

《化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种》

编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1. 任务来源

本项目根据工业和信息化部 2025 年第三批行业标准制修订计划（工信厅科函〔2025〕294 号），计划编号 2025-0671T-JB，项目名称“化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种”进行制定。本项目归口单位为全国磨料磨具标准化技术委员会，主要起草单位为郑州磨料磨具磨削研究所有限公司、国机金刚石（河南）有限公司、宁波晶钻科技股份有限公司，项目周期 12 个月。

2. 主要工作过程

起草阶段：接到计划后，根据工作需要成立了标准起草工作组。工作组成立后，对制定工作的具体问题进行了研究、协商，确定了工作方案、人员分工和时间进度。工作组在工作过程中，广泛收集并分析了国内外相关基础技术文献、相近产品标准及应用案例，重点结合国内主要生产厂家的工艺现状、技术水平及在行业内的应用经验，对关键技术指标及相应的试验方法进行了总结和归纳。同时，工作组收集了代表性样品，依据初步的技术路线开展了试验验证工作。在上述工作的基础上，工作组开展了标准的起草工作，于 2025 年 11 月形成了标准工作组讨论稿。之后工作组内部召开了多次草案专题讨论，对标准草案进行细致的修改与完善后形成了标准征求意见稿，并经工作组组长审核后报标委会秘书处。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由郑州磨料磨具磨削研究所有限公司、国机金刚石（河南）有限公司、宁波晶钻科技股份有限公司、北京科技大学共同负责起草。

工作组成员：闫宁、包华、吴晓磊、张冠群、徐帅、李成明、周文涛、张良、余佳音、王鹏、安康。

所做的工作：闫宁任工作组组长，全面协调标准的起草工作；包华负责标准框架内容的确定和各阶段标准的审核工作；徐帅负责标准的具体起草，并对各方的意见和建议进行归纳和分析；吴晓磊、张冠群、李成明、张良负责标准技术内容的分析和确定工作；周文涛、余佳音、王鹏、安康负责国内外资料的收集、调研和试验验证工作。

二、标准编制原则和主要内容

1. 标准编制原则

秉承“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出”的原则，本标准根据当前国内外化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种的设计、生产和应用现状，结合我国化学气相沉积（CVD）方法同质外延生长单晶金刚石用晶种的工艺技术水平而制定，既要满足市场需求，又要引导行业技术进步，做到科学、合理、适用。

本标准按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

2. 标准主要内容

本标准规定了化学气相沉积（CVD）方法同质外延生长单晶金刚石用晶种的规格尺寸和技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标志、包装、运输、贮存和质量证明书内容。

本标准适用于化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种的制造。

（1）规格尺寸

结合实际，标准中给出了常用的晶种规格及其尺寸。

（2）技术要求

a) 外观

根据晶种的实际形状、色泽和在生产过程中容易出现的表面缺陷，对晶种的形状、表面状态及颜色等外观质量进行了规定。

b) 尺寸偏差

根据晶种在使用过程中的要求，对晶种的长度、宽度、厚度偏差，以及角度偏差进行了规定。

c) 杂质含量

根据目前国内主要晶种生产企业的工艺技术和客户的使用要求，确定了晶种中总杂质含量的上限。

d) 结晶质量

晶种的结晶质量用 X 射线双晶衍射摇摆曲线半高宽进行评价。根据晶种的制备技术水平和使用要求，规定了化学气相沉积（CVD）法和高温高压（HPHT）法两类晶种制备方法的半高宽质量指标。

e) 晶体晶向

根据目前国内对化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种晶向的具体要求，规定了晶种的晶向及晶向角度偏差指标。

f) 表面粗糙度

晶种的表面粗糙度对化学气相沉积单晶金刚石生产过程中金刚石 100 取向定向生长稳定性及晶体生长缺陷有重要影响，因此根据目前国内主要

化学气相沉积单晶金刚石生产厂家对晶种的使用要求，规定了晶种的表面类型及粗糙度上限值。

g) 表面质量

晶种的表面质量对化学气相沉积外延生长单晶金刚石的晶体缺陷有显著影响，因此根据目前国内主要化学气相沉积单晶金刚石生产厂家对晶种的使用要求，对晶种的凸起与凹坑、多晶、夹杂、裂纹、崩边、缺口、塌边等表面质量进行了规定。

(3) 试验方法

a) 外观

外观质量采用目视检查即可。

b) 尺寸

长度、宽度和厚度用外径千分尺测量，角度用角度尺测量。

c) 杂质含量

按照 GB/T XXXXX 的规定进行测定。

d) 结晶质量

按照 GB/T 34612 的规定进行测定。附录中给出了金刚石部分晶面的布拉格角等参数。

e) 晶体晶向

按照 GB/T 1555-2023 中 X 射线衍射定向法的规定进行测定。附录中给出了金刚石部分晶面的布拉格角等参数。

f) 表面粗糙度

按照 GB/T 29505 的规定进行测定。

g) 表面质量

用带刻度尺的光学显微镜放大 100 倍检测。

（4）检验规则

根据晶种制备企业日常检验实际执行情况，制定了产品出厂检验规则。

（5）标志、包装、运输和贮存

根据单晶金刚石晶种自身的特性，结合国内各晶种生产企业的实际情况，对晶种的标志内容进行了规定。

根据单晶金刚石晶种自身的特性，结合国内各晶种生产企业的实际包装情况、运输控制要求和存放要求，规定了晶种的包装、运输和贮存内容要求。

（6）质量证明书

结合实际，规定了晶种所提供的质量证明书的内容。

3. 解决的主要问题

近年来，化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）在培育钻石、散热、光学等领域的应用越来越广泛，其市场应用需求也越来越大。化学气相沉积（CVD）方法同质外延生长单晶金刚石需要用金刚石晶种作为衬底材料，目前，由于没有统一的标准来规范和引导化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种的各项技术指标，造成了市场混乱，限制了晶种生产厂家的生产质量控制和客户的选用，极大地阻碍了该产品的推广和应用。

本标准通过对化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种的外观、尺寸、杂质含量、结晶质量、晶向、表面质量等各项技术指标和相应试验方法等进行规范，填补了化学气相沉积单晶金刚石行业标准的空白，解决了化学气相沉积单晶金刚石用晶种无统一标准可依的问题，为单晶金刚石用晶种的生产制造、实际应用和贸易交流提供了重要的技术依据。

三、主要试验（或验证）情况

1. 主要技术指标确定的依据

本标准是在结合我国化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种技术发展现状和市场应用情况的基础上制定完成的。在编制过程中，工作组深入分析了市场上主流产品的质量水平，依据起草单位内控质量标准和客户使用要求的长期实践经验确定了具体的技术指标，确定依据详见第二章。

2. 制定后验证的情况

本标准制定后，标准起草工作组收集了国内外共 5 家生产企业的样品，按本标准的规定对产品的主要关键性能指标进行了测试，数据见表 1。

表 1 样品分析测试数据

项目		元素六	住友	国内企业A	国内企业B	国内企业C
外观		正方形，无色透明	正方形，无色透明	正方形，无色透明	正方形，棕色	正方形，黄色
尺寸及偏差	长宽mm	5.0 ± 0.03	10.0 ± 0.05	7.0 ± 0.05	20.0 ± 0.07	12.0 ± 0.07
	厚度mm	0.2 ± 0.01	0.3 ± 0.03	0.2 ± 0.03	0.7 ± 0.04	0.3 ± 0.05
	角度°	90 ± 0.3	90 ± 0.5	90 ± 0.3	90 ± 0.3	90 ± 0.5
杂质含量μg/g		≤ 0.5	≤ 0.7	≤ 1.2	≤ 8.3	≤ 7.2
结晶质量 arcsec	CVD	≤ 96	≤ 120	≤ 121	/	≤ 166
	高温高压	≤ 40	/	≤ 52	≤ 66	/
晶体晶向	晶向	$\langle 100 \rangle$	$\langle 100 \rangle$	$\langle 100 \rangle$	$\langle 100 \rangle$	$\langle 100 \rangle$
	晶向偏差°	0.7	0.6	1.2	1.2	2.1
表面粗糙度Ra nm		≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 7	≤ 9
表面质量		符合	符合	符合	符合	符合

标准起草工作组在分析测试结果后认为，本标准中列出的各项技术指标科学合理、试验方法切实可行，验证结果真实可靠，表明本标准的技术内容具备科学性、合理性和适用性，可以有效指导化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种的生产和应用等工作。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

化学气相沉积同质外延单晶金刚石是一种将金刚石晶种置于氢气、甲烷等反应气体中，反应气体经过活化分解，形成以晶种为衬底进行金刚石晶体外延生长的技术，具有生长品质好、成本低、效率高、工艺可控性强以及绿色环保等一系列优点，产品广泛用于珠宝首饰、精密加工、电子、光学等领域。起初，金刚石晶种由元素六、住友等美日企业垄断，国内完全依赖进口。近年来，国内相关企业相继攻克了化学气相沉积同质外延法和高温高压法单晶金刚石晶种的大尺寸、高纯度和高结晶质量生长、精密切割和表面抛光、性能检测和应用评价等多项关键技术难题，研发成功并形成了单晶金刚石晶种系列化产品，打破了国外垄断，逐渐替代进口，满足了我国对化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种的市场需求。然而，由于国内外尚缺乏针对晶种的统一技术规范和检验方法标准，导致市场秩序不规范，既制约了晶种生产厂家的技术提升与规模化生产，也增加了客户的选型和应用难度，这对产业的健康发展和国际竞争力的提高形成了阻碍。

本标准基于对国内外化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种设计、生产及应用现状的系统调研、深入分析与实验验证而制定。标准中提供了主流产品的规格尺寸，规定了外观、尺寸偏差、杂质含量、结晶质量、晶体晶向、表面粗糙度、表面质量等技术指标要求及相应的试验方法，填补了化学气相沉积单晶金刚石（同质外延）用晶种行业标准的空白，解决了单晶金刚石晶种无统一标准可依的问题，为该类产品的设计开发、生产制造和市场应用提供了技术依据，有利于引导规范生产、保障产品质量和规范市场秩序，

促进产品和技术的推广应用，支撑国产化发展和进口替代，提高我国金刚石产业的国际竞争力，满足我国珠宝首饰、精密加工、电子、光学等重要领域的应用需求。

六、与国际、国外对比情况

本标准起草过程中未查到同类国际、国外标准，故没有采标。

本标准起草过程中收集了国外厂家元素六和住友的样品进行了测试，见表 1。

本标准水平为国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行法律、法规、规章和相关标准，特别是强制性标准的协调性

本专业领域标准体系框图见附图。

本标准属于磨料磨具标准体系“超硬磨料”小类、“金刚石”系列。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草过程中无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议本标准为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布六个月后实施。实施前由全国磨料磨具标准化技术委员会在网站、公众号和微信群等信息化平台上进行宣传和讲解，企业可根据本标准修改自己的企业标准或技术文件。

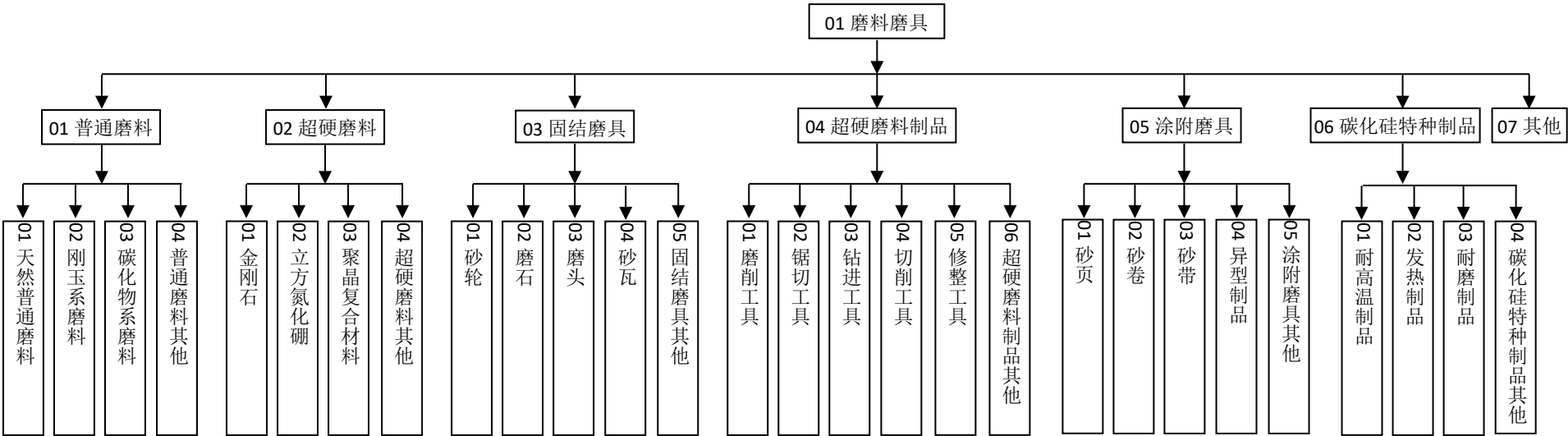
十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其它应予说明的事项

无。

附图



磨料磨具专业领域标准体系框架图