

团 体 标 准

T/JSGA 002—2020

培育钻石 鉴定与分级

Laboratory-grown diamond Testing and grading

2020 - 01 - 22 发布

2020 - 02 - 22 实施

江苏省黄金协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 鉴定特征	3
5 分级规则	5
6 鉴定和分级方法	5
7 结果报告	5
附录 A（规范性附录） 镶嵌培育钻石分级规则	7
附录 B（资料性附录） 培育钻石的典型发光图像	8
附录 C（资料性附录） 钻石常见缺陷归属表	9

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由江苏省黄金协会提出并归口。

本标准起草单位：国家金银制品质量监督检验中心（南京）、深圳市宁深检验检测技术有限公司、南京市产品质量监督检验院、正元韩尚珠宝（深圳）有限公司、江苏省黄金珠宝检测中心有限公司、杭州超然金刚石有限公司、广州纯钻贸易有限公司（凯丽希培育钻石）、江苏省黄金协会、江苏省质量技术监督珠宝首饰产品质量检验站、江苏星芭莎珠宝有限公司、德诚黄金集团有限公司、福建金德尚黄金有限公司。

本标准主要起草人：张栋、黄文清、邵军、方成、胡建中、陈秀华、陈德泉、蔡薇、尹剑、沈兆龙、顾西军、陈玉炜、陈锡辉、余斌、郭升。

培育钻石 鉴定与分级

1 范围

本标准规定了培育钻石鉴定与分级的术语与定义、鉴定特征、鉴定和分级方法、结果报告。

本标准中的鉴定适用于培育钻石(含培育原石和抛光培育钻石)。

本标准中的颜色分级适用于无色至浅黄(灰、褐)色、彩色未镶嵌抛光培育钻石。

本标准中的净度分级适用于无色至浅黄(灰、褐)色、彩色未镶嵌及镶嵌抛光培育钻石。

本标准中的切工分级适用于切工为标准圆钻型的未镶嵌及镶嵌抛光培育钻石。

本标准中的分级规则适用于质量大于等于 0.0400g (0.20ct) 的未镶嵌抛光培育钻石, 质量在 0.0400g (0.20ct, 含) 至 0.2000g (1.00ct, 含) 之间的镶嵌抛光培育钻石。质量小于 0.0400g (0.20ct) 的未镶嵌及镶嵌抛光培育钻石、质量大于 0.2000g (1.00ct) 的镶嵌抛光培育钻石可参照本标准执行。

非标准圆钻型切工的未镶嵌及镶嵌抛光培育钻石, 其颜色分级、净度分级及切工分级中的修饰度分级可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 16553 珠宝玉石 鉴定

GB/T 16554 钻石分级

QB/T 4113 彩色钻石颜色分级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

培育钻石 laboratory-grown diamond

完全或部分由人工制造的, 由碳原子组成的宝石级单晶金刚石, 其物理性质、化学成分和晶体结构与自然界产出的天然钻石基本相同, 又称为实验室培育钻石。

注1: 可通过辐照处理(常附加热处理)和/或高温高压处理等技术改善或改变培育钻石的颜色。

注2: “部分由人工制造的”指培育钻石中包含种晶; 在天然钻石表面人工再生长钻石薄层, 不属于“培育钻石”的范畴。

3.2

高温高压培育钻石 high temperature high pressure laboratory-grown diamond

模拟天然金刚石的生长环境，以石墨、金刚石粉或石墨-金刚石粉为碳源，在高温高压、金属触媒等条件下发生相变而形成的宝石级单晶金刚石。简称HPHT培育钻石。

3.3

化学气相沉淀培育钻石 chemical vapor deposition laboratory-grown diamond

在中温低压的条件下，主要以碳氢化合物（常见为甲烷）和氢气为原料，以方形种晶片为基底，在实验室培育而成的宝石级单晶金刚石。简称CVD培育钻石。

3.4

缺陷 defect

钻石晶体中碳原子偏离理想晶格位置。

示例：N3 中心。

注1：缺陷又称光学缺陷或光学中心。

注2：缺陷可以由C原子缺失导致空穴V、C原子被杂质原子替代、或由塑性变形引起。

注3：参见附录C。

注4：本定义中的“钻石”包括天然钻石和培育钻石。

3.5

培育钻石分级 laboratory-grown diamond grading

从颜色、净度、切工和质量4个方面对抛光培育钻石进行等级划分。

3.6

无色至浅黄（褐、灰）色系培育钻石 laboratory-grown diamond of colorless to tint yellow (brown or gray)

D-Z无色至浅黄、浅于N的褐色与灰色培育钻石。

注：由于培育钻石尚无获得的比色石，所述颜色级别对应于天然钻石的比色石。

3.7

彩色培育钻石 fancy colored laboratory-grown diamond

除D-Z无色至浅黄、浅于N的褐色与灰色钻石之外，其他颜色的培育钻石。

3.8

钻石类型 diamond type

钻石类型是指根据钻石内杂质原子（主要是氮）在晶体中的有无及存在形式，将钻石分为I型（Ia型、Ib型），II型（IIa型、IIb型）两种类型。

注1: I型钻石含氮,其中Ia型钻石中氮呈集合体状,Ib型钻石中氮呈孤立状;II型钻石不含氮原子(氮质量分数 $<0.001\%$),其中IIa型钻石不含硼,IIb型钻石含硼。

注2:本定义中的“钻石”包括天然钻石和培育钻石。

4 鉴定特征

4.1 CVD 培育钻石

4.1.1 晶体习性

呈板状晶体,{100}立方体单形发育,{111}八面体和{110}菱形十二面体单形不发育。

4.1.2 放大检查

可见黑色石墨包体或点状包体、云雾状包体、羽状纹等。

4.1.3 发光图像分析

超短波紫外线照射下,多数呈绿蓝色、绿色、粉紫色,少数呈深蓝色、黄绿色、橙色、红色等;常见层状生长纹,由生长纹所分割的生长层荧光颜色可能呈现差异;HPHT处理后的CVD培育钻石常呈现绿蓝色荧光。

注1:超短波紫外线指波长 $<230\text{ nm}$ 的紫外光源。

注2:超短波荧光观察常见的仪器为DiamondView。

4.1.4 红外(FTIR)光谱

CVD培育钻石红外光谱中 $1100\sim 1400\text{ cm}^{-1}$ 范围一般无吸收(IIa型),少数可见 1332 cm^{-1} , 1344 cm^{-1} 弱吸收峰,部分可见 3107 cm^{-1} , 3123 cm^{-1} , 3323 cm^{-1} 等与氢杂质有关的吸收峰。

黄色CVD培育钻石红外光谱一般可见 1332 cm^{-1} , 1344 cm^{-1} 吸收峰。

棕粉色CVD培育钻石、经处理的粉色CVD培育钻石可见 1332 cm^{-1} , 1344 cm^{-1} 弱吸收峰。

经辐照、热处理的粉色CVD培育钻石可见 1450 cm^{-1} 吸收峰。

4.1.5 紫外-可见(UV-VIS)光谱

CVD培育钻石一般为典型IIa型吸收谱,偶尔可见孤N引起的 270 nm 吸收峰,对于纯净(基本不含氮)的CVD培育钻石,该吸收峰可能不出现。常可见由 $[\text{SiV}]^{-}$ 缺陷引起的 737 nm 吸收峰。

粉色CVD培育钻石可见 637 nm , 575 nm , 503.2 nm 吸收峰,部分可见 496 nm , 741 nm , 986 nm 吸收峰,常可见 737 nm 吸收峰。

棕粉色CVD培育钻石常可见 520 nm 吸收带和由 $[\text{SiV}]^{-}$ 缺陷引起的 737 nm 吸收峰。

4.1.6 光致发光(PL)光谱

CVD培育钻石常可见 $736.6/736.9\text{ nm}$ 双峰,并可能出现 467 nm , 503.2 nm , 533 nm , $596/597\text{ nm}$ 等发光峰,其中 467 nm , 533 nm , $596/597\text{ nm}$ 发光峰是CVD培育钻石独有的特征,经HPHT处理后变弱或消失。

粉色CVD培育钻石常可见 637 nm , 575 nm , 737 nm , 503.2 nm 发光峰。

4.1.7 其他鉴定特征

光泽:金刚光泽。

解理:中等至完全解理。

摩氏硬度：10。

密度：3.52 (±0.01) g/cm³。

光性特征：均质体，常见异常消光。

多色性：无。

折射率：2.417。

双折射率：无。

荧光观察：365 nm长波：常呈弱橘黄色、弱黄绿色或惰性；

253.7 nm短波：常呈弱橘黄色、弱黄绿色或惰性，通常短波荧光强于长波荧光。

4.2 HPHT 培育钻石

4.2.1 晶体习性

多呈八面体 {111} 与立方体 {100} 的聚形，晶面常出现树枝状、阶梯状生长纹。

4.2.2 放大检查

内部常见呈云雾状分布的点状包体，呈树枝状、板状、短棍状或不规则的金属包体，与生长区相应的色带或色块等。

4.2.3 发光图像分析

超短波紫外线照射下，荧光颜色呈红色、绿色、蓝绿色、橙黄色、黄绿色、绿蓝色等；常见明显的生长分区特征，不同生长区呈不同颜色的荧光；绝大多数可见弱至强的磷光现象。

注1：超短波紫外线指波长<230 nm的紫外光源。

注2：超短波荧光观察常见的仪器为DiamondView。

4.2.4 红外 (FTIR) 光谱

无色至浅黄 (灰、褐) 色HPHT培育钻石呈 II a或 II b型吸收。

蓝色HPHT培育钻石呈 II b型吸收。

黄色HPHT培育钻石呈 I b型或 I b+ I aA型吸收。

粉-红色HPHT培育钻石呈 II a或 I b型吸收。

4.2.5 紫外-可见 (UV-VIS) 光谱

无色至浅黄 (灰、褐) 色HPHT培育钻石常可见孤N引起的270 nm吸收峰。

粉-红色HPHT培育钻石可见637 nm, 595 nm, 986 nm吸收峰。

绿黄色HPHT培育钻石可见794 nm, 658 nm, 527 nm等与Ni有关的吸收峰。

蓝色HPHT培育钻石可见其吸收峰从500 nm向紫外区逐渐增强。

4.2.6 光致发光 (PL) 光谱

HPHT培育钻石常可见与Ni有关的658 nm, 696 nm, 794 nm发光峰以及883/884 nm发光双峰。

无色至浅黄 (灰、褐) 色HPHT培育钻石可见637 nm, 575 nm, 737 nm发光峰。

蓝色HPHT培育钻石可见637 nm, 575 nm, 737 nm, 503.2 nm发光峰。

黄色HPHT培育钻石可见637 nm, 575 nm, 986 nm, 503.2 nm发光峰。

粉-红色HPHT培育钻石可见637nm, 575 nm, 986 nm, 503.2 nm, 503.4 nm发光峰。

4.2.7 其他鉴定特征

光泽：金刚光泽。

解理：中等至完全解理。

摩氏硬度：10。

密度：3.52 (±0.01) g/cm³。

光性特征：均质体。

多色性：无。

折射率：2.417。

双折射率：无。

荧光观察：365 nm长波：常呈惰性；

253.7 nm短波：常呈无至强的淡黄色、橙黄色、绿黄色等，不均匀，部分有磷光。

5 分级规则

5.1 质量

参照GB/T 16554的规定。

5.2 颜色分级

无色至浅黄（褐、灰）色系列培育钻石参照GB/T 16554的规定。

注：培育钻石不做荧光强度级别项目。

未镶嵌抛光彩色培育钻石颜色分级参照QB/T 4113的规定。

5.3 净度分级

参照GB/T 16554的规定。

5.4 切工分级

标准圆钻型培育钻石切工分级参照GB/T 16554的规定。

6 鉴定和分级方法

6.1 鉴定方法

培育钻石的鉴定方法、鉴定项目和选择原则应符合GB/T 16553的规定。

6.2 分级方法

培育钻石分级方法应符合GB/T 16554、QB/T 4113的规定。

7 结果报告

7.1 定名规则：

培育钻石的定名应遵守以下规则：

- a) 应充分披露钻石为实验室人工生长/培育的属性，定名为“培育钻石”或“实验室培育钻石”；
- b) 实验室培育方法不应参与定名，可附注说明，如“HPHT 培育钻石”、“CVD 培育钻石”；

c) 经后期人工处理的培育钻石可直接使用“培育钻石”定名。

7.2 检验报告/证书的基本内容：

- a) 报告/证书编号；
- b) 检验结论；
- c) 质量；
- d) 颜色级别；
- e) 净度级别；
- f) 切工，包括如下三项：
 - 形状/规格：标准圆钻型规格的表示方法：最大直径×最小直径×全深；
 - 比率级别：全深比、台宽比、亭深比、底尖比等；
 - 修饰度级别：对称性级别、抛光级别；
- g) 检验依据；
- h) 签章和日期。

7.3 其他

培育钻石证书中可选择的内容。如颜色坐标、净度坐标、净度素描图、切工比例图、备注等。

附 录 A
(规范性附录)
镶嵌培育钻石分级规则

A.1 镶嵌培育钻石的颜色等级

A.1.1 无色至浅黄（褐、灰）色系列镶嵌培育钻石采用比色法，与无色至浅黄（褐、灰）色系列未镶嵌培育钻石颜色级别的对应关系详见表A.1。

表A.1 无色至浅黄（褐、灰）色系列镶嵌培育钻石与未镶嵌培育钻石颜色对照表

镶嵌培育钻石颜色等级	D-E		F-G		H	I-J		K-L		M-N		<N
对应的未镶嵌培育钻石颜色级别	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	<N

A.1.2 镶嵌抛光彩色钻石不做色调、色度分级，结果报告中仅描述色彩。色彩描述用“辅色”+“主色”的方式，例如对辅色为“微褐”、主色为“红”的培育钻石在结果报告中应描述为“色彩：微褐红”或“微褐红（色彩）”。

A.1.3 镶嵌培育钻石颜色分级应考虑金属托架对钻石颜色的影响，注意加以修正。

A.2 镶嵌培育钻石的净度等级

在10倍放大条件下，镶嵌培育钻石净度分为：LC、VVS、VS、SI、P五个等级。

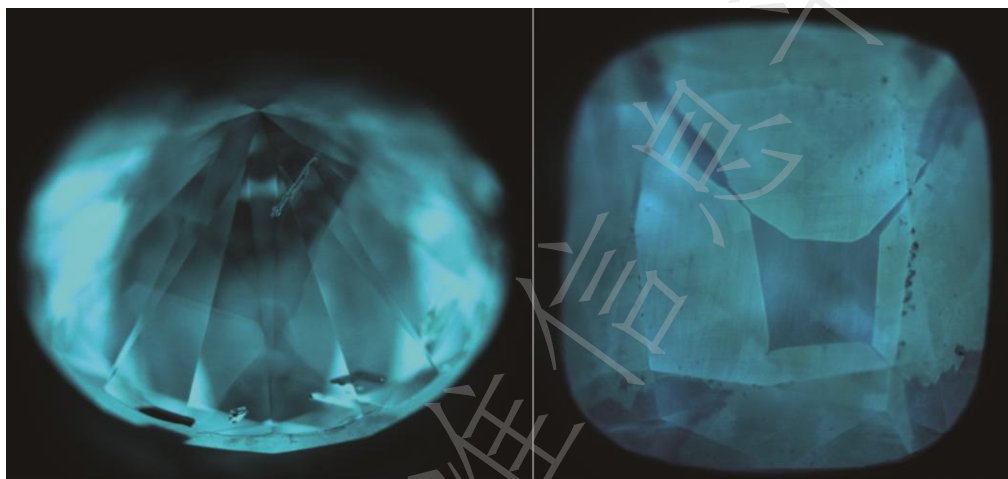
A.3 镶嵌培育钻石的切工测量与描述

A.3.1 对满足切工测量的镶嵌培育钻石，采用10倍放大镜目测法，测量台宽比、亭深比等比率要素。

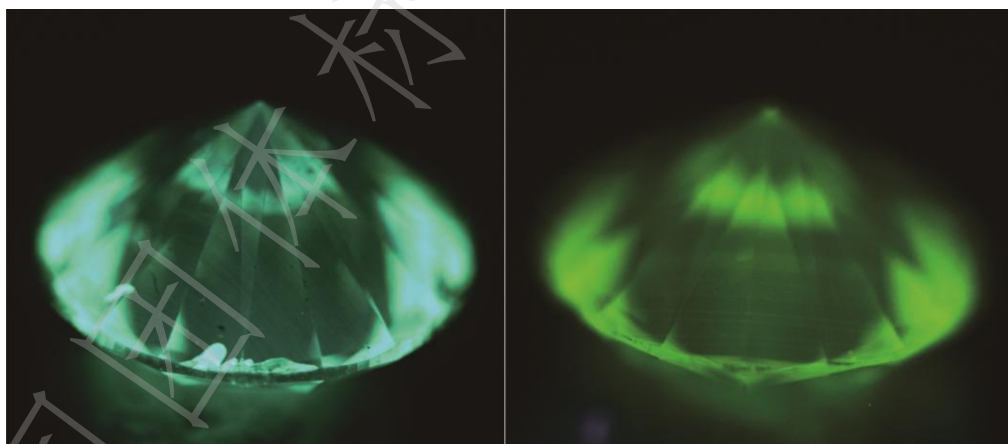
A.3.2 对满足切工测量的镶嵌培育钻石，采用10倍放大镜目测法，对影响修饰度（包括对称性和抛光）的要素加以描述。

附录 B
(资料性附录)
培育钻石的典型发光图像

培育钻石典型超短波荧光图见图B. 1~B. 2。



图B. 1 HPHT 培育钻石的典型发光图像



图B. 2 CVD 培育钻石的典型发光图像

附 录 C
(资料性附录)
钻石常见缺陷归属表

钻石常见缺陷归属表见表C.1。

表C.1 钻石常见缺陷归属表

峰位	峰位性质	测试方法	缺陷名称	产状、性质及鉴定意义	备注
270 nm	—	UV-VIS	C	a) 是 I b 型钻石的典型特征；见于 HPHT 和 CVD 培育钻石；极少见于天然 I a 型钻石； b) I a 型和部分 II a 型钻石经 HPHT 处理后可见 C 心； c) 270 nm 吸收的出现是培育钻石的重要指示；是天然钻石经 HPHT 处理的重要指示。	a) 结构为单原子 N； b) C 心吸收引起黄色，此类天然钻石称为 Canary 系列。
393.6 nm	ZPL	UV-VIS	ND1	a) 辐照损伤心；具有低热稳定性； b) 指示辐照处理。	a) 带负电荷的空穴，结构为 V ⁻ ； b) 对呈色无影响。
415.2 nm	ZPL	UV-VIS PL	N3	a) 具有高的热稳定性； b) 约 95%的天然钻石具有 N3 的 PL 峰，指示天然成因。	a) N 表示天然。由 3 个氮原子和一个空穴 V 组成，结构为 N3V； b) 具 N3 吸收的呈不同饱和度的黄色，称为 Cape 系列。
477.6 nm	—	UV-VIS	N2	a) 具有高的热稳定性； b) 是 I a 型天然钻石的常见缺陷，是天然钻石的重要指示。	a) 属于 N3 心的振动跃迁； b) 伴随 N3 心出现，引起不同饱和度的黄色。
496.2 nm	ZPL	UV-VIS PL	H4	a) 具有较高的热稳定性，但其热稳定性低于 H3； b) 可见于天然钻石；常见于经辐照退火处理的钻石； c) H4（尤其是强度大时）指示辐照退火处理。	a) H 表示辐照和加热；由 B 中心捕获一个空穴 V 形成，结构为 N4V2； b) H4 吸收产生黄色。
503.2 nm	ZPL	UV-VIS PL	H3	a) 是含氮钻石中最常见的天然色心，常与 N3 心相伴出现； b) 可由辐照退火产生； c) 鉴定意义不大，需结合其他特征。	a) 结构为 [N-V-N] ⁰ ；由 A 心捕获一个空穴 V 形成，或由 B 中心分解形成； b) H3 吸收产生黄色。

表 C.1 (续)

峰位	峰位性质	测试方法	缺陷名称	产状、性质及鉴定意义	备注
575.5 nm	ZPL	UV-VIS PL	575 nm 心 或 2.156 eV 中心	a) 辐照损伤心, 具有高的热稳定性; 见于含氮的天然钻石; b) 可由高温高压处理产生; HPHT 培育钻石经辐照后也可产生; c) 575 nm 心的强度低于 637 nm 心的强度是天然钻石经 HPHT 处理的重要指示。	a) 由电中性的一个氮原子和一个空穴 V 组成, 其结构为 $[NV]^0$; b) 与 637 nm 心联合吸收可产生粉-红色。
637 nm	ZPL	UV-VIS PL	NV^- 或 637 nm 心	a) 辐照损伤心, 具有高的热稳定性; b) 见于含氮的天然钻石: 天然 I b 型钻石可见很强的 637 nm 心; 见于天然 II b 型钻石的 PL 光谱中; 在天然褐色钻石(不论其钻石类型)的 PL 光谱中常可见 637 nm 心; c) 637 nm 心是天然钻石经 HPHT 处理后吸收光谱和光致发光光谱中最明显的特征; 可见于经辐照退火处理的 I b 型培育钻石; d) 在未经处理的天然无色钻石中, 637 nm 心的 PL 强度一般低于 575 nm 心的强度; 经高温高压处理后, 637 nm 心的 PL 强度高于 575 nm 心; e) 由 637 nm 心致色的钻石可认为是经人工处理的; 637 nm 心的 PL 强度大于 575 nm 心是钻石经过 HPHT 处理的重要指示。	a) 由电负性的一个氮原子和一个空穴 V 组成, 其结构为 $[NV]^-$, 优先分布于 {111} 生长区。 b) 与 575 nm 心联合吸收可产生粉-红色; 637 nm 吸收可产生紫色; c) 强度比 $I_{637}/I_{575} > 1$ 的判定适用于大多数 HPHT 处理的 I a 型钻石和许多 II a 型钻石; d) 测量 637 nm 和 575 nm 心的相对 PL 强度时, 激发波长应在 500-550 nm 之间。
737.5 nm	ZPL	UV-VIS PL	硅中心	a) 偶尔见于一些天然 I 型钻石; b) 是 CVD 培育钻石的常见特征, 可见于 Si 掺杂的 HPHT 培育钻石; c) 该心具高热稳定性, 能够经受 HPHT 处理, 但 HPHT 处理后 PL 峰变宽; d) 该心可作为培育钻石的重要指示。	a) 由带负电荷的一个 Si 原子和一个空穴 V 组成, 结构为 $[SiV]^-$; b) 一般对呈色无贡献, 但其强吸收可产生蓝色。
740.9 nm 和 744.4 nm	ZPL 双线	UV-VIS PL	GR1	a) 辐照损伤心; 热稳定温度较低; b) 可见于任何类型的天然钻石; II a 和 I aB 型褐色钻石常见弱 741 nm 线; c) 可由高能辐照产生, 经高温热处理后消失; d) 可见于粉色 CVD 培育钻石(同时可见 ND1); e) 天然钻石吸收光谱中 GR1 的出现是辐照处理的强烈指示。	a) 由 GR 心的电子跃迁引起; GR1 由电中性的一个缺陷组成, 结构为 V^0 ; b) GR1 吸收产生蓝/绿色。

表 C.1 (续)

峰位	峰位性质	测试方法	缺陷名称	产状、性质及鉴定意义	备注
986.3 nm	ZPL	UV-VIS PL	H2	a) 辐照损伤心；较低热稳定性； b) 可见于部分天然钻石；但在吸收光谱中，绝大多数天然钻石不具有 H2 吸收； c) 可由天然 I a 型钻石经辐照退火后产生；在包含辐照的多步骤处理钻石中常见 H2 心； d) 强 H2 吸收是 HPHT 处理的强烈指示；吸收/发光光谱中具强 H3 心，和吸收光谱中 H2 的出现是 HPHT 处理的强烈指示。	a) 由电负性的两个氮和一个空穴组成，结构为 $[\text{NVN}]^-$ ； b) H2 和 H3 联合吸收产生黄/绿色。
3107 cm^{-1}	—	FTIR	氢	a) 具有很高的热稳定性； b) 氢是天然钻石的一种主要杂质；主要见于含 B 中心的天然钻石； c) 常见于 CVD 培育钻石； d) 鉴定意义不大。	a) 氢有关的中心；结构为 VN3H ； b) 对呈色一般无影响；富氢钻石的紫外可见吸收可产生绿色。
2803 cm^{-1}	—	FTIR	硼	a) 具有很高的热稳定性，在 HPHT 处理后不发生变化； b) 常见于天然的 II b 型钻石和硼掺杂的 HPHT 培育钻石； c) 由于天然 II b 型钻石非常稀少，硼的存在是培育钻石的重要指示。	a) 由单个的硼原子组成； b) 硼吸收可产生蓝色。
1344 cm^{-1} 1130 cm^{-1}	—	FTIR	C	a) C 心在红外光谱中有两个主要的特征：1344 cm^{-1} 的尖峰和 1130 cm^{-1} 的宽峰； b) 大多数天然钻石不含 C 心（指在 FTIR 中无吸收）；C 心常见于 HPHT 和 CVD 培育钻石； c) C 心是天然钻石经 HPHT 处理后的常见缺陷； d) I a 型和 II a 型钻石中 C 心的出现是 HPHT 处理的强烈指示；红外光谱中有 C 心吸收且无 B 心吸收是培育钻石的重要指示。	a) 由孤氮组成； b) C 心吸收产生黄色，此类天然钻石称为 Canary 系列。
1282 cm^{-1}	—	FTIR	A	a) 具有高的热稳定性；HPHT 处理时可分解为孤氮； b) A 心是天然钻石最常见的缺陷之一；可见于 HPHT 培育钻石或经 HPHT 处理的 CVD 培育钻石、HPHT 培育钻石； c) A 心的存在对天然成因具有一定的指示意义。	a) 由双原子氮组成； b) 对呈色无影响。

表 C.1 (续)

峰位	峰位性质	测试方法	缺陷名称	产状、性质及鉴定意义	备注
1175 cm ⁻¹	—	FTIR	B	a) 具有高的热稳定性；其热稳定性高于 A 心； b) B 心的存在是天然钻石的强烈指示。	a) 由 4 个氮原子和一个空穴组成，结构为 N4V； b) B 心的 FTIR 吸收包括 1175 cm ⁻¹ 的主峰，1332 cm ⁻¹ 的尖峰，及 1100 cm ⁻¹ 和 1010 cm ⁻¹ 的峰； c) 对呈色无影响。

注1: ZPL—zero-phonon line 零声子线。

注2: HPHT 处理—high pressure-high temperature 高温高压处理。

注3: FTIR—傅立叶变换红外光谱。

注4: UV-VIS—紫外可见吸收光谱。

注5: PL—光致发光光谱。