

当代金刚石的找矿理论和方法

张培元

金刚石在自然界的分布十分稀少,找到具有经济价值的矿床极为困难。世界上已发现金刚石的国家约30个,找到有经济价值的金刚石矿床的国家有26个。据统计,截止1984年底,世界金刚石保有储量约25亿克拉。其中澳大利亚6.5亿克拉,扎伊尔5亿克拉,博茨瓦纳3.5亿克拉,苏联2.5亿克拉,南非2亿克拉,金刚石在工业上有广泛的用途,其中好的是珍贵的宝石。按矿物原料产值,金刚石仅次于铁、金、铜、锌,名列第五位。近20年来,世界上许多国家都加强了对金刚石矿床的普查勘探,其中博茨瓦纳和澳大利亚取得了找矿的重大突破。

一、金伯利岩岩管结构模式及其找矿意义

英国著名金刚石地质学家J·B霍桑建立的典型金伯利岩岩管的结构模式,是由火山口相、火山道相及根部相等具不同岩石类型的金伯利岩组成的。

火山口相:火山口呈椭圆形的喇叭口状,岩管壁是比较平缓的,向火山口中心倾斜。充填在火山口内的沉积金伯利岩,是由喷发到地表的金伯利岩物质和各种围岩碎屑,通过不同方式回填到火山口内沉积而成。故它不具有岩浆岩的结构与构造,而是具有层理,只有从产状和物质成分去研究,才会发现与金伯利岩有密切的关系。火山口相沉积型金伯利岩的厚度一般为50~100米,视岩管大小而异。

按形成方式,沉积金伯利岩可分三类。一是山麓堆积相金伯利角砾岩和集块岩。位于火山口的边部,因重力滑动、坡积作用而回填。岩石分选性差、产状较乱。金伯利岩物质多半呈粘土状产出,仔细寻找可见到镁

钛铁矿、镁铝榴石等矿物。金刚石含量变化大;二是岩屑流型金伯利角砾岩和凝灰岩。分布于山麓堆积相金伯利角砾岩和集块岩的内侧。由于经流水搬运作用,分选性较好,层理清晰。能见到大量金伯利岩物质和少量指示矿物。金刚石分布较均匀,往往是主要开采对象;三是泥流型沉积金伯利岩。位于火山口中心部位。主要是含金伯利岩物质的砂岩、页岩及砂砾岩互层组成。层理清楚,属湖相沉积。其岩性不易辨认。可见少量指示矿物,如镁钛铁矿、镁铝榴石等。其中金刚石含量较贫,在细砾岩层中,有时含金刚石较富。

火山道相:位于火山口的下部和根部的上部。横截面多为圆形或椭圆形,管壁产状约 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。由原生火成碎屑金伯利岩充填其中。垂直长度一般为1千米。火成碎屑金伯利岩可分为金伯利凝灰角砾岩和金伯利角砾凝灰岩。岩石具角砾状构造,显微镜下可见岩屑和晶屑。岩石角砾(或碎屑)有围岩的、幔源捕虏体的以及金伯利岩岩块。岩石中可见较多的金伯利岩指示矿物。金刚石分布较均匀。是主要的开采对象。

根部相:是金伯利岩岩管最下部分。岩体形态复杂,无论在水平方向或是在垂直方向上都是不规则的。产状变化大。其横截面的面积一般随深度加大而变小(有时也有相反现象),最终变成岩墙或岩脉。根部相的金伯利岩属于岩浆侵入型,定名是斑状金伯利岩;当有围岩碎屑和深源捕虏体时,定名为斑岩金伯利角砾岩。金刚石的分布是不均匀的,含量通常随深度增加而减少。

综上所述,不同相的金伯利岩都有相应

的岩石特征和鉴别方法。但沉积型金伯利岩的鉴别,用薄片和化学分析其效果不好,主要靠野外观察和采取人工重砂寻找含铬镁铝榴石等指示矿物进行鉴别。

根据统计资料表明,发现有火山口相沉积型金伯利岩岩管的分布区,很少有金伯利岩岩脉、岩床产出。

建立并理解金伯利岩岩管的结构模式,对于指导金刚石原生矿找矿具有重要的现实意义。我国辽宁复县、山东蒙阴的金伯利岩,属根部相的斑状金伯利岩;辽宁复县的少数岩体属火山道相下部的金伯利凝灰角砾岩。为此,我们今后应将寻找保存比较完整的大型金伯利岩岩管作为主要战略目标。找矿远景区应选在适于保存完整金伯利岩岩管的地质环境中,即相对稳定的,往往有沉积盖层的古老地台区,而不是遭受剥蚀的强烈隆起区。同时,在普查找矿中要学会鉴别火山口相沉积金伯利岩。

二、钾镁煌斑岩型金刚石矿床

1976年以来,澳大利亚的CRA公司在西澳的金伯利地区先后发现了100多个钾镁煌斑岩岩体。其中1979年在东金伯利地区找到的AK₁钾镁煌斑岩岩管,地表面积45万米²(1600×200~600米),金刚石的平均品位为5克拉/吨,估计储量4亿克拉,1986年的金刚石年产量为2500万克拉,是迄今世界上最大最富的金刚石原生矿床。从而确定了金刚石的新的矿床类型。

钾镁煌斑岩的侵位方式、产状和金伯利岩相似,但其成分十分复杂。西澳的钾镁煌斑岩可分三种岩石类型:橄榄钾镁煌斑岩、白榴钾镁煌斑岩及这两类岩石的过渡类型。在岩管的边部钾镁煌斑岩呈碎屑状,在岩管中心部位岩石较完整。经普查评价表明,西澳已发现的钾镁煌斑岩多数含金刚石。但富含金刚石或具经济价值的是橄榄钾镁煌斑岩。还要强调指出的是,金刚石主要富集在呈碎屑状构造的橄榄钾镁煌斑岩中。橄榄钾

镁煌斑岩抗风化能力弱,常形成负地形,通常被第四系复盖。而白榴钾镁煌斑岩一般不含金刚石,该类岩石抗风化能力强,形成突起的火山锥,成为寻找橄榄钾镁煌斑岩的重要线索。

橄榄钾镁煌斑岩是一种斑状云母橄榄岩类。主要组成矿物是橄榄石、富钛透辉石、含钛金云母、富钾碱镁闪石、铬尖晶石及少量的红柱石、磷灰石、钙钛矿、玻璃质等。从化学成分看属于富钛超钾的超基性岩。 SiO_2 38~45%、 TiO_2 2.5~3.5%、 MgO 18~29%、 Al_2O_3 3.5~4.5%、 K_2O 3.5~5%、 P_2O_5 0.6~1.48%、 H_2O 5~7%、 F 0.2~0.5%、 CO_2 0.1~0.2%。橄榄钾镁煌斑岩的矿物—化学特征与金伯利岩的差别是:第一、橄榄钾镁煌斑岩含较多的透辉石、富钾碱镁闪石,而镁铝榴石含量低,不含镁钛铁矿,有玻璃质;第二、橄榄钾镁煌斑岩的 SiO_2 、 TiO_2 、 K_2O 、 P_2O_5 、 F 、 Rb 、 Sr 、 Ba 、 Zr 、 La 、 Ce 和 K/Na 比值比金伯利岩高的多,而 MgO 、 Cr 、 Ni 和全铁含量比金伯利岩低一些, CO_2 含量更低。从化学成分看,橄榄钾镁煌斑岩是介于白榴钾镁煌斑岩和云母型金伯利岩之间的过渡岩石,三者成因上有密切的关系,均来自上地幔。

橄榄钾镁煌斑岩型金刚石原生矿,主要产于古老地台边缘的活动带中,这个边缘活动带的基底属元古代。区内断裂发育,相关岩石是白榴钾镁煌斑岩等一套超钾质基性超基性火山岩。这与金伯利岩型金刚石原生产出的区域地质背景有所不同。

三、金刚石的成因及其形成条件

关于金刚石的成因,历来就有争论。概括地说,一是岩浆结晶说,二是幔源成因说。

1986年8月在澳大利亚佩斯召开的第四届国际金伯利岩会议上,金刚石幔源成因说占了统治地位。即金刚石是在上地幔(位于岩石圈与软流圈的交界处),距地表约150~200公里的深处,在压力45~60千巴,温度

约1140°~1400℃的高温高压条件下,由CO₂还原或CH₄氧化而形成的,其主要证据是:

1. 世界各地金伯利岩中的幔源捕虏体如石榴二辉橄榄岩和榴辉岩内含金刚石;西澳钾镁煌斑岩中的幔源捕虏体也含有金刚石。

2. 经J.W.Harris(哈瑞斯)等专家研究表明,世界各地金刚石内的包体矿物基本上是相似的:一是石榴石二辉橄榄岩中的矿物;二是榴辉岩中的矿物。这些包体矿物均为幔源岩石矿物。

3. 南非开普敦大学金刚石研究室,通过对“金伯利”、“芬什”金伯利岩管的同位素年龄的测定,金刚石是在33亿年前形成的,而金伯利岩的形成时代只有0.9亿年。另据J.W.哈瑞斯介绍,西澳AK₁的钾镁煌斑岩管的形成时代为12.06亿年,而其中的金刚石形成时代为15.8亿年。

上述事实说明,金刚石形成于上地幔,金伯利岩岩浆和钾镁煌斑岩岩浆仅作为载体将金刚石带到地壳上部直至地表。其上升侵位和爆发的动力,前者主要来自CO₂和H₂O,后者主要来自F和H₂O。

金刚石幔源成因说的确立,将进一步扩大找矿的新领域,不仅要寻找金伯利岩型、钾镁煌斑岩型原生金刚石矿床,还要探索新的可能含金刚石的幔源岩石。

四、找矿参数和方法

开辟新区找矿,选区时要考虑三条准则:

1. 地壳较厚、地温梯度及热流值低的地区,是形成金刚石原生矿的有利地区。如太古代地台对金伯利岩产出有利,其边缘的断裂活动带或与古老地台相邻的较年轻的盆地对钾镁煌斑岩产出有利。

2. 在上述大地构造环境内,偏碱性超基性岩、碱性岩、碳酸岩或超钾质火山岩广泛分布的地区。上述岩类的侵入体中保存有来自上地幔的超镁铁质结核,如石榴石二辉

橄榄岩包体等。这类岩体分布区及其外围地区是寻找金刚石原生矿的有利地区。

3. 古老地台上地壳引张地区,即深大断裂带、裂谷带及其两侧地区。

目前普查金刚石原生矿的方法较多,但重砂法仍是最基本、最有效的方法,物化探是重要的手段,选矿和鉴定分析是关键。

1. 在河流发育地区,采用河流重砂法,而在河流不发育地区,则用网格法在残、坡积物上采土壤重砂样。普查金伯利岩的指示矿物主要是镁铝榴石、镁钛铁矿、铬铁矿和铬透辉石,其矿物粒径范围以0.5~4毫米为主。普查钾镁煌斑岩的指示矿物主要是铬铁矿、镁铝榴石和锆石,其矿物粒径多为0.2~1毫米。

2. 在重砂测量的基础上,配合磁法,提高找矿效果。

中比例尺(1/2.5万~1/5万)航空磁测,一般应布置在已知金刚石原生矿区及其外围,发现磁异常后,安排地面磁测检查。

大比例尺(1/2千~1/5千)地面磁测,除用于检查航磁异常外,主要布置在金伯利岩或钾镁煌斑岩重砂指示矿物异常区,以圈定岩体的位置。

3. 当用磁法圈出明显异常时,可用化探方法寻找金伯利岩或钾镁煌斑岩。测定的主要元素是Cr、Ni、Co、Ti、Nb和稀土。

4. 由于金伯利岩、钾镁煌斑岩岩体严格受断裂构造控制,往往具有成群产出、成带展布的特点。因此,在新区发展一、两个这类岩体时,可据控矿构造调查,以尽快扩大找矿成果。

5. 为确定金伯利岩或钾镁煌斑岩的经济价值,除大致了解岩体的形态、产状和规模外,还要查明金刚石的品位和质量。为确定岩体的含金刚石性,要进行下列三项工作:

第一、寻找高Cr低Ca镁铝榴石和Cr₂O₃含量大于55%的铬铁矿。如有上述指示矿

对乡宁煤田实行保护性开采的几点建议

包继忠

乡宁煤田位于山西省河东煤田南部,主要分布在乡宁县境内,东抵临汾市河底乡,西至河津县下化乡。煤田呈北东东向展布,面积约1000余 km^2 。此外,煤田南部的加盖一申南凹一带,煤层已出露地表,由于沟谷切割而支离破碎,系未进行地质勘探工作的勘外区,面积约500 km^2 。

煤田含煤岩系为上石炭统太原组和下二叠统山西组,厚110m $\pm$,含煤16层和煤线2层,其中2*和9*煤层为稳定的全区可采煤层。可采煤层总厚8~10m,可采含煤率为7~9%。

乡宁煤田煤质具有低灰、低硫、低磷、高发热量、良好的洗选和结焦性能的特点,属于优质炼焦用煤,是**稀缺煤种**。原煤灰份8~20%。挥发份一般15~18%。2*煤硫份很低,小于0.4%,为特低硫煤;9*煤硫份则较高,属富硫煤或高硫煤;磷含量甚微,属特低磷煤。发热量一般均在8000千卡/千克以上。

煤田内地层产状平缓,构造简单。中部赵家湾区煤层埋深较大,王家岭区和台头区物存在,说明该岩体可能是含金刚石的。

第二、寻找超镁铁质结核、捕虏晶和巨晶。根据其中所含矿物组合,测出其平衡的温度和压力,在某一深度(压力)上接近于地盾的地温,并在金刚石的稳定区以内。

第三、按不同的岩石变型,采若干个有代表性的小体积样,每个样500公斤左右。通过选矿回收金刚石,特别是要重视寻找粒度小于0.5毫米的细粒金刚石。它的存在可证实存在着金刚石原生矿床,它的缺乏说明岩体的含矿性不好,往往不具经济价值。

必须强调指出的是,为正确确定金刚石

埋藏较浅,南部勘外区已出露地表。交通和开采技术条件方便。

煤田探明储量77亿吨,连同勘外区在内,总储量在100亿吨以上。

乡宁煤田煤炭开发历史悠久,尤其是近年来,发展更为迅速。其开发现状和存在的问题有:

1. 以小型煤矿为主,没有大型的国营矿山。乡宁县1985年有煤矿564个,经整顿后,1986年在册的还有193个,其中县营4个,二轻系统经营3个,乡镇和村营186个。这些煤矿集中分布在东部台头区、西部王家岭区和南部加盖~申南凹一带(即勘外区)。全县煤矿从业人数1985年为16000人,1986年13000人;原煤产量1985年448万吨,1986年353万吨。包括临汾市河底乡和河津县下化乡在内,全乡宁煤田1986年产原煤约500万吨。

2. 矿井布局不合理,分布很乱,过多过密,缺乏认真的统一规划和长远安排。单矿的井田占有面积平均不到1 km^2 ,小矿还的品位、分布、质量及其经济潜力,就要对有望的大型金伯利岩岩管或钾镁煌斑系统的取样选矿,目前还无其它岩岩管进行方法可代替它。

为了提高对磁异常的分析 and 筛选,物探和地质技术人员要共同研究,确定是否对磁异常验证。验证钻孔往往是布置在紧密相伴的峰值较高的正负异常成对出现的范围内。切忌在正异常的中心部位一孔定性,验证钻孔一般不少于3~4个。

(地矿部地矿司)