

辽北-吉南地区太古宙矿产形成特点分析

宋建潮, 王恩德, 贾三石, 张承帅, 杨大勇

(东北大学资源与土木工程学院, 沈阳 110004)

摘要: 辽北-吉南地区是中国主要太古宙地体出露区之一, 地体可以分为花岗岩-绿岩区和高级变质岩区两部分。区域内, 尤其是绿岩带内分布着丰富的 Au、Cu、Zn、Fe 等矿产资源。文章阐述了花岗岩-绿岩区和高级变质岩区的主要地质特征, 并通过剖析与绿岩带有关的红透山块状硫化物矿床、夹皮沟脉状金矿床和板石沟 BIF 铁矿床三个典型矿床, 对该地区太古宙矿产形成特点进行了五点总结——矿体就位的层控性、构造环境的一致性、矿床(点)产出的集中性、成矿作用的边缘性和后期矿床的继承性。

关键词: 辽北-吉南; 太古宙; 绿岩带; 矿床

中图分类号: P617

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)02-0125-05

辽北-吉南地区位于华北陆台北缘东段, 是中国典型的太古宙地体出露区之一, 地体主要由花岗岩-绿岩区和高级变质岩区组成, 区域内分布着丰富的 Au、Cu、Zn、Fe 等矿产资源, 是中国重要的和古老的矿集区之一^[1]。许多学者对该区域内太古宙地体的地质演化、矿产形成进行了卓有成效的研究, 取得了丰硕的成果, 尤以沈保丰、张秋生等的研究最具代表性。

1 成矿地质背景

从图 1 可以看出高级变质岩区 90% 以上的面积为花岗质岩石所占据, 其余多为一些呈岩床、岩墙形式产出的镁铁质-超镁铁质侵入岩, 另有少量以包体形式产出在花岗质岩石中的表壳岩, 多已发生不同程度的变质作用, 其原岩为一套火山-沉积作用形成的岩系。

卵形隆起构造是太古宙高级变质岩区的典型

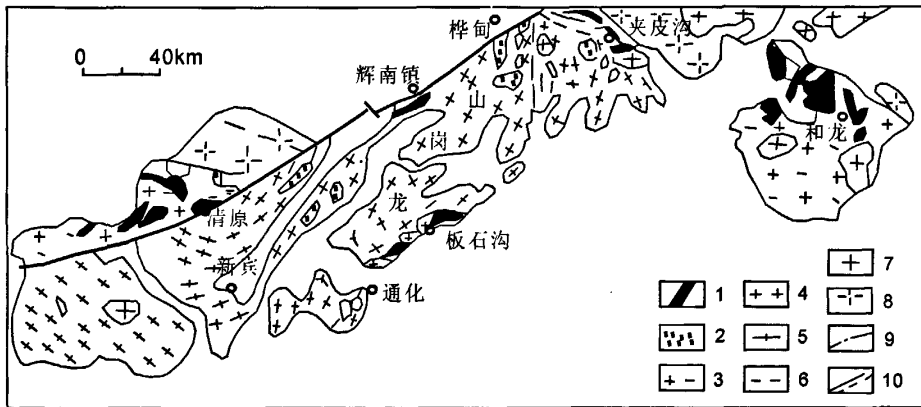


图 1 辽北-吉南地区太古宙地质图(引自李俊建^[2])

Fig.1 Achean geological map in northern Liaoning Province and southern Jilin Province

1. 新太古代绿岩带(清原岩群、夹皮沟岩群、和龙岩群); 2. 中太古代高级区表壳岩(浑南岩群、龙岗岩群); 3. 新太古代钠质花岗岩; 4. 新太古代钾质花岗岩; 5. 中太古代钠质花岗岩; 6. 紫苏花岗岩; 7. 燕山期花岗岩; 8. 海西期花岗岩; 9. 韧性剪切带; 10. 断层

收稿日期: 2008-02-11

责任编辑: 林晓辉

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金(20060145032)

作者简介: 宋建潮 (1976-), 男, 河北吴桥人, 东北大学博士研究生, 主要从事地质矿产普查与勘探研究。E-mail: tidesung617@126.com。

构造,由呈环形、卵形和其他不规则形状的以灰色片麻岩为主体的复杂岩石组合体组成,广泛分布于区内的辽北、浑南及浑北的五凤岭、线金厂地区和吉南的龙岗山区。其中后者地质学家将其称为龙岗古陆核,其长轴 NE,长 100 km;短轴 NW,宽 50 km;分布于通化、柳河、靖宇、抚松、桦甸地区。

区域内零星分布着四个太古宙绿岩带:清原绿岩带、板石沟-四方山绿岩带、夹皮沟绿岩带和金城洞绿岩带。这些绿岩带多分布于卵形隆起的边缘部位,被高级变质岩区和后期形成的岩石所孤立包围。其面积多在 100 ~ 500 km² 之间,其中清原绿岩带和板石沟-四方山绿岩带大致呈 NE-SW 走向,夹皮沟绿岩带和金城洞绿岩带呈 NW-SE 走向。

区域内地质构造在太古宙时期有迹可查的多为发育于卵形隆起内部或边缘的新太古代裂谷带或韧性剪切带。在龙岗古陆核内就分布着柳河县-安口镇韧性剪切带和王家店-靖宇-光华韧性剪切带。在东北边缘则分布着呈北西向的穿过小东沟、夹皮沟和八家子的一条韧性剪切带。

2 典型矿床地质特征

绿岩带内蕴藏着丰富的矿产资源,在分布面积只有本区 15% 的区域内却分布着本区 85% 金、84% 铁和几乎 100% 的铜-锌和硫铁矿,其余的矿产资源则分布于高级变质岩区。其矿产种类、类型都与绿岩带区相似,只是成矿的规模相对较小。因此,本文我们只分析绿岩带内的典型矿床地质特征。本区域绿岩带内的典型矿床主要有产于绿岩带下部层位镁铁质火山岩中吉林夹皮沟脉状金矿床,产于绿岩带上部层位安山质-长英质火山岩中的红透山块状硫化物铜-锌矿床,产于绿岩带上部以斜长角闪岩-变粒岩-黑云石英片岩-磁铁石英岩为组合的板石沟 BIF 铁矿。

2.1 红透山块状硫化物铜-锌矿床

该矿床是我国目前已知时代最古老的块状硫化物矿床,矿床产在清原绿岩带中,与以中酸性喷发为主的火山活动有关。矿体严格受一定层位控制,毫无例外地赋存在清原岩群红透山组的“薄层互层带”中。“薄层互层带”是一套以变粒岩为主的岩石组合,是角闪岩相变质作用的产物,厚 10 ~ 25 m。其原岩为一套钙碱性火山岩系,其下部为从镁铁质-长英质依次旋回性喷发的熔岩,偶有超镁

铁质岩伴生;中部为从镁铁质-长英质周期性变化的凝灰岩夹硬砂岩;上部主要为长英质凝灰岩夹杂砂岩及少量含铁硅质岩,块状硫化物矿床均产于上部的安山质-长英质火山岩中,矿体产在安山凝灰岩及安山岩之上的流纹岩中。

矿体整体上为似层状,与围岩整合接触,并与围岩片理产状一致。实际上矿体形态较为复杂,有似层状、透镜状、柱状、脉状等,分支复合和膨胀收缩现象明显,有时还见支脉穿切围岩现象。矿石成分相对比较简单,主要矿物为黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿,其次为方黄铜矿、磁铁矿、辉铜矿、方铅矿、赤铁矿和银金矿等。矿石结构以溶蚀-交代和碎裂结构最为普遍,此外常见变晶、充填-交代、固溶体分解结构等。构造以矿状及浸染状为主,还可见条带状、角砾状、流动状构造。近围岩蚀变主要有透闪石化、硅化、金云母化、绢云母化、绿泥石化、滑石化和碳酸盐化等。

其矿床成因被认为与海底喷气和火山作用有关,其形成过程描述如下:发育于古陆核边缘的裂谷凹陷为浅海条件下的海水所淹没,海底火山作用喷发主要为长英质岩浆携带了大量的 Cu-Zn 成矿物质,这些成矿物质在与冰冷的海水接触时,由于温度、压力的急剧下降,在火山喷发中心四周沉淀,而火山喷发物质与裂谷边缘形成的相对封闭的凹陷盆地则更有利于成矿物质的沉淀。在后期又经历了强烈的变质变形作用,使得矿体重新就位。

红透山块状硫化物矿床为同生块状,即与绿岩的形成年龄相当。绿岩的形成年龄为 2 700 ~ 2 600 Ma^[9],浑北和浑南两地体拼贴过程中,同构造侵位的 TTG 岩系的年龄为 2 500 Ma^[9],为块状硫化物矿床的变质年龄,亦即变质再造成矿的年龄。可见,该矿床形成于新太古代。

2.2 夹皮沟脉状金矿床

矿床产于夹皮沟绿岩带底部层序的中部,含金岩系主要是一套变质的铁镁质火山岩,底部见有超镁铁质岩石透镜体,上部为条带状条带状质沉积岩。矿区出露地层,南段主要是老牛沟组,北段主要是三道沟组。金矿带产于老牛沟组的中部,与绿岩带、钾化带、韧性剪切带呈近平行的带状展布,形成北西向的构造格架。含金岩系以角闪质岩石为主,主要是细粒斜长角闪岩,其次是斜长角闪片麻岩、角闪斜长片麻岩和英云闪长质-奥长花岗质片麻

岩。

夹皮沟金矿主要产于绿岩带内的韧性剪切带中,呈北西走向,宽数十米至数千米,长度仅在夹皮沟一段就有 30 余千米, 产有大量的糜棱岩系列的岩石,发育有密集的劈理,退变质作用和脉岩。剪切带对金矿的控制作用表现在三方面:1) 时间上,主期矿体就位与剪切带的形成是同一地质作用的产物,在地质序列上是连续的;2) 空间上,矿体以单脉或平行复脉分布于某段或某条糜棱岩中;3) 强度上,应变作用强的糜棱岩地段更有利于金矿的产出。

矿床为石英脉型,矿体以脉状和似脉状为主,一般延深大于延长,矿体呈舒缓波状,常有膨胀收缩、尖灭再现、分支复合现象。矿石类型主要有含金黄铁矿矿石、含金多金属矿石、含金黄铁矿方铅矿矿石,次为含金黄铁矿黄铜矿矿石、含金黄铁矿磁黄铁矿矿石和含金黄铁矿闪锌矿矿石。矿石主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿和方铅矿,次为闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿。脉石矿物主要为石英,其次是方解石、铁白云石、长石、绿泥石和绢云母等。矿石结构以自形、半自形粒状和碎裂结构为主,构造主要有脉状、条带状、浸染状、角砾状、网脉状和块状,蚀变类型主要有绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化、硅化、钾化。

矿床的形成大致经历了三个过程(图 2):①火山富集作用,金富集于原岩为基性 - 超基性后期变

质而形成的绿岩带中;②变质作用,使得绿岩带在大约 400℃以上时释放出活化的含矿的流体^[6];③剪切带内狭窄的筛状连续的空隙是成矿流体运移的良好通道^[9],在其浅部通过交代或填充富集成矿。

夹皮沟金矿的主成矿期为 2 469 ~ 2 475 Ma,形成于新太古代末期^[6]。

2.3 板石沟 BIF 铁矿床

BIF 铁建造是绿岩带的重要组成部分,铁矿床位于板石沟绿岩带上组的下部。岩石类型主要有斜长角闪岩、黑云变粒岩、浅粒岩、黑云石英片岩和黑云片岩等。矿体常常成岩群出现,分段集中,一般为层状、似层状、透镜状或扁豆状,产状与围岩一致,整合接触。矿石的主要矿物为磁铁矿和镁铁闪石,次要矿物为赤铁矿、角闪石、石榴石、黄铁矿和磁黄铁矿。矿石结构可分为晶粒结构、聚粒结构和片状结构三种基本类型,构造主要是条带状构造、片麻状构造和角砾状构造。

有关 BIF 铁矿的成因历来争论颇多,争论的焦点多是铁和硅质的来源问题。不过大多数地质学家还是认为矿床的形成主要与海底火山热泉作用有关^[7],在海底沉积而成,后期的变质作用使得矿体形成了现在的面貌。

3 矿产形成主要特点

3.1 矿体就位的层控性

花岗岩 - 绿岩区的矿床均产于绿岩带中,这与世界上大多分布于太古宙的矿床类型是相一致的,例如加拿大的 Kidd Creek 矿床、澳大利亚的 Goldworthy 铁矿床等。根据张秋生的研究成果,我们知道在太古宙时期,长英质火山岩 - 沉积物演化系列,形成铜锌块状硫化物 - 金矿 - 条带状建造;而镁铁质火山岩 - 沉积物演化系列则形成条带状建造^[8]。所不同的是块状硫化物矿床和 BIF 磁铁矿床在绿岩带内主要呈层状或似层状,多形成于中新太古代,在晚期受变质作用和变形作用的影响,引起矿体的变质变形或重就位。而夹皮沟金矿则产于绿岩带内的韧性剪切带中,呈石英脉状,受韧性剪切作用和变质变形作用影响明显,变质热液通过填充 - 交代作用就位。

3.2 构造环境的一致性

清原绿岩带古构造环境为下伏具有较薄陆壳的大陆边缘半深海相裂陷优地槽,具有类裂谷发育

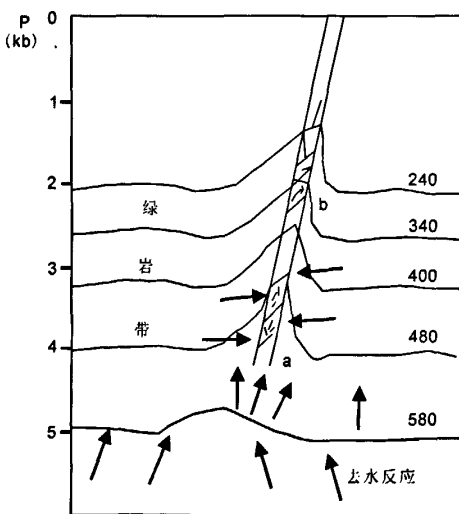


图 2 夹皮沟金矿的形成机制

Fig.2 Formation mechanism of Jiapi gou Au deposit

a.第一成矿阶段;b.第二成矿阶段

的性质;而板石沟绿岩带古构造环境为下伏具有较薄陆壳的大陆裂谷式优地槽,夹皮沟古构造环境为大陆边缘裂陷优地槽,而金城洞绿岩带古构造环境为大陆边缘浅海相裂陷优地槽。可见这些矿床均形成于优地槽中,受火山活动和沉积作用及后期变质变形作用等成矿作用控制^[1]。

3.3 矿床(点)产出的集中性

红透山块状硫化物矿床周围分布着大小矿床(点)几十处,在区域内由西向东大致分为三个带^[1]。Ⅰ矿带:由红旗山、孤家子、顺山地等矿床(点)组成;Ⅱ矿带:由下窝棚、红透山、树基沟等矿床(点)组成;Ⅲ矿带:由大荒沟、稗子沟等组成。夹皮沟金矿包括 10 余个中、小型矿床和上百个矿化点组成的金矿带,目前发现的主要有夹皮沟(本区)、三道沟、板庙子、八家子、二道沟、小北沟、四道岔、援朝沟、大线沟、小东沟等。这些矿床(点)都无一例外分布于 NW 向的韧性剪切带中。BIF 铁矿在本区集中程度相对前两者较弱,但是在该地区南侧的鞍山地区有着与本区成因类型相同的著名的“鞍山式”铁矿集中区。

3.4 成矿作用的边缘性

裴荣富在对矿产矿床的研究中多次强调了大陆边缘成矿,认为在大陆边缘构造复杂,岩浆活动强烈,是成矿最为活跃的地带之一^[1]。本区地处华北地台北缘东段,是铜锌、铁矿和金矿成矿的有利位置。在区域内部,在太古宙早期,形成了龙岗古陆核,周围处于裂谷、断裂、韧性剪切带等构造环境,又伴随有强烈的岩浆活动,本区主要矿产恰恰位于龙岗古陆核的边缘,例如夹皮沟金矿床位于龙岗古陆核的东北边缘,板石沟铁矿则位于龙岗古陆核的东南边缘,而红透山铜锌块状硫化物矿床则位于浑南古陆核的北缘。

3.5 后期矿床的继承性

原始形成的矿床在后期地质演化历史过程中,常常经受内生和外生作用,促使矿源岩中的成矿元素重新改造或进一步富集成新的矿产类型。本区域在太古宙时期形成的矿床在后期发展过程中都不同程度地经历了构造运动、岩浆侵位和火山喷发以及区域变质作用,使得矿体形态、矿床类型都不同程度地发生了变化。例如红透山矿床在后期经历了变质变形和韧性剪切作用,使得矿体形态更为复杂。夹皮沟金矿在后期又有热液的叠加改造,以至

于人们对夹皮沟金矿的形成时代一直存有争议。板石沟 BIF 铁矿经历了区域变质作用和深埋变质作用等,形成了石英、磁铁矿相间排列的条带状。绿岩体根据 Pb、S 等同位素研究表明,主要来自上地幔,内含丰富的成矿物质,在后期的地质作用中,元素富集又形成新的矿床(点),成为重要的矿源区。

4 讨论

太古宙时期是地质历史上矿产资源形成的一个重要时期,特别是与绿岩带相伴而生的 BIF 类型铁矿、块状硫化物铜锌矿和石英脉型金矿床在世界范围内广泛发育,具有全球意义。三者即可单独成矿,又可共生成矿,例如在块状硫化物矿床的上部地层中可以出现 BIF 类型铁矿,在韧性剪切带周围可以有 BIF 类型铁矿存在。这一点对在辽北—吉南太古代地体出露区寻找矿床具有重要意义。虽然目前对该地区的研究取得了一定的成果,但是依然有许多问题未有解决,例如成矿元素演化序列及成矿元素地球化学富集机制等,因此很有必要进一步加强区域基础地质和矿产地质研究,从而提高有关太古代地体的理论和实际研究水平。

参考文献:

- [1] 沈保丰,骆辉,韩国刚,等.辽北—吉南太古宙地质及成矿[M].北京:地质出版社,1994,104—183.
- [2] 李俊建,沈保丰,李双保等.辽北—吉南地区太古宙绿岩带[J].华北地质矿产杂志,1999,14(3):27—34.
- [3] 裴荣富.中国矿床模式[M].北京:地质出版社,1995,39—45.
- [4] 《国外黄金矿床译文集》翻译组.国外黄金矿床译文集[G].冶金工业出版社,1985,20—23.
- [5] M.L.詹森,A.M.贝特曼.经济矿床学[M].北京:科学出版社,1987,186—188.
- [6] 李俊建,沈保丰.吉林夹皮沟金矿成矿时代的研究[J].地质学报,1996,70(4):335—340.
- [7] Chares F, Park J & Roy A, MacDiarmid. ore deposits[M].W.H. freeman and company, San Francisco, 1998, 393—396.
- [8] 张秋生.中国早寒武纪地质及成矿作用[M].长春:吉林人民出版社,1984,81—94.
- [9] 张秋生.辽东半岛早期地壳与矿床[M].北京:地质出版社,1988,164—166.
- [10] 裴荣富,李进文,梅燕雄.大陆边缘成矿[J].大地构造与成矿学,2005,29(1):24—34.

Archean Characteristics of Mineral Formation in the Region of Northern Liaoning Province and Southern Jilin Province

SONG Jian-chao, WANG En-de, JIA San-shi, ZHANG Cheng-shuai, YANG Da-yong

(School of Resources & Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

Abstract: The region of northern Liaoning Province and southern Jilin Province is one of the typical area in which the Archean granite-greenstone belts and high-grade metamorphic rock terrains developed well, and produce many mineral resources such as Au, Cu, Zn, Fe. This paper describes the major geological features of granite-greenstone belts and high-grade metamorphic rock terrains, through analysis of three typical deposits related to greenstone: Hongtoushan massive sulfide deposit, Jiapigou lode gold deposit and Broadshigou BIF iron ore deposit, and make a five-point summary: strata-bound ore body, tectonic consistency, deposit concentration, margin mineralization and late deposit inheritance.

Key words: northern Liaoning Province; southern Jilin Province; Archean; greenstone belts; deposit

参考文献的标注方法

参考文献只列出公开发行人书刊、正是的学位论文和地质报告,非公开发行人用脚注表示。标注参考文献一定要内容全面,一般包括下列几项:1)主要责任者(专著作者、论文集主编、学位申报人、报告撰写人、期刊文章作者、析出文章作者等),为了节省版面,一般在人名多于三个时,仅列出前三个,其它用“等”字代替,少于三个时都要列出,换句话说,只有四个以上时才加“等”;2)文献题目;3)文献类型及载体标识,如书用[M],期刊用[J],报告用[R]等;4)其它责任者,如译者等;5)出版项,如果是书,要注明出版地、出版社、出版年;如果是期刊,按照顺序表明刊名、卷、期和文章所在的页码;如是科技报告或学位论文,应指明该文献存放的单位;如是电子文献,要有文献的出处和可获得的网址。

参考文献的注录格式不同期刊有不同的要求,今介绍本刊所用的顺序编码制:按参考内容在文章中出现的先后,在正文中用方括号([1]、[2]……)以右上角的形式标出,文后参考文献列表中编号还用[1]、[2]……标出,和文中出现的先后顺序一致,其格式如下:

专著类: [1] 李四光. 地质力学概论[M]. 北京: 科学出版社, 1990, 20-30.

[2] Broko H, Jones W. Petrology[M]. New York: Pengamon Company, 1978, 20-50.

期刊类: [3] 沈保丰, 翟安民, 苗培森, 等. 华北陆块铁矿床地质特征和资源潜力展望[J]. 地质调查与研究, 29(4): 244-252.

[4] Robert H. Ultramafic rocks[J]. Econ. Geol. 1990, 27(4): 7-14.

译文类: [5] 贝弗里奇 WB. 橄榄石矿物学[M]. 李大山译. 北京: 科学出版社, 1984, 10-40.

[6] 罗伯特 RH. 卡林型金矿[J]. 李大山译. 世界地质, 1984, 3(4): 17-20.

析出文章类(论文集集中的文章):

[7] 黄蕴慧. 国际矿物学研究动向[A]. 程裕淇. 世界地质发展动向[C]. 北京: 地质出版社, 1982, 38-4.

(刘新秒)