

早前寒武纪花岗岩—绿岩地体中 金的成矿作用

沈保丰

(地矿部天津地质矿产研究所)

提 要 早前寒武纪花岗岩—绿岩地体中赋存着丰富的金矿床。我国绿岩带主要分布在华北陆台,也是重要的含金岩系。产在花岗岩—绿岩地体中的金矿可分为绿岩带中的原生和再生金矿床两大类。金矿的形成是多阶段成矿作用的产物。

关键词 花岗岩—绿岩地体 绿岩带 原生金矿床 再生金矿床

花岗岩—绿岩地体主要由花岗质岩石和少量在其中呈不规则带状的绿岩所组成。它产出在 35~20 亿年的早前寒武地质时期,特别是太古宇,是早期地壳演化的产物。花岗岩—绿岩地体的空间分布是具有全球性的。它主要分布在南非卡普瓦尔和津巴布韦克拉通,北美的苏必利尔和斯雷夫省、西澳的皮尔巴拉和伊尔岗地块、苏联的科拉半岛和乌克兰东部、巴西的中东部、印度的达瓦尔及我国的华北陆台等。

早前寒武纪花岗岩—绿岩地体中赋存着丰富的金矿床,产在其中的绿岩带是主要的含金岩系。在绿岩带中不仅产出大量的中、小型金矿,也有很多的大型或特大型金矿。较为著名的有加拿大提敏斯—波丘潘和赫姆洛金矿田、西澳卡尔古利、印度科拉尔,巴西的莫罗韦洛等金矿田。在我国赋存在早前寒武纪变质岩中的金矿床,其产金量约占岩金产量的 70~80%,其中主要是产在绿岩带镁铁质火山岩中的脉型和剪切带中的金矿床^①。

一 绿岩带的地质特征

绿岩带是由变火山岩和变沉积岩组成,呈带状到不规则状分布在花岗质岩石内。它形成在优地槽的地质环境,可能是早前寒武纪古老洋壳的火山—沉积盆地的残留体。绿岩带的层序自下而上大致可以分为三套岩石建造:下部为含枕状体的超镁铁质和镁铁质火山岩。但有些绿岩带如加拿大阿比提比,南非巴伯顿广泛发育着超镁铁质火山岩(科马提岩),而有些地区如加拿大耶洛奈夫、津巴布韦中部省绿岩带中缺失科马提岩;中部主要为安山岩和长英质火山岩,而且火山碎屑岩的数量多于熔岩;上部则广泛发育浊积岩及化学沉积的条带状铁建造(BIF)、燧石等。整个层序自下而上呈明显的火山—沉积旋回。但不同地区绿岩带的建造有时

①朱奉三 杨连生 黄建:中国寒武纪变质杂岩中金矿床地质及成矿作用。

由一个火山—沉积巨旋回组成,如南非巴伯顿绿岩带,有时由二个或二个以上的火山—沉积巨旋回组成,如加拿大阿比提比绿岩带由二个火山—沉积巨旋回组成(见图1)。绿岩带的变质作用一般是较低的,大致在绿片岩相到绿帘角闪岩相,在花岗岩侵入体附近变质程度可以增高。但有些绿岩带的变质作用可高达角闪岩相,甚至麻粒岩相。在芬兰的拉普兰地区就分布着麻粒岩相的绿岩带。

绿岩带的岩石建造除在垂向上有变化外,在横向上也有变化。下部层位的超镁铁质和镁铁质火山岩一般分布广泛,连续性较好,组成一个广阔的连续的镁铁质地台,而中、上部层位的安山质和长英质火山岩常呈穹窿状产出,分布面积就不很广泛。因而,从横向变化上来说,超镁铁质—镁铁质岩石是远距离分布,呈盆地式。而安山质—长英质岩石则是近距离,呈穹窿式。各类碎屑沉积岩在长英质火山中心部位分布较少,在穹窿的侧翼部沉积岩增厚。在绿岩带中广泛分布的条带状铁建造,无论从下部层位的镁铁质—超镁铁质火山岩到上部的长英质火山岩、沉积岩系中,或在横向上均有广泛的分布。并常具有氧化物相、硅酸盐相、碳酸盐相和硫化物相的各类沉积相。

早前寒武纪绿岩带的形成时间从35到20亿年,大约延续了15~16亿年,但主要在太古宇。最老的是南部非洲和西澳皮尔巴拉中的绿岩带,形成时间大致在35~30亿年。加拿大苏必利尔和西澳伊尔岗克拉通中绿岩带形成时期较新一些,大致在30~27亿年。而印度达尔瓦、西非加纳克拉通中绿岩带形成在24~22亿年。不同时代绿岩带中的岩石类型和有关的矿产也不尽相同。最古老的绿岩带如巴伯顿,一般广泛发育着镁铁质—超镁铁质火山岩,主要由富镁玄武岩和科马提岩为主,还有一定量的拉斑玄武岩,而长英质火山岩较少,安山岩甚不发育。较年青的绿岩带如加拿大苏必利尔和斯雷夫区的绿岩带,一般是镁铁质岩流和岩床占优势,超镁铁质火山岩的重要性不定。在层序上部钙碱性火山岩特别丰富,火山碎屑岩很发育。这些岩石类型的不同,可能反映形成环境的差异。分布较发育的镁铁质—超镁铁质火山岩的绿岩带,可能反映原始洋壳,而广泛发育钙碱型火山岩较新的绿岩带,推测形成在局部尚未完全克拉通化的线状深海槽内。

根据绿岩带的岩石类型和组合、构造位置、同位素年龄等特征,古德温把绿岩带分为三种类型:①巴伯顿型,以科马提岩和拉斑玄武岩广泛分布为特征,安山岩甚不发育,形成时代较老,约35~30亿年;②苏必利尔型,为富安山质的双峰式镁铁质—长英质岩石组合,形成在30~27亿年;③达尔瓦型,以广泛发育沉积岩为特征,形成在24~22亿年。不同类型绿岩带的成矿作用有明显的差异。巴伯顿型绿岩带产出大量的金、铁、铬和少量镍矿产,苏必利尔型绿岩带中赋存着丰富的铜锌、金、铜镍、铁等矿产;达尔瓦型绿岩带以广泛发育金、铁、锰等矿产为特征。1984年D. I. 格罗维斯和W. D. 巴特在详细研究西澳绿岩带的基础上,提出绿岩带分古老绿岩带(35~30亿年)和年轻绿岩带(30~27亿年)两类,根据地质特征,这两类绿岩带中都可划分出地台相和裂谷相绿岩带。在西澳裂谷相的年轻绿岩带中赋存着大量的金、铜—镍和铜锌等矿产。

在我国也发育着早前寒武纪花岗岩—绿岩地体,根据目前的资料,早前寒武纪花岗岩—绿岩地体主要产出在华北陆台,少量在康滇地轴北段。在扬子地台的东南缘分布着元古宙的绿岩带。

超群	群	厚度 (m)	柱状图	同位素年龄 (Ma)	火山作用性质	火山旋回	岩性特征
上超群	提敏斯卡敏	5000		2628 2658±80	碱性	II	角度不整合覆盖在勃莱克河群或基诺也维斯群上: 由碱性火山熔岩、角砾岩和河流相的砾岩、砂岩组成。
	勃莱克河	650		2703±2	钙碱性		长英质钙碱性火成碎屑岩, 安山质到流纹质的火山砾凝灰岩。
	基诺也维斯	10000			拉斑玄武岩		由富镁和富铁拉斑玄武岩和安山岩、英安岩组成。上部为流纹岩, 在拉斑玄武岩内常发育着枕状、球粒状、杏仁状等构造。
	拉德湖	3000			科马提岩		底部为橄榄玄武质科马提岩与浊流沉积以硬砂岩、砾岩互层, 往上沉积岩和钙碱性凝灰质岩石减少, 主要由橄榄岩和玄武质科马提岩、富镁拉斑玄武岩组成。
下超群	波丘潘	2500		2710±2 2725±2		I	由氧化物或硫化物相铁建造、钙碱性流纹岩、英安质凝灰岩、火山砾凝灰岩、硬砂岩、页岩、燧石层、砾岩等组成。
	卡赛里亚与斯盖特	15000			钙碱性和拉斑玄武岩		下部卡赛里亚群、由富镁和富铁拉斑玄武岩组成; 上部斯盖特群, 由钙碱性玄武岩、安山岩、英安岩和流纹岩组成; 仅在顶部分布火山碎屑岩, 有一些超镁铁质侵入岩。
	瓦巴瓦达	300			科马提岩		主要由橄榄科马提岩, 玄武科马提岩和富镁拉斑玄武岩组成。

图 1 阿比提比绿岩带综合地层柱状图

Fig. 1. Columnar section of Abitibi greenstone belt

(据 L. S. Jensen, 191980, 1982; D. R. Dyke 1980, 1982; C. H. Stokwell, 1982 等资料编制)

在华北陆台花岗岩—绿岩地体主要产出在陆台的北缘、南缘和陆台内部的五台—恒山、胶

东和鲁西地区、华北陆台北缘横跨吉、辽、冀、内蒙四省,东西长约 1500 公里,是中朝板块的北缘和西伯利亚板块的接合部,是我国花岗岩—绿岩地体广泛发育的地带。从东到西,为吉林和龙、吉林桦甸—辽宁清源、辽西、冀东、冀北、内蒙乌拉山等地区。华北陆台南缘秦岭—大巴山地区也是花岗岩—绿岩地体发育区。花岗岩—绿岩地体主要发育在豫陕交界处的秦岭北侧支脉及华山山脉东延部分的小秦岭地区,在五台—恒山、胶东和鲁西等地区花岗岩—绿岩地体也广为发育。需要指出的,分布在华北陆台上绿岩带的形成时代大多为晚太古代。

在我国花岗岩—绿岩地体内也都分布着一些大小不等的绿岩带。例如在辽宁清源花岗岩—绿岩地体内至少可分出树基沟—红透山等五个绿岩带。每个绿岩带的分布面积不大,从 20~60 平方公里不等。我国绿岩带与国外一样,同样也是重要的含金岩系。分布在华北陆台中的绿岩带的地质特征有其一定共性。例如,清源地区绿岩带的基底为麻粒岩和紫苏花岗岩,绿岩带的层序自下而上可分为早期绿岩(石棚子组)和晚期绿岩(红透山组和台子沟组)、早期绿岩(石棚子组)为以含辉石为特征的斜长角闪岩、浅粒岩、变粒岩夹少量的条带状铁建造的岩石组合。晚期绿岩下部的红透山组的底部为厚层斜长角闪岩,上部由黑云变粒岩、黑云角闪变粒岩、黑云石英片岩及少量浅粒岩组成的层理明显的薄层互层带。晚期绿岩上部的台子沟组主要由白云石英片岩、二云石英片岩、黑云片岩夹少量的黑云变粒岩、角闪变粒岩组成,上部有少量的流纹岩,各组之间为不整合接触,本区花岗岩类广泛分布,其分布面积占全区岩石出露面积的 60~70%。花岗岩类岩石以太古宙的钠质花岗岩为主,有少量的晚期钾质花岗岩。在东北和西南部位,产出海西期和燕山期的花岗岩。绿岩带的形成时期大致在 29~26 亿年。

华北陆台在太古宙克拉通化后,仍处于不稳定的地质环境。元古宇、显生宇的构造—岩浆活动仍很活跃,有时甚至很强烈。这些吕梁、海西、燕山等构造—岩浆活动的叠加,对早期形成的绿岩带进行了强烈的改造,局部的重熔等。

根据目前的认识,我国绿岩带的地质特征和国外典型地区绿岩带(如南非、西澳、加拿大等地)相比,除共性外,还有独自的特点。主要是:1. 在绿岩带的下部层位至今尚未发现公认的厚大的超镁铁质火山熔岩(科马提岩);2. 绿岩带的变质程度较高,从绿帘角闪岩相到角闪岩相;3. 绿岩带的分布面积不大,一般为几十到数百平方公里。而加拿大阿比提比绿岩带的分布面积为 96000 平方公里,西澳威芦那—诺斯曼绿岩带则高达 15 万平方公里;4. 绿岩带形成后,后期的构造—岩浆活动较强烈,特别是海西期、燕山期。使早期形成的绿岩带经受晚期的多次变质、变形改造,甚至重熔,形成壳源重熔花岗岩;5. 与我国绿岩带有关的矿产主要为铁和金,仅在清源地区绿岩带的上部层位发育红透山式块状铜锌硫化物矿床。与超镁铁质火山熔岩有关的铜镍矿床至今尚未发现。

二、花岗岩—绿岩地体中金矿床的主要类型

按矿床的物质来源和成矿的地质条件,产出在花岗岩—绿岩地体中的金矿床可以划分为二类:(1)绿岩带中的原生金矿床;(2)绿岩带中的再生金矿床。

(一) 绿岩带中的原生金矿床

这类金矿床也就是国外所称的绿岩带金矿床,金矿床是形成早前寒武纪花岗岩—绿岩地体地质作用一定阶段的产物。金矿和花岗岩—绿岩地体形成时间相近或稍晚。它一般形成在火山作用之后,与花岗质岩石有关的围岩蚀变期相一致。这类金矿床可细分为层控金矿床和脉状及剪切带中金矿床的两个亚类。

1. 层控金矿床

这是绿岩带中重要的金矿类型。根据产出特征,可分为(1)产在条带状铁建造中的金矿床;(2)产在火山碎屑岩、硅质片岩中的金矿床;(3)产在块状铜锌硫化物矿床中的金矿床。这类金矿床一般层控性明显,金以稀疏浸染状分布,与硫化物关系密切。有时与硫化物组成细脉。其中尤以前二种更为重要。

(1) 产在条带状铁建造中的金矿床。

在早前寒武纪绿岩带中广泛分布着条带状铁建造。这类铁建造一般称为阿尔戈马型,属海底火山喷气沉积成因。阿尔戈马型铁建造不仅是铁矿石的重要来源,而且在时间、空间和成因上与金矿有密切的关系。产在巴西太古宙里奥德斯维尔哈斯绿岩带中碳酸盐相铁建造内的莫罗韦洛金矿,已产金 390.5 吨。在津巴布韦大约有 13% 的金产自以铁建造为容矿围岩的层控金矿中。北美的最大金矿—霍姆斯塔克金矿主要产在早元古代碳酸盐相铁建造中。同金矿有关的铁建造有三种不同的岩石组合类型:(a) 镁铁质—超镁铁质火山岩—铁建造组合,这类铁建造主要分布在绿岩带层序的中下部。铁建造的厚度往往不大,延伸不长,常为多层、薄层。铁建造的上、下围岩多为拉斑玄武岩。这类铁建造,主要为碳酸盐相和硫化物相铁建造与金矿关系密切,如津巴布韦、博茨瓦纳等地金矿;(b) 镁铁质—超镁铁质火山岩—铁建造—长英质火山岩、沉积岩组合。这类铁建造主要分布在绿岩带层序的中、上部。金矿与碳酸盐相铁建造关系密切。如巴西莫罗韦洛金矿;(c) 长英质火山岩—沉积岩—铁建造组合。这类铁建造主要分布在绿岩带层序的上部。这是与金矿关系密切的铁建造。金矿主要产出在碳酸盐相或硫化物相铁建造中,如北美的霍姆斯塔克金矿,加拿大耶洛奈夫的柳屏金矿等。产在铁建造中的金矿床,虽然受铁建造的层位控制,但还必须产在剪切带和构造带中。如霍姆斯塔克金矿产于霍姆斯塔克组碳酸盐相铁建造中。但在该组金矿化虽然相当普遍的分布在铁建造中,但具有工业意义的矿体仅占铁建造的 5%。金矿体主要赋存在早期等斜褶皱被置换的后期横向褶皱中(图 2)。这类金矿在我国目前尚未突破。仅在山西五台、辽宁鞍山等地局部见有矿化。据区测报导,金矿赋存在山西五台群柏枝岩组中。有三个含矿层位,一个是在太平沟段下部的钠长绿泥片岩中,已知矿层长 500 米,厚 1~8 米,含金 1.38~14.85 克/吨,平均为 5.38 克/吨。另一个是太平沟段中部,金矿产在磁石英岩内,出露长 5~20 米,厚 1.15~1.20 米,含金 1.86~2.60 克/吨。再一个是阳坡道段底部磁石英岩内,地表出露长 3~4 米,厚 0.85 米,含金 6.35 克/吨,含银 2.10 克/吨。^①山西五台地区铁建造延伸达百余公里,具有寻找铁建造

^①林 枫、李生元、陈 津:山西省金矿类型及找矿前景展望。

金矿的前景。

(2) 产在长英质火山碎屑岩、硅质片岩中的金矿床。

此类矿床主要产在绿岩带高层位的长英质火山岩和沉积岩中。有代表性的是加拿大赫姆洛金矿。赫姆洛金矿位于瓦瓦绿岩带的东段。金矿体产在晚太古界莫斯科组中。该组为长英质火山岩、绢云石英片岩等组成。在该组上部为 A、B 矿层(图 3)。容矿围岩主要为绢云石英片岩。矿体中有长英质火山岩和沉积岩的夹层。矿体与围岩大致呈整合接触,主要矿石类型是条带状黄铁绢云石英片岩。矿石的矿物成分有黄铁矿、辉钼矿、辉锑矿、毒砂、雄黄、雌黄、辰砂、重晶石等,金以自然金为主,粒度细小,仅能在显微镜下可见。自然金通常与辉钼矿、黄铁矿等共生。近矿蚀变有黄铁矿化、硅化、绢云母化。金矿的成矿环境较浅。含有重晶石并存在金、钼、锑、汞等元素的共生组合,是反映近地表浅成热液矿床的特征,这类矿床在我国辽宁清源、山西恒山等地都有发现,但目前一般仅是矿化点和小型矿床,尚未有重大突破,辽宁清源龙王庙金矿产于红透山组薄层互层带中下部的长英质火山岩中。容矿围岩为片岩化发育的条纹状黑云斜长变粒岩、含石榴黑云斜长变粒岩夹薄层条带状磁铁角闪石英片岩、绿泥黑云角闪片岩、黑云斜长片岩及浅粒岩等组成。矿体呈似层状、多层状与围岩产状一致。金最高品位 20.7 克/吨,一般 1~3 克/吨,平均品位较低。矿石矿物不复杂,主要为黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、自然金等。黄铁矿是重要的载金矿物,常呈条纹一条带状产于绿泥石化黑云角闪石英片岩中,近矿围岩蚀变为绿泥石化、硅化,其次为碳酸盐化、绢云母化。矿带受剪切带控制。

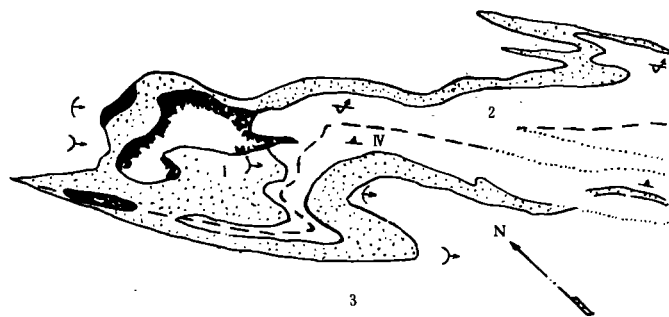


图 2 金矿产于两期褶皱叠加构造部位

Fig. 2. Gold ores located at the superimposition of different-epoch-folds
(2300 m level in Homestake mine)

(霍姆斯塔克金矿 2300 水平据 A. L. 斯劳特)

1—霍姆斯塔克组,含矿部分为实黑,不含矿部分为点;

2—埃利森组;3—表示曼组;断线表示褶皱轴面;

点线表示岩墙;箭头横向褶皱带相对位移方向;

(3) 产在块状铜锌硫化物矿床中的金矿。

太古宙绿岩带中块状铜锌硫化物矿床广泛分布在加拿大,矿床产出在绿岩带上部层位的安山质到流纹质的火山熔岩和凝灰岩中,为层控矿床。在这类矿床中金、银作为有益伴生元素产出,具综合利用价值。例如基德克里克矿床,铜品位为 1.5%、锌 9.75%、铅 0.4%、银 120 克/吨;魁蒙特矿床,铜品位为 1.2%、锌 1.8%、银 15.31 克/吨、金 3.4 克/吨。在我国辽宁红透山铜锌矿床中,金赋存在硫化物中。在黄铁矿中含金达 17.50 克/吨,磁黄铁矿中 4.0 克/吨、黄铜矿中 0.12 克/吨、闪锌矿中 0.22 克/吨。

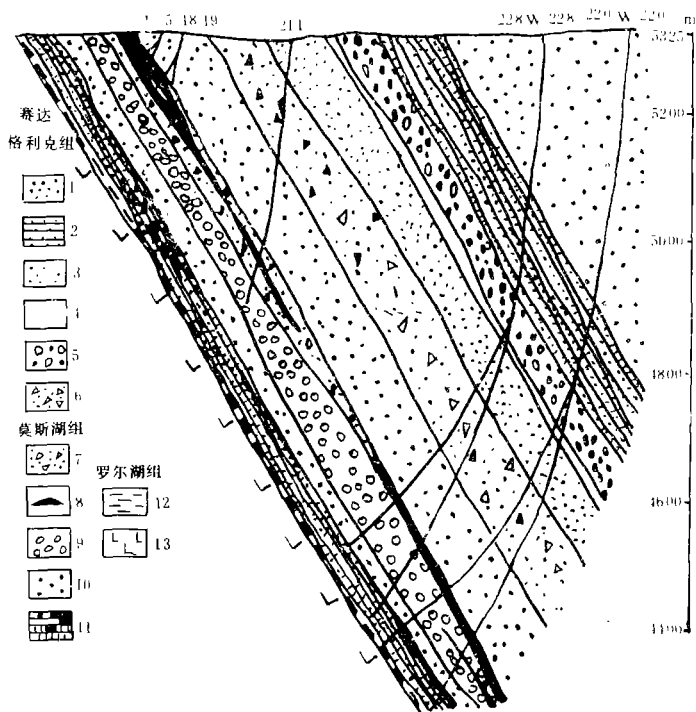


图3 赫姆洛金矿泰克—科罗纳矿体剖面图(10650E)

Fig. 3. Profile of Tek-Corona ore body in Hemlo gold mine

- 1—硬砂岩; 2—钙质粉砂岩; 3—泥岩; 4—长石砂岩;
 5—砾岩; 6—火山砾凝灰岩; 7—火山砾凝灰岩(Au);
 8—矿体; 9—酸性凝灰岩; 10—硬砂岩; 11—钙质粉砂岩;
 12—玄武岩; 13—中—基性凝灰岩、粗硬砂岩

物以黄铁矿、磁黄铁矿为主, 少量矿物有黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、毒砂等, 金的品位一般较高。容矿围岩是多种多样, 可以从超镁铁质到长英质火山岩, 有时在铁建造、花岗质岩石、沉积岩中都有, 但以镁铁质火山岩较为重要。围岩蚀变主要有碳酸盐化、黄铁矿化、硅化、绢云母化、绿泥石化等。金矿化在时间上与围岩蚀变一致, 矿体常以陡倾斜或直立产出。延深往往较大, 而且延深大于延长。矿床的垂直和水平矿物分带现象不明显, 但到达矿体的中部和下部界限时, 硫化物逐渐减少, 含金量降低。

在我国, 特别在华北陆台本类型金矿具有相当重要的位置。著名的夹皮沟、金厂峪、小营盘、小秦岭等金矿都属此类。但有的矿床可能还受着显生宇的花岗质岩石的叠加改造, 金矿床的形成具有多期性。

夹皮沟是我国著名的金矿区, 矿区位于华北陆台北缘东段浑河—辉发河断裂的东南侧, 金矿主要产在晚太古代三道沟组下部的斜长角闪岩内(图4)。前寒武纪岩浆岩有早期钠质花岗

2. 脉状和剪切带中金矿

床

这是绿岩带中主要的金矿类型。加拿大、澳大利亚、津巴布韦、印度和我国产在早前寒武纪绿岩带中的金矿几乎都归于此类。这类金矿床是与绿岩带变形、变质作用同时或稍后形成的。是在变形、变质和花岗岩体侵入过程中形成的变质热液流体由通道排出的产物, 或是在变质、变形作用期间源岩中的金经活化转移到裂隙中。此类金矿床产在构造带, 特别是韧性剪切带中, 仅充填于叶理、面理的脉状、网脉状形态产出, 具有代表性的如加拿大提敏斯地区的多姆金矿和澳大利亚卡尔古利的金英里金矿。矿石有石英—电气石型、石英—铁白云石型和石英—方解石型, 但多数矿脉以石英—铁白云石型为主。金矿物主要为自然金, 有时有少量的碲金化合物。硫化物一般不多, 仅占石英脉含量的2~3%, 硫化

岩和晚期钾质花岗岩。在矿区北东侧外带有海西期花岗岩侵入,金矿带呈北西—南东向长条状展布,这个带可能是韧性剪切带。矿带内已查明大型金矿三处,中型六处,小型三处。近矿绢云母化、硅化、绿泥石化等热液蚀变作用广泛发育。金矿化类型主要是含金石英脉,矿石类型以含金黄铁矿石英型为主,金以自然金的形式,主要分布在黄铁矿中,矿体和围岩中硫稳定同位素的组成特征基本相似。矿石铅为古老多阶段铅,本区金矿床的形成可能是原始绿岩带中呈分散的金,在区域变质、岩浆侵入、构造变形等地质作用下,使原岩中的金发生活化、迁移,在挤压带,即低压扩容带中沉淀富集成矿。海西期的岩浆活动,有可能使金再进一步富集,所以本区金矿的形成具有多期、多阶段的成矿特点。

(二) 绿岩带中的再生金矿床

早前寒武纪绿岩带中的金矿床或在矿源岩中呈分散的金,在以后的内生和外生等多次地质作用下,对早先的金矿床或成矿物质进行再造富集作用,而形成的矿床,称为再生金矿床。根据再生金矿床形成的主要地质因素,可分为二类:1. 与外生沉积作用有关的砂、砾岩金矿床;2. 与交代重熔作用有关的壳源重熔岩浆热液型金矿床。

1. 砂、砾岩金矿床

这是世界上重要的金矿类型,其中最著名的是南非维特瓦特兰德金—铀砾岩矿床(简称兰德金—铀砾岩矿床)。兰德金—铀砾岩矿床分布在太古宙卡普瓦尔花岗岩—绿岩地体中,金矿田位于绿岩和花岗岩穹窿之间的下陷部分,呈现出河积扇或扇形三角洲的形状。金铀砾岩矿床主要产在兰德群,该群总厚 5500~7500 米,形成时代为 27.5~24 亿年,兰德群分为二个亚群。矿层产在上亚群的美恩—伯特统内,该统厚度达 3100 米,共有 8 个主要含金层位,开采矿山的深度有的已达 3 公里。

在我国兰德型金铀砾岩矿床尚未找到。从我国华北陆台的地质特征来分析,形成大型兰德型金铀砾岩的地质前提与南非卡普瓦拉克拉通相比有较大的差异。但在华北陆台花岗岩—

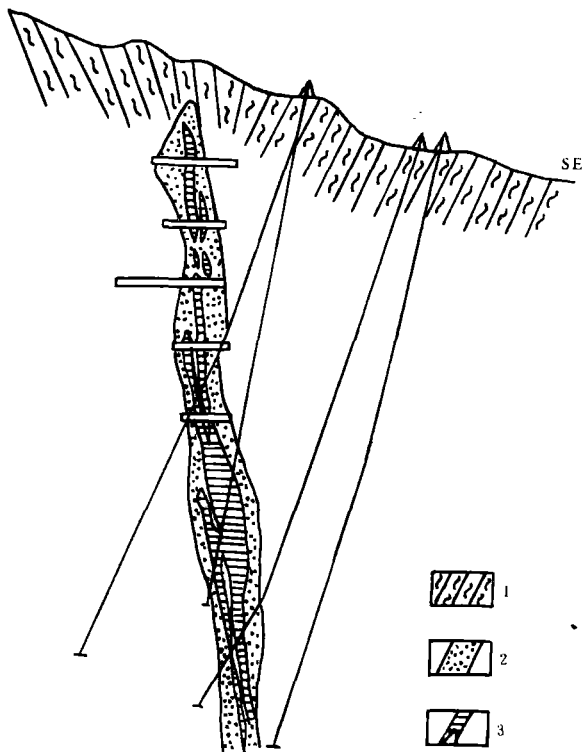


图 4 三道岔金矿床 8 线地质剖面简图

Fig. 4. Geological profile of No. 8 line of Sandaocha

Au-deposit

(据吉林省冶金地质勘探公司 604 队)

1—斜长角闪岩;2—蚀变带;3—金矿体

绿岩地体中, 已发现不少新生代的砂金矿床, 例如在山西恒山地区的料堰砂金矿、冀东马兰峪砂金矿床都具有一定的规模。

2. 壳源重熔岩浆热液型金矿床

这类矿床主要发育在我国华北陆台的胶东、辽北等地。在这些地区, 太古宙绿岩带由于受中生代板块俯冲带的控制, 在沿着深大断裂处, 富含挥发组分流体, 在超变质作用过程中对绿岩进行交代和深熔作用, 形成壳源花岗岩。在岩浆演化晚期阶段, 形成了含矿热液。它沿着构造薄弱带运移, 对围岩进行交代作用, 形成黄铁矿化、绢云母化、硅化等蚀变岩石, 同时金络合物分解, 形成热液金矿。这类型金矿以山东招一掖地区为代表。招一掖地区是我国重要的金矿田, 产出著名玲珑、焦家、新城、三山岛等金矿床。金矿床与玲珑花岗岩有密切的空间、时间和成因关系。根据目前的认识, 玲珑花岗岩是太古宙胶东群交代、深熔的产物。其主要证据有: 1. 岩体内常有大量变质岩的残留体, 如斜长角闪岩、变粒岩等; 2. 岩体与胶东群呈侵位和过渡关系; 3. 岩体的延伸与区域断裂方向一致; 4. 岩体内常发育变斑晶等交代结构。根据山东地矿局第六地质队的资料, 本区金矿区可归纳为二类, 即“焦家式破碎带热液蚀变岩型”和“玲珑含金石英脉型”, 其中以前者更为重要。

焦家金矿产出受黄县—掖县弧形断裂控制, 矿体产于主断裂的下盘(图5)。矿床有六个

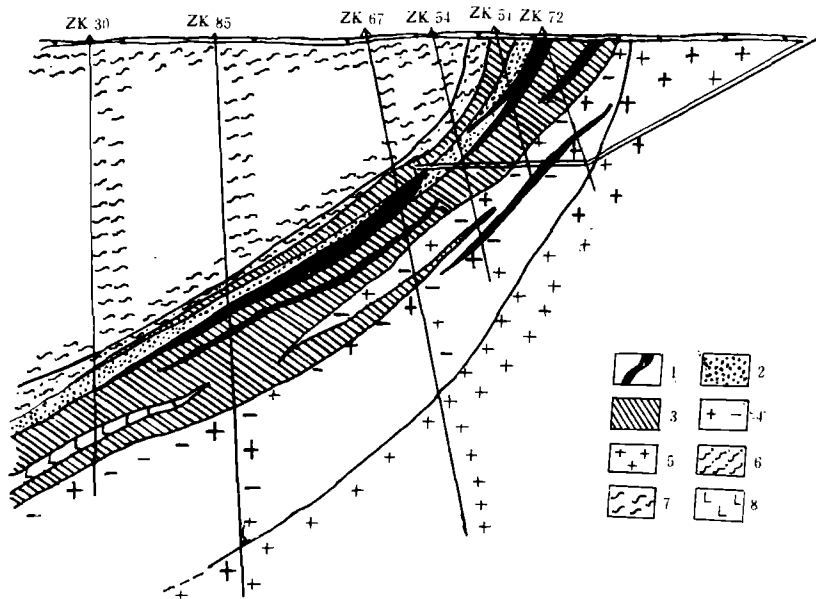


图5 焦家金矿床××线剖面图

Fig. 5. Profile of a line in Jiaojia gold mine

(据山东省地质局第六地质队)

1—金矿体; 2—绢英岩质碎裂岩; 3—绢英岩化花岗岩; 4—硅化花岗岩;

5—花岗岩; 6—绢英岩化斜长角闪岩; 7—斜长角闪岩; 8—闪长岩脉

矿体, 其中一号矿体长达千余米, 延深在 500 米以上。矿石矿物主要为自然金、银金矿及含金

黄铁矿,脉石矿物为石英和绢云母、矿脉以破碎蚀变带形式出现,具明显的蚀变分带。围岩蚀变极发育,主要有黄铁矿化、绢云母化、硅化、钾化、钠化和碳酸盐化。从主断层下盘起,蚀变可分为黄铁绢英岩化带、强绢英岩化带、弱绢英岩化带、硅化带和钾、钠化带。相对应的矿化为浸染状矿化带→细脉浸染状矿化带→网脉状矿化带→裂隙团块状矿化带。蚀变与矿化的关系密切,是重要的找矿标志。

总之,早前寒武纪花岗岩—绿岩地体中金矿的形成和演化大致可以概括为:在早前寒武纪在强烈的、多次的海底火山喷气作用过程中,形成具有一定层位产出的金矿床和矿源岩。

一些含金较高的矿源岩在尔后的构造变动、在变交代、变质作用和岩浆活动中,使金活化、迁移、富集,在有利的构造部位形成脉型金矿。在绿岩带和原生金矿床形成后,在以后的构造—岩浆作用下,又可形成壳源重熔岩浆热液型和砂、砾岩型金矿床。因而花岗岩—绿岩地体具有巨大的产金潜力,在地质找矿中值得重视。

参考文献

- [1]张秋生:《中国早前寒武纪地质及成矿作用》吉林人民出版社,1984。
- [2]郭永志、李上森译:《太古代绿岩带及其矿产》地质出版社,1980。
- [3]栾世伟等编著:《金矿床地质及找矿方法》,四川科学技术出版社,1987。
- [4]阎骞、梁延慧:以变质火山—沉积岩系旋回性来划分辽北地区太古代绿岩带地层,国际前寒武纪地壳演化讨论会论文集第二集,地质出版社,1986。
- [5]A. L. 斯劳特:霍姆斯塔克矿区,《国外黄金矿床译文集》,冶金工业出版社,1985。
- [6]程玉明:吉林省夹皮沟金矿成矿物质来源与成矿作用,《长春地质学院学报增刊》,1982。
- [7]林宝钦、阮忠义:吉林南部夹皮沟地区早前寒武纪地质及金的成矿作用,《沈阳地质矿产研究所刊》13号,1986。
- [8]王孔有、裘有守、崔克英、韩世珍:山东招远—掖县地区金矿控矿条件,《沈阳地质矿产研究所刊》9号,1984。
- [9]Condie, K. C.: *Archaean greenstone belts*, Elsevier, Amsterdam, 1981。
- [10]Groves, D. I. and Batt, W. D.: *Spatial and temporal variations of Archaean metallogenic associations in terms of evolution of granitoid-greenstone terrains with particular emphasis on the Western Australian Shield*, In *Archaean Geochemistry*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1984。
- [11]Rye, C. M. and Rye, R. O.: Homestake gold mine, South Dakota; 1. Stable isotope studies, *Econ. Geol.*, 69, 1974。

GOLD MINERALIZATION OF THE EARLY PRECAMBRIAN GRANITOID-GREENSTONE TERRAINS

Shen Baofeng

(Tianjin Institute of geology and mineral resources)

Abstract

In the world a lot of gold deposits occur in the early Precambrian greenstone belts. Greenstone belts in China, being widely distributed in the North China Platform, are the main gold-bearing rock series. The Chinese greenstone belts can be correlated to those in other countries, for instance, Abitibi, Norseman-Wiluna and so on, although they have no komatiite at their base. They are metamorphosed to higher grade, small in area, and late intensive tectonic-magmatic activity took place within them.

On the basis of ore material resources and metallogeny, gold deposits occurred in the early Precambrian granitoid-greenstone terrains are classified as the primary and regenerated deposits. The primary are the product of the definite stage of geological process which brought about the granitoid-greenstone terrains. Generally they were formed after volcanism, at the stage in accordance with alteration of the granitoid rocks, and can be subdivided into two types i.e. the stratabound gold deposit and the lodes located in shear zones. The regenerated, the product of endogenesis and epigenesis of the subsequent geological events, can be subdivided into placer, conglomeratic and anatexis magmatic gold deposits.