

培育钻石产业链专题报告

Lab-grown Diamond Research



培育钻石璀璨若天成

星星之火足以燎原

IS IT A REAL DIAMOND?

Lab
Mined



YES ✓

Earth
Mined



YES ✓

培育钻石是真钻石吗？

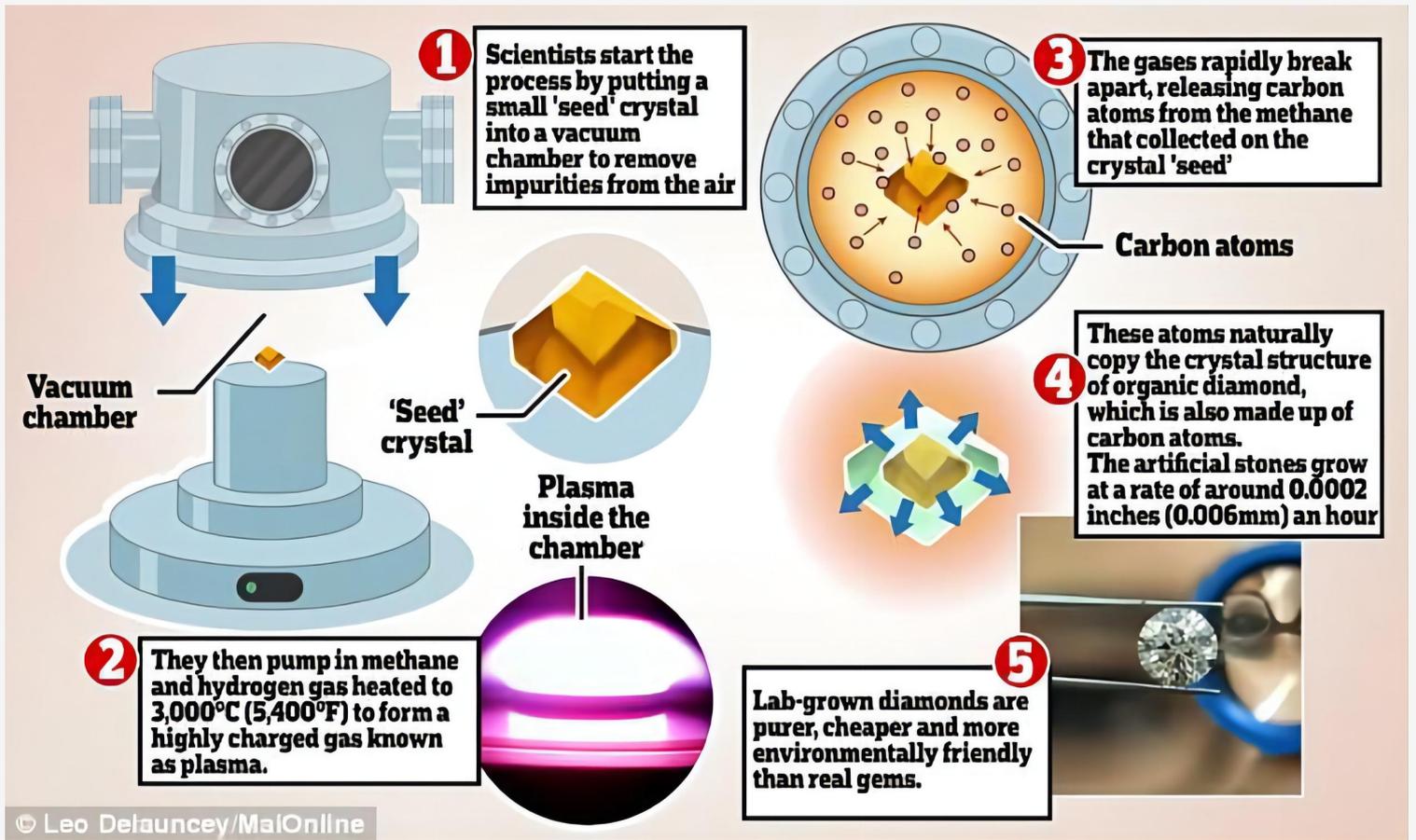
培育钻石常被错认为是锆石和莫桑石，虽然这两种都是与培育钻石一样通过实验室合成，但物理性质和化学性质无法与培育钻石一样实现与天然钻石近乎一样的性质。所以，如果用人来比喻天然钻石，那么培育钻石就是克隆人，两者的区别仅是生长环境的不同，前者是从矿里挖出，后者是通过实验室制造。锆石、莫桑石和前两者的区别就是人和杜莎夫人馆蜡像的区别，骤眼一看栩栩如生，但差别肉眼可见。

在 2018 年 7 月发布的一项开创性决定中，联邦贸易委员会（FTC）决定从钻石定义中删除“天然”一词。除了政府外，国外权威的认证机构更是制定了培育钻石的标准分级体系，实现行业同标同质同发展，推进行业持续渗透和规模化发展。

色彩不再单一的钻石

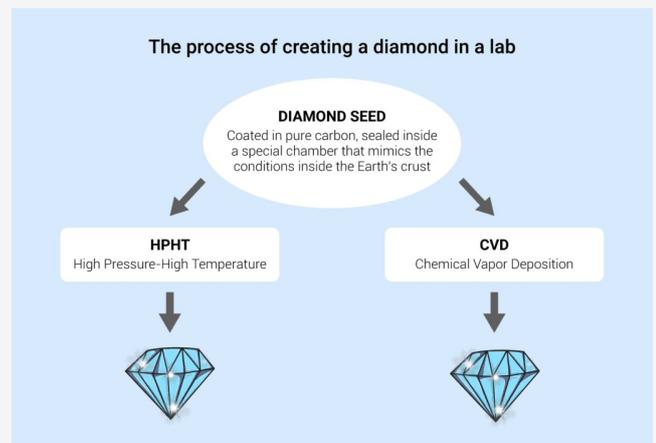
天然钻石是从世界各地开采的，而培育钻石则在实验室中“生长而成”。它们是经过严格控制的实验室环境，采用极端的热量和压力复制天然钻石在地壳下创造时所经历的条件，并且通过特定的合成技术令其成长为特定尺寸的毛坯钻。另外，在培育钻石的生长过程中可以添加各种微量矿物质实现外观颜色的改变。





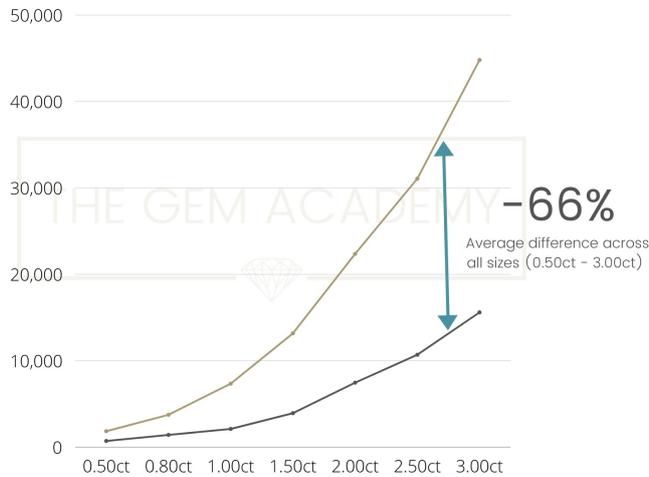
高温高压路线在培育钻石生产上优势显著，中国占据全球90%以上的产能

实验室主要采取高温高压法（HTHP）以及化学气相沉积法（CVD）制造钻石。两条技术路线在培育钻石应用上互有优劣，不构成替代关系，高温高压法在1-5克拉小钻的合成上更具有明显优势。从原理来看，HTHP更加接近天然钻石的形成过程。从产品效果来看，HTHP培育钻石颜色等级更高，虽然净度等级相对较低，但也普遍达到VS净度以上。CVD培育钻石净度更高，但由于生产过程中混入氮气而导致颜色较差，容易发黄，需要改色。我们认为，从终端零售角度而言，HTHP颜色优势更加明显，而净度劣势则并不突出。当钻石净度达到VS净度以上，需要专业人士使用10倍放大镜，才能在有一定难度的情况下分辨出其中杂质；对比之下，颜色差异则比较明显，一般消费者通过肉眼即可分辨。



同等级别的培育钻石价格仅为天然钻石的1/3

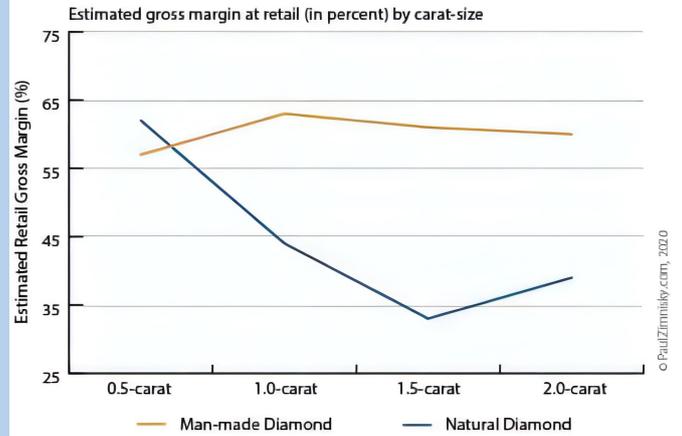
Average USD NET price comparison for natural diamonds and LGDs available from online retailers; James Allen and Brilliant Earth on June 2nd 2021



零售商在培育钻的毛利润是天然钻的1.8倍

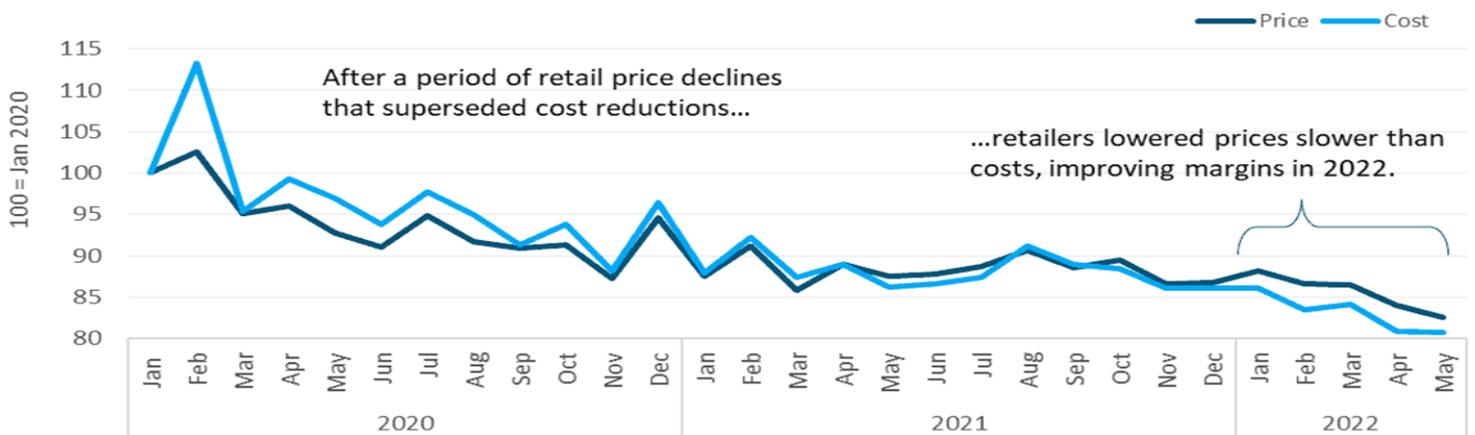
Margin Analysis of Man-made vs. Natural Diamond

Estimated Gross Margin at Retail by Polished Carat-size



低渗透高增长，消费主体低龄化+大品牌入局，未来市场规模的增长空间高达4倍以上

Lab-Grown Retail Prices and Costs Are Declining Specialty Jewelers Average Per Carat Price and Cost



Source: Tenoris

EdahnGolan.com

EG

投资评级 **买入** 维持

培育钻石璀璨若天成，星星之火足以燎原

分析师：梁颖茵，CFA
Tel:13380012020
Email:wingyan_leung@foxmail.com

投资要点：

- **培育钻石与天然钻石的可以简单理解成人与克隆人的区别，科学性质相同，但价格仅为天然钻的 1/3 左右，高性价比优势突出：**培育钻石和天然钻石均为纯碳的结晶物，具备一样的物理化学和光学性质，通透度、折光率、色散等多个方面堪比天然钻石，在光亮度、光泽度、火彩等饰品特征多个方面基本上与天然钻石一样。
- **培育钻石产业链以中印美三个国家为主导，上游毛坯端有望成为爆发力最强的环节：**培育钻石上游毛坯钻生产技术壁垒高、行业竞争小、毛利率水平 60%左右，我国六面顶压机在 HTHP 法生产中具备重要地位，凸显我国技术优势；中游的切割打磨加工环节集中于劳动力成本较低的印度，与天然钻石共用产业链资源；下游消费端现阶段主要是北美市场占据核心地位，中国人均钻石消费量仅为美国 5%，市场空间广阔。
- **在接近千亿美元的钻石首饰市场中培育钻渗透率仅为 6%，消费主体低龄化+大品牌入局，预计培育钻毛坯领域仍具有至少 4 倍的增长空间，五年 CAGR 达 30%以上：**培育钻石的市场需求主要是源自于两方面，一方面相较于天然钻石，培育钻石在供给的弹性、社会道德、环境保护、综合性价比等层面具备突出竞争优势，将来有望取代天然钻石一部分需求。另一方面，基于丰厚的利润水平（同一等级的钻石销售中，培育钻毛利润是天然钻的 1.8 倍），珠宝首饰行业龙头相继布局培育钻石品牌，比如 DeBeers、施华洛世奇、潘多拉、上海豫园等海内外珠宝首饰行业龙头相继布局，未来将逐步引导消费者接受培育钻石这种新型珠宝首饰品类。值得关注的是，钻石消费群体呈现出低龄化的特征，千禧一代和 Z 世代的珠宝审美观念多样化令钻石消费场景拓展至婚恋以外的多个场景，例如自我奖励和礼物馈赠的动机占比提升至 40%以上。
- **HTHP 合成路线在珠宝级培育钻石中优势突出，培育钻上游领域进入门槛较高且受设备工艺的限制，预计 2025 年前行业供不应求的局面仍将持续：**HTHP 法相较 CVD 法在颜色方面的优势明显，消费者肉眼即可辨识。同时 HTHP 法生产成本更低，生产设备国内自主研发掌握技术壁垒，技术更新迭代更快、生产周期短，且业内龙头公司单台顶压机的产量不断提升，HTHP 法在培育钻石的前景更值得看高一线。由于现阶段培育钻石行业利润率水平较高，对其他玩家存在较强吸引力，而受到工业金刚石生产制造的固有印象影响，市场大部分的观点是担忧行业会否存在着供应过多与竞争格局被破坏的风险。若从长短期分别来看，行业现存的优质产能仍然具备高壁垒。短期而言，未来行业顶压机的增加主要是来自新的增量，受到环保等方面影响，短期压机行业大规模扩产概率不高，同时较高的资金壁垒也限制了中小玩家的大量涌入；长期来看，经历较长周期的演绎之后，龙头企业有望逐步建立全方位护城河，持续享受行业的高成长红利。

目录

一、科普篇：实验室培育的真钻石，从工业应用到璀璨宝石	1
1、培育钻石与天然钻石的关系类似冰箱里面的冰和大自然的冰，科学性质等同	1
2、生产技术高温高压法与化学气相沉积法优势互补，不构成替代关系，珠宝级培育钻石主流为高温高压法	3
3、培育钻石仅为天然钻石终端售价的 30%左右，性价比突出，未来有望替代天然钻	5
4、培育钻石具有权威机构认证，与天然钻石共享 4C 分级标准，行业同标同质同发展	5
二、产业篇：中印美主导，上游毛坯端有望成为爆发力最强的环节	7
1、上游：我国为培育钻石生产大国，占据培育钻石毛坯生产市场半壁江山，以 HTHP 法为主导	8
2、中游：印度为全球培育钻石切割打磨加工中心，与天然钻石共用产业链资源	10
3、下游：美国零售额占全球 80%，多个天然钻品牌巨头近年来陆续布局培育钻石	10
三、需求篇：低渗透高增长，消费主体低龄化+大品牌入局，未来市场规模存在 4 倍以上的增长空间	12
1、培育钻石市场低渗透高增长，毛坯端市场空间广阔，存在 4 倍以上的增长空间	12
2、天然钻储量有限，培育钻和天然钻性质相同且性价比突出，替代天然钻石是大势所趋	13
3、大品牌入局+Z 世代崛起，“悦己”需求助力培育钻石需求下沉	15
四、供给篇：HTHP 法优势显著，受设备工艺限制，预计 2025 年前行业供不应求局面仍将持续	18
1、关于 HTHP 与 CVD 两条技术路径的未来演化，HTHP 在消费级培育钻石领域的前景值得长期看好	19
2、受设备限制，HTHP 法产能扩张有限，预计 2025 年前培育钻石毛坯制造供不应求局面持续	20
3、培育钻石毛坯制造行业中的优质产能具备鲜明的高壁垒特征，龙头企业护城河稳固	20
五、培育钻石赛道投资逻辑总结及主要标的梳理	26

2018年5月戴比尔斯（DeBeers）发布了一个新的培育钻石品牌——Lightbox，引起了全球珠宝界的震动。“钻石恒久远，一颗永流传”广告标语创立者戴比尔斯在全球钻石界多年来处于垄断地位。天然钻石行业龙头入局人造钻石让人诧异，但人造的并不等于欠佳，人们对新概念的接纳往往是缓慢的，打破已有的秩序本来就是困难重重。

近些年来”人造的“掀起的热潮一直都在粉碎我们对其固有的概念。培育钻石常被认为是锆石和莫桑石，尽管这两种均是与培育钻石相同经过实验室合成，但物理特性和化学特性难以与培育钻石相同实现与天然钻石几近一模一样的特性。因此，如果用人来比作天然钻石，那培育钻石便是克隆人，二者的差别仅是生长环境的不同，前者是从矿里挖掘出，后者是通过实验室生产制造。锆石、莫桑石和前二者的差别便是人和杜莎夫人馆蜡像的差别，乍眼一看栩栩如生，但差别肉眼可见。

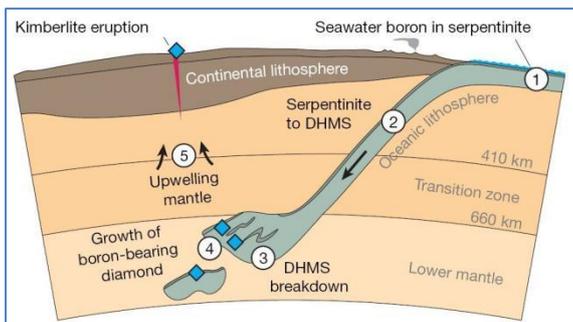
除此之外，培育钻石的出现引起更多的讨论是实验室生产制造的石头为什么能做到与天然钻石近乎符合的特性，而且在经历百年逆袭后，培育钻石为什么可以顺势引领千亿市场规模的钻石消费新潮流？下面报告将从培育钻石的产业链、需求和供给等数个维度出发，深入剖析产业链情况，挖掘优质的投资机会。

一、科普篇：培育钻石与天然钻石的差异

（一）培育钻石与天然钻石的关系可以简单理解成人与克隆人的区别，科学性质相同

天然钻石在超高温高压环境中产生，而且随着板块运动到地表。天然钻石产生于地底100多公里最深处的碳元素层，其超高温高压的自然环境能把石墨状态的碳元素压挤成金刚石结构。培育钻石整个产生的过程只需数天时间，而天然钻石必须通过数百万年的板块运动后随着火山爆发到地表变成可以开采的钻石，所以通过模仿天然钻石的生长发育原理可以人工合成天然钻石大大增加了钻石的生产效率。

图1 南非金伯利岩管状脉是开采钻石的主要来源



数据来源：bug.hr

图2 培育钻石生于实验室



数据来源：Caraxy 官网

培育钻石学术研究有悠久的历史，合成技术攻克后现阶段已进入飞速发展阶段。培育钻石的理论体系最早能够追溯至18世纪末法国生化学家拉瓦锡的发现。1952年，美国的碳化硅公司的科学家 William G. Eversole 借助化学气相沉积法让含碳的气体不停地沉积在钻石籽晶上，慢慢积聚和使其硬化最终制成钻石。1954年，GE的超级压力项目负责人霍尔博士带领团队，在培育钻石技术领域取得新突破，创造了业界所称的超高压高温法合成钻石。1963年，由中科院地球化学研究所、中科院物理研究所和郑州三磨研究所等单位抢先研制出中国第一颗人造钻石。1990年代，第3类合成技术爆压法、第4类合成技术高能超声波处理也陆续问世。2005年，中国吉林大学超硬材料国家重点实验室利用 HTHP 技术合成出4毫米IIa型钻石。2019年，中南钻石获得技术的重大突破，虚部成功合成出大颗粒首饰用的钻石。相较于天然钻石的悠长历史，诞生于上世纪中期的培育钻石虽然发展时间短，但有赖于合成技术的飞速发展，其行业进入到迅速崛起的发

展阶段。

图 3 培育钻石行业发展历程

1940年代	美国、瑞典和苏联率先投入钻石合成研究，因而发现了CVD及HPHT合成技术；
1950年代	美国和瑞典率先可复制地合成了人造金刚石；
1963年	由中科院地球化学研究所、中科院物理研究所、郑州三磨研究所和地质科学院等单位研制出我国的第一颗人造细粒钻石；
1980年代	第三种合成技术-爆压法出现；第四种合成技术：将石墨经由高能超声波处理，也被证实可行；
2002年	我国合成出4.5mm黄色金刚石，成为世界上第五个拥有自主研发HPHT宝石级金刚石技术的国家；
2003年	中国吉利大学超硬材料国家重点实验室运用HPHT技术合成出4毫米IIa型钻石；
2010年	蒙宇飞博士合成出当时世界上最大的无色切割CVD钻石，重达2.3克拉；
2019年	中南钻石公司取得重大技术突破，宣布合成大颗粒“宝石级钻石”；

数据来源：公开资料整理

培育钻和天然钻两者均是纯碳构造的结晶体，在晶体结构完整性、通透度、折射率、色散等方面均无显著差别。从产品属性看，培育钻石和天然钻石均为纯碳的结晶体，具备一样的物理化学和光学性质，通透度、折光率、色散等多个方面堪比天然钻石，在光亮度、光泽度、火彩等饰品特征多个方面基本上与天然钻石一样。此外，培育钻石从本质上区别于仿钻类的莫桑石（碳化硅）和水钻，与天然钻同样均属于纯碳构造的结晶体。2018年7月，美国FTC修改了钻石的基本定义，删除定义中“天然”这个词语，将天然钻和培育钻均统一归类为钻石。

图 4 天然钻、培育钻、莫桑石、锆石相关参数对比

	培育钻石	天然钻石	锆石	莫桑石
化学结构	C	C	ZrO2	SiC
晶体结构	立方体	立方体	立方体	立方体
折射率	2.42	2.42	2.20	2.65
色散率	0.044	0.044	0.066	0.104
硬度	10	10	8.25	9.25
密度	3.52	3.52	5.70	3.21

数据来源：磨料磨具

图 5 培育钻石与天然钻石成分、性质、外观相同

属性	培育钻石	天然钻石
化学成分	碳C	碳C
折射率	2.42	2.42
相对密度	3.52	3.52
色散	0.044	0.044
硬度值	90GPA	90GPA
导热性	2 X 103 W/M/K	2 X 103 W/M/K
热胀性	0.8 X 10-6 K	0.8 X 10-6 K
透光度	DEEP UV TO FAR TR	DEEP UV TO FAR TR
电阻率	1016 OHM-CM	1016 OHM-CM
可压缩性	8.3 X 10-13 M2/N	8.3X10-13 M2/N

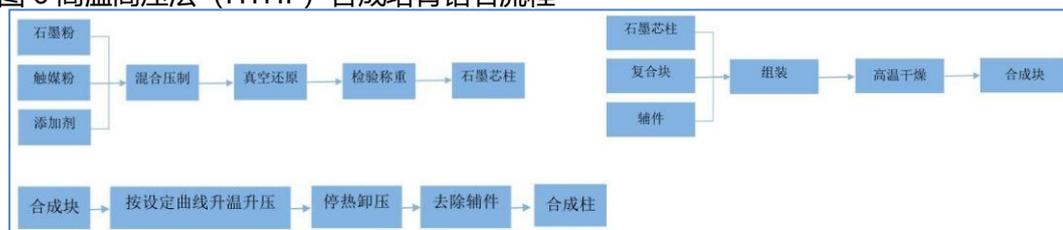
数据来源：Caraxy 官网

（二）合成技术 HTHP 与 CVD 法优势互补，不构成替代关系，前者为珠宝级培育钻石的主流合成技术

实验室主要是采用高温高压法（High Temperature High Pressure 即 HTHP）和化学气相沉积法（Chemical Vapor Deposition 即 CVD）生产制造钻石。

HTHP 法是利用超高压高温技术模仿天然钻石的生长过程，在大气压力高于 5GPa、气温 1500°C 的超高压高温环境中制成培育钻石。HTHP 的主要原理为在顶压机中创造类似天然钻石的成长环境，将石墨和金刚石粉作为碳源，在超高压高温的环境下添加金属触媒后逐步形成等轴晶系晶质体，这就是培育钻石。在生产过程中，无杂质的碳粉被压缩进生长胶囊接着被存放在 1 个培育仓中，利用液压装置创造超高压高温的天然钻形成条件；在超高压和超高温的环境中，碳原子之间相互连接形成钻石结晶体。HTHP 技术可以有效改善品质较低天然钻石和制成钻石的颜色和纯度，并能将钻石的颜色改成粉色、蓝色或淡黄色等。

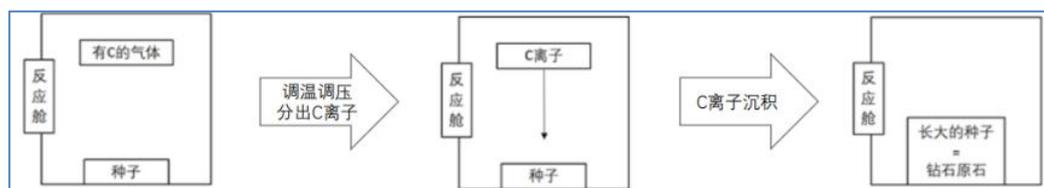
图 6 高温高压法 (HTHP) 合成培育钻石流程



数据来源：力量钻石招股说明书

化学气相沉积法 (CVD 法) 为高温低压环境，产品纯净度更高，但需进行改色处理。化学气相沉积法，英文名称为 Chemical Vapor Deposition (CVD)，指的是在气温为 800°C~1000°C，气体压强小于 1Pa 的环境中，将一块钻石薄片置放在 1 个真空腔体中，并充入含有氨气和甲烷的混合气体，这种气体提供了碳原子，在特殊的压力下加热直至它们被热化，碳原子在薄片上一层一层的沉淀积累，像下雪似的，生成均匀的钻石层，当发育到足够的厚度，就能够变成饰品用的培育钻石。

图 7 化学气相沉积法 (CVD) 合成培育钻石流程



数据来源：中国超硬材料网

两种技术方案在培育钻石应用上互有优与劣，不产生替代的关系，HTHP 法在 1-5 克拉小钻制作上更具有明显的优势

HTHP 与 CVD 法优势互补，适用的产品类型各有不同。在金刚石单轴晶体制成领域中，综合考虑 CVD 法在制成金刚石单轴晶体时只能够在布有晶种的基板上生长，是属于二维生长，且只能够发育为单层，不宜制成小颗粒单轴晶体，很难满足工业领域对金刚石单轴晶体的要求，故在工业的应用上，高温高压是主流方法。在培育钻石的合成上，HTHP 合成出来的培育钻石以塔状居多，生长速度更迅速、成本低、纯净度欠佳，但综合效益具有核心竞争优势，特别是在 1-5ct 培育钻石制成方面优势显著；CVD 法制成培育钻石呈模块状，外观颜色不易控制、培育时间周期较长、成本费用比较高，但纯净度高，较适用于 5ct 以上培育钻石制成。所以，在培育钻石制作领域中，这两者偏重于不同类型的产品，不构成取代关系

图 8 天然和培育钻石生长方法和毛坯钻示例

Growth Process	Typical Growth Morphology	Photo Example of Rough
Natural	Shape: Octahedron Growth: 8 directions	
High Pressure, High Temperature (HPHT)	Shape: Cuboctohedron Growth: 14 directions	
Chemical Vapor Deposition (CVD)	Shape: Cube Growth: 1 direction	

数据来源：GIA

图 9 天然钻石和 HTHP 合成钻石对比

指标	天然钻石	HPHT合成钻石
压力	5-6Gpa	5-6Gpa
温度	1300-1600° C	1300-1600° C
晶体特征	立方体、八面体等	晶面上常出现树枝状、蕨叶状图案
颜色	无色和有色	常为黄色、黄褐色，加入硼元素-蓝色，加入去氮剂-浅黄色甚至无色
包裹体	天然包裹体	铁或镍铁合金触媒金属包裹体 (因此部分合成钻石具备磁性)
技术细分	技术细分矿石开采、人工开采	静压法

数据来源：Gemological Institute Of America

图 10 HTHP&CVD 法培育钻石比较

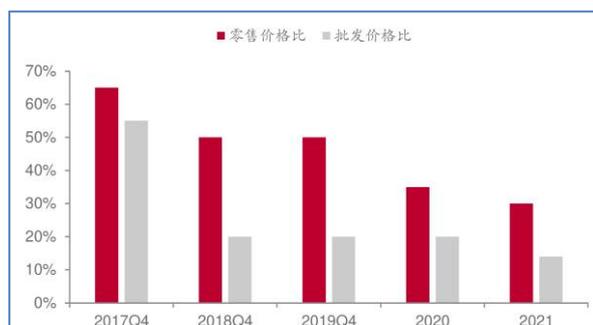
		高温高压法 (HTHP)	化学气相沉积法 (CVD)
合成技术	原料	石墨粉、金属触媒粉	含碳气体、氢气
	设备	六面顶压机	CVD沉积设备
	合成环境	高温高压环境	高温低压环境
合成产品	原石形状	立方体、八面体或者二者的聚形	方形板状
	生长痕迹	呈树枝状	层状生长结构
	包裹体	内部常见有色带、金属等包体	基本纯净无包体
	磁性	部分有	无
	颜色	一般无色 (D-F级)	一般褐色 (I-J级)
	净度	较差, 一般为VS和SI	较高, 一般为VVS1-S I 1, 大部分可在VS2以上
	应用领域	金刚石单晶主要用作加工工具核心耗材; 培育钻石领域则用于 钻石饰品	主要作为光电声等功能性材料, 少量用于工具和钻石饰品
应用情况	主要性能	超硬、耐磨、抗腐蚀	光、电、磁、声、热等性能
	应用程度	国内技术成熟, 应用广泛	国外技术相对成熟, 国内尚处于研究阶段

数据来源: 力量钻石招股说明书、GIA

(三) 培育钻石的终端售价只需要天然钻的 1/3, 高性价比优势突出, 未来可能替代天然钻

天然钻上游开采商凭借垄断矿物资源控制供应。培育钻终端价格体系基本平稳。而培育钻在颜色、粒度、纯净度等方面与天然钻石几近相同, 但同级培育钻的终端零售价格只需要天然钻的二分之一甚至更低。在 2016 年培育钻的终端零售价格大概是天然钻价格 80%, 2017 年-2020 年该比例分别降低至 65%/50%/50%/35%, 大幅降低消费者购买力门槛, 渗透率有较大提升空间。在当前天然钻石占据首饰类钻石的供给份额高达 9 成左右的水平, 未来培育钻有望变成主要的供应来源。

图 11 培育钻石价格对比天然钻的折扣率 1ct/G/VS



数据来源: 贝恩咨询、中泰证券

(四) 培育钻石具有权威认证机构的认证，与天然钻共用 4C 等级分类标准，行业同标同质发展

要想分析一颗钻石的品质与价值，行业内通用的评价指标就是 4C。4C 即为 4 个 C 开头的英文单词通称，分别指钻石的克拉重量 (Carat Weight)、颜色 (Color Grade)、纯净度 (Clarity Grade) 和切工水平 (Cut Grade)。综合考虑这 4 个通用钻石的鉴定因素，才能分析 1 颗璀璨钻石的价格，4C 更是钻石市场上同种产品竞争的关键因素之一。

图 12 国际通用 4C 标准

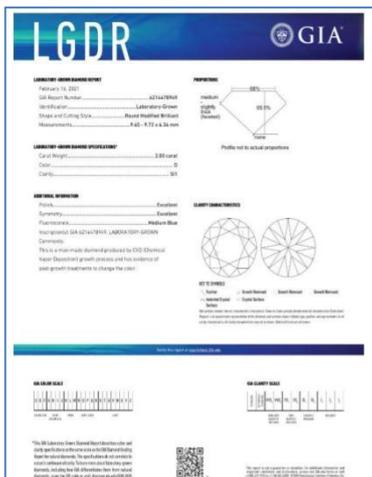
4C 标准	释义	具体标准
净度 (Clarity)	钻石的无色程度	
颜色 (Color)	钻石含有内含物和表面特征的程度	
切工 (Cut)	钻石刻面与光线相互作用所形成的视觉效果程度	
克拉重量 (Carat)	钻石的重量	

数据来源：《辨假钻石》、美国宝石研究院、东北证券

海内外权威认证机构制订培育钻石标准等级划分体系，推动培育钻不断渗透和规模化发展。自 2018 年权威认证机构 FTC 将培育钻石归入钻石大类后，全球各地培育钻组织迅速创立，培育钻组织和技术标准逐渐建立。专业试验室可以通过设备检测培育钻石，试验室如 IGI 国际宝石学院 International Gemological Institute、HRD 安特卫普 (Diamond High Council HRD Antwerp)、美国宝石学院 Gemological Institute of America，一部分参考天然钻石的 4C 等级划分体系，对培育钻石开展鉴定，并在培育钻石腰围开展镭射激光刻字，开具的培育钻石证书具备非常明显标识，以确保消费者知情权。

2018 年 8 月，Caraxy 培育钻石与我国属于第三方的检测机构：华测珠宝检测中心 (CTI) 达成合作，开具中国首份《实验室培育钻石鉴定报告》。华测检测的宝石实验室首次为一颗“蓝色实验室培育钻石戒指”开具专业的鉴定和分级数据分析报告，成为培育钻石这个新兴行业在中国发展的重要标志。

图 13GIA 培育钻石认证证书



资料来源：GIA

图 14 IGI 培育钻石鉴定报告官方样本



资料来源：IGI

图 15 培育钻石的鉴定标准同天然钻石保持一致

	IGI LABORATORY GROWN	GIA laboratory-Grown	HRD Antwerp LABORATORY GROWN
培育钻石标识	LABORATORY GROWN	laboratory-Grown	LABORATORY GROWN
培育钻石证书颜色	黄色	蓝色（仅提供数字版）	黄色
天然钻石证书颜色	蓝色	黄色	蓝色
是否标注制造方法	是	是	否
与天然钻石分级标准统一	是	是	是
是否标注后期处理	是	是	否

资料来源：IGI 官网

二、产业篇：中印美主导，上游毛坯端有望成为爆发力最强的环节

培育钻石产业链：毛坯钻制造→加工切割打磨→下游为终端零售的珠宝商，中印美分别对应以上3个部分。我国培育钻毛坯制造商生产的毛坯钻95%出口到印度，印度负责开展人工打磨、切割、加工，在这当中印度苏拉特市（Surat）被称为“世界钻石加工厂”；加工完成后经终端多个零售品牌购进并出售给消费者，美国培育钻石的消费份额占全球的80%；而中国的培育钻石概念崛起比较晚，现阶段整体市场消费占有率及渗透率较低（2020年我国渗透率不足2%），未来提升空间大。

培育钻石产业链利润分配形态是典型的微笑曲线，上游毛利率为60%至70%，中游的切割打磨加工环节依赖大量人力毛利率仅为10%，下游在品牌溢价加成后毛利率为60%-70%。上游毛坯钻生产包括原料供给、设备供应和技术合成等，全球大概40%供应集中在我国河南地区。由于该环节存在资金和技术设备壁垒，议价能力相应较高，利润率随之提升。中游全球90%的份额在印度，这个环节的切割、打磨和抛光等加工工作以及毛坯钻贸易需要投入大量的劳动力，技术门槛低、同质化竞争激烈共同导致议价能力低。下游多家大型的欧美知名珠宝商负责成品钻的终端零售，主要是天然钻石开采巨头的一体化布局、传统钻石珠宝商以此来丰富自身的产品矩阵、专门销售培育钻的新兴钻石品牌商等。终端零售商具有品牌溢价加成相应的利润率也较高。

培育钻石售价现阶段仅为天然钻的1/3。制造1颗一克拉的培育成品钻，需要用到3克拉的培育钻毛坯钻利用合成技术制作而成。培育钻毛坯钻石的生产商产品销售价格在4500元左右，毛利率60%-70%；在毛坯钻经过中游的切割加工打磨工序成为裸钻，其价格约为5000元，毛利率10%；其后贸易商通过直销或者代销的方式将裸钻出售给下游的终端零售品牌商。终端品牌商经过进一步的设计和加工，将裸钻制成钻石的成品首饰，终端售价约为2万元，对比同品级的天然钻，售价高达6-7万元。

图 16 培育钻石产业链呈现微笑曲线形态

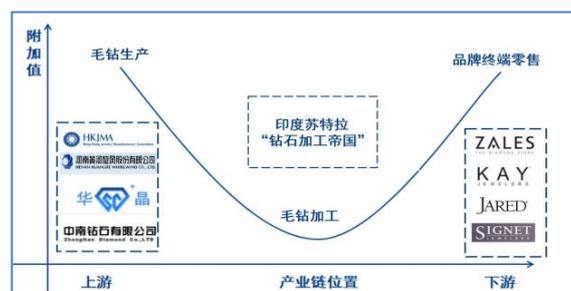
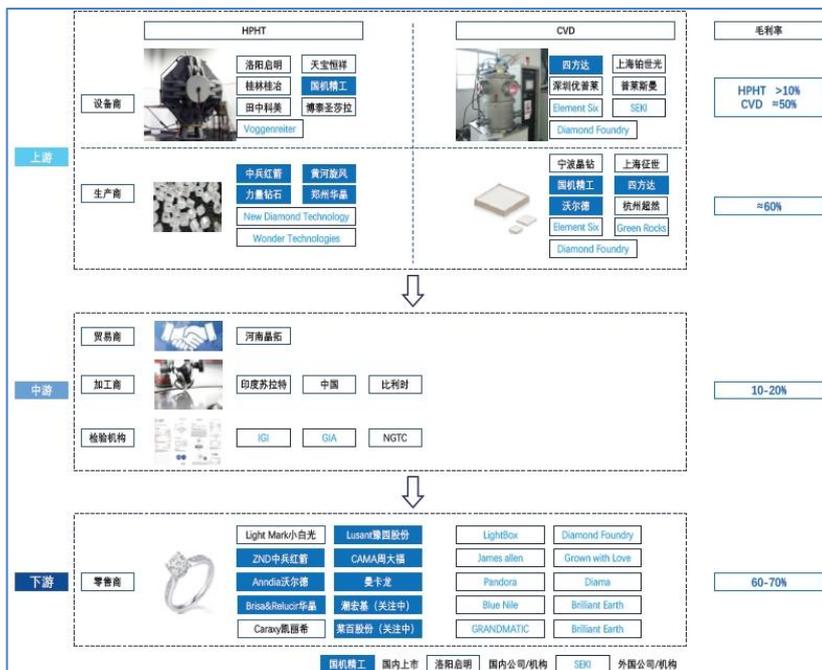


图 17 培育钻石产业链



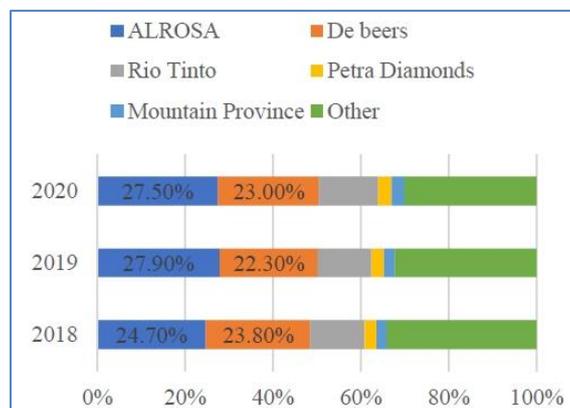
资料来源：安信证券研究所

资料来源：财通证券研究所

1、上游：我国为培育钻石生产大国，占据培育钻石毛坯生产领域的半壁江山，且以 HTHP 法为主导

受制于地理条件和自然资源的限制，天然钻石矿产开采被海外垄断多年，国内企业难以进入。埃罗莎财报显示，2018-2020 年全球前 4 大钻石开采商：埃罗莎（俄罗斯）、戴比尔斯（博茨瓦纳）、力拓（澳大利亚）和佩特拉钻石（南非）天然钻石毛坯生产量依次占全球总产量的 64%/65%/67%。

图 18 全球钻石产量由头部钻石开采商垄断



数据来源：公开资料整理

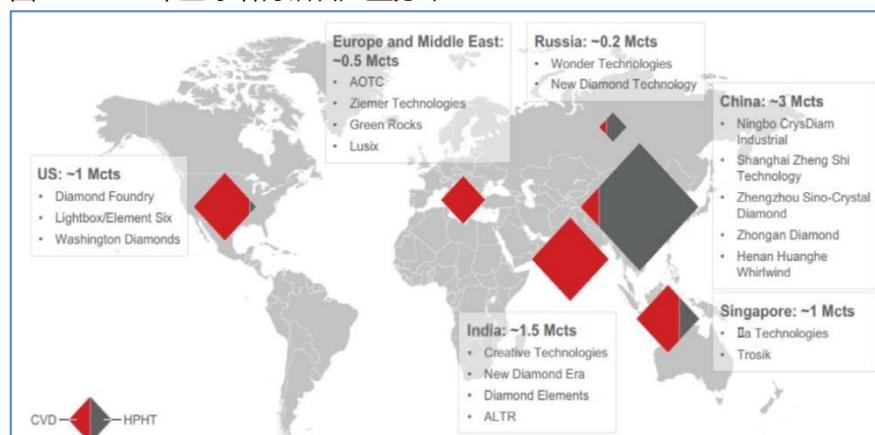
图 19 2016-2020 年全球主要天然钻石生产国产量统计（百万克拉）

	俄罗斯	博茨瓦纳	加拿大	澳大利亚	刚果
2020	31.19	16.94	13.1	10.95	13.74
2019	45.27	23.69	18.64	13	14.16
2018	43.16	24.38	23.19	14.07	16.39
2017	42.61	22.96	23.23	17.13	18.9
2016	40.32	20.5	13.04	13.96	15.56

数据来源：金伯利进程

我国生产商占据培育钻石毛坯制造领域的半壁江山，采用 HTHP 法合成的培育钻石产量占全球的 90%。与天然钻石状况有所不同，我国在培育钻石生产领域具备相当高的影响力。2020 年全球宝石级培育钻石毛坯钻总产量约 600-700 万克拉，在这当中我国生产量远超其他国家，约占 50%，以黄河旋风、中南钻石、郑州华晶和力量钻石等为代表的企业采用 HTHP 合成技术路线为主，占据我国培育钻石生产量的 80%-90%，上海征世和宁波晶钻等主要采用 CVD 法，产量占比相对较小。其次为印度和美国，占比分别为约为 25%（主要是制造商包含 Diamond Foundry、Light Box/ Element Six 和 Washington Diamonds 等），和 17%（主要是制造商包含 Creative Technologies、NewDiamondEra、Diamond Elements 等）。按区域而言，我国与俄罗斯主要是选用 HTHP 法，且我国集中全球 HTHP 法制作培育钻石生产量 90%，其他国家主要是选用 CVD 法制作。考虑到我国制造商使用 HTHP 法制作合成金刚石的领域累积深厚，若用同样的设备变换技术后就能制作培育钻石，我国制造商使用 HTHP 法制作培育钻石时会有极大的竞争优势。

图 20 2020 年全球培育钻石产量分布



数据来源：贝恩咨询

图 21 全球培育钻石毛坯产量分布（2020 年）

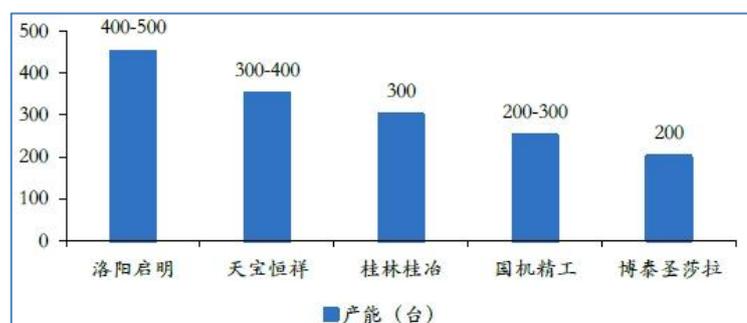


数据来源：广州钻石交易中心、贝恩咨询

在上游这一细分领域中，主要由核心零部件厂商+压机生产商+培育毛坯钻制造商组成。HTHP法是珠宝级培育钻石的主导技术路线，在这一技术路线中需要用到的设备是六面顶压机。另外，铰链梁是压机的关键核心零部件，一直是由我国的数间重工集团负责生产。铰链梁的逐步大型化能够有效提升压机的腔体体积和毛坯钻生产效率。

上游部分主要关注中国河南地区，现阶段市场存量压机的数量仅为3-4千台。按照超硬材料网统计信息显示，目前全行业用作培育钻石生产的存量压机仅为3-4千台。河南地区的产业聚集逐步打造了我国培育钻石生产的核心区域。郑州国机精工下属子公司三磨所是我国磨具磨料初始开发机构，自上世纪六十年代顺利研发首台六面顶压机以来，历经数年产业积淀及协同发展，凭借在2001年的时候，中南钻石成功掌握了人造金刚石合成的关键技术粉末触媒技术，令我国金刚石的生产技术领先全球，河南也成为领先国际的超硬材料技术革新地。目前全河南已经有超过两百家超硬材料制造企业，满足全球超80%金刚石需求。

图 22 压机产能情况



资料来源：财通证券研究所

2、中游：印度是全球钻石切割打磨的加工中心，与天然钻共用产业链资源

印度负责全球钻石的加工，目前占据全球90%以上的加工份额。加工环节是劳动密集产业，要投入大量的人力资源，且对劳动力的技能水平要求比较高，尽管现阶段已有许多先进的机械设备替代人力，但打磨抛光环节依然要依赖人力，难以工业化。我国钻石切磨工厂相对分散，遍布在广东、广西、河南、湖南等区域，反观印度的钻石切磨加工产业，主要集中在苏拉特等地，形成了集中的加工产业群，具备强劲的大批量加工能力。与此同时，鉴于我国的全方位发展以及科学技术水平的提高，人力成本也在不断提升，劳动密集企业人力正逐渐被机器替代，或向其他人力成本相对低的国家迁移。而印度有着大量的人口，人力成本相对低廉，再配合印度长期以来世代传承的切磨工艺，印度迅速成长为全球的钻石切割打磨的加工中心。回顾2019年数据发现全球约27%的切磨钻石出口来自印度。美国作为培育钻占比位居首位的终端零

售市场，大部分零售商选择在印度设立工厂，购入毛坯钻石后在当地切割打磨加工完成后再将成品钻石销往美国。

培育钻和天然钻共同享用印度钻石切割打磨产业资源，大约三克拉的毛坯钻石可加工成一克拉的裸钻。印度通过进口世界各地的毛坯钻，在完成切割打磨抛光等工序后再对外输出。根据 GJEPC 数据，去年印度培育钻的毛钻进口和裸钻的出口额分别是 11.3 和 11.4 亿美元，同比增长 83.40%/79.65%；2022 年 1 月行业景气度维持高增长的状态，下游零售端的需求旺盛，而培育钻的毛钻进口和裸钻出口贸易额分别是 1.53 和 1.22 亿美元，同比+77.34%/70.06%。

图 23 印度培育钻石毛钻年进口额

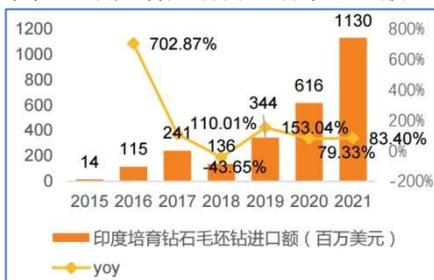


图 24 印度培育钻石裸钻年出口额



数据来源：GJEPC、天风证券研究所

3、下游：美国销售额占全球的 8 成，多个传统的天然钻石品牌龙头近年来也陆续布局培育钻石

传统天然钻石品牌巨头陆续布局培育钻石市场。全球钻石行业龙头 DeBeers 鼎盛时期曾垄断全球 70%-80%天然钻石矿，坚定不移拥护天然钻石。除此之外，DeBeers 还协同 ALROSA、Lucara 等其他 6 家顶级开采公司共同成立生产商协会 DPA，着力于天然钻石的传播与产品推广。即便如此，DeBeers 仍被培育钻石的广阔空间所吸引，于 2018 年 5 月推出了培育钻石品牌 Lightbox，偏重于培育钻石的时尚珠宝市场定位，并在其官方网站设立客户学习专栏，详细说明了培育钻石的含义、制作工艺等具体内容，提高客户对培育钻石的认知。紧接着知名品牌施华洛世奇、潘多拉等珠宝品牌商充分利用其品牌知名度、时尚的设计构思和完善的营销渠道将培育钻石首饰推向消费市场。

图 25 培育钻石市场品牌商



数据来源：公司官网

传统钻石珠宝品牌知名度高，通过宣传布局有望打开培育钻的市场，并且令消费者逐步接受这一新兴的珠宝类别。传统的珠宝品牌商如施华洛世奇、Signet Jewelers 等各自发布培育钻石品牌，包含 Diama 和 James Allen 等，由传统的、消费者所熟悉的钻石首饰品牌发布新兴的培育钻石产品，更容易使培育钻石为消费者接纳。2019 年知名钻石首饰销售商 Signet 在其原来品牌中添加培育钻石产品。2021 年 8 月，拥有老庙黄金和亚一珠宝的中国传统珠宝商豫园珠宝建立培育钻石品牌露璨，为我国头部珠宝商发布的首个培育钻石品牌，现阶段仅在天猫渠道销售，线下实体店准备于 2022 年上半年开启。与此同时公司布局上游，以确保露璨出售端裸石供给、把控裸石质量及生产成本，由此可见公司对培育钻石品类发展潜力充满信心。此外我国地区性珠宝品牌曼卡龙已开始小范围尝试出售培育钻石。

图 26 国内外珠宝商推出培育钻石品牌

	珠宝商	旗下培育钻品牌	销售渠道	品牌介绍	制备方法
国外	Signet	James Allen	线上	Signet 推出的线上培育钻石品牌	HPHT
国外	施华洛世奇 (Swarovski)	Diana	线上和线下 (美国 51 家, 加拿大 10 家)	品牌产品均采用施华洛世奇的培育钻石制作, 后从宝石部门转移至奢侈品部门 Atelier Swarovski, 有高品牌溢价	HPHT
国外	潘多拉(Pandora)	Pandora Brilliance 系列	线上和线下	2021 年 5 月 4 日潘多拉宣布不再购买天然钻石, 转向实验室培育钻石, 推出新系列 Pandora Brilliance, 将先在英国市场投放	CVD
国内	豫园股份	露璨 (Lusant)	线上 (天猫, 淘宝)	是国内头部大牌珠宝商推出的首个培育钻石品牌	CVD 为主

数据来源: 各品牌官网

不仅传统的天然钻行业巨头, 新锐品牌也看好培育钻石行业前景相继加入。Light Mark 小白光为新势力培育钻石品牌典型代表, 其战略定位为可持续珠宝首饰品牌, 象征年轻一代的克拉自由。公司借助小白光实验室 Light Lab 工艺将钻石“新材料”渗透到时尚与情感, 不再以毁坏生态环境为追求美的代价, 将环保理念渗透到产品研发之中, 重新定义闪耀, 致力于为现代年轻人提升幸福感, 塑造可持续的珠宝全球知名品牌。现在由互能商业服务的 Light Mark 小白光已于上海和南京设立线下店铺, 天猫、京东等线上平台也在同步营运中。

图 27 国内外新锐培育钻石品牌

	新锐培育钻石品牌	销售渠道	品牌介绍	制备方法
国外	Grown with love	线上和线下	巴菲特旗下 Richline 集团在线下零售渠道推出的培育钻石品牌, 在美国零售巨头 J.C. Penney 和梅西百货均有销售, 同时通过珠宝电视平台 JTC 接触更多的消费者	CVD
国内	小白光 (Light Mark)	线上和线下 (上海和南京共 3 家)	小白光是以培育钻石类产品为主的可持续珠宝品牌, 有日常饰品和婚戒两条产品线, 2021 年 1 月首店在上海于开业	HPHT
国内	凯丽希 (Caraxy)	线上和线下 (南京和广州共 2 家)	是广州纯钻贸易公司的子公司, 2018 年成为第一个入驻天猫平台的培育钻石品牌, 2020 年首店在南京开业	HPHT/CVD
国内	爱时意 (ASTEE)	线上和线下 (上海 1 家)	专注于可持续培育钻石和莫桑石, 以 18K 金和铂金打造的高级珠宝品牌, 目前在上海有一家线下店铺	CVD

数据来源: 各品牌官网

三、需求篇：低渗透高增长，消费主体低龄化+大品牌入局，预计培育钻毛坯市场存在 4 倍以上增长空间，5 年 CAGR 高达 38%

全球钻石首饰市场规模庞大，近十年保持稳定，美中日印为全球前四大钻石首饰消费市场，美国占 52%。据相关咨询机构发布的报告显示，近这 10 年来钻石消费市场表现稳定，虽然在 2020 年受疫情影响出现下滑，全球的钻石首饰销售额为 680 亿美元；2021 年销售额反弹至 840 亿美元，同比增加 23.5%，预计后续全球消费都将稳健回升，保持 2020 年前增速范围。根据 De Beers 发布的 2021 年度报告，2020 年全球前 4 大钻石消费市场分别为美中日印，美国占 52%，中国 10%，前四大集中度高达 75%。

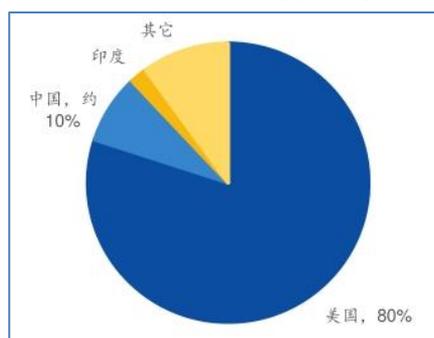
中国人均钻石消费量仅为美国 5%，钻石消费需求逐年增加，作为全球消费大国后续的增长空间广阔。在 DeBeers 2021 年报中显示，2020 年中国钻石饰品消费占全球 10%，2014-2019 年中国钻石市场销售总额复合增长率达 2.5%。作为有着巨大市场基础的消费大国，中国钻石市场增长率明显高于国际市场。2020 年，美国日本两国的人均钻石消费量分别是 106 美元和 40 美元，而中国和印度人均消费量分别不到 5 美元和 4 美元，中国钻石消费额仅为美国的 5%，后续提升空间大。

图 28 全球钻石首饰市场总体平稳



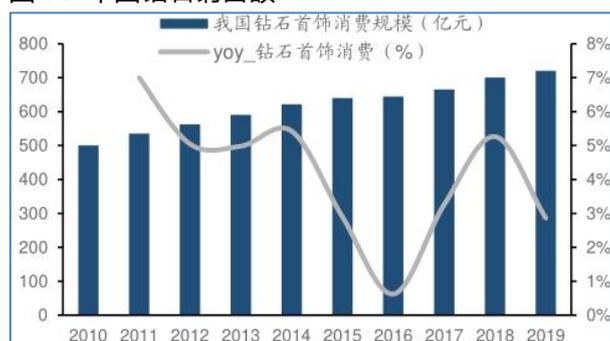
图片来源：De Beers、开源证券

图 29 全球钻石培育钻石首饰消费市场



资料来源：国元证券、贝恩咨询

图 30 中国钻石销售额



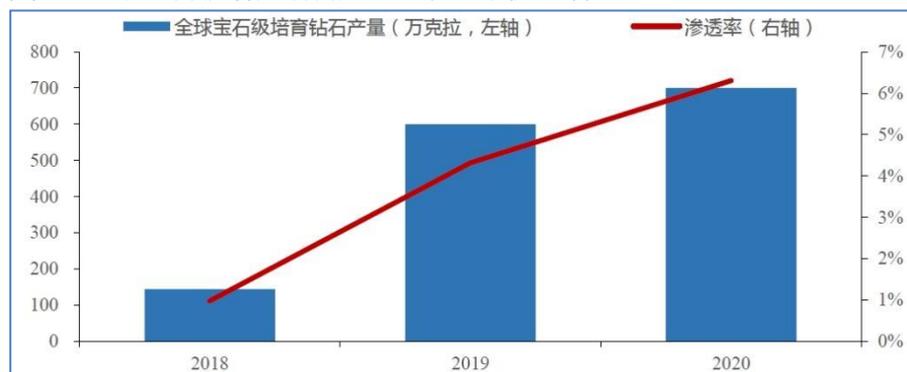
数据来源：国海证券

1、现阶段呈现低渗透高增长的特征，毛坯端市场空间广阔，存在至少四倍的市场增长空间

在当下的时点可见，行业的总产量与年产值渗透率仍然较低，未来具备广阔的提升空间。据贝恩咨询数据资料，2018-2020 年全球宝石级培育钻石总产量由 150 万卡拉增长至 700 万卡拉左右，2 年 CAGR 更是高达 116%；在这个情况下，宝石级培育钻石的总产量渗透率由不到 1%提高至 6%以上，考虑到培育钻的价格只需要天然钻的 1/3 左右，合理

估算 2020 年产值渗透率不到 2%。

图 32 全球宝石级培育钻石产量与渗透率快速增长



数据来源：贝恩咨询

预期 2025 年全球培育钻石下游零售的市场规模接近 2000 亿，我国培育钻毛坯的市场规模将有望提高至 110 亿元，较现阶段市场规模存在 4 倍以上的提高空间，5 年 CAGR 更是高达 38%。测算假设如下：未来 5 年天然钻的产量预计会保持稳定状态；培育钻的渗透率到 2025 年预期会提升至 25%；毛坯钻的价格稳定在 700 元/克拉，成品钻的价格在 2 万元左右；毛坯钻切割成为成品钻预计要消耗 2/3；我国培育钻毛坯端产量占全球份额逐渐提高至 60%。

图 33 全球与中国培育钻石市场规模空间测算

	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球天然钻石产量 (万克拉)	11100	11211	11323	11323	11323	11323
YoY	-19.6%	1.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%
培育钻石渗透率	6.3%	9.3%	14.3%	19.3%	22.3%	25.0%
YoY	2.0%	3.0%	5.0%	5.0%	3.0%	2.7%
全球培育钻石毛坯产量 (万克拉)	700	1043	1620	2186	2526	2831
培育钻石毛坯单价 (万元)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
全球培育钻石毛坯市场规模 (亿元)	42	68	105	142	164	184
全球培育钻石零售端市场规模 (亿元)	467	696	1080	1457	1684	1888
中国培育钻石毛坯产量份额	52%	54%	56%	58%	59%	60%
YoY	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	1.0%	1.0%
中国培育钻石毛坯市场规模 (亿元)	22	37	59	82	97	110
YoY	45.60%	67.68%	61.01%	39.77%	17.53%	14.00%

资料来源：贝恩咨询、产业调研

2、天然钻储量有限，培育钻和天然钻性质相同且性价比突出，替代天然钻石是大势所趋

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，行业关注度显著提升和下游零售端的需求旺盛，培育钻石已经成为金刚石发展的重要领域。相对于天然钻石，培育钻石在产品质量、性价比、环境保护等层面有着明显的竞争优势，未来替代部分天然钻石需求的重要助力因素有以下几点：

1) 天然钻的供给并非源源不断，培育钻是钻石首饰品类重要的供给补充。根据相关报告显示，2015-2020 年全球钻石的毛坯量呈现先升后降，近年来产量呈下降趋势且降幅加速，钻石毛坯产量最高点出现在 2017 年，达到 152 百万克拉，而 2020 年只有 111 百万克拉。贝恩保守预测 2023-2030 年全球天然钻石毛坯的供应每年将减少 1%-2%，需求增长为

每年 1%-2%，供需缺口将持续扩大。因此，在现存的矿产资源储量陆续走向尽头的情况下，出现天然钻供不应求的情形是无可避免的。而培育钻的性质与其几近相同，未来取代部分天然钻需求是大势所趋。

图 34 2015-2020 全球天然钻石总用量和宝石级钻石总用量

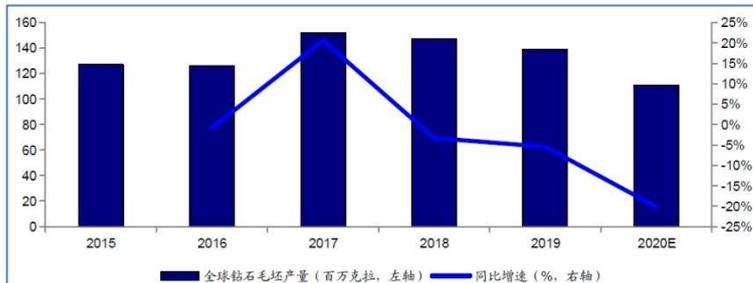
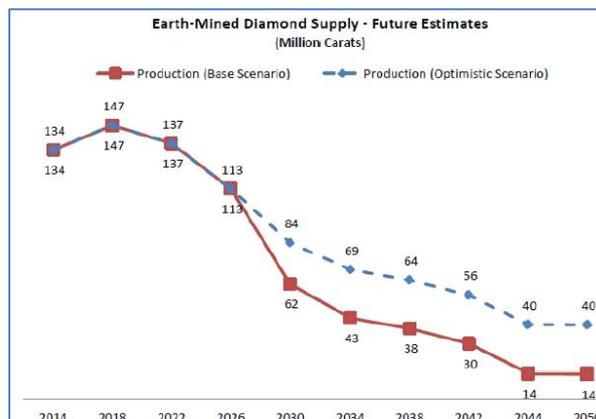


图 35 全球天然钻石毛坯供给预测 (百万克拉)



数据来源：Frost & Sullivan

2) 天然钻的生产过程受到道德问题的困扰，例如“血钻”导致金伯利进程诞生。《金伯利进程国际证书制度》(Kimberley Process) 是对毛坯钻石在进行国际贸易时实施的监管制度，改制度是为了根除非洲地区出现的血钻非法贸易现象。2002 年 11 月，联合国大会第 55/56 号决议通过了《金伯利进程国际证书制度》，这项制度规定，出口国必须为每批毛坯和半成品钻石进行封装处理，然后再经出口国政府的相关机构签发金伯利进程证书，后续再进口国政府检验出口国的证书无误后，才可以准予毛坯钻的进口。对未附有金伯利进程成员签发的证明书的毛坯钻石进口以及面向非金伯利进程成员的毛坯钻石的出口都是禁止的。

3) 天然钻的开采着生态环境问题，而培育钻的生产则是环境友好型。培育钻的制造过程对环境造成的影响只是天然钻开采的七分之一。对地表环境影响方面，培育钻石对地表环境几乎不造成影响，仅是开采钻石的 1/1281。碳排放层面，培育钻的碳排放量远低于天然钻，是天然钻的十五亿分之一。在耗水量方面，培育钻生产过程中所需的耗水量仅为天然钻的 69 亿分之一。在能源消耗方面，培育钻对能源消耗仅是天然钻的 1/2.1。

图 36 培育钻石和天然钻石行业对环境影响对比

	天然钻石	培育钻石	
地表环境影响	土地开采 (公顷/克拉)	0.00091	0.00000071
	处理的矿物废料 (吨/克拉)	2.63	0.0006
	影响比例		1281:1
碳排放	碳 (克/克拉)	57000	0.028
	NO (吨/克拉)	0.042	0.09
	硫氧化物	0.014	无
影响比例		1.5billion: 1	
水资源	耗水量 (升/克拉)	480	70
	影响比例		6.9billion: 1
能源	能源消耗 (亿焦耳/克拉)	5386	2508
	影响比例		2.1:1

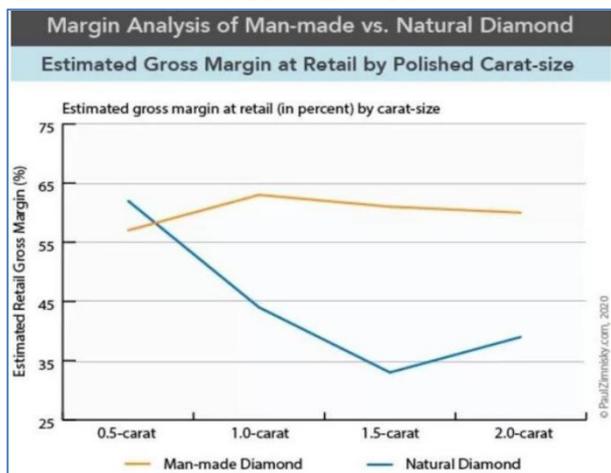
资料来源：凯丽希官网

4) 培育钻高性价比的优势亮眼，仅需天然钻终端零售价的 1/3 左右。天然钻石上游钻石采掘商借助垄断矿产资源实现全球天然钻的供给控制。而培育钻石在颜色、粒度、纯净度等方面与天然钻石非常相近，但同一等级下培育钻的市场价只需要天然钻的 1/3。回顾历史发现，2016 年培育钻零售价较高，是天然钻的 80%，2017 年至 2020 年这一比例分别降低至 65%、50%、50%、30%，大幅度降低消费者购买力水平门槛，普及度有相对较大提升空间。现阶段天然钻的供给占据珠宝首饰钻石的总供给份额 9 成以上，未来培育钻石供给有望成为主要的供给来源。

3、大品牌布局+Z 世代崛起，“悦己”需求助力培育钻的需求下沉

培育钻的利润率水平远高于天然钻，这是下游钻石珠宝销售商乐意布局培育钻石并不断推动消费者教育的关键原因之一。按照 Paul Ziminisky 给出的不同品牌的培育钻石和天然钻石的零售价格及利润率水平，可以看到在同一等级下的钻石销售中，珠宝商销售培育钻获得的毛利是天然钻的 1.8 倍左右。比如，销售五千美元的培育钻石，就可以获得与销售 10000 美元天然钻石同样的利润率水平。我们认为，较高的利润率水平带给终端销售商充分的动力去推广培育钻石；与此同时，对于施华洛世奇和潘多拉等以水晶为主要产品材质的品牌方而言，上线培育钻石产品一方面有助于丰富其产品矩阵、增加收入来源，而另一方面亦可以在一定程度上提高其品牌调性。目前世界天然钻开采龙头戴比尔斯 DeBeers 推出了培育钻石品牌 Lightbox，人造水晶龙头品牌施华洛世奇（Swarovski）推出了培育钻石品牌 DIAMA，时尚珠宝品牌潘多拉（PANDORA）正式宣布旗下珠宝饰品全面停止使用天然钻石改用培育钻石。

图 37 培育钻石利润水平显著高于天然钻石



数据来源：Paul Ziminisky

图 38 培育钻石市场零售品牌



资料来源：各公司官网、浙商证券研究所

图 39 施华洛世奇美国官网的培育钻石饰品

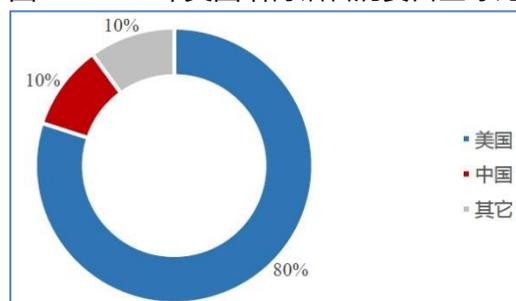


资料来源：Swarovski 官网

美国是全球最大的培育钻石消费国家，其消费额度占全球 80%，我国市场现阶段占比仅 10%，与美国存在着显著差异。培育钻石品牌零售终端在美国广泛布局，很大程度促进了消费者教育，提升了培育钻石消费的普适性。依据各培育钻

石品牌官网终端商铺统计结果，现阶段主要的培育钻石品牌主要分布于美国，例如戴比尔斯公司旗下培育钻石品牌 Lightbox 目前在美国有 112 家店铺；施华洛世奇公司旗下培育钻石品牌 Dimma 目前在美国拥有 51 家店铺；CVD 培育钻石厂商 Diamond Foundry 在全世界拥有 133 家店铺，这其中 112 家位于美国。从这个角度来看，美国市场广泛的终端布局对推动消费者教育具有重要作用。

图 40 2020 年美国培育钻石消费占全球比例在 80%



数据来源：贝恩咨询

图 41 全球主要培育钻石品牌及店铺分布情况

品牌名称	所属国家	简介	创立时间	门店数量
Lightbox	美国	戴比尔斯旗下品牌	2018 年	美国 112 家，加拿大 2 家
Dimma	奥地利	施华洛世奇旗下品牌	2016 年	美国 51 家，加拿大 10 家
Diamond Foundry	美国	CVD 培育钻石厂商 Diamond Foundry 垂直整合品牌	2016 年	全球 133 家，其中美国 112 家；旗下子品牌 VRAI 在中国大陆及台湾共 10 家门店
Lightmark 小白光	中国	国内新锐培育钻石品牌	2020 年	国内上海、南京共 3 家门店
CARAXY 凯丽希	中国	最早将培育钻石引入国内	2015 年	国内南京广州共 2 家门店

资料来源：各品牌官网

虽然我国消费者对于培育钻的认知水平仍然较低，但在对培育钻充分认知后，消费者产生强烈的购买意愿。据中国黄金报数据资料，经历疫情催化及央视主流媒体的教育后，2021 年我国消费者对培育钻的认知度已提高至 5% 左右，但是距离美国接近 80% 的消费者认知度仍有很大差距。央视财经的网上投票结果显示，在对培育钻石已有所认识的潜在消费者中，只要培育钻与天然钻“看起来一样”，就会有超过 5 成的消费者愿意选择培育钻而非天然钻。充分考虑我国庞大的消费者基数，通过积极推进消费者教育提升认知度，理论上存在着非常广阔的市场空间。

图 42 央视培育钻石的相关报道



资料来源：央视财经

图 43 央视调查结果



资料来源：央视财经新浪微博

从核心的培育钻品牌销售状况来看，现阶段我国培育钻的消费者教育已取得一定成效。据淘数据，小白光线上店铺自 2021 年 4 月份上线至今，截止到 2021 年 10 月份线上店铺零售总额已经迅速增长至突破 100 万，粉丝数超过 8.3 万人；Diamond Foundry 官方线上店铺当前月平均零售总额也超过 100 万元以上，零售品牌 VRAI 在我国 2021 年“618”零售相比 2019 年实现 5 倍以上增长，终端零售数据表现优异体现出我国消费者对培育钻石零售的较好接受度。

图 44 培育钻石新锐品牌小白光天猫旗舰店零售额实现快速增长



资料来源：淘数据

千禧一代和 Z 世代贡献全球接近 7 成的钻石销量，消费主体呈现低龄化的特征。根据《钻石行业洞察报告》显示，千禧一代（即 80 后和 90 后）以及 Z 世代（即 95 后）现阶段占全球总人口数量的 29%，但贡献了全球接近 67% 的钻石销量。随着人均可支配收入逐步提高、钻石价值认知程度以及购买偏好的形成，千禧一代和 Z 世代逐渐成长为钻石消费的主力军，这些低龄化主体人群对钻石饰品的日常化需求和悦己需求等消费动机在钻石珠宝消费赛道上具有长逻辑，令培育钻石成为长坡厚雪的赛道。

“悦己”需要已成主要的钻石消费原因，培育钻价格的优势助推满足“悦己”消费需求。按照贝恩咨询对于消费者购置钻石的驱动力调查，中美两国的消费者“为自己消费”的比重位居全部理由之首，各自占 29% 和 46%，高于传统的婚恋意义需求。培育钻石性价比高优势符合非婚情景需求，推动钻石消费频率提高，有望加快打开钻石新生态。2020 年全球 640 亿美元钻石饰品市场中，约 37% 用作婚嫁情景，63% 用作非婚嫁情景，当中 48% 用于高端非婚嫁首饰市场。高端非婚嫁情景也为培育钻带来了一个非常大的潜在市场。

图 45 三地消费者购买/收到天然钻石礼物的原因

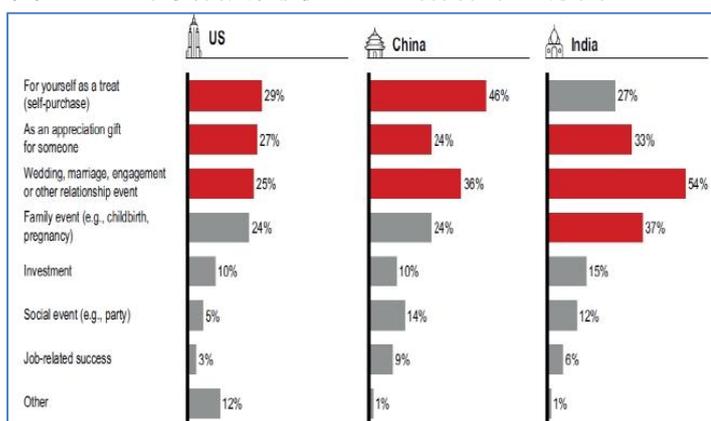
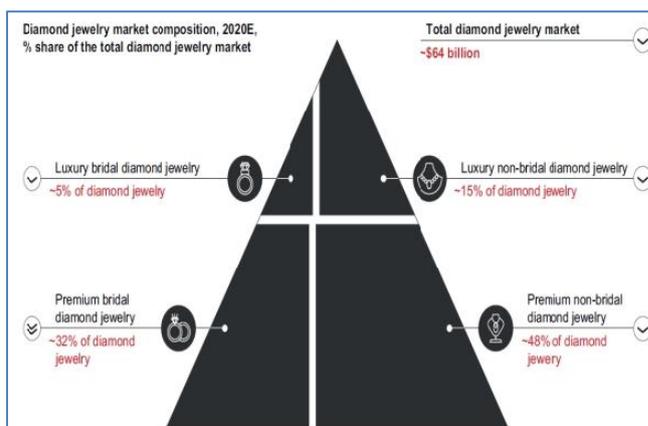


图 46 2020 年钻石珠宝市场构成



数据来源：贝恩咨询

四、供给篇：HTHP 法在首饰级的培育钻领域竞争优势显著，受设备工艺限制，预计 5 年内行业供不应求局面仍将维持

从技术层面来看，培育钻石至今已有接近七十年的发展历史，但近 5 年来行业才真正具备规模化大量生产的能力。现阶段行业最主流的培育钻石合成技术——HTHP 和 CVD 各自早在 1953 年和 1980s 就成功合成出人造钻石和多晶金刚石膜，所以并非新兴产物。但是，鉴于初期技术不够成熟，所以在颜色、纯净度等钻石的核心指标方面无法与天然钻石相比较，而且成本昂贵，价格甚至超过天然钻石，所以基本上无法在市场上正常销售。直到 2014 年，HTHP 温差晶种法生产制造的无色小钻上市，品质和价格符合市场的需求，绝大部分混在天然钻石中以低价位大量供应市场。2015 年前后，国内培育钻石生产商逐渐崛起，国内培育钻石代表企业在 2015 年底逐渐掌握 1-3 克拉培育钻石的量产；之后，2018 年中南钻石攻克 3-4 克拉培育钻石生产工艺技术，并转移原先用以工业金刚石生产的 700-800 台六面顶压机用以培育钻石生产制造；2020 年下半年，黄河旋风实现 4-6 克拉培育钻石毛坯的生产技术，而且良品率提高至 40%以上；基本上同一阶段，以 DiamondFoundry、上海征世、杭州超然和宁波晶钻为代表的国内外 CVD 企业也逐渐迅速崛起，规模化批量生产能力与经济效益达到平衡，到此培育钻石毛坯生产工艺技术正式迈入成熟阶段。

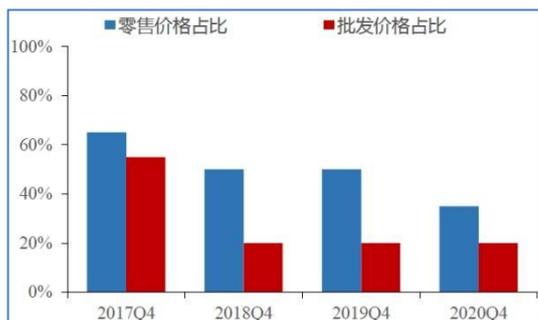
图 47 培育钻石合成技术发展历史

时间	培育钻石合成技术发展史
1953 年	美国通用电气公司（GE）成功以高温高压法合成出人造钻石。
1980s	化学气相沉积法（CVD）培育多晶金刚石膜问世。
1998 年	俄罗斯成功培育无色 HTHP 钻石，但因精度不高且价格昂贵无法在市场上正式销售。
1990s	美国卡内基研究所开始研发单晶 CVD 金刚石单晶。
2000 年	元素六、卡内基、阿波罗等公司成功生产出培育钻石，但未能形成市场销售。
2000 年前后	美国盖迈希从俄罗斯引进 BARS 高温高压生长技术至美国佛罗里达设厂，生产黄色并改色为各种彩钻，品质好，但由于市场需求以白钻为主，因此反响欠佳，该公司在 2012 倒闭，亏损 10 亿美元。
2012 年	新加坡 Lia 公司成功生长出 CVD 无色培育钻石，并购美国盖迈希，以其网站销售 CVD 钻石产品。
2014 年	HTHP 温差晶种法生产的 0.03 克拉以下无色小钻上市，质量及价格合乎市场需求，绝大部分混在天然小钻中以低于天然小钻 10%-20%的价格大量供应市场。
2015 年 5 月	俄罗斯钻石技术公司以高温高压晶种法培育的无色超大钻上市。
2015 年	秋天磷光检测 HTHP 培育无色钻石技术研发成功，导致 HTHP 钻石无法混入天然钻石进行销售，培育钻石市场停滞，价格降低至天然钻石一半。
2015 年底	国内培育钻石龙头开始实现 1-3 克拉白钻量产，主流六面顶压机压机为 550 型。
2018 年	中南钻石突破 3-4 克拉培育钻石生产技术，并转移 700-800 台六面顶压机用于培育钻石生产。2018 年也称为培育钻石元年，生长技术成熟、成本降低，市场逐渐成熟，开始大量应用于首饰市场。
2020 年 9 月	黄河旋风实现 4-6 克拉培育钻石毛坯量产，且良率提升至 40%以上。

资料来源：道客巴巴、产业调研

技术成熟助推成本下降，培育钻价格逐渐向下，显著的性价比优势开始呈现。随高等级培育钻石批量生产技术渐渐成熟，培育钻石逐渐与天然钻石打开价格差距，据贝恩公司数据资料，以 1 克拉 G 色 VS 净度成品钻石价格为例，2017Q4 至 2020Q4 培育钻石零售价与批发价占天然钻石的比例由 65%和 55%渐渐下降至 35%和 20%。与此同时，随克拉数增加，两者的价差呈现扩大发展的趋势，培育钻石在大卡拉级产品中高性价比优势更加显著。

图 48 2017Q4 以来培育钻石价格呈持续下降趋势



数据来源：贝恩咨询

图 49 0.1-5 克拉培育钻石与天然钻石裸钻价格对比



数据来源：钻小星培育钻石供应商

在成本下降的推动下，培育钻在下游终端销售中形成独立的价格带，实现错位竞争赋予其放量的潜质。以京东平台上 71 分-1 卡拉的钻石类产品为例子，培育钻石首饰基本上处在 7 千-1.6 万元左右价格带，天然钻石首饰处在 2 万-10 万元以上的价格带，莫桑钻饰品则基本上处在千元以下的低档价格带，三种产品间并不存在明显的直接竞争价格。培育钻石与天然钻石相比较其高性价比优势突出，与莫桑钻相比较其品质更优，独立价格带使培育钻石具备了比较宽松的竞争环境。

1、关于 HTHP 与 CVD 两种技术路径在未来的演变，HTHP 在消费级培育钻石领域的发展前景值得看高一线

高压高温法与气相沉积法两者生产出来的培育钻各有优势与劣势。从基本原理上来看，两者具备本质上的区别。前者生产所需的设备是六面顶压机，通过模仿天然钻超高气压和高温度的生长环境，添加触媒粉作为催化剂缩减培育钻石的生长过程至数天，所以更为接近天然钻石的形成过程；后者是采用 MPCVD 沉淀积累设备，利用含碳气体在高温等离子体的作用下被解离后在基底上沉淀积累为钻石膜。从毛坯钻最终的效果来看，采用前者技术路线的毛坯钻成品颜色级别会更高一些，净度相对较低，但也普遍做到 VS 净度之上；后者生产出来的毛坯钻纯净度级别会更高一些，但合成过程中混入了氮气，造成颜色不佳非常容易发黄，需要进行改色的处理。

图 50 高温高压法 (HTHP) 与化学气相沉积法 (CVD) 对比

类型	项目	高温高压法 (HTHP)	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 ₄)、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
	原始形状	方形板状	立方体、八面体或二者的聚形
	生长痕迹	树枝状	层状生长结构
	包裹体	内部常见色带、金属等包体	基本纯净无包体
	磁性	部分有 (可能存在金属媒介)	无
	颜色	白钻技术成熟，常见黄色、蓝色	褐色、粉色较多，可后期改色为白钻
应用情况	净度	稍差，主要厂家可达到 VS ₂ 以上	大部分都在 VS ₂ 以上
	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
培育钻石	颜色	白钻技术成熟，常见黄色、蓝色	褐色、粉色较多，可后期改色为白钻
	净度	稍差，主要厂家可达到 VS ₂ 以上	大部分都在 VS ₂ 以上
	全球产能 (2021E)	≈420 万克拉/年	≈500 万克拉/年
	中国产能 (2021E)	≈380 万克拉/年	≈60 万克拉/年
	生产厂家	中兵红箭、黄河旋风、郑州华晶、力量钻石、New Diamond Technology (俄)	Diamond Foundry (美)、Element Six (美)、IIa Technologies (新)
设备情况	钻石品牌	小白光 (Light Mark)	Lightbox、Diamond Foundry
	型号	650 压机 850 压机	低端 CVD 高端 CVD
	价格 (万元/台)	100-110 200	<100 300
	产值 (万元/月)	6-8 12-13	4-5 15-20
	投资回收期 (年)	1.25 1.33	1.85 1.43

资料来源：力量钻石招股书

从终端销售角度来看，HTHP 颜色优越性更加显著，而纯净度缺点并不突出。当钻石净度到达 VS 纯净度以上，需要

专业的钻石鉴定人员使用 10 倍的放大镜才可以勉强地辨别出在这些钻石中隐藏的杂质；相比之下，颜色差异则较为显著，购买者直接可以通过肉眼就能辨别出颜色的差异。

图 51 高温高压法与化学气相沉积法生成钻石毛坯对比



资料来源：力量钻石招股说明书

在消费级培育钻石的应用上，未来 HTHP 法更值得看高一线。

(1) **行业供给与需求缺口仍旧显著，在市场成长阶段两种技术路线并不会互相挤兑的情况。**根据上文需求篇中的测算结果，行业市场规模今后 5 年有望保持 38% 的复合增长速度，所以我们判断中短期层面上行业供给与需求缺口并不会迅速缩小，HTHP 与 CVD 技术亦并不会产生直接的冲突。

(2) **宝石级培育钻石市场主流的产品是 1-2 卡拉，在该区间上 HTHP 高性价比优势突显。**依据产业调研具体情况，现阶段国内培育钻石消费的主流卡拉数约为 1.3-1.5 卡拉，美国则在 2 卡拉左右，而 1-2 卡拉裸钻相对应钻石毛坯在 3-6 卡拉左右，恰处在 HTHP 技术制成培育钻石毛坯钻的主要区间，在如此高性价比的优势加持之下，HTHP 培育钻更有望获得终端购买者的青睐。

2、受设备限制，HTHP 法产能扩张有限，预计 2025 年前培育钻石毛坯制造供不应求局面持续

我国珠宝级培育钻关键由 HTHP 制取法占据主导，顶压机数目增加和专用设备更新替代是行业扩产的关键影响因素。单压机数量的扩产增加，可以通过线性增加顶压机数目增加产量总产值；设备升级，可以通过淘汰 650 等陈旧型号规格专业设备，改换 850 等型新款专业设备，合成腔室大型化有助于促进单次产量上升；伴随技术水平的添加，特等品产出比例增加，产品单卡拉平均价格上涨，以上三者共促毛坯制造领域有效扩张。

图 52 压机各型号的产能对比

项目	名称	800 型 (锻造)	800 型 (铸造)	700 型	650 型
规格性能	钎链条材质	锻造42CrMo合金钢	铸造35CrMo	铸造35CrMo	铸造35CrMo
	是否有缸	无缸	无缸	有缸	有缸
	油缸直径 (mm)	800	800	700	650
	主机重量 (T)	60	63	53	46
	外形尺寸 (mm)	2900*2900*3500	3126*3126*3603	3150*3150*3850	2900*2900*3450
生产效率	单产均值	400-500ct	320ct-360ct	280ct-320ct	200ct

资料来源：超硬材料网

(1) HTHP 关键设备顶压机在多因素的影响下预计在未来 2-3 年供应仍旧趋紧

关键设备顶压机是由我国自主研发制造，奠定了我国上游毛坯生产端的优势。我国之所以能够占据全球 HTHP 法培育钻石 9 成的产量，与国内企业掌握核心设备的生产工艺紧密相关。合成压机是生产培育钻石的关键设备，在压机当中的合成腔体可以为创造一个超高温 ($>1400^{\circ}\text{C}$)、超高压 ($>5\text{GPa}$) 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，例如在压机吨位、油缸结构和油缸直径等方面不断提升。随着合成工艺的优化，单台机器的生产量实现提高，从而令生产成本降低，起到降本增效的效果。1965 年郑州磨料磨具磨削研究所成功研发出我国首台人造金刚石合成装备六面顶压机，比海外研发的两面顶压机提高近 20 倍的效率。与此同时中国六面顶压机的卓越表现得到了全球人造金刚石生产企业的青睐，元素六 (ElementSix)、日本住友电工和韩国 ILJIN 公司等国际知名的人造金刚石厂商相继购买中国生产的大型六面顶压机替代原有的两面顶压机。

图 53 六面顶压机和两面顶压机技术对比

结构图	中国-六面顶压机	两面顶压机
最高温度	2500 $^{\circ}\text{C}$	1800 $^{\circ}\text{C}$
最大压力	一级: 8GPa, 二级: 25GPa	4GPa
优势	中性强、合成成本低、易操作、使用寿命长、设备价格低、技术优化较为广泛。材料合成领域，例如，超导材料、超硬材料、陶瓷材料、绝缘材料等	压力稳定性好、合成重复性
应用范围	功能陶瓷材料、超硬材料、生物材料等	

图 54 HTHP 法生产设备六面顶压机



资料来源：知网、力量钻石招股说明书、力量钻石官网

设备顶压机主要有两种来源：一是通过上游新增供给以及原用于工业金刚石生产的压机切换，但从短期角度来看上述两大增量来源不会太多，因此短期基本不存在供给过剩的可能性。根据近期产业调研情况对国内压机情况的梳理，目前国内金刚石生产企业的存量六面顶压机的总数在 1 万台左右，其中用于培育钻生产的压机数量为 3500 台左右；通过对上游压机供应商产能进行统计，预计 2022 年新增压机数量约为 1200-1400 台左右，且未来两年大规模扩产可能性不高。同时，考虑到头部金刚石企业将部分设备转移用作培育钻石生产，已经造成工业金刚石供应不足，而原工业金刚石客户订单较为刚性，因此后续大概率不会继续大规模转移压机用于生产培育钻石。

另外，受到核心零部件铰链梁扩产有限等多因素的牵制，预计在未来 2-3 年压机供应仍旧偏紧，行业年压机产量最大值约 1500 台。顶压机扩产的限制因素包括：①在环保与能效政策的双重管控下，核心零部件供应非常有限。铰链梁是压

机的核心零部件，在环保能效双控下，目前行业内小厂商基本出清，产量主要集中在央企及军工大厂，由于利润率较低且成本透明，所以此类企业扩产的动力不强；②2021 年以来包括钢材等大宗原材料价格大幅上涨，进一步压缩压机制造商利润率；③ 过去的金刚石热潮持续性并不强，压机厂商若盲目进行扩产存在较大的库存风险，所以在行业需求持续性得到全方位验证之前，这些厂商并不倾向于激进扩产。铰链梁按制作方法划分为锻造法和铸造法，由锻造法制成的铰链梁在刚性和强度方面的性能会大幅高于铸造法，极大提升压机的寿命和增加压机的稳定性。我国目前铰链梁主要是由具备万吨水压机等核心锻造能力的 8 大重工企业制造，这些企业在生产铰链梁扩张缓慢，制约铰链梁实现大规模放量，导致全市场顶压机年产台数有限。

图 55 主要六面顶压机供应商年压机产能

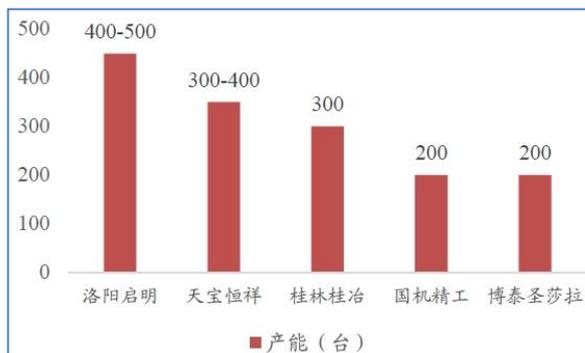


图 56 制约压机产能扩张的核心瓶颈-铰链梁



资料来源：：各公司官网、超硬材料网

图 57 国内具备生产铰链梁等重型装备的核心重工企业-8 大重工企业具备万吨水压机等核心锻造能力

公司名称	主营业务
中国第一重型机械股份公司	主要从事重型机械及成套设备、金属制品的设计、制造、安装、修理
二重(德阳)重型装备有限公司	主业涵盖大型承台装备和大型铸锻件、核电及重型压力容器，可为冶金、能源、航空航天等行业提供装备制造与服务
中信重工机械股份有限公司	主要从事建材、矿山、冶金、电力以及节能环保等行业的大型设备
太原重工股份有限公司	公司制造与销售冶金、轧钢、起重、压力容器、精密锻件等
大连重工起重集团有限公司	主要从事铸钢件、铸铁件、铸铝件、锻件加工制造
北方重工集团有限公司	主要生产隧道工程装备、电力装备、建材装备、冶金装备等
天重江天重工有限公司	公司拥有炼钢、铸钢、锻造、热处理等八个生产厂和配套的检测中心
上海重型机器厂有限公司	公司主要生产电站、冶炼、轧钢、锻压、水利、矿山挖掘设备等

资料来源：天眼查

(2) 目前 650 及以下型号压机占比超过 80%，850 型压机是未来升级的方向

顶压机腔室的增大能够提高单台压机的产能产值，850 型压机产值是 650 型的双倍以上。以 650/850 压机对比为例，压机单炉制备产品时间约 7 天左右（压机开工后 365 天 24 小时不间断运转），单月产出 4 炉培育钻石毛坯产品。通过压机的大型化可以实现压机中的合成腔室增加，从而使单炉的毛坯钻产量提升，单月产量从 100 克拉提升至 200 克拉。

图 58 850 型压机产值 VS 650 型压机产值

		650 六面顶压机	850 六面顶压机
生产假设	每月平均周转次数	3	3
	每次平均生产粒数	12	23
	每月平均粒数合计	36	69
	每粒平均克拉数	4	4
良率假设	一等品	40%	45%
	二等品	25%	25%
	三等品	20%	20%
	四等品	15%	10%
单月产能 (粒/月)	一等品	14	31
	二等品	9	17
	三等品	7	14
	四等品	5	7
单件假设 (美元/粒)	一等品	460	460
	二等品	330	330
	三等品	150	150
	四等品	90	90
单月产值 (美元)	一等品	6624	14283
	二等品	2970	5693
	三等品	1080	2070
	四等品	486	621
	合计	11160	22667
单月产值 (人民币)	合计	71424	145066

资料来源：民生证券研究所

2021 年 HTHP 法设备中 650 及以下系列的压机数量占比超 8 成。随着铰链梁的规格不断变大，目前行业公司新增的压机主打 850 型号，对原来老旧的 650 等型号进行替换，更有企业已经储备实验 1 米缸径压机。根据头部公司的招股书显示，500-650 型号压机培育钻单月产量约为 60 至 100 克拉，而 700-850 型号压机培育钻石单月产量已经超过 200 克拉。压机平均使用寿命区间为 10 至 15 年，随着旧压机逐渐淘汰和新型号压机的进入，压机大型化对培育钻石产量、生产效率、成色、净度、单体克拉重量等方面都有显著的促进，相关企业单压机产值也随设备更新不断提升。

图 59 六面顶压机设备性能不断提升

阶段	油缸直径 (mm)	压机单锤 吨位 (MN)	顶锤直径 (mm)	锤耗 (kg/ 万克拉)	合成腔体 /Φ (mm)	单产 (ct/ 次)	抗压强度 (N)	热冲击韧 性 TTI
1966-1984	230	6~8	75	300~30	1~18	0.8~5	20~150	2~13
1985-1992	300、320	8~10	80	30~15	18~23	5~9	130~150	13~15
1993-1997	400、460	12	104	15~8	23~30	9~60	150~200	15~20
1998-2004	500-650	13~24	122~160	8~<3	30~40	60~100	200~300	40~68
2005-2015	700-850	25~48/62	160~188	<3~<1	>=50	>=200	400~500 以 上	68~89

图 60 六面顶压机型号参数对比

项目	指标名称	φ800 (锻造)	φ800 (铸造)	φ700	φ650
规格性能	铰链梁材质	锻造 42CrMo 合金钢	铸造 35CrMo	铸造 35CrMo	铸造 35CrMo
	是否有缸	无缸	无缸	有缸	有缸
	油缸直径 (mm)	800	800	700	650
	主机重量 (T)	60	63	53	46
技术参数	外形尺寸 (mm)	2900*2900*3500	3126*3126*3603	3150*3150*3850	2900*2900*3450
	单缸推力 (MN)	50	45	42	36
	活塞行程 (mm)	90	125	102	105
	开口高度 (mm)	930	475	445	444
生产效率	闭口高度 (mm)	750	350	343	339
	单产均值	400-500ct	320ct-360ct	280ct-320ct	200ct
价格	单台价格	93.43 万/台	72.6 万/台	60.33 万/台	-

资料来源：力量钻石招股说明书、财通证券研究所

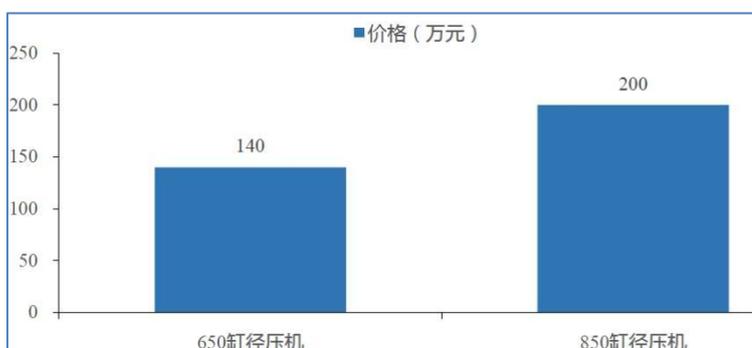
3、上游毛坯钻制造行业中的优质产能具备鲜明的高壁垒特征，龙头企业护城河稳固

培育钻利润水平比较高，譬如力量钻石培育钻业务销售毛利率高达 65%以上，因此会产生较强的吸引力。与此同时，培育钻石行业具有鲜明的制造产业属性，而中国也是全球制造能力最强的国家之一，所以市场担心会有大量“玩家”进入，导致行业供应过剩与竞争格局受到破坏。并且，一定程度上受到工业金刚石几乎每年上百亿克拉供给量的固有印象影响，市场中亦有许多声音觉得培育钻石毛坯的生产制造壁垒不太高，行业竞争格局受到破坏只是时间问题。但从相关的产业调研结果和长期跟踪研究的情形看来，培育钻石行业中的高质量产能具有鲜明的多方位高壁垒特征，特别是龙头企业的护城河比较稳固。

(1) 单台压机价格高昂，庞大资金需求进一步限制中小“玩家”进入

根据相关产业调研结果，650 型的压机单价在 140 万左右，先进型号 850 型压机价格约 200 万。而且，压机制造商高度偏好现金支付，因此下游培育钻石企业要实现规模化生产会对企业产生较大的资金需求，中小“玩家”往往不具备如此庞大的资金储备，也难以承担资金风险。此外，目前主流的压机制造企业均与头部培育钻石毛坯生产厂商建立了稳固的合作关系，在压机产能有限的情况下也更倾向于优先满足老客户需求。

图 61 650 缸径压机与 850 缸径压机价格对比



资料来源：产业调研

(2) 预计未来头部企业的护城河将更加稳固，行业有望保持较高市场集中度

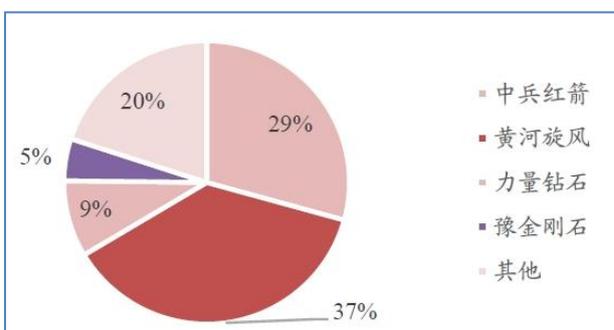
规模壁垒：根据压机数量简单测算，目前国内 HTHP 培育钻石 CR4 高达 80%-90%，六面顶压机数量亦大幅领先长尾公司，已经建立规模优势，新进入者很难只靠顶压机就可以获得下游客户的信任，难以更改现存的市场格局。

图 62 培育钻石毛坯供应商总压机数（截至 2021 年底）



资料来源：公司官网

图 63 核心企业培育钻石毛坯制造 2021 年市场份额



资料来源：WIND

技术壁垒主要有合成块、触媒技术和专业人员三方面：

① **合成块组装方式以及合成块的配方组合**：合成块组装方式对压机产能存在一定的影响，而合成块的配方决定了毛坯钻的净度、晶型和克拉数，合成块的组装方式和配方工艺均要付出大量的试错成本；

② **金属触媒方面的影响**：使用 HTHT 技术的过程中，金属触媒粉的使用是其中的关键步骤。常见的种类包括 Fe、Co、Mn、Ni、Pt、Ru 等，触媒合成剂的加入可显著降低人造金刚石的温压条件，在改善培育钻石的色泽、进度、晶体外形等方面也起着至关重要的作用。常用的金属触媒有铁镍钴合金触媒、镍锰钴合金触媒等。

③ **专业的技术人员**：培育钻生产并不是单一技术，而是成套的技术体系流程。整体来看技术扩散风险较小。熟练工人可根据压制过程中出现的生产问题做出快速的反应，可高效率操作多台设备，提升压机使用效率。压机的操作失误不但会出现合成失败的问题，还会令压机设备受到损坏。以温度控制为例，当温度处于 1295°C-1300°C 之间，金刚石整体平均生长速度最快；当温度过高或者过低，则会导致生长速度下降甚至无法产生合格产品。

图 64 合成块结构情况

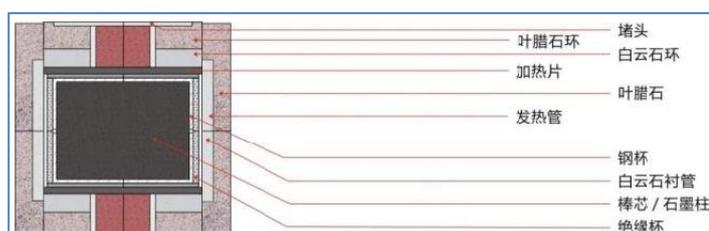
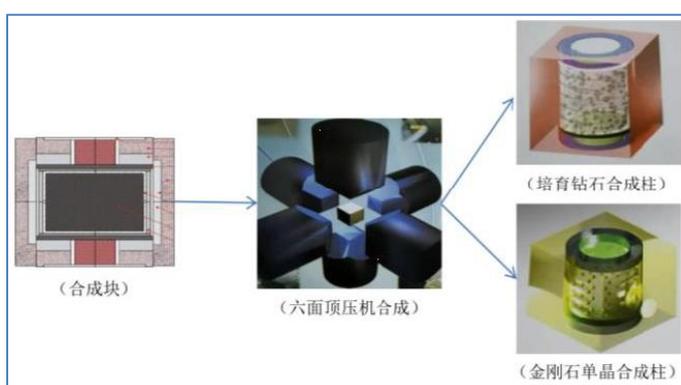


图 65 合成块组装示意图



资料来源：力量钻石招股说明书

图 66 不同触媒和除氮剂组合的使用效果

合金触媒	除氮剂	除氮效果	晶体质量
FeNiCo	Ti	氮含量明显减少，除氮效果好，很难得到优质金刚石	金刚石晶体中存在夹杂物和表面蚀坑
	Ti/Cu	氮含量小于 1ppm，除氮效果好	优质金刚石
NiMnCo	Al	Al 和 N 存在可逆反应，除氮效果不好，很难得到金刚石	金刚石晶体中存在夹杂物和表面蚀坑
	Ti/Cu	氮含量小于 1ppm，除氮效果好	优质金刚石
FeCo	Ti	氮含量明显减少，除氮效果好，很难得到优质金刚石	表面出现夹杂物
	Zr	氮含量明显减少，除氮效果好	需要严格控制其生长速度

图 67 温度对多晶种法金刚石晶体的生长速度影响（以四晶种为例）

序号	温度/°C	形貌	单一平均生长速度	整体平均生长速度
S1	1270	骸晶	/	/
S2	1295	{100}	2.42-2.53	6.80-7.10
S3	1320	{100}, {111}	2.26-2.30	6.75-6.90
S4	1365	{111}	2.13-2.18	6.45-6.70
S5	1395	骸晶	/	/

资料来源：《高温高压下金刚石大单晶研究进展》

规模壁垒：渠道商更倾向于与具有一定规模以及技术质量稳定的供应商合作。

五、培育钻石赛道投资逻辑总结及主要标的梳理

在今年这个经济低迷之际，我们注意到一个行业几乎所有的代表公司纷纷公布产能扩张计划，这个逆势扩张的行业就是培育钻石毛坯制造。在深入解剖培育钻石行业后，我们发现培育钻石虽然已有超过 70 年的历史，但是近 5 年来随着供给端技术的突破，行业才真正具备规模化量产能力。现阶段，宝石级培育钻石的产量渗透率由不足 1% 已经迅速提升至 6% 以上，在全球将近千亿美元的钻石首饰市场中，基于培育钻与天然钻性质几近一致的性能以及突出的性价比，在各大钻石零售巨头的推动下预计未来五年市场规模存在 4 倍以上的增长空间，CAGR 高达 30% 以上。

(1) **培育钻石 vs 天然钻石**：培育钻石的成分、硬度、折射率等属性等与天然钻石一样，主要差别就在于形成方式和稀有的程度，继而决定价值差异性，培育钻石的终端零售价格只需要同等级天然钻石的 1/3；

(2) **上游关注中国河南，中游切割打磨加工集中在印度，下游零售以美为主**：国内培育钻石公司主要集中在上游毛坯制造，技术壁垒高毛利率高达 60%。HTHP 相较 CVD 法颜色劣势明显，消费者肉眼即可辨识。同时高温高压法生产成本更低，生产设备国内自主研发掌握技术壁垒，技术更新迭代更快、生产周期短，且业内龙头公司单台顶压机的产量不断提升，HTHP 法在培育钻石的前景更值得看高一线。同样品级的钻石销售中，培育钻毛利润是天然钻石的 1.8 倍左右，丰厚的利润推动下游珠宝零售巨头入局，带动培育钻石渗透率的提升。

(3) **行业的增长来自供给需求的共同作用**。供给方面，天然钻供给有限，培育钻的替代是大势所趋。需求方面，客户群体具有低龄化特征，千禧一代和 Z 世代对首饰审美的多元化逐渐令钻石的消费场景扩展到婚恋之外，自我奖励和礼物馈赠等非婚恋场景占比提升至 4 成以上。因此，随着消费实力提升和理念变革，我国培育钻石市场前景可观。另外，同样品级的钻石销售中，培育钻毛利润是天然钻石的 1.8 倍左右，丰厚的利润推动下游珠宝零售巨头入局，在大品牌的背书下进一步带动培育钻石渗透率的提升。

图 68 培育钻石行业主要上市公司梳理

股票代码	公司名称	总市值-亿元	PE-TTM	细分领域	2021/12/31		
					收入	净利润	毛利率
301071.SZ	力量钻石	203	67.85	上游培育钻石原石制造-HTHP	4.23	1.91	64%
600172.SH	黄河旋风	130	211.45	上游培育钻石原石制造-HTHP	24.37	-8.24	31%
000519.SZ	中兵红箭	397	59.23	上游培育钻石原石制造-HTHP	74.10	5.52	21%
300179.SZ	四方达	81	72.74	上游培育钻石原石制造-CVD	3.89	1.00	53%
002046.SZ	国机精工	71	52.76	六面顶压机供应商	32.66	1.93	21%
300945.SZ	曼卡龙	32	48.00	下游入局培育钻石零售商	11.03	0.70	20%
0116.HK	周生生	56	8.70	下游入局培育钻石零售商	196.41	8.69	25%

数据来源：WIND

(1) 中兵红箭

老牌军工企业，培育钻石行业的先驱者。公司是中国兵器工业集团旗下的特种装备和超硬材料上市平台，公司也是世界工业金刚石和培育钻石的头部企业；2013 年公司收购了中南钻石，后续多次的资产的注入为公司打造核心业务，标志着公司正式进入超硬材料和防务产品的双轮发展战略。公司作为全球工业金刚石龙头，其工业金刚石受益于下游光伏等行业旺盛需求订单饱满，且因产能受培育钻石挤压，产品持续涨价，未来盈利能力有望得到大幅改善。

(2) 黄河旋风

历史包袱卸载，业绩反转向上，卡位培育钻和工业金刚石的高景气赛道。公司是我国培育钻石和工业金刚石的领军企业之一，是行业内压机数量最多以及技术领先的代表企业之一。受益培育钻石及工业金刚石景气向上，公司有望逐步提升盈利能力。受明匠智能子公司的拖累及 2021 年疫情冲击等影响，公司 2020 年业绩出现较大亏损。随着公司的历史包袱逐步卸除，利息费用和减值计提预期会逐步改善，后续利润有望加速释放。

(3) 力量钻石

培育钻石新锐力量，未来 3 年 6 倍产能扩张速度，业绩弹性大。公司瞄准培育钻石极佳赛道，购入新型的锻造大腔体压机，产能规划积极未来可期。目前先进压机型号的占比领先于同行企业。
