

辽宁瓦房店金刚石矿集区区域成矿控制条件及资源潜力预测

赵建军, 李靖, 王书, 戴军

(辽宁省矿产勘查院, 辽宁 沈阳 110032)

摘要: 瓦房店地区是我国金刚石矿主要矿集区。金伯利岩浆侵入活动主要受超岩石圈郯庐深断裂控制, 有利于岩体赋存的部位是基底东西向构造发生继承性活动形成的北东东向断裂。该两组断裂联合控制了区内金伯利岩体群沿北北东方向成排、沿北东东方向呈带的空间分布规律。由于北东东向断裂活动强度的差异, I、II、III号金伯利岩带由北向南呈现了岩体数量渐少、规模渐小、含矿性渐弱的规律性变化。基于此, 认为在矿集区以北瓦窝-松树镇一带应具有对称性的1~2条金伯利岩带存在, 并预测该区原生金刚石具有较大的资源潜力。另据区内已勘探矿床中含矿岩体剥蚀程度, 推测约有3000万克拉金刚石被剥蚀形成砂矿。因此, 区内侏罗纪—第四纪地层和第四系松散堆积物中金刚石也具有较丰富的资源潜力。

关键词: 金刚石; 矿集区; 资源潜力; 瓦房店; 辽宁省

THE REGIONAL ORE-CONTROLLING CONDITIONS AND PREDICTION OF RESOURCES POTENTIAL OF THE DIAMOND CONCENTRATED DISTRICT IN WAFANGDIAN, LIAONING PROVINCE

ZHAO Jian-jun, LI Jing, WANG Shu, DAI Jun

(Liaoning Institute of Mineral Resources Exploration, Shenyang 110032, China)

Abstract: Wafangdian area in Liaoning Province is a significant diamond concentrated district in China. The intrusion of kimberlitic magma is controlled by the deep translithospheric Tan-Lu fault. The NEE-trending faults formed by the posthumous movement of E-W-trending structure in the basement are favorable positions for the rock bodies. The combination of both structures controls the distribution of kimberlite rock bodies. Because of the different active strength of the NE fault, the kimberlite belts display a decreasing trend from north to south in the amount, scale and ore content of rock bodies. Based on this, it is concluded that there exists 1 or 2 kimberlite belts in Beiwawo-Songshuzhen. A great potential of primary diamond resources is predicted in this area. In addition, it is estimated about 30 million carat diamond formed in placer by denudation. Therefore, the diamond resources in Jurassic-Quaternary strata are also promising.

Key words: diamond; concentrated ore district; resources potential; Wafangdian of Liaoning Province

我国属于金刚石资源贫乏国家^[1], 金刚石矿主要分布在山东、辽宁两省。其中辽宁金刚石矿发现于20世纪70年代初, 在1:20万复州幅区调中于瓦房店石灰窑子附近发现了金伯利岩1、2号岩管。之后开展了大规模的金伯利岩普查找矿和勘查工作, 发现了规模不等的金伯利岩管20个, 金伯利岩脉80余条。经选矿

表明宝石级金刚石所占比例较大, 金刚石质地优良, 可与南非金刚石媲美, 从而构成了我国重要的金刚石矿集区。

1 金刚石矿集区区域成矿条件

1.1 地质概况

收稿日期: 2010-08-19; 修回日期: 2011-02-22。编辑: 李兰英。

作者简介: 赵建军(1950—), 男, 理学硕士学位研究生, 高级工程师, 长期从事地质矿产勘查工作, 通信地址: 沈阳市皇姑区宁山中路42号羽丰大厦B座23层, E-mail: z789@vip.sina.com

瓦房店市金刚石矿集区位于瓦房店市西部,分布在长约 32 km、宽约 18 km 的范围内。矿集区由 20 个金伯利岩管和 80 余条金伯利岩脉、共计 108 个金伯利岩体构成。已查明资源储量的金刚石大型原生矿矿床 3 个、中型 2 个、小型 1 个;中型砂矿矿床 1 个、小型 2 个。此外,尚发现金刚石砂矿点 5 处。

矿集区所处大地构造位置为塔里木-华北板块东部、华北陆块的次一级构造单元辽东地块的西南部复州-大连凹陷区内。凹陷的基底由太古宙及部分古元古代层状变质岩系及同时代的花岗质岩石构成。盖层以新元古界青白口系和震旦系为主,其次为古生界及中生界地层。矿集区内岩浆岩不发育,金伯利岩体主要侵入于新元古界地层中,仅个别侵入于古生界地层中。

1.2 金伯利岩岩浆特征

矿集区内金伯利岩为富钾超基性岩石。主要由橄榄石、金云母,其次为铬尖晶石、镁铝榴石、铬透辉石组成。

根据研究,瓦房店地区莫氏面深度为 31~32 km,属幔隆区^①。据对该地区金伯利岩的形成压力和温度研究计算,推测其形成深度为 216~219 km(表 1)。因此,瓦房店地区的金伯利岩为来自地幔较深部位的偏碱超基性、且不具明显演化作用的独立岩浆体。该岩浆体在地壳运动中沿深大断裂带上升至地壳浅部成岩,并呈岩筒状和岩脉状产出。

表 1 瓦房店地区金伯利岩来源深度计算结果表

Table 1 Original depth of the kimberlite in Wafangdian area

岩体位置	压力/GPa	温度/℃	深度/km
瓦房店金伯利岩(平均值)	6.55	1490	216
50、51 号岩管	6.61	1313	219

1.3 金伯利岩岩石学特征

区内金伯利岩岩石呈黑色—褐黑色,具斑状、碎屑状结构,块状、球状、角砾状构造。其主要造岩矿物为橄榄石、金云母。矿石矿物为金刚石。副矿物主要有镁铝榴石、铬尖晶石、铬透辉石、钛铁矿、碳硅石。岩石具有不同程度的自变质作用,主要为蛇纹石化、金云母化、碳酸盐化及滑石化。

本区金伯利岩的岩石化学特征表现为:SiO₂ 含量 27.82%~35.31%,平均 33.78%;K₂O>Na₂O;Al₂O₃>(K₂O+Na₂O);Al₂O₃<(CaO+K₂O+Na₂O)。据此,区内金伯利岩属于硅酸强烈不饱和、并较富含碱性组分的偏碱性超基性岩。

区内金伯利岩中金刚石含矿性与岩体规模、产状、岩石组构、矿物成分等有关。岩管状岩体金刚石含矿性较好,而岩脉状金伯利岩很少含金刚石。具粗斑或多斑状结构的金伯利岩和富含高温、高压矿物的岩体,一般金刚石含矿性强,否则含矿性较差。在造岩矿物中富镁贫铁橄榄石和高铬镁铝榴石、高镁铬尖晶石、富镁钛铁矿以及含铬透辉石等均与金刚石含量成正消长关系,金云母含量及其富铁程度与金刚石含量呈反消长关系。在区内金伯利岩中的副矿物主要为镁铝榴石、铬铁矿和碳硅石,其他矿物含量很少。故该 3 种矿物具有指示区域找矿作用。

1.4 区域控矿构造特征

瓦房店金刚石矿集区位于郯庐断裂带东侧,金州大断裂以西的中间地带。

北北东向郯(城)庐(江)断裂带是规模巨大的超岩石圈断裂带,该断裂带向北延入辽宁境内^[2],具有明显的板内转换断裂特征^[3]。其先于印支运动发生的辽东地块与辽西地块两者呈北东向斜向拼接所形成的构造拼接带基础上,发生继承性活动。该活动控制了部分中生代岩浆侵入(包括金伯利岩浆上升侵入)活动和辽宁中部平原区新生代的巨厚沉积作用。根据其地球物理特征和沿断裂带有多期溢流式火山喷溢活动及现代小地震发生频繁等特点证明了该断裂带至今仍在活动^[4]。从更大范围看,辽宁省铁岭金伯利岩集中区和山东省蒙阴地区金刚石矿集区均分布在该断裂带内。据此分析,郯庐断裂带对金刚石矿的形成起到了控岩控矿作用,属于导矿构造。

金州大断裂位于金州-瓦房店-熊岳一带,断续延长约 150 km,是形成于古元古代的岩石圈断裂^[5],属于正断层,走向北北东,倾向北西。瓦房店金刚石矿集区分布于该断层的上盘,基本控制了矿集区的东部边界。

区内北东东至近东西向密集构造节理带和构造破碎带十分发育,多数控制着脉状金伯利岩体的产出。据此推测,在郯庐断裂发生活动的同时,基底东西向构造也发生了较强烈的继承性活动。这一活动在金州大断裂以东基底出露区表现为对印支期岩浆活动具有一定的控制作用,而在金州大断裂以西新元古代以来的盖层发育地区,表现为北东东至近东西向压性断裂和密集构造节理带,并与北北东向断裂一起控制了金伯利岩浆活动。从矿集区内已知的 20 个管状金伯利岩体和 80 余个脉状金伯利岩体的赋存形态看,脉状金伯利岩体均赋存于北东东向至近东西向构造带内;而管状金

①赵光慧,编. 辽宁省区域矿产总结. 1995.

伯利岩体主要出现在北北东断裂与北东东向构造的交接部位. 管状金伯利岩体虽规模大小不等, 形态复杂, 表现为椭圆形、肾形、舌形、葫芦形及不规则形态, 但其长轴方向多为北东东至近东西向, 倾向南东, 倾角 75~85°(图 1), 充分显示了区内北东东至近东西向断裂构造对岩体赋存空间的控制作用. 故认为基底继承性的东西构造属于储矿构造.

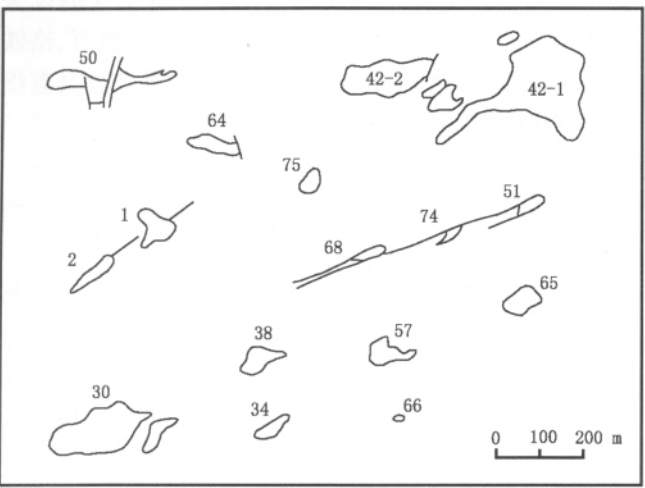


图 1 辽宁省复县金刚石矿田金伯利岩管形态规模平面图
Fig. 1 Form and scale of the kimberlite pipes in the diamond orefield in Fuxian area

综上所述, 区内与郯庐断裂活动相关的北北东向断裂构造控制了金刚石矿集区的空间分布范围; 基底继承性的北东东向至近东西向断裂构造控制了金伯利岩体群呈北东东向带状展布, 两者共同构成了瓦房店金刚石矿集区内控岩控矿构造体系. 矿集区中现已划分出 3 条北东东向金伯利岩(矿)带, 分别为 I、II、III 号带(图 2)(图 2 系根据大连市 1:10 万地质图和《辽宁省矿产总结》一书中的相关插图综合编制, 故金伯利岩位置仅具示意作用).

I 号带位于瓦房店金刚石矿集区北部, 延长约 20 km, 宽约 4 km. 该岩(矿)带中金伯利岩体数量多且较集中, 岩(矿)带连续性较好, 由 11 个金伯利岩管和 53 条岩脉构成. 其中 42、30 号岩管经勘探金刚石储量规模均达到大型矿床.

II 号带位于矿集区中部, 延长约 15 km, 宽约 3 km. 带内金伯利岩体较集中分布在岩(矿)带西段头道沟一带, 由 5 个金伯利岩管和 4 条金伯利岩脉构成. 其中 50 号金伯利岩管金刚石储量规模达到大型矿床, 51 和 68 号金伯利岩管储量规模达到中型矿床, 74 号金伯利岩管储量规模为小型.

III 号带位于矿集区南部, 延长约 10 km, 宽约 2 km. 由 2 个金伯利岩管和 3 条金伯利岩脉构成. 目前尚未发现具工业价值的金刚石矿床.

3 条金伯利岩(矿)带总体显示了自北向南岩体群数量由多到少、岩体规模由大到小、成矿作用由强到弱的规律性变化的特点. 这一变化规律充分反映了基底近东西向构造活动强弱对金伯利岩侵入活动的控制关系. 对强活动带两侧构造逐渐减弱的对称性分析, 可为今后在 I 号带以北地区进一步开展寻找原生金刚石矿提供理论依据.

1.5 成矿时代分析

对于瓦房店金刚石矿集区内金刚石的成矿时代, 毛景文等^[5]将其划为与早古生代超基性岩有关的金刚石、铬铁矿、铬镁铝石矿床成矿系列. 笔者从前述的构造条件分析推测, 晚古生代末至早中生代初是金刚石矿床的就位时期. 该时期是华北陆块由长期非稳定陆块向滨太平洋大陆边缘活动带的转化时期. 这一分析也与其他地质因素基本吻合. 区内金伯利岩体侵入最新地层层位为寒武系. 在矿集区东部中生代侏罗系地层底部砾岩中发现有金刚石古砂矿. 金伯利岩切穿并扑撈了同位素年龄为 7.9 亿年的辉绿岩床, 同时又被同位素年龄为 0.95~1.44 亿年的橄榄玄武岩穿切. 结合区内金伯利岩同位素测年数据(表 2), 认为区内金伯利岩的成岩成矿时代为晚古生代至中生代初期.

表 2 瓦房店金刚石矿集区金伯利岩同位素测年结果表

Table 2 Isotopic dating of the kimberlite from Wafangdian diamond concentrated area

岩石名称	测试方法	年龄值/Ma	测试单位
斑状金云母金伯利岩	全岩 K-Ar	422	南京大学
斑状金云母金伯利岩	金云母 K-Ar	398	北京大学
斑状金云母金伯利岩	金云母 Rb-Sr	462.7	中国地质大学
斑状金伯利岩	全岩 Rb-Sr	1109	中国地质大学

1.6 金刚石砂矿区域成矿条件

按成矿时代和赋矿层位可将矿集区内金刚石砂矿划分为现代砂矿(第四系松散堆积物中砂矿)和古砂矿(在中生代断陷盆地边部侏罗系底部砾岩中砂矿). 区内已发现的砂矿点主要属于现代砂矿. 现代砂矿按照距原生金刚石矿床的远近可进一步划分为近源砂矿和远源砂矿. 近源砂矿分布于金刚石原生矿床附近的沟谷中, 在沟谷上方多形成冲出锥形砂矿, 沟谷下方多形成小河谷阶地型砂矿. 远源砂矿主要分布在复州河、岚固河的河谷地带, 按砂矿形成部位其可分为边滩型及

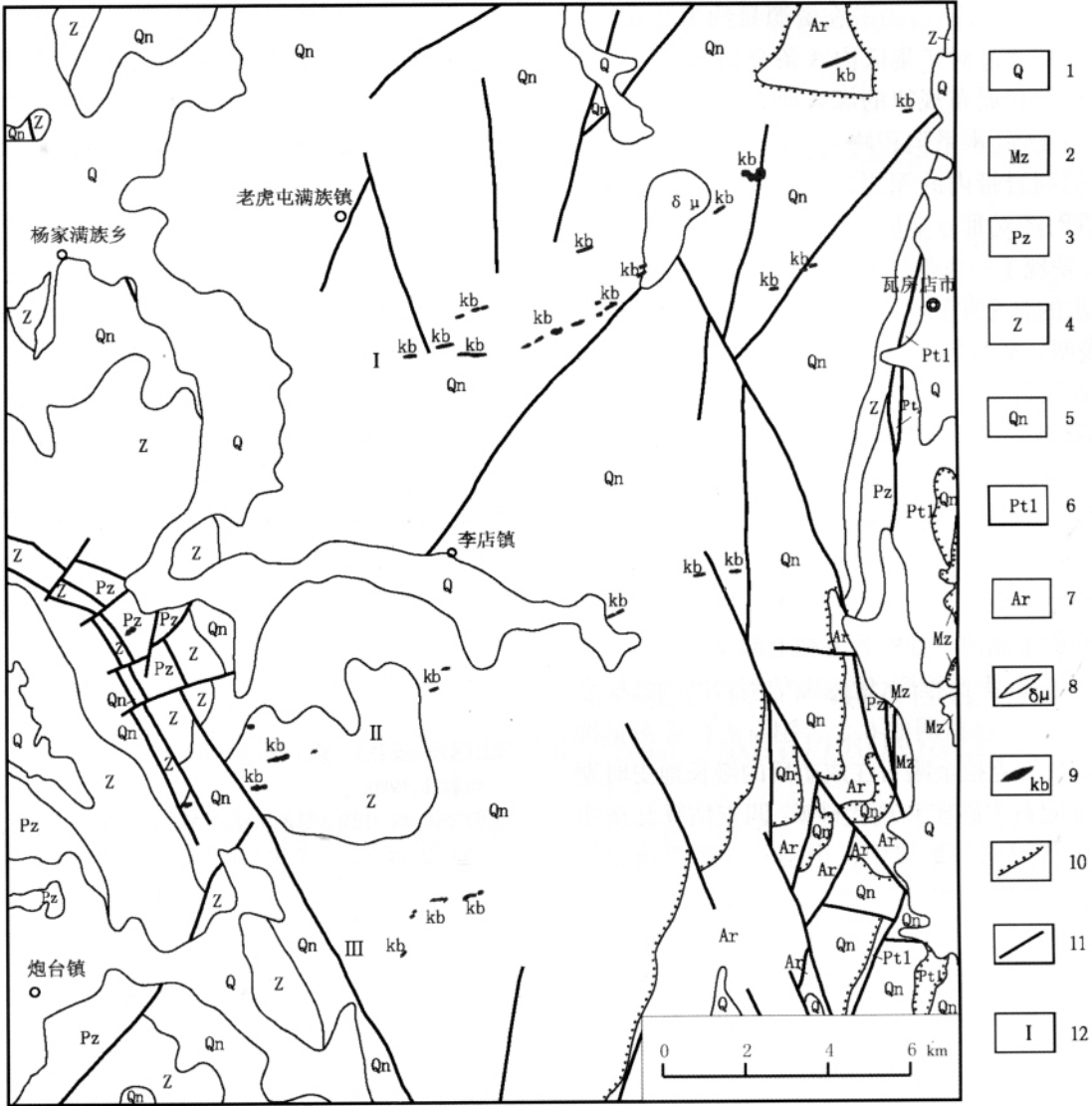


图 2 瓦房店地区金伯利岩带与构造关系略图

Fig. 2 Relation between the kimberlite belt and structure in Wafangdian area

1—第四系 (Quaternary); 2—中生界 (Mesozoic); 3—古生界 (Paleozoic); 4—元古宇震旦系 (Proterozoic Sinian system); 5—元古宇青白口系 (Proterozoic Qingbaikou system); 6—元古宇界 (Paleoproterozoic); 7—太古宇 (Archean); 8—闪长玢岩 (diorite porphyrite); 9—金伯利岩 (kimberlite); 10—角度不整合界线 (angular unconformity); 11—断层 (fault); 12—金伯利岩带及编号 (kimberlite belt and number)

河谷阶地型 2 种类型. 金刚石砂矿体主要是赋存于第四系下部砂质砾石层、亚砂土质砾石层和亚黏土质砾石层内. 冲出锥形砂矿主要形成于沟谷上方由窄突然变宽处; 河流阶地型和边滩型砂矿主要富集在与支流相汇处和河流急转弯处. 区内现探明近源金刚石中型砂矿 1 处, 小型 2 处, 河流阶地型和边滩型金刚石砂矿点 5 处.

2 金刚石资源潜力预测

2.1 金刚石原生矿资源潜力预测

根据对区内构造与金刚石成矿作用关系的分析研

究, 认为郯庐断裂系北北东向断裂构造与基底近东西向继承性断裂联合控制了金伯利岩浆侵入与金刚石的成矿作用, 并显示了矿化集中区呈北北东向延伸, 金伯利岩群呈北东东向带状展布的规律. 根据矿集区现已划分出的 3 个金伯利岩带所表现出的由北向南金刚石成矿作用强度逐步减弱的规律, 分析判断在 I 号金伯利岩 (矿) 带以北, 瓦窝镇—松树镇一带应有与 I 号带以南地区呈对称性存在的 1~2 个金伯利岩 (矿) 带, 并有可能形成规模较大的金刚石矿床. 因此, 矿集区的北部是进一步寻找金刚石原生矿的重点调查区. 对该重点调查区内的资源潜力, 以综合找矿模式

类比法进行预测,金刚石的潜在资源量约为 200~300 万克拉。此外,通过对矿集区内 3 条金伯利岩(矿)带控制成矿条件和展布规律的深入研究及对相关的物探(重磁)和化探(水系沉积物、土壤)成果分析,推测在 3 条金伯利岩带内的深部应有隐伏的含矿岩体存在。据报道^①,经对Ⅲ号金伯利岩带中 110 号岩管的进一步勘查,发现了一条隐伏的规模较大、延深较深、呈岩墙状产出的含金刚石金伯利岩体,矿床规模可达中型。因此表明,矿集区内仍具有较大的找矿空间和较丰富的潜在资源量。

2.2 金刚石砂矿资源潜力预测

通过对瓦房店金刚石矿集区中已发现的 100 余个管状和脉状金伯利岩体与德国地质学家罗伦茨以“汗水岩浆爆发火山作用模式”解释岩管形成的 3 个阶段模式对比研究,区内金伯利岩管均属于标准模式岩管的根部相和管道相的下部^②,管道相上部及火山口相均已被风化剥蚀掉。据此推测,区内金伯利岩的剥蚀深度应逾千米。据区内已探明的 6 个金刚石矿床资源量推算,约有 3000 万克拉金刚石在成矿后的漫长地史时期逐渐形成金刚石古砂矿和现代砂矿。调查估算瓦房店地区经中生代以来的地层中,金刚石砂矿资源量约 200 万克拉(主要是现代砂矿)^③。其中金刚石现代砂矿资源储量约 30 万克拉,显然尚有大量的金刚石砂矿未被发现。目前在复州河谷阶地、边滩和长兴岛滨海海蚀阶地中多处淘洗到金刚石。金刚石一般赋存在分选程

度不好的含砾粗砂层和含砂砾石层中。因此,区内金刚石砂矿的资源潜力很大。根据已探明资源储量的 3 个砂矿床的控矿条件和赋矿规律,对已知金刚石砂矿点进行类比预测,区内潜在资源量约为 100~200 万克拉。

3 结语

研究表明,瓦房店金刚石矿集区具有良好的区域成矿条件和规律性的金伯利岩管(脉)的空间展布,显示了金刚石原生矿及砂矿均有较大的资源潜力和进一步的找矿空间。对该矿集区内金刚石控矿因素和找矿方向的深入研究,可为进一步开展勘查,增加金刚石资源储量,建立我国金刚石开发利用基地,发展地区经济起到一定的作用。

参考文献:

- [1]朱训,编. 非金属矿产(中国矿情第三卷)[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [2]任纪舜,姜春发,张正坤,等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京:科学出版社,1980.
- [3]程裕淇,编. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [4]赵光慧,邵会文. 从板块理论看辽宁大地构造轮廓[J]. 东北地震研究,15(1):1999.
- [5]辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [6]毛景文,胡瑞忠,陈毓川,等. 大规模成矿作用与大型矿集区[M]. 北京:地质出版社,2006.

①要实现辽宁金刚石找矿大突破. 地质勘查导报,2010-07-22.

②辽宁省地质矿产局第六地质大队. 中美合作金刚石矿勘查项目相关资料.

③赵光慧,编. 辽宁省区域矿产总结. 辽宁省地质矿产勘查局,1995.