

加拿大金刚石勘查的重大突破及几点启示

□ 张培元

近几年,在加拿大西北部新发现了具有重要经济价值的大型金伯利岩型金刚石原生矿,震动了整个金刚石地质界。这是二十世纪 90 年代以来世界金刚石勘查史上一次重大突破。

一、加拿大金刚石勘查史

加拿大西北部地区属于北美地台的加拿大地盾区。早在 1899 年,加拿大地质学家霍布斯(W·N·Hobbs)最先指出,加拿大境内可能有金刚石。此后的半个多世纪,不少地质学家通过多种地质勘查手段和途径,在加拿大地盾的大湖地区的地表冰碛物中找到 85 颗金刚石,大者重达 80 克拉,但大部分小于 1 克拉。加拿大系统开展金刚石勘查工作从 60 年代开始,在对南自加拿大与美国边界,北至北纬 54°,西自落基山麓,东到阿巴拉契亚山脉的广阔地区内,有计划、有步骤地开展重砂测量和重点地区的

物探工作。先后有 50 多家公司,历经 20 多年的艰苦奋战,80 年代初,终于在魁北克省蒙特利尔地区和萨默塞特岛等地发现了一批不含或微含金刚石的金伯利岩管。鉴于找矿难度加大,加之受经济实力等的限制,除世界著名的戴比尔斯等少数有经济实力的公司,仍然继续在加拿大勘查金刚石外,大多数矿业公司退却了。

加拿大西北部地区金伯利岩型金刚石原生矿的发现,首先应该归功于加拿大戴梅特(DIAMET)公司地质学家 C. 菲普克。1978~1983 年,C. 菲普克等 3 人在加拿大西北部地区进行冰碛层重砂采样并发现金伯利岩指示矿物,即低钙高铬镁铝榴石、富镁铬铁矿、铬透辉石和镁钛铁矿,大大地增强了突破金刚石原生矿的信心。1984 年,C. 菲普克重新组建了戴梅特矿业公司,多方筹集资金,特别是得到 H. 德梅特先生(现在 BHP 公司工作)的资助,继续在加拿大西北部地区进行金刚石普查工作。通过重砂矿物追索,往东断续追索出了 700 多公里长的金伯利岩指示矿物散布条带。由于冰川堆积物常有很大的间断,需要进行大量“侦探”工作的。1990 年 4 月终于有了转机。当时,C. 菲普克在偶然飞越冰冻的“波因特”(point)湖上空时,突然发现该湖具有像火山口边缘的特征,经过一番认真细致地实地调查,他发现了一些金伯利岩指示矿物,其中有一颗大的铬透辉石。据此,他推测“波因特”湖下面有一个隐伏的金伯利岩管。为获得经济上的支持,1990 年 8 月,C. 菲普克与澳大利亚 BHP 公司签订了联合勘查金刚石项目的协议。不久,C. 菲普克也加入了 BHP 公司。必须指出,在技术上,特别是金伯利岩指示矿物的测试鉴定上,C. 菲普克得到了世界著名金刚石地质学家、南非开普敦大学教授 J. 格尼的指导和帮助。1991 年 10 月,在零下 20℃ 的冰天雪地,在 C. 菲普克的指挥下,经过钻探验证,在孔深约 200 米,发现了金伯利岩,采选 60 公斤钻孔岩心样,选获 81 粒金刚石,从而揭开了加拿大西北部地区蕴藏有丰富金刚石资源的秘密。

“波因特”湖金伯岩型金刚石原生矿的突

破,震动了世界各国矿业公司,世界上 100 多家不同规模的矿业公司或投资公司,纷纷前往加拿大西北部地区开展金刚石找矿工作。其中,澳大利亚 BHP 公司自 1991 年至 1995 年 8 月,通过采用重砂扫面、追索、航空物探、地面物探、钻探验证、采样选矿以及实验测试鉴定等手段,投入了大量勘查工作量,花去勘查资金 1.3 亿美元,共发现 51 个金伯利岩岩管,经初步勘查评价,大多数金伯利岩岩管含有金刚石,有 5 个岩管具有重要经济价值。

二、加拿大斯勒夫地区金刚石原生矿特征及开发

斯勒夫(slave)地区位于加拿大西北省府耶洛奈夫市北北东 360 公里,靠近北极圈北纬 65°的地方。在大地构造上,属于北美克拉通的斯勒夫地盾。其基底为太古宙片麻岩、片岩和混合花岗岩,同位素年龄为 39 亿年;在基底上面呈角度不整合零星覆盖有元古宙和古生代地层。地层产状平缓,大多呈水平状产出。区内以北东向和北西向断裂构造为主,严格控制金伯利岩岩管的产出和分布。确切地说,金伯利岩岩管一般产出在两组断裂构造交汇部位和北北东向断裂构造带上。在金伯利岩成矿区,辉绿岩和辉长岩墙十分发育,与金伯利岩在空间分布上有密切关系。

加拿大西北部地区已强烈准平原化,地形平坦,三分之一地区为湖泊、沼泽,其余为荒无人烟的苔原和裸露基岩,第四系不发育,局部地区第四系厚度为 1~2 米。

斯勒夫地区迄今共发现 51 个金伯利岩岩管,形成时代为第三纪,同位素年龄为 5200 万年。这是世界上最年青的具有经济价值的含金刚石金伯利岩。经详细观察研究,斯勒夫地区的金伯利岩岩管,目前所见的属火山道相金伯利岩,而岩管上部的火山口相沉积金伯利岩已被剥蚀掉了。主要岩性为金伯利角砾岩和金伯利凝灰角砾岩。对已发现的金伯利岩,通过 BHP 公司的初步技术经济评价,其中有 5 个金伯利岩岩管具有重要经济价值。即 Panda(熊猫)岩管、Koala(树熊)岩管、Fox(狐狸)岩管、Leslie

(莱斯里)岩管和 Misery(米色利)岩管。上述 5 个岩管均位于湖泊之下。岩管多呈椭圆形,其规模一般为长轴 300 米,短轴 200~250 米。Fox 岩管最大,其长轴 610 米,短轴 420 米。经选矿评价,岩管含金刚石的平均品位为 25~100 克拉/100 吨,金刚石以无色透明为主,质量好,宝石级金刚石占 25~40%。平均每克拉金刚石售价为 120 美元。

由于斯勒夫地区靠近北极圈,气候寒冷,交通不便,人口极为稀少,加之已发现的所有具经济价值的金伯利岩管均位于湖泊之下,给开采带来很大的困难,因此开采成本十分昂贵。根据 BHP 公司有关人员介绍,为确保开采上述金伯利岩管的经济效益,决定于 1997 年先对金刚石品位最高的 Panda 岩管进行开采。视开采所获经济效益情况,再决定分期分批开发其余 4 个有经济价值的金伯利岩岩管。

三、几点重要启示

1. 因地制宜,采用有效的找矿方法。

在广阔的加拿大西北部克拉通地区,先采用区域重砂扫面法,即在 50~60 平方公里范围内采一个自然重砂样,样品重量 20 公斤,寻找金伯利岩指示矿物。一旦发现指示矿物,即进行重砂追索,样品间距为 500~1000 米,直至能正确圈出找矿突破靶区。然后,部署高精度、大比例尺航空磁测和地面磁测。航空磁测的比例尺为 1:1.25 万,飞行线距为 125 米,探头离地面的高度为 30~50 米。地面磁测的比例尺为 1:2500~5000,精度为 0.01 伽玛。根据成矿地质条件,指示矿物分布及磁测结果,组织有经验的地质学家和地球物理学家,共同筛选磁异常,提供钻探验证。其异常圈定原则有两条,第一,异常形态为园形或椭圆形,直径数百米;第二,异常要处在不同岩性(如古老花岗岩与片岩)接触的断裂构造带上。据 BHP 矿业公司勘探部技术负责人介绍,1991 年以来,该公司钻探验证磁异常发现金伯利岩的成功率达到 80%。说明 BHP 公司在加拿大西北部勘查金刚石原生矿所采用的找矿方法是行之有效的。

根据我国成矿地质条件及已获得的金刚石

找矿成果,华北地台、扬子地台和塔里木地台具有勘查金刚石原生矿的广阔前景。通过二轮成矿预测,急需安排区域重砂扫面 50 万平方公里,目前只进行了 5 万平方公里,尚有 45 万平方公里需要进行重砂扫面工作,重点安排在辽东、晋北、鄂尔多斯地台北缘—内蒙地轴、鲁西、冀北、湘西、黔东及川北等地。这项战略性的金刚石找矿工作,建议在今后三年内完成。在区域重砂扫面工作发现金刚石指示矿物的基础上,要安排重砂追索工作,当圈出了指示矿物一定分布范围后,要部署航空磁测和地面磁测工作,以便尽快突破大型、超大型金刚石原生矿床。

2. 抓住关键,认真进行重砂测量及指示矿物的测试鉴定、判别工作。

总结当代金刚石原生矿的找矿经验,重砂法仍然是最基本、最有效的方法。普查金伯利岩型金刚石原生矿的指示矿物,主要是镁铝榴石、铬铁矿、镁钛铁矿和铬透辉石,其矿物粒径范围为 0.5~4mm 为主;普查橄榄金云火山岩(亦称橄榄钾镁煌斑岩)型金刚石原生矿物的指示矿物,主要为铬铁矿、镁铝榴石和微粒金刚石,其矿物粒径多为 0.2~1mm。在上述指示矿物中,如发现有低钙高铬镁铝榴石(G10)和 Cr_2O_3 含量大于 62%, MgO 含量大于 10% 的富镁铬铁矿(格尼圈中的铬铁矿)存在,说明在普查区及其邻区可能有含金刚石的金伯利岩或橄榄金云火山岩岩体。在这种情况下,必须加密重砂采样,追索指示矿物来源,直至找到原生矿。

由此可见,通过重砂采样发现了金伯利岩指示矿物后,不仅要作电子探针分析,以判别其属性;而且更重要的是,要十分重视对每一颗指示矿物在双目镜或电子显微镜下进行表面结构的观察和研究,以正确判别其来源方向和距离。一旦判别错误,将会犯“方向”、“路线”错误,其结果将导致找矿的失败。由于加拿大西北部地区的金伯利岩指示矿物是通过冰川搬运的,其来源方向更难判别。有一家矿业大公司,因判别失误,而失去了获得成功的机会。BHP 公司十分重视指示矿物的测试鉴定和判别研究工作。据了解,BHP 公司平均采集每件重砂样的成本

为 500 加元,其中野外采样费 150 加元,室内测试鉴定和判别研究费 350 加元。由于 BHP 公司对指示矿物鉴定和来源方向判别正确,因而他们沿着正确的路线追索指示矿物来源距离达 700 多公里,直至发现金刚石原生矿,取得了找矿重大突破。

当前,我国有关省地矿局金刚石队重砂测量中存在的主要问题是:第一,采样位置选择不合理,没有认真选择有利于重矿物富集和保存部位采样,以致采不到有意义的指示矿物;第二,指示矿物的测试鉴定工作不及时、不准确。不少有意义的指示矿物,因怕花钱,往往未作电子探针分析,难以正确区分指示矿物的属性。如对镁铝榴石的鉴定,往往未严格分出 G10 和其它种类的石榴子石,严重影响指导下一步的找矿工作。第三,对指示矿物的来源方向判别研究工作不够重视,以致在一些中、新生代红层分布地区发现指示矿物后,如何进一步进行追索,就显得束手无策。要认真吸取加拿大找矿经验,改进我们的重砂法,以提高找矿效果。

3. 发扬艰苦奋斗,锲而不舍的献身精神。

金刚石在自然界的分布极为稀少,找寻具有重要经济价值的金刚石矿床极为困难。马克思在《资本论》中谈到,金刚石在地壳中是很稀少的,发现金刚石平均要花很多劳动时间,因此,很小一块金刚石就代表很多劳动。加拿大地质学家,常年奋战在靠近北极圈、北纬 65°左右的高寒地区勘查金刚石,而遇到的困难和艰险是难以想象的。为了突破金刚石原生矿,他们坚持开拓、创新和奉献,表现出不畏艰险,坚韧不拔,不达目的不罢休的气魄。对技术业务工作,刻苦钻研,精益求精,一心一意找矿。总之,加拿大西北部地区金刚石原生矿的重大发现,不是碰运气,也不是走鸿运,而是以 C. 菲普克为代表的一批加拿大地质学家 10 多年来发扬了艰苦奋斗、锲而不舍的献身精神和专心致志、刻苦勤奋工作的结果。我们相信,为了尽快突破我国新区的金刚石原生矿,我国金刚石地质工作者也一定能继续发扬无私奉献和锲而不舍的献身精神。 (地矿部中国地质矿业集团总公司筹备组)