

钻石 及钻石分级

杜广鹏 陈征 奚波 编著

ZUANSHI
JI ZUANSHI
FENJI



 中国地质大学出版社

钻石 及钻石分级

杜广鹏 陈征 奚波 编著

ZUANSHI
JI ZUANSHI
FENJI



 中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书是基于作者多年的钻石工作经验和教学经验,以国家钻石分级标准为纲领、广泛参阅国际主要钻石分级标准,结合最新钻石研究成果和市场信息编著而成。编著者坚持理论联系实际,系统介绍了钻石的宝石学基本性质、钻石4C分级的基本概念、钻石4C分级的工作方法和要求、钻石的合成及优化处理、钻石与仿钻的鉴定以及钻石的贸易和市场等专业知识。

本书内容丰富、图文并茂、资料详实,其最大特点是理论知识的系统性和操作方法的实用性,可以作为大专院校宝石专业的相应教材,也是钻石加工、鉴定、分级、商贸等从业人员的重要参考书,更适合于珠宝爱好者收藏阅读。

图书在版编目(CIP)数据

钻石及钻石分级/杜广鹏,陈征,奚波编著. —武汉:中国地质大学出版社,
2007.9

ISBN 978-7-5625-2189-1

I. 钻…

II. ①杜…②陈…③奚…

III. 钻石-分级-基础知识

IV. TS934.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 127145 号

钻石及钻石分级

杜广鹏 陈 征 奚 波 编著

责任编辑:张 琰

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)67883511 传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×960 毫米 1/16

字数:181 千字 印张:9.25

版次:2007 年 9 月第 1 版

印次:2007 年 9 月第 1 次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—3 000 册

ISBN 978-7-5625-2189-1

定价:54.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

闪耀璀璨光芒,折射七彩人生,钻石是大自然馈赠给人类的瑰宝,被称为“宝石之中的王者”。钻石,自古以来就是财富、权利和尊贵的象征,它坚硬、华美、纯净,因此更象征着忠贞、纯洁和爱情。在漫漫的历史长河中,钻石一直闪烁在帝王的皇冠和贵族的衣衫上,在全世界的宝石大家族中,没有任何一种宝石比钻石具有更丰富的内涵、悠久的文化和无上的价值。

钻石形成于亿万年前,钻石认识、开发、研究、利用的历史也就是人类文明的进化史。随着社会需求的不断提升,钻石资源的开采也在不断加剧,随着钻石资源稀缺性越来越受到世人重视,钻石的价格也在世界范围内不断攀升。目前,钻石的贸易额大约占据珠宝首饰贸易额的80%以上,并且也吸引了更多人投资和收藏的目光。钻石的4C分级标准和技术是伴随着钻石贸易的发展而形成的,它在钻石的国际推广和贸易中具有重要的意义。近些年来,世界上有关钻石的科学研究也成果丰硕,无论是在钻石的合成、优化、处理还是钻石的检测方面,许多机构和研究者都表现了极大的兴趣和热情。

尽管我国的钻石行业发展较晚,但是经过二十年的努力,中国已经成为非常重要的钻石大国,同时也形成了国际公认最具前景的庞大市场。伴随着钻石行业的发展,我国的钻石分级标准也更多地体现了国际性特点,此外,我国的研究人员在钻石科研领域也作出了成果卓著的贡献。但是尽管如此,与国际上的发达国家相比,我国钻石行业的从业人员素质和钻石教育工作仍然有较大差距。

编著一本资料详实、内容新颖的钻石方面书籍一直是笔者的心愿,并希望可以提升从事和有志从事钻石事业人员的专业素质略尽绵薄之力,这也是笔者编著此书最大的初衷和目的。本书最大的特点是知识的系统性和方法的实用性,此外,本书也希望汇集最新的资料和研究成果以回馈各位读者。本书的第一、二、三、四、七、八章由杜广鹏和奚波编写,第五、六章由陈征编写,并由陈征负责统稿、审订和修改工作。

在本书的编写过程中,郭守国教授、亓利剑教授、刘厚祥博士、章越颖老师给予了极大的指导、帮助和支持,在此表示感谢;此外,也深深感谢上海建桥学院和上海远东珠宝学院各位老师的大力支持。中国地质大学出版社的各位领导和老师为本书的出版付出巨大的努力,在此一并表示感谢。

由于笔者的水平有限,书中的谬误和疏漏之处一定在所难免。但是,学问之道或许就是在于相互的印证和彼此的指斥,这应该也是提高能力和水平的最佳捷径,因此,笔者诚恳期望广大读者能够对书中的不足之处给予批评和指正,在此表示衷心感谢。

笔 者

2007年8月3日

上 海

目 录

第一章 钻石的基本性质	(1)
第一节 钻石的化学成分及晶体结构	(1)
第二节 钻石的晶体形态	(3)
第三节 钻石的物理性质和化学性质	(9)
第二章 钻石的 4C 分级	(14)
第一节 钻石的 4C 分级概述	(14)
第二节 钻石分级的常用仪器和工具	(19)
第三节 国际主要的钻石机构及其分级体系	(28)
第三章 钻石的颜色分级	(34)
第一节 钻石的颜色级别	(35)
第二节 钻石颜色分级实践	(35)
第三节 钻石的荧光分级	(42)
第四节 彩色钻石分级简介	(43)
第四章 钻石的净度分级	(46)
第一节 钻石的净度特征	(46)
第二节 钻石的净度级别	(55)
第三节 钻石净度分级实践	(65)
第五章 钻石的切工	(69)
第一节 钻石的琢型	(69)
第二节 圆明亮式琢型钻石的切工评价内容和方法	(72)
第三节 圆明亮式琢型钻石比例的评价方法	(78)

第四节	圆明亮型钻石修饰度的评价方法	(97)
第五节	花式琢型钻石比例及修饰度的评价方法	(102)
第六章	钻石的重量分级	(105)
第一节	钻石重量的单位	(105)
第二节	钻石重量的称量方法和重量分级	(106)
第三节	钻石重量的估算方法	(107)
第七章	钻石鉴定及优化处理	(111)
第一节	合成钻石及鉴定特征	(111)
第二节	钻石及仿钻的鉴定	(116)
第三节	钻石的优化处理及鉴定	(121)
第八章	钻石贸易与市场	(127)
第一节	戴比尔斯和钻石的国际贸易	(127)
第二节	钻石的销售渠道	(131)
第三节	成品钻石价格体系	(132)
第四节	中国钻石市场的现状及政策	(138)
参考文献		(142)

第一章 钻石的基本性质

第一节 钻石的化学成分及晶体结构

一、钻石的化学成分及分类

钻石属于自然元素矿物,矿物学名称为金刚石,化学成分为碳(C)。通常总是含有氮(N)、硼(B)等其他的微量杂质元素。根据 N 和 B 的含量及存在形式,可将钻石分为两个大类(I 型、II 型)四个亚类(I a 型、I b 型、II a 型、II b 型),此外,由于 N 的分布不均匀,还有混合型钻石存在。

1. I 型钻石

(1) I a 型

含 N 量在 0.1% ~ 0.3% 之间,氮以双原子或多原子的聚合态形式存在于钻石晶体中。天然钻石中 98% 属于 I a 型钻石,这类钻石颜色呈无色至黄色。

(2) I b 型

含 N 量在 0.1% 以下,氮以单原子形式占据晶体结构中碳的位置。这类钻石在自然界很少见,约占天然钻石的 0.1%,但大部分人工合成的钻石都属于 I b 型,这类钻石多呈黄色、黄绿色或褐色。

2. II 型钻石

(1) II a 型

不含 N 或含 N 量可忽略不计。这类钻石比其他类型钻石的热导性好,自然界中含量稀少。

(2) II b 型

不含 N,含有少量 B,钻石大多呈蓝色,部分呈灰色和其他颜色,其数量极少,是天然钻石中唯一能导电的类型。

3. 混合型钻石

同一颗粒钻石内,N 的分布不均匀,既有 I 型区,又有 II 型区,或者既有 I a 型区,又有 I b 型区。

利用电子顺磁共振(ESR)、紫外、红外和紫外形貌照相技术,可以快速确定

钻石的种类。

二、钻石的晶体结构特点

钻石和石墨是碳的两种同质异象体,它们的化学成分相同,但物理性质却截然不同。例如,钻石是自然界中硬度最大的矿物,而石墨的硬度则很小,这种性质上的巨大差异主要是由它们不同的晶体结构决定的(图 1-1)。

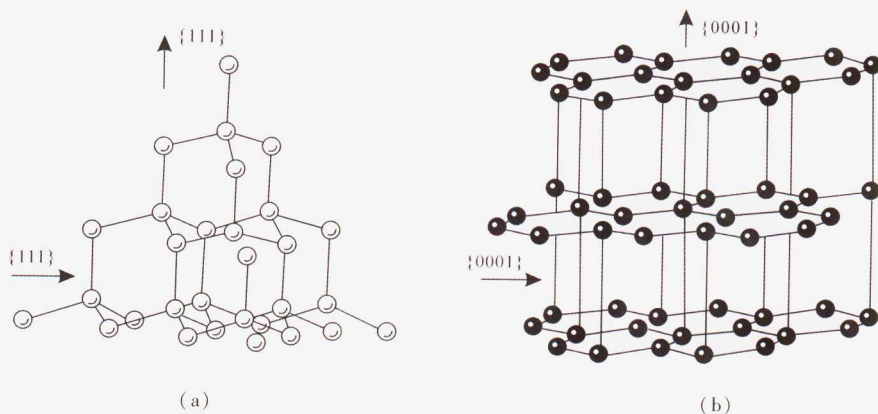


图 1-1 钻石(a)和石墨(b)的晶体结构

钻石属于等轴晶系,其对称型为 $3L^44L^36L^29PC$, $a_0 = 0.356\text{nm}$ 。钻石的空间晶格类型为立方面心格子(图 1-2)。碳原子位于立方面心格子的八个角顶和六个面的中心,将立方体分割成八个小立方体,相间排列的小立方体的中心也各有一个碳原子占据。每个碳原子的周围有四个碳原子围绕,形成四面体配位。钻石的整体结构可以视为角顶相连的四面体的组合,碳原子间以共价键连接,原子间距为 0.154nm 。

钻石的这种晶体结构特点决定了其高硬度、高熔点、不导电及在温压条件变化的情况下化学性质稳定的特点。

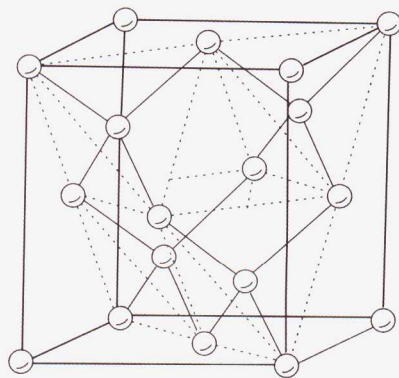


图 1-2 钻石的晶体结构

第二节 钻石的晶体形态

钻石的晶体形态是指钻石的单体及钻石的矿物集合体形态而言。钻石多呈具有相对规则的几何多面体单体形态,但也常以集合体形态出现。钻石的晶体形态是其成分和内部结构的外在反映,研究钻石形态对于钻石鉴定、成因分析、指导找矿和钻石加工等方面具有积极意义。

一、钻石的单晶体形态

钻石的单晶体形态可以是单形,也可以是聚形。此外,通常也把钻石的平行连生和双晶等规则连生体也作为钻石的单晶体形态分析的对象。

1. 钻石的单形

根据钻石面网特点的分析可知,钻石中(111)、(110)和(100)三种类型面网的网面密度最大,所以在钻石晶体生长发育的过程中这三个方向的面网最容易保留下来形成钻石的晶面。也就是说钻石的最常见单形为八面体(图1-3)、菱形十二面体(图1-4)和立方体(图1-5)三种。此外,钻石的单形还有三角三八面体、四角三八面体、四六面体和六八面体,但不常见。



图 1-3 八面体钻石



图 1-4 菱形十二面体钻石



图 1-5 立方体钻石

2. 钻石的聚形

钻石中最常见有立方体和八面体的聚形(图1-6)、立方体和菱形十二面体的聚形(图1-7)。此外,也可以见到常见单形和其他不常见单形的聚形。



图1-6 立方体和八面体的聚形

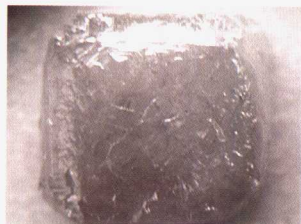


图1-7 立方体和菱形十二面体的聚形

由于钻石八面体(111)、菱形十二面体(110)、立方体(100)三种类型面网的网面密度依次降低,所以在钻石生长过程中,以上三种晶面最终保留的几率也依次降低。因此,在钻石的单晶体中八面体(111)晶面是最为常见的晶面,菱形十二面体(110)晶面次之,立方体(100)晶面较少见。

3. 钻石的规则连生

钻石的规则连生可以分为双晶和平行连生两种现象。

钻石的双晶是指两个或两个以上的钻石晶体按照一定的对称规律形成的规则连生体,相邻两个个体的面、棱、角并非完全平行,但是可以借助反映、旋转等晶体对称操作,使两个个体重合或平行。通常,钻石的双晶可以分为穿插双晶和接触双晶。穿插双晶(图1-8)是指两个钻石单体相互穿插生长的晶体现象;接触双晶(图1-9)是指两个钻石晶体以简单的平面形式结合在一起。在接触双晶中,最重要的形式是三角薄片双晶(Macle)(图1-10)。三角薄片双晶具有典型的三角薄片外观。



图1-8 钻石穿插双晶



图1-9 钻石接触双晶



图1-10 三角薄片双晶

钻石的平行连生是指钻石晶体彼此平行地连生在一起,连生晶体相对应的晶面和晶棱都相互平行(图 1-11)。钻石的平行连生现象较钻石的双晶少见。

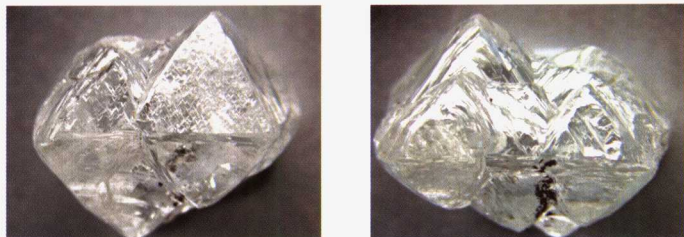


图 1-11 钻石的平行连生和晶面花纹

4. 钻石的晶体变形现象

自然界中产出的钻石晶体,很少有完美的理想晶形,往往会产生变形现象。钻石的晶体变形是指钻石晶体常因同一单形的各个晶面发育程度不等,导致晶体生长成偏离对称晶体形态的歪晶。例如,最常见的钻石晶形是八面体,但是八面体完全规则的几何形状也非常少见,晶体往往沿某个结晶方向产生形变。

对于钻石而言,最常见的变形是沿二次轴或三次轴方向压扁或拉长(图 1-12)。四面体钻石一直是一个颇有争议的问题,一些学者认为四面体是钻石的结构变体,但是真正意义上的四面体(图 1-13)极其罕见,一般认为四面体钻石是八面体沿相互垂直的四个三次轴方向拉长,八面体中的四个面充分发育,而另外四个面缩小,趋近消失,形成类似四面体的几何外观。所以,钻石的四面体应该是钻石晶体变形的一个现象。

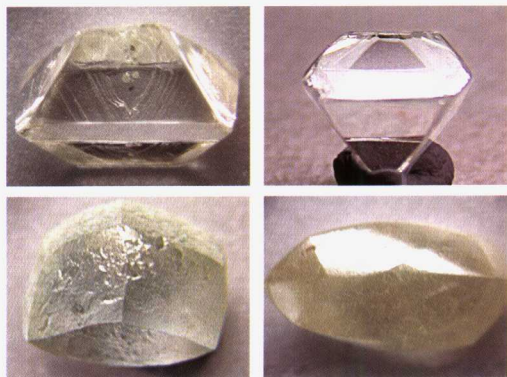


图 1-12 钻石的歪晶



图 1-13 四面体钻石

二、钻石的晶体生长标志及表面特征

钻石的晶体生长标志及表面特征主要包括钻石的生长线、生长脊、凹蚀坑、双晶标志、生长台阶、圆滑曲面、钻石皮壳和氧化膜等,认识钻石的这些特征对于鉴定、评估钻石以及指导钻石加工都有重要的意义。

1. 生长线

钻石的晶面或内部常常可以见到一系列交叉或平行的与结构有关的条纹或线状生长现象,统称为生长线。生长线是钻石形成过程中晶面向外平行推移生长产生的痕迹。在八面体和菱形十二面体钻石的晶面上,常常可以见到三角形和平行的晶面条纹。钻石晶体内部的生长线在切磨加工之后,仍常常清晰可见,并作为净度特征之一为钻石的净度分级提供参考。

2. 生长脊

在菱形十二面体钻石的晶面上,沿菱形晶面较短对角线的方向常常发育一条脊状隆起线(图1-14),使菱形晶面形成两个具有一定交角的三角形面。作为一种生长现象,通常而言,生长脊的隆起不是很高,若生长脊特别发育,则形成典型的四六面体单型。

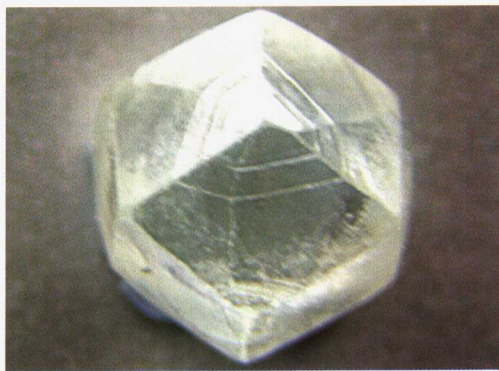


图1-14 菱形十二面体钻石晶面上的生长脊

3. 凹蚀坑

钻石在晶体形成后,晶面由于受溶解或熔蚀作用影响常常形成凹坑,它受晶体质点排列方式控制,故有一定的形状和方向,有时候凹蚀坑相互叠加。最常见的凹蚀坑是八面体晶面上的三角形凹坑,凹坑的三角形尖角指向八面体晶面的边(图1-15)。此外,在某些立方体钻石的晶面上有时也会见到四边形的凹蚀坑,凹坑的角指向立方体晶面的边,在三角薄片双晶上也有六边形凹坑现象。



图 1-15 八面体钻石晶体晶面上的三角凹坑

4. 双晶标志

钻石的双晶通常具有凹角,另外双晶的结合面在晶体表面上常常表现为“缝合线”。例如,钻石三角薄片双晶在结合面位置具有凹角和直的“缝合线”,且常常形成具有对称特点“鱼骨刺状”的生长纹,这种现象称为“青鱼骨刺纹”,又称为“结节”(图 1-16)。

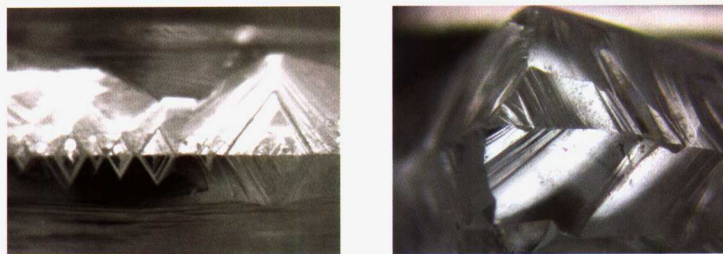


图 1-16 双晶“鱼骨刺状”的双晶纹

5. 生长台阶

在钻石的晶面上常常有一系列的平行堆叠的生长层,这是晶体在生长过程中,按层生长理论晶面向外平行推移的结果。生长层的厚度差别很大,有的很薄,在晶面上形成等高线一样的花纹;有的则很厚,形成厚厚的生长台阶。八面体钻石的晶面上三角形的生长台阶常常发育,台阶的边棱与钻石的八面体晶棱平行(图 1-17)。



图 1-17 钻石晶面上的三角形生长台阶

6. 圆滑曲面

理想的钻石晶体是面平、棱直、角尖的形态。但事实上,在晶体形成之后往往由于溶解或熔蚀的原因,形成晶面呈曲面、晶棱呈曲线的曲面圆化的现象。钻石的溶解过程中,晶棱首先变得钝化弯曲,当晶棱溶解得比较厉害时,钻石的晶面也会圆化缩小形成曲面。此外,在钻石圆化的晶面上,还常常可以见到三角形凹蚀坑,这也是晶体溶解或熔蚀的现象。

7. 钻石皮壳和氧化膜

有的钻石表面具有一层糖状的粗糙皮壳,皮壳厚薄不一,有的只是薄薄的一层,有的皮壳厚度则占钻石的大部分。钻石皮壳由钻石微细杂质组成,与钻石内核的性质具有明显差异,某些皮壳钻石也可以达到宝石级。此外,自然界中的一些钻石常常因天然矿物或矿液中的放射性元素影响而在表面形成绿色皮壳,但是绿色常常仅保留在皮壳部分,皮壳切磨后钻石的内核往往并非绿色。

钻石的晶面通常具有较强的金刚光泽,但是某些砂矿钻石在搬运过程中常常由于氧化作用而形成暗淡、无光泽的氧化膜表面,氧化膜通过简单抛磨即可去除(图1-18)。



图1-18 钻石的圆滑晶面和氧化表面

三、钻石的集合体形态

钻石的集合体一般不作为宝石使用,多用作工业用途,通常可以分为粉粒金刚石、圆粒金刚石和黑金刚石三种。

1. 粉粒金刚石(Boart)

全品质,直径不到1mm的粉粒级金刚石集合体。

2. 圆粒金刚石(Ballas)

由圆粒状金刚石颗粒集合而成,常为放射状条纹结构。

3. 黑金刚石 (Carbanado)

由微晶质或隐晶质金刚石颗粒集合形成的集合体,通常呈黑色或褐色,具有极高的硬度。

第三节 钻石的物理性质和化学性质

一、钻石的密度

钻石属于中等密度的矿物,密度约为 3.521g/cm^3 ,由于其成分单一,所以密度比较稳定,但部分含较多杂质和包裹体的钻石密度略有变化。

二、钻石的力学性质

1. 钻石的硬度

钻石是自然界中最硬的矿物,其摩氏硬度为 10,具有极强的抵抗外来刻划、压入和研磨等机械作用的能力。摩氏硬度表示的是矿物或宝石的相对硬度,钻石的绝对硬度远远大于摩氏硬度计中的其他矿物,其绝对硬度大约是刚玉的 150 倍和石英的 1 000 倍。钻石的硬度特点主要取决于其晶体结构和化学键型,具有各向异性和对称性特点(图 1-19)。

- A 最软的方向: 横穿菱形十二面体面
- B 软的方向: 立方体面上与轴平行的方向
- C 硬的方向: 八面体面上的所有方向
- D 最硬的方向: 立方体面上的对角方向

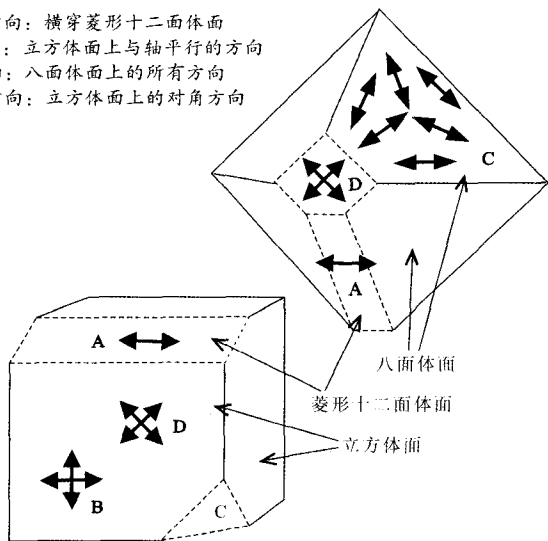


图 1-19 钻石中的差异硬度和晶体结构方向

立方体面上,平行于晶棱的四个方向硬度较小,沿立方体晶面对角线的四个方向硬度较大;菱形十二面体面上,沿菱形晶面较短对角线的两个方向硬度较小,沿其长对角线的两个方向硬度较大;八面体面上,沿垂直晶棱的三个方向硬度较小,平行钻石晶棱的三个方向硬度较大。利用钻石具有硬度差异性的特点可以对钻石进行切磨加工。

2. 钻石的解理

钻石在受到外力打击的时候,往往沿 $\{111\}$ 方向形成四组中等解理。根据钻石的晶体结构可知,八面体 $\{111\}$ 方向的网面密度最大,面网间距也最大,所以当钻石受到打击的时候容易沿面网结合力小的方向产生解理(图1-20)。成品钻石腰棱部位常常有“胡须”状现象(图1-21)和小的三角形缺口,这主要是由于钻石的解理所致。

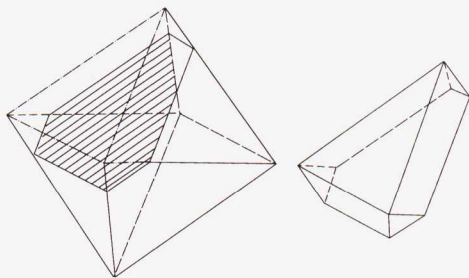


图1-20 钻石的八面体解理

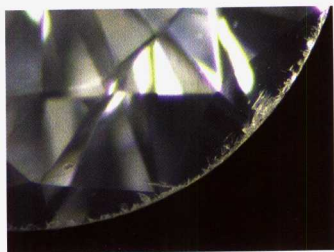


图1-21 胡须状腰棱

3. 钻石的脆性与韧性

钻石虽然很硬,且抗压性好,但性脆,重击易碎。

三、钻石的光学性质

1. 颜色

根据钻石的颜色可以分为开普(Cape)系列以及彩色系列。世界上90%以上的钻石属于开普系列,包括无色、浅黄、浅褐、浅灰等色调的钻石,其中最为普遍和常见的是带黄色色调的钻石,它主要是由于其中含有杂质元素N,使得钻石对蓝光和紫光产生部分吸收而致。彩色钻石包括颜色比开普系列Z色还深的黄色钻石和除了黄、褐、灰以外其他颜色的钻石,如粉红色、红色、紫红色、蓝色、绿色等,常常是由于N、B、H等微量元素进入钻石晶格或者因塑性变形、放射性元素辐射等原因而产生的色心导致。能够使钻石产生颜色的原因很多,完全无色的钻石非常少。