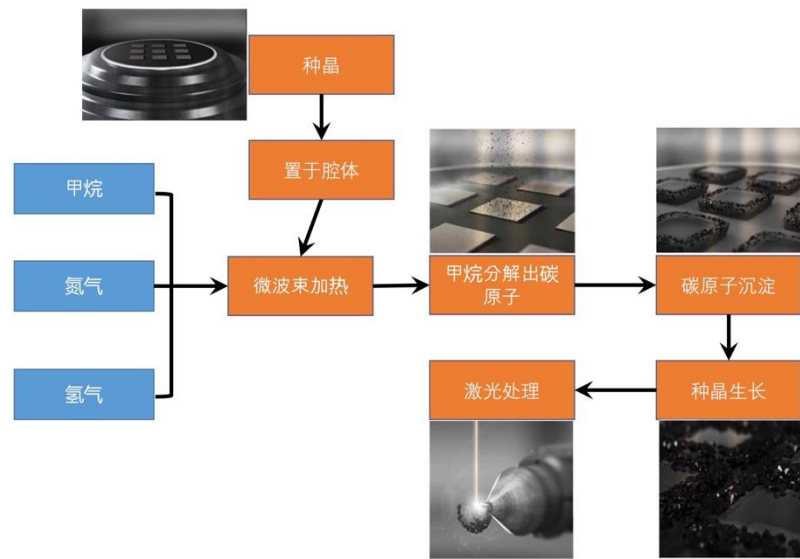
图 14: HPHT 技术



资料来源：《论中国培育钻石项目发展的可行性》，华宝证券研究创新部

**化学气相沉积(CVD)技术:**通常是在高温等离子体的作用下，含碳气体被离解，碳原子在基底上沉积成钻石膜。基底可以是非钻石材料，但单晶钻石通常是碳原子在钻石基底上沉积而形成。含碳气体通常是指含氮、甲烷和氢的混合气体，甲烷是合成钻石碳原子的来源，氮可以增加生长速度，氢可以抑制石墨的形成。通常 CVD 合成钻石是在低压高温条件下进行，压力一般小于一个大气压，温度在 1000°C 左右。

图 15: CVD 技术



资料来源：《论中国培育钻石项目发展的可行性》，华宝证券研究创新部

两种技术各有优势，HTHP 效率更高颜色更好，CVD 纯净度更优。生产 1 克拉培育钻石，由于高温高压 (HTHP) 是碳原子与碳原子连接形成，所以生长周期仅需要数天。化学气相沉积 (CVD) 是在培育钻石籽晶上将含碳气体解离生长，逐渐堆积增生，这就需要数月的生长周期。由于高温高压 (HTHP) 需要金属触媒作为溶剂参与反应，所以会对钻石的纯净度产生一些影响，化学气相沉积 (CVD) 纯净度稍好。

表 6: 培育钻石两种技术对比

技术	HPHT	CVD
温度 (°C)	1400-1500	800-1000
压力 (Pa)	5.2-5.6G	0.01M
晶形	立方体、八面体及聚形	板状
磁性	有	无
生长周期 (1 克拉)	1-3 天	1 个月

资料来源：《论中国培育钻石项目发展的可行性》，华宝证券研究创新部

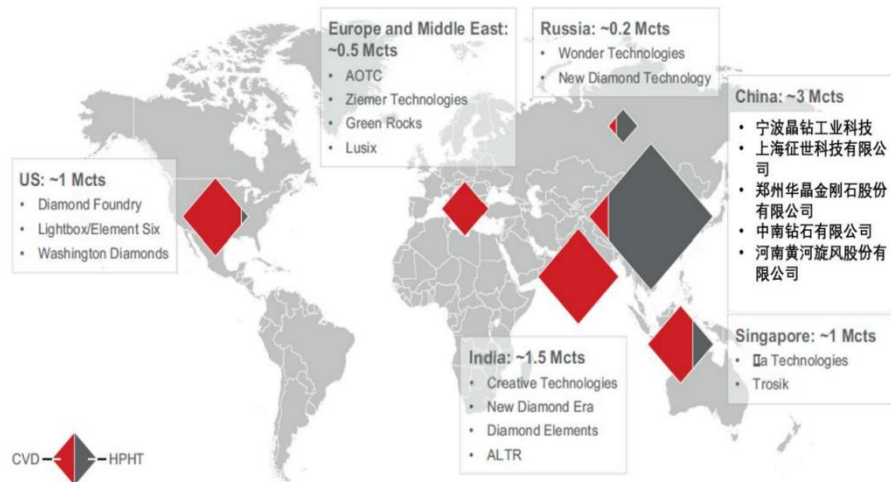
## 2.2. 培育钻石行业产能集中在国内，全球需求快速增长

### 培育钻石产能大分部在中国

受地理条件限制，天然金刚石产能主要集中在南非、扎伊尔等，而培育钻石的产能大部分集中在国内。根据贝恩咨询发布的《2020~2021 全球钻石行业报告》，2020 年全球培育钻石产能约 600~700 万克拉，其中中国产能达 300 万克拉，远超其他国家，占比约 50%。其次为印度和美国，分别为 150 万克拉和 100 万克拉，合计占比超 30%。其余产能分布在欧洲、中东、俄罗斯等地。经过近几十年的发展，美国的通用电气和阿波罗、英国的第六元素、日本的住友、俄罗斯的新钻科技、新加坡的 Ila 科技等集团公司，在全球培育钻石界都有了广泛的知名度，比如 Diamond Foundry、Lightbox、Diama、GEMESIS 等培育钻石品牌产品，正逐渐由国外市场向中国国内渗透，和天然钻石的市场一样，在行情启动之前就占领培育钻石高端消费市场。国内钻

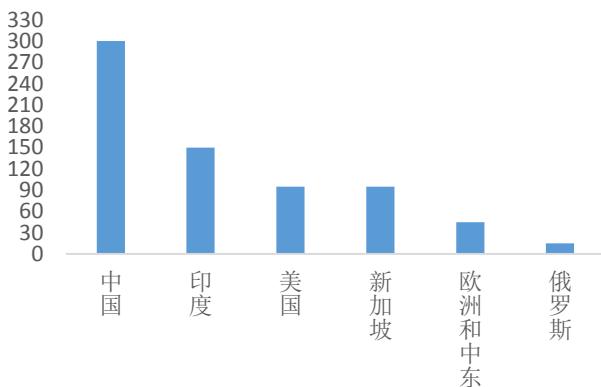
石产能则主要集中在宁波晶钻、上海征世、华晶金刚石、中南钻石、黄河旋风等企业。从生产技术角度而言国内主要还是采用 HPHT 法生产，而全球其他地区基本采用 CVD 法生产钻石。HPHT 法在生产人造金刚石领域几乎形成了垄断，目前约占全球 HPHT 法生产培育钻石产能的 90%。

图 16：全球培育钻石产能分布



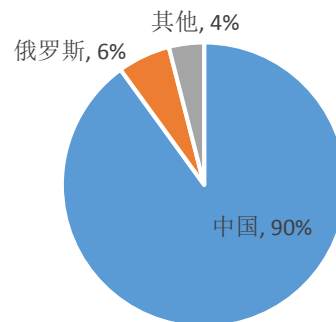
资料来源：《全球钻石行业报告》，华宝证券研究创新部

图 17：全球培育钻石产能分布（万克拉）



资料来源：贝恩咨询，华宝证券研究创新部

图 18：使用 HPHT 技术的国家及其占比

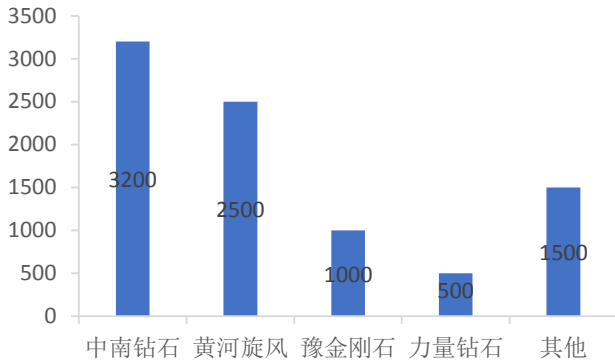


资料来源：贝恩咨询，华宝证券研究创新部

根据中国机床工具工业协会超硬材料分会数据，目前国内生产人造金刚石的六面顶压机数量约为 10000 台；截至 2020 年 3 月末，六面顶压机中  $\phi 650$ （即活塞直径为 650mm、腔体为  $\phi 68\text{mm} \times \phi 72\text{mm}$ ）及以下型号的占比约为 81.25%；其中 2019 年末用于培育钻石的压机数量为 1500 台左右（对应约 130 万克拉/年产能），我们预计 2020-2021 年以中南钻石和黄河旋风为主的厂商开始产能扩张，并将原有部分工业钻石的产能向培育钻石切换，到 2021 年年中全国培育钻石的六面顶压机产能将达到 3000 台左右，其中新增产能中多为 650 型号以上产能。

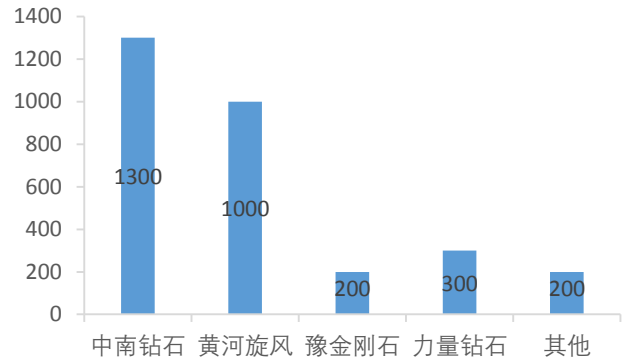


图 19: 目前国内六面顶压机的产能预测 (台)



资料来源: 华宝证券研究创新部

图 20: 用于培育钻石的六面顶压机数量预测 (台)

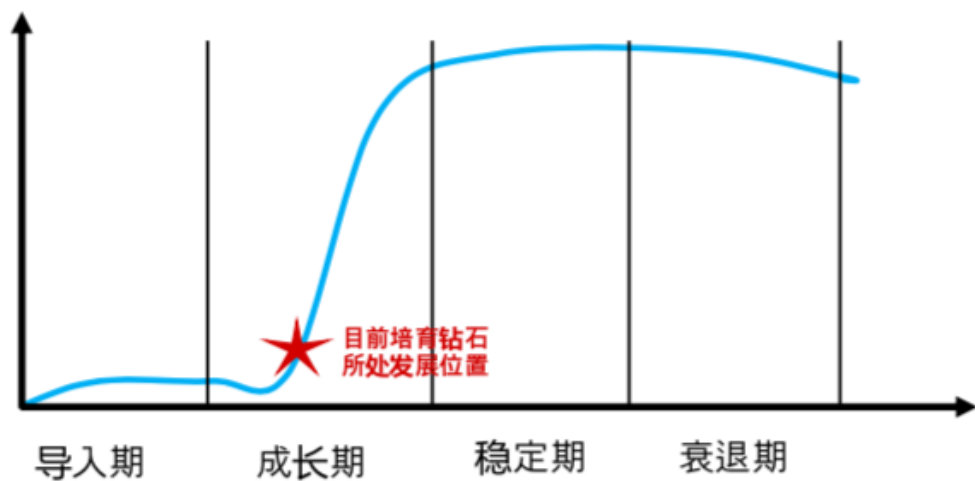


资料来源: 华宝证券研究创新部

### 培育钻石需求增速显著

从行业生命周期判断, 培育钻石目前处于高速增长的初期。根据 Bain 咨询, 2019 年全球天然原钻产量为 1.39 亿克拉, 而培育钻石产量为 600 万克拉左右, 渗透率约为 4.3%; 2020 年天然原钻产量约下滑 2800 万克拉至 1.11 亿克拉, 而培育钻石预计增长 15% 左右至 750 万克拉, 渗透率达到 6%。

图 21: 培育钻石越过 5% 市占率进入加速增长阶段



资料来源: 华宝证券研究创新部

### 钻石行业稳定发展, 培育钻石加速渗透

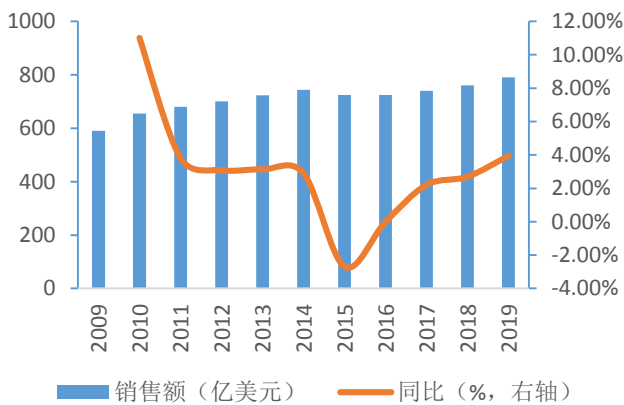
全球钻石珠宝市场规模庞大, 消费需求稳步增长。根据 DeBeers 发布的全球钻石珠宝行业报告, 2019 年全球钻石珠宝市场销售额从 2009 年的 591 亿美元增长到 2019 年的 790 亿美元, 年复合增长为 3.5%。全球钻石市场 2020 年受到新冠疫情影响, 根据 Bain 咨询发布的《TheGlobalDiamondIndustry2020 - 21》, 2020 年原钻、抛光钻石和钻石珠宝市场分别下滑 33%、22% 和 15%, 全球原钻市场销售规模从 2019 年的 120 亿美元下滑到 80 亿美元左右。而 2020 年 3-4 季度下游消费的强劲复苏带动产业链库存快速下降, 从最高点的 6500 万克拉下降到 5200 万克拉。2021 年全球钻石消费持续复苏, 主要原钻生产厂商表现强劲, 俄罗斯最大钻石生产厂商阿尔罗萨 2021 年上半年实现营收 1840 亿卢布, 同比增长 156%; 同时毛钻价格同比上

涨7%左右，反映全球钻石消费市场的修复。消费量保持稳步增长趋势，天然钻石价格在2014-2015年迎来拐点，2015年天然钻石价格稳步下降。随着全球范围内年轻一代逐步成长为消费主力，90后、00后和10后消费群体对钻石珠宝的消费偏好和购买习惯必将推动未来钻石珠宝消费需求的增长。

**零售终端主要集中在美国，中国近年来逐渐进入零售终端**

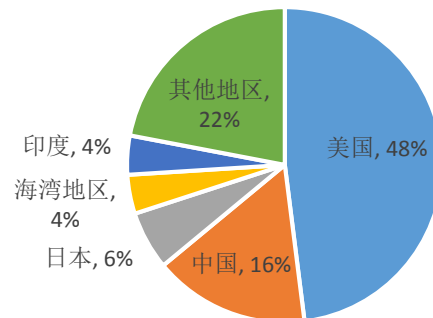
培育钻石的下游为零售终端以及相关的配套服务产业。根据《全球钻石行业报告》统计，下游消费需求中占比最大的分别为自身消费、酬谢赠礼、结婚订婚等，培育钻石作为钻石消费的新兴选择，由于其在品质、成本、环保和科技等方面优势明显，下游消费市场现处于快速崛起状态。目前全球范围内钻石消费最大的市场是美国，2020年以来，美国货币宽松，财政失业救助支撑起美国国内的消费水平，钻石珠宝成为富裕阶层消费的主要产品之一。2018年美国钻石珠宝市场销售额为360亿美元，全球占比为46%，2019年进一步提升2PCT至48%。中国市场为第二大消费市场，2018-2019年销售额约100亿美元，全球销售占比在15-16%，大幅落后于美国。

图 22：全球珠宝销售额进入平稳增长期



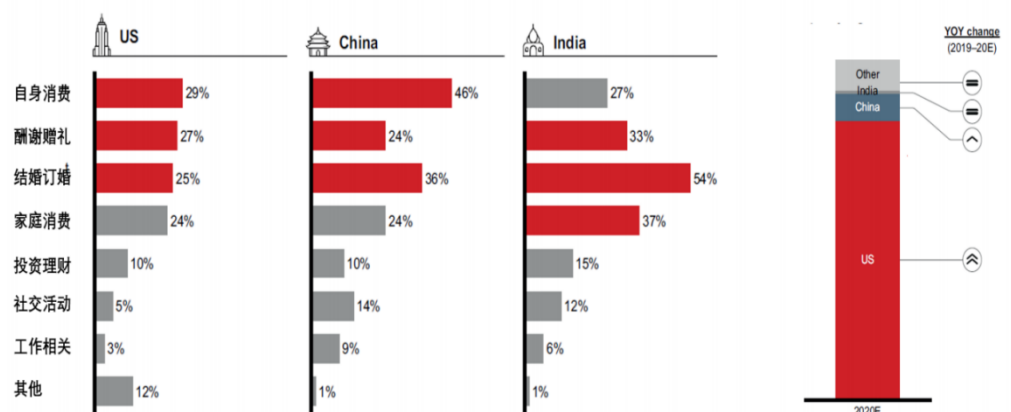
资料来源：华宝证券研究创新部

图 23：2019 年各市场钻石消费结构



资料来源：华宝证券研究创新部

图 24：培育钻石下游需求及零售市场分布



资料来源：《全球钻石行业报告》，华宝证券研究创新部

天然钻石行业经过一百多年的发展，目前已处于成熟阶段，消费诉求主要侧重奢侈消费和价值收藏。培育钻石技术实现突破时间尚短，行业处于发展初期，市场消费需求快速增长，供给能力与消费需求存在一定差距，且培育钻石企业的研发实力、工艺水平和质量控制能力要求都远高于一般人造金刚石企业，因此行业进入门槛较高，竞争相对较小。

### 培育钻石市场未来空间广阔，中国将成为最主要市场

根据 ULTRAC 公司创始人 Andrey Zharkov 在 2019 年培育钻石特别论坛上的分享，2019 年全球毛坯培育钻石产量达 600 万 ct，成品培育钻石约 200 万 ct，产值约 8 亿美元。根据《2018 年全球钻石行业报告》预测，随着培育钻石合成技术不断提高，全球培育钻石产量年均增长率将保持在 15%-20%，2030 年培育钻石产量规模将达到 1000 万克拉至 1700 万克拉，若考虑 2/3 的损耗率，预计 2030 年全球培育钻石毛坯产量规模将达 3000-5100 万克拉。预计 2025 年全球/中国培育钻石毛坯市场规模可达 379/237 亿元，全球培育钻石饰品市场规模可达 1324/828 亿元，2030 年全球/中国培育钻石毛坯市场规模可达 744/558 亿元，全球培育钻石饰品市场规模可达 2351/1763 亿元。

从消费结构来看，根据贝恩咨询《2019 年全球钻石行业报告》统计数据，全球培育钻石消费市场中，美国和中国分别约占全球的 80%/10%。从产能结构来看，全球培育钻石总产量中，中国占据主要产能，其次为印度、美国。在全球钻石消费市场需求稳步增长、天然钻石市场供给日益减少的背景下，培育钻石市场迎来快速崛起的新契机，将展现出更好的成长性。培育钻石作为全球钻石消费的新兴选择之一，在品质、价格、环保和科技等方面具有明显竞争优势。随着培育钻石合成技术不断提高、市场消费理念和消费习惯改变，培育钻石的市场关注度和市场需求显著提升，已成为人造金刚石行业最重要的发展方向之一。

### 3. 我国超硬材料上市公司及行业领导者

我国基本主导着全球超硬材料市场，人造金刚石销量占全球市场的 90% 以上，立方氮化硼占全球市场的 70% 以上。我国超硬材料行业产品质量从整体上已经达到国际先进水平，但占据的市场份额大部分为中低端市场，高端市场依然被欧美、日韩等发达国家占据，产品单价和附加值较高，该市场的高端依然由英国的元素六公司、美国的合锐公司、韩国的日进公司所主导。在高速、高效、高精度和绿色加工成为主流趋势的情况下，产品品级和附加值不断提升，产品应用领域的不断扩大，预计未来市场规模有望进一步扩大。河南省是国内培育钻石企业重要聚集地，河南省占到全国的 80% 以上，其中郑州市、许昌市、南阳市、商丘市等地存在集人造金刚石研发、生产和销售于一体的金刚石产业集群，涌现出中南钻石、黄河旋风、豫金刚石、力量钻石、惠丰钻石、联合精密等一批知名的金刚石生产企业，河南省人造金刚石产业链完整、配套齐全，具有明显的地域优势。

#### 中兵红箭（中南钻石）

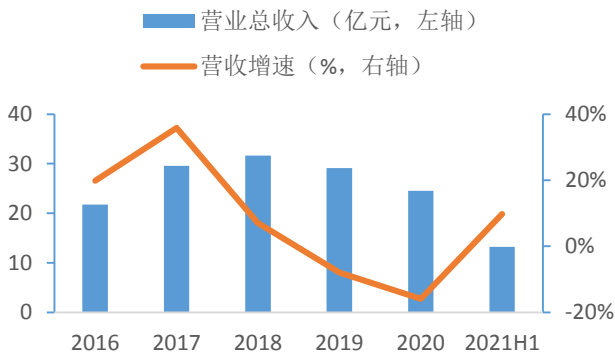
公司超硬材料业务主要产品为人造金刚石和立方氮化硼单晶及聚晶系列产品、复合材料、培育钻石、高纯石墨及制品等。根据公司披露，公司在人造金刚石产销量和综合竞争实力均全球排名第一。超硬材料业务业绩贡献主要公司为中南钻石公司，报告期内实现营业收入 13.56 亿元（+65.37%）净利润 3.42 亿元（+132.65%）毛利率 36.39%（+6.88pcts），收入占总营收比例（47.07%，+11.70pcts）提升较大。中南钻石是超硬材料行业头部优质企业，其主导产品工业金刚石产销量及市场占有率连续多年稳居世界首位。当前，公司掌握了“20-50 克拉培育金刚石单晶”合成技术，20-30 克拉培育钻石可批量化稳定生产。CVD 培育钻石产品制备技术达到了国际主流水平。掌握了厘米级高温高压法 CVD 晶种制备技术，为拓展功能金刚石应用奠定了基础。公司超硬材料作为公司当前主要利润贡献板块，拥有超硬材料产品全流程技术优势，作为国内领先的培育钻石生产商，受益于大克拉培育钻石技术的成熟以及行业内国际奢侈品珠宝厂商加大培育钻石布局主动引导消费习惯，有望持续扩大市场空

间规模。2019 年公司投入年产 12 万克拉高温高压法宝石级培育金刚石生产线建设项目，预计 2022 年 10 月达产。

## 黄河旋风

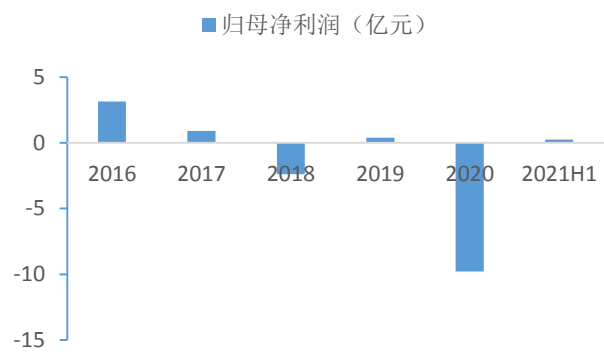
公司主要从事硬材料及制品，超硬复合材料及制品等生产，主要产品覆盖金刚石（如工业级金刚石、宝石级金刚石）、金属粉末、超硬合材料（复合片）、超硬刀具、金刚石线锯等。公司于 2015 年实现了“宝石级金刚石系列产品开发与产业化”项目的产业化和市场化批量生产，目前公司用培育钻石生产的 3-5 克拉首饰在国内外拥有了稳定的市场。2020 年公司营业总收入 24.51 亿元，同比下降 15.91%，主要受收入下降、计提减值损失和处路老旧资产等因素影响，其中金刚石、培育钻石等超硬材料收入 11.84 亿元，约占公司营业收入 66%；2020 年公司归母净利润-9.8 亿元，主要受此前收购名匠智能业务拖累，公司于 2020 年已出售名匠智能全部股权，2021 年公司重新聚焦超硬材料主业，Q1 公司营收达 6.31 亿元，同比增长 56%，同时利润端扭亏为盈，归母净利润达 1029 万元。

图 25：黄河旋风 2016~2021H1 营收及同比增速



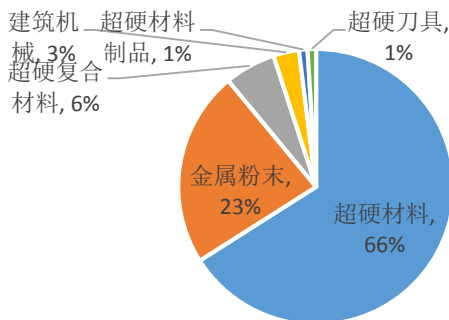
资料来源：华宝证券研究创新部

图 26：黄河旋风 2016~2021H1 归母净利润



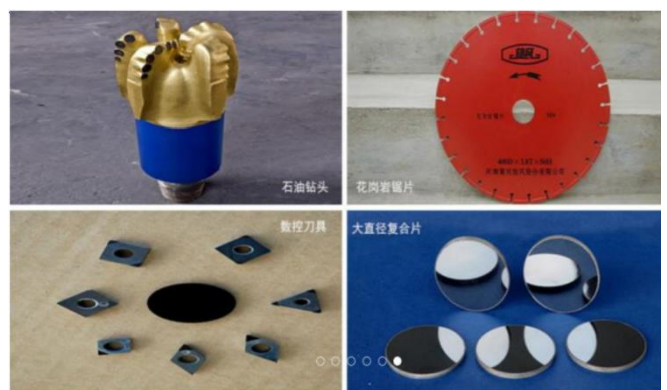
资料来源：华宝证券研究创新部

图 27：公司 2020 年业务收入分布



资料来源：华宝证券研究创新部

图 28：公司产品示意图



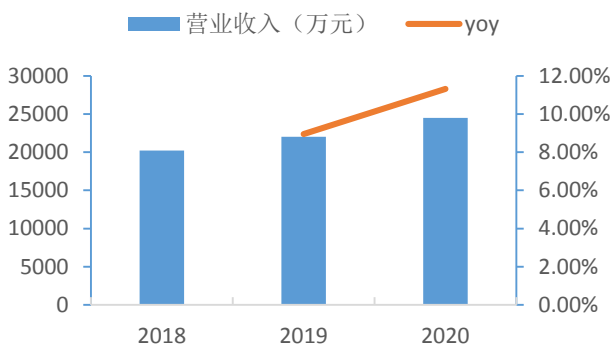
资料来源：华宝证券研究创新部

**公司技术积累深厚，未来聚焦培育钻石主业发展。**公司目前在培育钻石方面从研发到量产有 20 年的技术沉淀优势，公司研发技术还在迭代升级中，在工艺控制、现场管控、品质管理、原辅材料一致性管控、设备运行稳定性管控等方面已形成体系，并在人才培养方面逐步形成梯队优势。根据公司业绩说明会披露，2020 年公司的培育钻石量占全球培育钻石销售市场的 20%左右，其中高端品质占 50%以上，未来公司将聚焦培育钻石等超硬材料主业发展。

## 力量钻石（拟上市）

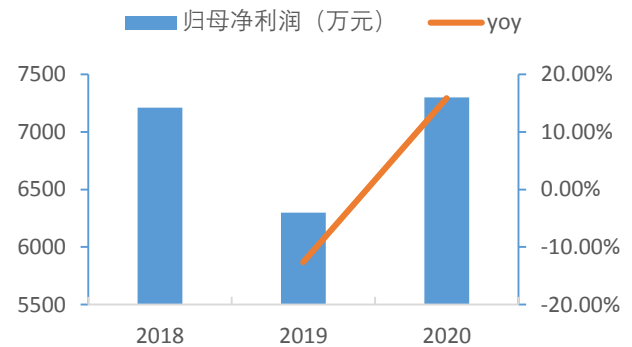
力量钻石是国内超硬材料主流供应商，培育钻石营收增长迅速。力量钻石主要从事人造金刚石产品研发、生产和销售，目前拥有金刚石单晶、金刚石微粉和培育钻石三大核心产品体系。公司在普通金刚石单晶合成技术的基础上，通过优化成核控制技术、高压晶型控制技术、高效新型提纯技术、异型单晶分选检测技术等核心技术，在特种异型金刚石单晶产品领域取得技术突破，成为国内较早实现 IC 芯片超精加工用特种异型八面体金刚石尖晶批量化生产的企业。公司经过近 3 年的研发和测试，在高纯超细球状粉末触媒技术、高真空阶梯还原技术、微波提纯技术等超细金刚石单晶核心生产技术方面取得突破，实现 400 目-1000 目超细金刚石单晶批量化生产。公司近几年培育钻石业务营收增长迅速，培育钻石业务营收近三年分别为 3734.1 万元、3511.12 万元、1302.61 万元，营收占比分别为 15.72%、16.5%、6.58%，其中，2019 年培育钻石业务收入实现翻番，增长 169.55%，公司在招股说明书中强调培育钻石业务将发展成为公司未来重要的利润增长点。

图 29：力量钻石 2018~2020 营收及增速



资料来源：华宝证券研究创新部

图 30：力量钻石 2018~2020 归母净利润及增速



资料来源：华宝证券研究创新部

公司在培育钻石业务上的投入不断加大。公司 3 克拉、4 克拉、5 克拉及以上大颗粒培育钻石的产量、销量占比明显上升，大颗粒培育钻石较高的销售价格和毛利率预计为公司贡献更高的利润。2018/2019/2020 年毛利率分别为 48.49%/61.21%/66.88%。公司积极扩大产能，加大生产设备的资本性投入，六面顶压机装机数量从 2019 年 3 月末 273 台增加至 2021 年 3 月 31 日 411 台。

## 沃尔德

沃尔德专注于超高精密、高精密超硬刀具及超硬材料制品的研发、生产和销售业务，主要产品及服务定位于全球高端刀具市场，同时致力于金刚石功能材料新兴应用领域的产业化。公司超硬刀具类产品广泛应用于消费电子、汽车制造、航空航天、轨道交通、核电、风电等先进制造领域，形成了自超硬材料、加工设备、加工服务到高端刀具的产品链，能够为客户提供优质的整体解决方案。公司金刚石功能材料产品已开始用于高端医疗器件、光电子器件、高功率激光窗口、微波器件等前沿科技产业产品的关键部件，同时也开始用于污水处理电极、装饰用钻石饰品等。2020 年，公司营收 2.42 亿元，同比下降 5.17%；归母净利润 0.49 亿元，同比下降 17.55%。2021 上半年，公司营收 1.50 亿元，同比增加 41.70%；归母净利润 0.31 亿元，同比增加 14.42%。2016-2021Q2，公司综合毛利率一直维持在约 50%的水平。

## 四方达

四方达主要从事聚晶金刚石(简称 PCD)及其相关制品的研发、生产和销售,产品包括石油/天然气钻探用聚晶金刚石复合片、煤田及矿山用金刚石复合片、切削刀具用金刚石复合片、聚晶金刚石拉丝模坯,截齿潜孔钻头公路齿、旋挖机齿、成品聚晶金刚石模具、超硬刀具、金刚石砂轮等,形成了有自身特色的产品系列,由生产常规产品向高端产品转变,由简单加工行业向高端加工制造业转变;产品广泛应用于石油钻探及矿山开采,机械、冶金、地质、石材、建筑、电子信息、航天航空、国防军工等领域。公司产品远销欧洲、美洲、东南亚、非洲等四十多个国家和地区,具有一定的国际知名度。2020年,公司营收 3.18 亿元,同比下降 36.45%;归母净利润 0.75 亿元,同比下降 35.62%。2021 上半年,公司营收 1.97 亿元,同比增加 14.51%;归母净利润 0.49 亿元,同比增加 14.09%。2016-2021Q2,公司综合毛利率一直维持在约 23%的水平。

#### 4. 风险提示

市场需求增长低于预期、消费者接受度不及预期、厂商产能扩张不及预期。

## 风险提示及免责声明

- ★ 华宝证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格。
- ★ 市场有风险，投资须谨慎。
- ★ 本报告所载的信息均来源于已公开信息，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。
- ★ 本报告所载的任何建议、意见及推测仅反映本公司于本报告发布当日的独立判断。本公司不保证本报告所载的信息于本报告发布后不会发生任何更新，也不保证本公司做出的任何建议、意见及推测不会发生变化。
- ★ 在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。
- ★ 本公司秉承公平原则对待投资者，但不排除本报告被他人非法转载、不当宣传、片面解读的可能，请投资者审慎识别、谨防上当受骗。
- ★ 本报告版权归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何组织或个人不得对本报告进行任何形式的发布、转载、复制。如合法引用、刊发，须注明本公司出处，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。
- ★ 本报告对基金产品的研究分析不应被视为对所述基金产品的评价结果，本报告对所述基金产品的客观数据展示不应被视为对其排名打分的依据。任何个人或机构不得将我方基金产品研究成果作为基金产品评价结果予以公开宣传或不当引用。

## 适当性申明

- ★ 根据证券投资者适当性管理有关法规，该研究报告仅适合专业机构投资者及与我司签订咨询服务协议的普通投资者，若您为非专业投资者及未与我司签订咨询服务协议的投资者，请勿阅读、转载本报告。