

山东省金刚石矿中的绿色钻石及其特征

王久华

(山东省地质矿产勘察院 山东临沂 276006)

摘要 本文论述了山东绿色钻石在金刚石原生矿、次生矿中的含量及绿钻的相关特征,阐述了含绿钻的砾岩层层位特点、松散层中具工业价值的四大矿段特点及绿钻含量。综述认为:山东绿钻既有纯正的绿色,也有复合的绿色、绿斑,透明度高,是宝石首饰业的珍宝,价值极高。初步探讨了次生矿中绿钻的形成时代,为前寒武纪。钻石绿色成因既有地质辐射作用所致,也有含铬引起,或塑性形变产生。山东绿钻无放射性残留,琢磨后绿色不消失。

关键词 山东省 天然绿钻 稀有 宝石级 无放射性

0 前言

绿钻常被称为彩色艳钻,极其珍贵,每克拉价值高达几十万——上百万美元;彩钻十分罕有,人们根据实际开矿资料确定彩钻及绿钻的总含量仅是普通白钻的几万——几十万分之一。

山东省也产出绿色金刚石。以前,总是将其混同于工业金刚石料应用。数年前,笔者在从事金刚石的多视角应用研究时,首次报道了山东发现了包括绿色钻石在内的多种色彩的彩色钻石,引起巨大反响。

一般来说,山东所产的绿色金刚石都是透明的,可达宝石应用级,故本文郑重地以绿色钻石代指绿色金刚石。

1 山东金刚石原生矿(金伯利岩)中的绿色钻石

在我国具有经济价值的金刚石原生矿均为金伯利岩型,产自山东省和辽宁省。到现在为止,只有山东在正规开采原生矿中的金刚石。

据山东省地矿局(厅)地质七队对金刚石的颜色以无色和浅黄色为主,而蓝、绿色晶体仅占 0.0091%,另有极少量具有绿色斑点的晶体。已发现的最大绿色钻粒径大于 7ct,为带黄色调的绿钻。现已被琢磨为大于 2ct 的标准圆钻。大部分的绿钻粒径在 1.5mm 以下。该地质队保留了一粒 -4 + 2mm 粒级的正八面体绿钻石晶体标本,待售价 45 万元——80 万元。

由胜利 1 号岩管的实际选矿资料得知,按颗粒数计,绿色钻所占比例要低一些,在 0.0001% 以下。晶体以八面体、菱形十二面体及其聚形为主。部分发育不完全,表面具很明显的溶蚀坑。透明。密度较 3.52g/cm^3 略大。颗粒度绝大多数在 2mm 以下。

据探矿与开矿资料反映,绿钻在金伯利岩中的分布,呈斑晶状态存在,但不显示规律性,即产出具偶然性。但是在总体上似乎显示与金伯利岩特征矿物有关:铬矿物(如铬铁矿、含铬镁铝榴石、铬透辉石)含量较大时,金刚石及绿钻略多;而含钛矿物(如含钛石榴石、钛铁矿、钙钛矿)多时,金刚石及绿钻含量则少。另外,金云母多时,金刚石明显减少。

2 山东金刚石次生矿中的绿色钻石

2.1 砾岩中的绿色钻石

2.1.1 下寒武统五山组砾岩中的绿钻

经过大量的地质工作,上世纪,地质七队在分布于枣庄市柯口——上泥河一带的下寒武统五山组砾岩中共选获 4 颗金刚石,竟有 2 颗为绿钻。其一,重 1.41mg,粒级 -1 + 0.5mm,为曲面菱形十二面体,总体呈深绿色,颜色不均匀,表面具大小不一、深浅

收稿日期:2006-03-03

第一作者简介:王久华(1965 年),男,1988 年毕业于中国地质大学(北京),长期从事金刚石、宝石、奇石地质找矿及理论与文化研究工作,中国矿物委员会副主任。

不同的绿色斑点。有的斑点在灯光下照射时具有褐色反光。晶面具锥状丘及叠瓦状、凹锥状蚀象。其二为 $-0.5 + 0.2\text{mm}$ 粒级绿钻,是次生破碎的阶梯状八面体双晶,整体呈淡绿色,有一处黄绿色斑,破碎面上有一深绿色斑。原始晶面特征:具倒三角和六边形凹坑。这两粒绿钻,具重要地质学意义。

2.1.2 中石炭统本溪组砾岩中的绿钻

在山东,本溪组砾岩分4层,只有2、3层含金刚石。主要分布在蒙阴、沂南地区。已选获金刚石几十粒,其中占41.18%的金刚石晶体呈绿色或含量绿色斑点。其粒径,大部分为 $-4 + 2\text{mm}$ 粒级。晶形以具溶蚀边或槽形棱的八面体为主,其次是曲面菱形十二面体及与八面体的聚形。极少晶面光滑,大部分晶面具倒三角或四边形凹坑。晶体完整率近50%。有一定的磨损。近47%的绿钻具有次生的密集小裂口,是钻石被搬运过程中外营力下遭受撞击所至。因品位低,开采价值不高。但绿钻具有宝石学意义。

2.1.3 侏罗系汶南组砾岩中的绿钻

汶南组砾岩在新泰、莱芜、沂源及济宁、临沂等地出露。已选获 $-1 + 0.5\text{mm}$ 粒级的绿钻多粒。有的钻石表面有绿色斑点。晶形主要为八面体、菱形十二面体,见有立方体与八面体的聚形晶。钻石完整体占72%以上。绿钻具地质学意义。因品位低、颗粒度小,绿钻的宝石学意义低。

2.1.4 古近系砾岩中的绿钻

绿钻仅在古近系白彦组砾岩中有发现。已选获金刚石4000余粒,绿钻占10.41%,绿钻的绿色以浅绿为主,深绿少见,带绿斑者占绿钻总量的近7%。绿钻粒径在 $-2 + 0.5\text{mm}$ 粒级达96%以上, $-4 + 2\text{mm}$ 粒级的绿钻2%以上。绿钻晶形以八面体、菱形十二面体为主,但完整晶体仅占3%左右。次生破碎、轻微磨损是此砾岩层中钻石的主要特征。因绿钻含量多,绿钻具有一定的宝石学意义。

2.2 松散层中的绿钻石

在山东省东汶河流域出土百余颗金刚石,只有2颗表面具绿色斑点,粒径仅 $-1 + 0.5\text{mm}$ 粒级,无宝石学意义。沂河中、下游地区山东省地段,出土200粒金刚石,绿钻7粒:浅绿者2粒、黄绿色2粒、深绿色1粒、浅蓝色1粒、绿斑者1粒。其晶形为曲面菱形十二面体制改革粒、八面体力劳动粒,二者聚晶1粒。有一粒达 $+4\text{mm}$ 粒级。具宝石学意义。

2.3 松散层矿床中的绿钻石

金刚石砂矿床具有工业开采意义的地段,主要分布在临沂市以南至江苏省北部地区。山东地质七队保留了一粒来自砂矿的绿钻石晶体,视为无价之宝。已知松散层矿床中,现在仍能产出绿钻石的是最具代表性的四个矿体。

M矿体:总面积近 1km^2 平均厚近 0.5m 。位于沂河阶地残丘缓坡地带,为残余冲积物之砂砾层、砾砂层等。矿体下伏地层岩性为下白垩统青山群之火山岩、砂砾岩。产出的金刚石粒级为 $-4 + 2\text{mm}$ 者占80%,大于 4mm 的约14%。对已选获的金刚石统计,绿色及蓝色钻石近于2%,晶形十二面体为主,约占70%,晶体完整率40%左右。绿色钻石具有宝石学意义。

L矿体:面积约 2.2km^2 平均厚 0.75m 。位于坳谷洼地及缓坡处,以残余冲积物、坡积物为主,岩性为含量碎石砾石砂层、砾砂粘土层、砂砾层等,矿体呈层状覆盖于上白垩统王氏群砂岩之上。已选获的金刚石以 $-4 + 2\text{mm}$ 粒级为主,可占83%;大于 4mm 粒级占11%。绿色钻石极少,仅在0.002%以下,晶形以菱形十二面体为主。因颗粒较大,绿钻具有一定宝石学意义。

Y矿体:面积 1.1km^2 平均厚 0.53m 。由残余冲积物、残坡积物、坡积物组成。为沂河II阶地残丘,岩性为含量碎石层、碎石砾石砂层等。矿体直接覆于下白垩统青山群火山岩、砂岩、砂砾岩及上白垩统王氏群砂砾岩之上。金刚石粒级 $-4 + 2\text{mm}$ 的近80%, $-8 + 4\text{mm}$ 粒级的金刚石达12%以上,晶形为菱形十二面体及相应的聚形者达77%。绿钻占金刚石总量的2.5%,透明度好,宝石学意义大,可重点开发利用。

S矿体:面积 0.5km^2 ,平均厚 0.53m 。位于沂河II阶地残丘及缓坡部位,为坡积成因。岩性为含砾碎石层、含砾碎石粘土砂层等。矿体下伏基岩为下白垩统青山群火山岩。矿体中,粒级 $-4 + 2\text{mm}$ 的金刚石近80%,晶形以菱形十二面体为主。宝石级绿色钻0.06%,绿色钻多含包体及次生破碎纹,表面有蚀象。

以上四个矿体中的金刚石特别是绿色钻石。地质界普遍认为与已知原生矿中的金刚石特征明显不同,极有可能有未知的供源地。因绿钻颗粒大,宝石学意义大。

3 山东绿色钻石综述

山东金刚石中的绿钻占有相当大的比例,绿钻粒径大于 2mm 时,即可应用于宝石首饰业。 $-8+4\text{mm}$ 粒级的绿钻因粒度较大价值很高。

经统计,绿钻的绿色,既有纯正的绿色如浓深的绿、浅淡的绿、中等浓度的绿;也有复合色的绿色如:黄绿、蓝绿等。绿色有的均匀、有的不均匀、有的呈绿色斑点。绿钻透明度较好,但部分绿钻具包体和次生破碎纹,大部分绿钻具有溶蚀现象。晶形以菱形十二面体为主。宝石学意义大,经济价值高。

就绿色钻石而言,具有开采价值的次生矿段为 M、Y 砂矿体和古近系下部的部分矿段。

在开采金刚石原生矿时需密切关注绿钻的产出普及含量变化,以便找出绿色钻石及其它彩色钻石的成矿规律。

但绿色钻石无论在原生矿中还是砂矿中,人们尚未发现明显规律。

4 绿色钻石年龄及成因初探

在《山东省白彦地区金刚石原生矿普查地质报告》中,地质人员根据已发现的绿色、绿色斑点、褐色斑点的众多金刚石后,认为是“前寒武纪的金刚石”。

在湖南沅江,也产出天然的绿色、绿色斑点及褐色斑的金刚石,致色原因是在沉积条件下遭受辐照所致。

在世界上,巴西、印度、委内瑞拉等国产出绿色金刚石。地质科学测定的绿金刚石产出年龄最低为

13.5 亿年,最高 29 亿年。因委内瑞拉处在有 40 亿年的圭亚那地质上,有人据此认为委内瑞拉的绿钻形成年龄可达 35—40 亿年。研究学者普遍认为前寒武纪时期的绿钻均经受过自然的地质辐射作用。

笔者认为,山东次生矿中的绿色钻石,绝大多数应为前寒武纪形成的。原生矿中的绿钻形成年龄最晚应与金伯利岩上侵时间相同,为晚奥陶世。斑点绿、绿色呈被膜样的钻石,均程度不同地经受过地质辐射作用,即绿色成因可能是漫长地质时期处于自然状态下的辐射作用所致。因原生矿中的绿钻含量与金伯利岩中含铬矿物的含量呈正相关关系,限于测试手段,笔者无法对绿钻进行高科技测试,仅从理论上推测,绿色是否与钻石晶格中可能含有铬离子无关呢?也可能是钻石在形成或岩浆运移过程中遭受塑性形变,产生晶格滑动、位错,引起空穴陷阱,产生“电子色心”或“空穴色心”,导致钻石呈色。

提醒人们注意的是,国际上的有些绿色金刚石在琢磨过程中,绿色会消失。而山东绿钻,据笔者有限的测试观察,除非过度磨蚀、琢磨后,钻石的绿色不会发生消失现象。

主要参考文献:

- [1] 钟华邦 山东发现美丽的彩钻[J] 珠宝科技 2000 年第 4 期。
王久华 山东省的彩色钻石资源[J] 上海地质 2005 NO. 3 TotNo95 61-62
- [2] 罗声宣、任喜荣、朱源等 山东金刚石地质量[M] 山东省科学技术出版社 1999
- [3] 山东省地矿厅(局)地质七队相关地勘资料。
- [4] 杨明生、高岩 湖南金刚石的褐斑特征及其意义[J] 宝石和宝石学杂志 2002 Vol. 4 No. 4 13-18

The green diamond in Shandong green diamond ore and its characteristics

Wang Jiuhua

(Geological & Mineral prospecting Institute of Shandong Province, Lingyi,
Shandong Province, Lingyi, Shandong Province 276006)

Abstract: The paper has discussed green diamond content in original diamond ore, secondary diamond ore about Shandong green diamond and its relevant characteristics, the features of strata position of conglomerate with green diamond and the features of 4 great ore sections in loose strata with industrial value and also green diamond content. With not only pure green color but also complex green color and splts and good transparency,

(下转第 63 页)

一个拐点时场地为小范围扰动,超静孔压水平可达 70%;达到第二个拐点时场地为大范围扰动,超静孔压水平可达 100%或稍高。统计表明,两个拐点对应的超静孔压平均水平沿深度呈现很好的线性增大。

当沉桩至一定程度后,土体内部的超静孔隙水压力已经达到或超过上覆土层的结构强度,上覆土体只能以隆起变形或侧向排开的形式吸收更多的超静孔隙水压力,使得超静孔隙水压力水平出现第一个拐点;继续沉桩,土体超静孔隙水压力继续集聚上升,当达到上覆有效土压力或稍高时,超静孔隙水压力再也无法增大,土体不断的隆起和流动,从而出现了代表第二个超静孔隙水压力水平的拐点。

6 结论

通过本次对沉桩引起的超静孔隙水压力的原位试验研究,主要得到了以下几点认识:

(1)在软粘土层较厚的地质条件下,桩径在 400mm 的预制方桩单桩影响范围可达 15m,显著影响范围可达 10m,实测表明随着距离的增大,超静孔隙水压力呈现非线性衰减。

(2)沉桩引起的超静孔隙水压力沿深度方向呈现线性或略带非线性的增大,并趋于一个临界状态。

(3)土体内部超静孔压发展滞后于沉桩施工。

(4)土体内超静孔压水平沿深度似线性增大,并在施工过程中呈现两个拐点,超静孔压水平可分别达 70% 和 100% 或稍高。两个拐点对应的超静孔压平均水平沿深度呈现很好的线性增大。分析认为出现这两个拐点的原因主要在于土体的结构强度影响和上覆最大有效土压力影响。

参考文献

- [1] 桩基工程手册编写委员会. 桩基工程手册[A]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995. 9
- [2] 唐世栋, 王永兴, 叶真华. 饱和软土地基中群桩施工引起的超孔隙水压力[J]. 同济大学学报, 2003, 31(11):
- [3] 姚笑青, 胡中雄. 饱和软土中沉桩引起的孔隙水压力估算[J]. 岩土力学, 1997. 18(4): 30~35
- [4] Jin - Hung Hwang, Neng Liang, and Cheng - Hsing Chen. Ground Response During Pile Driving. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 127, No. 11, November 2001, pp. 939 - 949

An In - situ Model Test Study of Excess Pore Pressure due to Pile Driving

Zhu Qin¹ Chen Hui² Li Tao²

(¹ Shanghai BaoSteel Land Co. Ltd 200003

² Shanghai Geotechnical Investigation and Designs Institute, 200002)

Abstract: Pile driven in thick clayey soil can cause the accumulation of excess pore pressure. The high excess pore pressure can influence soil, buildings and pipes surrounded, even make them injured. In this paper a in - situ model test on excess pore pressure was presented. It was found that the radius of influence range for single pile driven is about 15m, and there were two relatively stable stages, namely local disturbed stage and entirely disturbed stage, corresponding to two inflexions of excess pore pressure level, and the excess pore water pressure can reach or even exceed the above effective soil pressure.

Key Words: effect of driving pile, excess pore pressure, in - situ model test

(上接第 66 页)

it has been considered comprehensively as a kind of treasure in gemstone and ornament industry of high value. The paper also has stated the formation time of green diamond in secondary diamond ore is Precambrian. The formation of it has been caused not only by geological radiant action but also by chrome content or plastic deformation. Without radiant remains, the green color of Shandong green diamond has not been disappeared after cutting.

Key words: Shandong Province, natural green diamond rare, gemstone grade, without